L 126

TĂNG HẢI TUÂN

CÔNG PHÁ VẬT LÍ 3

CUỐN SÁCH GIÚP EM TỰ TIN HƠN TRONG KÌ THI THPT QUỐC GIA

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

MỤC LỤC

CHƯƠNG 0. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢI VẬT LÍ 13

A. Phương pháp số phức 13

I. Cơ sở phương pháp 13

II. Sử dụng máy tính thực hiện phép toán về số phức 14

III. Vận dụng phương pháp trong bài toán tổng hợp dao động 14

IV. Vận dụng phương pháp giải bài toán điện xoay chiều 19

V. Lời kết về phương pháp số phức 25

B. Phương pháp giản đồ vectơ 25

I. Cơ sở phương pháp 25

II. Ví dụ minh họa 27

III. Lời kết về phương pháp giản đồ vectơ 34

IV. Bài tập tự luyện 35

C. Phương pháp chuẩn hóa 38

I. Lịch sử phương pháp 38

II. Cơ sở phương pháp 38

III. Ví dụ minh họa 39

IV. Chuẩn hóa trong bài toán tần số (hoặc tần số góc) biến thiên 43

V. Chuẩn hóa trong truyền tải điện năng 47

VI. Chuẩn hóa trong bài toán liên quan đến máy phát điện xoay chiều một pha 52

VII. Một số bài tập vận dụng và nâng cao có đáp án 56

VIII. Lời kết về phương pháp chuẩn hóa 60

CHƯƠNG 1. DAO ĐỘNG CƠ 61

A. Lí thuyết 61

I. Dao động 61

II. Dao động tuần hoàn 61

III. Dao động điều hòa 61

IV. Các phương trình độc lập thời gian 64

V. Con lắc lò xo 65

VI. Tổng hợp dao động 68

VII. Con lắc đơn 69

VIII. Các loại dao động 70

B. Phân dạng bài tập và phương pháp giải 78

I. Trắc nghiệm lí thuyết 78

1. Ví dụ minh họa 78

2. Trắc nghiệm tự luyện 83

II. Bài tập về con lắc lò xo 84
1. Bài toán đại cương về dao động điều hòa và con lắc lò xo 84
2. Bài toán về cắt ghép lò xo 94
3. Bài toán thời gian 101
4. Bài toán quãng đường 117
5. Bài toán vận tốc, tốc độ 125
6. Bài toán lực đàn hồi, lực hồi phục 133
7. Bài toán năng lượng trong dao động điều hòa 142
8. Bài toán viết phương trình dao động 144
9. Bài toán tổng hợp dao động 152
10. Bài toán hai vật dao động 155
11. Các bài toán tổng hợp 168
III. Bài tập về con lắc đơn 172
1. Bài toán đại cương về con lắc đơn 172
2. Bài toán năng lượng, vận tốc, gia tốc, lực căng dây của con lắc đơn 181
3. Con lắc chịu tác dụng của lực ngoài 194
Đề kiểm tra chương 1 208
CHƯƠNG 2. SÓNG CƠ 216
A. Lí thuyết 216
I. Sóng cơ học và các đặc trưng 216
II. Phương trình sóng 217
III. Giao thoa sóng 218
IV. Sóng dừng 222
V. Sóng âm 227
B. Phân dạng bài tập và phương pháp giải 229
I. Bài tập đại cương sóng cơ 229
1. Bài toán sự truyền sóng 230
2. Bài toán liên quan đến độ lệch pha của hai phần tử môi trường 231
3. Bài toán tìm số điểm dao động lệch pha so với một điểm nào đó 232
II. Bài tập giao thoa 234
1. Bài toán đại cương giao thoa sóng 234
2. Bài toán điểm dao động với biên độ cực đại (cực tiểu) hoặc biên độ bất kì 238
3. Bài toán điểm dao động lệch pha so với một điểm nào đó 245
4. Bài toán điểm dao động với biên độ cực đại (cực tiểu) đồng thời lệch pha so với một điểm nào đó 246
5. Bài toán cực trị trong giao thoa 249
6. Bài tập tự luyện 257
III. Bài tập sóng dừng 261

1. Bài tập đại cương về sóng dừng 261
2. Bài toán về độ lệch pha giữa các phần tử trong sóng dừng 270
IV. Bài tập sóng âm 275
1. Bài toán liên quan đến cường độ âm, mức cường độ âm 275
2. Bài toán liên quan đến dây đàn, sáo 287
Đề kiểm tra chương 2 290
CHƯƠNG 3. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ 296
A. Lí thuyết 296
I. Dao động điện từ trong mạch LC 296
II. Điện từ trường – Sóng điện từ 297
III. Trắc nghiệm lí thuyết 301
B. Phân dạng bài tập và phương pháp giải 307
I. Bài toán đại cương về dao động và sóng điện từ 307
1. Phương pháp 307
2. Ví dụ minh họa 308
II. Bài toán viết biểu thức q, i, u 312
1. Phương pháp 312
2. Ví dụ minh họa 312
3. Bài tập tự luyện 314
III. Bài toán năng lượng trong mạch dao động LC 316
1. Phương pháp 316
2. Ví dụ minh họa 316
3. Bài tập tự luyện 319
IV. Bài toán về truyền thông sóng điện từ 322
1. Phương pháp 322
2. Ví dụ minh họa 322
CHƯƠNG 4. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU 325
A. Lí thuyết 325
I. Nguyên tắc tạo ra dòng điện xoay chiều 325
II. Các giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều 326
III. Định luật Ôm cho các loại đoạn mạch điện xoay chiều. Cộng hưởng điện 326
IV. Công suất của dòng điện xoay chiều 328
V. Máy biến áp, truyền tải điện năng 329
VI. Động cơ không đồng bộ ba pha 330
B. Phân dạng bài tập và phương pháp giải 331
I. Bài toán đại cương về điện xoay chiều 331
1. Phương pháp 331
2. Ví dụ minh họa 331

3. Bài tập tự luyện 335
II. Bài toán viết biểu thức cường độ dòng điện, hiệu điện thế 343
III. Bài toán liên quan đến các giá trị tức thời u, i 343
1. Phương pháp 343
2. Ví dụ minh họa 344
3. Bài tập tự luyện 356
IV. Bài toán công suất tiêu thụ, hệ số công suất 359
1. Phương pháp 359
2. Ví dụ minh họa 359
3. Bài tập tự luyện 364
V. Bài toán điện trở R biến thiên 375
VI. Bài toán cuộn cảm L biến thiên 379
1. Phương pháp 379
2. Ví dụ minh họa 386
3. Bài tập tự luyện 389
VII. Bài toán điện dung C biến thiên 394
1. Phương pháp 394
2. Ví dụ minh họa 401
3. Bài tập tự luyện 410
VIII. Bài toán tần số f biến thiên 417
IX. Bài toán về máy biến áp, truyền tải điện năng 428
1. Phương pháp 428
2. Ví dụ minh họa 428
3. Bài tập tự luyện 441
Đề kiểm tra chương 4 446
CHƯƠNG 5. SÓNG ÁNH SÁNG 452
A. Lí thuyết 452
I. Hiện tượng tán sắc ánh sáng 452
II. Hiện tượng giao thoa ánh sáng 452
III. Quang phổ 453
IV. Các loại tia 455
V. Thang sóng điện từ 455
VI. Câu hỏi trắc nghiệm lí thuyết 456
B. Phân dạng bài tập và phương pháp giải 462
I. Bài toán về tán sắc ánh sáng 462
1. Phương pháp 462
2. Ví dụ minh họa 462
3. Bài tập tự luyện 467

II. Giao thoa với ánh sáng đơn sắc 469
1. Bài toán vị trí vân sáng, vân tối, khoảng vân 469
2. Bài toán xác định số vân sáng, vân tối 479
III. Giao thoa với ánh sáng hỗn hợp 488
1. Giao thoa với ánh sáng trắng 488
2. Giao thoa với hai ánh sáng đơn sắc 494
3. Giao thoa với ba ánh sáng đơn sắc 503
4. Bài tập tự luyện 507
CHƯƠNG 6. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG 513
A. Lí thuyết 513
I. Hiện tượng quang điện (ngoài) 513
II. Thuyết lượng tử ánh sáng (thuyết photon) 513
III. Giải thích các định luật quang điện 514
IV. Hiện tượng quang điện trong 515
V. So sánh hiện tượng quang điện ngoài và quang điện trong 515
VI. Hiện tượng quang – phát quang 515
VII. Mẫu nguyên tử Bo 515
VIII. Quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô 516
IX. Sơ lược về laze 517
B. Phân dạng bài tập và phương pháp giải 518
I. Trắc nghiệm lí thuyết 518
1. Ví dụ minh họa 518
2. Bài tập tự luyện 520
II. Bài tập về hiện tượng quang điện 524
1. Bài toán sử dụng công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện 524
2. Bài toán hiệu điện thế hãm, hiệu điện thế giữa anot và catot trong tế bào quang điện 525
3. Bài toán về hiệu suất lượng tử 532
4. Bài toán về chiếu đồng thời hai bức xạ vào tế bào quang điện 534
5. Bài tập tự luyện 535
III. Bài tập về quang phổ vạch của nguyên tử Hydro 540
1. Phương pháp 540
2. Ví dụ minh họa 541
3. Bài tập tự luyện 547
IV. Bài tập về tia Rơnghen (tia X) 552
1. Bước sóng nhỏ nhất, tần số lớn nhất của tia X 552
2. Vận tốc cực đại của electron khi đập vào anot 554
Đề kiểm tra chương 6 556

CHƯƠNG 7. SƠ LƯỢC VỀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP 562
A. Lí thuyết 562
I. Thuyết tương đối hẹp 562
II. Hệ thức Anh-xtanh giữa năng lượng và khối lượng 562
III. So sánh giữa cơ học Newton và cơ học tương đối tính 563
B. Bài tập 563
I. Bài tập về hai tiên đề của Anhxtanh 563
II. Bài tập về hệ thức Anhxtanh giữa năng lượng và khối lượng 565
CHƯƠNG 8. HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ 568
A. Lí thuyết 568
I. Cấu tạo hạt nhân nguyên tử 568
II. Hiện tượng phóng xạ 569
III. Phản ứng hạt nhân 570
IV. Phản ứng phân hạch, phản ứng nhiệt hạch 572
B. Phân dạng bài tập và phương pháp giải 573
I. Bài tập về hiện tượng phóng xạ 573
1. Bài toán tìm lượng chất phóng xạ 573
2. Bài toán tìm chu kì phóng xạ 577
3. Bài toán tính tuổi thọ của cổ vật 578
4. Bài toán tính độ phóng xạ 580
II. Bài tập về hạt nhân, phản ứng hạt nhân 581
1. Bài toán đại cương về hạt nhân, phản ứng hạt nhân 581
2. Bài toán năng lượng, các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân 590
Đề kiểm tra chương 8 605
CHƯƠNG 9. BÀI TẬP CHUYÊN ĐỀ ĐỒ THỊ 610
CHƯƠNG 10. CHUYÊN ĐỀ THÍ NGHIỆM THỰC HÀNH 633
A. Sai số trong thí nghiệm thực hành 633
I. Phép đo 633
II. Các loại sai số 633
III. Cách tính giá trị trung bình và sai số trực tiếp 634
IV. Ghi kết quả 634
V. Sai số tỉ đối 635
VI. Cách tính sai số gián tiếp 635
B. Bài tập tự luyện 636
Tài liệu tham khảo 639

CHƯƠNG 0. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢI VẬT LÍ

Chương này tác giả trình bày về ba phương pháp hay dùng (ngoài phương pháp đại số thông thường) trong giải bài tập Vật lí. Đó là

- Phương pháp số phức.
- Phương pháp giản đồ véctơ trong giải toán điện xoay chiều.
- Phương pháp chuẩn hóa.

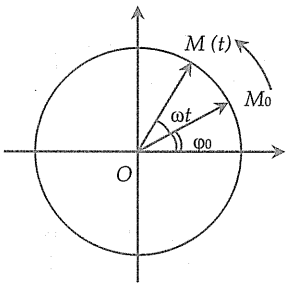
Chương này coi như một phụ lục, có những kiến thức bạn đọc phải đọc từ các chương sau mới hiểu được. Do đó, tốt nhất bạn nên bắt đầu từ chương 1 của cuốn sách.

A. PHƯƠNG PHÁP SỐ PHỨC

I. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP

Xét dao động điều hòa có phương trình: $x = A\cos\left(\omega t + \varphi_0\right)$

Dao động này có thể biểu diễn bằng véctơ quay $\vec{A} = \overrightarrow{OM}$ (xem chi tiết ở phần VI.1 chương I)



Điểm $M(t)$ có tọa độ $\left(A\cos\left(\omega t + \varphi_0\right); A\sin\left(\omega t + \varphi_0\right)\right)$ được biểu diễn bởi một số phức có dạng: $z = x_M + y_M.i = A\cos\left(\omega t + \varphi_0\right) + A\sin\left(\omega t + \varphi_0\right).i$

$$= A\left[\cos\left(\omega t + \varphi_0\right) + \sin\left(\omega t + \varphi_0\right).i\right] = Ae^{i\left(\omega t + \varphi_0\right)}$$

Kí hiệu $z = A\angle\left(\omega t + \varphi_0\right)$.

Như vậy, điểm $M(t)$ chuyển động tròn đều quanh tâm O của đường tròn lượng giác có thể biểu diễn bằng số phức dạng lượng giác như sau

$$z = Ae^{i\left(\omega t + \varphi_0\right)} = A\angle\left(\omega t + \varphi_0\right)$$

Mà hình chiếu của $M(t)$ lên Ox biểu diễn dao động điều hòa

$$x = A\cos\left(\omega t + \varphi_0\right)$$

Nên ta *có thể coi* dao động điều hòa $x = A\cos\left(\omega t + \varphi_0\right)$ (hay một đại lượng biến thiên điều hòa) có thể biểu diễn bằng số phức dạng lượng giác như sau

$$z = Ae^{i\left(\omega t + \varphi_0\right)} = A\angle\left(\omega t + \varphi_0\right)$$

Xét hai dao động điều hòa cùng phương cùng tần số có phương trình

$$\begin{cases} x_1 = A_1\cos\left(\omega t + \varphi_1\right) \\ x_2 = A_2\cos\left(\omega t + \varphi_2\right) \end{cases}$$

Phương trình dao động tổng hợp là

$$x = x_1 + x_2 = A\cos\left(\omega t + \varphi\right).$$

Hai dao động này được biểu diễn dưới dạng lượng giác của số phức là

$$\begin{cases} z_1 = A_1\cos\left(\omega t + \varphi_1\right) + A_1\sin\left(\omega t + \varphi_1\right).i \\ z_2 = A_2\cos\left(\omega t + \varphi_2\right) + A_2\sin\left(\omega t + \varphi_2\right).i \end{cases}$$

Ta có

$$z = z_1 + z_2 = A_1\cos\left(\omega t + \varphi_1\right) + A_1\sin\left(\omega t + \varphi_1\right).i + A_2\cos\left(\omega t + \varphi_2\right) + A_2\sin\left(\omega t + \varphi_2\right).i$$

$$= A\cos\left(\omega t + \varphi\right) + A\sin\left(\omega t + \varphi\right).i = A\angle\left(\omega t + \varphi\right)$$

Số phức này biểu diễn dao động điều hòa có phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$, là phương trình của dao động tổng hợp x_1 và x_2.

Như vậy, việc tổng hợp dao động điều hòa cùng phương cùng tần số đồng nghĩa với việc cộng các số phức biểu diễn dao động đó.

Vì trong tổng hợp dao động, tần số góc bằng nhau nên ta chỉ quan tâm đến vấn đề tìm biên độ tổng hợp và pha ban đầu của dao động tổng hợp. Tại thời điểm ban đầu $t = 0$, ta có:

$$z_1 = A_1\cos(\varphi_1) + A_1\sin(\varphi_1).i = A_1e^{i\varphi_1} = A_1\angle\varphi_1$$
$$z_2 = A_2\cos(\varphi_2) + A_2\sin(\varphi_2).i = A_2e^{i\varphi_2} = A_2\angle\varphi_2$$
$$z = A\cos(\varphi) + A\sin(\varphi).i = Ae^{i\varphi} = A\angle\varphi$$

Vì thế nên: $z = z_1 + z_2 \Leftrightarrow \boxed{A\angle\varphi = A_1\angle\varphi_1 + A_2\angle\varphi_2}$

Trong máy tính cầm tay, $A\angle\varphi$ kí hiệu dưới dạng $r\angle\theta$.

II. SỬ DỤNG MÁY TÍNH THỰC HIỆN PHÉP TOÁN VỀ SỐ PHỨC

Máy tính ở đây tác giả dùng là CASIO fx – 570ES, các máy tính đời tương đương (VINACAL,..) làm tương tự. Dưới đây là các chế độ trong máy tính

Các bước chọn chế độ	Thao tác	Ý nghĩa - Kết quả
Cài đặt ban đầu (Reset all):	Bấm: SHIFT MODE 9 3 = =	Reset all
Phép toán thông thường	Bấm: SHIFT MODE 1	Màn hình xuất hiện Math.
Phép toán về số phức	Bấm: MODE 2	Màn hình xuất hiện CMPLX
Dạng toạ độ cực: $r\angle\theta$ (ta hiểu: $A\angle\varphi$)	Bấm: SHIFT MODE ▼ 3 2	Hiển thị số phức kiểu $r\angle\theta$
Dạng toạ độ đề các: $a+bi$	Bấm: SHIFT MODE ▼ 3 1	Hiển thị số phức kiểu $a+bi$
Chọn đơn vị đo góc là độ (D)	Bấm: SHIFT MODE 3	Màn hình hiển thị chữ D
Chọn đơn vị đo góc là rad (R)	Bấm: SHIFT MODE 4	Màn hình hiển thị chữ R
Để nhập kí hiệu góc $\angle$	Bấm: SHIFT (−)	Màn hình hiển thị kí hiệu $\angle$

III. VẬN DỤNG PHƯƠNG PHÁP TRONG BÀI TOÁN TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

1. Cách nhập vào máy tính

Xét phương trình $x = 8\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$. Dạng số phức của nó là $8\angle 60^0$ hoặc $8\angle\frac{\pi}{3}$.

Để biểu diễn trên máy tính, ta làm như sau

- Chọn chế độ tính toán với số phức

Bấm máy MODE 2 màn hình xuất hiện chữ CMPLX

- Chọn chế độ tính góc (là độ hay rad)

Nếu chọn đơn vị đo góc là độ (D) ta bấm: SHIFT MODE 3 trên màn hình hiển thị chữ D. Nhập máy: 8 SHIFT (−) 6 0 sẽ hiển thị là: $8\angle 60$

Nếu chọn đơn vị đo góc là Rad (R) ta bấm SHIFT MODE 4 trên màn hình hiển thị chữ R.

Nhập máy: 8 SHIFT (−) (π) ÷ 3 sẽ hiển thị là: $8\angle\frac{1}{3}\pi$

STUDY TIP

Để chuyển từ dạng đại số của số phức $a + bi$ sang dạng lượng giác $A\angle\varphi$ ta bấm SHIFT 2 3 =

Tùy thuộc vào bài toán mà ta dùng chế độ tính góc theo độ hay rad. Cách chuyển từ rad sang độ $\varphi(\text{rad}) = \frac{\varphi(D)\pi}{180^\circ}$

Ví dụ: Nếu trên máy tính hiển thị: $4+4\sqrt{3}i$ thì ta bấm phím SHIFT 2 3 = sẽ thu được kết quả: $8\angle\frac{1}{3}\pi$

Để chuyển từ dạng lượng giác $A\angle\varphi$ sang dạng đại số $a+bi$, ta bấm SHIFT 2 4 =

Ví dụ: Nếu trên máy hiển thị: $8\angle\frac{1}{3}\pi$ thì ta bấm phím SHIFT 2 4 = sẽ thu được kết quả: $4+4\sqrt{3}i$

2. Bài tập vận dụng

Ví dụ 1: Một vật thực hiện đồng thời hai doa động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình: $x_1 = 5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm); $x_2 = 5\cos(\pi t)$ (cm). Dao động tổng hợp của vật có phương trình

A. $x = 5\sqrt{3}\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). B. $x = 5\sqrt{3}\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).

C. $x = 5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). D. $x = 5\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

Lời giải

Cách 1: *Phương pháp truyền thống*

Biên độ xác định bởi $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$

Pha ban đầu φ xác định thông qua $\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$

Ở bài toán này $\frac{\pi}{3} > \varphi > 0$. Thay số vào ta tính được

$$A = \sqrt{5^2 + 5^2 + 2.5.5.\cos\left(\frac{\pi}{3}\right)} = 5\sqrt{3}$$

$$\tan\varphi = \frac{5.\sin\left(\frac{\pi}{3}\right) + 5.\sin 0}{5\cos\left(\frac{\pi}{3}\right) + 5.\cos 0} = \frac{5.\frac{\sqrt{3}}{2}}{5.\frac{1}{2} + 1} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \frac{\pi}{6}$$

Từ đó ta có $x = 5\sqrt{3}\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm.

Cách 2: *Phương pháp số phức*

- **Bước 1:** Chọn chế độ tính toán với số phức.
- **Bước 2:** Chọn chế độ tính góc là rad.
- **Bước 3:** Nhập vào máy tính $5\angle\frac{\pi}{3} + 5\angle 0$

Ấn = sẽ hiển thị $\frac{15}{2} + \frac{5\sqrt{3}}{2}i$

Đây là dạng đại số, để chuyển sang dạng lượng giác ta bấm SHIFT 2 3 =

Khi đó máy tính hiển thị $5\sqrt{3}\angle\frac{\pi}{6}$.

Vậy $x=5\sqrt{3}\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ (cm)

Đáp án B.

Ví dụ 2: Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số phương trình: $x_1=\sqrt{3}\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)$cm, $x_2=\cos(\omega t+\pi)$cm. Phương trình dao động tổng hợp:

A. $x=2\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{3}\right)$cm. B. $x=2\cos\left(\omega t+\frac{2\pi}{3}\right)$cm.

C. $x=2\cos\left(\omega t+\frac{5\pi}{6}\right)$cm. D. $x=2\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{6}\right)$cm.

Lời giải

Cách 1: *Phương pháp đại số*

$$\begin{cases} A=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos(\varphi_2-\varphi_1)}=2\text{cm} \\ \tan\varphi=\dfrac{A_1\sin\varphi_1+A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1+A_2\cos\varphi_2}=\dfrac{\sqrt{3}\sin\frac{\pi}{2}+1.\sin\pi}{\sqrt{3}\cos\frac{\pi}{2}+1.\cos\pi}=-\sqrt{3}\Rightarrow\left[\begin{array}{l}\varphi=\frac{2\pi}{3}\\ \varphi=\frac{-\pi}{3}\end{array}\right.\Rightarrow\varphi=\frac{2\pi}{3}\end{cases}$$

Vậy $x=2\cos\left(wt+\frac{2\pi}{3}\right)$ cm.

Cách 2: *Phương pháp số phức*

- **Bước 1:** Chọn chế độ tính toán với số phức.
- **Bước 2:** Chọn chế độ tính góc là rad.
- **Bước 3:** Nhập vào máy tính: $\sqrt{3}\angle\frac{\pi}{2}+1\angle\pi$.

Ấn ⊜ sẽ hiển thị $-1+\sqrt{3}i$. Đây là dạng đại số, để chuyển sang dạng lượng giác ta bấm SHIFT 2 3 ⊜

Khi đó máy tính hiển thị $2\angle\frac{2\pi}{3}$. Vậy $x=2\cos\left(\omega t+\frac{2\pi}{3}\right)$(cm).

Đáp án B.

Ví dụ 3: Một vật thực hiện đồng thời 2 dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình $x_1=\sqrt{3}\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{2}\right)$ cm và x_2. Phương trình dao động tổng hợp là $x=2\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{3}\right)$ cm. Phương trình dao động x_2 là?

A. $x_2=\cos(\omega t)$ cm. B. $x_2=2\cos\left(\omega t+\frac{2\pi}{3}\right)$ cm.

C. $x_2=2\cos\left(\omega t+\frac{5\pi}{6}\right)$ cm. D. $x_2=2\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{6}\right)$ cm.

Lời giải

Ta có $x_1+x_2=x$ nên $x_2=x-x_1$. Do đó nhập vào máy tính ta tính được

$$2\angle\left(-\frac{\pi}{3}\right)-\sqrt{3}\angle\left(-\frac{\pi}{2}\right)=1=1\angle 0$$

Từ đó suy ra $x_2=\cos(\omega t)$ cm.

Đáp án A.

Ví dụ 4: Một vật đồng thời tham gia 3 dao động cùng phương có phương trình dao động: $x_1=2\sqrt{3}\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$ cm, $x_2=4\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ cm, $x_3=8\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$ cm.

Giá trị vận tốc cực đại của vật và pha ban đầu của dao động lần lượt là:

A. 12π cm/s và $-\frac{\pi}{6}$ rad. B. 12π cm/s và $\frac{\pi}{3}$ rad.

C. 16π cm/s và $\frac{\pi}{6}$ rad. D. 16π cm/s và $-\frac{\pi}{6}$ rad.

Lời giải

Cách 1: *Phương pháp đại số*

Ta sẽ tổng hợp $x_2+x_3=x_{23}$ rồi lại tổng hợp x_{23} với x_1 sẽ được phương trình của dao động tổng hợp. Từ đó suy ra vận tốc cực đại của vật và pha ban đầu của dao động tổng hợp.

Tổng hợp x_2 và x_3 ta có: $\tan\varphi_{23}=\dfrac{4\sin\frac{\pi}{6}+8\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right)}{4\cos\frac{\pi}{6}+8\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right)}=-\sqrt{3}\Rightarrow\varphi_{23}=-\frac{\pi}{3}$

$A_{23}=\sqrt{4^2+8^2+2.4.8.\cos\Delta\varphi}=4\sqrt{3}$

Từ đó ta suy ra $x_{23}=4\sqrt{3}\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$

Tổng hợp x_{23} và x_1 ta có: $\tan\varphi=\dfrac{2\sqrt{3}\sin\frac{\pi}{3}+4\sqrt{3}\sin\left(-\frac{\pi}{3}\right)}{2\sqrt{3}\cos\frac{\pi}{3}+4\sqrt{3}\cos\left(-\frac{\pi}{3}\right)}=-\frac{1}{\sqrt{3}}$

$$A=\sqrt{\left(2\sqrt{3}\right)^2+\left(4\sqrt{3}\right)^2+2.2\sqrt{3}.4\sqrt{3}\cos\Delta\varphi}=6$$

Từ đó suy ra phương trình của dao động tổng hợp là $x=6\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$ (cm)

Vậy ta tính được $v_{max}=A\omega=12\pi$ cm/s; $\varphi=-\frac{\pi}{6}$ rad.

Cách 2: *Sử dụng phương pháp số phức*

Sử dụng máy tính ta tính được luôn phương trình của dao động tổng hợp

$$2\sqrt{3}\angle\left(\frac{\pi}{3}\right)+4\angle\left(\frac{\pi}{6}\right)+8\left(-\frac{\pi}{2}\right)=3\sqrt{3}-3i=6\angle\left(-\frac{\pi}{6}\right)$$

Từ đó suy ra phương trình của dao động tổng hợp là $x=6\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$ (cm)

Vậy ta tính được $v_{max}=A\omega=12\pi$ cm/s; $\varphi=-\frac{\pi}{6}$ rad.

Đáp án A.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số $x_1 = \cos(2\pi t + \pi)$ (cm), $x_2 = \sqrt{3}.\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Phương trình của dao động tổng hợp:

A. $x = 2\cos\left(2\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$ (cm).

B. $x = 4\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

C. $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

D. $x = 4\cos\left(2\pi t + \frac{4\pi}{3}\right)$ (cm).

Câu 2: Một vật dao động điều hòa xung quanh vị trí cân bằng dọc theo trục $x'Ox$ có li độ

$$x = \frac{4}{\sqrt{3}}\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm}) + \frac{4}{\sqrt{3}}\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm}).$$

Biên độ và pha ban đầu của dao động là:

A. $4\text{cm}; \frac{\pi}{3}\text{rad}$. B. $2\text{cm}; \frac{\pi}{6}\text{rad}$.

C. $4\sqrt{3}\text{cm}; \frac{\pi}{6}\text{rad}$. D. $\frac{8}{\sqrt{3}}\text{cm}; \frac{\pi}{3}\text{rad}$.

Câu 3: Ba dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình lần lượt là:

$$x_1 = 4\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm}); \; x_2 = 6\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm}); \; x_3 = 2\cos(\pi t)(\text{cm}).$$

Dao động tổng hợp của 3 dao động này có biên độ và pha ban đầu là

A. $2\sqrt{2}\text{ cm}; \frac{\pi}{4}\text{rad}$. B. $2\sqrt{3}\text{ cm}; -\frac{\pi}{4}\text{ rad}$.

C. $12\text{ cm}; +\frac{\pi}{2}\text{ rad}$. D. $8\text{ cm}; -\frac{\pi}{2}\text{ rad}$.

Câu 4: Dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số:

$$x_1 = a\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm}); \; x_2 = a\cos(\pi t + \pi)(\text{cm})$$

có phương trình dao động tổng hợp là

A. $x = a\sqrt{2}\cos\left(\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$. B. $x = a\cos\left(\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$.

C. $x = \frac{3a}{2}\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$. D. $x = \frac{2a}{3}\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$.

Câu 5: Cho hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số:

$$x_1 = \sqrt{3}\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$$

và $x_2 = \sqrt{3}\cos\left(5\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

Phương trình dao động tổng hợp là:

A. $x = 3\cos\left(5\pi + \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

B. $x = 3\cos\left(5\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

C. $x = 3\cos\left(5\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

D. $x = 4\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

Câu 6: Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số theo các phương trình:

$$x_1 = 4\cos(\pi t)(\text{cm}); x_2 = 4\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm}).$$

Phương trình của dao động tổng hợp

A. $x = 4\sqrt{2}\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(\text{cm})$.

B. $x = 8\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

C. $x = 8\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

D. $x = 8\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

Câu 7: Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số theo các phương trình: $x_1 = a\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm}), x_2 = a\sqrt{3}\cos(\pi t)(\text{cm})$. Phương trình của dao động tổng hợp:

A. $x = 2a\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

B. $x = 2a\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

C. $x = 2a\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

D. $x = 2a\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

ĐÁP ÁN

1.A	2.A	3.A	4.B	5.B	6.A	7.A

IV. VẬN DỤNG PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TOÁN ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Tổng trở phức. Định luật Ôm dạng phức

Xét mạch điện *RLC* mắc nối tiếp, điện trở thuần và cuộn cảm thuần.

Giả sử cường độ dòng điện trong mạch là $i_t = I_0\cos(\omega t+\varphi_i)$ (ở đây ta kí hiệu biểu thức cường độ dòng điện là i_t để phân biệt với i trong số phức) và hiệu điện thế đặt giữa hai đầu đoạn mạch là $u = U_0\cos(\omega t+\varphi_u)$.

Hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu điện trở, cuộn cảm và tụ điện lần lượt là

$$\begin{cases} u_R = U_{0R}\cos(\omega t+\varphi_i) \\ u_L = U_{0L}\cos\left(\omega t+\varphi_i+\dfrac{\pi}{2}\right) \\ u_C = U_{0C}\cos\left(\omega t+\varphi_i-\dfrac{\pi}{2}\right) \end{cases}$$

Từ giản đồ véctơ chung gốc và dựa vào sự biểu diễn hình học của số phức, ta biểu diễn các đại lượng biến thiên điều hòa u, u_R, u_L, u_C dưới dạng đại số của số phức như sau:

$$\begin{cases} u_R = U_{0R}+0i \\ u_L = 0+U_{0L}i \\ u_C = 0-U_{0C}i \\ u = U_0\cos\varphi+(U_0\sin\varphi)i \end{cases}$$

Vì $u = u_R+u_L+u_C$ nên ta có $U_0\cos\varphi+(U_0\sin\varphi)i = U_{0R}+0i+0+U_{0L}i+0-U_{0C}i$

$$\Leftrightarrow Z\cos\varphi+Z\sin\varphi.i = R+(Z_L-Z_C).i$$

Mặt khác, ta có biến đổi sau:

$$u = U_0\cos(\omega t+\varphi_u) = I_0Z\cos(\omega t+\varphi_u)$$

$$= I_0\cos(\omega t+\varphi_i)Z\frac{\cos(\omega t+\varphi_u)}{\cos(\omega t+\varphi_i)} = i_t.Z\frac{\cos(\omega t+\varphi_u)}{\cos(\omega t+\varphi_i)}$$

Mà đại lượng biến thiên điều hòa $\cos(\omega t+\varphi)$ có thể biểu diễn dưới dạng số phức $z = \cos(\omega t+\varphi)+\sin(\omega t+\varphi).i$. Để cho gọn ta đặt $X = \omega t+\varphi$. Khi đó ta có

$$X_u - X_i = (\omega t+\varphi_u)-(\omega t+\varphi_i) = \varphi_u-\varphi_i = \varphi$$

Tiếp tục biến đổi biểu thức trên, ta có

$$u = i_t.Z\frac{\cos(\omega t+\varphi_u)}{\cos(\omega t+\varphi_i)} = i_t.Z\frac{\cos(X_u)}{\cos(X_i)} = i_t.Z\frac{\cos(X_u)+\sin(X_u)\cdot i}{\cos(X_i)+\sin(X_i)\cdot i}$$

$$= i_t.Z\frac{\left[\cos(X_u)+\sin(X_u).i\right]\left[\cos(X_i)-\sin(X_i).i\right]}{\left[\cos(X_i)+\sin(X_i).i\right]\left[\cos(X_i)-\sin(X_i).i\right]}$$

$$= i_t.Z\frac{\cos(X_u)\cos(X_i)-\sin(X_u)\sin(X_i).i^2+\left[\sin(X_u)\cos(X_i)-\cos(X_u)\sin(X_i)\right].i}{\cos^2(X_i)-\sin^2(X_i).i^2}$$

$$= i_t.Z\frac{\cos(X_u-X_i)+\sin(X_u-X_i).i}{\cos^2(X_i)+\sin^2(X_i)} = i_t.Z\left[\cos(X_u-X_i)+\sin(X_u-X_i).i\right]$$

$$= i_t.Z\left[\cos\varphi+\sin\varphi.i\right] = i_t.\left[R+(Z_L-Z_C).i\right]$$

Đặt $\boxed{Z^* = R + (Z_L - Z_C)i}$ gọi là tổng trở phức. Nếu trong mạch thiếu phần tử nào thì cho phần tử đó bằng 0. Khi đó ta có $\boxed{u = i_t.Z^*}$

Hay có thể viết dưới dạng $\boxed{i_t = \frac{u}{Z^*}}$

Dạng này gọi là định luật Ôm dạng phức.

Nhận xét: Từ biểu thức trên, ta suy ra một số hệ quả rất quan trọng sau:

- Nếu ta biết được biểu thức của u, biết được tổng trở phức thì ta sẽ viết được biểu thức i.
- Nếu ta biết được biểu thức của i, biết được tổng trở phức thì ta sẽ viết được biểu thức u.
- Nếu ta biết được biểu thức của u và i, ta sẽ suy ra được tổng trở phức, và từ đó biết được các giá trị R, Z_L, Z_C trong mạch.

2. Vận dụng

2.1. Viết biểu thức cường độ dòng điện và hiệu điện thế tức thời

Ví dụ 1: Cho mạch điện xoay chiều gồm ba phần tử mắc nối tiếp với nhau, điện trở thuần, $R = 8(\Omega)$ cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm $L = \frac{1}{80\pi}(\text{H})$, một tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{8\pi}(\text{F})$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế xoay chiều có biểu thức $u = 34\sqrt{2}\cos(2000\pi t)$ (V).

1. Tìm biểu thức cường độ dòng điện tức thời trong đoạn mạch.
2. Viết biểu thức hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu điện trở, hai đầu cuộn cảm và hai đầu tụ điện.

Lời giải

Cách 1: *Sử dụng phương pháp số phức.*

1. Tìm biểu thức cường độ dòng điện tức thời trong đoạn mạch.

Các giá trị cảm kháng và dung kháng

$$Z_L = L\omega = \frac{1}{80\pi}.2000\pi = 25(\Omega)$$

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-4}}{8\pi}.2000\pi} = 40(\Omega)$$

Tổng trở phức của đoạn mạch là: $Z_{AB}^* = R + (Z_L - Z_C)i = 8 + (25 - 40)i = 8 - 15i$

Định luật Ôm dạng phức: $i_t = \frac{u}{Z_{AB}^*} = \frac{34\sqrt{2}\angle 0}{8 - 15i} = \frac{2\sqrt{2}}{17}(8 + 15i) = 2\sqrt{2}\angle 1{,}08$

Từ đó suy ra phương trình cường độ dòng điện là: $i = \cos(2000\pi t + 1{,}08)$ (A)

2. Viết biểu thức hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu điện trở, hai đầu cuộn cảm và hai đầu tụ điện.

Hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu điện trở là

$$u_R = iR = 2\sqrt{2}\cos(2000\pi t + 1{,}08).8 = \cos(2000\pi t + 1{,}08)$$

Hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn cảm là (dùng định luật Ôm dạng phức)

$$u_L = i.Z_L^* = \left[2\sqrt{2}\angle(1.08)\right].(25i) = \left|50\sqrt{2}\angle 2.65\right|$$

Có kết quả trên là ta nhập vào máy tính $\left(2\sqrt{2}\angle(1,08)\right).(25i)$ (chú ý, nhập i bằng cách ấn SHIFT ENG) sau đó ấn nút = được dạng đại số của số phức, sau đó chuyển sang dạng lượng giác của số phức, được $50\sqrt{2}\angle 2,65$.

Vậy phương trình u_L là $u_L = \cos\left(2000\pi t + 2,65\right)$ (V)

Hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu tụ điện là (dùng định luật Ôm dạng phức)

$$u_C = iZ_C^* = \left[2\sqrt{2}\angle(1,08)\right].(-40i) = 80\sqrt{2}\angle(-0,49)$$

Do đó phương trình u_C là $u_C = 80\sqrt{2}\cos\left(2000\pi t - 0,49\right)$ (V).

Cách 2: *Dùng phương pháp đại số thông thường*

Tổng trở của mạch là

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2} = \sqrt{64 + \left(25 - 40\right)^2} = \sqrt{64 + 225} = \sqrt{289} = 17\ (\Omega)$$

Cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch $I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{34}{17} = 2$ (A)

Độ lệch pha giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện là

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{-15}{8} \Rightarrow \varphi \approx -1,08\text{rad}$$

Suy ra cường độ dòng điện sớm pha hơn hiệu điện thế góc 1,08 rad. Phương trình cường độ dòng điện chạy trong mạch là: $i = 2\sqrt{2}\cos\left(2000\pi t + 1,08\right)$(A)

Vì u_R cùng pha với i nên ta có

$$u_R = i.R = 2\sqrt{2}\cos\left(2000\pi t + 1,08\right).8 = 16\sqrt{2}\cos\left(2000\pi t + 1,08\right)$$

Vì u_L sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với cường độ dòng điện nên

$$u_L = 2\sqrt{2}\cos\left(2000\pi t + 1,08 + \frac{\pi}{2}\right).25 = 50\sqrt{2}\cos\left(2000\pi t + 2.65\right)\text{(V)}$$

Vì u_C trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với cường độ dòng điện nên

$$U_C = 2\sqrt{2}\cos\left(2000\pi t + 1.08 - \frac{\pi}{2}\right).40 = 80\sqrt{2}\cos\left(2000\pi t - 0.49\right)\text{(V)}$$

Nhận xét

So với phương pháp truyền thống, phương pháp sử dụng số phức cũng đưa cho ta kết quả nhanh gọn và chính xác.

Ví dụ 2: Một mạch điện gồm điện trở thuần $R = 75(\Omega)$ mắc nối tiếp với cuộn cảm có độ tự cảm $L = \dfrac{5}{4\pi}$ (H) và với một tụ điện có điện dung $C = \dfrac{10^{-3}}{5\pi}$ (F). Dòng điện xoay chiều chạy trong mạch có biểu thức $i = 2\cos\left(100\pi t\right)$ (A).

1. Viết biểu thức hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu điện trở, giữa hai cuộn cảm, giữa hai đầu tụ điện.
2. Viết biểu thức tức thời của hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch.

Lời giải

Cách 1: *Phương pháp số phức*

Cảm kháng, dung kháng của mạch là $\begin{cases} Z_L = L\omega = \dfrac{5}{4\pi}.100\pi = 125\left(\Omega\right) \\ Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{1}{\dfrac{10^{-3}}{5\pi}.100\pi} = 50\left(\Omega\right) \end{cases}$

Áp dụng định luật Ôm dạng phức, ta có: Hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu R là

$$u_R = i_t.R = (2\angle 0).75 = 150\angle 0 = 150\cos(100\pi t)$$

Hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn cảm là

$$u_L = i_t Z_L^* = 2.125i = 250i = 250\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(V)$$

Hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu tụ điện là

$$U_C = i_t Z_C^* = 2.(-50i) = -100i = 100\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(V)$$

Hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu đoạn mạch:

Tổng trở phức là

$$Z_{AB}^* = R + (Z_L - Z_C)i = 75 + (125 - 50)i = 75 + 75i(\Omega)$$

Định luật Ôm dạng phức

$$u_{AB} = i_t Z_{AB}^* = (2\angle 0).(75 + 75i) = 150 + 150i = 150\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(V)$$

Cách 2: *Phương pháp đại số*

Cảm kháng, dung kháng của mạch là $\begin{cases} Z_L = L\omega = \dfrac{5}{4\pi}.100\pi = 125(\Omega) \\ Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{1}{\frac{10^{-3}}{5\pi}.100\pi} = 50(\Omega) \end{cases}$

Ta có $\begin{cases} U_{0R} = I_0 R = 2.75 = 150\Omega \\ U_{0C} = I_0 Z_C = 2.20 = 100\Omega \\ U_{0L} = I_0 Z_l = 2.125 = 250\Omega \end{cases}$

Vì hiệu điện thế giữa hai đầu R cùng pha cường độ dòng điện nên

$$u_R = 150\cos(100\pi t)$$

Vì u_C trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với cường độ dòng điện nên $u_C = 100\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(V)$

Vì u_L sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với cường độ dòng điện nên $u_L = 250\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(V)$

Tổng trở của mạch: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{75^2 + (125^2 - 50^2)} = 75\sqrt{2}$

Độ lệch pha của u_{AB} so với i: $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{125 - 75}{50} = 1 \Rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{4}$

Suy ra u_{AB} sớm pha $\frac{\pi}{4}$ so với i. Ta có $U_{0AB} = I_0 Z_{AB} = 2.75\sqrt{2} = 150\sqrt{2}$ suy ra biểu thức hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là: $u_{AB} = 150\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(V)$.

2.2. Xác định các đại lượng trong mạch

Ví dụ 1: Điện áp giữa hai đầu cuộn dây và cường độ dòng điện qua cuộn dây là: $u = 80\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{8}\right)$; $i = \sqrt{2}\cos\left(100t - \frac{\pi}{8}\right)$. Điện trở thuần R và độ tự cảm L của cuộn dây là:

A. 40Ω và 0,368H. B. 40Ω và 0,127H.

C. $40\sqrt{2}\Omega$ và 0,127H. D. $40\sqrt{2}\Omega$ và 0,048H.

Lời giải

Áp dụng định luật Ôm dạng phức, ta có tổng trở phức của đoạn mạch là

$$Z^* = \frac{u}{i_t} = \frac{80\angle\frac{\pi}{8}}{\sqrt{2}\angle\left(-\frac{\pi}{8}\right)} = 40 + 40i = R + Z_L$$

Từ đó suy ra $R = 40\Omega; Z_L = 40\Omega$. Có $Z_L = 40\Omega$, suy ra L = 0,127 H.

Đáp án B.

Ví dụ 2: Điện áp và cường độ dòng điện tức thời giữa hai đầu một đoạn mạch X chỉ gồm 2 trong 3 phần tử mắc nối tiếp (điện trở R, cuộn cảm thuần L, tụ điện có điện dung C) có phương trình: $u = 80\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$; $i = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$. Hỏi trong đoạn mạch X có phần tử nào, và giá trị của chúng là bao nhiêu?

A. Chứa R và C, $R = 20\Omega, Z_C = 20\sqrt{3}\Omega$.

B. Chứa R và C, $R = 20\left(\sqrt{3}-1\right)\Omega; Z_C = 20\left(\sqrt{3}+1\right)\Omega$.

C. Chứa R và L, $R = 20\sqrt{2}\Omega; Z_L = 20\sqrt{3}\Omega$.

D. Chứa R và L, $R = 20\sqrt{2}\Omega; Z_L = 20\sqrt{2}\Omega$.

Nhận xét

- Bài toán này cho ta thấy được ưu việt của phương pháp số phức: Dùng định luật Ôm dạng phức tính tổng trở phức, ta biết ngay được trong đoạn mạch X chứa những phần tử nào và giá trị của chúng là bao nhiêu.
- Dùng phương pháp thông thường (dựa vào độ lệch pha để suy ra đoạn mạch chứa gì, dùng công thức tính tổng trở và tanφ tính được giá trị của các phần tử) ta cũng sẽ ra kết quả nhưng lâu hơn.

Lời giải

Áp dụng định luật Ôm dạng phức, ta có tổng trở phức của đoạn mạch là

$$Z^* = \frac{u}{i_t} = \frac{80\angle -\frac{\pi}{4}}{\sqrt{2}\angle\left(\frac{\pi}{6}\right)} = 20\left(\sqrt{3}-1\right) - 20\left(\sqrt{3}+1\right)i$$

Vì mạch chỉ có 2 phần tử, mà tổng trở phức là $20\left(\sqrt{3}-1\right) - 20\left(\sqrt{3}+1\right)i$ nên suy ra 2 phần tử của mạch phải là R và C, từ đó suy ra

$$R = 20\left(\sqrt{3}-1\right)\Omega; Z_C = 20\left(\sqrt{3}+1\right)\Omega$$

Đáp án B

Ví dụ 3: Đặt một điện áp xoay chiều vào hai đầu một cuộn dây chỉ có độ tự cảm $L = \frac{1}{2\pi}$H thì cường độ dòng điện qua cuộn dây có biểu thức:

$$i = 3\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{A}).$$

Nếu đặt điện áp nói trên vào hai bản tụ của tụ điện có điện dung $C = \frac{1}{\pi}.10^{-4}$ F thì biểu thức nào trong các biểu thức sau đúng với biểu thức dòng điện?

A. $i = 1,5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{7\pi}{6}\right)(\text{A})$.

B. $i = 1,5\cos\left(100\pi t + \frac{7\pi}{6}\right)(\text{A})$.

C. $i = 1,5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{7\pi}{6}\right)(\text{A})$.

D. $i = 1,5\cos\left(100\pi t - \frac{7\pi}{6}\right)(\text{A})$.

Lời giải

Theo bài ra ta có $u_L = u_C$, $Z_L = 50\ \Omega$, $Z_C = 100\ \Omega$.

Theo định luật Ôm dạng phức, ta có

$$\begin{cases} u_L = i_1 Z_L^* \\ i_2 = \dfrac{u_C}{Z_C^*} = \dfrac{u_L}{Z_C^*} \end{cases} \Rightarrow i_2 = \frac{i_1 Z_L^*}{Z_C^*} = \frac{3\sqrt{2}\angle\left(\frac{\pi}{6}\right)\times 50i}{-100i} = -\frac{3\sqrt{6}}{4} - \frac{3\sqrt{2}}{4}i = \frac{3\sqrt{2}}{2}\angle\left(-\frac{5\pi}{6}\right)$$

Vì pha ban đầu là $-\frac{5\pi}{6}$ nên pha ban đầu cũng có thể viết $\frac{7\pi}{6}$. Từ đó ta có biểu thức của cường độ dòng điện lúc sau là: $i = 1,5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{7\pi}{6}\right)(\text{A})$.

Đáp án A.

Ví dụ 4: Một đoạn mạch gồm một tụ điện có dung kháng $Z_C = 100\Omega$ cuộn dây có cảm kháng $Z_L = 200\Omega$ mắc nối tiếp nhau. Điện áp tại hai đầu cuộn cảm có dạng $u_L = 100\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{V})$. Biểu thức điện áp ở hai đầu tụ điện có dạng là

A. $u_C = 100\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{V})$.

B. $u_C = 50\cos\left(100\pi T - \frac{\pi}{3}\right)(\text{V})$.

C. $u_C = 100\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(\text{V})$.

D. $u_C = 50\cos\left(100\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)(\text{V})$.

Lời giải

Cường độ dòng điện qua mạch là $i_t = \frac{u_L}{Z_L^*}$

Điện áp ở hai đầu tụ điện là: $u_C = i_t \times Z_C^* = \frac{u_L}{Z_L^*} \times Z_C^* = \frac{100\angle\frac{\pi}{6}}{200i} \times (-100i) = 50\angle\left(-\frac{5\pi}{6}\right)$

Từ đó suy ra $u_C = 50\cos\left(100\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)(\text{V})$.

Đáp án D.

Ví dụ 5: Cho đoạn mạch gồm các phần tử nối tiếp:cuộn cảm thuần nối tiếp với đèn Đ nối tiếp với tụ điện. Gọi D là điểm nằm giữa đèn Đ và tụ C. Biết Đ: 100 V – 100 W; $L = \frac{1}{\pi}\text{H}$, $C = \frac{50}{\pi}\mu\text{F}$, $u_{AD} = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{V})$. Biểu thức u_{AB} có dạng

A. $u_{AB} = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(\text{V})$.

B. $u_{AB} = 200\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(\text{V})$.

C. $u_{AB} = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(\text{V})$.

D. $u_{AB} = 200\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(\text{V})$.

Lời giải

Ta có $R_D = 100\Omega; Z_L = 100\Omega; Z_C = 200\Omega$.

Tổng trở phức đoạn mạch AD là $Z_{AD}^* = 100 + 100i$.

Cường độ dòng điện qua mạch là $i_t = \frac{u_{AD}}{Z_{AD}^*} = \frac{200\sqrt{2}\angle\frac{\pi}{6}}{100 + 100i} = 2\angle\left(-\frac{\pi}{12}\right)$

Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là

$$u_{AB}=i_t Z^*_{AB}=2\angle\left(-\frac{\pi}{12}\right)\times\left(100+\left(100-200\right)i\right)=200\sqrt{2}\angle\left(-\frac{\pi}{3}\right)$$

Vậy $u_{AB}=200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{3}\right)(\text{V})$

Đáp án C.

V. LỜI KẾT VỀ PHƯƠNG PHÁP SỐ PHỨC

Như vậy, chúng ta đã tìm hiểu xong phương pháp số phức. Và chúng ta cần rút ra được kinh nghiệm: *khi nào thì dùng phương pháp số phức?*

Câu trả lời là:

- Khi ta cần tổng hợp các đại lượng biến thiên điều hòa cùng tần số, cùng phương.
- Khi ta muốn viết biểu thức cường độ dòng điện, hiệu điện thế trong đoạn mạch RLC một cách nhanh chóng mà không cần phải tính $\tan\varphi$.
- Khi ta muốn tìm các phần tử và các giá trị của nó trong hộp kín X khi biết biểu thức u và i. Nắm vững bản chất Vật lí, biết cách áp dụng phương pháp sẽ khiến chúng ta giải các bài toán liệt kê bên trên trên một cách nhanh chóng.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢN ĐỒ VECTƠ

Trước tiên để nắm được phương pháp giản đồ vectơ, ta cần nắm vững các kiến thức toán liên quan đến hình học như: các tính chất về góc; công thức lượng giác trong tam giác vuông; các hệ thức lượng trong tam giác vuông; định lí hàm số cosin, định lí hàm số sin...

I. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP

Xét một đoạn mạch AB gồm 3 phần tử mắc nối tiếp *R, L, C*. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế xoay chiều ổn định. Nếu cường độ dòng điện đó có biểu thức là: $i=I_0\cos\omega t$ (A) thì biểu thức hiệu điện thế giữa hai đầu *L, R, C* lần lượt là:

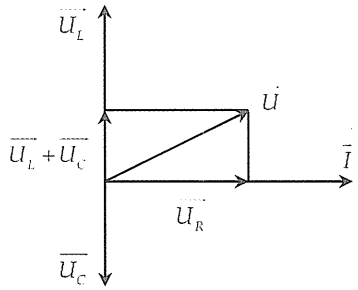
$$\begin{cases}u_L=U_L\sqrt{2}\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{V})\\ u_R=U_R\sqrt{2}\cos\omega t(\text{V})\\ u_C=U_C\sqrt{2}\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{2}\right)(\text{V})\end{cases}$$

Hiệu điện thế tức thời ở hai đầu đoạn mạch là $u_{AB}=u_R+u_L+u_C$

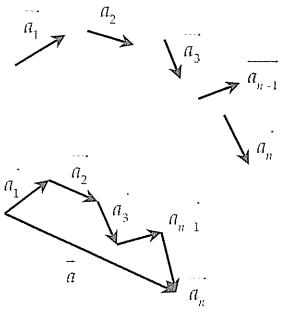
Như ta đã biết, đại lượng biến thiên điều hòa có thể biểu diễn bởi một vectơ quay. Do đó u, u_R, u_L, u_C và i có thể biểu diễn bởi các vectơ quay. Ta biểu diễn:

- Cường độ dòng điện bởi véc tơ $\vec{I}$. Vì tại mọi thời điểm, cường độ dòng điện qua các phần tử đều như nhau nên ta chọn vectơ $\vec{I}$ làm trục gốc, gốc tại điểm *O*, chiều quay là chiều quay lượng giác (chiều ngược chiều kim đồng hồ).
- u_R bởi véc tơ $\overrightarrow{U_R}$. Vectơ này có gốc tại *O*, cùng hướng với $\vec{I}$, có độ lớn là U_R
- u_L bởi véc tơ $\overrightarrow{U_L}$. Vectơ này có gốc tại *O*, sớm pha hơn $\vec{I}$ góc $\frac{\pi}{2}$, có độ lớn là U_L
- u_C bởi véc tơ $\overrightarrow{U_C}$. Vectơ này có gốc tại *O*, trễ pha $\vec{I}$ góc $\frac{\pi}{2}$, có độ lớn là U_C
- u bởi véc tơ $\overrightarrow{U}=\overrightarrow{U_R}+\overrightarrow{U_L}+\overrightarrow{U_C}$. Vectơ này có gốc tại *O*, có độ lệch pha của u so với i là φ

Cách vẽ giản đồ véc tơ chung gốc (tổng hợp vectơ bằng quy tắc hình bình hành)



Cách vẽ giản đồ véc tơ trượt (tổng hợp véc tơ bằng quy tắc đa giác)



Quy tắc đa giác: Giả sử ta cần tổng hợp n vecto $\vec{a_1},\vec{a_2},\vec{a_3},...,\vec{a_n}$ thành vecto $\vec{a}=\vec{a_1}+\vec{a_2}+\vec{a_3}+...+\vec{a_n}$. Từ véc tơ $\vec{a_1}$, ta tịnh tiến vecto $\vec{a_2}$ và nối ngọn của vecto $\vec{a_1}$ với gốc của vecto $\vec{a_2}$, từ ngọn của vecto $\vec{a_2}$ ta nối với gốc của véc tơ $\vec{a_3}$, cứ như vậy đến $\vec{a_n}$. Nối điểm gốc của $\vec{a_1}$ với điểm ngọn của vecto $\vec{a_n}$ ta được vecto $\vec{a}$.

Từ quy tắc này, ta có cách vẽ giản đồ vecto như sau:

- Bước 1: Chọn trục nằm ngang là trục dòng điện, điểm đầu mạch làm gốc (đó là điểm A).

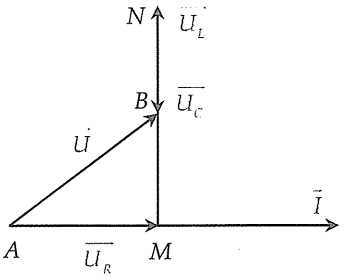
- Bước 2: Biểu diễn lần lượt vectơ hiệu điện thế qua mỗi phần bằng các véc tơ

$\overrightarrow{U_R}=\overrightarrow{AM}$ có phương trùng với phương của $\vec{I}$ vì cùng pha.

$\overrightarrow{U_L}=\overrightarrow{MN}$ có phương vuông góc với phương của $\vec{I}$ và hướng lên vì sớm pha hơn $\vec{I}$ góc $\frac{\pi}{2}$.

$\overrightarrow{U_C}=\overrightarrow{NB}$ có phương vuông góc với phương của $\vec{I}$ và hướng xuống vì trễ pha hơn $\vec{I}$ góc $\frac{\pi}{2}$.

- Bước 3: Nối A với B thì véc tơ $\overrightarrow{AB}=\overrightarrow{U}$ chính là biểu diễn u_{AB}



STUDY TIP

Ta có thể thay đổi thứ tự vẽ, chứ không nhất thiết phải vẽ theo thứ tự như trên. Và ở hình vẽ bên là tương ứng với trường hợp $U_L > U_C$.

Nhận xét:

- Các điện áp trên các phần tử được biểu diễn bởi các véc tơ mà độ lớn tỉ lệ với điện áp hiệu dụng của nó.
- Độ lệch pha giữa các hiệu điện thế là góc lượng giác hợp bởi giữa các véc tơ tương ứng biểu diễn chúng.

Ví dụ, ở hình vẽ ta có $\overrightarrow{U_{AN}}$ sớm pha hơn $\overrightarrow{U_{AB}}$ góc NAB.

- Độ lệch pha giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện là góc hợp bởi véc tơ biểu diễn nó với trục i.
- Giải bài toán là xác định các cạnh, góc của tam giác dựa vào các kiến thức Toán học đã nhắc bên trên.

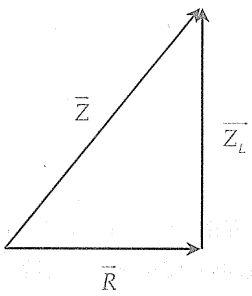
II. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Mạch *RL* nối tiếp được gắn vào mạng điện xoay chiều có phương trình hiệu điện thế $u=200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(\text{V})$, thì thấy trong mạch có dòng điện $i=2\sqrt{2}\cos(100\pi t)(\text{A})$. Hãy xác định giá trị của *R* và Z_L?

Lời giải

Cách 1: *Phương pháp đại số*

Theo bài ra ta có: $\begin{cases} Z=\frac{U}{I}=\frac{200}{2}=100\Omega \\ \varphi=\frac{\pi}{3} \\ \cos\varphi=\frac{R}{Z} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\frac{\pi}{3}=\frac{R}{100} \\ R^2+Z_L^2=100^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R=500\Omega \\ Z_L=50\sqrt{3} \end{cases}$



Cách 2: *Phương pháp giản đồ vecto*

Dựa vào giản đồ, ta có $Z=\frac{U}{I}=\frac{200}{2}=100\Omega$

$R=Z.\cos\varphi=100.\cos\frac{\pi}{3}=100.\frac{1}{2}=50\Omega$

$Z_L=Z.\sin\varphi=R.\tan\varphi=50.\tan\frac{\pi}{3}=50\sqrt{3}\Omega$

Đáp án A.

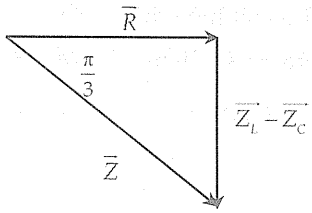
Ví dụ 2: Mạch RLC nối tiếp (trong đó cuộn dây thuần cảm có $Z_L=50\sqrt{3}\ \Omega$). Được mắc vào mạng điện xoay chiều có phương trình hiệu điện thế $u=100\sqrt{3}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)(\text{V})$, thì thấy dòng điện trong mạch có phương trình $i=\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)(\text{A})$. Hãy xác định giá trị của *R* và Z_C

Lời giải

Cách 1: *Phương pháp đại số*

Theo bài ra ta có hệ sau: $\begin{cases} Z=\frac{U}{I}=\frac{100}{1}=100=\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2} \\ \varphi=\varphi_u-\varphi_i=-\frac{\pi}{6}-\frac{\pi}{6}=-\frac{\pi}{3} \\ \cos\varphi=\frac{R}{Z} \end{cases}$

$\Leftrightarrow \begin{cases} R^2+\left(50\sqrt{3}-Z_C\right)^2=100^2 \\ \cos\left(-\frac{\pi}{3}\right)=\frac{R}{100} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} R=50 \\ Z_C=100\sqrt{3} \end{cases}$



Cách 2: *Phương pháp giản đồ vecto*

Từ phương trình của *u* và *i* ta thấy $\varphi=\varphi_u-\varphi_i=-\frac{\pi}{6}-\frac{\pi}{6}=-\frac{\pi}{3}$ nên *u* trễ pha hơn *i* góc. Ta có: $Z=\frac{U}{I}=100\Omega$. Từ giản đồ ta có: $R=Z\cos\varphi=50\Omega$ (hình vẽ)

$$Z_C - Z_L = R.\tan\left(\frac{\pi}{3}\right) = 50\sqrt{3} \Rightarrow Z_C = 100\sqrt{3}$$

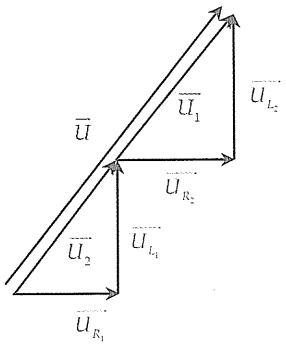
Đáp án A.

Ví dụ 3: Hai cuộn dây (R_1, L_1) và (R_2, L_2) mắc nối tiếp rồi mắc vào nguồn xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng là U. Gọi U_1 và U_2 là hiệu điện thế ở 2 đầu mỗi cuộn. Điều kiện để $U = U_1 + U_2$ là:

A. $\frac{L_1}{R_1} = \frac{L_2}{R_2}$. B. $\frac{L_1}{R_2} = \frac{L_2}{R_1}$.

C. $L_1 + L_2 = R_1 + R_2$. D. $L_1.L_2 = R_1R_2$.

Lời giải



Ta có $\overrightarrow{U} = \overrightarrow{U_1} + \overrightarrow{U_2}$

Để $U = U_1 + U_2$ thì hiệu điện thế giữa hai đầu mỗi cuộn dây phải cùng pha.

Vẽ giản đồ véc tơ trượt ta được và từ giản đồ ta có

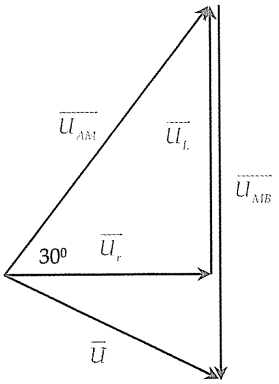
$$\begin{cases} \tan\varphi_1 = \tan\varphi_2 \Rightarrow \frac{Z_{L1}}{R_1} = \frac{Z_{L2}}{R_2} \Rightarrow \frac{L_1}{R_1} = \frac{L_2}{R_2} \\ \varphi_1 = \left(\overrightarrow{U_{R_1}}, \overrightarrow{U_1}\right); \varphi_2 = \left(\overrightarrow{U_{R_2}}, \overrightarrow{U_2}\right) \end{cases}$$

Đáp án A.

Ví dụ 4: Mạch điện AB gồm cuộn dây có điện trở trong r và độ tự cảm L, mắc nối tiếp với tụ điện C. Gọi U_{AM} là hiệu điện thế hai đầu cuộn dây và có giá trị $U_{AM} = 40\,\text{V}, U_{MB} = 60\,\text{V}$ hiệu điện thế u_{AM} và dòng điện i lệch pha góc 30^0. Hiệu điện thế hiệu dụng U_{AB} là:

A. 122,3 V. B. 87,6 V. C. 52,9 V. D. 43,8 V.

Lời giải



Vì đoạn AM chứa cuộn dây nên u_{AM} sớm pha hơn i góc 30^0. Ta có giản đồ (hình vẽ bên).

Từ giản đồ vecto, sử dụng định lí hàm số cos trong tam giác ABM, ta được

$$U_{AB}^2 = U_{AM}^2 + U_{MB}^2 - 2U_{AM}.U_{MB}.\cos(AMB) = 40^2 + 60^2 - 2.40.60\cos(60°) = 2800$$
$$\Rightarrow U_{AB} = 52,9V$$

Hoặc ta có thể trình bày như sau:

Ta có $\overrightarrow{U}_{AB} = \overrightarrow{U}_{AM} + \overrightarrow{U}_{MB} \Leftrightarrow \left(\overrightarrow{U}_{AB}\right)^2 = \left(\overrightarrow{U}_{AM} + \overrightarrow{U}_{MB}\right)^2$

$$\Leftrightarrow U_{AB}^2 = U_{AM}^2 + U_{MB}^2 - 2\overrightarrow{U}_{AM}\overrightarrow{U}_{MB}$$
$$\Leftrightarrow U_{AB}^2 = U_{AM}^2 + U_{MB}^2 - 2U_{AM}.U_{MB}\cos(AMB)$$

Đáp án C.

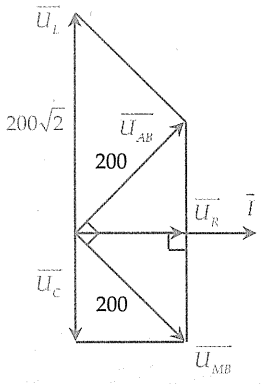
Ví dụ 5: Cho mạch điện xoay chiều AB gồm các phần tử mắc nối tiếp theo thứ tự: cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L, điện trở thuần R, tụ điện có điện dung C. Gọi điểm nối giữa L và R là M, giữa R và C là N. Cho biết hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai điểm A, B là $U_{AB} = 200(\text{V})$, giữa hai điểm A, M là $U_{AM} = 200\sqrt{2}\,(\text{V})$ và giữa M, B là $U_{MB} = 200(\text{V})$. Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu điện trở và hai đầu tụ điện.

Lời giải

Cách 1: *Phương pháp đại số*

Theo bài ra ta có $\begin{cases} U_{AB}=200 \\ U_{AM}=200\sqrt{2} \\ U_{MB}=200 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} U_R^2+\left(U_L-U_C\right)^2=200^2 \\ U_L=200\sqrt{2} \\ U_R^2+U_C^2=200^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} U_R=100\sqrt{2} \\ U_C=100\sqrt{2} \end{cases}$

Cách 2: *Phương pháp giản đồ vectơ chung gốc*



- Vẽ các vecto $\vec{U}_R,\vec{U}_L,\vec{U}_C$ chung gốc.

- Vẽ $\begin{cases} \vec{U}_{MB}=\vec{U}_R+\vec{U}_C \\ \vec{U}=\vec{U}_{MB}+\vec{U}_{AM} \end{cases}$ theo quy tắc hình bình hành.

Vì $U_{AB}=U_{MB}=200\ (V)$ nên tam giác $OU_{AB}U_{MB}$ là tam giác cân tại O.

Mà $200^2+200^2=\left(200\sqrt{2}\right)^2$ nên tam giác đó là tam giác vuông cân tại O.

Suy ra tam giác OU_RU_{MB} cũng là tam giác vuông cân tại U_R:

$$\Rightarrow U_R=U_C=\frac{U_{MB}}{2}=100\sqrt{2}$$

Nhận xét

Bằng phương pháp giản đồ véc tơ, ta có thể suy ra kết quả bài toán một cách nhanh gọn, tuy nhiên kĩ năng giải tam giác, nhìn hình ta phải tốt. Còn phương pháp đại số tuy phải biến đổi nhiều nhưng tư tưởng dễ thực hiện.

Cách 3: *Phương pháp giản đồ véc tơ trượt (quy tắc đa giác)*

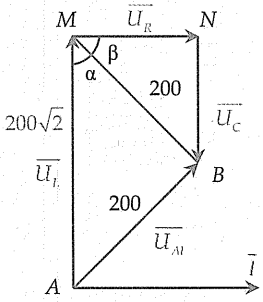
Ta có $200^2+200^2=\left(200\sqrt{2}\right)^2$

Nên ΔABM vuông cân tại B, suy ra $\alpha=45^\circ$

$\Rightarrow \beta=45^\circ \Rightarrow \Delta MNB$ vuông cân tại N

$$\Rightarrow U_R=U_C=\frac{MB}{\sqrt{2}}=100\sqrt{2}$$

Vậy $U_R=U_C=100\sqrt{2}$.



Ví dụ 6: Cho mạch điện AB gồm các phần tử mắc nối tiếp theo thứ tự: điện trở thuần R, tụ điện có điện dung C, cuộn dây không thuần cảm (L,r). Gọi điểm nối giữa R và C là M, điểm nối giữa tụ và cuộn dây là N. Vôn kế V_1 được nối giữa hai điểm A và N, vôn kế V_2 được nối giữa hai điểm M và B. Biết điện trở $R=80(\Omega)$, các vôn kế có điện trở rất lớn. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế $u_{AB}=240\sqrt{2}\cos 100\pi t(\mathrm{V})$ thì dòng điện chạy trong mạch có giá trị hiệu dụng $\sqrt{3}$ (A). Hiệu điện thế tức thời hai đầu các vôn kế lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$, còn số chỉ của vôn kế V_2 là $U_{V_2}=80\sqrt{3}(\mathrm{V})$. Xác định L, C, r và số chỉ của vôn kế V_1.

Lời giải

Cách 1: *Phương pháp đại số*

Vì hiệu điện thế tức thời hai đầu các vôn kế lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$ nên ta có:

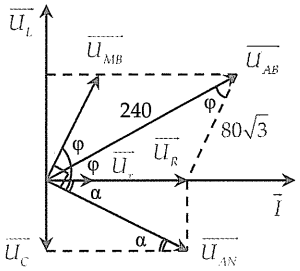
$$\tan\varphi_{AN}.\tan\varphi_{MB}=-1$$

Mặt khác, ta có $\begin{cases} Z_{AB}=\dfrac{U_{AB}}{I}=\dfrac{240}{\sqrt{3}}=80\sqrt{3} \\ Z_{MB}=\dfrac{U_{V_2}}{i}=\dfrac{80\sqrt{3}}{\sqrt{3}}=80 \end{cases}$

Từ đó ta có hệ $\Leftrightarrow \begin{cases} \sqrt{(80+r)^2+(Z_L-Z_C)^2}=80\sqrt{3} \\ \sqrt{r^2+(Z_L-Z_C)^2}=80 \\ \dfrac{-Z_C}{80}.\dfrac{Z_L-Z_C}{r}=-1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r=40(\Omega) \\ Z_L=\dfrac{200}{\sqrt{3}}(\Omega) \\ Z_C=\dfrac{80}{\sqrt{3}}(\Omega) \end{cases}$

Vậy $r=40\Omega, L=\dfrac{2}{\sqrt{3}\pi}(\mathrm{H}), C=\dfrac{\sqrt{3}.10^{-3}}{8\pi}(\mathrm{F})$

Số chỉ của V_1 là: $U_{V_1}=I.Z_{AN}=I\sqrt{R^2+Z_C^2}=160(\mathrm{V})$



Cách 2: *Phương pháp giản đồ vectơ chung gốc.*

- Vẽ các vecto $\vec{U}_R,\vec{U}_r,\vec{U}_L,\vec{U}_C$ chung gốc.

- Vẽ $\begin{cases} \vec{U}_{MB}=\vec{U}_r+\vec{U}_L \\ \vec{U}_{AN}=\vec{U}_R+\vec{U}_C \\ \vec{U}=\vec{U}_{MB}+\vec{U}_{AN} \end{cases}$ theo quy tắc hình bình hành.

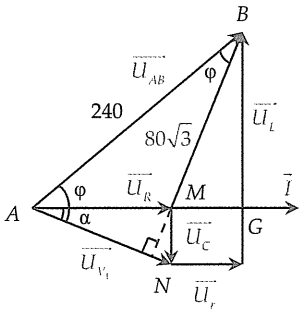
- Sử dụng định lí hàm số cosin ta có

$$\cos\varphi=\frac{240^2+\left(80\sqrt{3}\right)^2-\left(80\sqrt{3}\right)^2}{2.240.80\sqrt{3}}=\frac{\sqrt{3}}{2}\Rightarrow\varphi=30^\circ\Rightarrow\alpha=30^\circ$$

+) $U_C=U_R\tan\alpha=80(V)\Rightarrow Z_C=\dfrac{U_C}{I}=\dfrac{80}{\sqrt{3}}(\Omega)$

+) $U_L=U_C+80\sqrt{3}\sin 60=200(V)\Rightarrow Z_L=\dfrac{U_L}{I}=\dfrac{200}{\sqrt{3}}(\Omega)$

+) Số chỉ của Vôn kế V_1: $U_{V1}=U_{AN}=\dfrac{U_R}{\cos\alpha}=160(\mathrm{V})$



Cách 3: *Phương pháp giản đồ vectơ trượt.*

Gọi các góc như trên hình. Theo bài ra: $U_R=I.R=80\sqrt{3}(\mathrm{V})$

Sử dụng định lý hàm số cosin cho tam giác ABM:

$$\cos\varphi=\frac{AB^2+AM^2-MB^2}{2.AB.AM}=\frac{240^2}{2.240.80\sqrt{3}}=\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow\varphi=30^\circ\Rightarrow\beta=90^\circ-\angle ABM=60^\circ\Rightarrow\alpha=60^\circ-\varphi=30^\circ$$

Xét ΔAMN ta có $\begin{cases} U_C=MN=AM\tan 30^\circ=80(\mathrm{V}) \\ U_{V1}=AN=\dfrac{AM}{\cos 30^\circ}=160(\mathrm{V}) \end{cases}$

Xét ΔABG ta có $U_L=U_C+GB=U_C+AB.\sin=200(\mathrm{V})$

$$\begin{cases} Z_L=\dfrac{U_L}{I}=\dfrac{200}{\sqrt{3}}(\Omega)=100\pi L\Rightarrow L=\dfrac{2}{\sqrt{3}\pi}(\mathrm{H}) \\ Z_C=\dfrac{U_C}{I}=\dfrac{80}{\sqrt{3}}(\Omega)=\dfrac{1}{100\pi C}\Rightarrow C=\dfrac{\sqrt{3}.10^{-3}}{8\pi}(\mathrm{H}) \end{cases}$$

$$\Rightarrow r=\frac{U_r}{I}=\frac{AG-AM}{I}=\frac{AB.\cos\varphi-AM}{I}=40(\Omega)$$

Vậy $L=\dfrac{2}{\sqrt{3}\pi}(\mathrm{H}), C=\dfrac{\sqrt{3}.10^{-3}}{8\pi}(\mathrm{F}), r=40(\Omega)$, số chỉ vôn kế V_1 là 160 (V).

Nhận xét

Với lời giải bằng phương pháp giản đồ vecto, ta phải nắm rất chắc các kiến thức hình học và khả năng giải tam giác phải tốt. Còn lời giải bằng phương pháp đại số, chỉ cần từ dữ kiện bài toán, lập ra hệ phương trình liên hệ và giải hệ phương trình là xong (yêu cầu kĩ năng biến đổi đại số và giải hệ phương trình tốt).

Ví dụ 7: Cho mạch điện AB gồm các phần tử mắc nối tiếp mắc theo thứ tự: điện trở thuần R, cuộn dây có điện trở r và tụ điện C. Gọi M là điểm nối giữa điện trở và cuộn dây, N là điểm nối giữa cuộn dây và tụ điện. Giá trị của các phần tử trong mạch $L=\frac{1}{\pi}(H), C=\frac{50}{\pi}(F), R=2r$. Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch $u=U_0\cos 100\pi t(\mathrm{V})$. Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai điểm A, N là $U_{AN}=200(\mathrm{V})$ và hiệu điện thế tức thời giữa hai điểm MN lệch pha so với hiệu điện thế tức thời giữa hai điểm AB là $\frac{\pi}{2}$. Xác định các giá trị U_0, R, r. Viết biểu thức dòng điện trong mạch.

Lời giải

Cách 1: *Phương pháp đại số.*

- Theo bài ra $\begin{cases} Z_L=\omega L=100(\Omega) \\ Z_C=\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{100\pi.\frac{50.10^{-6}}{\pi}}=200(\Omega) \end{cases}$

- Vì hiệu điện thế tức thời giữa hai điểm MN lệch pha so với hiệu điện thế tức thời giữa hai điểm AB là $\frac{\pi}{2}$ nên ta có $\tan\varphi_{MN}\tan\varphi_{AB}=-1$

$$\Leftrightarrow \frac{Z_L}{r}.\frac{Z_L-Z_C}{R+r}=-1\Leftrightarrow \frac{100}{r}.\frac{100-200}{2r+r}=-1\Rightarrow r=\frac{100}{\sqrt{3}}(\Omega), R=2r=\frac{200}{\sqrt{3}}(\Omega)$$

- Cường độ hiệu dụng: $I=\frac{U_{AN}}{Z_{AN}}=\frac{U_{AN}}{\sqrt{(R+r)^2+Z_L^2}}=\frac{200}{\sqrt{\left(100\sqrt{3}\right)^2+100^2}}=1(\mathrm{A})$

- Hiệu điện thế giữa hai đầu AB

$$U_{AB}=I.Z_{AB}=I\sqrt{(R+r)^2+(Z_L-Z_C)^2}=200\Rightarrow U_0=200\sqrt{2}(\mathrm{V})$$

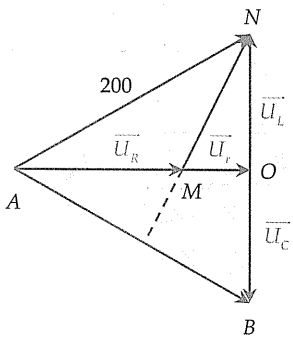
- Độ lệch pha u_{AB} so với dòng điện:

$$\tan\varphi_{AB}=\frac{Z_L-Z_C}{R+r}=\frac{100-200}{\frac{200}{\sqrt{3}}+\frac{100}{\sqrt{3}}}=-\frac{1}{\sqrt{3}}\Rightarrow\varphi_{AB}=-\frac{\pi}{6}<0$$

Từ đó suy ra u_{AB} trễ pha hơn với dòng điện, hay dòng điện sớm hơn u_{AB} một góc $\frac{\pi}{6}$

Vậy biểu thức dòng điện trong mạch là $i=\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)(\mathrm{A})$

Cách 2: Phương pháp giản đồ vecto trượt.



- M là trực tâm của ΔABN.

- Vì $Z_C=2Z_L\Rightarrow U_C=2U_L\Rightarrow NO=OB$.

Do đó, AO là đường trung tuyến của ΔABN.

Vì $R=2r\Rightarrow U_R=2U_r\Rightarrow MO=\frac{1}{3}AO$. Suy ra, M là trọng tâm của ΔABN.

- Vậy, M vừa là trọng tâm vừa là trực tâm của ΔABN, do đó ΔABN đều, tức là:

$$AB=AN=NB=200(\mathrm{V}).$$

Ta có: $U_0=U_{AB}\sqrt{2}=AB\sqrt{2}=200\sqrt{2}\ (\mathrm{V})$

Cường độ hiệu dụng: $I=\frac{U_C}{Z_C}=\frac{NB}{Z_C}=\frac{200}{200}=1\left(\text{A}\right)$

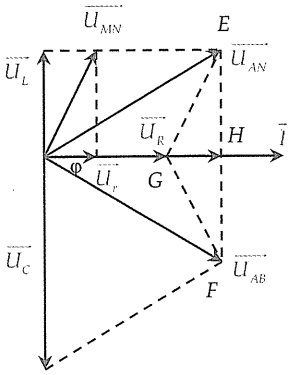
Từ giản đồ tính được:

$$U_R=\frac{2}{3}AO=\frac{2}{3}.200\sin 60^0=\frac{200}{\sqrt{3}}\left(\text{V}\right)\Rightarrow R=\frac{U_R}{I}=\frac{200}{\sqrt{3}}\left(\Omega\right),r=\frac{R}{2}=\frac{100}{\sqrt{3}}\left(\Omega\right)$$

+ Từ giản đồ nhận thấy, i_{AB} sớm pha hơn u_{AB} là $\frac{\pi}{6}$.

+ Vậy biểu thức dòng điện: $i=\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)\left(\text{A}\right)$.

Cách 3: *Phương pháp giản đồ vecto chung gốc*



+ Tương tự như cách 2, ta thấy tam giác OFE là tam giác đều vì G vừa là trọng tâm vừa là trực tâm, suy ra: $U_{AB}=U_C=U_{AN}=200\left(\text{V}\right),\varphi=30^0$

+ Tính được: $U_0=U_{AB}\sqrt{2}=200\sqrt{2}\left(\text{V}\right)$

+ Cường độ hiệu dụng: $I=\frac{U_C}{Z_C}=\frac{200}{200}=1\left(\text{A}\right)$

+ $U_R=\frac{2}{3}OH=\frac{2}{3}U_{AB}\cos\varphi=\frac{2}{3}.200.\cos 30^0=\frac{200}{\sqrt{3}}\left(\text{V}\right)$

$$\Rightarrow R=\frac{U_R}{I}=\frac{200}{\sqrt{3}}\left(\Omega\right),r=\frac{100}{\sqrt{3}}\left(\Omega\right)$$

Từ giản đồ nhận thấy, i_{AB} sớm pha hơn u_{AB} là $\frac{\pi}{6}$.

Vậy biểu thức dòng điện: $i=\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)\left(\text{A}\right)$.

Ví dụ 8: Cho đoạn mạch nối tiếp AB mắc theo thứ tự gồm: điện trở thuần R, cuộn dây không thuần cảm $\left(L,r\right)$, tụ điện có điện dung C. Gọi điểm nối tiếp giữa điện trở và cuộn dây là M, điểm nối giữa cuộn dây và tụ điện là C. Điện trở thuần $R=100\sqrt{3}\left(\Omega\right)$, cuộn dây có điện trở thuần là $r=30\sqrt{3}\left(\Omega\right)$. Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có biểu thức: $u_{AB}=U_0\sin 100\pi t\left(\text{V}\right)$, hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai điểm A, N là $U_{AN}=300\left(\text{V}\right)$, và giữa hai điểm M, B là $U_{MB}=60\sqrt{3}\left(\text{V}\right)$. Hiệu điện thế tức thời là u_{AN} lệch pha so với u_{MB} là $\frac{\pi}{2}$. Xác định U_0, độ tự cảm của cuộn dây L và điện dung của tụ điện C. Viết biểu thức dòng điện trong mạch.

Lời giải

Cách 1: *Phương pháp đại số*

Từ giả thiết ta có hệ

$$\begin{cases}Z_{AN}=\frac{U_{AN}}{I}\\ Z_{MB}=\frac{U_{MB}}{I}\\ \tan\varphi_{AN}\tan\varphi_{MB}=-1\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}\sqrt{\left(R+r\right)^2+\left(Z_L\right)^2}=\frac{U_{AN}}{I}\\ \sqrt{r^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}=\frac{U_{MB}}{I}\\ \frac{Z_L}{R+r}.\frac{Z_L-Z_C}{r}=-1\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\frac{\sqrt{\left(R+r\right)^2+\left(Z_L\right)^2}}{\sqrt{r^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}=\frac{U_{AN}}{U_{MB}}\\ \frac{Z_L}{R+r}.\frac{Z_L-Z_C}{r}=-1\end{cases}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}\dfrac{\sqrt{\left(150\sqrt{3}\right)^2+\left(Z_L\right)^2}}{\sqrt{\left(30\sqrt{3}\right)^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}=\dfrac{300}{60\sqrt{3}}\\ \dfrac{Z_L}{150\sqrt{3}}.\dfrac{Z_L-Z_C}{30\sqrt{3}}=-1\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}Z_L=150(\Omega)\\ Z_C=240(\Omega)\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}I=\dfrac{U_{AN}}{Z_{AN}}=1(\mathrm{A})\\ L=\dfrac{1,5}{\pi}(\mathrm{H})\\ C=\dfrac{10^{-3}}{24\pi}(\mathrm{F})\end{cases}$$

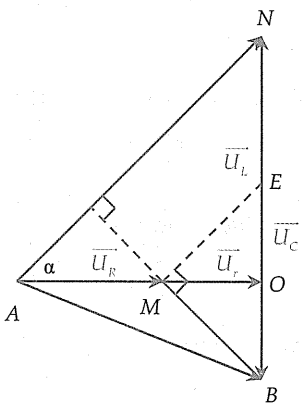
Từ đó: $U_0=I.Z_{AB}\sqrt{2}=I\sqrt{\left(R+r\right)^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}=\sqrt{2}\sqrt{\left(150\sqrt{3}\right)^2+90^2}=60\sqrt{42}(\mathrm{V})$

+ Độ lệch pha u_{AB} so với dòng điện:

$$\tan\varphi_{AB}=\frac{Z_L-Z_C}{R+r}=\frac{150-240}{120\sqrt{3}+30\sqrt{3}}=-\frac{\sqrt{3}}{5}\Rightarrow\varphi_{AB}\approx-,106\pi$$

+ Biểu thức dòng điện: $i=\sqrt{2}\sin\left(100\pi t+0,106\pi\right)(\mathrm{A})$

Cách 2: *Phương pháp giản đồ vectơ trượt*



+ Kẻ $ME//AN\Rightarrow ME=\dfrac{1}{4}AN=60(\mathrm{V})$

+ Vì $R=4r$ nên $U_R=4U_r\Rightarrow MO=\dfrac{1}{5}AO$

+ Xét ΔMBE: $\tan\varphi=\dfrac{ME}{MB}=\dfrac{1}{\sqrt{3}}\Rightarrow\alpha=30^0$

+ Xét ΔMOB: $OB=MB\cos\alpha=90(\mathrm{V})$

+ Xét ΔAOB: $\begin{cases}U_L=ON=AN\sin\alpha=150(\mathrm{V})\\ OA=AN\cos\alpha=150\sqrt{3}(\mathrm{V})\end{cases}$

$\Rightarrow U_r=\dfrac{OA}{5}=30\sqrt{3}(\mathrm{V})\Rightarrow I=\dfrac{U_r}{r}=1(\mathrm{A})$

Ta có $U_L=150(\mathrm{V})\Rightarrow Z_L=\dfrac{U_L}{I}=150(\Omega)=100\pi L$ từ đó suy ra $L=\dfrac{1,5}{\pi}(\mathrm{H})$.

Và $U_C=OB+U_L=240(\mathrm{V})$

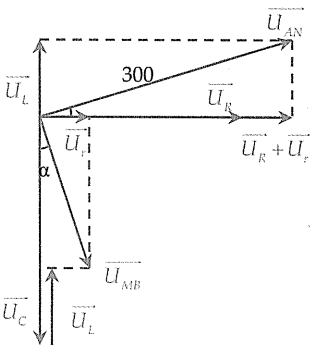
$\Rightarrow Z_C=240(\Omega)\Rightarrow C=\dfrac{10^{-3}}{24\pi}(\mathrm{F})$

Mặt khác $U_0=U_{AB}\sqrt{2}=\sqrt{2}.\sqrt{AO^2+OB^2}=60\sqrt{42}(\mathrm{V})$

+ Độ lệch pha u_{AB} so với dòng điện: $\tan\varphi_{AB}=\dfrac{Z_L-Z_C}{R+r}=-\dfrac{\sqrt{3}}{5}\Rightarrow\varphi_{AB}\approx-0,106\pi$

+ Biểu thức dòng điện: $i=\sqrt{2}\sin\left(100\pi t+0,106\pi\right)(\mathrm{A})$.

Cách 3: *Phương pháp giản đồ vectơ gốc*



+ Xét tam giác vuông phía trên (chú ý $U_R=4U_r$) ta có:

$$\cos\alpha=\frac{U_R+U_L}{300}=\frac{5U_r}{300}=\frac{U_r}{60}$$

+ Xét tam giác vuông phía dưới: $\sin\alpha=\dfrac{U_r}{60\sqrt{3}}$

+ Suy ra: $\tan\alpha=\dfrac{1}{\sqrt{3}}\Rightarrow\alpha=30^0$

+ Từ đó tính ra: $\begin{cases} U_r = 60\sqrt{3}\sin\alpha = 30\sqrt{3}\,(\mathrm{V}) \Rightarrow I = \dfrac{U_r}{r} = 1\,(\mathrm{A}) \\ U_L = 300\sin\alpha = 150\,(\mathrm{V}) \Rightarrow Z_L = \dfrac{U_L}{I} = 150\,(\Omega) \\ U_C = U_L + 60\sqrt{3}\cos\alpha = 240\,(\mathrm{V}) \Rightarrow Z_C = 240\,(\Omega) \end{cases}$

+ $U_0 = U_{AB}\sqrt{2} = I.Z_{AB}\sqrt{2} = 60\sqrt{42}\,(\mathrm{V})$

+ Độ lệch pha u_{AB} so với dòng điện: $\tan\varphi_{AB} = \dfrac{Z_L - Z_C}{R+r} = -\dfrac{\sqrt{3}}{5} \Rightarrow \varphi_{AB} \approx -0{,}106\pi$

+ Biểu thức dòng điện: $i = \sqrt{2}\sin(100\pi t + 0{,}106\pi)(\mathrm{A})$.

III. LỜI KẾT VỀ PHƯƠNG PHÁP GIẢN ĐỒ VECTƠ

Qua các ví dụ trên, chúng ta thấy rằng có những bài tập dùng phương pháp giản đồ vectơ giải rất nhanh và suy được những hệ quả rất quan trọng (ví dụ như bài toán thay đổi C để $U_{C_{\max}}$ hoặc thay đổi L để $U_{L_{\max}}$.

Nhưng cũng có những bài toán dùng giản đồ vectơ giải thì nặng về các tính chất hình học trong tam giác, giải tam giác mà không phải học sinh nào cũng có thể nhận ra được.

Phương pháp nào cũng có điểm mạnh, điểm yếu tuy nhiên bản thân tác giả thích phương pháp đại số hơn, vì nó dễ nghĩ và công việc của mình chỉ là lập hệ phương trình và giải hệ phương trình mà thôi.

Tóm lại, khi gặp một bài toán điện xoay chiều, tác giả thường:

* Ưu tiên đầu tiên là giải bằng phương pháp đại số.

* Nếu gặp bài toán thay đổi C để $U_{C_{\max}}$ hoặc thay đổi L để $U_{L_{\max}}$ thì sẽ dùng giản đồ vectơ sẽ nhanh hơn.

Nói chung, mỗi người sẽ có một cách tiếp cận bài toán khác nhau. Người này thế mạnh ở phương pháp này, người này thế mạnh ở phương pháp kia. Không phương pháp nào là vạn năng, vậy nên hãy vận dụng linh hoạt các phương pháp để giải bài toán một cách trọn vẹn.

IV. BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Câu 1: Cho đoạn mạch xoay chiều gồm *RLC*, gọi M là điểm giữa *RL* và *C*. Trong đó $R=50\Omega$, cuộn cảm thuần có $L=\frac{1}{2\pi}$H, $f=50$ Hz điện áp u_{AM} và u_{AB} lệch pha nhau góc $\frac{\pi}{2}$. Điện dung của tụ điện là:

A. $\frac{10^{-4}}{5\pi}$F. B. $\frac{2.10^{-4}}{\pi}$F. C. $\frac{10^{-4}}{2\pi}$F. D. $\frac{10^{-4}}{\pi}$F.

Câu 2: Mạch *RC* có điện trở 50 Ω, mắc mạch điện vào dòng điện có tần số $f=50$ Hz, dòng điện trong mạch nhanh pha $\frac{\pi}{3}$ so với hiệu điện thế trong mạch. Tìm giá trị dung kháng khi đó?

A. $25\sqrt{3}$ Ω. B. 50 Ω.

C. $50\sqrt{3}$ Ω. D. Đáp án khác.

Câu 3: Mạch *RL* có $R=100\,\Omega$, được mắc vào mạch điện 50V - 50 Hz, thấy hiệu điện thế trong mạch nhanh pha hơn dòng điện $\frac{\pi}{6}$. Tìm công suất của mạch.

A. 30 W. B. 18,75W. C. 50W. D. 57,5W.

Câu 4: Trong mạch *RLC*, hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch và hai đầu tụ điện có dạng $u=U_0\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{6}\right)$ và $u_C=U_{0C}\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{2}\right)$ thì biểu thức nào sau đây là đúng?

A. $-\frac{R}{\sqrt{3}}=\left(Z_L-Z_C\right)$. B. $\sqrt{3}R=\left(Z_C-Z_L\right)$.

C. $\sqrt{3}R=\left(Z_L-Z_C\right)$. D. $\frac{R}{\sqrt{3}}=\left(Z_L-Z_C\right)$.

Câu 5: Cho mạch điện gồm *LRC* mắc theo đúng thứ tự, trong đó *C* có thể thay đổi được, $L=\frac{1}{\pi}$H, $R=100\,\Omega$, $f=50$Hz. Gọi M là điểm giữa *L* và *RC*. Tìm giá trị của C để u_{AM} và u_{AB} lệch pha góc $\frac{\pi}{2}$.

A. $\frac{10^{-4}}{\pi}$F. B. $\frac{10^{-4}}{2\pi}$F. C. $\frac{10^{-4}\sqrt{3}}{\pi}$F. D. $\frac{2.10^{-4}}{\pi}$F.

Câu 6: Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm một tụ điện có dung kháng $Z_C=200\Omega$ và một cuộn dây mắc nối tiếp. Khi đặt vào hai đầu đoạn mạch trên một điện áp xoay chiều luôn có biểu thức:

$$u=120\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)\text{V}$$

thì thấy điện áp giữa hai đầu cuộn dây có giá trị hiệu dụng là 120 và sớm pha so với điện áp đặt vào mạch. Công suất tiêu thụ của cuộn dây là

A. 72W. B. 240W. C. 120W. D. 144 W.

Câu 7: Đặt điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch *RLC* nối tiếp thì các điện áp hiệu dụng có quan hệ $\sqrt{3}U_R=3U_L=\frac{3}{2}U_C$. Trong mạch có

A. dòng điện sớm pha $\frac{\pi}{6}$ hơn điện áp hai đầu mạch.

B. dòng điện trễ pha hơn $\frac{\pi}{6}$ điện áp hai đầu mạch.

C. dòng điện trễ pha $\frac{\pi}{3}$ hơn điện áp hai đầu mạch.

D. dòng điện sớm pha $\frac{\pi}{3}$ hơn điện áp hai đầu mạch.

Câu 8: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos(\omega t)$ vào hai đầu đoạn mạch RLC không phân nhánh có quan hệ giữa các điện áp hiệu dụng là $U=2U_L=U_C$ thì

A. dòng điện trễ pha $\frac{\pi}{3}$ hơn điện áp hai đầu mạch.

B. dòng điện trễ pha $\frac{\pi}{6}$ hơn điện áp hai đầu mạch.

C. dòng điện sớm pha $\frac{\pi}{6}$ hơn điện áp hai đầu mạch.

D. dòng điện sớm pha $\frac{\pi}{3}$ hơn điện áp hai đầu mạch.

Câu 9: Đặt hiệu điện thế xoay chiều vào hai đầu AB của đoạn mạch điện *RLC* mắc nối tiếp, cuộn dây không thuần cảm điện trở trong R_0 mắc theo thứ tự điện trở - tụ điện - cuộn dây không thuần cảm. Gọi M là điểm giữa tụ điện C và cuộn dây; $R_0=503\Omega; Z_L=Z_C=50\Omega$; U_{AM} và U_{MB} lệch pha 75^0. Điện trở *R* có giá trị là

A. $25\sqrt{3}\Omega$. B. 50Ω. C. 25Ω. D. $50\sqrt{3}\Omega$.

Câu 10: Cho mạch điện gồm điện trở $R=100\Omega$, cuộn dây thuần cảm $L=\frac{1}{\pi}$H tụ điện có $C=\frac{10^{-4}}{2\pi}$F. Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có tần số là 50 Hz. Pha của hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch so với hiệu điện thế giữa hai bản tụ là

A. Nhanh hơn $\frac{\pi}{4}$. B. Nhanh hơn $\frac{\pi}{2}$.

C. Nhanh hơn $\frac{\pi}{3}$. D. Nhanh hơn $\frac{3\pi}{4}$.

Câu 11: Cho mạch điện xoay chiều AB có các phần tử *R, L, C* mắc nối tiếp theo thứ tự trên. Gọi M là điểm giữa *L* và *C*. Cho $R=100\sqrt{3}\Omega$; $C=\frac{10^{-4}}{2\pi}$F. Khi đặt vào AB một điện áp xoay chiều có tần số $f=50$Hz thì u_{AB} và u_{AM} lệch pha nhau $\frac{\pi}{3}$. Giá trị *L* là:

A. $\frac{\sqrt{3}}{\pi}$H. B. $\frac{1}{\pi}$H. C. $\frac{1}{L}$H. D. $\frac{3}{\pi}$H.

Câu 12: Cho mạch điện xoay chiều AB có các phần tử *R, L, C* mắc nối tiếp theo thứ tự trên. $R = 80\Omega$; $C = \frac{10^{-3}}{16\pi\sqrt{3}}$F; $u_{AM} = 120\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$V; u_{AM} lệch pha $\frac{\pi}{3}$ so với *i*. Biểu thức điện áp hai đầu mạch là:

A. $u_{AB} = 240\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$V.

B. $u_{AB} = 120\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$V.

C. $u_{AB} = 240\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$V.

D. $u_{AB} = 120\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$V.

Câu 13: Có 2 cuộn dây mắc nối tiếp với nhau, cuộn 1 có độ tự cảm L_1, điện trở thuần R_1, cuộn 2 có độ tự cảm L_2, điện trở thuần R_2. Biết $L_1R_2 = L_2R_1$. Hiệu điện thế tức thời 2 đầu của 2 cuộn dây lệch pha nhau 1 góc:

A. $\frac{\pi}{3}$. B. $\frac{\pi}{6}$. C. $\frac{\pi}{4}$. D. 0.

Câu 14: Mạch điện AB gồm cuộn dây có điện trở trong *r* và độ tự cảm *L*, mắc nối tiếp với tụ điện *C*. Gọi U_{AM} là hiệu điện thế hai đầu cuộn dây và có giá trị $U_{AM} = 40V, U_{MB} = 60V$, hiệu điện thế u_{AM} và dòng điện *i* lệch pha góc 30^0. Hiệu điện thế hiệu dụng U_{AB} là:

A. 122,3V. B. 87,6V. C. 52,9V. D. 43,8V.

Câu 15: Cho mạch *RLC* mắc nối tiếp với hai đầu AB, Gọi M là điểm giữa *RC* và *L*. Gọi $U_{RC} = U_{AM} = U_{AB} = 100V$; u_{MB} và u_{AM} lệch pha 120^0. Hiệu điện thế hiệu dụng U_{MB} là:

A. 80V. B. 100V. C. 50V. D. 120 V.

Câu 16: Mạch điện AB gồm cuộn dây có điện trở trong *r* và độ tự cảm *L*, mắc nối tiếp với tụ điện *C*. Gọi U_{AM} là hiệu điện thế hai đầu cuộn dây và có giá trị $U_{AM} = 75V$, $U_{MB} = 125V$ và $U_{AB} = 100V$. Độ lệch pha của điện áp u_{AM} so với dòng điện *i* là

A. 37^0. B. 62^0. C. 45^0. D. 72^0.

Câu 17: Cho mạch AB gồm có ba phần tử là *R, L, C* mắc nối tiếp theo thứ tự trên. Gọi điểm M nằm giữa R và L, điểm N nằm giữa *L* và *C*. Khi ta mắc *R, C* vào một điện áp xoay chiều $u = 200\cos(\omega t)$V thì thấy *i* sớm pha so với u là $\frac{\pi}{4}$, khi ta mắc *R, L* vào hiệu điện thế trên thì thấy hiệu điện thế chậm pha so với dòng điện là $\frac{\pi}{4}$. Hỏi khi ta mắc cả ba phần tử trên vào hiệu điện thế đó thì hiệu điện thế giữa hai đầu MB có giá trị là bao nhiêu?

A. 200V. B. 0 V. C. $50\sqrt{2}$ V. D. $100\sqrt{2}$ V.

Câu 18: Cho một đoạn mạch *RLC*, đặt vào hai đầu mạch một hiệu điện thế xoay chiều thì thấy hiệu điện thế hai đầu cuộn dây vuông pha với hiệu điện thế hai đầu mạch và khi đó hiệu điện thế giữa hai đầu *R* là 50V. Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch là:

A. $U = 75\,(\text{V})$. B. $U = 50\,(\text{V})$.

C. $U = 100(\text{V})$. D. $U = 50\sqrt{2}\,(\text{V})$.

Câu 19: Biểu thức hiệu điện thế 2 đầu mạch và cường độ dòng điện qua mạch *RLC* mắc nối tiếp lần lượt là: $u = 200\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$V, $i = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$A. Điện trở thuần *R* của đoạn mạch là:

A. 50Ω. B. 60Ω. C. 100Ω. D. 200Ω.

Câu 20: Cho đoạn mạch AB gồm: điện trở *R*, cuộn dây thuần *L*, tụ điện *C* mắc nối tiếp theo thứ tự trên. Gọi điểm M là điểm nằm giữa *L* và *C*. Biết $u_{AB} = U\sqrt{2}\cos(2\pi ft)$V. Cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{3}{5\pi}$H, tụ diện có $C = \frac{10^{-3}}{24\pi}$F. Hiệu điện thế u_{NB} và u_{AB} lệch pha nhau 90^0. Tần số *f* của dòng điện xoay chiều có giá trị là

A. 120Hz. B. 60Hz. C. 100Hz. D. 50 Hz.

Câu 21: Cho đoạn mạch AB gồm các phần tử: tụ điện C, điện trở *R*, cuộn dây (*L, r*) mắc nối tiếp theo thứ tự trên. Gọi E là điểm nằm giữa điện trở và cuộn dây. Biết hiệu điện thế u_{AE} và u_{EB} lệch pha nhau 90^0. Tìm mối liên hệ giữa *R, r, L, C*.

A. $R = C.r.L.$ B. $r = C.R.L.$

C. $L = C.R.r.$ D. $C = L.R.r.$

Câu 22: Một đoạn mạch gồm một cuộn dây không thuần cảm có độ tự cảm *L*, điện trở thuần *r* mắc nối tiếp với một điện trở $R = 40\ \Omega$. Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = 200cos(100\pi t)(\text{V})$. Dòng điện trong mạch có cường độ hiệu dụng là 2A và lệch pha 45^0 so với hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch. Giá trị của *r* và *L* là:

A. 10 Ω và 0,159H. B. 25 Ω và 0,159H.

C. 10 Ω và 0,25H. D. 25 Ω và 0,25H.

Câu 23: Mạch *RLC* nối tiếp có *L* là cuộn thuần cảm. Hiệu điện thế và dòng điện trong mạch có biểu thức $u = U_0\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{12}\right)(\text{V})$ và $i = I_0\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(\text{A})$.

Ta sẽ có mối liên hệ:

A. $Z_L - Z_C = 1{,}73R.$ B. $Z_C - Z_L = 3R.$

C. $Z_L - Z_C = R.$ D. $Z_C - Z_L = R.$

Câu 24: Mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần $R = 30(\Omega)$ mắc nối tiếp với cuộn dây. Đặt vào hai đầu mạch một hiệu điện thế xoay chiều $u = U\sqrt{2}\sin(100\pi t)V$. Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn dây là

$U_d = 60V$. Dòng điện trong mạch lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với u và lệch pha $\frac{\pi}{3}$ so với u_d. Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu mạch (U) có giá trị

A. $60\sqrt{3}$ V. B. 120 V. C. 90 V. D. $60\sqrt{2}$ V.

Câu 25: Cho mạch điện xoay chiều AB mắc nối tiếp theo thứ tự gồm: cuộn dây thuần cảm L, điện trở R và tụ điện có điện dung C. Điểm M nối giữa L và R, N nối giữa R và C. Mắc vôn kế V_1 vào hai điểm A và N; mắc vôn kế V_2 vào hai điểm M và B. Số chỉ các vôn kế $(V_1),(V_2)$ lần lượt là $U_1 = 80V; U_2 = 60V$. Biết hiệu điện thế tức thời u_{AN} biến thiên lệch pha $\frac{\pi}{2}$ với hiệu điện thế tức thời u_{MB}. Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu điện trở thuần R là

A. 96V. B. 140V. C. 48V. D. 100 V.

Câu 26: Một đoạn mạch điện xoay chiều mắc theo thứ tự gồm: Đoạn AM là cuộn cảm thuần, đoạn MN là điện trở, đoạn NB là tụ điện. Đặt vào hai đầu AB một điện áp xoay chiều thì đo được $U_{AN} = 200(V), U_{MB} = 150(V)$ đồng thời u_{AN} lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{MB}. Dòng điện chạy qua mạch là $i = 2cos(100\pi t)(A)$. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là

A. 100 W. B. 120 W. C. $120\sqrt{2}$ W. D. 240 W.

Câu 27: Cho mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, biết $R = 100\sqrt{3}\Omega$; điện áp xoay chiều giữa hai đầu đoạn mạch có dạng $u = U\sqrt{2}.\cos 100(\pi t)(V)$, mạch có L biến đổi được. Khi $L = \frac{1}{\pi}(H)$ thì $U_{LC} = \frac{U}{2}$ và mạch có tính dung kháng. Để $U_{LC} = 0$ thì độ tự cảm có giá trị bằng

A. $\frac{1}{2\pi}$H. B. $\frac{2}{\pi}$H. C. $\frac{3}{\pi}$H. D. $\frac{1}{3\pi}$H.

Câu 28: Một đoạn mạch RLC mắc nối tiếp có tần số dòng điện $50Hz, Z_L = 20\Omega$, C có thể thay đổi được. Cho C tăng lên 5 lần so với giá trị khi xảy ra cộng hưởng thì điện áp hai đầu đoạn mạch lệch pha $\frac{\pi}{3}$ so với dòng điện trong mạch. Giá trị của R là:

A. $\frac{16}{3}\Omega$. B. $\frac{16}{\sqrt{3}}\Omega$. C. $\frac{4}{3}\Omega$. D. $\frac{80}{\sqrt{3}}\Omega$.

Câu 29: Cho mạch điện xoay chiều RLC nối tiếp (cuộn dây thuần cảm), điện trở thuần R thay đổi được. Điện áp hai đầu mạch có giá trị không đổi. Khi $R = R_1$ thì, $U_R = U\sqrt{3}, U_L = U, U_C = 2U$. Khi $R = R_2$ thì $U_R = U\sqrt{2}$, điện áp hiệu dụng hai đầu tụ C lúc này bằng

A. $U\sqrt{7}$. B. $U\sqrt{3}$. C. $U\sqrt{2}$. D. $2\sqrt{2}U$.

Câu 30: Khi đặt vào hai đầu đoạn mạch gồm cuộn dây thuần cảm (cảm thuần) mắc nối tiếp với điện trở thuần một hiệu điện thế xoay chiều thì cảm kháng của cuộn dây bằng $\sqrt{3}$ lần giá trị của điện trở thuần. Pha của dòng điện trong đoạn mạch so với pha hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là

A. chậm hơn góc $\frac{\pi}{3}$. B. nhanh hơn góc $\frac{\pi}{3}$.

C. nhanh hơn góc $\frac{\pi}{6}$. D. chậm hơn góc $\frac{\pi}{6}$.

Câu 31: Cho đoạn mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây mắc nối tiếp với tụ điện. Độ lệch pha của hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây so với cường độ dòng điện trong mạch là $\frac{\pi}{3}$. Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện bằng $\sqrt{3}$ lần hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây. Độ lệch pha của hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây so với hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch trên là

A. 0. B. $\frac{\pi}{2}$. C. $-\frac{\pi}{3}$. D. $\frac{2\pi}{3}$.

Câu 32: Cho đoạn mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây có điện trở thuần R, mắc nối tiếp với tụ điện. Biết hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch. Mối liên hệ giữa điện trở thuần R với cảm kháng Z_L của cuộn dây và dung kháng Z_C của tụ điện là

A. $R^2 = Z_C(Z_L - Z_C)$. B. $R^2 = Z_C(Z_C - Z_L)$.

C. $R^2 = Z_L(Z_C - Z_L)$. D. $R^2 = Z_L(Z_L - Z_C)$.

Câu 33: Đặt một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U vào hai đầu đoạn mạch AB gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, điện trở thuần R và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp theo thứ tự trên. Gọi U_L, U_R, U_C lần lượtlà các điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mỗi phần tử. Biết điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AB lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch NB (đoạn mạch NB gồm R và C). Hệ thức nào dưới đây là đúng?

A. $U^2 = U_R^2 + U_C^2 + U_L^2$. B. $U_C^2 = U^2 + U_R^2 + U_L^2$.

C. $U_L^2 = U^2 + U_R^2 + U_C^2$. D. $U_R^2 = U^2 + U_L^2 + U_C^2$.

ĐÁP ÁN

1.D	2.C	3.B	4.D	5.A	6.A	7.A	8.C	9.B	10.A
11.B	12.B	13.D	14.C	15.B	16.A	17.B	18.B	19.A	20.B
21.C	22.A	23.D	24.C	25.C	26.C	27.C	28.B	29.D	30.A
31.A	32.C	33.C							

C. PHƯƠNG PHÁP CHUẨN HÓA

I. LỊCH SỬ PHƯƠNG PHÁP

Thời điểm cách đây 4 năm trước khi cuốn sách này được ra mắt, tác giả đã giải một số bài tập điện xoay chiều sử dụng phương pháp này, cụ thể là một bài điện xoay chiều trong đề thi Đại học năm 2013 (được trình bày ở phần tiếp theo). Tuy nhiên trong thời gian đó, tác giả còn học ở trường Đại học, không có thời gian nghiên cứu sâu về vấn đề này nên tác giả không phát triển thêm và chỉ giữ những gì mình biết về phương pháp này làm kinh nghiệm dạy cho học sinh của tác giả mà thôi.

Ngày 16/08/2013, thành viên Diễn đàn Vật lí phổ thông (vatliphothong.vn) có tài khoản là hongmieu (tên thật là Nguyễn Thành Trung) đã đăng lên diễn đàn một tài liệu có tên *"Kỹ thuật tự chọn lượng chất trong Vật lí"* (bạn đọc có thể xem tại đây https://vatliphothong.vn/t/5003/). Tài liệu này đưa ra một số bài tập vận dụng phương pháp này, nhưng chưa ra bản chất cụ thể của phương pháp, mà mới chỉ dựa trên cảm nhận. Nguyễn Thành Trung có viết trong tài liệu: *"Sau này, trong việc giải toán, dựa vào linh cảm của bản thân, các bạn có thể chọn bất kì đại lượng nào đó là một giá trị cụ thể để công việc tính toán bớt cực nhọc đi nhé"*.

Ngay sau khi tài liệu của Thành Trung được đăng lên, các thành viên đã tham gia sôi nổi và thảo luận (trong đó có tác giả) và đã đưa ra được bản chất của phương pháp. Tuy nhiên, sau đó không có thành viên nào tổng hợp lại thành một tài liệu hoàn chỉnh.

Năm 2015, chúng ta phải kể đến công lao rất lớn của tác giả Nguyễn Đình Yên, bằng niềm đam mê Vật lí và khả năng hiểu biết sâu sắc về phương pháp này, tác giả Nguyễn Đình Yên đã viết thành một chuyên đề riêng về phương pháp này với tên gọi *"Phương pháp chuẩn hóa số liệu"*, chỉ ra rất nhiều ví dụ minh họa cụ thể cho phương pháp và đã xử lí được một số bài toán về tần số biến thiên một cách nhanh gọn. Có thể nói, tài liệu đó của tác giả Nguyễn Đình Yên đã đóng góp cho sự phát triển của phương pháp này rất nhiều.

Dưới đây, tác giả cuốn sách sẽ trình bày nội dung phương pháp theo ý hiểu của tác giả. Tác giả xin phép gọi tên phương pháp là "Phương pháp chuẩn hóa". Tất nhiên, trong quá trình viết, tác giả có sử dụng và tham khảo tài liệu của Nguyễn Thành Trung cũng như của tác giả Nguyễn Đình Yên, và tác giả tôn trọng sự đóng góp của Nguyễn Thành Trung và của tác giả Nguyễn Đình Yên.

II. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP

Bản chất của phương pháp là việc giải các phương trình đẳng cấp (đồng bậc). Phương pháp này không có ý nghĩa Vật lí, chỉ là một thủ thuật tính toán để quá trình tính được gọn gàng, và đưa ra kết quả nhanh hơn mà thôi!

Ví dụ, trong một bài tập điện xoay chiều nào đó ta cần tính

$$\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2}}$$

Muốn tính được, ta cần có 3 giá trị: Z_L, Z_C, R. Tuy nhiên, đề bài không cho ta giá trị cụ thể của 3 đại lượng trên, tức là không cho ta 3 phương trình ứng với 3 ẩn trên để giải.

Chẳng hạn, từ giả thiết của đề bài ta chỉ thiết lập được 2 phương trình

$$\begin{cases} Z_L = 2Z_C \\ R^2 + Z_L^2 = 9Z_C^2 \end{cases}$$

Rõ ràng, phương trình thứ nhất của hệ là đồng bậc, phương trình thứ hai của hệ cũng vậy. Ta có 2 phương trình đồng bậc, có 3 ẩn số, ta chỉ có thể biểu diễn 2 ẩn theo ẩn còn lại. Chẳng hạn, ta biểu diễn Z_L, Z_C theo R. Ta có

$$\begin{cases} Z_L = 2Z_C \\ R^2 + Z_L^2 = 9Z_C^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_L = 2Z_C \\ R^2 + 4Z_C^2 = 9Z_C^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_C = \dfrac{R}{\sqrt{5}} \\ Z_L = \dfrac{2R}{\sqrt{5}} \end{cases}$$

Khi đó, thay vào biểu thức cần tính, ta được

$$\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\dfrac{2R}{\sqrt{5}} - \dfrac{R}{\sqrt{5}}\right)^2}} = \frac{\sqrt{30}}{6}$$

Như vậy, chỉ với 2 phương trình, ta vẫn tính được $\cos\varphi$. Vì sao lại vậy? Bởi vì $\cos\varphi$ có tử và mẫu đồng bậc. Đây là mấu chốt quan trọng.

Tiếp theo, để ý rằng, khi thay $Z_C = \dfrac{R}{\sqrt{5}}, Z_L = \dfrac{2R}{\sqrt{5}}$ vào biểu thức tính $\cos\varphi$ thì do tính đồng bậc nên cả tử và mẫu đều triệt tiêu cho R. Như vậy, việc tính $\cos\varphi$ lúc này không phụ thuộc vào R có giá trị bằng bao nhiêu (vì đằng nào cũng bị triệt tiêu).

Do đó, để quá trình tính toán đơn giản, ta có thể giả sử R bằng một giá trị cụ thể nào đó mà không ảnh hưởng đến kết quả.

Quay trở lại ví dụ trên: Chuẩn hóa $R = 1$ (giả sử $R = 1$), ta có

$$\begin{cases} Z_L = 2Z_C \\ R^2 + Z_L^2 = 9Z_C^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_L = 2Z_C \\ R^2 + 4Z_C^2 = 9Z_C^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_C = \dfrac{1}{\sqrt{5}} \\ Z_L = \dfrac{2}{\sqrt{5}} \end{cases}$$

Từ đó $\cos\varphi = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{1}{\sqrt{1^2 + \left(\dfrac{2}{\sqrt{5}} - \dfrac{1}{\sqrt{5}}\right)^2}} = \dfrac{\sqrt{30}}{6}$

Ta có thể đưa ra một dấu hiệu để có thể dùng phương pháp chuẩn hóa, đó là

- Viết biểu thức cần tính, quan sát xem để tính được nó thì ta cần biết mấy ẩn số? Giả sử ta cần biết n ẩn số.
- Từ dữ kiện bài toán, nếu ta chỉ lập được hệ gồm $n-1$ phương trình đồng bậc thì để tính toán đơn giản, ta có thể chuẩn hóa 1 ẩn nào đó bằng 1 số bất kì.
- Sau khi chuẩn hóa, ta mất đi 1 ẩn, còn $n-1$ phương trình với $n-1$ ẩn, giải hệ này tìm được các ẩn còn lại, sau đó thay vào biểu thức cần tính là ta sẽ suy ra kết quả bài toán.

Ta sẽ đi vào các ví dụ cụ thể để hiểu rõ hơn.

Nhận xét

Từ ví dụ này, ta thấy rằng để tính được $\cos\varphi$ thì ta cần tính 3 ẩn Z_L, Z_C, R. Tuy nhiên, dữ kiện đề bài chỉ cho ta thiết lập được 2 phương trình 3 ẩn. Do đó, từ hệ 2 phương trình 3 ẩn đó, và dựa vào tính đồng bậc, ta phải biểu diễn 2 ẩn theo ẩn còn lại, sau đó thay vào $\cos\varphi$ sẽ tính được. Để tính nhanh, ta sẽ cho một ẩn có 1 giá trị bất kì (chuẩn hóa) vì đằng nào sau khi thay 2 ẩn đã biểu diễn theo ẩn còn lại vào $\cos\varphi$ thì ẩn còn lại đó cũng bị triệt tiêu.

III. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Đặt điện áp $u = U_0\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, tụ điện và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thay đổi được. Biết dung kháng của tụ điện bằng $R\sqrt{3}$. Điều chỉnh L để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại, khi đó:

A. điện áp giữa hai đầu tụ điện lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

B. điện áp giữa hai đầu cuộn cảm lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

C. trong mạch có cộng hưởng điện.

D. điện áp giữa hai đầu điện trở lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

Lời giải

Ta xét biểu thức. Để tính được $\tan\varphi$ thì ta cần biết được 3 ẩn Z_L, Z_C, R. Thế nhưng, đề bài chỉ cho ta 2 dữ kiện: $\begin{cases} Z_C = \sqrt{3}R \\ Z_L = \dfrac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} \end{cases}$

(Phương trình thứ 2 có được vì L thay đổi để U_L đạt cực đại.)

Hệ này gồm 2 phương trình đồng bậc có 3 ẩn, do đó ta có thể chuẩn hóa 1 đại lượng. Ta chuẩn hóa Z_L hay Z_C hay R đều được, kết quả tính vẫn không thay đổi. Ở đây tác giả chuẩn hóa $R=1$ thì ta có ngay $Z_C = \sqrt{3}$.

Từ đó suy ra $Z_L = \dfrac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} = \dfrac{1+\left(\sqrt{3}\right)^2}{\sqrt{3}} = \dfrac{4}{\sqrt{3}}$

Do đó $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{\frac{4}{\sqrt{3}} - \sqrt{3}}{1} = \dfrac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{6}$

STUDY TIP
Cần nhấn mạnh lại 1 lần nữa là phương pháp chuẩn hóa chỉ giúp ta tính toán được gọn và nhanh hơn chứ không mang ý nghĩa Vật lí.

Từ đó suy ra hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch sớm pha so với cường độ dòng điện trong mạch, mà cường độ dòng điện trong mạch cùng pha với điện áp giữa hai đầu điện trở, nên điệp áp giữa hai đầu đoạn mạch sớm pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp giữa hai đầu điện trở.

Đáp án D.

Ví dụ 2: Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần, cuộn cảm thuần và tụ điện mắc nối tiếp. Biết cảm kháng gấp đôi dung kháng. Dùng vôn kế xoay chiều (điên trở rất lớn) đo điện áp giữa hai đầu tụ điện và điện áp giữa hai đầu điện trở thì số chỉ của vôn kế như nhau. Độ lệch pha của điện áp giữa hai đầu đoạn mạch so với cường độ dòng điện trong đoạn mạch là

A. $\frac{\pi}{4}$. B. $-\frac{\pi}{3}$. C. $\frac{\pi}{6}$. D. $\frac{\pi}{3}$.

Lời giải

Bài toán này rất cơ bản, từ giả thiết ta có

$$\begin{cases} Z_L = 2Z_C \\ U_C = U_R \\ \tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_L = 2Z_C = 2R \\ U_C = R \\ \tan\varphi = \dfrac{2R-R}{R} = 1 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$$

Nếu tư duy theo phương pháp chuẩn hóa thì ta thấy để tính được $\tan\varphi$ thì ta cần tính 3 ẩn, nhưng ta chỉ lập được hệ 2 phương trình đồng bậc 2 ẩn, nên ta chuẩn hóa 1 đại lượng bằng 1 (hoặc số nào đó). Chuẩn hóa $R=1$ ta có ngay $Z_C=R=1$ và $Z_L=2Z_C=2$ do đó $\tan\varphi=\frac{Z_L-Z_C}{R}=\frac{2-1}{1}=1$

Từ đó suy ra kết quả bài toán.

Đáp án A.

Ví dụ 3: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi vào hai đầu đoạn mạch gồm biến trở R mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C. Gọi điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện, giữa hai đầu biến trở và hệ số công suất của đoạn mạch khi biến trở có giá trị R_1 lần lượt là U_{C1},U_{R1} và $\cos\varphi_1$; khi đó có giá trị biến trở có giá trị R_2 thì các giá trị tương ứng nói trên là U_{C2},U_{R2} và $\cos\varphi_2$. Biết $U_{C1}=2U_{C2},U_{R2}=2U_{R1}$. Giá trị của $\cos\varphi_1$ và $\cos\varphi_2$ là

A. $\cos\varphi_1=\frac{1}{\sqrt{5}},\cos\varphi_2=\frac{1}{\sqrt{3}}$.

B. $\cos\varphi_1=\frac{1}{\sqrt{3}},\cos\varphi_2=\frac{2}{\sqrt{5}}$.

C. $\cos\varphi_1=\frac{1}{\sqrt{5}},\cos\varphi_2=\frac{2}{\sqrt{5}}$.

D. $\cos\varphi_1=\frac{1}{2\sqrt{2}},\cos\varphi_2=\frac{1}{\sqrt{2}}$.

Lời giải

Ta cần tính $\cos\varphi_1=\frac{U_{R1}}{\sqrt{U_{R1}^2+U_{C1}^2}};\cos\varphi_2=\frac{U_{R2}}{\sqrt{U_{R2}^2+U_{C2}^2}}$

Để tính được $\cos\varphi_1$ thì ta cần tính 2 đại lượng U_{R1},U_{C1}. Ta sẽ quan sát xem từ dữ kiện bài toán ta lập được mấy phương trình đồng bậc của U_{R1},U_{C1}. Ta có:

Vì hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch không đổi khi R thay đổi, nên $U^2=U_{R1}^2+U_{C1}^2=U_{R2}^2+U_{C2}^2$

Mặt khác, $U_{C1}=2U_{C2},U_{R2}=2U_{R1}$ nên $U_{R1}^2+U_{C1}^2=\left(2U_{R1}\right)^2+\left(\frac{U_{C1}}{2}\right)^2\Leftrightarrow 4U_{R1}^2=U_{C1}^2$

Như vậy từ giả thiết ta thiết lập được 1 phương trình đồng bậc liên hệ giữa U_{R1},U_{C1}, do đó để cho gọn tính toán ta chuẩn hóa $U_{R1}=1$, thế thì $U_{C1}=2$. Thay vào biểu thức tính $\cos\varphi_1$ ta được $\cos\varphi_1=\frac{U_{R1}}{\sqrt{U_{R1}^2+U_{C1}^2}}=\frac{1}{\sqrt{1^2+2^2}}=\frac{1}{\sqrt{5}}$

Hoàn toàn tương tự tính được $\cos\varphi_2=\frac{2}{\sqrt{5}}$

Đáp án C.

Ví dụ 4: Đặt điện áp $u=U_0\cos\omega t$ (U_0 và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch gồm cuộn dây không thuần cảm mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C (thay đổi được). Khi $C=C_0$ thì cường độ dòng điện trong mạch sớm pha hơn) và điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây là 45 V. Khi $C=3C_0$ thì cường độ dòng điện trong mạch trễ pha hơn u là $\varphi_2=\frac{\pi}{2}-\varphi_1$ và điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây là 135V. Giá trị của U_0 gần giá trị nào nhất sau đây:

A. 130 V. B. 64 V. C. 95 V. D. 75 V.

Lời giải

Đây là một bài toán phân loại trong đề tuyển sinh Đại học môn Vật lí năm 2013. Hiện nay có rất nhiều lời giải cho bài toán này. Dưới đây là lời giải của tác giả cho bài toán này năm đó, sử dụng chuẩn hóa. Ta có

$$\frac{U_{d_1}}{U_{d_2}}=\frac{\dfrac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_{C_0}\right)^2}}}{\dfrac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-\dfrac{Z_{C_0}}{3}\right)^2}}}\Leftrightarrow\sqrt{\frac{R^2+\left(Z_L-\dfrac{Z_{C_0}}{3}\right)^2}{R^2+\left(Z_L-Z_{C_0}\right)^2}}=\frac{45}{135}=\frac{1}{3}$$

Từ đó $8R^2+9\left(Z_L-\dfrac{Z_{C_0}}{3}\right)^2=\left(Z_L-Z_{C_0}\right)^2(1)$

Mặt khác

$$\tan\varphi_1\tan\varphi_2=1\Leftrightarrow\frac{\left(Z_L-Z_{C_0}\right)\left(\dfrac{Z_{C_0}}{3}-Z_L\right)}{R^2}=1\Leftrightarrow R^2=\left(Z_L-Z_{C_0}\right)\left(\frac{Z_{C_0}}{3}-Z_L\right)(2)$$

Suy ra: $8\left(Z_L-Z_{C_0}\right)\left(\dfrac{Z_{C_0}}{3}-Z_L\right)+9\left(Z_L-\dfrac{Z_{C_0}}{3}\right)^2=\left(Z_L-Z_{C_0}\right)^2$

Do tính thuần nhất, chuẩn hóa $Z_L-\dfrac{Z_{C_0}}{3}=1$, khi đó ta có hệ:

$$\begin{cases}Z_L-\dfrac{Z_{C_0}}{3}=1\\-8\left(Z_L-Z_{C_0}\right)+9=\left(Z_L-Z_{C_0}\right)^2\\\tan\varphi_1=\dfrac{Z_L-Z_{C_0}}{R}<0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}Z_L-\dfrac{Z_{C_0}}{3}=1\\Z_L-Z_{C_0}=-9\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}Z_L=6\\Z_{C_0}=15\end{cases}$$

Từ $8R^2+9\left(Z_L-\dfrac{Z_{C_0}}{3}\right)^2=\left(Z_L-Z_{C_0}\right)^2\Rightarrow R=3$

Từ đó $U_{d_1}=\dfrac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_{C_0}\right)^2}}\Rightarrow U=\dfrac{45}{\sqrt{3^2+6^2}}\sqrt{3^2+\left(15-6\right)^2}=45\sqrt{2}$

Vậy $U_0=90$ V. Gần đáp án C nhất.

Đáp án C.

Nhận xét: Năm đó, tác giả đưa ra lời giải này và nhận được rất nhiều lời khen ngợi cho lời giải ngắn gọn về mặt tính toán, và nhận được rất nhiều câu hỏi: vì sao lại có: Do tính thuần nhất, chuẩn hóa $Z_L-\dfrac{Z_{C_0}}{3}=1$

Có lẽ, qua các ví dụ bên trên mà tác giả đã trình bày và phân tích, bạn đọc có thể hiểu được vì sao lại vậy.

Rõ ràng từ biểu thức $U_{d1}=\dfrac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_{C0}\right)^2}}$, để tính được U thì ta cần tính được ba ẩn R, Z_L và Z_{C0}.

Thế nhưng từ dữ kiện đề bài, ta chỉ thiết lập được hệ hai phương trình đồng bậc (1) và (2). Do đó ta có thể chuẩn hóa một ẩn bằng 1 (hoặc số nào đó cũng được). Ta có thể chuẩn hóa R hay Z_L hay Z_{C0} đều được. Chuẩn hóa xong ta còn 2 ẩn, giải hệ ta tìm được 2 ẩn đó, thay vào tính là xong. Tuy nhiên, nếu chuẩn hóa trực tiếp như vậy thì ta cũng còn phải tính toán khá phức tạp (bạn đọc thử cho $R = 1$ rồi thay vào (1), (2) và giải hệ sẽ thấy). Ở đây, ta cần quan sát tinh ý là cả hai phương trình đều có $Z_L - \frac{Z_{C_0}}{3}$, do đó ta chuẩn hóa luôn $Z_L - \frac{Z_{C_0}}{3} = 1$ cho gọn, và ta thu được lời giải bên trên

Ví dụ 5: Đặt vào hai đầu đoạn mạch xoay chiều R, C mắc nối tiếp một hiệu điện thế $u_1 = U\sqrt{2}\cos\omega t(\mathrm{V})$ thì công suất của mạch là $P = P_1$ và hệ số công suất là $\cos\varphi_2 = \frac{1}{2}$. Nếu thay bằng một hiệu điện thế $u_2 = U\cos\left(\sqrt{3}\omega t\right)(\mathrm{V})$ thì công suất của mạch là $P = P_2$. Hệ thức liên hệ nào giữa P_1 và P_2 dưới đây đúng?

A. $P_1 = \frac{1}{2}P_2$. B. $P_1 = P_2$. C. $P_1 = \frac{3}{2}P_2$. D. $P_1 = 2P_2$.

Lời giải

Bạn đọc hãy tự lập luận vì sao chúng ta có thể chuẩn hóa được ví dụ này!

Công suất của mạch $P = I^2R = \frac{U^2}{R^2 + Z_C^2}R$

Cách 1: Chuẩn hóa $R = 1$. Lúc đầu $\cos\varphi = \frac{1}{2} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + Z_C^2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow Z_C = \sqrt{3}$

Tần số góc	Hiệu điện thế hiệu dụng	Z_C
ω	U	$\sqrt{3}$
$\sqrt{3}\omega$	$U/\sqrt{2}$	1

Ta có $\frac{P_1}{P_2} = \frac{(U)^2}{1^2 + \left(\sqrt{3}\right)^2} \cdot \frac{1^2 + 1^2}{\left(U/\sqrt{2}\right)^2} = 1$

Cách 2: Chuẩn hóa $Z_C = 1$. Lúc đầu $\cos\varphi = \frac{1}{2} = \frac{1}{\sqrt{R^2 + 1^2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow R = \frac{1}{\sqrt{3}}$

Tần số góc	Hiệu điện thế hiệu dụng	Z_C
ω	U	1
$\sqrt{3}\omega$	$U/\sqrt{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$

Ta có $\frac{P_1}{P_2} = \frac{(U)^2}{\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 + 1^2} \cdot \frac{\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2}{\left(\frac{U}{\sqrt{2}}\right)^2} = 1$

Đáp án B.

IV. CHUẨN HÓA TRONG BÀI TOÁN TẦN SỐ (HOẶC TẦN SỐ GÓC) BIẾN THIÊN

Một ứng dụng quan trọng của chuẩn hóa đó là ứng dụng trong việc giải nhanh các bài toán liên quan đến tần số góc ω hay tần số f biến thiên. Ở phần bài toán f biến thiên trong chương điện xoay chiều, chúng ta có các kết quả sau đây.

Bài toán: Cho mạch điện xoay chiều gồm 3 phần tử mắc nối tiếp RLC với $\frac{L}{C}>\frac{R^2}{2}$ có tần số thay đổi được. Khi $\omega=\omega_L$ thì $U_{L\max}$, khi $\omega=\omega_R$ thì $U_{R\max}$, khi $\omega=\omega_C$ thì $U_{C\max}$.

- Khi $\omega=\omega_L$ để $U_{L\max}$ thì ta có các kết quả sau: $\begin{cases}\omega_L=\dfrac{1}{C}\sqrt{\dfrac{1}{\dfrac{L}{C}-\dfrac{R^2}{2}}}\\ \left(\dfrac{U}{U_{L_{max}}}\right)^2+\left(\dfrac{f_C}{f_L}\right)^2=1\end{cases}$

Giả sử ta có $n=\dfrac{f_L}{f_C}=\dfrac{\omega_L}{\omega_C}=\dfrac{\dfrac{1}{C}\sqrt{\dfrac{1}{\dfrac{L}{C}-\dfrac{R^2}{2}}}}{\dfrac{1}{L}\sqrt{\dfrac{L}{C}-\dfrac{R^2}{2}}}=\dfrac{1}{1-\dfrac{R^2}{2Z_LZ_C}}$ và nếu ta muốn tính $\tan\varphi=\dfrac{Z_L-Z_C}{R};\cos\varphi=\dfrac{R}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}$ thì ta sẽ tính như nào?

Rõ ràng muốn tính được thì ta cần tính được 3 đại lượng Z_L, Z_C, R. Giả thiết chỉ cho ta hai phương trình đồng bậc:

$$\begin{cases}Z_C=\sqrt{\dfrac{L}{C}-\dfrac{R^2}{2}}=\sqrt{Z_LZ_C-\dfrac{R^2}{2}}\\ n=\dfrac{1}{1-\dfrac{R^2}{2Z_LZ_C}}\end{cases}$$

nên ta sẽ sử dụng chuẩn hóa. Chuẩn hóa $Z_C=1$ thì ta có

$$\begin{cases}1=Z_L-\dfrac{R^2}{2}\\ n=\dfrac{1}{1-\dfrac{R^2}{2Z_L}}\end{cases}\Rightarrow n=\frac{1}{1-\dfrac{Z_L-1}{Z_L}}=\frac{1}{\dfrac{Z_L-Z_L+1}{Z_L}}\Rightarrow n=Z_L\Rightarrow R=\sqrt{2n-2}$$

Khi đó $\begin{cases}\tan\varphi=\dfrac{Z_L-Z_C}{R}=\dfrac{n-1}{\sqrt{2n-2}}=\sqrt{\dfrac{n-1}{2}}\\ \cos\varphi=\dfrac{R}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}=\sqrt{\dfrac{2}{n+1}}\end{cases}$

Tóm lại:

- Nếu $\omega=\omega_L$ để $U_{L\max}$ và $n=\dfrac{f_L}{f_C}=\dfrac{\omega_L}{\omega_C}$ thì ta có $\begin{cases}Z_C=1,Z_L=n,R=\sqrt{2n-2}\\ \tan\varphi=\sqrt{\dfrac{n-1}{2}}\\ \cos\varphi=\sqrt{\dfrac{2}{n+1}}\\ \left(\dfrac{U}{U_{L_{max}}}\right)^2+\dfrac{1}{n^2}=1\end{cases}$

Hoàn toàn tương tự, ta có:

- Nếu $\omega=\omega_C$ để $U_{C\max}$ và $n=\dfrac{f_L}{f_C}=\dfrac{\omega_L}{\omega_C}$ thì ta có $\begin{cases} Z_L=1, Z_C=n, R=\sqrt{2n-2} \\ \tan\varphi=-\sqrt{\dfrac{n-1}{2}} \\ \cos\varphi=\sqrt{\dfrac{2}{n+1}} \\ \left(\dfrac{U}{U_{C_{\max}}}\right)^2+\dfrac{1}{n^2}=1 \end{cases}$

Ta qua những ví dụ để vận dụng.

Ví dụ 1: Cho mạch điện xoay chiều RLC có $CR^2<2L$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có biểu thức $u=U\sqrt{2}\cos(\omega t)$, trong đó U không đổi, ω biến thiên. Điều chỉnh giá trị của ω để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu của tụ điện cực đại. Khi đó $U_{C_{\max}}=\dfrac{41U}{40}$. Tính hệ số công suất của mạch khi đó?

A. 0,6. B. 0,8. C. 0,49. D. 0,27.

Lời giải

Sử dụng kết quả phần trên, ta có: $\left(\dfrac{U}{U_{C_{\max}}}\right)^2+\dfrac{1}{n^2}=1\Leftrightarrow\left(\dfrac{40}{41}\right)^2+\dfrac{1}{n^2}=1\Rightarrow n=\dfrac{41}{9}$

Khi $\omega=\omega_C$ thì $Z_C=n=\dfrac{41}{9}, Z_L=1, R=\sqrt{2n-2}=\dfrac{8}{3}$. Do đó

$$\cos\varphi=\frac{\dfrac{8}{3}}{\sqrt{\left(\dfrac{8}{3}\right)^2+\left(\dfrac{41}{9}-1\right)^2}}=0,6$$

Hoặc có thể thay trực tiếp vào công thức $\cos\varphi=\sqrt{\dfrac{2}{n+1}}=\sqrt{\dfrac{2}{\dfrac{41}{9}+1}}=0,6$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Cho mạch điện xoay chiều RLC có $CR^2<2L$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có biểu thức $u=U\sqrt{2}\cos(\omega t)$, trong đó U không đổi, ω biến thiên. Điều chỉnh giá trị của ω để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu của tụ điện cực đại. Khi đó $U_C=\dfrac{8U}{15}$. Tính hệ số công suất của mạch khi đó?

A. 0,6. B. 0,8. C. 0,49. D. 0,27.

Lời giải

Khi $\omega=\omega_L$ thì $Z_L=n, Z_C=1, R=\sqrt{2n-2}\Rightarrow Z=\sqrt{n^2-1}$. Từ đó ta có

$$\frac{U_C}{U}=\frac{8}{15}=\frac{Z_C}{Z}=\frac{1}{\sqrt{n^2-1}}\Rightarrow n=\frac{17}{8}$$

Do đó $R=1,5$ và $Z=\dfrac{15}{8}$. Vậy $\cos\varphi=\dfrac{R}{Z}=\dfrac{1,5}{\dfrac{15}{8}}=0,8$

Đáp án B.

Ví dụ 3: Đặt điện áp $u=U_0\cos 2\pi ft(\text{V})$, với f thay đổi được, vào đoạn mạch không phân nhánh RLC (cuộn dây thuần cảm), biết $L=nR^2C$ với $n>0,5$. Thay

đổi f để điện áp hiệu dụng trên cuộn cảm cực đại, khi đó dòng điện trong mạch trễ pha hơn điện áp u là φ (với $\tan\varphi = 0,5$). Tính n.

A. 1. B. 1,5. C. 2. D. 2, 5.

Lời giải

Ta có $L = nR^2C \Rightarrow \frac{R^2}{Z_L Z_C} = \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{\omega_L}{\omega_C} = \frac{1}{1 - \frac{R^2}{2Z_L Z_C}} = \frac{1}{1 - \frac{1}{2n}} = K(*)$

Do đó khi $\omega = \omega_L$ để $U_{L\max}$ thì $Z_L = k, Z_C = 1, R = 2k - 2$. Ta có

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{k-1}{\sqrt{2k-2}} = 0,5 \Rightarrow k = 1,5$$

Thay vào (*) ta tính được $n = 1,5$.

Đáp án B.

Ví dụ 4: Đặt điện áp $u = 120\sqrt{2}\cos 2\pi ft\ (\mathrm{V})$ (f thay đổi được) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, điện trở R và tụ điện có điện dung C, với $CR^2 < 2L$. Khi $f = f_1$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện đạt cực đại. Khi $f = f_2 = f_1\sqrt{2}$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở đạt cực đại. Khi $f = f_3$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại U_{Lmax}. Giá trị của U_{Lmax} gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 85V. B. 145V. C. 57V. D. 173 V.

Lời giải

*** Cách giải thông thường:**

Ta có $\left(\frac{U}{U_{L\max}}\right)^2 + \left(\frac{f_1}{f_3}\right)^2 = 1 \Rightarrow U_{L\max} = 80\sqrt{3}\ (\mathrm{V})$ nên để tính $U_{L\max}$ thì ta tính được f_3 và f_1 là xong.

Theo bài ra ta có $\begin{cases} f_2 = f_1\sqrt{2} \\ f_2^2 = f_1 f_3 \end{cases} \Rightarrow \left(f_1\sqrt{2}\right)^2 = f_1 f_3 \Rightarrow 2f_1 = f_3$

Từ đó $\left(\frac{U}{U_{L\max}}\right)^2 + \left(\frac{f_1}{f_3}\right)^2 = 1 \Rightarrow U_{L\max} = 80\sqrt{3}\ (\mathrm{V})$

*** Cách giải chuẩn hóa:**

Ta có $\left(\frac{U}{U_{L\max}}\right)^2 + \left(\frac{f_1}{f_3}\right)^2 = 1$. Do đó ta cần tính tỉ số $\frac{f_1}{f_3}$ là xong. Ta chuẩn hóa f_1 một giá trị bất kì, từ giá trị đó tính f_3 thì tỉ số $\frac{f_1}{f_3}$ không bị ảnh hưởng.

Chuẩn hóa $f_1 = 1$ thì theo bài ra ta có

- $f_2 = f_1\sqrt{2} \Rightarrow \begin{cases} f_1 = 1 \\ f_2 = \sqrt{2} \end{cases}$
- $f_1 . f_3 = f_2^2 \Rightarrow f_3 = \frac{f_2^2}{f_1} = 2$
- $\left(\frac{U}{U_{L\max}}\right)^2 + \left(\frac{f_1}{f_3}\right)^2 = 1 \Rightarrow U_{L\max} = 80\sqrt{3}\ (\mathrm{V})$

Đáp án B.

Ví dụ 5: Đặt điện áp $u=U\sqrt{2}\cos(2\pi f)$V (f thay đổi được, U tỉ lệ thuận với f) vào hai đầu đoạn mạch AB gồm đoạn mạch AM mắc nối tiếp với đoạn mạch MB. Đoạn mạch AM gồm điện trở thuần R mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C, đoạn mạch MB chỉ có cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Biết $2L>R^2C$. Khi $f=60Hz$ hoặc $f=90Hz$ thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch có cùng giá trị. Khi $f=30Hz$ hoặc $f=120Hz$ thì điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện có cùng giá trị. Khi $f=f_1$ thì điện áp ở hai đầu đoạn mạch MB lệch pha một góc 135^0 so với điện áp ở hai đầu đoạn mạch AM. Giá trị của f_1 bằng bao nhiêu?

A. 80Hz. B. 120Hz. C. 60Hz. D. 50 Hz.

Lời giải

Ta chọn f nhỏ nhất để chuẩn hóa. Khi $f=30$Hz, chuẩn hóa $Z_L=1$ và đặt $x=Z_C$ cho gọn. Ta có bảng sau

f	U	Z_L	Z_C
60	2	2	$\frac{x}{2}$
90	3	3	$\frac{x}{3}$
30	1	1	x
120	4	4	$\frac{x}{4}$

Khi $f=30$Hz hoặc $f=120$Hz thì điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện có cùng giá trị nên ta có: $\frac{1.x}{\sqrt{R^2+(1-x)^2}}=\frac{4.\frac{4}{x}}{\sqrt{R^2+\left(4-\frac{x}{4}\right)^2}}\Rightarrow 1-x=\frac{x}{4}-4\Rightarrow x=4$

Khi $f=60$Hz hoặc $f=90$Hz thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch có cùng giá trị nên ta có: $\frac{2}{\sqrt{R^2+(2-2)^2}}=\frac{3}{\sqrt{R^2+\left(3-\frac{4}{3}\right)^2}}\Rightarrow R^2=\frac{20}{9}\Rightarrow R=\frac{2\sqrt{5}}{3}$

Điện áp MB lệch 135 độ với điện áp AM nên

$$Z_{C_1}=R=\frac{2\sqrt{5}}{3}\Rightarrow\frac{Z_{C_1}}{Z_{C_{30}}}=\frac{f_{30}}{f_1}=\frac{\frac{2\sqrt{5}}{3}}{4}=\frac{30}{f_1}\Rightarrow f_1=36\sqrt{5}(\text{Hz})$$

Đáp án A.

V. CHUẨN HÓA TRONG TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG

Bài toán này được trình bày rất kĩ trong phần bài tập truyền tải điện năng thuộc chương điện xoay chiều. Dưới đây trình bày ứng dụng của chuẩn hóa trong việc giải bài toán truyền tải điện năng.

Ví dụ 1: Điện năng ở một trạm phát điện được truyền đi dưới điện áp 2kV, hiệu suất trong quá trình truyền tải là $H=$ 80%. Giả sử công suất truyền không đổi, muốn hiệu suất trong quá trình truyền tải tăng đến 95% thì ta phải

A. tăng điện áp lên đến 4kV. B. tăng điện áp lên đến 8kV.

C. giảm điện áp xuống còn 1kV. D. giảm điện xuống còn 0,5kV.

Nhận xét

Trong quá trình tính toán, P_1 bị triệt tiêu nên để cho gọn ta có thể cho nó một giá trị bất kì. Tức là ta có thể "chuẩn hóa" cho nó một giá trị mà không ảnh hưởng đến kết quả tính.
Rõ ràng việc "chuẩn hóa" này không có bản chất giống như "chuẩn hóa" ở phần trên ta xét, nhưng nó giống ở đặc điểm là không ảnh hưởng đến kết quả tính toán. Do đó, ta vẫn gọi nó là "chuẩn hóa".

Nhận xét

Ta có thể thấy rằng, cách giải truyền thống và cách giải chuẩn hóa không khác nhau là bao nhiêu đối với bài toán này. Nhưng có một số ví dụ tiếp theo ta sẽ thấy sự thuận lợi của "chuẩn hóa" trong việc tính toán hơn.

STUDY TIP

Bạn đọc không nên nhớ công thức, hãy nhớ phương pháp và đường đi ra công thức đó! Nhưng nếu bạn tự tin rằng mình có một trí nhớ thật tốt, thì bạn có thể nhớ công thức này.

Lời giải

*** Cách giải truyền thống:**

Lúc đầu $H_1 = 80\%$ nên công suất tiêu thụ bằng 80% công suất truyền: $P_{tt1} = 80\%P_1$ và công suất hao phí bằng 20% công suất truyền $\Delta P_1 = 20\%P_1$.

Lúc sau $H_1 = 95\%$ nên công suất tiêu thụ bằng 95% công suất truyền: $P_{tt2} = 95\%P_2$ và công suất hao phí bằng 5% công suất truyền $\Delta P_2 = 5\%P_2$.

Ta có $\Delta P = I^2R = \dfrac{P^2}{(U\cos\varphi)^2}R$, không đổi nên ΔP tỉ lệ nghịch với U^2.

Khi đó ta có $\dfrac{U_2}{U_1} = \sqrt{\dfrac{\Delta P_1}{\Delta P_2}} \Rightarrow U_2 = U_1\sqrt{\dfrac{\Delta P_1}{\Delta P_2}} = 2\sqrt{\dfrac{0,2P_1}{0,05P_2}} = 4\text{kV}$

*** Cách giải chuẩn hóa:**

Vì công suất truyền không đổi nên $P_1 = P_2$. Chuẩn hóa $P_1 = P_2 = 1$, ta có bảng sau

Công suất truyền	Công suất hao phí	Công suất tiêu thụ
1	20% = 0,2	80% = 0,8
1	5% = 0,05	95% = 0,95

Ta có $\Delta P = I^2R = \dfrac{P^2}{(U\cos\varphi)^2}R$, vì P không đổi nên ΔP tỉ lệ nghịch với U^2. Nên

$$\frac{U_2}{U_1} = \sqrt{\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}} \Rightarrow U_2 = U_1\sqrt{\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}} = 2\sqrt{\frac{0,2P_1}{0,05P_2}} = 4\text{kV}$$

Đáp án A.

Bài toán tổng quát: Ta giả sử hiệu suất truyền lúc đầu là H_1, hiệu suất truyền lúc sau là H_2, công suất truyền không thay đổi là P. Chuẩn hóa $P = 1$, ta có bảng sau:

Công suất truyền	Công suất hao phí	Công suất tiêu thụ
1	$1 - H_1$	H_1
1	$1 - H_2$	H_2

Từ đó ta có: $\dfrac{U_2}{U_1} = \sqrt{\dfrac{\Delta P_1}{\Delta P_2}} \Rightarrow \dfrac{U_2}{U_1} = \sqrt{\dfrac{1-H_1}{1-H_2}}$

Ví dụ 2: Điện năng từ một nhà máy được đưa đến nơi tiêu thụ nhờ các dây dẫn, tại nơi tiêu thụ cần một công suất không đổi, ban đầu hiệu suất tải điện là 90%. Muốn hiệu suất tải điện là 96% cần giảm cường độ dòng điện trên dây tải đi?

A. 40,2%. B. 36,8%. C. 42,2%. D. 38,8%.

Lời giải

Đầu tiên, bạn đọc hãy giải bài này theo cách thông thường (có thể tìm thấy lời giải cho bài toán này ở phần bài tập truyền tải điện năng, chương điện xoay chiều của cuốn sách). Và bạn hãy so sánh với lời giải sử dụng chuẩn hóa sau đây:

Do công suất tại nơi tiêu thụ *không đổi* nên ta chuẩn hóa $P_{tt} = 1$. Ta có

Công suất truyền	Công suất hao phí	Công suất tiêu thụ
1/0,9	1/0,9 – 1	1
1/0,96	1/0,96 – 1	1

Nhận xét

Ta thấy bằng việc chuẩn hóa, ta đã giảm được lượng tính toán đi rất nhiều!

Qua hai ví dụ trên, ta rút ra một kinh nghiệm, đề bài cho công suất tại đâu không đổi thì ta chuẩn hóa nó bằng 1.

Vì công suất hao phí $\Delta P = I^2R$ nên ΔP tỉ lệ thuận với I^2. Từ đó ta có

$$\frac{I_2}{I_1} = \sqrt{\frac{\Delta P_2}{\Delta P_1}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{0,96}-1}{\frac{1}{0,9}-1}} = \sqrt{\frac{3}{8}} \Rightarrow 1-\frac{I_2}{I_1} = 1-\sqrt{\frac{3}{8}} \Rightarrow \frac{I_2-I_1}{I_1} \approx 38,8\%$$

Đáp án D.

Ví dụ 3: Trong quá trình truyền tải điện năng đi xa, ở cuối nguồn không dùng máy hạ thế. Cần phải tăng điện áp của nguồn lên bao nhiêu lần để giảm cống suất hao phí trên đường dây 100 lần nhưng vẫn đảm bảo công suất nơi tiêu thụ nhận được là không đổi biết rằng ban đầu độ giảm điện áp trên đường dây bằng 10% điện áp của tải tiêu thụ

A. 9,1. B. 3,14. C. 10,0. D. 9,78.

Lời giải

Ban đầu $\Delta U_1 = 10\%U_{tt}$ nên $\Delta P_1 = 10\%P_{tt}$. Theo bài ra P_{tt} không đổi nên ta chuẩn hóa $P_{tt} = 1$, ta có

P	ΔP	Ptt
1 + 0,1 = 1,1	0,1	1
1 + 0,001 = 1,001	0,1/100 = 0,001	1

Ta có nên $\Delta P = \frac{P^2}{(U\cos\varphi)^2}R$ nên ΔP tỉ lệ thuận với $\frac{P^2}{U^2}$.

Nên $\sqrt{\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}} = \frac{\frac{P_1}{U_1}}{\frac{P_2}{U_2}} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \sqrt{\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}}.\frac{P_2}{P_1}$. Thay số ta được $\frac{U_2}{U_1} = \sqrt{100}\frac{1,001}{1,1} = 9,1$

Đáp án A.

Công thức tổng quát: Giả sử ban đầu độ giảm điện áp là $\Delta U_1 = aU_{tt}$ và công suất hao phí giảm $\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = x$ lần, công suất tiêu thụ không đổi. Chuẩn hóa $P_{tt} = 1$, ta có

P	ΔP	P_{tt}
$1+a$	a	1
$1+\frac{a}{x}$	$\frac{a}{x}$	1

Ta có: $\frac{U_2}{U_1} = \sqrt{\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}}.\frac{P_2}{P_1} = \sqrt{x}.\frac{1+\frac{a}{x}}{1+a} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{x+a}{\sqrt{x}+a\sqrt{x}}$

Ví dụ 4: Điện năng được truyền từ nơi phát đến một khu dân cư bằng đường dây một pha với hiệu suất truyền tải là 80%. Coi hao phí điện năng chỉ do tỏa nhiệt trên đường dây và không vượt quá 25%. Nếu công suất sử dụng điện của khu dân cư này tăng 10% và giữ nguyên điện áp ở nơi phát thì hiệu suất truyền tải điện năng trên chính đường dây đó.

A. 77,2%. B. 89,2%. C. 92,8%. D. 85,8%.

Lời giải

Công suất hao phí $\Delta P = \frac{P^2}{(U\cos\varphi)^2}R$ nên khi U không đổi thì công suất hao phí ΔP tỉ lệ thuận với công suất truyền đi P^2.

Giả sử công suất truyền lúc sau gấp n lần công suất truyền ban đầu.

Cách 1: Chuẩn hóa $P_1 = 1$

Công suất truyền	Công suất hao phí	Công suất tiêu thụ
1	0,2	0, 8
n	$0,2n^2$	1,1.0,8 = 0,88

Hiệu suất lúc sau là $H_2 = \frac{P_{tt2}}{P_2} = \frac{0,88}{n}$

Ta có $n = 0,2n^2 + 0,88 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} n \approx 3,86 \Rightarrow H_2 \approx 22,8\ \% \\ n \approx 1,14 \Rightarrow H_2 \approx 77,2\ \% \end{array}\right.$

Vì công suất hao phí không vượt quá 25% nên $H_2 = 77,2\%$.

Cách 2: Chuẩn hóa $P_{tt1} = 1$

Công suất truyền	Công suất hao phí	Công suất tiêu thụ
1/0,8 = 1,25	1,25 – 1 = 0,25	1
1,25n	0,25n2	1,1

Hiệu suất lúc sau là $H_2 = \frac{P_{tt2}}{P_2} = \frac{1,1}{1,25n} = \frac{0,88}{n}$

Ta có phương trình $1,25n = 0,25n^2 + 1,1 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} n \approx 3,86 \Rightarrow H2 \approx 22,8\ \% \\ n \approx 1,14 \Rightarrow H_2 \approx 77,2\ \% \end{array}\right.$

Vì công suất hao phí không vượt quá 25% nên $H_2 \approx 77,2\%$.

Cách 3: Chuẩn hóa $\Delta P_1 = 1$

Công suất truyền	Công suất hao phí	Công suất tiêu thụ
1/0,2 = 5	1	5 – 1 = 4
5n	n^2	1,1.4 = 4,4

Hiệu suất lúc sau là $H_2 = \frac{P_{tt2}}{P_2} = \frac{4,4}{5n} = \frac{0,88}{n}$

Ta có phương trình $5n = n^2 + 4,4 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} n \approx 3,86 \Rightarrow H2 \approx 22,8\ \% \\ n \approx 1,14 \Rightarrow H_2 \approx 77,2\ \% \end{array}\right.$

Vì công suất hao phí không vượt quá 25% nên $H_2 = 77,2\%$.

Đáp án A.

Ví dụ 5: Người ta truyền tải điện năng đến một nơi tiêu thụ bằng đường dây một pha có điện trở R. Nếu điện áp hiệu dụng đưa lên hai đầu đường dây là $U = \sqrt{14}kV$ thì hiệu suất truyền tải điện năng là 72%. Để hiệu suất truyền tải tăng đến 90% mà công suất truyền đến nơi tiêu thụ vẫn không thay đổi thì điện áp hiệu dụng đưa lên hai đầu đường dây bằng bao nhiêu?

A. 10,02 kV. B. 5,86 kV. C. 5,6 kV. D. 1,31 kV.

Lời giải

Ta có $\Delta P = \frac{P^2}{(U\cos\varphi)^2} R$ nên ΔP tỉ lệ thuận với $\frac{P^2}{U^2}$. Nên $\frac{U_2}{U_1} = \sqrt{\frac{\Delta P_1}{\Delta P}} \frac{P_2}{P_1}$

Do công suất truyền đến nơi tiêu thụ không đổi nên ta chuẩn hóa $P_{tt} = 1$, ta có

Công suất truyền	Công suất hao phí	Công suất tiêu thụ
1/0,72 = 25/18	25/18 – 1 = 7/18	1
1/0,9 = 10/9	10/9 – 1 = 1/9	1

Từ đó ta có $\frac{U_2}{U_1}=\sqrt{\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}}.\frac{P_2}{P_1}\Rightarrow\frac{U_2}{U_1}=\sqrt{\frac{\frac{7}{18}.\frac{10}{9}}{\frac{1}{9}.\frac{25}{18}}}=\frac{2\sqrt{14}}{5}\Rightarrow U_2=U_1\frac{2\sqrt{14}}{5}=5,6\,\text{kV}$

Đáp án C.

Ví dụ 6: Bằng đường dây truyền tải một pha, điện năng từ một nhà máy phát điện nhỏ được đưa đến một khu tái định cư. Các kỹ sư tính toán được rằng: nếu tăng điện áp truyền đi từ U lên $2U$ thì số hộ dân được nhà máy cung cấp đủ điện năng tăng từ 36 lên 144. Biết rằng chỉ có hao phí trên đường dây là đáng kể; các hộ dân tiêu thụ điện năng như nhau. Điện áp truyền đi là $3U$, nhà máy này cung cấp đủ điện năng cho

A. 164 hộ dân. B. 324 hộ dân. C. 252 hộ dân. D. 180 hộ dân.

Lời giải

Vì công suất tiêu thụ của các hộ dân là như nhau nên ta chuẩn hóa công suất tiêu thụ của một hộ dân là 1. Ta có bảng sau

Điện áp truyền	Công suất truyền	Công suất hao phí	Công suất tiêu thụ
U	P	ΔP	36
$2U$	P	$\Delta P/4$	144
$3U$	P	$\Delta P/9$	x

Giải thích bảng: Khi công suất P truyền đi không đổi thì ΔP tỉ lệ nghịch với U^2. Khi đó ta có - Ban đầu điện áp truyền là U thì công suất hao phí là ΔP và công suất tiêu thụ của khu dân cư là $36.1 = 36$.

- Khi điện áp truyền là $2U$, tức là tăng lên 2 lần thì công suất hao phí giảm 4 lần, tức là bằng $\Delta P/4$. Công suất tiêu thụ của khu dân cư là $144.1 = 144$
- Khi điện áp truyền là $3U$, tức là tăng lên 3 lần thì công suất hao phí giảm 9 lần, tức là bằng $\Delta P/9$. Công suất tiêu thụ của khu dân cư là $x.1 = x$ trong đó x là số hộ tiêu thụ lúc này.

Ta có hệ phương trình $\begin{cases}P-\Delta P=36\\P-\frac{\Delta P}{4}=144\\P-\frac{\Delta P}{9}=x\end{cases}$

Giải hai phương trình đầu bằng máy tính, ta tính được $P=180,\Delta P=144$.

Thay vào phương trình thứ 3 tính được $x=164$.

Đáp án A.

Ví dụ 7: Điện năng từ một trạm phát điện được đưa đến một khu tái định cư bằng đường dây truyền tải một pha. Cho biết, nếu điện áp tại đầu truyền đi tăng từ U lên $2U$ thì số hộ dân được trạm cung cấp đủ điện năng tăng từ 120 lên 144. Cho rằng chỉ tính đến hao phí trên đường dây, công suất tiêu thụ điện của các hộ hân đều như nhau, công suất của trạm phát không đổi và hệ số công suất trong các trường hợp đều bằng nhau. Nếu điện áp truyền đi là $4U$ thì trạm phát này cùng cấp đủ điện năng cho

A. 192 hộ dân. B. 504 hộ dân. C. 168 hộ dân. D. 150 hộ dân.

Lời giải

Vì công suất tiêu thụ của các hộ dân là như nhau nên ta chuẩn hóa công suất tiêu thụ của một hộ dân là 1. Ta có bảng sau

Điện áp truyền	Công suất truyền	Công suất hao phí	Công suất tiêu thụ
U	P	ΔP	120
$2U$	P	$\Delta P/4$	144
$4U$	P	$\Delta P/16$	x

Ta có hệ phương trình: $\begin{cases} P-\Delta P=120 \\ P-\dfrac{\Delta P}{4}=144 \\ P-\dfrac{\Delta P}{16}=x \end{cases}$

Giải hai phương trình đầu bằng máy tính, ta tính được $P=152, \Delta P=32$.

Thay vào phương trình thứ 3 tính được $x=150$.

Đáp án D.

Ví dụ 8: Trong quá trình truyền tải điện năng đi xa, ở cuối nguồn không dùng máy hạ thế. Cần phải tăng điện áp của nguồn lên bao nhiêu lần để giảm công suất hao phí trên đường dây 100 lần nhưng vẫn đảm bảo công suất nơi tiêu thụ nhận được là không đổi biết rằng ban đầu công suất hao phí trên đường dây bằng 20% công suất của trạm phát điện

A. 10. B. 9. C. 8,02. D. 8

Lời giải

Vì công suất tại nơi tiêu thụ không đổi nên chuẩn hóa công suất tại nơi tiêu thụ $P_u=1$. Ban đầu: $\Delta P_1=0,2P_1 \Rightarrow P_{u1}=0,8P_1 \Rightarrow P_1=\dfrac{1}{0,8}=1,25$.

Ta có bảng sau:

Công suất truyền P	Công suất hao phí ΔP	Công suất nơi tiêu thụ P_u
1/0,8 = 1,25	1,25 – 1 = 0,25	1
0,0025 + 1 = 1,0025	0,25/100 = 0,0025	1

Ta có $\Delta P=\dfrac{P^2}{(U\cos\varphi)^2}R$ nên ΔP tỉ lệ thuận với $\dfrac{P^2}{U^2}$. Nên ta có

$$\sqrt{\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}}=\frac{\dfrac{P_1}{U_1}}{\dfrac{P_2}{U_2}} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1}=\sqrt{\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}}.\frac{P_2}{P_1}.$$

Thay số ta được $\dfrac{U_2}{U_1}=\sqrt{100}.\dfrac{1,0025}{1,25}=8,02$.

Đáp án A.

VI. CHUẨN HÓA TRONG BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU MỘT PHA

Trong máy hát điện xoay chiều một pha thì cần chú ý là suất điện động hiệu dụng của máy tỉ lệ thuận với ω, vì $E=\dfrac{\omega NBS}{\sqrt{2}}(\text{V})$.

Khi nối hai cực của máy phát điện xoay chiều một pha vào đoạn mạch nào đó thì E chính là hiệu điện thế hiệu dụng U của đoạn mạch đó.

Ví dụ 1: Nối hai cực của một máy phát điện xoay chiều một pha vào hai đầu đoạn mạch AB gồm điện trở thuần R mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần. Bỏ qua điện trở các cuộn dây của máy phát. Khi roto của máy quay đều với tốc độ n vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là 1 A. Khi roto của máy quay đều với tốc độ $3n$ vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là $\sqrt{3}$ A. Nếu roto của máy quay đều với tốc độ $2n$ vòng/phút thì cảm kháng của đoạn mạch AB là

A. $\frac{R}{\sqrt{3}}$. B. $R\sqrt{3}$. C. $\frac{2R}{\sqrt{3}}$. D. $2R\sqrt{3}$.

Lời giải

Cách giải thông thường:

Khi roto của máy quay đều với tốc độ n vòng/phút thì ta có $I_1 = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} = 1$

Khi roto của máy quay đều với tốc độ $3n$ vòng/phút thì ta có $I_2 = \frac{3U}{\sqrt{R^2 + (3Z_L)^2}} = \sqrt{3}$

Từ đó ta có

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{3U}{\sqrt{R^2 + (3Z_L)^2}}}{\frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}} \Leftrightarrow \frac{\sqrt{3}}{1} = 3\sqrt{\frac{R^2 + Z_L^2}{R^2 + 9Z_L^2}} \Leftrightarrow R^2 + 9Z_L^2 = 3R^2 + 3Z_L^2 \Leftrightarrow Z_L = \frac{R}{\sqrt{3}} \ (*)$$

Khi roto của máy quay đều với tốc độ $2n$ vòng/ phút thì ta có cảm kháng là $Z_{L_2} = 2Z_L = 2\frac{R}{\sqrt{3}}$.

Nhận xét: Nếu ban đầu ta chuẩn hóa $R = 1$ thì ta sẽ tính được $Z_L = \frac{1}{\sqrt{3}}$ và suy ra được: $Z_{L_2} = 2Z_L = 2\frac{1}{\sqrt{3}} = 2\frac{1}{\sqrt{3}}.1 = 2\frac{1}{\sqrt{3}}.R = 2\frac{R}{\sqrt{3}}$

Hoặc nếu ta chuẩn hóa $Z_L = 1$ thì ta có

Tốc độ của roto	U	Z_L
n	U	1
$3n$	$3U$	3
$2n$	$2U$	2

Khi $n_1 = n$ và $n_2 = 3n$ thì $I_2 = \sqrt{3}.I_1 \Leftrightarrow \frac{3U}{\sqrt{R^2 + 3^2}} = \sqrt{3}.\frac{U}{\sqrt{R^2 + 1^2}} \Leftrightarrow R = \sqrt{3}$

Khi $n_3 = 2n$ thì $Z_{L_3} = 2 \Rightarrow \frac{Z_{L_3}}{R} = \frac{2}{\sqrt{3}} \Rightarrow Z_{L_3} = \frac{2}{\sqrt{3}}R$

Đáp án C.

Ví dụ 2: Một máy phát điện xoay chiều một pha có điện trở trong không đáng kể. Nối hai cực của máy phát điện với cuộn dây có điện trở thuần R, hệ số tự cảm L. Khi roto quay đều với tốc độ n vòng/s thì cường độ dòng điện hiệu dụng trên đoạn mạch là 1 (A). Khi roto quay đều với tốc độ $2n$ vòng/s thì cường độ

dòng điện hiệu dụng trên đoạn mạch là $2\sqrt{0,4}$ (A). Khi roto quay đều với tốc độ 3n vòng/s thì cường độ dòng điện hiệu dụng qua cuộn dây là bao nhiêu

A. $\frac{3\sqrt{2}}{5}$(A). B. $\frac{3\sqrt{5}}{5}$(A). C. $\frac{3\sqrt{3}}{5}$(A). D. $\frac{2\sqrt{3}}{5}$(A).

Lời giải

Cách giải thông thường:

Khi $n_1 = n$ và $n_2 = 2n$ thì $\frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{2U}{\sqrt{R^2+(2Z_L)^2}}}{\frac{U}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}} \Leftrightarrow \frac{2\sqrt{0,4}}{1} = 2\sqrt{\frac{R^2+Z_L^2}{R^2+4Z_L^2}}$ $(*)$

Khi $n_3 = 3n$ thì ta có: $\frac{I_3}{I_1} = \frac{\frac{3U}{\sqrt{R^2+(3Z_L)^2}}}{\frac{U}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}} \Leftrightarrow \frac{I_3}{1} = 3\sqrt{\frac{R^2+Z_L^2}{R^2+9Z_L^2}} \Leftrightarrow I_3 = 3\sqrt{\frac{R^2+Z_L^2}{R^2+9Z_L^2}}$

Rõ ràng, để tính được I_3 thì ta cần tính được R và Z_L. Thế nhưng, dữ kiện bài toán chỉ cho ta một phương trình đồng bậc $(*)$ chứa hai ẩn R và Z_L. Do đó, để tính được thì ta sẽ từ $(*)$ rút một ẩn theo một ẩn còn lại, chẳng hạn rút R theo Z_L, sau đó thay vào I_3 tính sẽ thấy triệt tiêu mất Z_L đi và thu được kết quả bài toán. Tức là Z_L không ảnh hưởng đến quá trình tính toán. Vậy ta sẽ chuẩn hóa cho nó. Thay $Z_L = 1$ vào $(*)$ sẽ tính được $R = 1$. Sau đó thay vào I_3 ta tính được

$$I_3 = 3\sqrt{\frac{1+1}{1+9}} = \frac{3\sqrt{5}}{5}$$

Ta có thể trình bày gọn như sau: Khi tốc độ quay của roto là n thì ta chuẩn hóa $Z_{L_1} = 1$ ta có

Tốc độ của roto	U	Z_L
n	U	1
$2n$	$2U$	2
$3n$	$3U$	3

Khi $n_1 = n$ và $n_2 = 2n$ thì $I_2 = 2\sqrt{0,4}.I_1 \Leftrightarrow \frac{2}{\sqrt{R^2+2^2}} = 2\sqrt{0,4}.\frac{1}{\sqrt{R^2+1^2}} \Leftrightarrow R = 1$

Khi $n_3 = 3n$ thì $\frac{I_3}{I_1} = \frac{3}{\sqrt{1^2+3^2}}.\frac{\sqrt{1^2+1^2}}{1} = 0,6\sqrt{5} \Rightarrow I_3 = 0,6\sqrt{5}I_1 = \frac{3\sqrt{5}}{5}$

Đáp án B.

Ví dụ 3: Nối hai cực của một máy phát điện xoay chiều một pha vào hai đoạn mạch gồm điện trở thuần R mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C. Bỏ qua điện trở các cuộn dây của máy phát. Khi roto của máy quay đều với tốc độ n vòng/giây thì cường độ dòng điện hệu dụng trong đoạn mạch là I. Khi roto quay với tốc độ $2n$ vòng/phút thì cường độ là $\frac{8}{\sqrt{7}}I$. Khi roto của máy quay đều với tốc độ $3n$ vòng/s thì cường độ dòng điện hiệu dụng qua tụ bằng bao nhiêu?

A. I. B. $2\sqrt{3}I$. C. $3I$. D. $3\sqrt{3}I$.

Lời giải

Cường độ dòng điện trong mạch $I=\dfrac{U}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}$

Chú ý các đại lượng tỉ lệ thuận với nhau $n\sim f\sim\dfrac{1}{Z_C}\sim U$.

Khi tốc độ quay của roto là n thì ta chuẩn hóa $Z_{C_1}=1$ ta có

Tốc độ của roto	U	Z_C
n	U	1
$2n$	$2U$	1/2
$3n$	$3U$	1/3

Khi $n_1=n$ và $n_2=2n$ thì $I_2=\dfrac{8}{\sqrt{7}}.I_1\Leftrightarrow\dfrac{2}{\sqrt{R^2+\left(\frac{1}{2}\right)^2}}=\dfrac{8}{\sqrt{7}}.\dfrac{1}{\sqrt{R^2+1^2}}\Leftrightarrow R=\dfrac{1}{\sqrt{3}}$

Khi $n_3=3n$ thì $\dfrac{I_3}{I_1}=\dfrac{3}{\sqrt{\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2+\left(\frac{1}{3}\right)^2}}.\dfrac{\sqrt{\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2+1^2}}{1}=3\sqrt{3}$

Đáp án D.

Ví dụ 4: Nối hai cực máy phát điện xoay chiều một pha chỉ có R và cuộn dây thuần cảm. Bỏ qua điện trở các dây nối. Khi roto quay với tốc độ n vòng/phút thì cường độ dòng điện qua máy bằng I. Khi roto quay với tốc độ $2n$ vòng/phút thì cường độ bằng $I\sqrt{2}$. Khi roto quay với tốc độ $3n$ vòng/phút thì hệ số công suất của mạch bằng bao nhiêu?

A. $\dfrac{1}{2}$. B. $\dfrac{\sqrt{22}}{11}$. C. $\dfrac{\sqrt{3}}{2}$. D. $\dfrac{2}{11}$.

Lời giải

Cường độ dòng điện trong mạch $I=\dfrac{U}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}$.

Cần chú ý các đại lượng tỉ lệ thuận với nhau $n\sim f\sim Z_L\sim U$.

Khi tốc độ quay của roto là n thì ta chuẩn hóa $Z_{L_1}=1$ ta có

Tốc độ của roto	U	Z_L
n	U	1
$2n$	$2U$	2
$3n$	$3U$	3

Khi $n_1=n$ và $n_2=2n$ thì $I_2=\sqrt{2}.I_1\Leftrightarrow\dfrac{2}{\sqrt{R^2+2^2}}=\sqrt{2}.\dfrac{1}{\sqrt{R^2+1^2}}\Leftrightarrow R=\sqrt{2}$

Khi $n_3=3n$ thì $\cos\varphi=\dfrac{R}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}=\dfrac{\sqrt{2}}{\sqrt{\left(\sqrt{2}\right)^2+3^2}}=\dfrac{\sqrt{22}}{11}$.

Đáp án B.

VII. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG VÀ NÂNG CAO CÓ ĐÁP ÁN

Dưới đây tác giả xin trích dẫn một số bài toán của tác giả Nguyễn Đình Yên, bạn đọc tham khảo.

Ví dụ 1: Cho mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm. Các giá trị của điện trở R, độ tự cảm L và điện dung C thỏa điều kiện $4L = C.R^2$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều ổn định, tần số của dòng điện thay đổi được. Khi tần số $f_1 = 60$ Hz thì hệ số công suất của mạch điện là k_1. Khi tần số $f_2 = 120$ Hz thì hệ số công suất của mạch điện là $k_2 = \frac{5}{4}k_1$. Khi tần số $f_3 = 240$ Hz thì hệ số công suất của mạch là k_3. Giá trị của k_3 gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 0,45. B. 0,60. C. 0,75. D. 0,90.

Lời giải

Ta có bảng chuẩn hóa sau

f	Z_L	Z_C
f_1	1	a
$f_2 = 2f_1$	2	$a/2$
$f_3 = 4f_1$	4	$a/4$

Vì $4L = C.R^2$ nên $R^2 = 4Z_L.Z_C = 4a$.

Hệ số công suất của mạch $\cos\varphi = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$.

Ta có $k_2 = \frac{5}{4}k_1 \Rightarrow \dfrac{1}{\sqrt{4a + \left(2 - \frac{a}{2}\right)^2}} = \frac{5}{4}.\dfrac{1}{\sqrt{4a + (1-a)^2}} \Rightarrow \dfrac{1}{\sqrt{\left(2 + \frac{a}{2}\right)^2}} = \frac{5}{4}.\dfrac{1}{\sqrt{(1+a)^2}}$

$$\Rightarrow \frac{1}{2 + \frac{a}{2}} = \frac{5}{4}.\frac{1}{1+a} \Rightarrow a = 4 \Rightarrow R = \sqrt{4a} = 4 \Rightarrow k_3 = \frac{4}{\sqrt{4^2 + (4-1)^2}} = 0{,}8$$

Đáp án C.

Ví dụ 2: Đặt điện áp $u = U_0.\cos(\omega t)$ V (trong đó U tỉ lệ với ω) vào hai đầu đoạn mạch gồm RLC mắc nối tiếp. Khi tần số góc là ω_1 và $\omega_2 = 2\omega_1$ thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch tương ứng là $\frac{5}{2}.I_1 = I_2 = \frac{15}{2}$ A. Khi tần số góc là $\omega_3 = 1{,}5\omega_1$ thì $I_3 = \frac{18}{25}I_2$. Khi tần số góc là $\omega_4 = \frac{\omega_2}{\sqrt{2}}$ thì cường độ hiệu dụng trong mạch là I_4. Giá trị của I_4 gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 1,2. B. 3,5. C. 4,7. D. 5,6.

Lời giải

Ta có bảng chuẩn hóa sau đây:

ω	U	Z_L	Z_C
ω_1	1	1	x
$\omega_2 = 2\omega_1$	2	2	$x/2$
$\omega_3 = 1{,}5\omega_1$	1,5	1,5	$2x/3$
$\omega_4 = \omega_2/\sqrt{2} = \sqrt{2}\omega_1$	$\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$	$x/\sqrt{2}$

Cường độ dòng điện hiệu dụng $I=\dfrac{U}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}$.

$$\frac{5}{2}I_1=I_2\Rightarrow\frac{5}{2}.\frac{1}{\sqrt{R^2+\left(1-x\right)^2}}=\frac{2}{\sqrt{R^2+\left(2-\frac{x}{2}\right)^2}}\Rightarrow 9R^2=-84+18x+\frac{39}{4}x^2\left(1\right)$$

$$I_3=\frac{18}{25}I_2\Rightarrow\frac{1,5}{\sqrt{R^2+\left(1,5-\frac{2x}{3}\right)^2}}=\frac{18}{25}.\frac{2}{\sqrt{R^2+\left(2-\frac{x}{2}\right)^2}}\Rightarrow 49R^2=-1204+98x+\frac{399}{4}x^2\left(2\right)$$

Từ $\left(1\right)$ và $\left(2\right)$ ta có $x^2=16\Rightarrow x=4$. Thay vào $\left(1\right)$ ta được $R^2=16$.

Ta có $\dfrac{I_4}{I_2}=\dfrac{\sqrt{2}}{\sqrt{16+\left(\sqrt{2}-2\sqrt{2}\right)^2}}.\dfrac{\sqrt{16+\left(2-2\right)^2}}{2}=\dfrac{2}{3}\Rightarrow I_4=\dfrac{2}{3}.I_2=\dfrac{2}{3}.\dfrac{15}{2}=5\left(\text{A}\right)$

Đáp án C.

Ví dụ 3: Đặt điện áp $u=U_0.\cos\left(\omega t\right)\text{V}$ (trong đó U tỉ lệ với ω) vào hai đầu đoạn mạch gồm RLC mắc nối tiếp. Khi tần số góc là ω_1 và $\omega_2=3\omega_1,\omega_3=\dfrac{\omega_1}{\sqrt{2}}$ thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch tương ứng là $I_1=2\text{A},I_2=\dfrac{54}{11}\text{A},I_3=\dfrac{6}{5}\text{A}$. Khi tần số góc là $\omega_4=2\omega_1$ thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 3. B. 4. C. 5. D. 6.

Lời giải

Ta có bảng chuẩn hóa sau đây

ω	U	Z_L	Z_C
ω_1	1	1	x
$\omega_2=3\omega_1$	3	3	$x/3$
$\omega_3=\omega_1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$\sqrt{2}x$
$\omega_4=2\omega_1$	2	2	$x/2$

Cường độ dòng điện hiệu dụng $I=\dfrac{U}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}$.

$$\frac{54}{11}I_1=I_2.2\Rightarrow\frac{54}{11}.\frac{1}{\sqrt{R^2+\left(1-x\right)^2}}=2.\frac{3}{\sqrt{R^2+\left(3-\frac{x}{3}\right)^2}}\Rightarrow 5R^2=76+10x-14x^2\left(1\right)$$

$$I_1.\frac{6}{5}=I_2.2\Rightarrow\frac{6}{5}.\frac{1}{\sqrt{R^2+\left(1-x\right)^2}}=2.\frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{R^2+\left(\frac{1}{\sqrt{2}}-\sqrt{2}x\right)^2}}\Rightarrow 7R^2=-16+14x+11x^2\left(2\right)$$

Từ $\left(1\right)$ và $\left(2\right)$ ta có $x^2=4\Rightarrow x=2$. Thay vào $\left(1\right)$ ta được $R^2=8$.

Ta có $\dfrac{I_4}{I_1}=\dfrac{2}{\sqrt{8+\left(2-1\right)^2}}.\dfrac{\sqrt{8+\left(1-2\right)^2}}{2}=2\Rightarrow I_4=2.I_1=4\left(\text{A}\right)$.

Đáp án B.

Ví dụ 4: Đặt điện áp $u=U_0.\cos(\omega t)$ V (trong đó U tỉ lệ với ω) vào hai đầu đoạn mạch gồm RLC mắc nối tiếp. Khi tần số góc là ω_1 và $\omega_2=3\omega_1$, $\omega_3=\frac{\omega_1}{\sqrt{2}}$ thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch tương ứng là $I_1=2\text{A}, I_2=\frac{54}{11}\text{A}, I_3=\frac{6}{5}\text{A}$. Khi tần số góc là $\omega_4=2\omega_1$ thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 3. B. 4. C. 5. D. 6.

Lời giải

Cường độ dòng điện hiệu dụng $I=\frac{U}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}$. Nhớ rằng ω tỉ lệ thuận với U và tỉ lệ nghịch với Z_C.

ω	U	Z_C
ω_1	1	1
$\omega_2=3\omega_1$	3	1/3
$\omega_3=\omega_1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$

$$I_2=4I_1\Rightarrow\frac{3}{\sqrt{R^2+\left(\frac{1}{3}\right)^2}}=4.\frac{1}{\sqrt{R^2+1^2}}\Rightarrow R^2=\frac{65}{63}\Rightarrow R=\sqrt{\frac{65}{63}}$$

$$\frac{I_3}{I_1}=\frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{\frac{65}{63}+\left(\sqrt{2}\right)^2}}.\frac{\sqrt{\frac{65}{63}+1}}{1}=\sqrt{\frac{64}{191}}\Rightarrow I_3=I_1.\sqrt{\frac{64}{191}}=\sqrt{191}.\sqrt{\frac{64}{191}}=8(\text{A})$$

Đáp án C.

Ví dụ 5: Cho mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm. Các giá trị điện trở R, độ tự cảm L và điện dung C thỏa điều kiện $L=kCR^2$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều ổn định, có tần số của dòng điện thay đổi được. Khi tần số góc của dòng điện là ω_1 hoặc $\omega_2=4\omega_1$ thì mạch điện có cùng hệ số công suất là 0,8. Giá trị của k là:

A. 4. B. 0,25. C. 2. D. 0,5.

Lời giải

Ta có bảng chuẩn hóa

ω	Z_L	Z_C
ω_1	1	x
$\omega_2=4\omega_1$	4	$x/4$

Theo bài ra $L=kCR^2\Rightarrow R^2=\frac{Z_L.Z_C}{k}=\frac{x}{k}$. Hệ số công suất: $\cos\varphi=\frac{R}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}$

Ta có $\cos\varphi_1=\cos\varphi_2\Rightarrow\frac{R}{\sqrt{R^2+(1-x)^2}}=\frac{R}{\sqrt{R^2+\left(4-\frac{x}{4}\right)^2}}\Rightarrow 1-x=\frac{x}{4}-4\Rightarrow x=4$.

Mặt khác, $\cos\varphi_1=\frac{R}{\sqrt{R^2+(1-4)^2}}=0,8\Rightarrow R^2=16=\frac{4}{k}\Rightarrow k=0,25$.

Đáp án B.

Ví dụ 6: Đặt điện áp $u=U\sqrt{2}\cos(2\pi f)$ V (f thay đổi được, U tỉ lệ thuận với f) vào hai đầu đoạn mạch AB gồm đoạn mạch AM mắc nối tiếp với đoạn mạch MB. Đoạn mạch AM gồm điện trở thuần R mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C, đoạn mạch MB chỉ có cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Biết $2L>R^2C$. Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $f=60$ Hz có giá trị bằng $2\sqrt{2}$ lần khi $f=30$Hz. Khi $f=30$ Hz hoặc $f=120$ Hz thì điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện có cùng giá trị. Khi $f=f_1$ thì điện áp ở hai đầu đoạn mạch MB lệch pha một góc 120^0 so với điện áp ở hai đầu đoạn mạch AM. Giá trị của f_1 gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 55. B. 60. C. 65. D. 70.

Lời giải

Ta có bảng chuẩn hóa

f	U	Z_L	Z_C
30	1	1	x
60	2	2	$x/2$
120	4	4	$x/4$

Khi $f=30$ Hz hoặc $f=120$ Hz thì điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện có cùng giá trị nên $\dfrac{1x}{\sqrt{R^2+(1-x)^2}}=\dfrac{4.\dfrac{x}{4}}{\sqrt{R^2+\left(4-\dfrac{x}{4}\right)^2}}\Rightarrow 1-x=\dfrac{x}{4}-4\Rightarrow x=4$

Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $f=60$Hz có giá trị bằng $2\sqrt{2}$ lần khi $f=30$ Hz nên $\dfrac{2}{\sqrt{R^2+(2-2)^2}}=2\sqrt{2}\dfrac{1}{\sqrt{R^2+(1-4)^2}}\Rightarrow R=3$

Điện áp MB lệch 120^0 với điện áp AM nên

$$Z_C=\tan 30^0.R=\sqrt{3}\Rightarrow\frac{\sqrt{3}}{4}=\frac{30}{f_1}\Rightarrow f_1=40\sqrt{3}\text{ Hz}.$$

Đáp án D.

Ví dụ 7: Cho mạch điện xoay chiều gồm RLC mắc nối tiếp. Khi tần số là f_1 và $4f_1$ thì hệ số công suất trong mạch như nhau và bằng 80% hệ số công suất cực đại mà mạch có thể đạt được. Khi $f=3f_1$ thì hệ số công suất gần giá trị nào nhất sau đây?

A. $\dfrac{9}{13}$. B. $\dfrac{10}{13}$. C. $\dfrac{11}{13}$. D. $\dfrac{12}{13}$.

Lời giải

Ta có bảng chuẩn hóa sau

f	Z_L	Z_C
f_1	1	x
$f_2=4f_1$	4	$x/4$
$f_3=3f_1$	3	$x/3$

Ta có $\cos\varphi_1=\cos\varphi_2\Rightarrow\dfrac{R}{\sqrt{R^2+(1-x)^2}}=\dfrac{R}{\sqrt{R^2+\left(4-\dfrac{x}{4}\right)^2}}\Rightarrow 1-x=\dfrac{x}{4}-4\Rightarrow x=4$

Mặt khác $\cos\varphi_1=80\%(\cos\varphi)_{\max}=0,8\Rightarrow\dfrac{R}{\sqrt{R^2+(1-4)^2}}=0,8\Rightarrow R=4$.

Từ đó tính được: $\cos\varphi_3 = \dfrac{4}{\sqrt{4^2+(3-4/3)^2}} = \dfrac{12}{13}$.

Đáp án D.

Ví dụ 8: Cho mạch điện xoay chiều **RLC** mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm. Biết rằng $3CR^2 = 2L$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện xoay chiều ổn định, mạch có cùng hệ số công suất với hai giá trị của tần số góc $\omega_1 = 50\pi$ (rad/s) và $\omega_2 = 100\pi$ (rad/s). Hệ số công suất này bằng bao nhiêu?

A. 0,832. B. 0,866. C. 0,732. D. 0,756.

Lời giải

Ta có bảng chuẩn hóa sau

ω	Z_L	Z_C
ω_1	1	x
$\omega_2 = 2\omega_1$	2	$x/2$

Hệ số công suất của mạch $\cos\varphi = \dfrac{R}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}$.

Theo bài ra, ta có $3CR^2 = 2L \Rightarrow R^2 = \dfrac{2}{3}Z_L.Z_C = \dfrac{2}{3}x$. Mặt khác,

$$\cos\varphi_1 = \cos\varphi_2 \Rightarrow \frac{R}{\sqrt{R^2+(1-x)^2}} = \frac{R}{\sqrt{R^2+(2-x/2)^2}} \Rightarrow 1-x = \frac{x}{2}-2 \Rightarrow x = 2 \Rightarrow R = \sqrt{\frac{4}{3}}$$

Do đó $\cos\varphi_1 = \dfrac{\sqrt{\frac{4}{3}}}{\sqrt{\frac{4}{3}+(1-2)^2}} = \dfrac{2}{\sqrt{7}}$.

Đáp án D.

Ví dụ 9: Đặt điện áp $u = U\sqrt{2}\cos 2\pi f\,(\mathrm{V})$ (f thay đổi) vào hai đầu đoạn mạch AB mắc nối tiếp theo đúng thứ tự gồm điện trở R, cuộn cảm thuần L có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C, với $L = R^2C$. Khi $f = f_0$ thì $U_{C_{\max}}$ và khi $f = f_0 + 50\sqrt{2}$ Hz thì $U_{L\max}$. Tìm f_0.

A. 50 Hz. B. $50\sqrt{2}$ Hz. C. 75 Hz. D. $25\sqrt{5}$ Hz.

Lời giải

Ta có $\dfrac{f_L}{f_C} = \dfrac{1}{1-\dfrac{R^2C}{2L}}$. Kết hợp với $L = R^2C$ ta suy ra $\dfrac{L}{C} = R^2 = 1 \Rightarrow \dfrac{f_L}{f_C} = \dfrac{1}{1-\frac{1}{2}} = 2$.

Từ đó ta có : $\dfrac{f_0+50\sqrt{2}}{f_0} = 2 \Rightarrow f_0 = 50\sqrt{2}$ Hz.

Đáp án B.

VIII. LỜI KẾT VỀ PHƯƠNG PHÁP CHUẨN HÓA

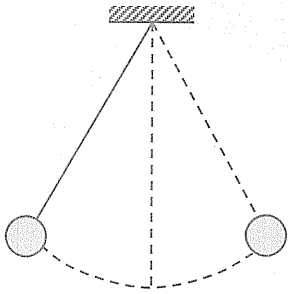
Phương pháp chuẩn hóa thực chất chỉ là một kĩ thuật tính toán. Nó giúp ta tính nhanh hơn trong một số bài toán điển hình đã được trình bày ở các phần trên. Chúng ta không nên thấy cái lợi tính nhanh của nó mà áp đặt tư duy chuẩn hóa vào mỗi bài tập.

Không phương pháp nào là vạn năng, ta cần vận dụng linh hoạt các phương pháp để làm được bài tập trong đề thi một cách nhanh nhất và chính xác nhất!

CHƯƠNG 1. DAO ĐỘNG CƠ

A. LÍ THUYẾT

I. DAO ĐỘNG



Dao động của con lắc đơn

Dao động là chuyển động qua lại quanh một vị trí cân bằng của vật.

Quả lắc của đồng hồ treo tường đung đưa sang trái, sang phải quanh một vị trí cân bằng (là vị trí thấp nhất của quả lắc) nên ta nói quả lắc đồng hồ đang *dao động*.

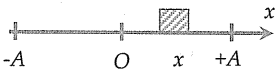
Trên mặt hồ gợn sóng, mẩu gỗ nhỏ bồng bềnh, nhấp nhô tại vị trí của nó trên mặt hồ. Ta nói mẩu gỗ nhỏ đang *dao động*.

II. DAO ĐỘNG TUẦN HOÀN

Dao động tuần hoàn là dao động mà trạng thái chuyển động của vật được lặp lại như cũ sau những khoảng thời gian bằng nhau xác định.

Ví dụ: Xét một con lắc đơn trong môi trường chân không. Ta kéo con lắc ra khỏi vị trí cân bằng của nó sao cho dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $\alpha > 10°$ nào đó rồi thả nhẹ. Ta sẽ quan sát thấy con lắc chuyển động qua lại quanh vị trí cân bằng (vị trí thấp nhất của con lắc) của nó mãi. Và sau khi thả, ta thấy cứ sau một khoảng thời gian bằng nhau và bằng T nào đó, con lắc lại trở lại vị trí ban đầu. Ta nói con lắc đang *dao động tuần hoàn*.

III. DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA



Vật dao động điều hòa xung quanh vị trí O

Chú ý

Dao động điều hòa là một trường hợp riêng của dao động tuần hoàn, dao động tuần hoàn có thể không điều hòa.

1. Định nghĩa

Xét một vật dao động trên trục Ox xung quanh vị trí cân bằng của vật tại O. Trong quá trình vật chuyển động, vị trí của vật được xác định bởi tọa độ x gọi là li độ.

Dao động điều hòa là dao động mà li độ của vật là một hàm côsin (hay sin) của thời gian nhân với một hằng số.

2. Phương trình dao động

Một vật dao động điều hòa thì có phương trình dao động là

$$x = A\cos(\omega t + \varphi).$$

3. Các đại lượng đặc trưng của dao động điều hòa

- x là **li độ của vật** (li độ là tọa độ x của vật trên trục tọa độ Ox). Đơn vị chuẩn là mét (m), thường dùng là centimet (cm).
- A là **biên độ**, là **giá trị cực đại** của li độ x ứng với lúc $\cos(\omega t + \varphi) = 1$. Biên độ luôn dương, và có đơn vị của li độ.
- $(\omega t + \varphi)$ được gọi là **pha** của dao động tại thời điểm t. Pha chính là đối số của hàm côsin và là một góc. Đơn vị là độ hoặc rad.
- φ là **pha ban đầu** của dao động, tức là *pha* dao động tại thời điểm $t = 0$.
- ω gọi là **tần số góc của dao động**. Là tốc độ biến đổi của góc pha, có đơn vị là rad/s hoặc độ/s.
- **Chu kì T** là thời gian mà vật thực hiện được một dao động toàn phần.

STUDY TIP

Độ lớn của li độ $|x|$ là khoảng cách từ vật đến vị trí cân bằng.

$$T=\frac{2\pi}{\omega}.$$ Chu kì có đơn vị là giây (s)

- **Tần số f** là số dao động vật thực hiện được trong một đơn vị thời gian.

Đơn vị là Héc (Hz) hay $\frac{1}{s}$.

$$f=\frac{\text{Số dao động thực hiện được trong khoảng thời gian } t}{\text{Thời gian } t \text{ thực hiện số dao động đó}}=\frac{1}{T}$$

Ví dụ: Một vật dao động điều hòa, người ta thấy trong 10s vật thực hiện được 20 dao động. Khi đó:

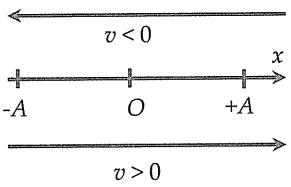
- Tần số f của vật: $f=\frac{20}{10}=2(\text{Hz})$.

- Chu kì dao động: $T=\frac{10}{20}=0,5(\text{S})$.

4. Phương trình vận tốc

Vận tốc bằng đạo hàm của li độ theo thời gian.

$$\begin{aligned} v=x'&=-\omega A\sin(\omega t+\varphi)\\ &=\omega A\sin(\omega t+\varphi+\pi)\\ &=\omega A\cos\left(\omega t+\varphi+\pi-\frac{\pi}{2}\right)\\ &=\omega A\cos\left(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}\right)\end{aligned}$$



Nhận xét

Vận tốc mang dấu dương (+) khi vật chuyển động theo chiều dương của trục tọa độ *Ox*. Vận tốc mang dấu âm (-) khi vật chuyển động theo chiều âm của trục tọa độ *Ox*.

Nhận xét:

- Vận tốc biến đổi điều hòa, và cùng tần số góc (cùng chu kì, tần số) với li độ của vật.
- Vận tốc có chiều là chiều chuyển động của vật.

- Xét độ lệch pha giữa vận tốc và li độ, tức xét hiệu số pha giữa pha của vận tốc và pha của li độ:

$$\Delta\varphi_{vx}=\varphi_v-\varphi_x=\left(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}\right)-(\omega t+\varphi)=\frac{\pi}{2}>0$$

Từ đó ta có $\varphi_v>\varphi_x$ và $\varphi_v=\varphi_x+\frac{\pi}{2}$ nên ta nói rằng: vận tốc *sớm pha* hơn li độ và sớm pha hơn một góc là $\frac{\pi}{2}$.

Ngược lại, nếu ta xét độ lệch pha giữa li độ và vận tốc, thì ta có

$$\Delta\varphi_{xv}=-\frac{\pi}{2}<0$$

hay $\varphi_x<\varphi_v$ và $\varphi_x=\varphi_v-\frac{\pi}{2}$ nên ta nói rằng: li độ *trễ pha* so với vận tốc một góc bằng $\frac{\pi}{2}$.

Ngoài ra, nếu không xét đến đại lượng nào sớm hay trễ hơn so với đại lượng còn lại, thì ta nói *x vuông pha* với *v* hoặc *v vuông pha* với *x*.

STUDY TIP

Chú ý rằng theo Toán học, ta có: $-1\le\cos\left(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}\right)\le 1$ nên do đó:

$$-\omega A\le v\le\omega A.$$

Vận tốc cực đại

Ta có $v=\omega A$ khi $\cos\left(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}\right)=1\Leftrightarrow\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}=k2\pi\Leftrightarrow\omega t+\varphi=-\frac{\pi}{2}+k2\pi,$ $k\in\mathbb{Z}$ (khi đó $x=0,\ v>0$, tức là khi vật đang đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương) nên vận tốc cực đại của vật là $v_{max}=\omega A$ khi vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương.

Vận tốc cực tiểu

Ta có $v=-\omega A$ khi

$$\cos\left(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}\right)=-1\Leftrightarrow\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}=\pi+k2\pi\Leftrightarrow\omega t+\varphi=+\frac{\pi}{2}+k2\pi,\ k\in\mathbb{Z}$$

(khi đó $x=0,\ v<0$, tức là khi vật đang đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm) nên vận tốc cực tiểu của vật là $v_{min}=-\omega A$ khi vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm.

Chú ý

Chúng ta cần phân biệt giữa vận tốc và tốc độ. Tốc độ là độ lớn của vận tốc, là $|v|$. Do đó:

$0\le|v|\le\omega A$

Nhận xét:

+ Tốc độ cực đại bằng ωA khi:

$$\left|\cos\left(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}\right)\right|=1\Leftrightarrow\sin\left(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}\right)=0$$

$$\Leftrightarrow\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}=k\pi\Leftrightarrow\omega t+\varphi=-\frac{\pi}{2}+k\pi,\ k\in\mathbb{Z}\ \Leftrightarrow x=0$$

Khi đó, vật đi qua vị trí cân bằng (không kể chiều).

+ Tốc độ cực tiểu bằng 0, khi:

$$\left|\cos\left(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}\right)\right|=0\Leftrightarrow\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}=\frac{\pi}{2}+k\pi\Leftrightarrow\omega t+\varphi=k\pi,\ k\in\mathbb{Z}$$

$$\Leftrightarrow x=\pm A$$

Khi đó, vật ở một trong hai vị trí biên.

5. Phương trình gia tốc

Gia tốc a của vật dao động điều hòa bằng đạo hàm của vận tốc theo thời gian, hay là đạo hàm hạng 2 của li độ x theo thời gian.

$$a=v'(t)=x''(t)=-\omega^2A\cos(\omega t+\varphi)=\omega^2A\cos(\omega t+\varphi+\pi)=-\omega^2x.$$

Nhận xét:

- Gia tốc biến đổi điều hòa cùng tần số góc (cùng chu kì, tần số) với vận tốc và li độ của vật.
- Gia tốc có chiều ngược với chiều chuyển động của vật $a=-\omega^2x$ và luôn có chiều hướng về vị trí cân bằng.

Xét độ lệch pha giữa gia tốc và vận tốc, gia tốc và li độ ta thấy:

- Gia tốc sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với vận tốc, hay vận tốc trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với gia tốc.
- Gia tốc sớm pha π so với li độ, hay nói cách khác, gia tốc ngược pha so với li độ.

Gia tốc cực đại

Khi $x=-A$ (vật ở biên âm) thì $a=\omega^2A$ nên gia tốc cực đại là $a_{max}=\omega^2A.$

Gia tốc cực tiểu

Khi $x=+A$ (vật ở biên dương) thì $a=-\omega^2A$ nên gia tốc cực tiểu là $a_{min}=-\omega^2A.$

Nhận xét

Vì $-A\le x\le A$ nên ta có:

$-\omega^2A\le a\le\omega^2A.$

IV. CÁC PHƯƠNG TRÌNH ĐỘC LẬP THỜI GIAN

Phương trình độc lập thời gian là phương trình liên hệ giữa các đại lượng như li độ x, vận tốc v và gia tốc a mà *không phụ thuộc vào thời gian t*.

1. Phương trình độc lập thời gian giữa v và x

Ta có

$$\begin{cases} x = A\cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$$

Mặt khác, trong toán học, ta luôn có $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$ nên

$$\begin{cases} \cos(\omega t + \varphi) = \dfrac{x}{A} \\ \sin(\omega t + \varphi) = -\dfrac{v}{\omega A} \end{cases} \Rightarrow \left(\frac{x}{A}\right)^2 + \left(-\frac{v}{\omega A}\right)^2 = \cos^2(\omega t + \varphi) + \sin^2(\omega t + \varphi) = 1$$

Suy ra:

$$\boxed{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = A^2}$$

Nhận xét:

- Phương trình trên cho phép ta tính được một trong bốn đại lượng x, v, A, ω khi biết ba đại lượng còn lại.
- Nếu A và ω cho trước thì đồ thị (v,x) là đường Elip

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{v^2}{(\omega A)^2} = 1$$

- Nhận thấy rằng vì x và v vuông pha nên ta có thể sử dụng được đẳng thức lượng giác: $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

STUDY TIP

Tổng quát lên, với hai đại lượng biến thiên điều hòa m và n vuông pha với nhau thì ta luôn có:

$$\boxed{\left(\frac{m}{m_{max}}\right)^2 + \left(\frac{n}{n_{max}}\right)^2 = 1}$$

2. Phương trình độc lập thời gian giữa a và v

Vì gia tốc a và vận tốc v vuông pha với nhau, nên ta có

$$\left(\frac{a}{\omega^2 A}\right)^2 + \left(\frac{v}{\omega A}\right)^2 = 1 \Leftrightarrow \boxed{\frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2} = A^2}$$

Nhận xét:

- Phương trình độc lập thời gian giữa a và v cho phép ta tính được một trong bốn đại lượng a, v, ω, A khi biết ba đại lượng còn lại.
- Nếu A và ω cho trước thì đồ thị (v,a) là đường Elip

$$\frac{a^2}{\omega^4 A^2} + \frac{v^2}{\omega^2 A^2} = 1$$

Chú ý

Ngoài cách sử dụng tính chất vuông pha để suy ra biểu thức trên, ta có thể làm cách sau: thay $x = \dfrac{-a}{\omega^2}$ vào phương trình độc lập thời gian giữa x và v ta được

$$\left(\frac{a}{\omega^2 A}\right)^2 + \left(\frac{v}{\omega A}\right)^2 = 1$$
$$\Leftrightarrow \frac{a^2}{\omega^4 A^2} + \frac{v^2}{\omega^2 A^2} = 1$$

3. Phương trình độc lập thời gian giữa x và a

Phương trình độc lập thời gian giữa x và a là

$$\boxed{a = -\omega^2 x.}$$

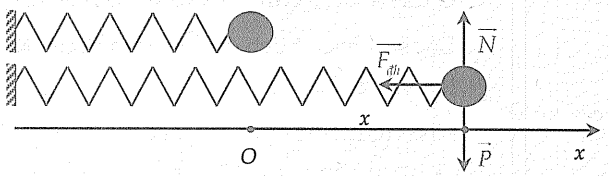
V. CON LẮC LÒ XO

Con lắc lò xo gồm một lò xo có độ cứng k, khối lượng không đáng kể, một đầu gắn cố định, đầu kia gắn với vật nặng khối lượng m được đặt theo phương ngang hoặc treo thẳng đứng.

1. Con lắc lò xo nằm ngang

Xét chuyển động của vật nặng trong con lắc lò xo nằm ngang. Vật chuyển động trên một mặt phẳng ngang không có ma sát.

Chọn gốc tọa độ O tại vị trí lò xo không biến dạng. Chiều Ox hướng từ trái sang phải.



Khi vật ở vị trí có li độ x thì các lực tác dụng lên vật gồm:

- Trọng lực $\vec{P}$.
- Phản lực $\vec{N}$ do mặt phẳng tác dụng lên vật.
- Lực đàn hồi của lò xo $\vec{F}_{đh}$.

Xét các giá trị đại số của các vectơ trên trục Ox. Ta có:

- Trọng lực $\vec{P}$ có phương vuông góc với Ox nên giá trị đại số trên trục Ox bằng 0.
- Phản lực $\vec{N}$ do mặt phẳng tác dụng lên vật cũng có phương vuông góc với Ox nên giá trị đại số trên trục Ox bằng 0.
- Lực đàn hồi của lò xo $\vec{F}_{đh}$ có giá trị đại số là $F_{đh} = -k.\Delta l = -kx$. (Dấu trừ biểu thị lực đàn hồi luôn có chiều ngược với chiều biến dạng của lò xo)

Chú ý

$\Delta l = l - l_0$ là **độ biến dạng đại số** của lò xo:
- $\Delta l > 0$ thì lò xo dãn
- $\Delta l < 0$ thì lò xo nén
- $\Delta l = x$ thì con lắc lò xo nằm ngang

Bây giờ, theo định luật II Newton thì tổng tất cả các lực tác dụng lên vật sẽ bằng $m\vec{a}$, nhưng theo phương Ox thì trọng lực bằng không, phản lực bằng không, gia tốc $\vec{a}$ có giá trị đại số là $a = x''$ nên ta có

$$F_{đh} = ma \Leftrightarrow -kx = mx'' \Leftrightarrow x'' + \frac{k}{m}x = 0$$

Nhận xét

$x'' + \omega^2 x = 0$ là phương trình vi phân. Chúng ta sẽ học trong Toán cao cấp trên bậc Đại học. Ở đây, ta chỉ cần biết nó giải được và có nghiệm như bên.

Đặt $\omega^2 = \frac{k}{m}$, khi đó phương trình có dạng:

$$x'' + \omega^2 x = 0$$

có nghiệm là $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. (Nếu không tin đó là nghiệm, thì bạn đọc có thể thay ngược trở lại phương trình để kiểm chứng).

Kết luận:

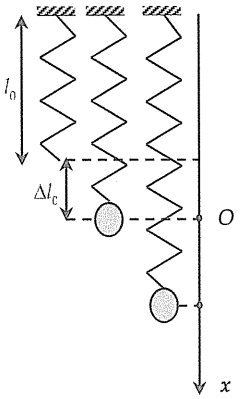
+ Con lắc lò xo nằm ngang ta đang xét dao động điều hòa, với tần số góc:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

+ Chu kì và tần số dao động lần lượt là:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

2. Con lắc lò xo thẳng đứng



Vật chịu tác dụng của các lực:
- Trọng lực $\vec{P}$.
- Lực đàn hồi của lò xo $\overrightarrow{F_{đh}}$.

Xét chuyển động của vật nặng trong con lắc lò xo đặt thẳng đứng. Bỏ qua lực cản của không khí.

Chọn gốc tọa độ O tại vị trí cân bằng của vật. Chiều dương Ox hướng từ trên xuống dưới.

Ban đầu, khi chưa kích thích cho vật dao động thì vật cân bằng, nên $\vec{P}+\overrightarrow{F_{đh}}=0$, do đó độ lớn $P=F_{đh}$, tức là

$$mg=k\Delta l_0.$$

Ở đây k là độ cứng của lò xo, Δl_0 là độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng.

Lúc sau, kích thích cho vật dao động. Khi vật ở vị trí có li độ x thì các lực tác dụng lên vật gồm:

- Trọng lực $\vec{P}$.
- Lực đàn hồi của lò xo $\overrightarrow{F_{đh}}$.

Theo định luật II Newton ta có (dạng véc-tơ): $\vec{P}+\overrightarrow{F_{đh}}=m\vec{a}$

Viết dưới dạng đại số, ta có:

$$mg-k\Delta l=mx''$$

Trong đó $\Delta l=\Delta l_0+x$ là độ dãn đại số của lò xo, k là độ cứng của lò xo. Khi đó ta có:

$$mg-k\left(\Delta l_0+x\right)=mx''\Leftrightarrow mx''+kx=\left(mg-k\Delta l_0\right)=0\Leftrightarrow x''+\frac{k}{m}x=0$$

Đặt $\omega^2=\frac{k}{m}$, khi đó phương trình có dạng

$$x''+\omega^2x=0.$$

Phương trình này giống như phương trình thu được ở con lắc lò xo nằm ngang nên phương trình này cũng có nghiệm là

$$x=A\cos\left(\omega t+\varphi\right).$$

Kết luận:

+ Con lắc lò xo thẳng đứng cũng dao động điều hòa, với tần số góc:

$$\boxed{\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}}$$

+ Chu kì và tần số dao động lần lượt là:

$$\boxed{T=\frac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}\qquad\boxed{f=\frac{1}{T}=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}}$$

3. Năng lượng của con lắc lò xo

Xét con lắc lò xo dao động với phương trình $x=A\cos\left(\omega t+\varphi\right)$.

Chọn gốc tọa độ tại vị trí cân bằng của con lắc.

Vận tốc của con lắc là $v=-\omega A\sin\left(\omega t+\varphi\right)$.

3.1. Động năng

Động năng của vật dao động điều hòa được xác định bởi

$$W_d=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}m\left[-\omega A\sin\left(\omega t+\varphi\right)\right]^2=\frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2\left(\omega t+\varphi\right)$$

Vì $0\le\sin^2\left(\omega t+\varphi\right)\le1$ nên $0\le W_d\le\frac{1}{2}m\omega^2A^2$. Do đó:

STUDY TIPS

- $W_{d\max}=\frac{1}{2}m\omega^2A^2$ khi $x=0$
- $W_{d\min}=0$ khi $x=\pm A$

- $W_{d\max}=\frac{1}{2}m\omega^2A^2$ khi $\sin^2(\omega t+\varphi)=1\Leftrightarrow\cos^2(\omega t+\varphi)=0$

$\Rightarrow x=0$ tức là khi vật ở vị trí cân bằng.

- $W_{d\max}=0$ khi $\sin^2(\omega t+\varphi)=0\Rightarrow\omega t+\varphi=k\pi,\ k\in\mathbb{Z}$

$\Rightarrow x=\pm A$ tức là khi vật ở một trong hai vị trí biên.

Ngoài ra, khi sử dụng công thức hạ bậc, ta có

$$W_d=\frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t+\varphi)=\frac{1}{4}m\omega^2A^2\left[1-\cos2(2\omega t+2\varphi)\right]$$

Do đó, động năng biến thiên tuần hoàn với tần số góc $\omega'=2\omega$.

3.2. Thế năng

Thế năng của con lắc bao gồm thế năng đàn hồi và thế năng trọng trường.

Chọn mốc tính thế năng đàn hồi và mốc tính thế năng trọng trường tại vị trí cân bằng của con lắc, thì:

- Trong trường hợp con lắc lò xo nằm ngang, thế năng của con lắc chỉ có thế năng đàn hồi là $W_t=\frac{1}{2}kx^2$ (thế năng trọng trường bằng 0).
- Trong trường hợp con lắc lò xo thẳng đứng, thế năng của con lắc bao gồm thế năng trọng trường và thế năng đàn hồi, tổng lại vẫn bằng $W_t=\frac{1}{2}kx^2$ (ta hoàn toàn có thể chứng minh điều này).

Như vậy, thế năng của con lắc lò xo trong cả 2 trường hợp đều được xác định bởi

$$W_t=\frac{1}{2}kx^2=\frac{1}{2}k\left[A\cos(\omega t+\varphi)\right]^2=\frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t+\varphi)$$

Vì $0\le\cos^2(\omega t+\varphi)\le1$ nên $0\le W_d\le\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}m\omega^2A^2$. Do đó:

- $W_{t\max}=\frac{1}{2}m\omega^2A^2$ khi $\cos^2(\omega t+\varphi)=1\Leftrightarrow\sin^2(\omega t+\varphi)=0\Rightarrow x=\pm A$ tức là khi **vật ở một trong hai vị trí biên**
- $W_{t\min}=0$ khi $\cos^2(\omega t+\varphi)=0\Rightarrow x=0$ tức là khi **vật ở vị trí cân bằng.**

Ngoài ra, sử dụng công thức hạ bậc, ta có

$$W_t=\frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t+\varphi)=\frac{1}{4}kA^2\left[1+\cos2(2\omega t+2\varphi)\right]$$

Do đó, thế năng biến thiên tuần hoàn với tần số góc $\omega'=2\omega$.

3.3. Cơ năng

Cơ năng của con lắc lò xo là tổng của động năng và thế năng

$$W=W_d+W_t=\frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t+\varphi)+\frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t+\varphi)$$
$$=\frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t+\varphi)+\frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2(\omega t+\varphi)$$
$$=\frac{1}{2}m\omega^2A^2\left[\sin^2(\omega t+\varphi)+\cos^2(\omega t+\varphi)\right]=\frac{1}{2}m\omega^2A^2=\frac{1}{2}kA^2$$

Nhận xét:

- Cơ năng của vật luôn luôn không đổi và tỉ lệ với bình phương biên độ.
- Cơ năng của vật bằng động năng của vật khi vật ở vị trí cân bằng.
- Cơ năng của vật bằng thế năng của vật khi vật ở một trong hai vị trí biên
- Cơ năng của vật bằng động năng cực đại và cũng bằng thế năng cực đại của vật.

Chú ý

Trong chương trình Vật lí phổ thông, nếu đề bài không nói gì về mốc thế năng, thì ta hiểu là ta đã chọn mốc thế năng đàn hồi và mốc thế năng trọng trường tại vị trí cân bằng của con lắc. Do đó, thế năng của con lắc trong trường hợp con lắc lò xo nằm ngang cũng như thẳng đứng đều là

$W_t=\frac{1}{2}kx^2$.

STUDY TIPS

- $W_{t\max}=\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}m\omega^2A^2$ khi $x=\pm A$
- $W_{t\min}=0$ khi $x=0$
- Động năng và thế năng biến thiên tuần hoàn với tần số góc gấp 2 lần tần số góc của vật

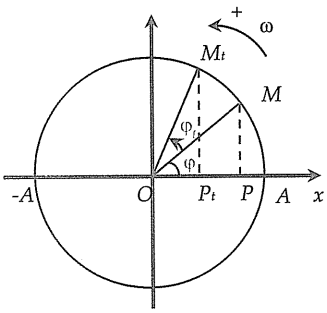
$\omega'=2\omega$

VI. TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

1. Mối quan hệ giữa chuyển động tròn đều và dao động điều hòa

Một chất điểm chuyển động tròn đều với tốc độ góc ω thì hình chiếu của nó trên đường kính dao động điều hòa với tần số góc ω.

Xét một chất điểm M chuyển động tròn đều trên một đường tròn lượng giác có bán kính là A.



Lưu ý: Quy ước chiều chuyển động của M là chiều ngược chiều kim đồng hồ.

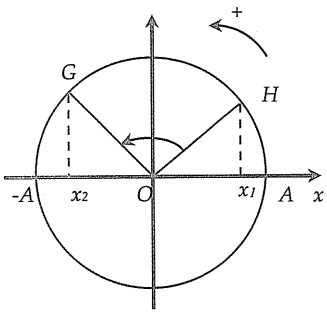
Điểm M chuyển động với tốc độ góc (tốc độ quay của $\overrightarrow{OM}$ trên đường tròn) là ω (rad/s).

- Tại thời điểm ban đầu $t = 0$, $\overrightarrow{OM}$ hợp với Ox một góc φ.
- Tại thời điểm t bất kì, góc tạo bởi $\overrightarrow{OM_t}$ và Ox là $\omega t + \varphi$.

Hình chiếu của điểm M_t trên trục Ox là điểm P_t với

$$\overline{OP_t} = x_{P_t} = A\cos(\omega t + \varphi).$$

Từ đây, ta có nhận xét sau:



- Điểm P dao động điều hòa.
- Thời gian để M quay hết một vòng (2π) là $\dfrac{2\pi}{\omega}$, khi đó P dao động được một chu kì T hay P thực hiện được một dao động toàn phần.
- Giả sử ở thời điểm t_1, điểm P có li độ là x_1, ứng với điểm H trên đường tròn; thời điểm t_2, điểm P có li độ là x_2, ứng với điểm G trên đường tròn thì: thời gian P đi từ x_1 đến x_2 bằng thời gian M chuyển động tròn đều từ H đến G.

Nhận xét trên này rất quan trọng giúp ta có thể giải bài toán tính thời gian trong dao động điều hòa một cách dễ dàng.

2. Tổng hợp dao động bằng phương pháp véc tơ quay

Xét hai dao động điều hòa cùng phương cùng tần số

$$\begin{cases} x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1) \\ x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2) \end{cases}$$

Khi đó phương trình dao động tổng hợp là

$$x = x_1 + x_2$$

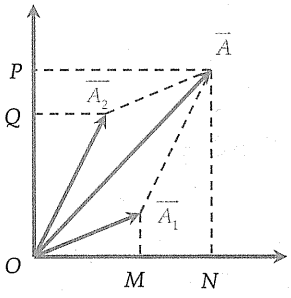
Để tổng hợp, ta có thể làm một trong các cách sau đây:

Cách 1: Nếu hai vật có cùng biên độ dao động, $A_1 = A_2 = A$ thì ta sẽ tổng hợp bằng cách sử dụng công thức cộng lượng giác $\cos a + \cos b = 2\cos\dfrac{a-b}{2}\cos\dfrac{a+b}{2}$

$$\begin{aligned} x = x_1 + x_2 &= A\left[\cos(\omega t + \varphi_1) + \cos(\omega t + \varphi_2)\right] \\ &= 2A\cos\left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}\right)\cos\left(\omega t + \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2}\right) \end{aligned}$$

Cách 2: Nếu hai vật biên độ khác nhau nhau, ta dùng phương pháp véc tơ quay như sau:

- Vẽ các véctơ $\overrightarrow{A_1}, \overrightarrow{A_2}$ tỉ lệ với các độ lớn của biên độ A_1, A_2. Tại thời điểm ban đầu $t = 0$, các véctơ này hợp với Ox các góc lần lượt φ_1 và φ_2.



- Vẽ véc tơ $\overrightarrow{A}=\overrightarrow{A_1}+\overrightarrow{A_2}$ thì tại thời điểm ban đầu véctơ tổng hợp tạo với trục tọa độ một góc đúng bằng pha ban đầu của dao động tổng hợp φ.

- Cho các véctơ $\overrightarrow{A_1},\overrightarrow{A_2}$ quay đều với tốc độ góc ω theo chiều dương quy ước (chiều ngược chiều kim đồng hồ). Khi đó véctơ $\overrightarrow{A}$ có độ lớn không đổi và quay theo với tốc độ góc đúng bằng ω.

Từ hình vẽ, ta có biên độ của dao động tổng hợp là

$$A^2=A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos\Delta\varphi$$

Pha ban đầu φ xác định bởi

$$\tan\varphi=\frac{AN}{ON}=\frac{PQ+QO}{OM+MN}=\frac{A_1\sin\varphi_1+A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1+A_2\cos\varphi_2}$$

Sau khi xác định biên độ A và pha ban đầu φ thì ta sẽ có phương trình của dao động tổng hợp

$$x=A\cos\left(\omega t+\varphi\right).$$

Nhận xét: Ngoài cách tổng hợp dao động bằng phương pháp đại số như trên, ta còn một phương pháp nữa để tổng hợp dao động, đó là phương pháp số phức (sẽ được trình bày trong phần bài tập).

VII. CON LẮC ĐƠN

1. Cấu tạo

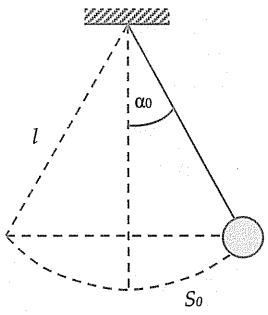
- Con lắc đơn gồm sợi dây nhẹ không dãn có chiều dài l, đầu trên được treo cố định đầu dưới được gắn với vật nặng có khối lượng m.
- Vật m có kích thước không đáng kể so với chiều dài của sợi dây, còn sợi dây có khối lượng không đáng kể so với khối lượng của vật nặng m.

Chú ý

Con lắc đơn chỉ được coi là dao động điều hòa nếu có biên độ góc $\alpha_0\le 10^\circ$ hay $\alpha_0\le 0{,}1745$ rad.

2. Thí nghiệm

Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng góc $\alpha_0\left(\alpha_0\le 10^\circ\right)$ rồi buông tay không vận tốc đầu, trong môi trường không có ma sát (mọi lực cản không đáng kể) thì con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc α_0.



3. Phương trình dao động của con lắc đơn

Con lắc đơn dao động điều hòa với phương trình li độ dài hoặc li độ góc

$$\left[\begin{array}{l}s=S_0\cos\left(\omega t+\varphi\right)\\ \alpha=\alpha_0\cos\left(\omega t+\varphi\right)\end{array}\right.$$

Với $s=l\alpha$. Trong đó

- l chiều dài dây treo (m)
- s là li độ dài (cm, m, ...).
- S_0 là biên độ dài (cm, m, ...)
- α là li độ góc (rad).
- α_0 là biên độ góc (rad).
- $\omega=\sqrt{\frac{g}{l}}$ (rad/s) (g là gia tốc trọng trường m/s^2, l là chiều dài dây treo (m)).
- $T=\frac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (s) là chu kì của con lắc đơn.

- $f=\dfrac{\omega}{2\pi}=\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{l}}$ (Hz) là tần số của con lắc đơn.

4. Phương trình vận tốc trong dao động điều hòa của con lắc đơn

Tương tự như trong dao động điều hòa, vận tốc của con lắc đơn

$$v=s'=-\omega S_0\sin\left(\omega t+\varphi\right).$$

Các nhận xét tương tự như nhận xét đối với vận tốc trong dao động điều hòa.

5. Phương trình gia tốc trong dao động điều hòa của con lắc đơn

$$a=v'=s''=-\omega^2 S_0\cos\left(\omega t+\varphi\right)=-\omega^2 s$$

Các nhận xét tương tự như nhận xét đối với gia tốc trong dao động điều hòa.

6. Các phương trình độc lập thời gian

Ta có các phương trình độc lập thời gian giống như phần dao động điều hòa đã trình bày. Ở đây li độ dài s giống với x.

$$\begin{cases}S_0^2=s^2+\dfrac{v^2}{\omega^2}=\dfrac{a^2}{\omega^4}+\dfrac{v^2}{\omega^2}\\ a=-\omega^2 s\end{cases}\xrightarrow{s=\alpha l}\begin{cases}\alpha_0^2=\alpha^2+\dfrac{v^2}{l^2\omega^2}=\dfrac{a^2}{l^2\omega^4}+\dfrac{v^2}{l^2\omega^2}\\ \dfrac{a}{l}=-\omega^2\alpha\end{cases}$$

7. Năng lượng của con lắc đơn

- Động năng: Động năng của con lắc đơn là động năng của vật (coi là chất điểm):

$$W_d=\frac{1}{2}mv^2$$

- Thế năng: Thế năng của con lắc đơn là thế năng trọng trường của vật. Nếu chọn mốc tính thế năng là vị trí cân bằng thì thế năng của con lắc đơn ở li độ góc α là

$$W_t=mgl\left(1-\cos\alpha\right)$$

- Cơ năng: Nếu bỏ qua mọi ma sát thì cơ năng của con lắc đơn được bảo toàn

$$W=W_d+W_t=\frac{1}{2}mv^2+mgl\left(1-\cos\alpha\right)=\text{const}$$

VIII. CÁC LOẠI DAO ĐỘNG

1. Dao động tự do

> Dao động tự do là dao động mà chu kì của hệ chỉ phụ thuộc vào đặc tính bên trong của hệ mà không phụ thuộc vào các yếu tố bên ngoài.

Ví dụ:

- Con lắc lò xo dao động với chu kì $T=2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$ chỉ phụ thuộc vào đặc tính riêng của hệ là m và k.

- Con lắc đơn có chu kì $T=2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$ chỉ phụ thuộc vào đặc tính riêng của hệ là l và g.

STUDY TIP
- Dao động tắt dần càng nhanh khi ma sát càng lớn.
- Khi ma sát nhỏ, dao động tắt dần có thể coi gần đúng là tuần hoàn với tần số góc bằng tần số góc của dao động điều hòa khi không có ma sát.

2. Dao động tắt dần

> Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

- Nguyên nhân: Do ma sát, lực cản (độ nhớt) của môi trường gây ra.
- Ứng dụng: Sử dụng trong các thiết bị đóng cửa tự động, giảm xóc ô tô,...

3. Dao động duy trì

Dao động duy trì là dao động tắt dần được cung cấp năng lượng đúng bằng phần năng lượng bị tiêu hao do ma sát sau mỗi chu kì, hay nói cách khác, dao động được duy trì bằng cách giữ cho biên độ không đổi mà không làm thay đổi chu kì dao động riêng gọi là dao động duy trì.

- Ứng dụng: Chế tạo đồng hồ quả lắc.

4. Dao động cưỡng bức. Sự cộng hưởng

4.1. Định nghĩa

Dao động cưỡng bức là dao động của một vật chịu sự tác dụng của ngoại lực cưỡng bức biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

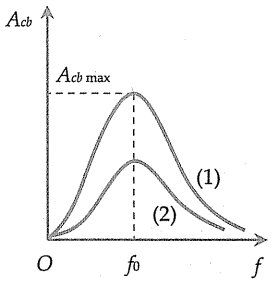
$$F = F_0\cos\left(\Omega t + \varphi\right).$$

4.2. Đặc điểm

Khác với dao động tắt dần, dao động cưỡng bức có các đặc điểm sau đây:

- Biên độ của dao động cưỡng bức không đổi.
- Tần số của dao động cưỡng bức bằng tần số của lực cưỡng bức

$$f = f_F = \frac{\Omega}{2\pi}.$$



Đường (1) ứng với ma sát nhỏ hơn so với đường (2)

Trong đó f là tần số của dao động cưỡng bức, f_F là tần số của lực cưỡng bức.

- Biên độ của dao động cưỡng bức A_{cb} phụ thuộc vào:

+ Biên độ của lực cưỡng bức F_0.

+ Độ chênh lệch giữa tần số của lực cưỡng bức và tần số riêng (f_0) của hệ $\left|f - f_0\right|$.

Độ chênh lệch này càng nhỏ thì biên độ của dao động cưỡng bức càng lớn.

+ Lực cản môi trường. Lực cản môi trường càng lớn thì biên độ của dao động cưỡng bức càng nhỏ và ngược lại.

4.3. Hiện tượng cộng hưởng

Hiện tượng cộng hưởng là hiện tượng biên độ dao động cưỡng bức tăng đến giá trị cực đại khi tần số f_F của lực cưỡng bức bằng tần số dao động riêng của hệ f_0.

$$f_F = f_0.$$

5. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một vật dao động tắt dần có các đại lượng giảm liên tục theo thời gian là:

A. biên độ và gia tốc. B. li độ và tốc độ.

C. biên độ và năng lượng. D. biên độ và tốc độ.

Lời giải

Theo định nghĩa về dao động tắt dần thì biên độ và năng lượng giảm liên tục theo thời gian.

Đáp án C.

Ví dụ 2: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về dao động cơ học?

A. Hiện tượng cộng hưởng (sự cộng hưởng) xảy ra khi tần số của ngoại lực điều hoà bằng tần số dao động riêng của hệ.

B. Biên độ dao động cưỡng bức của một hệ cơ học khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng (sự cộng hưởng) không phụ thuộc vào lực cản của môi trường.

C. Tần số dao động cưỡng bức của một hệ cơ học bằng tần số của ngoại lực điều hoà tác dụng lên hệ ấy.

D. Tần số dao động tự do của một hệ cơ học là tần số dao động riêng của hệ ấy.

Lời giải

A. Đúng. Khi tần số của ngoại lực điều hoà bằng tần số dao động riêng của hệ thì hiện tượng cộng hưởng xảy ra

B. Sai. Biên độ dao động cưỡng bức của một hệ cơ học khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng (sự cộng hưởng) phụ thuộc vào lực cản của môi trường.

C. Đúng. Trong dao động cưỡng bức thì tần số dao động cưỡng bức của một hệ cơ học bằng tần số của ngoại lực điều hoà tác dụng lên hệ ấy.

D. Đúng. Trong dao động tự do thì tần số của dao động tự do chính là tần số riêng của hệ đó.

Đáp án B.

Ví dụ 3: Khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng cơ thì vật tiếp tục dao động:

A. với tần số bằng tần số dao động riêng.

B. mà không chịu ngoại lực tác dụng.

C. với tần số lớn hơn tần số dao động riêng.

D. với tần số nhỏ hơn tần số dao động riêng.

Lời giải

Khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng cơ thì mặc dù vật dao động với biên độ cực đại nhưng nó vẫn dao động với tần số bằng tần số dao động riêng.

Đáp án A.

Ví dụ 4: Khi nói về một hệ dao động cưỡng bức ở giai đoạn ổn định, phát biểu nào dưới đây là sai?

A. Tần số của hệ dao động cưỡng bức bằng tần số của ngoại lực cưỡng bức.

B. Tần số của hệ dao động cưỡng bức luôn bằng tần số dao động riêng của hệ.

C. Biên độ của hệ dao động cưỡng bức phụ thuộc vào tần số của ngoại lực cưỡng bức.

D. Biên độ của hệ dao động cưỡng bức phụ thuộc vào biên độ của ngoại lực cưỡng bức.

Lời giải

B sai vì tần số của hệ dao động cưỡng bức chỉ bằng tần số dao động riêng của hệ khi hiện tượng cộng hưởng xảy ra.

Đáp án B.

Ví dụ 5: Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về dao động tắt dần?

A. Dao động tắt dần có biên độ giảm dần theo thời gian.

B. Cơ năng của vật dao động tắt dần không đổi theo thời gian.

C. Lực cản môi trường tác dụng lên vật luôn sinh công dương.

D. Dao động tắt dần là dao động chỉ chịu tác dụng của nội lực.

Lời giải

A. Đúng. Theo định nghĩa: Dao động tắt dần có biên độ và năng lượng giảm dần theo thời gian.

B. Sai, vì biên độ giảm dần theo thời gian nên cơ năng của vật dao động cũng giảm dần theo thời gian.

C. Sai, vì lực cản môi trường tác dụng lên vật luôn sinh công âm.

D. Sai, vì dao động tắt dần là dao động chịu tác dụng của ngoại lực như ma sát, lực cản môi trường.

Đáp án A.

Ví dụ 6: Khi nói về dao động cưỡng bức, phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Dao động của con lắc đồng hồ là dao động cưỡng bức.

B. Biên độ của dao động cưỡng bức là biên độ của lực cưỡng bức.

C. Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và có tần số bằng tần số của lực cưỡng bức.

D. Dao động cưỡng bức có tần số nhỏ hơn tần số của lực cưỡng bức.

Lời giải

A. Sai, vì dao động của con lắc đồng hồ là dao động duy trì.

B. Sai, vì biên độ dao động cưỡng bức phụ thuộc vào biên độ của lực cưỡng bức chứ không phải là biên độ của lực cưỡng bức.

C. Đúng.

D. Sai, dao động cưỡng bức có tần số bằng tần số của lực cưỡng bức.

Đáp án C.

Ví dụ 7: Một tấm ván có tần số riêng là 2Hz. Hỏi trong một 1 phút một người đi qua tấm ván phải đi bao nhiêu bước để tấm ván rung mạnh nhất:

A. 60 bước. B. 30 bước. C. 80 bước. D. 120 bước.

Lời giải

Để tấm ván rung mạnh nhất thì hiện tượng cộng hưởng xảy ra, khi đó tần số riêng của tấm ván bằng tần số của dao động cưỡng bức do người tạo ra trên tấm ván $f_0 = f = 2\,\text{Hz}$.

Gọi số bước của người đó là x thì ta có $\frac{x}{60} = 2$ suy ra $x = 120$

Đáp án D.

Ví dụ 8: Một con lắc lò xo có $k = 100\,\text{N/m}$, vật có khối lượng 1 kg, treo lò xo lên tàu biết mỗi thanh ray cách nhau 12,5m. Tính vận tốc của con tàu để vật dao động mạnh nhất.

A. 19,89 m/s. B. 22 m/s. C. 22 km/h. D. 19,89 km/s.

Lời giải

Để vật trên con tàu dao động mạnh nhất thì xảy ra hiện tượng cộng hưởng, tần số riêng của con lắc phải bằng tần số dao động của con tàu. Khi đó ta có

$$f = f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = 1,59$$

Từ đó $T = 0,63s$ và $T = \frac{L}{v}$ nên $v = 19,89$ m/s.

Đáp án A.

Ví dụ 9: Một con lắc lò xo có độ cứng $k=400\text{N/m};m=0,1\text{kg}$ được kích thích bởi hai ngoại lực sau:

- Nếu chỉ kích thích bởi ngoại lực 1 có phương trình $f_1=F\cos\left(8\pi t+\frac{\pi}{3}\right)\text{cm}$ thì biên độ dao động là A_1

- Nếu chỉ kích thích bởi ngoại lực 2 có phương trình $f_2=F\cos\left(6\pi t+\pi\right)\text{cm}$ thì biên độ dao động là A_2.

Tìm nhận xét đúng.

A. $A_1=A_2$ B. $A_1>A_2$

C. $A_1<A_2$ D. A và B đều đúng

Lời giải

Biên độ dao động không phụ thuộc vào pha ban đầu của ngoại lực, vậy để so sánh A_1 và A_2 ta sẽ so sánh tần số của f_1 và f_2.

Vì biên độ dao động cưỡng bức phụ thuộc vào độ chênh lệch $|f-f_0|$, mà f tỉ lệ thuận với ω nên biên độ dao động cưỡng bức cũng phụ thuộc vào $|\omega-\omega_0|$.

Ta có

$$\begin{cases}\omega_0=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{400}{0,1}}=20\pi\\ |\omega-\omega_1|=|20\pi-8\pi|=12\pi\Rightarrow|\omega-\omega_1|<|\omega-\omega_2|\\ |\omega-\omega_2|=|20\pi-6\pi|=14\pi\end{cases}$$

Từ đó suy ra $A_1>A_2$ (vì độ chênh lệch càng nhỏ thì biên độ càng lớn).

Đáp án B.

6. Trắc nghiệm tự luyện

Câu 1: Nhận định nào sau đây là sai khi nói về hiện tượng cộng hưởng trong một hệ cơ học.

A. Tần số dao động của hệ bằng với tần số của ngoại lực.

B. Khi có cộng hưởng thì dao động của hệ không phải là điều hòa.

C. Biên độ dao động lớn khi lực cản môi trường nhỏ.

D. Khi có cộng hưởng thì dao động của hệ là dao động điều hòa.

Câu 2: Nhận xét nào sau đây về dao động tắt dần là đúng?

A. Có tần số và biên độ giảm dần theo thời gian.

B. Môi trường càng nhớt thì dao động tắt dần càng nhanh.

C. Có năng lượng dao động luôn không đổi theo thời gian.

D. Biên độ không đổi nhưng tốc độ dao động thì giảm dần.

Câu 3: Chọn phát biểu sai về dao động duy trì.

A. Có chu kỳ bằng chu kỳ dao động riêng của hệ.

B. Năng lượng cung cấp cho hệ đúng bằng phần năng lượng mất đi trong mỗi chu kỳ.

C. Có tần số dao động không phụ thuộc năng lượng cung cấp cho hệ.

D. Có biên độ phụ thuộc vào năng lượng cung cấp cho hệ trong mỗi chu kỳ.

Câu 4: Phát biểu nào dưới đây sai?

A. Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

B. Dao động cưỡng bức có tần số bằng tần số của ngoại lực.

C. Dao động duy trì có tần số phụ thuộc vào năng lượng cung cấp cho hệ dao động.

D. Cộng hưởng có biên độ phụ thuộc vào lực cản của môi trường.

Câu 5: Hiện tượng cộng hưởng thể hiện càng rõ nét khi

A. Biên độ của lực cưỡng bức nhỏ.

B. Độ nhớt của môi trường càng lớn.

C. Tần số của lực cưỡng bức lớn.

D. Lực cản, ma sát của môi trường nhỏ.

Câu 6: Để duy trì dao động cho một cơ hệ ta phải

A. Làm nhẵn, bôi trơn để giảm ma sát.

B. Tác dụng vào nó một lực không đổi theo thời gian.

C. Tác dụng lên hệ một ngoại lực tuần hoàn.

D. Cho hệ dao động với biên độ nhỏ để giảm ma sát.

Câu 7: Chọn câu sai khi nói về dao động cưỡng bức

A. Tần số dao động bằng tần số của ngoại lực.

B. Biên độ dao động phụ thuộc vào tần số của ngoại lực.

C. Dao động theo quy luật hàm sin của thời gian.

D. Tần số ngoại lực tăng thì biên độ dao động tăng.

Câu 8: Để duy trì dao động cho một cơ hệ mà không làm thay đổi chu kì riêng của nó, ta phải

A. tác dụng vào vật dao động một ngoại lực không thay đổi theo thời gian.

B. tác dụng vào vật dao động một ngoại lực biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

C. làm nhẵn, bôi trơn để giảm ma sát.

D. tác dụng ngoại lực vào vật dao động cùng chiều với chuyển động trong một phần của từng chu kì.

Câu 9: Sau khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng nếu

A. Tăng độ lớn lực ma sát thì biên độ tăng.

B. Tăng độ lớn lực ma sát thì biên độ giảm.

C. Giảm độ lớn lực ma sát thì chu kì tăng.

D. Giảm độ lớn lực ma sát thì tần số tăng.

Câu 10: Chọn nhận định sai

A. Trong sự tự dao động, hệ tự điều khiển sự bù đắp năng lượng từ từ cho con lắc.

B. Trong sự tự dao động, dao động duy trì theo tần số riêng của hệ.

C. Trong dao động cưỡng bức, biên độ phụ thuộc vào hiệu số tần số cưỡng bức và tần số riêng.

D. Biên độ dao động cưỡng bức không phụ thuộc vào cường độ của ngoại lực.

Câu 11: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Dao động duy trì là dao động tắt dần mà người ta đã kích thích lại dao động sau khi dao động bị tắt hẳn.

B. Dao động duy trì là dao động tắt dần mà người ta đã làm mất lực cản của môi trường đối với vật dao động.

C. Dao động duy trì là dao động tắt dần mà người ta đã tác dụng ngoại lực vào vật dao động cùng chiều với chiều chuyển động trong một phần của từng chu kỳ.

D. Dao động duy trì là dao động tắt dần mà người ta đã tác dụng ngoại lực biến đổi điều hoà theo thời gian vào vật dao động.

Câu 12: Chọn phát biểu sai:

A. Hai dao động điều hoà cùng tần số, ngược pha thì li độ của chúng luôn luôn đối nhau.

B. Khi vật nặng của con lắc lò xo đi từ vị trí biên đến vị trí cân bằng thì vectơ vận tốc và vectơ gia tốc luôn luôn cùng chiều.

C. Trong dao động điều hoà,khi độ lớn của gia tốc tăng thì độ lớn của vận tốc giảm.

D. Dao động tự do là dao động có tần số chỉ phụ thuộc đặc tính của hệ, không phụ thuộc các yếu tố bên ngoài.

Câu 13: Chọn câu sai khi nói về dao động:

A. Dao động của cây khi có gió thổi là dao động cưỡng bức.

B. Dao động của đồng hồ quả lắc là dao động duy trì.

C. Dao động của pittông trong xilanh của xe máy khi động cơ hoạt động là dao động điều hoà.

D. Dao động của con lắc đơn khi bỏ qua ma sát và lực cản môi trường luôn là dao động điều hoà.

Câu 14: Nhận xét nào sau đây là không đúng?

A. Dao động duy trì có chu kì bằng chu kì dao động riêng của con lắc.

B. Dao động tắt dần càng nhanh nếu lực cản của môi trường càng lớn.

C. Biên độ dao động cưỡng bức không phụ thuộc vào tần số lực cưỡng bức.

D. Dao động cưỡng bức có tần số bằng tần số của lực cưỡng bức.

Câu 15: Một vật dao động riêng với tần số là $f = 10\,\text{Hz}$. Nếu tác dụng vào vật ngoại lực có tần số $f_1 = 5\,\text{Hz}$ thì biên độ là A_1. Nếu tác dụng vào vật ngoại lực có tần số biến đổi là $f_2 = 8\,\text{Hz}$ và cùng giá trị biên độ với ngoại lực thứ nhất thì vật dao động với biên độ A_2 (mọi điều kiện khác không đổi). Tìm phát biểu đúng?

A. Biên độ thứ hai bằng biên độ thứ nhất.

B. Biên độ thứ hai lớn hơn biên độ thứ nhất.

C. Biên độ dao động thứ nhất lớn hơn.

D. Không kết luận được.

Câu 16: Một tấm ván có tần số riêng là 2Hz. Hỏi trong một 1 phút một người đi qua tấm ván phải đi bao nhiêu bước để tấm ván rung mạnh nhất:

A. 60 bước. B. 30 bước.

C. 80 bước. D. 120 bước.

Câu 17: Một con lắc đơn có $l = 1\text{m}$; $g = 10\,\text{m/s}^2$ được treo trên một xe ôtô, khi xe đi qua phần đường mấp mô, cứ 12m lại có một chỗ ghềnh, tính vận tốc của vật để con lắc dao động mạnh nhất.

A. 6m/s. B. 6 km/h.

C. 60 km/h. D. 36 km/s.

Câu 18: Một con lắc lò xo có $K = 100\,\text{N/m}$, vật có khối lượng 1kg, treo lò xo lên tàu biết mỗi thanh ray cách nhau 12,5m. Tính vận tốc của con tàu để vật dao động mạnh nhất.

A. 19,89m/s. B. 22m/s.

C. 22km/h. D. 19,89km/s.

Câu 19: Một con lắc lò xo có $k = 50\,\text{N/m}$. Tính khối lượng của vật treo vào lò xo biết rằng mỗi thanh ray dài 12,5m và khi vật chuyển động với v = 36km/h thì con lắc dao động mạnh nhất.

A. 1,95kg. B. 1,90 kg.

C. 15,9kg. D. Đáp án khác.

Câu 20: Một con lắc lò xo có độ cứng $k = 400\,\text{N/m}$; $m = 0{,}1\text{kg}$ được kích thích bởi hai ngoại lực sau

- Nếu chỉ kích thích bởi ngoại lực 1 có phương trình $f_1 = F\cos\left(8\pi t + \frac{\pi}{3}\right)\text{cm}$ thì biên độ dao động là A_1.

- Nếu chỉ kích thích bởi ngoại lực 2 có phương trình $f_2 = F\cos\left(6\pi t + \pi\right)\text{cm}$ thì biên độ dao động là A_2.

Tìm nhận xét đúng

A. $A_1 = A_2$. B. $A_1 > A_2$.

C. $A_1 < A_2$. D. A và B đều đúng.

Câu 21: Một con lắc lò xo, nếu chịu tác dụng của hai ngoại lực $f_1 = 6$ Hz và $f_2 = 10$ Hz có cùng độ lớn biên độ thì thấy biên độ dao động cưỡng bức là như nhau và là A_1. Nếu dùng ngoại lực $f_3 = 8$ Hz có biên độ như ngoại lực 1 và 2 thì biên độ dao động cưỡng bức sẽ là A_2. Tìm nhận xét đúng?

A. $A_1 = A_2$. B. $A_1 > A_2$.

C. $A_1 < A_2$. D. Không thể kết luận.

Câu 22: Một con lắc lò xo có độ cứng $k = 100$ N/m và vật nặng $m = 0{,}1$kg. Hãy tìm nhận xét đúng

A. Khi tần số ngoại lực < 10 Hz thì khi tăng tần số biên độ dao động cưỡng bức tăng lên.

B. Khi tần số ngoại lực < 5 Hz thì khi tăng tần số biên độ dao động cưỡng bức tăng lên.

C. Khi tần số ngoại lực > 5 Hz thì khi tăng tần số biên độ dao động cưỡng bức tăng lên.

D. Khi tần số ngoại lực > 10 Hz thì khi tăng tần số biên độ dao động cưỡng bức tăng lên.

Câu 23: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về dao động cơ học?

A. Hiện tượng cộng hưởng (sự cộng hưởng) xảy ra khi tần số của ngoại lực điều hoà bằng tần số dao động riêng của hệ.

B. Biên độ dao động cưỡng bức của một hệ cơ học khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng (sự cộng hưởng) không phụ thuộc vào lực cản của môi trường.

C. Tần số dao động cưỡng bức của một hệ cơ học bằng tần số của ngoại lực điều hoà tác dụng lên hệ ấy.

D. Tần số dao động tự do của một hệ cơ học là tần số dao động riêng của hệ ấy.

Câu 24: Khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng cơ thì vật tiếp tục dao động

A. với tần số bằng tần số dao động riêng.

B. mà không chịu ngoại lực tác dụng.

C. với tần số lớn hơn tần số dao động riêng.

D. với tần số nhỏ hơn tần số dao động riêng.

Câu 25: Nhận định nào sau đây sai khi nói về dao động cơ học tắt dần?

A. Dao động tắt dần có động năng giảm dần còn thế năng biến thiên điều hòa.

B. Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

C. Lực ma sát càng lớn thì dao động tắt càng nhanh.

D. Trong dao động tắt dần, cơ năng giảm dần theo thời gian.

Câu 26: Một con lắc lò xo gồm viên bi nhỏ khối lượng m và lò xo khối lượng không đáng kể có độ cứng 10 N/m. Con lắc dao động cưỡng bức dưới tác dụng của ngoại lực tuần hoàn có tần số góc ω_F. Biết biên độ của ngoại lực tuần hoàn không thay đổi. Khi thay đổi ω_F thì biên độ dao động của viên bi thay đổi và khi $\omega_F = 10$ rad/s thì biên độ dao động của viên bi đạt giá trị cực đại. Khối lượng m của viên bi bằng

A. 40 gam. B. 10 gam.

C. 120 gam. D. 100 gam.

Câu 27: Khi nói về một hệ dao động cưỡng bức ở giai đoạn ổn định. Phát biểu nào dưới đây là sai?

A. Tần số của hệ dao động cưỡng bức bằng tần số của ngoại lực cưỡng bức.

B. Tần số của hệ dao động cưỡng bức luôn bằng tần số dao động riêng của hệ.

C. Biên độ của hệ dao động cưỡng bức phụ thuộc vào tần số của ngoại lực cưỡng bức.

D. Biên độ của hệ dao động cưỡng bức phụ thuộc biên vào độ của ngoại lực cưỡng bức.

Câu 28: Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về dao động tắt dần?

A. Dao động tắt dần có biên độ giảm dần theo thời gian.

B. Cơ năng của vật dao động tắt dần không đổi theo thời gian.

C. Lực cản môi trường tác dụng lên vật luôn sinh công dương.

D. Dao động tắt dần là dao động chỉ chịu tác dụng của nội lực.

Câu 29: Khi nói về dao động cưỡng bức, phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Dao động của con lắc đồng hồ là dao động cưỡng bức.

B. Biên độ của dao động cưỡng bức là biên độ của lực cưỡng bức.

C. Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và có tần số bằng tần số của lực cưỡng bức.

D. Dao động cưỡng bức có tần số nhỏ hơn tần số của lực cưỡng bức.

Câu 30: Khi một vật dao động điều hòa thì

A. lực kéo về tác dụng lên vật có độ lớn cực đại khi vật ở vị trí cân bằng.

B. gia tốc của vật có độ lớn cực đại khi vật ở vị trí cân bằng.

C. lực kéo về tác dụng lên vật có độ lớn tỉ lệ với bình phương biên độ.

D. vận tốc của vật có độ lớn cực đại khi vật ở vị trí cân bằng.

Câu 31: Một vật dao động tắt dần có các đại lượng giảm liên tục theo thời gian là

A. biên độ và gia tốc.

B. li độ và tốc độ.

C. biên độ và năng lượng.

D. biên độ và tốc độ

ĐÁP ÁN

1.B	2.B	3.D	4.C	5.D	6.C	7.D	8.D	9.B	10.D
11.C	12.A	13.D	14.C	15.B	16.D	17.A	18.A	19.A	20.B
21.C	22.B	23.B	24.A	25.A	26.D	27.B	28.A	29.C	30.D
31.C									

B. PHÂN DẠNG BÀI TẬP VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

I. TRẮC NGHIỆM LÍ THUYẾT

1. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Vật dao động điều hòa với phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của vận tốc dao động v vào li độ x có dạng nào

A. Đường tròn. B. Đường thẳng. C. Elip. D. Parabol.

Lời giải

Ta có phương trình độc lập thời gian phụ thuộc giữa v và x là

$$\left(\frac{x}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2 = 1$$

Có dạng $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ nên đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của vận tốc dao động vào li độ có dạng elip.

Nhận xét

Hai đại lượng vuông pha với nhau thì đồ thị sự phụ thuộc của đại lượng này vào đại lượng kia có dạng Elip.

Đáp án C.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hoà, li độ x, gia tốc a. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của li độ x và gia tốc a có dạng nào?

A. Đoạn thẳng đi qua gốc toạ độ. B. Đường thẳng không qua gốc toạ độ.

C. Đường tròn. D. Đường hypepol.

Lời giải

Biểu thức độc lập thời gian phụ thuộc giữa x và a là $a = -\omega^2 x, -A \le x \le A$ (có dạng $y = ax$) nên đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của li độ x và gia tốc a có dạng đoạn thẳng đi qua gốc tọa độ.

Đáp án A.

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa, khi vật đi từ vị trí cân bằng ra điểm giới hạn thì

A. Chuyển động của vật là chậm dần đều.

B. Thế năng của vật giảm dần.

C. Vận tốc của vật giảm dần.

D. Lực hồi phục có độ lớn tăng dần.

Lời giải

Khi vật đi từ cân bằng ra điểm giới hạn thì độ lớn li độ $|x|$ tăng dần, khi đó:

A. Sai. Chuyển động của vật là chậm dần (chứ không phải chậm dần đều vì gia tốc của dao động điều hòa không phải là một hằng số mà nó biến thiên).

B. Sai. Thế năng của vật tỉ lệ với bình phương li độ, nên thế năng tăng dần.

C. Sai. Vì nếu vật đi từ vị trí cân bằng theo chiều âm (vận tốc min bằng $-\omega A$) đến biên âm (vận tốc bằng 0) thì vận tốc của vật tăng dần.

D. Đúng. Vì độ lớn lực hồi phục là $F = k|x|$ tỉ lệ với độ lớn li độ.

Đáp án D.

Ví dụ 4: Tìm phát biểu đúng về dao động điều hòa?

A. Trong quá trình dao động của vật gia tốc luôn cùng pha với li độ.

B. Trong quá trình dao động của vật gia tốc luôn ngược pha với vận tốc.

C. Trong quá trình dao động của vật gia tốc luôn cùng pha với vận tốc.

D. Không có phát biểu đúng.

Lời giải

A. Sai vì gia tốc luôn ngược pha với li độ.

B, C. Sai vì gia tốc sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với vận tốc.

Đáp án D.

Ví dụ 5: Cơ năng của một vật dao động điều hòa

A. biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ bằng một nửa chu kỳ dao động của vật.

B. tăng gấp đôi khi biên độ dao động của vật tăng gấp đôi.

C. bằng động năng của vật khi vật tới vị trí cân bằng.

D. biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ bằng chu kỳ dao động của vật.

Lời giải

A. Sai, cơ năng luôn không đổi, không biến thiên

B. Sai, cơ năng tỉ lệ thuận với bình phương biên độ nên khi biên độ tăng gấp đôi thì cơ năng tăng gấp 4 lần.

C. Đúng, khi vật ở vị trí cân bằng thì tốc độ lớn nhất nên động năng cực đại, động năng cực đại bằng cơ năng.

D. Sai, cơ năng luôn không đổi, không biến thiên.

Đáp án C.

Ví dụ 6: Khi nói về năng lượng của một vật dao động điều hòa, phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Cứ mỗi chu kì dao động của vật, có bốn thời điểm thế năng bằng động năng.

B. Thế năng của vật đạt cực đại khi vật ở vị trí cân bằng.

C. Động năng của vật đạt cực đại khi vật ở vị trí biên.

D. Thế năng và động năng của vật biến thiên cùng tần số với tần số của li độ.

Lời giải

A. Đúng, vì ta có $\begin{cases} W_d = W_t \\ W_d + W_t = W \end{cases} \Rightarrow 2W_t = W \Rightarrow x = \pm\frac{A}{\sqrt{2}}$. Có 2 vị trí cho động năng bằng thế năng, trong một chu kì, vật sẽ đi qua mỗi vị trí đó 2 lần nên có 4 thời điểm thế năng bằng động năng.

B. Sai, khi ở vị trí cân bằng thì li độ bằng 0, nên thế năng bằng 0.

C. Sai, khi ở vị trí biên thì tốc độ bằng 0, nên động năng bằng 0.

D. Sai, thế năng và động năng của vật biến thiên với tần số gấp 2 lần tần số của li độ (xem phần lí thuyết đã chứng minh).

Đáp án A.

Ví dụ 7: Một vật dao động điều hòa theo một trục cố định (mốc thế năng ở vị trí cân bằng) thì

A. động năng của vật cực đại khi gia tốc của vật có độ lớn cực đại.

B. khi vật đi từ vị trí cân bằng ra biên, vận tốc và gia tốc của vật luôn cùng dấu.

C. khi ở vị trí cân bằng, thế năng của vật bằng cơ năng.

D. thế năng của vật cực đại khi vật ở vị trí biên.

Lời giải

A. Sai, vì động năng của vật cực đại tại vị trí cân bằng mà tại vị trí cân bằng thì gia tốc của vật có độ lớn bằng 0.

B. Sai, vì khi vật đi từ vị trí cân bằng ra biên thì vận tốc có hướng theo chiều chuyển động của vật nên có chiều từ VTCB ra biên mà gia tốc luôn hướng về VTCB nên gia tốc và vận tốc của vật luôn ngược dấu.

C. Sai, vì khi ở vị trí cân bằng, động năng của vật cực đại bằng cơ năng.

D. Đúng, vì thế năng của vật cực đại khi vật ở vị trí biên.

Đáp án D.

Ví dụ 8: Khi một vật dao động điều hòa thì

A. lực kéo về tác dụng lên vật có độ lớn cực đại khi vật ở vị trí cân bằng.

B. gia tốc của vật có độ lớn cực đại khi vật ở vị trí cân bằng.

C. lực kéo về tác dụng lên vật có độ lớn tỉ lệ với bình phương biên độ.

D. vận tốc của vật có độ lớn cực đại khi vật ở vị trí cân bằng.

Lời giải

Lực kéo về $F=-kx$ có độ lớn $|F|=k|x|$

A. Sai, vì lực kéo về tác dụng lên vật có độ lớn cực đại khi vật ở vị trí biên.

B. Sai, vì gia tốc của vật có độ lớn cực đại khi vật ở vị trí biên.

C. Sai, vì lực kéo về tác dụng lên vật có độ lớn tỉ lệ với độ lớn li độ.

D. Đúng, vì vận tốc của vật có độ lớn cực đại khi vật ở vị trí cân bằng.

Đáp án D.

Ví dụ 9: Lực kéo về tác dụng lên một chất điểm dao động điều hòa có độ lớn

A. tỉ lệ với độ lớn của li độ và luôn hướng về vị trí cân bằng.

B. tỉ lệ với bình phương biên độ.

C. không đổi nhưng hướng thay đổi.

D. và hướng không đổi.

Lời giải

Lực kéo về $F=-kx$ có độ lớn $|F|=k|x|$

A. Đúng vì lực kéo về $F=-kx$ luôn ngược chiều li độ, tức là luôn hướng về vị trí cân bằng. Có độ lớn $|F|=k|x|$ tỉ lệ với độ lớn của li độ.

B. Sai, vì độ lớn tỉ lệ với độ lớn của li độ.

C. Sai, vì lực kéo về có độ lớn và hướng thay đổi theo thời gian.

D. Sai, vì lực kéo về có hướng về vị trí cân bằng, nên khi qua vị trí cân bằng thì lực kéo về đổi hướng.

Đáp án A.

Ví dụ 10: Hình chiếu của một chất điểm chuyển động tròn đều lên một đường kính quỹ đạo có chuyển động là dao động điều hòa. Phát biểu nào sau đây sai ?

A. Tần số góc của dao động điều hòa bằng tốc độ góc của chuyển động tròn đều.

B. Biên độ của dao động điều hòa bằng bán kính của chuyển động tròn đều.

C. Lực kéo về trong dao động điều hòa có độ lớn bằng độ lớn lực hướng tâm trong chuyển động tròn đều.

D. Tốc độ cực đại của dao động điều hòa bằng tốc độ dài của chuyển động tròn đều.

Lời giải

A. Đúng, tần số góc của dao động điều hòa bằng tốc độ góc của chuyển động tròn đều.

B. Đúng, biên độ của dao động điều hòa bằng bán kính của chuyển động tròn đều

C. Sai, lực kéo về trong dao động điều hòa có độ lớn $|F| = k|x| = m\omega^2 x$ còn lực hướng tâm trong chuyển động tròn đều có độ lớn

$$F_{ht} = m\frac{v^2}{R} = m\omega^2 R = m\omega^2 A = F_{hp}^{\max}$$

tức là bằng độ lớn cực đại của lực hồi phục trong dao động điều hòa.

D. Đúng, vì tốc độ cực đại của dao động điều hòa là ωA và tốc độ dài của chuyển động tròn đều là $\omega R = \omega A$

Đáp án C.

Ví dụ 11: Khi nói về dao động điều hòa, phát biểu nào sau đây đúng?

A. Dao động của con lắc lò xo luôn là dao động điều hòa.

B. Cơ năng của vật dao động điều hòa không phụ thuộc vào biên độ dao động.

C. Hợp lực tác dụng lên vật dao động điều hòa luôn hướng về vị trí cân bằng.

D. Dao động của con lắc đơn luôn là dao động điều hòa.

Lời giải

A. Sai, vì dao động của con lắc lò xo chỉ là dao động điều hòa khi bỏ qua lực cản của môi trường và con lắc phải dao động trong giới hạn đàn hồi của lò xo.

B. Sai, vì cơ năng của vật dao động điều hòa tỉ lệ với bình phương biên độ dao động.

C. Đúng, vì hợp lực tác dụng lên vật dao động điều hòa chính là lực kéo về mà lực kéo về luôn hướng về vị trí cân bằng.

D. Sai. Vì dao động của con lắc đơn chỉ là dao động điều hòa khi bỏ qua lực cản của môi trường và biên độ góc dao động phải nhỏ.

Đáp án C.

Ví dụ 12: Khi nói về một vật dao động điều hòa, phát biểu nào sau đây sai?

A. Lực kéo về tác dụng lên vật biến thiên điều hòa theo thời gian.

B. Động năng của vật biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

C. Vận tốc của vật biến thiên điều hòa theo thời gian.

D. Cơ năng của vật biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

Lời giải

A. Đúng, lực kéo về $F = -kx = -kA\cos(\omega t + \varphi)$ biến thiên điều hòa theo thời gian.

B. Đúng, động năng của vật biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

C. Đúng, vận tốc của vật biến thiên điều hòa theo thời gian.

D. Sai, vì cơ năng luôn không đổi và không biến thiên

Đáp án D.

Ví dụ 13: Một chất điểm dao động điều hòa trên trục *Ox*. Vectơ gia tốc của chất điểm có

A. độ lớn cực đại ở vị trí biên, chiều luôn hướng ra biên.

B. độ lớn cực tiểu khi qua vị trí cân bằng luôn cùng chiều với vectơ vận tốc.

C. độ lớn không đổi, chiều luôn hướng về vị trí cân bằng.

D. độ lớn tỉ lệ với độ lớn của li độ, chiều luôn hướng về vị trí cân bằng.

Lời giải

A. Sai, vì vectơ gia tốc của chất điểm có độ lớn cực đại ở vị trí biên nhưng chiều luôn hướng về vị trí cân bằng.

B. Sai, vì vectơ gia tốc của chất điểm có độ lớn cực tiểu khi qua vị trí cân bằng và chỉ cùng chiều với vectơ vận tốc khi vật đi từ biên về vị trí cân bằng.

C. Sai, vì vectơ gia tốc của chất điểm dao động điều hòa nên biến đổi theo quy luật hình sin nên độ lớn thay đổi, chiều luôn hướng về vị trí cân bằng.

D. Đúng, vì $a=-\omega^2 x$ nên gia tốc có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của li độ và có chiều luôn hướng về vị trí cân bằng.

Đáp án D.

Ví dụ 14: Một con lắc lò xo đang dao động điều hòa theo phương ngang. Khi vật nặng của con lắc đi qua vị trí cân bằng thì nó va chạm và dính vào một vật nhỏ đang đứng yên. Sau đó:

A. Biên độ dao động của con lắc tăng.

B. Năng lượng dao động của con lắc tăng.

C. Chu kì dao động của con lắc giảm.

D. Tần số dao động của con lắc giảm.

Lời giải

Do $f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$. Khi khối lượng tăng thì tần số giảm.

Đáp án D.

Ví dụ 15: Có 2 vật dao động điều hoà, biết gia tốc vật 1 cùng pha với li độ của vật 2. Khi vật 1 qua vị trí cân bằng theo chiều dương thì vật 2

A. Qua vị trí cân bằng theo chiều âm.

B. Qua vị trí cân bằng theo chiều dương.

C. Qua vị trí biên có li độ âm.

D. Qua vị trí biên có li độ dương.

Lời giải

Gia tốc vật 1 ngược pha so với li độ vật 1. Mà gia tốc vật 1 lại cùng pha với li độ vật 2 nên li độ vật 1 ngược pha với li độ vật 2. Khi vật 1 qua vị trí cân bằng theo chiều dương thì dựa vào đường tròn ta thấy vật 2 đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm.

Đáp án A.

Ví dụ 16: Trong dao động điều hoà, đại lượng không phụ thuộc vào điều kiện kích thích ban đầu là

A. Biên độ. B. Pha ban đầu. C. Chu kì. D. Năng lượng.

Lời giải

Chu kì chỉ phụ thuộc vào đặc tính của hệ, không phụ thuộc vào điều kiện kích thích.

Đáp án C.

2. Trắc nghiệm tự luyện

Câu 1: Tìm phát biểu đúng về dao động điều hòa?

A. Trong quá trình dao động của vật gia tốc luôn cùng pha với li độ.

B. Trong quá trình dao động của vật gia tốc luôn ngược pha với vận tốc.

C. Trong quá trình dao động của vật gia tốc luôn cùng pha với vận tốc.

D. không có phát biểu đúng.

Câu 2: Gia tốc của chất điểm dao động điều hòa bằng không khi

A. li độ cực đại.

B. li độ cực tiểu.

C. vận tốc cực đại hoặc cực tiểu.

D. vận tốc bằng 0.

Câu 3: Một vật dao động điều hòa, khi vật đi từ vị trí cân bằng ra điểm giới hạn thì

A. Chuyển động của vật là chậm dần đều.

B. Thế năng của vật giảm dần.

C. Vận tốc của vật giảm dần.

D. Lực hồi phục có độ lớn tăng dần.

Câu 4: Trong dao động điều hoà, vận tốc biến đổi điều hoà:

A. Cùng pha so với li độ.

B. Ngược pha so với li độ.

C. Sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với li độ.

D. Trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với li độ.

Câu 5: Biết pha ban đầu của một vật dao động điều hòa, ta xác định được:

A. Quỹ đạo dao động.

B. Cách kích thích dao động.

C. Chu kỳ và trạng thái dao động.

D. Chiều chuyển động của vật lúc ban đầu.

Câu 6: Dao động điều hoà là

A. Chuyển động có giới hạn được lặp đi lặp lại nhiều lần quanh một vị trí cân bằng.

B. Dao động mà trạng thái chuyển động của vật được lặp lại như cũ sau những khoảng thời gian bằng nhau.

C. Dao động điều hoà là dao động được mô tả bằng định luật hình sin hoặc côsin theo thời gian.

D. Dao động tuân theo định luật hình tan hoặc cotan.

Câu 7: Trong dao động điều hoà, gia tốc biến đổi

A. Trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với li độ.

B. Cùng pha với so với li độ.

C. Ngược pha với vận tốc.

D. Sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với vận tốc.

Câu 8: Vận tốc của vật dao động điều hoà có độ lớn cực đại khi

A. Vật ở vị trí có pha dao động cực đại.

B. Vật ở vị trí có li độ cực đại.

C. Gia tốc của vật đạt cực đại.

D. Vật ở vị trí có li độ bằng không.

Câu 9: Một vật dao động điều hoà khi đi qua vị trí cân bằng:

A. Vận tốc có độ lớn cực đại, gia tốc có độ lớn bằng 0.

B. Vận tốc và gia tốc có độ lớn bằng 0.

C. Vận tốc có độ lớn bằng 0, gia tốc có độ lớn cực đại.

D. Vận tốc và gia tốc có độ lớn cực đại.

Câu 10: Một vật dao động trên trục Ox với phương trình động lực học có dạng $8x+5x''=0$. Kết luận đúng là

A. Dao động của vật là điều hòa với tần số góc $\omega=2,19$ rad/s.

B. Dao động của vật là điều hòa với tần số góc $\omega=1,265$ rad/s.

C. Dao động của vật là tuần hoàn với tần số góc $\omega=1,265$ rad/s.

D. Dao động của vật là điều hòa với tần số góc $\omega=2\sqrt{2}$ rad/s.

Câu 11: Trong các phương trình sau, phương trình nào không biểu thị cho dao động điều hòa?

A. $x=3t\sin\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$. B. $x=3\sin5\pi t+3\cos5\pi t$.

C. $x=5\cos\pi t$. D. $x=2\sin\left(2\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$.

Câu 12: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=A\cos(\omega t+\alpha)$. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của vận tốc dao động v vào li độ x có dạng nào?

A. Đường tròn. B. Đường thẳng.

C. Elip. D. Parabol.

Câu 13: Một vật dao động điều hoà, li độ x, gia tốc a. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của li độ x và gia tốc a có dạng nào?

A. Đoạn thẳng đi qua gốc toạ độ.

B. Đường thẳng không qua gốc toạ độ.

C. Đường tròn.

D. Đường hypepol.

Câu 14: Lực kéo về tác dụng lên một chất điểm dao động điều hòa có độ lớn

A. tỉ lệ với độ lớn của li độ và luôn hướng về vị trí cân bằng.

B. tỉ lệ với bình phương biên độ.

C. không đổi nhưng hướng thay đổi.

D. và hướng không đổi.

ĐÁP ÁN

1.D	2.C	3.D	4.C	5.D	6.C	7.D	8.D	9.A	10.B	11.A	12.C	13.A	14.A

II. BÀI TẬP VỀ CON LẮC LÒ XO

1. Bài toán đại cương về dao động điều hòa và con lắc lò xo

Dưới đây là những bài toán hết sức cơ bản về con lắc lò xo và dao động điều hòa, mức độ nhận biết và là kiến thức nền tảng, vậy nên bạn đọc không được chủ quan mà phải nắm chắc kiến thức phần này.

1.1. Phương pháp

Chúng ta cần nhớ lại các kiến thức ở phần lí thuyết đã học, các điểm cần lưu ý là:

- Giả sử con lắc lò xo dao động điều hòa với phương trình: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Tần số góc của con lắc lò xo là $\boxed{\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}\ (\text{rad/s}).}$

- Đối với trường hợp con lắc lò xo thẳng đứng, ta luôn có $mg = k\Delta l_0$

Trong đó Δl_0 là độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng. Từ đó ngoài cách tính tần số góc khi biết khối lượng m của vật và độ cứng k của lò xo thì ta còn có thể tính được tần số góc khi biết độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng bởi công thức:

$$\boxed{\begin{cases}\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} \\ mg = k\Delta l_0\end{cases} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l_0}{g}} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}}}$$

- Chu kì của con lắc lò xo tỉ lệ với căn bậc 2 của khối lượng m tỉ lệ nghịch với căn bậc 2 của k, chỉ phụ thuộc vào m và k.

1.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một vật nhỏ dao động theo phương trình $x = 5\cos(\omega t + 0{,}5\pi)(\text{cm})$. Pha ban đầu của dao động là:

A. π. B. $0{,}5\pi$. C. $0{,}25\pi$. D. $1{,}5\pi$.

Lời giải

Phương trình dao động điều hòa có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ thì φ là pha ban đầu của dao động.

Đáp án B.

Ví dụ 2: Một con lắc lò xo có khối lượng vật nhỏ là m dao động điều hòa theo phương ngang với phương trình $x = A\cos\omega t$. Mốc tính thế năng ở vị trí cân bằng. Cơ năng của con lắc là:

A. $m\omega A^2$. B. $\frac{1}{2}m\omega A^2$. C. $m\omega^2 A^2$. D. $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2$.

Lời giải

Cơ năng của con lắc là $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2$.

Đáp án D.

Ví dụ 3: Một con lắc lò xo gồm một vật nhỏ khối lượng m và lò xo có độ cứng k. Con lắc dao động điều hòa với tần số góc là:

A. $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. B. $2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$. C. $\sqrt{\frac{m}{k}}$. D. $\sqrt{\frac{k}{m}}$.

Lời giải

Con lắc dao động điều hòa với tần số góc là $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$.

Đáp án D.

Ví dụ 4: Hai dao động có phương trình lần lượt là: $x_1 = 5\cos(2\pi t + 0{,}75\pi)$ (cm) và $x_2 = 10\cos(2\pi t + 0{,}5\pi)$ (cm). Độ lệch pha của hai dao động này có độ lớn bằng:

A. $0{,}25\pi$. B. $1{,}25\pi$. C. $0{,}50\pi$. D. $0{,}75\pi$.

Lời giải

Độ lệch pha của hai dao động được xác định bằng hiệu số pha của hai dao động, có độ lớn là: $|\Delta\varphi| = |(2\pi t + 0,75\pi) - (2\pi t + 0,5\pi)| = 0,25\pi.$

Đáp án A.

Ví dụ 5: Một chất điểm dao động theo phương trình $x = 6\cos\omega t$ (cm). Dao động của chất điểm có biên độ là:

A. 2 cm. B. 6 cm. C. 3 cm. D. 12 cm.

Lời giải

Dao động $x = 6\cos\omega t$ của chất điểm có biên độ là 6 cm.

Đáp án B.

Ví dụ 6: Một vật nhỏ khối lượng 100 g dao động theo phương trình $x = 8\cos 10t$ (x tính bằng cm, t tính bằng s). Động năng cực đại của vật bằng

A. 32 mJ. B. 64 mJ. C. 16 mJ. D. 128 mJ.

Lời giải

Động năng cực đại của vật chính là cơ năng trong dao động, ta có

$$W = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{0,1.10^2.0,08^2}{3} = 32mJ$$

Đáp án A.

Ví dụ 7: Một vật dao động với phương trình $x = 5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$. Tại thời điểm $t = 1s$ hãy xác định li độ của dao động

A. 2,5cm. B. 5 cm. C. $2,5\sqrt{3}$ cm. D. $2,5\sqrt{2}$ cm.

Lời giải

Tại thời điểm $t = 1s$ ta có: $x = 5\cos\left(4\pi.1 + \frac{\pi}{6}\right) = 2,5\sqrt{3}.$

Đáp án C.

Ví dụ 8: Khi gắn quả nặng m_1 vào một lò xo, nó dao động với chu kì $T_1 = 1,2s$. Khi gắn quả nặng m_2 vào lò xo, nó dao động với chu kì $T_2 = 1,6s$. Hỏi khi gắn đồng thời m_1 và m_2 vào lò xo đó, chúng dao động với chu kì bao nhiêu?

A. 2 s. B. 3 s. C. 8 s. D. 5 s.

Lời giải

Chỉ cần nhận xét đơn giản là chu kì tỉ lệ thuận với $\sqrt{m}$ nên khối lượng m tỉ lệ thuận với T^2. Từ đây, khi gắn đồng thời m_1 và m_2 vào thì chu kì lúc này được xác định bởi $T^2 = T_1^2 + T_2^2$

Nếu không quen với cách giải thích này ta có thể làm như sau:

$$\begin{cases} T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} \\ T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}} \\ T = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}} \end{cases} \Rightarrow T^2 = (2\pi)^2\left(\frac{m_1}{k} + \frac{m_2}{k}\right) = T_1^2 + T_2^2$$

Thay số ta được $T = 2s$.

Đáp án A.

Nhận xét

Nếu đề bài hỏi khi treo vật có khối lượng $m_1 - m_2$ với $m_1 > m_2$ thì lập luận tương tự ta có chu kì lúc đó được xác định bởi $T^2 = T_1^2 + T_2^2$

Ví dụ 9: Viên bi m_1 gắn vào lò xo có độ cứng k thì hệ dao động với chu kỳ $T_1 = 0,3$s. Viên bi m_2 gắn vào lò xo có độ cứng k thì hệ dao động với chu kỳ $T_2 = 0,4$s. Hỏi nếu vật có khối lượng $m = 4m_1 + 3m_2$ vào lò xo có độ cứng k thì hệ có chu kỳ dao động là bao nhiêu?

A. 0,4 s. B. 0,916 s. C. 0,6 s. D. 0,7 s.

Lời giải

Vì khối lượng m tỉ lệ thuận với T^2 nên ta có khi treo vật có khối lượng $m = 4m_1 + 3m_2$ vào lò xo k thì hệ có chu kỳ dao động được xác định bởi $T^2 = 4T_1^2 + 3T_2^2$. Thay số vào ta tính được $T = 0,916$ s.

Đáp án B.

Ví dụ 10: Một vật dao động điều hòa với tần số góc $\omega = 10$ rad/s, khi vật có li độ là 3 cm thì tốc độ là 40 cm/s. Hãy xác định biên độ của dao động?

A. 4 cm. B. 5 cm. C. 6 cm. D. 3 cm.

Lời giải

Đề cho li độ và vận tốc nên ta nhớ đến công thức độc lập thời gian giữa x và v.

Ta có: $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{3^2 + \frac{40^2}{10^2}} = 5$ cm

Đáp án B.

Ví dụ 11: Một vật dao động điều hòa với biên độ $A = 5$ cm, khi vật có lí độ 2,5cm thì tốc độ của vật là $5\sqrt{3}$ cm/s. Hãy xác định vận tốc cực đại của dao động?

A. 10 m/s. B. 8 m/s. C. 10 cm/s. D. 8 cm/s.

Lời giải

Vì x và v vuông góc với nhau nên ta có công thức độc lập: $\left(\frac{x}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2 = 1$

Từ đó suy ra $v_{max} = 10$ cm/s.

Đáp án C.

Ví dụ 12: Một vật dao động điều hòa với gia tốc cực đại là 200 cm/s^2 và tốc độ cực đại là 20cm/s. Hỏi khi vật có gia tốc là 100 cm/s^2 thì tốc độ dao động của vật lúc đó là

A. 10cm/s. B. $10\sqrt{2}$ cm/s. C. $5\sqrt{3}$ cm/s. D. $10\sqrt{3}$ cm/s.

Lời giải

Đề bài cho gia tốc hỏi vận tốc nên ta nhớ ngay đến công thức độc lập thời gian giữa a và v là: $\left(\frac{a}{a_{max}}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2 = 1$. Thay số vào ta tính được $|v| = 10\sqrt{3}$.

Đáp án D.

Ví dụ 13: Có ba lò xo giống nhau được đặt trên mặt phẳng ngang, lò xo thứ nhất gắn vật nặng $m_1 = 0,1$ kg; vật nặng $m_2 = 300$ g được gắn vào lò xo thứ 2; vật nặng $m_3 = 0,4$ kg gắn vào lò xo 3. Cả ba vật đều có thể dao động không ma sát trên mặt phẳng ngang. Ban đầu kéo cả 3 vật ra một đoạn bằng nhau rồi buông tay không vận tốc đầu cùng một lúc. Hỏi vật nặng nào về vị trí cân bằng đầu tiên?

A. vật 1. B. vật 2. C. vật 3. D. 3 vật về cùng lúc.

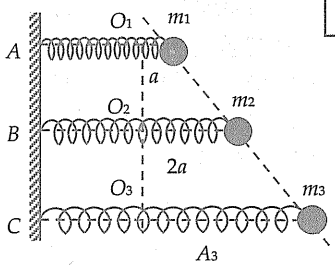
Lời giải

Vì ban đầu kéo cả 3 vật ra một đoạn bằng nhau nên muốn biết vật nào về vị trí cân bằng đầu tiên thì ta phải so sánh chu kì của 3 vật. Vật nào có chu kì càng nhỏ thì dao động càng nhanh và ngược lại. Khi độ cứng của lò xo giống nhau thì chu kì tỉ lệ thuận với căn bậc hai của khối lượng, mà $m_1 < m_2 < m_3$ nên $T_1 < T_2 < T_3$, do đó vật 1 sẽ về vị trí cân bằng trước vật 2 và vật 3.

Đáp án A.

Ví dụ 14: Ba con lắc lò xo, có độ cứng lần lượt là $k; 2k; 3k$. Được đặt trên mặt phẳng ngang và song song với nhau. Con lắc 1 gắn vào điểm A; con lắc 2 gắn vào điểm B; con lắc 3 gắn vào điểm C. Biết $AB = BC$, lò xo 1 gắn vật $m_1 = m$; lò xo 2 gắn vật $m_2 = 2m$, lò xo 3 gắn vật m_3. Ban đầu kéo lò xo 1 một đoạn là a; lò xo 2 một đoạn là $2a$; lò xo 3 một đoạn là A_3, rồi buông tay cùng một lúc. Hỏi ban đầu phải kéo vật 3 ra một đoạn là bao nhiêu; và khối lượng m_3 là bao nhiêu để trong quá trình dao động thì 3 vật luôn thẳng hàng?

A. $3m; 3a$. B. $3m; 6a$. C. $6m; 6a$. D. $9m; 9a$.



Lời giải

Trước hết, để trong quá trình dao động 3 vật luôn thẳng hàng thì tần số góc của 3 vật phải bằng nhau. Ta có: $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3 \Leftrightarrow \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{2k}{2m}} = \sqrt{\frac{3k}{m_3}} \Rightarrow m_3 = 3m$

Tiếp theo, vì $AB = BC$ và trong quá trình dao động, 3 vật luôn thẳng hàng nên ta có O_2m_2 chính là đường trung bình của hình thang $O_1O_3m_3m_1$.

Từ đó ta có: $2a = \frac{a + A_3}{2} \Rightarrow A_3 = 3a$.

Đáp án A.

Ví dụ 15: Một con lắc lò xo gồm lò xo nhẹ có độ cứng 100 N/m và vật nhỏ có khối lượng m. Con lắc dao động điều hòa theo phương ngang với chu kì T. Biết ở thời điểm t vật có li độ 5 cm, ở thời điểm $t + \frac{T}{4}$ vật có vận tốc 50 cm/s. Giá trị của m bằng:

A. 0,5 kg. B. 1,2 kg. C. 0,8 kg. D. 1,0 kg.

Lời giải

Phân tích

Đề bài cho liên quan đến li độ và tốc độ, ta nhớ ngay đến biểu thức độc lập thời gian giữa v và x. Ta có v_2 vậy ta sẽ tìm x_2 rồi dùng $x_2^2 + \left(\frac{v_2}{\omega}\right)^2 = A^2$.

Tuy nhiên nhìn biểu thức này ta vẫn thiếu biên độ A để có thể suy ra được ω rồi suy ra khối lượng. Phải chăng ta tìm được $A^2 - x_2^2$ thì giải quyết xong?

Vì $t_2 = t_1 + \frac{T}{4}$ nên nếu ta giả sử $x_1 = A\cos(\omega t_1)$ thì

$$x_2 = A\cos\left(\omega\left(t_1 + \frac{T}{4}\right)\right) = A\cos\left(\omega t_1 + \frac{2\pi}{T}.\frac{T}{4}\right) = A\cos\left(\omega t_1 + \frac{\pi}{2}\right) = -A\sin(\omega t_1)$$

Từ đó ta có: $\sin^2(\omega t_1) + \cos^2(\omega t_1) = \frac{x_1^2}{A^2} + \frac{x_2^2}{A^2} = 1 \Leftrightarrow x_1^2 + x_2^2 = A^2 \Leftrightarrow x_1^2 = A^2 - x_2^2$

Hoặc ta có thể nhận xét nhanh là vì x_1 và x_2 lệch nhau về góc là $\frac{\pi}{2}$ nên ta có luôn $\frac{x_1^2}{A^2} + \frac{x_2^2}{A^2} = 1$

Vậy là ta đã tính xong $A^2 - x_2^2$, thay vào biểu thức độc lập thời gian ta có ngay:

$\left(\frac{v_2}{\omega}\right)^2 = A^2 - x_2^2 = x_1^2 \Rightarrow v_2 = \omega x_1 \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{k}{m}} x_1$. Thay số ta có $m = 1$ kg.

Đáp án D.

1.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Gọi k là độ cứng của lò xo, m là khối lượng của vật nặng. Bỏ qua ma sát khối lượng của lò xo và kích thước vật nặng. Công thức tính chu kỳ của dao động?

A. $T=2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$. B. $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

C. $T=2\pi\sqrt{km}$. D. $T=2\pi\frac{m}{k}$.

Câu 2: Hãy tìm nhận xét đúng về con lắc lò xo.

A. Con lắc lò xo có chu kỳ tăng lên khi biên độ dao động tăng lên.

B. Con lắc lò xo có chu kỳ không phụ thuộc vào gia tốc trọng trường.

C. Con lắc lò xo có chu kỳ giảm xuống khi khối lượng vật nặng tăng lên.

D. Con lắc lò xo có chu kỳ phụ thuộc vào việc kéo vật nhẹ hay mạnh trước khi buông tay cho vật dao động.

Câu 3: Gọi k là độ cứng của lò xo, m là khối lượng của vật nặng. Bỏ qua ma sát khối lượng của lò xo và kích thước vật nặng. Nếu độ cứng của lò xo tăng gấp đôi, khối lượng vật dao động không thay đổi thì chu kỳ dao động thay đổi như thế nào?

A. Tăng 2 lần. B. Tăng $\sqrt{2}$ lần.

C. Giảm 2 lần. D. Giảm $\sqrt{2}$ lần.

Câu 4: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng dao động với biên độ 10 cm, chu kỳ 1s. Khối lượng của quả nặng 400g, lấy $\pi^2=10$, cho $g=10\ \text{m/s}^2$. Độ cứng của lò xo là bao nhiêu?

A. 16N/m. B. 20N/m. C. 32N/m. D. 40N/m.

Câu 5: Một con lắc lò xo dao động với chu kỳ $T=0,4$ s. Nếu tăng biên độ dao động của con lắc lên 4 lần thì chu kỳ dao động của vật có thay đổi như thế nào?

A. Tăng lên 2 lần. B. Giảm 2 lần.

C. Không đổi. D. Đáp án khác.

Câu 6: Con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì $T=0,4$ s. Độ cứng của lò xo là 100 N/m, tìm khối lượng của vật?

A. 0,2 kg. B. 0,4kg.

C. 0,4 g. D. Đáp án khác.

Câu 7: Một con lắc lò xo dao động với chu kỳ $T=0,4$ s. Nếu tăng khối lượng của vật lên 4 lần thì T thay đổi như thế nào?

A. Tăng lên 2 lần. B. Giảm 2 lần.

C. Không đổi. D. Đáp án khác.

Câu 8: Một con lắc lò xo gồm viên bi nhỏ có khối lượng m và lò xo khối lượng không đáng kể có độ cứng k, dao động điều hòa theo phương thẳng đứng tại nơi có gia tốc rơi tự do là g. Khi viên bi ở vị trí cân bằng, lò xo dãn một đoạn Δl. Công thức tính chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là:

A. $T=2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g}}$. B. $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

C. $T=2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$. D. $T=2\pi\sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$.

Câu 9: Một con lắc lò xo gồm vật có khối lượng m và lò xo có độ cứng k, dao động điều hòa. Nếu tăng độ cứng k lên 2 lần và giảm khối lượng m đi 8 lần thì tần số dao động của vật sẽ?

A. Tăng 2 lần. B. Tăng 4 lần.

C. Tăng 2 lần. D. Giảm 2 lần.

Câu 10: Một con lắc lò xo gồm một vật có khối lượng m và lò xo có độ cứng k không đổi, dao động điều hòa. Nếu khối lượng m = 400g thì chu kỳ dao động của con lắc là 2s. Để chu kỳ con lắc là 1s thì khối lượng m bằng

A. 200g. B. 0,1kg. C. 0,3kg. D. 400g.

Câu 11: Một vật treo vào lò xo có khối lượng không đáng kể, chiều dài tự nhiên l_0 độ cứng k, treo thẳng đứng vào vật $m_1=100\,\text{g}$ vào lò xo thì chiều dài của nó là 31 cm. Treo thêm vật $m_2=100$ g vào lò xo thì chiều dài của lò xo là 32 cm. Cho $g=10\ \text{m/s}^2$, độ cứng của lò xo là:

A. 10 N/m. B. 0,10 N/m.

C. 1000 N/m. D. 100 N/m.

Câu 12: Một con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương thẳng đứng, tại nơi có gia tốc rơi tự do bằng g. Ở vị trí cân bằng lò xo dãn ra một đoạn Δl. Tần số dao động của con lắc được xác định theo công thức:

A. $2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g}}$. B. $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\Delta l}{g}}$. C. $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$. D. $2\pi\sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$.

Câu 13: Một vật treo vào lò xo làm nó dãn ra 4cm. Lấy $\pi^2=10$, cho $g=10\,\text{m/s}^2$. Tần số dao động của vật là

A. 2,5 Hz. B. 5,0 Hz. C. 4,5 Hz. D. 2,0 Hz.

Câu 14: Gọi k là độ cứng của lò xo, m là khối lượng của vật nặng. Bỏ qua ma sát khối lượng của lò xo và kích thước vật nặng. Nếu độ cứng của lò xo tăng gấp đôi, khối lượng vật dao động tăng gấp ba thì chu kỳ dao động tăng gấp:

A. 6 lần. B. $\sqrt{\frac{3}{2}}$ lần. C. $\sqrt{\frac{2}{3}}$ lần. D. $\frac{3}{2}$ lần.

Câu 15: Khi gắn quả nặng m_1 vào lò xo, nó dao động điều hòa với chu kỳ $T_1=1,2$s. Khi gắn quả nặng m_2 vào lò xo trên nó dao động với chu kỳ 1,6s. Khi gắn đồng thời hai vật m_1 và m_2 thì chu kỳ dao động của chúng là

A. 1,4 s. B. 2,0 s. C. 2,8 s. D. 4,0 s.

Câu 16: Trong dao động điều hoà của con lắc lò xo. Nếu muốn số dao động trong 1 giây tăng lên 2 lần thì độ cứng của lò xo phải:

A. Tăng 2 lần. B. Giảm 4 lần.
C. Giảm 2 lần. D. Tăng 4 lần.

Câu 17: Một con lắc lò xo gồm một vật có khối lượng m và lò xo có độ cứng k không đổi, dao động điều hòa. Nếu khối lượng m = 200g thì chu kỳ dao động của con lắc là 2s. Để chu kỳ con lắc là 1s thì khối lượng m bằng

A. 200g. B. 100g. C. 50g. D. 400 g.

Câu 18: Khi gắn một vật có khối lượng m = 4kg vào một lò xo có khối lượng không đáng kể, nó dao động với chu kỳ $T_1 = 1$s, khi gắn một vật khác khối lượng m_2 vào lò xo trên nó dao động với chu kỳ $T_2 = 0,5$s. Khối lượng m_2 bằng

A. 0,5kg. B. 2kg. C. 1kg. D. 3kg.

Câu 19: Viên bi m_1 gắn vào lò xo K thì hệ dao động với chu kỳ $T_1 = 0,6$s. Viên bi m_2 gắn vào lò xo K thì hệ dao động với chu kỳ $T_2 = 0,8$s. Hỏi nếu gắn cả 2 viên bi m_1 và m_2 với nhau và gắn vào lò xo K thì hệ có chu kỳ dao động là

A. 0,6s. B. 0,8s. C. 1s. D. 0,7s.

Câu 20: Lần lượt treo vật m_1, vật m_2 vào một con lắc lò xo có độ cứng k = 40N/m và kích thích chúng dao động trong cùng một khoảng thời gian nhất định, m_1 thực hiện 20 dao động và m_2 thực hiện được 10 dao động. Nếu cùng treo cả hai vật đó vào lò xo thì chu kỳ dao động của hệ bằng $\frac{\pi}{2}$. Khối lượng m_1, m_2 là:

A. 0,5kg; 2kg. B. 2kg; 0,5kg.
C. 50g; 200g. D. 200g; 50g.

Câu 21: Con lắc lò xo gồm một vật nặng khối lượng m = 1kg, một lò xo có khối lượng không đáng kể và độ cứng k = 100N/m thực hiện dao động điều hòa. Tại thời điểm t = 2s, li độ và vận tốc của vật lần lượt bằng x = 6cm và v = 80 cm/s. Biên độ dao động của vật là:

A. 6 cm. B. 7 cm. C. 8 cm. D. 10 cm.

Câu 22: Nếu gắn vật $m_1 = 0,3$ kg vào lò xo k thì trong khoảng thời gian t vật thực hiện được 6 dao động, gắn thêm gia trọng Δm vào lò xo k thì cũng khoảng thời gian t vật thực hiện được 3 dao động, tìm Δm?

A. 0,3 kg. B. 0,6 kg. C. 0,9 kg. D. 1,2 kg.

Câu 23: Gắn vật m = 400g vào lò xo K thì trong khoảng thời gian t lò xo thực hiện được 4 dao động, nếu bỏ bớt khối lượng của m đi khoảng Δm thì cũng trong khoảng thời gian trên lò xo thực hiện 8 dao động, tìm khối lượng đã được bỏ đi?

A. 100g. B. 200g. C. 300g. D. 400g.

Câu 24: Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng 30N/m và viên bi có khối lượng 0,3kg dao động điều hòa. Tại thời điểm t, vận tốc và gia tốc của viên bi lần lượt là 20 cm/s và 200 cm/s². Biên độ dao động của viên bi?

A. 2 cm. B. 4 cm. C. $2\sqrt{2}$ cm. D. 3 cm.

Câu 25: Con lắc lò xo gồm một vật nặng khối lượng $m = 1$ kg. Một lò xo có khối lượng không đáng kể và độ cứng $k = 100$ N/m thực hiện dao động điều hòa. Tại thời điểm t = 1s, li độ và vận tốc của vật lần lượt là bằng $x = 3$ cm và $v = 0,4$ m/s. Biên độ dao động của vật là

A. 3 cm. B. 4 cm. C. 5 cm. D. 6 cm.

Câu 26: Một phút vật nặng gắn vào đầu một lò xo thực hiện đúng 120 chu kỳ dao động. Với biên độ 8cm. Giá trị lớn nhất của gia tốc là:

A. $1263\,m/s^2$. B. $12,63\,m/s^2$.
C. $1,28\,m/s^2$. D. $0,128\,m/s^2$.

Câu 27: Con lắc lò xo có độ cứng $K = 100$ N/m được gắn vật có khối lượng $m = 0,1$ kg, kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn 5 cm rồi buông tay cho vật dao động. Tính V_{max} vật có thể đạt được.

A. 50π m/s B. 500π m/s C. 25π m/s D. $0,5\pi$ m/s

Câu 28: Một vật khối lượng $m = 0,5$ kg được gắn vào một lò xo có độ cứng $k = 200$ N/m và dao động điều hòa với biên độ $A = 0,1$m. Vận tốc của vật khi xuất hiện ở li độ 0,05m là:

A. 17,32cm/s. B. 17,33m/s.
C. 173,2cm/s. D. 5 m/s.

Câu 29: Con lắc lò xo có độ cứng $K = 50$ N/m gắn thêm vật có khối lượng $m = 0,5$ kg rồi kích thích cho vật dao động. Tìm khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ cực đại đến vị trí cân bằng

A. $\frac{\pi}{5}$s. B. $\frac{\pi}{4}$s. C. $\frac{\pi}{20}$s. D. $\frac{\pi}{15}$s.

Câu 30: Con lắc lò xo gồm hòn bi có $m = 400$g và lò xo có $k = 80$ N/m dao động điều hòa trên một đoạn thẳng dài 10 cm. Tốc độ của hòn bi khi qua vị trí cân bằng là

A. 1,41 m/s. B. 2,00 m/s. C. 0,25 m/s. D. 0,71 m/s.

Câu 31: Một con lắc lò xo, gồm lò xo nhẹ có độ cứng 50 N/m, vật có khối lượng 2 kg, dao động điều hoà theo phương thẳng đứng. Tại thời điểm vật có gia tốc 75 cm/s² thì nó có vận tốc $15\sqrt{3}$ cm/s. Biên độ dao động là

A. 5 cm. B. 6 cm. C. 9 cm. D. 10 cm.

Câu 32: Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng 20 N/m và viên bi có khối lượng 0,2 kg dao động điều hòa. Tại thời điểm t, vận tốc và gia tốc của viên bi lần lượt là 20 cm/s và $2\sqrt{3}$ m/s². Biên độ dao động của viên bi là

A. 4 cm. B. 2 cm. C. $4\sqrt{3}$ cm. D. $10\sqrt{3}$ cm.

Câu 33: Con lắc lò xo gồm một vật nặng khối lượng $m=1$ kg, một lò xo có khối lượng không đáng kể và độ cứng $k=100$ N/m thực hiện dao động điều hòa. Tại thời điểm $t=2$s, li độ và vận tốc của vật lần lượt bằng $x=6$ cm và $v=80$ cm/s. Biên độ dao động của vật là:

A. 4 cm. B. 6 cm. C. 5 cm. D. 10 cm.

Câu 34: Cho dao động điều hoà sau:

$$x=10\cos\left(3\pi t+\frac{\pi}{4}\right)\text{cm}.$$

Tại thời điểm $t=1$ s thì li độ của vật là bao nhiêu?

A. $5\sqrt{2}$ cm. B. $-5\sqrt{2}$ cm. C. 5 cm. D. 10 cm.

Câu 35: Cho dao động điều hòa sau $x=3\cos\left(4\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$ cm. Hãy xác định vận tốc cực đại của dao động?

A. 12 cm/s. B. 12π cm/s.

C. $12\pi+3$ cm/s. D. Đáp án khác

Câu 36: Cho dao động điều hòa sau $x=\cos(8\pi t+\pi)$ cm. Xác định tốc độ của vật khi vật qua vị trí cân bằng.

A. 8π cm/s. B. 16π cm/s. C. 4π cm/s. D. 20 cm/s.

Câu 37: Một chất điểm dao động điều hoà theo phương trình $x=3\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$ cm, pha dao động của chất điểm tại thời điểm $t=1$s là

A. 0 cm. B. 1,5 s.

C. $1,5\pi$ rad. D. 0,5 Hz.

Câu 38: Một vật dao động nằm ngang trên quỹ đạo dài 10 cm, tìm biên độ dao động.

A. 10 cm. B. 5 cm. C. 8 cm. D. 4 cm.

Câu 39: Một vật dao động theo phương trình:

$$x=0,04\cos\left(10\pi t-\frac{\pi}{4}\right)\text{(m)}.$$

Tính tốc độ cực đại và gia tốc cực đại của vật.

A. 4π m/s; 40 m/s^2. B. $0,4\pi$ m/s; 40 m/s^2.

C. 40π m/s; 4 m/s^2. D. $0,4\pi$ m/s; 4 m/s^2.

Câu 40: Một vật dao động điều hòa có phương trình dao động $x=5\cos(2\pi t)$ cm. Xác định gia tốc của vật khi $x=3$ cm. Biết $\pi^2=10$.

A. -12m/s^2. B. -120 cm/s^2.

C. 1,2 m/s^2. D. -60 m/s^2.

Câu 41: Vật dao động điều hòa trên trục Ox quanh vị trí cân bằng là gốc tọa độ. Gia tốc của vật có phương trình: $a=-400\pi^2x$. Số dao động toàn phần vật thực hiện được trong mỗi giây là

A. 20. B. 10. C. 40. D. 5.

Câu 42: Một vật dao động điều hòa với biên độ bằng 0,05m, tần số 2,5 Hz. Gia tốc cực đại của vật bằng

A. 12,3 m/s^2. B. 6,1 m/s^2.

C. 3,1 m/s^2. D. 1,2 m/s^2.

Câu 43: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=20\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$(cm). Gia tốc của vật tại thời điểm $t=\frac{1}{2}$s là

A. 0 m/s^2. B. 2 m/s^2. C. 9,8 m/s^2. D. 10 m/s^2.

Câu 44: Một vật dao động điều hoà, khi vật có li độ $x_1=4$cm thì vận tốc $v_1=40\sqrt{3}\pi$ cm/s; khi vật có li độ $x_2=4\sqrt{2}$ cm thì vận tốc $v_2=40\sqrt{2}\pi$ cm/s. Chu kỳ dao động của vật là:

A. 0,1s. B. 0,8s. C. 0,2s. D. 0,4s.

Câu 45: Một vật dao động điều hoà, khi vật có li độ $x_1=4$cm thì vận tốc $v_1=40\sqrt{3}\pi$ (cm/s); khi vật có li độ $x_2=4\sqrt{3}$ cm thì vận tốc $v_2=40\pi$ (cm/s). Độ lớn tốc độ góc?

A. 5π rad/s. B. 20π rad/s.

C. 10π rad/s. D. 4π rad/s.

Câu 46: Một vật dao động điều hoà, tại thời điểm t_1 thì vật có li độ $x_1=2,5$cm, tốc độ $v_1=50\sqrt{3}$ cm/s. Tại thời điểm t_2 thì vật có độ lớn li độ là $x_2=2,5\sqrt{3}$ cm thì tốc độ là $v_2=50$ cm/s. Hãy xác định độ lớn biên độ A.

A. 10 cm. B. 5 cm. C. 4 cm. D. $5\sqrt{2}$ cm.

Câu 47: Một vật dao động điều hoà có phương trình của li độ $x=A\sin(\omega t+\varphi)$. Biểu thức gia tốc của vật là

A. $a=-\omega^2x$. B. $a=-\omega^2v$.

C. $a=-\omega^2x.\sin(\omega t+\varphi)$. D. $a=-\omega^2A$.

Câu 48: Một vật dao động điều hòa với chu kì $T=3,14$s. Xác định pha dao động của vật khi nó qua vị trí $x=2$ cm với vận tốc $v=0,04$ m/s.

A. $\frac{\pi}{3}$. B. $\frac{\pi}{4}$. C. $\frac{\pi}{6}$. D. $-\frac{\pi}{4}$.

Câu 49: Một chất điểm dao động điều hòa. Khi đi qua vị trí cân bằng, tốc độ của chất điểm là 40 cm/s, tại vị trí biên gia tốc có độ lớn 200 cm/s^2. Biên độ dao động của chất điểm là

A. 0,1 m. B. 8 cm. C. 5 cm. D. 0,8 m.

Câu 50: Một vật dao động điều hoà, khi vật có li độ 4cm thì tốc độ là 30π (cm/s), còn khi vật có li độ 3cm thì vận tốc là 40π (cm/s). Biên độ và tần số của dao động là:

A. $A=5$cm, $f=5$Hz. B. $A=12$cm, $f=12$Hz.

C. $A=12$cm, $f=10$Hz. D. $A=10$cm, $f=10$Hz.

ĐÁP ÁN

1.B	2.B	3.D	4.A	5.C	6.B	7.A	8.A	9.B	10.B
11.D	12.C	13.A	14.B	15.B	16.D	17.C	18.C	19.C	20.A
21.D	22.C	23.C	24.C	25.C	26.B	27.D	28.C	29.C	30.D
31.B	32.A	33.D	34.B	35.B	36.A	37.C	38.B	39.B	40.B
41.B	42.A	43.A	44.C	45.C	46.B	47.A	48.D	49.B	50.A

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án B.

Chu kỳ dao động của con lắc lò xo là: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

Câu 2: Đáp án B.

Nhìn vào công thức tính chu kỳ dao động của con lắc lò xo thì chu kỳ của con lắc lò xo không phụ thuộc vào gia tốc trọng trường.

Câu 3: Đáp án D.

Độ cứng của lò xo tăng gấp đôi thì chu kỳ mới của con lắc sẽ là: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_2}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}} = \frac{T_1}{\sqrt{2}}$.

Vậy chu kỳ mới của con lắc lò xo giảm $\sqrt{2}$ lần.

Câu 4: Đáp án A.

Độ cứng của lò xo là: $K = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4.10.0,4}{1^2} = 16(\text{N/m})$.

Câu 5: Đáp án C.

Vì chu kỳ dao động của con lắc lò xo không phụ thuộc vào biên độ dao động của con lắc nên khi biên độ dao động của con lắc tăng 4 lần thì chu kỳ của con lắc vẫn không đổi.

Câu 6: Đáp án B.

Khối lượng của vật là: $m = \frac{T^2.K}{4\pi^2} = \frac{0,4^2.100}{4.10} = 0,4(\text{kg})$.

Câu 7: Đáp án A.

Nếu tăng khối lượng của vật lên 4 lần thì T sẽ tăng lên 2 lần.

Câu 8: Đáp án A.

Khi viên bi ở vị trí cân bằng thì:

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{g}{k/m} = \frac{g}{\omega^2} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g}}.$$

Câu 9: Đáp án B.

Khi tăng độ cứng lên 2 lần và giảm khối lượng đi 8 lần thì tần số dao động của vật sẽ là:

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_2}{m_2}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2k_1}{m_1/8}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1}{m_1}}.4 = 4f_1.$$

Vậy tần số tăng lên 4 lần.

Câu 10: Đáp án B.

Ban đầu khi con lắc có khối lượng m thì: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}$.

Sau đó thì ta có chu kỳ sẽ là:

Lập tỉ lệ ta được: $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} \Rightarrow \frac{2}{1} = \sqrt{\frac{0,4}{m_2}} \Rightarrow m_2 = 0,1\text{kg}$.

Câu 11: Đáp án D.

Ban đầu treo vật m_1 thì lò xo lệch khỏi vị trí cân bằng một đoạn là: $\Delta l_1 = \frac{m_1 g}{k}$

Sau khi treo thêm vật m_2 thì lò xo lệch khỏi vị trí cân bằng một đoạn là: $\Delta l_2 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k}$

Vì sau khi treo thêm vật m_2 thì chiều dài lò xo lúc này lớn hơn chiều dài lò xo lúc ban đầu $1cm$ nên ta có:

$$\Delta l_2 - \Delta l_1 = \frac{m_2 g}{k} = 0,01m \Rightarrow k = 100(\text{N/m}).$$

Câu 12: Đáp án C.

Tần số dao động của con lắc được tính theo công thức:

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\Delta l}}.$$

Câu 13: Đáp án A.

Tần số dao động của vật là:

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\Delta l}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{10}{0,04}} = 2,5\text{Hz}.$$

Câu 14: Đáp án B.

Độ cứng của vật dao động gấp đôi, khối lượng của vật dao động tăng gấp 3 lần thì chu kỳ dao động tăng gấp $\sqrt{\frac{3}{2}}$ lần.

Câu 15: Đáp án B.

Khi gắn quả nặng m_1 thì con lắc dao động với chu kỳ T_1 thì: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} \Rightarrow m_1 = \frac{T_1^2.k}{4\pi^2}$.

Tương tự ta cũng có: $m_2 = \frac{T_2^2.k}{4\pi^2}$. Nên từ đó khi ta gắn đồng thời cả hai vật với nhau thì ta sẽ có chu kỳ là:

$$\frac{T^2.k}{4\pi^2} = \frac{T_1^2.k}{4\pi^2} + \frac{T_2^2.k}{4\pi^2} \Rightarrow T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = 2\text{s}.$$

Câu 16: Đáp án D.

Để số dao động trong 1 giây tăng lên 2 lần thì độ cứng của lò xo phải tăng 4 lần.

Câu 17: Đáp án C.

Ta có tỉ lệ: $\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}\Rightarrow\frac{2}{1}=\sqrt{\frac{200}{m_2}}\Rightarrow m_2=50\text{g}.$

Câu 18: Đáp án C.

Làm tương tự câu 17 lập tỉ lệ sau đó ta suy ra được $m_2=1\text{kg}.$

Câu 19: Đáp án C.

Nếu gắn cả hai viên bi vào lò xo thì chu kỳ của con lắc lò xo là: $T=\sqrt{T_1^2+T_2^2}=\sqrt{0,6^2+0,8^2}=1\text{s}.$

Câu 20: Đáp án A.

Nếu cùng treo cả hai vật đó vào lò xo thì chu kỳ của con lắc là: $T^2=T_1^2+T_2^2=\frac{\pi}{2}(\text{s}).$

Lại có: $\frac{T_1}{T_2}=\frac{\Delta t/N_1}{\Delta t/N_2}=\frac{N_2}{N_1}=\frac{10}{20}=\frac{1}{2}\Rightarrow T_2=2T_1$

$\Rightarrow T_1^2+\left(2T_1\right)^2=\left(\frac{\pi}{2}\right)^2\Rightarrow T_1=\frac{\sqrt{2}}{2}$

$\Rightarrow m_1=0,5\text{kg};\ m_2=2\text{kg}.$

Câu 21: Đáp án D.

Tần số góc dao động của con lắc là:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{100}{1}}=10(\text{rad/s}).$$

Biên độ dao động của vật là:

$$A^2=x^2+\left(\frac{v}{\omega}\right)^2=6^2+\left(\frac{80}{10}\right)^2=100\Rightarrow A=10\,\text{cm}.$$

Câu 22: Đáp án C.

Ta có tỉ lệ: $\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}=\frac{T_1}{T_2}\Leftrightarrow\frac{0,3}{0,3+\Delta m}=\frac{1}{4}\Rightarrow\Delta m=0,9\text{kg}.$

Câu 23: Đáp án C.

Ta có: $\frac{m}{m-\Delta m}=\left(\frac{8}{4}\right)^2\Leftrightarrow\frac{0,4}{0,4-\Delta m}=4\Leftrightarrow\Delta m=0,3(\text{kg})$

Câu 24: Đáp án C.

Tần số góc dao động của lò xo: $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=10(\text{rad/s}).$

Biên độ dao động của con lắc lò xo là:

$$A^2=x^2+\left(\frac{v}{\omega}\right)^2=\left(\frac{a}{\omega^2}\right)^2+\left(\frac{v}{\omega}\right)^2$$

$$=\left(\frac{200}{10^2}\right)^2+\left(\frac{20}{10}\right)^2=2\sqrt{2}(\text{cm}).$$

Câu 25: Đáp án C.

Câu 26: Đáp án B.

Chu kỳ dao động của con lắc lò xo là: $T=\frac{60}{120}=0,5s.$

Giá trị lớn nhất của gia tốc là:

$$a_{\max}=\omega^2A=8.(4\pi)^2=1263,31(\text{cm/s}^2)=12,63(\text{m/s}^2).$$

Câu 27: Đáp án D.

Tần số dao động của vật là:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{100}{0,1}}=10\sqrt{10}(\text{rad/s}).$$

Vận tốc lớn nhất mà vật có thể đạt được:

$$v_{\max}=A\omega=50\sqrt{10}(\text{cm/s})=0,5\pi(\text{m/s}).$$

Câu 28: Đáp án C.

Tần số dao động của vật là:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{200}{0,5}}=20(\text{rad/s}).$$

Vận tốc của vật khi xuất hiện li độ 0,05m là:

$$v=\frac{\sqrt{2}}{2}v_{\max}=173,2(\text{cm/s}).$$

Câu 29: Đáp án C.

Tần số dao động của con lắc là:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{50}{0,5}}=10(\text{rad/s})$$

Khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ cực đại đến vị trí cân bằng là: $\Delta t=\frac{T}{4}=\frac{\pi/5}{4}=\frac{\pi}{20}(\text{s}).$

Câu 30: Đáp án D.

Tần số dao động của con lắc là:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{80}{0,4}}=10\sqrt{2}(\text{rad/s}).$$

Vật dao động điều hòa trên một đoạn thẳng dài 10*cm* thì biên độ dao động của vật là 5*cm*. Vậy tốc độ của hòn bi khi qua vị trí cân bằng là:

$$v=v_{\max}=A.\omega=5.10\sqrt{2}=50\sqrt{2}(\text{cm/s})=0,71(\text{m/s}).$$

Câu 31: Đáp án B.

Tần số góc của dao động này là:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{50}{2}}=5(\text{rad/s}).$$

Áp dụng công thức liên hệ độc lập với thời gian:

$$A^2=\left(\frac{a}{\omega^2}\right)^2+\left(\frac{v}{\omega}\right)^2=\left(\frac{75}{5^2}\right)^2+\left(\frac{15\sqrt{3}}{5}\right)^2=36$$

$\Rightarrow A=6(\text{cm}).$

Câu 32: Đáp án A.

Tần số góc của dao động là:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{20}{0,2}}=10(\text{rad/s}).$$

Biên độ dao động của con lắc là:

$$A^2=\left(\frac{a}{\omega^2}\right)^2+\left(\frac{v}{\omega}\right)^2=\left(\frac{200\sqrt{3}}{10^2}\right)^2+\left(\frac{20}{10}\right)^2=16$$

$\Rightarrow A=4(\text{cm}).$

Câu 33: Đáp án D.

Tần số góc của dao động là:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{100}{1}}=10(\text{rad/s}).$$

Biên độ dao động của con lắc là:

$$A^2=x^2+\left(\frac{v}{\omega}\right)^2=6^2+\left(\frac{80}{10}\right)^2=100\Rightarrow A=10(\text{cm}).$$

Câu 34: Đáp án B.

Li độ của vật ở thời điểm $t=1s$ là:

$$x=10\cos\left(3\pi.1+\frac{\pi}{4}\right)=-5\sqrt{2}\,\text{cm}.$$

Câu 35: Đáp án B.

Vận tốc cực đại của dao động là:

$$v_{\max}=A.\omega=3.4\pi=12\pi(\text{cm/s}).$$

Câu 36: Đáp án A.

Tốc độ của vật khi qua vị trí cân bằng là:

$$v=A.\omega=1.8\pi=8\pi(\text{cm/s}).$$

Câu 37: Đáp án C.

Pha dao động của chất điểm tại thời điểm $t=1s$ là:

$$\varphi=\pi t+\frac{\pi}{2}=\pi.1+\frac{\pi}{2}=1,5\pi.$$

Câu 38: Đáp án B.

Vật dao động trên quỹ đạo dài $10cm$ thì biên độ dao động của vật là: $A=5cm$.

Câu 39: Đáp án B.

Tốc độ cực đại của dao động là:

$$v=A\omega=0,04.10\pi=0,4\pi(\text{m/s}).$$

Gia tốc cực đại của dao động là:

$$a_{\max}=A\omega^2=0,04.(10\pi)^2=40(\text{m/s}).$$

Câu 40: Đáp án B.

Gia tốc của vật khi $x=3cm$ là:

$$a=\pm x\omega^2=\pm3.(2\pi)^2=\pm120(\text{cm/s}^2).$$

Câu 41: Đáp án B.

Số dao động toàn phần vật thực hiện được trong mỗi giây là: $N=\frac{1}{T}=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{20\pi}{2\pi}=10.$

Câu 42: Đáp án A.

Gia tốc cực đại của vật bằng:

$$a_{\max}=A\omega^2=0,05.(2,5.2\pi)^2=12,5(\text{m/s}^2).$$

Câu 43: Đáp án A.

Gia tốc của vật tại thời điểm $t-\frac{1}{2}s$ là:

$$a=-\omega^2.x=-(2\pi)^2.20\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{2}\right)=0(\text{m/s}^2).$$

Câu 44: Đáp án C.

Áp dụng công thức liên hệ ta có:

$$x_1^2+\left(\frac{v_1}{\omega}\right)^2=x_2^2+\left(\frac{v_2}{\omega}\right)^2$$

$$\Leftrightarrow4^2+\left(\frac{40\sqrt{3}\pi}{\omega}\right)^2=\left(4\sqrt{2}\right)^2+\left(\frac{40\sqrt{2}\pi}{\omega}\right)^2$$

$\Rightarrow\omega=10\pi(\text{rad/s})\Leftrightarrow T=0,2\text{s}.$

Câu 45: Đáp án C.

Giải tương tự câu 47 thì ta suy ra được $\omega=10\pi(\text{rad/s})$.

Câu 46: Đáp án B.

Ta có: $2,5^2+\frac{\left(50\sqrt{3}\right)^2}{\omega^2}=\left(2,5\sqrt{3}\right)^2+\frac{50^2}{\omega^2}$

$\Rightarrow\omega=20(\text{rad/s}).$

Vậy biên độ dao động của vật là:

$$A^2=x^2+\frac{v^2}{\omega^2}=25\Rightarrow A=5(\text{cm}).$$

Câu 47: Đáp án A.

Biểu thức gia tốc của vật là: $a=-\omega^2x$.

Câu 48: Đáp án D.

Tần số góc của dao động là: $\omega=\frac{2\pi}{T}=2(\text{rad/s}).$

Biên độ dao động của vật là: $A=\sqrt{x^2+\frac{v^2}{\omega^2}}=2\sqrt{2}(\text{cm})$

Vì vật đang qua vị trí có $x=2\text{cm}$ và vận tốc $v=0,04\text{m/s}$ nên pha dao động của vật lúc này là:

$$\varphi=-\frac{\pi}{4}(\text{rad}).$$

Câu 49: Đáp án B.

Theo đề cho thì ta có vận tốc lớn nhất và gia tốc lớn nhất lần lượt là:

$$\begin{cases}v_{\max}=A.\omega=40(\text{cm/s})\\a_{\max}=A.\omega^2=200(\text{cm/s}^2)\end{cases}\Rightarrow\omega=\frac{200}{40}=5(\text{rad/s}).$$

Vậy biên độ dao động của chất điểm là: $A=\frac{40}{5}=8\,\text{cm}.$

Câu 50: Đáp án A.

Dùng công thức: $A^2=x^2+\frac{v^2}{\omega^2}$

$\Rightarrow\omega=10\pi(\text{rad/s});\ A=5\text{cm}.$

2. Bài toán về cắt ghép lò xo

2.1. Phương pháp

Ta cần chú ý một số kiến thức sau:

Nhận xét

Lò xo có chiều dài tăng bao nhiêu lần thì độ cứng giảm đi bấy nhiêu lần và ngược lại.

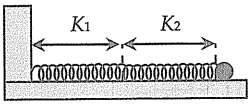
* Cắt lò xo:

Giả sử ta có một lò xo có chiều dài l_0, có độ cứng k_0. Cắt lò xo này thành n đoạn có chiều dài và độ cứng lần lượt là $k_1, k_2, ...k_n$. Khi đó ta luôn có

$$k_0 l_0 = k_1 l_1 = k_2 l_2 = ... = k_n l_n = ES$$

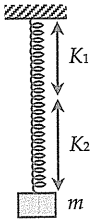
* Ghép lò xo:

a) Trường hợp ghép nối tiếp



2 lò xo ghép nối tiếp thì độ cứng của hệ lò xo (độ cứng tương đương):

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \Rightarrow k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$$



Chứng minh:

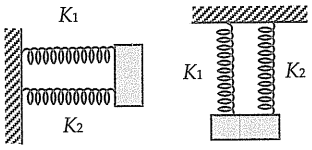
Xét khi vật ở vị trí cách vị trí cân bằng (lò xo không biến dạng) một đoạn x. Độ biến dạng và lực đàn hồi của các lò xo thành phần là x_1, x_2, F_1, F_2. Tại điểm nối giữa hai lò xo, lực đàn hồi do lò xo 1 tác dụng lên lò xo 2 tại điểm nối bằng với lực đàn hồi do lò xo 2 tác dụng lên lò xo 1 tại điểm nối, tức là ta có $F_1 = F_2$.

Gọi độ biến dạng và lực đàn hồi của lò xo tương đương là x, F. Ta có

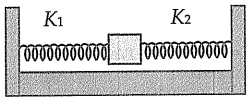
$$\begin{cases} F = F_1 = F_2 \\ x = x_1 + x_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F = -kx = -k_1 x_1 = -k_2 x_2 \\ x = x_1 + x_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{F}{-k} = \frac{F}{-k_1} + \frac{F}{-k_2} \Rightarrow \frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \Rightarrow k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$$

b) Trường hợp ghép song song



Khi 2 lò xo có độ cứng k_1, k_2 ghép song song thì độ cứng của hệ lò xo (độ cứng tương đương) được xác định bởi $k = k_1 + k_2$.



Chứng minh:

Xét khi vật ở vị trí cách vị trí cân bằng (vị trí cân bằng chọn là vị trí lò xo không biến dạng) một đoạn x. Độ biến dạng và lực đàn hồi của các lò xo thành phần là x_1, x_2, F_1, F_2.

Độ biến dạng và lực đàn hồi của lò xo tương đương là x, F. Ta có

$$\begin{cases} F = F_1 + F_2 \\ x = x_1 = x_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -kx = -kx_1 - kx_2 \\ x = x_1 = x_2 \end{cases} \Rightarrow k = k_1 + k_2$$

2.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một lò xo có độ dài $l = 50$ cm, độ cứng $k = 50$ N/m. Cắt lò xo làm 2 phần có chiều dài lần lượt là $l_1 = 20$ cm, $l_2 = 30$ cm. Tìm độ cứng của mỗi đoạn

A. 150 N/m; 83,3 N/m. B. 125 N/m; 133,3 N/m.

C. 150 N/m; 135,3 N/m. D. 125 N/m; 83,33 N/m.

Lời giải

Ta có $k_0 l_0 = k_1 l_1 = k_2 l_2 \Rightarrow \begin{cases} k_1 = \dfrac{k_0 l_0}{l_1} = \dfrac{50.50}{20} = 125\,\text{N/m} \\ k_2 = \dfrac{k_0 l_0}{l_2} = \dfrac{50.50}{30} = 83,33\,\text{N/m} \end{cases}$

Đáp án D.

Ví dụ 2: Một vật có khối lượng m gắn vào lò xo 1 có độ cứng k_1 thì vật dao động điều hòa với chu kỳ T_1, gắn vật đó vào lò xo 2 có độ cứng k_2 thì vật dao động điều hòa với chu kì T_2. Khi gắn vật m vào 2 lò xo trên ghép *nối tiếp* thì chu kì, tần số dao động của vật được xác định bởi biểu thức nào?

Lời giải

Vì hệ lò xo ghép nối tiếp nên độ cứng tương đương là $\frac{1}{k}=\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}(1)$

Mặt khác, ta có $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow\frac{1}{k}=\frac{1}{4\pi^2m}.T^2$

Tức là $\frac{1}{k}$ tỉ lệ thuận với T^2, nên kết hợp với (1) ta được $T^2=T_1^2+T_2^2$

Suy ra tần số dao động được xác định bởi biểu thức $\frac{1}{f^2}=\frac{1}{f_1^2}+\frac{1}{f_2^2}$.

Ví dụ 3: Một vật có khối lượng m gắn vào lò xo 1 có độ cứng k_1 thì vật dao động điều hòa với chu kỳ T_1, gắn vật đó vào lò xo 2 có độ cứng k_2 thì vật dao động điều hòa với chu kì T_2. Khi gắn vật m vào 2 lò xo trên ghép *song song* thì chu kì, tần số dao động của vật được xác định bởi biểu thức nào?

Lời giải

Vì hệ lò xo ghép song song nên độ cứng tương đương là $k=k_1+k_2(2)$

Mặt khác, ta có $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow k=4\pi^2m\frac{1}{T^2}$.

Tức là k tỉ lệ thuận với $\frac{1}{T^2}$, nên kết hợp với (2) ta được $\frac{1}{T^2}=\frac{1}{T_1^2}+\frac{1}{T_2^2}$.

Suy ra tần số dao động được xác định bởi biểu thức $f^2=f_1^2+f_2^2$

Ví dụ 4: Một con lắc lò xo khi gắn vật m với lò xo K_1 thì chu kỳ là $T_1=3$s. Nếu gắn vật m đó vào lò xo K_2 thì dao động với chu kỳ $T_2=4$ s. Tìm chu kỳ của con lắc lò xo ứng với các trường hợp ghép nối tiếp và song song hai lò xo với nhau.

A. 5s; 1s. B. 6s; 4s. C. 5s; 2,4s. D. 10s; 7s.

Lời giải

Khi hai lò xo mắc nối tiếp ta có: $T=\sqrt{T_1^2+T_2^2}=\sqrt{3^2+4^2}=5$.

Khi hai lò xo ghép song song ta có: $T=\frac{T_1.T_2}{\sqrt{T_1^2+T_2^2}}=\frac{3.4}{\sqrt{3^2+4^2}}=2,4$.

Đáp án C.

Ví dụ 5: Một lò xo có chiều dài l_0, độ cứng $k_0=100$ N/m. Cắt lò xo làm 3 đoạn tỉ lệ 1: 2: 3. Xác định độ cứng của mỗi đoạn.

A. 200; 400; 600 N/m. B. 100; 300; 500 N/m.

C. 200; 300; 400 N/m. D. 200; 300; 600 N/m.

Lời giải

Ta có khi cắt lò xo thì tích của độ cứng và chiều dài là không đổi

$$k_0.l_0=k_1.l_1=k_2.l_2=k_3.l_3$$

Vì ta cắt lò xo làm 3 đoạn có tỉ lệ 1: 2: 3 nên ta có:

$$\frac{l_1}{1}=\frac{l_2}{2}=\frac{l_3}{3}\Rightarrow\frac{l_1}{1}=\frac{l_2}{2}=\frac{l_3}{3}=\frac{l_1+l_2+l_3}{1+2+3}=\frac{l_0}{6}\Rightarrow\begin{cases}l_1=\dfrac{l_0}{6}\\ l_2=\dfrac{l_0}{3}\\ l_3=\dfrac{l_0}{2}\end{cases}$$

Như vậy độ cứng của lò xo thứ nhất là

$$\begin{cases}k_1=\dfrac{k_0l_0}{l_1}\\ l_1=\dfrac{l_0}{6}\\ k_0=100\,\text{N/m}\end{cases}\Rightarrow k_1=100.6=600\,\text{N/m}$$

Tương tự ta tính được $k_2=300$ N/m và $k_3=200$ N/m.

Đáp án D.

Ví dụ 6: Lò xo thứ nhất có độ cứng $K_1=400$ N/m, lò xo thứ hai có độ cứng là $K_2=600$ N/m. Hỏi nếu ghép song song hai lò xo trên thì độ cứng là bao nhiêu?

A. 600 N/m. B. 500 N/m. C. 1000 N/m. D. 2400N/m.

Lời giải

Vì hai lò xo ghép song song nên có độ cứng tương đương là

$$\Rightarrow k=k_1+k_2=400+600=1000\,\text{N/m}$$

Đáp án C.

Ví dụ 7: Lò xo 1 có độ cứng $k_1=400$ N/m, lò xo 2 có độ cứng là $k_2=600$ N/m. Hỏi nếu ghép nối tiếp 2 lò xo thì độ cứng của hệ là bao nhiêu?

A. 600 N/m. B. 500 N/m. C. 1000 N/m. D. 240 N/m.

Lời giải

Vì 2 lò xo mắc nối tiếp nên ta có độ cứng tương đương là

$$k=\frac{k_1k_2}{k_1+k_2}=\frac{400.600}{400+600}=240\left(\text{N/m}\right)$$

Đáp án D.

Ví dụ 8: Một lò xo đồng chất, tiết diện đều được cắt thành ba lò xo có chiều dài tự nhiên là l (cm), $(l-10)$ (cm) và $(l-20)$ (cm). Lần lượt gắn mỗi lò xo này (theo thứ tự trên) với vật nhỏ khối lượng m thì được ba con lắc có chu kì dao động riêng tương ứng là: 2s; 3s và T. Biết độ cứng của các lò xo tỉ lệ nghịch với chiều dài tự nhiên của nó. Giá trị của T là

A. 1,00 s. B. 1,28 s. C. 1,41 s. D. 1,50 s.

Lời giải

Vì độ cứng lò xo tỉ lệ nghịch với chiều dài tự nhiên, nên ta có:

$$\begin{cases}\dfrac{T_1}{T_2}=\sqrt{\dfrac{k_2}{k_1}}=\sqrt{\dfrac{l_1}{l_2}}\\ \dfrac{T_1}{T_3}=\sqrt{\dfrac{l_1}{l_3}}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\dfrac{2}{\sqrt{3}}=\sqrt{\dfrac{l}{l-10}}\\ \dfrac{2}{T}=\sqrt{\dfrac{l}{l-20}}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}l=40\\ T=\dfrac{2}{\sqrt{l-20}}\end{cases}\Rightarrow T=\sqrt{2}\left(\text{s}\right).$$

Đáp án C.

2.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Một con lắc lò xo gồm vật nặng m treo dưới lò xo dài. Chu kỳ dao động là T. Chu kỳ dao động là bao nhiêu nếu giảm độ dài lò xo xuống 2 lần:

A. $T' = \frac{T}{2}$. B. $T' = 2T$. C. $T' = T\sqrt{2}$. D. $T' = \frac{T}{\sqrt{2}}$.

Câu 2: Một con lắc lò xo gồm vật nặng m treo dưới lò xo dài. Chu kỳ dao động là T. Chu kỳ dao động là bao nhiêu nếu tăng độ dài lò xo lên 2 lần:

A. $T' = \frac{T}{2}$. B. $T' = 2T$. C. $T' = T\sqrt{2}$. D. $T' = \frac{T}{\sqrt{2}}$.

Câu 3: Có n lò xo khi treo cùng một vật nặng vào mỗi lò xo thì chu kì dao động tương ứng của mỗi lò xo là $T_1, T_2, ...T_n$ nếu mắc nối tiếp n lò xo trên rồi treo cùng một vật nặng thì chu kỳ hệ là:

A. $T^2 = T_1^2 + T_2^2 + ... + T_n^2$.

B. $T = T_1 + T_2 + ... + T_n$.

C. $\frac{1}{T^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} + ... + \frac{1}{T_n^2}$.

D. $\frac{1}{T} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + ... + \frac{1}{T_n}$.

Câu 4: Có n lò xo khi treo cùng một vật nặng vào mỗi lò xo thì chu kì dao động tương ứng của mỗi lò xo là $T_1, T_2, ...T_n$ nếu ghép song song n lò xo trên rồi treo cùng một vật nặng thì chu kì hệ là:

A. $T^2 = T_1^2 + T_2^2 + ... + T_n^2$.

B. $T = T_1 + T_2 + ... + T_n$.

C. $\frac{1}{T^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} + ... + \frac{1}{T_n^2}$.

D. $\frac{1}{T} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + ... + \frac{1}{T_n}$.

Câu 5: Một con lắc lò xo có độ dài tự nhiên l_0, độ cứng $K_0 = 50$ N/m. Nếu cắt lò xo làm 4 đoạn với tỉ lệ 1:2:3:4 thì độ cứng của mỗi đoạn là bao nhiêu?

A. 500; 400; 300; 200. B. 500; 250; 166,67; 125.

C. 500; 166,7; 125; 250. D. 500; 250; 450; 230.

Câu 6: Có hai lò xo $K_1 = 50$ N/m và $K_2 = 60$ N/m. Gắn nối tiếp hai lò xo trên vào vật $m = 0,4$ kg. Tìm chu kỳ dao động của hệ?

A. 0,760 s. B. 0,789 s. C. 0,350 s. D. 0,379 s.

Câu 7: Gắn vật m vào lò xo K_1 thì vật dao động với tần số f_1; gắn vật m vào lò xo K_2 thì nó dao động với tần số f_2. Hỏi nếu gắn vật m vào lò xo có độ cứng $K = 2K_1 + 3K_2$ thì tần số sẽ là bao nhiêu?

A. $f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$. B. $f = 2f_1 + 3f_2$.

C. $f = \sqrt{2f_1^2 + 3f_2^2}$. D. $f = 6f_1.f_2$.

Câu 8: Gắn vật m vào lò xo K_1 thì vật dao động với chu kỳ $T_1 = 0,3$s, gắn vật m vào lò xo K_2 thì nó dao động với chu kỳ $T_2 = 0,4$s. Hỏi nếu gắn vật m vào lò xo K_1 song song K_2 thì chu kỳ của hệ là?

A. 0,20 s. B. 0,17 s. C. 0,50 s. D. 0,24 s.

Câu 9: Hai lò xo có độ cứng là K_1, K_2 và một vật nặng m = 1kg. Khi mắc hai lò xo song song thì tạo ra một con lắc dao động điều hoà với $\omega_1 = 10\sqrt{5}$ rad/s, khi mắc nối tiếp hai lò xo thì con lắc dao động với $\omega_2 = 2\sqrt{30}$ rad/s. Giá trị của K_1, K_2 là

A. 200; 300. B. 250; 250.

C. 300; 250. D. 250; 350.

Câu 10: Hai lò xo l_1 và l_2 có cùng độ dài. Khi treo vật m vào lò xo l_1 thì chu kỳ dao động của vật là $T_1 = 0,6$s, khi treo vật vào lò xo l_2 thì chu kỳ dao động của vật là 0,8s. Nối hai lò xo với nhau ở cả hai đầu để được một lò xo cùng độ dài rồi treo vật vào hệ hai lò xo thì chu kỳ dao động của vật là

A. 1,000 s. B. 0,240 s.

C. 0,692 s. D. 0,480 s.

Câu 11: Khi mắc vật m vào lò xo K_1 thì vật dao động điều hòa với chu kỳ $T_1 = 0,6$s, khi mắc vật m vào lò xo K_2 thì vật dao động điều hòa với chu kỳ $T_2 = 0,8$s. Khi mắc m vào hệ hai lò xo K_1, K_2 mắc nối tiếp thì chu kì dao động của vật là?

A. 1,000 s. B. 0,240 s.

C. 0,693 s. D. 0,480 s.

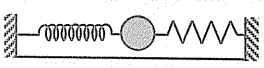
Câu 12: Treo quả nặng m vào lò xo thứ nhất, thì con lắc tương ứng dao động với chu kì 0,24s. Nếu treo quả nặng đó vào lò xo thứ 2 thì con lắc tương ứng dao động với chu kì 0,32s. Nếu mắc song song 2 lò xo rồi gắn quả nặng m thì con lắc tương ứng dao động với chu kì?

A. 0,400 s. B. 0,370 s. C. 0,137 s. D. 0,192 s.

Câu 13: Có hai lò xo giống hệt nhau độ cứng $k = 2$N/m. Nối hai lò xo song song rồi treo quả nặng 200g vào và cho vật dao động tự do. Chu kỳ dao động của vật là?

A. 2,80 s. B. 1,99 s. C. 2,50 s. D. 1,40 s.

Câu 14: Cho một hệ lò xo như hình vẽ, m = 100g, K_1 = 100N/m, K_2 = 150N/m. Khi vật ở vị trí cân bằng tổng độ dãn của hai lò xo là 5cm. Kéo vật tới vị trí lò xo l có chiều dài tự nhiên, sau đó thả vật dao động điều hoà. Biên độ và tần số góc của dao động là (bỏ qua mọi ma sát).



A. 25cm; 50 rad/s. B. 3cm; 30rad/s.

C. 3cm; 50 rad/s. D. 5cm; 30rad/s.

Câu 15: Hai lò xo có khối lượng không đáng kể, độ cứng lần lượt là $K_1 = 1$ N/cm, $K_2 = 150$N/m được treo nối tiếp thẳng đứng. Độ cứng của hệ hai lò xo trên là?

A. 151 N/m. B. 0,96 N/m.

C. 60 N/m. D. 250 N/m.

Câu 16: Hệ hai lò xo có khối lượng không đáng kể, độ cứng lần lượt là $K_1 = 60$N/m, $K_2 = 40$ N/m đặt nằm ngang nối tiếp, bỏ qua mọi ma sát. Vật nặng có khối lượng m = 600g. Lấy $\pi^2 = 10$. Tần số dao động của hệ là?

A. 4,00 Hz. B. 1,00 Hz. C. 3,00 Hz. D. 2,05 Hz.

Câu 17: Một vật có khối lượng m khi treo vào lò xo có độ cứng K_1 thì dao động với chu kỳ $T_1 = 0,64$s. Nếu mắc vật m trên vào lò xo có độ cứng K_2 thì nó dao động với chu kỳ là $T_2 = 0,36$s. Mắc hệ nối tiếp 2 lò xo thì chu kỳ dao động của hệ là bao nhiêu?

A. 0,3100 s. B. 0,7340 s.

C. 0,5392 s. D. Đáp án khác.

Câu 18: Một vật có khối lượng m khi treo vào lò xo có độ cứng K_1 thì dao động với chu kỳ $T_1 = 0,64$s. Nếu mắc vật m trên vào lò xo có độ cứng K_2 thì nó dao động với chu kỳ là $T_2 = 0,36$s. Mắc hệ song song 2 lò xo thì chu kỳ dao động của hệ là bao nhiêu?

A. 0,3100 s. B. 0,7340 s.

C. 0,5392 s. D. Đáp án khác.

Câu 19: Một lò xo có chiều dài tự nhiên $l_0 = 40$cm, độ cứng $k = 20$ N/m, được cắt thành hai lò xo có chiều dài $l_1 = 10$cm, $l_2 = 30$cm. Độ cứng K_1, K_2 của hai lò xo l_1, l_2 lần lượt là:

A. 80 N/m; 26,7 N/m. B. 5 N/m; 15 N/m.

C. 26 N/m; 7 N/m. D. Đáp án khác.

Câu 20: Một lò xo có độ dài l, độ cứng $k = 100$N/m. Cắt lò xo làm 3 phần với tỉ lệ 1:2:3 tính độ cứng của mỗi đoạn:

A. 600, 300, 200(N/m). B. 200, 300, 500(N/m).

C. 300, 400, 600(N/m). D. 600, 400, 200(N/m).

Câu 21: Một lò xo có độ cứng K = 50N/m, cắt lò xo làm hai phần với tỉ lệ 2:3. Tìm độ cứng của mỗi đoạn

A. $K_1 = 125$N/m, $K_2 = 83,33$N/m.

B. $K_1 = 125$N/m, $K_2 = 250$N/m.

C. $K_1 = 250$N/m, $K_2 = 83,33$N/m.

D. $K_1 = 150$N/m, $K_2 = 100$N/m.

Câu 22: Một lò xo có $k = 1$N/cm, dài $l_0 = 1$m. Cắt lò xo thành 3 phần tỉ lệ 1:2:2. Tìm độ cứng của mỗi đoạn?

A. 500, 200; 200. B. 500; 250; 200.

C. 500; 250; 250. D. 500; 200; 250.

Câu 23: Hai lò xo có độ cứng $K_1 = 20$N/m; $K_2 = 60$N/m. Độ cứng của lò xo tương đương khi 2 lò xo mắc song song là:

A. 15 N/m. B. 40 N/m.

C. 80 N/m. D. 1200 N/m.

Câu 24: Hai lò xo giống nhau có cùng độ cứng 10N/m. Mắc hai lò xo song song nhau rồi treo vật nặng khối lượng $m = 200$g. Lấy $\pi^2 = 10$. Chu kỳ dao động tự do của hệ là:

A. 1 s. B. 2 s. C. $\frac{\pi}{5}$ s. D. $\frac{2\pi}{5}$ s.

Câu 25: Hai lò xo giống nhau có cùng độ cứng $K_1 = K_2 = 30$N/m. Mắc hai lò xo nối tiếp nhau rồi treo vật nặng khối lượng $m = 150$g. Lấy $\pi^2 = 10$. Chu kì dao động tự do của hệ là:

A. 2π s. B. π s. C. $\frac{\pi}{5}$ s. D. $\frac{2\pi}{5}$ s.

Câu 26: Một hệ gồm 2 lò xo l_1, l_2 có độ cứng $K_1 = 60$N/m, $K_2 = 40$N/m một đầu gắn cố định, đầu còn lại gắn vào vật m có thể dao động điều hoà theo phương ngang. Khi ở trạng thái cân bằng lò xo 1 bị nén 2cm. Lực đàn hồi tác dụng vào m khi vật có li độ 1cm là?

A. 4,0 N. B. 1,5 N. C. 2,0 N. D. 1,0 N.

Câu 27: Cho một lò xo có độ dài $l_0 = 45$cm, $K_0 = 12$N/m Khối lượng không đáng kể, được cắt thành hai lò xo có độ cứng lần lượt $K_1 = 30$N/m, $K_2 = 20$N/m. Gọi l_1, l_2 là chiều dài mỗi lò xo khi cắt. Tìm l_1, l_2.

A. $l_1 = 27$cm; $l_2 = 18$cm. B. $l_1 = 18$ cm; $l_2 = 27$cm.

C. $l_1 = 30$cm; $l_2 = 15$cm. D. $l_1 = 15$cm; $l_2 = 30$cm.

Câu 28: Hai lò xo giống hệt nhau có $k = 100$N/m mắc nối tiếp với nhau. Gắn với vật $m = 2$kg. Dao động điều hòa. Tại thời điểm vật có gia tốc 75 cm/s^2 thì nó có vận tốc $15\sqrt{3}$ cm/s. Xác định biên độ?

A. 6,00 cm. B. 4,00 cm.

C. 5,00 cm. D. 3,97 cm.

ĐÁP ÁN

1.D	2.C	3.A	4.C	5.B	6.A	7.C	8.D	9.A	10.D
11.A	12.D	13.D	14.C	15.C	16.B	17.B	18.A	19.A	20.A
21.A	22.C	23.C	24.C	25.C	26.D	27.B	28.A		

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án D.

Khi giảm độ dài của con lắc lò xo xuống hai lần thì:

$$l_1K_1 = l_2K_2 \Leftrightarrow l_1K_1 = \frac{l_1}{2}K_2 \Rightarrow K_2 = 2K_1.$$

Áp dụng vào công thức tính chu kỳ của con lắc lò xo ta được:

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K_2}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2K_1}} = \frac{1}{\sqrt{2}}T_1.$$

Câu 2: Đáp án C.

Tương tự như câu 1 khi tăng độ dài lò xo lên 2 lần thì:

$$K_2 = \frac{K_1}{2} \Rightarrow T_2 = \sqrt{2}T_1.$$

Câu 3: Đáp án A.

Gọi độ cứng của mỗi lò xo trong n lò xo là K_n.

Từ công thức tính chu kỳ của lò xo: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$ ta suy ra được: $K = \frac{4\pi^2.m}{T^2}$.

Ta có khi mắc nối tiếp n lò xo trên rồi treo vào cùng một vật nặng thì ta được độ cứng của hệ con lắc lò xo dao động là:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + ... + \frac{1}{K_n}$$

$$\Leftrightarrow \frac{T^2}{4\pi^2.m} = \frac{T_1^2}{4\pi^2.m} + \frac{T_2^2}{4\pi^2.m} + ... + \frac{T_n^2}{4\pi^2.m}.$$

$$\Leftrightarrow T^2 = T_1^2 + T_2^2 + ... + T_n^2.$$

Câu 4: Đáp án C.

Tương tự giống câu 3 nhưng đây là trường hợp các lò xo ghép song song nên ta được:

$$K = K_1 + K_2 + K_2 + ... + K_n$$

$$\Leftrightarrow \frac{4\pi^2.m}{T^2} = \frac{4\pi^2.m}{T_1^2} + \frac{4\pi^2.m}{T_2^2} + ... + \frac{4\pi^2.m}{T_n^2}.$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{T^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} + ... + \frac{1}{T_n^2}$$

Câu 5: Đáp án B.

Ta gọi độ dài và độ cứng của 4 đoạn lò xo khi bị cắt ra lần lượt là: $l_1, K_1; l_2, K_2; l_3, K_3; l_4, K_4$.

Áp dụng công thức ta có: $l_1.K_1 = l_2.K_2 = l_3.K_3 = l_4.K_4$.

Vì theo đề bài thì người ta chia tỷ lệ:

$$\begin{cases} l_1 : l_2 : l_3 : l_4 = 1:2:3:4 \\ l_1 + l_2 + l_3 + l_4 = l \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} l_1 = \frac{l}{10} \\ l_2 = \frac{2l}{10} \\ l_3 = \frac{3l}{10} \\ l_4 = \frac{4l}{10} \end{cases} \Leftrightarrow \frac{l}{10}.K_1 = \frac{2l}{10}K_2 = \frac{3l}{10}K_3 = \frac{4l}{10}K_4 = l.K$$

$$\Rightarrow \begin{cases} K_1 = 10K = 500(\text{N/m}). \\ K_2 = 5K = 250(\text{N/m}). \\ K_3 = \frac{10K}{3} = 166,67(\text{N/m}). \\ K_4 = \frac{5K}{2} = 125(\text{N/m}). \end{cases}$$

Câu 6: Đáp án A.

Khi gắn nối tiếp hai lò xo trên thì độ cứng tổng hợp sẽ là:

$$K = \frac{K_1K_2}{K_1 + K_2} = \frac{50.60}{50+60} = \frac{300}{11}(\text{N/m}).$$

Chu kỳ dao động của hệ là:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,4}{300/11}} = 0,760s.$$

Câu 7: Đáp án C.

Khi gắn m vào lò xo có độ cứng

$$K = 2K_1 + 3K_2 \Leftrightarrow 4\pi^2.m.f^2 = 2.4\pi^2.m.f_1^2 + 3.4\pi^2.m.f_2^2$$

$$\Rightarrow f = \sqrt{2f_1^2 + 3f_2^2}$$

Câu 8: Đáp án D.

Khi K_1 song song với K_2 thì lò xo sẽ dao động với chu kỳ:

$$\frac{1}{T^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} = \frac{1}{0,3^2} + \frac{1}{0,4^2} = \frac{625}{36} \Rightarrow T = 0,24s.$$

Câu 9: Đáp án A.

Theo đề ta có:

$$\begin{cases} \omega_1 = 10\sqrt{5}(\text{rad/s}) \\ \omega_2 = 2\sqrt{30}(\text{rad/s}) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sqrt{\frac{K_1}{m}} = 10\sqrt{5} \\ \sqrt{\frac{K_2}{m}} = 2\sqrt{30} \end{cases}.$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} K_{01} + K_{02} = 500 \\ \frac{K_{01}.K_{02}}{K_{01} + K_{02}} = 120 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} K_1 = 200 \\ K_2 = 300 \end{cases}$$

Câu 10: Đáp án D.

Chu kỳ dao động của vật là:

$$\frac{1}{T^2}=\frac{1}{T_1^2}+\frac{1}{T_2^2}\Rightarrow T=0,48\text{s}.$$

Câu 11: Đáp án A.

Khi mắc m vào hệ hai lò xo nối tiếp thì chu kỳ dao động của vật là:

$$T^2=T_1^2+T_2^2\Rightarrow T^2=0,6^2+0,8^2=1\Leftrightarrow T=1\text{s}.$$

Câu 12: Đáp án D.

Khi mắc song song hai lò xo rồi gắn vào vật nặng m thì chu kỳ dao động của vật là:

$$\frac{1}{T^2}=\frac{1}{T_1^2}+\frac{1}{T_2^2}=\frac{1}{0,24^2}+\frac{1}{0,32^2}=\frac{15625}{576}\Rightarrow T=0,192\text{s}.$$

Câu 13: Đáp án D.

Nối hai lò xo song song thì ta được một lò xo có độ cứng tổng hợp là:

$$K=K_1+K_2=2+2=4\text{N/m}.$$

Chu kỳ dao động của vật là:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}=2\pi\sqrt{\frac{0,2}{4}}=1,4\text{s}.$$

Câu 14: Đáp án C.

Khi vật ở vị trí cân bằng thì tổng độ giãn của cả hai lò xo là 5 cm.

Vì vật được mắc ở giữa hai lò xo nên ta xem như hai lò xo đang treo song song với nhau.

Nên độ cứng tổng hợp sẽ là:

$$K=K_1+K_2=100+150=250(\text{N/m}).$$

Suy ra tần số góc dao động là:

$$\omega=\sqrt{\frac{K}{m}}=\sqrt{\frac{250}{0,1}}=50(\text{rad/s}).$$

Ta có: $\begin{cases}x_1K_1=x_2K_2\\x_1+x_2=5\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}x_1=3\text{cm}\\x_2=2\text{cm}\end{cases}$ nên biên độ của dao động là 3cm.

Câu 15: Đáp án C.

Độ cứng của hệ hai lò xo trên là:

$$K=\frac{K_1K_2}{K_1+K_2}=\frac{100.150}{100+150}=60(\text{N/m}).$$

Câu 16: Đáp án B.

Tần số dao động của vật là:

$$f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}}=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{24}{0,6}}=1(\text{Hz}).$$

Câu 17: Đáp án B.

Nếu mắc nối tiếp 2 lò xo trên thì chu kỳ dao động sẽ là:

$$T^2=T_1^2+T_2^2=0,64^2+0,36^2=0,5392\Rightarrow T=0,7343\text{s}.$$

Câu 18: Đáp án A.

Mắc hệ song song thì chu kỳ của dao động là:

$$\frac{1}{T^2}=\frac{1}{T_1^2}+\frac{1}{T_2^2}=\frac{1}{0,64^2}+\frac{1}{0,36^2}\Rightarrow T=0,3137\text{s}.$$

Câu 19: Đáp án A.

Ta có:

$$K_1l_1=K_2l_2=K_3l_3=Kl\Leftrightarrow 10K_1=30K_2=40K$$

$$\Rightarrow K_1=80(\text{N/m});K_2=26,7(\text{N/m}).$$

Câu 20: Đáp án A.

Cắt lò xo thành 3 phần thì ta được:

$$l_1K_1=l_2K_2=l_3K_3=lK\Rightarrow\frac{1}{6}lK_1=\frac{2}{6}lK_2=\frac{3}{6}lK_3=lK$$

$$\Rightarrow K_1=600(\text{N/m});K_2=300;K_3=200(\text{N/m}).$$

Câu 21: Đáp án A.

Cắt lò xo làm hai phần theo tỷ lệ: $l_1:l_2=2:3$

$$\Rightarrow l_1=\frac{2}{5}l;l_2=\frac{3}{5}l$$

$$\Rightarrow K_1=2,5K=125(\text{N/m});K_2=\frac{5}{3}K=83,33(\text{N/m}).$$

Câu 22: Đáp án C.

Cách giải tương tự như các câu trên.

Câu 23: Đáp án C.

Độ cứng của lò xo là: $K=K_1+K_2=20+60=80(\text{N/m})$.

Câu 24: Đáp án C.

Chu kỳ dao động tự do của con lắc đơn là:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}=2\pi\sqrt{\frac{0,2}{20}}=\frac{\pi}{5}\text{s}.$$

Câu 25: Đáp án C.

Chu kỳ dao động của hệ là:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}=2\pi\sqrt{\frac{0,15}{15}}=\frac{\pi}{5}\text{s}.$$

Câu 26: Đáp án D.

Độ cứng tổng hợp của lò xo là:

$$K=K_1+K_2=60+40=100(\text{N/m}).$$

Khi ở trạng cân bằng lò xo 1 bị nén vào 2cm.

Câu 27: Đáp án B.

Ta có: $l_1K_1=l_2K_2=lK\Leftrightarrow l_1.30=l_2.20=45.12$

$$\Rightarrow l_1=18\text{cm};\ l_2=27\text{cm}.$$

Câu 28: Đáp án A.

Độ cứng tổng hợp của lò xo là:

$$K=\frac{k.k}{k+k}=50(\text{N/m})\Rightarrow\omega=\sqrt{\frac{K}{m}}=\sqrt{\frac{50}{2}}=5(\text{rad/s}).$$

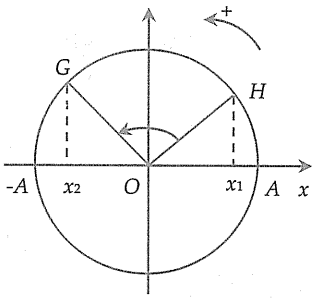
Biên độ dao động của vật là:

$$A^2=\left(\frac{75}{5^2}\right)^2+\left(\frac{15\sqrt{3}}{5}\right)^2=36\Rightarrow A=6\text{cm}.$$

3. Bài toán thời gian

Đây là một bài toán có thể nói là quan trọng bậc nhất trong chương trình Vật lí phổ thông. Thấu hiểu cách làm và thấu hiểu phương pháp đường tròn đối với dao động điều hòa dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ sẽ giúp chúng ta làm tốt các bài toán không chỉ ở chương dao động cơ, mà còn ở các chương khác như sóng cơ, dao động điện từ, điện xoay chiều. Vậy nên, bạn đọc hãy đọc kĩ phần này!

3.1. Phương pháp



Ta sẽ dùng phương pháp đường tròn (sử dụng mối quan hệ giữa chuyển động tròn đều và dao động điều hòa) để giải các bài toán về tính thời gian trong dao động điều hòa.

- Ví dụ, để tính được *thời gian ngắn nhất* khi vật đi từ *vị trí* x_1 *theo chiều âm* đến x_2 *theo chiều âm* như hình vẽ, ta cần xác định được góc mà vecto $\vec{A}$ quét được trên đường tròn, tức là cần tính được góc $\widehat{HOG}(\text{rad})$. Khi đó thời gian là

$$\widehat{HOG} = \omega t \Rightarrow t = \frac{\widehat{HOG}}{\omega}.$$

Nhận xét

Bạn đọc hãy để ý đến những chữ nghiêng ở ví dụ trên. Khi ta thay đổi một trong các chữ nghiêng đó, tính chất bài toán sẽ khác đi.

- Ví dụ, vì sao ta lại nói đến *thời gian ngắn nhất*? Vì nó cụ thể, do đó nó hay xuất hiện trong các câu hỏi. Nếu chỉ nói *thời gian* vật đi từ *vị trí* x_1 *theo chiều âm* đến x_2 *theo chiều âm* thì ta có thể hiểu thời gian cần tính là: thời gian đi từ x_1 theo chiều âm đến x_1 theo chiều âm lần thứ k (hết thời gian kT) rồi cộng với thời gian từ x_1 theo chiều âm đến x_2 theo chiều âm. Tức là nó hơn *thời gian ngắn nhất* một khoảng thời gian là kT với $k = 0,1,2,...$ ($k = 0$ chính là trường hợp *thời gian ngắn nhất*).

- Ví dụ tiếp, nếu ta thay "đến x_2 *theo chiều âm*" bằng "đến x_2 *theo chiều dương*" thì kết quả là véc tơ $\vec{A}$ khi đó quét được góc $\widehat{HOG'}$ trong đó G' đối xứng với G qua Ox.

Như vậy, rõ ràng với bài toán thời gian, ta cần biết vị trí, chiều chuyển động cụ thể của vật để có thể tính toán một cách chính xác hơn. Do đó, để tính được thời gian khi vật đi từ vị trí x_1 đến vị trí x_2 thì phương pháp chung là:

+ Xác định tại vị trí x_1 vật đang đi theo chiều nào (vận tốc dương hay âm. Nếu vận tốc dương thì vật đi theo chiều dương, vận tốc âm thì vật đi theo chiều âm). Khi đó ứng với chất điểm trên đường tròn là điểm nào?

+ Xác định tại vị trí x_2 vật đang đi theo chiều nào (vận tốc dương hay âm). Khi đó ứng với chất điểm trên đường tròn là điểm nào?

+ Tính góc α mà $\vec{A}$ quét được khi vật đi từ x_1 đến x_2?

+ Tính thời gian vật đi từ x_1 đến x_2 bởi $\alpha = \omega t \Rightarrow t = \frac{\alpha}{\omega} \Rightarrow t = \frac{\alpha}{2\pi}.T$

STUDY TIP

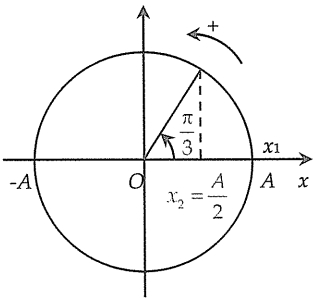
Khi sử dụng phương pháp đường tròn, để kết quả chính xác, nếu đề bài cho phương trình dao động dạng sin thì ta phải đổi về phương trình dạng cos.

3.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa với chu kì T và biên độ A. Hãy tính khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ:

1. $x_1 = A$ đến $x_2 = \frac{A}{2}$.
2. $x_1 = \frac{A}{2}$ đến $x_2 = -\frac{A\sqrt{3}}{2}$.
3. $x_1 = -\frac{A}{2}$ đến $x_2 = -\frac{A\sqrt{3}}{2}$.
4. $x_1 = -\frac{A\sqrt{3}}{2}$ đến $x_2 = -\frac{A}{2}$.

Lời giải



1. Tại x_1, x_2 vật đi theo chiều nào?

Tại $x_1 = A$ vật đang có xu hướng đi theo chiều âm. Để đến $x_2 = \frac{A}{2}$ hết thời gian ngắn nhất thì ở $x_2 = \frac{A}{2}$ vật phải đi theo chiều âm.

Xác định góc quét?

Dựa vào đường tròn, ta có góc quét là $\alpha = \arccos\left(\frac{\frac{A}{2}}{A}\right) = \frac{\pi}{3}$, suy ra thời gian là

$t = \frac{\frac{\pi}{3}T}{2\pi} = \frac{T}{6}$.

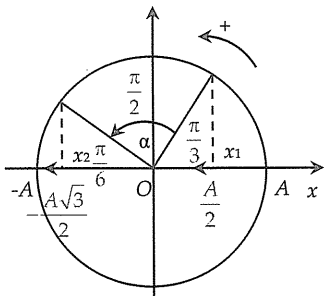
2. Có các khả năng sau xảy ra:

Đi từ $x_1 = \frac{A}{2}$ theo chiều âm đến $x_2 = -\frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều âm.

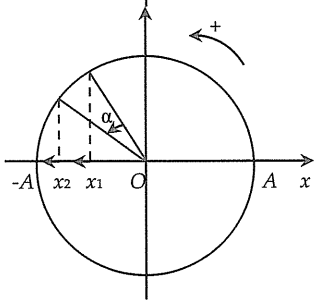
Đi từ $x_1 = \frac{A}{2}$ theo chiều âm đến $x_2 = -\frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều dương.

Đi từ $x_1 = \frac{A}{2}$ theo chiều dương đến $x_2 = -\frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều âm.

Đi từ $x_1 = \frac{A}{2}$ theo chiều dương đến $x_2 = -\frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều dương.

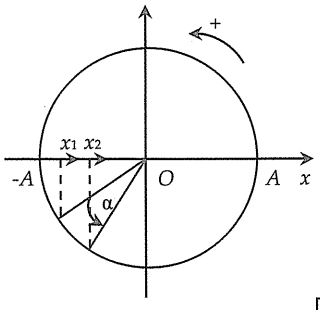


Tuy nhiên, trong 4 trường hợp trên thì *thời gian ngắn nhất* ứng với trường hợp đi từ $x_1 = \frac{A}{2}$ theo chiều âm đến $x_2 = -\frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều âm. Chúng ta xem đường tròn hình bên để hiểu rõ hơn.



Dựa vào đường tròn, ta có $\alpha = \frac{\pi}{2}$ nên thời gian là $t = \frac{T}{4}$.

3. Thời gian ngắn nhất ứng với trường hợp vật đi từ $x_1 = -\frac{A}{2}$ theo chiều âm đến $x_2 = -\frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều âm.



Dựa vào đường tròn, ta có góc quét được là $\alpha = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{6}$, suy ra thời gian là

$t = \frac{T}{12}$.

4. Thời gian ngắn nhất ứng với trường hợp vật đi từ vị trí có li độ $x_1 = -\frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều dương đến $x_2 = -\frac{A}{2}$ theo chiều dương (xem hình vẽ)

Dựa vào đường tròn, ta có góc quét được là $\alpha = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{6}$, suy ra thời gian là

$t = \frac{T}{12}$.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa với chu kì T và biên độ A. Trong một chu kì, khoảng thời gian để

1. Vận tốc có giá trị nhỏ hơn $\frac{v_{max}}{2}$ là bao nhiêu?

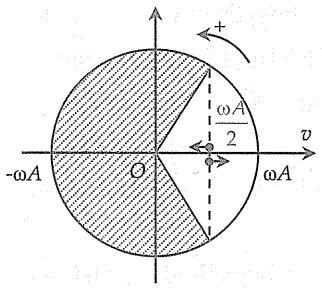
2. Vận tốc có giá trị lớn hơn $\frac{v_{max}}{2}$ là bao nhiêu?

3. Tốc độ có giá trị nhỏ hơn $\frac{v_{max}\sqrt{3}}{2}$ là bao nhiêu?

4. Tốc độ có giá trị lớn hơn $\frac{v_{max}\sqrt{3}}{2}$ là bao nhiêu?

5. Gia tốc có giá trị nhỏ hơn $\frac{\alpha_{max}}{2}$ là bao nhiêu?

Lời giải

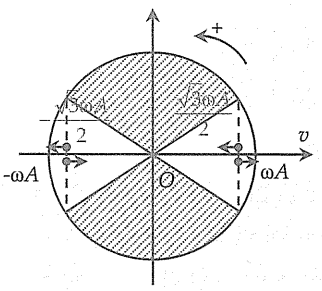


1. Ta sẽ dùng đường tròn của li độ x hoặc cũng có thể dùng đường tròn của vận tốc v để làm, bởi vì chu kì của x, v là như nhau. Không nên dùng đường tròn của x vì ta lại mất thời gian chuyển từ điều kiện v sang điều kiện x. Ta sẽ dùng đường tròn của vận tốc. Ta có trong một chu kì, $v<\frac{v_{max}}{2}$ ứng với phần gạch chéo ở hình vẽ.

Góc quét được là $\alpha=2\pi-\frac{\pi}{3}-\frac{\pi}{3}$, suy ra trong một chu kì, thời gian để $v<\frac{v_{max}}{2}$ là

$$t=\frac{4\pi}{3}.\frac{1}{2\pi}T=\frac{2T}{3}.$$

2. Trong một chu kì, thời gian để vận tốc $v>\frac{v_{max}}{2}$ ứng với phần không gạch chéo ở hình trên. Góc quét được là $\frac{2\pi}{3}$ nên thời gian cần tìm là $\frac{T}{3}$.



3. Ta có $|v|<\frac{v_{max}\sqrt{3}}{2}\Leftrightarrow-\frac{v_{max}\sqrt{3}}{2}<v<\frac{v_{max}\sqrt{3}}{2}$. Do đó trong một chu kì, khoảng thời gian để tốc độ có giá trị nhỏ hơn $-\frac{v_{max}\sqrt{3}}{2}$ là khoảng thời gian véctơ quay quét được phần gạch chéo như hình vẽ

Góc quét được là $\alpha=\left(\pi-\frac{\pi}{6}-\frac{\pi}{6}\right)+\left(\pi-\frac{\pi}{6}-\frac{\pi}{6}\right)=\frac{4\pi}{3}$. Từ đó suy ra thời gian cần tìm là $t=\frac{\frac{4\pi}{3}}{2\pi}T=\frac{2T}{3}$.

4. Ta có $|v|>\frac{v_{max}\sqrt{3}}{2}\Leftrightarrow\left[\begin{array}{l}v>\frac{v_{max}\sqrt{3}}{2}\\v<-\frac{v_{max}\sqrt{3}}{2}\end{array}\right.$ do đó trong một chu kì, khoảng thời gian để tốc độ có giá trị $\frac{v_{max}\sqrt{3}}{2}$ là khoảng thời gian véctơ quay quét được phần không gạch chéo ở hình vẽ câu 3.

Góc quét được là $\alpha=\left(\frac{\pi}{6}+\frac{\pi}{6}\right)+\left(\frac{\pi}{6}+\frac{\pi}{6}\right)=\frac{2\pi}{3}$ nên suy ra thời gian $t=\frac{\frac{2\pi}{3}}{2\pi}T=\frac{T}{3}$

5. Ta dùng đường tròn của gia tốc a, làm tương tự các bài trên, ta thu được kết quả giống câu hỏi 1. Thời gian cần tính là $\frac{2T}{3}$.

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa với chu kì T và biên độ A. Trong một chu kì, khoảng thời gian để

1. Véctơ vận tốc và véctơ gia tốc cùng chiều?
2. Véctơ vận tốc và véctơ gia tốc ngược chiều?
3. Vật chuyển động nhanh dần?
4. Vật chuyển động chậm dần?
5. Lực hồi phục ngược chiều với véctơ vận tốc?
6. Lực hồi phục cùng chiều với véctơ vận tốc?

Lời giải

Chú ý

Trong quá trình dao động của vật thì véctơ vận tốc $\vec{v}$ luôn cùng chiều chuyển động, còn véctơ gia tốc $\vec{a}$ luôn hướng về vị trí cân bằng. Lực hồi phục $\vec{F}=-k\vec{x}$ nên lực hồi phục ngược chiều li độ, mà li độ ngược chiều gia tốc $\vec{a}$ nên lực hồi phục $\vec{F}$ cùng chiều gia tốc $\vec{a}$

Dựa vào đường tròn:

- Khi vật chuyển động ở góc phần tư thứ nhất (đi từ biên dương A đến vị trí cân bằng O) thì: $\vec{v}$ ngược chiều Ox, $\vec{a}$ hướng về vị trí cân bằng tức là cũng ngược chiều Ox, do đó trong góc phần tư thứ nhất, $\vec{v}$ và $\vec{a}$ cùng chiều.

- Khi vật chuyển động ở góc phần tư thứ hai (đi từ vị trí cân bằng O đến biên âm) thì: $\vec{v}$ ngược chiều Ox, $\vec{a}$ hướng về vị trí cân bằng tức là cùng chiều Ox, do đó trong góc phần tư thứ hai, $\vec{v}$ và $\vec{a}$ ngược chiều.

- Khi vật chuyển động ở góc phần tư thứ ba (đi từ vị trí biên âm đến vị trí cân bằng) thì: $\vec{v}$ cùng chiều Ox, $\vec{a}$ hướng về vị trí cân bằng tức là cùng chiều Ox, do đó trong góc phần tư thứ ba, $\vec{v}$ và $\vec{a}$ cùng chiều.

- Khi vật chuyển động ở góc phần tư thứ tư (đi từ vị trí cân bằng đến vị trí biên dương) thì: $\vec{v}$ cùng chiều Ox, $\vec{a}$ hướng về vị trí cân bằng tức là ngược chiều Ox, do đó trong góc phần tư thứ tư, $\vec{v}$ và $\vec{a}$ ngược chiều.

Tóm lại, ta có

$$(II)\ \underline{0\to -A}\begin{cases}\vec{a}\uparrow\downarrow\vec{v}\\ \vec{F}_{hp}\uparrow\downarrow\vec{v}\end{cases}\quad (I)\underline{+A\to 0}\begin{cases}\vec{a}\uparrow\uparrow\vec{v}\\ \vec{F}_{hp}\uparrow\uparrow\vec{v}\end{cases}$$

$$(III)\ \underline{-A\to 0}\begin{cases}\vec{a}\uparrow\uparrow\vec{v}\\ \vec{F}_{hp}\uparrow\uparrow\vec{v}\end{cases}\quad (IV)\ \underline{0\to +A}\begin{cases}\vec{a}\uparrow\downarrow\vec{v}\\ \vec{F}_{hp}\uparrow\downarrow\vec{v}\end{cases}$$

STUDY TIP

Có thể nhớ nhanh như sau: vì ở một trong 2 vị trí biên thì tốc độ bằng 0, ở vị trí cân bằng thì tốc độ cực đại, nên chuyển động *nhanh dần khi vật đi từ biên về vị trí cân bằng*, chuyển động *chậm dần khi vật đi từ vị trí cân bằng ra biên.*

Vật chuyển động *nhanh dần* khi $\vec{a}$ và $\vec{v}$ cùng chiều, tức là khi vật chuyển động thuộc góc phần tư thứ I và thứ III. Lúc này vật đi từ biên về vị trí cân bằng.

Vật chuyển động *chậm dần* khi $\vec{a}$ và $\vec{v}$ ngược chiều, tức là khi vật chuyển động thuộc góc phần tư thứ II và thứ IV. Lúc này vật đi từ vị trí cân bằng đến biên.

* Quay trở lại bài toán:

1. *Véctơ vận tốc và véctơ gia tốc cùng chiều?*

Trong một chu kì, véctơ vận tốc và véctơ gia tốc cùng chiều khi véctơ quay quét góc phần tư thứ I và góc phần tư thứ III của đường tròn. Tổng góc quét là $\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{2}=\pi$, suy ra thời gian cần tìm là $\frac{T}{2}$.

2. *Véctơ vận tốc và véctơ gia tốc ngược chiều?*

Trong một chu kì, véctơ vận tốc và véctơ gia tốc ngược chiều khi véctơ quay quét góc phần tư thứ II và góc phần tư thứ IV của đường tròn. Tổng góc quét là $\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{2}=\pi,$, suy ra thời gian cần tìm là $\frac{T}{2}$.

3. *Vật chuyển động nhanh dần?*

Trong một chu kì, vật chuyển động nhanh dần khi vật đi từ biên về vị trí cân bằng, véctơ quay quét góc phần tư thứ I và góc phần tư thứ III của đường tròn. Tổng góc quét là $\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{2}=\pi$, suy ra thời gian cần tìm là $\frac{T}{2}$.

4. *Vật chuyển động chậm dần?*

Trong một chu kì, vật chuyển động chậm dần khi vật đi từ vị trí cân bằng ra biên, véctơ quay quét góc phần tư thứ II và góc phần tư thứ IV của đường tròn. Tổng góc quét là $\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{2}=\pi$, suy ra thời gian cần tìm là $\frac{T}{2}$.

5. *Lực hồi phục ngược chiều với véctơ vận tốc?*

Trong một chu kì, lực hồi phục ngược chiều với véctơ vận tốc khi vật đi từ vị trí cân bằng ra biên, véctơ quay quét góc phần tư thứ II và góc phần tư thứ IV của đường tròn. Tổng góc quét là $\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{2}=\pi$, suy ra thời gian cần tìm là $\frac{T}{2}$.

6. *Lực hồi phục cùng chiều với véctơ vận tốc?*

Trong một chu kì, lực hồi phục cùng chiều với véctơ vận tốc khi vật đi từ biên về vị trí cân bằng, véctơ quay quét góc phần tư thứ I và góc phần tư thứ III của đường tròn. Tổng góc quét là $\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{2}=\pi$, suy ra thời gian cần tìm là $\frac{T}{2}$.

Ví dụ 4: Khi một vật dao động điều hòa thì vectơ vận tốc

A. luôn đổi chiều khi đi qua gốc tọa độ.

B. luôn cùng chiều với vectơ gia tốc.

C. luôn đổi chiều khi vật chuyển động đến vị trí biên.

D. luôn ngược chiều với vectơ gia tốc.

Lời giải

A. Sai, vì khi qua gốc tọa độ vật chưa đổi chiều chuyển động nên vectơ vận tốc chưa đổi chiều.

B. Sai, vì chỉ cùng chiều với vectơ gia tốc khi vật chuyển động nhanh dần, tức là khi vật đi về vị trí cân bằng.

C. Đúng vì khi đến vị trí biên thì vật đổi chiều chuyển động nên vectơ vận tốc cũng thay đổi theo.

D. Sai, vì chỉ ngược chiều với vectơ gia tốc khi vật chuyển động chậm dần, tức là khi vật đi ra biên.

Đáp án C.

Ví dụ 5: Chọn phát biểu đúng khi vật dao động điều hòa

A. Véctơ vận tốc $\vec{v}$, véctơ gia tốc $\vec{a}$ của vật là các véctơ không đổi.

B. Véctơ vận tốc $\vec{v}$, véctơ gia tốc $\vec{a}$ đổi chiều khi qua vị trí cân bằng.

C. Véctơ vận tốc $\vec{v}$, véctơ gia tốc $\vec{a}$ cùng chiều chuyển động của vật.

D. Véctơ vận tốc $\vec{v}$ hướng cùng chiều chuyển động, véctơ gia tốc $\vec{a}$ hướng về vị trí cân bằng.

Lời giải

A. Sai vì vận tốc và gia tốc biến thiên điều hòa theo thời gian nên véctơ vận tốc $\vec{v}$, véctơ gia tốc $\vec{a}$ của vật là các véctơ thay đổi.

B. Sai vì khi đi qua vị trí cân bằng thì vật chưa đổi chiều nên véctơ vận tốc cũng chưa đổi chiều.

C. Sai vì véctơ vận tốc $\vec{v}$, véctơ gia tốc $\vec{a}$ cùng chiều chuyển động của vật chỉ khi vật chuyển động từ biên về vị trí cân bằng.

D. Đúng.

Đáp án D.

Ví dụ 6: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=5\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$cm.

Trong một chu kì kể từ thời điểm ban đầu, tìm khoảng thời gian để vận tốc có giá trị dương và vật chuyển động chậm dần ?

A. $\frac{7}{24}\text{s}<\Delta t<\frac{5}{12}\text{s}$.

B. $\frac{5}{24}\text{s}<\Delta t<\frac{1}{12}\text{s}$.

C. $\frac{5}{24}\text{s}<\Delta t<\frac{1}{2}\text{s}$.

D. $\frac{1}{2}\text{s}<\Delta t<\frac{6}{5}\text{s}$.

Lời giải

Vận tốc dương khi vật chuyển động theo chiều dương (đi từ $-A$ đến A) và vật chuyển động chậm dần khi từ vị trí cân bằng ra biên. Do đó, trong một chu kì kể từ thời điểm ban đầu, khoảng thời gian để vận tốc có giá trị dương và vật chuyển động chậm dần ứng với vật chuyển động từ vị trí cân bằng ra biên dương, ứng với véctơ quay của vật nằm trong góc phần tư thứ IV. Tức là pha của vật nằm trong góc phần tư thứ IV. Khi đó ta có

$$\frac{3\pi}{2}<4\pi t+\frac{\pi}{3}<2\pi\Leftrightarrow\frac{7}{24}\text{s}<t<\frac{5}{12}\text{s}.$$

Ví dụ 7: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=5\sqrt{2}\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{4}\right)$cm. Các thời điểm vật chuyển động qua vị trí có tọa độ $x=-5\text{cm}$ theo chiều dương của trục Ox là

A. $t=\frac{3}{2}+2k(\text{s})(k\in\mathbb{N}^*)$.

B. $t=\frac{3}{2}+2k(\text{s})(k\in\mathbb{N}^*)$.

C. $t=1+2k(\text{s})(k\in\mathbb{N})$.

D. $t=-\frac{1}{2}+2k(\text{s})(k\in\mathbb{N}^*)$.

Lời giải

Cách 1: Giải theo phương pháp đại số

Vật đi qua vị trí $x=-5$ cm và chuyển động theo chiều dương ($v>0$) nên ta có hệ

$$\begin{cases}x=5\sqrt{2}\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{4}\right)=-5\\v=-\pi5\sqrt{2}\sin\left(\pi t-\frac{\pi}{4}\right)>0\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{4}\right)=-\frac{1}{\sqrt{2}}\\\sin\left(\pi t-\frac{\pi}{4}\right)<0\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}\pi t-\frac{\pi}{4}=\pm\frac{3\pi}{4}+k2\pi\\\sin\left(\pi t-\frac{\pi}{4}\right)<0\end{cases},k\in\mathbb{Z}$$

$$\Leftrightarrow\pi t-\frac{\pi}{4}=-\frac{3\pi}{4}+k2\pi,k\in\mathbb{Z}\Leftrightarrow t=-\frac{1}{2}+2k,\ k\in\mathbb{Z}.$$

Vì $t>0$ nên $k>0{,}25$ mà $k\in\mathbb{Z}$ nên $k\in\mathbb{N}^*$.

Cách 2: Giải theo đường tròn

Thời gian cần tính gồm 2 phần:

STUDY TIP

Đối với những bài đi qua vị trí có li độ x biết rõ chiều (âm hay dương), ta nên giải bằng phương pháp đại số để đỡ nhầm lẫn và dễ hình dung hơn.

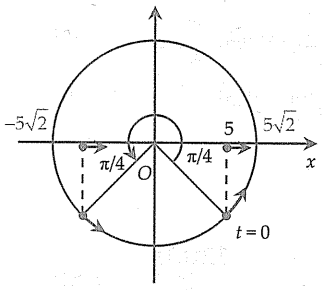
Ngoài ra, với kết quả bài toán là $t=-\frac{1}{2}+2k$, $k=1,2,3,...$ thì:

+ $k=1$ ứng với thời điểm vật chuyển động qua vị trí có tọa độ $x=-5$ cm theo chiều dương của trục Ox lần thứ nhất.

+ $k=2$ ứng với thời điểm vật chuyển động qua vị trí có tọa độ $x=-5$ cm theo chiều dương của trục Ox lần thứ hai.

...

Người ra đề có thể không hỏi tổng quát mà hỏi với giá trị cụ thể của k, nên ta cần lưu ý điều này.



+ Thời gian ngắn nhất vật đi từ vị trí ban đầu (vị trí ứng với $t = 0$, $x_0 = 5$ cm và đang chuyển động theo chiều dương) đến lúc vật đi qua vị trí $x = -5$ cm theo chiều dương lần thứ nhất. Dựa vào đường tròn, dễ dàng tính được góc quét là $\alpha = \frac{\pi}{4} + \pi + \frac{\pi}{4} = \frac{3\pi}{2}$, suy ra thời gian $t_0 = \frac{3T}{4} = \frac{3}{2}(s)$.

+ Thời gian vật đi qua $x = -5$ cm theo chiều dương k lần tiếp theo. Thời gian này chính bằng k lần chu kì, vì khi vật đang ở $x = -5$ cm theo chiều dương thì sau k chu kì, vật vẫn đi qua $x = -5$ cm theo chiều dương.

Vậy $t = \frac{3}{2} + kT = \frac{3}{2} + 2k$ với $k = 0,1,2,3,...$, tương đương với $t = -\frac{1}{2} + 2k$, $k = 1,2,3,...$ (không chọn đáp án A vì ở đáp án A $k \in \mathbb{N}^*$ thiếu mất $k = 0$).

Đáp án D.

Ví dụ 8: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 4\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$cm. Xác định thời điểm vật đi qua vị trí $x = 2$cm lần thứ 2011

A. $\frac{12061}{24}$s. B. $\frac{12049}{24}$s. C. $\frac{12025}{24}$s. D. Đáp án khác.

Lời giải

Cách 1: Giải theo phương pháp đại số

Thời điểm vật đi qua vị trí $x = 2$ cm (không kể chiều nào nên ta không cần phương trình vận tốc âm hay dương) được xác định theo phương trình

$$x = 4\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = 2 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} 4\pi t + \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3} + k2\pi \\ 4\pi t + \frac{\pi}{6} = -\frac{\pi}{3} + m2\pi \end{array}\right. \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} t = \frac{1}{24} + \frac{k}{2}, k \in \mathbb{N} \\ t = -\frac{1}{8} + \frac{m}{2}, m \in \mathbb{N}^* \end{array}\right.$$

$k = 0$ ta có $t_0 = \frac{1}{24}$, đi qua $x = 2$ cm lần thứ nhất $\left(k = \frac{1-1}{2}\right)$.

$m = 1$ ta có $t_1 = \frac{3}{8} > t_0$, đi qua $x = 2$ cm lần thứ hai $\left(m = \frac{2}{2}\right)$.

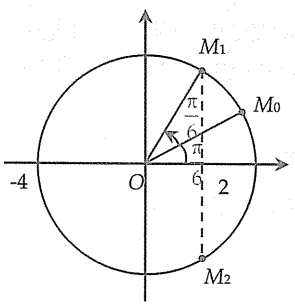
$k = 1$ ta có $t_2 = \frac{13}{24} > t_1$, đi qua $x = 2$ cm lần thứ ba $\left(k = \frac{3-1}{2}\right)$.

$m = 2$ ta có $t_3 = \frac{7}{8} > t_2$, đi qua $x = 2$ cm lần thứ tư $\left(m = \frac{4}{2}\right)$.

Tổng quát với n là số lần đi qua vị trí $x = 2$ cm thì ứng với $k = \frac{n-1}{2}; m = \frac{n}{2}$

Ở đây $k \in \mathbb{N}$, $m \in \mathbb{N}^*$.

Như vậy đi qua 2011 lần thì ứng với $k = \frac{2011-1}{2} = 1005$, vào thời điểm $t = \frac{1}{24} + \frac{1005}{2} = \frac{12061}{24}$s.



Cách 2: Sử dụng đường tròn

Vị trí ban đầu của vật với pha ban đầu là $\frac{\pi}{6}$ ứng với chất điểm chuyển động tròn đều trên đường tròn là điểm M_0.

Vì chỉ tính vật qua vị trí $x = 2$ cm mà không xét đến chiều chuyển động nên cứ mỗi vòng quay của véctơ quay, vật qua vị trí $x = 2$ cm hai lần tương ứng với chất

điểm trên đường tròn là các điểm M_1 và M_2. Lần thứ nhất đi qua $x = 2$ cm ứng với chất điểm trên đường tròn đi từ M_0 đến M_1, véctơ quét được góc $\frac{\pi}{6}$. Muốn có lần thứ 2011, vật cần phải đi qua 2010 lần nữa, vậy véctơ quay phải quay thêm được 1005 vòng nữa.

Vậy tổng góc quét là: $\Delta\varphi = \frac{\pi}{6} + 1005.2\pi = \frac{12061\pi}{6}$.

Từ đó ta tính được thời điểm qua $x = 2$ cm lần thứ 2011 là: $\Delta t = \frac{\frac{12061\pi}{6}}{4\pi}. = \frac{12061}{24}$s.

Đáp án A.

Ví dụ 9: Một chất điểm dao động điều hòa với phương trình $x = A\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$cm. Trong thời gian $\frac{6053}{3}$ giây đầu tiên kể từ thời điểm ban đầu

1. Chất điểm đi qua vị trí có li độ $x = \frac{A}{2}$ theo chiều âm bao nhiêu lần?

2. Chất điểm đi qua vị trí có li độ $x = \frac{A}{2}$ bao nhiêu lần?

Lời giải

1. Đề bài nói rõ chiều nên ta dùng phương pháp đại số sẽ nhanh hơn

Chất điểm đi qua vị trí có li độ $x = \frac{A}{2}$ theo chiều âm $(v < 0)$ nên ta có hệ

$$\begin{cases} x = A\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right) = \frac{A}{2} \\ v = -2\pi A\sin\left(2\pi + \frac{\pi}{4}\right) < 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 2\pi t + \frac{\pi}{4} = \pm\frac{\pi}{3} + 2k\pi \\ \sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right) > 0 \end{cases}$$

$\Leftrightarrow 2\pi t + \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{3} + k2\pi \Leftrightarrow t = \frac{1}{24} + k, k = 0,1,2,3,...$

Ta có $0 \le t = \frac{1}{24} + k \le \frac{6053}{3} \Leftrightarrow -0,0416 \le k \le 2017,625$ do đó $k \in [0;2017]$ và k là số tự nhiên nên có 2018 giá trị của k, suy ra chất điểm đi qua $x = \frac{A}{2}$ theo chiều âm 2018 lần.

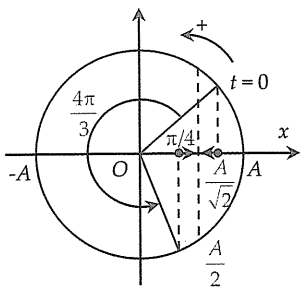
Nếu ta giải theo đường tròn thì thế nào?

Ta sẽ giải theo quy trình như sau:

Bước 1: Kiểm tra xem thời điểm t_1 vật đang ở đâu và đi theo chiều nào?

Bước 2: Tính xem trong khoảng thời gian Δt của đề bài thì véctơ quay quét được một góc bao nhiêu, tách góc đó theo $k.2\pi + x$ với $0 < x < 2\pi$, $k \in \mathbb{Z}$.

(Tách như vậy là bởi vì cứ véc tơ quay quét được 1 vòng 2π thì vật luôn đi qua vị trí có li độ x bất kì hai lần (không kể chiều); đi qua vị trí có li độ x bất một lần (kể chiều âm hay dương)).



Bước 3: Dùng đường tròn suy ra kết quả bài toán. Ta có:

+ Tại thời điểm ban đầu $t = 0$ vật có pha là $\frac{\pi}{4}$ tức là đang ở vị trí có li độ $x = \frac{A}{2}$ và đang đi theo chiều âm.

+ Ta có góc vécto quay quét được trong $\frac{6053}{3}$ giây đầu là

$$\frac{6053}{3}.2\pi = 2017.2\pi + \frac{2}{3}.2\pi = 2017.2\pi + \frac{4\pi}{3}$$

+ Vì sau khi quét góc 2017.2π thì vật đi qua $x = \frac{A}{2}$ theo chiều âm 2017 lần, và đang ở vị trí ban đầu, vẫn có pha là $\frac{\pi}{4}$ tức là vẫn đang ở vị trí có li độ $x = \frac{1}{\sqrt{2}}$ và đang đi theo chiều âm.

Ta xét xem khi vécto quay quét thêm góc $\frac{4\pi}{3}$ thì vật có qua $x = \frac{A}{2}$ theo chiều âm lần nào nữa không? Thì dựa vào đường tròn, ta thấy sau khi quét thêm thêm góc $\frac{4\pi}{3}$ để cho đủ $2017.2\pi + \frac{4\pi}{3}$ thì vật đi qua vị trí $x = \frac{A}{2}$ theo chiều âm thêm một lần nữa.

Vậy chất điểm đi qua $x = \frac{A}{2}$ theo chiều âm 2018 lần.

2. Tương tự như trên, nhưng sau khi quét góc 2017.2π thì vật đi qua $x = \frac{A}{2}$ $2017.2 = 4034$ lần và sau khi quét tiếp góc $\frac{4\pi}{3}$ để cho đủ $2017.2\pi + \frac{4\pi}{3}$ thì vật đi qua vị trí $x = \frac{A}{2}$ thêm một lần nữa.

Vậy chất điểm đi qua $x = \frac{A}{2}$ tổng cộng 4035 lần.

Ví dụ 10: Một con lắc lò xo gồm lò xo nhẹ và vật nhỏ khối lượng 100 g đang dao động điều hòa theo phương ngang, mốc tính thế năng tại vị trí cân bằng. Từ thời điểm $t_1 = 0$ đến $t_2 = \frac{\pi}{48}$s, động năng của con lắc tăng từ 0,096 J đến giá trị cực đại rồi giảm về 0,064 J. Ở thời điểm t_2, thế năng của con lắc bằng 0,064 J. Biên độ dao động của con lắc là

A. 5,7 cm. B. 7,0 cm. C. 8,0 cm. D. 3,6 cm.

Lời giải

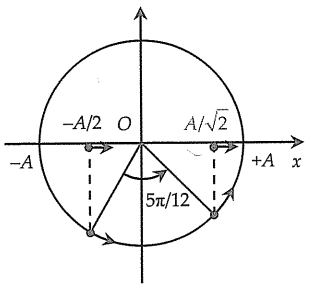
- Ở thời điểm t_2 ta thấy, con lắc có động năng là 0,064 J và thế năng là 0,064 J. Suy ra cơ năng của con lắc là: 0,064 J + 0,064 J = 0,128 J.

- Có cơ năng tức là có $W = \frac{m\omega^2 A^2}{2} = 0,128J(1)$ mà đề bài cho khối lượng, như vậy để tính biên độ ta cần tính được ω.

- Đề bài cho *từ thời điểm* $t_1 = 0$ *đến* $t_2 = \frac{\pi}{48}$s, *động năng của con lắc tăng từ 0,096 J đến giá trị cực đại rồi giảm về 0,064 J* nên ta sẽ tìm xem thời gian $t_2 - t_1$ bằng bao nhiêu lần chu kì, từ đó suy ra ω. Muốn tính được, ta cần biết tại t_1 và t_2, chất điểm ở đâu ($x = ?$) và đi theo chiều nào? Thật vậy, ta có:

Tại thời điểm $t_1 = 0$ ta có $W_d = 0,096J$ nên suy ra thế năng $W_t = 0,128 - 0,096 = 0,032J$, mà $\frac{W_t}{W} = \left(\frac{x}{A}\right)^2$, hay $x = \pm\sqrt{\frac{W_t}{W}}$, nên li độ tại thời điểm này là: $x_1 = \pm\frac{A}{2}$.

- Tương tự, tại thời điểm t_2 ta có $W_t = 0{,}064\text{J}$ nên li độ tại thời điểm này là $x_2 = \pm\dfrac{A}{\sqrt{2}}$.



Theo bài ra, từ thời điểm t_1 đến thời điểm t_2, động năng của con lắc tăng đến giá trị cực đại rồi giảm, tức là thế năng của con lắc giảm đến 0 rồi tăng, tương ứng với vật đi từ vị trí có li độ $x_1 = \pm\dfrac{A}{\sqrt{2}}$, qua vị trí cân bằng, rồi đến $x_2 = \mp\dfrac{A}{\sqrt{2}}$ hoặc ngược lại. Cả hai trường hợp đều cho ta góc quét được trên đường tròn là $\dfrac{5\pi}{12}$, ứng với thời gian $\dfrac{5T}{24}$. Vậy ta có $\dfrac{\pi}{48} = \dfrac{5T}{24} \Rightarrow \omega = 20\text{ rad/s}$.

- Thay $\omega = 20$ rad/s vào (1) ta tính được $A = 8$ cm.

Đáp án C.

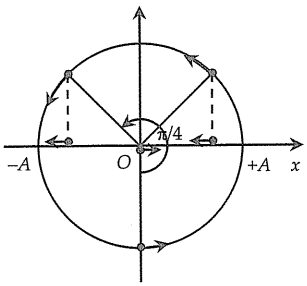
Ví dụ 11: Một con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương ngang với tần số góc ω. Vật nhỏ của con lắc có khối lượng 100 g. Tại thời điểm $t = 0$, vật nhỏ qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Tại thời điểm $t = 0{,}95$ s, vận tốc v và li độ x của vật nhỏ thỏa mãn $v = -\omega x$ lần thứ 5. Lấy $\pi^2 = 10$. Độ cứng của lò xo là

A. 85 N/m. B. 37 N/m. C. 20 N/m. D. 25 N/m.

Lời giải

Để tính được độ cứng của lò xo, ta cần tính được ω, hay tính được chu kì của vật.

Khi $v = -\omega x$ ta có $A^2 = x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2} = x^2 + x^2$, suy ra $x = \pm\dfrac{A}{\sqrt{2}}$. Vậy, khi $v = -\omega x$ thì vật đi qua vị trí có li độ $x = \dfrac{A}{\sqrt{2}}$ theo chiều âm, hoặc qua vị trí có li độ $x = -\dfrac{A}{\sqrt{2}}$ theo chiều dương.



Từ đó suy ra: 1 chu kì sẽ có hai lần vận tốc và li độ thỏa mãn $v = -\omega x$, dựa vào đường tròn suy ra $0{,}95 = 2T + \dfrac{T}{4} + \dfrac{T}{8} \Rightarrow T = -0{,}4\text{s}$.

Độ cứng của lò xo $k = \dfrac{4\pi^2 m}{T^2} = 25\text{N/m}$.

Đáp án D.

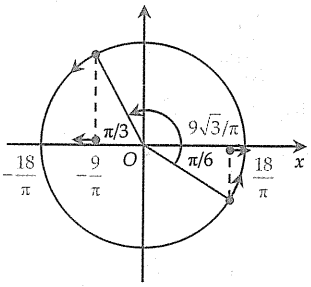
Ví dụ 12: Một chất điểm dao động điều hòa có vận tốc cực đại 60 cm/s và gia tốc cực đại là $2\pi\left(\text{m/s}^2\right)$. Chọn mốc thế năng tại vị trí cân bằng. Thời điểm ban đầu $\left(t = 0\right)$, chất điểm có vận tốc 30 cm/s và thế năng đang tăng. Chất điểm có gia tốc bằng $\pi\left(\text{m/s}^2\right)$ lần đầu tiên ở thời điểm

A. 0,35 s. B. 0,15 s. C. 0,10 s. D. 0,25 s.

Lời giải

Theo bài ra ta có $\begin{cases} v_{\max} = 60\text{ cm/s} = \omega A \\ a_{\max} = 2\pi\text{ m/s}^2 = \omega^2 A \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \omega = \dfrac{10\pi}{3}\text{ rad/s} \\ A = \dfrac{18}{\pi}\text{ cm} \end{cases}$

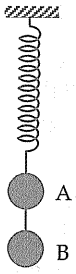
Tại thời điểm $t = 0$ vận tốc dương 30 cm/s và thế năng đang tăng, suy ra vật đang ở vị trí có li độ dương và đang hướng về biên dương theo chiều dương. Li độ khi đó là $x = \sqrt{A - \dfrac{v^2}{\omega^2}} = \dfrac{9\sqrt{3}}{\pi}\text{cm}$. Khi $\alpha = \pi \Rightarrow -\omega^2 x = \pi \Rightarrow x = -\dfrac{9}{\pi}$. Bài toán trở về tìm



thời gian ngắn nhất vật đi từ $x=\frac{9\sqrt{3}}{\pi}$cm theo chiều dương đến vị trí có li độ $x=-\frac{9}{\pi}$. Dựa vào đường tròn suy ra góc quét trong thời gian này là

$$\Delta\varphi=\frac{\pi}{6}+\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{6}=\frac{5\pi}{6}\Rightarrow\Delta t=\frac{\frac{5\pi}{6}}{\omega}=\frac{\frac{5\pi}{6}}{\frac{10\pi}{3}}=0,25\text{s}.$$

Đáp án D.



Ví dụ 13: Một lò xo nhẹ có độ cứng 75 N/m, đầu trên của lò xo treo vào một điểm cố định. Vật A có khối lượng 0,1 kg được treo vào đầu dưới của lò xo. Vật B có khối lượng 0,2 kg treo vào vật A nhờ một sợi dây mềm, nhẹ, không dãn và đủ dài để khi chuyển động vật A và vật B không va chạm nhau (hình bên). Ban đầu giữ vật B để lò xo có trục thẳng đứng và dãn 9,66 cm (coi $9,66\approx4+4\sqrt{2}$) rồi thả nhẹ. Lấy $g=10$ m/s² và $\pi^2=10$. Thời gian tính từ lúc thả vật B đến khi vật A dừng lại lần đầu là?

A. 0,23 s. B. 0,19 s. C. 0,21 s. D. 0,17 s.

Lời giải

+ Ban đầu hệ gồm 2 vật A, B có $\Delta l_{01}=\frac{0,3.10}{75}=0,04\text{m}=4\text{cm}$

+ Thời điểm $t=0$ giữ vật B ở vị trí lò xo dãn $4+4\sqrt{2}$cm và thả nhẹ, suy ra biên độ dao động: $A_1=4+4\sqrt{2}-4=4\sqrt{2}$cm

+ Tại vị trí lò xo không biến dạng thì dây bị chùng (do $T=0$) nên 2 vật tách nhau ở đây, hệ chỉ còn lại vật A dao động

+ $\Delta l_{02}=\frac{m_2g}{k}=\frac{4}{3}$cm, vậy vật A lúc này cách VTCB mới O' 1 đoạn đúng bằng $\Delta l_{02}=\frac{4}{3}\text{cm}=-x_2$ (chọn chiều dương hướng xuống)

+ Khi tách nhau, hệ vật A và B ở vị trí cách VTCB cũ O một đoạn bằng 4cm. Vận tốc $v=\omega_1\sqrt{A^2-x^2}=\sqrt{\frac{k}{m_1+m_2}}.\sqrt{\left(4\sqrt{2}\right)^2-4^2}=20\sqrt{10}$ cm/s

Biên độ dao động mới: $A_2=\sqrt{x_2^2+\frac{v^2}{\omega_2^2}}=\sqrt{\left(\frac{4}{3}\right)^2+\left(\frac{20\sqrt{10}}{\sqrt{\frac{75}{0,1}}}\right)^2}=\frac{8}{3}\text{cm}$

+ Tại vị trí của A lúc này A đang có xu hướng chuyển động tới vị trí biên âm và đó là vị trí mà A dừng lại lần đầu $\Rightarrow\Delta t=\frac{\arccos\left(\frac{\frac{4}{3}}{\frac{8}{3}}\right)}{2\pi}T_2=\frac{T_2}{6}$.

+ Thời gian tính từ lúc thả vật B đến lúc A dừng lại là

$$\Delta t'=\frac{T_1}{4}+\frac{T_1}{8}+\frac{T_2}{6}=\frac{0,4}{4}+\frac{0,4}{8}+\frac{2\pi\sqrt{\frac{0,1}{75}}}{6}=0,188\text{s}.$$

Đáp án B.

3.3. Bài tập tự luyện

Dạng 1: Bài toán xác định thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí A đến vị trí B

Câu 1: Một vật dao động điều hòa với chu kì T. Hãy xác định thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí cân bằng đến $\frac{A\sqrt{2}}{2}$.

A. $\frac{T}{8}$. B. $\frac{T}{4}$. C. $\frac{T}{6}$. D. $\frac{T}{12}$.

Câu 2: Một vật dao động điều hòa với chu kì T. Hãy xác định thời gian ngắn nhất để vật đi từ $\frac{A}{2}$ đến $-\frac{A\sqrt{3}}{2}$.

A. $\frac{T}{8}$. B. $\frac{T}{4}$. C. $\frac{T}{6}$. D. $\frac{T}{12}$.

Câu 3: Một vật dao động điều hòa với chu kì T. Hãy xác định thời gian ngắn nhất để vật đi từ $\frac{A}{2}$ theo chiều âm đến vị trí cân bằng theo chiều dương.

A. $\frac{T}{2}$. B. $\frac{3T}{4}$. C. $\frac{7T}{12}$. D. $\frac{5T}{6}$.

Câu 4: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 5\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$cm. Xác định thời gian để vật đi từ vị trí 2,5 cm đến –2,5 cm.

A. $\frac{1}{12}$s. B. $\frac{1}{10}$s. C. $\frac{1}{20}$s. D. $\frac{1}{6}$s.

Câu 5: Một vật dao động điều hòa với phương trình là $x = 4\cos(2\pi t)$. Thời gian ngắn nhất để vật đi qua vị trí cân bằng kể từ thời điểm ban đầu là:

A. $t = 0{,}25$ s. B. $t = 0{,}75$ s. C. $t = 0{,}5$ s. D. $t = 1{,}25$ s.

Câu 6: Thời gian ngắn nhất để một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 10\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$cm đi từ vị trí cân bằng đến vị trí biên

A. 2,00 s. B. 1,00 s. C. 0,50 s. D. 0,25 s.

Câu 7: Một vật dao động điều hòa từ A đến B với chu kỳ T, vị trí cân bằng O. Trung điểm OA, OB là M, N. Thời gian ngắn nhất để vật đi từ M đến N là $\frac{\pi}{30}$s. Hãy xác định chu kỳ dao động của vật.

A. $\frac{1}{4}$s. B. $\frac{1}{5}$s. C. $\frac{1}{10}$s. D. $\frac{1}{6}$s.

Câu 8: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 4\cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$cm. Xác định thời điểm đầu tiên vật đi đến vị trí có gia tốc là 2 m/s² và vật đang tiến về vị trí cân bằng

A. $\frac{\pi}{12}$s. B. $\frac{\pi}{60}$s. C. $\frac{\pi}{10}$s. D. $\frac{1}{30}$s.

Câu 9: Một vật dao động điều hòa, với biên độ $A = 10$ cm, tốc độ góc 10π rad/s. Xác định thời gian ngắn nhất vật đi từ vị trí có vận tốc cực đại đến vị trí có gia tốc $a = -50$ m/s².

A. $\frac{\pi}{60}$s. B. $\frac{1}{45}$s. C. $\frac{1}{30}$s. D. $\frac{1}{32}$s.

Dạng 2: Bài toán trong một chu kì thời gian để vật thỏa mãn điều kiện cho trước?

Câu 10: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 5\cos(10t)$ cm. Trong một chu kỳ thời gian vật có vận tốc nhỏ hơn 25 cm/s là:

A. $\frac{\pi}{15}$s. B. $\frac{4\pi}{15}$s. C. $\frac{1}{30}$s. D. $\frac{1}{60}$s.

Câu 11: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 5\cos(10t)$ cm. Trong một chu kỳ thời gian vật có tốc độ nhỏ hơn 25 cm/s là:

A. $\frac{\pi}{15}$ s. B. $\frac{\pi}{30}$s. C. $\frac{1}{30}$s. D. $\frac{1}{60}$s.

Câu 12: Một vật dao động điều hoà với tần số góc là 10 rad/s và biên độ 2cm. Thời gian mà vật có độ lớn vận tốc nhỏ hơn $10\sqrt{3}$ cm/s trong mỗi chu kỳ là

A. $\frac{2\pi}{15}$s. B. $\frac{\pi}{15}$s. C. $\frac{\pi}{30}$s. D. $\frac{4\pi}{15}$s.

Câu 13: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = A\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$. Biết quãng đường vật đi được trong thời gian $1(s)$ là $2A$ và $\frac{2}{3}$ s đầu tiên là 9 cm. Giá trị của A và ω là

A. 9cm và π rad/s. B. 12cm và 2π rad/s.
C. 6cm và π rad/s. D. 12cm và π rad/s.

Câu 14: Một con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì T và biên độ 5 cm. Biết trong một chu kì T khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không vượt quá 100 cm/s² là $\frac{T}{3}$. Lấy $\pi^2 = 10$. Tần số dao động của vật là

A. 4 Hz. B. 3 Hz. C. 2 Hz. D. 1 Hz.

Dạng 3: Bài toán xác định thời điểm vật qua vị trí cho trước

Câu 15: Vật dao động điều hòa theo phương trình $x = A\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$cm. Thời điểm vật đi qua vị trí cân bằng là:

A. $t=\frac{2}{3}+2k(\text{s}),k\in\mathbb{N}$ B. $t=-\frac{1}{3}+2k(\text{s}),k\in\mathbb{N}$

C. $t=\frac{2}{3}+k(\text{s}),k\in\mathbb{N}$ D. $t=\frac{1}{3}+k(\text{s}),k\in\mathbb{N}$

Câu 16: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=5\sqrt{2}\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{4}\right)$cm. Các thời điểm vật chuyển động qua vị trí có tọa độ $x=-5$ cm theo chiều dương của trục Ox là:

A. $t=\frac{3}{4}+2k(\text{s}),(k\in\mathbb{N})$. B. $t=\frac{3}{2}+2k(\text{s}),(k\in\mathbb{N}^*)$.

C. $t=1+2k(\text{s}),(k\in\mathbb{N})$. D. $t=-\frac{1}{3}+2k(\text{s}),(k\in\mathbb{N}^*)$.

Câu 17: Vật dao động điều hòa theo phương trình $x=A\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$cm. Thời điểm vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm là:

A. $t=-\frac{1}{12}+k(\text{s})(k=1,2,3,...)$.

B. $t=-\frac{5}{12}+k(\text{s})(k=1,2,3,...)$.

C. $t=-\frac{1}{12}+\frac{k}{2}(\text{s})(k=1,2,3,...)$.

D. $t=\frac{1}{15}+k(\text{s})(k=1,2,3,...)$.

Câu 18: Vật dao động điều hòa trên phương trình $x=4\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ cm. Thời điểm vật đi qua vị trí có li độ x = 2cm theo chiều dương là:

A. $t=-\frac{1}{8}+\frac{k}{2}(\text{s})\ (k=1,2,3,...)$.

B. $t=\frac{1}{24}+\frac{k}{2}(\text{s})\ (k=1,2,3,...)$.

C. $t=\frac{k}{2}(\text{s})\ (k=1,2,3,...)$.

D. $t=-\frac{1}{6}+\frac{k}{2}(\text{s})\ (k=1,2,3,...)$.

Câu 19:Một vật dao động điều hoà có vận tốc thay đổi theo quy luật: $v=10\pi\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm/s. Thời điểm vật đi qua vị trí $x=-5$ cm là:

A. $\frac{3}{4}$ s. B. $\frac{2}{3}$ s. C. $\frac{1}{3}$ s. D. $\frac{1}{6}$ s.

Câu 20: Vật dao động với phương trình $x=5\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ cm. Tìm thời điểm vật đi qua điểm có tọa độ x = 2,5cm theo chiều dương lần thứ nhất.

A. $\frac{3}{4}$ s. B. $\frac{2}{3}$ s. C. $\frac{6}{8}$ s. D.0,38 s.

Câu 21: Vật dao động với phương trình $x=5\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm. Tìm thời điểm vật đi qua vị trí biên dương lần thứ 4 kể từ thời điểm ban đầu.

A.1,69 s. B.1,82 s. C.2,00 s. D.1,96 s.

Câu 22: Vật dao động với phương trình $x=5\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm. Tìm thời điểm vật qua vị trí cân bằng lần thứ 4 kể từ thời điểm ban đầu.

A. $\frac{6}{5}$ s. B. $\frac{4}{6}$ s.

C. $\frac{5}{6}$ s. D.Không đáp án.

Câu 23:Một vật dao động điều hòa trên trục $x'Ox$ với phương trình $x=10\cos(\pi t)$ cm. Thời điểm để vật qua x = + 5 cm theo chiều âm lần thứ hai kể từ $t=0$ là:

A. $\frac{1}{3}$ s. B. $\frac{13}{3}$ s. C. $\frac{7}{3}$ s. D.1 s.

Câu 24:Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động $x=2\cos\left(4\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$cm. Thời điểm để vật đi qua li độ $x=\sqrt{3}$ cm theo chiều âm lần đầu tiên kể từ thời điểm t = 2s là:

A. $\frac{27}{12}$ s. B. $\frac{4}{3}$ s. C. $\frac{7}{3}$ s. D. $\frac{10}{3}$ s.

Câu 25:Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=A\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{3}\right)$cm, chu kì T. Kể từ thời điểm ban đầu thì sau thời gian bằng bao nhiêu lần chu kì, vật qua vị trí cân bằng theo chiều âm lần thứ 2011?

A. $2011T+\frac{T}{24}$. B. $2011T+\frac{T}{12}$.

C.$2010T$. D. $2010T+\frac{7T}{12}$.

Câu 26:Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=A\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{3}\right)$cm, chu kì T. Kể từ thời điểm ban đầu thì sau thời gian bằng bao nhiêu lần chu kì, vật qua vị trí cân bằng theo chiều âm lần thứ 2012?

A. $2011T+\frac{T}{24}$. B. $2011T+\frac{T}{12}$.

C.$2011T$. D. $2011T+\frac{7T}{12}$.

Câu 27:Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=A\cos(\omega t)$, chu kì T. Kể từ thời điểm ban đầu thì sau thời gian bằng bao nhiêu lần chu kì, vật qua vị trí cân bằng lần thứ 2012?

A.$1006T$. B. $1006T-\frac{T}{4}$.

C. $1005T+\frac{T}{2}$. D. $1005T+\frac{3T}{2}$.

Câu 28: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=A\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{6}\right)$cm, chu kì T. Kể từ thời điểm ban đầu thì sau thời gian bằng bao nhiêu lần chu kì, vật qua vị trí cách vị trí cân bằng $\frac{A}{2}$ lần thứ 2001?

A. $500T$. B. $200T+\frac{T}{12}$.

C. $500T+\frac{T}{12}$. D. $200T$.

Dạng 4: Xác định số lần vật đi qua vị trí x trong khoảng thời gian t

Câu 29: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=5\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm. Xác định số lần vật đi qua vị trí x = 2,5cm trong một giây đầu tiên?

A. 1 lần. B. 2 lần. C. 3 lần. D. 4 lần.

Câu 30: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=5\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm. Xác định số lần vật đi qua vị trí x = - 2,5cm theo chiều dương trong một giây đầu tiên?

A. 1 lần. B. 2 lần.

C. 3 lần. D. 4 lần.

Câu 31: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=5\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm. Xác định số lần vật đi qua vị trí $x=2,5$ cm trong một giây đầu tiên?

A. 1 lần. B. 2 lần.

C. 3 lần. D. 4 lần.

Câu 32: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=5\cos\left(5\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm. Xác định số lần vật đi qua vị trí $x=2,5$ cm trong một giây đầu tiên?

A. 5 lần. B. 2 lần.

C. 3 lần. D. 4 lần.

Câu 33: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=5\cos\left(6\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm. Xác định số lần vật đi qua vị trí $x=2,5$ cm theo chiều âm kể từ thời điểm t = 2s đến t = 3,25s?

A. 2 lần. B. 3 lần. C. 4 lần. D. 5 lần.

Câu 34: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=5\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm. Xác định số lần vật đi qua vị trí $x=2,5$cm kể từ thời điểm $t=1,675$s đến $t=3,415$s?

A. 10 lần. B. 11 lần C. 12 lần. D. 5 lần.

ĐÁP ÁN

1.A	2.B	3.C	4.A	5.A	6.C	7.B	8.A	9.A	10.B
11.A	12.A	13.C	14.D	15.C	16.D	17.B	18.A	19.B	20.A
21.D	22.C	23.C	24.C	25.B	26.B	27.B	28.C	29.B	30.A
31.D	32.A	33.C	34.B						

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Dạng 1: Bài toán xác định thời gian ngắn nhất để đi từ vị trí A đến vị trí B

Câu 1: Đáp án A.

Thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí cân bằng đến vị trí $\frac{A\sqrt{2}}{2}$ là khoảng thời gian mà vật quay được góc $\alpha=\frac{\pi}{4}$ nên khoảng thời gian nhỏ nhất cần tìm là: $\Delta t=\frac{T}{8}$.

Câu 2: Đáp án B.

Thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí $\frac{A}{2}$ đến vị trí $\frac{-A\sqrt{3}}{2}$ khi vật đang chuyển động theo chiều âm của trục Ox là khoảng thời gian mà vật quay được góc $\alpha=\frac{\pi}{2}$ nên $\Delta t=\frac{T}{4}$.

Câu 3: Đáp án C.

Thời gian ngắn nhất mà vật đi từ vị trí $\frac{A}{2}$ theo chiều âm đến vị trí cân bằng theo chiều dương là:

$$\Delta t_{\min}=\frac{\alpha_{\min}}{\omega}=\frac{\frac{7\pi}{6}}{\frac{2\pi}{T}}=\frac{7T}{12}(\text{s}).$$

Câu 4: Đáp án A.

Thời gian để vật đi từ vị trí $x=2,5$cm đến vị trí $x=-2,5$cm là: $\Delta t=\frac{\alpha_{\min}}{\omega}=\frac{\frac{\pi}{3}}{4\pi}=\frac{1}{12}$s.

Câu 5: Đáp án A.

Thời gian ngắn nhất để vật đi qua vị trí cân bằng kể từ thời điểm ban đầu là: $\Delta t_{\min}=\frac{T}{4}=\frac{1}{4}=0,25\text{s}$.

Câu 6: Đáp án C.

Thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí cân bằng đến vị trí biên là: $\Delta t_{\min}=\frac{T}{4}=\frac{2}{4}=0,5\text{s}$.

Câu 7: Đáp án B.

Thời gian ngắn nhất vật đi từ vị trí M đến N ứng với vật quay một góc $\alpha=\frac{\pi}{3}$ nên tần số góc của dao động là: $\omega=\frac{\alpha}{\Delta t}=\frac{\frac{\pi}{3}}{\frac{1}{30}}=10\pi(\text{rad/s})$.

Vậy chu kỳ dao động của vật là: $T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{10\pi}=\frac{1}{5}\text{s}$.

Câu 8: Đáp án A.

Khoảng thời gian vật đi đến vị trí có gia tốc là 2m/s^2 và vật đang tiến về vị trí cân bằng là:

$$\Delta t=\frac{\alpha}{\omega}=\frac{\frac{5\pi}{6}}{10}=\frac{\pi}{12}\text{s}.$$

Vậy nên thời điểm đầu tiên là: $t_1=t_0+\Delta t=\frac{\pi}{12}\text{s}$.

Câu 9: Đáp án A.

Gia tốc lớn nhất của vật là:

$$a_{\max}=A\omega^2=0,1.(10\pi)^2=100(\text{m/s})$$

Thời gian ngắn nhất vật đi từ vị trí có vận tốc cực đại đến vị trí có gia tốc $a=-50(\text{m/s}^2)$ là:

$$\Delta t_{\min}=\frac{\alpha_{\min}}{\omega}=\frac{\frac{\pi}{6}}{10\pi}=\frac{1}{60}\text{s}.$$

Dạng 2: Bài toán trong một chu kỳ thời gian để vật thỏa mãn điều kiện cho trước

Câu 10: Đáp án B.

Trong một chu kỳ thời gian vật có vận tốc nhỏ hơn 25cm/s là: $\Delta t=\frac{\alpha}{\omega}=\frac{\frac{4\pi}{3}}{10}=\frac{4\pi}{30}s$

Câu 11: Đáp án A.

Trong một chu kỳ thời gian vật có tốc độ nhỏ hơn 25cm/s là: $\Delta t=\frac{\alpha}{\omega}=\frac{\frac{2\pi}{3}}{10}=\frac{\pi}{15}s$.

Câu 12: Đáp án A.

Thời gian mà vật có độ lớn vận tốc nhỏ hơn $10\sqrt{3}\text{ cm/s}$ trong mỗi chu kỳ là: $\Delta t=\frac{\alpha}{\omega}=\frac{\frac{4\pi}{3}}{10}=\frac{2\pi}{15}s$.

Câu 13: Đáp án C.

Vì quãng đường vật đi trong thời gian $1s$ là $2A$ nên $\frac{T}{2}=1\Rightarrow T=2s\Rightarrow\omega=\pi(\text{rad/s})$

Xét trong khoảng thời gian $\frac{2}{3}s$ đầu tiên vật đi được quãng đường 9cm nên $1,5A=9\text{cm}\Rightarrow A=6\text{cm}$.

Câu 14: Đáp án D.

Trong một chu kỳ, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không vượt quá 100cm/s^2 là $\frac{T}{3}$ nên $\frac{2\alpha}{2\pi}T=\frac{T}{3}\Rightarrow\alpha=\frac{\pi}{3}$

$\Rightarrow a_{\max}=200\text{cm/s}^2\Rightarrow 5.\omega^2=200$

$\Rightarrow\omega=2\pi(\text{rad/s})\Rightarrow f=1\text{Hz}$.

Dạng 3: Bài toán xác định thời điểm vật qua vị trí cho trước

Câu 15: Đáp án C.

Khi vật đi qua vị trí cân bằng thì $x=0$ nên

$$A\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{6}\right)=0\Rightarrow\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{6}\right)=0\Rightarrow\pi t-\frac{\pi}{6}=\frac{\pi}{2}+k\pi$$

$\Rightarrow t=\frac{2}{3}+k(s)k\in\mathbb{N}$.

Câu 16: Đáp án D.

Các thời điểm vật đi qua vị trí có tọa độ $x=-5cm$ theo chiều dương của trục Ox khi:

$$\begin{cases}5\sqrt{2}\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{4}\right)=-5\\ v<0\end{cases}\Rightarrow t=\frac{-1}{2}+2k(s)\left(k\in\mathbb{N}^*\right)$$

Câu 17: Đáp án B.

Thời điểm vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm là:

$$\begin{cases}A\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{3}\right)=0\\ -A.2\pi\sin\left(2\pi t-\frac{\pi}{3}\right)=-A.2\pi\end{cases}\Rightarrow t=\frac{5}{12}+k(s)(k=0,1,2...)$$

Câu 18: Đáp án A.

Thời điểm vật đi qua vị trí có li độ $x=2cm$ theo chiều dương là:

$$\begin{cases}4\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{6}\right)=2\\ -4.4\pi.\sin\left(4\pi t+\frac{\pi}{6}\right)=\frac{\sqrt{3}}{2}.4.4\pi\end{cases}$$

$\Rightarrow t=-\frac{1}{8}+\frac{k}{2}(s)(k=1,2,3....)$

Câu 19: Đáp án B.

Vận tốc của dao động có phương trình:

$$v=10\pi\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{6}\right)(\text{cm/s})\Rightarrow x=5\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{3}\right).$$

Thay các giá trị của t trong đề bài vào thì thấy thỏa mãn khi: $t=\frac{2}{3}s$ thì $x=-5cm$.

Câu 20: Đáp án A.

Chúng ta có thể làm tuần tự như các bài trên tìm công thức tổng quát rồi tìm thời điểm đầu tiên thỏa mãn yêu cầu đề bài. Vì là một bài trắc nghiệm nên ta có thể rút ngắn thời gian bằng cách thay các thời điểm vào phương trình nếu cho li độ không phải là $2,5cm$ thì ta loại ngay còn nếu cho cùng giá trị thì ta sẽ chọn thời điểm ngắn hơn vì đề bài đang yêu cầu tính thời điểm đầu tiên.

Vậy ta có thể dễ dàng chọn đáp án A.

Câu 21: Đáp án D.

Bài này cũng tương tự nên sau khi thử ta chọn đáp án D.

Câu 22: Đáp án C.

Câu 23: Đáp án C.

Để vật qua vị trí $x=5cm$ theo chiều âm lần thứ hai kể từ $t=0$ là:

$$\Delta t=\frac{\alpha}{\omega}=\frac{2\pi+\frac{\pi}{3}}{\pi}=\frac{7}{3}s.$$

Câu 24: Đáp án C.

Khoảng thời gian để vật đi qua vị trí có li độ $x=\sqrt{3}cm$ theo chiều âm lần đầu tiên kể từ thời điểm $t=2s$ là:

$$\Delta t=\frac{\alpha}{\omega}=\frac{\frac{2\pi}{3}}{2\pi}=\frac{1}{3}s.$$

Vậy thời điểm cần tìm là: $t=2+\frac{1}{3}=\frac{7}{3}s.$

Câu 25: Đáp án B.

Vật qua vị trí cân bằng theo chiều âm lần thứ 2011 thì vật phải quay $2010T$ và quay thêm một góc $\frac{\pi}{6}$ nên tổng thời gian cần tìm là: $\Delta t=2010T+\frac{T}{12}$.

Câu 26: Đáp án B.

Tương tự như câu 25 thì thời gian cần tìm để vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm lần thứ 2012 sẽ là: $\Delta t=2011T+\frac{T}{12}$.

Câu 27: Đáp án B.

Trong một chu kỳ thì sẽ có hai lần vật đi qua vị trí cân bằng nên để đi qua vị trí cân bằng lần thứ 2012 thì vật phải đi qua $1005T$ và quay thêm một góc $\alpha=\frac{3\pi}{2}$ nên thời gian cần tìm sẽ là:

$$\Delta t=1005T+\frac{3T}{4}=1006T-\frac{T}{4}.$$

Câu 28: Đáp án C.

Trong một chu kỳ thì có 4 lần vật đi qua vị trí mà vật cách vị trí cân bằng một khoảng $\frac{A}{2}$. Nên để thỏa mãn yêu cầu đề bài thì vật phải quay $500T$ và một góc quay $\alpha=\frac{\pi}{6}$ nên tổng thời gian sẽ là: $\Delta t=500T+\frac{T}{12}$.

Dạng 4: Xác định số lần vật đi qua vị trí x trong khoảng thời gian t

Câu 29: Đáp án B.

Trong một giây đầu tiên vật quay được góc $\alpha=2\pi(\text{rad/s})$ nên số lần vật đi qua vị trí $x=2,5cm$ trong một chu kỳ sẽ là 2 lần.

Câu 30: Đáp án A.

Vì trong một chu kỳ chỉ có một vị trí $x=-2,5cm$ theo chiều dương nên ta được trong một giây đầu tiên vật sẽ đi qua vị trí này một lần.

Câu 31: Đáp án D.

Trong một giây đầu tiên vật quay được $\alpha=4\pi=2T$ nên số lần đi qua vị trí $x=2,5cm$ là 4 lần.

Câu 32: Đáp án A.

Trong một giây đầu tiên vật quay được góc: $\alpha=5\pi(\text{rad})$ nên số lần vật đi qua vị trí $x=2,5cm$ là 5 lần.

Câu 33: Đáp án C.

Tại thời điểm 2 s thì vật đã quay được 12π nên coi như vật đang ở vị trí ban đầu.

Xét trong khoảng thời gian $t=2s$ đến $t=3,25s$ thì vật quay được góc $\alpha=\frac{15\pi}{2}=7\pi+\frac{\pi}{2}$.

Vậy số lần vật đi qua vị trí $x=2,5cm$ theo chiều âm 4 lần.

Câu 34: Đáp án B.

Tại thời điểm $t=1,675$ thì vật đang ở vị trí $x=3,88cm$.

Xét trong khoảng thời gian: $\Delta t=3,415-1,675=1,74s$ nên góc quay vật quay được trong khoảng thời gian này là: $\alpha=1,74.6\pi=\frac{261}{25}\pi=10\pi+\frac{11}{25\pi}$ nên số lần vật đi qua vị trí $x=2,5cm$ là 11 lần.

4. Bài toán quãng đường

4.1. Phương pháp

a) Phương pháp truyền thống

Chú ý

Trong dao động điều hòa:
+ Trong một chu kì, vật luôn đi được quãng đường là $4A$.
+ Trong nửa chu kì, vật luôn đi được quãng đường là $2A$.
+ Thế nhưng, trong một phần tư chu kì chẳng hạn, vật chưa chắc đi được quãng đường là A (câu trả lời vì sao dành cho bạn đọc, và bạn đọc nên chú ý điều này kẻo nhầm lẫn)!!!

Bài toán: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=A\cos(\omega t+\varphi)$. Tính quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2?

Lời giải

Ta sẽ sử dụng đường tròn để giải.

Trước khi dùng đường tròn, hãy luôn ghi nhớ là nếu đề bài cho phương trình dạng sin thì ta phải chuyển về phương trình dạng cos để giải.

- *Bước 1:* Xác định xem tại thời điểm t_1 vật đang ở đâu (x_1 bằng bao nhiêu?) và đang đi theo chiều nào (v_1 âm hay dương?). Biểu diễn chất điểm tương ứng trên đường tròn.
- *Bước 2:* Xác định góc quét được trong khoảng thời gian t_1 đến t_2. Góc quét được là: $\Delta\varphi=\varphi_2-\varphi_1=(\omega t_2+\varphi)-(\omega t_1+\varphi)\Rightarrow\Delta\varphi=\omega(t_2-t_1)$.
- *Bước 3:* Phân tích $\Delta\varphi=k.2\pi+\alpha$ với k nguyên và α gọi là góc dư.
- *Bước 4:* Quãng đường đi được $s=k.4A+S_0$ trong đó S_0 là quãng đường vật đi được ứng với góc dư α, S_0 được xác định dựa trên đường tròn.

Ta qua ví dụ cụ thể để hiểu rõ hơn.

b) Biểu thức tổng quát tính quãng đường

Bài toán: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=A\cos(\omega t+\varphi)$. Tính quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2?

Lời giải

STUDY TIP

Tích phân (*) tính khá phức tạp. Ta có thể sử dụng máy tính cầm tay Casio hoặc Vinacal tính tích phân này. Tuy nhiên, việc tính toán sẽ rất lâu (tầm hơn 1 phút thậm chí hơn 2 phút, tùy thuộc vào các đời máy). Vậy nên, phương pháp này không khuyến khích học sinh sử dụng mặc dù ta chỉ phải tính quãng đường nhỏ đúng một phép tính!

Xét trong khoảng thời gian rất nhỏ dt, ta có thể coi tốc độ của vật là không đổi. Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian dt là

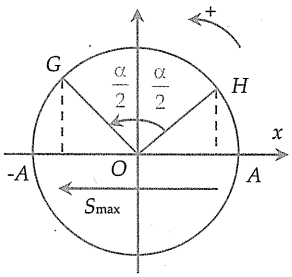
$$ds=|dx|=|v|dt=|-\omega A\sin(\omega t+\varphi)|dt=|\omega A\sin(\omega t+\varphi)|dt$$

Lấy tích phân hai vế ta được quãng đường S vật đi được từ thời điểm t_1 đến thời điểm t_2 là:

$$S=\int_{t_1}^{t_2}ds=\int_{t_1}^{t_2}|\omega A\sin(\omega t+\varphi)|dt.\ (*)$$

c) Quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất vật đi được trong một khoảng thời gian nào đó

* Xét khoảng thời gian $t<\frac{T}{2}$.



+ Quãng đường lớn nhất:

Để đi được quãng đường lớn nhất thì thứ nhất vật phải đi qua nơi có tốc độ lớn nhất (vị trí cân bằng), thứ hai là vị trí đầu và vị trí cuối đối xứng qua vị trí cân bằng (ta có thể hoàn toàn chứng minh được điều này).

Dựa vào hình vẽ, ta thấy quãng đường lớn nhất vật đi được là

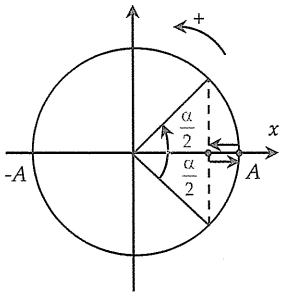
$$s=A\cos\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\alpha}{2}\right)+A\cos\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\alpha}{2}\right)=2A\sin\frac{\alpha}{2}.$$

Trong đó α là góc mà vật quét được trong khoảng thời gian t.

Tóm lại, cách tính quãng đường lớn nhất là:

- Xác định góc quét α: $\alpha = \omega t$.

- Xác định quãng đường lớn nhất thông qua biểu thức $S_{max} = 2A\sin\frac{\alpha}{2}$.



+ Quãng đường nhỏ nhất:

Để đi được quãng đường nhỏ nhất thì thứ nhất vật phải đi qua nơi có tốc độ nhỏ nhất (một trong hai vị trí biên), thứ hai là vị trí đầu và vị trí cuối cách đều vị trí biên (ta có thể hoàn toàn chứng minh được điều này).

Dựa vào hình vẽ, ta thấy quãng đường nhỏ nhất vật đi được là

$$s = \left(A - A\cos\frac{\alpha}{2}\right) + \left(A - A\cos\frac{\alpha}{2}\right) = 2A\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right).$$

Trong đó α là góc mà vật quét được trong khoảng thời gian t.

Tóm lại, cách tính quãng đường nhỏ nhất là:

- Xác định góc quét α: $\alpha = \omega t$.

- Xác định quãng đường nhỏ nhất thông qua biểu thức $S_{min} = 2A\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$.

* Xét khoảng thời gian $t > \frac{T}{2}$.

Tách $t = k\frac{T}{2} + t'$, trong đó $k \in \mathbb{N}^*; 0 < t' < \frac{T}{2}$

- Trong thời gian $k\frac{T}{2}$ quãng đường vật đi được luôn là $k2A$.

- Trong thời gian $0 < t' < \frac{T}{2}$ thì quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất tính như phần trên. Do đó quãng đường lớn nhất và nhỏ nhất của chất điểm dao động điều hòa đi được trong thời gian $t > \frac{T}{2}$ là:

$$\begin{cases} S_{max} = k2A + 2A\sin\frac{\alpha}{2} \\ S_{min} = k2A + 2A\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right) \end{cases}$$

4.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Vật dao động điều hòa theo phương trình $x = 10\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm. Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ $t_1 = \frac{3}{2}$ s đến $t_2 = \frac{14}{3}$ là:

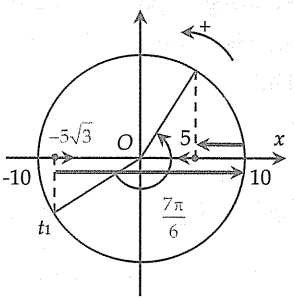
A. $55 + 5\sqrt{3}$ cm B. $40 + 5\sqrt{3}$ cm C. $50 + 5\sqrt{2}$ cm D. $60 - 5\sqrt{3}$ cm

Lời giải

Cách 1: Truyền thống

+ Tại thời điểm t_1 ta có $x_1 = 10\cos\left(\pi.1,5 - \frac{\pi}{2}\right) = -5\sqrt{3}$ và có

$v_1 = -10\pi\sin\left(\pi.1,5 - \frac{\pi}{2}\right) > 0$ nên vật đang đi qua $x_1 = 5\sqrt{3}$ theo chiều dương.



+ Góc quét $\Delta\varphi=\omega\left(t_2-t_1\right)=\pi\left(\frac{14}{3}-1,5\right)=\frac{19\pi}{6}=2\pi+\frac{7\pi}{6}$.

+ Dựa vào đường tròn, quãng đường đi được khi quét thêm $\frac{7\pi}{6}$ là

$$S_0=\frac{A\sqrt{3}}{2}+A+\frac{A}{2}=5\sqrt{3}+10+5=15+5\sqrt{3}\,\text{cm}.$$

+ Vậy tổng quãng đường đi được là $s=4A+S_0=4.10+15+5\sqrt{3}=55+5\sqrt{3}\,\text{cm}$.

Cách 2: Sử dụng máy tính

Sử dụng máy tính để tính tích phân sau đây ta cũng thu được kết quả tương tự.

$$\int_{1,5}^{\frac{14}{3}}\left|10\pi\left(\pi t-\frac{\pi}{3}\right)\right|\approx 63,66=55+5\sqrt{3}$$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Vật dao động điều hòa với biên độ A và chu kì T. Tính

1. Quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất vật đi được trong khoảng thời gian T/4
2. Quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất vật đi được trong khoảng thời gian 5T/6

Lời giải

1. Quãng đường lớn nhất vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{T}{4}$

- Góc quét $\alpha=\frac{T}{4}.\frac{2\pi}{T}=\frac{\pi}{2}$.

- Quãng đường lớn nhất $S_{\max}=2A\sin\frac{\alpha}{2}=2A\sin\frac{\frac{\pi}{2}}{2}=A\sqrt{2}$.

Quãng đường nhỏ nhất vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{T}{4}$

- Góc quét $\alpha=\frac{T}{4}.\frac{2\pi}{T}=\frac{\pi}{2}$.

- Quãng đường nhỏ nhất $S_{\min}=2A\left(1-\cos\frac{\alpha}{2}\right)=2A\left(1-\cos\frac{\frac{\pi}{2}}{2}\right)=2A-A\sqrt{2}$.

2. Quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{5T}{6}$

Ta có $\frac{5T}{6}=\frac{T}{3}+\frac{T}{2}$. Trong khoảng thời gian $\frac{T}{3}$ ta có góc quét $\frac{T}{3}.\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{3}$.

Do đó, quãng đường lớn nhất và quãng đường nhỏ nhất vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{5T}{6}$ lần lượt là

$$\begin{cases}S_{\max}=2A+2A\sin\dfrac{\frac{2\pi}{3}}{2}=\left(2+\sqrt{3}\right)A\\ S_{\min}=2A+2A\left(1-\cos\dfrac{\frac{2\pi}{3}}{2}\right)=3A\end{cases}$$

Nhận xét: Đó là những bài toán xuôi về quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất. Ta chuyển sang ví dụ tiếp theo: bài toán ngược về quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất.

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hoà với $A = 4$ cm, xét trong khoảng thời gian 3,2s thấy quãng đường dài nhất là 18 cm. Nếu xét trong cùng khoảng thời gian 2,3s thì quãng đường ngắn nhất vật đi được là bao nhiêu?

A. 10,83 cm. B. 9,2 cm. C. 12,8 cm. D. 16 cm.

Lời giải

Xét trong khoảng thời gian 3,2 s thì quãng đường lớn nhất là $S_{max} = 18 = 2.2A + 2$

Do đó $3,2 = 2.\frac{T}{2} + t$, trong đó quãng đường lớn nhất vật đi được trong khoảng thời gian t là 2 cm. Góc quét $\alpha = \omega t = \frac{2\pi}{T}.t$ nên

$$S_{max} = 2A\sin\frac{\alpha}{2} \Leftrightarrow 2 = 2.4.\sin\frac{\pi t}{T} \Leftrightarrow \frac{\pi t}{T} = 0,253 \Leftrightarrow t = 0,08T$$

Từ đó ta có $3,2 = 2.\frac{T}{2} + 0,08T$ suy ra $T = 2,962$ s.

Nếu xét trong cùng khoảng thời gian 2,3 s thì ta có $2,3 = \frac{T}{2} + 0,819$ nên do đó

$$S_{min} = k2A + 2A\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right) = 1.2.4 + 2.4\left(1 - \cos\frac{\pi.0,819}{2,962}\right) = 10,83.$$

Đáp án A.

Ví dụ 4: Một vật dao động điều hòa với biên độ 6 cm. Quãng đường nhỏ nhất mà vật đi được trong một giây là 18 cm. Hỏi ở thời điểm kết thúc quãng đường đó thì tốc độ của vật là bao nhiêu?

A. 20,20 cm/s. B. 25,20 cm/s. C. 27,20 cm/s. D. 28,20 cm/s.

Lời giải

STUDY TIP

Muốn tính tốc độ tại thời điểm kết thúc quãng đường thì ta phải tính được tại thời điểm đó vật có li độ là bao nhiêu, và phải tính được để sử dụng công thức độc lập thời gian.

Ta có 18 = 2A + 6 nên $1s = \frac{T}{2} + t$ trong đó quãng đường nhỏ nhất vật đi được trong thời gian t là 6 cm.

Ta có $6 = 2A\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right) \Leftrightarrow 6 = 2.6\left(1 - \cos\frac{\pi t}{T}\right) \Leftrightarrow t = \frac{T}{3}$.

Từ đó $1s = \frac{T}{2} + \frac{T}{3}$ suy ra $T = 1,2s$.

Vật kết thúc quãng đường tại vị trí $x = A\cos\alpha = A\cos\frac{\pi t}{T} = \frac{A}{2} = 3$.

Từ đó tốc độ của vật khi đó là

$$|v| = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = \frac{2\pi}{T}\sqrt{A^2 - x^2} = \frac{2\pi}{1,2}\sqrt{6^2 - 3^2} = 27,2.$$

Đáp án C.

Ví dụ 5: Cho vật dao động điều hòa với phương trình $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$cm.

Cho $\pi^2 = 10$. Tìm vận tốc sau khi vật đi được quãng đường 74,5 cm kể từ thời điểm ban đầu ($t = 0$)?

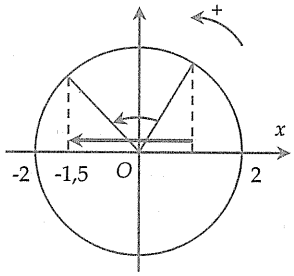
A. $v = -\pi\sqrt{7}$ cm/s. B. $v = -2\pi\sqrt{2}$ cm/s.

C. $v = \pi\sqrt{7}$ cm/s. D. $v = 2\pi\sqrt{7}$ cm/s.

Lời giải

Muốn tìm được vận tốc của vật, ta phải tìm được vị trí và chiều của vật (dựa vào biểu thức độc lập thời gian giữa v và x).

Để tìm được vị trí của vật sau khi đi được quãng đường 74,5, ta sẽ dùng đường tròn. Ta có: $74,5 = 9.4.2 + 2,5 = 9.4A + 2,5$



Tức là từ thời điểm ban đầu, để đi được 74,5 cm thì vật đi hết 9 chu kì (vị trí lúc này của vật là vị trí ban đầu) và đi thêm 2,5 cm.

Dựa vào đường tròn, ta có vị trí của vật sau khi đi được 74,5 cm là $x = -1,5$ cm (hình vẽ).

Lúc này vật đang đi theo chiều âm nên $v < 0$, ta có vận tốc của vật là

$$v = -\omega\sqrt{A^2 - x^2} = -2\pi\sqrt{2^2 - 1,5^2} = -\pi\sqrt{7}.$$

Đáp án A.

Ví dụ 6: Một vật dao động điều hòa với biên độ A, ban đầu vật đứng tại vị trí có li độ $x = -5$ cm. Sau khoảng thời gian t_1 vật về đến vị trí $x = 5$ cm nhưng chưa đổi chiều chuyển động. Tiếp tục chuyển động thêm 18 cm nữa vật về đến vị trí ban đầu và đủ một chu kỳ. Hãy xác định biên độ dao động của vật?

A. 7 cm. B. 10 cm. C. 5 cm. D. 6 cm.

Lời giải

Sau khoảng thời gian t_1 vật về đến vị trí $x = 5$ cm nhưng chưa đổi chiều chuyển động tức là vật đi từ $x = -5$ cm đến $x = 5$ cm chưa đổi chiều. Giả sử vật đi theo chiều dương thì quãng đường đi từ $x = -5$ cm đến $x = 5$ cm là 10 cm.

Tiếp theo, vật từ $x = 5$ cm đi theo chiều dương, đến biên dương. Từ biên dương về biên âm rồi từ biên âm về $x = -5$ cm theo chiều dương thì đủ một chu kì kể từ lúc bắt đầu xuất phát. Mà theo bài ra quãng đường này bằng 18 cm nên quãng đường vật đi được trong một chu kì là $4A = 10 + 18$.

Từ đó suy ra biên độ $A = 7$ cm.

Đáp án A.

4.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=6\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$cm. Tính quãng đường vật đi được sau 1 s kể từ thời điểm ban đầu.

A. 24 cm. B. 60 cm. C. 48 cm. D. 64 cm.

Câu 2: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=6\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$cm. Tính quãng đường vật đi được sau 2,125 s kể từ thời điểm ban đầu?

A. 104,00 cm. B. 104,78 cm.
C. 104,20 cm. D. 100,00 cm.

Câu 3: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=6\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$cm. Tính quãng đường vật đi được từ thời điểm $t=2,125$ s đến $t=3$s?

A. 38,42 cm. B. 39,99 cm.
C. 39,80 cm. D. Đáp án khác.

Câu 4: Vật dao động điều hòa theo phương trình $x=10\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$cm. Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ $t_1=\frac{3}{2}$s $\rightarrow t_2=\frac{13}{3}$s là:

A. $50+5\sqrt{3}$ cm. B. $40+5\sqrt{3}$ cm.
C. $50+5\sqrt{2}$ cm. D. $60-5\sqrt{3}$ cm.

Câu 5: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=5\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$cm. Xác định quãng đường vật đi được sau $\frac{7T}{12}$s kể từ thời điểm ban đầu?

A. 12,0 cm. B. 10,0 cm. C. 20,0 cm. D. 12,5 cm.

Câu 6: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=A\cos\left(8\pi t+\frac{\pi}{4}\right)$cm. Tính quãng đường vật đi được sau khoảng thời gian $\frac{T}{8}$ kể từ thời điểm ban đầu?

A. $A\frac{\sqrt{2}}{2}$. B. $\frac{A}{2}$. C. $A\frac{\sqrt{3}}{2}$. D. $A\sqrt{2}$.

Câu 7: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=A\cos\left(8\pi t+\frac{\pi}{4}\right)$cm. Tính quãng đường vật đi được sau khoảng thời gian kể từ thời điểm ban đầu?

A. $A\frac{\sqrt{2}}{2}$. B. $\frac{A}{2}$. C. $A\frac{\sqrt{3}}{2}$. D. $A\sqrt{2}$.

Câu 8: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=A\cos\left(8\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm. Sau một phần tư chu kỳ kể từ thời điểm ban đầu vật đi được quãng đường là bao nhiêu?

A. $\frac{A}{2}+\frac{A\sqrt{3}}{2}$. B. $\frac{A}{2}+\frac{A\sqrt{2}}{2}$.
C. $\frac{A}{2}+A$. D. $\frac{A\sqrt{3}}{2}-\frac{A}{2}$.

Câu 9: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=5\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm. Tìm quãng đường lớn nhất vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{T}{6}$

A. 5 cm. B. $5\sqrt{2}$ cm. C. $5\sqrt{3}$ cm. D. 10 cm.

Câu 10: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=5\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm. Tìm quãng đường lớn nhất vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{T}{4}$

A. 5 cm. B. $5\sqrt{2}$ cm. C. $5\sqrt{3}$ cm. D. 10 cm.

Câu 11: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=5\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm.. Tìm quãng đường lớn nhất vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{T}{3}$

A. 5 cm. B. $5\sqrt{2}$ cm. C. $5\sqrt{3}$ cm. D. 10 cm.

Câu 12: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=A\cos\left(6\pi t+\frac{\pi}{4}\right)$cm. Sau $\frac{T}{4}$s kể từ thời điểm ban đầu vật đi được quãng đường là 10 cm. Tìm biên độ dao động của vật?

A. 5 cm. B. $4\sqrt{2}$ cm. C. $5\sqrt{2}$ cm. D. 8 cm.

Câu 13: Vật dao động điều hòa với phương trình $x=A\cos\left(6\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$cm. Sau $\frac{7T}{12}$ vật đi được 10cm. Tính biên độ dao động của vật.

A. 5 cm. B. 4 cm. C. 3 cm. D. 6 cm.

Câu 14: Một vật dao động điều hòa với biên độ A. Tìm quãng đường lớn nhất vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{2T}{3}$.

A. $2A$. B. $3A$. C. $3,5A$. D. $4A$.

Câu 15: Một vật dao động điều hòa với biên độ A. Tìm quãng đường nhỏ nhất vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{2T}{3}$.

A. $2A$ B. $3A$ C. $3,5A$ D. $\left(4-\sqrt{3}\right)A$

Câu 16: Li độ của một vật dao động điều hòa có biểu thức $x=8\cos(2\pi t-\pi)$cm. Độ dài quãng đường mà vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{8}{3}$s tính từ thời điểm ban đầu là:

A. 80 cm. B. 82 cm.
C. 84 cm. D. $80+2\sqrt{3}$ cm.

Câu 17: Chất điểm có phương trình dao động $x=8\sin\left(2\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$cm. Quãng đường mà chất điểm đó đi được từ $t_0=0\rightarrow t_1=1,5s$ là:

A. 0,48 m. B. 32 cm. C. 40 cm. D. 0,56 m.

Câu 18: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=10\cos\left(5\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$cm. Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian 1,55s tính từ lúc xét dao động là:

A. $140+5\sqrt{2}$ cm. B. $150\sqrt{2}$ cm.

C. $160-5\sqrt{2}$ cm. D. $160+5\sqrt{2}$ cm.

Câu 19: Vật dao động điều hòa theo phương trình $x=2\cos\left(10\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$cm. Quãng đường vật đi được trong 1,1s đầu tiên là:

A. $S=40\sqrt{2}$ cm. B. $S=44$ cm.

C. $S=40$ cm. D. $S=40+\sqrt{3}$ cm.

Câu 20: Quả cầu của con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương trình $x=4\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$cm. Quãng đường quả cầu đi được trong 2,25s đầu tiên là:

A. $S=16+\sqrt{2}$ cm. B. $S=18$ cm.

C. $S=16+2\sqrt{2}$ cm. D. $S=16+2\sqrt{3}$ cm.

Câu 21: Một con lắc lò xo dao động điều hòa quanh vị trí cân bằng O giữa hai vị trí biên A và B. Độ cứng của lò xo là $k=250$N/m, vật $m=100$g, biên độ dao động 12 cm. Chọn gốc tọa độ tại vị trí cân bằng. Gốc thời gian là lúc vật tại vị trí A. Quãng đường mà vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{\pi}{12}$ s đầu tiên là:

A. 97,6 cm. B. 1,6 cm. C. 94,4 cm. D. 49,6cm.

Câu 22: Một vật dao động điều hòa với chu kỳ 2s, biên độ A = 5 cm. Xác định quãng đường lớn nhất vật đi được trong $\frac{1}{3}$s.

A. 5 cm. B. 10 cm. C. $5\sqrt{3}$ cm. D. 2,5 cm.

Câu 23: Một vật dao động điều hòa với biên độ A, ban đầu vật đứng tại vị trí có li độ $x=-5$ cm. Sau khoảng thời gian t_1 vật về đến vị trí x = 5 cm nhưng chưa đổi chiều chuyển động. Tiếp tục chuyển động thêm 18 cm nữa vật về đến vị trí ban đầu và đủ một chu kỳ. Hãy xác định biên độ dao động của vật?

A. 7 cm. B. 10 cm. C. 5 cm. D. 6 cm.

ĐÁP ÁN

1.C	2.C	3.C	4.A	5.D	6.A	7.D	8.A	9.A	10.B
11.C	12.C	13.B	14.B	15.D	16.C	17.A	18.C	19.B	20.C
21.A	22.A	23.A							

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án C.

Phương trình dao động: $x=6\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$.

Sau 1 giây thì vecto $\vec{A}$ quay được góc: $\alpha=\omega\Delta t=4\pi.1=4\pi(\text{rad})$. Vậy quãng đường vật đi được là:

$$S=4.2A=8A=8.6=48\text{cm}.$$

Câu 2: Đáp án C.

Phương trình dao động của vật: $x=6\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$.

Sau 2,125 s thì $\vec{A}$ quay được góc: $\alpha=\omega\Delta t=4\pi.2,125=\frac{17}{2}\pi=8\pi+\frac{\pi}{2}$ nên quãng đường vật đi được sẽ là:

$$S=8.2A+\frac{A}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}A=104,196\text{cm}.$$

Câu 3: Đáp án C.

Phương trình dao động: $x=6\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$. Sau 3s thì vecto $\vec{A}$ sẽ quay được góc: $\alpha=4\pi.3=12\pi$ nên quãng đường vật đi được trong 3 giây là:

$$S=12.2A=24A=144\text{cm}.$$

Vậy quãng thời gian vật đi được khi di chuyển từ thời điểm $t=2,125s$ đến thời điểm $t=3s$:

$$S=S_{(3)}-S_{(2,125)}=144-104,196=39,804(\text{cm}).$$

Câu 4: Đáp án A.

Phương trình dao động của vật: $x=10\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$.

Ban đầu vật đang ở vi trí cân bằng theo chiều dương sau $t=\frac{3}{2}s$ thì vật chuyển động đến vị trí biên âm.

Trong khoảng thời gian từ: $t=\frac{3}{2}s$ đến $t=\frac{13}{3}s$ thì vật quay được góc: $\alpha=\omega\Delta t=\pi.\left(\frac{13}{3}-\frac{3}{2}\right)=\frac{17\pi}{6}=2\pi+\frac{5\pi}{6}$.

Vậy quãng đường vật đi được là:

$$S=4A+\frac{\sqrt{3}}{2}A+A=50+5\sqrt{3}(\text{cm}).$$

Câu 5: Đáp án D.

Ta có: $\Delta t=\frac{7T}{12}=\frac{T}{2}+\frac{T}{12}$ nên quãng đường vật đi được là: $S=2A+\frac{A}{2}=2,5A=12,5\text{cm}$.

Câu 6: Đáp án A.

Sau khoảng thời gian $\Delta t=\frac{T}{8}$ thì vật quay được một góc là: $\alpha=\frac{\pi}{4}$ nên nếu xét từ thời điểm ban đầu thì vật đi được quãng đường là: $S=\frac{\sqrt{2}}{2}A$.

Câu 7: Đáp án D.

Sau khoảng thời gian $\Delta t = \frac{T}{4}$ thì vật quay được góc: $\alpha = \frac{\pi}{2}$ và tính từ thời điểm ban đầu vật đang có vị trí $\varphi_0 = \frac{\pi}{4}$ nên quãng đường vật đi được là:

$$S = 2.\frac{\sqrt{2}}{2}A = \sqrt{2}A.$$

Câu 8: Đáp án A.

Sau một phần tư chu kỳ kể từ thời điểm ban đầu thì vật sẽ quay được một góc $\alpha = \frac{\pi}{2}$. Vì tính từ thời điểm ban đầu nên quãng đường vật đi được là: $S = \frac{A}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}A$.

Câu 9: Đáp án A.

Quãng đường lớn nhất vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{T}{6}$ là: $S_{max} = 2A\sin\left(\frac{\pi\Delta t}{T}\right) = 2A\sin\left(\frac{\pi}{6}\right) = A = 5\text{cm}$.

Câu 10: Đáp án B.

Quãng đường lớn nhất vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{T}{4}$ là: $S = 2A\sin\left(\frac{\pi\Delta t}{T}\right) = 2A\sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = \sqrt{2}A = 5\sqrt{2}\text{ cm}$.

Câu 11: Đáp án C.

Quãng đường lớn nhất vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{T}{3}$ là: $S = 2A\sin\left(\frac{\pi\Delta t}{T}\right) = 2A\sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = A\sqrt{3} = 5\sqrt{3}\text{ cm}$.

Câu 12: Đáp án C.

Sau $\frac{T}{4}$ kể từ thời điểm ban đầu vật đi được quãng đường là 10cm nên ta có: $A\sqrt{2} = 10 \Rightarrow A = 5\sqrt{2}\text{ cm}$.

Câu 13: Đáp án B.

Sau khoảng thời gian $\frac{7T}{12}$ kể từ thời điểm ban đầu thì quãng đường vật đi được là: $2A + \frac{A}{2} = 10\text{cm} \Rightarrow A = 4\text{cm}$.

Câu 14: Đáp án B.

Ta có: $\Delta t = \frac{2T}{3} = \frac{T}{2} + \frac{T}{6}$ nên để quãng đường đi được lớn nhất trong khoảng thời gian này thì quãng đường đi được trong $\frac{T}{3}$ sẽ lớn nhất:

$$S_3 = 2A\sin\left(\frac{\pi\Delta t}{T}\right) = 2A\sin\left(\frac{\pi}{6}\right) = A$$

Vậy quãng đường lớn nhất đi được là: $S = 2A + A = 3A$

Câu 15: Đáp án D.

Phân tích thời gian tương tự như câu 14 thì để quãng đường đi được trong khoảng thời gian đó ngắn nhất thì quãng đường đi được trong $\frac{T}{6}$ phải ngắn nhất.

Quãng đường ngắn nhất trong thời gian $\frac{T}{6}$ là:

$$S = 2A\left(1 - \cos\left(\frac{\pi\Delta t}{T}\right)\right) = 2A\left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 2A - \sqrt{3}A.$$

Vậy tổng quãng đường ngắn nhất đi được trong khoảng thời gian đó là: $S = 2A + 2A - \sqrt{3}A = \left(4 - \sqrt{3}\right)A$

Câu 16: Đáp án C.

Sau $\Delta t = 8/3\,s$ thì vật quay được góc quay là: $\alpha = \omega\Delta t = \frac{8\pi}{3}.2 = 5\pi + \frac{\pi}{3}$. Vì vật xuất phát từ vị trí biên âm nên quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian này là: $S = 5.2A + \frac{1}{2}A = 10,5A = 84\text{cm}$.

Câu 17: Đáp án A.

Trong khoảng thời gian $t_0 = 0$ đến $t_1 = 1,5s$ thì vật quay được góc quay là: $\alpha = 1,5.2\pi = 3\pi$.

Nên quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian này là: $S = 3.2A = 6A = 48\text{cm} = 0,48\text{m}$.

Câu 18: Đáp án C.

Trong khoảng thời gian 1,55s thì vật quay được góc: $\alpha = 1,55.5\pi = \frac{31\pi}{4} = 7\pi + \frac{3\pi}{4}$. Vậy quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian này là:

$$S = 7.2A + A + A - \frac{\sqrt{2}}{2}A = 16A - \frac{\sqrt{2}}{2}A = 160 - 5\sqrt{2}(\text{cm})$$

Câu 19: Đáp án B.

Trong $1,1s$ đầu tiên vật quay được một góc: $\alpha = 1,1.10\pi = 11\pi$ nên quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian này là: $S = 11.2A = 22A = 44\text{cm}$.

Câu 20: Đáp án C.

Trong $2,25s$ đầu tiên thì vật quay được góc quay là: $\alpha = 2,25.\pi = 2\pi + \frac{\pi}{4}$ nên quãng đường vật đi được là:

$$S = 4A + \frac{\sqrt{2}}{2}A = 16 + 2\sqrt{2}(\text{cm}).$$

Câu 21: Đáp án A.

Tần số góc của con lắc dao động là: $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = 50(\text{rad})$.

Chọn gốc tọa độ tại vị trí cân bằng và gốc thời gian là lúc vật tại vị trí biên nên A nên sau $\frac{\pi}{12}$ s đầu tiên thì vật quay góc $\alpha = \frac{\pi}{12}.50 = \frac{25}{6}\pi = 4\pi + \frac{\pi}{6}$.

Vậy quãng đường vật đi được là:

$$S = 4.2A + A - \frac{\sqrt{3}}{2}A = 9A - \frac{\sqrt{3}}{2}A = 97,6\text{cm}.$$

Câu 22: Đáp án A.

Quãng đường lớn nhất mà vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{1}{3}s$ là: $S = 2A\sin\left(\frac{\pi\Delta t}{T}\right) = A = 5\text{cm}$.

Câu 23: Đáp án A.

Ban đầu vật đang ở vị trí $x = -5\text{cm}$ sau đó vật chuyển đến vị trí $x = 5\text{cm}$ và vẫn chưa đổi chiều chuyển động nên ban đầu vật đang chuyển động theo chiều dương trục Ox. Sau đó đi được $18cm$ và quay trở lại vị trí ban đầu thì đúng một chu kỳ nên:

$$S = 2.5 + 18 = 4A \Rightarrow A = 7\text{cm}.$$

5. Bài toán vận tốc, tốc độ

5.1. Phương pháp

a) Vận tốc trung bình

- Định nghĩa: Vận tốc trung bình là thương số giữa độ dời và thời gian thực hiện độ dời. Giả sử tại thời điểm t_1 vật có li độ x_1, tại thời điểm t_2 vật có li độ x_2 thì vận tốc trung bình được xác định bởi

$$\text{Vận tốc trung bình} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

- Nhận xét:

+ Vận tốc trung bình trong 1 chu kì bằng không.

+ Vận tốc trung bình có thể âm hoặc dương.

Chú ý

- Để tính được tốc độ trung bình trong một khoảng thời gian nào đó, ta chỉ cần tính được quãng đường đi trong khoảng thời gian đó (đã học kĩ ở phần trước), sau đó chia cho thời gian là xong.
- Nếu đề bài hỏi tính tốc độ trung bình lớn nhất hoặc nhỏ nhất trong khoảng thời gian nào đó, thì ta tìm quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất vật đi được trong khoảng thời gian đó, sau đó chia cho thời gian là xong.

b) Tốc độ trung bình

- Định nghĩa: Tốc độ trung bình là thương số giữa quãng đường đi được và thời gian đi quãng đường đó.

$$\text{Tốc độ trung bình} = \frac{\text{Quãng đường đi được từ } t_1 \text{ đến } t_2}{t_2 - t_1}$$

- Nhận xét:

+ Tốc độ trung bình trong một chu kì là $\frac{4A}{T} = \frac{2.A\omega}{2\pi} = \frac{2v_{max}}{\pi}$

+ Tốc độ trung bình luôn dương.

5.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa có độ lớn vận tốc cực đại là 31,4 cm/s. Lấy $\pi = 3,14$. Tốc độ trung bình của vật trong một chu kì dao động là

A. 20 cm/s. B. 12 cm/s. C. 10 cm/s. D. 15 cm/s.

Lời giải

Trong một chu kì dao động vật luôn đi được quãng đường $4A$. Do đó tốc độ trung bình trong một chu kì là: $v_{tb} = \frac{4A}{T} = \frac{4A}{\frac{2\pi}{\omega}} = \frac{4.A\omega}{2\pi} = \frac{4v_{max}}{2\pi} = 20\,\text{cm/s}.$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa trong một phút thực hiện được 50 dao động và đi được quãng đường là 16 m. Tính tốc độ trung bình bé nhất mà vật có thể đạt được trong khoảng thời gian dao động bằng 1,6 s

A. 35 cm/s. B. 10,0 cm/s. C. 25,0 cm/s. D. 20 cm/s.

Lời giải

Trong một phút vật thực hiện được 50 dao động nên chu kì là $T = \frac{60}{50} = 1,2\,s.$

Và quãng đường đi được là $50.4A = 1600$ từ đó suy ra biên độ $A = 8$ cm.

Ta có thời gian $1,6 = 2.0,6 + 0,4 = 2.\frac{T}{2} + \frac{T}{3}$

Do đó quãng đường nhỏ nhất vật đi được là: $S_{min} = k.2A + 2A\left(1 - \sin\frac{\alpha}{2}\right)$

$= 2.2A + 2A\left(1 - \sin\frac{\omega t}{2}\right) = 2.2.8 + 2.8.\left(1 - \sin\frac{2\pi/T.T/3}{2}\right) = 56\,\text{cm}.$

Tốc độ trung bình bé nhất là $v_{tb}=\dfrac{56}{1,6}=35\text{cm/s}$.

Đáp án A.

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa với biên độ A, chu kỳ T. Tìm tốc độ trung bình lớn nhất của vật có thể đạt được trong?

A. $\dfrac{4\sqrt{2}}{T}A$. B. $\dfrac{3}{T}A$. C. $\dfrac{3\sqrt{3}}{T}A$. D. $\dfrac{5}{T}A$.

Lời giải

Chú ý

Trong khoảng thời gian cố định thì tốc độ trung bình tỉ lệ thuận với quãng đường đi được. Tốc độ trung bình lớn nhất khi quãng đường đi được lớn nhất.

Ta có trong khoảng thời gian $\dfrac{T}{3}$, góc quét $\alpha=\dfrac{2\pi}{3}$ thì quãng đường lớn nhất vật đi được là $S_{\max}=2A\sin\dfrac{\alpha}{2}=2A\sin\dfrac{\frac{2\pi}{3}}{2}=A\sqrt{3}$

Tốc độ trung bình lớn nhất là $v_{tb\max}=\dfrac{A\sqrt{3}}{T/3}=\dfrac{3\sqrt{3}A}{T}$

Đáp án C.

Ví dụ 4: Một vật nhỏ dao động điều hòa theo một quỹ đạo thẳng dài 14 cm với chu kì 1 s. Từ thời điểm vật qua vị trí có li độ 3,5 cm theo chiều dương đến khi gia tốc của vật đạt giá trị cực tiểu lần thứ hai, vật có tốc độ trung bình là

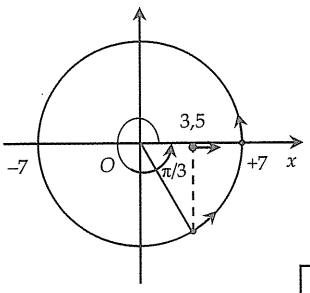
A. 27,3 cm/s. B. 28,0 cm/s. C. 27,0 cm/s. D. 26,7 cm/s.

Lời giải

STUDY TIP

Rất nhiều học sinh nhầm rằng gia tốc đạt giá trị cực tiểu là bằng 0, điều này sai, nhưng nếu nói ĐỘ LỚN của gia tốc đạt giá trị cực tiểu là bằng 0 thì đúng

- Để tính được tốc độ trung bình của vật, ta cần tính tổng quãng đường vật đi được, và thời gian đi hết quãng đường đó.
- Chiều dài quỹ đạo của vật là 14 cm, nên biên độ dao động là $A=7$ cm.
- Gia tốc của vật $a=-\omega^2x$, mà $-A\le x\le+A$, suy ra $-\omega^2A\le a\le\omega^2A$, nên gia tốc đạt giá trị cực tiểu khi $x=A$
- Từ đó ta hình dung được quỹ đạo đường đi của vật như sau: thời điểm ban đầu vật đi qua vị trí có li độ 3,5 cm theo chiều dương, đến biên dương lần thứ nhất (gia tốc cực tiểu lần thứ nhất), đi tiếp 1 chu kì sẽ đến biên dương lần thứ hai (gia tốc cực tiểu lần thứ hai). Dựa vào đường tròn, ta thấy



- Tổng quãng đường vật đi được là: 3,5 + 4.7 = 31,5 cm.
- Tổng thời gian vật đi quãng đường đó là: $\dfrac{T}{6}+T=\dfrac{7T}{6}=\dfrac{7}{6}$s.
- Tốc độ trung bình là: $v_{tb}=\dfrac{31,5}{6/7}=27\text{cm/s}$.

Đáp án C.

Ví dụ 5: Một chất điểm dao động điều hòa trên trục *Ox* với biên độ 10 cm, chu kì 2 s. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Tốc độ trung bình của chất điểm trong khoảng thời gian ngắn nhất khi chất điểm đi từ vị trí có động năng bằng 3 lần thế năng đến vị trí có động năng bằng 1/3 lần thế năng là

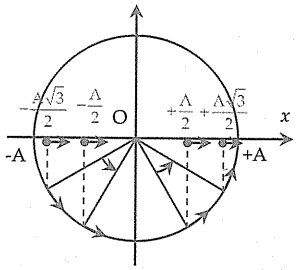
A. 26,12 cm/s. B. 7,32 cm/s. C. 14,64 cm/s. D. 21,96 cm/s.

Lời giải

Chú ý

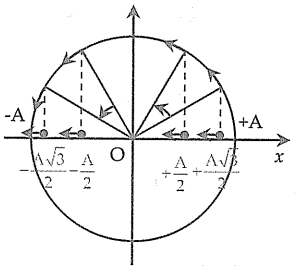
Muốn tính tốc độ trung bình ta cần tìm quãng đường vật đi được khi chất điểm đi từ vị trí có động năng bằng 3 lần thế năng đến vị trí có động năng bằng 1/3 lần thế năng.

Nhớ lại cách xác định quãng đường, ta cần xác định li độ và chiều chuyển động của vật khi ở vị trí có động năng bằng 3 thế năng và ở vị trí có động năng bằng 1/3 thế năng. Ta có $\begin{cases}W_d=nW_t\\W_d+W_t=W\end{cases}\Rightarrow W_t=(n+1)W\Rightarrow x=\pm\dfrac{A}{\sqrt{n+1}}$



Từ đó ta có $\begin{cases} x_1 = \pm\dfrac{A}{\sqrt{3+1}} = \pm\dfrac{A}{2} \\ x_2 = \pm\dfrac{A}{\sqrt{\dfrac{1}{3}+1}} = \pm\dfrac{A\sqrt{3}}{2} \end{cases}$

Dựa vào đường tròn, thời gian ngắn nhất khi chất điểm đi từ x_1 đến x_2 là thời gian đi từ $\left[\begin{array}{l} -\dfrac{A\sqrt{3}}{2} \to -\dfrac{A}{2} \\ \dfrac{A}{2} \to \dfrac{A\sqrt{3}}{2} \end{array}\right.$ theo chiều dương hoặc $\left[\begin{array}{l} \dfrac{A\sqrt{3}}{2} \to \dfrac{A}{2} \\ -\dfrac{A}{2} \to -\dfrac{A\sqrt{3}}{2} \end{array}\right.$ theo chiều âm.



Lúc này vật đi được quãng đường là $S = \dfrac{A\sqrt{3}}{2} - \dfrac{A}{2} = 5\sqrt{3} - 5$

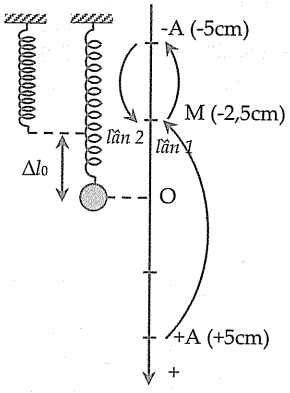
Và thời gian là $\Delta t = \dfrac{T}{12} = \dfrac{1}{6}$, suy ra tốc độ trung bình là:

$$v_{tb} = \frac{S}{t} = \frac{5\sqrt{3}-5}{1/6} = 30\sqrt{3} - 30 = 21{,}96\,\text{cm/s}.$$

Đáp án D.

Ví dụ 6: Một con lắc lò xo thẳng đứng gồm vật nặng có khối lượng 100 g và một lò xo nhẹ có độ cứng $k = 100$ N/m. Kéo vật xuống dưới theo phương thẳng đứng đến vị trí lò xo dãn 4cm rồi truyền cho nó một vận tốc $40\pi(\text{cm/s})$ theo phương thẳng đứng hướng xuống. Chọn chiều dương hướng xuống. Coi vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng. Tốc độ trung bình khi vật chuyển động từ vị trí thấp nhất đến vị trí lò xo bị nén 1,5 cm lần thứ 2 là:

A. 93,75 cm/s. B. – 93,75 cm/s. C. 56,25 cm/s. D. – 56,25 cm/s.



Lời giải

Chọn chiều dương hướng xuống.

Tần số góc của dao động của con lắc $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} = 10\sqrt{10} = 10\pi$ rad/s.

Trước tiên ta phải tìm được vị trí lò xo nén 1,5 cm là vị trí có li độ bao nhiêu? Sau đó, dựa vào đường tròn xác định quãng đường và thời gian, suy ra tốc độ trung bình.

Muốn tìm được vị trí đó ta phải có độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng. Ta có độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng $\Delta l_0 = \dfrac{mg}{k} = 0{,}01\,\text{cm}$.

Khi vật ở vị trí M, lò xo bị nén 1,5 cm tọa độ của vật lúc đó là

$$x = -(1 + 1{,}5) = -2{,}5\,\text{cm}$$

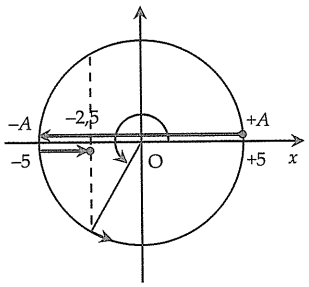
- Tiếp theo, ta cần tính biên độ của vật là bao nhiêu?

Rất nhiều học sinh đọc đoạn "kéo vật xuống dưới theo phương thẳng đứng đến vị trí lò xo dãn 4 cm rồi truyền vận tốc..." là cho luôn $x = 4$ rồi dùng công thức độc lập thời gian để suy ra biên độ. Như thế là sai, vì 4 cm là đoạn *lò xo dãn* chứ không phải *li độ*. Li độ của vật khi lò xo dãn 4 cm là $x_0 = 4 - \Delta l_0 = 4 - 1 = 3\,\text{cm}$.

Biên độ dao động của vật được xác định bởi

$$A^2 = x_0^2 + \frac{x_0^2}{\omega^2} = 0{,}03^2 + \frac{0{,}4^2\pi^2}{100\pi^2} = 0{,}05^2 \Rightarrow A = 0{,}05\,\text{m} = 5\,\text{cm}.$$

- Tiếp theo, ta tính quãng đường và thời gian.



Dựa vào đường tròn, quãng đường vật đi từ vị trí thấp nhất ($x = A$) đến điểm M lần thứ hai là: $S = 2A + \frac{A}{2} = 2,5A = 12,5\,\text{cm}$.

Thời gian vật đi từ A đến M lần thứ hai $t = \frac{T}{2} + \frac{T}{6} = \frac{2T}{3} = \frac{2.2\pi}{3.\omega} = \frac{2}{15}$.

Tốc độ trung bình cần tìm là $v_{TB} = \frac{S}{t} = \frac{12,5}{\frac{2}{15}} = 93,75\,\text{cm/s}$.

Đáp án A.

Ví dụ 7: Một chất điểm dao động điều hòa với chu kì T. Gọi v_{TB} là tốc độ trung bình của chất điểm trong một chu kì, v là tốc độ tức thời của chất điểm. Trong một chu kì, khoảng thời gian mà $v \ge \frac{\pi}{4} v_{TB}$ là

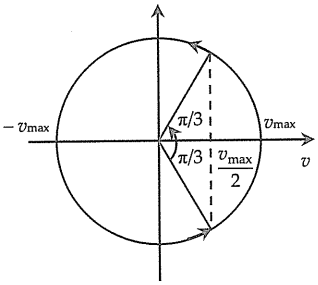
A. $\frac{T}{6}$. B. $\frac{2T}{3}$. C. $\frac{T}{3}$. D. $\frac{T}{2}$.

Lời giải

Muốn tính được thời gian để $v \ge \frac{\pi}{4} v_{TB}$ thì ta sẽ dùng đường tròn của vận tốc, để dùng được đường tròn thì ta cần biết được v_{TB} bằng bao nhiêu lần v_{max}.

Ta có $v_{TB} = \frac{4A}{T} = \frac{2}{\pi}\omega A = \frac{2}{\pi} v_{\max} \Rightarrow v \ge \frac{\pi}{4} v_{TB} \Leftrightarrow v \ge \frac{1}{2} v_{\max}$

Dựa vào đường tròn, trong một chu kì, thời gian để $v \ge \frac{1}{2} v_{\max}$ là thời gian vận tốc từ $\frac{1}{2} v_{\max}$ tăng lên đến v_{max} rồi từ v_{max} giảm đến $\frac{1}{2} v_{\max}$.



Dựa vào đường tròn ta có góc quét là $\frac{2\pi}{3}$ nên thời gian là $\Delta t = \frac{T}{2\pi}.\frac{2\pi}{3} = \frac{T}{3}$.

Đến đây chọn đáp án C là sai lầm. Chú ý rằng đề bài cho v là tốc độ tức thời chứ không phải vận tốc tức thời, nên nếu gọi v_t là vận tốc tức thời thì ta sẽ có

$$|v_t| \ge \frac{1}{2} v_{\max} \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} v_t \ge \frac{1}{2} v_{\max} \\ v_t \le -\frac{1}{2} v_{\max} \end{array}\right.$$

Đến lúc này ta sử dụng đường tròn ta có thời gian để $v_t \ge \frac{1}{2} v_{\max}$ là thời gian đi từ $\left(\frac{1}{2} v_{\max}\right)^{(-)} \to v_{\max} \to \left(\frac{1}{2} v_{\max}\right)^{(+)}$ và thời gian $\left(-\frac{1}{2} v_{\max}\right)^{(-)} \to -v_{\max} \to \left(-\frac{1}{2} v_{\max}\right)^{(+)}$

Dựa vào đường tròn ta có góc quét là $\frac{2\pi}{3} + \frac{2\pi}{3} = \frac{4\pi}{3}$ nên thời gian là $\Delta t = \frac{T}{2\pi}.\frac{4\pi}{3} = \frac{2T}{3}$

Đáp án B.

Ví dụ 8: Một con lắc lò xo treo vào một điểm cố định, dao động điều hòa theo phương thẳng đứng. Tại thời điểm lò xo dãn 2 cm, tốc độ của vật là $4\sqrt{5}v\,(\text{cm/s})$; tại thời điểm lò xo dãn 4 cm, tốc độ của vật là $6\sqrt{2}v\,(\text{cm/s})$; tại thời điểm lò xo dãn 6 cm, tốc độ của vật là $3\sqrt{6}v\,(\text{cm/s})$. Lấy g = 9,8 m/s². Trong một chu kì, tốc độ trung bình của vật trong khoảng thời gian lò xo bị dãn có giá trị gần nhất với giá trị nào sau đây?

A. 1,26 m/s. B. 1,43 m/s. C. 1,21 m/s. D. 1,52 m/s.

Lời giải

Gọi chiều dương hướng từ trên xuống. Khi đó theo bài ra ta có $\begin{cases} x_1 + \Delta l_0 = 2 \\ x_2 + \Delta l_0 = 4 \\ x_3 + \Delta l_0 = 6 \end{cases}$

và $\frac{v_1^2}{\left(4\sqrt{5}\right)^2} = \frac{v_2^2}{\left(6\sqrt{2}\right)^2} = \frac{v_3^2}{\left(3\sqrt{6}\right)^2} \Leftrightarrow \frac{\omega^2\left(A^2 - x_1^2\right)}{80} = \frac{\omega^2\left(A^2 - x_2^2\right)}{72} = \frac{\omega^2\left(A^2 - x_3^2\right)}{54}$

$\Leftrightarrow \frac{\left(A^2 - x_1^2\right)}{80} = \frac{\left(A^2 - x_2^2\right)}{72} = \frac{\left(A^2 - x_3^2\right)}{54}$

Từ đây ta có hệ $\begin{cases} A^2 - \left(2 - \Delta l_0\right)^2 = \frac{80}{27}\left(A^2 - \left(4 - \Delta l_0\right)^2\right) \\ A^2 - \left(2 - \Delta l_0\right)^2 = \frac{80}{54}\left(A^2 - \left(6 - \Delta l_0\right)^2\right) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \Delta l_0 = 1,4 \\ A = \frac{\sqrt{1609}}{5} \end{cases}$

Thời gian lò xo nén trong 1 chu kì là $t_n = \frac{2\alpha}{\omega}$ trong đó

$\begin{cases} \cos\alpha = \frac{\Delta l_0}{A} = 0,1745 \Rightarrow \alpha \approx 1,3954\,\text{rad} \\ T = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l_0}{g}} = 2.3,14.\sqrt{\frac{1,4.10^{-2}}{9,8}} = 0,237\,\text{s} \end{cases}$

Thời gian lò xo dãn trong 1 chu kì là: $t_d = T - t_n = 0,2374 - \frac{2.1,3954}{\frac{2\pi}{0,2374}} = 0,132\,\text{s}.$

Quãng đường trong 1 chu kì vật đi được trong khoảng thời gian lò do dãn là

$$s = 2A + 2\Delta l_0 = 2.\frac{\sqrt{1609}}{5} + 2.1,4 = 18,845\,\text{cm}.$$

Tốc độ trung bình $v_{tb} = \frac{s}{t_d} = \frac{18,845}{0,132} = 142,76\,\text{cm/s} = 1,43\,\text{m/s}.$

Đáp án B.

Ví dụ 9: Một thấu kính hội tụ có tiêu cự 15 cm. M là một điểm nằm trên trục chính của thấu kính, P là một chất điểm dao động điều hòa quanh vị trí cân bằng trùng với M. Gọi P′ là ảnh của P qua thấu kính. Khi P dao động theo phương vuông góc với trục chính, biên độ 5 cm thì P′ là ảnh ảo dao động với biên độ 10 cm. Nếu P dao động dọc theo trục chính với tần số 5 Hz, biên độ 2,5 cm thì P′ có tốc độ trung bình trong khoảng thời gian 0,2 s bằng

A. 1,50 m/s. B. 1,25 m/s. C. 2,25 m/s. D. 1,00 m/s.

Lời giải

- Khi P dao động theo phương vuông góc với trục chính, ta có:

Theo bài ra ta có ảnh P' là ảnh ảo nên $d' < 0$. Thấu kính hội tụ có ảnh ảo cùng chiều vật, nên $k > 0$: $k = -\frac{d'}{d} \Leftrightarrow 2 = \frac{\frac{df}{d-f}}{d} = -\frac{f}{d-f} \Leftrightarrow 2 = -\frac{15}{d-15} \Leftrightarrow d = 7,5\,\text{cm}.$

- Khi P dao động dọc theo trục chính với biên độ 2,5 cm, ta có:

$$\begin{cases} d_{\min} = 7,5 - 2,5 = 5 \\ d_{\max} = 7,5 + 2,5 = 10 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} d_1' = \frac{d_{\min} f}{d_{\min} - f} = \frac{5.15}{5-15} = -7,5 \\ d_2' = \frac{d_{\max} f}{d_{\max} - f} = \frac{10.15}{10-15} = -30 \end{cases}$$

Như vậy, trong nửa chu kì dao động của P thì P′ đi được quãng đường là 30 − 7,5 = 22,5 cm.

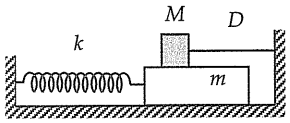
Trong 1 chu kì dao động của P, P′ đi được quãng đường là 2.22,5 = 45 cm.

Khoảng thời gian 0,2 s chính là 1 chu kì dao động của P vì tần số 5 Hz.

Do đó tốc độ trung bình của P′ là $v_{tb} = \dfrac{45}{0,2} = 225\,\text{cm/s} = 2,25\,\text{m/s}$.

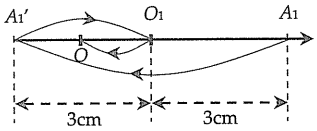
Đáp án C.

Ví dụ 10: Cho cơ hệ như hình bên. Vật m khối lượng 100 g có thể chuyển động tịnh tiến, không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang dọc theo trục lò xo có k = 40 N/m. Vật M khối lượng 300 g có thể trượt trên m với hệ số ma sát μ = 0,2. Ban đầu, giữ m đứng yên ở vị trí lò xo dãn 4,5 cm, dây D (mềm, nhẹ, không dãn) song song với trục lò xo. Biết M luôn ở trên m và mặt tiếp xúc giữa hai vật nằm ngang. Lấy g = 10 m/s². Thả nhẹ cho m chuyển động. Tính từ lúc thả đến khi lò xo trở về trạng thái có chiều dài tự nhiên lần thứ 3 thì tốc độ trung bình của m là



A. 16,7 cm/s. B. 23,9 cm/s. C. 29,1 cm/s. D. 8,36 cm/s.

Lời giải



Lực ma sát giữa M và m chỉ tồn tại khi dây D căng, hay tương ứng với chuyển động của m về phái bên trái. Quá trình chuyển động gồm 2 giai đoạn:

- Giai đoạn 1: Khi m dao động sang trái (từ A_1 đến A_1')

+ Do chịu tác dụng của lực ma sát nên VTCB của vật sẽ dịch chuyển từ O sang O_1, tại vị trí này lực đàn hồi cân bằng với lực ma sát

$$\Rightarrow k\Delta l_{01} = \mu Mg \Rightarrow \Delta l_0 = \frac{\mu Mg}{k} = \frac{0,2.0,3.10}{40} = 1,5 \text{ cm}$$

$\Rightarrow$ Biên độ dao động lúc này là $A_1 = 4,5 - 1,5 = 3$ cm

+ Vật chuyển động đến A_1' rồi đổi chiều chuyển động, thời gian chuyển động trong giai đoạn này là: $t_1 = \dfrac{T_1}{2} = \pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} = \pi\sqrt{\dfrac{0,1}{40}} = \dfrac{\pi}{20}$ s

- Giai đoạn 2: Khi m đổi chiều chuyển động

+ Lúc này, dây D bị chùng nên không còn ma sát và hệ hai vật $(M + m)$ dao động điều hòa xung quanh vị trí cân bằng O

+ Biên độ dao động lúc này là $A_2 = 3 - 1,5 = 1,5$ cm

+ Để vật M không bị trượt trên M thì A phải thỏa mãn

$$A \le \frac{\mu(M+m)g}{k} = \frac{0,2.0,4.10}{40} = 2 \text{ cm}$$

Vậy $A_2 = 1,5$ cm thỏa mãn điều kiện trên.

+ Vật chuyển động qua O lần 1 trong giai đoạn 1, lần 2 là từ A_1' đến O_1 và lần 3 là từ O_1 về O, với $t_{23} = \dfrac{3T_2}{4} = 1,5\pi\sqrt{\dfrac{m+M}{k}} = 1,5\pi\sqrt{\dfrac{0,4}{40}} = \dfrac{3\pi}{20}$ s

Tổng thời gian $t = t_1 + t_{23} = \dfrac{\pi}{20} + \dfrac{3\pi}{20} = \dfrac{\pi}{5}$ s

+ Quãng đường chuyển động của vật trong 2 giai đoạn là

$$S = 2A_1 + 3A_2 = 2.3 + 3.1,5 = 10,5 \text{ cm}$$

Vậy tốc độ trung bình của m là: $v_{tb} = \dfrac{S}{t} = \dfrac{10,5}{\dfrac{\pi}{5}} = 16,7$ cm/s

Đáp án A.

5.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Một vật dao động điều hòa theo phương trình $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ cm. Tốc độ trung bình của vật trong khoảng thời gian từ $t = 2$ s đến $t = 4{,}875$ s là:

A. 7,45 m/s. B. 8,14 cm/s.
C. 7,16 cm/s. D. 7,86 cm/s.

Câu 2: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 9\cos(20\pi t + \varphi)$ cm. Vận tốc trung bình của vật trong khoảng thời gian ngắn nhất vật đi từ vị trí cân bằng theo chiều dương đến vị cân bằng theo chiều âm

A. 0,36 m/s. B. 3,6 m/s.
C. 0 cm/s. D. Đáp án khác.

Câu 3: Một vật dao động điều hòa theo phương trình $x = 5\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ cm. Tốc độ trung bình của vật trong khoảng thời gian từ $t_1 = 1{,}000$ s đến $t_2 = 4{,}625$ s là:

A. 15,5 cm/s. B. 17,4 cm/s.
C. 12,8 cm/s. D. 19,7 cm/s.

Câu 4: Một vật dao động điều hòa với biên độ A, chu kỳ T. Tìm tốc độ trung bình lớn nhất của vật có thể đạt được trong $\frac{T}{3}$?

A. $\frac{4\sqrt{2}}{T}A$. B. $\frac{3A}{T}$. C. $\frac{3\sqrt{3}A}{T}$. D. $\frac{5A}{T}$.

Câu 5: Một vật dao động điều hòa với biên độ A, chu kỳ T. Tìm tốc độ trung bình lớn nhất của vật có thể đạt được trong $\frac{T}{4}$?

A. $\frac{4\sqrt{2}}{T}A$. B. $\frac{3A}{T}$. C. $\frac{3\sqrt{3}A}{T}$. D. $\frac{6A}{T}$.

Câu 6: Một vật dao động điều hòa với biên độ A, chu kỳ T. Tìm tốc độ trung bình lớn nhất của vật có thể đạt được trong $\frac{T}{6}$?

A. $\frac{4\sqrt{2}}{T}A$. B. $\frac{3A}{T}$. C. $\frac{3\sqrt{3}A}{T}$. D. $\frac{6A}{T}$.

Câu 7: Một vật dao động với biên độ A, chu kỳ T. Hãy tính tốc độ nhỏ nhất của vật trong $\frac{T}{3}$

A. $\frac{4\sqrt{2}}{T}A$. B. $\frac{3A}{T}$. C. $\frac{3\sqrt{3}A}{T}$. D. $\frac{6A}{T}$.

Câu 8: Một vật dao động với biên độ A, chu kỳ T. Hãy tính tốc độ nhỏ nhất của vật trong $\frac{T}{4}$

A. $\frac{4\left(2A - A\sqrt{2}\right)}{T}$. B. $\frac{4\left(2A + A\sqrt{2}\right)}{T}$.
C. $\frac{\left(2A - A\sqrt{2}\right)}{T}$. D. $\frac{3\left(2A - A\sqrt{2}\right)}{T}$.

Câu 9: Một vật dao động với biên độ A, chu kỳ T. Hãy tính tốc độ nhỏ nhất của vật trong $\frac{T}{6}$

A. $\frac{4\left(2A - A\sqrt{3}\right)}{T}$. B. $\frac{6\left(A - A\sqrt{3}\right)}{T}$.
C. $\frac{6\left(2A - A\sqrt{3}\right)}{T}$. D. $\frac{6\left(2A - 2A\sqrt{3}\right)}{T}$.

Câu 10: Một vật dao động với biên độ A, chu kỳ T. Tính tốc độ trung bình lớn nhất vật có thể đạt được trong $\frac{2T}{3}$?

A. $\frac{4A}{T}$. B. $\frac{2A}{T}$. C. $\frac{9A}{2T}$. D. $\frac{9A}{4T}$.

Câu 11: Một vật dao động với biên độ A, chu kỳ T. Tính tốc độ trung bình nhỏ nhất vật có thể đạt được trong $\frac{2T}{3}$?

A. $\frac{\left(12A - 3A\sqrt{3}\right)}{2T}$. B. $\frac{\left(9A - 3A\sqrt{3}\right)}{2T}$.
C. $\frac{\left(12A - 3A\sqrt{3}\right)}{T}$. D. $\frac{\left(12A - A\sqrt{3}\right)}{2T}$.

Câu 12: Một vật dao động với biên độ A, chu kỳ T. Tính tốc độ trung bình nhỏ nhất vật có thể đạt được trong $\frac{3T}{4}$?

A. $\frac{4\left(2A - A\sqrt{2}\right)}{3T}$. B. $\frac{4\left(4A - A\sqrt{2}\right)}{T}$.
C. $\frac{4\left(4A - A\sqrt{2}\right)}{3T}$. D. $\frac{4\left(4A - 2A\sqrt{2}\right)}{3T}$.

ĐÁP ÁN

1.B	2.B	3.D	4.C	5.A	6.D	7.B	8.A	9.C	10.C
11.A	12.C								

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án B.

Trong khoảng thời gian $\Delta t = 4,875 - 2 = 2,875s$ thì góc quay vật quay được là:

$$\alpha = \omega\Delta t = 2,875.2\pi = \frac{23\pi}{4} = 5\pi + \frac{3\pi}{4}$$

Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian đó là: $S = 5.2A + \frac{\sqrt{2}}{2}A + A = 11A + \frac{\sqrt{2}}{2}A = 22 + \sqrt{2}(\text{cm})$.

Vận tốc trung bình của vật trong khoảng thời gian đó là: $V = \frac{S}{\Delta t} = \frac{22+\sqrt{2}}{2,875} = 8,144(\text{cm/s})$.

Câu 2: Đáp án B.

Vận tốc trung bình của vật trong khoảng thời gian ngắn nhất vạt đi từ vị trí cân bằng theo chiều dương đến vị trí cân bằng theo chiều âm là:

$$V = \frac{S}{\Delta t} = \frac{2A}{T/2} = \frac{4A}{T} = \frac{36}{0,1} = 360(\text{cm/s}) = 3,6(\text{m/s}).$$

Câu 3: Đáp án D.

Trong khoảng thời gian từ $t_1 = 1s$ đến $t_2 = 4,625s$ thì vật quay được góc quay là:

$$\alpha = 3,625.2\pi = \frac{29}{4}\pi = 7\pi + \frac{\pi}{4}$$

Nên quãng đường vật đi được là:

$$S = 7.2A + A - \frac{\sqrt{2}}{2}A = \frac{150 - 5\sqrt{2}}{2}\text{cm}.$$

Vậy tốc độ trung bình của vận tốc trong khoảng thời gian đó là:

$$V = \frac{S}{\Delta t} = \frac{150 - 5\sqrt{2}}{2.3,625} = 19,7(\text{cm/s}).$$

Câu 4: Đáp án C.

Tốc độ trung bình lớn nhất vật có thể đạt được tương đương với quãng đường trong khoảng thời gian đó vật đi được nhiều nhất.

Trong thời gian $\frac{T}{3}$ thì quãng đường lớn nhất vật có thể đi được là:

$$S_{max} = 2A\sin\left(\frac{\pi\Delta t}{T}\right) = 2A\sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = \sqrt{3}A.$$

Vậy tốc độ trung bình lớn nhất là:

$$V = \frac{S}{\Delta t} = \frac{\sqrt{3}A}{T/3} = \frac{3\sqrt{3}A}{T}.$$

Câu 5: Đáp án A.

Tốc độ trung bình lớn nhất vật có thể đi được trong khoảng thời gian $\frac{T}{4}$ là:

$$V_{max} = \frac{S_{max}}{\Delta t} = \frac{2A\sin(\pi\Delta t/T)}{T/4} = \frac{4\sqrt{2}A}{T}.$$

Câu 6: Đáp án D.

Tốc độ trung bình lớn nhất vật có thể đạt được trong khoảng thời gian $\frac{T}{6}$ là:

$$V_{max} = \frac{S_{max}}{\Delta t} = \frac{2A\sin(\pi/6)}{T/6} = \frac{6A}{T}.$$

Câu 7: Đáp án B.

Tốc độ nhỏ nhất của vật trong khoảng thời gian $\frac{T}{3}$ là:

$$V_{min} = \frac{S_{min}}{\Delta t} = \frac{2A(1-\cos(\pi/3))}{T/3} = \frac{3A}{T}.$$

Câu 8: Đáp án A.

Tốc độ nhỏ nhất của vật trong khoảng thời gian $\frac{T}{4}$ là:

$$V_{min} = \frac{S_{min}}{\Delta t} = \frac{2A(1-\cos(\pi/4))}{T/4} = \frac{4(2-A\sqrt{2})}{T}.$$

Câu 9: Đáp án C.

Tốc độ nhỏ nhất của vật trong $\frac{T}{6}$ là:

$$V_{min} = \frac{S_{min}}{\Delta t} = \frac{2A(1-\cos(\pi/6))}{T/6} = \frac{6(2-\sqrt{3})A}{T}$$

Câu 10: Đáp án C.

Tốc độ trung bình nhỏ nhất của vật có thể đạt được trong $\frac{2T}{3}$ là: $V_{min} = \frac{S_{min}}{\Delta t} = \frac{2A + 2A\sin(\pi/6)}{2T/3} = \frac{9A}{2T}$.

Câu 11: Đáp án A.

Tốc độ trung bình nhỏ nhất vật có thể đạt được trong $\frac{2T}{3}$ là:

$$V_{min} = \frac{S_{min}}{\Delta t} = \frac{2A + 2A(1-\cos(\pi/6))}{2T/3} = \frac{(12A - 3A\sqrt{3})}{2T}.$$

Câu 12: Đáp án C.

Tốc độ trung bình nhỏ nhất vật có thể đạt được trong $\frac{3T}{4} = \frac{T}{2} + \frac{T}{4}$ là:

$$V_{min} = \frac{S_{min}}{\Delta t} = \frac{2A + 2A(1-\cos(\pi/4))}{T/4} = \frac{4(4A - A\sqrt{2})}{T}.$$

6. Bài toán lực đàn hồi, lực hồi phục

6.1. Phương pháp

a) Lực đàn hồi

Chú ý

Nếu xét con lắc lò xo thì lực đàn hồi là lực tác dụng vào đầu cố định (điểm treo) và tác dụng vào vật.

Lực đàn hồi là lực của lò xo tác dụng vào các vật gắn vào hai đầu của lò xo.

- Phương: Lực đàn hồi có phương trùng với trục của lò xo.
- Chiều: Lực đàn hồi có *chiều ngược với chiều biến dạng* của lò xo. Nếu lò xo dãn ra, lực đàn hồi có chiều ngược lại chiều dãn của lò xo. Nếu lò xo bị nén, lực đàn hồi có chiều dãn ra.
- Độ lớn: Độ lớn của lực đàn hồi bằng *tích* của *độ cứng* và *độ biến dạng của lò xo so với chiều dài tự nhiên*.

$$\boxed{F_{dh} = -k|\Delta l| = -k|(l - l_0)|.}$$

Trong đó k là độ cứng của lò xo (N/m), l là chiều dài của lò xo ở vị trí đang xét (m), l_0 là chiều dài tự nhiên của lò xo (m).

- Biểu thức dạng đại số:

$$\boxed{F_{dh} = -k\Delta l = -k(l - l_0).}$$

Dấu trừ biểu thị lực đàn hồi luôn có chiều ngược với chiều biến dạng của lò xo.

b) Lực hồi phục

Lực hồi phục trong con lắc lò xo là hợp lực tác dụng vào vật (không tác dụng vào điểm treo).

- Phương: Lực hồi phục có phương trùng với trục của lò xo.
- Chiều: Lực hồi phục có chiều ngược với chiều li độ của vật, tức là có chiều luôn hướng về vị trí cân bằng của vật.
- Độ lớn: Độ lớn của lực hồi phục bằng *tích* của *độ cứng* và *li độ* của vật.

$$\boxed{F_{hp} = k|x|.}$$

Trong đó k là độ cứng của lò xo (N/m), x là li độ của vật (m).

- Biểu thức dạng đại số:

$$\boxed{F_{hp} = -kx.}$$

Dấu trừ biểu thị lực hồi phục luôn có chiều ngược với chiều li độ. Hay lực hồi phục ngược pha với li độ.

* Trường hợp lò xo nằm ngang

Trong trường hợp lò xo nằm ngang thì độ biến dạng của lò xo chính bằng độ lớn li độ x của vật. Như vậy, trong trường hợp này thì lực đàn hồi và lực hồi phục có độ lớn bằng nhau, và bằng $k|x|$.

- Độ lớn cực đại của lực đàn hồi cũng như lực hồi phục là kA.
- Độ lớn cực tiểu của lực đàn hồi cũng như lực hồi phục là 0.

Về giá trị, vì $-A \le x \le A$ nên $-kA \le F_{hp} = -kx = -k\Delta l \le kA$

Suy ra:

- Lực hồi phục (cũng như lực đàn hồi) cực đại là kA khi vật ở biên âm.
- Lực hồi phục (cũng như lực đàn hồi) cực tiểu là $-kA$ khi vật ở biên dương.

* Trường hợp lò xo thẳng đứng

(1) Chiều dài lò xo

Gọi l_0 là chiều dài tự nhiên của lò xo, l_{cb} là chiều dài khi con lắc ở vị trí cân bằng và Δl_0 là độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng thì ta có

Gọi A là biên độ của con lắc khi dao động.

Chọn gốc tọa độ tại vị trí cân bằng, chiều dương hướng xuống dưới. Chiều dài của lò xo khi vật ở vị trí có li độ x bất kì là $l = l_0 + \Delta l_0 + x$

Vì $-A \le x \le A$ nên ta có $\begin{cases} l_{max} = l_0 + \Delta l_0 + A \\ l_{min} = l_0 + \Delta l_0 - A \end{cases}$

Từ đây ra rút ra biểu thức quen thuộc $\boxed{l_{max} - l_{min} = 2A.}$

(2) Lực đàn hồi

Độ lớn lực đàn hồi khi vật ở vị trí có li độ x trong con lắc lò xo thẳng đứng xác định bởi công thức

$$\boxed{F_{đh} = k|l - l_0| = k|\Delta l_0 + x|}$$

- Độ lớn cực đại của lực đàn hồi

Vì $x \le A$ nên lực đàn hồi có độ lớn cực đại là

$$\boxed{F_{đh\,max} = k|\Delta l_0 + A| = k|\Delta l_0 + A|}$$

- Độ lớn cực tiểu của lực đàn hồi

Nếu $\Delta l_0 > A$ thì độ biến dạng nhỏ nhất của lò xo là $(\Delta l_0 - A)$, suy ra độ lớn cực tiểu của lực đàn hồi là

$$\boxed{F_{đh\,min} = k|\Delta l_0 - A| = k|\Delta l_0 - A|}$$

Trong trường hợp này, lò xo luôn luôn dãn, lực đàn hồi là lực kéo.

Nếu $\Delta l_0 \le A$ thì độ biến dạng nhỏ nhất của lò xo là 0, do đó độ lớn cực tiểu của lực đàn hồi là $F_{đh\,min} = 0$

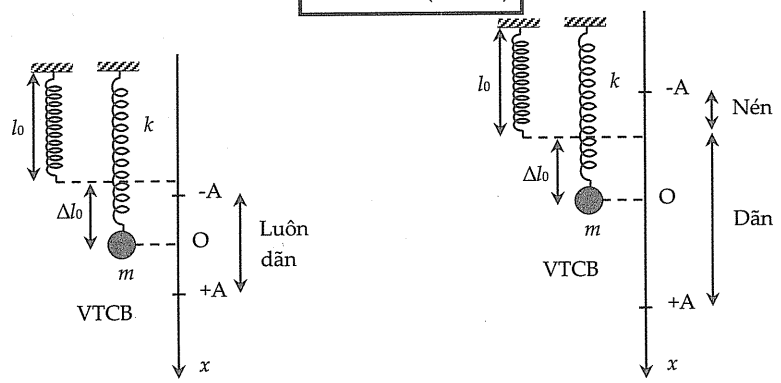
Trong trường hợp này, lò xo có lúc nén, có lúc dãn.

– Lực nén xuất hiện khi vật ở vị trí thỏa mãn $|x| > \Delta l$ (xem hình vẽ), có độ lớn xác định bởi

$$\boxed{F_{nén} = k(|x| - \Delta l).}$$

– Lực nén cực đại

$$\boxed{F_{nén\,max} = k(A - \Delta l).}$$



Hình bên trái ứng với trường hợp $\Delta l_0 > A$, hình bên phải ứng với trường hợp $\Delta l_0 < A$.

Lò xo nén khi vật đi từ vị trí $x = -\Delta l_0$ theo chiều âm đến vị trí $x = -\Delta l_0$ theo chiều dương. Gọi $\varphi_{nén}$ là góc quét được trên đường tròn khi lò xo nén. Dựa vào đường tròn, ta có $\varphi_{nén} = 2\alpha$

STUDY TIP

Bài toán hay gặp đó là bài toán tìm thời gian lò xo bị nén, dãn trong một chu kỳ.

Trong đó: $\cos\varphi = \frac{\Delta l_0}{A}$

- Thời gian lò xo nén trong một chu kì là $t_{nén} = \frac{\varphi_{nén}}{\omega}$

- Thời gian lò xo dãn trong một chu kì là $t_{dãn} = \frac{\varphi_{dãn}}{\omega} = \frac{2\pi - \varphi_{nén}}{\omega} = T - t_{nén}$

6.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Trong quá trình dao động, chiều dài của con lắc lò xo treo thẳng đứng biến thiên từ 30 *cm* đến 50 *cm*. Khi lò xo có chiều dài 40 *cm* thì

A. tốc độ của vật cực đại.

B. gia tốc của vật cực đại.

C. lực phục hồi tác dụng vào vật bằng với lực đàn hồi.

D. pha dao động của vật bằng 0..

Lời giải

Ta có $l_{\max} - l_{\min} = 2A \Rightarrow A = 10\,\text{cm}$.

Mặt khác, $l_{\max} = l_0 + \Delta l_0 + A \Rightarrow l_0 + \Delta l_0 = l_{\max} - A = 40\,\text{cm}$.

Chiều dài của lò xo tại vị trí có li độ x là $l_x = l_0 + \Delta l_0 + x$.

Khi $l_x = 40$ thì $x = l_x - (l_0 + \Delta l_0) = 40 - 40 = 0$.

Suy ra vật đang ở vị trí cân bằng, tốc độ cực đại.

Đáp án A.

Ví dụ 2: Con lắc lò xo treo thẳng đứng, lò xo có khối lượng không đáng kể. Hòn bi đang ở vị trí cân bằng thì được kéo xuống dưới theo phương thẳng đứng một đoạn 3 cm rồi thả nhẹ cho nó dao động. Hòn bi thực hiện 50 dao động mất 20 s. Cho $g = \pi^2 = 10\text{m/s}^2$. Tỉ số độ lớn lực đàn hồi cực đại và cực tiểu của lò xo khi dao động là

A. 7. B. 5. C. 4. D. 3.

Lời giải

Hòn bi đang ở vị trí cân bằng thì được kéo xuống dưới theo phương thẳng đứng một đoạn 3 cm rồi thả nhẹ nên biên độ $A = 3$ cm.

Hòn bi thực hiện 50 dao động mất 20 s nên tần số

$$f = \frac{N}{t} = \frac{50}{20} = 2,5\,\text{Hz} \Rightarrow \omega = 2\pi f = 5\pi\,(\text{rad/s})$$

Độ biến dạng của lò xo khi vật nằm ở vị trí cân bằng

$$\Delta l_0 = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{(5\pi)^2} = \frac{10}{250} = 0.04\,\text{m} = 4\,\text{cm}.$$

- Vì $A < \Delta l_0$ nên trong quá trình dao động lò xo luôn dãn

- Lực đàn hồi có độ lớn cực đại khi vật xuống thấp nhất $F_{\text{dh}}^{\max} = k(\Delta l_0 + A)$

- Lực đàn hồi có độ lớn cực tiểu khi vật lên cao nhất

$$F_{đh}^{\min} = k(\Delta l_0 - A)$$

Vậy tỉ số cần tìm là $\frac{F_{đh}^{\max}}{F_{đh}^{\min}} = \frac{k(\Delta l_0 + A)}{k(\Delta l_0 - A)} = \frac{\Delta l_0 + A}{\Delta l_0 - A} = \frac{4+3}{4-3} = 7$

Đáp án A.

Ví dụ 3: Con lắc lò xo treo thẳng đứng, vật nặng treo ở phía dưới lò xo dao động với biên độ $A = 12$ cm. Biết tỉ số giữa lực cực đại và lực cực tiểu của lò xo tác động lên vật là 4. Độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là

A. 10 cm. B. 12 cm. C. 15 cm. D. 20 cm.

Lời giải

Vì theo bài ra ta có $\frac{F_{đh}^{\max}}{F_{đh}^{\min}} = 4 \neq \infty \Rightarrow F_{đh}^{\min} \neq 0$ tức là lò xo luôn bị dãn khi vật dao động.

Khi vật xuống thấp nhất, độ biến dạng của lò xo lúc đó là lớn nhất nên

$$F_{đh}^{\max} = k\left|\Delta l_0 + A\right|$$

Khi vật lên cao nhất, độ biến dạng của lò xo lúc đó là nhỏ nhất nên

$$F_{đh}^{\min} = k\left|\Delta l_0 - A\right|$$

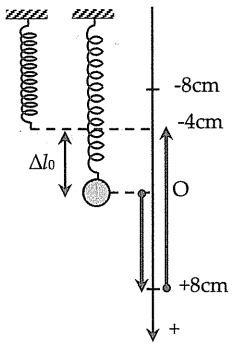
Theo bài ra $\frac{F_{đh}^{\max}}{F_{đh}^{\min}} = \frac{k\left(\Delta l_0 + A\right)}{k\left(\Delta l_0 - A\right)} = 4 \Rightarrow \Delta l_0 = \frac{5A}{3} = 20$ cm.

Đáp án D.

Ví dụ 4: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng. Kích thích cho vật dao động (được móc ở phía dưới của lò xo) dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với chu kì 0,4 s và biên độ 8 cm. Chọn x'x thẳng đứng, chiều dương hướng xuống, gốc tọa độ tại vị trí cân bằng, gốc thời gian là lúc vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Lấy gia tốc rơi tự do $g = 10$ m/s^2. Thời gian ngắn nhất kể từ thời điểm ban đầu đến lúc lực đàn hồi của lò xo có độ lớn cực tiểu là

A. $\frac{7}{30}$ s. B. $\frac{1}{30}$ s. C. $\frac{3}{30}$ s. D. $\frac{4}{15}$ s.

Lời giải

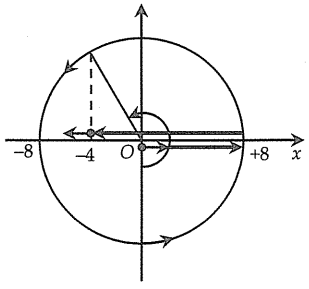


Nhớ lại cách tính thời gian, ta cần xác định vị trí đầu và vị trí cuối của chuyển động. Vị trí ban đầu thì rõ rồi, vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Vị trí lúc sau là vị trí lực đàn hồi có độ lớn cực tiểu, ta cần phải biết được Δl_0 lớn hơn hay nhỏ hơn A.

Ta có

$$\Delta l_0 = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2} = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{0{,}4^2.10}{4.10} = 0{,}04 \text{ m} = 4 \text{ cm} = \frac{A}{2}$$

Do đó $\Delta l_0 < A$ nên ngoài bị dãn còn bị nén. Vậy lực đàn hồi cực tiểu của lò xo ứng với lúc lò xo không bị biến dạng, khi đó vật ở vị trí $x = -\Delta l_0 = -\frac{A}{2}$



Thời gian cần tìm là thời gian vật đi từ vị trí cân bằng theo chiều dương, đến biên dương rồi từ biên dương đến vị trí $-\frac{A}{2}$ theo chiều âm.

Dựa vào đường tròn, ta tính được góc quét lúc này là $\frac{7\pi}{6}$ nên thời gian là

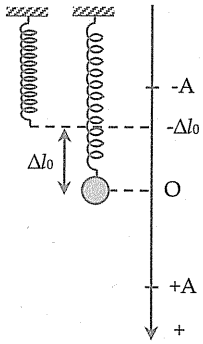
$$\Delta t = \frac{7}{30} \text{ s.}$$

Đáp án A.

Ví dụ 5: Một con lắc lò xo treo vào một điểm cố định, dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với chu kì 1,2 s. Trong một chu kì, nếu tỉ số của thời gian lò xo dãn với thời gian lò xo nén bằng 2 thì thời gian mà lực đàn hồi ngược chiều lực kéo về là

A. 0,2 s. B. 0,1 s. C. 0,3 s. D. 0,4 s.

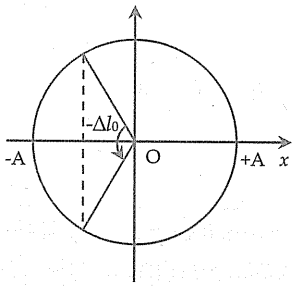
Lời giải



- Chọn chiều dương hướng xuống.
- Trong quá trình dao động của vật, lò xo có nén nên $\Delta l < A$.
- Theo bài ra, ta có

$$\frac{t_{dãn}}{t_{nén}} = \frac{T - t_{nén}}{t_{nén}} = 2 \Rightarrow t_{nén} = \frac{T}{3}$$

- Trong khoảng thời gian $\frac{T}{3}$, lò xo bị nén khi vật chuyển động từ vị trí có li độ $x = -\Delta l$ theo chiều âm, đến biên âm, rồi từ biên âm trở về vị trí $x = -\Delta l$ theo chiều dương. Góc quét được của chất điểm tương ứng trên đường tròn là $\frac{2\pi}{3}$.



Sử dụng đường tròn dễ dàng suy ra $\Delta l = \frac{A}{2}$.

- Lực kéo về luôn hướng về VTCB, lực đàn hồi là lực đẩy nếu lò xo nén, lực kéo nếu lò xo dãn.
- Từ đó, ta có nhận xét: trong 1 chu kì, thời gian lực đàn hồi ngược chiều với lực kéo về gồm:

+ Thời gian vật đi từ vị trí cân bằng theo chiều âm đến vị trí có li độ $x = -\Delta l = -\frac{A}{2}$ theo chiều âm

+ Thời gian vật đi từ vị trí có li độ $x = -\Delta l = -\frac{A}{2}$ theo chiều dương đến vị trí cân bằng theo chiều dương

- Vậy thời gian cần tính là $\frac{T}{12} + \frac{T}{12} = \frac{T}{6} = 0,2$ s.

Nếu ta không biết vì sao có nhận xét trên, thì ta có thể giải thích như sau. Vì lực đàn hồi ngược chiều lực hồi phục nên tích giá trị đại số của chúng là một số âm. Ta có

$$\begin{cases} F_{hp} = -kx \\ F_{dh} = -k(\Delta l + x) \end{cases} \Rightarrow F_{hp}.F_{dh} < 0 \Leftrightarrow kx.k(\Delta l + x) < 0 \Leftrightarrow -\Delta l < x < 0.$$

Đáp án A.

Ví dụ 6: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng xuôi, vật nhỏ $m = 100$ gam và lò xo có khối lượng không đáng kể. Chọn gốc tọa độ ở VTCB, chiều dương của hệ trục hướng lên. Biết vật dao động theo phương trình $x = 4\cos\left(10t - \frac{2\pi}{3}\right)$. Lấy $g = 10$ m/s^2. Tìm độ lớn lực đàn hồi và lực phục hồi tác dụng vào vật tại thời điểm vật đã đi được quãng đường $S = 3$ cm kể từ lúc bắt đầu dao động.

A. 0,1 N và 0,9 N. B. 0,9 N và 0,1 N.
C. 0,2 N và 0,8 N. D. 0,8 N và 0,2 N.

Lời giải

Vì lực đàn hồi có độ lớn $|F_{đh}| = k\Delta l$ và $|F_{ph}| = k|x|$ nên để tính chúng, ta cần tìm k và phải biết được sau khi vật đi được 3 cm thì vật đến điểm nào để từ đó biết nó cách vị trí cân bằng bao nhiêu (độ lớn li độ bằng bao nhiêu) và lúc đó lò xo dãn bao nhiêu (độ dãn của lò xo so với chiều dài tự nhiên)

Độ cứng $k = m\omega^2 = 0,1.10^2 = 10\,\text{N/m}$

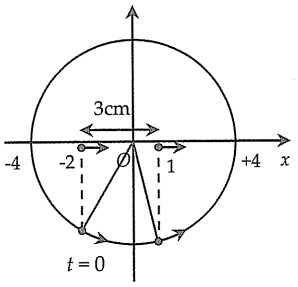
Độ dãn của lò xo khi vật ở VTCB:

$$\Delta l_0 = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{10^2} = \frac{10}{100} = 0,1\text{ m} = 10\text{ cm}$$

Dựa vào đường tròn thấy ngay thời điểm ban đầu vật có li độ $x = -2$ cm và đang đi theo chiều dương.

Hoặc ta có thể thay $t = 0$ vào phương trình x, v ta có ngay trạng thái ban đầu

$$\begin{cases} x_0 = -2\text{ cm} \\ v_0 > 0 \end{cases}$$



Dựa vào đường tròn, sau khi đi được quãng đường $S = 3$ cm thì vật đến tọa độ $x = 1$ cm, lúc đó lò xo bị dãn một đoạn

$$\Delta l = \Delta l_0 - |x| = 10 - 1 = 9\text{ cm}$$

Vậy lực phục hồi và lực đàn hồi có độ lớn là $\begin{cases} F_{hp} = kx = 10,0,01 = 0,1\text{ (N)} \\ F_{đh} = k\Delta l = 10.0,09 = 0,9\text{ (N)} \end{cases}$

Đáp án A.

Ví dụ 7: Gọi M, N, I là các điểm trên một lò xo nhẹ, được treo thẳng đứng ở điểm O cố định. Khi lò xo có chiều dài tự nhiên thì $OM = MN = NI = 10$ cm. Gắn vật nhỏ vào đầu dưới I của lò xo và kích thích để vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng. Trong quá trình dao động tỉ số độ lớn lực kéo lớn nhất và độ lớn lực kéo nhỏ nhất tác dụng lên O bằng 3; lò xo dãn đều; khoảng cách lớn nhất giữa hai điểm M và N là 12 cm. Lấy $\pi^2 = 10$. Vật dao động với tần số là:

A. 2,9 Hz. B. 2,5 Hz. C. 3,5 Hz. D. 1,7 Hz.

Lời giải

Vì khoảng cách lớn nhất giữa M và N là 12 cm, tức là độ dài đoạn MN lớn nhất bằng 12 cm. Mà độ dài đoạn MN ban đầu là 10 cm, suy ra độ dãn lớn nhất của lò xo giới hạn bởi hai đầu MN là $12 - 10 = 2$ cm.

Vì lò xo dãn đều và ban đầu $OM = MN = NI$ nên ở mọi thời điểm, OM, MN và NI luôn có độ dài bằng nhau. Suy ra độ dãn của chúng ở mọi thời điểm cũng bằng nhau. Vậy độ dãn lớn nhất của lò xo là $\Delta l_{max} = 3.2 = 6$ cm.

Mà ta có

$$\frac{F_{max}}{F_{min}} = \frac{k\Delta l_{max}}{k\Delta l_{min}} = \frac{\Delta l_{max}}{\Delta l_{min}} = 3 \Rightarrow \Delta l_{min} = \frac{6}{3} = 2\text{ cm.}$$

Vậy $\Delta l = \dfrac{\Delta l_{max} + \Delta l_{min}}{2} = 4$ cm.

Suy ra $f = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k}{m}} = \dfrac{1}{2}\sqrt{\dfrac{g}{\pi^2\Delta l}} = \dfrac{1}{2}\sqrt{\dfrac{10}{10.0,04}} = 2,5$ Hz.

Đáp án B.

6.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Trong một dao động điều hòa của con lắc lò xo thì:

A. Lực đàn hồi luôn khác 0 .

B. Lực hồi phục cũng là lực đàn hồi.

C. Lực đàn hồi bằng 0 khi vật qua VTCB.

D. Lực phục hồi bằng 0 khi vật qua VTCB.

Câu 2: Trong dao động điều hòa của con lắc lò xo, lực gây nên dao động của vật là:

A. Lực đàn hồi.

B. Có hướng là chiều chuyển động của vật.

C. Có độ lớn không đổi.

D. Biến thiên điều hòa cùng tần số với tần số dao động riêng của hệ dao động và luôn hướng về vị trí cân bằng.

Câu 3: Tìm phát biểu đúng khi nói về con lắc lò xo?

A. Lực đàn hồi cực tiểu của con lắc lò xo khi vật qua vị trí cân bằng.

B. Lực đàn hồi của lò xo và lực phục hồi là một.

C. Khi qua vị trí cân bằng lực phục hồi đạt cực đại.

D. Khi đến vị trí biên độ lớn lực phục hồi đạt cực đại.

Câu 4: Tìm phát biểu sai? Trong con lắc lò xo, ta luôn có

A. $F_{dh}^{\min} = k(\Delta l_0 - A)$ (N). B. $|F_{dh}| = k.|\Delta l|$ (N).

C. $F_{dh}^{\max} = k(\Delta l_0 + A)$ (N). D. $F_{hp} = ma$ (N).

Câu 5: Tìm phát biểu đúng?

A. Lực kéo về chính là lực đàn hồi.

B. Lực kéo về là lực nén của lò xo.

C. Con lắc lò xo nằm ngang, lực kéo về là lực kéo.

D. Trong con lắc lò xo, lực kéo về là tổng hợp của tất cả các lực tác dụng lên vật.

Câu 6: Con lắc lò xo treo thẳng đứng, đồ thị mô tả mối quan hệ giữa li độ của dao động và lực đàn hồi có dạng

A. Đoạn thẳng đi qua gốc tọa độ.

B. Đường tròn.

C. Đoạn thẳng không qua gốc tọa độ.

D. Đường thẳng không qua gốc tọa độ.

Câu 7: Con lắc lò xo dao động điều hòa, phát biểu nào sau đây đúng?

A. Con lắc lò xo nằm ngang, có lực đàn hồi khác lực phục hồi.

B. Độ lớn lực đàn hồi cực đại khi vật ở vị trí biên.

C. Con lắc lò xo nằm ngang, độ lớn lực đàn hồi bằng với độ lớn lực phục hồi.

D. Ở vị trí cân bằng lực đàn hồi và lực phục hồi là một.

Câu 8: Một con lắc lò xo gồm vật có khối lượng m = 100g, treo vào lò xo có độ cứng k = 20N/m. Vật dao động theo phương thẳng đứng trên quỹ đạo dài 10 cm, chọn chiều dương hướng xuống. Cho biết chiều dài ban đầu của lò xo là 40cm. Xác định chiều dài cực đại, cực tiểu của lò xo?

A. 45; 50 cm. B. 50; 45 cm.

C. 55; 50 cm. D. 50; 40cm.

Câu 9: Một con lắc lò xo gồm vật có khối lượng m = 100g, treo vào lò xo có độ cứng k = 20N/m. Vật dao động theo phương thẳng đứng trên quỹ đạo dài 10 cm, chọn chiều dương hướng xuống. Cho biết chiều dài ban đầu của lò xo là 40cm. Hãy xác định độ lớn lực đàn hồi cực đại, cực tiểu của lò xo?

A. 2; 1 N. B. 2; 0N. C. 3; 2N. D. 4; 2N.

Câu 10: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm một vật m = 1000g, lò xo có độ cứng k = 100N/m. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng $x = +2$ cm và truyền vận tốc $v = +20\sqrt{3}$ cm/s theo phương lò xo. Cho $g = \pi^2 = 10$ m/s^2, lực đàn hồi cực đại và cực tiểu của lò xo có độ lớn là bao nhiêu?

A. 1,4N; 0,6N. B. 14N; 6N.

C. 14 N; 0N. D. không đáp án.

Câu 11: Vật nhỏ treo dưới lò xo nhẹ, khi vật cân bằng thì lò xo dãn 5cm. Cho vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với biên độ A thì lò xo luôn dãn và lực đàn hồi cực đại của lò xo có giá trị gấp 3 lần giá trị cực tiểu. Lúc này A có giá trị là bao nhiêu?

A. 2,5 cm. B. 5 cm. C. 10 cm. D. 15 cm.

Câu 12: Một quả cầu có khối lượng m = 200g treo vào đầu dưới của một lò xo có chiều dài tự nhiên l_0 = 35cm, độ cứng k = 100N/m, đầu trên cố định. Lấy $g = 10$ m/s^2. Chiều dài lò xo khi vật dao động qua vị trí có vận tốc cực đại?

A. 33 cm. B. 39 cm. C. 35 cm. D. 37 cm.

Câu 13: Một quả cầu có khối lượng m = 200g treo vào đầu dưới của một lò xo có chiều dài tự nhiên l_0 = 35cm, độ cứng k = 100N/m, đầu trên cố định. Lấy $g = 10$ m/s^2. Chiều dài lò xo khi vật dao động qua vị trí có độ lớn lực đàn hồi cực tiểu? Biết biên độ dao động của vật là 5 cm.

A. 33 cm. B. 35 cm. C. 39 cm. D. 37 cm.

Câu 14: Một con lắc lò xo gồm vật khối lượng m = 200g treo vào lò xo có độ cứng k = 40N/m. Vật dao động theo phương thẳng đứng trên quỹ đạo dài 10cm. Chọn chiều dương hướng xuống. Cho biết chiều dài tự nhiên

là 42cm. Khi vật dao động thì chiều dài lò xo biến thiên trong khoảng nào? Biết $g = 10\ m/s^2$.

A. 42; 52cm. B. 37; 45cm. C. 40; 50cm. D. 42; 50cm.

Câu 15: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm vật m = 150g, lò xo có k = 10 N/m. Lực căng cực tiểu tác dụng lên vật là 0,5N. Cho $g = 10\ m/s^2$ thì biên độ dao động của vật là bao nhiêu?

A. 20 cm. B. 15 cm. C. 10 cm. D. 5 cm.

Câu 16: Một lò xo có k = 100N/m treo thẳng đứng. Treo vào lò xo một vật có khối lượng m = 250g. Từ vị trí cân bằng nâng vật lên một đoạn 5cm rồi buông nhẹ. Lấy $g = 10\ m/s^2$. Chiều dương hướng xuống. Tìm lực nén cực đại của lò xo?

A. 7,5N. B. 0. C. 5N. D. 2,5N.

Câu 17: Một lò xo có khối lượng không đáng kể, đầu trên cố định, đầu dưới treo vật có khối lượng 80g. Vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với tần số 2 Hz. Trong quá trình dao động, độ dài ngắn nhất của lò xo là 40cm và dài nhất là 56cm. Lấy $g = \pi^2 = 9,8\ m/s^2$. Độ dài tự nhiên của lò xo là?

A. 40,75cm. B. 41,75cm. C. 42, 75cm. D. 40.

Câu 18: Một vật treo vào lò xo làm nó dãn ra 4cm. Biết lực đàn hồi cực đại, cực tiểu lần lượt là 10N, 6N. Chiều dài tự nhiên của lò xo 20cm. Chiều dài cực đại và cực tiểu của lò xo khi dao động là?

A. 24; 36cm. B. 25; 24cm.

C. 25; 23cm. D. 25; 15cm.

Câu 19: Một vật treo vào lò xo làm nó dãn 4cm. Biết lực đàn hồi cực đại của lò xo là 10N, độ cứng lò xo là 100N/m. Tìm lực nén cực đại của lò xo?

A. 0 N. B. 1 N. C. 4 N. D. 2 N.

Câu 20: Một con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương thẳng đứng dọc theo trục xuyên tâm của lò xo. Đưa vật từ vị trí cân bằng đến vị trí của lò xo không biến dạng rồi thả nhẹ cho vật dao động điều hòa với chu kỳ $T = 0,1\pi$ (s). Cho $g = 10\ m/s^2$. Xác định tỉ số giữa lực đàn hồi của lò xo tác dụng vào vật khi nó ở vị trí cân bằng và ở vị trí cách vị trí cân bằng +1cm? Chọn trục tọa độ có chiều dương hướng xuống

A. $\frac{5}{7}$. B. $\frac{7}{5}$. C. $\frac{3}{7}$. D. $\frac{7}{3}$.

Câu 21: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng khi cân bằng lò xo dãn 3cm. Bỏ qua mọi lực cản. Kích thích cho vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng thì thấy thời gian lò xo bị nén trong một chu kỳ là $\frac{T}{3}$ (T là chu kỳ dao động của vật). Biên độ dao động của vật bằng?

A. 5 cm. B. 3 cm. C. 4 cm. D. 6 cm.

Câu 22: Một lò xo có k = 10 N/m treo thẳng đứng. Treo vào lò xo một vật có khối lượng m = 250g. Từ vị trí cân bằng nâng vật lên một đoạn 50cm rồi buông nhẹ. Lấy $g = \pi^2 = 10\ m/s^2$. Tìm thời gian lò xo bị nén trong một chu kì?

A. $\frac{2}{3}$s. B. $\frac{1}{3}$s.

C. 1s. D. không đáp án.

Câu 23: Một con lắc lò xo có k = 1 N/cm, treo vật có khối lượng 1000g, kích thích cho vật dao động với biên độ $10\sqrt{2}$ cm. Tìm thời gian lò xo bị nén trong một chu kỳ?

A. $\frac{\pi}{2}$ s. B. $\frac{\pi}{5}$ s. C. $\frac{\pi}{10}$ s. D. $\frac{\pi}{20}$ s.

Câu 24: Một con lắc lò xo có k = 1 N/cm, treo vật có khối lượng 1000g, kích thích cho vật dao động với biên độ $10\sqrt{2}$ cm. Tìm tỉ lệ thời gian lò xo bị nén và bị dãn trong một chu kỳ?

A. $\frac{1}{4}$. B. $\frac{1}{3}$. C. $\frac{2}{3}$. D. $\frac{1}{1}$.

Câu 25: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, dao động điều hòa với biên độ A = 8 cm. Trong một chu kỳ tỉ số giữa thời gian lò xo dãn và nén là 2. Xác định tốc độ cực đại của vật?

A. $0,4\pi$ m/s. B. $0,2\pi$ cm/s.

C. $\frac{\pi}{2}$ m/s. D. 20 cm/s.

Câu 26: Một con lắc lò xo có k = 10N/m, treo vật nặng có khối lượng m = 0,1kg. Kích thích cho vật dao động với biên độ 20cm. Hãy tìm thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí lò xo có độ lớn lực đàn hồi cực đại đến vị trí có độ lớn lực đàn hồi cực tiểu? Biết $g = 10\ m/s^2$.

A. $\frac{\pi}{15}$ s. B. $\frac{\pi}{10}$ s. C. $\frac{\pi}{5}$ s. D. $\frac{\pi}{25}$ s.

Câu 27: Một con lắc lò xo nằm ngang, độ cứng k = 100N/m dao động với biên độ 2 cm. Trong một chu kỳ hãy xác định thời gian ngắn nhất để vật chịu tác dụng của lực đàn hồi có độ lớn nhỏ hơn 1N.

A. $\frac{T}{3}$. B. $\frac{T}{4}$. C. $\frac{T}{6}$. D. $\frac{2T}{3}$.

Câu 28: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng có độ cứng k = 100 N/m, vật nặng m = 1kg. Kéo vật xuống dưới sao cho lò xo chịu tác dụng của lực kéo có độ lớn 12N rồi buông tay không vận tốc đầu. Hãy xác định biên độ dao động?

A. 4 cm. B. 12 cm. C. 2 cm. D. 10 cm.

Câu 29: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng có độ cứng k = 100 N/m, vật nặng m = 1kg. Dùng một lực có độ lớn 20N để nâng vật đến khi vật đứng yên thì buông tay để vật dao động điều hòa. Xác định biên độ dao động?

A. 4 cm. B. 12 cm. C. 2 cm. D. 20 cm.

Câu 30: Một con lắc lò xo nằm ngang, có độ cứng là 100 N/m, biên độ A = 2 cm. Xác định thời gian trong một chu kỳ mà lực đàn hồi có độ lớn lớn hơn 1N.

A. $\frac{2T}{3}$. B. $\frac{T}{3}$. C. $\frac{T}{2}$. D. $\frac{T}{4}$.

Câu 31: Một con lắc lò xo nằm ngang, có độ cứng là 100 N/m, biên độ A = 2 cm. Xác định thời gian trong một chu kỳ mà lực đàn hồi có độ lớn nhỏ hơn $\sqrt{3}$ N.

A. $\frac{2T}{3}$. B. $\frac{T}{3}$. C. $\frac{T}{2}$. D. $\frac{T}{4}$.

Câu 32: Một con lắc lò xo nằm ngang, có độ cứng là 100 N/m, biên độ A = 2 cm. Xác định thời gian trong một chu kỳ mà lực kéo có độ lớn nhỏ hơn 1N.

A. $\frac{T}{6}$. B. $\frac{T}{3}$. C. $\frac{T}{2}$. D. $\frac{T}{4}$.

Câu 33: Cho 3 lò xo chiều dài bằng nhau, lò xo 1 có độ cứng là k, lò xo 2 có độ cứng là $2k$, lò xo 3 có độ cứng là k_3. Treo 3 lò xo vào thanh nằm ngang, trên thanh có 3 điểm A, B, C sao cho AB = BC. Sau đó treo vật 1 có khối lượng $m_1 = m$ vào lò xo 1, vật $m_2 = 2m$ vào lò xo 2 và vật m_3 vào lò xo 3. Tại vị trí cân bằng của 3 vật ta kéo vật 1 xuống một đoạn là A, vật 2 một đoạn 2A, vật 3 một đoạn Δl_3 rồi cùng buông tay không vận tốc đầu. Trong quá trình 3 vật dao động thấy chúng luôn thẳng hàng nhau. Hãy xác định khối lượng của vật m_3 và ban đầu đã kéo vật m_3 xuống dưới một đoạn là bao nhiêu?

A. m; 3A. B. 3m; 3A. C. 4m; 4A. D. 4m; 3A.

Câu 34: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng. Kích thích cho con lắc dao động điều hòa theo phương thẳng đứng. Chu kì và biên độ dao động của con lắc lần lượt là 0,4 s và 8 cm. Chọn trục x'x thẳng đứng chiều dương hướng xuống, gốc tọa độ tại vị trí cân bằng, gốc thời gian $t = 0$ khi vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Lấy gia tốc rơi tự do $g = 10$ m/s^2 và $\pi^2 = 10$. Thời gian ngắn nhất kể từ khi $t = 0$ đến khi lực đàn hồi của lò xo có độ lớn cực tiểu là

A. $\frac{4}{15}$ s. B. $\frac{7}{30}$ s. C. $\frac{3}{10}$ s. D. $\frac{1}{30}$ s.

Câu 35: Một con lắc lò xo được treo thẳng đứng, đầu trên cố định, đầu dưới gắn vật nhỏ. Khi vật ở trạng thái cân bằng, lò xo dãn đoạn 2,5 cm. Cho con lắc lò xo dao động điều hoà theo phương thẳng đứng. Trong quá trình con lắc dao động, chiều dài của lò xo thay đổi trong khoảng từ 25 cm đến 30 cm. Lấy $g = 10$ m/s^2. Vận tốc cực đại của vật trong quá trình dao động là

A. 100 cm/s. B. 50 cm/s.
C. 5 cm/s. D. 10 cm/s.

ĐÁP ÁN

1.D	2.D	3.D	4.A	5.D	6.A	7.C	8.D	9.B	10.B
11.A	12.D	13.B	14.A	15.C	16.D	17.B	18.C	19.D	20.A
21.D	22.B	23.D	24.B	25.A	26.A	27.A	28.C	29.D	30.A
31.A	32.B	33.B	34.B	35.B					

7. Bài toán năng lượng trong dao động điều hòa

7.1. Phương pháp

Sử dụng các kiến thức về năng lượng trong dao động điều hòa đã được nhắc đến trong phần lí thuyết.

7.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Trong dao động điều hòa của một vật thì tập hợp ba đại lượng nào sau đây là không thay đổi theo thời gian

A. Vận tốc, lực, năng lượng toàn phần.

B. Biên độ, tần số, gia tốc.

C. Biên độ, tần số, năng lượng toàn phần.

D. Gia tốc, chu kỳ, lực.

Lời giải

Năng lượng được bảo toàn nên không đổi, biên độ và tần số không đổi

Đáp án C.

Ví dụ 2: Trong dao động điều hòa

A. Khi gia tốc cực đại thì động năng cực tiểu.

B. Khi lực kéo về cực tiểu thì thế năng cực đại.

C. Khi động năng cực đại thì thế năng cũng cực đại.

D. Khi vận tốc cực đại thì pha dao động cũng cực đại.

Lời giải

Gia tốc cực đại khi vật ở biên âm. Ở biên thì vận tốc bằng 0 nên động năng cũng bằng 0.

Đáp án A.

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hoà với chu kỳ T, động năng của vật biến đổi theo thời gian

A. Tuần hoàn với chu kỳ T. B. Tuần hoàn với chu kỳ 2T.

C. Với một hàm sin hoặc cosin. D. Tuần hoàn với chu kỳ T/2.

Lời giải

Động năng của vật biến đổi tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ T/2 (xem lại phần lí thuyết)

Đáp án D.

Ví dụ 4: Phát biểu nào sau đây về động năng và thế năng trong dao động điều hoà là sai?

A. Thế năng đạt giá trị cực tiểu khi độ lớn gia tốc của vật đạt giá trị cực tiểu.

B. Động năng đạt giá trị cực đại khi vật chuyển động qua vị trí cân bằng.

C. Thế năng đạt giá trị cực đại khi tốc độ của vật đạt giá trị cực đại.

D. Động năng đạt giá trị cực tiểu khi vật ở một trong hai vị trí biên.

Lời giải

C sai. Tốc độ của vật đạt giá trị cực đại khi vật ở vị trí cân bằng. Ở vị trí cân bằng, thế năng bằng 0.

Đáp án C.

Ví dụ 5: Một vật có khối lượng m dao động điều hòa với biên độ A. Khi chu kì tăng 3 lần thì năng lượng của vật sẽ

A. Tăng 3 lần. B. Giảm 9 lần. C. Tăng 9 lần. D. Giảm 3 lần.

Lời giải

Năng lượng của vật là $W=\frac{1}{2}m\omega^2A^2=\frac{1}{2}m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2A^2$

Do đó, khi chu kì tăng 3 lần thì năng lượng giảm $3^2=9$ lần.

Đáp án B.

Ví dụ 6: Trong dao động điều hòa, ở vị trí nào thì động năng của con lắc có giá trị gấp n lần thế năng?

A. $x=\frac{A}{n}$. B. $x=\frac{A}{n+1}$. C. $x=\pm\frac{A}{\sqrt{n+1}}$. D. $x=\pm\frac{A}{n+1}$.

Lời giải

Muốn tìm li độ ta cần biết thế năng, do đó từ giả thiết $W_d=nW_t$ ta sẽ thay vào biểu thức bảo toàn cơ năng $W_d+W_t=W$ để rút W_t theo W từ đó tính được x theo A. Thật vậy, ta có

$$\begin{cases}W_d+W_t=W\\W_d=nW_t\end{cases}\Rightarrow nW_t+W_t=W\Rightarrow W_t=\frac{1}{n+1}W\Rightarrow\frac{1}{2}kx^2=\frac{1}{n+1}.\frac{1}{2}kA^2$$

$$\Rightarrow x=\pm\frac{A}{\sqrt{n+1}}\ (*)$$

STUDY TIP
(*) là một biểu thức rất quan trọng và ta cần ghi nhớ để làm bài tập.

Đáp án C.

Ví dụ 7: Một chất điểm dao động điều hòa không ma sát. Khi vừa ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn S, động năng của chất điểm là 1,8 J. Đi tiếp một đoạn S nữa thì động năng chỉ còn 1,5 J và nếu đi thêm một đoạn S nữa thì động năng bây giờ là? Biết rằng vật chưa đổi chiều chuyển động.

A.0,9 J. B.1,0 J. C.0,8 J. D.1,2 J.

Lời giải

Muốn tính động năng tại vị trí đó thì ta cần tính thế năng tại vị trí đó và cơ năng. Vì vật chưa đổi chiều chuyển động và thế năng tỉ lệ thuận với bình phương li độ

nên $\begin{cases}|x_1|=S\\|x_2|=2S\\|x_3|=3S\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}W_{t_2}=4W_{t_1}\\W_{t_3}=9W_{t_1}\end{cases}$

Bảo toàn năng lượng ta có

$$\begin{cases}W_{t_1}+W_{d_1}=W_{t_2}+W_{d_2}=W\\W_{t_2}+W_{d_2}=W_{t_3}+W_{d_3}=W\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}W_{t_1}+1,8=4W_{t_1}+1,5\\4W_{t_1}+1,5=9W_{t_1}+W_{d_3}\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}W_{t_1}=0,1\\W_{d_3}=1\end{cases}$$

Đáp án B.

Ví dụ 8: Hai con lắc lò xo giống hệt nhau đặt trên cùng mặt phẳng nằm ngang. Con lắc thứ nhất và con lắc thứ hai dao động điều hòa cùng pha với biên độ lần lượt là $3A$ và A. Chọn mốc thế năng của mỗi con lắc tại vị trí cân bằng của nó. Khi động năng của con lắc thứ nhất là 0,72 J thì thế năng của con lắc thứ hai là 0,24 J. Khi thế năng của con lắc thứ nhất là 0,09 J thì động năng của con lắc thứ hai là

A.0,31 J. B.0,01 J. C.0,08 J. D.0,32 J.

Lời giải

Vì hai dao động điều hòa cùng pha nên ta luôn có

$$\begin{cases}\dfrac{|x_1|}{|x_2|}=\dfrac{A_1}{A_2}=3\\ \dfrac{|v_1|}{|v_2|}=\dfrac{\omega A_1}{\omega A_2}=3\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}W_{t_1}=9W_{t_2}\\ W_{đ_1}=9W_{đ_2}\end{cases}$$

Khi $W_{đ_1}=0,72\Rightarrow W_{đ_2}=\dfrac{W_{đ_1}}{9}=0,08\text{J}\Rightarrow W_2=W_{đ_2}+W_{t_2}=0,08+0,24=0,32\text{J}.$

Khi $W_{t_1}=0,09\Rightarrow W_{t_2}=\dfrac{W_{t_1}}{9}=0,01\text{J}\Rightarrow W_{đ_2}=W_2-W_{t_2}=0,32-0,01=0,31\text{J}.$

Đáp án A.

Ví dụ 9: Một vật nhỏ dao động điều hòa dọc theo trục Ox. Khi vật cách vị trí cân bằng một đoạn 2 cm thì động năng của vật là 0,48 J. Khi vật cách vị trí cân bằng một đoạn 6 cm thì động năng của vật là 0,32 J. Biên độ dao động của vật bằng

A. 8 cm. B. 14 cm. C. 10 cm. D. 12 cm.

Lời giải

Động năng của vật dao động điều hòa $W_đ=\dfrac{1}{2}k\left(A^2-|x|^2\right)$ với $|x|$ là khoảng cách từ vị trí cân bằng tới vật

$$\Rightarrow\frac{W_{đ1}}{W_{đ2}}=\frac{A^2-x_1^2}{A^2-x_2^2}\Rightarrow\frac{0,48}{0,32}=1,5=\frac{A^2-2^2}{A^2-6^2}\Rightarrow A=10\,\text{cm}$$

Đáp án C.

8. Bài toán viết phương trình dao động

8.1. Phương pháp

Phương trình dao động điều hòa của con lắc lò xo có dạng $x=A\cos(\omega t+\varphi)$.

Như vậy, để viết được phương trình dao động, ta cần tìm được 3 đại lượng: tần số góc ω, biên độ A, và pha ban đầu φ.

Chú ý

Trước khi tìm 3 đại lượng này, ta cần chọn hệ trục tọa độ.

- Nếu đề bài chọn trục rồi thì ta theo bài toán đã chọn.
- Nếu chưa chọn hệ trục thì ta chọn gốc toạ độ tại VTCB, chiều dương tuỳ ý.

* Tìm tần số góc?

Ta có thể tìm ω nếu biết chu kì hoặc tần số của vật.

$$\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi f$$

Ta có thể tìm ω nếu biết khối lượng của vật và độ cứng của lò xo

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$$

Ta có thể tìm ω nếu biết độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng (con lắc lò xo thẳng đứng). Thật vậy, khi vật ở VTCB thì $mg=k\Delta l_0$, khi đó

$$\begin{cases}\omega=\sqrt{\dfrac{k}{m}}\\ mg=k\Delta l_0\end{cases}\Rightarrow\omega=\sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}}$$

Ta có thể tìm ω nếu biết vận tốc cực đại (hoặc tốc độ cực đại) của vật $v_{\max}$ và biên độ A

$$v_{\max}=\omega A\Rightarrow\omega=\frac{v_{\max}}{A}$$

Ta có thể tìm ω nếu biết gia tốc cực đại của vật a_{max} và biên độ A

$$a_{max} = \omega^2 A \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{v_{max}}{A}}$$

* Tìm biên độ A của vật?

Ta có thể tìm được biên độ A khi biết chiều dài quỹ đạo L của vật

$$L = 2A \Leftrightarrow A = \frac{L}{2}$$

Ta có thể tìm được biên độ A khi biết chiều dài lớn nhất l_{max} và chiều dài nhỏ nhất l_{min} của lò xo trong quá trình vật dao động (trong trường hợp con lắc lò xo thẳng đứng)

$$\begin{cases} l_{max} = l_0 + \Delta l_0 + A \\ l_{min} = l_0 + \Delta l_0 - A \end{cases} \Rightarrow l_{max} - l_{min} = 2A \Rightarrow A = \frac{l_{max} - l_{min}}{2}$$

Ta có thể tìm được biên độ A khi biết ω và v_{max} hoặc a_{max}

$$A = \frac{v_{max}}{\omega} = \frac{a_{max}}{\omega^2}$$

Ta có thể tìm được biên độ A khi biết ω, vị trí li độ x và vận tốc v của vật tại vị trí đó hoặc gia tốc a của vật thông qua hệ thức độc lập thời gian

$$\begin{cases} A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} \\ A = \sqrt{\frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2}} \end{cases}$$

Ta có thể tìm được biên độ A khi biết cơ năng W của vật và độ cứng k của lò xo

$$W = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2W}{k}}$$

Ta có thể tìm được biên độ A khi biết lực hồi phục cực đại tác dụng lên vật

$$F_{max} = kA \Rightarrow A = \frac{F_{max}}{k}$$

* Tìm pha ban đầu φ?

- Cách 1: Tìm φ dựa vào điều kiện ban đầu $t = 0$, giải hệ phương trình đại số liên quan đến li độ, vận tốc, gia tốc.

- Cách 2 (là cách hay dùng): Tìm φ dựa vào phương pháp đường tròn.

Chúng ta qua các ví dụ cụ thể để hiểu rõ hơn

8.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa theo phương trình: $x = 3\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$, trong đó x tính bằng cm, t tính bằng giây. Gốc thời gian đã được chọn lúc vật có trạng thái chuyển động như thế nào?

A. Đi qua vị trí có li độ $x = -1,5$ cm và đang chuyển động theo chiều dương trục Ox.

B. Đi qua vị trí có li độ $x = 1,5$ cm và đang chuyển động theo chiều âm của trục Ox.

C. Đi qua vị trí có li độ $x = 1,5$ cm và đang chuyển động theo chiều dương trục Ox.

D. Đi qua vị trí có li độ $x = -1,5$ cm và đang chuyển động theo chiều âm trục Ox.

Lời giải

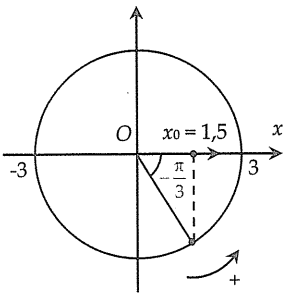
Cách 1: Phương pháp đại số.

Trạng thái gồm vị trí và chiều chuyển động. Muốn xác định vị trí thì ta tìm li độ tại thời điểm đó (thời điểm ban đầu) là bao nhiêu, muốn tìm chiều chuyển động thì ta tìm xem vận tốc tại thời điểm đó âm hay dương. Ta có

$$\begin{cases} x = 3\cos\left(2\pi.0 - \dfrac{\pi}{3}\right) = 1,5 \\ v_0 = x'(0) = -6\pi\sin\left(2\pi.0 - \dfrac{\pi}{3}\right) = 3\sqrt{3}\pi > 0 \end{cases}$$

Vậy thời điểm ban đầu $t = 0$ vật đang ở vị trí có li độ 1,5 cm và đang đi theo chiều dương.

Cách 2: Sử dụng đường tròn



Để ý rằng $2\pi t - \dfrac{\pi}{3}$ là pha của dao động, do đó tại thời điểm ban đầu thì pha ban đầu của dao động là $-\dfrac{\pi}{3}$. Dựa vào đường tròn ta thấy ngay vật ở vị trí có li độ 1,5 cm và đang đi theo chiều dương. Cụ thể

+ Xác định vị trí chất điểm trên đường tròn dựa vào pha của dao động.

+ Từ chất điểm trên đường tròn, hạ hình chiếu vuông góc xuống Ox được vị trí của vật.

+ Từ chiều của chất điểm trên đường tròn (luôn là chiều ngược chiều kim đồng hồ) suy ra chiều chuyển động của vật.

Đáp án C.

Nhận xét

Như vậy, nếu biết pha của vật tại một thời điểm nào đó thì dựa vào đường tròn, ta sẽ xác định được vật đang ở vị trí nào, đi theo chiều nào.

Ngược lại, nếu biết vị trí và chiều chuyển động của vật, ta cũng hoàn toàn có thể xác định pha của vật.

Cách xác định pha của vật:

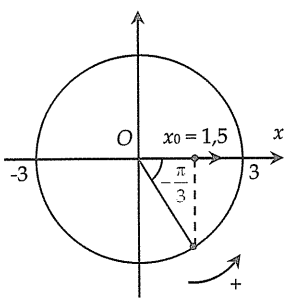
Bước 1: Xác định vị trí chất điểm trên đường tròn dựa vào vị trí và chiều chuyển động của vật: dựng đường vuông góc đi qua vật, đường này cắt đường tròn tại hai vị trí. Ta lấy vị trí sao cho phù hợp với chiều của chất điểm trên đường tròn.

Bước 2: Xác định pha ban đầu của vật.

Để dễ hình dung, ta xét ví dụ sau: Một vật dao động điều hòa với biên độ 3 cm. Biết thời điểm ban đầu $t = 0$ vật đang ở vị trí có li độ 1,5 cm và đang đi theo chiều dương.

Tìm pha ban đầu của dao động?

Bước 1: Từ hình vẽ, vì vật đi theo chiều dương nên ta sẽ dựng đường vuông góc cắt nửa đường tròn dưới tại điểm M (ta dựng đường vuông góc cắt nửa đường tròn dưới vì nó phù hợp với vật đi theo chiều dương và điểm M chuyển động đúng theo chiều ngược chiều kim đồng hồ). Nối OM được véctơ quay $\overrightarrow{OM}$.



Tóm lại:

+ Vật chuyển động theo chiều dương thì dựng đường vuông góc cắt nửa đường tròn dưới.

+ Vật chuyển động theo chiều âm thì dựng đường vuông góc cắt nửa đường tròn trên.

Bước 2: Từ hình vẽ, ta tính được độ lớn góc hợp bởi $\left(\overrightarrow{OM}, \overrightarrow{Ox}\right)$ là $\dfrac{\pi}{3}$.

Về mặt pha (góc lượng giác) thì có giá trị là $-\dfrac{\pi}{3} + \left(2\pi - \dfrac{\pi}{3}\right) = +\dfrac{5\pi}{3}$.

Thông thường người ta sẽ lấy $-\frac{\pi}{3}$ (chú ý là lấy $+\frac{5\pi}{3}$ vẫn đúng!).

Giải thích dài dòng là vậy, nhưng khi thực hiện chỉ mất vài giây.

Bạn đọc hãy tự luyện với một số trường hợp sau:

Một vật dao động điều hòa với biên độ A cm. Tìm pha ban đầu của dao động biết:

a. Thời điểm ban đầu vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Đáp số $\left[\begin{array}{l}-\frac{\pi}{2}\\+\frac{3\pi}{2}\end{array}\right.$.

b. Thời điểm ban đầu vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm. Đáp số $\left[\begin{array}{l}+\frac{\pi}{2}\\-\frac{3\pi}{2}\end{array}\right.$.

c. Thời điểm ban đầu vật đi qua vị trí có li độ $x=-\frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều dương.

Đáp số $\left[\begin{array}{l}-\frac{5\pi}{6}\\+\frac{7\pi}{6}\end{array}\right.$.

d. Thời điểm ban đầu vật đi qua vị trí có li độ $x=-\frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều âm.

Đáp số $\left[\begin{array}{l}+\frac{5\pi}{6}\\-\frac{7\pi}{6}\end{array}\right.$.

e. Thời điểm ban đầu vật đi qua vị trí có li độ $x=-\frac{A}{2}$ theo chiều dương.

Đáp số $\left[\begin{array}{l}-\frac{2\pi}{3}\\+\frac{4\pi}{3}\end{array}\right.$.

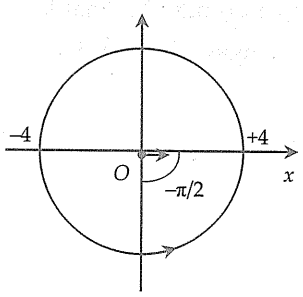
f. Thời điểm ban đầu vật đi qua vị trí có li độ $x=-\frac{A}{2}$ theo chiều âm. Đáp số $\left[\begin{array}{l}+\frac{2\pi}{3}\\-\frac{4\pi}{3}\end{array}\right.$.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa với biên độ $A=4$cm và $T=2$s. Chọn gốc thời gian là lúc vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương của quỹ đạo. Phương trình dao động của vật là:

A. $x=4\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$cm. B. $x=4\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$cm.

C. $x=4\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$cm. D. $x=4\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$cm.

Lời giải



- Tần số góc của dao động: $\omega=2\pi f=\pi$.

- Đề bài đã cho biên độ, vậy ta xác định pha của dao động. Dựa trên đường tròn thấy ngay khi vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương thì pha ban đầu là $-\frac{\pi}{2}$.

Vậy phương trình dao động có dạng $x=4\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$cm.

Ngoài việc tính pha ban đầu dựa trên đường tròn, nếu bạn đọc không quen có thể giải hệ phương trình sau:

Tại $t=0: x_0=0,\ v_0>0$ nên $\begin{cases}0=\cos\varphi\\ v_0=-A\omega\sin\varphi>0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\varphi=\pm\dfrac{\pi}{2}\\ \sin\varphi<0\end{cases}\Rightarrow\varphi=-\dfrac{\pi}{2}$

Đáp án B.

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa trên đoạn thẳng dài 4cm với f = 10Hz. Lúc $t=0$ vật qua vị trí cân bằng theo chiều âm của quỹ đạo. Phương trình dao động của vật là:

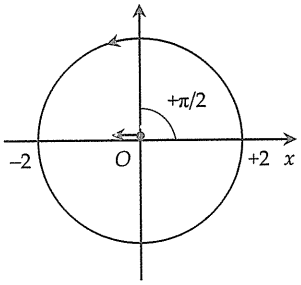
A. $x=2\cos\left(20\pi t+\dfrac{\pi}{2}\right)$cm. B. $x=2\cos\left(20\pi t-\dfrac{\pi}{2}\right)$cm.

C. $x=4\cos\left(20\pi t-\dfrac{\pi}{2}\right)$cm. D. $x=4\cos\left(20\pi t+\dfrac{\pi}{2}\right)$cm.

Lời giải

- Tần số góc $\omega=2\pi f=20\pi$.

- Biên độ $A=\dfrac{4}{2}=2$ cm.



- Pha ban đầu: dựa vào dường tròn thấy ngay $\varphi=+\dfrac{\pi}{2}$ hoặc

Tại $t=0: x_0=0,\ v_0<0$ nên $\begin{cases}0=\cos\varphi\\ v_0=-A\omega\sin\varphi<0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\varphi=\pm\dfrac{\pi}{2}\\ \sin\varphi>0\end{cases}\Rightarrow\varphi=+\dfrac{\pi}{2}$

- Phương trình dao động là $x=2\cos\left(20\pi t+\dfrac{\pi}{2}\right)$cm.

Đáp án A.

Ví dụ 4: Một lò xo đầu trên cố định, đầu dưới treo vật m. Vật dao động theo phương thẳng đứng với tần số góc $\omega=10\pi$ (rad/s). Trong quá trình dao động độ dài lò xo thay đổi từ 18cm đến 22cm. Chọn gốc tọa độ tại vị trí cân bằng. Chiều dương hướng xuống, gốc thời gian lúc lò xo có độ dài nhỏ nhất. Phương trình dao động của vật là:

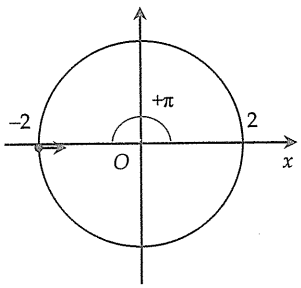
A. $x=2\cos(10\pi t+\pi)$ cm. B. $x=2\cos(0,4\pi t)$ cm.

C. $x=4\cos(10\pi t-\pi)$cm. D. $x=4\cos(10\pi t+\pi)$ cm.

Lời giải

+ Tần số góc $\omega=10\pi$ rad/s

+ Biên độ $A=\dfrac{l_{max}-l_{min}}{2}=2$ cm.



+ Pha ban đầu: Vì chiều dương hướng xuống nên lò xo có độ dài nhỏ nhất khi vật ở biên âm $x_0=-A=-2$ cm. Dựa vào đường tròn thấy ngay pha ban đầu là π, hoặc không thì

Tại $t=0: x_0=-2$ cm, $v_0=0$ nên $\begin{cases}-2=2\cos\varphi\\ 0=\sin\varphi\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\cos\varphi<0\\ \varphi=0;\ \pi\end{cases}\Rightarrow\varphi=\pi$

Vậy phương trình dao động là $x=2\cos(10\pi t+\pi)$ cm.

Đáp án A.

Ví dụ 5: Con lắc lò xo gồm vật có khối lượng $m = 100$ g, lò xo có độ cứng $k = 40$ N/m. Thời điểm ban đầu kéo vật lệch ra khỏi vị trí cân bằng theo chiều âm một đoạn 10 cm rồi thả nhẹ. Viết phương trình dao động của vật?

A. $x = 10\cos\left(20t + \frac{2\pi}{3}\right)$. B. $x = 10\cos(20t - \pi)$.

C. $x = 10\cos(20t + \pi)$. D. $x = 10\cos\left(20t - \frac{\pi}{6}\right)$.

STUDY TIP

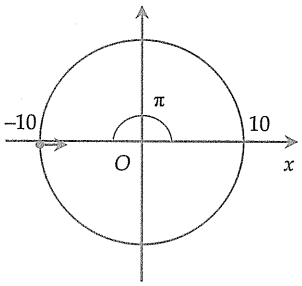
Thời điểm ban đầu, kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn nào đó rồi thả nhẹ, thì đoạn kéo ra (đoạn cách vị trí cân bằng) chính là biên độ.

Lời giải

Tần số góc dao động của vật là $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 20$ rad/s

Thời điểm ban đầu kéo vật lệch ra khỏi vị trí cân bằng theo chiều âm một đoạn 10 cm rồi thả nhẹ nên ta có

$$\begin{cases} x_0 = -10 \\ v_0 = 0 \end{cases} \Rightarrow A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}} = |x_0| = 10.$$



Vậy ban đầu vật ở biên âm. Dựa vào đường tròn, ta xác định được pha ban đầu là $\varphi = \pi$.

Phương trình dao động của vật là $x = 10\cos(20t + \pi)$ cm.

Đáp án C.

Ví dụ 6: Con lắc lò xo gồm vật có khối lượng $m = 100$g treo vào lò xo có độ cứng $k = 90$ N/m. Thời điểm ban đầu, kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng theo chiều âm đoạn 10 cm rồi truyền cho vật vận tốc ban đầu là $3\sqrt{3}$ m/s theo chiều dương. Viết phương trình dao động của vật.

A. $x = 20\cos\left(30t - \frac{2\pi}{3}\right)$. B. $x = 20\cos\left(30t + \frac{2\pi}{3}\right)$.

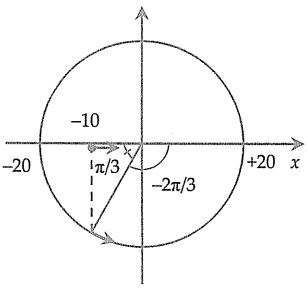
C. $x = 20\cos\left(30t - \frac{\pi}{3}\right)$. D. $x = 20\cos\left(30t + \frac{\pi}{3}\right)$.

Lời giải

Tần số góc dao động của vật là $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 30$ rad/s

Thời điểm ban đầu ta có

$$\begin{cases} x_0 = -10 \text{ cm} \\ v_0 = 3\sqrt{3} \text{ m/s} = 300\sqrt{3} \text{ cm/s} \end{cases} \Rightarrow A = \sqrt{(-10)^2 + \left(\frac{300\sqrt{3}}{30}\right)^2} = 20 \text{ cm}.$$



Dựa vào đường tròn, tại thời điểm ban đầu vật đi qua vị trí $x_0 = -10 \text{ cm} = -\frac{A}{2}$ theo chiều dương nên pha ban đầu là $\varphi = -\frac{2\pi}{3}$.

Vậy phương trình dao động của vật là $x = 20\cos\left(30t - \frac{2\pi}{3}\right)$ cm.

Đáp án A.

8.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Một vật dao động điều hòa trên quỹ đạo dài 20 cm. Sau $\frac{1}{12}$ (s) kể từ thời điểm ban đầu vật đi được 10 cm mà chưa đổi chiều chuyển động và vật đến vị trí có li độ 5 cm theo chiều dương. Phương trình dao động của vật là

A. $x=10\cos\left(6\pi t-\frac{2\pi}{3}\right)$ cm.

B. $x=10\cos\left(4\pi t-\frac{2\pi}{3}\right)$ cm.

C. $x=10\cos\left(6\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$ cm.

D. $x=10\cos\left(4\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$ cm.

Câu 2: Một vật dao động điều hoà với tốc độ cực đại là 10π cm/s. Ban đầu vật đứng ở vị trí có vận tốc là 5π cm/s và thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí trên đến vị trí có vận tốc $v=0$ là 0,1 s. Phương trình dao động của vật có thể là

A. $x=1,2\cos\left(\frac{25\pi}{3}t-\frac{5\pi}{6}\right)$ cm.

B. $x=1,2\cos\left(\frac{5\pi}{3}t+\frac{5\pi}{6}\right)$ cm.

C. $x=2,4\cos\left(\frac{10\pi}{3}t+\frac{\pi}{6}\right)$ cm.

D. $x=2,4\cos\left(\frac{10\pi}{3}t+\frac{\pi}{2}\right)$ cm.

Câu 3: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng. Kích thích cho con lắc dao động điều hòa theo phương thẳng đứng. Chu kỳ và biên độ dao động của con lắc lần lượt là 0,4s và 8cm. Chọn trục x'x thẳng đứng chiều dương hướng xuống, gốc tọa độ tại vị trí cân bằng, gốc thời gian $t=0$ khi vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Hãy viết phương trình dao động của vật.

A. $x=8\cos\left(5\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$ cm.

B. $x=4\cos\left(5\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$ cm.

C. $x=4\cos\left(5\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$ cm.

D. $x=8\cos\left(5\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$ cm.

Câu 4: Một con lắc lò xo dao động thẳng đứng có độ cứng k = 10N/m. Quả nặng có khối lượng 0,4kg. Từ vị trí cân bằng người ta cấp cho quả lắc một vật vận tốc ban đầu $v_0=1,5$ m/s theo phương thẳng đứng và hướng lên trên. Chọn gốc tọa độ tại vị trí cân bằng, chiều dương cùng chiều với chiều vận tốc v_0 và gốc thời gian là lúc bắt đầu chuyển động. Phương trình dao động có dạng?

A. $x=3\cos\left(5t+\frac{\pi}{2}\right)$ cm.

B. $x=30\cos\left(5t+\frac{\pi}{2}\right)$ cm.

C. $x=30\cos\left(5t-\frac{\pi}{2}\right)$ cm.

D. $x=3\cos\left(5t-\frac{\pi}{2}\right)$ cm.

Câu 5: Một con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương thẳng đứng. Thời gian vật đi từ vị trí thấp nhất đến vị trí cao nhất cách nhau 20 cm là 0,75 s. Gốc thời gian được chọn là lúc vật đang chuyển động chậm dần theo chiều dương với vận tốc là $\frac{\pi}{15}$ m/s. Phương trình dao động của vật là

A. $x=10\cos\left(\frac{4\pi}{3}t-\frac{\pi}{6}\right)$ cm.

B. $x=10\cos\left(\frac{4\pi}{3}t-\frac{\pi}{3}\right)$ cm.

C. $x=10\cos\left(\frac{3\pi}{4}t+\frac{\pi}{3}\right)$ cm.

D. $x=10\cos\left(\frac{3\pi}{4}t-\frac{\pi}{6}\right)$ cm.

ĐÁP ÁN

1.B	2.A	3.D	4.C	5.A

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án B.

Vật dao động trên quỹ đạo dài $20cm$ nên $A=10cm$. Sau $\frac{1}{12}s$ chuyển động kể từ thời điểm ban đầu vật đi được $10cm$ và chuyển động đến vị trí có li độ bằng $5cm$ theo chiều dương nên ban đầu vật đang ở vị trí có li độ là $-5cm$ và cũng chuyển động theo chiều dương nên $\varphi_0=\frac{-2\pi}{3}$.

Góc quay của vật là $\alpha=\frac{\pi}{3}=\omega.\frac{1}{12}\Rightarrow\omega=4\pi(\text{rad/s})$.

Vậy $x=10\cos\left(4\pi t-\frac{2\pi}{3}\right)\text{cm}$.

Câu 2: Đáp án A.

Ban đầu vật đang ở vị trí có vận tốc là $5\pi(cm/s)=\frac{1}{2}v_{\max}$ để chuyển động đến vị trí có $v=0$ thì góc quay nhỏ nhất của vật là: $\alpha=\frac{\pi}{6}$ nên

$$\frac{\pi}{6}=0,1\omega\Rightarrow\omega=\frac{5\pi}{3}(\text{rad/s}).$$

Biên độ dao động của vật là: $A=\frac{v_{\max}}{\omega}=\frac{10\pi}{5\pi/3}=6\,\text{cm}$.

Vậy phương trình dao động của vật là:

$$x=6\cos\left(\frac{5\pi}{3}t-\frac{\pi}{6}\right)\text{cm}.$$

Câu 3: Đáp án D.

Tần số dao động của con lắc là:

$$\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{0,4}=5\pi(\text{rad/s}).$$

Chọn gốc thời gian tại vị trí vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương nên ta có phương trình dao động của vật là: $x=8\cos\left(5\pi t-\frac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$.

Câu 4: Đáp án C.

Tần số góc của con lắc lò xo là:

$$\omega=\sqrt{\frac{K}{m}}=\sqrt{\frac{10}{0,4}}=5(\text{rad/s}).$$

Tại vị trí cân bằng người ta cấp cho vật một vận tốc là $v_0=1,5(m/s)$ nên đây chính là vận tốc lớn nhất trong quá trình dao động của vật. Biên độ của dao động là:

$$A=\frac{v_{\max}}{\omega}=\frac{1,5}{5}=0,3(\text{m/s})=30(\text{cm/s}).$$

Chọn gốc tọa độ tại vị trí cân bằng, chiều dương cùng chiều với chiều vận tốc và gốc thời gian là lúc vật bắt đầu chuyển động nên $\varphi_0=\frac{-\pi}{2}(\text{rad})$.

Vậy phương trình dao động của vật là:

$$x=30\cos\left(5t-\frac{\pi}{2}\right)\text{cm}.$$

Câu 5: Đáp án A.

Thời gian vật đi từ vị trí cao nhất đến vị trí thấp nhất là $0,75s$ nên $\frac{T}{2}=0,75s\Rightarrow T=1,5s$.

Tần số góc của dao động là: $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{4\pi}{3}(\text{rad/s})$.

Từ vị trí cao nhất đến vị trí thấp nhất cách nhau $20cm$ nên biên độ dao động là: $A=10\,\text{cm}$.

Suy ra: $v_{\max}=A.\omega=10.\frac{4\pi}{3}=\frac{40\pi}{3}(\text{cm/s})=\frac{2\pi}{15}(\text{m/s})$.

Gốc thời gian được chọn là lúc vật đang chuyển động chậm dần theo chiều dương với vận tốc $\frac{\pi}{15}(\text{m/s})$ nên $\varphi_0=-\frac{\pi}{6}$.

Vậy phương trình dao động là: $x=10\cos\left(\frac{4\pi}{3}t-\frac{\pi}{6}\right)\text{cm}$.

9. Bài toán tổng hợp dao động

9.1. Phương pháp

Sử dụng kiến thức tổng hợp dao động đã trình bày ở phần lí thuyết (phương pháp vécto quay Fresnen) và phương pháp số phức đã trình bày trong Chương 0 của cuốn sách.

9.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một vật tham gia đồng thời hai dao động điều hòa có phương trình $x_1=5\sin\left(10\pi t+\frac{2\pi}{3}\right)$ cm và $x_2=5\cos\left(10\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$ cm. Viết phương trình dao động tổng hợp?

A. $x=5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t-\frac{2\pi}{3}\right)$ cm. B. $x=5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t+\frac{2\pi}{3}\right)$ cm.

C. $x=5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$ cm. D. $x=5\cos\left(10\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$ cm.

Lời giải

Trước tiên đổi x_1, x_2 về dạng cos ta có:

$$x_1=5\sin\left(10\pi t+\frac{2\pi}{3}\right)=5\cos\left(10\pi t+\frac{2\pi}{3}-\frac{\pi}{2}\right)\Rightarrow\begin{cases}x_1=5\cos\left(10\pi t+\frac{\pi}{6}\right)\\x_2=5\cos\left(10\pi t+\frac{\pi}{2}\right)\end{cases}$$

Biên độ dao động tổng hợp xác định bởi

$$A^2=A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos\Delta\varphi=5^2+5^2+2.5^2.\cos\frac{\pi}{3}=75\Rightarrow A=5\sqrt{3}$$

Pha ban đầu của dao động tổng hợp xác định bởi

$$\tan\varphi=\frac{A_1\sin\varphi_1+A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1+A_2\cos\varphi_2}=\frac{5\sin\frac{\pi}{6}+5\sin\frac{\pi}{2}}{5\cos\frac{\pi}{6}+5\cos\frac{\pi}{2}}$$

$$\Rightarrow\tan\varphi=\frac{5.\frac{1}{2}+5.1}{5.\frac{\sqrt{3}}{2}+5.0}=\frac{5.\frac{3}{2}}{5.\frac{\sqrt{3}}{2}}=\sqrt{3}\Rightarrow\left[\begin{array}{l}\varphi=\frac{\pi}{3}\\\varphi=-\frac{2\pi}{3}\end{array}\right.$$

Trong tổng hợp dao động bằng phương pháp vecto quay thì góc φ phải nằm kẹp giữa góc φ_1 và φ_2. Vậy ta chọn nghiệm $\varphi=\frac{\pi}{3}$.

Phương trình dao động tổng hợp là $x=5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$ cm.

Đáp án C.

STUDY TIP

Sử dụng phương pháp số phức ta có thể bấm máy tính ra ngay kết quả.

Bấm máy: $5\angle\frac{\pi}{6}+5\angle\frac{\pi}{2}$ cho kết quả $5\sqrt{3}\angle\frac{\pi}{3}$.

Ví dụ 2: Một vật thực hiện đồng thời hai dao động cùng phương có dạng $x_1=60\cos\left(20t-\frac{\pi}{6}\right)$ cm và $x_2=A_2\cos\left(20t+\frac{\pi}{2}\right)$ cm. Biết dao động tổng hợp có vận tốc cực đại $v_{max}=1,2\sqrt{3}$ (m/s). Tính biên độ A_2.

A. $A_2=20$ cm. B. $A_2=12$ cm. C. $A_2=6$ cm. D. $A_2=-6$ cm.

Lời giải

Ta có $v_{max}=A\omega\Rightarrow A=\frac{v_{max}}{\omega}=\frac{1,2\sqrt{3}}{20}=0,06\sqrt{3}$ m $=6\sqrt{3}$ cm.

Công thức biên độ của dao động tổng hợp

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\varphi = 6^2 + A_2^2 + 2.6.A_2.\cos\frac{2\pi}{3} = \left(6\sqrt{3}\right)^2$$

$$\Rightarrow A_2^2 + 6A_2 - 72 = 0 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} A_2 = -6\ (\text{cm}) \\ A_2 = 12\ (\text{cm}) \end{array}\right.$$

Đáp án B.

Ví dụ 3: Một vật tham gia đồng thời hai dao động cùng phương với phương trình $x_1 = 10\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ cm và $x_2 = A_2\cos\left(10\pi t + \varphi_2\right)$ cm. Phương trình tổng hợp dao động là $x = 5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{12}\right)$ cm. Viết phương trình dao động x_2.

A. $x_2 = 5\cos\left(10\pi t - \frac{5\pi}{12}\right)$.

B. $x_2 = 5\cos\left(10\pi t - \frac{7\pi}{12}\right)$.

C. $x_2 = 5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$.

D. $x_2 = 5\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$.

Lời giải

Ta có $x = x_1 + x_2 \Rightarrow x_2 = x - x_1$. Sử dụng phương pháp số phức, ta được

$$x_2 = 5\sqrt{3}\angle\frac{\pi}{12} - 10\angle\frac{\pi}{4} = \frac{5\sqrt{6} - 5\sqrt{2}}{4} - \frac{5\sqrt{6} + 5\sqrt{2}}{4}.i = 5\angle -\frac{5\pi}{12}$$

Vậy phương trình dao động: $x_2 = 5\cos\left(10\pi t - \frac{5\pi}{12}\right)$.

Đáp án A.

Ví dụ 4: Cho hai chất điểm dao động điều hòa trên cùng trục tọa độ với phương trình $x_1 = A\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm) và $x_2 = A\sqrt{2}\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{12}\right)$ (cm). Tính từ thời điểm $t_1 = \frac{1}{12}$ s đến thời điểm $t_2 = \frac{2}{3}$ s thì thời gian mà khoảng cách giữa hai vật theo phương Ox không nhỏ hơn $\frac{A\sqrt{3}}{2}$ (cm) là bao nhiêu?

A. $\frac{1}{12}$ s.

B. $\frac{1}{4}$ s.

C. $\frac{1}{6}$ s.

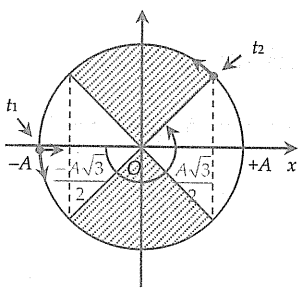
D. $\frac{1}{8}$ s.

Lời giải

Ta xét $x = x_1 - x_2$ là khoảng cách đại số giữa hai chất điểm trên trục Ox.

Dùng phương pháp số phức ta được: $x = x_1 - x_2 = A\cos\left(2\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$

Khoảng cách đại số giữa hai chất điểm là một hàm biến thiên điều hòa với chu kì $T = \frac{2\pi}{\omega} = 1$ s. Khoảng cách giữa hai vật theo phương Ox không nhỏ hơn $\frac{A\sqrt{3}}{2}$



tức là: $d = |x| \geq \frac{A\sqrt{3}}{2} \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} x \geq \frac{A\sqrt{3}}{2} \\ x \leq -\frac{A\sqrt{3}}{2} \end{array}\right.$

Tại t_1 thì $x = -A$, góc mà véctơ quay quét được từ t_1 đến t_2 là $\left(t_2 - t_1\right)\omega = \frac{7\pi}{6}$.

Dựa vào đường tròn, ta thấy thời gian để $|x| \geq \frac{A\sqrt{3}}{2}$ là

$$t_{-A\to-\frac{A\sqrt{3}}{2}(+)}+t_{\frac{A\sqrt{3}}{2}(+)\to A}+t_{A\to\frac{A\sqrt{3}}{2}(-)}=\frac{T}{12}+\frac{T}{12}+\frac{T}{12}=\frac{1}{4}(\text{s}).$$

Đáp án B.

Ví dụ 5: Một chất điểm tham gia đồng thời 3 dao động cùng phương với phương trình tương ứng là x_1, x_2, x_3. Biết rằng tổng hợp của hai trong ba dao động trên có phương trình tương ứng là $x_{12}=8\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{12}\right)$ (cm); $x_{13}=8\sqrt{3}\cos\left(\omega t-\frac{5\pi}{12}\right)$ (cm); $x_{23}=8\cos\left(\omega t-\frac{7\pi}{12}\right)$ (cm). Hỏi khi dao động thứ nhất qua vị trí có tọa độ $x_1=2\sqrt{3}$ (cm) theo chiều âm thì dao động thứ hai có:

A. $x_2=-2\sqrt{3}$ (cm) theo chiều dương. B. $x_2=-2\sqrt{3}$ (cm) theo chiều âm.

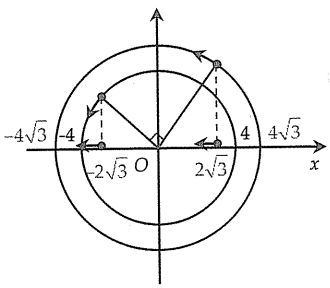
C. $x_2=2$ (cm) theo chiều âm. D. $x_2=2$ theo chiều dương.

Lời giải

Theo bài ra ta có: $\begin{cases}x_{12}=x_1+x_2=8\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{12}\right)(\text{cm})\\ x_{13}=x_1+x_3=8\sqrt{3}\cos\left(\omega t-\frac{5\pi}{12}\right)(\text{cm})\\ x_{23}=x_2+x_3=8\cos\left(\omega t-\frac{7\pi}{12}\right)(\text{cm})\end{cases}$

Sử dụng phương pháp số phức, ta tính được

$$\begin{cases}x_1=\frac{x_{12}+x_{13}-x_{23}}{2}=4\sqrt{3}\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{12}\right)\\ x_2=\frac{x_{12}+x_{23}-x_{13}}{2}=4\cos\left(\omega t+\frac{5\pi}{12}\right)\end{cases}$$



Như vậy dao động x_2 nhanh pha hơn dao động x_1 một góc $\frac{\pi}{2}$. Dùng đường tròn lượng giác ta suy ra khi dao động thứ nhất qua vị trí có tọa độ $x_1=2\sqrt{3}$ (cm) theo chiều âm thì dao động thứ hai đang qua vị trí có $x_2=-2\sqrt{3}$ (cm) theo chiều âm.

Đáp án B.

Ví dụ 6: Hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình $x_1=A_1\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{6}\right)$ và $x_2=A_2\cos(\omega t-\pi)$. Dao động tổng hợp có phương trình $x=9\cos(\omega t+\varphi)$. Để biên độ A_2 có giá trị cực đại thì A_1 có giá trị

A. $15\sqrt{3}$ cm. B. 7 cm. C. $9\sqrt{3}$ cm. D. $18\sqrt{3}$ cm.

Lời giải

Ta có: $81=A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos\left(\frac{5\pi}{6}\right)\Leftrightarrow A_1^2-\sqrt{3}A_2A_1+A_2^2-81=0$

Coi đây là phương trình bậc 2 ẩn A_1, ta có phương trình này có nghiệm khi

$$\Delta=\left(-\sqrt{3}A_2\right)^2-4\left(A_2^2-81\right)\geq 0\Leftrightarrow A_2\leq 324\Leftrightarrow A_2\leq 18$$

Suy ra A_2 lớn nhất là 18 cm, khi $A_1=9\sqrt{3}$.

Đáp án C.

STUDY TIP

Điều kiện để phương trình $ax^2+bx+c=0\,(a\neq 0)$ có nghiệm là $\Delta=b^2-4ac\geq 0$

Chú ý

Ngoài cách giải bên, ta còn có thể sử dụng phương pháp vẽ giản đồ véctơ quay rồi áp dụng định lí hàm số sin trong tam giác cũng thu được kết quả tương tự.

Ví dụ 7: Cho hai dao động điều hòa cùng phương với các phương trình lần lượt là $x_1 = A_1\cos(\omega t + 0,35)$ (cm) và $x_2 = A_2\cos(\omega t - 1,57)$ (cm). Dao động tổng hợp của hai dao động này có phương trình là $x = 20\cos(\omega t + \varphi)$ (cm). Giá trị cực đại của $(A_1 + A_2)$ gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 25 cm. B. 20 cm. C. 40 cm. D. 35 cm.

Lời giải

Biên độ tổng hợp: $20^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(0,35+1,57)$. Sử dụng bất đẳng thức quen thuộc $xy \le \frac{(x+y)^2}{4}$, ta có:

$$20^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(0,35+1,57) = (A_1+A_2)^2 - 2,68A_1A_2$$

$$\ge (A_1+A_2)^2 - 2,68.\frac{(A_1+A_2)^2}{4} = 0,329.(A_1+A_2)^2 \Rightarrow (A_1+A_2) \le 34,87 \text{ cm}.$$

Vậy giá trị cực đại của $(A_1 + A_2)$ là 34,87 cm.

Đáp án D.

STUDY TIP

Bất đẳng thức $(x+y)^2 \ge 4xy$

Dấu bằng xảy ra khi và chỉ khi $x = y$.

10. Bài toán hai vật dao động

10.1. Phương pháp

Xét bài toán dao động điều hòa của hai vật trên cùng 1 trục tọa độ hoặc trên hai trục tọa độ song song với nhau. Nếu chọn gốc tọa độ của 2 vật trùng nhau hoặc gốc tọa độ của 2 vật nằm trên 1 đường thẳng vuông góc với quỹ đạo của hai vật thì trong quá trình dao động, hai vật sẽ có lúc gặp nhau. Ta quan tâm đến hai vật gặp nhau khi nào, khoảng cách giữa hai vật ra sao? Xét hai trường hợp:

- Trường hợp 1: Hai vật dao động cùng tần số
- Trường hợp 2: Hai vật dao động khác tần số

Chúng ta sẽ qua những ví dụ cụ thể để hiểu phương pháp.

10.2. Ví dụ minh họa

*Trường hợp 1: Hai vật dao động cùng tần số

Ví dụ 1: Hai con lắc lò xo giống nhau có khối lượng vật nặng 400 g, độ cứng lò xo $10\pi^2$ N/m dao động điều hòa dọc theo hai đường thẳng song song kề liền nhau (vị trí cân bằng của hai vật cùng nằm trên đường thẳng vuông góc với quỹ đạo chuyển động của hai vật). Biên độ của con lắc thứ nhất lớn gấp đôi con lắc thứ hai. Biết rằng hai vật gặp nhau khi chúng chuyển động ngược chiều nhau. Khoảng thời gian giữa ba lần hai vật gặp nhau liên tiếp là

A. 0,3s. B. 0,2s. C. 0,4s. D. 0,1s.

Lời giải

STUDY TIP

Bài toán này có thể làm bằng đường tròn, tuy nhiên giải thích bằng đường tròn sẽ khó hiểu hơn giải thích bằng đại số.

Vì hai con lắc lò xo giống hệt nhau nên hai vật dao động có cùng tần số. Giả sử phương trình dao động của hai vật là $\begin{cases} x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1) = 2A_2\cos(\omega t + \varphi_1) \\ x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2) \end{cases}$

Nếu giả sử tại thời điểm *t*, hai vật gặp nhau thì ta có

$$x_1 = x_2 \Leftrightarrow 2A_2\cos(\omega t + \varphi_1) = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$$

$$\Leftrightarrow 2\cos(\omega t + \varphi_1) = \cos(\omega t + \varphi_2)$$

$$\Leftrightarrow 2\cos(\omega t + \varphi_1) = \cos(\omega t + \varphi_1 + \varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\Leftrightarrow 2\cos a = \cos(a + \Delta\varphi),\ a = \omega t + \varphi_1;\ \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

Nhận xét

- Giả sử ở thời điểm t_0, hai con lắc dao động có chu kì bằng nhau ở li độ x và chuyển động ngược chiều, sau nửa chu kì thì li độ của chúng đều đổi dấu, tức là sẽ gặp nhau ở li độ $-x$.
- Khoảng thời gian hai lần liên tiếp hai con lắc gặp nhau là $\frac{T}{2}$.
- Khoảng thời gian n lần liên tiếp hai con lắc gặp nhau là $\Delta t=(n-1)\frac{T}{2}$.

$$\Leftrightarrow 2\cos a=\cos a\cos\Delta\varphi-\sin a\sin\Delta\varphi$$

$$\Leftrightarrow(\cos\Delta\varphi-2)\cos a=\sin a\sin\Delta\varphi\Leftrightarrow\tan a=\frac{(\cos\Delta\varphi-2)}{\sin\Delta\varphi}=X$$

$$\Rightarrow a=\arctan X+k\pi\Rightarrow\omega t+\varphi_1=\arctan X+k\pi$$

$$\Rightarrow t_k=\frac{\arctan X-\varphi_1}{\omega}+\frac{k\pi}{\omega}=\frac{\arctan X-\varphi_1}{\omega}+k\frac{T}{2}$$

Thời gian giữa hai lần liên tiếp hai vật gặp nhau và chuyển động ngược chiều nhau là $\Delta t=t_{k+1}-t_k=\left[\frac{\arctan X-\varphi_1}{\omega}+\frac{(k+1)T}{2}\right]-\left[\frac{\arctan X-\varphi_1}{\omega}+\frac{kT}{2}\right]=\frac{T}{2}$

Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp hai vật gặp nhau là $\frac{T}{2}$ nên khoảng thời gian giữa ba lần liên tiếp hai vật gặp nhau là $\Delta t'=(3-1)\frac{T}{2}=T$. Thay số tính được $\Delta t'=0,4$ s.

Đáp án C.

Nhận xét: Đối với những bài toán hai vật dao động cùng tần số, khác biên độ thì ta sẽ làm phương pháp giải phương trình lượng giác bằng cách đặt như trên. Xem thêm Ví dụ 3.

Ví dụ 2: Hai vật dao động điều hòa dọc theo các trục song song với nhau. Phương trình dao động của các vật lần lượt là: $x_1=3\cos\left(5\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$ và $x_2=\sqrt{3}\cos\left(5\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$ (x tính bằng cm; t tính bằng s). Trong khoảng thời gian 1s đầu tiên thì hai vật gặp nhau mấy lần?

A. 3 lần. B. 4 lần. C. 5 lần. D. 6 lần.

Lời giải

Tại thời điểm ban đầu $t=0$ ta có: $\begin{cases}x_1=3\cos\left(-\frac{\pi}{3}\right)=\frac{3}{2}\\x_2=\sqrt{3}\cos\left(-\frac{\pi}{6}\right)=\frac{3}{2}\end{cases}\Rightarrow x_1=x_2=\frac{3}{2}.$

Như vậy, tại thời điểm ban đầu, hai vật gặp nhau. Chu kì $T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{5\pi}=0,4.$

Khoảng thời gian n lần liên tiếp hai con lắc gặp nhau là $\Delta t=(n-1)\frac{T}{2}=1\Rightarrow n=6.$

Đáp án D.

Ví dụ 3: Hai vật dao động điều hòa với phương trình $x_1=3\cos\left(5\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$ cm và $x_2=\sqrt{3}\cos\left(5\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$ cm dọc theo hai đường thẳng song song kề nhau (vị trí cân bằng của hai vật đều ở gốc tọa độ). Kể từ thời điểm 0,21s trở đi, trong 1s hai vật gặp nhau bao nhiêu lần?

A. 6 lần. B. 5 lần. C. 4 lần. D. 3 lần.

Lời giải

Khi gặp nhau thì chúng cùng li độ $x_1=x_2$. Từ đó ta có

$$3\cos\left(5\pi t-\frac{\pi}{3}\right)=\sqrt{3}\cos\left(5\pi t-\frac{\pi}{6}\right)\Leftrightarrow\sqrt{3}\cos\left(5\pi t-\frac{\pi}{6}-\frac{\pi}{6}\right)=\cos\left(5\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$$

Để cho gọn, ta đặt $\left(5\pi t-\frac{\pi}{6}\right)=a$ phương trình trở thành:

$$\sqrt{3}\cos\left(a-\frac{\pi}{6}\right)=\cos a\Leftrightarrow\sqrt{3}\left[\cos a.\cos\frac{\pi}{6}+\sin a.\sin\frac{\pi}{6}\right]=\cos a$$

$$\Leftrightarrow\sqrt{3}\left[\cos a.\frac{\sqrt{3}}{2}+\sin a.\frac{1}{2}\right]=\cos a\Leftrightarrow\sqrt{3}\sin a=-\cos a$$

$\Rightarrow\tan a=-\frac{1}{\sqrt{3}}\Rightarrow a=-\frac{\pi}{6}+k\pi$. Do đó $\left(5\pi t-\frac{\pi}{6}\right)=-\frac{\pi}{6}+k\pi\Rightarrow 5\pi t=k\pi\Rightarrow t=\frac{k}{5}$.

Theo bài ra ta có: $0,21\le t\le 1,21\Rightarrow 0,21\le\frac{k}{5}\le 1,21\Rightarrow 1,05\le k\le 6,05$.

Có 5 giá trị nguyên của k nên hai vật sẽ gặp nhau 5 lần.

Đáp án B.

Ví dụ 4: Hai chất điểm cùng thực hiện dao động điều hòa trên cùng một trục Ox có phương trình lần lượt là $x_1=A\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$ và $x_2=A\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ (x tính bằng cm; t tính bằng s). Tìm thời điểm lần thứ 2013 hai chất điểm đó gặp nhau và tính tỉ số vận tốc của vật 1 và của vật 2 khi đó.

A. $t=\frac{1223}{3}$(s) và $\frac{v_1}{v_2}=-2$.

B. $t=\frac{12076}{3}$(s) và $\frac{v_1}{v_2}=-1$.

C. $t=\frac{1235}{7}$(s) và $\frac{v_1}{v_2}=2$.

D. $t=1225,3$(s) và $\frac{v_1}{v_2}=1$.

Lời giải

Hai chất điểm gặp nhau khi $x_1=x_2\Leftrightarrow A\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{2}\right)=A\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$

$$\Leftrightarrow\left[\begin{array}{l}\left(\pi t+\frac{\pi}{2}\right)=\left(\pi t+\frac{\pi}{6}\right)+k2\pi\\ \left(\pi t+\frac{\pi}{2}\right)=-\left(\pi t+\frac{\pi}{6}\right)+k2\pi\end{array}\right.\Rightarrow\left(\pi t+\frac{\pi}{2}\right)+\left(\pi t+\frac{\pi}{6}\right)=k2\pi$$

$\Rightarrow t=-\frac{2}{3}+2k\Rightarrow t=-\frac{2}{3}+2k$

Lần thứ 2013 ứng với $k=2013$ nên $t_{2013}=-\frac{2}{3}+2.2013=\frac{12076}{3}$ s.

Tỉ số vận tốc của vật 1 và của vật 2 là:

$$\frac{v_1}{v_2}=\frac{-\omega A\sin\left(\omega t+\varphi_1\right)}{-\omega A\sin\left(\omega t+\varphi_2\right)}=\frac{-\omega A\sin\left(\omega t+\varphi_1\right)}{-\omega A\sin\left[k2\pi-\left(\omega t+\varphi_1\right)\right]}=-1$$

Đáp án B.

Ví dụ 5: Dao động của một chất điểm là tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, có phương trình li độ lần lượt là $x_1=4\cos\left(\frac{2\pi}{3}t-\frac{\pi}{2}\right)$ và $x_2=3\cos\left(\frac{2\pi}{3}t\right)$. Tại các thời điểm $x_1=x_2$ và gia tốc của chúng đều âm thì li độ của dao động tổng hợp là:

A. –4,8 cm. B.5,19 cm. C.4,8 cm. D. –5,19 cm.

Lời giải

Dùng phương pháp số phức ta sẽ tính được phương trình tổng hợp của dao động là $x=5\cos\left(\frac{2\pi}{3}t-\frac{53\pi}{180}\right)$

Khi gia tốc a_1, a_2 âm thì x_1; x_2 dương nên khi đó li độ của dao động tổng hợp dương.

$$x_1=x_2\Leftrightarrow 4\cos\left(\frac{2\pi}{3}t-\frac{\pi}{2}\right)=3\cos\left(\frac{2\pi}{3}t\right)\Leftrightarrow 4\sin\left(\frac{2\pi}{3}t\right)=3\cos\left(\frac{2\pi}{3}t\right)$$

$$\Leftrightarrow \tan\left(\frac{2\pi}{3}t\right)=\frac{3}{4}\Rightarrow\frac{2\pi}{3}t=0,644+k\pi$$

Thay vào phương trình dao động tổng hợp ta được

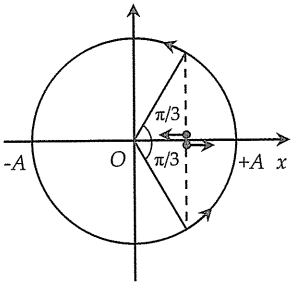
$$\begin{cases}x=5\cos\left(0,644-\frac{53\pi}{180}+k\pi\right)\approx\pm4,8\\ x>0\end{cases}\Rightarrow x=4,8\text{ cm}.$$

Đáp án C.

Ví dụ 6: Hai chất điểm dao động điều hòa dọc theo hai đường thẳng song song với trục Ox, cạnh nhau, cùng biên độ và tần số. Vị trí cân bằng của chúng nằm trên đường thẳng vuông góc với hai đường thẳng. Biết rằng khi đi ngang qua nhau, hai chất điểm chuyển động ngược chiều nhau và đều có độ lớn li độ bằng một nửa biên độ. Hiệu pha của hai dao động này có thể là giá trị nào sau đây

A. $\frac{\pi}{2}$. B. $\frac{\pi}{3}$. C. π. D. $\frac{2\pi}{3}$.

Lời giải



Giả sử một chất điểm đi qua vị trí $x=\frac{A}{2}$ theo chiều dương thì dựa vào đường tròn, ta có pha lúc đó là $-\frac{\pi}{3}$. Vì chất điểm còn lại chuyển động ngược chiều nên đi qua vị trí $x=\frac{A}{2}$ theo chiều âm. Dựa vào đường tròn, ta có pha lúc đó là $+\frac{\pi}{3}$.

Vậy hiệu pha của hai dao động có thể là $\frac{2\pi}{3}$.

Đáp án D.

Ví dụ 7: Hai chất điểm dao động điều hòa dọc theo hai đường thẳng cùng song song với trục Ox, cạnh nhau, cùng tần số và biên độ của chất điểm thứ nhất là $\frac{A}{\sqrt{3}}$ còn của chất điểm thứ hai là A. Vị trí cân bằng của chúng nằm trên đường thẳng vuông góc với hai đường thẳng. Khi hai chất điểm gặp nhau ở tọa độ $+\frac{A}{2}$, chúng chuyển động ngược chiều nhau. Hiệu pha của hai dao động này có thể nhận giá trị nào sau đây

A. $\frac{\pi}{2}$. B. $\frac{\pi}{3}$. C. π. D. $\frac{2\pi}{3}$.

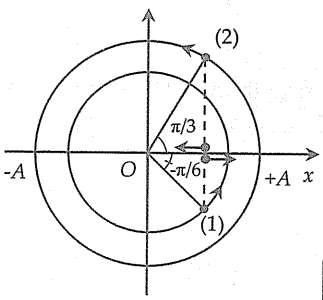
Lời giải

Cách 1: Theo phương pháp đại số

Theo bài ra ta có:

+) (I): $\begin{cases} x_1 = \dfrac{A}{\sqrt{3}}\cos\left(\omega t+\varphi_1\right)=\dfrac{A}{2} \\ v_1 = -\dfrac{\omega A}{\sqrt{3}}\sin\left(\omega t+\varphi_1\right)>0 \end{cases} \Rightarrow \left(\omega t+\varphi_1\right)=-\dfrac{\pi}{6}.$

+) (II): $\begin{cases} x_2 = A\cos\left(\omega t+\varphi_2\right)=\dfrac{A}{2} \\ v_2 = -\omega A\sin\left(\omega t+\varphi_2\right)<0 \end{cases} \Rightarrow \left(\omega t+\varphi_2\right)=\dfrac{\pi}{3}.$



Từ (I) và (II) ta có: $\Delta\varphi=\left(\omega t+\varphi_2\right)-\left(\omega t+\varphi_1\right)=\dfrac{\pi}{3}-\left(-\dfrac{\pi}{6}\right)=\dfrac{\pi}{2}$

Cách 2: Dùng đường tròn

Lập luận tương tự ví dụ bên trên dựa vào đường tròn lượng giác ta có ngay:

$$\Delta\varphi=\frac{\pi}{3}-\left(-\frac{\pi}{6}\right)=\frac{\pi}{2}.$$

Đáp án A.

Ví dụ 8: Hai vật có cùng khối lượng gắn vào 2 lò xo và dao động điều hòa với cùng tần số, cùng phương nhưng ngược pha nhau, có biên độ lần lượt là A_1; A_2 biết $A_1=2A_2$. Khi dao động 1 có động năng $W_1=0,56\text{J}$ thì dao động 2 có thế năng $W_{t_2}=0,08\text{J}$. Hỏi khi dao động 1 có động năng $W_1=0,08\text{J}$ thì dao động 2 có thế năng là bao nhiêu?

A. 0,22J. B. 0,20J. C. 0,56J. D. 0,48J.

Lời giải

Vì hai vật dao động ngược pha nhau nên ta có: $\dfrac{x_1}{x_2}=-\dfrac{A_1}{A_2}=-2$

Từ đó ta có $W_{t_1}=4W_{t_2}$.

Khi vật 2 có thế năng là 0,08 J thì thế năng của vật 1 là: $W_{t_1}=4.0,08=0,32\text{J}$.

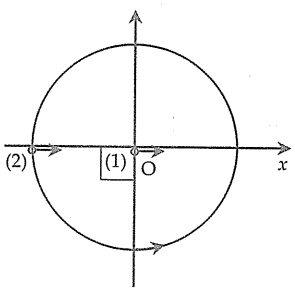
Cơ năng của vật 1 là: $W=0,56+0,32=0,88\text{J}$. Khi động năng vật 1 là 0,08J thì thế năng vật 1 là $0,88-0,08=0,8\text{J}$ nên thế năng vật 2 là: $\dfrac{0,8}{4}=0,2\text{J}$.

Đáp án B.

Ví dụ 9: Hai vật có khối lượng bằng nhau được gắn vào hai lò xo giống nhau đặt nằm ngang dao động trên hai đường thẳng song song cạnh nhau có vị trí cân bằng nằm trên đường thẳng vuông góc với hai đường thẳng trên. Ban đầu hai vật được kéo ra ở cùng một vị trí, người ta thả nhẹ cho vật 1 chuyển động, khi vật 1 đi qua vị trí cân bằng thì người ta bắt đầu thả nhẹ vật 2. Hai vật dao động điều hòa với cơ năng là $4\sqrt{3}$ J. Khi vật 1 có động năng là $\sqrt{3}$ J thì thế năng của vật 2 bằng

A. $\sqrt{3}$ J. B. $3\sqrt{3}$ J. C. 2 J. D. $2\sqrt{3}$ J.

Lời giải



Theo bài ra ta có: Ban đầu hai vật được kéo ra ở cùng một vị trí, người ta thả nhẹ cho vật 1 chuyển động, khi vật 1 đi qua vị trí cân bằng thì người ta bắt đầu thả nhẹ vật 2 nên hai vật có biên độ bằng nhau, và dựa vào đường tròn, ta thấy vật 1 nhanh pha hơn vật 2 góc $\dfrac{\pi}{2}$.

Gọi phương trình dao động của 2 vật là

$$\begin{cases} x_1 = A\cos\omega t \\ x_2 = A\cos\left(\omega t - \dfrac{\pi}{2}\right) = A\sin\omega t \end{cases} \Rightarrow x_1^2 + x_2^2 = A^2 \Rightarrow W_{t_1} + W_{t_2} = W \ (*)$$

Khi vật 1 có động năng là $\sqrt{3}$ J thì thế năng của vật 1 là

$$W_{t_1} = W - W_{đ_1} = 4\sqrt{3} - \sqrt{3} = 3\sqrt{3}$$

Từ (*) ta có thế năng của vật 2 là: $W_{t_2} = W - W_{t_1} = 4\sqrt{3} - 3\sqrt{3} = \sqrt{3}$

Đáp án A.

Ví dụ 10: Hai chất điểm dao động điều hòa trên hai đường thẳng song song với trục Ox, có vị trí cân bằng cùng nằm trên đường thẳng vuông góc với hai đường thẳng và đi qua O. Hai chất điểm dao động theo phương trình: $x_1 = 4\cos\left(4t + \dfrac{\pi}{3}\right)$cm $x_2 = 4\sqrt{2}\cos\left(4t + \dfrac{\pi}{12}\right)$cm. Hỏi trong quá trình dao động khoảng cách nhỏ nhất và lớn nhất giữa hai chất điểm theo phương Ox là bao nhiêu?

A. 0; 4 cm. B. 2 cm; 8 cm.

C. 0; $4+4\sqrt{2}$ cm. D. 2 cm; $4+4\sqrt{2}$ cm.

Lời giải

Khoảng cách giữa hai chất điểm theo phương Ox

$$d = |x_2 - x_1| = \left|4\sqrt{2}\cos\left(4t + \frac{\pi}{12}\right) - 4\cos\left(4t + \frac{\pi}{3}\right)\right| = 4\left|\cos\left(4t - \frac{\pi}{6}\right)\right|$$

(Ở đây ta tính $x_2 - x_1$ bằng phương pháp số phức cho nhanh).

Vì $0 \le \left|\cos\left(4t - \dfrac{\pi}{6}\right)\right| \le 1$ nên ta có $0 \le d \le 4$

Suy ra khoảng cách nhỏ nhất và lớn nhất giữa hai chất điểm theo phương Ox lần lượt là 0 và 4 cm.

Đáp án A.

Ta xét bài toán tổng quát:

Ví dụ 11: Hai chất điểm thực hiện dao động trên hai đường thẳng song song, nằm ngang, có gốc tọa độ nằm trên cùng đường thẳng có phương thẳng đứng. Phương trình dao động của mỗi vật tương ứng là:

$$x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1) \text{ cm}, \ x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2) \text{ cm}.$$

Gốc thời gian là lúc hai vật bắt đầu chuyển động, khoảng cách theo phương ngang giữa hai vật có giá trị lớn nhất bằng bao nhiêu?

Lời giải

Khoảng cách theo phương ngang giữa hai vật là

$$d = |x_2 - x_1| = |A_2\cos(\omega t + \varphi_2) - A_1\cos(\omega t + \varphi_1)|$$

$$= |A_2(\cos\omega t.\cos\varphi_2 - \sin\omega t.\sin\varphi_2) - A_1(\cos\omega t.\cos\varphi_1 - \sin\omega t.\sin\varphi_1)|$$

$$= |(A_2\cos\varphi_2 - A_1\cos\varphi_1).\cos\omega t + (A_1\sin\varphi_1 - A_2\sin\varphi_2).\sin\omega t|$$

Sử dụng bất đẳng thức Cauchy – Schwarz, ta có

$$d \le \sqrt{\left(A_2\cos\varphi_2 - A_1\cos\varphi_1\right)^2 + \left(A_1\sin\varphi_1 - A_2\sin\varphi_2\right)^2}.\sqrt{\cos^2\omega t + \sin^2\omega t}$$
$$= \sqrt{A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2\left(\cos\varphi_1.\cos\varphi_2 + \sin\varphi_1.\sin\varphi_2\right)}$$
$$= \sqrt{A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2\cos\left(\varphi_1 - \varphi_2\right)}$$

Đẳng thức xảy ra khi $\tan\omega t = \dfrac{A_1\sin\varphi_1 - A_2\sin\varphi_2}{A_2\cos\varphi_2 - A_1\cos\varphi_1}$ nên giá trị lớn nhất của d là

$$d_{\max} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2\cos\left(\varphi_1 - \varphi_2\right)}$$

Bài toán được giải quyết xong.

Ví dụ 12: Hai chất điểm dao động điều hòa trên cùng trục tọa độ Ox với phương trình lần lượt là: $x_1 = 4\cos\left(10\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$ cm; $x_2 = A_2\cos\left(5t + \dfrac{\pi}{12}\right)$ cm. Coi rằng trong quá trình dao động hai chất điểm không va chạm vào nhau. Biết khoảng cách lớn nhất giữa hai chất điểm là 4cm. Hãy tìm biên độ A_2?

A. 4 cm. B. 2 cm. C. 8 cm. D. $4\sqrt{2}$ cm.

Lời giải

Khoảng cách lớn nhất giữa hai chất điểm trong quá trình dao động là

$$d_{\max} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2\cos\left(\varphi_1 - \varphi_2\right)}$$

Thay số ta được: $4^2 = 4^2 + A_2^2 - 2.4.A_2\cos\left(\dfrac{\pi}{12} - \dfrac{\pi}{3}\right) \Rightarrow A_2 = 4\sqrt{2}$

Đáp án D.

Ví dụ 13: Hai chất điểm dao động điều hòa trên cùng một trục tọa độ Ox theo các phương trình lần lượt $x_1 = 4\cos\left(4\pi t\right)$ cm và $x_2 = 4\sqrt{3}\cos\left(4\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)$ cm. Thời điểm đầu tiên hai chất điểm gặp nhau là

A. $\dfrac{1}{16}$ s. B. $\dfrac{1}{14}$ s. C. $\dfrac{5}{24}$ s. D. 2,12 s.

Lời giải

Khoảng cách giữa hai vật theo phương *Ox* là

$$d = \left|x_2 - x_1\right| = \left|4\sqrt{3}\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right) - 4\cos\left(4\pi t\right)\right| = 8\left|\cos\left(4\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)\right|$$

Hai vật gặp nhau khi:

$$d = 0 \Leftrightarrow 8\left|\cos\left(4\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)\right| = 0 \Leftrightarrow 4\pi t + \frac{2\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + k\pi \Rightarrow t = -\frac{1}{24} + \frac{k}{4}\ (k = 1; 2; 3\ \ldots)$$

Vậy thời điểm đầu tiên ứng với $k = 1$, do đó $t_1 = -\dfrac{1}{24} + \dfrac{1}{4} = \dfrac{5}{24}$ s.

Đáp án C.

Ví dụ 14: Hai vật dao động điều hòa với phương trình $x_1 = A_1\cos 20\pi t$ (cm), $x_2 = A_2\cos 20\pi t$ (cm). Tính từ thời điểm ban đầu, thì cứ sau 0,125 s thì khoảng cách 2 vật lại bằng A_1. Biên độ A_2 là

A. $\dfrac{2-\sqrt{2}}{\sqrt{2}}A_1$. B. $\dfrac{2+\sqrt{2}}{\sqrt{2}}A_1$. C. $\dfrac{2-\sqrt{2}}{2}A_1$. D. $\dfrac{2+\sqrt{2}}{2}A_1$.

Lời giải

Điều kiện để khoảng cách giữa hai vật là A_1 là $A_2 > A_1$, lúc đó khoảng cách giữa hai vật là: $d = |x_2 - x_1| = (A_2 - A_1)|\cos 20\pi t|$

Giả sử thời điểm $t = t_1$ thì khoảng cách giữa hai vật là bằng A_1

$$d_1 = (A_2 - A_1)|\cos 20\pi t_1| = A_1 \Rightarrow |\cos 20\pi t_1| = \frac{A_1}{A_2 - A_1}$$

Ở thời điểm $t = t_1 + 0{,}125$ s ta cũng có khoảng cách hai vật là A_1 nên

$$d_1 = (A_2 - A_1)\left|\cos 20\left[\pi(t_1 + 0{,}125)\right]\right| = A_1 \Leftrightarrow (A_2 - A_1)|\cos(20\pi t_1 + 2{,}5\pi)| = A_1$$

$$\Leftrightarrow (A_2 - A_1)|(-\sin 20\pi t_1)| = A_1 \Leftrightarrow |-\sin 20\pi t_1| = \frac{A_1}{A_2 - A_1}$$

Vì $\left(|\cos 20\pi t_1|\right)^2 + \left(|\sin 20\pi t_1|\right)^2 = 1$ nên ta có

$$\left(\frac{A_1}{A_2 - A_1}\right)^2 + \left(\frac{A_1}{A_2 - A_1}\right)^2 = 1 \Rightarrow \frac{\sqrt{2}A_1}{A_2 - A_1} = 1 \Rightarrow A_2 = \left(\sqrt{2} + 1\right)A_1$$

Đáp án B.

Ví dụ 15: Hai chất điểm M và N có cùng khối lượng dao động điều hòa cùng tần số dọc theo hai đường thẳng song song kề nhau và song song với trục tọa độ Ox. Vị trí cân bằng của M và N đều trên một đường thẳng qua gốc tọa độ và vuông góc với Ox. Biên độ dao động của M và N đều là 6 cm. Trong quá trình dao động khoảng cách lớn nhất giữa M và N theo phương Ox là 6 cm. Mốc thế năng tại vị trí cân bằng. Ở thời điểm mà M có động năng bằng 3 lần thế năng, tỉ số động năng của M và thế năng của N là

A. $\frac{3}{4}$ hoặc 3. B. $\frac{1}{2}$ hoặc 2. C. $\frac{2}{3}$ hoặc $\frac{1}{6}$. D. $\frac{2}{3}$ hoặc 2.

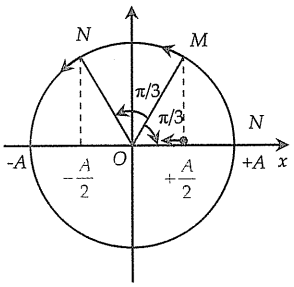
Lời giải

Khoảng cách lớn nhất giữa hai chất điểm trong quá trình dao động là

$$d_{\max} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)}$$

Thay $d_{\max} = 6\text{cm}$, $A_1 = A_2 = 6\text{cm}$ vào biểu thức trên ta được: $\cos\Delta\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow |\Delta\varphi| = \frac{\pi}{3}$

Vị trí có động năng bằng 3 thế năng là $x = \pm\frac{A}{\sqrt{n+1}} = \pm\frac{A}{2}$. Giả sử tại thời điểm t, $x_M = \frac{A}{2}$ và đang đi theo chiều âm. Dựa vào đường tròn với chú ý độ lệch pha giữa M và N là $|\Delta\varphi| = \frac{\pi}{3}$ thì ta có $\left[\begin{array}{l} x_N = A \\ x_N = -\frac{A}{2} \end{array}\right.$



Khi đó tỉ số động năng của M và thế năng của N là

$$\frac{W_{d_M}}{W_{t_N}} = \frac{W - W_{t_M}}{W_{t_N}} = \frac{A^2 - x_M^2}{x_N^2} = \left[\begin{array}{l} \dfrac{A^2 - \left(\frac{A}{2}\right)^2}{A^2} = \dfrac{3}{4} \\ \dfrac{A^2 - \left(\frac{A}{2}\right)^2}{\left(-\frac{A}{2}\right)^2} = 3 \end{array}\right.$$

Đáp án A.

Ví dụ 16: Hai chất điểm M và N có cùng khối lượng, dao động điều hòa cùng tần số dọc theo hai đường thẳng song song kề nhau và song song với trục tọa độ Ox. Vị trí cân bằng của M và của N đều ở trên một đường thẳng qua gốc tọa độ và vuông góc với Ox. Biên độ của M là 6 cm, của N là 8 cm. Trong quá trình dao động, khoảng cách lớn nhất giữa M và N theo phương Ox là 10 cm. Mốc thế năng tại vị trí cân bằng. Ở thời điểm mà M có động năng bằng thế năng, tỉ số động năng của M và động năng của N là

A. $\frac{4}{3}$. B. $\frac{3}{4}$. C. $\frac{9}{16}$. D. $\frac{16}{9}$.

Lời giải

Khoảng cách lớn nhất giữa hai chất điểm trong quá trình dao động là

$$d_{\max}=\sqrt{A_1^2+A_2^2-2A_1A_2\cos\left(\varphi_1-\varphi_2\right)}$$

Thay số được: $10^2=6^2+8^2-2.6.8.\cos\Delta\varphi\Rightarrow\cos\Delta\varphi=0\Rightarrow\Delta\varphi=\frac{\pi}{2}$

Suy ra hai dao động thành phần vuông pha nhau. Ở thời điểm mà chất điểm thứ nhất có động năng bằng thế năng thì $x_1=\pm3\sqrt{2}$ cm. Mà hai dao động vuông pha nên ta có: $\left(\frac{3\sqrt{2}}{6}\right)^2+\left(\frac{x_2}{8}\right)^2=1\Rightarrow x_2=\pm4\sqrt{2}$ cm

Suy ra chất điểm thứ hai cũng xảy ra động năng bằng thế năng.

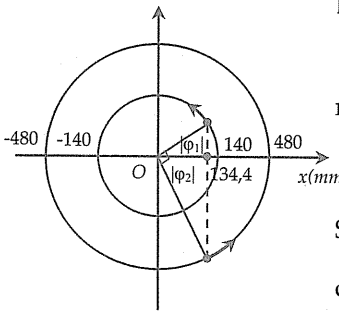
Tỉ số động năng giữa chúng là: $\frac{W_{d_M}}{W_{d_N}}=\frac{W-W_{t_M}}{W-W_{t_N}}=\frac{A_M^2-x_M^2}{A_N^2-x_N^2}=\frac{9}{16}$

Đáp án C.

Ví dụ 17: Hai chất điểm dao động điều hòa cùng tần số, trên hai đường thẳng cùng song song với trục tọa độ Ox. Vị trí cân bằng của chúng nằm trên cùng một đường thẳng đi qua O và vuông góc với Ox. Biên độ dao động của chúng lần lượt là 140,0mm và 480,0mm. Biết hai chất điểm đi qua nhau ở vị trí có li độ $x=134,4$ mm khi chúng đang chuyển động ngược chiều nhau. Khoảng cách lớn nhất giữa hai chất điểm đó theo phương Ox là

A. 620,0mm. B. 485,6mm. C. 500,0mm. D. 474,4mm.

Lời giải



Dựa vào đường tròn, ta xác định được độ lớn pha của hai chất điểm 1 và 2 khi đi ngang qua nhau là:

$$\begin{cases}\cos\left|\varphi_2\right|=\frac{x_2}{A_2}=\frac{134,4}{480}\Rightarrow\left|\varphi_2\right|=73,74^\circ\\ \cos\left|\varphi_1\right|=\frac{x_1}{A_1}=\frac{134,4}{140}\Rightarrow\left|\varphi_1\right|=16,26^\circ\end{cases}\Rightarrow\left|\varphi_1\right|+\left|\varphi_2\right|=90^\circ$$

Suy ra góc hợp bởi giữa hai véc tơ quay là $\frac{\pi}{2}$ hay chúng vuông pha nhau. Khoảng cách lớn nhất giữa hai chất điểm trong quá trình dao động là

$$d_{\max}=\sqrt{A_1^2+A_2^2-2A_1A_2\cos\left(\varphi_1-\varphi_2\right)}=\sqrt{140^2+480^2-2.140.480.\cos\frac{\pi}{2}}=500$$

Đáp án C.

Ví dụ 18: Hai chất điểm M và N dao động điều hòa trên cùng một trục Ox (O là vị trí cân bằng của chúng), coi quá trình dao động hai chất điểm không va chạm vào nhau. Biết phương trình dao động của chúng lần lượt là $x_1 = 10\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm và $x_2 = 10\sqrt{2}\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{12}\right)$ cm. Hai chất điểm cách nhau 5 cm ở thời điểm đầu tiên và lần thứ 2014 kể từ lúc $t = 0$ lần lượt là

A. $\frac{11}{24}$ s và $\frac{2015}{8}$ s. B. $\frac{1}{8}$ s và $\frac{6041}{24}$ s. C. $\frac{3}{24}$ s và $\frac{6041}{24}$ s. D. $\frac{3}{8}$ s và $\frac{2015}{8}$ s.

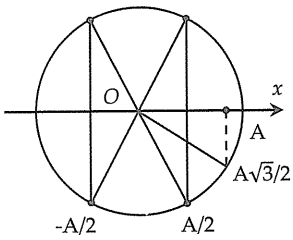
Lời giải

Theo bài ra ta có: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{4\pi} = 0,5$ s.

Khoảng cách

$$d = |x_2 - x_1| = \left|10\sqrt{2}\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{12}\right) - 10\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right)\right| = 10\left|\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{6}\right)\right|$$

Hai chất điểm cách nhau 5 cm thì d = 5 cm. Đến đây ta sử dụng đường tròn dễ dàng tìm thời gian tương ứng theo yêu cầu bài toán.



Từ hình vẽ ta có thời điểm đầu tiên d = 5 là $t_1 = \frac{T}{12} + \frac{T}{6} = \frac{1}{8}$ s.

Trong 1 chu kì thì có 4 lần khoảng cách là 5 cm. Do đó lần thứ 2014 ứng với thời điểm $t_{2014} = 503T + t_{\frac{A\sqrt{3}}{2}(+)\to A\to -\frac{A}{2}(-)} = 503T + t_2 = 503.0,5 + \frac{5}{24} = \frac{6041}{24}$ s.

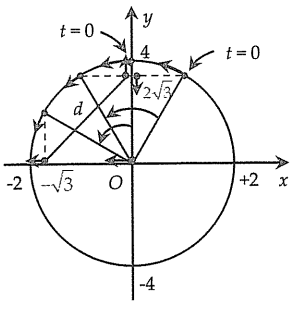
Đáp án B.

Ví dụ 19: Hai chất điểm dao động điều hoà trên hai trục tọa độ Ox và Oy vuông góc với nhau (O là vị trí cân bằng của cả hai chất điểm). Biết phương trình dao động của hai chất điểm là: $x = 2\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm và $y = 4\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ cm. Khi chất điểm thứ nhất có li độ $x = -\sqrt{3}$ cm và đang đi theo chiều âm thì khoảng cách giữa hai chất điểm là

A. $3\sqrt{3}$ cm. B. $\sqrt{7}$ cm. C. $2\sqrt{3}$ cm. D. $\sqrt{15}$ cm.

Lời giải

Khoảng cách giữa hai chất điểm ở thời điểm bất kì là: $d = \sqrt{x^2 + y^2}$



Tại $t = 0$ ta thấy chất điểm qua VTCB theo chiều âm, khi đi đến $x = -\sqrt{3}$ cm và đang đi theo chiều âm thì dựa vào đường tròn, góc quét được là $\frac{\pi}{3}$. Vì hai vật dao động cùng tần số nên khi véctơ quay của x quét được $\frac{\pi}{3}$ thì véctơ quay của y cũng quét được $\frac{\pi}{3}$.

Tại thời điểm ban đầu, chất điểm trên Oy đi qua $y = 2\sqrt{3}$ theo chiều dương. Sau khi quét thêm $\frac{\pi}{3}$ thì dựa vào đường tròn ta có chất điểm trên Oy đi qua $y = 2\sqrt{3}$ theo chiều âm. Khi đó khoảng cách giữa hai chất điểm là

$$d = \sqrt{\left(-\sqrt{3}\right)^2 + \left(2\sqrt{3}\right)^2} = \sqrt{15}$$

Đáp án D.

Ví dụ 20: Hai vật dao động điều hòa dọc theo các trục Ox song song với nhau. Phương trình dao động của các vật lần lượt là $x_1 = A_1\cos\omega t$ (cm) và $x_2 = A_2\cos\omega t$ (cm). Biết $64x_1^2 + 36x_2^2 = 48^2$ (cm^2). Tại thời điểm *t*, vật thứ nhất đi qua vị trí có li độ $x_1 = 3$ cm với vận tốc $v_1 = -18$ cm/s. Khi đó vật thứ hai có tốc độ bằng

A. $24\sqrt{3}$ cm/s. B. 24 cm/s. C. 8 cm/s. D. $8\sqrt{3}$ cm/s.

Lời giải

Theo bài ra cho phương trình $64x_1^2 + 36x_2^2 = 48^2$ (*)

Ta thay $x_1 = 3$ cm vào phương trình dễ dàng tìm được $x_2 = 4\sqrt{3}$ cm.

Lấy đạo hàm hai vế phương trình (*) theo thời gian, với chú ý $x_1' = v_1$ và $x_2' = v_2$ ta có $128x_1v_1 + 72x_2v_2 = 0$

Thế $x_1 = 3$ cm, $x_2 = 4\sqrt{3}$ cm và $v_1 = -18$ cm/s vào ta được: $v_2 = \pm 8\sqrt{3}$ cm/s.

Đáp án D.

Ví dụ 21: Trên trục Ox, cho hai chất điểm dao động điều hòa cùng phương có phương trình li độ lần lượt là $x_1 = A_1\cos 10t$ (cm), $x_2 = A_2\cos(10t + \varphi)$ (cm). Biết rằng $400x_1^2 + 225x_2^2 = 144^2 (cm^2)$. Một chất điểm khác dao động điều hòa với phương trình $x = x_1 + x_2$ thì có tốc độ cực đại là

A. 10 cm/s. B. 12 cm/s. C. 12,9 cm/s. D. 12,5 cm/s.

Lời giải

Từ giả thiết $400x_1^2 + 225x_2^2 = 144^2$ ta có

$$\begin{cases} 144 \ge 400x_1^2 \\ 144 \ge 225x_2^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1 \le 0,6 \\ x_2 \le 0,8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A_1 = 0,6\,(\text{cm}) \\ A_2 = 0,8\,(\text{cm}) \end{cases}$$

Cũng từ giả thiết ta có khi $x_1 = 0$ thì $|x_2|$ đạt cực đại nên x_1 và x_2 vuông pha nhau. Suy ra biên độ dao động tổng hợp là: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 1$

Tốc độ cực đại của x là: $v_{max} = \omega A = 10.1 = 10$ (cm/s).

Đáp án A.

Ví dụ 22: Cho 2 vật dao động điều hòa cùng tốc độ góc ω, biên độ lần lượt là A_1, A_2. Biết $A_1 + A_2 = 8$ cm. Tại một thời điểm, vật 1 có li độ và vận tốc x_1, v_1, vật 2 có li độ và vận tốc x_2, v_2 thỏa mãn $x_1v_2 + x_2v_1 = 8$ cm^2/s. Tìm giá trị nhỏ nhất của ω.

A. 0,5 rad/s. B. 1 rad/s. C. 2 rad/s. D. Đáp án khác.

Lời giải

Ta có: $A_1 = \sqrt{x_1^2 + \frac{v_1^2}{\omega_1^2}}$, $A_2 = \sqrt{x_2^2 + \frac{v_2^2}{\omega_2^2}}$

Sử dụng bất đẳng thức AM-GM và Cauchy-Schwarz, ta có

$$16 = \frac{(A_1 + A_2)^2}{4} \ge A_1A_2 = \sqrt{\left(x_1^2 + \frac{v_1^2}{\omega_1^2}\right)\left(x_2^2 + \frac{v_2^2}{\omega_2^2}\right)} \ge \left|\frac{x_1v_2}{\omega} + \frac{x_2v_1}{\omega}\right| = \frac{8}{\omega} \Rightarrow \omega = 0,5$$

Đáp án A.

*** Trường hợp 2: Hai vật dao động khác tần số**

Ví dụ 1: Xét hai vật dao động điều hòa cùng biên độ A với tần số 3 Hz và 6 Hz. Lúc đầu hai vật đồng thời xuất phát từ vị trí có li độ $\frac{A\sqrt{2}}{2}$ và đi theo chiều dương. Khoảng thời gian ngắn nhất để hai vật có cùng li độ là?

A. 1/12 s. B. 1/36 s. C. 1/27 s. D. 1/40 s.

Lời giải

Để thời gian ngắn nhất thì ban đầu hai vật chuyển động theo cùng chiều, và theo chiều dương. Vì tần số vật 2 lớn hơn nên vật 2 chuyển động nhanh hơn, nên sẽ ra đến biên trước rồi quay trở lại gặp vật 1. Khi gặp nhau thì pha của hai vật đối nhau.

Vì cả hai vật đều xuất phát từ $\frac{A\sqrt{2}}{2}$ và đi theo chiều dương nên ta có phương trình dao động của từng vật là: $\begin{cases} x_1 = A\cos\left(\omega_1 t - \frac{\pi}{4}\right) \\ x_2 = A\cos\left(\omega_2 t - \frac{\pi}{4}\right) \end{cases}$

Theo lập luận bên trên, hai vật có cùng li độ khi

$$x_1 = x_2 \Leftrightarrow A\cos\left(\omega_1 t - \frac{\pi}{4}\right) = A\cos\left(\omega_2 t - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$\Leftrightarrow \left(\omega_1 t - \frac{\pi}{4}\right) = -\left(\omega_2 t - \frac{\pi}{4}\right) + k2\pi \text{ (vì pha đối nhau)}$$

$$\Leftrightarrow \left(\omega_1 + \omega_2\right)t = \frac{\pi}{2} + k2\pi \Leftrightarrow t = \frac{\frac{\pi}{2} + k2\pi}{\left(\omega_1 + \omega_2\right)}$$

Thời gian ngắn nhất ứng với $k = 0$, thay số ta được

$$t_{\min} = \frac{\frac{\pi}{2}}{2\pi\left(f_1 + f_2\right)} = \frac{\frac{\pi}{2}}{2\pi\left(3+6\right)} = \frac{1}{36}$$

Đáp án B.

Ví dụ 2: Xét hai vật dao động điều hòa cùng biên độ A với tần số 3 Hz và 6 Hz. Lúc đầu hai vật đồng thời xuất phát từ vị trí có li độ $\frac{A\sqrt{2}}{2}$ và đang chuyển động theo chiều âm của trục tọa độ. Khoảng thời gian ngắn nhất để hai vật có cùng li độ là?

A. 1/12 s. B. 1/36 s. C. 1/27 s. D. 1/40 s.

Lời giải

Vì tần số vật 2 lớn hơn nên vật 2 chuyển động nhanh hơn, nên sẽ ra đến biên âm trước rồi quay trở lại gặp vật 1. Khi gặp nhau thì pha của hai vật đối nhau.

Vì cả hai vật đều xuất phát từ $\frac{A\sqrt{2}}{2}$ và đi theo chiều âm nên ta có phương trình dao động của từng vật là $\begin{cases} x_1 = A\cos\left(\omega_1 t + \frac{\pi}{4}\right) \\ x_2 = A\cos\left(\omega_2 t + \frac{\pi}{4}\right) \end{cases}$

Theo lập luận bên trên, hai vật có cùng li độ khi

$$x_1 = x_2 \Leftrightarrow A\cos\left(\omega_1 t + \frac{\pi}{4}\right) = A\cos\left(\omega_2 t + \frac{\pi}{4}\right)$$

$$\Leftrightarrow \left(\omega_1 t + \frac{\pi}{4}\right) = -\left(\omega_2 t + \frac{\pi}{4}\right) + k2\pi \text{ (vì pha đối nhau)}$$

$$\Leftrightarrow (\omega_1 + \omega_2)t = -\frac{\pi}{2} + k2\pi \Leftrightarrow t = \frac{-\frac{\pi}{2} + k2\pi}{(\omega_1 + \omega_2)}$$

Thời gian ngắn nhất ứng với $k = 1$, thay số ta được

$$t_{\min} = \frac{-\frac{\pi}{2} + 2\pi}{2\pi(f_1 + f_2)} = \frac{\frac{3\pi}{2}}{2\pi(3+6)} = \frac{1}{12}$$

Đáp án A.

Ví dụ 3: Hai con lắc đơn có chiều dài lần lượt là 81cm và 64cm được treo ở trần một căn phòng. Khi các vật nhỏ của hai con lắc đang ở vị trí cân bằng, đồng thời truyền cho chúng các vận tốc cùng hướng sao cho hai con lắc dao động điều hòa với cùng biên độ góc, trong hai mặt phẳng song song với nhau. Gọi Δt là khoảng thời gian ngắn nhất kể từ lúc truyền vận tốc đến lúc hai dây treo song song nhau. Giá trị Δt gần giá trị nào nhất sau đây:

A. 2,36 s. B. 8,12 s. C. 0,45 s. D. 7,20 s.

Lời giải

Ta có $l_1 = 81 > l_2 = 64 \Rightarrow f_1 < f_2$ ⇒ con lắc 2 dao động nhanh hơn con lắc 1. Con lắc 2 sẽ đi đến biên trước, rồi quay lại và gặp con lắc 1 (tại vị trí có li độ góc bằng nhau).

Giả sử ban đầu 2 con lắc đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương, khi đó phương trình li độ góc của hai con lắc là: $\begin{cases} \alpha_1 = \alpha_0 \cos\left(\omega_1 t - \frac{\pi}{2}\right) \\ \alpha_2 = \alpha_0 \cos\left(\omega_2 t - \frac{\pi}{2}\right) \end{cases}$

Dây song song khi chúng cùng li độ góc, tức là

$$\alpha_1 = \alpha_2 \Leftrightarrow \alpha_0 \cos\left(\omega_1 t - \frac{\pi}{2}\right) = \alpha_0 \cos\left(\omega_2 t - \frac{\pi}{2}\right) \Leftrightarrow \omega_1 t - \frac{\pi}{2} = -\left(\omega_2 t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\Leftrightarrow t = \frac{2.\frac{\pi}{2}}{\omega_1 + \omega_2} = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{g}{l_1}} + \sqrt{\frac{g}{l_2}}} = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{9,8}{0,81}} + \sqrt{\frac{9,8}{0,64}}} = 0,43$$

(Có dấu trừ bởi vì khi gặp nhau thì pha của chúng đối nhau.)

Gần với đáp án C nhất.

Đáp án C.

11. Các bài toán tổng hợp

Câu 1: Một vật dao động điều hòa có phương trình $x=5\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$ cm. Tính tốc độ trung bình của vật trong khoảng thời gian tính từ lúc bắt đầu khảo sát dao động đến thời điểm vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương lần thứ nhất.

A. 25,71 cm/s. B. 42,86 cm/s.
C. 6 cm/s. D. 8,57 cm/s.

Câu 2: Một vật dao động điều hòa với tần số bằng 5Hz. Thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ $x_1=-0,5A$ đến vị trí có li độ $x_2=+0,5A$ là

A. $\frac{1}{10}$ s. B. $\frac{1}{20}$ s. C. $\frac{1}{30}$ s. D. 1 s.

Câu 3: Một vật dao động điều hòa trên trục Ox, khi vật đi từ điểm M có $x_1=\frac{A}{2}$ theo chiều âm đến điểm N có li độ $x_2=-\frac{A}{2}$ lần thứ nhất mất $\frac{1}{30}$ s. Tần số dao động của vật là

A. 5 Hz. B. 10 Hz. C. 5π Hz. D. 10π Hz.

Câu 4: Con lắc lò xo dao động với biên độ A. Thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí cân bằng đến điểm M có li độ $x=\frac{A\sqrt{2}}{2}$ là 0,25(s). Chu kỳ của con lắc:

A. 1,0 s. B. 1,5 s. C. 0,5 s. D. 2,0 s.

Câu 5: Một vật dao động điều hoà với biên độ 4cm, cứ sau một khoảng thời gian $\frac{1}{4}$ giây thì động năng lại bằng thế năng. Quãng đường lớn nhất mà vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{1}{6}$ giây là

A. 8 cm. B. 6 cm. C. 2 cm. D. 4 cm.

Câu 6: Vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox, quanh VTCB O với biên độ A và chu kỳ T. Trong khoảng thời gian $\frac{T}{3}$, quãng đường nhỏ nhất mà vật có thể đi được là

A. $\left(\sqrt{3}-1\right)A$. B. $1A$.
C. $A\sqrt{3}$. D. $A\left(2-\sqrt{2}\right)$.

Câu 7: Một vật dao động điều hòa với biên độ A và tần số f. Thời gian ngắn nhất để vật đi được quãng đường có độ dài A là

A. $\frac{1}{6f}$. B. $\frac{1}{4f}$. C. $\frac{1}{3f}$. D. $\frac{4}{f}$.

Câu 8: Một vật dao động điều hòa với biên độ A và chu kỳ T. Thời gian ngắn nhất để vật đi được quãng đường có độ dài $A\sqrt{2}$ là:

A. $\frac{T}{8}$. B. $\frac{T}{4}$. C. $\frac{T}{6}$. D. $\frac{T}{12}$.

Câu 9: Một con lắc lò xo dao động với biên độ A, thời gian ngắn nhất để con lắc di chuyển từ vị trí có li độ $x_1=-A$ đến vị trí có li độ $x_2=-\frac{A}{2}$ là 1s. Chu kì dao động của con lắc là:

A. 6 (s). B. $\frac{1}{3}$ (s). C. 2 (s). D. 3 (s).

Câu 10: Một vật dao động theo phương trình $x=2\cos\left(5\pi t+\frac{\pi}{6}\right)+1$ (cm). Trong giây đầu tiên kể từ lúc vật bắt đầu dao động vật đi qua vị trí có li độ x = 2cm theo chiều dương được mấy lần?

A. 3 lần. B. 2 lần. C. 4 lần. D. 5 lần.

Câu 11: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x=4\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$ cm. Tính quãng đường lớn nhất mà vật đi được trong khoảng thời gian $\Delta t=\frac{1}{6}$ (s).

A. $\sqrt{3}$ cm. B. $3\sqrt{3}$ cm.
C. $2\sqrt{3}$ cm. D. $4\sqrt{3}$ cm.

Câu 12: Một chất điểm đang dao động với phương trình: $x=6\cos(10\pi t)$ cm. Tính tốc độ trung bình của chất điểm sau $\frac{1}{4}$ chu kì tính từ khi bắt đầu dao động và tốc độ trung bình sau nhiều chu kỳ dao động:

A. 1,2m/s và 0. B. 2m/s và 1,2m/s.
C. 1,2m/s và 1,2m/s. D. 2m/s và 0.

Câu 13: Cho một vật dao động điều hòa có phương trình chuyển động $x=10\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$. Vật đi qua vị trí cân bằng lần đầu tiên vào thời điểm:

A. $\frac{1}{3}$ (s). B. $\frac{1}{6}$ (s). C. $\frac{2}{3}$ (s). D. $\frac{1}{12}$ (s).

Câu 14: Một chất điểm M chuyển động với tốc độ 0,75 m/s trên đường tròn có đường kính bằng 0,5 m. Hình chiếu M′ của điểm M lên đường kính của đường tròn dao động điều hoà. Tại $t=0$ s, M′ đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm. Khi $t=8$ s hình chiếu M′ qua li độ:

A. –10,17 cm theo chiều dương.
B. –10,17 cm theo chiều âm.
C. 22,64 cm theo chiều dương.
D. 22,64 cm theo chiều âm.

Câu 15: Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox. Tốc độ trung bình của chất điểm tương ứng với khoảng thời gian thế năng không vượt quá ba lần động năng

trong một nửa chu kỳ là $300\sqrt{3}$ cm/s. Tốc độ cực đại của dao động là

A. 400 cm/s. B. 200 cm/s.

C. 2π m/s. D. 4π m/s.

Câu 16: Một chất điểm dao động điều hoà có vận tốc bằng không tại hai thời điểm liên tiếp là $t_1 = 2,2$ (s) và $t_2 = 2,9$ (s). Tính từ thời điểm ban đầu $(t_0 = 0\ \text{s})$ đến thời điểm t_2 chất điểm đã đi qua vị trí cân bằng

A. 6 lần. B. 5 lần. C. 4 lần. D. 3 lần.

Câu 17: Một chất điểm dao động điều hoà trên trục Ox có vận tốc bằng 0 tại hai thời điểm liên tiếp $t_1 = 1,75$ s và $t_2 = 2,5$ s, tốc độ trung bình trong khoảng thời gian đó là 16cm/s. Toạ độ chất điểm tại thời điểm $t = 0$ là

A. -8 cm. B. -4 cm. C. 0 cm. D. -3 cm.

Câu 18: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 6\cos(2\pi t - \pi)$ cm. Tại thời điểm pha của dao động bằng $\frac{1}{6}$ lần độ biến thiên pha trong một chu kỳ, tốc độ của vật bằng

A. 6π cm/s. B. $12\sqrt{3}\pi$ cm/s.

C. $6\sqrt{3}\pi$ cm/s. D. 12π cm/s.

Câu 19: Vật dao động điều hòa có vận tốc cực đại bằng 3 m/s và gia tốc cực đại bằng 30π m/s^2. Thời điểm ban đầu vật có vận tốc 1,5m/s và thế năng đang tăng. Hỏi vào thời điểm nào sau đây vật có gia tốc bằng 15π m/s^2.

A. 0,10 s. B. 0,15 s. C. 0,20 s. D. 0,05 s.

Câu 20: Hai chất điểm dao động điều hòa với chu kỳ T, lệch pha nhau $\frac{\pi}{3}$ với biên độ lần lượt là A và $2A$, trên hai trục tọa độ song song cùng chiều, gốc tọa độ nằm trên đường vuông góc chung. Khoảng thời gian nhỏ nhất giữa hai lần chúng ngang nhau là:

A. $\frac{T}{2}$. B. T. C. $\frac{T}{3}$. D. $\frac{T}{4}$.

ĐÁP ÁN

1.B	2.C	3.A	4.D	5.D	6.B	7.A	8.B	9.D	10.D
11.D	12.C	13.A	14.D	15.C	16.C	17.D	18.C	19.B	20.A

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án B.

Phương trình dao động của vật là: $x = 5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$

Ban đầu lúc khảo sát: $\alpha_0 = \frac{\pi}{3}$; $x_0 = \frac{1}{2}A = 2,5\text{cm}$

Vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương lần thứ nhất thì vật quay được góc $\alpha = \frac{\pi}{6} + \pi = \frac{7\pi}{6}$

Quãng đường vật đi được trong thời gian đó là:

$$S = 2A + \frac{1}{2}A = \frac{5}{2}A = 12,5\text{ cm}.$$

Thời gian vật đi là: $\Delta t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{7\pi/6}{4\pi} = \frac{7}{24}s$

Vậy tốc độ trung bình vật đi được trong khoảng thời gian đó là: $V = \frac{S}{\Delta t} = \frac{12,5}{7/24} = 42,86$ cm/s.

Câu 2: Đáp án C.

Thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ $x = -0,5A$ đến vị trí có li độ $x = 0,5A$ thì vật sẽ quay một góc $\alpha = \frac{\pi}{3}$. Thời gian cần tìm là:

$$\Delta t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\pi/3}{2\pi f} = \frac{1}{6f} = \frac{1}{30}s.$$

Câu 3: Đáp án A.

Tại t_1: $x_1 = \frac{A}{2}$ theo chiều âm; t_2: $x_2 = -\frac{A}{2}$ lần thứ nhất.

Vậy góc quay mà vật quay được trong khoảng thời gian đó là: $\alpha = \frac{\pi}{3}$. Theo đề thời gian vật đi là $\frac{1}{30}s$ nên ta có: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\frac{\alpha}{\Delta t}}{2\pi} = \frac{\pi/3}{1/30} = 5$ Hz.

Câu 4: Đáp án D.

Góc quay là $\alpha = \frac{\pi}{4}$.

Tần số góc của dao động là: $\omega = \frac{\alpha}{\Delta t} = \frac{\pi/4}{0,25} = \pi$ rad/s.

Vậy chu kỳ của con lắc là: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2s$.

Câu 5: Đáp án D.

Động năng bằng thế năng tương đương với $x = \pm\frac{A\sqrt{2}}{2}$ cm. Theo đề ta có: $\frac{T}{4} = \frac{1}{4}s$ nên suy ra $T = 1s$.

$\Delta t = \frac{1}{6}s = \frac{T}{6}$ nên quãng đường lớn nhất mà vật đi được trong khoảng thời gian đó là:

$$S = 2A\sin\left(\frac{\pi \times \Delta t}{T}\right) = 2A\sin\left(\frac{\pi}{6}\right) = A = 4\text{cm}$$

Câu 6: Đáp án B.

Quãng đường nhỏ nhất mà vật có thể đi được trong khoảng thời gian $t=\frac{T}{3}$ là:

$$S=2A\left(1-\cos\left(\frac{\pi\times\Delta t}{T}\right)\right)=2A\times\left(1-\cos\left(\frac{\pi}{3}\right)\right)=A.$$

Câu 7: Đáp án A

Thời gian ngắn nhất để vật đi được quãng đường có độ dài là A ứng với quãng đường dài nhất vật có thể đi được nên ta có: $A=2A\sin\left(\frac{\pi\times\Delta t}{T}\right)\Rightarrow\Delta t=\frac{1}{6f}$.

Câu 8: Đáp án B.

Ta có: Thời gian ngắn nhất vật đi được quãng đường có độ dài $2A$ tương ứng với quãng đường dài nhất vật có thể đi được nên: $A\sqrt{2}=2A\times\sin\left(\frac{\pi\times\Delta t}{T}\right)$ nên suy ra

$\Delta t=\frac{T}{4}$.

Câu 9: Đáp án D.

Thời gian ngắn nhất vật đi từ vị trí có li độ $x=-A$ đến vị trí có li độ $x=\frac{A}{2}$ là $1s$ nên ta có: $\omega=\frac{\alpha}{\Delta t}=\frac{\frac{2\pi}{3}}{1}=\frac{2\pi}{3}$.

Vậy chu kỳ của dao động là: $T=\frac{2\pi}{\omega}=3s$.

Câu 10: Đáp án D.

Phương trình dao động là: $x=2\cos\left(5\pi t+\frac{\pi}{6}\right)+1$ (cm)

Nên ta có $X=x-1=2\cos\left(5\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ (cm)

Để vật x đi qua vị trí có li độ $x=2$ cm theo chiều dương thì vật X đi qua vị trí $X=1$cm theo chiều dương.

Trong giây đầu tiên kể từ lúc bắt đầu dao động vật quay được góc quay là $\alpha=\omega\times\Delta t=5\pi\times1=5\pi$.

Vậy X đi qua vị trí có li độ $X=1$cm theo chiều dương 2 lần.

Câu 11: Đáp án D.

Ta có phương trình dao động: $x=4\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$cm.

Chu kỳ dao động của vật là: $T=\frac{2\pi}{4\pi}=0,5s$

$\Delta t=\frac{1}{6}s=\frac{T}{3}$. Vậy quãng đường dài nhất mà vật đi được trong thời gian đó là:

$$S=2A\sin\left(\frac{\pi\times\Delta t}{T}\right)=2A\times\sin\left(\frac{\pi}{3}\right)=\sqrt{3}A.$$

Câu 12: Đáp án C.

Ta có phương trình dao động của vật là:

$$x=6\cos(10\pi t)\text{ cm.}$$

Tốc độ trung bình của vật sau $\frac{1}{4}$ chu kỳ dao động:

$$V=\frac{S}{\Delta t}=\frac{A}{\frac{T}{4}}=\frac{4A}{T}=\frac{6\times4}{0,2}=120=1,2\text{ m/s}$$

Tốc độ trung bình sau nhiều chu kỳ dao động:

$$S=\frac{n\times4A}{n\times T}=\frac{4A}{T}=1,2\text{ m/s.}$$

Câu 13: Đáp án A.

Ta có phương trình dao động là: $x=10\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$.

Vật đi qua vị trí cân bằng lần đầu tiên khi vectơ quay được góc: $\alpha=\frac{2\pi}{3}$ nên thời gian đi là:

$\Delta t=\frac{\alpha}{\omega}=\frac{\frac{2\pi}{3}}{2\pi}=\frac{1}{3}s$. Vậy thời điểm cần tìm là: $t=\frac{1}{3}s$.

Câu 14: Đáp án D.

Vật chuyển động trên đường tròn có đường kính là 0,5m nên vật chuyển động với biên độ 0,25m.

Vật M chuyển động tròn với vận tốc là: 0,75 m/s nên tần số góc là: $\omega=\frac{v}{R}=\frac{0,75}{0,25}=3$ rad/s

Khi $t=8s$ vật quay được góc là

$$\alpha=8\times3=24\text{ rad/s}=\left(\frac{4320}{\pi}\right)^0$$

Vậy hình chiếu M' của M có li độ: $x=22,64$ cm theo chiều âm.

Câu 15: Đáp án C.

Thế năng không vượt quá ba lần thế năng tức là $W_t\le3W_d$ suy ra:

Trong một nửa chu kỳ thì khoảng thời gian thỏa mãn yêu cầu đề bài là: $\Delta t=\frac{T}{3}$. Theo đề ta có:

$$V=300\sqrt{3}=\frac{A}{\frac{T}{6}}=\frac{A}{\frac{2\pi}{6\omega}}=\frac{3}{\pi}\times v_{max}\Rightarrow v_{max}=100\pi\sqrt{3}\text{ cm/s.}$$

Câu 16: Đáp án C.

Vật dao động điều hòa có vận tốc bằng không tại hai thời điểm liên tiếp là $t_1=2,2$ s và $t_2=2,9$ s

Ta có: $\Delta t=t_2-t_1=2,9-2,2=0,7s$.

Tần số góc của dao động là: $\omega=\frac{\alpha}{\Delta t}=\frac{\pi}{0,7}=\frac{7\pi}{10}$

Thời điểm $t_0=0$: xét khoảng thời gian

$$\Delta t_1=t_1-t_0=2,2-0=2,2s$$

Góc quay mà vật đi được là: $\alpha=\frac{77\pi}{50}$.

Cho véc tơ quay quay ngược lại một góc $\frac{77\pi}{50}$.

Sau đó cho vật quay tiếp một góc quay để tìm số lần vật đã đi qua vị trí cân bằng ta suy ra vật đi qua vị trí cân bằng 4 lần.

Câu 17: Đáp án D.

Vật dao động điều hòa có vận tốc bằng không tại hai thời điểm liên tiếp $t_1 = 1,75s$ và $t_2 = 2,5s$

Khoảng thời gian đó là: $\Delta t = t_2 - t_1 = 2,5 - 1,75 = 0,75s$

Tần số góc dao động là: $\omega = \frac{\alpha}{\Delta t} = \frac{\pi}{0,75} = \frac{4\pi}{3}$ rad/s.

Vì tốc độ trung bình trong khoảng thời gian đó là 16cm/s nên: $V = \frac{2A}{\Delta t} \Rightarrow A = \frac{V \times \Delta t}{2} = \frac{16 \times 0,75}{2} = 6$ (cm).

Trong khoảng thời gian từ t_0 đến t_1 thì vật quay được góc quay là: $\alpha = \omega \times \Delta t = \frac{4\pi}{3} \times 0,75\pi = \pi$

Cho vật quay ngược lại một góc π rad/s thì vật có tọa độ là $x = -3$cm.

Câu 18: Đáp án C.

Vật dao động theo phương trình là: $x = 6\cos(2\pi t - \pi)$ cm. Tại thời điểm pha của dao động bằng $\frac{1}{6}$ lần độ biến thiên pha trong một chu kỳ tức là: $2\pi t - \pi = \frac{1}{6}\pi$ nên tọa độ của vật là: $x = 3\sqrt{3}$ cm.

Vậy vận tốc của dao động là: $v = 6\sqrt{3}\pi$ cm/s.

Câu 19: Đáp án B.

Vận tốc cực đại của vật là: $v_{max} = 3$m/s

Gia tốc cực đại của vật là: $a_{max} = 30\pi$ m/s^2

Nên tần số góc của dao động là:

$$\omega = \frac{a_{max}}{v_{max}} = \frac{30\pi}{3} = 10\pi \text{ (rad/s)}$$

Thời điểm ban đầu vật có vận tốc 1,5 m/s và thế năng đang tăng nên vật đang có li độ $x = \frac{A\sqrt{3}}{2}$ và chuyển động theo chiều dương. Để vật có gia tốc bằng 15π (m/s^2) thì vật quay một góc $\alpha = \frac{3\pi}{2}$.

Vậy thời điểm cần tìm là: $\Delta t = \frac{3\pi/2}{10\pi} = 0,15s$

Câu 20: Đáp án A.

Hai chất điểm dao động điều hòa với cùng chu kỳ T, lệch pha nhau $\frac{\pi}{3}$ với biên độ lần lượt là A và $2A$.

Khoảng thời gian nhỏ nhất giữa hai lần chúng ngang nhau là khi vật thứ nhất và thứ hai lại có độ lớn li độ lần lượt là A nên lúc này mỗi vectơ phải quay đúng một π nữa để thỏa mãn điều kiện.

Nên khoảng thời gian nhỏ nhất sẽ là: $\frac{T}{2}$.

III. BÀI TẬP VỀ CON LẮC ĐƠN

1. Bài toán đại cương về con lắc đơn

1.1. Phương pháp

Kiến thức cần nắm vững đã được hệ thống ở phần lí thuyết.

Đối với bài toán viết phương trình dao động của con lắc đơn, cần chú ý một số điểm sau đây:

- Điều kiện để con lắc đơn dao động điều hòa là biên độ góc $\alpha_0 \le 10°$.
- Để viết phương trình li độ góc α của con lắc đơn, thì ta viết phương trình li độ dài s sau đó dùng biểu thức $s = \alpha l$ để suy ra $\alpha = \frac{s}{l}$.

1.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một con lắc đơn có chiều dài $l = 1$ m, được gắn vật $m = 0{,}1$ kg. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một góc $\alpha = 10°$ rồi buông tay không vận tốc đầu cho vật dao động điều hòa tại nơi có gia tốc trọng trường là $g = 10 = \pi^2$ m/s^2.

1. Chu kỳ dao động của con lắc đơn là?

A. 1 s. B. 2 s. C. 3 s. D. 4 s.

2. Biết tại thời điểm $t = 0$ vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Hãy viết phương trình dao động của vật.

A. $\alpha = 10\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ rad. B. $\alpha = \frac{\pi}{18}\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ rad.

C. $\alpha = \frac{\pi}{18}\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ rad. D. $\alpha = \frac{1}{10}\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ rad.

Lời giải

1. Ta có: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{\pi^2}} = 2$ (s).

Đáp án B.

2. Phương trình dao động của con lắc đơn có dạng: $\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó: $\alpha_0 = 10° = \frac{\pi}{18}$ (rad) và $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{\pi^2}{1}} = \pi$ rad.

Tại $t = 0$ s vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương $\Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$ (rad).

Vậy phương trình dao động của vật là: $\alpha = \frac{\pi}{18}\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ rad.

Đáp án C.

Ví dụ 2: Một con lắc đơn có chiều dài l được kích thích dao động tại nơi có gia tốc trọng trường là g và con lắc dao động với chu kỳ T. Hỏi nếu giảm chiều dài dây treo đi một nửa thì chu kỳ của con lắc sẽ thay đổi như thế nào?

A. Không đổi. B. Tăng $\sqrt{2}$ lần.

C. Giảm $\sqrt{2}$ lần. D. Giảm 2 lần.

Lời giải

Ban đầu chu kì dao động của con lắc đơn là $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Lúc sau, chu kì dao động của con lắc đơn là $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}} = \frac{T}{\sqrt{2}}$.

Đáp án C.

Ví dụ 3: Trong các phát biểu sau phát biểu nào không đúng về con lắc đơn dao động điều hòa?

A. Chu kỳ của con lắc đơn phụ thuộc vào chiều dài dây treo.

B. Chu kỳ của con lắc đơn không phụ thuộc vào khối lượng của vật nặng.

C. Chu kỳ của con lắc đơn phụ thuộc vào biên độ của dao động.

D. Chu kỳ của con lắc đơn phụ thuộc vào vị trí thực hiện thí nghiệm.

Lời giải

Ta có $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \notin m$ mà chỉ phụ thuộc vào chiều dài dây và gia tốc trọng trường.

Đáp án C.

Ví dụ 4: Tại cùng một địa điểm thực hiện thí nghiệm với con lắc đơn có chiều dài l_1 thì dao động với chu kỳ T_1, con lắc đơn l_2 thì dao động với chu kỳ T_2. Hỏi nếu thực hiện thực hiện thí nghiệm với con lắc đơn có chiều dài $l = l_1 + l_2$ thì con lắc đơn dao động với chu kỳ T là bao nhiêu?

A. $T = T_1^2.T_2^2$. B. $T = \frac{T_1^2.T_2^2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$. C. $T^2 = T_1^2 + T_2^2$. D. $T^2 = T_1^{-2} + T_2^{-2}$.

Lời giải

Gọi T_1 là chu kỳ của con lắc có chiều dài $l_1 \Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \Rightarrow T_1^2 = 4\pi^2\frac{l_1}{g}$.

Gọi T_2 là chu kỳ của con lắc có chiều dài $l_2 \Rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} \Rightarrow T_2^2 = 4\pi^2\frac{l_2}{g}$.

Gọi T là chu kỳ của con lắc có chiều dài $l = l_1 + l_2$

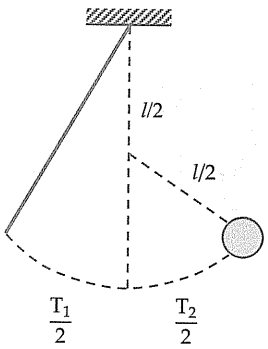
$$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_1 + l_2}{g}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2.\frac{l_1 + l_2}{g} = 4\pi^2.\frac{l_1}{g} + 4\pi^2.\frac{l_2}{g} = T_1^2 + T_2^2$$

Đáp án C.

Ví dụ 5: Một con lắc đơn có chiều dài l = 1m dao động điều hòa với chu kỳ T tại nơi có gia tốc trọng trường là $g = 10 = \pi^2$ m/s^2. Khi dao động qua vị trí cân bằng, dây treo bị vướng đinh tại vị trí $\frac{l}{2}$ và con lắc tiếp tục dao động. Xác định chu kỳ của con lắc đơn khi này?

A. 2s. B. $\sqrt{2}$ s. C. $2 + \sqrt{2}$ s. D. $\frac{2 + \sqrt{2}}{2}$ s.

Lời giải



- Gọi T_1 là chu kỳ dao động ban đầu của con lắc đơn $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2$ s.

- Trong quá trình thực hiện dao động của vật nó sẽ gồm hai phần:

+ Phần 1 thực hiện một nửa chu kỳ của T_1

+ Phần 2 thực hiện một nửa chu kỳ của T_2

Trong đó $T_2 = \frac{T_1}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$ s.

$\Rightarrow T$ là chu kỳ của con lắc bị vướng đinh lúc này là: $T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{2+\sqrt{2}}{2}$ s.

Đáp án D.

Ví dụ 6: Tại một nơi trên mặt đất, một con lắc đơn dao động điều hòa. Trong khoảng thời gian Δt, con lắc thực hiện được 60 dao động toàn phần, thay đổi chiều dài con lắc một đoạn 44cm thì cũng trong khoảng thời gian Δt ấy, nó thực hiện 50 dao động toàn phần. Chiều dài ban đầu của con lắc là

A. 144cm. B. 60cm. C. 80cm. D. 100cm.

Lời giải

Gọi T là chu kỳ dao động của con lắc đơn ban đầu: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{\Delta t}{60}$ (1)

Gọi T_1 là chu kỳ dao động của con lắc khi bị thay đổi chiều dài.

Ta thấy $T_1 = \frac{\Delta t}{50} > \frac{\Delta t}{60} = T$ nên dây treo của con lắc bị điều chỉnh tăng lên. Ta có

$$l_1 = l + 44 \Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l+44}{g}} = \frac{\Delta t}{50} \quad (2)$$

Lập tỉ số vế theo vế của (1) và (2) ta có: $\frac{T}{T_1} = \sqrt{\frac{l}{l+44}} = \frac{50}{60} = \frac{5}{6} \Rightarrow l = 1$ m.

Đáp án D.

Ví dụ 7: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo $l = 20$cm treo tại một điểm cố định. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc bằng 0,1 rad về phía bên phải, rồi truyền cho nó vận tốc bằng 14cm/s theo phương vuông góc với sợi dây về phía vị trí cân bằng thì con lắc sẽ dao động điều hòa. Chọn gốc tọa độ ở vị trí cân bằng, chiều dương hướng từ vị trí cân bằng sang phía bên phải, gốc thời gian là lúc con lắc đi qua vị trí cân bằng lần thứ nhất. Lấy $g = 9{,}8$ m/s^2. Phương trình dao động của con lắc là:

A. $s = 2\sqrt{2}\cos\left(7t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm. B. $s = 2\sqrt{2}\cos\left(7t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm.

C. $s = 3\cos\left(7t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm. D. $s = 3\cos\left(7t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm.

Lời giải

Tần số góc dao động của con lắc đơn là: $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{9{,}8}{0{,}2}} = 7$ rad/s

Biên độ dài của con lắc là:

$$S_0 = \sqrt{s^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{(\alpha l)^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{(0{,}1.20)^2 + \frac{14^2}{7^2}} = 2\sqrt{2} \text{ (cm).}$$

Ban đầu kéo con lắc về phía bên phải, rồi truyền vận tốc về phía VTCB (về phía bên trái) nên lúc đi qua vị trí cân bằng lần đầu tiên là lúc đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm. Do đó pha ban đầu của dao động là $\varphi = \frac{\pi}{2}$.

Vậy phương trình dao động của vật là: $s = 2\sqrt{2}\cos\left(7t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm.

Đáp án B.

1.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Công thức tính chu kỳ của con lắc đơn?

A. $T=\sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$ s. B. $T=2\pi\sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$ s.

C. $T=\sqrt{\frac{l}{g}}$ s. D. $T=\sqrt{\frac{g}{l}}$ s.

Câu 2: Công thức tính tần số của con lắc đơn?

A. $f=2\pi\sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$ Hz. B. $f=\pi\sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$ Hz.

C. $f=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ Hz. D. $f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$ Hz.

Câu 3: Tìm công thức sai về con lắc dao động điều hòa?

A. $A^2=x^2+\frac{v^2}{\omega^2}$. B. $S^2=s^2+\frac{v^2}{\omega^2}$.

C. $\alpha_0{}^2=\alpha^2+\frac{v^2}{\omega^2}$. D. $\alpha_0{}^2=\alpha^2+\frac{v^2}{\omega^2 l^2}$.

Câu 4: Tìm công thức đúng về con lắc đơn dao động điều hòa?

A. $s=S\cos(\omega t+\varphi)$ cm. B. $\alpha_0=\alpha\cos(\omega t+\varphi)$ cm.

C. $S=s\cos(\omega t+\varphi)$ cm. D. $\alpha=\alpha_0\cos(\omega t+\varphi)$ cm.

Câu 5: Con lắc đơn có l_1 thì dao động với chu kì T_1; chiều dài l_2 thì dao động với chu kì T_2, nếu con lắc đơn có chiều dài $l=l_1+l_2$ thì chu kỳ dao động của con lắc là gì?

A. $T^2=T_1^2-T_2^2$. B. $T=T_1-T_2$.

C. $T=T_1+T_2$. D. $T=\sqrt{T_1^2+T_2^2}$.

Câu 6: Con lắc đơn có l_1 thì dao động với chu kì T_1; chiều dài l_2 thì dao động với chu kì T_2, nếu con lắc đơn có chiều dài $l=a.l_1+b.l_2$ thì chu kỳ dao động của con lắc là gì?

A. $T^2=aT_1^2+bT_2^2$. B. $T=T_1-T_2$.

C. $T=T_1+T_2$. D. $T=\sqrt{T_1^2+T_2^2}$.

Câu 7: Con lắc đơn có l_1 thì dao động với chu kì T_1; chiều dài l_2 thì dao động với chu kì T_2, nếu con lắc đơn có chiều dài $l=|l_1-l_2|$ thì chu kỳ dao động của con lắc xác định bởi biểu thức nào?

A. $T^2=|T_1^2-T_2^2|$. B. $T=T_1-T_2$.

C. $T=T_1+T_2$. D. $T=\sqrt{T_1^2+T_2^2}$.

Câu 8: Tại cùng một nơi có gia tốc trọng trường g, hai con lắc đơn có chiều dài lần lượt là l_1 và l_2 có chu kỳ dao động riêng lần lượt là T_1, T_2. Chu kì dao động riêng của con lắc thứ ba có chiều dài bằng tích của hai con lắc trên là:

A. $\frac{T_1}{T_2}$. B. $\frac{T_1\sqrt{g}}{2\pi T_2}$. C. $\frac{T_1T_2\sqrt{g}}{2\pi}$. D. T_1T_2.

Câu 9: Con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ T. Biết con lắc có chiều dài l, khi dao động qua vị trí cân bằng nó bị mắc phải đinh tại vị trí $l_1=\frac{l}{2}$, con lắc tiếp tục dao động. Chu kỳ của con lắc?

A. T. B. $T+\frac{T}{2}$. C. $T+\frac{T}{\sqrt{2}}$. D. $\frac{T+\frac{T}{\sqrt{2}}}{2}$.

Câu 10: Con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ T. Nếu tăng chiều dài dây lên 2 hai lần thì chu kỳ của con lắc sẽ như thế nào?

A. Không thay đổi. B. Giảm $\sqrt{2}$ lần.

C. Tăng $\sqrt{2}$ lần. D. Không đáp án.

Câu 11: Con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ T. Nếu giảm chiều dài dây xuống 2 lần và tăng khối lượng của vật nặng lên 4 lần thì chu kỳ của con lắc sẽ như thế nào?

A. Không thay đổi. B. Giảm $\sqrt{2}$ lần.

C. Tăng $\sqrt{2}$ lần. D. Không đáp án.

Câu 12: Chọn phát biểu đúng về chu kỳ con lắc đơn

A. Chu kì con lắc đơn không phụ thuộc vào độ cao.

B. Chu kỳ con lắc đơn phụ thuộc vào khối lượng.

C. Chu kỳ con lắc phụ thuộc vào chiều dài dây.

D. Không có đáp án đúng.

Câu 13: Một con lắc đơn có độ dài l_0 thì dao động với chu kỳ T_0. Hỏi cũng tại nơi đó nếu tăng gấp đôi chiều dài dây treo và giảm khối lượng đi một nửa thì chu kì sẽ thay đổi như thế nào?

A. Không đổi. B. Tăng lên $\sqrt{2}$ lần.

C. Giảm $\sqrt{2}$ lần. D. Tăng 2 lần.

Câu 14: Một con lắc đơn có biên độ góc α_{01} thì dao động với chu kỳ T_1. Hỏi nếu con lắc dao động với biên độ góc α_0 thì chu kỳ của con lắc sẽ thay đổi như thế nào?

A. Không đổi. B. Tăng lên 2 lần.

C. Giảm đi 2 lần. D. Tất cả đều sai.

Câu 15: Tại một nơi xác định. Chu kì dao động điều hòa của con lắc đơn tỉ lệ thuận với

A. Chiều dài con lắc.

B. Căn bậc hai chiều dài con lắc.

C. Căn bậc hai gia tốc trọng trường.

D. Gia tốc trọng trường.

Câu 16: Phát biểu nào trong các phát biểu dưới đây là đúng nhất khi nói về dao động của con lắc đơn.

A. Đối với các dao động nhỏ thì chu kì dao động của con lắc đơn không phụ thuộc vào biên độ dao động.

B. Chu kì dao động của con lắc đơn phụ thuộc vào độ lớn của gia tốc trọng trường.

C. Khi gia tốc trọng trường không đổi thì dao động nhỏ của con lắc đơn cũng được coi là dao động tự do.

D. Cả A, B, C đều đúng.

Câu 17: Một con lắc đơn dao động với biên độ góc $\alpha_0=5°$. Chu kỳ dao động là 1 s. Tìm thời gian ngắn

nhất để vật đi từ vị trí cân bằng về vị trí có li độ góc $\alpha = 2,5°$.

A. $\frac{1}{12}$ s. B. $\frac{1}{8}$ s. C. $\frac{1}{4}$ s. D. $\frac{1}{6}$ s.

Câu 18: Một vật nặng m = 1kg gắn vào con lắc đơn l_1 thì dao động với chu kỳ T_1. Hỏi nếu gắn vật $m_2 = 2m_1$ vào con lắc trên thì chu kỳ dao động là:

A. Tăng lên $\sqrt{2}$. B. Giảm $\sqrt{2}$.
C. Không đổi. D. Tất cả đều sai.

Câu 19: Con lắc đơn có tần số dao động là f, nếu tăng chiều dài dây lên 4 lần thì tần số sẽ

A. Giảm 2 lần. B. Tăng 2 lần.
C. Không đổi. D. Giảm 2 lần.

Câu 20: Tìm phát biểu sai về con lắc đơn dao động điều hòa.

A. Tần số không phụ thuộc vào điều kiện kích thích ban đầu.
B. Chu kỳ không phụ thuộc vào khối lượng của vật.
C. Chu kỳ phụ thuộc vào độ dài dây treo.
D. Tần số không phụ thuộc vào chiều dài dây treo.

Câu 21: Tìm phát biểu không đúng về con lắc đơn dao động điều hòa.

A. $\alpha_0 = \frac{S_0}{l}$. B. $\alpha = \frac{S}{l}$.

C. $T = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g}}$. D. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Câu 22: Tìm phát biểu sai về con lắc đơn dao động điều hòa.

A. Nếu tăng chiều dài dây lên 2 lần thì chu kì tăng $\sqrt{2}$.
B. Nếu giảm chiều dài dây 2 lần thì f tăng $\sqrt{2}$ lần.
C. Nếu tăng khối lượng của vật nặng lên 2 lần thì chu kỳ không đổi.
D. Công thức độc lập thời gian: $\alpha_0^2 = \alpha^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$.

Câu 23: Tìm phát biểu không đúng về con lắc đơn dao động điều hòa.

A. Trong quá trình dao động, biên độ dao động không ảnh hưởng đến chu kỳ dao động.
B. Trong quá trình dao động vận tốc nhỏ nhất khi qua vị trí cân bằng.
C. Trong quá trình dao động, gia tốc lớn nhất khi ở vị trí biên.
D. Nếu treo một khối chì và một khối đồng có cùng thể tích vào cùng một con lắc thì chu kỳ giống nhau.

Câu 24: Con lắc đơn có độ dài dây treo tăng lên n lần thì chu kỳ sẽ thay đổi:

A. Tăng lên n lần. B. Tăng lên $\sqrt{n}$ lần.
C. Giảm n lần. D. Giảm $\sqrt{n}$ lần.

Câu 25: Con lắc đơn có l = 1m, $g = 10 m/s^2$. Kích thích cho con lắc dao động điều hòa. Tính T của con lắc?

A. 0,5s. B. 1s. C. 4s. D. 2s.

Câu 26: Con lắc đơn dao động điều hòa có chu kỳ T = 2s, biết $g = \pi^2$. Tính chiều dài l của con lắc?

A. 0,4m. B. 1 m. C. 0,04m. D. 2m.

Câu 27: Con lắc đơn dao động điều hòa có chu kỳ T = 2s, chiều dài con lắc l = 2m. Tìm gia tốc trọng trường tại nơi thực hiện thí nghiệm?

A. 20 m/s^2. B. 19 m/s^2.
C. 10 m/s^2. D. 9 m/s^2.

Câu 28: Con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ S = 5cm, biên độ góc $\alpha_0 = 0,1$ rad/s. Tìm chu kỳ của con lắc đơn này? Biết $g = 10 = \pi^2$ m/s^2.

A. 2s. B. 1s. C. $\frac{1}{\sqrt{2}}$ s. D. $\sqrt{2}$ s.

Câu 29: Một con lắc đơn chiều dài 1 m, dao động tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 10$ m/s^2. Lấy $\pi^2 = 10$. Tần số dao động của của con lắc này là:

A. 0,5Hz. B. 2Hz. C. 0,4Hz. D. 20Hz.

Câu 30: Một con lắc đơn có chu kì dao động với biên độ nhỏ là 1s dao động tại nơi có $g = \pi^2$ m/s^2. Chiều dài của dây treo con lắc là:

A. 15cm. B. 20cm. C. 25cm. D. 30cm.

Câu 31: Tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,8$ m/s^2, một con lắc đơn và một con lắc lò xo nằm ngang dao động điều hòa với cùng tần số. Biết con lắc đơn có chiều dài 49 cm và lò xo có độ cứng 10N/m. Khối lượng vật nhỏ của con lắc lò xo là:

A. 0,125kg. B. 0,75kg. C. 0,5kg. D. 0,25kg.

Câu 32: Hai con lắc đơn có chu kì $T_1 = 2s$; $T_2 = 2,5s$. Chu kì của con lắc đơn có dây treo dài bằng trị tuyệt đối hiệu chiều dài dây treo của hai con lắc trên là:

A. 2,25s. B. 1,5s. C. 1s. D. 0,5s.

Câu 33: Một con lắc đơn có chu kì dao động T = 4s. Thời gian để con lắc đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ cực đại là:

A. t = 0,5s. B. t = 1s. C. t = 1,5s. D. t = 2s.

Câu 34: Một con lắc đếm giây có độ dài 1m dao động với chu kì 2s. Tại cùng một vị trí thì con lắc đơn có độ dài 3m sẽ dao động với chu kì là:

A. 6s. B. 4,24s. C. 3,46s. D. 1,5s.

Câu 35: Một con lắc đơn dao động điều hoà, nếu tăng chiều dài 25% thì chu kỳ dao động của nó

A. tăng 25%. B. giảm 25%.
C. tăng 11,80%. D. giảm 11,80%.

Câu 36: Một con lắc đơn dao động nhỏ ở nơi có $g = 10$ m/s^2 với chu kì T = 2s trên quỹ đạo dài 24cm. Tần số góc và biên độ góc có giá trị bằng:

A. $\omega = 2\pi$ rad/s; $\alpha_0 = 0,24$ rad.
B. $\omega = 2\pi$ rad/s; $\alpha_0 = 0,12$ rad.
C. $\omega = \pi$ rad/s; $\alpha_0 = 0,24$ rad.
D. $\omega = \pi$ rad/s; $\alpha_0 = 0,12$ rad.

Câu 37: Con lắc đơn đơn có chiều dài $l = 2m$, dao động với biên độ góc $\alpha_0 = 0,1$ rad, tính biên độ S_0.

A. 2cm. B. 0,2dm. C. 0,2cm. D. 20cm.

Câu 38:Một con lắc đơn có chu kì dao động là 3s. Thời gian để con lắc đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ $x=\frac{A}{2}$ là:

A. $t=0,25$s. B. $t=0,375$s.

C. $t=0,75$s. D. $t=1,5$s.

Câu 39:Hai con lắc đơn chiều dài $l_1=64$cm, $l_2=81$cm, dao động nhỏ trong hai mặt phẳng song song. Hai con lắc cùng qua vị trí cân bằng và cùng chiều lúc $t=0$. Sau thời gian t, hai con lắc lại cùng qua vị trí cân bằng và cùng chiều một lần nữa. Lấy $g=\pi^2$ m/s^2. Chọn kết quả đúng về thời gian t trong các kết quả dưới đây.

A.20s. B.12s. C.8s. D.14,4s.

Câu 40:Một con lắc đơn có dây treo dài 20 cm. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc $\alpha=0,1$ rad rồi cung cấp cho nó vận tốc $10\sqrt{2}$ cm/s hướng theo phương vuông góc với sợi dây. Bỏ qua ma sát, lấy $g=10$ m/s^2 và $\pi^2=10$. Biên độ dài của con lắc bằng:

A.2 cm. B. $2\sqrt{2}$ cm. C.4 cm. D. $4\sqrt{2}$ cm.

Câu 41:Một con lắc đơn dao động điều hòa. Biết rằng khi vật có li độ dài 4 cm thì vận tốc của nó là $-12\sqrt{3}$ cm/s. Còn khi vật có li độ dài $-4\sqrt{2}$ cm thì vận tốc của vật là $12\sqrt{2}$ cm/s. Tần số góc và biên độ dài của con lắc đơn là:

A. $\omega=3$ rad/s; $S=8$ cm. B. $\omega=3$ rad/s; $S=6$ cm.

C. $\omega=4$ rad/s; $S=8$ cm. D. $\omega=4$ rad/s; $S=6$ cm.

Câu 42: Một con lắc đơn gồm một hòn bi nhỏ khối lượng m, treo vào một sợi dây không dãn, khối lượng sợi dây không đáng kể. Khi con lắc đơn này dao động điều hòa với chu kì 3s thì hòn bi chuyển động trên một cung tròn dài 4 cm. Thời gian để hòn bi được 2 cm kể từ vị trí cân bằng là:

A.0,25 s. B.0,5 s. C.1,5s. D.0,75s.

Câu 43:Trong hai phút con lắc đơn có chiều dài l thực hiện được 120 dao động. Nếu chiều dài của con lắc chỉ còn $\frac{l}{4}$ chiều dài ban đầu thì chu kì của con lắc bây giờ là bao nhiêu?

A.0,25s. B.0,5s. C.1s. D.2s.

Câu 44:Tại một nơi trên mặt đất, một con lắc đơn dao động điều hòa. Trong khoảng thời gian Δt, con lắc thực hiện được 60 dao động toàn phần, thay đổi chiều dài con lắc một đoạn 44cm thì cũng trong khoảng thời gian Δt ấy, nó thực hiện 50 dao động toàn phần. Chiều dài ban đầu của con lắc là

A.144cm. B.60cm. C.80cm. D.100cm.

Câu 45:Tại một nơi, chu kì dao động điều hòa của một con lắc đơn là 2s. Sau khi tăng chiều dài của con lắc thêm 21 cm thì chu kì dao động điều hòa của nó là 2,2s. Chiều dài ban đầu của con lắc là:

A.101cm. B.99cm. C.100cm. D.98cm.

Câu 46:Một con lắc đơn có chiều dài l. Trong khoảng thời gian Δt nó thực hiện được 12 dao động. Khi giảm chiều dài đi 32cm thì cũng trong khoảng thời gian Δt nói trên, con lắc thực hiện được 20 dao động. Chiều dài ban đầu của con lắc là:

A.30cm. B.40cm. C.50cm. D.60cm.

Câu 47:Hai con lắc đơn có độ dài khác nhau 22cm dao động ở cùng một nơi. Sau cùng một khoảng thời gian con lắc thứ nhất thực hiện được 30 dao động, con lắc thứ hai thực hiện được 36 dao động. Độ dài các con lắc là:

A. $l_1=88$ cm; $l_2=110$ cm.

B. $l_1=78$ cm; $l_2=110$ cm.

C. $l_1=72$ cm; $l_2=50$ cm.

D. $l_1=50$ cm; $l_2=72$ cm.

Câu 48:Một con lắc đơn có độ dài l. Trong khoảng thời gian t nó thực hiện được 6 dao động. Người ta giảm bớt chiều dài của nó 16cm thì trong cùng khoảng thời gian t như trước nó thực hiện được 10 dao động. Cho $g=9,8$ m/s^2. Độ dài ban đầu và tần số ban đầu của con lắc có thể có giá trị nào sau đây?

A.50cm, 2Hz. B.25cm, 1Hz.

C.35cm; 1,2Hz. D.Một giá trị khác.

Câu 49:Một con lắc đơn, trong khoảng thời gian Δt nó thực hiện được 12 dao động. Khi giảm độ dài của nó bớt 16 cm, trong cùng khoảng thời gian Δt như trên, con lắc thực hiện 20 dao động. Tính độ dài ban đầu của con lắc

A.60 cm. B.50 cm. C.40 cm. D.25 cm.

Câu 50:Con lắc đơn dao động điều hòa có $S=4$cm, tại nơi có gia tốc trọng trường $g=10$ m/s^2. Biết chiều dài của dây là $l=1$m. Hãy viết phương trình dao động biết lúc $t=0$ vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương?

A. $s=4\cos\left(10\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$ cm. B. $s=4\cos\left(10\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$ cm.

C. $s=4\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$ cm. D. $s=4\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$ cm.

Câu 51:Một con lắc đơn dao động với biên độ góc $\alpha=0,1$ rad có chu kì dao động $T=1$s. Chọn gốc tọa độ là vị trí cân bằng theo chiều dương. Phương trình dao động của con lắc là:

A. $\alpha=0,1\cos(2\pi t)$rad.

B. $\alpha=0,1\cos(2\pi t+\pi)$rad.

C. $\alpha=0,1\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$ rad.

D. $\alpha=0,1\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$rad.

Câu 52:Con lắc đơn có chiều dài $l=20$ cm. Tại thời điểm $t=0$, từ vị trí cân bằng con lắc được truyền vận tốc 14 cm/s theo chiều dương của trục tọa độ. Lấy $g=9,8$ m/s^2. Phương trình dao động của con lắc là:

A. $s=2\cos\left(7t-\frac{\pi}{2}\right)$cm. B. $s=2\cos(7t)$cm.

C. $s=10\cos\left(7t-\frac{\pi}{2}\right)$cm. D. $s=2\cos\left(7t+\frac{\pi}{2}\right)$cm.

Câu 53: Một con lắc đơn dao động điều hòa với chu kì $T=\frac{\pi}{5}$s. Biết rằng ở thời điểm ban đầu con lắc ở vị trí có biên độ góc α_0 với $\cos\alpha_0=0,98$. Lấy g = 10m/s². Phương trình dao động của con lắc là:

A. $\alpha=0,2\cos(10t)$rad.

B. $\alpha=0,2\cos\left(10t+\frac{\pi}{2}\right)$rad.

C. $\alpha=0,1\cos(10t)$rad.

D. $\alpha=0,2\cos\left(10t-\frac{\pi}{2}\right)$rad.

Câu 54: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo $l=20$cm treo tại một điểm cố định. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc bằng 0,1 rad về phía bên phải, rồi truyền cho nó vận tốc bằng 14cm/s theo phương vuông góc với sợi dây về phía vị trí cân bằng thì con lắc sẽ dao động điều hòa. Chọn gốc tọa độ ở vị trí cân bằng, chiều dương hướng từ vị trí cân bằng sang phía bên phải, gốc thời gian là lúc con lắc đi qua vị trí cân bằng lần thứ nhất. Lấy $g=9,8$ m/s². Phương trình dao động của con lắc là:

A. $s=2\sqrt{2}\cos\left(7t-\frac{\pi}{2}\right)$cm.

B. $s=2\sqrt{2}\cos\left(7t+\frac{\pi}{2}\right)$cm.

C. $s=3\cos\left(7t-\frac{\pi}{2}\right)$cm.

D. $s=3\cos\left(7t+\frac{\pi}{2}\right)$cm.

Câu 55: Tại một nơi, chu kì dao động điều hoà của một con lắc đơn là 2,0 s. Sau khi tăng chiều dài của con lắc thêm 21 cm thì chu kì dao động điều hoà của nó là 2,2 s. Chiều dài ban đầu của con lắc này là

A. 101 cm. B. 99 cm. C. 98 cm. D. 100 cm.

Câu 56: Tại nơi có gia tốc trọng trường 9,8 m/s², một con lắc đơn và một con lắc lò xo nằm ngang dao động điều hòa với cùng tần số. Biết con lắc đơn có chiều dài 49 cm và lò xo có độ cứng 10 N/m. Khối lượng vật nhỏ của con lắc lò xo là

A. 0,125 kg. B. 0,750 kg. C. 0,500 kg. D. 0,250 kg.

Câu 57: Tại một nơi trên mặt đất, một con lắc đơn dao động điều hòa Trong khoảng thời gian Δt, con lắc thực hiện 60 dao động toàn phần; thay đổi chiều dài con lắc một đoạn 44 cm thì cũng trong khoảng thời gian Δt ấy, nó thực hiện 50 dao động toàn phần. Chiều dài ban đầu của con lắc là

A. 144 cm. B. 60 cm. C. 80 cm. D. 100 cm.

Câu 58: Tại một nơi trên mặt đất, con lắc đơn có chiều dài l đang dao động điều hòa với chu kì 2 s. Khi tăng chiều dài của con lắc thêm 21 cm thì chu kì dao động điều hòa của nó là 2,2 s. Chiều dài l bằng

A. 2,0 m. B. 1,0 m. C. 2,5 m. D. 1,5 m.

ĐÁP ÁN

1.C	2.D	3.C	4.A	5.D	6.A	7.A	8.C	9.D	10.C
11.B	12.C	13.B	14.A	15.B	16.D	17.A	18.C	19.A	20.D
21.C	22.D	23.B	24.B	25.D	26.B	27.A	28.D	29.A	30.C
31.C	32.B	33.B	34.C	35.C	36.D	37.D	38.A	39.D	40.B
41.A	42.D	43.B	44.D	45.C	46.C	47.C	48.B	49.D	50.C
51.D	52.A	53.A	54.B	55.D	56.C	57.D	58.B		

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án C.

Công thức tính chu kỳ của con lắc đơn: $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Câu 2: Đáp án D.

Công thức tính tần số của con lắc đơn là: $f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$.

Câu 3: Đáp án C.

Trong con lắc đơn dao động điều hòa ta có công thức liên hệ riêng là:

$$S_0^2=s^2+\frac{v^2}{\omega^2}\Leftrightarrow(\alpha_o l)^2=(\alpha l)^2+\frac{v^2}{g}.l\Leftrightarrow\alpha_0^2.l=\alpha^2 l+\frac{v^2}{g}.$$

Từ đây suy ra công thức trong đáp án C là sai.

$$T_2=2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}}.$$

Câu 4: Đáp án A.

Công thức đúng về con lắc đơn dao động điều hòa là:

$$s=S_0\cos(\omega t+\varphi).$$

Câu 5: Đáp án D.

Ta có: $\begin{cases}l_1=\frac{T_1^2 g}{4\pi^2}\\ l_2=\frac{T_2^2 g}{4\pi^2}\end{cases}\Rightarrow l=l_1+l_2\Leftrightarrow\frac{T^2 g}{4\pi^2}=\frac{T_1^2 g}{4\pi^2}+\frac{T_2^2 g}{4\pi^2}$

$\Rightarrow T^2=T_1^2+T_2^2\Rightarrow T=\sqrt{T_1^2+T_2^2}$.

Câu 6: Đáp án A.

Tương tự câu 5 chu kỳ của con lắc đơn là:

$$T^2 = aT_1^2 + bT_2^2.$$

Câu 7: Đáp án A.

Chu kỳ của con lắc đơn là: $T^2 = \left|T_1^2 - T_2^2\right|$.

Câu 8: Đáp án C.

$$\frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{T_1^2 g}{4\pi^2}.\frac{T_2^2 g}{4\pi^2} \Rightarrow T = \frac{T_1 T_2 \sqrt{g}}{2\pi}.$$

Câu 9: Đáp án D.

Ban đầu con lắc đơn dao động với chu kỳ T. Khi con lắc dao động qua vị trí cân bằng thì con lắc bị vướng đinh tại vị trí dây treo $l = \frac{1}{2}l_0$ nên trong quá trình dao động con lắc đơn sẽ dao dộng nửa chu kỳ với độ dài dây treo là l_0 và nửa chu kỳ dao động với độ dài dây treo là $\frac{l_0}{2}$. Vậy chu kỳ tổng hợp trong quá trình dao động của con lắc đơn là: $T = \frac{T_0 + T_1}{2} = \frac{T_0 + \frac{T_0}{\sqrt{2}}}{2}$.

Câu 10: Đáp án C.

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{2l}{g}} = \sqrt{2}T.$$

Vậy nên chu kỳ tăng $\sqrt{2}$ lần.

Câu 11: Đáp án B.

Nếu giảm chiều dài của dây xuống 2 lần và tăng khối lượng của vật nặng lên 4 lần thì chu kỳ mới của dây treo con lắc là: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}} = \frac{T}{\sqrt{2}}$. Con lắc có chu kỳ giảm $\sqrt{2}$ lần.

Câu 12: Đáp án C.

Chu kỳ con lắc đơn phụ thuộc vào chiều dài.

Câu 13: Đáp án B.

Nếu tăng chiều dài dây treo lên gấp đôi và giảm khối lượng đi một nửa thì chu kỳ cũng chỉ phụ thuộc vào chiều dài của dây treo chứ không phụ thuộc vào khối lượng của nó. Nên theo như câu 10 thì chu kỳ tăng lên $\sqrt{2}$ lần.

Câu 14: Đáp án A.

Vì chu kỳ của con lắc chỉ phụ thuộc vào chiều dài dây treo nên khi con lắc có dao động với biên độ bao nhiêu thì chu kỳ của con lắc vẫn không đổi.

Câu 15: Đáp án B.

Tại một nơi xác định, chu kỳ dao động điều hòa của con lắc đơn tỷ lệ thuận với căn bậc hai của chiều dài con lắc.

Câu 16: Đáp án D.

Câu 17: Đáp án A.

Để con lắc đi từ vị trí cân bằng về vị trí có li độ góc $\alpha = 2,5^0$ trong khoảng thời gian ngắn nhất thì vật chỉ quay một góc: $\alpha = \frac{\pi}{6}$. Vậy thời gian để thỏa mãn yêu cầu bài toán là: $\Delta t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\pi/6}{2\pi} = \frac{1}{12}s.$

Câu 18: Đáp án C.

Chu kỳ con lắc đơn không phụ thuộc vào khối lượng của con lắc đơn nên chu kỳ dao động khi mà thay đổi khối lượng của con lắc đơn thì không thay đổi.

Câu 19: Đáp án A.

Nếu tăng chiều dài dây lên 4 lần thì tần số f sẽ giảm đi 2 lần.

Câu 20: Đáp án D.

Phát biểu sai về con lắc đơn dao dộng điều hòa là chu kỳ của con lắc đơn không phụ thuộc vào chiều dài của dây treo con lắc đơn.

Câu 21: Đáp án C.

Chu kỳ của con lắc đơn là: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. Nên công thức trong ý C là sai.

Câu 22: Đáp án D.

Câu 23: Đáp án B.

Trong quá trình dao động vận tốc nhỏ nhất khi vật ở vị trí biên, còn lúc đi qua vị trí cân bằng thì vận tốc có giá trị lớn nhất.

Câu 24: Đáp án B.

Chiều dài dây treo tăng lên n lần thì chu kỳ sẽ tăng lên $\sqrt{n}$ lần.

Câu 25: Đáp án D.

Chu kỳ dao động của con lắc là:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{10}} = 2s.$$

Câu 26: Đáp án B.

Chiều dài l của con lắc là: $l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{2^2.\pi^2}{4\pi^2} = 1m.$

Câu 27: Đáp án A.

Gia tốc trọng trường tại nơi thực hiện thí nghiệm là:

$$g = \frac{l.4\pi^2}{T^2} = \frac{2.4\pi^2}{2^2} = 2\pi^2 = 20\left(\text{m/s}^2\right).$$

Câu 28: Đáp án D.

Chu kỳ của con lắc đơn này là:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{\left(S_0/\alpha\right)}{g}} = \sqrt{2}s.$$

Câu 29: Đáp án A.

Tần số dao động của con lắc đơn là:

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{10}{1}} = 0,5\text{Hz}.$$

Câu 30: Đáp án C.

Chiều dài của dây treo con lắc là:

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{1^2.\pi^2}{4\pi^2} = 0,25\,\text{m} = 25\,\text{cm}.$$

Câu 31: Đáp án C.

Hai con lắc dao động cùng tần số nên:

$$f_1 = f_2 \Leftrightarrow \omega_1 = \omega_2 \Leftrightarrow \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{l}} \Leftrightarrow \sqrt{\frac{10}{m}} = \sqrt{\frac{9,8}{0,49}}$$

$$\Rightarrow m = 0,5\,\text{kg}.$$

Câu 32: Đáp án B.

Chu kỳ của con lắc cần tìm là:

$$T=\sqrt{\left|T_1^2-T_2^2\right|}=\sqrt{\left|2^2-2,5^2\right|}=1,5s.$$

Câu 33: Đáp án B.

Thời gian để con lắc đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ cực đại là: $\Delta t=\frac{T}{4}=1s.$

Câu 34: Đáp án C.

Chu kỳ của con lắc cần tìm là: $T=\sqrt{3}T_0=\sqrt{3}.2=3,464s.$

Câu 35: Đáp án C.

Nếu tăng chiều dài của dây treo lên 25% thì chu kỳ của con lắc sẽ là:

$$T_1=2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}=2\pi\sqrt{\frac{l+0,25l}{g}}=\sqrt{1,25}T=1,11T.$$

Vậy chu kỳ của dao động của con lắc đơn sẽ tăng 11,8%.

Câu 36: Đáp án D.

Con lắc đơn có chiều dài quỹ đạo là 24cm nên $S_0=\frac{24}{2}=12\text{cm}$. Chiều dài của dây treo con lắc đơn là:

$$l=\frac{T^2.g}{4\pi^2}=\frac{2^2.10}{4.10}=1m.$$

Biên độ góc có giá trị là: $\alpha_0=\frac{S_0}{l}=0,12\text{rad}.$

Câu 37: Đáp án D.

Biên độ góc $S_0=\alpha_0.l=0,1.2=0,2\text{m}=20\text{cm}.$

Câu 38: Đáp án A.

Thời gian để con lắc đi từ vị trí cân bằng đến vị trí con lắc có li độ $x=\frac{A}{2}$ là: $\Delta t=\frac{T}{12}=\frac{3}{12}=0,25s.$

Câu 39: Đáp án D.

Ta có: $\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{\frac{l_1}{l_2}}=\frac{8}{9}=\frac{8n}{9n}\Rightarrow\Delta t=9nT_1=8nT_2.$

Trong đó: $T_1=2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}=2\pi\sqrt{\frac{0,64}{10}}=1,6s.$

Khoảng thời gian hai con lắc lại cùng qua vị trí cân bằng và cùng chiều một lần nữa tương đương với n nhận các giá trị lần lượt là: $n=1,2,3,4...$ Từ 4 đáp án suy ra chỉ có $\Delta t=14,4s$ là thỏa mãn.

Câu 40: Đáp án B.

Theo công thức liên hệ riêng ta được:

$$\alpha_0^2.l=\alpha^2.l+\frac{v^2}{g}\Leftrightarrow\alpha_0^2.0,2=0,1^2.0,2+\frac{\left(0,1\sqrt{2}\right)^2}{10}$$

$$\Rightarrow\alpha_0=\frac{\sqrt{2}}{10}\text{cm}\Leftrightarrow S_0=2\sqrt{2}\text{cm}.$$

Câu 41: Đáp án A.

Áp dụng công thức liên hệ riêng ta được:

$$4^2+\frac{\left(12\sqrt{3}\right)^2}{\omega^2}=\left(-4\sqrt{2}\right)^2+\frac{\left(12\sqrt{2}\right)^2}{\omega^2}\Leftrightarrow\omega=3\left(\text{rad/s}\right).$$

Thay vào công thức ta được $S_0=8\text{cm}.$

Câu 42: Đáp án D.

Biên độ góc của con lắc đơn là: $S_0=2\text{cm}.$

Vậy thời gian để hòn bi đi được quãng đường dài 2cm kể từ thời điểm ban đầu là: $\Delta t=\frac{T}{4}=0,75s.$

Câu 43: Đáp án B.

Trong hai phút con lắc đơn l thực hiện được 120 dao động nên chu kỳ của con lắc đơn l là: $T=\frac{60}{120}=0,5s.$

Khi chiều dài của con lắc chỉ còn $\frac{l}{4}$ thì chu kỳ dao động của con lắc giảm một nửa $T_1=\frac{1}{2}T=0,25s.$

Câu 44: Đáp án D.

Ta có: $\sqrt{\frac{l_1}{l_1+44}}=\frac{50}{60}=\frac{5}{6}\Rightarrow l_1=100\text{cm}.$

Câu 45: Đáp án C.

Chiều dài ban đầu của con lắc là:

$$\sqrt{\frac{l_1}{l_1+21}}=\frac{2}{2,2}\Rightarrow l_1=100\text{cm}.$$

Câu 46: Đáp án C.

Chiều dài ban đầu của con lắc là:

$$\sqrt{\frac{l_1}{l_1-32}}=\frac{20}{12}\Rightarrow l_1=50\text{cm}.$$

Câu 47: Đáp án C.

Gọi chiều dài của hai con lắc lần lượt là: $l_1;l_2$ theo đề ta có: $\sqrt{\frac{l_1}{l_1-22}}=\frac{36}{30}\Rightarrow l_1=72\text{cm}\Rightarrow l_2=50\text{cm}.$

Câu 48: Đáp án B.

Ta có: $\sqrt{\frac{l_1}{l_1-16}}=\frac{10}{6}\Rightarrow l_1=25\text{cm}\Rightarrow f=1\text{Hz}.$

Câu 49: Đáp án D.

Độ dài ban đầu của con lắc là: $\sqrt{\frac{l}{l-16}}=\frac{20}{12}\Rightarrow l=25\text{cm}.$

Câu 50: Đáp án C.

$t=0$ vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương nên $\varphi_0=-\frac{\pi}{2}.$

Tần số góc của con lắc đơn là: $\omega=\sqrt{\frac{g}{l}}=\pi\left(\text{rad/s}\right).$

Vậy phương trình dao động của vật là:

$$s=4\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{2}\right)\text{cm}.$$

Câu 51: Đáp án D.

Phương trình dao động của con lắc đơn là:

$$\alpha=0,1\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{2}\right)\left(\text{rad}\right).$$

Câu 52: Đáp án A.

Câu 53: Đáp án A.

Câu 54: Đáp án B.

Câu 55: Đáp án D.

Câu 56: Đáp án C.

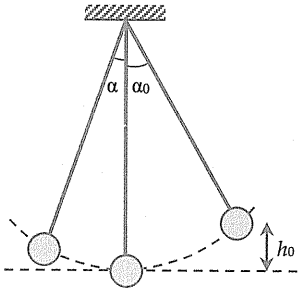
Câu 57: Đáp án D.

Câu 58: Đáp án B.

2. Bài toán năng lượng, vận tốc, gia tốc, lực căng dây của con lắc đơn

2.1. Phương pháp

Xét con lắc đơn có chiều dài l, vật nặng có khối lượng m. Kéo vật tới vị trí có độ cao h_0, khi đó li độ góc là α_0 rồi thả nhẹ cho con lắc dao động tự do. Bài toán đặt ra là khảo sát năng lượng của vật. Tìm vận tốc của vật, lực căng của sợi dây, gia tốc của vật khi vật có li độ góc α bất kì. Bỏ qua mọi ma sát.



Lời giải

• Năng lượng của con lắc đơn

– Động năng của con lắc đơn:

Khi con lắc dao động, động năng của vật nặng được xác định bởi

$$W_d = \frac{mv^2}{2}$$

– Thế năng của con lắc đơn:

Chọn mốc tính thế năng ở vị trí cân bằng, thế năng của con lắc khi con lắc ở vị trí có li độ góc α bất kì là

$$W_t = mgl(1-\cos\alpha)$$

Nếu con lắc đơn dao động điều hòa thì $1-\cos\alpha = 2\sin^2\frac{\alpha}{2} \approx 2\left(\frac{\alpha}{2}\right)^2 = \frac{\alpha^2}{2}$, khi đó thế năng là

$$W_t = \frac{mgl\alpha^2}{2}$$

– Cơ năng của con lắc đơn:

Cơ năng của con lắc đơn là tổng động năng và thế năng của con lắc. Khi động năng bằng 0 thì thế năng cực đại và ngược lại, khi thế năng bằng 0 thì động năng cực đại. Do đó, cơ năng bằng động năng cực đại và cũng bằng thế năng cực đại.

$$W = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = mgl(1-\cos\alpha_{max})$$

• Vận tốc của vật khi vật ở vị trí có li độ góc α

Chọn mốc tính thế năng tại vị trí cân bằng của con lắc.

Cơ năng tại vị trí ban đầu chỉ gồm thế năng trọng trường

$$W_1 = mgh_0 = mg(l - l\cos\alpha_0) = mgl(1-\cos\alpha_0)$$

Cơ năng tại vị trí con lắc có li độ góc α gồm động năng và thế năng trọng trường

$$W_2 = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 + mgl(1-\cos\alpha)$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho vị trí ban đầu và vị trí vật có li độ góc α, ta có

$$mgl(1-\cos\alpha_0) = \frac{1}{2}mv^2 + mgl(1-\cos\alpha)$$

Từ đó suy ra biểu thức tính vận tốc của con lắc khi ở li độ góc α là

$$v = \pm\sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$$

– Vận tốc và tốc độ cực đại, cực tiểu:

Vì $\cos\alpha \le 1$ nên vận tốc cực đại là

$$\boxed{v_{max}=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha_0\right)}}$$

Khi đó vật ở vị trí có li độ góc $\alpha=0$, tức là vật đang đi qua vị trí cân bằng, và đang đi theo chiều dương.

Cũng vì $\cos\alpha\le 1$ nên vận tốc cực tiểu là

$$\boxed{v_{min}=-\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha_0\right)}}$$

Khi đó vật ở vị trí có li độ góc $\alpha=0$, tức là vật đang đi qua vị trí cân bằng, và đang đi theo chiều âm.

Cũng vì $\cos\alpha\le 1$ nên tốc độ cực đại là

$$\boxed{|v|_{max}=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha_0\right)}}$$

Khi đó vật ở vị trí có li độ góc $\alpha=0$, tức là vật đang đi qua vị trí cân bằng (không kể chiều).

$$\boxed{|v|_{max}=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha_0\right)}}$$

– Vận tốc của con lắc đơn khi dao động điều hòa:

Trong trường hợp góc α và α_0 là các góc nhỏ (nhỏ hơn hoặc bằng 10 độ) thì dao động của con lắc đơn là dao động điều hòa. Khi đó ta có

$$\begin{cases}\cos\alpha=1-2\sin^2\dfrac{\alpha}{2}\approx 1-2.\left(\dfrac{\alpha}{2}\right)^2=1-\dfrac{\alpha^2}{2}\\ \cos\alpha_0=1-2\sin^2\dfrac{\alpha_0}{2}\approx 1-2.\left(\dfrac{\alpha_0}{2}\right)^2=1-\dfrac{{\alpha_0}^2}{2}\end{cases}$$

STUDY TIP

Nếu α (rad) rất nhỏ ta có:

$\sin\alpha\approx\alpha$

$\cos\alpha\approx\alpha$

Thay vào biểu thức tính vận tốc, ta được

$$\boxed{v=\pm\sqrt{gl\left(\alpha_0^2-\alpha^2\right)}}$$

Vận tốc cực đại, cực tiểu lúc này là

$$\boxed{\begin{cases}v_{max}=\sqrt{gl\alpha_0^2}=\alpha_0\sqrt{gl}=\alpha_0 l\omega=S_0\omega\\ v_{min}=-\sqrt{gl\alpha_0^2}=-\alpha_0\sqrt{gl}=-\alpha_0 l\omega=-S_0\omega\end{cases}}$$

Ở đây $S_0=\alpha_0 l$ là biên độ dài của con lắc đơn.

• Lực căng dây khi vật ở vị trí có li độ góc α

Khi vật ở vị trí có li độ góc α, các lực tác dụng lên vật gồm: trọng lực $\vec{P}=m\vec{g}$ và lực căng $\vec{T}$ của sợi dây. Hợp của hai lực này chính là lực hướng tâm (bạn đọc nào không nhớ xem lại lí thuyết phần Vật lí 10), vật chuyển động trên quỹ đạo tròn có bán kính $R=l$. Ta có

$$\vec{P}+\vec{T}=\overrightarrow{F_{ht}}$$

Chiếu các lực này lên phương của sợi dây, ta được

$$-P\cos\alpha+T=ma_{ht}=m\frac{v^2}{l}\Rightarrow T=mg\cos\alpha+m\frac{v^2}{l}$$

thay biểu thức vận tốc vào, ta được

$$T=mg\cos\alpha+m\frac{2gl\left(\cos\alpha-\cos\alpha_0\right)}{l}=mg\cos\alpha+2mg\left(\cos\alpha-\cos\alpha_0\right)$$

Rút gọn lại, ta có biểu thức lực căng dây là

$$\boxed{T=mg\left(3\cos\alpha-2\cos\alpha_0\right)}$$

– Lực căng dây cực đại: Vì $\cos\alpha \le 1$ nên ta có: $T \le mg(3-2\cos\alpha_0)$

Đẳng thức xảy ra khi $\cos\alpha = 1$, tức là $\alpha = 0$ hay khi vật đi qua vị trí cân bằng. Khi đó lực căng dây cực đại là

$$\boxed{T_{max} = mg(3-2\cos\alpha_0)}$$

– Lực căng dây cực tiểu: Vì $0 < \alpha \le \alpha_0 < 90°$ nên ta có $\cos\alpha \ge \cos\alpha_0$. Từ đó

$$T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0) \ge mg(3\cos\alpha_0 - 2\cos\alpha_0) = mg\cos\alpha_0.$$

Đẳng thức xảy ra khi $\alpha = \alpha_0$, tức là khi con lắc ở biên. Khi đó lực căng dây cực tiểu là

$$\boxed{T_{min} = mg\cos\alpha_0}$$

• **Gia tốc của con lắc đơn khi vật ở vị trí có li độ góc α**

Trong quá trình dao động, gia tốc của con lắc đơn gồm:

– Gia tốc tiếp tuyến:

$$a_t = \frac{F_t}{m} = \frac{P\sin\alpha}{m} \Rightarrow \boxed{a_t = g\sin\alpha}$$

Vì $0 < \alpha \le \alpha_0 < 90°$ nên $0 \le \sin\alpha \le \sin\alpha_0$ do đó $0 \le a_t \le g\sin\alpha_0$

* Gia tốc tiếp tuyến cực đại tại vị trí biên $\alpha = \alpha_0$: $a_{t_{max}} = g\sin\alpha_0$

* Gia tốc tiếp tuyến cực tiểu tại vị trí cân bằng $\alpha = 0$: $a_{t_{min}} = 0$

– Gia tốc hướng tâm (gia tốc pháp tuyến):

$$a_n = \frac{v^2}{l} = \frac{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}{l} \Rightarrow \boxed{a_n = 2g(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$$

Vì $0 < \alpha \le \alpha_0 < 90°$ nên ta có $1 \ge \cos\alpha \ge \cos\alpha_0$. Từ đó: $0 \le a_n \le 2g(1-\cos\alpha_0)$

* Gia tốc hướng tâm cực đại tại vị trí tại vị trí cân bằng $\alpha = 0$: $a_{n_{max}} = 2g(1-\cos\alpha_0)$

* Gia tốc hướng tâm cực tiểu tại vị trí biên $\alpha = \alpha_0$: $a_{n_{min}} = 0$

STUDY TIP

Có được biểu thức này là do gia tốc hướng tâm luôn vuông góc với gia tốc tiếp tuyến.

– Gia tốc toàn phần: $\vec{a} = \vec{a_n} + \vec{a_t}$

Độ lớn của gia tốc toàn phần là $\boxed{a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}}$

Chúng ta qua các ví dụ minh họa để vận dụng.

2.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Hai con lắc đơn làm bằng hai hòn bi có bán kính bằng nhau, treo trên hai sợi dây có cùng độ dài. Hai hòn bi có khối lượng khác nhau. Hai con lắc dao động trong một môi trường với li độ góc ban đầu như nhau và vận tốc ban đầu đều bằng 0. Phát biểu nào sau đây đúng?

A. Biên độ của con lắc nhẹ giảm chậm hơn biên độ con lắc nặng.

B. Con lắc nặng tắt dần nhanh hơn.

C. Biên độ của hai con lắc giảm theo thời gian với tốc độ như nhau.

D. Con lắc nhẹ tắt dần nhanh hơn.

Lời giải

Cơ năng của con lắc đơn bằng thế năng cực đại của con lắc: $W = \frac{mgl\alpha_0^2}{2}$

Như vậy, với cùng điều kiện như nhau, khối lượng khác nhau thì con lắc nào nặng hơn sẽ có năng lượng lớn hơn. Con lắc có năng lượng ít hơn sẽ tắt nhanh hơn.

Đáp án D.

Ví dụ 2: Hai con lắc đơn dao động điều hòa tại cùng một nơi trên Trái Đất với cùng một cơ năng. Khối lượng quả nặng thứ nhất gấp ba lần khối lượng quả nặng thứ hai $\left(m_1 = 3m_2\right)$. Chiều dài dây treo của con lắc thứ nhất bằng một nửa chiều dài dây treo của con lắc thứ hai $\left(l_1 = \frac{l_2}{2}\right)$. Quan hệ giữa biên độ góc của hai con lắc là:

A. $\alpha_1 = \frac{2}{3}.\alpha_2$. B. $\alpha_1 = 1,5.\alpha_2$. C. $\alpha_1 = \sqrt{\frac{2}{3}}.\alpha_2$. D. $\alpha_1 = \sqrt{1,5}.\alpha_2$.

Lời giải

Vì hai con lắc đơn dao động tại cùng 1 nơi trên Trái Đất, cơ năng bằng nhau nên:

$$m_1 g l_1 \frac{\alpha_1^2}{2} = m_2 g l_2 \frac{\alpha_2^2}{2}$$

Theo dữ kiện đề bài, $\left(m_1 = 3m_2\right)$ và $\left(l_1 = \frac{l_2}{2}\right)$ nên suy ra $\alpha_1 = \sqrt{\frac{2}{3}}\alpha_2$.

Đáp án C.

Ví dụ 3: Con lắc đơn có chiều dài dây treo là 75cm, vật có khối lượng 100g dao động ở nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,8\ \text{m/s}^2$, biên độ góc 20°. Khi đi qua li độ góc 10° thì tốc độ của vật và lực căng sợi dây là:

A. 0,81 m/s; 1,50N. B. 0,18 m/s; 1,50N.
C. 0,81 m/s; 1,05N. D. 0,18 m/s; 1,05N.

Lời giải

Tốc độ của vật xác định bởi

$$|v| = \sqrt{2gl\left(\cos\alpha - \cos\alpha_0\right)} = \sqrt{2.9,8.0,75.\cos 10° - \cos 20°} \approx 0,81\ \left(\text{m/s}\right)$$

Lực căng dây: $T = mg\left(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0\right) = 0,1.9,8.3\cos 10° - 2\cos 20° \approx 1,05\ \left(\text{N}\right)$

Đáp án C.

Ví dụ 4: Con lắc đơn có chiều dài dây là l = 80 cm dao động điều hoà. Khi lực căng dây lớn gấp hai lần trọng lực của vật thì vận tốc của vật là 2,84 m/s. Li độ góc của vật khi đó gần giá trị nào nhất trong các giá trị:

A. 7°. B. 6°. C. 8°. D. 10°.

Lời giải

Lực căng dây có độ lớn gấp 2 lần trọng lực nên ta có

$$T = 2P \Leftrightarrow mg\left(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0\right) = 2mg \Rightarrow 3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0 = 2 \quad (1)$$

Vận tốc của vật khi đó là

$$v = \sqrt{2gl\left(\cos\alpha - \cos\alpha_0\right)} = 2,84 \Rightarrow \cos\alpha - \cos\alpha_0 = 0,5041 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta suy ra: $\cos\alpha = 0,9918 \Rightarrow \alpha \approx 7,34°$

Đáp án A.

Ví dụ 5: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo là 100 cm, kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc α_0 với $\cos\alpha_0 = 0,892$ rồi truyền cho nó vận tốc v = 30 cm/s. Lấy $g = 10\ \text{m/s}^2$. Vận tốc cực đại của vật là?

A. 1,0 m/s. B. 1,2 m/s. C. 1,5 m/s. D. 1,8 m/s.

Lời giải

Chú ý

Bài toán cho li độ và vận tốc tại một thời điểm nhưng ta không thể áp dụng hệ thức độc lập với thời gian: $\alpha_0^2=\alpha^2+\frac{v^2}{gl}$ để tìm biên độ góc được, vì biểu thức này chỉ đúng khi con lắc đơn dao động điều hòa.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có: động năng cực đại của vật bằng tổng thế năng và động năng của vật khi vật ở vị trí có li độ góc α_0. Ta có

$$\frac{mv_0^2}{2}=mgl\left(1-\cos\alpha_0\right)+\frac{mv^2}{2}$$

Từ đó suy ra vận tốc cực đại của vật là: $v_0=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha_0\right)+v^2}=1,5$ (m/s)

Đáp án D.

Ví dụ 6: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo là 100 cm, kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc α_0 với $\cos\alpha_0=0,892$ rồi truyền cho nó vận tốc $v=30$ cm/s. Lấy $g=10$ m/s^2. Cho khối lượng của vật là $m=100$ g. Lực căng dây của vật ở li độ góc α với $\cos\alpha\approx0,9$ là:

A. 0,916N. B. 0,945N. C. 0,975N. D. 0,925N.

Lời giải

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có: động năng cực đại của vật bằng tổng thế năng và động năng của vật khi vật ở vị trí có li độ góc α_0. Ta có

$$\frac{mv_0^2}{2}=mgl\left(1-\cos\alpha_0\right)+\frac{mv^2}{2}$$

Từ đó suy ra vận tốc cực đại của vật là: $v_0=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha_0\right)+v^2}=1,5\ \left(\text{m/s}\right)$

Gọi α_{max} là biên độ góc của con lắc. Ta có:

$$v_0=\sqrt{2gl\left(1-\cos_{\alpha_{max}}\right)}\Rightarrow\cos_{\alpha_{max}}=1-\frac{v_0^2}{2gl}=0,8875$$

Lực căng dây của vật ở li độ góc α là:

$$T=mg\left(3\cos\alpha-2\cos_{\alpha_{max}}\right)=0,1.10.\left(3.0,9-2.0,8875\right)=0,925\ \left(\text{N}\right)$$

Đáp án D.

Ví dụ 7: Một con lắc đơn có dây treo dài $l=90$ cm, vật nặng có khối lượng $m=100$g. Con lắc dao động tại nơi có gia tốc trọng trường $g=10$ m/s^2. Khi con lắc đi qua vị trí cân bằng, lực căng dây treo bằng 3N. Vận tốc của vật nặng khi đi qua vị trí này có độ lớn là:

A. $3\sqrt{3}$ m/s. B. $3\sqrt{2}$ m/s. C. 3 m/s. D. $2\sqrt{3}$ m/s.

Lời giải

Khi con lắc qua vị trí cân bằng, ta có

$$T=mg\left(3-2\cos\alpha_0\right)\Rightarrow\cos\alpha_0=\frac{3}{2}-\frac{T}{2mg}=\frac{3}{2}-\frac{3}{2.0,1.10}=0$$

Vận tốc của vật nặng có độ lớn là

$$v=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha_0\right)}=\sqrt{2.10.0,9.\left(1-0\right)}=3\sqrt{2}\left(\text{m/s}\right)$$

Đáp án B.

Ví dụ 8: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo $l=1$m đang dao động điều hoà tại nơi có gia tốc trọng trường là $g=10$ m/s^2. Cho biết lực căng dây nhỏ nhất bằng 0,97 lần lực căng dây lớn nhất. Vận tốc cực đại của con lắc đơn trong quá trình dao động là:

A. 0,452 m/s. B. 0,358 m/s. C. 0,648 m/s. D. 0,854 m/s.

Lời giải

Lực căng dây nhỏ nhất xác định bởi: $T_{min} = mg\cos\alpha_0$

Lực căng dây lớn nhất xác định bởi: $T_{max} = mg(3-2\cos\alpha_0)$

Theo bài ra ta có $T_{min} = 0,97T_{max} \Leftrightarrow mg\cos\alpha_0 = 0,97mg(3-2\cos\alpha_0) \Leftrightarrow \cos\alpha_0 = \frac{97}{98}$

Vận tốc cực đại của con lắc trong quá trình dao động là

$$v_0 = \sqrt{2gl(1-\cos\alpha_0)} = \sqrt{2.10.1.\left(1-\frac{97}{98}\right)} = \frac{\sqrt{10}}{1} \approx 0,452$$

Đáp án A.

Ví dụ 9: Một con lắc đơn dao động với biên độ $\alpha_0 < \frac{\pi}{2}$, có mốc thế năng được chọn tại vị trí cân bằng của vật nặng. Gọi độ lớn vận tốc của vật nặng khi động năng bằng thế năng là v_1, khi độ lớn của lực căng dây treo bằng trọng lực tác dụng lên vật là v_2. Tỉ số $\frac{v_1}{v_2}$ có giá trị nào sau đây?

A. $\frac{2}{3}$. B. $\sqrt{\frac{2}{3}}$. C. $\sqrt{\frac{3}{2}}$. D. $\frac{3}{2}$.

Lời giải

Khi động năng bằng thế năng, ta có

$$W_d = W_t \Rightarrow W_d = \frac{W}{2} \Leftrightarrow \frac{mv_0^2}{2} = \frac{1}{2}.\frac{mv^2}{2} \Leftrightarrow v_1 = \frac{v_0\sqrt{2}}{2} \quad (1)$$

Khi độ lớn của lực căng dây treo bằng trọng lực, ta có

$$mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0) = mg \Leftrightarrow 3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0 = 1 \Rightarrow \cos\alpha = \frac{1+2\cos\alpha_0}{3}$$

Khi đó vận tốc là $v_2 = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$

$$= \sqrt{2gl\left(\frac{1+2\cos\alpha_0}{3} - \cos\alpha_0\right)} = \sqrt{\frac{2gl}{3}(1-\cos\alpha_0)} \Rightarrow v_2 = \frac{v_0}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra tỉ số $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{2}{3}}$.

Đáp án B.

Ví dụ 10: Cho con lắc đơn với vật nặng khối lượng $m = 100$g. Con lắc đang dao động điều hoà với cơ năng 8mJ. Tính tốc độ trung bình của con lắc trong một chu kì:

A. 25,5 cm/s. B. 23 cm/s. C. 17,8 cm/s. D. 15 cm/s.

Lời giải

Tốc độ trung bình của con lắc trong một chu kì là: $v_{tb} = \frac{4s_0}{T} = \frac{4s_0}{\frac{2\pi}{\omega}} = \frac{4s_0\omega}{2\pi} = \frac{2v_0}{\pi}$ (*)

Với v_0 là tốc độ cực đại của vật. Mặt khác, động năng cực đại bằng cơ năng, nên ta có: $W = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2,8.10^{-3}}{0,1}} = 0,4$ (m/s) = 40 (cm/s)

Thế vào (*) $\Rightarrow v_{tb} = \frac{2.40}{\pi} \approx 25,5$ cm/s.

Đáp án A.

Ví dụ 11: Treo một vật nhỏ có trọng lượng 10N vào đầu một sợi dây nhẹ, không co dãn rồi kéo vật ra một đoạn sao cho dây treo lệch so với phương thẳng đứng một góc α_0 và thả nhẹ cho vật dao động. Bỏ qua mọi lực cản môi trường. Biết dây treo chỉ chịu được lực căng lớn nhất là 20N. Giá trị lớn nhất của α_0 để dây treo không bị đứt là:

A. 45°. B. 28,34°. C. 60°. D. 30°.

Lời giải

Để dây treo không bị đứt thì lực căng dây cực đại phải nhỏ hơn hoặc bằng giá trị giới hạn

$$T_{max} = mg\left(3-2\cos\alpha_0\right) \le 20\,(\text{N}) \Leftrightarrow 10\left(3-2\cos\alpha_0\right) \le 20 \Leftrightarrow \cos\alpha_0 \ge \frac{1}{2} \Leftrightarrow \alpha_0 \le 60^\circ$$

Đáp án C.

Ví dụ 12: Một con lắc đơn dao động điều hoà tại nơi có gia tốc trọng trường là $10\ \text{m/s}^2$. Góc lớn nhất mà dây treo hợp với phương thẳng đứng là $\alpha_0 = 0{,}1$ rad. Tại vị trí dây treo hợp với phương thẳng đứng góc $\alpha = 0{,}01$ (rad) thì gia tốc của con lắc có độ lớn là:

A. $0{,}1\ \text{m/s}^2$. B. $0{,}0989\ \text{m/s}^2$. C. $0{,}14\ \text{m/s}^2$. D. $0{,}17\ \text{m/s}^2$.

Lời giải

Gia tốc pháp tuyến: $a_n = 2g\left(\cos\alpha - \cos\alpha_0\right) \approx 0{,}0989\ (\text{m/s}^2)$

Gia tốc tiếp tuyến: $a_t = g\sin\alpha \approx 0{,}1\ (\text{m/s}^2)$

Gia tốc toàn phần: $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} \approx 0{,}14\ (\text{m/s}^2)$

Đáp án C.

Ví dụ 13: Tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 10\ \text{m/s}^2$, một con lắc đơn có chiều dài 1m, dao động với biên độ góc 60°. Trong quá trình dao động, cơ năng của con lắc được bảo toàn. Tại vị trí dây treo hợp với phương thẳng đứng góc 30°, gia tốc của vật nặng của con lắc có độ lớn là:

A. $1232\ \text{cm/s}^2$. B. $500\ \text{cm/s}^2$. C. $732\ \text{cm/s}^2$. D. $887\ \text{cm/s}^2$.

Lời giải

Gia tốc pháp tuyến: $a_n = 2g\left(\cos\alpha - \cos\alpha_0\right) \approx 7{,}32\ (\text{m/s}^2)$

Gia tốc tiếp tuyến: $a_t = g\sin\alpha = 5\ (\text{m/s}^2)$

Gia tốc toàn phần: $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{7{,}32^2 + 5^2} \approx 8{,}87\ (\text{m/s}^2) = 887\ (\text{cm/s}^2)$

Đáp án D.

Ví dụ 14: Một con lắc đơn gồm một vật nhỏ được treo vào đầu dưới của một sợi dây không dãn, đầu trên của sợi dây được buộc cố định. Bỏ qua ma sát và lực cản của không khí. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc α_0 (rad) nhỏ rồi thả nhẹ. Tỉ số giữa độ lớn gia tốc của vật tại vị trí cân bằng và độ lớn gia tốc tại vị trí biên là:

A. α_0. B. $1{,}73\alpha_0$. C. $10\alpha_0$. D. 0.

Lời giải

Tại vị trí cân bằng $\alpha = 0$ nên ta có $\begin{cases} a_{t_1} = g\sin\alpha = 0 \\ a_{n_1} = 2g\left(1-\cos\alpha_0\right) \end{cases}$

Suy ra gia tốc toàn phần là: $a_1 = \sqrt{a_{t_1}^2 + a_{n_1}^2} = 2g(1-\cos\alpha_0) \approx g\alpha_0^2 \quad \left(1-\cos\alpha_0 \approx \frac{\alpha_0^2}{2}\right)$

Tại vị trí biên $\alpha = \alpha_0$ nên ta có $\begin{cases} a_{t_2} = g\sin\alpha \approx g\alpha_0 \\ a_{n_2} = 2g(\cos\alpha_0 - \cos\alpha_0) = 0 \end{cases}$

Gia tốc toàn phần là: $a = \sqrt{a_{t_2}^2 + a_{n_2}^2} = g\alpha_0$

Vậy ta có tỉ số độ lớn gia tốc của vật tại vị trí cân bằng và độ lớn gia tốc tại vị trí biên là: $\frac{a_1}{a_2} = \frac{g\alpha_0^2}{g\alpha_0} = \alpha_0$

STUDY TIP

Kết quả này chỉ được áp dụng khi con lắc dao động với biên độ góc α_0 coi là nhỏ, hay con lắc dao động điều hoà.

Đáp án A.

Ví dụ 15: Con lắc đơn gồm vật nhỏ có khối lượng $m = 200$ g, chiều dài $l = 100$ cm đang thực hiện dao động điều hoà. Biết gia tốc của vật nhỏ ở vị trí biên có độ lớn gấp 10 lần độ lớn gia tốc của nó khi qua vị trí cân bằng. Biên độ dao động của con lắc có giá trị là:

A. 10cm. B. 5cm. C. $5\sqrt{2}$ cm. D. $10\sqrt{2}$ cm.

Lời giải

Theo kết quả bài trên, khi con lắc đơn dao động điều hòa thì ta có

$$\frac{a_b}{a_{cb}} = \frac{1}{\alpha_0} = 10 \Rightarrow \alpha_0 = 0,1 \text{ rad}$$

Biên độ dao động của con lắc có giá trị là: $s_0 = \alpha_0 . l = 0,1.100 = 10$ (cm)

Đáp án A.

Ví dụ 16: Một con lắc đơn khối lượng m, dây mảnh có chiều dài l. Từ vị trí cân bằng kéo vật sao cho dây treo hợp với phương thẳng đứng góc $\alpha_0 = 60°$ rồi thả nhẹ, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, bỏ qua mọi lực cản. Độ lớn gia tốc có giá trị cực tiểu trong quá trình chuyển động là:

A. $a = 10\sqrt{\frac{2}{3}} \text{ m/s}^2$. B. $a = 0 \text{ m/s}^2$.

C. $a = 10\sqrt{\frac{3}{2}} \text{ m/s}^2$. D. $a = \frac{10\sqrt{5}}{3} \text{ m/s}^2$.

Lời giải

Để tìm gia tốc có giá trị cực tiểu khi nào thì ta sẽ biểu diễn gia tốc toàn phần của con lắc theo li độ góc α rồi khảo sát.

Gia tốc tiếp tuyến của con lắc là: $a_t = g\sin\alpha = 10\sin\alpha \text{ (m/s}^2\text{)}$

Gia tốc pháp tuyến của con lắc là:

$$a_n = 2g(\cos\alpha - \cos\alpha_0) = 20\left(\cos\alpha - \frac{1}{2}\right) = 20\cos\alpha - 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Gia tốc toàn phần là: $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{(10\sin\alpha)^2 + (20\cos\alpha - 10)^2}$

$= \sqrt{100\sin^2\alpha + 400\cos^2\alpha - 400\cos\alpha + 100}$

$= 10\sqrt{3\cos^2\alpha - 4\cos^2\alpha + 2} = 10\sqrt{3\left(\cos\alpha - \frac{2}{3}\right)^2 + \frac{2}{3}} \geq 10\sqrt{\frac{2}{3}} \text{ (m/s}^2\text{)}$

Vậy $a_{\min} = 10\sqrt{\frac{2}{3}}$ khi $\cos\alpha = \frac{2}{3}$ hay $\alpha \approx 48° < \alpha_0$ (thỏa mãn).

Đáp án A.

2.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Một con lắc đơn dao động điều hòa có chiều dài dây l tại nơi có gia tốc trọng trường, biết biên độ góc là α_0. Biểu thức tính vận tốc của con lắc đơn là?

A. $v=\sqrt{2gl\left(3\cos\alpha-2\cos\alpha_0\right)}$.

B. $v=\sqrt{4gl\left(2\cos\alpha-\cos\alpha_0\right)}$.

C. $v=\sqrt{2gl\left(2\cos\alpha-3\cos\alpha_0\right)}$.

D. $v=\pm\sqrt{2gl\left(\cos\alpha-\cos\alpha_0\right)}$.

Câu 2: Một con lắc đơn dao động điều hòa có chiều dài dây l tại nơi có gia tốc trọng trường, biết biên độ góc là α_0. Biểu thức tính vận tốc cực đại của con lắc đơn là?

A. $v_{max}=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha_0\right)}$.

B. $v_{max}=\sqrt{3gl\left(1-\cos\alpha_0\right)}$.

C. $v_{max}=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha\right)}$.

D. $v_{max}=\sqrt{3gl\left(1-\cos\alpha\right)}$.

Câu 3: Biểu thức tính lực căng dây của con lắc đơn?

A. $T=mg\left(2\cos\alpha-3\cos\alpha_0\right)$.

B. $T=mg\left(3\cos\alpha+2\cos\alpha_0\right)$.

C. $T=mg\left(3\cos\alpha-2\cos\alpha_0\right)$.

D. $T=2mg\left(3\cos\alpha+2\cos\alpha_0\right)$.

Câu 4: Một con lắc đơn dao động điều hòa có chiều dài dây l tại nơi có gia tốc trọng trường g, biết biên độ góc α_0. Quả nặng có khối lượng m. Công thức tính động năng, thế năng của con lắc tại vị trí li độ góc α?

A. $W_d=\frac{1}{2}mv^2;\ W_t=3mgl\left(1-\cos\alpha\right)$.

B. $W_d=\frac{1}{2}mv^2;\ W_t=3mgl\left(\cos\alpha_0-\cos\alpha\right)$.

C. $W_d=\frac{1}{2}mv^2;\ W_t=mgl\left(1-\cos\alpha_0\right)$.

D. $W_d=\frac{1}{2}mv^2;\ W_t=mgl\left(1-\cos\alpha\right)$.

Câu 5: Công thức thế năng theo góc nhỏ?

A. $mgls\frac{\alpha^2}{2}$. B. $2mgl\frac{\alpha^2}{2}$. C. $mgl\frac{\alpha^2}{2}$. D. $3mgls$.

Câu 6: Một con lắc đơn dao động điều hòa với chu kì 2s. Tính chu kỳ của động năng?

A. 2s. B. Không biến thiên.

C. 4s. D. 1s.

Câu 7: Một con lắc đơn dao động điều hòa với tần số 4Hz. Tính tần số của thế năng?

A. 4Hz. B. Không biến thiên.

C. 6Hz. D. 8Hz.

Câu 8: Một con lắc đơn dao động điều hòa với chu kì 2s. Tính chu kỳ của cơ năng?

A. 2s. B. Không biến thiên.

C. 4s. D. 1s.

Câu 9: Một con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ T. Thời gian để động năng và thế năng bằng nhau liên tiếp là 0,5s. Tính chiều dài con lắc đơn, lấy $g=\pi^2$.

A. 10 cm. B. 20 cm. C. 50 cm. D. 100 cm.

Câu 10: Một con lắc đơn có chiều dài l = 1m dao động điều hòa tại nơi có gia tốc trọng trường $g=10\ m/s^2$. Tính thời gian để động năng và thế năng bằng nhau liên tiếp.

A. 0,4 s. B. 0,5 s. C. 0,6 s. D. 0,7 s.

Câu 11: Một con lắc đơn có độ dài dây là 2m, treo quả nặng 1 kg, kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng góc 60° rồi buông tay. Tính thế năng cực đại của con lắc đơn?

A. 1 J. B. 5 J. C. 10 J. D. 15 J.

Câu 12: Một con lắc đơn gồm vật nặng có khối lượng $m=200g$, $l=100cm$. Kéo vật khỏi vị trí cân bằng $\alpha=60°$ so với phương thẳng đứng rồi buông nhẹ. Lấy $g=10\ m/s^2$. Tính năng lượng của con lắc.

A. 0,5 J. B. 1 J. C. 0,27 J. D. 0,13 J.

Câu 13: Một con lắc đơn có khối lượng vật là m = 200g, chiều dài l = 50cm. Từ vị trí cân bằng truyền cho vật vận tốc v = 1m/s theo phương ngang. Lấy $g=10\ m/s^2$. Lực căng dây khi vật qua vị trí cân bằng là:

A. 2,4 N. B. 3 N. C. 4 N. D. 6 N.

Câu 14: Một con lắc đơn có độ dài dây là 1m, treo quả nặng 1 kg, kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng góc 60° rồi buông tay. Tính vận tốc cực đại của con lắc đơn?

A. π m/s. B. $0,1\pi$ m/s. C. 10 m/s. D. 1 m/s.

Câu 15: Một quả nặng 0,1 kg, treo vào sợi dây dài 1m, kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng góc $\alpha=0,1$ rad rồi buông tay không vận tốc đầu. Tính cơ năng của con lắc? Biết $g=10\ m/s^2$.

A. 5 J. B. 50 mJ. C. 5 mJ. D. 0,5 J.

Câu 16: Một quả nặng 0,1kg, treo vào sợi dây dài 1m, kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng góc $\alpha=0,1$ rad rồi buông tay không vận tốc đầu. Tính động năng của con lắc tại vị trí $\alpha=0,05$ rad? Biết $g=10\ m/s^2$.

A. 37,5 mJ. B. 3,75 J. C. 37,5 J. D. 3,75 mJ.

Câu 17: Một con lắc đơn dao động điều hòa có cơ năng 1J, $m=0,5kg$. Tính vận tốc của con lắc đơn khi nó đi qua vị trí cân bằng?

A. 20 cm/s. B. 5 cm/s. C. 2 m/s. D. 200 mm/s.

Câu 18: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo $l=40cm$ dao động với biên độ góc $\alpha=0,1$ rad tại nơi có $g=10\ m/s^2$. Vận tốc của vật khi đi qua vị trí cân bằng là

A. 10 cm/s. B. 20 cm/s. C. 30 cm/s. D. 40 cm/s.

Câu 19: Hai con lắc đơn có cùng vật nặng, chiều dài dây lần lượt là $l_1 = 81$ cm; $l_2 = 64$ cm dao động với biên độ góc nhỏ tại cùng một nơi với cùng năng lượng dao động với biên độ con lắc thứ nhất là $\alpha = 5°$, biên độ con lắc thứ hai là:

A. 5,625°. B. 4,445°. C. 6,328°. D. 3,915°.

Câu 20: Một con lắc đơn có dây dài 100cm vật nặng có khối lượng 1000g, dao động với biên độ $\alpha = 0,1$ rad, tại nơi có gia tốc $g = 10$ m/s^2. Cơ năng toàn phần của con lắc là:

A. 0,1J. B. 0,5J. C. 0,01J. D. 0,05J.

Câu 21: Một con lắc đơn có dây treo dài 50cm vật nặng có khối lượng 25 g. Từ vị trí cân bằng kéo dây treo đến vị trí nằm ngang rồi thả cho dao động. Lấy $g = 10$ m/s^2. Vận tốc của vật khi qua vị trí cân bằng là:

A. $\pm 0,1$ m/s^2. B. $\pm\sqrt{10}$ m/s^2.

C. $\pm 0,5$ m/s^2. D. $\pm 0,25$ m/s^2.

Câu 22: Một con lắc đơn có chiều dài $l = 1$m. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng sao cho dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 10°$. Vận tốc của vật tại vị trí động năng bằng thế năng là:

A. 0,39m/s. B. 0,55m/s. C. 1,25 m/s. D. 0,77m/s.

Câu 23: Một con lắc đơn dao động với $l = 1$m, vật nặng có khối lượng $m = 1$kg, biên độ $S = 10$cm tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 10$ m/s^2. Cơ năng toàn phần của con lắc là:

A. 0,05J. B. 0,5J. C. 1J. D. 0,1J.

Câu 24: Một con lắc đơn có $l = 1$m, $g = 10$ m/s^2, chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng. Con lắc dao động với biên độ $\alpha = 9°$. Vận tốc của vật tại vị trí động năng bằng thế năng?

A. $4,5\sqrt{2}$ m/s. B. $9\sqrt{5}$ m/s.

C. 9,88 m/s. D. 0,35 m/s.

Câu 25: Một con lắc đơn $l = 1$m. kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng sao cho dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 10°$ rồi thả không vận tốc đầu. Lấy $g = 10$ m/s^2. Vận tốc khi vật qua vị trí cân bằng

A. 0,5 m/s. B. 0,55 m/s. C. 1,25 m/s. D. 0,77 m/s.

Câu 26: Một con lắc đơn có dây treo dài l = 0,4m, m = 200g, lấy $g = 10$ m/s^2. Bỏ qua ma sát, kéo dây treo để con lắc lệch góc $\alpha = 60°$ so với phương thẳng đứng rồi buông nhẹ. Lúc lực căng dây là 4 N thì vận tốc của vật có độ lớn là bao nhiêu?

A. 2m/s. B. $2\sqrt{2}$ m/s. C. 5m/s. D. $\sqrt{2}$ m/s.

Câu 27: Con lắc đơn chiều dài 1(m), khối lượng 200(g), dao động với biên độ góc 0,15(rad) tại nơi có g = 10(m/s²). Ở li độ góc bằng $\frac{2}{3}$ biên độ, con lắc có động năng:

A. 625.10^{-3} (J). B. 625.10^{-4} (J).

C. 125.10^{-3} (J). D. 125.10^{-4} (J).

Câu 28: Hai con lắc đơn dao động điều hòa tại cùng một nơi trên mặt đất, có năng lượng như nhau. Quả nặng của chúng có cùng khối lượng, chiều dài dây treo con lắc thứ nhất dài gấp đôi chiều dài dây treo con lắc thứ hai. Quan hệ về biên độ góc của hai con lắc là

A. $\alpha_1 = 2\alpha_2$. B. $\alpha_1 = \frac{1}{2}\alpha_2$.

C. $\alpha_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}\alpha_2$. D. $\alpha_1 = \sqrt{2}\alpha_2$.

Câu 29: Một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc $\alpha_0 = 5°$. Với li độ góc α bằng bao nhiêu thì động năng của con lắc gấp hai lần thế năng?

A. $\alpha = 2,89°$. B. $\alpha = \pm 2,89°$.

C. $\alpha = \pm 4,35°$. D. $\alpha = \pm 3,35°$.

Câu 30: Con lắc đơn có chiều dài $l = 98$ cm, khối lượng vật nặng là $m = 90$ g dao động với biên độ góc $\alpha_0 = 6°$ tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,8$ m/s^2. Cơ năng dao động điều hoà của con lắc có giá trị bằng:

A. $E = 0,09$ J. B. $E = 1,58$J.

C. $E = 1,62$ J. D. $E = 0,0047$ J.

Câu 31: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo là l = 40cm dao động với biên độ góc $\alpha_0 = 0,1$ rad tại nơi có $g = 10$ m/s^2. Vận tốc của vật khi đi qua vị trí cân bằng là:

A. 10cm/s. B. 20cm/s. C. 30cm/s. D. 40cm/s.

Câu 32: Trong dao động điều hòa của con lắc đơn, cơ năng của con lắc bằng giá trị nào trong những giá trị được nêu dưới đây:

A. Thế năng của nó ở vị trí biên.

B. Động năng của nó khi đi qua vị trí cân bằng.

C. Tổng động năng và thế năng ở vị trí bất kì.

D. Cả A, B, C.

Câu 33: Tại nơi có gia tốc trọng trường g, một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc α. Biết khối lượng vật nhỏ của con lắc là m, chiều dài của dây treo là l, mốc thế năng tại vị trí cân bằng. Cơ năng của con lắc là

A. $\frac{1}{2}mgl\alpha^2$. B. $mgl\alpha^2$. C. $\frac{1}{4}mgl\alpha^2$. D. $2mgl\alpha^2$.

Câu 34: Tại nơi có gia tốc trọng trường là 9,8 m/s^2, một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc 6°. Biết khối lượng vật nhỏ của con lắc là 90g và chiều dài dây treo là 1 m. Chọn mốc thế năng tại vị trí cân bằng, cơ năng của con lắc xấp xỉ bằng

A. $6,8.10^{-3}$ J. B. $3,8.10^{-3}$ J.

C. $5,8.10^{-3}$ J. D. $4,8.10^{-3}$ J.

Câu 35: Một vật dao điều hòa dọc trục tọa độ nằm ngang Ox với chu kỳ T, vị trí cân bằng và mốc thế năng

ở gốc tọa độ. Tính từ lúc vật có li độ dương lớn nhất, thời điểm đầu tiên mà động năng bằng thế năng của vật bằng nhau là:

A. $\frac{T}{4}$. B. $\frac{T}{8}$. C. $\frac{T}{12}$. D. $\frac{T}{6}$.

Câu 36: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo là l = 100cm, vật nặng có khối lượng m = 1kg. Con lắc dao động điều hòa với biên độ $\alpha_0 = 0,1$ rad tại nơi có $g = 10$ m/s^2. Cơ năng toàn phần của con lắc là

A. 0,01 J. B. 0,05 J. C. 0,1 J. D. 0,5 J.

Câu 37: Một con lắc đơn gồm quả cầu nặng khối lượng m = 500g treo vào một sợi dây mảnh dài 60cm. Khi con lắc đang ở vị trí cân bằng thì cung cấp cho nó một năng lượng 0,015 J, khi đó con lắc sẽ thực hiện dao động điều hòa. Biên độ dao động của con lắc là:

A. 0,06 rad. B. 0,1 rad. C. 0,15 rad. D. 0,18 rad.

Câu 38: Con lắc đơn dao động điều hòa theo phương trình $s = 16\cos\left(2,5t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm. Những thời điểm nào mà ở đó động năng của vật bằng ba lần thế năng?

A. $t = \frac{k\pi}{2,5}$, $k \in \mathbb{N}$. B. $t = -\frac{2\pi}{7,5} + \frac{k\pi}{2,5}$, $k \in \mathbb{N}$.

C. $t = \frac{2\pi}{3} + \frac{k\pi}{2,5}$, $k \in \mathbb{N}$. D. A và B.

Câu 39: Cho con lắc đơn dao động điều hòa tại nơi có $g = 10$ m/s^2. Biết rằng trong khoảng thời gian 12s thì nó thực hiện được 24 dao động, vận tốc cực đại của con lắc là 6π cm/s. Lấy $\pi^2 = 10$. Giá trị góc lệch của dây treo ở vị trí mà ở đó thế năng của con lắc bằng động năng là:

A. 0,04 rad. B. 0,08 rad. C. 0,1 rad. D. 0,12 rad.

Câu 40: Cho con lắc đơn có chiều dài dây là l_1 dao động điều hòa với biên độ góc α. Khi qua vị trí cân bằng dây treo bị mắc đinh tại vị trí l_2 và dao động với biên độ góc α. Mối quan hệ giữa α và β.

A. $\beta = \alpha\sqrt{\frac{l}{g}}$. B. $\beta = \alpha\sqrt{\frac{2l_2}{l_1}}$.

C. $\beta = \alpha\sqrt{l_1^2 + l_2^2}$. D. $\beta = \alpha\sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$.

Câu 41: Hai con lắc đơn thực hiện dao động điều hòa tại cùng một địa điểm trên mặt đất. Hai con lắc có cùng khối lượng quả nặng dao động với cùng năng lượng, con lắc thứ nhất có chiều dài là 1m và biên độ góc là α_{01} con lắc thứ hai có chiều dài dây treo là 1,44m và biên độ góc là α_{02}. Tỉ số biên độ góc của 2 con lắc là:

A. 1,2. B. 1,44. C. 0,69. D. 0,84.

Câu 42: Một con lắc đơn có chiều dài 2m dao động với biên độ 6°. Tỷ số giữa lực căng dây và trọng lực tác dụng lên vật ở vị trí cao nhất là

A. 0,953. B. 0,99. C. 0,9945. D. 1,052.

Câu 43: Một con lắc đơn dao động điều hòa với phương trình $s = 2\sqrt{2}\sin(7t + \pi)$ cm. Cho $g = 9,8$ m/s^2. Tỷ số giữa lực căng dây và trọng lực tác dụng lên quả cầu ở vị trí thấp nhất của con lắc là:

A. 1,0004. B. 0,95. C. 0,995. D. 1,02.

Câu 44: Một con lắc đơn gồm một vật nhỏ được treo vào sợi dây không dãn. Con lắc đang dao động với biên độ A và khi đi qua vị trí cân bằng thì điểm giữa của sợi dây bị giữ lại. Tìm biên độ sau đó.

A. $A\sqrt{2}$. B. $\frac{A}{\sqrt{2}}$. C. A. D. $\frac{A}{2}$.

Câu 45: Tại nơi có gia tốc trọng trường là 9,8 m/s^2, một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc 6°. Biết khối lượng vật nhỏ của con lắc là 90 g và chiều dài dây treo là 1m. Chọn mốc thế năng tại vị trí cân bằng, cơ năng của con lắc xấp xỉ bằng

A. $6,8.10^{-3}$ J. B. $3,8.10^{-3}$ J.

C. $5,8.10^{-3}$ J. D. $4,8.10^{-3}$ J.

Câu 46: Tại nơi có gia tốc trọng trường g, một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc α_0 nhỏ. Lấy mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Khi con lắc chuyển động nhanh dần theo chiều dương đến vị trí có động năng bằng thế năng thì li độ góc α của con lắc bằng

A. $\frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$. B. $\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$. C. $-\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$. D. $-\frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$.

Câu 47: Một con lắc đơn đang dao động điều hoà với biên độ góc α_0 tại nơi có gia tốc trọng trường là g. Biết lực căng dây lớn nhất bằng 1,02 lần lực căng dây nhỏ nhất. Giá trị của α_0 là

A. 6,6°. B. 3,3°. C. 9,6°. D. 5,6°.

ĐÁP ÁN

1.D	2.A	3.C	4.D	5.C	6.D	7.D	8.B	9.D	10.B
11.C	12.B	13.A	14.A	15.C	16.D	17.C	18.B	19.A	20.D
21.B	22.A	23.A	24.D	25.B	26.A	27.D	28.C	29.B	30.D
31.B	32.D	33.A	34.D	35.B	36.B	37.B	38.D	39.B	40.D
41.A	42.C	43.D	44.B	45.D	46.C	47.A			

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án D.

Câu 2: Đáp án A.

Câu 3: Đáp án C.

Câu 4: Đáp án D.

Câu 5: Đáp án C.

Câu 6: Đáp án D.

Chu kỳ dao động của động năng sẽ bằng $\frac{1}{2}$ chu kỳ dao động của con lắc đơn nên: $T_{dn}=\frac{1}{2}T=\frac{1}{2}.2=1s.$

Câu 7: Đáp án D.

Tần số của thế năng là: $f=2f_0=2.4=8\text{Hz}.$

Câu 8: Đáp án B.

Vì cơ năng không thay đổi trong suốt quá trình dao động nên chu kỳ cơ năng của con lắc đơn không biến thiên.

Câu 9: Đáp án D.

Thời gian để thế năng và động năng bằng nhau liên tiếp là: $\Delta t=\frac{T}{4}=0,5\text{s}\Rightarrow T=2\text{s}.$ Vậy chiều dài của con lắc đơn là: $l=\frac{T^2g}{4\pi^2}=1\text{m}=100\text{cm}.$

Câu 10: Đáp án B.

Chu kỳ của con lắc đơn là: $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}=2\pi\sqrt{\frac{1}{10}}=2\text{s}.$

Thời gian để động năng bằng thế năng liên tiếp là:

$$\Delta t=\frac{T}{4}=0,5\text{s}.$$

Câu 11: Đáp án C.

Thế năng cực đại của con lắc đơn là:

$$W_t=mgl\left(1-\cos\alpha_{\max}\right)=1.10.2.\left(1-\cos\frac{\pi}{3}\right)=10\text{J}.$$

Câu 12: Đáp án B.

Năng lượng của con lắc là:

$$W=mgl\left(1-\cos\alpha_{\max}\right)=0,2.10.1.\left(1-\cos\frac{\pi}{3}\right)=1\text{J}.$$

Câu 13: Đáp án A.

Truyền cho vật vận tốc $v=1(\text{m/s})$ tại vị trí cân bằng thì $v=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha_0\right)}\Rightarrow\cos\alpha_0=\frac{9}{10}\Rightarrow\text{W}=0,1\text{J}.$

Câu 14: Đáp án A.

Vận tốc cực đại của con lắc đơn là:

$$v_{\max}=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha_0\right)}=\sqrt{2.1.10.\left(1-\frac{1}{2}\right)}=\pi(\text{m/s}).$$

Câu 15: Đáp án C.

Cơ năng của con lắc là:

$$W=\frac{mgl\alpha_0^2}{2}=\frac{0,1.10.1.0,1^2}{2}=5\text{mJ}.$$

Câu 16: Đáp án D.

Động năng của con lắc ở vị trí đề cho là:

$$W_d=W-\frac{mgl\alpha^2}{2}=\frac{0,1.1.10.\left(0,1^2-0,05^2\right)}{2}=3,75.10^{-3}\text{J}.$$

Câu 17: Đáp án C.

Vận tốc của con lắc đơn khi nó đi qua vị trí cân bằng là:

$$v^2=\frac{W.m}{2}\Rightarrow v=2(\text{m/s}).$$

Câu 18: Đáp án B.

Vận tốc của vật khi đi qua vị trí can bằng là:

$$v=\alpha_0\sqrt{gl}=0,1\sqrt{10.0,4}=0,2\text{m/s}=20\text{cm/s}.$$

Câu 19: Đáp án A.

Vì hai con lắc đơn dao động với cùng năng lượng nên:

$$W_1=W_2\Leftrightarrow\frac{mgl_1\alpha_0^2}{2}=\frac{mgl_2\alpha_1^2}{2}$$

$$\Rightarrow\frac{\alpha_0}{\alpha_1}=\sqrt{\frac{l_2}{l_1}}=\sqrt{\frac{64}{81}}=\frac{8}{9}\Rightarrow\alpha_2=5,625^0.$$

Câu 20: Đáp án D.

Cơ năng toàn phần của con lắc là:

$$W=\frac{mgl\alpha_0^2}{2}=\frac{1.10.1.0,1^2}{2}=5.10^{-2}\text{J}.$$

Câu 21: Đáp án B.

Vận tốc của vật khi đi qua vị trí cân bằng là:

$$v_{\max}=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha_{\max}\right)}=\sqrt{2.10.0,5\left(1-\cos90^0\right)}$$

$$=\pm\sqrt{10}\text{ m/s}^2$$

Câu 22: Đáp án A.

Vận tốc của vật tại vị trí động năng bằng thế năng là:

$$v=\sqrt{2gl\left(\cos\alpha-\cos\alpha_0\right)}=\sqrt{2.10.1\left(\cos\left(5\sqrt{2}\right)^0-\cos10^0\right)}$$

$$=0,39(\text{m/s}).$$

Câu 23: Đáp án A.

Cơ năng toàn phần của con lắc là:

$$W=\frac{mgl\alpha_0^2}{2}=\frac{1.10.1.\left(0,1/1\right)^2}{2}=0,05\text{J}.$$

Câu 24: Đáp án D.

Vận tốc của vật tại vị trí động năng bằng thế năng là:

$v=\frac{\alpha_0\sqrt{gl}}{\sqrt{2}}=0,35(\text{m/s})$. Chú ý, $\alpha_0=9^\circ=\frac{9}{180}\pi$

Câu 25: Đáp án B.

Vận tốc của vật khi đi qua vị trí cân bằng là:

$$v=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha\right)}=\sqrt{2.10.1.\left(1-\cos10^0\right)}=0,55(\text{m/s}).$$

Câu 26: Đáp án A.

Lực căng dây là $4N$ tương đương với:

$$T=mg\left(3\cos\alpha-2\cos\alpha_0\right)$$

$$=0,2.10\left(3\cos\alpha-2\cos60^0\right)=4\Rightarrow\cos\alpha=1$$

$\Rightarrow$ Vận tốc của vật tại vị trí đó là:

$$v=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha_0\right)}=\sqrt{2.10.0,4\left(1-\cos60^0\right)}=2\text{N}.$$

Câu 27: Đáp án D.

Ở li độ góc bằng $\frac{2}{3}$ biên độ thì động năng của con lắc đơn là:

$$W_d=\frac{mgl\left(\alpha_0^2-\alpha^2\right)}{2}=\frac{0,2.10.1.\left(0,15^2-0,1^2\right)}{2}=0,0125\text{J}.$$

Câu 28: Đáp án C.
Hai con lắc đơn dao động điều hòa tại cùng một nơi trên mặt đất, có năng lượng như nhau. Quả nặng của chúng có cùng khối lượng còn chiều dài dây treo con lắc thứ nhất gấp đôi chiều dài của dây treo con lắc thứ hai nên $\alpha_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}\alpha_2$.

Câu 29: Đáp án B.
Để động năng của con lắc lớn gấp hai lần thế năng thì:
$$3W_t = W \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_0} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \alpha_1 = \pm 2,89^0.$$

Câu 30: Đáp án D.
Cơ năng dao động điều hòa của vật có giá trị gần bằng là: $W = \frac{mgl\alpha_0^2}{2} = \frac{0,09.9,8.0,98.\left(\frac{6\pi}{180}\right)^2}{2} = 0,0047\,\text{J}.$

Câu 31: Đáp án B.
Vận tốc của vật khi đi qua vị trí cân bằng là:
$$V = \alpha\sqrt{gl} = 0,1\sqrt{10.0,4} = 0,2\,\text{m/s} = 20\,\text{cm/s}.$$

Câu 32: Đáp án D.

Câu 33: Đáp án A.
Cơ năng của con lắc đơn là: $W = \frac{mgl\alpha^2}{2}$.

Câu 34: Đáp án D.
Cơ năng của con lắc xấp xỉ bằng:
$$W = \frac{mgl\alpha_0^2}{2} = \frac{0,09.9,8.1.\left(\frac{6\pi}{180}\right)^2}{2} = 4,8.10^{-3}\,\text{J}.$$

Câu 35: Đáp án B.
Tính từ lúc vật có li độ dương lớn nhất thì thời điểm đầu tiên mà vật có động năng bằng thế năng khi vật quay được một góc là $\frac{\pi}{4}$ tương đương với $\Delta t = \frac{T}{8}$.

Câu 36: Đáp án B.
Cơ năng toàn phần của con lắc là: $W = \frac{mgl\alpha^2}{2} = 0,05\,\text{J}.$

Câu 37: Đáp án B.
Khi con lắc đang ở vị trí cân bằng thì cung cấp cho vật một năng lượng là 0,015 J tương đương với đây chính là cơ năng dao động của hệ: $W = \frac{mgl\alpha^2}{2} \Rightarrow \alpha = 0,1\,\text{rad}.$

Câu 38: Đáp án D.
Động năng bằng ba lần thế năng tương đương với:
$$4W_t = W \Rightarrow s = \pm\frac{S_0}{2} \Rightarrow \cos\left(2,5t + \frac{\pi}{3}\right) = \pm\frac{1}{2}$$
$$\Rightarrow \begin{cases} t = \frac{k\pi}{2,5}, k \in \mathbb{N}. \\ t = -\frac{2\pi}{7,5} + \frac{k\pi}{2,5}, k \in \mathbb{N}. \end{cases}$$

Câu 39: Đáp án B.
Trong khoảng thời gian 12s thì nó thực hiện được 24 dao động nên chu kỳ của nó là: $T = \frac{12}{24} = 0,5s$.

Vận tốc cực đại của con lắc là 6π cm/s nên biên độ dài của con lắc là: $S_0 = \frac{v_{max}}{\omega} = \frac{6\pi}{4\pi} = 1,5(\text{cm})$
Chiều dài dây treo của con lắc là:
$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{0,5^2.10}{4\pi^2} = 0,0625\,\text{m}.$$
Nên biên độ góc của con lắc là: $\alpha_0 = \frac{S_0}{l} = 0,24\,\text{rad}.$
Khi mà thế năng bằng động năng thì:
$$\alpha = \frac{\alpha_0}{\sqrt{2}} = \frac{0,24}{\sqrt{2}} = 0,169^0.$$

Câu 40: Đáp án D.
Khi qua vị trí cân bằng dây treo bị mắc đinh tại vị trí l_2 và trong quá trình dao động thì cơ năng luôn được bảo toàn nên: $W_1 = W_2 \Rightarrow \frac{mgl_1\alpha^2}{2} = \frac{mgl_2\beta^2}{2} \Rightarrow \beta = \alpha\sqrt{\frac{l_1}{l_2}}.$

Câu 41: Đáp án A.
Tỉ số biên độ của hai con lắc là: $\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \sqrt{\frac{1,44}{1}} = 1,2.$

Câu 42: Đáp án C.
Tỉ số giữa lực căng dây và trọng lực tác dụng lên vật ở vị trí cao nhất là:
$$\frac{T}{P} = \frac{mg\left(3\cos\alpha_0 - 2\cos\alpha_0\right)}{mg} = \cos\alpha_0 = \cos 6^0 = 0,9945.$$

Câu 43: Đáp án D.
Phương trình dao động của con lắc đơn là:
$s = 2\sqrt{2}\sin(7t + \pi)$. Tỉ số giữa lực căng dây và và trọng lực tác dụng lên quả cầu ở vị trí nhấp nhất của con lắc là: $\frac{T}{P} = \frac{mg\left(3 - 2\cos\alpha\right)}{mg} = 3 - 2\cos\alpha = 1,02.$

Câu 44: Đáp án B.
Con lắc đang dao động với biên độ A khi đi qua vị trí cân bằng thì điểm giữa sợi dây bị giữ lại.
Áp dụng bảo toàn cơ năng ta có:
$$\frac{mgl_1\alpha_1^2}{2} = \frac{mgl_2\alpha_2^2}{2} \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow A' = \frac{A}{\sqrt{2}}.$$

Câu 45: Đáp án D.
Cơ năng của con lắc xấp xỉ bằng:
$$W = \frac{mgl\alpha^2}{2} = \frac{0,09.9,8.1.\left(\frac{6\pi}{180}\right)^2}{2} = 4,8.10^{-3}\,\text{J}.$$

Câu 46: Đáp án C.
Khi con lắc chuyển động nhanh dần theo chiều dương đến vị trí có động năng bằng thế năng thì li độ góc α của con lắc sẽ bằng $\alpha = -\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$.

Câu 47: Đáp án A.
Lực căng dây lớn nhất bằng 1,02 lần lực căng dây nhỏ nhất nên ta có: $mg\left(3 - 2\cos\alpha_0\right) = 1,02mg\cos\alpha_0$
$$\Rightarrow \cos\alpha_0 = \frac{150}{151} \Rightarrow \alpha_0 = 6,6^0.$$

3. Con lắc chịu tác dụng của lực ngoài

3.1. Phương pháp

Ngoài trọng lực $\vec{P}$ con lắc còn chịu thêm tác dụng của những lực $\vec{F}$ không đổi thì coi như con lắc chịu tác dụng của trọng lực hiệu dụng $\overrightarrow{P_{hd}}$ với $\overrightarrow{P_{hd}} = \vec{P} + \vec{F}$.

Trọng lực hiệu dụng $\overrightarrow{P_{hd}}$ gây ra gia tốc hiệu dụng $\vec{g}$. Tức là nếu con lắc đơn đang ở VTCB, ta cắt dây thì vật sẽ rơi với gia tốc $\vec{g}$ này).

$$\vec{g'} = \frac{\overrightarrow{P_{hd}}}{m} = \frac{\vec{P} + \vec{F}}{m} = \frac{\vec{P}}{m} + \frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow \boxed{\vec{g'} = \vec{g} + \vec{a}}$$

Ở đây $\vec{a}$ là gia tốc do lực $\vec{F}$ gây ra cho vật.

Chu kỳ mới của con lắc được xác định bởi: $\boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}.}$

3.2. Lực ngoài là lực đẩy Acsimet

Ví dụ 1: So sánh chu kỳ của con lắc đơn trong không khí với chu kỳ của nó trong chân không. Biết vật nặng có khối lượng riêng *D*, không khí có khối lượng riêng là *d*.

Lời giải

Trong chân không, chu kì dao động của con lắc đơn là: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$

Trong không khí, con lắc đơn chịu thêm tác dụng của lực đẩy Acsimet hướng thẳng đứng lên trên. Trọng lực hiệu dụng lúc này là: $\overrightarrow{P_{hd}} = \vec{P} + \vec{F_a}$

Khi ở vị trí cân bằng, ta có: $P_{hd} = P - F_a \Rightarrow g' = g - \frac{dVg}{DV} = g - \frac{d}{D}g$

Từ đó chu kì mới của con lắc là: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g\left(1 - \frac{d}{D}\right)}}$

Do đó ta có: $\frac{T}{T_0} = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{d}{D}}}$

3.3. Lực ngoài là lực điện

Ví dụ 2: Con lắc đơn có chiều dài *l*, vật nặng *m* tích điện *q* đặt trong điện trường đều có cường độ $\vec{E}$ ở nơi có gia tốc trọng trường *g* có chu kỳ dao động như thế nào?

Lời giải

Lực điện tác dụng lên điện tích *q* đặt trong điện trường xác định bởi $\vec{F} = q\vec{E}$. Từ đó ta thấy: $\begin{cases} q > 0 : \vec{F} \uparrow\uparrow \vec{E} \\ q < 0 : \vec{F} \uparrow\downarrow \vec{E} \end{cases}$

Xét các trường hợp sau:

- **TH1:** Khi điện trường hướng thẳng đứng xuống dưới

Trọng lực hiệu dụng lúc này là: $\overrightarrow{P_{hd}} = \vec{P} + \vec{F}$

Ta có:

+ Nếu $q > 0$ thì $\vec{F}$ hướng xuống. Khi ở vị trí cân bằng ta có: $P_{hd} = P + F$

Từ đó suy ra gia tốc hiệu dụng: $g' = g + \frac{F}{m} = g + \frac{|q|E}{m}$

Chu kì dao động của con lắc đơn lúc này là: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \frac{qE}{m}}}$

+ Nếu $q < 0$ thì $\vec{F}$ hướng lên. Khi ở vị trí cân bằng ta có: $P_{hd} = P - F$

Từ đó suy ra gia tốc hiệu dụng: $g' = g - \frac{F}{m} = g - \frac{|q|E}{m}$

Chu kì dao động của con lắc đơn lúc này là: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g - \frac{|q|E}{m}}}$

- **TH2:** Khi điện trường hướng thẳng đứng lên trên

Trọng lực hiệu dụng lúc này là: $\overrightarrow{P_{hd}} = \vec{P} + \vec{F}$

Ta có:

+ Nếu $q > 0$ thì $\vec{F}$ hướng lên. Khi ở vị trí cân bằng ta có: $P_{hd} = P - F$

Từ đó suy ra gia tốc hiệu dụng: $g' = g - \frac{F}{m} = g - \frac{|q|E}{m}$

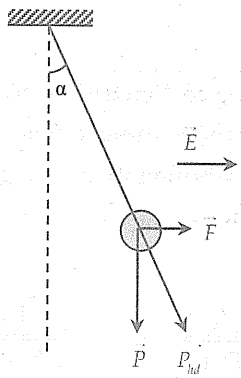
Chu kì dao động của con lắc đơn lúc này là: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g - \frac{qE}{m}}}$

+ Nếu $q < 0$ thì $\vec{F}$ hướng xuống. Khi ở vị trí cân bằng ta có: $P_{hd} = P + F$

Từ đó suy ra gia tốc hiệu dụng: $g' = g + \frac{F}{m} = g + \frac{|q|E}{m}$

Chu kì dao động của con lắc đơn lúc này là: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \frac{|q|E}{m}}}$

- **TH3:** Khi cường độ điện trường hướng theo phương ngang



Vị trí cân bằng được xác định bởi góc α với: $\tan\alpha = \frac{F}{P} = \frac{|q|E}{mg}$

Trọng lực hiệu dụng lúc này là: $\overrightarrow{P_{hd}} = \vec{P} + \vec{F}$

Vì $\vec{F}$ luôn vuông góc với $\vec{P}$ thì dù vật nặng tích điện âm hay dương, điện trường phương ngang hướng sang phải hay trái, thì ta luôn có: $P_{hd} = \sqrt{P^2 + (qE)^2}$

Từ đây suy ra gia tốc hiệu dụng xác định bởi: $g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2}$

Chu kì của con lắc đơn lúc này là: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2}}}$

Chú ý

- Nếu xe chuyển động nhanh dần đều thì $\vec{a} \uparrow\uparrow \vec{v}$.
- Nếu xe chuyển động chậm dần đều thì $\vec{a} \uparrow\downarrow \vec{v}$.

3.4. Lực ngoài là lực quán tính

Khi con lắc đặt trong thang máy hoặc trên xe chuyển động có gia tốc a thì ngoài trọng lực, con lắc còn chịu tác dụng của lực quán tính: $\overrightarrow{F_{qt}} = -m\vec{a}$

- Nếu con lắc đơn đặt trong thang máy thì ta có trọng lực hiệu dụng

$$\overrightarrow{P_{hd}} = \vec{P} + \overrightarrow{F_{qt}} = \vec{P} - m\vec{a} \Rightarrow \overrightarrow{g'} = \vec{g} - \vec{a} \Rightarrow \overrightarrow{g'} = \vec{g} + \vec{a'}$$

Trong đó $\vec{a'} = -\vec{a}$ và $|\vec{a'}| = |-\vec{a}| \Rightarrow a' = a$. Ở vị trí cân bằng ta có: $g' = g \pm a$

Dấu ± được xác định như sau: chẳng hạn, con lắc đơn đặt trong thang máy chuyển động *nhanh dần đều* đi lên. Vì thang máy chuyển động đi lên nên vận tốc hướng lên, mà chuyển động nhanh dần đều nên $\vec{a} \uparrow\uparrow \vec{v}$, suy ra $\vec{a}$ hướng lên. Từ đó suy ra $\vec{a'}$ hướng xuống, do đó: $g' = g + a' = g + a$

- Nếu con lắc đơn đặt trong ô tô chuyển động theo phương ngang với gia tốc a thì ta luôn có: $\begin{cases} g' = \sqrt{g^2 + a^2} \\ \tan\alpha = \dfrac{F}{P} = \dfrac{a}{g} \end{cases}$

Trong đó α là góc lệch của dây treo con lắc so với phương thẳng đứng khi con lắc ở vị trí cân bằng mới (khi xe đang chuyển động)

3.5. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo 50 cm và vật nhỏ có khối lượng 0,01 kg mang điện tích $q = +5.10^{-6}$ C được coi là điện tích điểm. Con lắc dao động điều hòa trong điện trường đều mà vecto cường độ điện trường có độ lớn $E = 10^4$ V/m và hướng thẳng đứng xuống dưới. Lấy $g = 10\ m/s^2$, $\pi = 3,14$. Chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là:

A. 0,58 s. B. 1,40 s. C. 1,15 s. D. 1,99 s.

Lời giải

Vì $q > 0$ nên ta có lực điện trường $\vec{F}$ cùng hướng với $\vec{E}$. Theo bài ra $\vec{E}$ hướng xuống $\Rightarrow \vec{F}$ hướng xuống, cùng chiều với trọng lực. Từ đó ta có

$$g' = g + \frac{F}{m} = 10 + \frac{5.10^{-6}.10^4}{0,01} = 15$$

Chu kì dao động của con lắc là: $T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}} = 2.3,14.\sqrt{\dfrac{0,5}{15}} = 1,15$

Đáp án C.

Ví dụ 2: Một con lắc đơn mang điện tích dương khi không có điện trường nó dao động điều hòa với chu kỳ T. Khi có điện trường hướng thẳng đứng xuống dưới thì chu kỳ dao động của con lắc là T_1. Khi có điện trường hướng thẳng đứng lên thì chu kỳ dao động của con lắc là T_2. Khi không có điện trường thì con lắc dao động với chu kỳ T là:

A. $T = \dfrac{T_1 T_2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$. B. $T = \dfrac{2T_1 T_2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$. C. $T = \dfrac{T_1 T_2}{\sqrt{2}\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$. D. $T = \dfrac{\sqrt{2}T_1 T_2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$.

Lời giải

Gọi E là cường độ điện trường. Con lắc mang điện tích dương nên:

Khi có điện trường hướng thẳng đứng xuống thì gia tốc hiệu dụng: $g_1 = g + \dfrac{qE}{m}$

Khi có điện trường hướng thẳng đứng lên thì gia tốc hiệu dụng: $g_2 = g - \dfrac{qE}{m}$

Khi không có điện trường: $g_3 = g$

Từ đó ta có: $g_1 + g_2 = 2g_3$

Mặt khác $g \sim \frac{1}{T^2}$ nên ta có $\frac{1}{T_1^2}+\frac{1}{T_2^2}=\frac{2}{T^2} \Rightarrow T=\frac{T_1T_2\sqrt{2}}{\sqrt{T_1^2+T_2^2}}$.

Đáp án D.

Ví dụ 3: Hai con lắc đơn cùng chiều dài và cùng khối lượng, các vật nặng coi như chất điểm, chúng được đặt ở cùng một nơi và trong điện trường đều $\vec{E}$ có phương thẳng đứng hướng xuống dưới. Gọi T_0 là chu kỳ khi chưa tích điện của mỗi con lắc, các vật nặng được tích điện là q_1 và q_2 thì chu kỳ trong điện trường tương ứng là T_1 và T_2. Biết $T_1=0,8T_0$; $T_2=1,2T_0$. Tỷ số $\frac{q_1}{q_2}$ là:

A. $\frac{44}{81}$. B. $\frac{-81}{44}$. C. $\frac{-44}{81}$. D. $\frac{81}{44}$.

Lời giải

Trong trường hợp con lắc đơn đặt trong điện trường có phương thẳng đứng hướng xuống, ta có gia tốc hiệu dụng là: $g'=g\pm\frac{|q|E}{m}$

hay có thể viết dưới dạng tổng quát là: $g'=g+\frac{qE}{m}$

Trong đó q là điện tích của con lắc, có thể âm hoặc dương. Nếu $q>0$ thì ứng với trường hợp lực điện hướng xuống, $q<0$ ứng với trường hợp lực điện hướng lên.

Ta có: $g_1=g+\frac{q_1E}{m}$; $g_2=g+\frac{q_2E}{m}$

Từ đó: $\begin{cases}\frac{T_0}{T_1}=\sqrt{\frac{g_1}{g}} \Rightarrow \frac{1}{0,8}=\sqrt{1+\frac{q_1E}{mg}} \Rightarrow \frac{q_1E}{mg}=\frac{9}{16}\\ \frac{T_0}{T_2}=\sqrt{\frac{g_2}{g}} \Rightarrow \frac{1}{1,2}=\sqrt{1+\frac{q_2E}{mg}} \Rightarrow \frac{q_2E}{mg}=-\frac{11}{36}\end{cases} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2}=\frac{\frac{9}{16}}{-\frac{11}{36}}=-\frac{81}{44}$

Đáp án B.

Ví dụ 4: Một con lắc đơn có khối lượng vật nhỏ m =10 g đang dao động điều hòa. Đặt trên con lắc một nam châm thì vị trí cân bằng không thay đổi. Biết lực hút của nam châm tác dụng lên vật dao động của con lắc là 0,02 N. Lấy $g=10\text{m/s}^2$. Chu kỳ dao động của con lắc tăng hay giảm bao nhiêu phần trăm so với lúc ban đầu?

A. Tăng 8,7%. B. Giảm 11,8%. C. Giảm 8,7%. D. Tăng 11,8%.

Lời giải

Vì nam châm đặt bên trên con lắc và vị trí cân bằng của con lắc không thay đổi, lực tác dụng của nam châm là lực hút, nên lực hút $\vec{F}$ của nam châm hướng lên trên. Gia tốc hiệu dụng lúc này là: $g'=g-\frac{F}{m}=10-\frac{0,02}{10.10^{-3}}=8$

Từ đó suy ra: $\frac{T'}{T}=\sqrt{\frac{g}{g'}}=\sqrt{\frac{10}{8}}=1,118=111,8\%>100\%$

Vậy chu kì con lắc đã tăng 11,8%.

Đáp án D.

Ví dụ 5: Một con lắc đơn được treo ở trần một thang máy. Khi thang máy đứng yên, con lắc dao động điều hòa với chu kì $0,5T_0$. Khi thang máy đi xuống thẳng đứng, nhanh dần đều với gia tốc có độ lớn bằng một nửa gia tốc trọng trường tại nơi đặt thang may thì con lắc dao động điều hòa với chu kỳ T' bằng:

A. $\frac{T_0}{\sqrt{2}}$. B. $T_0\sqrt{2}$. C. $T_0\sqrt{\frac{2}{3}}$. D. $\frac{T_0}{2\sqrt{2}}$.

Lời giải

Thang máy đi xuống thẳng đứng, nhanh dần với gia tốc $a=\frac{g}{2}$.

⇒ Gia tốc a của thang máy hướng xuống.

⇒ Gia tốc quán tính $a'=a$ của con lắc hướng lên.

Từ đó ta có: $g'=g-a=g-\frac{g}{2}=\frac{g}{2}\Rightarrow\frac{T'}{T}=\sqrt{\frac{g}{g'}}\Rightarrow\frac{T'}{0,5T_0}=\sqrt{2}\Rightarrow T'=\frac{T_0}{\sqrt{2}}$

Đáp án B.

Ví dụ 6: Một con lắc đơn được treo trên trần một thang máy. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên nhanh dần đều với gia tốc có độ lớn a thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là 2 s. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên chậm dần đều với gia tốc có cùng độ lớn a thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là 3s. Khi thang máy đứng yên thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là

A. 2,35s. B. 1,29s. C. 4,60s. D. 2,67s.

Lời giải

- Thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên nhanh dần đều

⇒ Gia tốc thang máy hướng lên ⇒ Gia tốc quán tính của con lắc hướng xuống

Gia tốc hiệu dụng khi đó: $g_1=g+a$

- Thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên chậm dần đều

⇒ Gia tốc thang máy hướng xuống ⇒ Gia tốc quán tính của con lắc hướng lên

Gia tốc hiệu dụng khi đó: $g_2=g-a$

- Khi thang máy đứng yên, con lắc chỉ chịu tác dụng của trọng lực nên gia tốc là g. Ta thấy: $g_1+g_2=2g$.

Vì $g\sim\frac{1}{T^2}$ nên ta có $\frac{1}{T_1^2}+\frac{1}{T_2^2}=\frac{2}{T^2}\Rightarrow T=\sqrt{2}.\frac{2.3}{\sqrt{2^2+3^2}}\approx 2,35$

Đáp án A.

Ví dụ 7: Một con lắc đơn dao động điều hòa trong thang máy đứng yên tại nơi có gia tốc trọng trường $g=9,8\ m/s^2$ với năng lượng dao động là 150mJ, gốc thế năng ở vị trí cân bằng của quả nặng. Đúng lúc vận tốc của con lắc bằng 0 thì thang máy chuyển động nhanh dần đều đi lên với gia tốc $2,5\ m/s^2$. Con lắc sẽ tiếp tục dao động điều hòa trong thang máy với năng lượng dao động

A. 1500 mJ. B. 129,5 mJ. C. 111,7 mI. D. 188,3 mJ.

Lời giải

Khi vận tốc của con lắc bằng 0 thì con lắc ở vị trí biên. Ngoại lực tác dụng lúc này không làm thay đổi biên độ góc của con lắc, hay không làm thay đổi biên độ. Từ đó ta có

$$\frac{W'}{W}=\frac{mg'l\left(1-\cos\alpha_0\right)}{mg\left(1-\cos\alpha_0\right)}=\frac{g'}{g}\Rightarrow W'=\frac{g'}{g}.W$$

Vì thang máy chuyển động nhanh dần đều đi lên ⇒ gia tốc quán tính tác dụng lên con lắc hướng xuống. Khi đó ta có: $g'=g+a=9,8+2,5=12,3$

Năng lượng lúc sau là: $W'=\frac{12,3}{9,8}.150=188,3$ (mJ)

Đáp án D.

Ví dụ 8: Treo con lắc đơn vào trần một ô tô tại nơi có gia tốc trọng trường $g=9,8\ \text{m/s}^2$. Khi ô tô đứng yên thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là 2s. Nếu ô tô chuyển động thẳng nhanh dần đều trên đường thẳng nằm ngang với gia tốc 2 m/s thì chu kì dao động điều hòa của con lắc xấp xỉ bằng:

A. 2,02s. B. 1,82s. C. 1,98s. D. 2,00s.

Lời giải

Ô tô chuyển động đều theo phương ngang với gia tốc a nên gia tốc trọng trường hiệu dụng là: $g'=\sqrt{g^2+a^2}=\sqrt{9,8^2+2^2}=10$

Từ đó ta có: $\frac{T'}{T}=\sqrt{\frac{g}{g'}}\Rightarrow T'=\sqrt{\frac{g}{g'}}.T=\sqrt{\frac{9,8}{10}}.2=1,98\ \text{s}$

Đáp án C.

Ví dụ 9: Một con lắc đơn treo trên trần của một toa xe đang chuyển động theo phương ngang. Gọi T là chu kì dao động của con lắc khi toa xe chuyển động thẳng đều và T' là chu kì dao động của con lắc khi toa xe chuyển động với gia tốc $a\neq 0$. Với góc α là góc hợp bởi dây treo con lắc và phương thẳng đứng khi con lắc ở vị trí cân bằng. Hệ thức liên hệ giữa T' và T là:

A. $T'=\frac{T}{\cos\alpha}$. B. $T'=T\sqrt{\cos\alpha}$. C. $T'=T\cos\alpha$. D. $T'=\frac{T}{\sqrt{\cos\alpha}}$.

Lời giải

Xét con lắc ở vị trí cân bằng mới, ta có

$$\cos\alpha=\frac{P}{P'}=\frac{g}{g'}\Rightarrow\frac{T'}{T}=\sqrt{\frac{g}{g'}}=\sqrt{\cos\alpha}\Rightarrow T'=T\sqrt{\cos\alpha}$$

Đáp án B.

Ví dụ 10: Một con lắc đơn gồm quả cầu có khối lượng m = 250g mang điện tích $q=10^7$ C được treo bằng một sợi dây không dãn cách điện, khối lượng không đáng kể, chiều dài 90 cm trong điện trường đều có $E=2.10^6$ V/m ($\vec{E}$ có phương nằm ngang). Ban đầu quả cầu đứng yên ở vị trí cân bằng. Người ta đột ngột đổi chiều đường sức điện trường nhưng vẫn giữ nguyên độ lớn của E. Lấy $g=10\text{m/s}^2$. Chu kì và biên độ dao động của quả cầu là:

A. 1,878s; 14,4 cm. B. 1,877s; 7,2 cm.
C. 1,883s; 7,2 cm. D. 1,881s; 14,4 cm.

Lời giải

Ban đầu, khi con lắc cân bằng trong điện trường đều có phương nằm ngang, vị trí A của con lắc có dây treo hợp với phương thẳng đứng góc α với

$$\tan\alpha = \frac{F}{P} = \frac{qE}{mg} = 0,08 \Rightarrow \alpha \approx 0,08 \text{ rad}$$

Khi đột ngột đổi chiều điện trường nhưng giữ nguyên cường độ thì vị trí cân bằng mới của con lắc là điểm B đối xứng với điểm A qua vị trí dây thẳng đứng. Khi đột ngột đổi chiều điện trường, con lắc bắt đầu dao động với vận tốc ban đầu bằng 0. Từ đó suy ra biên độ góc của con lắc lúc này là 2α.

Con lắc dao động trong trọng trường hiệu dụng có gia tốc

$$g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2} = 10,03$$

Chu kỳ của con lắc là: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 1,8819$ (s)

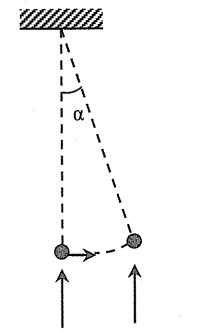
Biên độ của con lắc: $S_0 = l.2\alpha = 90.2.0,08 = 14,4$ (cm)

Đáp án D.

Ví dụ 11: Một con lắc đơn gồm dây treo có chiều dài 45 cm với vật nhỏ có khối lượng 102g, mang điện tích $2\,\mu C$. Khi con lắc đang đứng cân bằng thì đặt một điện trường đều có vecto cường độ điện trường hướng theo phương ngang và có độ lớn $3,5.10^4$ V/m trong quãng thời gian 0,336s rồi tắt điện trường. Lấy $g = 9,81 m/s^2$, $\pi = 3,14$. Tốc độ cực đại của vật nhỏ trong quá trình dao động sau đó xấp xỉ là:

A. 18,25 cm/s. B. 12,85 cm/s. C. 20,78 cm/s. D. 20,51 cm/s.

Lời giải



Khi đặt điện trường theo phương ngang thì vị trí cân bằng mới của con lắc hợp với phương thẳng đứng góc α với:

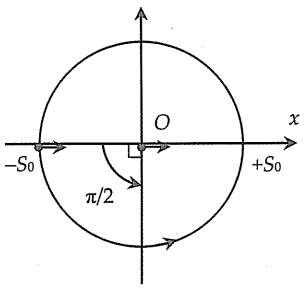
$$\tan\alpha = \frac{qE}{mg} = \frac{2.10^{-6}.3,5.10^4}{0,102.9,81} = 0,07 \Rightarrow \alpha \approx 0,07$$

Vì khi con lắc đang đứng ở cân bằng cũ thì đặt một điện trường hướng theo phương ngang nên coi như con lắc chuyển động với vận tốc ban đầu bằng 0 về VTCB mới, tức là biên độ góc của con lắc khi đó chính là α.

Ta có gia tốc hiệu dụng

$$g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2} = \sqrt{9,81^2 + \left(\frac{2.10^{-6}.3,5.10^4}{0,102}\right)^2} = 9,834 \text{ m/s}^2.$$

Chu kì của con lắc là: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,45}{9,834}} = 1,343$ s.



Ta có điện trường bật trong thời gian $t = 0,336 = \frac{T'}{4}$. Trong thời gian này, dựa vào đường tròn ta có góc quét là $\frac{\pi}{2}$, con lắc đi từ biên ($t = 0$) đến vị trí cân bằng mới và đang ở vị trí cân bằng mới, vận tốc của nó có độ lớn cực đại là

$$v = \omega' S_0 = \omega' \alpha l.$$

Tắt điện trường, vị trí cân bằng mới mất đi và vị trí cân bằng cũ thiết lập lại. Lúc này, so với vị trí cân bằng cũ thì con lắc đang có li độ góc là α và vận tốc lúc này đang là $v = \omega' \alpha l$. Biên độ góc mới của con lắc là:

$$\alpha_0=\sqrt{\alpha^2+\left(\frac{v}{\omega l}\right)^2}=\sqrt{\alpha^2+\frac{\omega'^2\alpha^2l^2}{\omega^2l^2}}=\alpha\sqrt{1+\frac{g'}{g}}=\alpha\sqrt{1+\frac{9,834}{9,81}}=0,099\text{ rad}$$

Tốc độ cực đại của vật trong quá trình dao động sau đó là

$$v_{max}=\sqrt{2gl\left(1-\cos\alpha_0\right)}=\sqrt{2.9,81.0,45\left(1-\cos0,099\right)}=0,2079\text{ m/s}=20,79\text{ cm/s}.$$

Đáp án C.

Ví dụ 12: Một con lắc đơn gồm dây treo có chiều dài 1m và vật nhỏ có khối lượng 100g mang điện tích 2.10^{-5}C. Treo con lắc đơn này trong điện trường đều với vectơ cường độ điện trường hướng theo phương ngang và có độ lớn 5.10^4 V/m. Trong mặt phẳng thẳng đứng đi qua điểm treo song song với vectơ cường độ điện trường, kéo vật nhỏ theo chiều của vectơ cường độ điện trường sao cho dây treo hợp với vectơ gia tốc trọng trường một góc 54° rồi buông nhẹ cho con lắc dao động điều hòa. Lấy $g=10\text{ m/s}^2$. Trong quá trình dao động, tốc độ cực đại của vật nhỏ là

A. 0,59 m/s. B. 3,41 m/s. C. 2,87 m/s. D. 0,50 m/s.

Lời giải

Vị trí cân bằng mới của con lắc lệch góc α so với vị trí cân bằng cũ

$$\tan\alpha=\frac{qE}{P}=\frac{2.10^5.5.10^4}{0,1.10}=1\Rightarrow\alpha=45°$$

Kéo vật nhỏ lệch 54° so với vị trí ban đầu (cùng phía với VTCB mới) ⇒ vật nhỏ lệch 9° so với vị trí cân bằng mới ⇒ biên độ dao động góc là 9°.

Tốc độ cực đại của vật nhỏ là: $v_{max}=\sqrt{2g'l\left(1-\cos\alpha_0\right)}$

Với $g'=\sqrt{g^2+\left(\frac{qE}{m}\right)^2}=10\sqrt{2}\text{ m/s}^2$. Từ đó ta có $v_{max}\approx0,59$ m/s.

Đáp án A.

Ví dụ 13: Quả cầu kim loại con lắc đơn có khối lượng m = 0,1 kg tích điện $q=10^{-7}$C được treo bằng một sợi dây mảnh không dãn, cách điện, chiều dài l tại nơi có gia tốc trọng trường $g=9,8\text{ m/s}^2$ và được đặt trong một điện trường nằm ngang có cường độ $E=2.10^6$ V/m. Ban đầu người ta giữ quả cầu để sợi dây có phương thẳng đứng vuông góc với phương của điện trường rồi buông nhẹ với vận tốc ban đầu bằng 0. Lực căng của sợi dây khi quả cầu qua vị trí cân bằng là

A. 1,02 N. B. 1,04 N. C. 1,36 N. D. 1,39 N.

Lời giải

Khi con lắc ở VTCB mới dây treo con lắc hợp với phương thẳng đứng góc α_0 với

$$\tan\alpha_0=\frac{F}{P}=\frac{qE}{mg}=\frac{2.10^6.10^{-7}}{0,1.9,8}=0,204\Rightarrow\alpha_0\approx0,2012\text{ rad}$$

Gia tốc hiệu dụng: $g'=\sqrt{g^2+\left(\frac{qE}{m}\right)^2}=\sqrt{9,8^2+\left(\frac{2.10^6.10^{-7}}{0,1}\right)^2}=10,002\text{ m/s}^2$.

Lực căng dây khi quả cầu qua VTCB là:

$$T=mg\left(3-2\cos\alpha_0\right)=0,1.10,002.\left(3-2\cos0,2012\right)=1,04\text{ N}.$$

Đáp án B.

3.6. Bài tập tự luyện

Câu 1: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo là l. Cho quả cầu của con lắc tích điện dương q và dao động nhỏ trong điện trường có đường sức hướng thẳng đứng lên trên. Tần số góc của con lắc là:

A. $\omega=\sqrt{\dfrac{l}{g^2-\left(\dfrac{|q|E}{m}\right)^2}}$. B. $\omega=\sqrt{\dfrac{g-\dfrac{|q|E}{m}}{l}}$.

C. $\omega=\sqrt{\dfrac{g^2-\left(\dfrac{|q|E}{m}\right)^2}{l}}$. D. $\omega=\sqrt{\dfrac{g+\dfrac{|q|E}{m}}{l}}$.

Câu 2: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo là l và vật nặng có khối lượng m, khối lượng riêng là D. Đặt con lắc dao động trong chân không thì chu kì dao động của nó là $T=2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$. Nếu đặt con lắc trong không khí có khối lượng riêng D_0 thì chu kì dao động của con lắc là:

A. $T'=2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g\left(1-\dfrac{D_0}{D}\right)}}$. B. $T'=2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g\left(1+\dfrac{D_0}{D}\right)}}$.

C. $T'=2\pi\sqrt{\dfrac{gl}{1-\dfrac{D_0}{D}}}$. D. $T'=2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g\left[1-\left(\dfrac{D_0}{D}\right)^2\right]}}$.

Câu 3: Đặt một con lắc đơn trong một chiếc xe chuyển động nhanh dần đều với gia tốc a trên một đoạn đường nằm ngang tại nơi có gia tốc g. Chu kì dao động T' mới của con lắc được xác định bằng biểu thức nào sau đây?

A. $T'=2\pi\sqrt{\dfrac{2l}{\sqrt{g^2+a^2}}}$. B. $T'=2\pi\sqrt{\dfrac{2l}{\sqrt{g^2-a^2}}}$.

C. $T'=2\pi\sqrt{\dfrac{l}{\sqrt{g^2+a^2}}}$. D. $T'=2\pi\sqrt{\dfrac{l}{\sqrt{g^2-a^2}}}$.

Câu 4: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo 50cm và vật nhỏ có khối lượng 0,01 kg mang điện tích $q=5.10^{-6}$ C, được coi là điện tích điểm. Con lắc dao động điều hòa trong điện trường đều mà vectơ cường độ điện trường có độ lớn $E=104$ V/m và hướng thẳng đứng xuống dưới. Lấy $g=10\ \text{m/s}^2$, $\pi=3,14$. Chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là

A. 0,58 s. B. 1,99 s. C. 1,40 s. D. 1,15 s.

Câu 5: Treo con lắc đơn vào trần một ôtô tại nơi có gia tốc trọng trường $g=9,8\ \text{m/s}^2$. Khi ôtô đứng yên thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là 2 s. Nếu ôtô chuyển động thẳng nhanh dần đều trên đường nằm ngang với gia tốc 2 m/s² thì chu kì dao động điều hòa của con lắc xấp xỉ bằng

A. 2,02 s. B. 1,82 s. C. 1,98 s. D. 2,00 s.

Câu 6: Một con lắc đơn dao động điều hòa trong một ô tô đang chuyển động thẳng trên mặt phẳng nằm ngang

A. Khi ô tô chuyển động đều, chu kì tăng.

B. Khi ô tô chuyển động nhanh dần chu kì giảm.

C. Khi ô tô chuyển động đều chu kì giảm.

D. Khi ô tô chuyển động nhanh dần chu kì tăng.

Câu 7: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo là l, quả nặng m và mang điện tích q. Khi không có điện con lắc dao động với chu kì T_0. Nếu con lắc dao động điều hòa trong điện trường giữa 2 bản tụ phẳng có vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ nằm ngang, với $qE<<mg$ thì chu kỳ

A. $T=T_0\left(1+\dfrac{qE}{mg}\right)$. B. $T=T_0\left(1+\dfrac{qE}{2mg}\right)$.

C. $T=T_0\left(1-\dfrac{qE}{2mg}\right)$. D. $T=T_0\left(1-\dfrac{qE}{mg}\right)$.

Câu 8: Cho một con lắc có dây treo cách điện, quả cầu m tích điện q. Khi con lắc đặt trong không khí nó dao động với chu kì T. Khi nó đặt vào trong một điện trường đều nằm ngang thì chu kì dao động sẽ:

A. Không đổi. B. Giảm xuống.

C. Tăng lên. D. Tăng hoặc giảm.

Câu 9: Khi đưa con lắc lên cao thì tần số của con lắc đơn:

A. Tăng lên do g giảm. B. Giảm do g giảm.

C. Tăng do g tăng. D. Giảm do g tăng.

Câu 10: Một con lắc đơn có chiều dài dây là l được đặt trong thang máy, khi thang máy đứng yên con lắc dao động với chu kỳ T. Hỏi khi thang máy đi lên nhanh dần thì chu kỳ sẽ như thế nào?

A. Chu kì tăng. B. Chu kì giảm.

C. Không đổi. D. Không kết luận được.

Câu 11: Trong thang máy có một con lắc đơn và một con lắc lò xo đang dao động điều hòa. Nếu thang máy đi lên thẳng đều với vận tốc 2 m/ s thì:

A. Chu kỳ hai con lắc không đổi.

B. Chu kỳ con lắc lò xo tăng, con lắc đơn giảm.

C. Chu kì con lắc đơn tăng, con lắc lò xo giảm.

D. Cả hai con lắc đều có chu kỳ tăng lên.

Câu 12: Một con lắc đơn đang dao động điều hòa trong thang máy thì thang máy bị đứt dây và rơi tự do. Chu kỳ của con lắc là bao nhiêu biết khi thang máy đứng yên con lắc dao động với chu kỳ T.

A. Vẫn là T. B. Bằng 0.

C. Tăng lên thành $2T$. D. Vô cùng lớn.

Câu 13: Một con lắc đang đơn dao động điều hòa với chu kỳ T trong thang máy chuyển động đều, khi thang máy chuyển động lên trên chậm dần đều với gia tốc bằng một nửa gia tốc trọng trường thì con lắc dao động với chu kỳ

A. $2T$. B. $T\sqrt{2}$. C. $\frac{T}{2}$. D. 0.

Câu 14: Một con lắc đơn dao động với chu kỳ 1 s tại nơi có gia tốc trọng trường là g. Hỏi tại nơi gia tốc bằng g_0 thì con lắc dao động với chu kỳ là:

A. $\frac{g'}{g}$. B. $\frac{g}{g'}$. C. $\sqrt{\frac{g'}{g}}$. D. $\sqrt{\frac{g}{g'}}$.

Câu 15: Để tăng chu kỳ con lắc đơn lên 5% thì phải tăng chiều dài của nó thêm:

A. 2,25%. B. 5,75%. C. 10,25%. D. 25%.

Câu 16: Một con lắc đơn có dây treo tăng 20 % thì chu kỳ con lắc đơn thay đổi như thế nào?

A. Giảm 9,54%. B. Tăng 20%.

C. Tăng 9,54%. D. Giảm 20%.

Câu 17: Một con lắc đơn dao động với chu kì 2s, đem con lắc lên Mặt Trăng mà không thay đổi chiều dài thì chu kì dao động của nó là bao nhiêu? Biết rằng khối lượng Trái Đất gấp 81 lần khối lượng Mặt Trăng, bán kính Trái Đất bằng 3,7 lần bán kính Mặt Trăng.

A. 4,865s. B. 4,866s. C. 4,867s. D. 4,864s.

Câu 18: Một con lắc đơn khi dao động trên mặt đất tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,819\ m/s^2$ chu kỳ dao động là 2s. Đưa con lắc đơn đến nơi khác có $g = 9,793\ m/s^2$ mà không thay đổi chiều dài thì chu kì dao động là bao nhiêu?

A. 2,002s. B. 2,003s. C. 2,004s. D. 2,005s.

Câu 19: Người ta đưa một con lắc đơn từ mặt đất lên một nơi có độ cao 5 km. Hỏi độ dài của nó phải thay đổi như thế nào để chu kì dao động không thay đổi (R = 6400 km)?

A. $l' = 0,997l$. B. $l' = 0,998l$.

C. $l' = 0,996l$. D. $l' = 0,995l$.

Câu 20: Cho chu kì khi con lắc ở nhiệt độ t_1 là $T_1 = 2,00s$, $\alpha = 2.10^{-5}\ K^{-1}$, $\Delta t = 10°C$. Chu kỳ dao động của con lắc ở nhiệt độ t_2 là bao nhiêu?

A. 1,9998 s. B. 2,0001 s.

C. 2,0002 s. D. Giá trị khác.

Câu 21: Một con lắc đơn dây treo có chiều dài 0,5m, quả cầu có khối lượng m = 10 g. Cho con lắc dao động với li độ góc nhỏ trong không gian với lực F có hướng thẳng đứng từ trên xuống có độ lớn 0,04N. Lấy $g = 9,8\ m/s^2$, $\pi = 3,14$. Xác định chu kỳ dao động nhỏ?

A. 1,1959s. B. 1,1960s. C. 1,1961s. D. 1,1992s.

Câu 22: Một con lắc đơn gồm một sợi dây nhẹ không dãn, cách điện và quả cầu khối lượng m = 100g. Tích điện cho quả cầu một điện lượng $q = 10^{-5}$ C và cho con lắc dao động trong điện trường đều hướng thẳng đứng lên trên và cường độ $E = 5.10^4$ V/m. Lấy gia tốc trọng trường là $g = 9,8\ m/s^2$. Bỏ qua mọi ma sát và lực cản. Tính chu kỳ dao động của con lắc. Biết chu kì dao động của con lắc khi không có điện trường là $T_0 = 1,5$ s.

A. 2,14s. B. 2,15s. C. 2,16s. D. 2,17s.

Câu 23: Một con lắc đơn tạo bởi một quả cầu kim loại tích điện dương khối lượng m = 1kg buộc vào một sợi dây mảnh cách điện dài 1,4m. Con lắc được đặt trong một điện trường đều của một tụ điện phẳng có các bản đặt thẳng đứng với cường độ điện trường $E = 10^4$ V/m. Khi vật ở vị trí cân bằng sợi dây lệch 30° so với phương thẳng đứng. Cho $g = 9,8\ m/s^2$, bỏ qua mọi ma sát và lực cản. Xác định điện tích của quả cầu và chu kì dao động bé của con lắc đơn.

A. $q = 5,658.10^{-7}$ C; $T = 2,55s$.

B. $q = 5,658.10^{-4}$ C; $T = 2,21s$.

C. $q = 5,658.10^{-7}$ C; $T = 2,22s$.

D. $q = 5,658.10^{-7}$ C; $T = 2,23s$.

Câu 24: Một con lắc đơn có chu kì T = 1s trong vùng không có điện trường, quả lắc có khối lượng m = 10g bằng kim loại mang điện $q = 10^{-5}$ C. Con lắc được đem treo trong điện trường đều giữa hai bản kim loại phẳng song song mang điện tích trái dấu, đặt thẳng đứng, hiệu điện thế giữa hai bản tụ bằng 400V. Kích thước các bản kim loại rất lớn so với khoảng cách d = 10 cm giữa chúng. Tìm chu kì con lắc khi dao động trong điện trường giữa hai bản kim loại.

A. 0,96s. B. 0,918s. C. 0,613s. D. 0,58s.

Câu 25: Một con lắc đơn có chu kì T = 2s khi đặt trong chân không. Quả lắc làm bằng một hợp kim khối lượng riêng $D = 8,67\ g/cm^3$. Tính chu kì T' của con lắc khi đặt trong không khí, sức cản của không khí xem như không đáng kể, quả lắc chịu tác dụng của lực đẩy Acsimet, khối lượng riêng của không khí là $d = 1,3$ g/l.

A. $T' = 2,00024$ s. B. $T' = 2,00015$ s.

C. $T' = 2,00012$ s. D. $T' = 2,00013$ s.

Câu 26: Một con lắc đơn treo vào trần một thang máy, cho $g = 10\ m/s^2$. Khi thang máy đứng yên chu kỳ dao động của con lắc là T = 2s. Khi thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc $0,1\ m/s^2$ thì chu kỳ dao động của con lắc là:

A. $T' = 2,1s$. B. $T' = 2,02s$.

C. $T' = 2,01s$. D. $T' = 1,99s$.

Câu 27: Một con lắc đơn chiều dài l = 1m, được treo vào trần một ôtô đang chuyển động theo phương ngang với gia tốc a, khi ở vị trí cân bằng dây treo hợp với phương thẳng đứng góc $\alpha = 30°$. Gia tốc của xe là:

A. $a = \frac{g}{\sqrt{3}}$. B. $a = \frac{\sqrt{3}}{2}g$. C. $a = \frac{\sqrt{2}}{3}g$. D. $a = 2\sqrt{3}g$.

Câu 28: Con lắc đơn m = 100 g mang điện $q = 4.10^{-4}$C, $l = 1$ m, $g = 10$ m/s^2 đặt trong điện trường đều $E = 2,5.10^6$ V/m. Để chu kì dao động của con lắc là 2s thì vectơ $\vec{E}$ hợp với mặt phẳng dao động của con lắc đơn góc:

A. 120^0. B. 90^0. C. 60^0. D. 30^0.

Câu 29: Một con lắc đơn được treo trong thang máy, dao động điều hòa với chu kì T khi thang máy đứng yên. Nếu thang máy đi xuống nhanh dần đều với gia tốc $\frac{g}{10}$ (g là gia tốc rơi tự do) thì chu kì dao động của con lắc là:

A. $T\sqrt{\frac{10}{9}}$. B. $T\sqrt{\frac{10}{11}}$. C. $T\sqrt{\frac{11}{10}}$. D. $T\sqrt{\frac{9}{10}}$.

Câu 30: Một con lắc đơn dao động điều hòa trong điện trường đều, có vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ hướng thẳng xuống. Khi treo vật chưa tích điện thì chu kì dao động là $T_0 = 2s$, khi vật treo lần lượt tích điện q_1, q_2 thì chu kì dao động tương ứng là: $T_1 = 2,4$ s; $T_2 = 1,6$ s.

Tỉ số $\frac{q_1}{q_2}$ là:

A. $\frac{-57}{24}$. B. $\frac{-81}{44}$. C. $\frac{-24}{57}$. D. $\frac{-44}{81}$.

Câu 31: Một con lắc đơn được treo ở trần một thang máy. Khi thang máy đứng yên, con lắc dao động điều hòa với chu kì T. Khi thang máy đi lên thẳng đứng, chậm dần đều với gia tốc có độ lớn bằng một nửa gia tốc trọng trường tại nơi đặt thang máy thì con lắc dao động điều hòa với chu kì T' bằng

A. $2T$. B. $T\sqrt{2}$. C. $\frac{T}{2}$. D. $\frac{T}{\sqrt{2}}$.

Câu 32: Treo con lắc đơn vào trần một ôtô tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,8$ m/s^2. Khi ôtô đứng yên thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là 2 s. Nếu ôtô chuyển động thẳng nhanh dần đều trên đường nằm ngang với gia tốc 2 m/s^2 thì chu kì dao động điều hòa của con lắc xấp xỉ bằng

A. 2,02 s. B. 1,82 s. C. 1,98 s. D. 2,00 s.

Câu 33: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo 50 cm và vật nhỏ có khối lượng 0,01 kg mang điện tích $q = +5.10^{-6}$ C được coi là điện tích điểm. Con lắc dao động điều hoà trong điện trường đều mà vectơ cường độ điện trường có độ lớn $E = 10^4$ V/m và hướng thẳng đứng xuống dưới. Lấy $g = 10$ m/s^2, $\pi = 3,14$. Chu kì dao động điều hoà của con lắc là

A. 0,58 s. B. 1,40 s. C. 1,15 s. D. 1,99 s.

Câu 34: Một con lắc đơn được treo vào trần một thang máy. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên nhanh dần đều với gia tốc có độ lớn a thì chu kì dao động điều hoà của con lắc là 2,52 s. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên chậm dần đều với gia tốc cũng có độ lớn a thì chu kì dao động điều hoà của con lắc là 3,15 s. Khi thang máy đứng yên thì chu kì dao động điều hoà của con lắc là

A. 2,84 s. B. 2,96 s. C. 2,61 s. D. 2,78 s.

ĐÁP ÁN

1.B	2.A	3.C	4.D	5.C	6.B	7.C	8.B	9.B	10.B
11.A	12.D	13.B	14.D	15.C	16.C	17.A	18.B	19.B	20.C
21.B	22.A	23.B	24.A	25.B	26.D	27.A	28.B	29.A	30.D
31.B	32.C	33.C	34.D						

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án B.

Cho quả cầu của con lắc đơn tích điện dương q dao động nhỏ trong điện trường có đường sức thẳng đứng hướng lên trên. Lúc này lực điện trường hướng theo chiều của các đường sức từ và ngược chiều với trọng lực của con lắc đơn.

Lúc này ta có gia tốc hiệu dụng là:

$$g_{hd} = g - \frac{F}{m} = g - \frac{qE}{m}$$

Vậy tần số góc của con lắc là: $\omega = \sqrt{\frac{g_{hd}}{l}} = \sqrt{\frac{g - \frac{qE}{m}}{l}}$.

Câu 2: Đáp án A.

Đặt con lắc đơn trong chân không thì chu kỳ dao động của nó là $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Đặt con lắc trong không khí có khối lượng riêng D_0 thì nó chịu thêm lực đẩy Acsimet hướng thẳng đứng hướng lên trên. Trọng lực hiệu dụng lúc này là:

$$\overrightarrow{P_{hd}} = \vec{P} + \vec{F_a}$$

Khi ở vị trí cân bằng ta có:

$$P_{hd} = P - F_a \Rightarrow g' = g - \frac{D_0 Vg}{DV} = g - \frac{D_0}{D}g$$

Từ đó chu kỳ mới của con lắc đơn là:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g\left(1-\frac{D_0}{D}\right)}}.$$

Câu 3: Đáp án C.

Xe chuyển động nhanh dần đều với gia tốc a trên một đoạn đường nằm ngang tại nơi có gia tốc g.

Khi con lắc ở vị trí cân bằng thì dây treo con lắc tạo với phương thẳng đứng một góc α.

Ta có: $g_{hd}=\sqrt{g^2+a^2}$ nên chu kỳ của con lắc đơn là:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g_{hd}}}=2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2+a^2}}}.$$

Câu 4: Đáp án D.

Áp dụng công thức tính chu kỳ khi con lắc dao động trong điện trường:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g_{hd}}}=2\pi\sqrt{\frac{l}{g+\frac{qE}{m}}}=2\pi\sqrt{\frac{0,5}{0,01+\frac{5.10^{-6}.10^4}{0,01}}}=1,15s$$

Câu 5: Đáp án C.

Áp dụng công thức tính chu kỳ khi con lắc dao động trên một ô tô chuyển động nhanh dần đều trên đường nằm ngang ta có: $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g_{hd}}}=2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2+a^2}}}$

Lúc ô tô đứng yên thì chu kỳ dao động của vật là:

$$T_1=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}=2\,\text{s}$$

Lập tỷ số ta suy ra được:

$$\frac{T}{T_1}=\sqrt{\frac{g}{\sqrt{g^2+a^2}}}=\sqrt{\frac{10}{\sqrt{10^2+2^2}}}\Rightarrow T=1,98\,\text{s}.$$

Câu 6: Đáp án B.

Một con lắc đơn đang dao động điều hòa trong một ô tô chuyển động thẳng trên mặt phẳng nằm ngang thì:

- Khi ô tô chuyển động thẳng đều, gia tốc hiệu dụng tác dụng vào nó không ảnh hưởng gì nên chu kỳ dao động vẫn giữ nguyên như lúc ô tô đang đứng yên nên A là sai.
- Khi ô tô chuyển động thẳng nhanh dần thì gia tốc hiệu dụng tác dụng vào con lắc cũng tăng lên nên theo công thức $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2+a^2}}}$ thì chu kỳ sẽ giảm nên B đúng.
- Như giải thích ở ý đầu tiên thì câu C cũng sai.
- Ý B đúng nên ý D sai.

Câu 7: Đáp án C.

Ban đầu khi quả cầu chưa được tích điện thì con lắc dao động với chu kỳ $T_0=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Khi con lắc dao động điều hòa trong điện trường giữa hai bản tụ phẳng thì chu kỳ dao động được tính là:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}=2\pi\sqrt{\frac{l}{g+\frac{qE}{m}}}.$$

Lập tỷ số hai chu kỳ ta được:

$$\frac{T}{T_0}=\sqrt{\frac{g}{g+\frac{qE}{m}}}=\sqrt{\frac{1}{1+\frac{qE}{mg}}}=\left(1+\frac{qE}{mg}\right)^{\frac{-1}{2}}$$

Do $qE<<mg$ nên ta xem như $\frac{qE}{mg}$ rất nhỏ. Áp dụng công thức $(1+n)^{-\frac{1}{2}}=1-\frac{1}{2}n$

Với n là một giá trị nhỏ hơn rất nhiều so với 1.

Vậy ta được $T=T_0\left(1-\frac{qE}{mg}\right)$.

Câu 8: Đáp án B.

Khi đặt con lắc trong không khí thì chu kỳ dao động của nó là: $T_1=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Khi đặt nó vào trong một điện trường nằm ngang thì con lắc dao động với chu kỳ: $T_2=2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2+a^2}}}$

Từ hai công thức tính trên ta uy ra chu kỳ $T_2<T_1$.

Câu 9: Đáp án B.

Khi đưa con lắc lên cao thì tần số của con lắc giảm do g giảm.

Câu 10: Đáp án B.

Con lắc đơn đặt trong thang máy có chiều dài dây treo là l.

Khi thang máy đứng yên con lắc dao động với chu kỳ

$$T=\sqrt{\frac{l}{g}}\quad(1)$$

Khi thang máy chuyển động nhanh dần đều đi lên ta có hợp lực tác dụng vào vật là: $\overrightarrow{F_{hl}}=\overrightarrow{P}+\overrightarrow{F_{qt}}$

Lúc đó gia tốc hiệu dụng tác dụng vào vật là:

$$g_{hd}=g+a_{qt}=g+\frac{F}{m}$$

Nên chu kỳ của con lắc đơn lúc này là:

$$T_2=2\pi\sqrt{\frac{l}{g_{hd}}}=2\pi\sqrt{\frac{l}{g+\frac{F}{m}}}\quad(2)$$

Từ (1) và (2) ta thấy $T_1>T_2$ nên suy ra khi thang máy đi lên nhanh dần đều thì chu kỳ của con lắc đơn sẽ giảm do gia tốc trọng trường giảm.

Câu 11: Đáp án A.

Trong thang máy có một con lắc đơn và con lắc lò xo đang dao động điều hòa.

Lúc này chu kỳ của con lắc đơn và của con lắc lò xo lần lượt là $T_{1d}=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}};T_{1x}=2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$.

Nhận thấy khi thang máy đi lên thẳng đều với vận tốc 2 *m/s* thì không ảnh hưởng đến chu kỳ của cả hai con lắc do chu kỳ của con lắc lò xo chỉ phụ thuộc vào độ cứng K và khối lượng m; chu kỳ của con lắc đơn cũng

sẽ thay đổi do phụ thuộc vào gia tốc trọng trường nhưng do đây là chuyển động thẳng đều nên cũng không ảnh hưởng.

Câu 12: Đáp án D.

Khi thang máy đứng yên con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Thang máy rơi tự do thì con lắc đơn sẽ chịu một lực quán tính cùng chiều với lực trọng trường với $a_{qt} = g$

Khi đó chu kỳ mới của con lắc đơn là vô cùng lớn.

Câu 13: Đáp án B.

Trong thang máy chuyển động đều thì chu kỳ của con lắc là $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Thang máy chuyển động lên trên chậm dần đều với $a = \frac{1}{2}g$ nên gia tốc trọng trường hiệu dụng tác dụng lên con lắc đơn là: $g_{hd} = g - a = g - \frac{1}{2}g = \frac{1}{2}g$.

Vậy chu kỳ mới của con lắc đơn là:

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_{hd}}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\frac{1}{2}g}} = T\sqrt{2}$$

Câu 14: Đáp án D.

Ta có tỷ lệ: $\frac{T}{T'} = \sqrt{\frac{g'}{g}} \Rightarrow T' = \sqrt{\frac{g}{g'}}$.

Câu 15: Đáp án C.

Ta có tỷ lệ: $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$ (1). Vì tăng chu kỳ của con lắc đơn lên 5% nên $T_2 = T_1 + 5\%T_1 = 1,05T_1$

$\Rightarrow \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \frac{T_1}{1,05T_1} = \frac{20}{21}$. Vậy $l_2 = 1,1025l_1$, suy ra chiều dài của con lắc đơn phải tăng thêm 10,25%.

Câu 16: Đáp án C.

Ta có tỷ lệ $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \sqrt{\frac{l_1}{l_1 + 0,2l_1}} = \frac{\sqrt{30}}{6}$ nên ta được

$$T_2 = \frac{6}{\sqrt{30}}T_1 = 1,0954T_1.$$

Vậy chu kỳ của con lắc đơn sẽ tăng 9,54% khi chiều dài tăng 20%.

Câu 17: Đáp án A.

Ban đầu con lắc đơn dao dộng điều hòa với chu kỳ:

$$T = 2\,s.$$

Đem con lắc lên mặt trăng và không thay đổi chiều dài của nó, $m_{TD} = 81m_{MT}$ và $R_{TD} = 3,7R_{MT}$.

Vậy nên chu kỳ dao động mới của con lắc lò xo là:

$$T = 4,865s\,s.$$

Câu 18: Đáp án B.

Ta có tỷ lệ: $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} = \sqrt{\frac{9,793}{9,819}} \Rightarrow T_2 = 2,003s$

Câu 19: Đáp án B.

Đưa một con lắc đơn từ mặt đất lên độ cao 5 km. Ta có tỷ lệ tương ứng là: $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}.\frac{g_2}{g_1}} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}.\frac{R}{R+h}$.

Do đó nên ta có $l' = 0,998l$

Câu 20: Đáp án C.

Chu kỳ dao động của con lắc ở nhiệt độ là: $T_2 = 2,002s$

Câu 21: Đáp án B.

Con lắc đơn có chiều dài dây treo là: $l = 0,5m\,;m = 10g.$

Chu kỳ của con lắc đơn cần tìm là:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \frac{F}{m}}} = 2.\pi\sqrt{\frac{0,5}{9,8 + \frac{0.04}{0,01}}} = 1,19598s$$

Câu 22: Đáp án A.

Khi không có điện trường, con lắc dao động với chu kỳ $T_0 = 1,5s$

Quả cầu tích điện dương nên chiều của lực điện cùng chiều với chiều của các đường sức từ.

Khi đó gia tốc trọng trường mà con lắc đơn chịu tác dụng lên là: $g_{hd} = g - a = g - \frac{F}{m} = g - \frac{|q|E}{m} = 4,8\left(\text{m/s}^2\right)$

Vậy từ tỷ lệ $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} = \sqrt{\frac{4,8}{9,8}} = \frac{2\sqrt{6}}{7} \Rightarrow T_2 = 2,1433s$

Câu 23: Đáp án B.

Con lắc đơn được đặt trong một điện trường đều của một tụ điện phẳng có các bản thẳng đứng. Khi vật ở vị trí cân bằng sợi dây lệch một góc 30^0.

Xét tại vị trí cân bằng thì ta có:

$$\tan\alpha = \frac{F}{P} = \frac{|q|E}{mg} \Rightarrow |q| = \frac{mg\tan\alpha}{E} = \frac{1.9,8.\tan 30}{10^4} = 5,658.10^{-4}$$

(Đến đây chúng ta cũng có thể chọn luôn đáp án vì chỉ có B là cho kết quả q đúng).

Ta tính chu kỳ T:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|E}{m}\right)^2}}} = 2,21s$$

Câu 24: Đáp án A.

Trong vùng không có điện trường con lắc dao động với chu kỳ $T = 1s$

Chu kỳ dao động của con lắc trong điện trường đó được tính theo công thức:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|.E}{m}\right)^2}}}.$$

Vì kích thước của các bản kim loại rất lớn so với khoảng cách d giữa chúng nên góc lệch ở đây rất nhỏ, chúng ta có thể xem rằng: $\sin\alpha \approx \tan\alpha \approx \frac{d}{l} = \frac{F}{P} = \frac{|q|E}{mg}$

$\Rightarrow E=\frac{dmg}{|q|l}=\frac{0,1.0,01.10}{10^{-5}.0,25}=4000(\text{V/m})$.

Vậy chu kỳ T cần tìm là T = 0,96 s.

Câu 25: Đáp án B.

Áp dụng công thức đã chứng minh nhiều lần ở trên ta có:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g\left(1-\frac{d}{D}\right)}}=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.\frac{1}{\sqrt{1-\frac{d}{D}}}=\frac{T_0}{\sqrt{1-\frac{d}{D}}}$$

$$=\frac{2}{\sqrt{1-\frac{1,3}{8,67.10^{-3}}}}=2,001499s$$

Câu 26: Đáp án D.

Thang máy đi lên nhanh dần đều thì chu kỳ của con lắc đơn là: $\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{\frac{g_2}{g_1}}=\sqrt{\frac{g+a}{g}}\Rightarrow T_2=\sqrt{\frac{g}{g+a}}.T_1=1,99s$

Câu 27: Đáp án A.

Khi ở vị trí cân bằng dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc là $\alpha=30^0$

Nên ta có $\tan\alpha=\frac{F_{qt}}{P}=\frac{ma}{mg}=\frac{a}{g}\Rightarrow\frac{a}{g}=\tan 30^0=\frac{\sqrt{3}}{3}$

Câu 28: Đáp án B.

Chu kỳ dao động của con lắc đơn được tính theo công thức: $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g_{hd}}}\Rightarrow 2=2\pi.\sqrt{\frac{1}{g_{hd}}}\Rightarrow g_{hd}=\pi^2\left(\text{m/s}^2\right)$

Gọi góc lệch giữa vecto $\vec{E}$ và mặt phẳng là α ta có:

$$\cos\alpha=\frac{P^2+P_{hd}^2-F^2}{2.P.P_{hd}}=0$$

Vậy góc cần tìm là $\alpha=90^0$

Câu 29: Đáp án A.

Khi thang máy đứng yên con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ: $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Khi thang máy đi xuống nhanh dần đều với gia tốc $a=\frac{g}{10}$ thì chu kỳ dao động của con lắc là: $T'=2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$

Nên suy ra có tỷ lệ $\frac{T}{T'}=\sqrt{\frac{g'}{g}}=\sqrt{\frac{g-g/10}{g}}=\frac{1}{\sqrt{10}}$.

Vậy $T'=T\sqrt{\frac{10}{9}}$.

Câu 30: Đáp án D.

Khi vật chưa tích điện thì con lắc đơn có chu kỳ

$$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}=2s\ (1)$$

Khi treo vật tích điện q_1 thì chu kỳ dao động của vật tương ứng là: $T_1=2\pi\sqrt{\frac{l}{g_1}}=2\pi\sqrt{\frac{l}{g+\frac{|q_1|E}{m}}}=2,4\text{ s}\quad(2)$

Khi treo vật có điện tích q_2, thì chu kỳ dao động của vật tương ứng là:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g_2}}=2\pi\sqrt{\frac{l}{g+\frac{|q_2|E}{m}}}=1,6\text{ s}\quad(3)$$

Từ (1), (2), (3) ta được tỷ lệ: $\frac{q_1}{q_2}=\frac{-44}{81}$

Câu 31: Đáp án B.

Khi thang máy đứng yên con lắc dao dộng với chu kỳ $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Sau đó thang máy đi lên chậm dần đều với gia tốc có độ lớn bằng một nửa gia tốc trọng trường thì chu kỳ dao động của con lắc là:

$$T'=2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}=2\pi\sqrt{\frac{l}{g-\frac{1}{2}g}}=2\pi\sqrt{\frac{l}{\frac{1}{2}g}}=T\sqrt{2}.$$

Câu 32: Đáp án C.

Khi ô tô đứng yên con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}=2\text{ s}$

Khi ô tô chuyển động thẳng nhanh dần đều trên đường nằm nagng với gia tốc 2 m/s thì ta có chu kỳ dao động của vật là: $T'=2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}=2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2+\left(\frac{F}{m}\right)^2}}}$

Lập tỷ lệ giữa hai chu kỳ ta tính được $T'=1,98s$

Câu 33: Đáp án C.

Chu kỳ dao động của con lắc đơn là:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g+\frac{|q|E}{m}}}=2\pi\sqrt{\frac{0.5}{10+\frac{5.10^{-6}.10^4}{0,01}}}=1,15s$$

Câu 34: Đáp án D.

Khi thang máy chuyển động đi lên thẳngđứng nhanh dần đều với gia tốc có độ lớn a thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là: $T_1=2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}=2,52s$

Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên chậm dần đều với gia tốc có độ lớn a thì chu kỳ dao động của con lắc đơn là: $T_2=2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}}=3,15s$

Từ đó suy ra ta có tỷ lệ $\frac{g+a}{g-a}=\left(\frac{3,15}{2,52}\right)^2=\frac{25}{16}\Rightarrow a=\frac{90}{41}$

Khi thang máy đứng yên thì chu kỳ dao động của con lắc đơn là: $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Vậy chu kỳ cần tìm là: $T=2,78\text{s}$.

ĐỀ KIỂM TRA CHƯƠNG 1

Câu 1: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x=-4\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$, x tính bằng cm, t tính bằng s. Chu kỳ dao động của vật là

A. $\frac{1}{8}$s. B. 4 s. C. $\frac{1}{4}$s. D. $\frac{1}{2}$ s.

Câu 2: Một vật dao động điều hoà trên đoạn thẳng dài 10cm. Khi pha dao động bằng $\frac{\pi}{3}$ thì vật có vận tốc $v=-5\pi\sqrt{3}$ cm/s. Khi qua vị trí cân bằng vật có vận tốc là:

A. 5π cm/s. B. 10π cm/s.
C. 20π cm/s. D. 15π cm/s.

Câu 3: Li độ, vận tốc, gia tốc của dao động điều hòa phụ thuộc thời gian theo quy luật của một hàm sin có

A. cùng pha. B. cùng biên độ.
C. cùng pha ban đầu. D. cùng tần số.

Câu 4: Một vật thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x=5\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$. Biên độ, tần số và li độ tại thời điểm $t=0,25$s của dao động.

A. $A=5$ cm, $f=1$Hz, $x=4,33$cm.

B. $A=5\sqrt{2}$ cm, $f=2$Hz, $x=2,33$cm.

C. $A=5\sqrt{2}$cm, $f=1$Hz, $x=6,35$cm.

D. $A=5$cm, $f=2$Hz, $x=-4,33$cm.

Câu 5: Một vật dao động điều hòa có chu kỳ $T=3,14$s và biên độ là 1 m. Tại thời điểm vật đi qua vị trí cân bằng, tốc độ của vật lúc đó là bao nhiêu?

A. 1,5 m/s. B. 1 m/s. C. 2 m/s. D. 3 m/s.

Câu 6: Một vật dao động điều hoà với biên độ dao động là A. Tại thời điểm vật có vận tốc bằng $\frac{1}{2}$ vận tốc cực đại thì vật có li độ là

A. $\pm A\frac{\sqrt{3}}{2}$. B. $\pm\frac{A}{\sqrt{2}}$. C. $\frac{A}{\sqrt{3}}$. D. $A\sqrt{2}$.

Câu 7: Một vật dao động điều hoà với gia tốc cực đại là a_{max}; hỏi khi có li độ là $x=-\frac{A}{2}$ thì gia tốc dao động của vật là:

A. $a=a_{max}$. B. $a=-\frac{a_{max}}{2}$.

C. $a=\frac{a_{max}}{2}$. D. $a=0$.

Câu 8: Một vật dao động điều hoà với gia tốc cực đại là 200 cm/s² và tốc độ cực đại là 20 cm/s. Hỏi khi vật có tốc độ là $v=10$ cm/s thì độ lớn gia tốc của vật là:

A. 100 cm/s² B. $100\sqrt{2}$ cm/s²
C. $50\sqrt{3}$ cm/s² D. $100\sqrt{3}$ cm/s²

Câu 9: Một vật dao động điều hoà với gia tốc cực đại là 200 cm/s² và tốc độ cực đại là 20 cm/s. Hỏi khi vật có tốc độ là $v=10\sqrt{3}$ cm/s thì độ lớn gia tốc của vật là:

A. 100 cm/s² B. $100\sqrt{2}$ cm/s²
C. $50\sqrt{3}$ cm/s² D. $100\sqrt{3}$ cm/s²

Câu 10: Một vật dao động điều hoà với gia tốc cực đại là 200 cm/s² và tốc độ cực đại là 20 cm/s. Hỏi khi vật có gia tốc là 100 cm/s² thì tốc độ dao động của vật lúc đó là:

A. 10 cm/s. B. $10\sqrt{2}$ cm/s.
C. $5\sqrt{3}$ cm/s. D. $10\sqrt{3}$ cm/s.

Câu 11: Một chất điểm dao động điều hòa có phương trình vận tốc là $v=4\pi\cos 2\pi t(\text{cm/s})$. Gốc tọa độ ở vị trí cân bằng. Mốc thời gian được chọn vào lúc chất điểm có li độ và vận tốc là:

A. $x=2$cm, $v=0$. B. $x=0, v=4\pi$cm/s.
C. $x=-2$ cm, $v=0$. D. $x=0, v=-4\pi$ cm/s.

Câu 12: Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox có phương trình $x=8\cos\left(4\pi t+\frac{\pi}{4}\right)$ (x tính bằng cm, t tính bằng s) thì

A. lúc $t=0$ chất điểm chuyển động theo chiều $(-)$ của trục Ox.

B. chất điểm chuyển động trên đoạn thẳng dài 8 cm.

C. chu kì dao động là 4s.

D. vận tốc của chất điểm tại vị trí cân bằng là 8 cm/s.

Câu 13: Một vật dao động điều hòa có độ lớn vận tốc cực đại là 31,4 cm/s. Lấy $\pi=3,14$. Tốc độ trung bình của vật trong một chu kì dao động là

A. 20 cm/s. B. 10 cm/s. C. 0. D. 15 cm/s.

Câu 14: Một vật dao động điều hòa có phương trình $x=A\cos(\omega t+\varphi)$. Gọi v và a lần lượt là vận tốc và gia tốc của vật. Hệ thức đúng là:

A. $\frac{v^2}{\omega^4}+\frac{a^2}{\omega^2}=A^2$. B. $\frac{v^2}{\omega^2}+\frac{a^2}{\omega^2}=A^2$.

C. $\frac{v^2}{\omega^2}+\frac{a^2}{\omega^4}=A^2$. D. $\frac{v^2}{\omega^4}+\frac{a^2}{\omega^4}=A^2$.

Câu 15: Một chất điểm dao động điều hoà trên trục Ox. Khi chất điểm đi qua vị trí cân bằng thì tốc độ của nó là 20 cm/s. Khi chất điểm có tốc độ là 10 cm/s thì gia tốc của nó có độ lớn là $40\sqrt{3}$ cm/s². Biên độ dao động của chất điểm là

A. 4 cm. B. 5 cm. C. 8 cm. D. 10 cm.

Câu 16: Một vật dao động điều hoà trong 1 chu kỳ T của dao động thì thời gian độ lớn vận tốc tức thời không nhỏ hơn $\frac{\pi}{4}$ lần tốc độ trung bình trong 1 chu kỳ là

A. $\frac{T}{3}$. B. $\frac{T}{2}$. C. $\frac{2T}{3}$. D. $\frac{T}{4}$.

Câu 17: Có hai vật dao động điều hòa trên hai đoạn thẳng song song và gần nhau với cùng biên độ A, tần số 3 Hz và 6 Hz. Lúc đầu hai vật xuất phát từ vị trí có li độ $\frac{A}{2}$. Khoảng thời gian ngắn nhất để hai vật có cùng li độ là?

A. $\frac{1}{4}$ s. B. $\frac{1}{18}$ s. C. $\frac{1}{26}$ s. D. $\frac{1}{27}$ s.

Câu 18: Một vật dao động điều hòa với chu kì T. Chọn gốc thời gian là lúc vật qua vị trí cân bằng, vận tốc của vật bằng 0 lần đầu tiên ở thời điểm

A. $\frac{T}{2}$. B. $\frac{T}{8}$. C. $\frac{T}{6}$. D. $\frac{T}{4}$.

Câu 19: Một chất điểm dao động điều hòa với chu kì T. Trong khoảng thời gian ngắn nhất khi đi từ vị trí biên có li độ $x = A$ đến vị trí $x = -\frac{A}{2}$, chất điểm có tốc độ trung bình là

A. $\frac{6A}{T}$. B. $\frac{9A}{2T}$. C. $\frac{3A}{2T}$. D. $\frac{4A}{T}$.

Câu 20: Một chất điểm dao động điều hoà theo phương trình $x = 4\cos\left(\frac{2\pi}{3}t\right)$ (x tính bằng cm; t tính bằng s). Kể từ $t = 0$, chất điểm đi qua vị trí có li độ $x = -2$ cm lần thứ 2011 tại thời điểm

A. 3016 s. B. 3015 s. C. 6030 s. D. 6031 s.

Câu 21: Một chất điểm dao động điều hòa với biên độ A và tần số góc 2π rad/s. Biết khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí $x_1 = 1,8$cm theo chiều dương đến $x_2 = 2$cm theo chiều âm là $\frac{1}{6}$s. Tốc độ dao động cực đại là

A. 23,33 cm/s. B. 24,22 cm/s.
C. 13,84 cm/s. D. 28,34 cm/s.

Câu 22: Một chất điểm dao động điều hòa với biên độ A và tấn số góc π (rad/s). Biết khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí $x_1 = 1,8$cm theo chiều dương đến $x_2 = 1,7$cm theo chiều âm là 0,17s. Gia tốc cực đại là

A. 18,33 cm/s². B. 18,22 cm/s².
C. 9,17 cm/s². D. 18,00 cm/s².

Câu 23: Một chất điểm có khối lượng 2kg dao động điều hòa với biên độ A và tần số góc 2π rad/s. Biết khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí $x_1 = 1,7$cm theo chiều dương đến $x_2 = 2,2$cm theo chiều âm là 1/6s. Cơ năng dao động là

A. 0,012 J. B. 0,12 J. C. 0,21 J. D. 0,021 J.

Câu 24: Một chất điểm dao động điều hòa với biên độ A = 4cm có vận tốc bằng không tại hai thời điểm liên tiếp là $t_1 = \frac{7}{6}$(s), $t_2 = \frac{17}{12}$(s). Tại thời điểm t = 0 vật đi theo chiều dương. Từ thời điểm t = 0 đến thời điểm $t = \frac{29}{24}$(s), chất điểm đã đi qua vị trí x = 2,8 (cm).

A. 4 lần. B. 5 lần. C. 6 lần. D. 3 lần.

Câu 25: Một vật dao động điều hòa với A = 10 cm, gia tốc của vật bằng không tại hai thời điểm liên tiếp là $t_1 = \frac{41}{16}$s và $t_2 = \frac{45}{16}$s. Biết tại thời điểm t = 0 vật đang chuyển động về biên dương. Thời điểm vật đi qua vị trí x = 5 cm lần thứ 2015 là

A. 584,5 s. B. 503,8 s. C. 503,6 s. D. 512,8 s.

Câu 26: Vật dao động điều hòa có vận tốc cực đại bằng 3 m/s và gia tốc cực đại bằng 30π (m/s²). Thời điểm ban đầu vật có vận tốc -1,5 m/s và thế năng đang tăng. Hỏi vào thời điểm lần thứ 2014 vật có gia tốc bằng 15π (m/s²) là

A. 201,38 s. B. 201,32s. C. 201,28s. D. 201,35s

Câu 27: Một vật dao động với biên độ 10 cm, trong một chu kì dao động thời gian vật có tốc độ lớn hơn một giá trị v_0 là 1 s. Tốc độ trung bình khi đi một chiều giữa hai vị trí có tốc độ v_0 là 20 cm/s. Tính v_0.

A. 20,14 cm/s. B. 50,94 cm/s.
C. 18,14 cm/s. D. 20,94 cm/s.

Câu 28: Một vật dao động với biên độ 10 cm, trong một chu kì dao động thời gian vật có tốc độ lớn hơn một giá trị v_0 là 1 s. Tốc độ trung bình khi đi một chiều giữa hai vị trí có tốc độ v_0 là 24 cm/s. Tính v_0.

A. 20,59 cm/s. B. 50,94 cm/s.
C. 18,14 cm/s. D. 20,94 cm/s.

Câu 29: Một vật dao động điều hòa với chu kì T, biên độ 2 cm. Biết rằng trong một chu kì, khoảng thời gian mà vận tốc của vật có giá trị $-2\pi\sqrt{3}$ cm/s $\le v \le 2\pi$ cm/s là $\frac{T}{2}$. Tìm chu kì T.

A. 1 s. B. 0,5 s. C. 1,5 s. D. 2 s.

Câu 30: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox, gọi Δt là khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp vật có động năng bằng thế năng. Tại thời điểm t vật qua vị trí có tốc độ $15\pi\sqrt{3}$ cm/s với độ lớn gia tốc 22,5 m/s², sau đó một khoảng thời gian đúng bằng Δt vật qua vị trí

có độ lớn vận tốc 45π cm/s. Lấy $\pi^2 = 10$. Quãng đường mà vật có thể đi được tối đa trong 0,1 s là

A. $6\sqrt{3}$ cm. B. $6\sqrt{6}$ cm. C. $6\sqrt{2}$ cm. D. 6 cm.

Câu 31: Một chất điểm dao động điều hòa dọc theo trục Ox. Khi vừa rời khỏi vị trí cân bằng một đoạn s thì động năng của chất điểm là 13,95 mJ. Đi tiếp một đoạn s nữa thì động năng của chất điểm chỉ còn 12,60 mJ. Nếu chất điểm đi thêm một đoạn s nữa thì động năng của nó khi đó là bao nhiêu? Biết rằng trong quá trình khảo sát chất điểm chưa đổi chiều chuyển động.

A. 11,25 mJ. B. 8,95 mJ. C. 10,35 mJ. D. 6,68 mJ.

Câu 32: Một chất điểm dao động điều hòa không ma sát. Khi vừa qua khỏi vị trí cân bằng một đoạn S động năng của chất điểm là 8 J. Đi tiếp một đoạn S nữa thì động năng chỉ còn 5 J (vật vẫn chưa đổi chiều chuyển động) và nếu đi thêm đoạn 1,5S nữa thì động năng bây giờ là:

A. 1,9 J. B. 1,0 J. C. 2,75 J. D. 1,2 J.

Câu 33: Một vật dao động điều hòa với biên độ A, đang đi tới vị trí cân bằng (t = 0, vật ở vị trí biên), sau đó một khoảng thời gian t thì vật có thế năng bằng 36 J, đi tiếp một khoảng thời gian t nữa thì vật chỉ còn cách VTCB một khoảng bằng A/8. Biết $\left(2t < \frac{T}{4}\right)$. Hỏi khi tiếp tục đi một đoạn $\frac{5T}{8}$ thì động năng của vật sẽ bằng bao nhiêu?

A. 1 J. B. 64 J. C. 39,9 J. D. 34 J.

Câu 34: Một vật dao động điều hòa với biên độ A, đang đi tới vị trí cân bằng (t = 0, vật ở vị trí biên), sau đó một khoảng thời gian t thì vật có thế năng bằng 30 J, đi tiếp một khoảng thời gian 3t nữa thì vật chỉ còn cách VTCB một khoảng bằng $\frac{A}{7}$. Biết $\left(4t < \frac{T}{4}\right)$. Hỏi khi tiếp tục đi một đoạn $\frac{T}{4}$ thì động năng của vật sẽ bằng bao nhiêu?

A. 33,5 J. B. 0,8 J. C. 45,1 J. D. 0,7 J.

Câu 35: Một dao động điều hòa với biên 15 cm. Lúc t = 0 vật đang ở biên dương. Sau khoảng thời gian t_0 (kể từ lúc ban đầu chuyển động) thì vật có li độ 12 cm. Sau khoảng thời $7t_0$ (kể từ lúc ban đầu chuyển động) vật có li độ là

A. 3,10 cm. B. -5,28 cm. C. -3,10 cm. D. 5,28 cm.

Câu 36: Một con lắc đơn có chiều dài 1 m được thả không vận tốc đầu từ vị trí có li độ góc 60°. Để tốc độ của vật bằng một nửa vận tốc cực đại thì li độ góc của con lắc là

A. 51,3°. B. 26,3 rad. C. 0,9°. D. 40,7°.

Câu 37: Một con lắc đơn gồm vật nặng khối lượng m gắn với dây treo có chiều dài l. Từ vị trí cân bằng kéo vật sao cho góc lệch của sợi dây so với phương thẳng đứng là 60° rồi thả nhẹ. Lấy $g = 10\ \text{m/s}^2$. Bỏ qua mọi ma sát. Độ lớn gia tốc của vật khi độ lớn lực căng dây bằng trọng lượng là

A. $12,32\ \text{m/s}^2$. B. $5\ \text{m/s}^2$.

C. $7,45\ \text{m/s}^2$. D. $8,16\ \text{m/s}^2$.

Câu 38: Một con lắc đơn dao động điều hòa với chu kì T tại nơi có thêm trường ngoại lực có độ lớn F có hướng ngang. Nếu quay phương ngoại lực một góc 30° thì chu kì dao động bằng 1,989 s hoặc 1,149 s. Tính T.

A. 1,567 s. B. 1,405 s. C. 1,329 s. D. 1,331 s.

Câu 39: Một con lắc đơn gồm hòn bị nhỏ bằng kim loại được tích điện q, dây treo dài 2,5 m. Đặt con lắc vào trong điện trường đều có véc tơ cường độ điện trường nằm ngang thì khi vật đứng cân bằng dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc 0,08 rad. Lấy $g = 10\ \text{m/s}^2$. Nếu đột ngột đổi chiều điện trường (phương vẫn nằm ngang) thì tốc độ cực đại của vật đó gần nhất giá trị nào sau đây?

A. 44,75 cm/s. B. 22,37 cm/s.

C. 71,67 cm/s. D. 80,13 cm/s.

Câu 40: Một con lắc đơn mang điện tích dương khi không có điện trường nó dao động điều hòa với chu kỳ T. Khi có điện trường hướng thẳng đứng xuống thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là T_1. Khi có điện trường hướng thẳng đứng lên thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là T_2. Chu kỳ T dao động điều hào của con lắc khi không có điện trường liên hệ với T_1 và T_2 là:

A. $T = \frac{T_1 T_1}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$. B. $T = \frac{2T_1 T_1}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$.

C. $T = \frac{\sqrt{2}T_1 T_1}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$. D. $T = \frac{T_1 T_1}{\sqrt{2}\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$.

ĐÁP ÁN

1.D	2.B	3.D	4.D	5.C	6.A	7.C	8.D	9.A	10.D
11.B	12.A	13.A	14.C	15.B	16.C	17.D	18.D	19.B	20.A
21.C	22.D	23.D	24.B	25.C	26.A	27.C	28.A	29.A	30.B
31.C	32.C	33.C	34.A	35.C	36.A	37.D	38.D	39.D	40.C

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án D.

Chu kỳ dao động của vật là: $T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{4\pi}=\frac{1}{2}s.$

Câu 2: Đáp án B.

Khi pha dao động bằng $\frac{\pi}{3}$ thì vật có vận tốc

$v=-5\pi\sqrt{3}\,\text{cm/s}$ nên $v_{max}=10\pi(\text{cm/s}).$

Vậy khi qua vị tí cân bằng vật có vận tốc:

$v=A.\omega=10\pi(\text{cm/s}).$

Câu 3: Đáp án D.

Li độ, vận tốc, gia tốc của dao động điều hòa phụ thuộc thời gian theo quy luật của một hàm sin có cùng tần số.

Câu 4: Đáp án D.

Biên độ của dao động là $A=5\,\text{cm}.$

Li độ của vật ở thời điểm $t=0,25s$ là

$x=5\cos\left(4\pi.0,25+\frac{\pi}{6}\right)=-2,5\sqrt{3}=-4,333\,\text{cm}.$

Câu 5: Đáp án C.

Tại thời điểm vật đi qua vị trí cân bằng thì tốc độ của vật lúc đó là:

$$v=A\omega=1.\frac{2\pi}{T}=2(\text{m/s}).$$

Câu 6: Đáp án A.

Tại thời điểm vật có vận tốc bằng $\frac{1}{2}$ vận tốc cực đại thì vật có li độ là: $x=\pm A\frac{\sqrt{3}}{2}$

Câu 7: Đáp án C.

Khi li độ $x=-\frac{A}{2}$ thì gia tốc của vật có giá trị là:

$$a=\frac{a_{max}}{2}$$

Câu 8: Đáp án D.

Theo đề ta có:

$v_{max}=A\omega=20(\text{cm/s});\ a_{max}=A\omega^2=200(\text{cm/s}^2)$

$\Rightarrow\omega=10(\text{rad/s}).$

Khi vật có vận tốc là 10 cm/s thì gia tốc của vật sẽ có độ lớn là: $a=\frac{\sqrt{3}}{2}a_{max}=100\sqrt{3}(\text{cm/s}^2).$

Câu 9: Đáp án A.

Khi vật có tốc độ là $10\sqrt{3}$ cm/s thì gia tốc của vật có độ lớn là: $a=\frac{1}{2}a_{max}=100\,\text{cm/s}^2$

Câu 10: Đáp án D.

Câu 11: Đáp án B.

Ta có phương trình vận tốc của vật là: $v=4\pi\cos(2\pi t)$ nên suy ra phương trình li độ của vật là: $x=2\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$ nên mốc thời gian được chọn vào lúc li độ và vận tốc của vật lần lượt là:

$$x=0,\ v=4\pi\,\text{cm/s}.$$

Câu 12: Đáp án A.

Lúc $t=0$ thì vật đang chuyển động theo chiều âm của trục Ox.

Câu 13: Đáp án A.

Tốc độ trung bình của vật trong một chu kỳ dao động là: $v=\frac{S}{\Delta t}=\frac{4A}{2\pi/\omega}=\frac{2v_{max}}{\pi}=\frac{2.31,4}{3,14}=20(\text{cm/s}).$

Câu 14: Đáp án C.

Câu 15: Đáp án B.

Khi $v=\frac{1}{2}v_{max}\Rightarrow a=\frac{\sqrt{3}}{2}a_{max}$

$\Rightarrow a_{max}=80\ \text{cm/s}^2\Rightarrow\omega=8\ \text{rad/s}\Rightarrow A=5\ \text{cm}.$

Câu 16: Đáp án C.

Độ lớn vận tốc tức thời không nhỏ hơn $\frac{\pi}{4}$ lần tốc độ trung bình trong một chu kỳ nên ta có:

$$v\ge\frac{\pi}{4}v_{TB}=\frac{\pi}{4}\frac{4A}{T}=\frac{\pi A}{T}=\frac{\pi A}{2\pi/\omega}=\frac{A\omega}{2}=\frac{v_{max}}{2}.$$

Nên góc quay quay được là: $\alpha=\frac{4\pi}{3}\Rightarrow\Delta t=\frac{2T}{3}.$

Câu 17: Đáp án D.

Ban đầu hai vật xuất phát từ vị trí $x=\frac{A}{2}.$

Tần số dao động của hai vật lần lượt là: $f_1=3\text{Hz};$

$f_2=6\text{Hz}\Rightarrow\frac{f_1}{f_2}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{T_2}{T_1}=\frac{6}{3}=\frac{2}{1}.$

Khi hai vật có cùng li độ lần tiếp theo thì cả hai vecto đã lần lượt quay được góc α_1 và α_2. Ta có hệ:

$$\begin{cases}\dfrac{\alpha_1}{\alpha_2}=\dfrac{1}{2}\\ \alpha_1=\pi-\alpha\Rightarrow 2(\pi-\alpha)=\pi+\alpha\Rightarrow\alpha=\dfrac{\pi}{3}\Rightarrow\Delta t=\dfrac{1}{27}s.\\ \alpha_2=\pi+\alpha\end{cases}$$

Câu 18: Đáp án D.

Vận tốc của vận bằng 0 khi con lắc đang ở vị trí biên nên khi xuất phát từ vị trí cân bằng thì thời điểm đầu tiên liên tiếp con lắc có vận tốc bằng 0 là $T/4$.

Câu 19: Đáp án B.

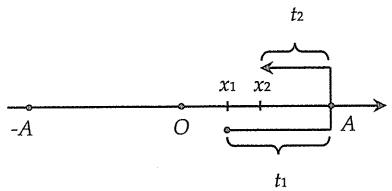
Khoảng thời gian ngắn nhất khi con lắc đi từ vị trí biên có li độ $x=A$ đến vị trí $x=\dfrac{-A}{2}$ là $\Delta t=\dfrac{T}{3}$ và quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian này là: $S=A+\dfrac{1}{2}A=\dfrac{3A}{2}$.

Vậy tốc độ trung bình của vật trong khoảng thời gian này là: $V=\dfrac{S}{\Delta t}=\dfrac{3A/2}{T/3}=\dfrac{9A}{2T}$.

Câu 20: Đáp án A.

Trong một chu kỳ thì vật đi qua vị trí x có li độ $x=-2$cm 2 lần. Để đi qua lần thứ 2011 thì vật cần quay được $1005T$ và một góc $\alpha=\dfrac{2\pi}{3}$. Vậy khoảng thời gian cần tìm là: $\Delta t=1005.3+\dfrac{\alpha}{\omega}=3016s$.

Câu 21: Đáp án C.



Theo bài ra: $t_1+t_2=\dfrac{1}{6}$s,

thay $t_1=\dfrac{1}{\omega}\arccos\dfrac{x_1}{A};t_2=\dfrac{1}{\omega}\arccos\dfrac{x_2}{A}$ ta được:

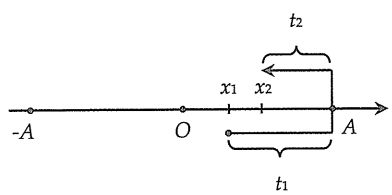
$$\frac{1}{2\pi}\arccos\frac{1,8}{A}+\frac{1}{2\pi}\arccos\frac{2}{A}=\frac{1}{6}$$

$$\Rightarrow\arccos\frac{1,8}{A}+\arccos\frac{2}{A}=\frac{\pi}{3}.$$

Giải ra ta được (bằng máy tính) $A=2,203$ cm.

Vận tốc cực đại $v_{max}=\omega A=13,84$ cm/s

Câu 22: Đáp án D.



Theo bài ra: $t_1+t_2=\dfrac{1}{6}$s,

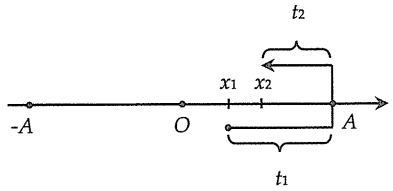
thay $t_1=\dfrac{1}{\omega}\arccos\dfrac{x_1}{A};t_2=\dfrac{1}{\omega}\arccos\dfrac{x_2}{A}$ ta được:

$$\frac{1}{\pi}\arccos\frac{1,8}{A}+\frac{1}{\pi}\arccos\frac{1,7}{A}=0,17$$

$$\Rightarrow\arccos\frac{1,8}{A}+\arccos\frac{1,7}{A}=0,17\pi.$$

Giải ra ta được (bằng máy tính) $A=1,824$ cm. Gia tốc cực đại $a_{max}=\omega^2A=18,00$ cm/s^2

Câu 23: Đáp án D.



Theo bài ra: $t_1+t_2=1/6$s,

thay $t_1=\dfrac{1}{\omega}\arccos\dfrac{x_1}{A};t_2=\dfrac{1}{\omega}\arccos\dfrac{x_2}{A}$ ta được:

$$\frac{1}{2\pi}\arccos\frac{1,7}{A}+\frac{1}{2\pi}\arccos\frac{2,2}{A}=\frac{1}{6}$$

$$\Rightarrow\arccos\frac{1,7}{A}+\arccos\frac{2,2}{A}=\frac{\pi}{3}.$$

Giải ra ta được (bằng máy tính)

$$\Rightarrow W=\frac{m\omega^2A^2}{2}=\frac{2.(2\pi)^2.0,0231^2}{2}\approx 0,021(\text{J})$$

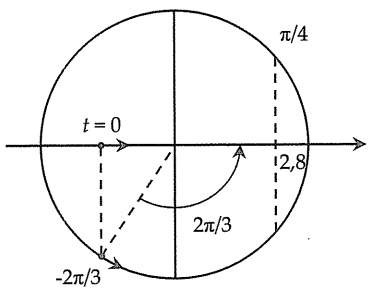
Câu 24: Đáp án B.

Thời gian vật đi qua hai điểm liên tiếp có vận tốc bằng không (hai vị trí biên) là $\dfrac{T}{2}$ nên: $\dfrac{T}{2}=\dfrac{17}{127}-\dfrac{7}{6}$, suy ra:

$T=0,5$ s, $\omega=\dfrac{2\pi}{T}=4\pi$ (rad/s).

Từ t = 0 đến $t_1=\dfrac{7}{6}$ s phải quét một góc:

$$\Delta\Phi_1=\omega t_1=4\pi.\frac{7}{6}=2.2\pi+\frac{2\pi}{3}.$$



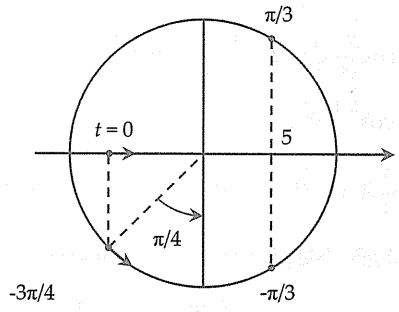
Vì tại thời điểm t = 0, vật qua đi theo chiều dương nên pha ban đầu của dao động là $\varphi=\dfrac{-2\pi}{3}$.

Từ $t=0$ đến $t=\dfrac{29}{24}$s, bán kính véc tơ quét một góc:

$$\Delta\Phi=\omega t=4\pi.\frac{29}{24}=2.2\pi+\frac{2\pi}{3}+\frac{\pi}{6}$$

Dựa vào đường tròn ta thấy khi quét được 2.2π thì đi qua 4 lần, quét thêm góc $\frac{2\pi}{3}$ đi qua 1 lần nữa, quét thêm góc $\frac{\pi}{6}$ không đi qua lần nào nữa. Vậy tổng cộng có 5 lần.

Câu 25: Đáp án C.



Thời gian hai lần liên tiếp có gia tốc bằng không (hai lần liên tiếp qua vị trí cân bằng) là T/2 nên: $\frac{T}{2}=\frac{45}{16}-\frac{41}{16}$, suy ra: $T=0,5$ s, $\omega=\frac{2\pi}{T}=4\pi$ (rad/s).

Từ t = 0 đến $t_1=\frac{41}{16}$ s phải quét một góc:

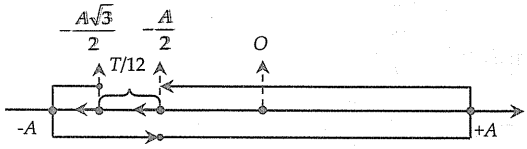
$\Delta\Phi_1=\omega t_1=4\pi.\frac{41}{16}=5.2\pi+\frac{\pi}{4}$. Vì tại thời điểm t = 0, vật qua đi theo chiều dương nên pha ban đầu của dao động $\varphi=\frac{-3\pi}{4}$.

Tính từ thời điểm t = 0, lần 1 vật có li độ x = 5 cm là $t=\frac{\frac{-\pi}{3}-\frac{-3\pi}{4}}{\omega}=\frac{5}{48}(s)$, để có lần thứ 2015 = 1 + 2.1007 thì từ thời điểm $t=\frac{5}{48}(\text{s})$ quay thêm 1007 vòng (1007T):

$t_{2015}=\frac{5}{48}+1007T=\frac{5}{48}+1007.0,5=503,6(\text{s})$

Câu 26: Đáp án A.

Tần số góc: $\omega=\frac{a_{max}}{v_{max}}=10\pi(\text{rad/s})\Rightarrow T=\frac{2\pi}{\omega}=0,2(\text{s})$



Thời điểm ban đầu vật có vận tốc -1,5 m/s = $-v_{max}/2$ và thế năng đang tăng đi ra biên $\Rightarrow x=-0,5A\sqrt{3}$.

Thời điểm lần 1 vật có gia tốc bằng 15π (m/s^2) $=+a_{max}/2$ (lúc này $x=-\frac{A}{2}$) thì vật phải đi từ x = $x=\frac{-A\sqrt{3}}{2}$ đến x = -A rồi đến $x=-\frac{A}{2}$:

$$t_1=\frac{T}{12}+\frac{T}{6}=\frac{T}{4}=0,05(\text{s})$$

Thời điểm lần 2 vật có gia tốc bằng 15π (m/s^2) $=\frac{+a_{max}}{2}$ (lúc này $x=-\frac{A}{2}$) thì vật phải đi từ x = $x=\frac{-A\sqrt{3}}{2}$ đến x = -A rồi đến x = A rồi đến $x=-\frac{A}{2}$:

$t_2=T-\frac{T}{12}=\frac{11T}{12}=\frac{11}{60}(\text{s})$

Lần thứ 2014 ÷ 2 = 1006 dư 2 nên:

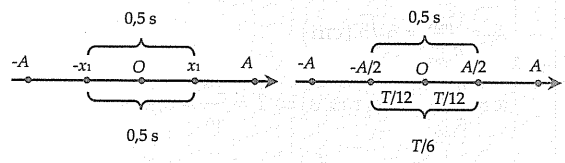
$t_{2014}=1006T+t_2=1006.0,2+\frac{11}{60}=\frac{12083}{60}\approx 201,38$ (s)

Câu 27: Đáp án C.

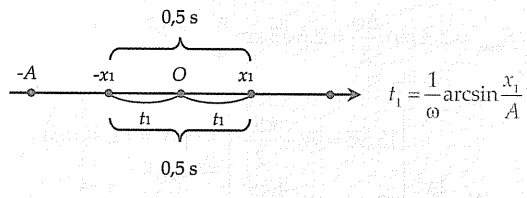
Để tốc độ lớn hơn một giá trị v_0 thì vật phải nằm trong khoảng $(-x_1;x_1)$. Tốc độ trung bình khi đi một chiều giữa hai vị trí $-x_1$ và x_1 là: $20(\text{cm/s})=\frac{2x_1}{0,5}$

$\Rightarrow x_1=5$ (cm) $=\frac{A}{2}$

$$\Rightarrow\begin{cases}\frac{T}{6}=0,5(\text{s})\Rightarrow T=3(\text{s})\Rightarrow\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{3}(\text{rad/s})\\ v_0=\frac{\omega A\sqrt{3}}{2}\approx 18,14\ (\text{cm/s})\end{cases}$$



Câu 28: Đáp án A.

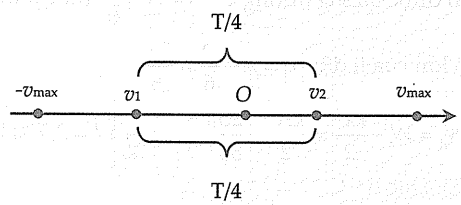


Để tốc độ lớn hơn một giá trị v_0 thì vật phải nằm trong khoảng $(-x_1;x_1)$. Tốc độ trung bình khi đi một chiều giữa hai vị trí $-x_1$ và x_1 là: 24 (cm/s) $=\frac{2x_1}{0,5}$

$\Rightarrow x_1=6$ (cm)

$$\Rightarrow\begin{cases}0,25\ (\text{s})\Rightarrow t_1=\frac{1}{\omega}\arcsin\frac{6}{10}\Rightarrow\omega\approx 2,574\ (\text{rad/s})\\ v_0=\omega\sqrt{A^2-x_1^2}\approx 20,59\ (\text{cm/s})\end{cases}$$

Câu 29: Đáp án A.



Từ hình vẽ ta nhận thấy hai thời điểm có vận tốc v_1 và v_2 là vuông pha nên:

$$\left(\frac{v_1}{v_{max}}\right)^2+\left(\frac{v_2}{v_{max}}\right)^2=1\Rightarrow\left(\frac{-2\pi\sqrt{3}}{v_{max}}\right)^2+\left(\frac{2\pi}{v_{max}}\right)^2=1$$

$$\Rightarrow v_{max}=4\pi\,(\text{cm/s})$$

$$\Rightarrow \omega=\frac{v_{max}}{A}=2\pi\,(\text{rad/s})\Rightarrow T=\frac{2\pi}{\omega}=1(\text{s}).$$

Câu 30: Đáp án B.

Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp vật có động năng bằng thế năng là $\frac{T}{4}$ nên $\Delta t=\frac{T}{4}$. Hai thời điểm vuông pha thì nên:

$$\left(\frac{v_1}{v_{max}}\right)^2+\left(\frac{v_2}{v_{max}}\right)^2=1\Rightarrow\left(\frac{15\pi\sqrt{3}}{v_{max}}\right)^2+\left(\frac{45\pi}{v_{max}}\right)^2=1$$

$$\Rightarrow v_{max}=30\pi\sqrt{3}\,(\text{cm/s})$$

Mặt khác, a và v vuông pha nhau nên:

$$\left(\frac{a_1}{a_{max}}\right)^2+\left(\frac{v_1}{v_{max}}\right)^2=1\Rightarrow\left(\frac{15\pi\sqrt{3}}{30\pi\sqrt{3}}\right)^2+\left(\frac{2250}{a_{max}}\right)^2=1$$

$$\Rightarrow a_{max}=1500\sqrt{3}\,(\text{cm/s}^2)$$

Mặt khác: $\begin{cases}v_{max}=\omega A\\ a_{max}=\omega^2 A\end{cases}$

$$\Rightarrow\begin{cases}A=\dfrac{v_{max}^2}{a_{max}}=6\sqrt{3}\,(\text{cm})\\ \omega=\dfrac{a_{max}}{v_{max}}=5\pi\,(\text{rad/s})\Rightarrow T=\dfrac{2\pi}{\omega}=0,4(\text{s})\end{cases}$$

Ta thấy: $\Delta t=0,1(\text{s})=\frac{T}{4}\Leftrightarrow\Delta\varphi=\omega\Delta t=\frac{\pi}{2}$

$$\Rightarrow S_{max}=2A\sin\frac{\Delta\varphi}{2}=2.6\sqrt{3}\sin\frac{\pi}{4}=6\sqrt{6}\,(\text{cm}).$$

Câu 31: Đáp án C.

$$W_d=W-\frac{kx^2}{2}\begin{cases}13,95=W-\dfrac{kS^2}{2}\\ 12,6=W-\dfrac{4.kS^2}{2}\\ W_d=W-\dfrac{9.kS^2}{2}=14,4-9.0,45=10,35(\text{mJ})\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}W=14,4(\text{mJ})\\ \dfrac{kS^2}{2}=0,45(\text{mJ})\end{cases}$$

Câu 32: Đáp án C.

$$W_d=W-\frac{kx^2}{2}\begin{cases}8=W-\dfrac{kS^2}{2}\\ 5=W-\dfrac{4.kS^2}{2}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}W=\dfrac{kA^2}{2}=9(\text{mJ})\\ \dfrac{kS^2}{2}=1(\text{mJ})\end{cases}$$

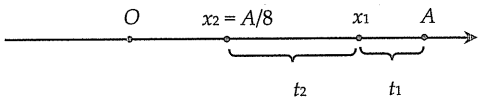
$$\Rightarrow S=\frac{A}{3}$$

Khi đi được quãng đường $3,5S=A+\frac{A}{6}$ thì vật lúc này có độ lớn của li độ: $|x|=A-\frac{A}{6}=\frac{5A}{6}$

$$\Rightarrow W_d=W-\frac{kx^2}{2}=\frac{kA^2}{2}-\frac{25}{36}\frac{kA^2}{2}=\frac{11}{36}W=2,75\,(\text{J})$$

Câu 33: Đáp án C.

Cách 1:



Theo bài ra: $t_1=t_2=t$ mà $\begin{cases}t_1=\dfrac{1}{\omega}\arccos\dfrac{x_1}{A}\\ t_2=\dfrac{1}{\omega}\arccos\dfrac{x_2}{A}-\dfrac{1}{\omega}\arccos\dfrac{x_1}{A}\end{cases}$

nên: $\arccos\frac{x_1}{A}=\arccos\frac{x_2}{A}-\arccos\frac{x_1}{A}$

$$\Rightarrow\frac{x_1}{A}=\cos\left(\frac{1}{2}\arccos\frac{1}{8}\right)=\frac{3}{4}$$

$$\Rightarrow x_1=\frac{3}{4}A\Rightarrow W_{t1}=\frac{9}{16}W\Rightarrow W=\frac{16}{9}W_{t1}=64(\text{J})$$

Chọn lại gốc thời gian là $x=\frac{A}{8}$ và $v<0$ thì

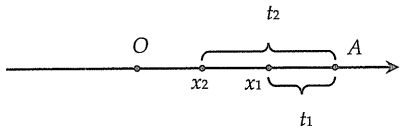
$$x=A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t+\arccos\frac{1}{8}\right)$$

Cho $t=\frac{5T}{8}$ thì $x=A\cos\left(\frac{2\pi}{T}\frac{5T}{8}+\arccos\frac{1}{8}\right)\approx 0,6132A$

$$\Rightarrow W_{t3}=0,6132^2W=0,376W$$

$$\Rightarrow W_{d3}=0,624W=39,9(\text{J})$$

Cách 2:



Theo bài ra ta có, dao động điều hòa của vật có phương trình $x=A\cos\omega t$. Ta có

Khi $t_1=t$ và $t_2=2t$:

$$\begin{cases}x_1=A\cos\omega t\\ x_2=A\cos 2\omega t\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\omega t=\dfrac{1}{2}\arccos\dfrac{x_2}{A}\\ x_1=A\cos\left(\dfrac{1}{2}\arccos\dfrac{x_2}{A}\right)\end{cases}$$

$$\Rightarrow W=\frac{W_{t1}}{\cos^2\left(\frac{1}{2}\arccos\frac{x_2}{A}\right)}=64(J)$$

Khi $t_3=2t+\frac{5T}{8}$:

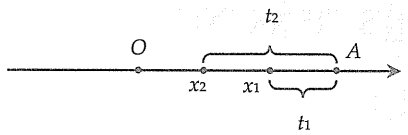
$$x_3=A\cos\omega\left(2t+\frac{5T}{8}\right)=A\cos\left(2\omega t+\frac{5\pi}{4}\right)$$

$$=A\cos\left(\arccos\frac{x_2}{A}+\frac{5\pi}{4}\right)=0,6132A$$

$$\Rightarrow W_{d3}=W-W_{t3}=W\left(1-\left(\frac{x_3}{A}\right)^2\right)$$

$$=64\left(1-0,6132^2\right)=39,9(\text{J})$$

Câu 34: Đáp án A.



Theo bài ra ta có, dao động điều hòa của vật có phương trình $x = A\cos\omega t$. Ta có

Khi $t_1 = t$ và $t_2 = 4t$: $\begin{cases} x_1 = A\cos\omega t \\ x_2 = A\cos 4\omega t \end{cases}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \omega t = \frac{1}{4}\arccos\frac{x_2}{A} \approx 0,3569(\text{rad}) \\ x_1 = A\cos 0,3569 = 0,937A \end{cases}$$

$$\Rightarrow W = \frac{W_{t1}}{0,937^2} = 34,17(\text{J})$$

Khi $t_3 = 4t + \frac{T}{4}$:

$$x_3 = A\cos\omega\left(4t + \frac{T}{4}\right) = A\cos\left(4\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= A\cos\left(4.0,3569 + \frac{\pi}{2}\right) \approx -0,9898A$$

$$\Rightarrow W_{t3} = W_{d3} = W\left(\frac{x_3}{A}\right)^2 = 34,17.0.9898^2 = 33,5(\text{J})$$

Câu 35: Đáp án C.

Khi $t = 0$ vật xuất phát từ vị trí biên dương nên $x = 13\cos\omega t(\text{cm})$.

Khi $t = t_0$ thì $x_1 = 15\cos\omega t_0 = 12(\text{cm})$

$$\Rightarrow \cos\omega t_0 = 0,8 \Rightarrow \omega t_0 = \arccos 0,8$$

Khi $t = 7t_0$ thì

$$x_2 = 15\cos 7\omega t_0 = 15\cos 7(\arccos 0,8) = -3,10(\text{cm})$$

Câu 36: Đáp án A.

$$0,5 = \frac{|v|}{v_{\max}} = \frac{\sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_{\max})}}{\sqrt{2gl(1-\cos\alpha_{\max})}} = \sqrt{\frac{\cos\alpha - \cos 60^\circ}{1-\cos 60^\circ}}$$

$$\cos\alpha = 0,625 \Rightarrow \alpha \approx 51,3^\circ$$

Câu 37: Đáp án D.

Khi lực căng dây $T = mg$ ta có

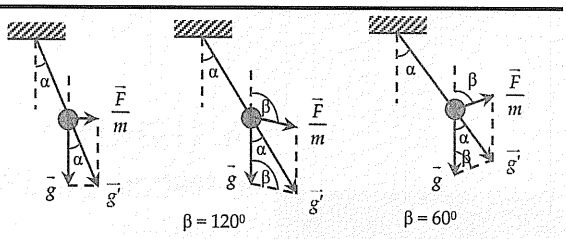
$$mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_{\max}) = mg \Rightarrow \cos\alpha = \frac{1 + 2\cos\alpha_{\max}}{3} = \frac{2}{3}$$

$$\vec{a} = \vec{a_{tt}} + \vec{a_{ht}}$$

$$\begin{cases} a_{tt} = \frac{P_t}{m} = g\sin\alpha = 10\sin\left(\arccos\frac{2}{3}\right) = 7,45(\text{m/s}^2) \\ a_{ht} = \frac{v^2}{l} = 2g(\cos\alpha - \cos\alpha_{\max}) = 2.10\left(\frac{2}{3} - 0,5\right) = \frac{10}{3}(\text{m/s}^2) \end{cases}$$

$$\Rightarrow a = \sqrt{a_{tt}^2 + a_{ht}^2} \approx 8,16(\text{m/s}^2)$$

Câu 38: Đáp án D.



Khi $\vec{F}$ có phương nằm ngang thì chu kì dao động:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2}}}$$

Khi $\vec{F}$ quay xuống một góc 30°, quay lên một góc 30° thì chu kì dao động lần lượt là:

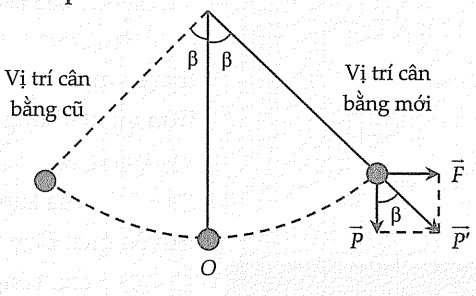
$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2 - 2g\frac{F}{m}\cos 120^\circ}}}$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2 - 2g\frac{F}{m}\cos 60^\circ}}}$$

Từ đó rút ra hệ thức liên hệ:

$$\frac{1}{T_1^4} + \frac{1}{T_2^4} = 2\frac{1}{T^4} \Rightarrow T = \frac{T_1T_2\sqrt[4]{2}}{\sqrt[4]{T_1^4 + T_2^4}} \approx 1,331(s)$$

Câu 39: Đáp án D.



Từ hình vẽ ta có: $\cos\beta = \frac{P}{P'} = \frac{g}{g'} \Rightarrow g' = \frac{g}{\cos\beta}$

Vị trí cân bằng mới hợp so với vị trí cân bằng cũ một góc: $\alpha_{\max} = 2\beta = 0,16$ rad.

Tốc độ cực đại:

$$v_{\max} = \omega A = \sqrt{\frac{g'}{l}}.l\alpha_{\max} = \sqrt{\frac{gl}{\cos\beta}}.\alpha_{\max} = \sqrt{\frac{gl}{\cos\beta}}.\alpha_{\max}$$

$$\approx 0,8013(\text{m/s})$$

Câu 40: Đáp án C.

Từ các biểu thức chù kì

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}; T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \frac{qE}{m}}}; T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g - \frac{qE}{m}}}$$ ta suy ra:

$$\frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} = \frac{2}{T^2} \Rightarrow T = \frac{T_1T_2\sqrt{2}}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$$

CHƯƠNG 2. SÓNG CƠ

A. LÍ THUYẾT

I. SÓNG CƠ HỌC VÀ CÁC ĐẶC TRƯNG

1. Định nghĩa

> Sóng cơ là những dao động lan truyền trong một môi trường.

Ví dụ: Sóng trên mặt nước là sóng truyền từ một điểm dao động trên mặt nước (bằng cần rung tạo dao động chẳng hạn) đến các phần tử khác thông qua môi trường là nước.

Chú ý

Khi sóng cơ truyền đi, các phần tử vật chất không truyền đi theo sóng, mà dao động xung quanh một vị trí cân bằng xác định.

2. Phân loại

Sóng cơ chia làm 2 loại: sóng ngang và sóng dọc.

Sóng ngang là sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng.

Ví dụ: Sóng trên mặt nước là sóng ngang.

Sóng dọc là sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương trùng với phương truyền sóng.

Ví dụ: Sóng âm là sóng dọc, phần tử môi trường là khí.

STUDY TIP

- Trừ trường hợp sóng mặt nước, **sóng ngang** chỉ truyền trong **chất rắn.**
- **Sóng dọc** truyền được cả trong **chất khí, chất lỏng và chất rắn.**
- **Sóng cơ không** truyền được trong **chân không.**

3. Các đặc trưng của một sóng hình sin

3.1. Biên độ của sóng

Biên độ A của sóng là biên độ dao động của một phần tử của môi trường có sóng truyền qua.

Đơn vị: m, thông thường là cm.

3.2. Chu kì, tần số của sóng

Chu kì T của sóng là chu kì dao động của một phần tử của môi trường có sóng truyền qua. Đơn vị: giây.

Tần số f của sóng là số dao động của một phần tử môi trường có sóng truyền qua trong một khoảng thời gian. Đơn vị: Héc (Hz).

$$f = \frac{1}{T} = \frac{N}{\Delta t}$$

N: số dao động thực hiện được trong khoảng thời gian Δt.

Chú ý

Khi sóng truyền đi, tần số sóng không thay đổi.

3.3. Tốc độ truyền sóng

Tốc độ truyền sóng v là tốc độ lan truyền dao động trong một môi trường.

Đối với mỗi môi trường, tốc độ truyền sóng v có một giá trị không đổi.

> Nhận xét: Tốc độ truyền sóng phụ thuộc vào:
> + Bản chất của môi trường (mật độ, tính đàn hồi của môi trường,...)
> + Nhiệt độ

Lưu ý

Tốc độ truyền sóng giảm theo thứ tự: rắn, lỏng, khí: $v_r > v_l > v_k$.

3.4. Bước sóng

Bước sóng λ là quãng đường mà sóng truyền được trong một chu kì, hay là khoảng cách ngắn nhất giữa hai điểm trên cùng phương truyền sóng mà tại đó dao động cùng pha.

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

STUDY TIP

- Khoảng cách giữa hai ngọn (đỉnh) sóng liên tiếp là **một bước sóng.**
- Khoảng cách giữa n ngọn (đỉnh) sóng liên tiếp là $(\mathbf{n-1})$ **bước sóng.**

3.5. Năng lượng sóng

Năng lượng sóng là năng lượng dao động của các phần tử môi trường có sóng truyền qua.

II. PHƯƠNG TRÌNH SÓNG

1. Phương trình sóng

- Xét một sóng hình sin lan truyền trong một môi trường, sóng này phát ra từ một nguồn điểm O. Giả sử phương trình dao động tại O có dạng

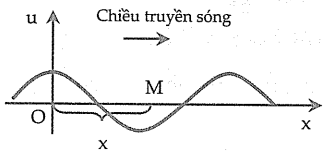
$$u_O = a\cos\left(\omega t + \varphi_0\right)$$

Trong đó:

- u_0 là li độ tại O tại thời điểm t (m)
- a là biên độ (m)
- ω là tần số góc của sóng (rad/s)
- φ_0 là pha ban đầu (rad)

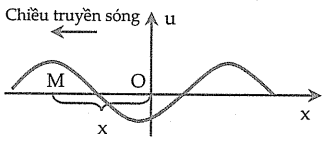
- Xét một điểm M nằm trên phương truyền sóng, cách O một khoảng $d = OM$. Nếu bỏ qua mất mát năng lượng, thì biên độ của M bằng biên độ của nguồn O, dao động tại M sẽ trễ pha hơn dao động tại nguồn O một góc $\frac{2\pi d}{\lambda}$. Phương trình dao động tại M có dạng

$$u_M = a\cos\left(\omega t + \varphi_0 - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$



- Nếu sóng truyền theo chiều dương Ox $(x > 0)$. Khi đó $d = |x| = x$. Phương trình sóng tại M có dạng

$$u_M = a\cos\left(\omega t + \varphi_0 - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = a\cos\left(\omega t + \varphi_0 - \frac{2\pi x}{\lambda}\right).$$



- Nếu sóng truyền theo chiều âm Ox $(x < 0)$. Khi đó $d = |x| = -x$. Phương trình sóng tại M có dạng

$$u_M = a\cos\left(\omega t + \varphi_0 - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = a\cos\left(\omega t + \varphi_0 + \frac{2\pi x}{\lambda}\right).$$

2. Một số tính chất của sóng suy ra từ phương trình sóng

- Xét phương trình sóng tại một điểm M bất kì, cách nguồn cố định O có phương trình $u_O = a\cos\left(\omega t + \varphi_0\right)$ một khoảng là d, tại thời điểm t. Phương trình sóng tại M có dạng:

$$u_M = a\cos\left(\omega t + \varphi_0 - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = a\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0 - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

Từ phương trình trên, ta thấy rằng:

+ Nếu giữ nguyên d, thì u_M chỉ phụ thuộc vào biến t, ta nói rằng u_M tuần hoàn theo thời gian với chu kì T. Bởi vì

$$u_M\left(t+T\right) = a\cos\left(\frac{2\pi}{T}.\left(t+T\right) + \varphi_0 - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = a\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + 2\pi + \varphi_0 - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

$$= a\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0 - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = u_M\left(t\right).$$

+ Nếu giữ nguyên t, thì u_M chỉ phụ thuộc vào biến d, ta nói rằng u_M tuần hoàn theo không gian với chu kì λ (tức là cứ sau mỗi khoảng có độ dài bằng một bước sóng, sóng lại có hình dạng lặp lại như cũ). Bởi vì

$$u_M(d+\lambda)=a\cos\left(\frac{2\pi}{T}t+\varphi_0-\frac{2\pi(d+\lambda)}{\lambda}\right)=a\cos\left(\frac{2\pi}{T}t+\varphi_0-\frac{2\pi d}{\lambda}-2\pi\right)$$

$$=a\cos\left(\frac{2\pi}{T}t+\varphi_0-\frac{2\pi d}{\lambda}\right)=u_M(d).$$

Vậy, sóng có tính chất **tuần hoàn theo không gian và thời gian.**

III. GIAO THOA SÓNG

1. Định nghĩa

- **Hai nguồn kết hợp** là hai nguồn dao động có cùng tần số và có độ lệch pha không đổi theo thời gian.
- **Hiện tượng giao thoa của sóng** là hiện tượng hai sóng kết hợp dao động cùng phương gặp nhau, giao thoa với nhau.

Chú ý

Điều kiện giao thoa sóng: Hai nguồn dao động là hai nguồn kết hợp và dao động cùng phương, tức là hai nguồn có:
+ Cùng tần số
+ Cùng phương dao động
+ Có độ lệch pha không đổi theo thời gian

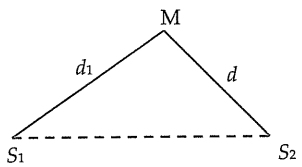
Trên miền giao thoa có các điểm dao động với biên độ cực đại (sóng từ hai nguồn truyền tới điểm đó tăng cường nhau) và có các điểm dao động với biên độ cực tiểu (sóng từ hai nguồn truyền tới điểm đó làm yếu nhau) tạo thành **hình ảnh giao thoa.**

2. Phương trình dao động của một điểm trên vùng giao thoa

Trong chương trình Vật lí 12 của Bộ giáo dục, chỉ xét hai nguồn kết hợp cùng pha; ngược pha. Nhưng để có cái nhìn tổng quát, ta xét hai nguồn S_1, S_2 lệch pha nhau bất kì, rồi sau đó mới xét các trường hợp cùng pha, ngược pha, vuông pha,...

Xét hai nguồn kết hợp S_1, S_2 có phương trình dao động lần lượt là

$$u_{S_1}=a\cos(\omega t+\varphi_1)$$
$$u_{S_2}=a\cos(\omega t+\varphi_2)$$



Gọi M là một điểm nằm trong vùng giao thoa giữa hai nguồn, cách nguồn S_1 một khoảng d_1, cách nguồn S_2 một khoảng d_2.

Phương trình sóng tại M do S_1 truyền tới là

$$u_{M_1}=a\cos\left(\omega t+\varphi_1-\frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)\ (1)$$

Phương trình sóng tại M do S_2 truyền tới là

$$u_{M_2}=a\cos\left(\omega t+\varphi_2-\frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)\ (2)$$

Phương trình sóng tổng hợp tại tại M là

$$u_M=u_{M_1}+u_{M_2}=a\cos\left(\omega t+\varphi_1-\frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)+a\cos\left(\omega t+\varphi_2-\frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)\ (3)$$

Ta có thể thấy, đây chính là tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số.

Để biết được phương trình dao động tổng hợp, ta có thể dùng công thức lượng giác để biến đổi tổng thành tích cho (3), hoặc có thể tính trực tiếp công thức biên

độ tổng hợp và công thức xác định pha ban đầu trong phần tổng hợp dao động ở phần dao động cơ đã được học. Ở đây ta sử dụng công thức biến đổi tổng thành tích $\cos a+\cos b=2\cos\frac{a+b}{2}\cos\frac{a-b}{2}$. Khi đó ta có:

$$u_M=a\cos\left(\omega t+\varphi_1-\frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)+a\cos\left(\omega t+\varphi_2-\frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$$

$$=2a\cos\frac{\left(\omega t+\varphi_1-\frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)-\left(\omega t+\varphi_2-\frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)}{2}.\cos\frac{\left(\omega t+\varphi_1-\frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)+\left(\omega t+\varphi_2-\frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)}{2}$$

$$=2a\cos\left(\frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}+\frac{\pi\left(d_2-d_1\right)}{\lambda}\right).\cos\left(\omega t+\frac{\varphi_1+\varphi_2}{2}-\frac{\pi\left(d_1+d_2\right)}{2\lambda}\right)$$

Vậy, dao động của phần tử tại M là dao động điều hòa, cùng tần số với hai nguồn và có biên độ dao động là

$$A_M=2a\left|\cos\left(\frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}+\frac{\pi\left(d_2-d_1\right)}{\lambda}\right)\right| \quad (4)$$

Trường hợp hay gặp nhất là hai nguồn cùng pha, tức là $\varphi_1=\varphi_2+k2\pi$, khi đó

$$A_M=2a\left|\cos\frac{\pi\left(d_2-d_1\right)}{\lambda}\right|$$

STUDY TIP

Trong phòng thi, ta không nên nhớ công thức như bên rồi áp dụng, vì nó rất dài và khó nhớ. Có thể bạn đọc nhớ được trong thời gian học phần này, nhưng đến lúc cuối ôn thi bạn sẽ quên! Vậy nên chúng ta hãy học theo bản chất vì sao lại có công thức đó? Bản chất của nó chính là việc tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương cùng tần số, và bài toán về tổng hợp dao động ta đã xem xét kĩ ở phần trước rồi!!!

Chú ý: Nếu hai nguồn S_1, S_2 có biên độ khác nhau, thì ta không thể áp dụng công thức lượng giác biến tổng thành tích cho (3), mà khi đó ta sẽ dùng công thức tính biên độ tổng hợp của dao động.

Cụ thể, giả sử $\begin{cases}u_{S_1}=a\cos\left(\omega t+\varphi_1\right)\\u_{S_2}=b\cos\left(\omega t+\varphi_2\right)\end{cases}$ thì $\begin{cases}u_{M_1}=a\cos\left(\omega t+\varphi_1-\frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)\\u_{M_2}=a\cos\left(\omega t+\varphi_2-\frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)\end{cases}$

Biên độ của dao động tổng hợp tại M được xác định bởi

$$A_M=\sqrt{a^2+b^2+2ab\cos\left(\varphi_1-\varphi_2+\frac{2\pi\left(d_2-d_1\right)}{\lambda}\right)}.$$

Tiếp theo, ta sẽ xét xem khi nào thì một điểm trên vùng giao thoa dao động với biên độ cực đại? Khi nào dao động với biên độ cực tiểu?

4. Vị trí cực đại và cực tiểu giao thoa

Để hiểu một cách tổng quát, trước hết, ta xét trường hợp hai nguồn lệch pha nhau bất kì, sau đó xét các trường hợp hay gặp là cùng pha, ngược pha.

4.1. Trường hợp hai nguồn lệch pha nhau bất kì

- Vị trí cực đại giao thoa là vị trí mà phần tử tại đó dao động với biên độ cực đại.
- Vị trí cực tiểu giao thoa là vị trí mà phần tử tại đó dao động với biên độ cực tiểu (bằng 0).
- Để xác định vị trí cực đại và cực tiểu giao thoa, ta có hai cách xác định:

* **Cách thứ nhất:** Sử dụng công thức biên độ sóng tại một điểm bất kì, tìm giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của biên độ

Vị trí cực tiểu giao thoa

Ta có $A_M = 2a\left|\cos\left(\frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}+\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}\right)\right| \geq 0$

Dấu bằng xảy ra khi

$$\cos\left(\frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}+\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}\right)=0 \Leftrightarrow \frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}+\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}=\frac{\pi}{2}+k\pi,\ k\in\mathbb{Z}$$

$$\Leftrightarrow d_2-d_1=\left(k+\frac{1}{2}\right)\lambda+\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2\pi}\lambda,\ k\in\mathbb{Z}$$

Như vậy, vị trí cực tiểu giao thoa được xác định thông qua

$$\boxed{d_2-d_1=\left(k+\frac{1}{2}\right)\lambda+\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2\pi}\lambda,\ k\in\mathbb{Z}}$$

Vị trí cực đại giao thoa

Ta có $A_M = 2a\left|\cos\left(\frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}+\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}\right)\right| \leq 2a$

Dấu bằng xảy ra khi

$$\left|\cos\left(\frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}+\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}\right)\right|=1 \Leftrightarrow \cos^2\left(\frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}+\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}\right)=1$$

$$\Leftrightarrow 1-\cos^2\left(\frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}+\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}\right)=0 \Leftrightarrow \sin^2\left(\frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}+\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}\right)=0$$

$$\Leftrightarrow \frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}+\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}=k\pi,\ k\in\mathbb{Z}$$

$$\Leftrightarrow d_2-d_1=k\lambda+\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2\pi}\lambda,\ k\in\mathbb{Z}$$

Như vậy, vị trí cực đại giao thoa được xác định thông qua

$$\boxed{d_2-d_1=k\lambda+\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2\pi}\lambda,\ k\in\mathbb{Z}}$$

* **Cách thứ hai:** Xét độ lệch pha của hai sóng từ nguồn truyền tới điểm M

Điểm M bất kì dao động với biên độ cực đại khi sóng tới từ 2 nguồn đến điểm M (u_{M_1} và u_{M_2}) dao động cùng pha; dao động với biên độ cực tiểu khi sóng tới từ 2 nguồn đến điểm M dao động ngược pha.

Độ lệch pha giữa hai sóng tới tại M (u_{M_1} và u_{M_2}) là

$$\Delta\varphi=\varphi_1-\varphi_2+\frac{2\pi(d_2-d_1)}{\lambda}$$

Vị trí cực tiểu giao thoa

Để M là một cực tiểu giao thoa, thì sóng tới từ 2 nguồn đến điểm M (u_{M_1} và u_{M_2}) dao động ngược pha.

Để u_{M_1} và u_{M_2} dao động ngược pha thì $\Delta\varphi=\pi+k2\pi,$ tương đương

$$\varphi_1-\varphi_2+\frac{2\pi(d_2-d_1)}{\lambda}=\pi+k2\pi,\ k\in\mathbb{Z}$$

tức là

$$\boxed{d_2-d_1=\left(k+\frac{1}{2}\right)\lambda+\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2\pi}\lambda,\ k\in\mathbb{Z}}$$

Vị trí cực đại giao thoa

Để M là một cực đại giao thoa, thì sóng tới từ 2 nguồn đến điểm M (u_{M_1} và u_{M_2}) dao động cùng pha.

Để u_{M_1} và u_{M_2} dao động cùng pha thì $\Delta\varphi = k2\pi$, tương đương

$$\varphi_1 - \varphi_2 + \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} = k2\pi,\ k \in \mathbb{Z}$$

tức là

$$\boxed{d_2 - d_1 = k\lambda + \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2\pi}\lambda,\ k \in \mathbb{Z}}$$

Chú ý:

- Hai nguồn cố định và hai nguồn cách nhau một khoảng không đổi. Mặt khác, vị trí cực đại giao thoa thỏa mãn $d_2 - d_1 = k\lambda + \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2\pi}\lambda,\ k \in \mathbb{Z}$ và vị trí cực tiểu giao thoa thỏa mãn $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda + \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2\pi}\lambda,\ k \in \mathbb{Z}$.

Suy ra, ứng với một giá trị k, ta sẽ có $d_2 - d_1$ không đổi.

- Như vậy, theo định nghĩa đường Hypebol, tập hợp các điểm M thỏa mãn $d_2 - d_1 = k\lambda + \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2\pi}\lambda$ hoặc $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda + \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2\pi}\lambda$ đều là đường Hypebol.

Các đường Hypebol này nhận S_1, S_2 làm tiêu điểm.

Hypebol cực đại

Hypebol ứng với $d_2 - d_1 = k\lambda + \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2\pi}\lambda$ gọi là Hypebol cực đại. Các đường nét liền là các đường Hypebol cực đại.

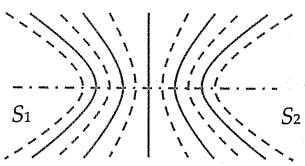
- $k = 0$ là cực đại bậc 0 (cực đại trung tâm).
- $k = \pm 1$ là cực đại bậc 1.
- $k = \pm 2$ là cực đại bậc 2.
- ...
- $k = \pm n$ là cực đại bậc n.

Hypebol cực tiểu

Hypebol ứng với $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda + \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2\pi}\lambda$ gọi là Hypebol cực tiểu. Các đường nét đứt là các đường Hypebol cực tiểu.

- $k = 0; -1$ là cực tiểu thứ nhất.
- $k = 1; -2$ là cực tiểu thứ hai.
- $k = 2; -3$ là cực tiểu thứ ba.
- ...
- $k = (n-1); -n$ là cực tiểu thứ n.

Ví dụ, trong trường hợp hai nguồn cùng pha, các đường Hypebol được mô tả bằng hình vẽ dưới đây:



4.2. Trường hợp hai nguồn cùng pha

Trường hợp hai nguồn cùng pha chính là trường hợp tổng quát bên trên khi thay $\varphi_2 - \varphi_1 = m2\pi$, với m nguyên.

Vị trí cực tiểu giao thoa

$$d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda + m\lambda = \left(k + m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\boxed{d_2 - d_1 = \left(k' + \frac{1}{2}\right)\lambda,\ k' \in \mathbb{Z}}$$

Tức là tại những điểm có hiệu $d_2 - d_1$ bằng số bán nguyên lần bước sóng.

Vị trí cực đại giao thoa

$$d_2 - d_1 = k\lambda + m\lambda = (k+m)\lambda$$

$$\boxed{d_2 - d_1 = k'\lambda,\ k' \in \mathbb{Z}}$$

Tức là tại những điểm có hiệu $d_2 - d_1$ bằng số nguyên lần bước sóng.

4.3. Trường hợp hai nguồn ngược pha

Trường hợp hai nguồn cùng pha chính là trường hợp tổng quát bên trên khi thay $\varphi_2 - \varphi_1 = \pi + m2\pi$, với m nguyên.

Vị trí cực tiểu giao thoa

$$d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda + \frac{\pi + m2\pi}{2\pi}\lambda = (k+m+1)\lambda$$

$$\boxed{d_2 - d_1 = k'\lambda,\ k' \in \mathbb{Z}}$$

Tức là tại những điểm có hiệu $d_2 - d_1$ bằng số nguyên lần bước sóng.

Vị trí cực đại giao thoa

$$d_2 - d_1 = k\lambda + \frac{\pi + m2\pi}{2\pi}\lambda = \left(k + m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\boxed{d_2 - d_1 = \left(k' + \frac{1}{2}\right)\lambda,\ k' \in \mathbb{Z}}$$

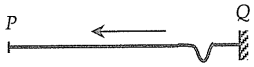
Tức là tại những điểm có hiệu $d_2 - d_1$ bằng số bán nguyên lần bước sóng.

IV. SÓNG DỪNG

1. Khái niệm sóng phản xạ



a) Sóng tới



b) Sóng phản xạ

Sóng do nguồn phát ra lan truyền trong môi trường khi gặp vật cản thì bị phản xạ và truyền ngược trở lại theo phương cũ. Sóng truyền ngược lại sau khi gặp vật cản gọi là sóng phản xạ.

2. Đặc điểm của sóng phản xạ

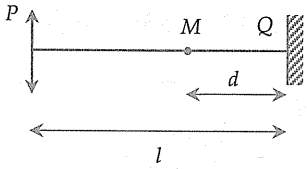
- Sóng phản xạ có cùng biên độ, tần số với sóng tới.
- Sóng phản xạ có dấu ngược với sóng tới (ngược pha với sóng tới) ở điểm phản xạ nếu đầu phản xạ cố định.
- Sóng phản xạ cùng dấu với sóng tới (cùng pha với sóng tới) ở điểm phản xạ nếu đầu phản xạ tự do.

3. Khái niệm về sóng dừng

- Sóng dừng là trường hợp đặc biệt của giao thoa sóng, trong đó có sự giao thoa giữa sóng tới và sóng phản xạ.
- Những điểm tăng cường lẫn nhau gọi là bụng sóng (những điểm có biên độ dao động cực đại), những điểm triệt tiêu lẫn nhau gọi là nút sóng (những điểm có biên độ dao động cực tiểu – không dao động).

4. Phương trình sóng dừng

4.1. Trường hợp 1 đầu dao động nhỏ, 1 đầu cố định



Xét sóng dừng trên một sợi dây. Đầu P của dây được kích thích dao động nhỏ (được coi là nút), đầu còn lại Q được gắn cố định. Cho đầu P của dây dao động liên tục thì sóng tới và sóng phản xạ liên tục gặp nhau, và giao thoa với nhau vì chúng là các sóng kết hợp.

Gọi d là khoảng cách giữa một điểm M bất kì trên dây và điểm cố định Q.

Bây giờ, ta sẽ xét khi đầu P dao động thì phương trình dao động của điểm M được xác định bởi biểu thức nào?

Để biết được phương trình dao động của M, ta cần biết được các phương trình sóng truyền tới M, sau đó tổng hợp lại là được phương trình sóng tại điểm M.

Bình thường, với lối suy nghĩ tự nhiên ta sẽ giả sử phương trình sóng tại đầu dao động P là $u = a\cos(\omega t)$.

Sóng này truyền tới điểm M trên dây, và truyền tới đầu cố định Q. Tại đầu cố định Q, sóng bị phản xạ ngược trở lại và sóng phản xạ truyền đến M. Tại M là sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ, nên ta sẽ viết được phương trình sóng tại M.

Giả sử khoảng cách giữa PQ là l. Phương trình sóng tại M do nguồn P truyền đến là

$$u_{PM} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi PM}{\lambda}\right) = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi(l-d)}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng tại Q do nguồn P truyền đến là

$$u_{PQ} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng phản xạ tại Q là

$$u'_Q = -a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda}\right) = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda} + \pi\right)$$

Phương trình sóng phản xạ truyền tới M là

$$u'_{QM} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda} + \pi - \frac{2\pi QM}{\lambda}\right) = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda} + \pi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng tại M là

$$u_M = u_{PM} + u'_{QM} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi(l-d)}{\lambda}\right) + a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda} + \pi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

$$= a\left[\cos\left(\omega t - \frac{2\pi(l-d)}{\lambda}\right) + \cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda} + \pi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)\right]$$

$$= 2a\cos\left(\frac{\omega t}{2} - \frac{\pi(l-d)}{\lambda} - \frac{\omega t}{2} + \frac{\pi l}{\lambda} - \frac{\pi}{2} + \frac{\pi d}{\lambda}\right).\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2} - \frac{\pi(l-d)}{\lambda} - \frac{\pi l}{\lambda} - \frac{\pi d}{\lambda}\right)$$

$$= 2a\cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} - \frac{\pi}{2}\right).\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi l}{\lambda}\right) = 2a\sin\frac{2\pi d}{\lambda}.\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi l}{\lambda}\right)$$

Từ phương trình sóng tại M ta suy ra một số kết quả quan trọng sau đây:

*** Biên độ của điểm M trên dây cách đầu cố định Q một khoảng d**

$$\boxed{A_M = 2a\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right|}$$

*** Điều kiện để có sóng dừng trên dây**

Vì đầu P dao động nhỏ, được coi là nút, nên tại đầu P có $A = 0$. Cho M trùng với P thì ta có $d = l$ và khi đó do biên độ bằng 0 nên

$$0 = 2a\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right| = 2a\left|\sin\frac{2\pi l}{\lambda}\right| \Rightarrow \sin\frac{2\pi l}{\lambda} = 0 \Leftrightarrow \frac{2\pi l}{\lambda} = k\pi \Rightarrow \boxed{l = k\frac{\lambda}{2}}$$

Trong đó $k = 1, 2, 3, ...$ Vậy điều kiện để có sóng dừng trên dây với hai đầu cố định là chiều dài dây phải bằng số nguyên lần nửa bước sóng.

*** Vị trí điểm bụng**

Ta có $A_M = 2a\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right| \le 2a$ nên điểm M dao động với biên độ cực đại khi đẳng thức xảy ra, tức là

$$\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right| = 1 \Rightarrow \cos\frac{2\pi d}{\lambda} = 0 \Rightarrow \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + k\pi$$

$$\Rightarrow \boxed{d_{bung} = \frac{\lambda}{4} + k\frac{\lambda}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}}$$

Trong đó $k = 0, 1, 2, 3, ...$ Lúc này, các điểm bụng cách đầu cố định một khoảng bằng số bán nguyên lần nửa bước sóng.

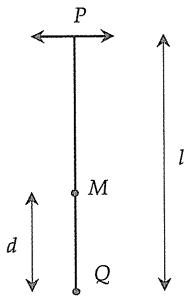
*** Vị trí điểm nút**

Ta có $A_M = 2a\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right| \ge 0$ nên điểm M dao động với biên độ cực tiểu khi đẳng thức xảy ra, tức là

$$\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right| = 0 \Rightarrow \sin\frac{2\pi d}{\lambda} = 0 \Rightarrow \frac{2\pi d}{\lambda} = k\pi \Rightarrow \boxed{d_{nút} = k\frac{\lambda}{2}}$$

Trong đó $k = 1, 2, 3, ...$ Lúc này, các điểm nút cách đầu cố định một khoảng bằng số nguyên lần nửa bước sóng.

4.2. Trường hợp 1 đầu dao động nhỏ, 1 đầu tự do



Thực nghiệm chứng tỏ đầu tự do là bụng sóng. Sóng phản xạ tại đầu tự do cùng pha với sóng tới.

Giả sử khoảng cách giữa PQ là l. Phương trình sóng tại M do nguồn P truyền đến là

$$u_{PM} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi PM}{\lambda}\right) = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi(l-d)}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng tại Q do nguồn P truyền đến là

$$u_{PQ} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng phản xạ tại Q là

$$u'_Q = u_{PQ} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng phản xạ truyền tới M là

$$u'_{QM} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda} - \frac{2\pi QM}{\lambda}\right) = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda} - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng tại M là

$$u_M = u_{PM} + u'_{QM}$$

$$= a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi(l-d)}{\lambda}\right) + a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda} + \pi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

$$= a\left[\cos\left(\omega t - \frac{2\pi(l-d)}{\lambda}\right) + \cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda} + \pi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)\right]$$

$$= 2a\cos\left(\frac{\omega t}{2} - \frac{\pi(l-d)}{\lambda} - \frac{\omega t}{2} - \frac{\pi l}{\lambda} + \frac{\pi d}{\lambda}\right).\cos\left(\omega t - \frac{\pi(l-d)}{\lambda} - \frac{\pi l}{\lambda} - \frac{\pi d}{\lambda}\right)$$

$$= 2a\cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right).\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda}\right)$$

Từ phương trình sóng tại M ta suy ra một số kết quả quan trọng sau đây:

* Biên độ của điểm M trên dây cách đầu tự do Q một khoảng d

$$\boxed{A_M = 2a\left|\cos\frac{2\pi d}{\lambda}\right|}$$

* Điều kiện để có sóng dừng trên dây

Vì đầu P dao động nhỏ, được coi là nút, nên tại đầu P có $A = 0$. Cho M trùng với P thì ta có $d = l$ và khi đó do biên độ bằng 0 nên

$$0 = 2a\left|\cos\frac{2\pi d}{\lambda}\right| = 2a\left|\cos\frac{2\pi l}{\lambda}\right| \Rightarrow \cos\frac{2\pi l}{\lambda} = 0 \Leftrightarrow \frac{2\pi l}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + k\pi \Rightarrow \boxed{l = \frac{\lambda}{4} + k\frac{\lambda}{2}}$$

Trong đó $k = 0, 1, 2, 3,....$ Ta có thể viết lại dưới dạng

$$l = \frac{\lambda}{4} + k\frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{4} = m\frac{\lambda}{4}$$

với m là số lẻ.

Vậy điều kiện là chiều dài dây phải bằng số lẻ lần một phần tư bước sóng.

* Vị trí điểm bụng

Ta có $A_M = 2a\left|\cos\frac{2\pi d}{\lambda}\right| \le 2a$ nên điểm M dao động với biên độ cực đại khi đẳng thức xảy ra, tức là

$$\left|\cos\frac{2\pi d}{\lambda}\right| = 1 \Rightarrow \sin\frac{2\pi d}{\lambda} = 0 \Rightarrow \frac{2\pi d}{\lambda} = k\pi \Rightarrow \boxed{d_{bung} = k\frac{\lambda}{2}}$$

Trong đó $k = 1, 2, 3,...$ Lúc này, các điểm bụng cách đầu tự do một khoảng bằng số nguyên lần nửa bước sóng.

* Vị trí điểm nút

Ta có $A_M = 2a\left|\cos\frac{2\pi d}{\lambda}\right| \ge 0$ nên điểm M dao động với biên độ cực tiểu khi đẳng thức xảy ra, tức là

$$\left|\cos\frac{2\pi d}{\lambda}\right| = 0 \Rightarrow \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + k\pi \Rightarrow \boxed{d_{nut} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}}$$

Trong đó $k = 0, 1, 2, 3,...$ Lúc này, các điểm nút cách đầu cố định một khoảng bằng số bán nguyên lần nửa bước sóng.

4.3. Nhận xét quan trọng

Dưới đây là các nhận xét rất quan trọng để trả lời các câu hỏi lí thuyết cũng như làm các bài tập liên quan đến sóng dừng, bạn đọc nên lưu ý kĩ!

Khi có sóng dừng trên dây, ta có các nhận xét sau đây:

* Nhận xét về khoảng cách giữa bụng và nút

- Khoảng cách giữa hai bụng hoặc hai nút liền kề là $\frac{\lambda}{2}$. Điều này có thể giải thích đơn giản bằng cách thay k của các biểu thức d bởi m và $m+1$ rồi lấy $d(m+1)-d(m)$ thì ta luôn có kết quả $\frac{\lambda}{2}$.

- Khoảng cách giữa nút và bụng liền kề là $\frac{\lambda}{4}$.

- Khoảng cách giữa nút và bụng bất kì trên dây là $k\frac{\lambda}{4}$.

- Khoảng cách giữa hai bụng bất kì hoặc giữa hai nút bất kì trên dây là $k\frac{\lambda}{2}$.

*** Nhận xét về biên độ của các điểm trên dây**

- Trường hợp 2 đầu cố định

Biên độ của điểm M trên dây cách đầu cố định Q một khoảng d được xác định bởi

$$\boxed{A_M = 2a\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right|}$$

Vì khoảng cách giữa các nút bất kì trên dây là $k\frac{\lambda}{2}$ nên ta có $d = k\frac{\lambda}{2} + x$ trong đó x là khoảng cách từ nút đến điểm M. Khi đó ta có

$$A_M = 2a\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right| = 2a\left|\sin\frac{2\pi\left(k\frac{\lambda}{2}+x\right)}{\lambda}\right| = 2a\left|\sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda}+k\pi\right)\right| = 2a\left|(-1)^k\sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)\right|$$

$$\Rightarrow \boxed{A_M = 2a\left|\sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)\right|}$$

Từ đó suy ra, biên độ của điểm M trên dây trong trường hợp hai đầu cố định có thể tính được khi biết khoảng cách x giữa một nút bất kì và điểm M.

- Trường hợp 1 đầu cố định 1 đầu tự do

Biên độ của điểm M trên dây cách đầu tự do Q một khoảng d được xác định bởi

$$\boxed{A_M = 2a\left|\cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)\right|}$$

Vì khoảng cách giữa các bụng bất kì trên dây là $k\frac{\lambda}{2}$ nên ta có $d = k\frac{\lambda}{2} + x$ trong đó x là khoảng cách từ bụng đến điểm M. Khi đó ta có

$$A_M = 2a\left|\cos\frac{2\pi d}{\lambda}\right| = 2a\left|\cos\frac{2\pi\left(k\frac{\lambda}{2}+x\right)}{\lambda}\right| = 2a\left|\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}+k\pi\right)\right| = 2a\left|(-1)^k\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)\right|$$

$$\Rightarrow \boxed{A_M = 2a\left|\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)\right|}$$

Từ đó suy ra, biên độ của điểm M trên dây trong trường hợp 1 đầu cố định, 1 đầu tự do có thể tính được khi biết khoảng cách x giữa một bụng bất kì và điểm M.

*** Nhận xét về pha của các điểm trên dây**

- Các điểm nằm trong cùng một bó sóng thì luôn dao động cùng pha.

Chứng minh:

Chú ý

Ngoài ra, từ biểu thức biên độ, ta còn có các nhận xét sau đây:
- Biên độ của bụng là $2a$.
- Bề rộng của bụng là $4a$.

Xét trường hợp hai đầu cố định.

Xét tất cả các điểm thuộc một bó sóng cách đầu cố định một khoảng d với

$$n\frac{\lambda}{2}<d<(n+1)\frac{\lambda}{2}$$

Ở đây $n = 0, 1, 2, ...$ ($n = 0$ là ứng với bó sóng thứ nhất tính từ đầu cố định, $n = 1$ là bó sóng thứ hai,...). Với mỗi điểm cách đầu cố định một khoảng d, $n\frac{\lambda}{2}<d<(n+1)\frac{\lambda}{2}$ thì có phương trình dao động là

$$u=2a\sin\frac{2\pi d}{\lambda}.\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi l}{\lambda}\right)$$

Nhận xét

Với cách chứng minh như bên, ta hoàn toàn có thể chứng minh được các nhận xét tiếp theo dưới đây.

- Các điểm nằm trong 2 bó liền kề luôn dao động ngược pha.
- Các điểm đối xứng nhau qua bụng thì luôn cùng pha. Tức là nếu sóng dừng trên dây có n bó sóng, ta đánh số 1, 2, 3,..., n cho các bó sóng thì các bó có số chẵn sẽ cùng pha với nhau, các bó có số lẻ sẽ cùng pha với nhau.
- Các điểm đối xứng nhau qua một nút thì luôn dao động ngược pha. Ví dụ, các điểm thuộc 2 bó sóng liền kề sẽ dao động ngược pha với nhau.

Nếu n chẵn thì với mọi $n\frac{\lambda}{2}<d<(n+1)\frac{\lambda}{2}$, ta có $n\pi<\frac{2\pi d}{\lambda}<(n+1)\pi$

Vì n chẵn nên dựa vào đường tròn lượng giác trong Toán học, ta có góc $\frac{2\pi d}{\lambda}$ thuộc góc phần tư thứ nhất và thứ hai, khi đó $\sin\frac{2\pi d}{\lambda}>0$. Tức là với mọi điểm thuộc bó sóng đều có $\sin\frac{2\pi d}{\lambda}>0$, có nghĩa là pha của các điểm đó đều là $\left(\omega t+\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi l}{\lambda}\right)$, suy ra chúng luôn cùng pha.

Nếu n lẻ thì ta có góc $\frac{2\pi d}{\lambda}$ thuộc góc phần tư thứ ba và thứ tư, khi đó $\sin\frac{2\pi d}{\lambda}<0$. Tức là với mọi điểm thuộc bó sóng đều có $\sin\frac{2\pi d}{\lambda}<0$, có nghĩa là pha của các điểm đó đều là $\left(\omega t+\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi l}{\lambda}+\pi\right)$, suy ra chúng luôn cùng pha.

Trong trường hợp 1 đầu là nút, 1 đầu là bụng, ta lập luận và chứng minh tương tự như trên, xin dành cho bạn đọc.

Như vậy, ta đã có điều phải chứng minh.

*** Nhận xét về vấn đề dây duỗi thẳng**

Dây duỗi thẳng khi tất cả các điểm trên dây có li độ dao động $u=0$.

Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là khoảng thời gian vật đi từ $u=0$ đến biên rồi trở về $u=0$, hết thời gian $\frac{T}{2}$.

Khoảng thời gian giữa n lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là $(n-1)\frac{T}{2}$.

*** Nhận xét về tốc độ truyền âm và vận tốc dao động**

Cần phân biệt giữa khái niệm tốc độ truyền sóng và vận tốc dao động của một phần tử trên dây.

Tốc độ truyền sóng được xác định bởi $v=\frac{\lambda}{T}$ còn vận tốc dao động của một phần tử trên dây là đạo hàm của li độ dao động của phần tử đó.

V. SÓNG ÂM

1. Khái niệm

- Sóng âm là những sóng cơ học lan truyền trong môi trường rắn, lỏng, khí,...

Chú ý

- Trong chất khí và chất lỏng, sóng âm là sóng dọc vì trong các chất này lực đàn hồi chỉ xuất hiện khi có biến dạng nén, dãn.
- Trong chất rắn, sóng âm gồm cả sóng ngang và sóng dọc, vì lực đàn hồi xuất hiện cả khi có biến dạng lệch và biến dạng nén, dãn.

- Một vật dao động phát ra âm gọi là nguồn âm. Tần số của âm phát ra bằng tần số dao động của nguồn âm.

- Âm nghe được là những âm có tác dụng làm cho màng nhĩ trong tai ta dao động, gây ra cảm giác âm. Người ta còn dùng thuật ngữ âm thanh để chỉ âm mà ta nghe được.

- Sóng âm không truyền được trong chân không.

2. Những đặc trưng vật lí của âm

2.1. Tần số âm

Tần số âm là tần số dao động của âm mà tai người bình thường có giới hạn trong khoảng từ 16 Hz đến 20 000 Hz.

2.2. Tốc độ truyền âm

- Tốc độ truyền âm phụ thuộc vào tính đàn hồi, mật độ phần tử và nhiệt độ của môi trường.

- Tốc độ truyền âm giảm dần trong các môi trường rắn, lỏng, khí.

STUDY TIP

- Voi, chim, bồ câu, ... có thể "nghe" được hạ âm.
- Dơi, chó, cá heo, ... có thể "nghe" được siêu âm.

2.3. Năng lượng âm

Sóng âm mang theo năng lượng tỉ lệ với bình phương biên độ.

2.4. Cường độ âm

Cường độ âm I tại một điểm là đại lượng đo bằng lượng năng lượng mà sóng âm tải qua một đơn vị diện tích đặt tại điểm đó, vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian: $I = \frac{P}{S}$.

Đơn vị cường độ âm là W/m^2 hoặc $J/\left(s.m^2\right)$.

2.5. Mức cường độ âm

Là đại lượng Vật lí xác định bởi $L = \lg\frac{I}{I_0}$

Đơn vị: Ben (B). 1 B = 10 dB (đề xi ben).

$$L = 10\lg\frac{I}{I_0} \text{ (dB)}$$

I_0 là cường độ âm chuẩn, $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2.

3. Những đặc trưng sinh lí của âm

3.1. Độ cao

Độ cao của âm là đặc trưng sinh lí phụ thuộc vào tần số của âm, âm có tần số càng lớn nghe càng cao, âm có tần số càng nhỏ nghe càng trầm.

Chú ý

Ta không thể lấy mức cường độ âm làm số đo độ to của âm được.

3.2. Độ to

- Độ to của âm là một khái niệm nói về đặc trưng sinh lí của âm gắn liền với với đặc trưng vật lí mức cường độ âm.
- Độ to của âm phụ thuộc vào cường độ âm, mức cường độ âm và tần số của âm.

3.3. Âm sắc

- Các nhạc cụ khác nhau phát ra các âm có cùng một độ cao nhưng tai ta có thể phân biệt được âm của từng nhạc cụ, đó là vì chúng có âm sắc khác nhau.
- Âm có cùng một độ cao do các nhạc cụ khác nhau phát ra có cùng một chu kì nhưng đồ thị dao động của chúng có dạng khác nhau.
- Vậy, âm sắc là một đặc trưng sinh lí của âm, giúp ta phân biệt âm do các nguồn khác nhau phát ra. Âm sắc có liên quan mật thiết với đồ thị dao động âm.

B. PHÂN DẠNG BÀI TẬP VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Kiến thức về sóng cơ đã được trình bày rất chi tiết và cụ thể ở trong phần lí thuyết. Dưới đây là các ví dụ cụ thể minh họa, được phân theo dạng. Mỗi dạng sẽ có phương pháp làm cụ thể.

I. BÀI TẬP ĐẠI CƯƠNG SÓNG CƠ

Ví dụ 1: Một sóng ngang có biểu thức truyền sóng trên phương x là $u=3\cos(100\pi t-x)$(cm), trong đó x tính bằng mét, t tính bằng giây. Tỉ số giữa tốc độ truyền sóng và tốc độ cực đại của phần tử vật chất môi trường là:

A. 3. B. $(3\pi)^{-1}$. C. 3^{-1}. D. 2π.

Lời giải

Biểu thức tổng quát của sóng truyền trên trục Ox là: $u=a\cos\left(\omega t-\frac{2\pi x}{\lambda}\right)$

Đối chiếu với biểu thức sóng ở đề bài $u=3\cos(100\pi t-x)$ ta có

$$\begin{cases}\frac{2\pi x}{\lambda}=x\\ \omega=100\pi\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\lambda=2\pi\\ f=50\end{cases}$$

Vận tốc truyền sóng $v=\lambda f=100\pi$(cm/s).

Tốc độ cực đại của phần tử vật chất của môi trường là $u'_{max}=300\pi$ (cm/s)

Suy ra tỉ số giữa tốc độ truyền sóng và tốc độ cực đại của phần tử vật chất môi trường là $\frac{v}{u'_{max}}=\frac{100\pi}{300\pi}=\frac{1}{3}=3^{-1}$.

Đáp án C.

Ví dụ 2: Sóng dọc trên một sợi dây dài lí tưởng với tần số 50Hz, vận tốc sóng là 200 cm/s, biên độ sóng là 4 cm. Tìm khoảng cách lớn nhất giữa 2 điểm A, B. Biết A, B nằm trên sợi dây, khi chưa có sóng lần lượt cách nguồn một khoảng là 20cm và 42 cm.

A. 32 cm. B. 14 cm. C. 30 cm. D. 22 cm.

Lời giải



Bước sóng $\lambda=\frac{v}{f}=4$ cm.

Độ lệch pha giữa hai phần tử A và B là: $\Delta\varphi_{A,B}=2\pi\frac{AB}{\lambda}=11\pi$

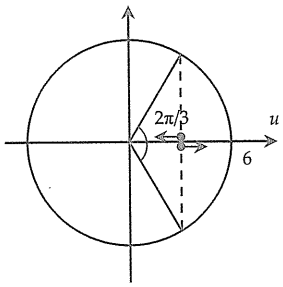
Vậy u_A; u_B dao động ngược pha. Do đó, khoảng cách AB lớn nhất khi A ở biên âm và B ở biên dương, $d_{max}=22+2a=30$ *cm*.

Đáp án C.

Ví dụ 3: Một sóng cơ truyền dọc theo một sợi dây đàn hồi rất dài với biên độ 6mm. Tại một thời điểm, hai phần tử trên dây cùng lệch khỏi vị trí cân bằng 3mm, chuyển động ngược chiều và cách nhau một khoảng ngắn nhất là 8 cm (tính theo phương truyền sóng). Gọi δ là tỉ số của tốc độ dao động cực đại của một phần tử trên dây với tốc độ truyền sóng. δ gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 0,105. B. 0,179. C. 0,079. D. 0,314.

Lời giải



- Hai phần tử trên dây cùng lệch khỏi vị trí cân bằng $3\text{mm} = \frac{1}{2}\text{A}$, chuyển động ngược chiều nhau, nên dựa vào đường tròn ta suy ra hai phần tử này dao động lệch pha nhau góc $\frac{2\pi}{3}$.

- Gọi khoảng cách giữa hai phần tử trên dây là d, thì độ lệch pha của hai phần tử này xác định bởi $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi}{3} + k2\pi$.

- Vì hai phần tử này cách nhau một khoảng ngắn nhất là 8 cm nên $k = 0$, suy ra

$$\lambda = \frac{2\pi d_{\min}}{\frac{2\pi}{3}} = 24\,\text{cm}.$$

- Tỉ số của tốc độ dao động cực đại của một phần tử trên dây với tốc độ truyền sóng là: $\delta = \frac{\omega A}{v} = \frac{2\pi A}{Tv} = \frac{2\pi A}{\lambda} = 0{,}157$.

Đáp án B.

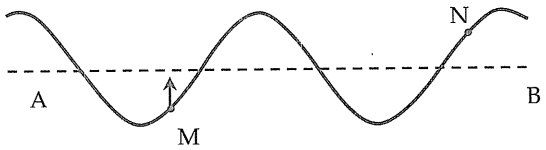
1. Bài toán sự truyền sóng

Để hiểu phương pháp làm bài bài toán sự truyền sóng, ta xét ví dụ cụ thể sau đây.

Phương pháp chung

- Muốn biết được điểm N đang đi lên hay đi xuống, ta phải biết được chiều truyền sóng. Sau đó dựa vào điểm bụng và điểm cân bằng gần N nhất và đường tròn, ta sẽ xác định được điểm N đang đi lên hay đi xuống.
- Để xác định được chiều truyền sóng thì từ dữ kiện điểm M đang đi lên vị trí cân bằng và hình vẽ, ta dùng đường tròn xác định điểm bụng và điểm cân bằng gần M nhất xem điểm nào sớm pha hơn, từ đó suy ra chiều truyền sóng.

Ví dụ 4: Một sóng truyền theo phương AB. Tại một thời điểm nào đó, hình dạng sóng được biểu diễn trên hình vẽ.



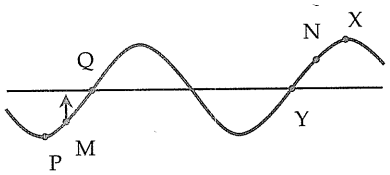
Biết rằng điểm M đang đi lên vị trí cân bằng. Khi đó điểm N đang chuyển động như thế nào?

A. Đang đi lên. B. Đang nằm yên.

C. Không đủ điều kiện để xác định. D. Đang đi xuống.

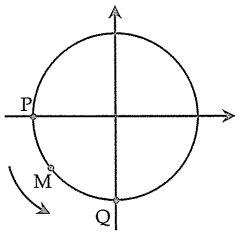
Lời giải

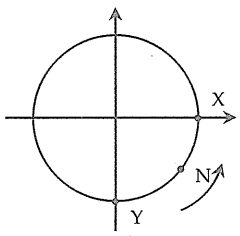
- Tìm chiều truyền sóng:



+ Dựa vào hình vẽ, ta thấy điểm M đang ở vị trí có li độ âm và đang đi về vị trí cân bằng, do đó điểm M thuộc góc phần tư thứ 3 trên đường tròn.

+ Từ đường tròn và dựa vào chiều dương của đường tròn (chiều dương là chiều ngược chiều kim đồng hồ) ta suy ra Q sớm pha hơn P (Q quét trước nên Q sớm pha hơn), tức là sóng truyền từ B đến A.



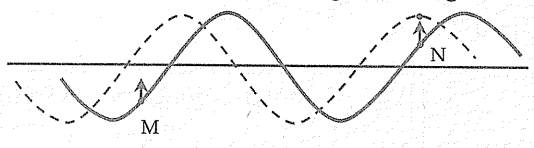


- Xác định điểm N đang đi lên hay đi xuống?

Vì sóng truyền từ B đến A nên điểm biên gần N nhất là điểm X sẽ sớm pha hơn điểm cân bằng gần N nhất là điểm Y. Do đó, dựa theo chiều dương lượng giác của đường tròn thì điểm N phải thuộc góc phần tư thứ tư. Do vậy, điểm N đang đi lên.

Đáp án A.

Nhận xét: Để xác định chiều truyền sóng thì ta làm theo phương pháp như trên. Sau khi xác định được chiều truyền sóng, để xác định xem một điểm đang đi lên hay đi xuống, thì ngoài cách đã trình bày bên trên, ta có cách khác nhanh hơn sau: Vì sóng truyền từ B sang A nên hình ảnh sóng dịch sang trái như hình vẽ.

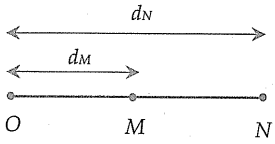


Từ hình vẽ ta thấy ngay điểm N đang đi lên.

2. Bài toán liên quan đến độ lệch pha của hai phần tử môi trường

Ví dụ 5: Cho nguồn phát sóng cơ học dao động điều hòa với phương trình $u = A\cos(\omega t + \varphi)$. Xét hai điểm M và N nằm trên cùng một phương truyền sóng. Gọi điểm M cách nguồn một đoạn d_M, điểm N cách nguồn một đoạn d_N. Xác định độ lệch pha giữa hai điểm M và N.

Lời giải



Phương trình sóng tại điểm M và N cách nguồn những khoảng d_M và d_N là

$$u_M = A\cos\left(\omega t + \varphi - \frac{2\pi d_M}{\lambda}\right);\ u_N = A\cos\left(\omega t + \varphi - \frac{2\pi d_N}{\lambda}\right)$$

Độ lệch pha giữa hai điểm M và N là

$$\Delta\varphi_{MN} = \left(\omega t + \varphi - \frac{2\pi d_M}{\lambda}\right) - \left(\omega t + \varphi - \frac{2\pi d_N}{\lambda}\right) = \frac{2\pi(d_N - d_M)}{\lambda}$$

Độ lớn lệch pha giữa hai điểm M và N là: $\Delta\varphi = \dfrac{2\pi\Delta d}{\lambda}$

Trong đó Δd là khoảng cách giữa hai điểm M và N.

Ví dụ 6: Một sóng cơ học lan truyền trên mặt thoáng chất lỏng nằm ngang với tần số 10Hz, tốc độ truyền sóng 1,2 m/s. Hai điểm M, N thuộc mặt thoáng, trên cùng một phương truyền sóng, cách nhau 26 cm (M nằm gần nguồn sóng hơn). Tại thời điểm t, điểm N hạ xuống thấp nhất. Khoảng thời gian ngắn nhất sau điểm M hạ xuống thấp nhất là:

A. $\frac{11}{120}$ (s). B. $\frac{1}{60}$ (s). C. $\frac{1}{120}$ (s). D. $\frac{1}{12}$ (s).

Lời giải

Phương pháp chung

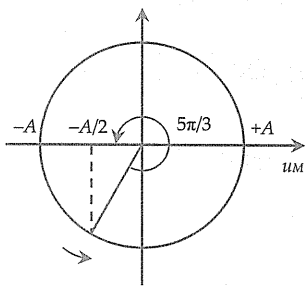
- Xác định độ lệch pha giữa điểm M và điểm N. Xác định xem điểm nào sớm pha hơn.
- Từ đường tròn suy ra kết quả bài toán.

- Xác định độ lệch pha giữa M và N.

Bước sóng $\lambda = \dfrac{v}{f} = 0{,}12m = 12\text{cm}$. Độ lớn lệch pha giữa hai điểm M và N là

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi\Delta d}{\lambda} = \frac{2\pi.26}{12} = 4\pi + \frac{\pi}{3}.$$

Vì M nằm gần nguồn sóng hơn, nên điểm M dao động sớm pha hơn điểm N góc $\frac{\pi}{3}$.



- Dùng đường tròn suy ra kết quả bài toán.

+ Tại thời điểm t, điểm N hạ xuống thấp nhất tức là đang ở biên âm. Vì M sớm pha hơn N góc $\frac{\pi}{3}$ nên dựa vào đường tròn ta suy ra tại thời điểm t điểm M đi qua vị trí $u = -\dfrac{A}{2}$ theo chiều dương.

+ Dựa vào đường tròn, sau thời điểm t để M hạ xuống thấp nhất (ở biên âm) thì góc quét được trên đường tròn ứng với thời gian ngắn nhất M đi từ $u=-\frac{A}{2}$ theo chiều dương đến biên âm là: $\alpha=2\pi-\frac{\pi}{3}=\frac{5\pi}{3}\Rightarrow\Delta t=\frac{5T}{6}=\frac{5}{6f}=\frac{1}{12}$ s

Đáp án D.

Ví dụ 7: Một dao động lan truyền trong môi trường liên tục từ điểm M đến điểm N cách M một đoạn $\frac{7\lambda}{3}$ (cm). Sóng truyền với biên độ A không đổi. Biết phương trình sóng tại M có dạng $u_M=3\cos 2\pi t$ (u_M tính bằng cm, t tính bằng giây). Vào thời điểm t_1 tốc độ dao động của phần tử M là 6π (cm/s) thì tốc độ dao động của phần tử N là

A. 3π (cm/s). B. $0,5\pi$ (cm/s). C. 4π (cm/s). D. 6π (cm/s).

Lời giải

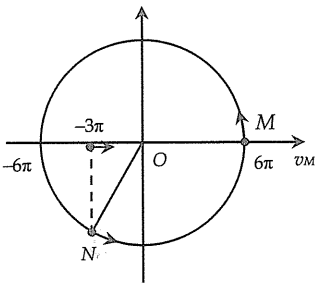
Cách 1: Ta sẽ giải bài toán này theo phương pháp đã trình bày ở ví dụ trước.

- Xác định độ lệch pha giữa M và N.

Độ lớn góc lệch pha giữa M và N là: $\Delta\varphi=\frac{2\pi\Delta d}{\lambda}=\frac{2\pi.\frac{7\lambda}{3}}{\lambda}=4\pi+\frac{2\pi}{3}$

Vì sóng truyền từ M đến N nên M sớm pha hơn N góc $\frac{2\pi}{3}$.

- Dùng đường tròn suy ra kết quả bài toán.



Bài toán hỏi liên quan đến vận tốc nên ta sẽ dùng đường tròn của vận tốc. Biên độ vận tốc là $v_0=3.2\pi=6\pi$ cm/s.

Dựa vào đường tròn, ta có tại thời điểm t_1 thì v_M đang ở biên. Giả sử ở biên dương.

Vì M sớm pha hơn N góc $\frac{2\pi}{3}$ nên từ đường tròn ta có $v_N=-\frac{1}{2}v_0=-3\pi$ và đang tăng. Do đó tốc độ lúc này là 3π cm/s.

Cách 2: Phương trình sóng tại N:

$$u_N=3\cos\left(2\pi t-\frac{2\pi}{\lambda}.\frac{7\lambda}{3}\right)=3\cos\left(2\pi t-\frac{14\pi}{3}\right)=3\cos\left(2\pi t-\frac{2\pi}{3}\right)$$

Vận tốc của phần tử M, N là

$v_M=u'_M=-6\pi\sin 2\pi t$

$v_N=u'_N=-6\pi\sin\left(2\pi t-\frac{2\pi}{3}\right)=-6\left(\sin 2\pi t.\cos\frac{2\pi}{3}-\cos 2\pi t.\sin\frac{2\pi}{3}\right)=3\pi\sin 2\pi t$

Khi tốc độ của M: $|v_M|=6\pi$ (cm/s) thì $|\sin(2\pi t)|=1$

Khi đó tốc độ của N: $|v_N|=3\pi|\sin(2\pi t)|=3\pi$ (cm/s).

Đáp án A.

3. Bài toán tìm số điểm dao động lệch pha so với một điểm nào đó

3.1. Phương pháp

Xét một sóng truyền từ điểm O. Bài toán đặt ra là tìm số điểm dao động lệch pha với một điểm nào đó trên đoạn MN bất kì.

- Giả sử 1 điểm P bất kì cách nguồn O một đoạn d, thuộc MN là điểm thỏa mãn yêu cầu bài toán.

- Xác định điều kiện để điểm P lệch pha so với điểm đề bài yêu cầu dựa vào công thức tính độ lệch pha. Từ đó tính được d theo k, với k nguyên.

Chú ý

Nếu từ O ta hạ đường vuông góc xuống MN mà chân đường vuông góc thuộc trong đoạn MN (gọi chân đường vuông góc đó là H) thì ta sẽ tìm số điểm trên đoạn MH và số điểm trên đoạn HN rồi cộng lại. Trong trường hợp này tuyệt đối không cho P chạy trên MN để suy ra khoảng chạy của d.

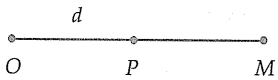
- Cho P chạy trên MN sẽ tìm được khoảng chạy của d, từ đó tìm được khoảng chạy của k. Số giá trị của k chính là số điểm thỏa mãn yêu cầu bài toán.

3.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một nguồn O phát sóng cơ dao động theo phương trình: $u=2\cos\left(20\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$ (trong đó u tính theo mm, t tính theo s) sóng truyền theo đường thẳng Ox với tốc độ không đổi 1 m/s. M là một điểm trên đường truyền cách O một khoảng 42,5 cm. Trong khoảng từ O đến M có bao nhiêu điểm dao động lệch pha $\frac{\pi}{6}$ với nguồn?

A. 9. B. 4. C. 5. D. 8.

Lời giải



Bước sóng $\lambda=\frac{100}{10}=10\,\text{cm}$.

Xét một điểm P bất kì cách nguồn một khoảng d và thuộc OM.

Để điểm P dao động lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với nguồn thì

$$\frac{2\pi d}{\lambda}=\frac{\pi}{6}+k2\pi\Leftrightarrow d=\frac{\lambda}{12}+k\lambda=\frac{10}{12}+10k=\frac{5}{6}=10k$$

Cho P chạy trong khoảng O đến M, ta có:

$$0<d<42,5\Rightarrow 0<\frac{5}{6}+10k<42,5\Rightarrow -0,0833<k<4,167$$

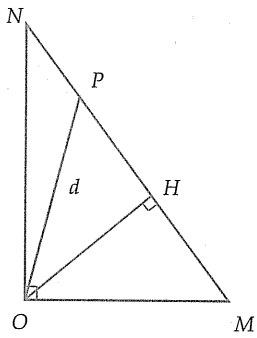
Với k nguyên, ta có 5 giá trị thỏa mãn bất phương trình trên.

Đáp án C.

Ví dụ 2: Một nguồn phát sóng dao động điều hòa tạo ra sóng tròn đồng tâm O truyền trên mặt nước với bước sóng λ. Hai điểm M và N thuộc mặt nước, nằm trên hai phương truyền sóng mà các phần tử nước dao động. Biết $OM=8\lambda$; $ON=12\lambda$ và OM vuông góc ON. Trên đoạn MN, số điểm mà phần tử nước dao động ngược pha với dao động của nguồn O là:

A. 5. B. 6. C. 7. D. 4.

Lời giải



Giả sử điểm P thuộc đoạn MN, cách O một khoảng d, có độ lệch pha so với nguồn là $\Delta\varphi=\frac{2\pi d}{\lambda}$.

Để tại P ngược pha với nguồn thì $\Delta\varphi=\frac{2\pi d}{\lambda}=(2k+1)\pi\Rightarrow d=\frac{(2k+1)}{2}\lambda$

Gọi H là hình chiếu của O xuống MN. Khi đó ta có

$$\frac{1}{OH^2}=\frac{1}{OM^2}+\frac{1}{ON^2}\Rightarrow OH=6,66\lambda$$

Trên đoạn MH ta có $OH\le d\le OM\Rightarrow 6,66\lambda\le\frac{(2k+1)}{2}\lambda\le 8\lambda\Rightarrow 6,16\le k\le 7,5$.

Vậy trên MH có 1 điểm thỏa mãn.

Trên đoạn NH ta có $OH\le d\le ON\Rightarrow 6,66\lambda\le\frac{(2k+1)}{2}\lambda\le 12\lambda\Rightarrow 6,16\le k\le 11,5$.

Vậy trên đoạn NH có 5 điểm thỏa mãn.

Tổng cộng có 6 điểm thỏa mãn yêu cầu bài toán.

Đáp án B.

STUDY TIP

Bài này học sinh hay làm nhầm bằng việc cho P chạy trong đoạn MN rồi suy ra khoảng chạy của d. Tức là $OM\le d\le ON$

Nếu dùng biểu thức trên thì ta chỉ tìm được 4 điểm. Sai lầm, bởi vì OM không phải là giá trị nhỏ nhất của d, mà đoạn hình chiếu vuông góc OH mới là giá trị nhỏ nhất của d.

II. BÀI TẬP GIAO THOA

1. Bài toán đại cương giao thoa sóng

1.1. Phương pháp

Đối với những bài toán đại cương về giao thoa sóng, ta cần nhớ và nắm chắc những lí thuyết đã được trình bày rất chi tiết ở mục lí thuyết. Sau đây ta đi vào những ví dụ cụ thể.

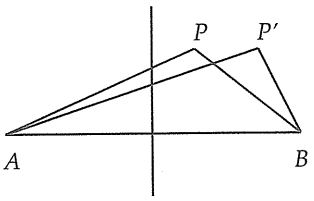
1.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Hai nguồn kết hợp A và B dao động trên mặt nước theo các phương trình: $u_1 = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm); $u_2 = 2\cos 100\pi t$ (cm). Khi đó trên mặt nước, tạo ra một hệ thống vân giao thoa. Quan sát cho thấy, vân bậc k đi qua điểm P có hiệu số $PA - PB = 5$(cm) và vân bậc $(k+1)$ (cùng loại với vân bậc k) đi qua điểm P' có hiệu số $P'A - P'B = 9$ (cm). Tìm tốc độ truyền sóng trên mặt nước? Các vân nói trên là vân cực đại hay cực tiểu?

A. 150 cm/s, cực tiểu. B. 180 cm/s, cực tiểu.

C. 250 cm/s, cực đại. D. 200 cm/s, cực đại.

Lời giải



Đặt $PA = d_1; PB = d_2, P'A = d_1'; P'B = d_2'$

Phương trình sóng truyền từ S_1 và S_2 truyền tới P: $\begin{cases} u_{1M} = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_{2M} = 2\cos\left(100\pi t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases}$

Độ lệch pha của u_{1M} và u_{2M} là: $\Delta\varphi = \frac{2\pi d_1}{\lambda} - \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi d_2}{\lambda} = \frac{2\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} - \frac{\lambda}{2}$

Điểm P dao động với biên độ cực tiểu nếu $\Delta\varphi = \frac{2\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} - \frac{\pi}{2} = (2k+1)\pi \ (k \in \mathbb{Z})$

$$d_1 - d_2 = \left(k + \frac{3}{4}\right)\lambda = 5\,\text{cm} \quad (1)$$

$$d_1' - d_2' = \left(k + 1 + \frac{3}{4}\right)\lambda = 9\,\text{cm} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có $\lambda = 4$cm

Khi đó: $k = 0{,}5 \Rightarrow P$ không thể là điểm cực tiểu.

Điểm P dao động với biên độ cực đại khi $\Delta\varphi = \frac{2\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} - \frac{\pi}{2} = 2k\pi \ (k \in \mathbb{Z})$

$$d_1 - d_2 = \left(k + \frac{1}{4}\right)\lambda = 5\,\text{cm} \ (1)$$

$$d_1' - d_2' = \left(k + 1 + \frac{1}{4}\right)\lambda = 9\,\text{cm} \ (2)$$

Từ (1) và (2) nên $\lambda = 4$ cm

Khi đó: $k = 1 \Rightarrow P$ là điểm cực đại, suy ra P' cũng là điểm cực đại.

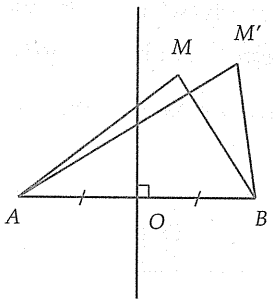
Tốc độ truyền sóng là $v = \lambda . f = 200$ cm/s.

Đáp án D.

Ví dụ 2: Hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 45mm ở trên mặt thoáng chất lỏng dao động theo phương trình $u_1 = u_2 = 2\cos 100\pi t$ (mm). Trên mặt thoáng chất lỏng có hai điểm M và M' ở cùng một phía của đường trung trực của AB thỏa mãn: $MA - MB = 15$mm và $M'A - M'B = 35$mm. Hai điểm đó đều nằm trên các vân giao thoa cùng loại và giữa chúng chỉ có một vân loại đó. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là:

A. 0,5 cm/s. B. 0,5 m/s. C. 1,5 m/s. D. 0,25 m/s.

Lời giải



Giả sử M và M' thuộc vân cực đại. Nếu M là vân cực đại bậc k thì M' sẽ là vân cực đại bậc $k+2$ vì giữa M và M' có một vân cùng loại, tức là có một vân cực đại.

Khi đó: $\begin{cases} MA - MB = 15\text{mm} = k\lambda \\ MA' - MB' = 35\text{mm} = (k+2)\lambda \end{cases} \Rightarrow \dfrac{(k+2)\lambda}{k\lambda} = \dfrac{35}{15} \Leftrightarrow k = 1,5$

Vì k không phải số nguyên nên M và M' không phải là cực đại.

Giả sử M, M' thuộc vân cực tiểu. Khi đó

$$\begin{cases} MA - MB = 15\text{mm} = \dfrac{(2k+1)\lambda}{2} \\ MA - MB = 35\text{mm} = \dfrac{\left[2(k+2)+1\right]}{2}\lambda \end{cases} \Rightarrow \frac{2k+5}{2k+1} = \frac{7}{3} \Rightarrow k = 1.$$

Vậy M, M' thuộc vân cực tiểu thứ 2 và thứ 4. (Nếu bạn đọc không rõ, đọc lại phần lí thuyết). Ta suy ra:

$$MA - MB = 15 \text{ mm} = \frac{(2k+1)\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 10\text{mm} \Rightarrow v = \lambda f = 500 \text{ mm/s} = 0,5 \text{ m/s}$$

Đáp án B.

Ví dụ 3: Hai nguồn sóng kết hợp trên mặt thoáng chất lỏng dao động theo phương trình $u_A = u_B = 4\cos 10\pi t$ mm. Coi biên độ sóng không đổi, tốc độ truyền sóng $v = 15$ cm/s. Hai điểm M_1, M_2 cùng nằm trên một elip nhận A, B làm tiêu điểm có $AM_1 - BM_1 = 1\text{cm}; AM_2 - BM_2 = 3,5\text{cm}$. Tại thời điểm li độ của M_1 là 3 mm thì li độ của M_2 tại thời điểm đó là

A. 3 mm. B. -3 mm. C. $-\sqrt{3}$ mm. D. $-3\sqrt{3}$ m.

Lời giải

Bước sóng $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{15}{5} = 3$ cm.

Phương trình dao động tại 1 điểm nằm trên mặt nước cách 2 nguồn khoảng d_1, d_2 là: $u = 2a\cos\pi\left(\dfrac{d_1 - d_2}{\lambda}\right)\cos\left(\omega t - \pi\dfrac{d_1 + d_2}{\lambda}\right)$

Từ đó ta có phương trình sóng tại M_1 là

$$u_{M_1} = 2a\cos\pi\left(\frac{AM_1 - BM_1}{\lambda}\right)\cos\left(\omega t - \pi\frac{AM_1 + BM_1}{\lambda}\right)$$

$$= 2a\cos\pi\left(\frac{1}{3}\right)\cos\left(\omega t - \pi\frac{AM_1 + BM_1}{\lambda}\right) = a\cos\left(\omega t - \pi\frac{AM_1 + BM_1}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng tại M_2 là

$$u_{M_2} = 2a\cos\pi\left(\frac{AM_2 - BM_2}{\lambda}\right)\cos\left(\omega t - \pi\frac{AM_2 + BM_2}{\lambda}\right)$$

$$= 2a\cos\pi\left(\frac{3,5}{3}\right)\cos\left(\omega t - \pi\frac{AM_2 + BM_2}{\lambda}\right) = -\sqrt{3}a\cos\left(\omega t - \pi\frac{AM_2 + BM_2}{\lambda}\right)$$

Vì M_1 và M_2 cùng nằm trên elip nhận A, B làm tiêu điểm nên ta có

$AM_1 + BM_1 = AM_2 + BM_2$. Từ đó ta có $\frac{u_{M2}}{u_{M1}} = -\sqrt{3} \Rightarrow u_{M2} = -3\sqrt{3}$

Đáp án D

Ví dụ 4: Cho hai nguồn sóng kết hợp O_1, O_2 dao động đồng pha trên bề mặt chất lỏng, biên độ của mỗi nguồn $a_1 = a_2 = a$. Giữ nguyên nguồn O_1, tịnh tiến nguồn O_2 trên đoạn thẳng O_1, O_2 một đoạn $x = \frac{\lambda}{3}$ thì tại vị trí trung điểm ban đầu của đoạn O_1, O_2 sẽ dao động với biên độ bằng bao nhiêu?

A. a. B. $a\sqrt{3}$ C. $a\sqrt{2}$ D. $\frac{a\sqrt{3}}{2}$

Lời giải

Cách 1: Gọi I là trung điểm O_1 và O_2.

Ban đầu khi chưa tịnh tiến nguồn, hiệu khoảng cách từ 2 nguồn đến điểm I bằng 0.

Khi tịnh tiến nguồn O_2 trên đoạn thẳng O_1O_2 một đoạn $x = \frac{\lambda}{3}$ thì ta có hiệu khoảng cách từ 2 nguồn đến điểm I là: $|d_2 - d_1| = \frac{\lambda}{3}$

Vì 2 nguồn cùng pha nên phương trình sóng tại điểm I là

$$u_I = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) + a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right) = 2a\cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right)\cos\left(\omega t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right)$$

Biên độ dao động của I là: $A_I = 2a\left|\cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right)\right| = 2a\left|\cos\left(\pi\frac{\frac{\lambda}{3}}{\lambda}\right)\right| = 2a\cos\frac{\pi}{3} = a$

Cách 2: Tưởng tượng cắt ngang bề mặt chất lỏng trên đường đi qua hai nguồn O_1O_2 thì hình ảnh sóng giao thoa quan sát được lúc đó sẽ tương tự như sóng dừng trên sợi dây. Vì vậy ta có thể sử dụng các kết quả của sóng dừng để áp dụng giải bài toán này.

Khi nguồn O_2 tịnh tiến một đoạn là l thì trung điểm của O_1O_2 sẽ tịnh tiến một đoạn $\frac{l}{2} = \frac{\lambda}{6}$.

Như vậy trung điểm mới cách trung điểm ban đầu một đoạn là $\frac{l}{2} = \frac{\lambda}{6}$

Điểm I_1 cách điểm nút là: $x = \frac{\lambda}{4} - \frac{\lambda}{6} = \frac{\lambda}{12}$.

Do hai nguồn dao động đồng pha nên tại trung điểm mới sẽ dao động với biên độ $A_0 = 2a$.

Biên độ dao động tại điểm I_1 là: $A_{I1} = \left|A_0\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\right| = \left|A_0\sin\frac{2\pi\frac{\lambda}{12}}{\lambda}\right| = \frac{A_0}{2} = a$

Đáp án A.

Ví dụ 5: Cho hai nguồn sóng kết hợp O_1, O_2 dao động ngược pha trên bề mặt chất lỏng, biên độ của mỗi nguồn $a_1 = a_2 = a$. Giữ nguyên nguồn O_1, tịnh tiến nguồn O_2 trên đoạn thẳng O_1O_2 một đoạn $x = \frac{\lambda}{3}$ thì tại vị trí trung điểm ban đầu của đoạn O_1O_2 sẽ dao động với biên độ bằng bao nhiêu?

A. a. B. $a\sqrt{3}$. C. $a\sqrt{2}$. D. $\frac{a\sqrt{3}}{2}$

Lời giải

Cách 1:

Gọi I là trung điểm O_1 và O_2.

Ban đầu khi chưa tịnh tiến nguồn, hiệu khoảng cách từ 2 nguồn đến điểm I bằng 0.

Khi tịnh tiến nguồn O_2 trên đoạn thẳng O_1O_2 một đoạn $x = \frac{\lambda}{3}$ thì ta có hiệu khoảng cách từ 2 nguồn đến điểm I là: $|d_2 - d_1| = \frac{\lambda}{3}$

Vì 2 nguồn ngược pha nên phương trình sóng tại điểm I là

$$u_I = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda} + \pi\right) + a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right) = 2a\cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)\cos\left(\omega t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)$$

Biên độ dao động của I là

$$A_I = 2a\left|\cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)\right| = 2a\left|\cos\left(\pi\frac{\frac{\lambda}{3}}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)\right| = 2a\left|\cos\left(\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2}\right)\right| = a\sqrt{3}$$

Cách 2: Khi nguồn O_2 tịnh tiến một đoạn là x thì trung điểm của O_1O_2 sẽ tịnh tiến một đoạn là $\frac{l}{2} = \frac{\lambda}{6}$.

Như vậy trung điểm mới cách trung điểm ban đầu một đoạn là $\frac{l}{2} = \frac{\lambda}{6}$.

Do hai nguồn dao động ngược pha nên tại trung điểm mới có biên độ bằng 0.

Từ hình vẽ suy ra điểm I_1 cách điểm nút là: $x = \frac{\lambda}{6}$.

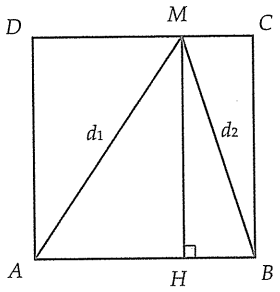
Biên độ tại I là: $A_{I1} = \left|A_0 \sin\frac{2\pi x}{\lambda}\right| = \left|A_0 \sin\frac{2\pi\frac{\lambda}{6}}{\lambda}\right| = \frac{A_0\sqrt{3}}{2} = a\sqrt{3}$.

Đáp án B.

Ví dụ 6: Ở mặt nước có hai nguồn kết hợp đặt tại hai điểm A và B, dao động cùng pha theo phương thẳng đứng, phát ra hai sóng có bước sóng λ. Trên AB có 9 vị trí mà ở đó các phần tử nước dao động với biên độ cực đại. C và D là hai điểm ở mặt nước sao cho $ABCD$ là hình vuông. M là một điểm thuộc cạnh CD và nằm trên vân cực đại giao thoa bậc nhất ($MA - MB = \lambda$). Biết phần tử tại M dao động ngược pha với các nguồn. Độ dài đoạn AB gần nhất với giá trị nào sau đây?

A. 4,6λ. B. 4,4λ. C. 4,7λ. D. 4,3λ.

Lời giải



+ Trong hình vuông $AB=CD=AD=BC=a$, gọi H là hình chiếu của M lên AB

+ Do trên AB có 9 vị trí mà phần tử nước dao động với biên độ cực đại nên $4\lambda \le AB < 5\lambda$ (*)

+ M là điểm dao động cực đại và ngược pha với nguồn

$\Rightarrow \begin{cases} MA-MB=n\lambda \\ MA+MB=m\lambda \end{cases}$, $n;m \in N$ và chúng khác tính chẵn lẻ

+ Theo giả thiết $n=1$ nên m sẽ là 1 số tự nhiên chẵn (1)

+ Theo tính chất tam giác vuông, ta có cạnh huyền là cạnh lớn nhất nên

$$MA+MB > AH+AH=2AB \ge 8\lambda$$

+ Hơn nữa: $MA+MB \le \sqrt{2\left(MA^2+MB^2\right)}=\sqrt{2\left(2a^2+MD^2+MC^2\right)}$

$$<\sqrt{2\left[2a^2+\left(MC+MD\right)^2\right]}=a\sqrt{6}<5\sqrt{6}\lambda.$$

Từ đó suy ra $8\lambda \le MA+MB < 5\sqrt{6}\lambda$. Kết hợp với (1) $\Rightarrow \left[\begin{array}{l} MA+MB=10\lambda \\ MA+MB=12\lambda \end{array}\right.$.

- **TH1:** $\begin{cases} MA-MB=\lambda \\ MA+MB=10\lambda \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} MA=5,5\lambda \\ MB=4,5\lambda \end{cases}$

$\Rightarrow a=AB=AH+HB=\sqrt{MA^2-MH^2}+\sqrt{MB^2-MH^2}=\sqrt{5,5^2\lambda^2-a^2}+\sqrt{4,5\lambda^2-a^2}$

Giải ra ta được $a=AB=4,376\lambda$ (thỏa mãn (*))

- **TH2:** $\begin{cases} MA-MB=\lambda \\ MA+MB=12\lambda \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} MA=6,5\lambda \\ MB=5,5\lambda \end{cases}$

$\Rightarrow a=AB=AH+HB=\sqrt{MA^2-MH^2}+\sqrt{MB^2-MH^2}=\sqrt{6,5^2\lambda^2-a^2}+\sqrt{5,5\lambda^2-a^2}$

Giải ra ta được $a=AB=5,29\lambda$ (loại).

Vậy $AB=4,376\lambda$.

Đáp án B.

2. Bài toán điểm dao động với biên độ cực đại (cực tiểu) hoặc biên độ bất kì

2.1. Phương pháp

Phương pháp chung giải bài toán tìm số điểm dao động trên một đoạn MN bất kì là *phương pháp chặn k*. Phương pháp này như sau:

- TH1: Với hai điểm M và N nằm cùng phía so với đường thẳng nối hai nguồn

+ Giả sử 1 điểm P bất kì thuộc MN thỏa mãn yêu cầu bài toán (là điểm cực đại hoặc cực tiểu), cách hai nguồn đoạn d_1 và d_2.

+ Tính hiệu khoảng cách từ hai nguồn đến điểm đó.

Tính bằng cách: Tính độ lệch pha của hai sóng truyền từ hai nguồn đến điểm đó. Điểm đó dao động với biên độ cực đại khi độ lệch pha là $k2\pi$, dao động với biên độ cực tiểu khi độ lệch pha là $\pi+k2\pi$ với $k \in \mathbb{Z}$. Từ đó suy ra được hiệu khoảng cách d_2-d_1 theo k.

+ Cho P chạy trong MN ta sẽ tìm được d_2-d_1 chạy trong khoảng nào, từ đó suy ra k chạy trong khoảng nào. Số giá trị của k chính là số điểm dao động với biên độ cực đại hoặc cực tiểu cần tính.

STUDY TIP

Nếu đoạn MN có điểm M hoặc điểm N hoặc cả hai điểm là nguồn, thì khi cho P chạy để tìm khoảng của k, ta không lấy dấu bằng khi điểm đó là nguồn.

- TH2: Với hai điểm M và N nằm khác phía so với đường thẳng nối hai nguồn

Lúc này, MN sẽ cắt đường thẳng nối hai nguồn. Giả sử MN cắt đường thẳng nối hai nguồn tại Q. Ta sẽ tìm số điểm dao động cực đại hoặc cực tiểu trên từng đoạn MQ, QN theo trường hợp 1, sau đó cộng lại.

Ta qua các ví dụ cụ thể để hiểu rõ phương pháp hơn.

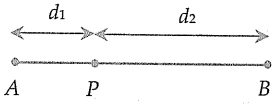
2.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Trên mặt nước có hai nguồn sóng nước giống nhau cách nhau $AB = 8$ (cm). Sóng truyền trên mặt nước có bước sóng 1,2 (cm). Số đường cực đại đi qua đoạn thẳng nối hai nguồn là:

A. 11. B. 12. C. 13. D. 14.

Chú ý

Đối với học sinh khá thì biểu thức bên rất dễ dàng. Nhưng bạn đọc đang cầm cuốn sách này trên tay dành cho mọi đối tượng học sinh, vậy nên tôi sẽ đi từ bản chất, theo phương pháp bên trên để suy ra công thức đó. Chứ không để bạn đọc nhớ công thức 1 cách máy móc!



Lời giải

Bài toán này là một bài toán rất cơ bản. Do A, B dao động cùng pha nên số đường cực đại đi qua AB thỏa mãn: $\frac{-AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda}$

Để tìm số đường dao động với biên độ cực đại đi qua AB thì ta sẽ tìm số điểm dao động với biên độ cực đại trên AB, vì ứng với 1 điểm dao động với biên độ cực đại sẽ có 1 đường cực đại đi qua.

Giả sử điểm P nằm trên AB dao động với biên độ cực đại, cách nguồn A đoạn d_1 và cách nguồn B đoạn d_2. Vì hai nguồn cùng pha nên ta giả sử phương trình hai nguồn là: $u_A = u_B = a\cos(\omega t)$.

Phương trình sóng tại P do hai nguồn truyền tới là

$$\begin{cases} u_{AP} = a\cos\left(\omega t - \dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_{BP} = a\cos\left(\omega t - \dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases} \Rightarrow \Delta\varphi = \left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) - \left(\omega t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}$$

Vì P dao động với biên độ cực đại nên ta có

$$\Delta\varphi = k2\pi \Leftrightarrow \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} = k2\pi \Leftrightarrow d_2 - d_1 = k\lambda$$

Bây giờ cho P chạy trong đoạn AB, chú ý không lấy mút bằng.

- Khi P tiến đến A thì $d_1 = 0$ và $d_2 = AB$. Khi đó $d_2 - d_1 = AB$.
- Khi P tiến đến B thì $d_2 = 0$ và $d_1 = AB$. Khi đó $d_2 - d_1 = -AB$.

Từ đó ta có $-AB < d_2 - d_1 < AB$, kết hợp với $d_2 - d_1 = k\lambda$ ta được: $\frac{-AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda}$

Thay số ta có $\frac{-8}{1,2} < k < \frac{8}{1,2} \Leftrightarrow -6,67 < k < 6,67$.

Số giá trị k có thể là ±6, ±5, ±4, ±3, ±2, ±1, 0

Vậy có 13 đường cực đại đi qua đoạn thẳng nối hai nguồn.

Đáp án C.

Nhận xét:

Từ lời giải bản chất vận dụng phương pháp bên trên, ta có thể làm cho bài toán hai nguồn lệch pha nhau bất kì.

Trong chương trình THPT, trường hợp hay gặp nhất là hai nguồn cùng pha và hai nguồn ngược pha. Sử dụng cách làm trên, ta hoàn toàn có thể suy ra các kết quả sau:

** Nếu hai nguồn cùng pha thì:*

- Số đường dao động cực đại đi qua đoạn thẳng nối hai nguồn là số giá trị nguyên của k thỏa mãn: $\frac{-AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda}$

- Số đường dao động cực tiểu đi qua đoạn thẳng nối hai nguồn là số giá trị nguyên của k thỏa mãn: $\frac{-AB}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{2}$

** Nếu hai nguồn ngược pha thì:*

- Số đường dao động cực đại đi qua đoạn thẳng nối hai nguồn là số giá trị nguyên của k thỏa mãn: $\frac{-AB}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{2}$

- Số đường dao động cực tiểu đi qua đoạn thẳng nối hai nguồn là số giá trị nguyên của k thỏa mãn: $\frac{-AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda}$

Ví dụ 2: Tại hai điểm A, B trên mặt chất lỏng cách nhau 10 (cm) có hai nguồn phát sóng theo phương thẳng đứng với các phương trình: $u_1 = 0,2\cos(50\pi t)$cm và $u_2 = 0,2\cos(50\pi t + \pi)$cm. Vận tốc truyền sóng là 0,5 (m/s). Coi biên độ sóng không đổi. Xác định số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng AB?

A. 8. B. 9. C. 10. D. 11.

Lời giải

Nhìn vào phương trình ta thấy A, B là hai nguồn dao động ngược pha nên số điểm dao động cực đại là số giá trị nguyên của k thoã mãn:

$$\frac{-AB}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{2}$$

Ta có $\lambda = 2$cm. Từ đó: $\frac{-10}{2} - \frac{1}{2} < k < \frac{10}{2} - \frac{1}{2} \Leftrightarrow -5,5 < k < 4,5$.

Vậy có 10 điểm dao động với biên độ cực đại.

Đáp án C.

Ví dụ 3: Hai nguồn sóng cơ AB cách nhau dao động chạm nhẹ trên mặt chất lỏng, cùng tấn số 100Hz, cùng pha theo phương vuông góc với mặt chất lỏng. Vận tốc truyền sóng 20m/s. Số điểm không dao động trên đoạn AB = 1m là:

A. 11 điểm. B. 20 điểm. C. 10 điểm. D. 15 điểm.

Lời giải

Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{20}{100} = 0,2\,\text{m}$

Gọi số điểm không dao động trên đoạn AB là số giá trị của k, ta có:

$$-\frac{1}{0,2} - \frac{1}{2} < k < \frac{1}{0,2} - \frac{1}{2}$$

Suy ra $-5,5 < k < 4,5$. Vậy $k = -5; -4; -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3; 4$. Vậy có 10 điểm.

Đáp án C.

Ví dụ 4: Hai nguồn sóng cơ dao động cùng tần số, cùng pha. Quan sát hiện tượng giao thoa thấy trên đoạn AB có 5 điểm dao động với biên độ cực đại (kể cả A và B). Số điểm không dao động trên đoạn AB là:

A. 6. B. 4. C. 5. D. 2.

Lời giải

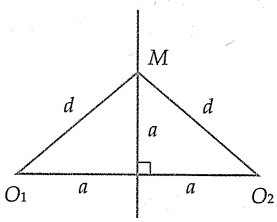
Trong hiện tượng giao thoa sóng trên mặt chất lỏng, hai nguồn dao động cùng pha thì trên đoạn AB, số điểm dao động với biên độ cực đại sẽ hơn số điểm không dao động là 1.

Do đó số điểm không dao động là 4 điểm.

Đáp án B.

Ví dụ 5: Trên mặt một chất lỏng, có hai nguồn sóng kết hợp O_1,O_2 cách nhau $l=24$ cm, dao động theo cùng một phương với phương trình $u_{O1}=u_{O2}=A\cos\omega t$ (t tính bằng s, A tính bằng mm). Khoảng cách ngắn nhất từ trung điểm O của O_1O_2 đến các điểm nằm trên đường trung trực của O_1O_2 dao động cùng pha với O bằng $q=9$ cm. Số điểm dao động với biên độ bằng biên độ của O trên đoạn O_1O_2 là:

A. 18. B. 16. C. 20. D. 14.



Lời giải

Vì hai nguồn cùng pha nên các điểm thuộc trung trực dao động với biên độ cực đại (điểm O dao động với biên độ cực đại) nên để tìm số điểm dao động với biên độ bằng biên độ của O trên O_1O_2 ta sẽ tìm số điểm dao động với biên độ cực đại trên O_1O_2 (không kể O).

Phương trình dao động tại một điểm khi có giao thoa:

$$u=2A\cos\left(\pi\frac{d_1-d_2}{\lambda}\right)\cos\left(\omega t-\pi\frac{d_1+d_2}{\lambda}\right)$$

Phương trình dao động tại O: $u=2A\cos\left(\omega t-\frac{2\pi a}{\lambda}\right)$ (với $l=2a$)

Phương trình dao động tại M: $u=2A\cos\left(\omega t-\frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Độ lệch pha của M so với O: $\Delta\varphi=\frac{2\pi}{\lambda}(d-a)$

M dao động cùng pha với O nên: $\Delta\varphi=\frac{2\pi}{\lambda}(d-a)=2k\pi\Rightarrow d-a=k\lambda$

Điểm M gần O nhất thì: $k=1\Rightarrow\lambda=d-a=\sqrt{a^2+q^2}-a=\sqrt{12^2+9^2}-12=3$

Số cực đại trên: $-\frac{l}{\lambda}\le k\le\frac{l}{\lambda}\Rightarrow -8\le k\le 8$: có 17 cực đại trên O_1O_2 (kể cả O).

Vậy có 16 điểm dao động với biên độ bằng biên độ của điểm O.

Đáp án B.

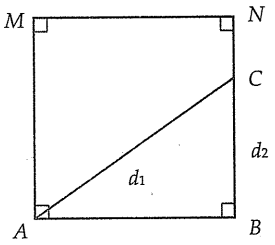
Ví dụ 6: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B cách nhau 20 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A=2\cos40\pi t$ và $u_B=2\cos(40\pi t+\pi)$ (u_A và u_B tính bằng mm, t tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30 cm/s. Xét hình vuông $AMNB$ thuộc mặt thoáng chất lỏng. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn BN là:

A. 7. B. 19. C. 12. D. 17.

Lời giải

Bước sóng $\lambda=\frac{v}{f}=\frac{30}{20}=1,5$ cm.

Xét điểm C trên BN: $AC = d_1; BC = d_2$. Vì hai nguồn ngược pha nên nếu giả sử điểm C dao động với biên độ cực đại, thì ta có: $d_2 - d_1 = \frac{\lambda}{2} + k\lambda = 0,75 + 1,5k$



Cho C chạy trên NB.

+ Khi C trùng N thì ta có: $d_2 - d_1 = NB - AN = 20 - 20\sqrt{2}$

+ Khi C tiến đến B (không trùng B, vì B là nguồn) thì ta có: $d_2 - d_1 = -AB = -20$

Từ đó ta có

$$-20 < d_2 - d_1 \le 20 - 20\sqrt{2} \Leftrightarrow -20 < 0,75 + 1,5k \le 20 - 20\sqrt{2} \Leftrightarrow -13,89 < k \le -6,02$$

Từ đó suy ra $k = -13; -12; -11; -10; -9; -8; -7$.

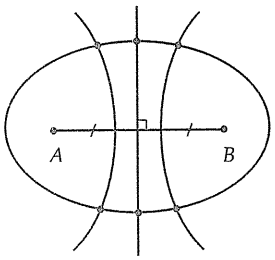
Vậy trên BN có 7 điểm dao động cực đại.

Đáp án A.

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn AB cách nhau 14,5 cm dao động ngược pha. Điểm M trên AB gần trung điểm O của AB nhất, cách O một đoạn 0,5 cm luôn dao động cực đại. Số điểm dao động cực đại trên đường elip thuộc mặt nước nhận A, B làm tiêu điểm là:

A. 26. B. 28. C. 18. D. 14.

Lời giải



Giả sử biểu thức của sóng tại A, B lần lượt là $u_A = a\cos(\omega t)$; $u_B = a\cos(\omega t\pi)$

Xét điểm M trên AB với $AM = d_1$; $BM = d_2$. Vì hai nguồn dao động ngược pha nên điểm M dao động với biên độ cực đại khi: $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$

Điểm M gần O nhất ứng với $d_1 = 6,75$ cm, $d_2 = 7,75$ cm và với $k = 0 \Rightarrow \lambda = 2$ cm

Vì mỗi đường cực đại cắt Elip tại hai điểm nên để tìm số điểm cực đại trên Elip thì ta sẽ đi tìm số đường cực đại, hay đi tìm số điểm dao động với biên độ cực đại trên AB. Vì hai nguồn ngược pha nên số điểm dao động với biên độ cực đại trên AB là số giá trị nguyên của k thỏa mãn

$$-\frac{1}{2} - \frac{AB}{\lambda} < k < -\frac{1}{2} + \frac{AB}{\lambda} \Leftrightarrow -\frac{1}{2} - \frac{14,5}{2} < k < -\frac{1}{2} + \frac{14,5}{2} \Leftrightarrow -7,75 < k < 6,75$$

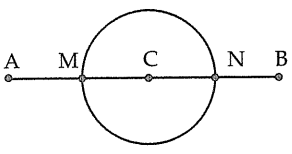
Có 14 giá trị nguyên của k thỏa mãn nên trên AB có 14 điểm dao động với biên độ cực đại. Do đó trên đường Elíp nhận A, B làm tiêu điểm có 28 điểm dao động với biên độ cực đại.

Đáp án B.

Ví dụ 8: Trên bề mặt chất lỏng hai nguồn dao động với phương trình tương ứng là: $u_A = 3\cos(10\pi t)$ cm; $u_A = 5\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm. Tốc độ truyền sóng trên mặt thoáng chất lỏng là 50cm/s, cho điểm C trên đoạn AB và cách A, B tương ứng là 28cm, 22cm. Vẽ đường tròn tâm C bán kính 20 cm, số điểm cực đại dao động trên đường tròn là:

A. 16. B. 2. C. 8. D. 4.

Lời giải



Bước sóng $\lambda = 10$ cm.

Để tìm số điểm cực đại trên đường tròn tâm C ta sẽ tìm số điểm cực đại trên đoạn MN là đường kính của đường tròn.

Giả sử một điểm P dao động với biên độ cực đại nằm trên MN, cách A khoảng d_1 và cách B khoảng d_2.

Khi đó ta có: $d_2 - d_1 = \frac{\Delta\varphi}{2\pi}\lambda + k\lambda = \frac{\frac{\pi}{3}}{2\pi}\lambda + k\lambda = \frac{\lambda}{6} + k\lambda = \frac{5}{3} + 10k$

Cho P chạy trên MN ta có

$$\begin{cases} P \equiv M \Rightarrow d_2 - d_1 = MB - MA = (22+20) - (28-20) = 34 \\ P \equiv N \Rightarrow d_2 - d_1 = NB - NA = (22-20) - (28+20) = -46 \end{cases} \Rightarrow -46 \le d_2 - d_1 \le 34$$

Từ đó ta có: $-46 \le \frac{5}{3} + 10k \le 34 \Leftrightarrow -4,77 \le k \le 3,23$

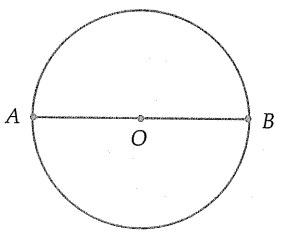
Có 8 điểm dao động với biên độ cực đại trên MN, tức là có 8 đường cực đại qua MN. Mặt khác, M và N *đều không phải là điểm dao động với biên độ cực đại (vì mút bằng của k không có giá trị nguyên)*, nên 8 đường đó sẽ cắt đường tròn tại 16 điểm.

Đáp án A.

Ví dụ 9: Ở mặt nước có hai nguồn sóng cơ A và B cách nhau 15 cm, dao động điều hòa cùng tần số, cùng pha theo phương vuông góc với mặt nước. Điểm M nằm trên AB, cách trung điểm O là 1,5 cm, là điểm gần O nhất luôn dao động với biên độ cực đại. Trên đường tròn tâm O, đường kính 15cm, nằm ở mặt nước có số điểm luôn dao động với biên độ cực đại là:

A. 18. B. 24. C. 16. D. 26.

Lời giải



Để tìm số điểm dao động với biên độ cực đại trên đường tròn, ta tìm số điểm dao động với biên độ cực đại trên AB.

Xét điểm M ta có $d_2 = \frac{15}{2} + \frac{3}{2} = 9$ cm; $d_1 = \frac{15}{2} - \frac{3}{2} = 6$ cm $\Rightarrow d_2 - d_1 = 3$ cm.

Hai nguồn cùng pha nên sóng tại M có biên độ cực đại khi $d_2 - d_1 = k\lambda = 3$ cm.

Với điểm M gần O nhất luôn dao động với biên độ cực đại nên $k = 1$. Khi đó ta có: $\lambda = 3$ cm.

Số điểm dao động với biên độ cực đại trên AB là số giá trị nguyên của k thỏa mãn

$$-\frac{AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda} \Leftrightarrow -\frac{15}{3} < k < \frac{15}{3} \Leftrightarrow -5 < k < 5$$

Có 9 giá trị của k nên có 9 đường cực đại qua AB. Mỗi đường cắt đường tròn tại hai điểm nên có 18 điểm dao động với biên độ cực đại trên đường tròn.

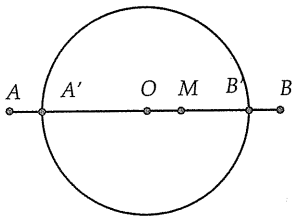
Đáp án A.

2.3. Tìm số điểm dao động với biên độ bất kì

Ví dụ 10: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 10 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình lần lượt là $u_A = 3\cos\left(40\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm); $u_B = 4\cos\left(40\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$ (cm). Cho biết tốc độ truyền sóng là 40 cm/s. Một đường tròn có tâm là trung điểm của AB, nằm trên mặt nước, có bán kính R với $R = 4$ cm. Số điểm dao động với biên độ 5 cm có trên đường tròn là:

A. 30. B. 32. C. 34. D. 36.

Lời giải



Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = 2$

Xét điểm M trên $A'B'$: $AM = d_1; BM = d_2$

Sóng truyền từ A đến M có phương trình

$$u_{AM} = 3\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{6} - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) = 3\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{6} - \pi d_1\right)$$

Sóng truyền từ B đến M có phương trình

$$u_{BM} = 4\cos\left(10\pi t + \frac{2\pi}{3} - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right) = 4\cos\left(10\pi t + \frac{2\pi}{3} - \frac{2\pi(10 - d_1)}{\lambda}\right)$$

$$= 4\cos\left(10\pi t + \frac{2\pi}{3} + \pi d_1 - 10\pi\right) = 4\cos\left(10\pi t + \frac{2\pi}{3} + \pi d_1\right)$$

Phương trình sóng tổng hợp $u_M = u_{AM} + u_{BM}$ có biên độ bằng 5 cm khi u_{AM} và u_{BM} vuông pha với nhau: $\frac{2\pi}{3} + \pi d_1 - \left(\frac{\pi}{6} - \pi d_1\right) = \frac{\pi}{2} + k\pi \Rightarrow d_1 = \frac{k}{2}$

Cho M chạy trên đoạn $A'B'$ ta có $1 \le d_1 = \frac{k}{2} \le 9 \Rightarrow 2 \le k \le 18$.

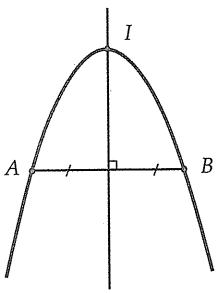
Như vậy trên $A'B'$ có 17 điểm dao động với biên độ 5 cm trong đó có điểm A' và B'. Suy ra trên đường tròn tâm O bán kính R = 4cm có 32 điểm dao động với biên độ 5 cm.

Đáp án B.

Ví dụ 11: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B cách nhau 10 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 3\cos 40\pi t$ và $u_B = 4\cos 40\pi t$ (u_A và u_B tính bằng mm, t tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30 cm/s. Xét đường Parabol có đỉnh I nằm trên đường trung trực của AB cách O một đoạn 10 cm và đi qua A, B. Có bao nhiêu điểm dao động với biên độ bằng 5 mm trên cung AIB? Biết O là trung điểm của AB.

A. 13. B. 14. C. 26. D. 28.

Lời giải



Số điểm có biên độ bằng 5 mm nằm trên cung AIB bằng số điểm có biên độ bằng 5 mm nằm trên đường thẳng nối hai nguồn.

Phương trình sóng do nguồn A gây ra tại điểm M, nằm trên đường thẳng chứa hai nguồn có dạng: $u_{AM} = 3\cos\left(40\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Phương trình sóng do nguồn B gây ra tại điểm M, nằm trên đường thẳng chứa hai nguồn có dạng: $u_{BM} = 4\cos\left(40\pi t - \frac{2\pi(l-d)}{\lambda}\right)$

Phương trình sóng tổng hợp do nguồn A, B gây ra tại điểm M là:

$$u_M = 3\cos\left(40\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) + 4\cos\left(40\pi t - \frac{2\pi(l-d)}{\lambda}\right) = a\cos(40\pi t + \varphi)$$

Với $a = \sqrt{3^2 + 4^2 + 2.3.4.\cos\left(\frac{2\pi(l-d)}{\lambda} - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)}$

Để $a = 5$mm thì: $\cos\left(\frac{2\pi(l-d)}{\lambda} - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = 0 \Rightarrow \frac{2\pi(l-d)}{\lambda} - \frac{2\pi d}{\lambda} = (2k+1)\frac{\pi}{2}$

Thay: $\lambda = 15$mm, $l = 100$ mm và vì M nằm trên AB nên ta có $0 < d < 100$.

Từ đó ta được: $-13{,}8 < k < 12{,}83$

Có 26 giá trị k nguyên thỏa mãn bất phương trình trên nên có 26 điểm thỏa mãn yêu cầu bài toán.

Đáp án C.

3. Bài toán điểm dao động lệch pha so với một điểm nào đó

3.1. Phương pháp

Xét sự giao thoa của hai sóng đến từ hai nguồn.

Bài toán đặt ra là tìm số điểm trên đoạn MN cho trước dao động lệch pha so với một điểm nào đó (thường là nguồn). Phương pháp chung là:

- TH1: Với hai điểm M và N nằm cùng phía so với đường thẳng nối hai nguồn

+ Giả sử 1 điểm P bất kì cách 2 nguồn một đoạn d_1, d_2 và thuộc MN là điểm thỏa mãn yêu cầu bài toán.

+ Viết phương trình dao động của M.

+ Xác định điều kiện để điểm P lệch pha so với điểm đề bài yêu cầu dựa vào công thức tính độ lệch pha. Từ đó tính được $d_2 - d_1$ theo k, với k nguyên.

+ Cho P chạy trên MN sẽ tìm được khoảng chạy của $d_2 - d_1$, từ đó tìm được khoảng chạy của k. Số giá trị của k chính là số điểm thỏa mãn yêu cầu bài toán.

- TH2: Với hai điểm M và N nằm khác phía so với đường thẳng nối hai nguồn

Lúc này, MN sẽ cắt đường thẳng nối hai nguồn. Giả sử MN cắt đường thẳng nối hai nguồn tại Q. Ta sẽ tìm số điểm thỏa mãn yêu cầu bài toán trên từng đoạn MQ, QN theo trường hợp 1, sau đó cộng lại.

Ta qua các ví dụ minh họa để hiểu rõ phương pháp.

STUDY TIP

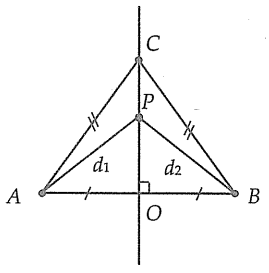
Nếu MN có điểm M hoặc điểm N hoặc cả hai điểm là nguồn, thì khi cho P chạy để tìm khoảng của k, ta không lấy dấu bằng khi điểm đó là nguồn.

3.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Trên mặt nước có 2 nguồn sóng giống nhau A và B cách nhau 12 cm đang dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 1,6 cm. Điểm C cách đều 2 nguồn và cách trung điểm O của AB một khoảng 8 cm. Số điểm dao động ngược pha với nguồn trên đoạn CO là:

A. 3. B. 4. C. 5. D. 2.

Lời giải



Giả sử điểm P trên đoạn CO cách 2 nguồn khoảng d_1 và d_2. Vì C cách đều hai nguồn nên CO là trung trực của AB. Do đó $d_1 = d_2$.

Giả sử phương trình sóng của hai nguồn là: $u_A = u_B = a\cos(\omega t)$

Phương trình sóng tại P do nguồn A và nguồn B truyền tới là:

$$\begin{cases} u_{AP} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) \\ u_{BP} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right) = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) \end{cases}$$

Phương trình sóng tổng hợp tại P là

$$u_P = u_{AP} + u_{BP} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) + a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = 2a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

Vì P dao động ngược pha so với nguồn nên độ lệch pha bằng $\pi + k2\pi$, do đó ta có

$$\begin{cases} \Delta\varphi = \omega t - \left(\omega t - \dfrac{2\pi d}{\lambda}\right) = \dfrac{2\pi d}{\lambda} \\ \Delta\varphi = \pi + k2\pi \end{cases} \Rightarrow \frac{2\pi d}{\lambda} = \pi + k2\pi \Rightarrow d = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

Cho P chạy trên CO thì ta có $AO \le d \le AC$. Từ đó

$$\frac{AB}{2} \le (2k+1)\frac{\lambda}{2} \le \sqrt{\left(\frac{AB}{2}\right)^2 + OC^2}$$

Thay số ta được $6 \le (2k+1)0,8 \le 10 \Rightarrow 3,25 \le k \le 5,75 \Rightarrow \begin{cases} k = 4 \\ k = 5 \end{cases}$

Có 2 giá trị của k nên trên đoạn CO có 2 điểm dao động ngược pha với nguồn.

Đáp án D.

Nhận xét: Từ bài toán này ta suy ra kết quả quan trọng sau:

Xét điểm M thuộc trung trực của đoạn nối hai nguồn, cách mỗi nguồn khoảng d thì:

- Nếu hai nguồn cùng pha
  - + M dao động cùng pha với nguồn khi $d = k\lambda$
  - + M dao động ngược pha với nguồn khi $d = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$
- Nếu hai nguồn ngược pha
  - + M dao động cùng pha với nguồn khi $d = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$
  - + M dao động ngược pha với nguồn khi $d = k\lambda$

4. Bài toán điểm dao động với biên độ cực đại (cực tiểu) đồng thời lệch pha so với một điểm nào đó

4.1. Phương pháp

Xét sự giao thoa của hai sóng kết hợp. Bài toán đặt ra là tìm số điểm trên đoạn MN dao động với biên độ cực đại (cực tiểu) đồng thời lệch pha so với một điểm nào đó.

Thông thường, những bài toán này sẽ cho hai nguồn có cùng biên độ. Phương pháp chung giải như sau

- Giả sử điểm P bất kì thuộc MN thỏa mãn yêu cầu bài toán, cách hai nguồn đoạn d_1 và d_2
- Viết phương trình sóng tổng hợp do hai nguồn truyền đến P
- Dựa vào phương trình sóng suy ra điều kiện $d_2 - d_1$ theo k để thỏa mãn bài toán.
- Tìm khoảng chạy của $d_2 - d_1$ suy ra khoảng chạy của k. Số giá trị k nguyên chính là số điểm cần tìm

Ta qua các ví dụ minh họa để hiểu rõ hơn.

4.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Trên mặt mặt nước tại hai điểm *A, B* có hai nguồn sóng kết hợp hai dao động cùng pha, lan truyền với bước sóng λ, khoảng cách $AB = 11\lambda$. Hỏi trên đoạn *AB* có mấy điểm cực đại dao động ngược pha với hai nguồn (không kể *A, B*)

A. 13. B. 23. C. 11. D. 21.

Lời giải

Giả sử nguồn dao động với phương trình $u_A = u_B = a\cos\omega t$.

Xét điểm *M* trên *AB* với $AM = d_1$ và $BM = d_2$. Phương trình sóng tại *M* do *A* và *B* truyền tới là: $u_{AM} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right), u_{BM} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$

Phương trình sóng tổng hợp tại *M* là

$$u_M = u_{AM} + u_{BM} = 2a\cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right)\cos\left(\omega t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right)$$

Từ đó ta có: $u_M = 2a\cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right)\cos(\omega t - 11\pi)$

Dựa vào phương trình trên suy ra điểm *M* là điểm cực đại ngược pha với nguồn khi: $\cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right) = 1 \Rightarrow \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} = k2\pi \Leftrightarrow d_2 - d_1 = 2k\lambda$

Cho *M* chạy trên *AB* ta được

$$-AB < d_2 - d_1 = 2k\lambda < AB \Leftrightarrow -\frac{AB}{2\lambda} < k < \frac{AB}{2\lambda} \Leftrightarrow -\frac{11\lambda}{2\lambda} < k < \frac{11\lambda}{2\lambda} \Leftrightarrow -5{,}5 < k < 5{,}5$$

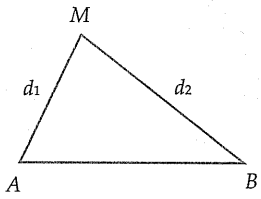
Có 11 giá trị của *k* nên có 11 điểm cực đại và ngược pha với hai nguồn.

Đáp án C.

Ví dụ 2: Ở mặt chất lỏng có hai nguồn sóng *A, B* cách nhau 19 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình là $u_A = u_B = A\cos 20\pi t$ (với t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 40 cm/s. Gọi *M* là điểm ở mặt chất lỏng gần *A* nhất sao cho phần tử chất lỏng tại *M* dao động với biên độ cực đại và cùng pha với nguồn *A*. Khoảng cách *AM* là

A. 5 cm. B. 2 cm. C. 4 cm. D. 2 2cm.

Lời giải



Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = 4$ cm.

Xét điểm *M* cách 2 nguồn đoạn $AM = d_1; BM = d_2$. Phương trình sóng tại *M* là

$$u_M = a\cos\left(20\pi t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) + a\cos\left(20\pi t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$$
$$= 2a\cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right)\cos\left(20\pi t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right)$$

Điểm *M* dao động với biên độ cực đại, cùng pha với nguồn *A* khi:

$$\begin{cases} \cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right) = 1 \\ \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda} = 2k\pi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} d_2 - d_1 = 2k'\lambda \\ d_2 + d_1 = 2k\lambda \end{cases} \Rightarrow |k - k'|\lambda$$

Điểm M gần A nhất ứng với $k-k'=1 \Rightarrow d_{1\min}=\lambda=4$ (cm)

Đáp án C.

Ví dụ 3: Trên mặt chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp phát ra hai dao động $u_1=A\cos\omega t; u_2=A\sin\omega t$ khoảng cách giữa hai nguồn là $S_1S_2=3,25\lambda$. Hỏi trên đoạn S_1S_2 có mấy điểm cực đại dao động cùng pha với u_2?

A. 3 điểm. B. 4 điểm. C. 5 điểm. D. 6 điểm.

Lời giải

Ta có $\begin{cases} u_1=A\cos\omega t \\ u_2=A\sin\omega t=A\cos\left(\omega t-\dfrac{\pi}{2}\right) \end{cases}$. Xét điểm M trên S_1S_2.

Đặt $S_1M=d_1; S_2M=d_2$. Khi đó: $\begin{cases} u_{1M}=A\cos\left(\omega t-\dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_{2M}=A\cos\left(\omega t-\dfrac{\pi}{2}-\dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases}$

Phương trình tổng hợp tại M là

$$u_M=2A\cos\left(\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}+\frac{\pi}{4}\right)\cos\left(\omega t-\frac{\pi(d_1+d_2)}{\lambda}-\frac{\pi}{4}\right)$$

$$=2A\cos\left(\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}+\frac{\pi}{4}\right)\cos(\omega t-3,5\pi)$$

$$=2A\cos\left(\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}+\frac{\pi}{4}\right)\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)=-2A\cos\left(\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}+\frac{\pi}{4}\right)\sin\omega t$$

Để cùng pha với u_2 thì

$$\cos\left(\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}+\frac{\pi}{4}\right)=-1\Leftrightarrow\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}+\frac{\pi}{4}=\pi+k2\pi\Leftrightarrow d_2-d_1=\left(2k+\frac{3}{4}\right)\lambda$$

Cho điểm M chạy trên S_1S_2 thì ta có

$$-S_1S_2<d_2-d_1=\left(2k+\frac{3}{4}\right)\lambda<S_1S_2\Leftrightarrow-3,25\lambda<\left(2k+\frac{3}{4}\right)\lambda<3,25\lambda\Leftrightarrow-2<k<1,25$$

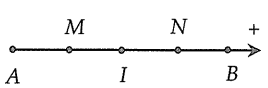
Có 3 giá trị của k nên có 3 điểm cực đại dao động cùng pha với u_2

Đáp án A.

Ví dụ 4: Hai nguồn phát sóng kết hợp A và B trên mặt chất lỏng dao động theo phương trình: $u_A=a\cos100\pi t; u_B=b\cos100\pi t$. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 1 m/s. I là trung điểm của AB. M là điểm nằm trên đoạn AI, N là điểm nằm trên đoạn IB. Biết IM = 5cm và IN = 6,5cm. Số điểm nằm trên đoạn MN có biên độ cực đại và cùng pha với I là:

A. 7. B. 4. C. 5. D. 6.

Lời giải



Bước sóng $\lambda=\dfrac{v}{f}=\dfrac{1}{50}=0,02\text{ m}=2\text{ cm}$

Xét điểm C trên AB cách I khoảng $IC=d$. Chọn gốc tại I và chiều dương từ I đến B. Khi đó $-5\le d\le 6$.

Phương trình sóng tại C do A và B truyền tới là

$$\begin{cases} u_{AC} = a\cos\left(100\pi t - \dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right) = a\cos\left(100\pi t - \dfrac{2\pi\left(\dfrac{AB}{2}+d\right)}{\lambda}\right) = a\cos\left(100\pi t - \pi d - \dfrac{\pi AB}{2}\right) \\ u_{BC} = b\cos\left(100\pi t - \dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right) = b\cos\left(100\pi t - \dfrac{2\pi\left(\dfrac{AB}{2}+d\right)}{\lambda}\right) = b\cos\left(100\pi t + \pi d - \dfrac{\pi AB}{2}\right) \end{cases}$$

Phương trình sóng tổng hợp tại C là

$$u_C = u_{AC} + u_{BC} = a\cos\left(100\pi t - \pi d - \frac{\pi AB}{2}\right) + b\cos\left(100\pi t + \pi d - \frac{\pi AB}{2}\right)$$

Phương trình sóng tại I ứng với $d = 0$, nên ta có

$$u_I = a\cos\left(100\pi t - \frac{\pi AB}{2}\right) + b\cos\left(100\pi t - \frac{\pi AB}{2}\right) = (a+b)\cos\left(100\pi t - \frac{\pi AB}{2}\right)$$

Vậy điểm I đang dao động với biên độ cực đại.

Để điểm C dao động với biên độ cực đại và cùng pha với I, thì dựa vào phương trình tổng hợp của I và C ta có điều kiện là

$$\pi d = k2\pi \Leftrightarrow d = 2k \Leftrightarrow -5 \le 2k \le 6 \Leftrightarrow -2{,}5 \le k \le 3$$

Có 6 giá trị của k thỏa mãn nên trên MN có 6 điểm có biên độ cực đại và cùng pha với I (tính cả I). Vậy có 5 điểm thỏa mãn yêu cầu bài toán.

Đáp án C.

5. Bài toán cực trị trong giao thoa

5.1. Phương pháp

Bài toán cực trị trong giao thoa là bài toán liên quan đến vị trí của các điểm cực đại, cực tiểu sao cho khoảng cách từ điểm đó đến một điểm khác, hoặc đến một đoạn nào đó là gần nhất (nhỏ nhất), xa nhất (lớn nhất).

Chú ý

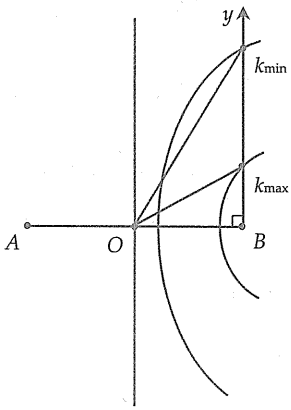
Trong bài toán dạng này, thường sử dụng các hệ thức lượng trong tam giác để tính toán.

Phương pháp chung là từ giả thiết của đề bài, biểu diễn các khoảng cách đó theo k. Sau đó chặn k và suy ra k để khoảng cách đó lớn nhất hay nhỏ nhất. Từ đó suy ra kết quả bài toán.

Ta sẽ xét những ví dụ minh họa để hiểu hơn.

5.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Tại hai điểm A và B trên mặt thoáng của chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp dao động cùng pha, với tần số 10 Hz. Coi biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền sóng. Biết tốc độ truyền sóng là $v = 2$ m/s và $AB = 100$ cm. Xét các điểm ở mặt chất lỏng nằm trên đường thẳng By vuông góc với AB tại B và dao động với biên độ cực đại, điểm cách B xa nhất và gần nhất lần lượt là bao nhiêu?



Lời giải

Dễ thấy bước sóng $\lambda = \dfrac{v}{f} = 20$ cm.

- Giả sử điểm P nằm trên By dao động với biên độ cực đại và cách nguồn A khoảng $d_1 = AP$, cách nguồn B khoảng $d_2 = BP$. Yêu cầu bài toán tương đương việc tìm giá trị lớn nhất, nhỏ nhất của d_2

- Vì hai nguồn cùng pha nên P dao động với biên độ cực đại khi $d_2 - d_1 = k\lambda$

- Rõ ràng từ phương trình trên, ta chỉ cần tính k để d_2 cực đại (cực tiểu) sau đó kết hợp với định lí Pytago $d_1=\sqrt{d_2^2+AB^2}$, giải hệ là bài toán được giải quyết.

- Bây giờ, ta sẽ đi tìm k để d_2 cực đại, cực tiểu. Ta có

$$d_2-d_1=k\lambda<0\Rightarrow d_2-\sqrt{d_2^2+AB^2}=k\lambda<0$$

$$\Leftrightarrow\frac{AB^2}{d_2+\sqrt{d_2^2+AB^2}}=-k\lambda,k<0\Rightarrow\frac{AB^2}{d_2+\sqrt{d_2^2+AB^2}}=|k|\lambda$$

- Nếu d_2 càng lớn thì vế trái càng nhỏ, $|k|$ càng nhỏ. Tức là d_2 lớn nhất khi $|k|$ nhỏ nhất, hay P thuộc cực đại bậc nhỏ nhất.
- Nếu d_2 càng nhỏ thì vế trái càng lớn, $|k|$ càng lớn. Tức là d_2 nhỏ nhất khi $|k|$ lớn nhất, hay P thuộc cực đại bậc lớn nhất.

Điểm cách B xa nhất:

- d_2 lớn nhất khi P thuộc cực đại bậc nhỏ nhất.
- Với 2 nguồn cùng pha thì cực đại có bậc nhỏ nhất (không phải trung trực) là cực đại bậc 1. Do đó ta có: $d_2-d_1=k\lambda=-1.20=-20$

Mặt khác, theo Pytago thì

$$d_2^2+AB^2=d_1^2\Rightarrow d_2^2+100^2=\left(d_2+20\right)^2\Leftrightarrow d_2^2+100^2=d_2^2+40d_2+20^2\Leftrightarrow d_2=240$$

Vậy cực đại trên By cách B xa nhất một đoạn 240 cm.

Điểm cách B gần nhất:

- d_2 nhỏ nhất khi P thuộc cực đại bậc lớn nhất.
- Đường cực đại bậc k sẽ cắt AB tại điểm cực đại bậc k. Xét trên AB thì ta có

$$|k|<\frac{AB}{\lambda}=\frac{100}{20}=5\Rightarrow|k|_{\max}=4$$

Vậy đường cực đại xa trung trực nhất (gần B nhất) có bậc là 4. Do đó ta có

$$d_2-d_1=k\lambda=-4.20=-80$$

Mặt khác, theo Pitago thì

$$d_2^2+AB^2=d_1^2+100^2=\left(d_2+80\right)^2\Leftrightarrow d_2^2+100^2=d_2^2+2.80d_2+80^2\Leftrightarrow d_2=22,5\text{ cm.}$$

Vậy cực đại trên By cách B gần nhất một đoạn 22,5 cm.

Ví dụ 2: Tại hai điểm A và B trên mặt chất lỏng có nguồn phát sóng cơ cùng pha cách nhau AB = 8cm, dao động với tần số $f=20$ Hz và pha ban đầu bằng 0. Một điểm M trên mặt nước, cách A một khoảng 25 cm và cách B một khoảng 20,5 cm, dao động với biên độ cực đại. Giữa M và đường trung trực của AB có hai vân giao thoa cực đại. Coi biên độ sóng truyền đi không giảm. Điểm Q cách A khoảng l thỏa mãn AQ và AB vuông góc. Tính giá trị cực đại của l để điểm Q dao động với biên độ cực đại?

A. 20,6 cm. B. 20,1 cm. C. 10,6 cm. D. 16 cm.

Lời giải

- Vì hai nguồn cùng pha và M dao động với biên độ cực đại, và giữa M và đường trung trực có hai vân giao thoa cực đại, nên M thuộc vân cực đại bậc 3. Do đó ta có $MA-MB=3\lambda\Rightarrow25-20,5=3\lambda\Rightarrow\lambda=1,5$
- Vì l lớn nhất nên Q xa A nhất, do đó Q thuộc đường cực đại bậc 1.

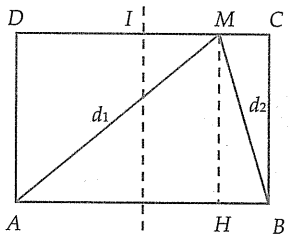
Khi đó ta có: $\begin{cases}QB-l=1.\lambda=1,5\\QB=\sqrt{8^2+l^2}\end{cases}\Rightarrow\sqrt{8^2+l^2}-l=1,5\Rightarrow l=20,6.$

Đáp án A.

Ví dụ 3: Trên mặt thoáng chất lỏng, tại A và B cách nhau 20 cm, người ta bố trí hai nguồn đồng bộ có tần số 20 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt thoáng chất lỏng $v = 50\,\text{cm/s}$. Hình vuông $ABCD$ nằm trên mặt thoáng chất lỏng, I là trung điểm của CD. Gọi điểm M nằm trên CD là điểm gần I nhất dao động với biên độ cực đại. Tính khoảng cách từ M đến I?

A. 1,25 cm. B. 2,8 cm. C. 2,5 cm. D. 3,7 cm.

Lời giải



Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = 2,5$

Xét điểm M trên CD, M gần I nhất dao động với biên độ cực đại khi M thuộc cực đại bậc 1. Khi đó ta có $d_1 - d_2 = \lambda = 2,5$ (cm) (*). Đặt $x = IM$. Ta có

$$\begin{cases} d_1^2 = MH^2 + \left(\frac{AB}{2} + x\right)^2 \\ d_2^2 = MH^2 + \left(\frac{AB}{2} - x\right)^2 \end{cases} \Rightarrow d_1^2 - d_2^2 = 2ABx = 40x \Rightarrow d_1 - d_2 = \frac{40x}{d_1 - d_2} = \frac{40x}{2,5} = 16x \ (**)$$

Từ (*) và (**) suy ra $d_1 = 8x + 1,25$.

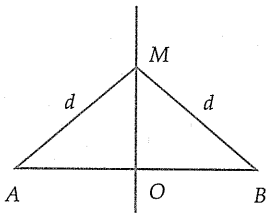
Từ đó ta có $d_1^2 = (8x + 1,25)^2 = 20^2 + (10 + x)^2 \Rightarrow x = 2,813\,\text{cm}$.

Đáp án B.

Ví dụ 4: Hai nguồn sóng kết hợp đặt tại A và B cách nhau 20 cm dao động theo phương trình $u = a\cos\omega t$ trên mặt nước, coi biên độ sóng không đổi, bước sóng $\lambda = 3$. Gọi O là trung điểm của AB. Một điểm nằm trên đường trung trực AB, dao động cùng pha với các nguồn A và B, cách A hoặc B một đoạn nhỏ nhất là:

A. 12 cm. B. 10 cm. C. 13.5 cm. D. 15 cm.

Lời giải



Biểu thức sóng tại A, B $u = a\cos\omega t$.

Từ đó suy ra biểu thức sóng tại M là $u_M = 2a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Xét điểm M trên trung trực của AB:

$$AM = BM = d \geq AO = 10\,\text{cm}.$$

Điểm M dao động cùng pha với nguồn khi $\frac{2\pi d}{\lambda} = 2k\pi \Rightarrow d = k\lambda = 3k$. Để AM nhỏ nhất thì k nguyên phải nhỏ nhất. Vì $d \geq 10$ nên ta có $k \geq 3,33$. Suy ra $k_{\min} = 3$.

Khi đó $d = d_{min} = 4.3 = 12$ (cm)

Đáp án A.

Ví dụ 5: Giao thoa sóng nước với hai nguồn giống hệt nhau A, B cách nhau 20 cm có tần số 50 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1,5 m/s. Trên mặt nước xét đường tròn tâm A, bán kính AB. Điểm trên đường tròn dao động với biên độ cực đại cách đường thẳng qua A, B một đoạn gần nhất là:

A. 18,67 mm. B. 17,96 mm. C. 19,97 mm. D. 15,34 mm

Lời giải

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = 3; AM = AB = 20\,\text{cm}$

$AM - BM = k\lambda \Rightarrow BM = 20 - 3k$. Ta có

$$-\frac{AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda} \approx 6,7 \Rightarrow k_{max} = 6 \Rightarrow BM_{min} = 2\text{cm}.$$

STUDY TIP

Diện tích tam giác:

$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$

$S = \frac{1}{2}ah$

p là nửa chu vi tam giác

Ta có ΔAMB cân: $AM = AB = 200$ mm; $BM = 20$ mm

Khoảng cách từ M đến AB là đường cao MH của ΔAMB:

$$h = \frac{2\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{a};\ p = \frac{a+b+c}{2} = 21\text{cm}.$$

Từ đó ta có $h = \frac{2\sqrt{21.1.1.19}}{20} \approx 1,997\text{ cm} = 19,97\text{ mm}.$

Đáp án C.

Ví dụ 6: Có hai nguồn dao động kết hợp S_1 và S_2 trên mặt nước cách nhau 8 cm có phương trình dao động lần lượt là $u_{S_1} = 2\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$mm và $u_{S_2} = 2\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$mm. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 10 cm/s. Xem biên độ của sóng không đổi trong quá trình truyền đi. Điểm M trên mặt nước cách S_1 khoảng $S_1M = 10$ cm và S_2 khoảng $S_2M = 6$cm. Điểm dao động cực đại trên S_2M xa S_2 nhất là:

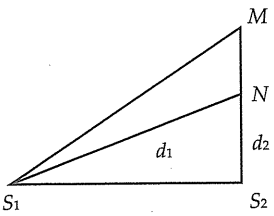
A. 3,07 cm. B. 2,33 cm. C. 3,57 cm. D. 6 cm.

Lời giải

Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = 2\text{ cm}.$

Xét điểm N trên S_2M với $S_1N = d_1; S_2N = d_2\ (0 \le d_2 \le 6)$.

Tam giác S_1S_2M là tam giác vuông tại S_2.



Sóng truyền từ $S_1; S_2$ đến N có phương trình $\begin{cases} u_{1N} = 2\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{4} - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_{2N} = 2\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{4} - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases}$

Phương trình dao động tổng hợp tại N là

$$u_N = 4\cos\left(\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} - \frac{\pi}{4}\right)\cos\left(10\pi t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right)$$

N là điểm có biên độ cực đại: $\cos\left(\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} - \frac{\pi}{4}\right) = \pm 1 \Rightarrow \left(\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} - \frac{\pi}{4}\right) = k\pi$

$$\Rightarrow \frac{d_1 - d_2}{\lambda} - \frac{1}{4} = k \Rightarrow d_1 - d_2 = \frac{4k-1}{2}(1)$$

Mặt khác ta có $d_1^2 - d_2^2 = S_1S_2^2 = 64 \Rightarrow d_1 + d_2 = \frac{64}{d_1 - d_2} = \frac{128}{4k-1}(2)$

Lấy (2) – (1) $d_2 = \frac{64}{4k-1} - \frac{4k-1}{4} = \frac{250 - (4k-1)^2}{4(4k-1)}$ (k nguyên dương)

Mà ta có $0 \le d_2 \le 6$ nên do đó $0 \le d_2 = \dfrac{256-(4k-1)^2}{4(4k-1)} \le 6$

Đặt $X = 4k-1 \Rightarrow 0 \le \dfrac{256-X^2}{4X} \le 6 \Rightarrow X \ge 8 \Rightarrow 4k-1 \ge 8 \Rightarrow k \ge 2,25$

Điểm N có biên độ cực đại xa S_2 nhất ứng với giá trị nhỏ nhất của k: $k_{min} = 3$

Khi đó $d_2 = \dfrac{256-(4k-1)^2}{4(4k-1)} = \dfrac{256-11^2}{44} = 3,068 \approx 3,07(\text{cm})$.

Đáp án A.

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm giao thoa trên mặt chất lỏng với 2 nguồn A, B phát sóng kết hợp ngược pha nhau. Khoảng cách giữa 2 nguồn là $AB = 16$cm. Hai sóng truyền đi có bước sóng là 4 cm. Trên đường thẳng xx' song song với AB, cách AB một đoạn 8 cm, gọi C là giao điểm của xx' với đường trung trực của AB. Khoảng cách ngắn nhất từ C đến điểm dao động với biên độ cực đại nằm trên xx' là

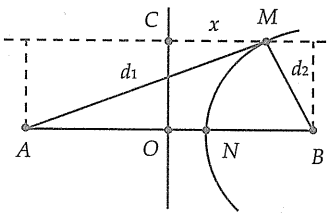
A. 1,42 cm. B. 1,50 cm. C. 2,15 cm. D. 2,25 cm.

Lời giải

Cách 1:

Vì 2 nguồn ngược pha nên điểm M thuộc xx' dao động với biên độ cực đại khi

$$d_1 - d_2 = \frac{(2k+1)\lambda}{2}.$$



Do M là điểm cực đại gần C nhất nên M nằm trên đường cực đại thứ nhất $k = 0$, khi đó $d_1 - d_2 = \dfrac{\lambda}{2} = \dfrac{4}{2}$

Mặt khác nhìn hình vẽ ta có:

$$\begin{cases} d_1^2 = (8+x)^2 + 8^2 \\ d_2^2 = (8-x)^2 + 8^2 \end{cases} \Rightarrow d_1 - d_2 = \sqrt{(8+x)^2+8^2} - \sqrt{(8-x)^2+8^2} = 2$$

Giải phương trình ta được $x = 1,42$ cm.

Cách 2: Ta có phương trình hypecbol: $\left(\dfrac{x}{a}\right)^2 - \left(\dfrac{y}{b}\right)^2 = 1$.

Trong đó: N là đỉnh hypecbol với đường cực tiểu gần trung trực nhất ⇒ với nguồn cùng pha nên: $ON = a = \dfrac{\lambda}{4} = \dfrac{4}{4} = 1(\text{cm})$.

$b^2 = c^2 - a^2$ với c là tiêu điểm và $c = OB = OA = \dfrac{AB}{2} = \dfrac{16}{2} = 8(\text{cm}) \Rightarrow b^2 = 63$.

Suy ra $x = 1,42$ (cm).

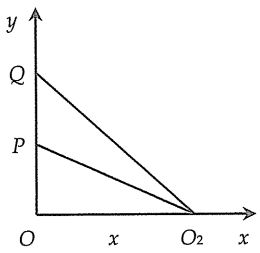
Đáp án A.

Ví dụ 8: Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng nước, hai nguồn kết hợp O_1 và O_2 dao động cùng pha, cùng biên độ. Chọn hệ trục tọa độ vuông góc xOy thuộc mặt nước với gốc tọa độ là vị trí đặt nguồn O_1 còn nguồn O_2 nằm trên trục Oy. Hai điểm P và Q nằm trên Ox có $OP = 4,5cm$ và $OQ = 8cm$. Dịch chuyển nguồn O_2 trên trục Oy đến vị trí sao cho góc PO_2Q có giá trị lớn nhất thì phần tử nước tại P không dao động còn phần tử nước tại Q dao động với biên độ cực đại. Biết

giữa P và Q không còn cực đại nào khác. Trên đoạn OP, điểm gần P nhất mà các phần tử nước dao động với biên độ cực đại cách P một đoạn là:

A. 3,4 cm. B. 2,0 cm. C. 2,5 cm. D. 1,1 cm.

Lời giải



Đặt $OO_2 = x$. Xét ΔPQO_2, sử dụng định lí hàm sin và bất đẳng thức *Cauchy – Schwarz*, ta có

$$\frac{PQ}{\sin\alpha} = \frac{PO_2}{\sin\widehat{OQO_2}}$$

$$= \frac{\sqrt{OP^2+x^2}}{\frac{x}{\sqrt{OQ^2+x^2}}} = \frac{\sqrt{\left(OP^2+x^2\right)\left(OQ^2+x^2\right)}}{x} \geq \frac{OPx+OQx}{x} = OP+OQ = 12,5$$

Suy ra $\sin\alpha \leq \frac{3,5}{12,5} = \frac{7}{25}$. Vì $\alpha \in \left(0;\frac{\pi}{2}\right)$ nên $\sin\alpha \leq \frac{7}{25} \Leftrightarrow \alpha \leq \arcsin\frac{7}{25}$

Đẳng thức xảy ra khi và chỉ khi $\frac{OP}{x} = \frac{x}{OG} \Leftrightarrow x = \sqrt{OP.OG} = \sqrt{4,5.8} = 6\,\text{cm}.$

Giả sử tại Q là cực đại bậc k thuộc hypebol cực đại bậc k. Vì giữa P và Q không có cực đại nào khác, nên Q là cực tiểu gây ra bởi hypebol cực tiểu gần hypebol cực đại bậc k nhất (gần về phía điểm O), hypebol cực tiểu này có bậc cũng là k.

Ta có: $\begin{cases} O_2Q - OQ = k\lambda \\ O_2P - OP = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \sqrt{OQ^2+x^2} - OQ = k\lambda \\ \sqrt{OP^2+x^2} - OP = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \end{cases}$

$$\Leftrightarrow \frac{k\lambda}{(2k+1)\frac{\lambda}{2}} = \frac{\sqrt{6^2+8^2}-8}{\sqrt{4,5^2+6^2}-4,5} = \frac{2}{3} \Leftrightarrow k = 1.$$

Từ đó suy ra $\lambda = 2$ cm.

Bây giờ giả sử một điểm M nào đó thuộc OP và cách O một đoạn y.

Để điểm M dao động với biên độ cực đại, và gần P nhất thì M phải thuộc cực đại bậc $k+1=2$.

Khi đó ta có: $O_2M - y = 2\lambda$, tương đương với $\sqrt{y^2+6^2} - y = 4 \Leftrightarrow y = 2,5$ cm.

Đến đây nhiều bạn tính được bằng 2,5 cm nhìn đáp án thấy cũng có 2,5 cm và khoanh luôn 2,5 cm, và bạn đã sai.

Vì đề bài người ta hỏi là khoảng cách giữa điểm đó và P nên đáp án đúng là

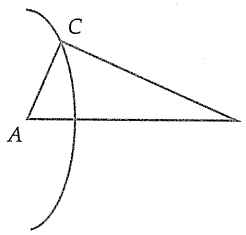
$$4,5 - 2,5 = 2 \text{ cm}.$$

Đáp án B.

Ví dụ 9: Tại mặt nước, hai nguồn kết hợp được đặt ở A và B cách nhau 68 mm, dao động điều hòa cùng tần số, cùng pha, theo phương vuông góc với mặt nước. Trên đoạn AB, hai phần tử nước dao động với biên độ cực đại có vị trí cân bằng cách nhau một đoạn ngắn nhất là 10 mm. Điểm C là vị trí cân bằng của phần tử ở mặt nước sao cho $AC \perp BC$. Phần tử nước ở C dao động với biên độ cực đại. Khoảng cách BC lớn nhất bằng

A. 37,6 mm. B. 67,6 mm. C. 64,0 mm. D. 68,5 mm.

Lời giải



- Hai phần tử nước dao động với biên độ cực đại có vị trí cách nhau một đoạn ngắn nhất là 10 mm chính là khoảng cách giữa hai điểm cực đại liên tiếp nằm trên đoạn AB. Khi đó ta có $\frac{\lambda}{2}=10\Rightarrow\lambda=20(\text{mm})$

- Để BC lớn nhất thì C phải thuộc cực đại xa B nhất (gần A nhất).

- Ta có: $|k|\le\frac{AB}{\lambda}=\frac{68}{20}=3,4$ nên $k_{\max}=3$ suy ra C thuộc cực đại bậc 3. Do đó

$$\begin{cases}CB-CA=3\lambda=60\\CB^2+CA^2=AB^2=68^2\end{cases}\Rightarrow CB^2+(CB-60)^2=68^2\Leftrightarrow\left[\begin{array}{l}CB=67,6\\CB=-7,6\end{array}\right.$$

- Vì $CB>0$ nên $CB=67,6$ mm.

Đáp án B.

Ví dụ 10: Trong một thí nghiệm giao thoa sóng nước, hai nguồn S_1 và S_2 cách nhau 16 cm, dao động theo phương vuông góc với mặt nước, cùng biên độ, cùng pha, cùng tần số 80 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 40 cm/s. Ở mặt nước, gọi d là đường trung trực của đoạn S_1S_2. Trên d, điểm M ở cách S_1 đoạn 10 cm; điểm N dao động cùng pha với M và gần M nhất sẽ cách M một đoạn có giá trị gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 7,8 mm. B. 6,8 mm. C. 9,8 mm. D. 8,8 mm

Lời giải

- Bước sóng $\lambda=\frac{v}{f}=0,5\,\text{cm}$.

- Giả sử phương trình dao động của hai nguồn là $u=a\cos\omega t$.

- Ta sẽ tìm điểm N_1 thỏa mãn yêu cầu bài toán, nằm phía trên điểm M; tìm điểm N_2 thỏa mãn yêu cầu bài toán, nằm phía dưới điểm M, sau đó so sánh N_1M và N_2M.

- Xét hai điểm điểm N_1,N_2 lần lượt nằm trên M và nằm dưới M, thuộc d, cách S_1 một khoảng là $d_1>S_1M$ và $d_2<S_1M$.

- Phương trình sóng tại M do hai nguồn cùng pha truyền tới là:

$$u_M=2a\cos\left(\omega t-\frac{2\pi d_1MS_1}{\lambda}\right)$$

- Phương trình sóng tại N_1,N_2 do hai nguồn cùng pha truyền tới là:

$$u_{N_1}=2a\cos\left(\omega t-\frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)$$

$$u_{N_2}=2a\cos\left(\omega t-\frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$$

- Để N_1, N_2 dao động cùng pha với M thì độ lệch pha phải bằng $k2\pi$. Ta có:

$$\left[\begin{array}{l}\frac{2\pi d_1}{\lambda}-\frac{2\pi S_1M}{\lambda}=k_1 2\pi\\\frac{2\pi d_2}{\lambda}-\frac{2\pi S_2M}{\lambda}=k_2 2\pi\end{array}\right.\Leftrightarrow\left[\begin{array}{l}d_1=S_1M+k_1\lambda>S_1M\\d_2=S_2M+k_2\lambda>S_2M\end{array}\right.\Leftrightarrow\left[\begin{array}{l}k_1>0\\k_2<0\end{array}\right.$$

- Vì N_1 và N_2 là điểm gần M nhất, nên $k_1=1$ và $k_2=-1$. Từ đó ta có:

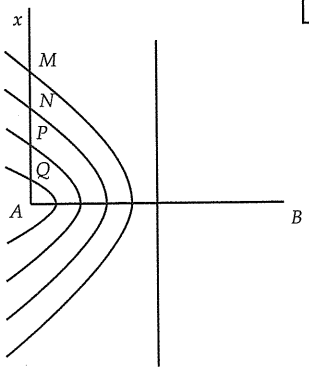
- Suy ra $\left[\begin{array}{l} N_1M=\sqrt{10,5^2-8^2}-\sqrt{10^2-8^2}\approx 0,8 \text{ cm} \\ N_2M=\sqrt{10,5^2-8^2}-\sqrt{9,5^2-8^2}\approx 0,88 \text{ cm} \end{array}\right.$

- Vì $N_1M<N_2M$ nên điểm N gần M nhất dao động cùng pha với M cách M một khoảng nhỏ nhất bằng 8 mm.

Đáp án A.

Ví dụ 11: Ở mặt chất lỏng có 2 nguồn kết hợp đặt tại A và B dao động điều hòa, cùng pha theo phương thẳng đứng. Ax là nửa đường thẳng nằm ở mặt chất lỏng và vuông góc với AB. Trên Ax có những điểm mà các phần tử ở đó dao động với biên độ cực đại, trong đó M là điểm xa A nhất, N là điểm kế tiếp với M, P là điểm kế tiếp với N và Q là điểm gần A nhất. Biết $MN = 22,25$ cm; $NP = 8,75$ cm. Độ dài đoạn QA gần nhất với giá trị nào sau đây?

A. 1,2 cm. B. 4,2 cm. C. 2,1 cm. D. 3,1 cm.



Lời giải

Theo bài ra, M là điểm xa A nhất nên M thuộc cực đại bậc 1, N thuộc cực đại bậc 2, P thuộc cực đại bậc 3. Vì hai nguồn cùng pha, nên ta có

$$\left\{\begin{array}{l} MB-MA=\lambda \\ NB-NA=2\lambda \\ PB-PA=3\lambda \end{array}\right. \Leftrightarrow \left\{\begin{array}{l} \sqrt{a^2+\left(m+22,25+8,75\right)^2}-\left(m+22,25+8,75\right)=\lambda \\ \sqrt{a^2+\left(m+8,75\right)^2}-\left(m+8,75\right)=2\lambda \\ \sqrt{a^2+m^2}-m=3\lambda \end{array}\right. \quad (I)$$

Trong đó $a = AB$, $PA = m$. Ta có

$$\sqrt{a^2+m^2}-m=3\lambda \Rightarrow \frac{\left(\sqrt{a^2+m^2}-m\right)\left(\sqrt{a^2+m^2}+m\right)}{\sqrt{a^2+m^2}+m}=3\lambda \Leftrightarrow \frac{a^2}{\sqrt{a^2+m^2}+m}=3\lambda$$

$$\Rightarrow \left\{\begin{array}{l} \sqrt{a^2+m^2}-m \\ \sqrt{a^2+m^2}+m=\dfrac{a^2}{3\lambda} \end{array}\right. \Rightarrow 2m=\frac{a^2}{3\lambda}-3\lambda$$

Tương tự, hệ (I) của ta sẽ trở thành

$$\left\{\begin{array}{l} 2\left(m+31\right)=\dfrac{a^2}{\lambda}-\lambda \\ 2\left(m+8,75\right)=\dfrac{a^2}{2\lambda}-2\lambda \\ 2m=\dfrac{a^2}{3\lambda}-3\lambda \end{array}\right. \Leftrightarrow \left\{\begin{array}{l} m=7,5 \\ a=18 \\ \lambda=4 \end{array}\right.$$

Xét trên đoạn OA (O là trung điểm AB), ta có $\dfrac{OA}{\frac{\lambda}{2}}=\dfrac{2OA}{\lambda}=\dfrac{AB}{\lambda}=\dfrac{AB}{\lambda}=\dfrac{18}{4}=4,5$

nên suy ra cực đại bậc lớn nhất trong đoạn OA là cực đại bậc 4. Vì Q thuộc Ax và gần A nhất nên Q phải thuộc cực đại bậc 4.

Vậy $QB-QA=4\lambda \Leftrightarrow \sqrt{a^2-QA^2}-QA=4\lambda$

$$\Leftrightarrow 2QA=\frac{a^2}{4\lambda}-4\lambda \Leftrightarrow QA=\frac{a^2}{8\lambda}-2\lambda=\frac{18^2}{8.4}-2.4=2,125.$$

Đáp án C.

6. Bài tập tự luyện

Câu 1: Dao động tại hai điểm S_1, S_2 cách nhau 10,4 cm trên mặt chất lỏng có biểu thức: $s = a\cos 80\pi t$, vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là 0,64 m/s. Số hypebol mà tại đó chất lỏng dao động mạnh nhất giữa hai điểm S_1 và S_2 là:

A. $n = 9$. B. $n = 13$. C. $n = 15$. D. $n = 26$.

Câu 2: Trên mặt một chất lỏng có hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 dao động với tần số f = 25 Hz. Giữa S_1, S_2 có 10 hypebol là quỹ tích của các điểm đứng yên. Khoảng cách giữa đỉnh của hai hypebol ngoài cùng là 18 cm. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là:

A. $v = 0{,}25$ m/s. B. $v = 0{,}8$ m/s.

C. $v = 0{,}75$ m/s. D. $v = 1$ m/s.

Câu 3: Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A và B dao động với tần số 15Hz và cùng pha. Tại một điểm M cách nguồn A và B những khoảng $d_1 = 16$ cm và $d_2 = 20$ cm, sóng có biên độ cực tiểu. Giữa M và đường trung trực của AB có hai dãy cực đại. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là

A. 24 cm/s. B. 48 cm/s.

C. 40 cm/s. D. 20 cm/s.

Câu 4: Hai nguồn sóng kết hợp cùng pha A và B trên mặt nước có tần số 15 Hz. Tại điểm M trên mặt nước cách các nguồn đoạn 14,5 cm và 17,5 cm sóng có biên độ cực đại. Giữa M và trung trực của AB có hai dãy cực đại khác. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là

A. 15 cm/s. B. 22,5 cm/s.

C. 5 cm/s. D. 20 m/s.

Câu 5: Trên mặt nước nằm ngang, tại hai điểm S_1, S_2 cách nhau 8,2 cm, người ta đặt hai nguồn sóng cơ kết hợp, dao động điều hòa theo phương thẳng đứng có tần số 15 Hz và luôn dao động cùng pha. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 30 cm/s và coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn S_1S_2 là:

A. 11. B. 8. C. 5. D. 9.

Câu 6: Hai nguồn S_1 và S_2 trên mặt nước cách nhau 13cm cùng dao động theo phương trình $u = 2\cos 40\pi t$ (cm). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 0,8 m/s. Biên độ sóng không đổi. Số điểm cực đại trên đoạn S_1S_2 là:

A. 7. B. 9. C. 11. D. 5.

Câu 7: Hai điểm S_1, S_2 trên mặt một chất lỏng, cách nhau 18 cm, dao động cùng pha với biên độ a và tần số $f = 20$ Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là $v = 1{,}2$ m/s. Nếu không tính đường trung trực của S_1S_2 thì số gợn sóng hình hypebol thu được là:

A. 2 gợn. B. 8 gợn. C. 4 gợn. D. 16 gợn.

Câu 8: Hai nguồn sóng kết hợp A và B dao động ngược pha với tần số f = 40Hz, vận tốc truyền sóng $v = 60$cm/s. Khoảng cách giữa hai nguồn sóng là 7cm. Số điểm dao động với biên độ cực đại giữa A và B là:

A. 7. B. 8. C. 10. D. 9.

Câu 9: Tại hai điểm O_1, O_2 cách nhau 48cm trên mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng dao động theo phương thẳng đứng với phương trình:

$u_1 = 5\cos(100\pi t)(\text{mm})$ và $u_2 = 5\cos(100\pi t + \pi)(\text{mm})$.

Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là 2m/s. Coi biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền sóng. Trên đoạn O_1O_2 có số cực đại giao thoa là

A. 24. B. 26. C. 25. D. 23.

Câu 10: Tại hai điểm A và B trên mặt nước có hai nguồn kết hợp cùng dao động với phương trình $u = a\cos 100\pi t$. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 40 cm/s. Xét điểm M trên mặt nước có $AM = 9$cm và $BM = 7$cm. Hai dao động tại M do hai sóng từ A và B truyền đến là hai dao động:

A. cùng pha. B. ngược pha.

C. lệch pha $\frac{\pi}{2}$. D. lệch pha $\frac{2\pi}{3}$.

Câu 11: Trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 40cm luôn dao động cùng pha, có bước sóng 6cm. Hai điểm CD nằm trên mặt nước mà $ABCD$ là một hình chữ nhật, $AD = 30$ cm. Số điểm cực đại và đứng yên trên đoạn CD lần lượt là:

A. 5 và 6. B. 7 và 6. C. 13 và 12. D. 11 và 10.

Câu 12: Tại 2 điểm A, B cách nhau 13cm trên mặt nước có 2 nguồn sóng đồng bộ, tạo ra sóng mặt nước có bước sóng là 1,2cm. M là điểm trên mặt nước cách A và B lần lượt là 12cm và 5cm. N đối xứng với M qua AB. Số hyperbol cực đại cắt đoạn MN là:

A. 0. B. 3. C. 2. D. 4.

Câu 13: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 20 (cm) dao động theo phương thẳng đứng với phương trình:

$u_A = 2\cos(40\pi t)(\text{mm})$ và $u_B = 2\cos(40\pi t + \pi)(\text{mm})$.

Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30(cm/s). Xét hình vuông $ABCD$ thuộc mặt chất lỏng. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn BD là:

A. 17. B. 18. C. 19. D. 20.

Câu 14: Trong thí nghiệm giao thoa sóng nước, hai viên bi nhỏ S_1, S_2 gắn ở cần rung cách nhau 2cm và chạm nhẹ vào mặt nước. Khi cần rung dao động theo phương thẳng đứng với tần số $f = 100$ Hz thì tạo ra sóng truyền trên mặt nước với vận tốc $v = 60$ cm/s. Một điểm M

nằm trong miền giao thoa và cách S_1, S_2 các khoảng $d_1 = 2,4\text{cm}$, $d_2 = 1,2\text{cm}$. Xác định số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn MS_1.

A. 7. B. 5. C. 6. D. 8.

Câu 15: Cho 2 nguồn sóng kết hợp đồng pha dao động với chu kỳ $T = 0,02$ trên mặt nước, khoảng cách giữa 2 nguồn $S_1S_2 = 20$ m. Vận tốc truyền sóng trong môi trường là 40m/s. Hai điểm M, N tạo với S_1 và S_2 thành hình chữ nhật S_1MNS_2 có $MS_1 = 10$ m. Trên MS_1 có số điểm cực đại giao thoa là

A. 10 điểm. B. 12 điểm. C. 9 điểm. D. 11 điểm.

Câu 16: Trên mặt nước nằm ngang có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha A và B cách nhau 6,5 cm, bước sóng $\lambda = 1$ cm. Xét điểm M có $MA = 7,5$ cm, $MB = 10$ cm. Số điểm dao động với biên độ cực tiểu trên đoạn MB là:

A. 6. B. 9. C. 7. D. 8.

Câu 17: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt chất lỏng, hai nguồn AB dao động ngược pha nhau với tần số $f = 20$ Hz, vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng $v = 40$ cm/s. Hai điểm M, N trên mặt chất lỏng có $MA = 18$ cm, $MB = 14$ cm, $NA = 15$ cm, $NB = 31$ cm. Số đường dao động có biên độ cực đại giữa hai điểm M, N là

A. 9 đường. B. 10 đường.

C. 11 đường. D. 8 đường.

Câu 18: Hai nguồn kết hợp A,B cách nhau 16cm đang cùng dao động vuông góc với mặt nước theo phương trình: $x = a\cos 50\pi t(\text{cm})$. C là một điểm trên mặt nước thuộc vân giao thoa cực tiểu, giữa C và trung trực của AB có một vân giao thoa cực đại. Biết $AC = 17,2$ cm, $BC = 13,6$ cm. Số vân giao thoa cực đại đi qua cạnh AC là:

A. 16 đường. B. 6 đường.

C. 7 đường. D. 8 đường.

Câu 19: Tại hai điểm trên mặt nước, có hai nguồn phát sóng A và B có phương trình $u = a\cos(40\pi t)(\text{cm})$, vận tốc truyền sóng là 50(cm/s), A và B cách nhau 11(cm). Gọi M là điểm trên mặt nước có $MA = 10$ (cm) và $MB = 5$ (cm). Số điểm dao động cực đại trên đoạn AM là

A. 6. B. 2. C. 9. D. 7.

Câu 20: Tại hai điểm A, B trên mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng dao động điều hòa theo phương trình $u_1 = u_2 = a\cos(100\pi t)$ (mm). $AB = 13$ cm, một điểm C trên mặt chất lỏng cách điểm B một khoảng $BC = 13$ cm và hợp với AB một góc 120^0, tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 1 m/s. Trên cạnh AC có số điểm dao động với biên độ cực đại là

A. 11. B. 13. C. 9. D. 10.

Câu 21: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 20(cm) dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 2cos(40\pi t)$ (mm) và $u_B = 2\cos(40\pi t + \pi)$ (mm). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30 (cm/s). Xét hình vuông $ABCD$ thuộc mặt chất lỏng. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn AM là:

A. 9. B. 8. C. 7. D. 6.

Câu 22: Tại hai điểm S_1 và S_2 trên mặt nước cách nhau 20(cm) có hai nguồn phát sóng dao động theo phương thẳng đứng với các phương trình lần lượt là $u_1 = 2\cos(50\pi t)$ (cm) và $u_2 = 3cos(50\pi t - \pi)$ (cm), tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1 (m/s). Điểm M trên mặt nước cách hai nguồn sóng S_1, S_2 lần lượt 12 (cm) và 16 (cm). Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn S_2M là

A. 4. B. 5. C. 6. D. 7.

Câu 23: Trên mặt nước có hai nguồn sóng nước A, B giống hệt nhau cách nhau một khoảng $AB = 4,8\lambda$. Trên đường tròn nằm trên mặt nước có tâm là trung điểm O của đoạn AB có bán kính $R = 5\lambda$ sẽ có số điểm dao động với biên độ cực đại là

A. 9. B. 16. C. 18. D. 14.

Câu 24: Hai nguồn sóng kết hợp giống hệt nhau được đặt cách nhau một khoảng cách x trên đường kính của một vòng tròn bán kính R ($x < R$) và đối xứng qua tâm của vòng tròn. Biết rằng mỗi nguồn đều phát sóng có bước sóng λ và $x = 6\lambda$. Số điểm dao động cực đại trên vòng tròn là

A. 26. B. 24. C. 22. D. 20.

Câu 25: Trên bề mặt chất lỏng cho 2 nguồn dao động vuông góc với bề mặt chất lỏng có phương trình dao động $u_A = 3\cos 10\pi t$ (cm) và $u_B = 5\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Tốc độ truyền sóng trên dây là $v = 50$ cm/s. $AB = 30$ cm. Cho điểm C trên đoạn AB, cách A khoảng 18 cm và cách B 12 cm. Vẽ vòng tròn đường kính 10 cm, tâm tại C. Số điểm dao động cực đại trên đường tròn là

A. 7. B. 6. C. 8. D. 4.

Câu 26: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn kết hợp AB cách nhau 40cm dao động cùng pha. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số $f = 10$ (Hz), vận tốc truyền sóng 2(m/s). Gọi M là một điểm nằm trên đường vuông góc với AB tại đó A dao động với biên độ cực đại. Đoạn AM có giá trị lớn nhất là:

A. 20. B. 30. C. 40. D. 50.

Câu 27: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn kết hợp AB cách nhau 100cm dao động cùng pha. Biết sóng do mỗi

nguồn phát ra có tần số $f = 10$ (Hz), vận tốc truyền sóng 3 (m/s). Gọi M là một điểm nằm trên đường vuông góc với AB tại đó A dao động với biên độ cực đại. Đoạn AM có giá trị nhỏ nhất là:

A.5,28 cm. B.10,56 cm. C.12 cm. D.30 cm.

Câu 28: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1, S_2 dao động cùng pha, cách nhau một khoảng $S_1S_2 = 40$ cm. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số $f = 10$ Hz, vận tốc truyền sóng $v = 2$ m/s. Xét điểm M nằm trên đường thẳng vuông góc với S_1S_2 tại S_1. Đoạn S_1M có giá trị lớn nhất bằng bao nhiêu để tại M có dao động với biên độ cực đại?

A.50 cm. B.40 cm. C.30 cm. D.20 cm.

Câu 29: Trên bề mặt chất lỏng có 2 nguồn kết hợp S_1,S_2 dao động cùng pha, cách nhau 1 khoảng 1 m. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số $f = 10$ Hz, vận tốc truyền sóng $v = 3$ m/s. Xét điểm M nằm trên đường vuông góc với S_1S_2 tại S_1. Để tại M có dao động với biên độ cực đại thì đoạn S_1M có giá trị nhỏ nhất bằng

A.6,55 cm. B.15 cm. C.10,56 cm. D.12 cm.

Câu 30: Trên mặt thoáng chất lỏng, tại A và B cách nhau 20 cm, người ta bố trí hai nguồn đồng bộ có tần số 20 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt thoáng chất lỏng v = 50 cm/s. Hình vuông $ABCD$ nằm trên mặt thoáng chất lỏng, I là trung điểm của CD. Gọi điểm M nằm trên CD là điểm gần I nhất dao động với biên độ cực đại. Tính khoảng cách từ M đến I.

A.1,25 cm. B.2,8 cm. C.2,5 cm. D.3,7 cm.

Câu 31: Trong một thí nghiệm giao thoa với hai nguồn phát sóng giống nhau tại A và B trên mặt nước. Khoảng cách AB = 16 cm. Hai sóng truyền đi có bước sóng λ = 4 cm. Trên đường thẳng xx' song song với AB, cách AB một khoảng 8 cm, gọi C là giao điểm của xx' với đường trung trực của AB. Khoảng cách ngắn nhất từ C đến điểm dao động với biên độ cực tiểu nằm trên xx' là

A.2,25 cm. B.1,42 cm. C.1,5 cm. D.2,15 cm.

Câu 32: Hai điểm A và B trên mặt nước cách nhau 12 cm phát ra hai sóng kết hợp có phương trình: $u_1 = u_2 = a\cos 40\pi t\,(\text{cm})$, tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 30 cm/s. Xét đoạn thẳng CD = 6 cm trên mặt nước có chung đường trung trực với AB. Khoảng cách lớn nhất từ CD đến AB sao cho trên đoạn CD chỉ có 5 điểm dao động với biên độ cực đại là:

A.10,06 cm. B.4,5 cm.

C.9,25 cm. D.6,8 cm.

Câu 33: Giao thoa sóng nước với hai nguồn giống hệt nhau A, B cách nhau 20cm có tần số 50 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1,5 m/s. Trên mặt nước xét đường tròn tâm A, bán kính AB. Điểm trên đường tròn dao động với biên độ cực đại cách đường thẳng qua A, B một đoạn gần nhất là

A.18,67 mm. B.17,96 mm.

C.19,77 mm. D.15,34 mm.

Câu 34: Hai nguồn sóng AB cách nhau 1m dao động cùng pha với bước sóng 0,5 m. I là trung điểm AB. H là điểm nằm trên đường trung trực của AB cách I một đoạn 100 m. Gọi d là đường thẳng qua H và song song với AB. Tìm điểm M thuộc d và gần H nhất, dao động với biên độ cực đại. Tìm khoảng cách MH

A.22,67 m. B.30,45 m. C.42,7 m. D.55,73 m.

Câu 35: Trong thí nghiệm giao thoa trên mặt nước, hai nguồn sóng kết hợp A và B dao động cùng pha, cùng tần số, cách nhau AB = 8 cm tạo ra hai sóng kết hợp có bước sóng λ = 2 cm. Trên đường thẳng (Δ) song song với AB và cách AB một khoảng là 2cm, khoảng cách ngắn nhất từ giao điểm C của (Δ) với đường trung trực của AB đến điểm M trên đường thẳng (Δ) dao động với biên độ cực tiểu là

A.0,43 cm. B.0,50 cm. C.0,56 cm. D.0,64 cm.

Câu 36: Tại hai điểm A và B trên mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng cùng pha cách nhau AB = 8 cm, dao động với tần số $f = 20$ Hz và pha ban đầu bằng 0. Một điểm M trên mặt nước, cách A một khoảng 25 cm và cách B một khoảng 20,5 cm, dao động với biên độ cực đại. Giữa M và đường trung trực của AB có hai vân giao thoa cực đại. Coi biên độ sóng truyền đi không giảm. Điểm Q cách A khoảng L thỏa mãn $AQ \perp AB$. Tính giá trị cực đại của L để điểm Q dao động với biên độ cực đại.

A.20,6 cm. B.20,1 cm. C.10,6 cm. D.16 cm.

Câu 37: Tại hai điểm A và B trên mặt nước cách nhau 8 cm có hai nguồn kết hợp dao động với phương trình: $u_1 = u_2 = a\cos 40\pi t\,(\text{cm})$, tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 30 cm/s. Xét đoạn thẳng CD = 4 cm trên mặt nước có chung đường trung trực với AB. Khoảng cách lớn nhất từ CD đến AB sao cho trên đoạn CD chỉ có 3 điểm dao động với biên độ cực đại là:

A.3,3 cm. B.6 cm. C.8,9 cm. D.9,7 cm.

Câu 38: Có hai nguồn dao động kết hợp S_1 và S_2 trên mặt nước cách nhau 8 cm có phương trình dao động lần lượt là: $u_{S_1} = 2\cos\left(10\pi t - \dfrac{\pi}{4}\right)$mm

và $u_{S_2} = 2\cos\left(10\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$mm.

Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 10 cm/s. Xem biên độ của sóng không đổi trong quá trình truyền đi. Điểm M trên mặt nước cách S_1 khoảng $S_1M = 10$ cm và S_2

khoảng $S_2M = 6$ cm. Điểm dao động cực đại trên S_2M xa S_2 nhất là

A. 3,07 cm. B. 2,33 cm. C. 3,57 cm. D. 6,00 cm.

Câu 39: Tại hai điểm A và B trên mặt nước cách nhau 8 cm có hai nguồn kết hợp dao động với phương trình: $u_1 = u_2 = a\cos 40\pi t$ (cm), tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 30 cm/s. Xét đoạn thẳng CD = 4 cm trên mặt nước có chung đường trung trực với AB. Khoảng cách lớn nhất từ CD đến AB sao cho trên đoạn CD chỉ có 3 điểm dao động với biên độ cực đại là:

A. 3,3 cm. B. 6 cm. C. 8,9 cm. D. 9,7 cm.

Câu 40: Trên mặt nước tại hai điểm S_1 và S_2 người ta đặt hai nguồn sóng kết hợp, dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 6\cos 40\pi t$ và $u_B = 8\cos 40\pi t$ trong đó u_A và u_B tính bằng mm, t tính bằng giây. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 40cm/s, coi biên độ sóng không đổi theo thời gian. Trên đoạn thẳng S_1S_2, điểm dao động với biên độ 1cm và cách trung điểm đoạn S_1S_2 một đoạn gần nhất là:

A. 0,25 cm. B. 0,5 cm. C. 0,75 cm. D. 1 cm.

Câu 41: Người ta tạo ra giao thoa sóng trên mặt nước hai nguồn A, B dao động với phương trình $u_A = u_B = 5\cos(10\pi t)$ cm. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 20 cm/s. Một điểm N trên mặt nước với AN-BN = −10 cm nằm trên đường cực đại hay cực tiểu thứ mấy, kể từ đường trung trực của AB?

A. Cực tiểu thứ 3 về phía A.

B. Cực tiểu thứ 4 về phía A.

C. Cực tiểu thứ 4 về phía B.

D. Cực đại thứ 4 về phía A.

Câu 42: Cho hai nguồn sóng S_1 và S_2 cách nhau 8 cm. Về một phía của S_1S_2 lấy thêm hai điểm S_3 và S_4 sao cho $S_1S_2 = 4$ và hợp thành hình thang cân $S_1S_2S_3S_4$. Biết bước sóng là 1 cm. Hỏi đường cao hình thang lớn nhất là bao nhiêu để trên S_3S_4 có 5 điểm cực đại:

A. 2 2 cm. B. 3 5 cm. C. 4 cm. D. 6 2 cm.

Câu 43: Biết A và B là 2 nguồn sóng nước giống nhau cách nhau 4cm. C là một điểm trên mặt nước, sao cho $AC \perp AB$. Giá trị lớn nhất của đoạn AC để C nằm trên đường cực đại giao thoa là 4,2 cm. Bước sóng có giá trị bằng bao nhiêu?

A. 2,4 cm. B. 3,2 cm. C. 1,6 cm. D. 0,8 cm.

Câu 44: Hai nguồn phát sóng kết hợp S_1, S_2 trên mặt nước cách nhau 30 cm phát ra hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số f = 50 Hz và pha ban đầu bằng không. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng v = 6 m/s. Những điểm nằm trên đường trung trực của đoạn S_1S_2 mà sóng tổng hợp tại đó luôn dao động ngược pha với sóng tổng hợp tại O (O là trung điểm của S_1S_2) cách O một khoảng nhỏ nhất là:

A. $5\sqrt{6}$ cm. B. $6\sqrt{6}$ m.

C. $4\sqrt{6}$ cm. D. $2\sqrt{6}$ cm.

Câu 45: Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cách nhau một khoảng là 50 mm đều dao động theo phương trình $u = a\cos(200\pi t)$ mm trên mặt nước. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước v = 0,8 m/s và biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Điểm gần nhất dao động cùng pha với nguồn trên đường trung trực của S_1S_2 cách nguồn S_1 là

A. 32 mm. B. 28 mm. C. 24 mm. D. 12 mm

ĐÁP ÁN

1.B	2.D	3.A	4.A	5.D	6.A	7.C	8.C	9.A	10.B
11.B	12.C	13.C	14.C	15.C	16.B	17.A	18.D	19.D	20.A
21.C	22.C	23.C	24.C	25.D	26.B	27.B	28.C	29.C	30.B
31.B	32.A	33.C	34.D	35.C	36.A	37.D	38.C	39.D	40.A
41.A	42.B	43.C	44.B	45.A					

III. BÀI TẬP SÓNG DỪNG

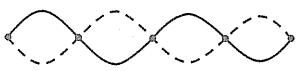
Để làm tốt những bài tập về sóng dừng, bạn đọc hãy đọc kĩ phần lí thuyết đã được tác giả hệ thống và lưu ý lại toàn bộ kiến thức. Tác giả sẽ không nhắc lại kiến thức ở đây nữa mà đi vào bài tập cụ thể để minh họa.

1. Bài tập đại cương về sóng dừng

Ví dụ 1: Trên một sợi dây đàn hồi dài 1m, hai đầu cố định, đang có sóng dừng với 5 nút sóng (kể cả hai đầu dây). Bước sóng của sóng truyền trên dây là:

A. 0,5 m. B. 2 m. C. 1 m. D. 1,5 m.

Lời giải



Sóng dừng trên sợi dây hai đầu cố định nên chiều dài dây thỏa mãn $l = k\frac{\lambda}{2}$

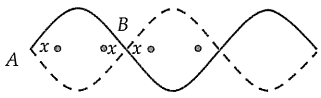
Vì trên dây có 5 nút sóng kể cả 2 đầu nên $k = 4$ do đó $l = 4\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 0,5\,\text{m}$.

Đáp án A.

Ví dụ 2: Một sợi dây đàn hồi đang có sóng dừng. Trên dây, những điểm dao động với cùng biên độ A_1 có vị trí cân bằng liên tiếp cách đều nhau một đoạn d_1 và những điểm dao động với cùng biên độ A_2 có vị trí cân bằng liên tiếp cách đều nhau một đoạn d_2. Biết $A_1 > A_2 > 0$. Biểu thức nào sau đây đúng?

A. $d_1 = 0,5d_2$. B. $d_1 = 4d_2$. C. $d_1 = 0,25d_2$. D. $d_1 = 2d_2$.

Lời giải



- Các điểm dao động cùng biên độ khi các điểm đó cách nút một khoảng như nhau.
- Giả sử những điểm dao động cùng biên độ cách nút một khoảng x, $x \le \frac{\lambda}{4}$.
- Vì các điểm này có vị trí cân bằng liên tiếp và cách đều nhau, nên từ hình vẽ, ta có: $\begin{cases} x + d + x = \frac{\lambda}{2} \\ x + x = d \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} d = \frac{\lambda}{4} \\ x = \frac{\lambda}{8} \end{cases}$
- Vì $A_1 > A_2 > 0$ nên ta có

+ Khi $x = \frac{\lambda}{8}$ thì ta có những điểm có cùng biên độ A_2 và có vị trí cân bằng cách đều nhau một khoảng $d_2 = \frac{\lambda}{4}$.

+ Khi $x = \frac{\lambda}{4}$ thì ta có những điểm cùng biên độ A_1 (điểm bụng) và có vị trí cân bằng cách đều nhau một khoảng $d_1 = 2x = \frac{\lambda}{2}$.

$$\begin{cases} d_1 = \frac{\lambda}{2} \\ d_2 = \frac{\lambda}{4} \end{cases} \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{\frac{\lambda}{2}}{\frac{\lambda}{4}} = 2 \Rightarrow d_1 = 2d_2$$

Đáp án D.

Ví dụ 3: *M, N, P* là 3 điểm liên tiếp nhau trên một sợi dây mang sóng dừng có cùng biên độ 4 mm, dao động tại *N* ngược pha với dao động tại *M* $MN = \frac{NP}{2} = 1$ cm. Cứ sau khoảng thời gian ngắn nhất là 0,04 s sợi dây có dạng một đoạn thẳng.

Tốc độ dao động của phần tử vật chất tại điểm bụng khi qua vị trí cân bằng (lấy $\pi = 3,14$).

A. 375 mm/s. B. 363 mm/s. C. 314 mm/s. D. 628 mm/s

Lời giải

Vì M và N dao động ngược pha nên M và N đối xứng với nhau qua nút Q nào đó, còn N và P đối xứng nhau qua bụng. Gọi nút gần P nhất là R.

Do 3 điểm này cùng biên độ nên từ công thức biên độ $A = 2a\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right|$ (d là khoảng cách từ điểm xét tới nút) ta suy ra $QM = QN = PR = \frac{MN}{2} = 0,5\,\text{cm}$.

Mặt khác ta có khoảng cách giữa hai nút QR là

$$QR = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow QN + NP + PR = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \frac{\lambda}{2} \Rightarrow 0,5 + 2 + 0,5 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 6.$$

Khoảng thời gian giữa hai lần sợi dây duỗi thẳng là $\frac{T}{2} = 0,04 \Rightarrow T = 0,08$

$$\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,08} \Rightarrow v_{max} = A\omega = 8.10^{-3}.\frac{2\pi}{0,08} = 0,628\,\text{m/s} = 628\,\text{mm/s}.$$

Đáp án D.

Ví dụ 4: Cho sợi dây có chiều dài l, hai đầu dây cố định, vận tốc truyền sóng trên sợi dây không đổi. Khi tần số sóng là $f_1 = 50$Hz trên sợi dây xuất hiện $n_1 = 16$ nút sóng. Khi tần số sóng là f_2, trên sợi dây xuất hiện $n_2 = 10$ nút sóng. Tính tần số f_2.

A. $f_2 = 30$Hz. B. $f_2 = 20$Hz. C. $f_2 = 10$Hz. D. $f_2 = 15$Hz.

Lời giải

Khi tần số là f_1 thì: $l = (n_1 - 1)\frac{\lambda_1}{2} = (n_1 - 1)\frac{v}{2f_1}(1)$

Khi tần số là f_2 thì: $l = (n_2 - 1)\frac{\lambda_2}{2} = (n_2 - 1)\frac{v}{2f_2}(2)$

Từ (1) và (2) ta có: $l = (n_1 - 1)\frac{v}{2f_1} = (n_2 - 1)\frac{v}{2f_2} \Leftrightarrow \frac{(n_1 - 1)}{f_1} = \frac{(n_2 - 1)}{f_2}$

Thay số ta được $\frac{16 - 1}{50} = \frac{10 - 1}{f_2} \Rightarrow f_2 = 30\,\text{Hz}.$

Đáp án A.

Ví dụ 5: Quan sát hiện tượng sóng dừng trên một sợi dây có chiều dài 36 cm, người ta thấy trên sợi dây hình thành ra 5 nút sóng, trong đó có 2 nút nằm tại hai đầu sợi dây. Khoảng thời gian giữa hai lần gần nhất mà sợi dây duỗi thẳng là 0,6 s. Vận tốc truyền sóng trên sợi dây là:

A. $v = 5$cm/s. B. $v = 10$cm/s. C. $v = 15$cm/s. D. $v = 20$cm/s.

Lời giải

Trong phần lí thuyết ta đã chứng minh khoảng thời gian giữa hai lần sợi dây duỗi thẳng là $\frac{T}{2} = 0,6 \Rightarrow T = 1,2\,\text{s}.$

Trên sợi dây hình thành ra 5 nút sóng, trong đó có 2 nút nằm tại hai đầu sợi dây, vì vậy có 4 bụng sóng trên sợi dây và chiều dài sợi dây là:

$$l = 4\frac{\lambda}{2} = 36\,\text{cm} \Rightarrow \lambda = 18\,\text{cm}.$$

Vận tốc truyền sóng trên sợi dây là: $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{18}{1,2}=15\text{cm/s}$.

Đáp án C.

Ví dụ 6: Làm thí nghiệm giao thoa về sóng dừng trên sợi dây có chiều dài l, hai đầu cố định, tần số thay đổi được. Khi tần số là $f_1=45\text{Hz}$ thì trên dây có hiện tượng sóng dừng. Khi tăng tần số của nguồn sóng, tới khi tần số là $f_2=54\text{Hz}$ thì trên sợi dây mới lại xuất hiện sóng dừng. Hỏi tần số của nguồn nhỏ nhất bằng bao nhiêu thì trên sợi dây bắt đầu có sóng dừng? Cho biết vận tốc truyền sóng trên sợi dây không đổi.

A. $f=9\text{Hz}$. B. $f=18\text{Hz}$. C. $f=36\text{Hz}$. D. $f=27\text{Hz}$.

Lời giải

Gọi vận tốc truyền sóng trên sợi dây là v, do hai đầu dây cố định nên ta có:

- Khi tần số là f_1, trên dây xuất hiện n_1 bó sóng nên $l=n_1\frac{\lambda_1}{2}=n_1\frac{v}{2f_1}(1)$

- Khi tần số là f_2, trên dây xuất hiện n_2 bó sóng nên $l=n_2\frac{\lambda_2}{2}=n_1\frac{v}{2f_2}(2)$

Từ (1) và (2) ta có: $l=n_1\frac{\lambda_1}{2}=n_2\frac{\lambda_2}{2}\Leftrightarrow\frac{f_1}{f_2}=\frac{n_1}{n_2}\Leftrightarrow\frac{45}{54}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{5}{6}(3)$

Do f_1 và f_2 là hai tần số liên tiếp xảy ra sóng dừng trên sợi dây, nên số bó sóng trong hai trường hợp chỉ hơn kém nhau 1 đơn vị (tức n_1, n_2 là hai số nguyên liên tiếp). Từ (3) suy ra $n_1=5$ bó sóng; $n_2=6$ bó sóng.

Giả sử với tần số f thì lúc đó sợi dây xuất hiện n bó sóng, khi đó: $l=n\frac{\lambda}{2}=n\frac{v}{2f}(4)$

Từ (1) và (4), ta có: $l=n\frac{v}{2f_1}=n\frac{v}{2f}\Leftrightarrow\frac{n_1}{f_1}=\frac{n}{f}\Rightarrow f=\frac{nf_1}{n_1}=\frac{n.45}{5}=9n$

Để tần số f nhỏ nhất thì n nguyên nhỏ nhất, suy ra $n=1$, ta có: $f_{\min}=9.1=9\text{Hz}$.

Đáp án A.

Ví dụ 7: Làm thí nghiệm giao thoa về sóng dừng trên sợi dây có chiều dài l với một đầu cố định, một đầu là bụng sóng, tần số thay đổi được. Khi tần số là $f_1=40\text{Hz}$ thì trên dây có hiện tượng sóng dừng. Khi tăng tần số của nguồn sóng thì khi tần số là $f_2=56\text{Hz}$ thì trên sợi dây mới lại xuất hiện sóng dừng. Hỏi tần số của nguồn nhỏ nhất bằng bao nhiêu thì trên dây bắt đầu có sóng dừng? Cho biết vận tốc truyền sóng trên sợi dây không đổi.

A. $f=8\text{Hz}$. B. $f=16\text{Hz}$. C. $f=24\text{Hz}$. D. $f=12\text{Hz}$.

Lời giải

Gọi vận tốc truyền sóng trên sợi dây là v, do một đầu dây cố định, một đầu bụng nên ta có:

Khi tần số là f_1, trên dây xuất hiện n_1 bụng sóng thì:

$$l=(2n_1-1)\frac{1}{4}=l=(2n_1-1)\frac{v}{2f_1}(1)$$

Khi tần số là f_2, trên dây xuất hiện n_2 bụng sóng thì:

$$l=(2n_2-1)\frac{1}{4}=l=(2n_2-1)\frac{v}{2f_2}(2)$$

Từ (1) và (2), ta có:

$$l=(2n_1-1)\frac{v}{2f_1}=(2n_2-1)\frac{v}{2f_2}\Leftrightarrow\frac{f_1}{f_2}=\frac{n_1}{n_2}\Leftrightarrow\frac{40}{56}=\frac{(2n_1-1)}{(2n_2-1)}=\frac{5}{7}(3)$$

Do f_1 và f_2 là hai tần số liên tiếp xảy ra sóng dừng trên sợi dây, nên $(2n_1-1)$ và $(2n_2-1)$ là hai số nguyên lẻ liên tiếp.

Từ (3) suy ra $2n_1-1=5$ và $2n_2-1=7$.

Giả sử với tần số f thì lúc đó sợi dây xuất hiện n bó sóng, khi đó:

$$l=(2n-1)\frac{\lambda}{2}=(2n-1)\frac{v}{2f}(4)$$

Từ (1) và (4), ta có: $l=(2n_1-1)\frac{v}{2f_1}=(2n+1)\frac{v}{2f}\Leftrightarrow\frac{2n_1-1}{f_1}=\frac{2n-1}{f}$

$$\Rightarrow f=\frac{(2n-1)f_1}{2n_1-1}=\frac{(2n-1)40}{5}=8(2n-1)$$

Để tần số f nhỏ nhất thì n bé nhất và $n=1$, ta có: $f_{\min}=8(2.1-1)=8$ Hz.

Đáp án A.

STUDY TIP

Từ hai ví dụ 6 và 7 ta suy ra cách làm nhanh.

+ Nếu sóng dừng trên sợi dây với hai đầu cố định:

Kiểm tra tỉ số nếu thấy $\frac{f_1}{f_2}$ bằng thương của hai số nguyên liên tiếp thì tần số nhỏ nhất để có sóng dừng trên sợi dây $f_{\min}=|f_1-f_2|$.

+ Nếu sóng dừng trên sợi dây với một đầu nút, một đầu bụng:

Kiểm tra tỉ số nếu thấy $\frac{f_1}{f_2}$ bằng thương của hai số nguyên lẻ liên tiếp thì tần số nhỏ nhất để có sóng dừng trên sợi dây $f_{\min}=\frac{|f_1-f_2|}{2}$.

Ví dụ 8: Một sợi dây AB có chiều dài l, đầu A cố định, đầu B gắn với cần rung với tần số thay đổi được, điểm B được coi là nút sóng. Ban đầu trên dây có sóng dừng, khi tần số tăng thêm 40 Hz thì số nút trên dây tăng thêm 8 nút. Tính thời gian để sóng truyền đi giữa hai đầu dây?

A. 0,1 s. B. 0,05s. C. 0,2s. D. 0,25s.

Lời giải

Giả sử khi tần số dao động là f_1 thì số nút trên dây là n_1, khi đó:

$$l=(n_1-1)\frac{1}{2}=(n_1-1)\frac{v}{2f_1}(1)$$

Tốc độ truyền sóng trên dây: $v=2l\frac{f_1}{(n_1-1)}(2)$

Giả sử khi tần số dao động là f_2 thì số nút trên dây là $n_2=n_1-8$, khi đó:

$$l=(n_2-1)\frac{2}{2}=(n_2-1)\frac{v}{2f_2}(3)$$

Từ (1) và (3), ta có:

$$l=(n_1-1)\frac{v}{2f_1}=(n_2-1)\frac{v}{2f_2}\Leftrightarrow\frac{n_1-1}{f_1}=\frac{n_2-1}{f_2}=\frac{(n_2-1)(n_1-1)}{f_2-f_1}=\frac{n_2-n_1}{f_2-f_1}=\frac{8}{40}=\frac{1}{5}.$$

Thay vào (2) ta được: $v=2l\frac{f_1}{(n_1-1)}=2l.5=10l.$

Thời gian sóng truyền đi giữa hai đầu dây: $t=\frac{l}{v}=\frac{l}{10l}=0,1s.$

Đáp án A.

Ví dụ 9: Xét sóng dừng trên một sợi dây với một đầu dây buộc vào điểm cố định, đầu còn lại gắn với cần rung có tần số $f=20$Hz. Tốc độ truyền sóng trên dây là $v=120$cm/s. Tìm số nút và bụng sóng trên một đoạn dây nằm sát đầu cố định và có chiều dài $l=22,1$cm.

A. Có 6 bụng sóng và 7 nút sóng. B. Có 6 bụng sóng và 6 nút sóng.

C. Có 7 bụng sóng và 8 nút sóng. D. Có 7 bụng sóng và 7 nút sóng.

Lời giải

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{120}{20}$ cm.

Xét một điểm M trên sợi dây, cách đầu dây một đoạn x, tại M có bụng sóng khi:

$$0 \le x = (2k+1)\frac{\lambda}{4} \le l \Leftrightarrow 0 \le 2k+1 \le \frac{4l}{\lambda} = \frac{4.22,1}{6} = 14,73 \Leftrightarrow -\frac{1}{2} \le k \le 687$$

$\Rightarrow k = 0;1;2;3;4;5;6.$

Có 7 giá trị của k nên có 7 điểm bụng trên sợi dây.

Xét một điểm M trên sợi dây, cách đầu dây một đoạn x, tại M có nút sóng khi:

$$0 \le x = k\frac{\lambda}{2} \le l \Leftrightarrow 0 \le k \le \frac{2l}{\lambda} = \frac{2.22,1}{6} = 7,37 \Rightarrow k = 0;1;2;3;4;5;6;7.$$

Có 8 giá trị của k nên có 8 điểm nút trên sợi dây.

Đáp án C.

Ví dụ 10: Sóng dừng trên sợi dây có chiều dài l, bước sóng $\lambda = 16$cm. Xét điểm O trùng với một nút sóng, các điểm M, N, P, Q nằm về một phía của điểm O cách O những đoạn tương ứng là: 59 cm; 87 cm; 106 cm; 143 cm. Pha dao động của các điểm trên có tính chất gì?

A. M và N đồng pha với nhau và ngược pha với các điểm P và Q.

B. M và P đồng pha với nhau và ngược pha với các điểm N và Q.

C. M, N, P và Q đều đồng pha với nhau.

D. M, N và P đồng pha với nhau và ngược pha với Q.

Lời giải

Đối với sóng dừng, trừ những điểm nút đứng yên không dao động, những điểm dao động còn lại sẽ hoặc đồng pha với nhau và ngược pha với những điểm còn lại. Cụ thể những điểm nằm bên trên vị trí cân bằng thì luôn đồng pha với nhau và ngược pha với những điểm nằm bên dưới vị trí cân bằng. Chọn trục tọa trùng với sợi dây, gốc tọa độ trùng vào điểm O, chiều dương hướng sang phải.

Xét những điểm nằm về một phía của điểm O, những điểm có tọa độ $2k\frac{\lambda}{2} \le x \le (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ thì luôn dao động đồng pha với nhau và ngược pha với những điểm có tọa độ $(2k+1)\frac{\lambda}{2} \le x \le 2k\frac{\lambda}{2}$.

STUDY TIP

Có thể giải nhanh bài toán như sau:

Lập tỉ số tọa độ của mỗi điểm cho $\frac{\lambda}{2}$, so sánh phần nguyên của các tỉ số đó, các điểm mà tỉ số trên có phần nguyên là số chẵn thì luôn đồng pha với nhau và ngược pha với những điểm mà tỉ số trên có phần nguyên là số lẻ.

Kiểm tra tọa độ của các điểm, ta có:

Điểm M có: $7\frac{\lambda}{2} \le x_M = 59 = 7,375\frac{\lambda}{2} \le 8\frac{\lambda}{2}$

Điểm N có: $10\frac{\lambda}{2} \le x_N = 87 = 10,875\frac{\lambda}{2} \le 11\frac{\lambda}{2}$.

Điểm P có: $13\frac{\lambda}{2} \le x_P = 106 = 13,25\frac{\lambda}{2} \le 14\frac{\lambda}{2}$

Điểm Q có: $18\frac{\lambda}{2} \le x_Q = 147 = 18,375\frac{\lambda}{2} \le 19\frac{\lambda}{2}$.

Kết luận: Các điểm M và P đồng pha với nhau và ngược pha với các điểm N và Q.

Đáp án B.

Nhận xét: Lời giải trên chỉ áp dụng cho những điểm nằm về một phía so với điểm gốc O, còn với những điểm nằm về hai phía của gốc O thì kết quả lại khác. Ta xét ví dụ tiếp theo.

Ví dụ 11: Sóng dừng trên sợi dây có chiều dài l, bước sóng $\lambda = 16$cm. Xét điểm O trùng với một nút sóng, các điểm M, N, P, Q cách O những đoạn tương ứng là: 59 cm; 87 cm; 106 cm; 143 cm. Biết các điểm M và P nằm về bên trái điểm O, các điểm N và Q nằm về bên phải điểm O. Pha dao động của các điểm trên có tính chất gì?

A. M và N đồng pha với nhau và ngược pha với các điểm P và Q.

B. M và P đồng pha với nhau và ngược pha với các điểm N và Q.

C. M, N, P và Q đều đồng pha với nhau.

D. M, N và P đồng pha với nhau và ngược pha với Q.

Lời giải

Chọn trục tọa độ trùng với sợi dây, gốc tọa độ trùng vào điểm O, chiều dương hướng sang phải.

Xét những điểm nằm về một phía của điểm O, những điểm có tọa độ $2k\frac{\lambda}{2} \le x \le (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ thì luôn dao động đồng pha với nhau và ngược pha với những điểm có tọa độ $(2k+1)\frac{\lambda}{2} \le x \le 2k\frac{\lambda}{2}$.

+ Với hai điểm M và P nằm bên trái điểm O, ta có:

Điểm M có: $7\frac{\lambda}{2} \le x_M = 59 = 7,375\frac{\lambda}{2} \le 8\frac{\lambda}{2}$

Điểm P có: $13\frac{\lambda}{2} \le x_P = 106 = 13,25\frac{\lambda}{2} \le 14\frac{\lambda}{2}$

Như vậy điểm M đồng pha với điểm P.

+ Với hai điểm N và Q nằm bên phải điểm O, ta có:

Điểm N có: $-10\frac{\lambda}{2} \ge x_N = -87 = -10,875\frac{\lambda}{2} \ge -11\frac{\lambda}{2}$.

Điểm Q có: $-18\frac{\lambda}{2} \ge x_Q = -147 = -18,375\frac{\lambda}{2} \ge -19\frac{\lambda}{2}$.

Như vậy điểm N đồng pha với điểm Q.

Xét hai điểm dao động nằm về hai phía của điểm nút O, nếu có tọa độ cùng thỏa mãn $2k\frac{\lambda}{2} \le x \le (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ hoặc $(2k+1)\frac{\lambda}{2} \le x \le 2k\frac{\lambda}{2}$ thì luôn dao động ngược pha

Ngược lại nếu một điểm có tọa độ $2k\frac{\lambda}{2} \le x \le (2k+1)\frac{\lambda}{2}$, điểm còn lại có tọa độ $(2k+1)\frac{\lambda}{2} \le x \le 2k\frac{\lambda}{2}$ thì hai điểm này đồng pha

Như vậy có thể khẳng định M và N đồng pha, suy ra cả bốn điểm M, N, P, Q đều đồng pha

Đáp án C.

Ví dụ 12: Một sợi dây đàn hồi có sóng dừng, biên độ tại bụng sóng là A_0, vận tốc truyền sóng trên dây $v = 240$ cm/s. Điểm M trên dây có phương trình dao động $u_M = \frac{A_0}{\sqrt{2}}\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$cm thì điểm N cách M một đoạn 11 cm dao động với phương trình:

A. $u_N = \frac{A_0}{2}\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)\text{cm}; u_N = \frac{A_0}{\sqrt{2}}\cos\left(20\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)\text{cm}$

B. $u_N = \frac{A_0\sqrt{3}}{2}\cos\left(20\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)\text{cm}; u_N = \frac{A_0}{2}\cos\left(20\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)\text{cm}$

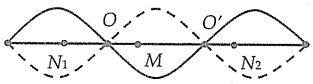
C. $u_N = \frac{A_0}{2}\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)\text{cm}; u_N = \frac{A_0\sqrt{3}}{2}\cos\left(20\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)\text{cm}$

D. $u_N = \frac{A_0}{2}\cos\left(20\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)\text{cm}; u_N = \frac{A_0}{\sqrt{2}}\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)\text{cm}$

Lời giải

Tần số dao động: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{20\pi}{2\pi} = 10\text{Hz}$.

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{240}{10} = 24\text{cm}$.



Xét bốn điểm thuộc 3 bó sóng liên tiếp theo thứ tự: Điểm N_1 thuộc bó sóng thứ nhất - nút O - điểm M gần O nhất thuộc bó sóng thứ 2 - nút O' - điểm N_2 thuộc bó sóng thứ ba (hình vẽ).

Do biên độ dao động tại M là $A_M = \frac{A_0}{\sqrt{2}}$ nên khoảng cách ngắn nhất từ M tới nút O là: $MO = \frac{\lambda}{8} = 3\text{cm}$.

Với điểm N_1 nằm bên trái điểm M, ta có: $N_1O = N_1M - MO = 11 - 3 = 8\text{cm}$.

$$A_{N_1} = \left|A_0 \sin 2\pi\frac{N_1O}{\lambda}\right| = \left|A_0 \sin 2\pi\frac{8}{24}\right| = \frac{A_0\sqrt{3}}{2}.$$

Điểm N_1 ngược pha với điểm M nên phương trình dao động của điểm N_1 là:

$$u_{N_1} = \frac{A_0\sqrt{3}}{2}\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4} - \pi\right) = \frac{A_0\sqrt{3}}{2}\cos\left(20\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)$$

Với điểm N_2 nằm bên phải điểm M, ta có: $N_2O' = N_2M - MO' = 11 - 9 = 2\text{cm}$.

$$A_{N_2} = \left|A_0 \sin 2\pi\frac{N_2O'}{\lambda}\right| = \left|A_0 \sin 2\pi\frac{2}{24}\right| = \frac{A_0}{2}.$$

Điểm N_2 đồng pha với điểm N_1 nên phương trình dao động của điểm N_2 là:

$$u_{N_1} = \frac{A_0}{2}\cos\left(20\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)$$

Đáp án B.

Ví dụ 13: Cho sợi dây một đầu cố định, một đầu còn lại gắn với cần rung phát sóng dao động với phương trình $u_0 = a\cos(\omega t + \varphi)\text{cm}$. Trên dây có sóng dừng ổn định với bước sóng λ. Hai điểm M và N trên dây cách nhau $3{,}75\lambda$ có biên độ lần lượt là $A_M = 6\text{cm}$; $A_N = 8\text{cm}$. Tìm biên độ của nguồn phát ra sóng đó?

A. $a = 10\text{cm}$. B. $a = 7{,}5\text{cm}$. C. $a = 15\text{cm}$. D. $a = 5\text{cm}$.

Lời giải

Gọi x_1, x_2 là khoảng cách từ M và N tới đầu nút cố định, ta có:

$$x_1 - x_2 = 3{,}75\lambda \Rightarrow x_1 = x_2 + 3{,}75\lambda$$

Gọi $A_0 = 2a$ là biên độ tại bụng sóng, biên độ sóng dừng tại M và N tương ứng là:

$$A_M = \left|A_0 \sin 2\pi\frac{x_1}{\lambda}\right| \Rightarrow \left|\sin 2\pi\frac{x_1}{\lambda}\right| = \frac{A_M}{A_0}$$

$$A_N = \left|A_0 \sin 2\pi\frac{x_1 - 3,75\lambda}{\lambda}\right| = \left|A_0 \sin\left(2\pi\frac{x_1}{\lambda} - 7,5\pi\right)\right| = \left|A_0 \cos\left(2\pi\frac{x_1}{\lambda}\right)\right|$$

$$\Rightarrow \left|\cos\left(2\pi\frac{x_1}{\lambda}\right)\right| = \frac{A_N}{A_0}.$$

Do đó ta có $\sin 2\pi\frac{x_1}{\lambda} + \cos^2 2\pi\frac{x_1}{\lambda} = \left(\frac{A_M}{A_0}\right)^2 + \left(\frac{A_N}{A_0}\right)^2 = \frac{A_M^2 + A_N^2}{A_0^2} = 1$

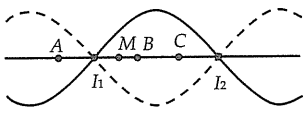
$$\Rightarrow A_0 = 2a = \sqrt{A^2{}_M + A^2{}_N} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \Rightarrow a = 5cm.$$

Đáp án D

Ví dụ 14: Ba điểm A, B, C là ba điểm liên tiếp trên một sợi dây có sóng dừng với cùng biên độ $4\sqrt{3}$ cm. Điểm A dao động ngược pha với điểm B và $AB = 2BC$. Cứ sau những khoảng thời gian liên tiếp là 0,25 s thì sợi dây có dạng một đoạn thẳng. Tìm tốc độ dao động cực đại của điểm M là trung điểm của AC?

A. $16\pi\sqrt{3}$ cm/s. B. $16\pi\sqrt{2}$ cm/s. C. 16π cm/s. D. 32π cm/s.

Lời giải



Theo bài ra vị trí của ba điểm A, B, C được thể hiện như hình vẽ.

Do biên độ của ba điểm A, B, C bằng nhau nên khoảng cách từ mỗi điểm này đến mỗi nút gần nó nhất phải bằng nhau. Ta có:

$$\begin{cases} AI_1 = BI_1 = CI_2 \\ AC = AI_1 + I_1C = CI_2 + I_1C = I_1I_2 = \dfrac{\lambda}{2} \end{cases}$$

Ta có: $AC = AB + BC = AB + \frac{AB}{2} = \frac{3AB}{2} = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \begin{cases} AB = \dfrac{\lambda}{3} \\ AI_1 = \dfrac{\lambda}{6} \end{cases}$.

Gọi $A_0 = 2a$ là biên độ tại bụng sóng, biên độ dao động tại điểm A là:

$$A_A = \left|A_0 \sin 2\pi\frac{\frac{\lambda}{6}}{\lambda}\right| = \left|A_0 \sin\frac{\pi}{3}\right| = \frac{A_0\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3} \Rightarrow A_0 = 8.$$

Khoảng cách từ M tới điểm nút I_1 là: $MI_1 = MA - I_1A = \frac{AC}{2} - I_1A = \frac{\lambda}{4} - \frac{\lambda}{6} = \frac{\lambda}{12}$.

Biên độ dao động tại điểm M là: $A_m = \left|A_0 \sin 2\pi\frac{\frac{\lambda}{12}}{\lambda}\right| = \left|A_0 \sin\frac{\pi}{6}\right| = \frac{A_0}{2} = 4\,\text{cm}.$

Cứ sau những khoảng thời gian liên tiếp $\frac{T}{2}$ thì sợi dây duỗi thẳng.

Ta có: $\frac{T}{2} = 0,25 \Rightarrow T = 0,5 \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 4\pi$

Tốc độ dao động cực đại của điểm M là: $v_{M\max} = A_M.\omega = 4.4\pi = 16\pi$ cm/s.

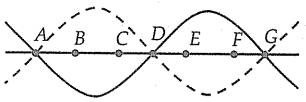
Đáp án C.

Ví dụ 15: Một dây đàn hồi AB đầu A được rung nhờ một dụng cụ để tạo thành sóng dừng trên dây. Biết phương trình dao động tại đầu A là $u_A = a\cos 100\pi t$. Quan sát sóng dừng trên sợi dây ta thấy trên dây có những điểm không phải là điểm bụng dao động với biên độ b ($b \neq 0$) cách đều nhau và cách nhau khoảng 1 m. Giá trị của b và vận tốc truyền sóng trên sợi dây lần lượt là:

A. $a\sqrt{2}; v = 200$ m/s. B. $a\sqrt{3}; v = 150$ m/s.

C. $a; v = 300$ m/s. D. $a\sqrt{2}; v = 100$ m/s.

Lời giải



Các điểm B, C, E, F dao động cùng biên độ b sẽ cách nút gần nó nhất những khoảng bằng nhau: $AB = CD = DE = FG$

Mặt khác, các điểm B, C, E, F cách đều nhau khoảng 1m nên ta có

$$BC = CE = EF = 1\text{m}.$$

Từ hình vẽ, ta có: $\begin{cases} CE = CD + DE \\ CD = DE \end{cases} \Rightarrow CE = 2CD \Rightarrow BC = 2CD \Rightarrow BC = AB + CD$

Mặt khác $AB + BC + CD = \dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow 2BC = \dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2.2.1 = 4\text{m} \Rightarrow \lambda f = 4.50 = 200$

Biên độ là $b = 2a\left|\sin\dfrac{2\pi AB}{\lambda}\right| = 2a\left|\sin\dfrac{2\pi\dfrac{AD}{4}}{\lambda}\right| = 2a\left|\sin\dfrac{2\pi\dfrac{\lambda}{8}}{\lambda}\right| = a\sqrt{2}.$

Đáp án A.

Ví dụ 16: Một sợi dây đàn hồi căng ngang, đang có sóng dừng ổn định. Trên dây A là một điểm nút, B là một điểm bụng gần A nhất, $AB = 14$ cm, gọi C là một điểm trong khoảng AB có biên độ bằng một nửa biên độ của B. Khoảng cách AC là:

A. $\dfrac{14}{3}$. B. 7. C. 3,5. D. 1,75.

Lời giải

Xét điểm C cách A với $CA = d$. Biên độ của sóng dừng tại C: $A_C = 2a\left|\sin\dfrac{2\pi d}{\lambda}\right|$

Để $a_C = a$ (bằng nửa biên độ của B là bụng sóng):

$$A_C = a \Leftrightarrow a = 2a\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right| \Leftrightarrow \left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right| = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{6} + k2\pi$$

$$\Rightarrow d = \left(\frac{1}{12} + k\right)\lambda \text{ với } \lambda = 4AB = 56\text{ cm}.$$

Điểm C gần A nhất ứng với $k = 0 \Rightarrow AV = \dfrac{\lambda}{12} = \dfrac{56}{12} = \dfrac{14}{3}$ (cm)

Đáp án A.

Ví dụ 17: Một sợi dây AB đàn hồi căng ngang dài $l = 120$ cm, hai đầu cố định đang có sóng dừng ổn định. Bề rộng của bụng sóng là $4a$. Khoảng cách gần nhất giữa hai điểm dao động cùng pha có cùng biên độ bằng a là 20 cm. Số bụng sóng trên AB là

A. 10. B. 4. C. 8. D. 6.

Lời giải

Bề rộng của bụng là $4a$ thì biên độ của một điểm trên dây khi có sóng dừng

$$A = 2a\left|\cos\frac{2\pi d}{\lambda}\right|$$

Trong đó d là khoảng cách từ một điểm trên dây đến điểm bụng gần nó nhất. Các điểm có cùng biên độ và cùng pha sẽ đối xứng với nhau qua điểm bụng. Mà khoảng cách gần nhất giữa hai điểm dao động cùng pha cùng biên độ a là 20 cm nên khoảng cách từ một điểm đến bụng là 10 cm. Do đó ta có

$$a = 2a\left|\cos\frac{2\pi.10}{\lambda}\right| \Rightarrow \left|\cos\frac{2\pi.10}{\lambda}\right| = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2\pi.10}{\lambda} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \lambda = 60 \text{ cm}.$$

Vì hai đầu cố định nên $l = k\frac{\lambda}{2} \Rightarrow k = 4$. Vậy có 4 bụng trên AB.

Đáp án B.

Ví dụ 18: Một sợi dây sắt, mảnh, dài 120 cm căng ngang, có hai đầu cố định. Ở phía trên, gần sợi dây có một nam châm điện được nuôi bằng nguồn điện xoay chiều có tần số 50 Hz. Trên dây xuất hiện sóng dừng với 2 bụng sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 120 m/s. B. 60 m/s. C.180 m/s. D. 240 m/s.

Lời giải

Vì 1 chu kì dòng điện đổi chiều 2 lần nên nam châm hút dây 2 lần, do đó tần số sóng dừng trên dây là $f' = 2f = 100$ Hz.

Ta có $f' = \frac{kv}{2l} = \frac{v}{l}$ (do có 2 bụng sóng) nên suy ra $v = 100.1,2 = 120$ m/s.

Đáp án A.

Ví dụ 19: Một sợi dây đàn hồi dài 30 cm có hai đầu cố định. Trên dây đang có sóng dừng. Biết sóng truyền trên dây với bước sóng 20 cm và biên độ dao động của điểm bụng là 2 cm. Số điểm trên dây mà phần tử tại đó dao động với biên độ 6 mm là:

A. 8. B. 6. C. 3. D. 4.

Lời giải

Khi có sóng dừng, số bó sóng trên dây: $\frac{2l}{\lambda} = \frac{2.30}{20} = 3$ (bó)

Trên mỗi bó có 2 điểm dao động với biên độ 6mm. Suy ra số điểm trên dây mà phần tử tại đó dao động với biên độ 6 mm là 2.3 = 6 điểm.

Đáp án B.

2. Bài toán về độ lệch pha giữa các phần tử trong sóng dừng

2.1. Phương pháp

Chú ý

Trong sóng dừng, các điểm đối cứng với nhau qua một nút thì ngược pha, đối xứng nhau qua một bụng thì cùng pha.

Phương pháp chung giải bài toán dạng này là

- Xác định độ lệch pha giữa hai điểm để biết được điểm nào sớm (trễ) pha hơn.
- Dùng đường tròn suy ra kết quả bài toán.

2.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một sợi dây đàn hồi căng ngang, đang có sóng dừng ổn định. Trên dây, A là điểm nút, B là điểm bụng gần A nhất, C là trung điểm của AB với AB bằng 10 cm. Biết khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần mà li độ dao động của phần

tử tại B bằng biên độ dao động của các phần tử tại C là 0,2 s. Tốc độ truyền sóng trên dây là:

A. $v=0,25$ m/s. B. $v=2$ m/s. C. $v=0,5$ m/s. D. $v=1$ m/s.

Lời giải

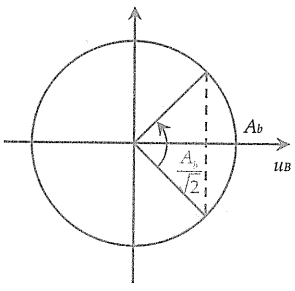
Ta có: $AB=\frac{\lambda}{4}=10\text{ cm}\Rightarrow\lambda=40\text{ cm}$.

Giả sử điểm bụng B dao động với biên độ A_b.

Điểm C là trung điểm của AB, suy ra khoảng cách từ C đến đầu nút A là $AC=\frac{\lambda}{8}$

$\Rightarrow$ Biên độ của điểm C là $A_C=A_b\left|\sin\frac{2\pi AC}{\lambda}\right|=\frac{A_b}{\sqrt{2}}$

Thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp li độ của điểm B bằng biên độ của điểm C, tức là $x_B=A_C=\frac{A_b}{\sqrt{2}}$.



Dựa vào đường tròn ta thấy ngay thời gian này ứng với thời gian điểm B dao động từ $\frac{A_b}{\sqrt{2}}$ đến A_b rồi quay lại $\frac{A_b}{\sqrt{2}}$. Thời gian này là 0,2 s nên ta có

$$\frac{T}{8}+\frac{T}{8}=\frac{T}{4}=0,2\Rightarrow T=0,8$$

Vận tốc truyền sóng trên dây: $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{40}{0,8}=50\text{ cm/s}=0,5\text{ m/s}$.

Đáp án C.

Ví dụ 2: Sóng dừng xuất hiện trên sợi dây với tần số $f=5$ Hz. Thứ tự các điểm trên dây lần lượt là P, M, N, O sao cho P là điểm nút, O là điểm bụng gần P nhất (M, N thuộc đoạn OP). Thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp để giá trị li độ của điểm P bằng biên độ dao động của điểm M là $\frac{1}{20}$ s. Thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp để giá trị li độ của điểm O bằng biên độ dao động của điểm N là $\frac{1}{30}$ s. Biết khoảng cách giữa hai điểm M, N là 2 cm. Tìm vận tốc truyền sóng trên dây?

A. $v=1,2$ m/s. B. $v=3,6$ m/s. C. $v=1,6$ m/s. D. $v=2,4$ m/s.

Lời giải

Gọi A_0 là biên độ tại bụng sóng, ta có:

Thời gian ngắn nhất giữa hai lần li độ của O bằng biên độ của điểm M là $\Delta t_1=\frac{1}{20}$

nên ta có góc quét $\Delta\varphi_1=\frac{\pi}{2}\Rightarrow A_M=A_0\cos\frac{\pi}{4}=\frac{A_0}{\sqrt{2}}$

Thời gian ngắn nhất giữa hai lần li độ của O bằng biên độ của điểm N là $\Delta t_2=\frac{1}{30}$

nên ta có góc quét $\Delta\varphi_2=10\pi.\frac{1}{30}=\frac{\pi}{3}\Rightarrow A_N=A_0\cos\frac{\pi}{6}=\frac{A_0\sqrt{3}}{2}$

Ta có $\begin{cases}A_M=\frac{A_0}{\sqrt{2}}\\A_N=\frac{A_0\sqrt{3}}{2}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}A_0\left|\sin\frac{2\pi PM}{\lambda}\right|=\frac{A_0}{\sqrt{2}}\\A_0\left|\sin\frac{2\pi PN}{\lambda}\right|=\frac{A_0\sqrt{3}}{2}\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}\frac{2\pi PM}{\lambda}=\frac{\pi}{4}\\\frac{2\pi PN}{\lambda}=\frac{\pi}{3}\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}PM=\frac{\lambda}{8}\\PN=\frac{\lambda}{6}\end{cases}$

Vì khoảng cách giữa hai điểm M và N là 2 cm nên ta có

$$PN - PM = 2 \Leftrightarrow \frac{\lambda}{6} - \frac{\lambda}{8} = 2 \Leftrightarrow \lambda = 48 \text{ cm}.$$

Vận tốc truyền sóng trên dây: $v = \lambda.f = 48.5 = 240$ cm/s = 2,4 m/s.

Đáp án D.

Ví dụ 3: Một sợi dây đàn hồi căng ngang, đang có sóng dừng cố định. Trên dây, A là một điểm nút, B là điểm bụng gần A nhất với AB = 15 cm. M là một điểm trên dây cách B là 10 cm. Biết rằng trong một chu kì sóng, khoảng thời gian mà độ lớn vận tốc dao động của phần tử B nhỏ hơn vận tốc cực đại của phần tử M là $\frac{1}{3}$ s. Tốc độ truyền sóng trên dây là:

A. 240 cm/s B. 120 cm/s. C. 90 cm/s. D. 60 cm/s.

Lời giải

Ta có: $AB = \frac{\lambda}{4} = 15 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 60 \text{ cm}.$

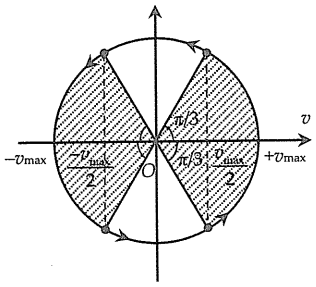
Khoảng cách từ M đến nút A là: $MA = AB - MB = 15 - 10 = 5$ cm

Gọi $A_0 = 2a$ là biên độ tại bụng sóng, biên độ sóng tại M:

$$A_M = \left|A_0 \sin 2\pi \frac{5}{60}\right| = \left|A_0 \sin \frac{\pi}{6}\right| = \frac{A_0}{2}$$

Tốc độ dao động cực đại M: $v_M^{\max} = A_M \omega = \frac{A_0 \omega}{2} = \frac{v_B^{\max}}{2}$

Bài toán trở thành: Trong một chu kì, thời gian tốc độ dao dộng của B nhỏ hơn tốc độ dao động cực đại của M $|v_B| \le \frac{v_B^{\max}}{2}$ là bao nhiêu? Đây là bài toán quen thuộc trong chương dao động cơ. Sử dụng đường tròn dễ thấy tổng góc quét được $\Delta\varphi = 2.\frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{3} = \frac{1}{3} s \Rightarrow T = 1$



Tốc độ truyền sóng trên dây: $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{60}{1} = 60$ cm/s.

Đáp án D.

Ví dụ 4: Trên một sợi dây đàn hồi đang có sóng dừng ổn định với khoảng cách giữa hai nút sóng liên tiếp là 6 cm. Trên dây có những phần tử sóng dao động với tần số 5 Hz. Và biên độ lớn nhất là 3 cm. Gọi N là vị trí của một nút sóng; C và D là hai phần tử trên dây ở hai bên của N và có vị trí cân bằng cách N lần lượt là 10,5 cm và 7 cm. Tại thời điểm t_1, phần tử C có li độ 1,5 cm và đang hướng về vị trí cân bằng. Vào thời điểm $t_2 = t_1 + \frac{79}{40}$, phần tử D có li độ là:

A. – 0,75 cm. B. 1,50 cm. C. -1,50 cm. D. 0,75 cm.

Lời giải

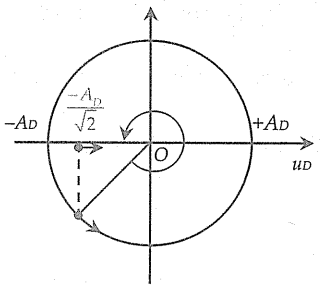
- Khoảng cách giữa hai nút sóng liên tiếp là 6 cm nên $\frac{\lambda}{2} = 6$ cm, suy ra $\lambda = 12$ cm.

- Biên độ của bụng $2A$ =3 cm.

- Biên độ của phần tử tại C và D là:

$$A_C = 2A\left|\sin\frac{2\pi d_C}{\lambda}\right| = 3.\left|\sin\frac{2\pi.10,5}{12}\right| = \frac{3}{\sqrt{2}} \text{ cm}$$

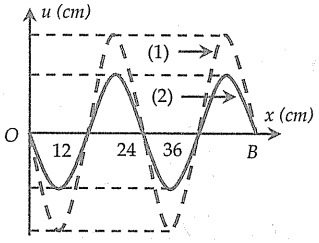
$$A_D = 2A\left|\sin\frac{2\pi d_D}{\lambda}\right| = 3.\left|\sin\frac{2\pi.7}{12}\right| = \frac{3}{2}\text{ cm}$$



- Phần tử tại C và D ở hai bó sóng đối xứng nhau qua nút N nên chúng dao động ngược pha với nhau. Tại thời điểm t_1 ta có $u_C = 1{,}5$ cm và hướng về vị trí cân bằng nên $\cos\left(\omega t_1 - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{1}{\sqrt{2}}$. Khi đó $u_D = -A_D\cos\left(\omega t_1 - \frac{\pi}{2}\right) = -\frac{A_D}{\sqrt{2}}$ và cũng đang hướng về vị trí cân bằng.

- Tại thời điểm $t_2 = t_1 + \frac{79}{40} = t_1 + 9T + \frac{7T}{8}$, dựa vào đường tròn ta thấy, chất điểm tương ứng trên đường tròn quét thêm được góc $9.2\pi + \pi + \frac{\pi}{4}$ rad, khi đó phần tử tại D đang ở biên âm, tức là $u_D = -1{,}5$ cm.

Đáp án C.



Ví dụ 5: Trên một sợi dây OB căng ngang, hai đầu cố định đang có sóng dừng với tần số f xác định. Gọi M, N và P là ba điểm trên dây co vị trí cân bằng cách B lần lượt là 4 cm, 6 cm và 38 cm. Hình vẽ mô tả hình dạng sợi dây tại thời điểm t_1 (đường 1) và $t_2 = t_1 + \frac{11}{12f}$ (đường 2). Tại thời điểm t_1, li độ của phần tử dây ở N bằng biên độ của phần tử dây ở M và tốc độ của phần tử dây ở M là 60 cm/s. Tại thời điểm t_2, vận tốc của phần tử dây ở P là

A. $20\sqrt{3}$ cm/s. B. 60 cm/s. C. $-20\sqrt{3}$ cm/s. D. -60 cm/s.

Lời giải

- Từ đồ thị ta có $\frac{\lambda}{2} = 12 \Rightarrow \lambda = 24$ cm.

- Vì M, N và P là ba điểm trên dây có vị trí cân bằng cách B lần lượt là 4 cm, 6 cm và 38 cm nên nếu gọi A là biên độ của bụng thì A chính là biên độ của N

(vì $BN = 6 = \frac{\lambda}{4}$). Ta có $\begin{cases} A_N = A \\ A_M = A\left|\sin\frac{2\pi BM}{\lambda}\right| = A.\left|\sin\frac{2\pi.4}{12}\right| = \frac{3}{\sqrt{2}}A \\ A_P = A\left|\sin\frac{2\pi PM}{\lambda}\right| = A.\left|\sin\frac{2\pi.38}{12}\right| = \frac{1}{2}A \end{cases}$

- Mặt khác, vì M và thuộc cùng một bó sóng, nên M và N cùng pha. P thuộc bó sóng thứ 4 kể từ bó sóng chưa M nên P ngược pha với M. Vậy M và N cùng pha và ngược pha với P. Khi đó ta có

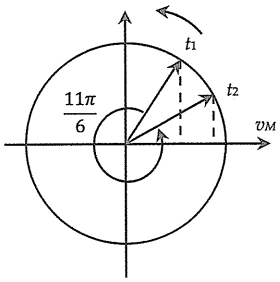
$$\begin{cases} \frac{s_M}{x_N} = \frac{A_M}{A_N} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}\text{A}}{\text{A}} \\ \frac{v_P}{v_M} = -\frac{v_{\max P}}{v_{\max M}} = -\frac{\omega A_P}{\omega A_M} = -\frac{\frac{1}{2}\text{A}}{\frac{\sqrt{3}}{2}\text{A}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_M = \frac{\sqrt{3}}{2}x_N \\ v_P = -\frac{1}{\sqrt{3}}v_M \end{cases}$$

- Như vậy, để tính được v_P tại thời điểm t_2 thì ta sẽ tính v_M tại thời điểm t_2. Ta sẽ sử dụng đường tròn để tính vận tốc v_M tại thời điểm t_2, muốn tính được thì

ta phải biết tại thời điểm t_1 thì v_M có giá trị là bao nhiêu (âm hay dương), đang tăng hay đang giảm. Đồ thị sẽ cho ta xác định được điều này.

- Nhìn đồ thị ta thấy, tại thời điểm t_1, hình dạng sợi dây là (1), nếu phần tử tại M đang đi xuống thì sau $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{11}{12f} = \frac{11T}{12}$, tức là sau gần 1 chu kì hình dạng sóng không thể là (2). Vậy M phải đi lên, tức là tại thời điểm t_1 M đang đi lên với vận tốc $v_M = +60$ cm/s và đang giảm.

- Tại thời điểm t_1 ta có: $x_N = A_M \Rightarrow x_M = \frac{\sqrt{3}}{2}x_N = \frac{\sqrt{3}}{2}A_M$



Mà $\left(\frac{x_M}{A_M}\right)^2 + \left(\frac{v_M}{x_{M\max}}\right)^2 = 1 \Rightarrow \left(\frac{v_M}{v_{M\max}}\right)^2 = 1 - \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 \Rightarrow v_{M\max} = 2|v_M| = 120$ (cm/s)

- Tại thời điểm $t_2 = t_1 + \frac{11}{12f}$ thì vector $\overrightarrow{v_{M\max}}$ quét được thêm góc $\frac{11}{12f}.2\pi f = \frac{11\pi}{6}$, sử dụng đường tròn ta có như hình vẽ bên.

- Tại thời điểm t_2 thì $v_M = v_{M\max}.\cos\left(\frac{\pi}{6}\right) = 120.\frac{\sqrt{3}}{2} = 60\sqrt{3}$ (cm/s).

- Từ đó suy ra $v_P = -\frac{1}{\sqrt{3}}v_M = -\frac{1}{\sqrt{3}}.60\sqrt{3} = -60$ (cm/s).

Đáp án D.

Ví dụ 6: Một sóng dừng trên dây có bước sóng λ và N là một nút sóng. Hai điểm P và Q nằm về hai phía của N có vị trí cân bằng cách N những đoạn lần lượt là $\frac{\lambda}{12}$ và $\frac{\lambda}{3}$. Ở vị trí có li độ khác không thì tỉ số giữa li độ của P so với Q là

A. $\frac{-1}{\sqrt{3}}$. B. $\frac{1}{\sqrt{3}}$. C. -1. D. $-\sqrt{3}$

Lời giải

Vì hai điểm P và Q nằm về hai phía của N (là nút) có vị trí cân bằng cách N những đoạn lần lượt là $\frac{\lambda}{12}$ và $\frac{\lambda}{3}$ nên hai điểm này thuộc 2 bó liên tiếp, suy ra chúng dao động ngược pha. Khi đó ta có:

$$\frac{u_P}{u_Q} = -\frac{A_P}{A_Q} = -\frac{A_B\left|\sin\frac{2\pi PN}{\lambda}\right|}{A_B\left|\sin\frac{2\pi QN}{\lambda}\right|} = -\frac{A_B\left|\sin\frac{2\pi\frac{\lambda}{12}}{\lambda}\right|}{A_B\left|\sin\frac{2\pi\frac{\lambda}{3}}{\lambda}\right|} = -\frac{1}{\sqrt{3}}$$

Đáp án A.

Ví dụ 7: Trên một sợi dây căng ngang có sóng dừng. Xét 3 điểm A, B, C với B là trung điểm của đoạn AC. Biết điểm bụng A cách điểm nút C gần nhất 10 cm. Khoảng thời gian ngắn nhất là giữa hai lần liên tiếp để điểm A có li độ bằng biên độ dao động của điểm B là 0,2 s. Tốc độ truyền sóng trên dây là:

A. 0,5 /s. B. 0,4 m/s. C. 0,6 m/s. D. 1,0 m/s.

Lời giải

Ta có bước sóng $\lambda = 4AC = 40$ cm. Ta có $d = CB = 5$ cm.

Biên độ sóng tại B: $A_B = A_A\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right| = A_A\left|\sin\frac{2\pi.5}{40}\right| = \frac{A_A}{\sqrt{2}}$.

Khoảng thời gian ngắn nhất để hai lần liên tiếp điểm A có $x_A = A_B = \frac{A_A}{\sqrt{2}}$ là $\frac{T}{4}$ (bài toán cơ bản phần dao động cơ, sử dụng đường tròn).

Từ đó ta có $\frac{T}{4} = 0,2 \Rightarrow T = 0,8$.

Do đó tốc độ truyền sóng trên dây $v = \frac{\lambda}{f} = \frac{40}{0,8} = 50$ cm/s = 0,5 m/s.

Đáp án A.

Ví dụ 8: Một sợi dây đang có sóng dừng ổn định. Sóng truyền trên dây có tần số 10 Hz và bước sóng 6 cm. Trên dây, hai phần tử M và N có vị trí cân bằng cách nhau 8 cm, M thuộc một bụng sóng dao động điều hòa với biên độ 6 mm. Lấy $\pi^2 = 10$. Tại thời điểm t, phần tử M đang chuyển động với tốc độ 6π (cm/s) thì phần tử N chuyển động với gia tốc có độ lớn là

A. $6\sqrt{3}$ m/s^2. B. $6\sqrt{2}$ m/s^2. C. 6 m/s^2. D. 3 m/s^2.

Lời giải

Ta thấy $MN = 8 = 5\frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{12}$ nên vẽ hình ra ta sẽ thấy: N cách nút một khoảng $\frac{\lambda}{12}$ và N dao động ngược pha với M.

Biên độ dao động của N là $A_N = A_M\left|\sin\frac{2\pi.\frac{\lambda}{12}}{\lambda}\right| = \frac{A_M}{2} = 3$ mm.

Vì N dao động ngược pha với M nên tỉ số tốc độ là $\frac{|v_N|}{|v_M|} = \frac{A_N}{A_M} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$.

Khi $|v_M| = 6\pi$ cm/s thì từ biểu thức trên suy ra $|v_N| = 3\pi$ cm/s. Độ lớn gia tốc điểm N lúc này xác định bởi $\left(\frac{v_N}{\omega A_N}\right) + \left(\frac{a_N}{\omega^2 A_N}\right)^2 = 1$.

Thay số với $|v_N| = 3\pi.10^{-2}$ m/s, $\omega = 2\pi f = 20\pi$ rad/s, $A_N = 3.10^{-3}$ m ta tính được

$$a_N = 6\sqrt{3}\ (\text{m/s}^2).$$

Đáp án A.

IV. BÀI TẬP SÓNG ÂM

1. Bài toán liên quan đến cường độ âm, mức cường độ âm

1.1. Phương pháp

Để làm các bài tập về sóng âm, ta cần nhớ một số kiến thức sau đây:

- Cường độ âm tại một điểm cách nguồn một khoảng r là (coi nguồn phát âm đẳng hướng trong không gian, hay nguồn điểm phát sóng cầu với công suất P)

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (\text{đơn vị: W/m}^2)$$

- Mức cường độ âm: $L = \log\frac{I}{I_0}$

*** Một số công thức hệ quả hay dùng:**

Giả sử điểm A cách nguồn âm khoảng r_A có mức cường độ âm L_A; điểm B cách nguồn âm khoảng r_B có mức cường độ âm L_B.

- **Hệ quả 1**

Xét hai điểm A và B. Đối với nguồn âm không thay đổi công suất P ta có

$$L_A - L_B = 20\log\frac{r_B}{r_A}(\text{dB})$$

Chứng minh: $L_A - L_B = 10\log\frac{I_A}{I_0} - 10\log\frac{I_B}{I_0} = 10\log\frac{\frac{I_A}{I_0}}{\frac{I_B}{I_0}} = 10\log\frac{I_A}{I_B}$

$$= 10\log\frac{\frac{P}{4\pi r_A^2}}{\frac{P}{4\pi r_B^2}} = 10\log\left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 = 20\log\frac{r_B}{r_A}$$

- **Hệ quả 2**

Xét hai điểm A và B.

Giả sử ban đầu nguồn âm co công suất P_t, mức cường độ âm tại A và B lần lượt là L_{At} và L_{Bt}.

Lúc sau thay bằng nguồn âm có công suất P_s, khi đó mức cường độ âm tại A và B lần lượt là L_A và L_B. Ta có

$$L_{At} - L_{Bs} = 20\log\frac{r_B}{r_A} + 10\log\frac{P_t}{P_s}(\text{dB})$$

Chú ý

Học Vật lí không nên nhớ công thức mà nên học bản chất vì sao có công thức đó. Tuy nhiên, đối với những bài toán sóng âm thì hai hệ quả bên ta nên nhớ để vận dụng nhanh vào bài tập. Ta qua các ví dụ cụ thể để hiểu hơn.

Chứng minh: $L_{At} - L_{Bs} = 10\log\frac{I_{At}}{I_0} - 10\log\frac{I_{Bs}}{I_0} = 10\log\frac{\frac{I_{At}}{I_0}}{\frac{I_{Bs}}{I_0}} = 10\log\frac{I_{At}}{I_{Bs}}$

$$= 10\log\frac{\frac{P_t}{4\pi r_A^2}}{\frac{P_s}{4\pi r_B^2}} = 10\log\left[\left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2.\frac{P_t}{P_s}\right] = 20\log\frac{r_B}{r_A} + 10\log\frac{P_t}{P_s}$$

1.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một máy bay bay ở độ cao $h_1 = 100$ m, gây ra ở mặt đất ngay phía dưới một tiếng ồn có mức cường độ âm $L_1 = 120$ dB. Muốn giảm tiếng ồn tới mức chịu được $L_2 = 100$ dB thì máy bay phải bay ở độ cao:

A. 316 m. B. 500 m. C. 1000 m. D. 700.

Lời giải

Sóng âm do máy bay phát ra là sóng cầu, nên ta có: $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^2$

Mặt khác, ta có $L_2 - L_1 = 10\left(\log\frac{I_2}{I_0} - \log\frac{I_1}{I_0}\right) = 10\log\frac{I_2}{I_1}$ (dB)

Áp dụng vào bài, ta được: $L_2 - L_1 = -20(\text{dB}) \Rightarrow \log\frac{I_2}{I_1} = -2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{100} = \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^2$

STUDY TIP

Nếu bài này nhớ công thức **hệ quả 1** thì sẽ suy nhanh ra kết quả bài toán.

$\Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = 10 \Rightarrow h_2 = 10h_1 = 10.100 = 1000(\text{m})$

Đáp án C.

Ví dụ 2: Chọn câu trả lời đúng. Cường độ âm tại một điểm trong môi trường truyền âm là 10^{-5} W/m^2. Biết cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2. Mức cường độ âm tại điểm đó bằng:

A. 60 dB. B. 80 dB. C. 70 dB. D. 50 dB.

Lời giải

Mức cường độ âm tại điểm đó tính theo đơn vị dB là

$$L(dB) = 10\log\frac{I}{I_0} = 10\log\frac{10^{-5}}{10^{-12}} = 70(\text{dB})$$

Đáp án C.

Ví dụ 3: Một sóng âm có dạng hình cầu được phát ra từ nguồn có công suất 1 W. Giả sử rằng năng lượng phát ra được bảo toàn. Hỏi cường độ âm tại điểm cách nguồn âm lần lượt 1,0 m và 2,5 m là bao nhiêu?

A. $I_1 \approx 0,07958\text{W/m}^2; I_2 \approx 0,01273\text{W/m}^2$.

B. $I_1 \approx 0,07958\text{W/m}^2; I_2 \approx 0,1273\text{W/m}^2$.

C. $I_1 \approx 0,7958\text{W/m}^2; I_2 \approx 0,01273\text{W/m}^2$.

D. $I_1 \approx 0,7958\text{W/m}^2; I_2 \approx 0,1273\text{W/m}^2$.

Lời giải

Đây là bài toán cơ bản chỉ cần nhớ công thức tính cường độ âm do sóng cầu gây ra tại một diểm. Cường độ âm tại các điểm đó là

$$I_1 = \frac{1}{4\pi.1^2} = 0,079577 \text{ W/m}^2$$

$$I_2 = \frac{1}{2.5\pi.2,5^2} = 0,01273 \text{ W/m}^2$$

Đáp án C.

Ví dụ 4: Gọi I_0 là cường độ âm chuẩn. Nếu mức cường độ âm là 1 (dB) thì cường độ âm

A. $I_0 = 1,26I$. B. $I = 1,26I_0$. C. $I_0 = 10I$. D. $I = 10I_0$.

Lời giải

Bài toán đơn thuần áp dụng công thức tính mức cường độ âm

$$L = \log\frac{I}{I_0} = 0,1 \Rightarrow I = 10^{0,1}.I_0 = 1,26.I_0$$

Đáp án B.

Ví dụ 5: Hai âm có mức cường độ âm chênh lệch nhau là 40 dB. Tỉ số cường độ âm của chúng là

A. 10^2. B. 4.10^3. C. 4.10^2. D. 10^4.

Lời giải

Ta có: $L_A - L_B = 40dB \Rightarrow 10\log\frac{I_A}{I_B} - 10\log\frac{I_B}{I_A} = 40 \Rightarrow \log\frac{I_A}{I_B} = 4 \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^4$

Đáp án D.

Ví dụ 6: Một nguồn âm được coi là nguồn điểm phát sóng cầu và môi trường không hấp thụ âm. Tại một vị trí sóng âm biên độ 0,12 mm có cường độ âm tại điểm đó bằng $1,80\,\text{Wm}^{-2}$. Hỏi tại vị trí tróng có biên độ bằng 0,36 mm thì sẽ có cường độ âm tại điểm đó bằng bao nhiêu?

A. $0,60\ \text{Wm}^{-2}$. B. $2,70\,\text{Wm}^{-2}$. C. $5,40\,\text{Wm}^{-2}$. D. $16,2\,\text{Wm}^{-2}$.

Lời giải

Năng lượng của sóng âm tỉ lệ với bình phương của biên độ sóng âm.

Ta có: $\frac{W_2}{W_1}=\frac{a_2^2}{a_1^2}=9$. Cường độ âm tỉ lệ với năng lượng sóng $\frac{I_2}{I_1}=\frac{W_2}{W_1}$

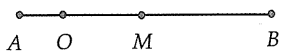
Từ đó $\frac{I_2}{I_1}=\frac{a_2^2}{a_1^2}=9\Rightarrow I_2=9I_1=16,2\left(\text{Wm}^{-2}\right)$

Đáp án D.

Ví dụ 7: Hai điểm *A, B* nằm trên cùng một đường thẳng đi qua một nguồn âm và ở hai phía so với nguồn âm. Biết mức cường độ âm tại *A* và tại trung điểm của *AB* lần lượt là 50 dB và 44 dB. Mức cường độ âm tại *B* là:

A. 28 dB. B. 36 dB. C. 38 dB. D. 47 dB.

Lời giải



Gọi *M* là trung điểm của *AB*. Vì $L_A>L_M$ nên $R_A<R_M$ hay *O* (nguồn) nằm trong đoạn *AM*, và gần *A* hơn. Ta có

$$L_A-L_M=20\log\frac{R_M}{R_A}=50-44=6\Rightarrow\log\frac{R_M}{R_A}=0,3\Leftrightarrow\frac{R_M}{R_A}=10^{0,3}$$

M là trung điểm của *AB* nên $R_M=OM=\frac{R_B-R_A}{2}$.

Từ đó ta có $R_B=R_A+2R_M=\left(1+2.10^{0,3}\right)R_A\Rightarrow\frac{R_B}{R_A}=\left(1+2.10^{0,3}\right)$

Mặt khác $L_A-L_B=20\log\frac{R_B}{R_A}=20\log\left(1+2.10^{0,3}\right)=20.0,698=13,963$

Từ đó ta có $L_B=L_A-13,963=36,037\approx 36$ dB.

Đáp án B.

Ví dụ 8: Một nguồn âm là nguồn điểm phát âm đẳng hướng trong không gian. Giả sử không có sự hấp thụ và phản xạ âm. Tại một điểm cách nguồn âm 10 m thì mức cường độ âm là 80 dB. Tại điểm cách nguồn âm 1 m thì mức cường độ âm bằng

A. 90 dB. B. 110 dB. C. 120 dB. D. 100 dB.

Lời giải

Ta có: $\frac{I_1}{I_2}=\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2=\frac{1}{100}\Rightarrow I_2=100I_1$

$L_2-L_1=100\log\frac{I_2}{I_1}=20\Rightarrow L_2=L_1+20=100$

Đáp án D.

Ví dụ 9: Cho hai nguồn sóng âm kết hợp *A, B* đặt cách nhau 2 m dao động cùng pha nhau. Trên đoạn *AB* người ta thấy có 5 vị trí âm có độ to cực đại. Cho biết

tốc độ truyền âm trong không khí là 350 m/s. Tần số f của nguồn âm có giá trị thỏa mãn

A. $350\ \text{Hz} \le f < 525\ \text{Hz}$. B. $350\ \text{Hz} < f < 525\ \text{Hz}$.

C. $350\ \text{Hz} < f < 262{,}5\ \text{Hz}$. D. $175\ \text{Hz} \le f < 262{,}5\ \text{Hz}$.

Lời giải

Có 5 vị trí âm cực đại nên có 5 bụng sóng.

Trên sợi dây có 5 bụng thì khoảng cách AB ngắn nhất khi 2 đầu A, B là 2 bụng nên ta có $4\frac{\lambda}{2} \le AB$.

Tuy nhiên ta không lấy bụng ở hai đầu A, B. Do đó $4\frac{\lambda}{2} < AB$

Khoảng cách AB lớn nhất khi 2 đầu A, B không là bụng, không là nút, khi đó:

$$AB < 4\frac{\lambda}{2} + 2.\frac{\lambda}{2}$$

Từ đó ta có $4\frac{\lambda}{2} < AB < 6.\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 350 \le f < 525$ (Hz)

Đáp án B.

Ví dụ 10: Hai nguồn âm nhỏ S_1, S_2 giống nhau (được coi là hai nguồn kết hợp) phát ra âm thanh cùng pha và cùng biên độ. Một người đứng ở điểm N với $S_1N = 3$ m và $S_2N = 3{,}375$ m. Tốc độ truyền âm trong không khí là 330 m/s. Tìm bước sóng dài nhất để người đó ở N không nghe được âm thanh từ hai nguồn S_1, S_2 phát ra.

A. $\lambda = 1\,\text{m}$. B. $\lambda = 0{,}5\,\text{m}$. C. $\lambda = 0{,}4\,\text{m}$. D. $\lambda = 0{,}75\,\text{m}$.

Lời giải

Để ở N không nghe được âm thì tại N hai sóng âm truyền đến ngược pha nhau.

Tại N sóng âm có biên độ cực tiểu khi: $d_1 - d_2 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda = 0{,}375m \Rightarrow \lambda = \frac{0{,}75}{2k+1}$

$\Rightarrow \lambda$ có giá trị dài nhất khi N ở đường cực tiểu thứ nhất $k = 0 \Rightarrow \lambda_{max} = 0{,}75$ m.

Đáp án D.

Ví dụ 11: Một nguồn âm được coi là nguồn điểm phát sóng cầu và môi trường không hấp thụ âm. Tại một vị trí sóng âm có biên độ 0,12 mm có cường độ âm tại điểm đó bằng $1{,}80\ \text{W/m}^2$. Hỏi tại vị trí sóng có biên độ bằng 0,36 mm thì sẽ có cường độ âm tại điểm đó bằng bao nhiêu?

A. $0{,}60\ \text{W/m}^2$. B. $2{,}70\ \text{W/m}^2$. C. $5{,}40\ \text{W/m}^2$. D. $16{,}2\ \text{W/m}^2$.

Lời giải

Năng lượng của sóng âm tỉ lệ với bình phương của biên độ sóng âm $\frac{W_2}{W_1} = \frac{a_2^2}{a_1^2} = 9$

Năng lượng của sóng âm tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách đến nguồn phát $\frac{W_2}{W_1} = \frac{R_1^2}{R_2^2}$

Từ đó ta có $\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1^2}{R_2^2} = \frac{a_2^2}{a_1^2} = 9 \Rightarrow I_2 = 9I_1 = 16{,}2\ \left(\text{W/m}^2\right)$

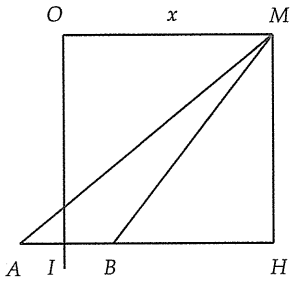
Đáp án D.

Ví dụ 12: Hai nguồn âm điểm phát sóng cầu đồng bộ với tần số $f = 680$ Hz được đặt tại A và B cách nhau 1 m trong không khí. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là $v = 340$ m/s. Bỏ qua sự hấp thụ âm của môi trường. Gọi O là điểm nằm trên đường trung trực của AB cách AB 100 m và M là điểm nằm trên đường thẳng qua O song song với AB, gần O nhất mà tại đó nhận được âm to nhất. Cho rằng $AB \ll OI$ (với I là trung điểm của AB). Khoảng cách OM bằng

A. 40 m. B. 50 m. C. 60 m. D. 70 m.

Lời giải

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = 0,5$ m



Tại M nghe to nhất và gần O nhất thì M nằm trên cực đại $k = 1$, $MA - MB = \lambda$

Từ hình vẽ, sử dụng định lí Pitago ta có

$$\begin{cases} MA = \sqrt{MH^2 + AH^2} = \sqrt{100^2 + (x + 0,50)^2} \\ MB = \sqrt{100^2 + (x - 0,5)^2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \sqrt{100^2 + (x + 0,5)^2} - \sqrt{100^2 + (x - 0,5)^2} = 0,5$$

Dùng máy tính giải phương trình trên tìm được $x = 60$ m.

Đáp án C.

Ví dụ 13: Mức cường độ âm tại vị trí cách loa 1 m là 50 dB. Một người xuất phát từ loa, đi ra xa nó thì thấy: khi cách loa 100 m thì không còn nghe đuược âm do loa đó phát ra nữa. Lấy cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2, coi sóng âm do loa đó phát ra là sóng cầu. Xác định ngưỡng nghe của tai người này.

A. 25 dB. B. 60 dB. C. 10 dB. D. 100 dB.

Lời giải

Giả sử khi cách loa khoảng $r_2 = 100$ m thì người đó không còn nghe được âm do loa đó phát ra nữa và lúc đó mức cường độ âm là L_2. Theo **hệ quả 1** ta có

$$L_2 - L_1 = 20\log\frac{r_1}{r_2} \Rightarrow L_2 = L_1 + 20\log\frac{r_1}{r_2} = 50 + 20\log\frac{1}{100} = 10$$

Đáp án C.

Ví dụ 14: Một nguồn O phát sóng âm có công suất không đổi trong một môi trường đẳng hướng và không hấp thụ âm. Tại điểm A. mức cường độ âm là 40 dB. Nếu tăng công suất của nguồn âm lên 4 lần nhưng không đổi tần số thì mức cường độ âm tại A là:

A. 52 dB. B. 67 dB. C. 46 dB. D. 160 dB.

Lời giải

Ta có $\begin{cases} L_A = 10\log\frac{I_A}{I_0} = 10\log\frac{P}{SI_0} \\ L_{A'} = 10\log\frac{I_{A'}}{I_0} = 10\log\frac{P'}{SI_0} \Rightarrow L_{A'} - L_A = 10\log\frac{P'}{P} \\ P' = 4P \end{cases}$

$$\Rightarrow L_{A'} = L_A + 10\log\frac{P'}{P} = 40 + 10\log 4 \approx 46$$

Đáp án C.

Ví dụ 15: Nguồn âm đặt tại O có công suất truyền âm khôn đổi. Trên cùng nửa đường thẳng qua O có ba điểm A, B, C theo thứ tự có khoảng cách tới nguồn tăng dần. Mức cường độ âm tại B kém mức cường độ âm tại A là b (B); mức cường độ âm tại B hơn mức cường độ âm tại C là 3b (B). Biết $4OA = 3OB$. Coi sóng âm là sóng cầu và môi trường truyền âm đẳng hướng. Tỉ số $\frac{OC}{OA}$ bằng:

A. $\frac{346}{56}$. B. $\frac{256}{81}$. C. $\frac{276}{21}$. D. $\frac{75}{81}$.

Lời giải

Ta có: $\begin{cases} L_A - L_B = b \\ L_B - L_C = 3b \\ 4r_A = 3r_B \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L_A - L_C = b + 3b = 4b \\ L_A - L_B = b \\ 4r_A = 3r_B \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 20\log\frac{r_C}{r_A} = 4b \\ 20\log\frac{r_B}{r_A} = b \\ \frac{r_B}{r_A} = \frac{4}{3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 20\log\frac{r_C}{r_A} = 4b \\ 20\log\frac{4}{3} = b \end{cases}$

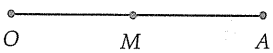
$$\Rightarrow 20\log\frac{r_C}{r_A} = 4.20\log\frac{4}{3} \Leftrightarrow \log\frac{r_C}{r_A} = 4\log\frac{4}{3} \Leftrightarrow \frac{r_C}{r_A} = \left(\frac{4}{3}\right)^4 = \frac{256}{81}$$

Đáp án B.

Ví dụ 16: Tại điểm O trong môi trường đẳng hướng, không hấp thụ âm, có 2 nguồn âm điểm, giống nhau với công suất phát âm không đổi. Tại điểm A có mức cường độ âm 20 dB. Để tại trung điểm M của đoạn OA có mức cường độ âm là 30 dB thì số nguồn âm giống các nguồn âm trên cần đặt thêm tại O bằng

A. 4. B. 3. C. 5. D. 7.

Lời giải



Gọi P_0 là công suất của một nguồn âm điểm. Giả sử cần đặt thêm n nguồn âm giống nhau tại O để thỏa mãn yêu cầu của bài toán, khi đó công suất của nguồn lúc này là $P_s = (n+2)P_0$.

Sử dụng **hệ quả 2** ta có

$$L_{At} - L_{Ms} = 20\log\frac{r_M}{r_A} + 10\log\frac{P_t}{P_s} \Rightarrow 20 - 30 = 20\log\frac{\frac{r_A}{2}}{r_A} + 10\log\frac{2P_0}{(n+2)P_0}$$

$$\Rightarrow \log\frac{2}{n+2} = -1 - 2\log\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2}{n+2} = 10^{-1-2\log\frac{1}{2}} = \frac{2}{5} \Rightarrow n = 3$$

Đáp án B.

Ví dụ 17: Trong buổi hòa nhạc được tổ chức ở Nhà Hát lớn Hà Nội nhân dịp kỉ niệm 1000 năm Thăng Long. Một người ngồi dưới khan đài nghe được âm do một chiếc đàn giao hưởng phát ra có mức cường độ âm 12 dB. Khi dàn nhạc giao hưởng thực hiện bản hợp xướng người đó cảm nhận được âm là 2,376 B. Hỏi dàn nhạc giao hưởng đó có bao nhiêu người?

A. 8. B. 18. C. 12. D. 15.

Lời giải

Giả sử có n người thực hiện bản hợp xướng, khi đó công suất âm phát ra là nP_0, với P_0 là công suất âm do một chiếc đàn giao hưởng phát ra. Sử dụng **hệ quả 2** ta có ngay $L_{At} - L_{Ms} = 20\log\frac{r_M}{r_A} + 10\log\frac{P_t}{P_s}$

$$\Rightarrow 12-23,76=10\log\frac{P_0}{nP_0}=10\log\frac{1}{n}=-10\log n\Rightarrow n=10^{\frac{23,76-12}{10}}\approx 15$$

Đáp án D.

Ví dụ 18: Một nguồn âm S phát ra âm có tần số xác định. Năng lượng âm truyền đi phân phối đều trên mặt cầu tâm S bán kính d. Bỏ qua sự phản xạ của sóng âm trên mặt đất và các vật cản. Tại điểm A cách nguồn âm S 100 m, mức cường độ âm là 20 dB. Xác định vị trí điểm B để tại đó mức cường độ âm bằng 0.

A. 1000 m. B. 100 m. C. 10 m. D. 1 m.

Lời giải

Sử dụng **hệ quả 1** ta có ngay: $L_A-L_B=20\log\frac{r_B}{r_A}\Rightarrow L_A=L_B+20\log\frac{r_B}{r_A}=20\log\frac{r_B}{r_A}$

$$\Rightarrow 20=20\log\frac{r_B}{100}\Rightarrow\frac{r_B}{100}=10\Rightarrow r_B=1000$$

Đáp án A.

Ví dụ 19: Ba điểm A, B, C thuộc nửa đường thẳng từ A. Tại A đặt một nguồn phát âm đẳng hướng có công suất thay đổi. Khi $P=P_1$ thì mức cường độ âm tại B là 60 dB, tại C là 20 dB. Khi $P=P_2$ thì mức cường độ âm tại B là 90 dB và mức cường độ âm tại C là

A. 50 dB. B. 60 dB. C. 10 dB. D. 40 dB.

Lời giải

Sử dụng **hệ quả 1** ta có ngay: $\begin{cases}L_{C_1}-L_{B_1}=20\log\frac{r_B}{r_C}\\ L_{C_2}-L_{B_2}=20\log\frac{r_B}{r_C}\end{cases}$

$$\Rightarrow L_{C_1}-L_{B_1}=L_{C_2}-L_{B_2}\Rightarrow L_{C_2}=L_{C_1}-L_{B_1}+L_{B_2}=20-60+90=50$$

Đáp án A.

Ví dụ 20: Tại một điểm nghe được đồng thời hai âm: âm truyền tới có mức cường độ âm là 65 dB, âm phản xạ có mức cường độ âm là 60 dB. Mức cường độ âm toàn phần tại điểm đó là:

A. 5 dB. B. 125 dB. C. 66,19 dB. D. 62,5 dB.

Lời giải

Gọi I_1 và I_2 là cường độ âm tới và âm phản xạ tại điểm đó.

Khi đó cường độ âm toàn phần là $I=I_1+I_2$.

Theo bài ra ta có $\begin{cases}\lg\frac{I_1}{I_0}=6,5\Rightarrow I_1=10^{6,5}I_0\\ \lg\frac{I_2}{I_0}=6\Rightarrow I_2=10^6I_0\end{cases}$

Từ đó ta có mức cường độ âm toàn phần tại điểm đó là:

$$L=10\lg\frac{I_1+I_2}{I_0}=10\lg\left(10^{6,5}+10^6\right)=66,19$$

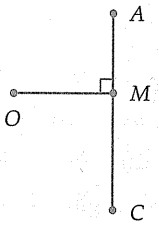
Đáp án C.

Ví dụ 21: Tại O có một nguồn phát âm thanh đẳng hướng với công suất không đổi. Một người đi bộ từ A đến C theo một đường thẳng và lắng nghe âm thanh

từ nguồn O thì nghe thấy cường độ âm tăng từ I đến $4I$ rồi lại giảm xuống I. Khoảng cách AO bằng:

A. $AC\frac{\sqrt{2}}{2}$. B. $AC\frac{\sqrt{3}}{3}$. C. $\frac{AC}{2}$. D. $\frac{AC}{2}$.

Lời giải



Do nguồn phát âm thanh đẳng hướng nên cường độ âm tại điểm cách nguồn khoảng R là $I=\frac{P}{4\pi R^2}$

Giả sử người đi bộ từ A qua M tới C. Theo bài ra ta có: $\begin{cases} I_A = I_C = I \Rightarrow OA = OC \\ I_M = 4I \Rightarrow OA = 2OM \end{cases}$

Khi đi bộ từ A đến C theo đường thẳng AC, cường độ âm tăng từ I đến $4I$ rồi lại giảm xuống I nên I_M đạt giá trị lớn nhất. Suy ra M gần O nhất $\Rightarrow$ OM vuông góc với AC và M là trung điểm của AC.

Theo định lí Pitago, ta có

$$AO^2 = OM^2 + AM^2 = \frac{AO^2}{4} + \frac{AC^2}{4} \Rightarrow 3AO^2 = AC^2 \Rightarrow AO = \frac{AC\sqrt{3}}{3}$$

Đáp án B.

Ví dụ 22: Ba điểm O, M, N cùng nằm trên một nửa đường thẳng xuất phát từ O. Tại O đặt một nguồn điểm phát sóng âm đẳng hướng ra không gian, môi trường không hấp thụ âm. Mức cường độ âm tại M là 70 dB, tại N là 30 dB. Nếu chuyển nguồn âm đó sang vị trí M thì mức cường độ âm tại trung điểm MN khi đó là

A. 36,1 dB. B. 41,2 dB. C. 33,4 dB. D. 42,1 dB.

Lời giải

Ban đầu khi chưa chuyển nguồn âm sang vị trí M, ta có

$$L_M - L_N = 20\log\frac{r_N}{r_M} \Rightarrow 70 - 30 = 20\log\frac{r_N}{r_M} \Rightarrow r_N = 100r_M$$

Khi chuyển nguồn âm sang vị trí M, gọi I là trung điểm của MN. Ta có

$$\begin{cases} r_I = MI = \frac{1}{2}MN = \frac{1}{2}(r_N - r_M) \\ r_N = 100r_M \end{cases}$$

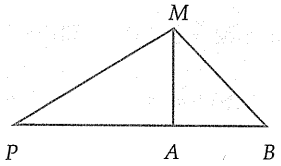
Từ đó ta có $L_I - L_M = 20\log\frac{r_M}{r_I} \Rightarrow L_I = L_M + 20\log\frac{r_M}{r_I} = 70 + 20\log\frac{2}{99} = 36,1$

Đáp án A.

Ví dụ 23: Một nguồn âm P phát ra âm đẳng hướng. Hai điểm A, B nằm cùng trên một phương truyền sóng có mức cường độ âm lần lượt là 40 dB và 30 dB. Điểm M nằm trong môi trường truyền sóng sao cho ΔAMB vuông cân ở A. Xác định mức cường độ âm tại M?

A. 37,54 dB. B. 32,46 dB. C. 35,54 dB. D. 38,46 dB.

Lời giải



Ta có $L_A - L_B = 20\log\frac{r_B}{r_A} \Rightarrow 40 - 30 = 20\log\frac{r_B}{r_A} \Rightarrow r_B = \sqrt{10}r_A$

Vì tam giác AMB vuông cân tại A nên ta có

$$AM = AB = PB - PA = r_B - r_A = \left(\sqrt{10} - 1\right)r_A$$

Theo Pitago ta có $r_M^2 = r_A^2 + AM^2 = r_A^2\left[1+\left(\sqrt{10}-1\right)^2\right]$

Từ đó ta có $L_M - L_A = 20\log\frac{r_A}{r_M} \Rightarrow L_M = L_A + 20\log\frac{r_A}{r_M}$

$$\Rightarrow L_M = 40 + 20\log\frac{1}{\sqrt{1+\left(\sqrt{10}-1\right)^2}} \approx 32,46$$

Đáp án B.

Ví dụ 24: Công suất âm thanh cực đại của một máy nghe nhạc là 10 W. Cho rằng khi truyền đi thì cứ mỗi 1 m thì năng lượng âm lại bị giảm 5% so với năng lượng ban đầu do sự hấp thụ của môi trường. Biết cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12}\,\text{W/m}^2$. Mức cường độ âm lớn nhất ở khoảng cách 6 m gần bằng bao nhiêu?

A. 10,21 dB. B. 10,21 B. C. 1,21 dB. D. 7,35 dB.

Lời giải

Ta có công suất của nguồn ở khoảng cách n (m) (với n là số nguyên) là

$$P_n = P_0.0,95^n$$

Do đó cường độ âm được xác định bởi $I_n = \frac{P_n}{4\pi R_n^2} = \frac{P_0.(0,95)^n}{4\pi R_n^2}$

Vậy mức cường độ âm ở một điểm cách nguồn khoảng n mét là

$$L_n = \log\frac{I_n}{I_0} = \log\frac{P_0.(0,95)^n}{4\pi R_n^2 I_0}$$

Với $n=6$ thì $L = 10,21$ B.

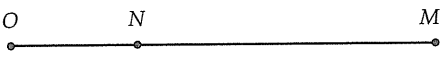
Đáp án B.

Ví dụ 25: Tại vị trí O trong một nhà máy, một còi báo cháy (xem là nguồn điểm) phát âm với công suất không đổi. Từ bên ngoài, một thiết bị xác định mức cường độ âm chuyển động thẳng từ M hướng đến O theo hai giai đoạn với vận tốc ban đầu bằng không và gia tốc có độ lớn $0,4\,\text{m/s}^2$ cho đến khi dừng lại tại N (cổng nhà máy). Biết $NO = 10$ m và mức cường độ âm (do còi phát ra) tại N lớn hơn mức cường độ âm tại M là 20 dB. Cho rằng môi trường truyền âm đẳng hướng và không hấp thụ âm. Thời gian thiết bị đó chuyển động từ M đến N có giá trị gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 27 s. B. 32 s. C. 47 s. D. 25 s.

Lời giải

Đây là một bài có sử dụng kiến thức chuyển động thẳng biến đổi đều lớp 10 đã được học. Sai lầm thường thấy là lời giải sau:



- Ta có

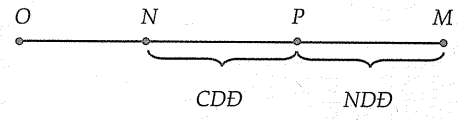
$$L_N - L_M = 10\log\frac{I_N}{I_M} = 10\log\left(\frac{OM}{ON}\right)^2 \Rightarrow 20 = 10\log\left(\frac{OM}{ON}\right)^2 \Rightarrow OM = 10.ON = 100(\text{m}).$$

- Thời gian thiết bị chuyển động từ M đến N với gia tốc có độ lớn $|a| = 0,4\text{m/s}^2$ là

$$MN = \frac{|a|t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2MN}{|a|}} = \sqrt{\frac{2.90}{0,4}} = 21,12(\text{s})$$

- Sai lầm ở đây do việc không đọc kĩ đề bài. Đề bài nói rằng, thiết bị từ M chuyển động với vận tốc ban đầu bằng 0 theo hướng đến O theo *hai giai đoạn* với gia tốc không đổi, và dừng lại tại N.

- Như vậy, giai đoạn 1, vật chuyển động thẳng nhanh dần đều với vận tốc ban đầu bằng 0, với gia tốc có độ lớn $0,4\,m/s^2$ đến vị trí P nào đó, khi đó tại P vật có vận tốc là v. Sau đó, giai đoạn 2, thiết bị chuyển động thẳng chậm dần đều từ vị trí P và dừng tại cổng N.



- Quá trình chuyển động nhanh dần đều từ M đến P:

$$v_P = v_M + |a|t_{MP} = 0 + |a|t_{MP} \Rightarrow t_{MP} = \frac{v_P}{|a|}$$

- Quá trình chuyển động chậm dần đều từ P đến N:

$$v_N = v_P - |a|t_{PN} \Rightarrow 0 = v_P - |a|t_{PN} \Rightarrow t_{PN} = \frac{v_P}{|a|}$$

- Từ đó suy ra $t_{MP} = t_{PN} = t$.

- Quãng đường thiết bị chuyển động từ M đến N là

$$MN = MP + PN = \frac{1}{2}|a|t_{MP}^2 + \frac{1}{2}|a|t_{PN}^2 = \frac{1}{2}|a|t^2 + \frac{1}{2}|a|t^2 = |a|t^2$$

- Thời gian thiết bị chuyển động từ M đến N là

$$\Delta t = t + t = 2t = 2\sqrt{\frac{MN}{|a|}} = 2\sqrt{\frac{90}{0,4}} = 30(s)$$

Đáp án B.

Ví dụ 26: Trong môi trường đẳng hướng và không hấp thụ âm, có 3 điểm thẳng hàng theo đúng thứ tự *A; B; C* với $AB = 100$ m, $AC = 250$ m. Khi đặt tại A một nguồn điểm phát âm công suất P thì mức cường độ âm tại B là 100 dB. Bỏ nguồn âm tại A, đặt tại B một nguồn điểm phát âm công suất $2P$ thì mức cường độ âm tại A và C là

A. 103 dB và 99,5 dB. B. 100 dB và 96,5 dB.

C. 103 dB và 96,5 dB. D. 100 dB và 99,5 dB.

Lời giải

- Ban đầu, đặt tại A một nguồn điểm phát âm công suất P, ta có

$$L_B = 10\log\frac{I}{I_0} = 10\log\frac{P}{4\pi AB^2 I_0} = 100 \text{ dB}.$$

- Lúc sau, bỏ nguồn âm tại A, đặt tại B một nguồn điểm phát âm công suất $2P$ thì mức cường độ âm tại điểm A là:

$$L_A = 10\log\frac{2P}{4\pi AB^2 I_0} = 10\log 2 + 10\log\frac{P}{4\pi AB^2 I_0} = 103 \text{ dB}.$$

- Mức cường độ âm tại C là:

$$L_C = L_A + 10\log\frac{AB^2}{BC^2} = 99,5 \text{ dB}.$$

Đáp án A.

1.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Nguồn âm tại O có công suất không đổi. Trên cùng đường thẳng qua O có ba điểm A, B, C cùng nằm về một phía của O và theo thứ tự xa có khoảng cách tới nguồn tăng dần. Mức cường độ âm tại B kém mức cường độ âm tại A là a (dB), mức cường độ âm tại B hơn mức cường độ âm tại C là $3a$ (dB). Biết $OA = \frac{2}{3}OB$.

Tính tỉ số $\frac{OC}{OA}$

A. $\frac{81}{16}$. B. $\frac{9}{4}$. C. $\frac{27}{8}$. D. $\frac{32}{27}$.

Câu 2: Mức cường độ của một âm là $L = 30$(dB). Hãy tính cường độ của âm này theo đơn vị W/m^2. Biết cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12} W/m^2$. Mức cường độ âm tính theo đơn vị (dB) là:

A. $10^{-18} W/m^2$. B. $10^{-9} W/m^2$.

C. $10^{-3} W/m^2$. D. $10^{-4} W/m^2$.

Câu 3: Hai điểm nằm cùng một phía của nguồn âm, trên cùng một phương truyền âm cách nhau một khoảng bằng a, có mức cường độ âm lần lượt là $L_M = 30$dB và $L_N = 10$dB. Biết nguồn âm là đẳng hướng. Nếu nguồn âm đó đặt tại điểm M thì mức cường độ âm tại N là

A. 12 dB. B. 7 dB. C. 11dB. D. 9 dB.

Câu 4: Tại một phòng nghe nhạc, tại một vị trí: mức cường độ âm tạo ra từ nguồn là 75dB, mức cường độ âm phản xạ ở bức tường phía sau là 72dB. Cường độ âm toàn phần tại vị trí đó là bao nhiêu? (bức tường không hấp thụ âm)

A. 77 dB. B. 79 dB. C. 81 dB. D. 83 dB.

Câu 5: Hai điểm M và N nằm cùng một phía của nguồn âm, trên cùng một phương truyền âm có $L_M = 30$ dB, $L_N = 10$ dB, nếu nguồn âm đó đặt tại M thì mức cường độ âm tại N khi đó là:

A. 12. B. 7. C. 9. D. 11.

Câu 6: Cho 3 điểm A, B, C thẳng hàng, theo thứ tự xa dần nguồn âm. Mức cường độ âm tại A, B, C lần lượt là 40 dB; 35,9 dB và 30 dB. Khoảng cách giữa AB là 30 m và khoảng cách giữa BC là:

A. 78 m. B. 108 m. C. 40 m. D. 65 m.

Câu 7: Trong một bản hợp ca, coi mọi ca sĩ đều hát với cùng cường độ âm và cùng tần số. Khi một ca sĩ hát thì mức cường độ âm là 68 dB. Khi cả ban hợp ca cùng hát thì đo được mức cường độ âm là 80 dB. Số ca sĩ có trong ban hợp ca là:

A. 16 người. B. 12 người.

C. 10 người. D. 18 người.

Câu 8: Một người đứng giữa hai loa A và B. Khi loa A bật thì người đó nghe được âm có mức cường độ 76 dB. Khi loa B bật thì nghe được âm có mức cường độ 80 dB. Nếu bật cả hai loa thì nghe được âm có mức cường độ bao nhiêu?

A. 156 dB. B. 4 dB. C. 81,46 dB. D. 110 dB.

Câu 9: Công suất âm thanh cực đại của một máy nghe nhạc gia đình là 10 W. Cho rằng cứ truyền trên khoảng cách 1 m, năng lượng âm bị giảm 5% so với lần đầu do sự hấp thụ của hấp thụ của môi trường truyền âm. Biết $I_0 = 10^{-12} W/m^2$. Nếu mở to hết cỡ thì mức cường độ âm ở khoảng cách 6 m là:

A. 98 dB. B. 89 dB. C. 107 dB. D. 102 dB.

ĐÁP ÁN

1.A	2.B	3.C	4.A	5.D	6.A	7.A	8.C	9.D

2. Bài toán liên quan đến dây đàn, sáo

Để làm bài toán liên quan đến dây đàn, sáo cần chú ý đến điều kiện để có sóng dừng trên dây đàn, trong ống sáo (xem lại phần lí thuyết).

Ví dụ 1: Trên sợi dây đàn 65 cm sóng ngang truyền với tốc độ 572 m/s. Dây đàn phát ra bao nhiêu họa âm (kể cả âm cơ bản) trong vùng âm nghe được?

A. 45. B. 22. C. 30. D. 37.

Lời giải

Dây đàn có hai đầu lag nút, chiều dài dây thỏa mãn

$$l = n\frac{\lambda}{2} = n\frac{v}{2f} \Rightarrow f = n\frac{v}{2l} = 440n$$

Để dây đàn phát ra họa âm trong vùng nghe được thì $16 \le f \le 20000$, tức là ta có

$$16 \le 440n \le 20000 \Leftrightarrow 0,036 \le n \le 45,45$$

Có 45 giá trị nguyên thỏa mãn.

Đáp án A.

Ví dụ 2: Một ống khí có một đầu bịt kín, một đầu hở tạo ra âm cơ bản có tần số 112 Hz. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 336 m/s. Bước sóng dài nhất của các họa âm mà ống này tạo ra bằng:

A. 1 m. B. 0,8 m. C. 0,2 m. D. 2 m.

Lời giải

Điều kiện để có sóng dừng trong ống:

$$l = (2k+1).\frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = \frac{4l}{2k+1} \quad (*)$$

(l là chiều dài của cột khí trong ống, đầu kín là nút đầu hở là bụng của sóng dừng trong ống khí). Từ đó ta có

$$f = \frac{v}{f} = (2k+1).\frac{v}{4l} = (2k+1).f_0 \qquad \left(f_0 = \frac{v}{4l}\right)$$

(f_0: tần số âm cơ bản). Theo bài ra ta có:

$$f_0 = 112Hz \Rightarrow \frac{v}{4l} = 112 \Rightarrow l = \frac{v}{4.112} = 0,75 \text{ (m)}$$

Từ $(*)$ ta thấy các họa âm có λ_{max} khi $(2k+1)_{min}$, suy ra $(2k+1) = 3$ (với $k = 1$).

Vậy $\lambda_{max} = \frac{4l}{3} = 1$ (m).

Đáp án A.

Ví dụ 3: Một ống sáo dài 80 cm, một đầu bịt kín một đầu hở, biết vận tốc truyền âm trong không khí là 340 m/s. Xác định tần số lớn nhất mà ống sáo phát ra mà mọt người bình thường có thể nghe được?

A. 19,87 kHz. B. 19, 98 kHz. C. 18,95 kHz. D. 19,66 kHz.

Lời giải

Ống sáo một đầu kín một đầu hở nên chiều dài ống sáo thỏa mãn

$$l = (2k+1)\frac{\lambda}{4} = (2k+1)\frac{v}{4f} \Rightarrow f = (2k+1)\frac{v}{4l}$$

Để người bình thường có thể nghe được thì $f \le 20000Hz$. Từ đó ta có

$\Rightarrow (2k+1)\frac{v}{4l} \le 20000 \Rightarrow k \le 93,6; k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k_{max} = 93 \Rightarrow f_{max} \approx 19,87.10^3 \text{Hz}.$

Đáp án A.

Ví dụ 4: Cột khí trong ống thủy tinh có độ cao l có thể thay đổi được nhờ điều chỉnh mực nước trong ống. Đặt một âm thoa trên miệng ống thủy tinh đó. Khi âm thoa dao động, nó phát ra âm cơ bản, ta thấy trong cột khí có một sóng dừng ổn định. Khi độ cao của cột khí nhỏ nhất $l_0 = 13$ cm ta nghe đuược âm to nhất, biết đầu A hở là một bụng sóng, đầu B là nút, tốc độ truyền âm là 340 m/s. Tần số âm do âm thoa phát ra là:

A. 563,8 Hz. B. 658 Hz. C. 653,8 Hz. D. 365,8 Hz.

Lời giải

Khi ta nghe được âm to nhất thì ống thủy tinh có đáy là nút, đầu hở là bụng nên chiều dài cột lúc này thỏa mãn $l = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$. Theo bài ra ta có khi độ cao cột khí là nhỏ nhất thì ta nghe đuược âm to nhất, tức là ta có $k = 0$.

Do đó $l_0 = \frac{\lambda}{4} = 13 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 52 \text{ cm} = 0,52 \text{ m}$

Suy ra tần số do âm thoa phát ra là $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0,52} = 653,8 \text{Hz}$.

Đáp án C.

Ví dụ 5: Một âm thoa có tần số dao động riêng 850 Hz được đặt sát miệng một ông nghiệm hình trụ đáy kín đặt thẳng đứng cao 80 cm. Đổ dần nước vào ống nghiệm đến độ cao 30 cm thì thấy âm được khuếch đại lên rất mạnh. Biết tốc độ truyền âm trong không khí có giá trị nằm trong khoảng $300 \text{m/s} \le v \le 350 \text{m/s}$. Hỏi khi tiếp tục đổ nước thêm vào ống thì có thêm mấy vị trí của mực nước cho âm được khuếch đại?

A. 1. B. 2. C. 3. D. 4.

Lời giải

- Khi đổ dần nước vào ống nghiệm đến độ cao 30 cm thì thấy âm đuược khuếch đại rất mạnh, có nghĩa là khi đó hiện tượng sóng dừng xảy ra, âm nghe được to nhất do tại đáy ống hình thành một nút sóng, miệng ống hình thành một bụng sóng. Mặt khác, nước cao 30 cm thì cột không khí cao 50 cm. Từ đó ta có

$$300\left(\frac{1}{4.850} + k\frac{1}{2.850}\right) \le 0,5 = \frac{\lambda}{4} + k\frac{\lambda}{2} = v\left(\frac{1}{4f} + k\frac{1}{2f}\right) \le 350\left(\frac{1}{4.850} + k\frac{1}{2.850}\right)$$

$$\Rightarrow v = \frac{0,5}{\frac{1}{4.850} + 2.\frac{1}{2.850}} = 340.$$

- Từ đó dễ thấy $\lambda = 40$ cm.

- Khi tiếp tục đổ nước vào ống thì chiều dài cột khí giảm dần, và để âm khuếch đại mạnh thì chiều dài cột khí phải thỏa mãn

$$0 < l = \frac{\lambda}{4} + k\frac{\lambda}{2} = 10 + k.20 < 50 \Rightarrow -0,5 < k < 2 \Rightarrow k = 0; 1$$

Vậy khi đổ thêm nước vào thì có thêm 2 vị trí làm cho âm khuếch đại rất mạnh

Đáp án B.

Ví dụ 6: Trong âm nhạc, khoảng cách giữa hai nốt nhạc trong một qãng được tính bằng cung và nửa cung (nc). Mỗi quãng tám được chia thành 12 nc. Hai nốt nhạc cách nhau nc thì hai âm (cao, thấp) tương ứng với hai nốt nhạc này có tần số thỏa mãn $f_c^{12} = 2f_t^{12}$. Tập hợp tất cả các âm trong một quãng tám gọi là một gam (âm giai). Xét một gam với khoảng cách từ nốt Đồ đến các nốt tiếp theo Rê, Mi, Fa, Sol, La, Si, Đô tương ứng là 2 nc, 4 nc, 5 nc, 7 nc, 9 nc, 11 nc, 12 nc. Trong gam này, nếu âm ứng với nốt La có tần số 440 Hz thì âm ứng với nốt Sol có tần số là

A. 330 Hz. B. 392 Hz. C. 494 Hz. D. 415 Hz.

Lời giải

- Trong âm nhạc, ta biết cao độ tăng dần: Đồ Rê Mi Fa Sol La Si Đô.
- Gọi tần số ứng với nốt Sol là f_7 và ứng với nốt La là f_9. Hai nốt này cách nhau 2 nc.
- Theo bài ra, hai nốt nhạc cách nhau nửa cung thì hai âm (cao, thấp) tương ứng với hai nốt nhạc này.

Sử dụng công thức này ta được $f_9 = \sqrt[12]{2} f_8 = \left(\sqrt[12]{2}\right)^2 f_7$.

- Từ đó suy ra âm ứng với nốt Sol có tần số là $f_7 = \dfrac{440}{\left(\sqrt[12]{2}\right)^2} = 392$ Hz.

Đáp án B.

ĐỀ KIỂM TRA CHƯƠNG 2. SÓNG CƠ

Câu 1: Chọn phát biểu đúng khi nói về sóng vô tuyến?

A. Bước sóng càng dài thì năng lượng sóng càng lớn.

B. Sóng dài bị nước hấp thụ rất mạnh.

C. Sóng ngắn có năng lượng nhỏ hơn sóng trung.

D. Ban đêm sóng trung truyền xa hơn ban ngày.

Câu 2: Trong các kết luận sau, tìm kết luận sai

A. Âm sắc là một đặc tính sinh lý của âm phụ thuộc vào các đặc tính vật lý là tần số và biên độ.

B. Độ cao là một đặc tính sinh lý của âm phụ thuộc vào các đặc tính vật lý là tần số và năng lượng âm.

C. Độ to là một đặc tính sinh lý của âm phụ thuộc vào các đặc tính vật lý là mức cường độ âm và tần số âm.

D. Nhạc âm là những âm có tần số xác định. Tạp âm là những âm không có tần số xác định

Câu 3: Phát biểu nào sau đây là đúng? Hiện tượng giao thoa sóng xảy ra khi có sự gặp nhau của

A. hai sóng xuất phát từ hai nguồn dao động cùng pha, cùng biên độ.

B. hai sóng xuất phát từ hai nguồn dao động cùng phương, cùng tần số và có độ lệch pha không đổi.

C. hai dao động cùng chiều, cùng pha.

D. hai sóng chuyển động ngược chiều nhau.

Câu 4: Âm do một chiếc đàn bầu phát ra

A. nghe càng cao khi mức cường độ âm càng lớn.

B. có độ cao phụ thuộc vào hình dạng và kích thước hộp cộng hưởng

C. nghe càng trầm khi biên độ âm càng nhỏ và tần số âm càng lớn.

D. có âm sắc phụ thuộc vào dạng đồ thị dao động của âm.

Câu 5: Hai âm thanh có âm sắc khác nhau là do chúng.

A. khác nhau về tần số và biên độ của các họa âm.

B. khác nhau về đồ thị dao động âm.

C. khác nhau về tần số.

D. khác nhau về chu kỳ của sóng âm.

Câu 6: Sóng dọc

A. chỉ truyền được trong chất rắn.

B. là sóng có phương dao động của các phần tử vật chất trong môi trường luôn hướng theo phương thẳng đứng.

C. không truyền được trong chất rắn.

D. Truyền được trong chất rắn, lỏng, khí.

Câu 7: Chọn phát biểu sai về sóng âm

A. Sóng âm trong không khí là sóng dọc cơ học.

B. Thiết bị tạo ra âm sắc trong các nhạc cụ là hộp cộng hưởng.

C. Độ cao của âm là đặc trưng sinh lí của âm gắn liền với tần số âm.

D. Đồ thị âm do đàn Ghita phát ra có dạng đường sin.

Câu 8: Khi nói về sự phản xạ của sóng cơ trên vật cản cố định, phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Tần số của sóng phản xạ luôn lớn hơn tần số của sóng tới.

B. Tần số của sóng phản xạ luôn nhỏ hơn tần số của sóng tới.

C. Sóng phản xạ luôn cùng pha với sóng tới ở điểm phản xạ.

D. Sóng phản xạ luôn ngược pha với sóng tới ở điểm phản xạ.

Câu 9: Đặc điểm nào sau đây đúng với nhạc âm?

A. Tần số luôn thay đổi theo thời gian.

B. Đồ thị dao động âm luôn là hình sin.

C. Biên độ dao động âm không đổi theo thời gian.

D. Đồ thị dao động âm là những đường tuần hoàn có tần số xác định.

Câu 10: Khi nói về sóng âm, phát biểu nào sau đây là sai?

A. Sóng âm truyền được trong các môi trường rắn, lỏng và khí.

B. Sóng âm trong không khí là sóng ngang

C. Ở cùng một nhiệt độ, tốc độ truyền sóng âm trong không khí nhỏ hơn tốc độ truyền sóng âm trong nước.

D. Sóng âm trong không khí là sóng dọc.

Câu 11: Sóng dọc truyền được trong các môi trường

A. rắn, lỏng và chân không.

B. khí, rắn và chân không.

C. rắn, lỏng và khí.

D. rắn và trên bề mặt chất lỏng.

Câu 12: Ở mặt nước có hai nguồn sóng dao động theo phương vuông góc với mặt nước, có cùng phương trình $u = A\cos(\omega t)$. Trong miền gặp nhau của hai sóng, những điểm mà ở đó các phần tử nước dao động với biên độ cực đại sẽ có hiệu đường đi của sóng từ hai nguồn đến đó bằng

A. một số lẻ lần nửa bước sóng.

B. một số lẻ lần bước sóng.

C. một số nguyên lần nửa bước sóng.

D. một số nguyên lần bước sóng.

Câu 13: Khi nói về sóng âm, phát biểu nào sau đây là sai?

A. Sóng âm truyền được trong các môi trường rắn, lỏng và khí.

B. Sóng âm trong không khí là sóng dọc.

C. Ở cùng một nhiệt độ, tốc độ truyền sóng âm trong không khí nhỏ hơn tốc độ truyền sóng âm trong nước.

D. Sóng âm trong không khí là sóng ngang.

Câu 14: Khi sóng âm truyền từ môi trường không khí vào môi trường nước thì

A. tần số của sóng không thay đổi.

B. chu kì của nó tăng.

C. bước sóng của nó giảm.

D. bước sóng của nó không thay đổi.

Câu 15:Tại một điểm, đại lượng đo bằng năng lượng mà sóng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt tại điểm đó, vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian là

A.cường độ âm. B.độ cao của âm.
C.độ to của âm. D.mức cường độ âm.

Câu 16:Khi nói về sóng cơ, phát biểu nào sau đây sai?

A.Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó ngược pha nhau.

B.Sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương trùng với phương truyền sóng gọi là sóng dọc.

C.Sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng gọi là sóng ngang.

D.Tại một điểm của môi trường có sóng truyền qua, biên độ của sóng là biên độ dao động của phần tử môi trường.

Câu 17:Một âm có tần số xác định truyền lần lượt trong nhôm, nước, không khí với tốc độ tương ứng là v_1, v_2, v_3. Nhận định nào sau đây đúng?

A. $v_2 > v_1 > v_3$. B. $v_1 > v_2 > v_3$.
C. $v_3 > v_2 > v_1$. D. $v_1 > v_3 > v_2$.

Câu 18:Tại một vị trí trong môi trường truyền âm, một sóng âm có cường độ âm I. Biết cường độ âm chuẩn là I_0. Mức cường độ âm L của sóng âm này tại vị trí đó được tính bằng công thức

A.$L(dB) = 10\lg\frac{I}{I_0}$. B.$L(dB) = 10\lg\frac{I_0}{I}$.

C.$L(dB) = \lg\frac{I}{I_0}$. D.$L(dB) = \lg\frac{I_0}{I}$.

Câu 19:Khi nói về siêu âm, phát biểu nào sau đây sai?

A.Siêu âm có thể truyền được trong chất rắn.
B.Siêu âm có tần số lớn hơn 20 kHz.
C.Siêu âm có thể truyền được trong chân không.
D.Siêu âm có thể bị phản xạ khi gặp vật cản.

Câu 20:Cho các chất sau: không khí ở 0^0, không khí ở 25^0C, nước và sắt. Sóng âm truyền nhanh nhất trong

A.không khí ở 25^0C. B.nước.
C.không khí ở 0^0. D.sắt.

Câu 21:Sóng truyền trên một sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do. Muốn có sóng dừng trên dây thì chiều dài sợi dây phải bằng

A.một số chẵn lần một phần tư bước sóng.
B.một số lẻ lần nửa bước sóng.
C.một số nguyên lần bước sóng.
D.một số lẻ lần một phần tư bước sóng.

Câu 22:Sóng âm không truyền được trong

A.chân không. B.chất rắn.
C.chất lỏng. D.chất khí.

Câu 23:Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp dao động điều hòa cùng pha theo phương thẳng đứng. Coi biên độ sóng không đổi khi sóng truyền. Trên mặt nước, trong vùng giao thoa, phần tử tại *M* dao động với biên độ cực đại khi hiệu đường đi của hai sóng từ hai nguồn truyền tới *M* bằng

A.một số nguyên lần bước sóng.
B.một số nguyên lần nửa bước sóng.
C.một số lẻ lần nửa bước sóng.
D.một số lẻ lần một phần tư bước sóng.

Câu 24:Trên một sợi dây đàn hồi đang có sóng dừng. Khoảng cách từ một nút đến một bụng kề nó bằng

A.một nửa bước sóng.
B.hai bước sóng.
C.một phần tư bước sóng.
D.một bước sóng.

Câu 25:Âm sắc là một đặc tính sinh lý của âm được hình thành dựa vào các đặc tính của âm là

A.Biên độ và tần số. B.Tần số và bước sóng.
C.Biên độ và bước sóng. D.Cường độ và tần số.

Câu 26:Một sóng cơ lan truyền trong một môi trường. Hai điểm trên cùng một phương truyền sóng, cách nhau một khoảng bằng bước sóng có dao động

A.cùng pha. B.ngược pha.
C.lệch pha $\frac{\pi}{2}$ D.lệch pha $\frac{\pi}{4}$.

Câu 27:Một nguồn điểm *O* phát sóng âm có công suất không đổi trong một môi trường truyền âm đẳng hướng và không hấp thụ âm. Hai điểm *A*, *B* cách nguồn âm lần lượt là r_1 và r_2. Biết cường độ âm tại *A* gấp 4 lần cường độ âm tại B. Tỉ số $\frac{r_2}{r_1}$ bằng

A.2. B.$\frac{1}{2}$. C.4. D.$\frac{1}{4}$.

Câu 28:Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về sóng cơ?

A.Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

B.Sóng cơ truyền trong chất lỏng luôn là sóng ngang.

C.Sóng cơ truyền trong chất rắn luôn là sóng dọc.

D.Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

Câu 29:Trên một sợi dây có sóng dừng với bước sóng là λ. Khoảng cách giữa hai nút sóng liền kề là

A.$\frac{\lambda}{4}$. B.λ. C.$\frac{\lambda}{2}$ D.2λ.

Câu 30:Một nguồn âm điểm truyền sóng âm đẳng hướng vào trong không khí với tốc độ truyền âm là *v*. Khoảng cách giữa 2 điểm gần nhau nhất trên cùng hướng truyền sóng âm dao động ngược pha nhau là *d*. Tần số của âm là

A. $\frac{v}{4d}$. B. $\frac{v}{2d}$. C. $\frac{2v}{d}$ D. $\frac{v}{d}$.

Câu 31: Xét điểm M ởtrong môi trường đàn hồi có sóng âm truyền qua. Mức cường độ âm tại M là L (dB). Nếu cường độ âm tại điểm M tăng lên 100 lần thì mức cường độ âm tại điểm đó bằng

A. $L + 20$ (dB). B. $L + 100$ (dB).

C. $100L$ (dB). D. $20L$ (dB).

Câu 32: Một nguồn âm có công suất không đổi đặt tại O trong môi trường đẳng hướng, không hấp thụ âm. Hai điểm M và N trong môi trường tạo với O thành tam giác vuông tại O. Biết $OM = 3$ cm, $ON = 4$ cm. Một máy thu bắt đầu chuyển động nhanh dần đều không vận tốc đầu từ M hướng về N với gia tốc có độ lớn bằng 0,1 m/s². Mức cường độ âm mà máy thu được ở M là 30 dB. Hỏi sau 6 s kể từ khi bắt đầu chuyển động từ M, mức cường độ âm mà máy thu được là bao nhiêu?

A. 30,97 dB. B. 31,94 dB. C. 18,06 dB. D. 19,03 dB.

Câu 33: Tại điểm O đặt hai nguồn âm điểm giống hết nhau phát ra âm đẳng hướng có công suất không đổi. Điểm A cách O một đoạn d (m) có mức cường độ âm là $L_A = 40dB$. Trên tia vuông góc với OA tại A lấy điểm B cách A một khoảng 6 m. Điểm M thuộc đoạn AB sao cho $AM = 4,5$ m và góc MOB có giá trị lớn nhất. Để mức cường độ âm tại M là 50 dB thì cần đặt thêm tại O bao nhiêu nguồn âm nữa?

A. 35. B. 33. C. 25. D. 15.

Câu 34: Trên mặt nước cho hai nguồn sóng kết hợp S_1, S_2 có phương trình $u_1 = u_2 = a\cos(\omega t)$ cm, bước sóng 9 cm. Coi biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền. Trên mặt nước, xét elip nhận S_1 và S_2 là hai tiêu điểm, có hai điểm M và N sao cho: tại M hiệu đường đi của hai sóng từ hai nguồn S_1 và S_2 đến M là $\Delta d_M = d_{1M} - d_{2M} = 2,25$ cm, tại N ta có $\Delta d_N = d_{1N} - d_{2N} = 6,75$ cm. Tại thời điểm t thì vận tốc dao động của M là $v_M = -20\sqrt{3}$ cm/s, khi đó vận tốc dao động tại N là

A. $40\sqrt{3}$ cm/s. B. $-20\sqrt{3}$ cm/s.

C. $-40\sqrt{3}$ cm/s. D. $20\sqrt{3}$ cm/s.

Câu 35: Tại hai điểm A, B trên mặt nước cách nhau 16cm có hai nguồn phát sóng giống nhau. Điểm M nằm trên mặt nước và trên đường trung trực của AB cách trung điểm I của AB một khoảng nhỏ nhất bằng $4\sqrt{5}$ cm luôn dao động cùng pha với I. Điểm N nằm trên mặt nước và nằm trên đường thẳng vuông góc với AB tại A, cách A một khoảng nhỏ nhất bằng bao nhiêu để N dao động với biên độ cực tiểu

A. 9,22 cm. B. 8,75 cm. C. 2,14 cm. D. 8,57 cm.

Câu 36: Tại mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 8 cm. Cho A, B dao động điều hòa, cùng pha, theo phương vuông góc với mặt chất lỏng. Bước sóng của sóng trên mặt chất lỏng là 1 cm. Gọi M, N là hai điểm thuộc mặt chất lỏng sao cho $MN = 4$ cm và $AMNB$ là hình thang cân. Để trên MN có đúng 5 điểm dao động với biên độ cực đại thì diện tích lớn nhất của $AMNB$ là

A. $9\sqrt{5}$ cm². B. $18\sqrt{5}$ cm² C. $9\sqrt{3}$ cm². D. $18\sqrt{3}$ cm².

Câu 37: Trong thí nghiệm giao thoa sóng nước, hai nguồn sóng S_1 và S_2 cách nhau 11 cm dao động theo phương vuông góc với mặt nước với cùng phương trình $u_1 = u_2 = 5\cos(100\pi t)$ mm. Tốc độ truyền sóng $v = 0,5$ m/s và biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền đi. Chọn hệ trục xOy thuộc mặt phẳng mặt nước khi yên lặng, gốc O trùng với S_1, Ox trùng với S_1S_2. Trong không gian, phía trên mặt nước có một chất điểm chuyển động mà hình chiếu P của nó tới mặt nước chuyển động với phương trình quỹ đạo $y = x + 2$ và có tốc độ $v_1 = 5\sqrt{2}$ cm/s. Trong thời gian $t = 2$ s kể từ lúc P có tọa độ $x_p = 0$ thì P cắt bao nhiêu vân cực đại trong vùng giao thoa sóng?

A. 13. B. 14. C. 22. D. 15.

Câu 38: Một người định đầu tư một phòng hát Karaoke hình hộp chữ nhật có diện tích sàn khoảng 18 m², cao 3 m. Dàn âm thanh 4 loa có công suất như nhau đặt tại các góc dưới A, B và các góc A', B' ngay trên A, B. Màn hình gắn trên tường $ABA'B'$. Bỏ qua kích thước của người và loa, coi rằng loa phát âm đẳng hướng và tường hấp thụ âm tốt. Phòng có thiết kế để công suất đến tại người ngồi hát tại M là trung điểm của CD đối diện cạnh AB là lớn nhất. Tai người chịu được cường độ âm tối đa bằng 10 W/m². Công suất lớn nhất của mỗi loa mà tai người còn chịu được xấp xỉ:

A. 796 W. B. 723 W. C. 678 W. D. 535 W.

Câu 39: Một nguồn phát sóng âm có công suất không đổi trong một môi trường truyền âm đẳng hướng và không hấp thụ âm. Một người đứng ở A cách nguồn âm một khoảng d thì nghe thấy âm có cường độ là I. Người đó lần lượt di chuyển theo hai hướng khác nhau, khi theo hướng AB thì người đó nghe thấy âm to nhất là $4I$ và khi đi theo hướng AC thì người đó nghe được âm to nhất có cường độ $9I$. Góc BAC có giá trị xấp xỉ bằng

A. 49°. B. 131°. C. 90°. D. 51°.

Câu 40: Trong môi trường đẳng hướng và không hấp thụ âm, có ba điểm theo thứ tự A, B, C thẳng hàng. Một nguồn âm điểm phát âm với công suất là P và đặt tại O thì mức cường độ âm tại A và C là 30dB. Bỏ nguồn âm tại O đặt tại B một nguồn âm điểm phát âm với công suất 10P/3 thì thấy mức cường độ âm tại O và C bằng nhau và bằng 40dB, khi đó mức cường độ âm tại A **gần với giá trị nào nhất** sau đây?

A. 29dB. B. 34dB. C. 38dB. D. 27dB.

ĐÁP ÁN

1.B	2.D	3.A	4.A	5.D	6.A	7.C	8.C	9.A	10.B
11.B	12.C	13.C	14.C	15.C	16.B	17.A	18.D	19.D	20.A
21.C	22.C	23.C	24.C	25.D	26.B	27.B	28.C	29.C	30.B
31.B	32.A	33.C	34.D	35.C	36.A	37.D	38.C	39.D	40.A

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án D.

Câu 2: Đáp án B.

Độ cao là một đặc tính sinh lý của âm chỉ phụ thuộc vào đặc tính vật lý là tần số âm.

Câu 3: Đáp án B.

Hiện tượng giao thoa sóng xảy ra khi có sự gặp nhau của hai sóng kết hợp, đó là 2 sóng xuất phát từ hai nguồn dao động cùng phương, cùng tần số và có độ lệch pha không đổi.

Câu 4: Đáp án D.

Câu 5: Đáp án B.

Âm sắc phụ thuộc vào đồ thị dao động âm

Câu 6: Đáp án D.

Sóng dọc truyền được trong chất rắn, lỏng và khí (môi trường vật chất), không truyền được trong môi trường chân không.

Câu 7: Đáp án D.

Đồ thị âm do đàn Ghi ta phát ra có dạng là đường phức tạp, khó xác định được dạng đồ thị.

Câu 8: Đáp án D.

Tần số của sóng phản xạ luôn bằng tần số của sóng tới

Vật cản cố định thì sóng phản xạ luôn ngược pha với sóng tới ở điểm phản xạ

Vật cản tự do thì sóng phản xạ luôn cùng pha với sóng tới ở điểm phản xạ

Câu 9: Đáp án D.

Nhạc âm có đồ thị dao động âm là những đường tuần hoàn có tần số xác định.

Câu 10: Đáp án B.

Sóng âm trong không khí là sóng dọc

Câu 11: Đáp án C.

Sóng dọc có bản chất là sóng cơ nên chỉ truyền được trong môi trường rắn, lỏng và khí

Câu 12: Đáp án D.

Do 2 nguồn cùng pha nên tại điểm cực đại thì $d_1 - d_2 = k\lambda$, k là số nguyên

Câu 13: Đáp án D.

Sóng âm trong không khí là sóng dọc

Câu 14: Đáp án A.

Khi truyền sóng từ môi trường này sang môi trường khác thì tần số luôn không đổi nên chu kì sóng cũng không đổi còn bước sóng thay đổi, tăng hay giảm còn tùy thuộc chiết suất của môi trường đối với sóng đó

Câu 15: Đáp án A.

Đại lượng vật lí đo bằng năng lượng mà sóng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt tại điểm đó, vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian là cường độ âm.

Câu 16: Đáp án A.

Theo định nghĩa: Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó **cùng pha** nhau.

Câu 17: Đáp án B.

Vận tốc của âm có tần số xác định truyền trong chất rắn là lớn nhất, sau đó đến chất lỏng và nhỏ nhất trong chất khí, vì thế vận tốc âm sẽ lớn nhất trong nhôm v_1 và nhỏ nhất trong không khí v_3 nên ta có $v_1 > v_2 > v_3$.

Câu 18: Đáp án A.

Câu 19: Đáp án C.

Siêu âm là một loại sóng cơ học chỉ có thể lan truyền trong một môi trường vật chất nên không thể truyền được trong chân không.

Câu 20: Đáp án D.

Sóng âm truyền nhanh nhất trong chất rắn rồi đến chất lỏng và cuối cùng là chất khí. Vậy trong các chất trên thì trong sắt âm truyền nhanh nhất.

Câu 21: Đáp án D.

Sóng truyền trên một sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do. Muốn có sóng dừng trên dây thì chiều dài của sợi dây phải bằng $L = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$ nghĩa là bằng một số lẻ lần một phần tư bước sóng.

Câu 22: Đáp án A.

Sóng âm chỉ truyền được trong một trường vật chất khí, rắn, lỏng, không truyền được trong chân không.

Câu 23: Đáp án A.

Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp dao động điều hòa cùng pha theo phương thẳng đứng. Coi biên độ sóng không đổi khi sóng truyền. Trên mặt nước, trong vùng giao thoa, phần tử tại M dao động với biên độ cực đại khi hiệu đường đi của hai sóng từ hai nguồn truyền tới M bằng một số nguyên lần bước sóng.

Câu 24: Đáp án C.

Khoảng cách giữa nút và bụng kề nó là $\frac{\lambda}{4}$.

Câu 25: Đáp án A.

Âm sắc là một đặc tính sinh lý của âm được hình thành dựa vào các đặc tính của âm là biên độ và tần số.

Câu 26: Đáp án A.

Hai điểm cách nhau một khoảng bằng bước sóng thì cùng pha.

Câu 27: Đáp án A.

Ta có $\frac{I_A}{I_B}=\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{r_2}{r_1}=2$

Câu 28: Đáp án A.

Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

Câu 29: Đáp án C.

Khoảng cách giữa 2 nút sóng liền kề là $\frac{\lambda}{2}$.

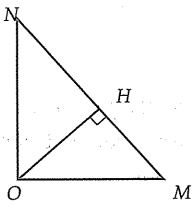
Câu 30: Đáp án B.

$d=\frac{\lambda}{2}=\frac{v}{2f}$ nên từ đó ta có $f=\frac{v}{2d}$.

Câu 31: Đáp án A.

$L_2-L=10\log\frac{I_2}{I_1}=20dB$

Câu 32: Đáp án B.



Quãng đường mà máy thu đi được trong 6 s:

$$S=\frac{1}{2}at^2=1,8\text{ cm}$$

Áp dụng hệ thức lượng trong tam giác

$\frac{1}{OH^2}=\frac{1}{OM^2}+\frac{1}{ON^2}\Rightarrow OH=2,4\text{ cm}$

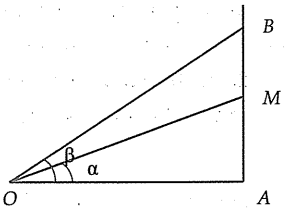
Dễ thấy rằng $MH=1,8\text{ cm}$

Vậy H chính là vị trí mà máy thu đi qua sau 6 s

Ta có $\begin{cases}L_M=10\log\frac{P}{I_0 4\pi OM^2}\\ L_H=10\log\frac{P}{I_0 4\pi OH^2}\end{cases}$

$\Rightarrow L_H-L_M=20\log\frac{OM}{OH}\Rightarrow L_H=31,94\text{dB}$

Câu 33: Đáp án B.



Ta có $\tan\alpha=\frac{AM}{d}$, $\tan\beta=\frac{AB}{d}$

$\Rightarrow \tan\widehat{MOB}=\frac{AB-AM}{d+\frac{AM.AB}{d}}\le\frac{AB-AM}{2\sqrt{AM.AB}}$

$\widehat{MOB}$ lớn nhất khi $d=\sqrt{AM.AB}=3\sqrt{3}$ m

Tính được khoảng cách từ nguồn âm O đến điểm M là:

$OM=\frac{3\sqrt{21}}{2}$ cm.

Mức cường độ âm tại A do hai nguồn âm công suất P gây ra: $L_A=10\log\frac{2P}{I_0 4\pi d^2}$

Mức cường độ âm tại M do n nguồn âm công suất P gây ra: $L_M=10\log\frac{nP}{I_0 4\pi OM^2}$

Từ đó $L_B-L_A=10\log\frac{nd^2}{OM^2}\Leftrightarrow\frac{nd^2}{OM^2}=10\Rightarrow n=35$

Vậy cần phải đặt thêm 33 nguồn âm khác nữa

Câu 34: Đáp án D.

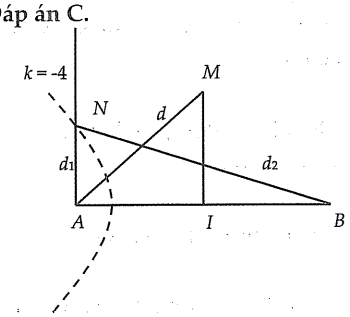
Phương trình dao động của các điểm M và N được xác định bởi

$$u_M=2a\cos\left(\pi\frac{d_{1M}-d_{2M}}{\lambda}\right)\cos\left(\omega t+\pi\frac{d_{1M}+d_{2M}}{\lambda}\right)$$
$$=\sqrt{2}a\cos\left(\omega t+\pi\frac{d_{1M}+d_{2M}}{\lambda}\right)$$
$$u_N=2a\cos\left(\pi\frac{d_{1N}-d_{2N}}{\lambda}\right)\cos\left(\omega t+\pi\frac{d_{1N}+d_{2N}}{\lambda}\right)$$
$$=-\sqrt{2}a\cos\left(\omega t+\pi\frac{d_{1N}+d_{2N}}{\lambda}\right)$$

Các điểm nằm trên cùng elip nên $d_{1M}+d_{2M}=d_{1N}+d_{2N}$

$\frac{v_M}{v_N}=-1\Rightarrow v_N=20\sqrt{3}$ cm/s

Câu 35: Đáp án C.



Để M dao động cùng pha và gần I nhất thì $d-\frac{AB}{2}=\lambda$

Mặc khác $d=\sqrt{\left(\frac{AB}{2}\right)^2+IM^2}=12$ cm

Ta thu được $\lambda=4$ cm

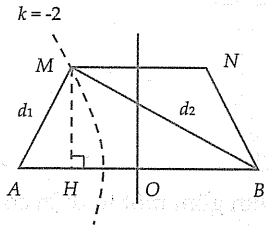
Số điểm dao động với biên độ cực tiểu trên đoạn AB

$-\frac{1}{2}-\frac{AB}{2}\le k\le\frac{AB}{2}-\frac{1}{2}\Rightarrow -4,5\le k\le 3,5$

Để N là một điểm cực tiểu và gần A nhất thì N phải nằm trên hypebol cực tiểu $k=-4$

$\begin{cases}d_1-d_2=-3,5\lambda\\ d_2^2=d_1^2+AB^2\end{cases}\Rightarrow d_1=2,14$ cm

Câu 36: Đáp án B.



Số điểm dao động với biên độ cực đại trên AB

$$-\frac{AB}{\lambda} \le k \le \frac{AB}{\lambda} \Leftrightarrow -8 \le k \le 8$$

Để diện tích $AMNB$ là lớn nhất thì M phải nằm trên cực đại ứng với $k=-2$

$d_1 - d_2 = -2\lambda = -2$ cm

Mặc khác

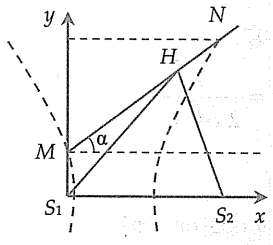
$$\begin{cases} d_1^2 = AH^2 + MH^2 \\ d_2^2 = BH^2 + MH^2 \end{cases} \Rightarrow d_1 + d_2 = \frac{BH^2 - AH^2}{2} = 16 \text{ cm}$$

Ta tính được $d_1 = 7$ cm, từ đó suy ra $MH = 2\sqrt{5}$ cm

Diện tích hình thang

$$S_{AMNB} = \frac{1}{2}(AB + MN)MH = 18\sqrt{5} \text{ cm}^2$$

Câu 37: Đáp án A.



Bước sóng của sóng $\lambda = Tv = 1$ cm

Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng nối hai nguồn

Quãng đường mà P đi được trong khoảng thời gian 2 s

$x = (v_1 \cos\alpha)t = 10$ cm, $y = (v_1 \sin\alpha)t = 10$ cm

Gọi H là một điểm bất kì nằm trên đường thẳng $y = x + 2$

Dễ thấy rằng để M là một cực đại thì $d_1 - d_2 = k\lambda$

Với khoảng giá trị của $d_1 - d_2$ là

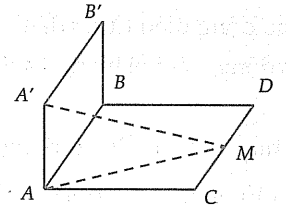
$$MS_1 - MS_2 \le d_1 - d_2 \le NS_1 - NS_2$$

Từ hình vẽ ta có:

$$\begin{cases} MS_1 - MS_2 = 2 - \sqrt{2^2 + 11^2} = -9,18 \text{ cm} \\ MS_1 - MS_2 = \sqrt{10^2 + 12^2} - \sqrt{1^2 + 12^2} \approx 3,57 \text{ cm} \end{cases}$$

Ta thu được $-9,1 \le d_1 - d_2 \le 3,58$. Có tất cả 13 điểm.

Câu 38: Đáp án C.



Cường độ âm do các lọa truyền đến điểm M:

$$I_M = (I_A + I_{A'}) = \frac{P}{2\pi}\left(\frac{1}{a^2 + \frac{b^2}{4}} + \frac{1}{a^2 + \frac{b^2}{4} + h^2}\right)$$

Để I_M là lớn nhất thì biểu thức dưới mẫu phải nhỏ nhất.

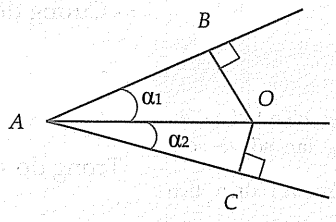
Ta có:

$a^2 + \frac{b^2}{4} \ge \sqrt{ab}$, dấu bằng xảy ra khi $a = \frac{b}{2} \Rightarrow \begin{cases} a = 3 \\ b = 6 \end{cases}$

Giá trị cường độ âm khi đó

$$(I_M)_{max} = \frac{5P_{max}}{108\pi} = 10 \Rightarrow P_{max} = 678 \text{ W}$$

Câu 39: Đáp án A.

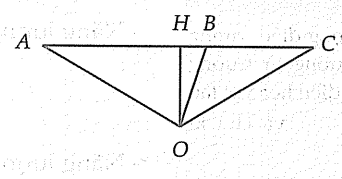


Cường độ âm khi người đó ở các vị trí A, B, C lần lượt là:

$$\begin{cases} I = \frac{P}{4\pi OA^2} \\ 4I = \frac{P}{4\pi OB^2} \\ 9I = \frac{P}{4\pi OC^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{OB}{OA} = \frac{1}{2} = \sin\alpha_1 \\ \frac{OC}{OA} = \frac{1}{3} = \sin\alpha_2 \end{cases}$$

Góc BAC: $\angle(BAC) = \alpha_1 + \alpha_2 = 30 + \arcsin\left(\frac{1}{3}\right) = 49,47^0$

Câu 40: Đáp án B.



Khi đặt nguồn âm tại O thì:

$L_A = L_C = OA = OC \Rightarrow \Delta OAC$ cân tại O.

Suy ra: $\frac{P}{4\pi I_0 OA^2} = \frac{P}{4\pi I_0 OC^2} = 10^{L_A} = 10^{L_C} = 10^3$ (1)

Khi đặt nguồn âm tai B thì:

$L_O = L_C \Rightarrow BC = BO \Rightarrow \Delta BOC$ cân tại B

Suy ra: $\frac{10P}{3.4\pi BO^2 I_0} = \frac{10P}{3.4\pi BC^2 I_0} = 10^{L_O} = 10^{L_C} = 10^4$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra $OA^2 = 3OB^2$,

chuẩn hóa $OB = 1 = BC \Rightarrow OA = \sqrt{3} = OC$

Ta có ΔOAC đồng dạng ΔBOC suy ra

$$\frac{OA}{AC} = \frac{BO}{OC} \Leftrightarrow \frac{\sqrt{3}}{AC} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$\Rightarrow AC = 3 \Rightarrow BA = AC - BC = 2$

Mức cường độ âm tại A lúc này là:

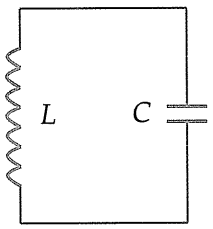
$$L_A = L_B + \log\left(\frac{BC}{BA}\right)^2 = 4 + \log\left(\frac{1}{2}\right)^2 \approx 3,4(\text{B}) = 34(\text{dB})$$

CHƯƠNG 3. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

A. LÍ THUYẾT

I. DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ TRONG MẠCH LC

1. Sự biến thiên điện tích và dòng điện trong mạch dao động



-Mạch dao động là một mạch điện khép kín gồm một tụ điện có điện dung C và một cuộn dây có độ tự cảm L, có điện trở thuần không đáng kể nối với nhau.

- Điện tích trên tụ điện C trong mạch dao động biến thiên điều hòa theo phương trình

$$\boxed{q = q_0\cos(\omega t + \varphi)}$$

- Cường độ dòng điện trên cuộn dây L:

$$\boxed{i = q' = -\omega q_0 \sin(\omega t + \varphi) = I_0 \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)}$$

Trong đó $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ và $I_0 = \omega q_0$.

- Biến thiên của điện trường và từ trường ở trong mạch trên được gọi là dao động điện từ. Nếu không có tác động bên ngoài thì dao động điện từ này được gọi là dao động điện từ tự do.

- Chu kì và tần số riêng của mạch dao động:

$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{LC};\ f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}}$$

Nhận xét

Dòng điện biến thiên điều hòa cùng tần số và sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện tích trong mạch. Điều này tương tự như vận tốc v biến thiên sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với li độ x trong dao động điều hòa.

2. Năng lượng điện từ trong mạch dao động

- Giả sử phương trình của điện tích là $q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$

- Năng lượng điện trường tập trung trong tụ điện

$$\boxed{W_C = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C}\cos^2(\omega t + \varphi)}$$

- Năng lượng từ trường tập trung trong cuộn cảm

$$\boxed{W_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}L\omega^2 q_0^2 \sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C}\sin^2(\omega t + \varphi)}$$

- Năng lượng điện từ toàn phần trong mạch LC là

$$\boxed{W = W_C + W_L = \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C}\cos^2(\omega t + \varphi) + \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C}\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{q_0^2}{2C} = \text{const}}$$

Nhận xét

+ Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên điều hoà với tần số góc $\omega' = 2\omega$ và chu kì $T' = \frac{T}{2}$.

+ Trong quá trình dao động của mạch, năng lượng từ trường và năng lượng điện trường luôn chuyển hóa lẫn nhau, nhưng tổng năng lượng điện từ là một hằng số không đổi.

3. Các loại dao động điện từ

Dao động điện từ tắt dần: Trong thực tế, các mạch dao động LC luôn có sự tiêu hao năng lượng, do điện trở của cuộn dây thực tế là khác 0. Do đó, dao động sẽ dừng lại sau khi năng lượng bị tiêu hao hết. Biên độ của dao động giảm dần theo thời gian. Hiện tượng này được gọi là dao động điện từ tắt dần.

Dao động điện từ duy trì: Để duy trì dao động, ta phải bù đủ và đúng phần năng lượng bị tiêu hao trong mỗi chu kì.

Dao động điện từ cưỡng bức: Khi mắc mạch LC có tần số riêng ω_0 vào nguồn điện có suất điện động biến thiên theo thời gian $e = E_0\cos\omega t$, dòng điện trong

mạch LC buộc phải dao động với tần số ω của nguồn điện. Quá trình này gọi là dao động điện từ cưỡng bức. Khi $\omega = \omega_0$ thì hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch LC đạt giá trị cực đại, đó là sự cộng hưởng trong dao động điện từ.

4. Sự tương tự giữa dao động điện từ và dao động cơ

Đại lượng cơ	Đại lượng điện
x	q
v	i
m	L
k	$\frac{1}{C}$
F	u
μ	R
W_t	W_C
$W_đ$	W_L

Bảng 3.1: Sự tương tự giữa đại lượng cơ và đại lượng điện.

Dao động cơ	Dao động điện
$x'' + \omega^2 x = 0$, với $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$q'' + \omega^2 q = 0$, với $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
$x = A\cos(\omega t + \varphi)$	$q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$
$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$	$i = q' = -\omega q_0\sin(\omega t + \varphi)$
$W = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kA^2$	$W = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C}$

Bảng 3.2: Sự tương tự giữa dao động cơ và dao động điện.

II. ĐIỆN TỪ TRƯỜNG – SÓNG ĐIỆN TỪ

1. Điện từ trường

1.1. Giả thuyết của Mắc-xoen

- Giả thuyết về từ trường biến thiên

Nếu tại một nơi có từ trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một điện trường xoáy. Điện trường xoáy là điện trường có các đường sức điện là những đường cong khép kín, bao quanh các đường cảm ứng từ.

- Giả thuyết về điện trường biến thiên

Nếu tại một nơi có điện trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một từ trường biến thiên. Từ trường này cũng có các đường sức từ là những đường cong khép kín như từ trường tĩnh, bao quanh các đường sức của điện trường.

Chú ý

Không thể có từ trường hoặc điện trường tồn tại riêng rẽ.

Như vậy, điện trường biến thiên và từ trường biến thiên cùng tồn tại trong không gian. Chúng chuyển hóa lẫn nhau trong một trường thống nhất gọi là điện từ trường.

Dưới đây là bảng phân biệt giữa điện trường tĩnh và điện trường xoáy để chúng ta hiểu rõ hơn về điện trường tĩnh, điện trường xoáy:

Điện trường tĩnh	Điện trường xoáy
Được sinh ra xung quanh một điện tích đứng yên	Được sinh ra xung quanh một điện tích dao động hoặc xung quanh một từ trường biến thiên
Có đường sức là đường cong hở, đi ra ở điện tích dương và đi vào điện tích âm	Có đường sức là đường cong khép kín, không phân biệt điểm đầu và điểm cuối
Chỉ biến thiên trong không gian, không biến thiên theo thời gian	Biến thiên cả trong không gian và thời gian

Bảng 3.3: Phân biệt giữa điện trường tĩnh và điện trường xoáy

1.2. Dòng điện dẫn và dòng điện dịch

Khi mạch LC đang dao động thì:

Dòng điện dẫn là dòng điện chạy qua dây dẫn sinh ra từ trường có đường sức từ là đường cong khép kín, bao quanh dòng điện.

STUDY TIP
Dòng điện dịch chỉ là một dòng điện mang tính quy ước và không phải là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện

Theo Mắc-xoen, sự biến thiên của điện trường trong lòng tụ điện sẽ sinh ra một từ trường xoáy. Như vậy điện trường biến thiên trong lòng tụ cũng tạo ra từ trường xoáy giống như dòng điện chạy qua dây dẫn. Vì vậy điện trường biến thiên trong lòng của tụ điện được coi như một loại dòng điện. Để phân biệt với dòng điện dẫn chạy qua dây dẫn, điện trường biến thiên trong lòng tụ điện được gọi là **dòng điện dịch**.

Vậy, mạch dao động LC tồn tại hai loại dòng điện: **dòng điện dẫn chạy trong dây dẫn của cuộn cảm và dòng điện dịch do điện trường biến thiên trong lòng tụ điện sinh ra.**

2. Sóng điện từ

Xét một điện tích q dao động điều hòa với tần số f. Cường độ điện trường do điện tích đó sinh ra tại một điểm cố định xung quanh điện tích sẽ biến thiên cùng tần số. Theo Mắc-xoen, tại điểm đó có một từ trường xoáy biến thiên, từ trường xoáy biến thiên lại sinh ra một điện trường xoáy biến thiên khác, điện trường xoáy biến thiên lại sinh ra một từ trường xoáy khác,... cứ như vậy quá trình liên tiếp diễn ra và ta nói rằng sóng điện từ được truyền đi.

2.1. Định nghĩa

> Sóng điện từ là quá trình lan truyền điện từ trường biến thiên trong không gian.

2.2. Đặc điểm

- Sóng điện từ truyền được trong mọi môi trường vật chất, kể cả trong chân không. Đây chính là sự khác biệt giữa sóng điện từ và sóng cơ.

- Vận tốc lan truyền sóng điện từ trong chân không bằng vận tốc ánh sáng $c = 3.10^8 \left(\text{m/s}\right)$.

STUDY TIP
Các véctơ $\vec{B}$ và $\vec{E}$ biến thiên tuần hoàn theo không gian và thời gian, và luôn cùng pha.

- Sóng điện từ là sóng ngang. Trong quá trình truyền sóng, các véctơ $\vec{B}$ và $\vec{E}$ luôn vuông góc với nhau, và vuông góc với phương truyền sóng $\vec{v}$. Ba véctơ $\vec{E}, \vec{B}, \vec{v}$ tạo thành một tam diện thuận.

- Bước sóng của sóng điện từ trong chân không là $\lambda = cT$

Trong đó: c là tốc độ ánh sáng, T là chu kì của dao động điện từ.

2.3. Tính chất

- Sóng điện từ mang theo năng lượng khi lan truyền, tỉ lệ với lũy thừa bậc 4 của tần số. Sóng điện từ có tần số càng cao thì khả năng lan truyền càng xa.

- Sóng điện từ tuân theo các quy luật truyền thẳng, phản xạ, khúc xạ, giao thoa, nhiễu xạ,...

2.4. Một số chú ý quan trọng

- Khi sóng điện từ truyền đi, điện trường và từ trường biến thiên cùng pha và có phương vuông góc với nhau (chứ không phải vuông pha).

- Điện trường trong lòng tụ điện biến thiên cùng tần số và cùng pha với hiệu điện thế giữa hai đầu tụ điện: $E=\frac{u}{d}$

Trong đó d là khoảng cách giữa hai tụ.

- Từ trường trong lòng cuộn cảm biến thiên cùng tần số và cùng pha với dòng điện qua cuộn cảm: $B=4\pi 10^{-7} L.i$

Trong đó L là độ tự cảm của cuộn dây.

3. Sóng vô tuyến

3.1. Định nghĩa

> **Sóng vô tuyến** là các sóng điện từ dùng trong vô tuyến, có bước sóng từ vài mét đến vài kilômét.

3.2. Phân loại

Theo tần số và bước sóng, sóng vô tuyến được phân chia thành 4 loại: sóng cực ngắn, sóng ngắn, sóng trung và sóng dài.

Loại sóng	Tần số (MHz)	Bước sóng (m)
Sóng dài	0,003 đến 0,3	10^3 đến 10^5
Sóng trung	0,3 đến 3,0	10^2 đến 10^3
Sóng ngắn	3,0 đến 30	10 đến 10^2
Sóng cực ngắn	30 đến 30000	10^{-2} đến 10

Bảng 3.4: Bảng phân loại sóng vô tuyến

3.3. Đặc tính

Tầng điện li là lớp khí quyển bị ion hóa mạnh bởi ánh sáng Mặt Trời và nằm trong khoảng độ cao từ 80 km đếm 800 km, có ảnh hưởng rất lớn đến sự truyền sóng vô tuyến điện.

Sóng dài có năng lượng thấp, bị nước hấp thụ ít nên được dùng để truyền thông tin dưới nước. Sóng dài ít dùng để truyền thông tin trên mặt đất vì năng lượng nhỏ không thể truyền được đi xa.

Sóng trung ban ngày bị tầng điện li hấp thụ mạnh nên không truyền được đi xa. Ban đêm sóng ít bị hấp thụ, tầng điện li phản xạ nên truyền được đi xa. Do đó, vào ban đêm, ta nghe đài sẽ rõ hơn nghe ban ngày.

Sóng ngắn có năng lượng lớn hơn sóng trung, bị tầng điện li phản xạ đi phản xạ lại nhiều lần từ mặt đất đến tầng điện li. Do vậy, một đài phát sóng ngắn có công suất lớn có thể truyền sóng tới mọi điểm trên bề mặt Trái Đất.

Sóng cực ngắn có năng lượng lớn nhất trong 4 loại sóng kể trên, nó không bị tầng điện li hấp thụ và phản xạ, nên sóng cực ngắn có thể truyền đi rất xa theo đường thẳng, xuyên qua tầng điện li. Do đó, sóng cực ngắn được dùng để truyền thông tin vũ trụ.

Chú ý

Vô tuyến truyền hình dùng sóng cực ngắn, không truyền được đi xa trên bề mặt Trái Đất, không bị tầng điện li hấp thụ hay phản xạ. Muốn truyền hình đi xa, phải có vệ tinh nhân tạo hoặc các đài thu phát sóng trung gian.

4. Truyền thông bằng sóng điện từ

4.1. Mạch dao động kín, mạch dao động hở

- Trong mạch dao động LC, điện trường biến thiên tập trung ở tụ điện C, từ trường biến thiên tập trung ở cuộn dây L. Điện từ trường hầu như không bức xạ ra bên ngoài, mạch này được gọi là *mạch dao động kín*

STUDY TIP
Trong mạch dao động hở, điện từ trường lan tỏa trong không gian thành sóng điện từ và có khả năng đi rất xa.

- Trong mạch dao động LC, khi ta tách hai bản cực của tụ điện C và tách xa các vòng dây cuộn cảm, thì vùng không gian có điện trường biến thiên và từ trường biến thiên được mở rộng dần. Mạch như vậy gọi là *mạch dao động hở*

4.2. Anten

- Anten là một dạng của mạch dao động hở.
- Anten cấu tạo bởi 1 dây dẫn dài, có cuộn cảm ở giữa, đầu trên để hở còn đầu dưới tiếp đất.

4.3. Nguyên tắc phát và thu sóng điện từ

- Để phát sóng điện từ đi xa, người ta mắc phối hợp anten với một máy phát dao động điều hòa (gồm một mạch dao động LC, một tranzito và nguồn điện một chiều để bổ sung năng lượng cho mạch dao động LC). Anten phát ra sóng điện từ với tần số f.
- Để thu sóng điện từ, người ta mắc kết hợp anten với mạch dao động LC có tụ điện có điện dung thay đổi được. Điều chỉnh C để mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng với tần số cần thu, khi đó tín hiệu nhận được là rõ nét nhất, gọi là sự chọn sóng.
- Bước sóng của sóng điện từ mà mạch phát ra, hay thu được là:

$$\lambda = cT = \frac{c}{f} = 2\pi c\sqrt{LC}$$

4.4. Nguyên tắc truyền thông bằng sóng điện từ

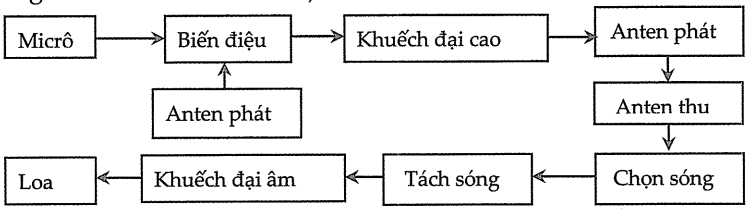
Để truyền được các thông tin như âm thanh, hình ảnh,... đến những nơi xa, người ta đều áp dụng một quy trình chung là:

+ Biến âm thanh, hình ảnh,... muốn truyền đi thành các dao động điện, gọi là các tín hiệu âm tần.

+ Dùng sóng điện từ có tần số cao (cao tần), gọi là sóng mang để truyền các tín hiệu âm tần đi xa qua anten phát.

+ Dùng máy thu với anten thu để chọn và thu lấy sóng điện từ cao tần.

+ Tách tín hiệu ra khỏi sóng cao tần, dùng loa để nghe âm thanh đã truyền tới (hoặc dùng màn hình để xem hình).



Sơ đồ khối của một hệ thống phát thanh và thu thanh dùng sóng điện từ

Hệ thống phát thanh gồm:

- **Dao động cao tần:** Tạo ra sóng mang.
- **Micro:** Biến âm thanh ta nói thành dao động điện âm tần.
- **Mạch biến điệu:** trộn dao động âm tần và dao động cao tần, thành sóng cao tần biến điệu.
- **Khuếch đại cao tần:** khuếch đại dao động cao tần biến điệu để đưa ra anten phát.
- **Anten phát:** phát xạ sóng cao tần đã biến điệu đi xa.

Hệ thống thu thanh gồm:

- **Anten thu:** thu sóng cao tần biến điệu.
- **Chọn sóng:** chọn lọc sóng muốn thu nhờ mạch LC có điện dung biến thiên, thay đổi C để xảy ra hiện tượng cộng hưởng, khi đó sẽ thu được sóng muốn thu.
- **Tách sóng:** lấy ra dao động âm tần từ dao động cao tần biến điệu đã thu được.
- **Khuếch đại âm tần:** làm cho dao động âm tần đã tách được mạnh lên, rồi đưa ra loa.

III. TRẮC NGHIỆM LÍ THUYẾT

1. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Nếu biểu thức điện tích trên hai bản tụ trong mạch dao động LC là $q=q_0\cos(\omega t+\varphi)$ thì biểu thức cường độ dòng điện trong mạch là:

A. $i=\omega q_0\sin(\omega t+\varphi)$ B. $i=\omega q_0\sin(\omega t+\varphi+\pi)$

C. $i=\omega q_0\cos\left(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}\right)$ D. $i=\omega q_0\sin\left(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}\right)$

Lời giải

Cường độ dòng điện trong mạch chính là đạo hàm hạng nhất theo thời gian của điện tích: $i=q'=i=-\omega q_0\sin(\omega t+\varphi)=\omega q_0\cos\left(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}\right)$

Đáp án C

Ví dụ 2: Biểu thức năng lượng điện trường trong mạch dao động LC không chứa điện trở thuần là:

A. $W_C=\frac{q_0^2}{2C}\cos(\omega t+\varphi)$ B. $W_C=\frac{CU_0}{2}\cos^2(\omega t+\varphi)$

C. $W_C=\frac{CU_0^2}{2}\cos^2(\omega t+\varphi)$ D. $W_C=\frac{Uq_0}{2}\cos(\omega t+\varphi)$

Lời giải

Năng lượng điện trường được xác định bởi biểu thức

$$W_C=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}=\frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C}\cos^2(\omega t+\varphi)=\frac{CU_0^2}{2}\cos^2(\omega t+\varphi)$$

Đáp án C

Ví dụ 3: Tìm câu phát biểu sai về sóng điện từ

A. Là sự lan truyền của điện trường và từ trường biến thiên trong không gian.
B. Là sóng ngang.
C. Năng lượng tỉ lệ với luỹ thừa bậc bốn của tần số.
D. Không truyền được trong chân không.

Lời giải

Sóng điện từ truyền được trong chân không. Đây là điểm khác nhau giữa sóng cơ và sóng điện từ.

Đáp án D.

Ví dụ 4: Tìm câu phát biểu sai về điện trường và từ trường biến thiên

A. Điện trường xoáy là điện trường có đường sức là những đường cong kín.
B. Tại nơi có từ trường biến thiên thì xuất hiện điện trường xoáy.
C. Tại nơi có điện trường biến thiên thì xuất hiện từ trường xoáy.
D. Điện trường nào cũng sinh ra từ trường biến thiên và ngược lại.

Lời giải

Chỉ điện trường biến thiên thì mới sinh ra từ trường biến thiên và ngược lại.

Đáp án D.

Ví dụ 5: Sóng điện từ và sóng cơ học có điểm giống nhau là:

A. Đều truyền được trong chân không.

B. Đều là sóng ngang.

C. Đều có tính chất phản xạ, nhiễu xạ, giao thoa.

D. Đều có năng lượng sóng tại một điểm tỉ lệ với luỹ thừa bậc hai của tần số.

Lời giải

Xét các đáp án ta thấy:

A. Sai, bởi vì sóng cơ học không truyền được trong chân không.

B. Sai, bởi vì sóng điện từ là sóng ngang, còn sóng cơ học có thể là sóng ngang, hoặc cũng có thể là sóng dọc.

C. Đúng, sóng điện từ và sóng cơ học đều có bản chất là sóng, nên có thể phản xạ, nhiễu xạ, giao thoa.

D. Sai, bởi vì sóng điện từ có năng lượng tỉ lệ với lũy thừa bậc bốn của tần số.

Đáp án C.

Ví dụ 6: Trong sóng điện từ, dao động của điện trường $\vec{E}$ và từ trường $\vec{B}$ luôn luôn

A. Đồng pha. B. Ngược pha.

C. Vuông pha. D. Lệch pha nhau một góc bất kì.

Lời giải

Véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và véctơ từ trường $\vec{B}$ luôn vuông góc với nhau, và dao động đồng pha.

Đáp án A.

STUDY TIP

Rất nhiều học sinh nhầm lẫn rằng: Véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và véctơ từ trường $\vec{B}$ luôn vuông góc với nhau nên chúng dao động vuông pha với nhau.

Ví dụ 7: Trong mạch dao động, dòng điện trong mạch có đặc điểm nào sau đây?

A. Tần số rất lớn. B. Cường độ rất lớn.

C. Năng lượng rất lớn. D. Chu kì rất lớn.

Lời giải

Trong mạch dao động, do tần số tỉ lệ nghịch với tích căn bậc hai của LC, mà L và C thường có giá trị nhỏ (L cỡ mH, C cỡ μF) nên tần số rất lớn.

Đáp án A.

Ví dụ 8: Tại Hà Nội, một máy đang phát sóng điện từ. Xét một phương truyền có phương thẳng đứng hướng lên. Vào thời điểm t, tại điểm M trên phương truyền, vecto cảm ứng từ đang có độ lớn cực đại và hướng về phía Nam. Khi đó vecto cường độ điện trường có

A. độ lớn cực đại và hướng về phía Đông.

B. độ lớn cực đại và hướng về phía Bắc.

C. độ lớn cực đại và hướng về phía Tây.

D. độ lớn bằng không.

Lời giải

Ta có điện trường và từ trường dao động cùng pha nên khi véctơ cảm ứng từ đang có độ lớn cực đại thì vecto cường độ điện trường cũng có độ lớn cực đại.

Phương và chiều của $\vec{E}$ và $\vec{B}, \vec{v}$ xác định theo quy tắc bàn tay trái: Véctơ vận tốc đâm xuyên vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến các ngón tay là chiều véctơ cảm ứng từ, ngón cái choãi ra 90 độ chỉ chiều véctơ cường độ điện trường. Từ đó suy ra véctơ cảm ứng từ đang hướng về phía nam thì véctơ cường độ điện trường hướng về phía Tây.

Đáp án C.

2. Bài tập tự luyện

Câu 1: Mạch dao động điện từ điều hoà có cấu tạo gồm:

A. nguồn điện một chiều và tụ điện mắc thành mạch kín.

B. nguồn điện một chiều và cuộn cảm mắc thành mạch kín.

C. nguồn điện một chiều và điện trở mắc thành mạch kín.

D. tụ điện và cuộn cảm mắc thành mạch kín.

Câu 2: Mạch dao động điện từ điều hoà LC có chu kỳ

A. phụ thuộc vào L, không phụ thuộc vào C.

B. phụ thuộc vào C, không phụ thuộc vào L.

C. phụ thuộc vào cả L và C.

D. không phụ thuộc vào L và C.

Câu 3: Mạch dao động điện từ điều hoà gồm cuộn cảm L và tụ điện C, khi tăng điện dung của tụ điện lên 4 lần thì chu kỳ dao động của mạch

A. tăng lên 4 lần. B. tăng lên 2 lần.

C. giảm đi 4 lần. D. giảm đi 2 lần.

Câu 4: Mạch dao động điện từ điều hoà gồm cuộn cảm L và tụ điện C. Khi tăng độ tự cảm của cuộn cảm lên 2 lần và giảm điện dung của tụ điện đi 2 lần thì tần số dao động của mạch

A. không đổi. B. tăng 2 lần.

C. giảm 2 lần. D. tăng 4 lần.

Câu 5: Mạch dao động điện từ gồm tụ điện C và cuộn cảm L, dao động tự do với tần số góc

A. $\omega = 2\pi\sqrt{LC}$ B. $\omega = \frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$

C. $\omega = \sqrt{LC}$ D. $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Câu 6: Nhận xét nào sau đây về đặc điểm của mạch dao động điện từ điều hoà LC là không đúng?

A. Điện tích trong mạch biến thiên điều hoà.

B. Năng lượng điện trường tập trung chủ yếu ở tụ điện.

C. Năng lượng từ trường tập trung chủ yếu ở cuộn cảm.

D. Tần số dao động của mạch phụ thuộc vào điện tích của tụ điện.

Câu 7: Người ta dùng cách nào sau đây để duy trì dao động điện từ trong mạch với tần số riêng của nó?

A. Đặt vào mạch một hiệu điện thế xoay chiều.

B. Đặt vào mạch một hiệu điện thế một chiều không đổi.

C. Dùng máy phát dao động điện từ điều hoà.

D. Tăng thêm điện trở của mạch dao động.

Câu 8: Khi mắc nối tiếp với C của mạch dao động kín LC một tụ C′ có điện dung bằng C thì tần số dao động riêng của mạch sẽ:

A. tăng 2 lần. B. giảm 2 lần.

C. tăng 2 lần. D. giảm 2 lần.

Câu 9: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Điện trường tĩnh là điện trường có các đường sức điện xuất phát từ điện tích dương và kết thúc ở điện tích âm.

B. Điện trường xoáy là điện trường có các đường sức điện là các đường cong kín.

C. Từ trường tĩnh là từ trường do nam châm vĩnh cửu đứng yên sinh ra.

D. Từ trường xoáy là từ trường có các đường sức từ là các đường cong kín.

Câu 10: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Một từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian, nó sinh ra một điện trường xoáy.

B. Một điện trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian, nó sinh ra một từ trường xoáy.

C. Một từ trường biến thiên tăng dần đều theo thời gian, nó sinh ra một điện trường xoáy biến thiên.

D. Một điện trường biến thiên tăng dần đều theo thời gian, nó sinh ra một từ trường xoáy biến thiên.

Câu 11: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Dòng điện dẫn là dòng chuyển động có hướng của các điện tích.

B. Dòng điện dịch là do điện trường biến thiên sinh ra.

C. Có thể dùng ampe kế để đo trực tiếp dòng điện dẫn.

D. Có thể dùng ampe kế để đo trực tiếp dòng điện dịch.

Câu 12: Phát biểu nào sau đây là không đúng khi nói về điện từ trường?

A. Khi một điện trường biến thiên theo thời gian, nó sinh ra một từ trường xoáy.

B. Điện trường xoáy là điện trường có các đường sức là những đường cong.

C. Khi một từ trường biến thiên theo thời gian, nó sinh ra một điện trường.

D. Từ trường có các đường sức từ bao quanh các đường sức điện.

Câu 13: Phát biểu nào sau đây là không đúng khi nói về điện từ trường?

A. Một từ trường biến thiên theo thời gian sinh ra một điện trường xoáy biến thiên ở các điểm lân cận.

B. Một điện trường biến thiên theo thời gian sinh ra một từ trường xoáy ở các điểm lân cận.

C. Điện trường và từ trường xoáy có các đường sức là đường cong kín.

D. Đường sức của điện trường xoáy là các đường cong kín bao quanh các đường sức từ của từ trường biến thiên.

Câu 14: Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về điện từ trường?

A. Điện trường trong tụ điện biến thiên sinh ra một từ trường giống từ trường của một nam châm hình chữ U.

B. Sự biến thiên của điện trường giữa các bản của tụ điện sinh ra một từ trường giống từ trường được sinh ra bởi dòng điện trong dây dẫn nối với tụ.

C. Dòng điện dịch là dòng chuyển động có hướng của các điện tích trong lòng tụ điện.

D. Dòng điện dịch trong tụ điện và dòng điện dẫn trong dây dẫn nối với tụ điện có cùng độ lớn, nhưng ngược chiều.

Câu 15: Phát biểu nào sau đây về tính chất của sóng điện từ là không đúng?

A. Sóng điện từ là sóng ngang.

B. Sóng điện từ mang năng lượng.

C. Sóng điện từ có thể phản xạ, khúc xạ, giao thoa.

D. Sóng điện từ không truyền được trong chân không.

Câu 16: Phát biểu nào sau đây về tính chất của sóng điện từ là không đúng?

A. Sóng điện từ là sóng ngang.

B. Sóng điện từ mang năng lượng.

C. Sóng điện từ có thể bị phản xạ, khúc xạ, giao thoa.

D. Vận tốc sóng điện từ gần bằng vận tốc ánh sáng.

Câu 17: Hãy chọn câu đúng?

A. Điện từ trường do một tích điểm dao động sẽ lan truyền trong không gian dưới dạng sóng.

B. Điện tích dao động không thể bức xạ sóng điện từ.

C. Vận tốc của sóng điện từ trong chân không nhỏ hơn nhiều vận tốc ánh sáng trong chân không.

D. Tần số của sóng điện từ chỉ bằng nửa tần số dao động của điện tích.

Câu 18: Sóng điện từ là quá trình lan truyền trong không gian của một điện từ trường biến thiên. Kết luận nào sau đây là đúng nhất khi nói về quan hệ giữa véctơ cường độ điện trường và véctơ cảm ứng từ của điện từ trường đó?

A. Véctơ cường độ điện trường và cảm ứng từ biến thiên tuần hoàn cùng tần số.

B. Véctơ cường độ điện trường và cảm ứng từ biến thiên tuần hoàn có cùng pha.

C. Véctơ cường độ điện trường và cảm ứng từ biến thiên tuần hoàn cùng phương.

D. Véctơ cường độ điện trường và cảm ứng từ biến thiên tuần hoàn cùng tần số, cùng pha và có phương vuông góc với nhau.

Câu 19: Sóng điện từ nào sau đây có khả năng xuyên qua tầng điện li?

A. Sóng dài. B. Sóng trung.

C. Sóng ngắn. D. Sóng cực ngắn.

Câu 20: Sóng điện từ nào sau đây bị phản xạ mạnh nhất ở tầng điện li?

A. Sóng dài. B. Sóng trung.

C. Sóng ngắn. D. Sóng cực ngắn.

Câu 21: Sóng điện từ nào sau đây được dùng trong việc truyền thông tin trong nước?

A. Sóng dài. B. Sóng trung.

C. Sóng ngắn. D. Sóng cực ngắn.

Câu 22: Sóng điện từ và sóng âm không có tính chất chung nào sau đây:

A. mang năng lượng.

B. phản xạ, khúc xạ.

C. truyền được trong nước biển.

D. là sóng ngang.

Câu 23: Sóng siêu âm là:

A. sóng điện từ có bước sóng cực ngắn.

B. sóng có thể truyền được trong chân không.

C. sóng cơ học dọc có tần số lớn hơn 20 KHz.

D. sóng cơ học có vận tốc truyền sóng lớn hơn vận tốc âm.

Câu 24: Loại sóng nào sau đây được dùng trong thông tin liên lạc bằng vệ tinh:

A. sóng vô tuyến có bước sóng ngắn.

B. vi sóng.

C. sóng vô tuyến có bước sóng trung.

D. sóng siêu âm.

Câu 25: Đặc điểm nào sau đây không phải là của sóng điện từ?

A. làm cho các phần tử vật chất dao động với tần số bằng tần số sóng khi sóng truyền qua.

B. là sóng ngang.

C. mang năng lượng.

D. truyền được trong chân không.

Câu 26: Sóng nào sau đây được dùng trong truyền hình bằng sóng vô tuyến điện?

A. Sóng dài. B. Sóng trung.

C. Sóng ngắn. D. Sóng cực ngắn.

Câu 27: Nguyên tắc thu sóng điện từ dựa vào

A. hiện tượng cộng hưởng điện trong mạch LC.

B. hiện tượng bức xạ sóng điện từ của mạch dao động hở.

C. hiện tượng hấp thụ sóng điện từ của môi trường.

D. hiện tượng giao thoa sóng điện từ.

Câu 28: Để sóng âm truyền đi rất xa, giải pháp nào sau đây là tối ưu:

A. dựng loa phóng thanh.

B. dùng sóng điện từ làm sóng mang bằng cách biến điệu rồi đưa ra anten phát.

C. dùng anten phát được sóng âm.

D. dựng dây cáp dạng ống như cáp quang để truyền sóng âm.

Câu 29: Tốc độ lan truyền của sóng điện từ:

A. bằng tốc độ ánh sáng trong chân không và giảm khi truyền trong môi trường điện môi.

B. phụ thuộc vào L và C là hai đại lượng đặc trưng cho mạch dao động.

C. dao động điều hòa với tần số góc bằng tần số riêng của mạch dao động tạo ra sóng điện từ.

D. luôn luôn là một hằng số.

Câu 30: Sóng điện từ là quá trình lan truyền của điện từ trường biến thiên, trong không gian. Khi nói về quan hệ giữa điện trường và từ trường của điện từ trường trên thì kết luận nào sau đây là đúng?

A. Véctơ cường độ điện trường và cảm ứng từ cùng phương và cùng độ lớn.

B. Tại mỗi điểm của không gian, điện trường và từ trường luôn luôn dao động ngược pha.

C. Tại mỗi điểm của không gian, điện trường và từ trường luôn luôn dao động lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$.

D. Điện trường và từ trường biến thiên theo thời gian với cùng chu kì.

Câu 31: Phát biểu nào sai khi nói về sóng điện từ?

A. Sóng điện từ là sự lan truyền trong không gian của điện từ trường biến thiên theo thời gian.

B. Trong sóng điện từ, điện trường và từ trường luôn dao động lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$.

C. Trong sóng điện từ, điện trường và từ trường biến thiên theo thời gian với cùng chu kì.

D. Sóng điện từ dùng trong thông tin vô tuyến gọi là sóng vô tuyến.

Câu 32: Khi nói về sóng điện từ, phát biểu nào dưới đây là sai?

A. Trong quá trình truyền sóng điện từ, vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ luôn cùng phương.

B. Sóng điện từ truyền được trong môi trường vật chất và trong chân không.

C. Trong chân không, sóng điện từ lan truyền với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng.

D. Sóng điện từ bị phản xạ khi gặp mặt phân cách giữa hai môi trường.

Câu 33: Đối với sự lan truyền sóng điện từ thì

A. vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ cùng phương với phương truyền sóng còn vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$

B. vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ luôn cùng phương với phương truyền sóng.

C. vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ luôn vuông góc với phương truyền sóng.

D. vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ cùng phương với phương truyền sóng còn vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ vuông góc với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$.

Câu 34: Trong sơ đồ của một máy phát sóng vô tuyến điện, không có mạch (tầng)

A. tách sóng. B. khuếch đại.

C. phát dao động cao tần. D. biến điệu.

Câu 35: Khi nói về sóng điện từ, phát biểu nào dưới đây là sai?

A. Sóng điện từ bị phản xạ khi gặp mặt phân cách giữa hai môi trường.

B. Sóng điện từ truyền được trong môi trường vật chất và trong chân không.

C. Trong quá trình truyền sóng điện từ, vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ luôn cùng phương.

D. Trong chân không, sóng điện từ lan truyền với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng.

Câu 36: Trong mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do, điện tích của một bản tụ điện và cường độ dòng điện qua cuộn cảm biến thiên điều hòa theo thời gian

A. luôn ngược pha nhau. B. với cùng biên độ.

C. luôn cùng pha nhau. D. với cùng tần số.

Câu 37: Sóng điện từ

A. là sóng dọc hoặc sóng ngang.

B. là điện từ trường lan truyền trong không gian.

C. có thành phần điện trường và thành phần từ trường tại một điểm dao động cùng phương.

D. không truyền được trong chân không.

Câu 38: Trong sơ đồ khối của một máy phát thanh dùng vô tuyến không có bộ phận nào dưới đây?

A. Mạch tách sóng. B. Mạch khuyếch đại.

C. Mạch biến điệu. D. Anten.

Câu 39: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về sóng điện từ?

A. Sóng điện từ truyền được trong chân không.

B. Khi sóng điện từ gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì nó có thể bị phản xạ hoặc khúc xạ.

C. Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và của từ trường tại một điểm luôn đồng pha với nhau.

D. Sóng điện từ là sóng ngang nên nó chỉ truyền được trong chất rắn.

Câu 40: Khi nói về sóng điện từ phát biểu nào sau đây là sai?

A. Sóng điện từ mang năng lượng.

B. Sóng điện từ là sóng ngang.

C. Sóng điện từ tuân theo các quy luật giao thoa, nhiễu xạ.

D. Sóng điện từ không truyền được trong chân không.

Câu 41: Tại Hà Nội, một máy đang phát sóng điện từ. Xét một phương truyền có phương thẳng đứng hướng lên. Vào thời điểm t, tại điểm M trên phương truyền, vectơ cảm ứng từ đang có độ lớn cực đại và hướng về phía Nam. Khi đó vectơ cường độ điện trường có

A. độ lớn cực đại và hướng về phía Tây.

B. độ lớn bằng không.

C. độ lớn cực đại và hướng về phía Bắc.

D. độ lớn cực đại và hướng về phía Đông.

Câu 42: Trong sóng điện từ, dao động của điện trường và của từ trường tại một điểm luôn luôn

A. ngược pha nhau. B. lệch pha nhau $\frac{\pi}{4}$

C. đồng pha nhau. D. lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$.

Câu 43: Một mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do với tần số f. Biết giá trị cực đại của cường độ dòng điện trong mạch là I_0 và giá trị cực đại của điện tích trên một bản tụ là q_0. Giá trị của f được xác định là:

A. $\frac{I_0}{2q_0}$ B. $\frac{q_0}{\pi I_0}$ C. $\frac{I_0}{2\pi q_0}$ D. $\frac{q_0}{2\pi I_0}$

Câu 44: Trong mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do thì:

A. năng lượng điện từ của mạch được bảo toàn.

B. năng lượng điện trường tập trung ở cuộn cảm.

C. năng lượng điện trường và năng lượng từ trường luôn không đổi.

D. năng lượng từ trường tập trung ở tụ điện.

Câu 45: Trong một mạch dao động LC, điện tích trên một bản tụ biến thiên theo phương trình $q = q_0 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$. Như vậy:

A. Tại các thời điểm $\frac{T}{4}$ và $\frac{3T}{4}$, dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại, chiều ngược nhau.

B. Tại các thời điểm $\frac{T}{2}$ và T, dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại, chiều ngược nhau.

C. Tại các thời điểm $\frac{T}{4}$ và $\frac{3T}{4}$, dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại, chiều như nhau.

D. Tại các thời điểm $\frac{T}{2}$ và T, dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại, chiều như nhau.

Câu 46: Điện tích của tụ điện trong mạch dao động LC biến thiên theo phương trình $q = q_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \pi\right)$. Tại thời điểm $t = \frac{T}{4}$, ta có:

A. Hiệu điện thế giữa hai bản tụ bằng 0.

B. Dòng điện qua cuộn dây bằng 0.

C. Điện tích của tụ cực đại.

D. Năng lượng điện trường cực đại.

Câu 47: Sự hình thành dao động điện từ tự do trong mạch dao động là do hiện tượng nào sau đây?

A. Hiện tượng cộng hưởng điện.

B. Hiện tượng từ hoá.

C. Hiện tượng cảm ứng điện từ.

D. Hiện tượng tự cảm.

Câu 48: Tần số dao động của mạch LC tăng gấp đôi khi:

A. Điện dung tụ tăng gấp đôi.

B. Độ tự cảm của cuộn dây tăng gấp đôi.

C. Điện dung giảm còn 1 nửa.

D. Chu kì giảm một nửa.

Câu 49: Trong mạch thu sóng vô tuyến người ta điều chỉnh điện dung của tụ điện $C = \frac{1}{4000\pi}(\text{F})$ và độ tự cảm của cuộn dây $L = \frac{1,6}{\pi}(\text{H})$. Khi đó sóng thu được có tần số bao nhiêu? Lấy $\pi^2 = 10$.

A. 100Hz. B. 25Hz. C. 50Hz. D. 200 Hz.

Câu 50: Mạch dao động bắt tín hiệu của một máy thu vô tuyến điện gồm một cuộn cảm $L = 2\mu\text{H}$ và một tụ điện $C_0 = 1800\,\text{pF}$. Nó có thể thu được sóng vô tuyến điện với bước sóng là:

A. 11,3 m. B. 6,28 m. C. 13,1 m. D. 113 m.

ĐÁP ÁN

1.D	2.C	3.B	4.A	5.D	6.D	7.C	8.C	9.C	10.C
11.D	12.B	13.A	14.B	15.D	16.D	17.A	18.D	19.D	20.C
21.A	22.D	23.C	24.A	25.A	26.D	27.A	28.B	29.A	30.D
31.B	32.A	33.C	34.A	35.C	36.D	37.B	38.A	39.D	40.D
41.A	42.C	43.C	44.A	45.D	46.A	47.D	48.D	49.B	50.D

B. PHÂN DẠNG BÀI TẬP VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

I. BÀI TOÁN ĐẠI CƯƠNG VỀ DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

1. Phương pháp

- Sử dụng các công thức về tần số góc, chu kì, tần số, bước sóng của mạch dao động.

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}; T = 2\pi\sqrt{LC}; f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- Bước sóng của sóng điện từ trong chân không:

$$\lambda = \frac{c}{f} = cT$$

- Bước sóng của sóng điện từ trong môi trường có chiết suất *n:*

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{c}{nf}$$

- Máy phát hoặc máy thu sóng điện từ sử dụng mạch dao động LC thì tần số sóng điện từ phát hoặc thu được bằng tần số riêng của mạch. Mạch chọn sóng của máy thu vô tuyến thu được sóng điện từ có bước sóng:

$$\lambda = \frac{c}{f} = cT = 2\pi c\sqrt{LC}$$

- Nếu mạch chọn sóng có cả L và C biến đổi thì bước sóng mà máy thu vô tuyến thu được sẽ thay đổi trong giới hạn:

$$2\pi c\sqrt{L_{\min}C_{\min}} = \lambda_{\min} \le \lambda \le \lambda_{\max} = 2\pi c\sqrt{L_{\max}C_{\max}}$$

- Ghép cuộn cảm:

+ Giả sử ta có hai cuộn cảm có độ tự cảm lần lượt là L_1 và L_2 được ghép thành bộ có độ tự cảm L_b.

+ Nếu hai cuộn cảm ghép song song thì L_b giảm, cảm kháng giảm.

$$\frac{1}{L_{//}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

$$\frac{1}{Z_{L_b}} = \frac{1}{Z_{L_1}} + \frac{1}{Z_{L_2}}$$

+ Nếu hai cuộn cảm ghép nối tiếp thì L_b tăng, cảm kháng tăng.

$$L_{nt} = L_1 + L_2$$

$$Z_{L_b} = Z_{L_1} + Z_{L_2}$$

- Ghép tụ điện:

+ Giả sử có hai tụ điện có điện dung lần lượt là C_1 và C_2 được ghép thành bộ tụ có điện dung $C_{bo} = C_b$.

+ Nếu 2 tụ được ghép song song thì điện dung C_b tăng, dung kháng giảm

$$\begin{cases} C_{//} = C_1 + C_2 \\ \dfrac{1}{Z_{C_b}} = \dfrac{1}{Z_{C_1}} + \dfrac{1}{Z_{C_2}} \end{cases}$$

+ Nếu 2 tụ được ghép nối tiếp thì điện dung C_b giảm, dung kháng tăng.

$$\begin{cases} \dfrac{1}{C_{nt}} = \dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2} \\ Z_{C_b} = Z_{C_1} + Z_{C_2} \end{cases}$$

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một mạch dao động gồm có một cuộn cảm có độ tự cảm $L=10^{-3}$ H và một tụ điện có điện dung điều chỉnh được trong khoảng từ 4 pF đến 400 pF ($1\text{pF}=10^{-12}$F). Mạch này có tần số biến thiên trong khoảng nào?

Lời giải

Vì $f=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ nên tần số tỉ lệ nghịch với căn bậc hai của điện dung C.

Do đó $f_{\max}$ ứng với $C_{\min}$ và $f_{\min}$ ứng với $C_{\max}$.

Ta có $\begin{cases} f_{\min}=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_{\max}}}=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{10^{-3}.400.10^{-12}}}=2,52.10^5\text{ Hz} \\ f_{\max}=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_{\min}}}=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{10^{-3}.4.10^{-12}}}=2,52.10^6\text{ Hz} \end{cases}$

Vậy tần số biến đổi từ $2,52.10^5$ Hz đến $2,52.10^6$ Hz.

Ví dụ 2: Một mạch dao động điện từ LC gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L=2\text{mH}$ và tụ điện có điện dung $C=0,2\mu\text{F}$. Biết dây dẫn có điện trở thuần không đáng kể và trong mạch có dao động điện từ riêng. Xác định chu kì và tần số riêng của mạch.

A. 6.10^3 Hz. B. 7.10^3 Hz. C. 8.10^3 Hz. D. $5.5.10^3$ Hz.

Lời giải

Chu kì của mạch dao động LC là: $T=2\pi\sqrt{LC}=4\pi.10^{-5}=12,57.10^{-5}$ s.

Tần số $f=\dfrac{1}{T}=8.10^3$ Hz.

Đáp án C.

Ví dụ 3: Cho mạch dao động LC. Khi thay $C=C_1$ thì tần số và chu kì dao động trong mạch là f_1 và T_1. Khi thay $C=C_2$ thì tần số và chu kì dao động trong mạch là f_2 và T_2. Hỏi khi thay C bằng một bộ C_1 và C_2 nối tiếp thì tần số và chu kì dao động trong mạch là bao nhiêu?

Lời giải

Khi thay $C=C_1$ thì tần số và chu kì dao động trong mạch là

$$\begin{cases} T_1=2\pi\sqrt{LC_1} \\ f_1=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}} \end{cases}\Rightarrow\begin{cases} \left(\dfrac{2\pi}{T_1}\right)^2=\dfrac{1}{LC_1} \\ f_1^2=\dfrac{1}{4\pi^2}\dfrac{1}{LC_1} \end{cases}\quad(I)$$

Khi thay $C=C_2$ thì tần số và chu kì dao động trong mạch là

$$\begin{cases} T_2=2\pi\sqrt{LC_2} \\ f_2=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}} \end{cases}\Rightarrow\begin{cases} \left(\dfrac{2\pi}{T_2}\right)^2=\dfrac{1}{LC_2} \\ f_2^2=\dfrac{1}{4\pi^2}\dfrac{1}{LC_2} \end{cases}\quad(II)$$

Khi thay C bằng một bộ C_1 và C_2 nối tiếp, ta có điện dung của bộ là

$$\frac{1}{C_b}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}.$$

Cộng vế theo vế các phương trình của hệ (I) và (II) ta có

$$\begin{cases}\left(\frac{2\pi}{T_1}\right)^2+\left(\frac{2\pi}{T_2}\right)^2=\frac{1}{LC_1}+\frac{1}{LC_2}=\frac{1}{L}\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)=\frac{1}{LC_b}=\left(\frac{2\pi}{T_b}\right)^2\\ f_1^2+f_2^2=\frac{1}{4\pi^2}\frac{1}{LC_1}+\frac{1}{4\pi^2}\frac{1}{LC_2}=\frac{1}{4\pi^2L}\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)=\frac{1}{4\pi^2LC_b}=f_b^2\end{cases}$$

Từ đó ta có: $\begin{cases}\frac{1}{T_b^2}=\frac{1}{T_1^2}+\frac{1}{T_2^2}\\ f_b^2=f_1^2+f_2^2\end{cases}$

Ví dụ 4: Cho mạch dao động LC. Khi thay $L=L_1$ thì tần số và chu kì dao động trong mạch là f_1 và T_1. Khi thay $L=L_2$ thì tần số và chu kì dao động trong mạch là f_2 và T_2. Hỏi khi thay C bằng một bộ L_1 và L_2 mắc nối tiếp thì tần số và chu kì dao động trong mạch là bao nhiêu?

Lời giải

Khi thay $L=L_1$ thì tần số và chu kì dao động trong mạch là

$$\begin{cases}T_1=2\pi\sqrt{L_1C}\\ f_1=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C}}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}T_1^2=4\pi^2L_1C\\ \frac{1}{f_1^2}=4\pi^2L_1C\end{cases}(I)$$

Khi thay $L=L_2$ thì tần số và chu kì dao động trong mạch là

$$\begin{cases}T_2=2\pi\sqrt{L_2C}\\ f_2=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_2C}}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}T_2^2=4\pi^2L_2C\\ \frac{1}{f_2^2}=4\pi^2L_2C\end{cases}(II)$$

Khi thay C bằng một bộ L_1 và L_2 mắc nối tiếp, ta có độ tự cảm của bộ là $L_b=L_1+L_2$. Cộng vế theo vế các phương trình của hệ (I) và (II) ta có

$$\begin{cases}T_1^2+T_2^2=4\pi^2C\left(L_1+L_2\right)=T_b^2\\ \frac{1}{f_1^2}+\frac{1}{f_2^2}=4\pi^2C\left(L_1+L_2\right)=\frac{1}{f_b^2}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}T_b=\sqrt{T_1^2+T_2^2}\\ f_b=\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{f_1^2}+\frac{1}{f_2^2}}}\end{cases}$$

Ví dụ 5: Mạch dao động LC có tụ phẳng không khí hình tròn có bán kính R = 48 cm, hai bản tụ cách nhau $d=4$ cm phát ra sóng điện từ có bước sóng 100m. Nếu đưa tấm điện môi cùng kích thước với bản tụ nằm sát 1 bản và có hằng số điện môi là 7, dày 2 cm thì mạch sẽ phát ra sóng điện từ có bước sóng là:

A. 100 m. B. 132,29 m. C. 125 m. D. 175 m.

Lời giải

Ban đầu khi chưa thay đổi, ta có tụ phẳng không khí với ε và $\begin{cases}\lambda=2\pi.c.\sqrt{LC}\\ C=\frac{1.S}{k.4\pi.d}\end{cases}$

Khi thêm bản mỏng, tụ lúc này coi như 1 tụ không khí nối tiếp với tụ có hằng số điện môi là 7. Ta có

$$\begin{cases} \lambda_{nt} = 2\pi.c.\sqrt{LC_{nt}} \\ C_{nt} = \dfrac{C_1.C_2}{C_1 + C_2} \\ C_1 = \dfrac{7.S}{k.4\pi.\dfrac{d}{2}} = 14C \\ C_1 = \dfrac{1.S}{k.4\pi.\dfrac{d}{2}} = 2C \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_{nt} = 2\pi.c.\sqrt{LC_{nt}} \\ C_{nt} = 1,75.C \end{cases}$$

Từ đó ta có bước sóng mạch phát ra là

$$\frac{\lambda_{nt}}{\lambda} = \sqrt{\frac{C_{nt}}{C}} \approx 1,33 \Rightarrow \lambda_{nt} = 1,3229.\lambda = 132,29\,\text{m}$$

Đáp án B.

Ví dụ 6: Một mạch dao động LC lý tưởng gồm cuộn thuần cảm có độ tự cảm không thay đổi và 1 tụ điện có hai bản tụ phẳng đặt song song và cách nhau 1 khoảng cố định. Để phát ra sóng điện từ có tần số dao động tăng gấp 2 lần thì diện tích đối diện của bản tụ phải:

A. tăng 4 lần B. giảm $\sqrt{2}$ lần C. giảm 4 lần D. tăng 2 lần

Lời giải

Ta có $\begin{cases} f_1 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}};\ C_1 = \dfrac{\varepsilon S_1}{k4\pi d} \\ f_2 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}} = 2f;\ C_2 = \dfrac{\varepsilon S_2}{k4\pi d} \end{cases} \Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{S_2}{S_1}} \Rightarrow S_2 = \frac{S_1}{4}$

Đáp án C.

Ví dụ 7: Một mạch dao động gồm cuộn dây thuần cảm L và tụ điện C. Nếu gọi $I_{\max}$ là dòng điện cực đại trong mạch thì hệ thức liên hệ điện tích cực đại trên bản tụ $Q_{\max}$ và $I_{\max}$ là

A. $Q_{\max} = \dfrac{\sqrt{C}}{\pi L} I_{\max}$ B. $Q_{\max} = \dfrac{\sqrt{LC}}{\pi} I_{\max}$

C. $Q_{\max} = \sqrt{LC}.I_{\max}$ D. $Q_{\max} = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}.I_{\max}$

Lời giải

Ta có $I_{\max} = \omega.Q_{\max} = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}.Q_{\max} \Rightarrow Q_{\max} = I_{\max}.\sqrt{LC}$

Đáp án C.

Ví dụ 8: Hai mạch dao động điện từ lý tưởng đang có dao động điện từ tự do. Điện tích của tụ điện trong mạch dao động thứ nhất và thứ hai lần lượt là q_1 và q_2 với tính bằng C. Ở thời điểm t, điện tích của tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch dao động thứ nhất lần lượt là $10^{-9}C$ và 6 mA, cường độ dòng điện trong mạch dao động thứ hai có độ lớn bằng:

A. 10 mA. B. 6 mA. C. 4 mA. D. 8 mA.

Lời giải

Thay $q_1 = 10^{-9}(C)$ vào $4q_1^2 + q_2^2 = 1,3.10^{-17} \Rightarrow q_2 = 3.10^{-9}(C)$.

Lấy đạo hàm hai vế theo thời gian phương trình $4q_1^2 + q_2^2 = 1,3.10^{-17}$ thu được

$$8q_1i_1 + 2q_2i_2 = 0$$

Từ đó tính được $|i_2| = 8mA$.

Đáp án D.

Ví dụ 9: Một mạch dao động LC lý tưởng đang thực hiện dao động điện từ tự do. Biết điện tích cực đại của tụ điện là q_0 và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là I_0. Tại thời điểm cường độ dòng điện trong mạch bằng $0,5I_0$ thì điện tích của tụ điện có độ lớn

A. $\frac{q_0\sqrt{2}}{2}$ B. $\frac{q_0\sqrt{3}}{2}$ C. $\frac{q_0}{2}$ D. $\frac{q_0\sqrt{5}}{2}$

Lời giải

Ta có hệ thức liên hệ: $q_0^2 = q^2 + \frac{i^2}{\omega^2} \Rightarrow |q| = \sqrt{q_0^2 - \frac{i^2}{\omega^2}} = \sqrt{q_0^2 - \frac{(0,5I_0)^2}{\left(\frac{I_0}{q_0}\right)^2}} = \frac{q_0\sqrt{3}}{2}$

Đáp án B.

Ví dụ 10: Một tụ điện có điện dung C tích điện Q_0. Nếu nối tụ điện với cuộn cảm thuần có độ tự cảm L_1 hoặc với cuộn cảm thuần có độ tự cảm L_2 thì trong mạch có dao động điện từ tự do với cường độ dòng điện cực đại là 20 mA hoặc 10 mA. Nếu nối tụ điện với cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L_3 = (9L_1 + 4L_2)$ thì trong mạch có dao động điện từ tự do với cường độ dòng điện cực đại là

A. 9 mA. B. 4 mA. C. 10 mA. D. 5 mA.

Lời giải

- Ta có $I_0 = \omega Q_0 = \frac{Q_0}{\sqrt{LC}}$ suy ra $L = \frac{Q_0^2}{C}.\frac{1}{I_0^2}$, tức là L tỉ lệ với $\frac{1}{I_0^2}$.

Do đó $\frac{1}{I_{03}^2} = 9.\frac{1}{I_{01}^2} + 4.\frac{1}{I_{02}^2}$

- Từ phương trình trên suy ra $I_{03} = 4mA$.

Đáp án B.

Ví dụ 11: Hai mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ tự do với cùng cường độ dòng điện cực đại I_0. Chu kì dao động riêng của mạch thứ nhất là T_1, của mạch thứ hai là $T_2 = 2T_1$. Khi cường độ dòng điện trong hai mạch có cùng độ lớn và nhỏ hơn I_0 thì độ lớn điện tích trên một bản tụ của mạch dao động thứ nhất là q_1 và của mạch dao động thứ hai là q_2. Tỉ số $\frac{q_1}{q_2}$ là

A. 2. B. 1,5. C. 0,5. D. 2, 5.

Lời giải

- Ta có i và q vuông pha nhau, nên ta có $q^2 + \left(\frac{i}{\omega}\right)^2 = Q_0^2$, suy ra

$$\begin{cases} q_1^2+\left(\dfrac{i_1}{\omega_1}\right)^2=Q_{01}^2 \\ q_2^2+\left(\dfrac{i_2}{\omega_2}\right)^2=Q_{02}^2 \end{cases} \xrightarrow{|i_1|=|i_2|=i} \begin{cases} q_1^2=\left(\dfrac{I_0}{\omega_1}\right)^2-\left(\dfrac{i}{\omega_1}\right)^2=\dfrac{1}{\omega_1^2}\left(I_0^2-i^2\right) \\ q_2^2=\left(\dfrac{I_0}{\omega_2}\right)^2-\left(\dfrac{i}{\omega_2}\right)^2=\dfrac{1}{\omega_2^2}\left(I_0^2-i^2\right) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_2|}=\frac{\omega_2}{\omega_1}=\frac{T_1}{T_2}=0,5$$

Đáp án C.

II. BÀI TOÁN VIẾT BIỂU THỨC q, i, u

1. Phương pháp

- Giả sử phương trình điện tích có dạng

$$q=q_0.\cos\left(\omega t+\varphi_o\right)$$

- Cường độ dòng điện tức thời trong mạch là

$$i=\frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}=-\omega q_0\sin\left(\omega t+\varphi_0\right)=\omega q_0\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right),\ I_0=\omega q_0$$

Vậy cường độ dòng điện tức thời trong mạch sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện tích

- Điện áp tức thời

$$u=\frac{q}{C}=\frac{q_0}{C}\cos\left(\omega t+\varphi_0\right)=U_0\cos\left(\omega t+\varphi_0\right),U_0=\frac{q_0}{C}$$

- Hệ thức độc lập thời gian đối với điện tích và cường độ dòng điện trong mạch

$$\text{Ta có } \begin{cases} q=q_0\cos\left(\omega t+\varphi_0\right) \\ i=-\omega q_0\sin\left(\omega t+\varphi_0\right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \left(\dfrac{q}{q_0}\right)^2=\cos^2\left(\omega t+\varphi_0\right) \\ \left(\dfrac{i}{-\omega q_0}\right)^2=\sin^2\left(\omega t+\varphi_0\right) \end{cases} \Rightarrow \boxed{\left(\frac{q}{q_0}\right)^2+\left(\frac{i}{\omega q_0}\right)^2=1}$$

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một mạch dao động gồm một tụ điện có điện dung C, cuộn cảm L. Điện trở thuần của mạch không đáng kể. Dòng điện qua mạch có phương trình $i=2.10^{-2}\sin\left(2.10^6t\right)(\mathrm{A})$. Viết phương trình dao động của điện tích trong mạch

A. $q=10^{-8}\sin\left(2.10^6t-\frac{\pi}{2}\right)$ B. $q=10^{-8}\sin\left(2.10^6t+\frac{\pi}{2}\right)$

C. $q=10^{-8}\sin\left(2.10^6t-\frac{\pi}{3}\right)$ D. $q=10^{-8}\sin\left(2.10^6t-\frac{2\pi}{3}\right)$

Lời giải

Ta có $Q_0=\frac{I_0}{\omega}=\frac{2.10^{-2}}{2.10^6}=10^{-8}(\mathrm{C})$

Vì cường độ dòng điện tức thời trong mạch sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện tích, nên điện tích sẽ dao động trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với cường độ dòng điện.

Vậy phương trình dao động của điện tích là $q=10^{-8}\sin\left(2.10^6t-\frac{\pi}{2}\right)$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Một mạch dao động gồm 1 tụ điện có điện dung $C=10\text{pF}$, cuộn cảm thuần có hệ số tự cảm $L=10\text{mH}$. Điện trở thuần của mạch không đáng kể. Chọn gốc thời gian lúc cường độ dòng điện qua có mạch có giá trị bằng một nửa giá trị cực đại và đang giảm. Viết biểu thức điện tích dao động trong mạch? Biết cường độ dòng điện cực đại trong mạch là $I_0=2.10^{-2}\text{ A}$

A. $q=6,32.10^{-9}\cos\left(3,16.10^6t+\frac{\pi}{3}\right)(\text{C})$ B. $q=6,32.10^{-9}\cos\left(3,16.10^6t-\frac{\pi}{6}\right)(\text{C})$

C. $q=6,32.10^{-9}\cos\left(3,16.10^6t+\frac{\pi}{6}\right)(\text{C})$ D. $q=6,32.10^{-9}\cos\left(3,16.10^6t-\frac{\pi}{2}\right)(\text{C})$

Lời giải

Tần số góc của mạch dao động: $\omega=\frac{1}{\sqrt{LC}}=\frac{1}{\sqrt{10.10^{-12}.10.10^{-3}}}=3,16.10^6$

Để viết được biểu thức điện tích dao động trong mạch, ta cần có điện tích cực đại Q_0 và pha ban đầu của điện tích.

Điện tích cực đại trong mạch là:

$$Q_0=\frac{I_0}{\omega}=I_0\sqrt{LC}=2.10^{-2}.\sqrt{10.10^{-12}.10.10^{-13}}=6,32.10^{-9}(\text{C})$$

Vì gốc thời gian lúc cường độ dòng điện qua mạch có giá trị bằng một nửa giá trị cực đại và đang giảm, nên dựa vào đường tròn ta thấy pha ban đầu của dòng điện là $\frac{\pi}{3}$, suy ra pha ban đầu của điện tích trong mạch là $\frac{\pi}{3}-\frac{\pi}{2}=\frac{\pi}{6}$

Vậy phương trình dao động của điện tích trong mạch là:

$$q=6,32.10^{-9}\cos\left(3,16.10^6t-\frac{\pi}{6}\right)(\text{C})$$

Đáp án B.

Ví dụ 3: Mạch dao động gồm tụ điện có điện dung $C=10\mu\text{F}$ và cuộn dây thuần cảm có hệ số tự cảm $L=10\text{mH}$. Tụ điện được tích điện đến hiệu điện thế cực đại 12V. Sau đó cho tụ phóng điện trong mạch. Lấy $\pi^2=10$ và gốc thời gian là lúc tụ bắt đầu phóng điện. Biểu thức của dòng điện trong cuộn cảm là:

A. $i=0,24\cos\left(3,16.10^3t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{A})$ B. $i=0,38\cos\left(3,16.10^3t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{A})$

C. $i=0,24\pi\cos\left(3,16.10^3t-\frac{\pi}{2}\right)(\text{A})$ D. $i=0,12\cos\left(3,16.10^3t\right)(\text{A})$

Lời giải

Tần số góc của mạch dao động $\omega=\frac{1}{\sqrt{LC}}=\frac{1}{\sqrt{10.10^{-6}.10.10^{-3}}}=3,16.10^3\text{ (rad/s)}$

Điện tích cực đại trong mạch $q_0=CU_0$, suy ra cường độ dòng điện cực đại trong mạch là: $I_0=q_0\omega=CU_0\omega=10.10^{-6}.12.3,16.10^3=0,38\ (\text{A})$

Gốc thời gian lúc tụ phóng điện, nên pha ban đầu của điện tích là 0, suy ra pha ban đầu của cường độ dòng điện là $\frac{\pi}{2}$. Vậy biểu thức của dòng điện trong mạch là $i=0,38\cos\left(3,16.10^3t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{A})$

Đáp án B.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Một mạch dao động gồm một tụ điện có điện dung C, cuộn cảm L. Điện trở thuần của mạch $R=0$. Dòng điện qua mạch $i=4.10^{-11}\sin\left(2.10^{-2}t\right)(\text{A})$, điện tích của tụ điện là

A. $Q_0=10^{-9}C$. B. $Q_0=4.10^{-9}C$.

C. $Q_0=2.10^{-9}C$. D. $Q_0=8.10^{-9}C$.

Câu 2: Phương trình dao động của điện tích trong mạch dao động LC là $q=Q_0\cos(\omega t+\varphi)$. Biểu thức của dòng điện trong mạch là:

A. $i=\omega Q_0\cos(\omega t+\varphi)$. B. $i=\omega Q_0\cos\left(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}\right)$.

C. $i=\omega Q_0\cos\left(\omega t+\varphi-\frac{\pi}{2}\right)$. D. $i=\omega Q_0\sin(\omega t+\varphi)$.

Câu 3: Biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch dao động LC là $i=I_0\cos(\omega t+\varphi)$. Biểu thức của điện tích trong mạch là:

A. $i=\omega I_0\cos(\omega t+\varphi)$. B. $i=\frac{I_0}{\omega}\cos\left(\omega t+\varphi-\frac{\pi}{2}\right)$.

C. $i=\omega Q_0\cos\left(\omega t+\varphi-\frac{\pi}{2}\right)$. D. $i=\omega Q_0\sin(\omega t+\varphi)$.

Câu 4: Phương trình dao động của điện tích trong mạch dao động LC là $q=Q_0\cos(\omega t+\varphi)$. Biểu thức của hiệu điện thế trong mạch là:

A. $i=\omega Q_0\cos(\omega t+\varphi)$. B. $i=\frac{Q_0}{C}\cos(\omega t+\varphi)$.

C. $i=\omega Q_0\cos\left(\omega t+\varphi-\frac{\pi}{2}\right)$. D. $i=\omega Q_0\sin(\omega t+\varphi)$.

Câu 5: Mạch dao động LC gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L=2\text{mH}$ và tụ điện có điện dung $C=5\text{pF}$. Tụ được tích điện đến hiệu điện thế 10 V, sau đó người ta để cho tụ phóng điện trong mạch. Nếu chọn gốc thời gian là lúc tụ bắt đầu phóng điện thì biểu thức của điện tích trên bản tụ điện là:

A. $q=5.10^{-11}\cos\left(10^6t\right)(\text{C})$

B. $q=5.10^{-11}\cos\left(10^6t+\pi\right)(\text{C})$

C. $q=2.10^{-11}\cos\left(10^6t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{C})$

D. $q=2.10^{-11}\cos\left(10^6t-\frac{\pi}{2}\right)(\text{C})$

Câu 6: Mạch dao động gồm tụ điện có điện dung C và cuộn dây có độ tự cảm $L=10^{-4}\text{H}$. Điện trở thuần của cuộn dây và các dây nối không đáng kể. Biết biểu thức của điện áp giữa hai đầu cuộn dây là: $u=80\cos\left(2.10^6t-\frac{\pi}{2}\right)(\text{V})$, biểu thức của dòng điện trong mạch là:

A. $i=4\sin\left(2.10^6t\right)(\text{A})$. B. $i=0,4\cos\left(2.10^6-\pi\right)(\text{A})$.

C. $i=0,4\cos\left(2.10^6\right)(\text{A})$. D. $i=0,4\sin\left(2.10^6-\pi\right)(\text{A})$.

Câu 7: Một mạch dao động LC gồm một cuộn cảm $L=640\mu\text{H}$ và một tụ điện có điện dung $C=36\text{pF}$. Lấy $\pi^2=10$. Giả sử ở thời điểm ban đầu điện tích của tụ điện đạt giá trị cực đại $q_0=6.10^{-6}\text{C}$. Biểu thức điện tích trên bản tụ điện và cường độ dòng điện là:

A. $q=6.10^6\cos\left(6,6.10^7t\right)(\text{C})$; $i=6,6\cos\left(1,1.10^7t-\frac{\pi}{2}\right)(\text{C})$

B. $q=6.10^6\cos\left(6,6.10^7t\right)(\text{C})$; $i=6,6\cos\left(1,1.10^7t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{C})$

C. $q=6.10^6\cos\left(6,6.10^6t\right)(\text{C})$; $i=6,6\cos\left(1,1.10^6t-\frac{\pi}{2}\right)(\text{C})$

D. $q=6.10^6\cos\left(6,6.10^6t\right)(\text{C})$; $i=6,6\cos\left(1,1.10^6t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{C})$

Câu 8: Cường độ dòng điện tức thời trong một mạch dao động là $i=0,05\cos100\pi t(\text{A})$. Hệ số tự cảm của cuộn dây là 2 mH. Lấy $\pi^2=10$. Điện dung và biểu thức điện tích của tụ điện có giá trị nào sau đây?

A. $C=5.10^{-2}F$ và $q=\frac{5.10^{-4}}{\pi}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{2}\right)(\text{C})$

B. $C=5.10^{-3}F$ và $q=\frac{5.10^{-4}}{\pi}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{2}\right)(\text{C})$

C. $C=5.10^{-3}F$ và $q=\frac{5.10^{-4}}{\pi}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{C})$

D. $C=5.10^{-2}F$ và $q=\frac{5.10^{-4}}{\pi}\cos(100\pi t)(\text{C})$

Câu 9: Mạch LC gồm cuộn dây có $L=1\text{mH}$ và tụ điện có điện dung $C=0,1\ \mu\text{F}$ thực hiện dao động điện từ. Khi $i=6.10^{-3}\text{ A}$ thì điện tích trên tụ là $q=8.10^{-8}\text{C}$. Lúc $t=0$ thì năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường và điện tích của tụ dương nhưng đang giảm. Biểu thức điện tích trên tụ là

A. $q=10^{-7}\cos\left(10^5t+\frac{\pi}{4}\right)(\text{C})$ B. $q=10^{-7}\cos\left(10^5t-\frac{\pi}{4}\right)(\text{C})$

C. $q=10^{-7}\cos\left(10^5t+\frac{3\pi}{4}\right)(\text{C})$ D. $q=10^{-7}\cos\left(10^5t-\frac{3\pi}{4}\right)(\text{C})$

Câu 10: Mạch LC gồm $L=10^{-4}\text{H}$ và $C=10\text{ nF}$. Lúc đầu tụ được nối với nguồn một chiều $E=4$ V. Sau khi tụ tích điện cực đại, vào thời điểm t = 0 nối tụ với cuộn cảm và ngắt khỏi nguồn. Biểu thức điện tích trên tụ là

A. $q=4.10^{-8}\cos\left(10^6t\right)(\text{C})$.

B. $q=4.10^{-8}\cos\left(10^6t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{C})$.

C. $q=4.10^{-8}\cos\left(10^6t-\frac{\pi}{2}\right)(\text{C})$.

D. $q=4.10^{-8}\cos\left(10^6t+\frac{\pi}{4}\right)(\text{C})$.

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

1.C	2.B	3.B	4.B	5.A	6.C	7.D	8.B	9.A	10.A

Câu 1: Đáp án C.

Dòng điện qua mạch có phương trình dao động là: $i = 4.10^{-11}\sin 2.10^{-2}t$ nên ta suy ra:

$$I_0 = 4.10^{-11} \Rightarrow Q_0 = \frac{I_0}{\omega} = \frac{4.10^{-11}}{2.10^{-2}} = 2.10^{-9}$$

Câu 2: Đáp án B.

Dòng điện cực đại trong mạch là: $I_0 = Q_0.\omega$

Biểu thức của dòng điện trong mạch là:

$$i = Q_0\omega\cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

Câu 3: Đáp án B.

Điện tích cực đại trong mạch là: $Q_0 = \frac{I_0}{\omega}$

Biểu thức của điện tích trong mạch là:

$$q = \frac{I_0}{\omega}\cos\left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2}\right)$$

Câu 4: Đáp án B.

Phương trình dao động của điện tích trong mạch là:

$$q = Q_0\sin\left(\omega t + \varphi\right)$$

Hiệu điện thế cực đại trong mạch là: $U_0 = \frac{Q_0}{C}$

Nên phương trình dao động của hiệu điện thế trong mạch là: $u = U_0\cos\left(\omega t + \varphi\right) = \frac{Q_0}{C}\cos\left(\omega t + \varphi\right)$

Câu 5: Đáp án A.

Theo đề ta có: $L = 2\,\text{mH}; C = 5\,\text{pF}$ nên tần số góc dao động của vật là:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{2.10^{-3}.5.10^{-12}}} = 10^6\,(\text{rad/s})$$

Tụ được tích đến hiệu điện thế 10 V nên điện tích cực đại trong mạch là: $Q_0 = U_0.C = 10.5.10^{-12} = 5.10^{-11}$. Khi chọn gốc thời gian lúc đầu tụ phóng điện thì biểu thức dao động của điện tích trên bản tụ điện là:

$$q = 5.10^{-11}\cos\left(10^6 t\right)$$

Câu 6: Đáp án C.

Cường độ dòng điện cực đại trong mạch là:

$$I_0 = U_0\sqrt{\frac{L}{C}} = 0,4\,\text{A}$$

Biểu thức của điện áp giữa hai đầu cuộn dây là:

$$u = 80\cos\left(2.10^6 t - \frac{\pi}{2}\right)$$

Vậy biểu thức của dòng điện trong mạch là:

$$i = 0,4\cos\left(2.10^6 t - \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2}\right) = 0,4\cos\left(2.10^6 t\right)$$

Câu 7: Đáp án D.

$$L = 640\,\mu\text{H}; C = 36\,\text{pF} \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 6,6.10^6\,(\text{rad/s})$$

Cường độ dòng điện cực đại là: $I_0 = Q_0.\omega = 39,6\,\text{A}$.

Vậy biểu thức điện tích trên bản tụ điện và cường độ dòng điện qua mạch là:

$$q = 6.10^{-6}.\cos\left(6,6.10^6 t\right)(\text{C})$$

và $i = 39,6.\cos\left(6,6.10^6 t + \frac{\pi}{2}\right)(\text{A})$

Câu 8: Đáp án B.

Cường độ dòng điện tức thời trong mạch là:

$$i = 0,05\cos 100\pi t$$

Ta có

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{(100\pi)^2.2.10^{-3}} = 5.10^{-3}\,(\text{F})$$

Điện tích cực đại qua mạch là:

$$Q_0 = \frac{I_0}{\omega} = \frac{0,05}{100\pi} = \frac{5.10^{-4}}{\pi}(\text{C})$$

Vậy biểu thức điện tích của tụ điện là:

$$q = \frac{5.10^{-4}}{\pi}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(\text{C})$$

Câu 9: Đáp án A.

Theo đề cho ta có:

$$L = 1\,\text{mH}; C = 0,1\,\mu\text{F} \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 10^5\,(\text{rad/s}).$$

Khi $i = 6.10^{-3}\,A$ thì điện tích trên tụ điện là:

$$q = 8.10^{-8}\,\text{C}.$$

Ta có biểu thức liên hệ độc lập với thời gian là:

$$\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{q}{Q_0}\right)^2 = 1 \Leftrightarrow \left(\frac{i}{Q_0\omega}\right)^2 + \left(\frac{q}{Q_0}\right)^2 = 1$$

$$\Rightarrow Q_0 = 10^{-7}\,(\text{C})$$

Lúc $t = 0$, năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường và điện tích của tụ dương nhưng đang giảm nên $\varphi_0 = \frac{\pi}{4}$.

Vậy biểu thức điện tích trên tụ là:

$$q = 10^{-7}.\cos\left(10^5 t + \frac{\pi}{4}\right)(\text{C})$$

Câu 10: Đáp án A.

Theo đề cho ta có: $L = 10^{-4}\,\text{H}$ và $C = 10\,\text{nF}$ nên

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 10^6\,(\text{rad/s})$$

Ban đầu tụ được nối với nguồn một chiều: $E = 4$ V nên điện tích cực đại trên tụ điện là:

$$Q_0 = U_0.C = E.C = 4.10^{-8}\,(\text{C}).$$

Vậy biểu thức điện tích trên tụ là:

$$q = 4.10^{-8}\cos\left(10^6 t\right)(\text{C}).$$

III. BÀI TOÁN NĂNG LƯỢNG TRONG MẠCH DAO ĐỘNG LC

1. Phương pháp

a) Năng lượng điện trường

Là năng lượng tập trung trong tụ điện.

Giả sử điện tích tức thời trong mạch là $q = Q_0\cos(\omega t + \varphi)(C)$, hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu tụ điện là u thì năng lượng điện trường được xác định bởi

$$W_C = \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{q^2}{2C} = \frac{Q_0^2}{2C}\cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{Q_0^2}{4C} + \frac{Q_0^2}{4C}\cos(2\omega t + 2\varphi)$$

b) Năng lượng từ trường

Là năng lượng tập trung trong cuộn dây.

Nếu điện tích tức thời có dạng $q = Q_0\cos(\omega t + \varphi)(C)$, thì cường độ dòng điện tức thời là

$$i = -\omega Q_0\sin(\omega t + \varphi)$$

Năng lượng từ trường

$$W_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}L\omega^2 Q_0^2\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{Q_0^2}{2C}\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{Q_0^2}{4C} - \frac{Q_0^2}{4C}\cos(2\omega t + 2\varphi)$$

c) Năng lượng điện từ

Là tổng của năng lượng điện trường và năng lượng từ trường trong mạch.

$$\boxed{W = W_C + W_L = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} = \text{const}}$$

Nhận xét:

- Năng lượng trong mạch dao động bao gồm năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện và năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm.
- Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên tuần hoàn với tần số góc gấp 2 lần tần số góc của điện tích, chu kì bằng 1 nửa chu kì của điện tích: $\omega = 2\omega = \frac{2}{\sqrt{LC}}$, với chu kì $T = \frac{T}{2} = \pi\sqrt{LC}$
- Tại mọi thời điểm, tổng của năng lượng điện trường và năng lượng từ trường là một hằng số. Năng lượng điện từ trong mạch là một đại lượng bảo toàn.
- Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường là $\frac{T}{4}$
- Trong một chu kì có 4 lần năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường.

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Mạch dao động lí tưởng LC, cường độ dòng điện cực đại qua cuộn dây là 36 mA. Khi năng lượng điện trường bằng 3 lần năng lượng từ trường thì cường độ dòng điện qua mạch là

A. 9 mA. B. 3 mA. C. 12 mA. D. 18 mA.

Lời giải

Đề bài cho $W = 3W_t, I_0 = 36\,\text{mA}$ nên ta nghĩ đến việc dùng bảo toàn năng lượng điện từ trong mạch.

Ta có $W+W_t=W\Rightarrow 4W_t=W\Leftrightarrow 4\frac{Li^2}{2}=\frac{LI_0^{\,2}}{2}\Rightarrow i=\pm\frac{I_0}{2}=\pm 18(\text{mA})$

Đáp án D.

Ví dụ 2: Mạch dao động lí tưởng LC, điện dung $C=2\mu F$. Biết khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường là 8.10^{-5} s. Cuộn cảm có hệ số tự cảm là?

A. 0,69 mH. B. 0,16 mH. C. 0,32 mH. D. 0,12 mH.

Lời giải

Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường là 8.10^{-5} s nên ta có $\frac{T}{4}=8.10^{-5}\Rightarrow T=32.10^{-5}$ s

Mặc khác, $T=2\pi\sqrt{LC}$, suy ra

$$L=\frac{T^2}{4^2\pi^2C}=\frac{\left(32.10^{-5}\right)^2}{4^2.10.2.10^{-6}}=0,32.10^{-3}\text{ H}$$

Đáp án C.

Ví dụ 3: Cho một mạch dao động điện từ gồm một tụ điện có điện dung C = 5 μF và một cuộn thuần cảm có độ tự cảm L = 50 mH. Biết điện áp cực đại trên tụ là 6 V. Tìm năng lượng điện trường và năng lượng từ trường trong mạch khi điện áp trên tụ điện là 4 V và cường độ dòng điện i khi đó.

A. 0,045 A. B. ±0,045 A. C. 0,09 A. D. ±0,09 A.

Phân tích

- Đề bài cho C và U_0 nên ta sẽ tính được năng lượng điện trường trong mạch.
- Tính được ngay năng lượng điện trường vì đề bài cho *u*, *C*.
- Có năng lượng điện từ, năng lượng điện trường, sẽ tính được năng lượng từ trường, từ đó tính được *i*.

Lời giải

Năng lượng điện từ trong mạch $W=\frac{1}{2}CU_0^{\,2}=9.10^{-5}$ J

Năng lượng điện trường trong mạch $W_C=\frac{1}{2}Cu^2=4.10^{-5}$ J

Năng lượng từ trường trong mạch $W_t=W-W_C=5.10^{-5}$

Từ đó suy ra cường độ dòng điện tức thời trong mạch là $i=\pm\sqrt{\frac{2W_t}{L}}=\pm 0,045\text{ A}$

Đáp án B.

Ví dụ 4: Cường độ dòng điện tức thời trong một mạch dao động LC lí tưởng là $i=0,08\cos(2000t)(\text{A})$. Cuộn dây có độ tự cảm L = 50 mH.

a) Tính điện dung của tụ điện.

b) Xác định điện áp giữa hai bản tụ điện tại thời điểm cường độ dòng điện tức thời trong mạch bằng giá trị cường độ dòng điện hiệu dụng.

Lời giải

a) Từ biểu thức của cường độ dòng điện, ta có $\omega=2000$ rad/s, do đó điện dung của tụ điện:

$$C=\frac{1}{L\omega^2}=\frac{1}{50.10^{-3}.2000^2}=5.10^{-6}\text{ F}$$

b) Vì dữ kiện đề bài cho ta $i=I=\frac{I_0}{\sqrt{2}};I_0,L,C$ đã có nên ta sẽ dùng bảo toàn năng lượng từ trường để tính *u*. Ta có $\frac{1}{2}Li^2+\frac{1}{2}Cu^2=\frac{1}{2}LI_0^{\,2}$

Suy ra hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện lúc này là

$$u=\pm I_0\sqrt{\frac{L}{2C}}=\pm 0,08\sqrt{\frac{50.10^{-3}}{2.5.10^{-6}}}=\pm 4\sqrt{2}\,\text{V}$$

Ví dụ 5: Cho mạch dao động gồm cuộn dây thuần cảm L và hai tụ nối tiếp với $C_1=2C_2$, hai đầu tụ C_1 có gắn khóa K. Lúc đầu khóa mở mạch đang hoạt động thì ta đóng khóa vào thời điểm năng lượng trong cuộn cảm triệt tiêu. Năng lượng toàn phần sau đó sẽ:

A. không đổi

B. Giảm còn $\frac{2}{3}$ lúc đầu

C. Giảm còn $\frac{4}{9}$ lúc đầu

D. Giảm còn $\frac{1}{9}$ lúc đầu

Lời giải

Năng lượng trong cuộn cảm triệt tiêu $\Rightarrow$ năng lượng tập trung trong các tụ

Đối với tụ ghép nối tiếp thì ta có $\begin{cases} W_{C_1}+W_{C_2}=W \\ \frac{W_{C_1}}{W_{C_2}}=\frac{C_2}{C_1} \end{cases}$

Theo bài ra $C_1=2C_2$ nên ta có $\frac{W_{C_1}}{W_{C_2}}=\frac{C_2}{C_1}=\frac{1}{2}\Rightarrow W_{C_1}=\frac{1}{3}W$. Tụ C_1 bị nối tắt thì năng lượng trong tụ đó bị mất đi, do đó năng lượng của mạch lúc này là $\frac{2}{3}W$.

Đáp án B.

Ví dụ 6: Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 5 mH và tụ điện có điện dung 50 μF. Trong mạch đang có dao động điện từ tự do với hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là 6 V. Tại thời điểm hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện là 4 V thì cường độ dòng điện trong mạch có độ lớn bằng

A. $\frac{\sqrt{5}}{5}$ A B. $\frac{\sqrt{5}}{2}$ A C. $\frac{3}{5}$ A D. $\frac{1}{4}$ A

Lời giải

Năng lượng của mạch dao động:

$$E=\frac{1}{2}CU_0^2=\frac{1}{2}Cu^2+\frac{1}{2}Li^2\Rightarrow i=\sqrt{\frac{C}{L}\left(U_0^2-u^2\right)}=\sqrt{\frac{50.10^{-6}}{5.10^{-3}}\left(6^2-4^2\right)}=\frac{\sqrt{5}}{5}\text{A}$$

Đáp án A.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Trong mạch điện dao động điện từ *LC*, dòng điện tức thời tại thời điểm $W_t = nW_d$ được tính theo biểu thức:

A. $i = \frac{\omega I_0}{\sqrt{n+1}}$ B. $i = \frac{Q_0}{\sqrt{n+1}}$

C. $i = \frac{I_0\sqrt{n}}{\sqrt{n+1}}$ D. $i = \frac{I_0}{2\omega\sqrt{n+1}}$

Câu 2: Trong mạch điện dao động điện từ *LC*, điện tích trên tụ tại thời điểm $W_d = \frac{1}{n}W_t$ được tính theo biểu thức:

A. $q = \frac{Q_0}{\sqrt{n+1}}$ B. $q = \frac{2Q_0}{\omega C\sqrt{n+1}}$

C. $q = \frac{\omega Q_0}{\sqrt{n+1}}$ D. $q = \frac{2Q_0}{\sqrt{n+1}}$

Câu 3: Trong mạch điện dao động điện từ *LC*, hiệu điện thế trên tụ tại thời điểm $W_d = \frac{1}{n}W_t$ được tính theo biểu thức:

A. $u = \frac{U_0}{2}\sqrt{n+1}$ B. $u = \frac{U_0}{\sqrt{n+1}}$

C. $u = 2U_0\sqrt{n+1}$ D. $u = \frac{U_0}{\omega}\sqrt{n+1}$

Câu 4: Nếu điện tích trên tụ của mạch *LC* biến thiên theo công thức $q = q_0\sin\omega t$. Tìm biểu thức sai trong các biểu thức năng lượng của mạch *LC* sau đây:

A. Năng lượng điện:

$$W_d = \frac{Cu^2}{2} = \frac{qu}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{Q_0^2}{2C}\sin^2\omega t = \frac{Q_0^2}{4C}\left(1-\cos 2\omega t\right)$$

B. Năng lượng từ:

$$W_t = \frac{Li^2}{2} = \frac{Q_0^2}{2C}\cos^2\omega t = \frac{Q_0^2}{2C}\left(1+\cos 2\omega t\right)$$

C. Năng lượng dao động:

$$W = W_d + W_t = \frac{Q_0^2}{2C} = \text{const}$$

D. Năng lượng dao động:

$$W = W_d + W_t = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{L\omega^2Q_0^2}{2} = \frac{Q_0^2}{2C}$$

Câu 5: Trong mạch điện dao động điện từ *LC*, khi điện tích giữa hai bản tụ có biểu thức: $q = -Q_0\cos\omega t$ thì năng lượng tức thời của cuộn cảm và của tụ điện lần lượt là:

A. $W_t = \frac{1}{2}L\omega^2Q_0^2\sin^2\omega t;\ W_d = \frac{Q_0^2}{2C}.\cos^2\omega t$

B. $W_t = \frac{1}{2}L\omega^2Q_0^2\sin^2\omega t;\ W_d = \frac{Q_0^2}{2C}.\cos^2\omega t$

C. $W_t = \frac{Q_0^2}{2C}.\sin^2\omega t;\ W_d = \frac{Q_0^2}{2C}.\cos^2\omega t$

D. $W_t = \frac{Q_0^2}{2C}.\cos^2\omega t;\ W_d = \frac{1}{2}L\omega^2Q_0^2\sin^2\omega t$

Câu 6: Một mạch dao động gồm một tụ điện có điện dung 3500 pF, một cuộn cảm có độ tự cảm 30 μH và một điện trở thuần 1,5Ω. Phải cung cấp cho mạch một công suất bằng bao nhiêu để duy trì dao động của nó, khi hiệu điện thế cực đại trên tụ điện là 15 V? Hãy chọn kết quả đúng trong các kết quả sau:

A. $P = 19,69.10^{-3}$ W.. B. $P = 20.10^{-3}$ W.

C. $P = 21.10^{-3}$ W. D. Một giá trị khác.

Câu 7: Một mạch dao động điện từ có điện dung của tụ là $C = 4\mu F$. Trong quá trình dao động, hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ là 12 V. Khi hiệu điện thế giữa hai bản tụ là 9 V thì năng lượng từ trường của mạch là:

A. $2,88.10^{-4}$ J. B. $1,62.10^{-4}$ J.

C. $1,26.10^{-4}$ J. D. $4,5.10^{-4}$ J.

Câu 8: Hiệu điện thế cực đại giữa 2 bản tụ điện của 1 mạch dao động là $U_0 = 12$ V. Điện dung của tụ điện là $C = 4\mu F$. Năng lượng từ của mạch dao động khi hiệu điện thế giữa 2 bản tụ điện là $U = 9$ V là

A. $1,26.10^{-4}$ J. B. $2,88.10^{-4}$ J.

C. $1,62.10^{-4}$ J. D. $0,18.10^{-4}$ J.

Câu 9: Một mạch dao động LC có cuộn thuần cảm có độ tự cảm $L = 5$H và tụ điện có điện dung $C = 5\mu F$. Hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ là 10V. Năng lượng dao động của mạch là

A. $2,5.10^{-4}$ J. B. 2,5 mJ.

C. 2,5 J. D. 25 J.

Câu 10: Một mạch dao động *LC* có cuộn thuần cảm có độ tự cảm $L = 0,4H$ và tụ điện có điện dung $C = 40\mu F$. Cường độ dòng điện qua mạch có biểu thức: $i = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(A)$. Năng lượng dao động của mạch là

A. 1,6 mJ. B. 3,2 mJ. C. 1,6 J. D. 3,2 J.

Câu 11: Một mạch dao động *LC* có điện trở thuần không đáng kể, tụ điện có điện dung $5\mu F$. Dao động điện từ riêng (tự do) của mạch *LC* với hiệu điện thế cực đại ở hai đầu tụ điện bằng 6 V. Khi hiệu điện thế ở hai đầu tụ điện là 4 V thì năng lượng từ trường trong mạch bằng

A. 4.10^{-5} J. B. 9.10^{-5} J. C. 5.10^{-5} J. D. 10^{-5} J.

Câu 12: Mạch dao động *LC*, với cuộn dây có $L = 5\mu H$. Cường độ dòng điện cực đại trong mạch là 2 A. Khi

cường độ dòng điện tức thời trong mạch là 1A thì năng lượng điện trường trong mạch là

A. $7,5.10^{-6}$ J. B. 75.10^{-4} J.

C. $5,7.10^{-4}$ J. D. $2,5.10^{-5}$ J.

Câu 13: Mạch dao động LC có điện tích cực đại trên tụ là 9 nC. Điện tích của tụ điện vào thời điểm năng lượng điện trường bằng $\frac{1}{3}$ năng lượng từ trường bằng:

A. 3,0 nC. B. 4,5 nC. C. 2,5 nC. D. 5,0 nC.

Câu 14: Mạch dao động LC có hiệu điện thế cực đại trên tụ là $5\sqrt{2}$ V. Hiệu điện thế của tụ điện vào thời điểm năng lượng điện trường bằng $\frac{1}{3}$ năng lượng từ trường bằng

A. $5\sqrt{2}$ V. B. $2\sqrt{5}$ V.

C. $10\sqrt{2}$ V. D. $2,5\sqrt{2}$ V.

Câu 15: Mạch dao động LC có dòng điện cực đại qua mạch là 12 mA. Dòng điện trên mạch vào thời điểm năng lượng từ trường bằng 3 năng lượng điện trường bằng:

A. 4 mA. B. 5,5 mA. C. 2 mA. D. $6\sqrt{3}$ mA.

Câu 16: Mạch chọn sóng máy thu thanh có $L = 2$ μH; $C = 0,2$ nF. Điện trở thuần $R = 0$. Hiệu điện thế cực đại 2 bản tụ là 120 mV. Tổng năng lượng điện từ của mạch là

A. 144.10^{-14} J. B. 24.10^{-12} J.

C. 288.10^{-4} J. D. Tất cả đều sai

ĐÁP ÁN

1.C	2.A	3.B	4.B	5.A	6.A	7.C	8.A	9.A	10.C
11.B	12.A	13.B	14.D	15.D	16.A				

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án C.

Trong mạch điện dao động LC, dòng điện tức thời tại thời điểm $W_t = nW_d$ thì ta sẽ có:

$$W_t + W_d = W \Leftrightarrow W_t + \frac{1}{n}W_t = W$$

$$\Leftrightarrow \frac{n+1}{n}W_t = W \Leftrightarrow W_t = \frac{n}{n+1}W$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}Li^2 = \frac{n}{n+1}\frac{Q_o^2}{2C}$$

$$\Rightarrow i^2 = \frac{n}{n+1}.\frac{Q_o^2}{LC} = \frac{n}{n+1}.I^2 \Rightarrow i = \sqrt{\frac{n}{n+1}}I$$

Câu 2: Đáp án A.

Trong mạch điện dao động LC, ta có:

$$W_d = \frac{1}{n}W_t \Leftrightarrow W_t = nW_d \Rightarrow (n+1)W_d = W$$

$$\Leftrightarrow \frac{q^2}{2C} = \frac{1}{n+1}.\frac{Q_0^2}{2C} \Leftrightarrow q = \frac{Q_0}{\sqrt{n+1}}$$

Câu 3: Đáp án B.

Theo đề ta có: $W_d = \frac{1}{n}W_t \Rightarrow (n+1)W_d = W$

$$\Rightarrow \frac{Cu^2}{2} = \frac{1}{n+1}.\frac{CU_0^2}{2} \Rightarrow u = \frac{U_0}{\sqrt{n+1}}$$

Câu 4: Đáp án B.

Điện tích trên tụ biến thiên theo công thức:

$q = q_0 \sin \omega t$ nên:

Năng lượng điện:

$$W_d = \frac{Cu^2}{2} = \frac{qu}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{(Q_0 \sin \omega t)^2}{2C} = \frac{Q_0^2}{4C}(1 - \cos 2\omega t)$$

Năng lượng từ: $W_t = \frac{Li^2}{2} = \frac{L\left(Q_0 \omega \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)\right)^2}{2}$

$$= \frac{LQ_0^2\omega^2}{4}\left(1 - 2\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)\right)$$

Năng lượng dao động: $W = W_t + W_d = \frac{Q_0^2}{2C} = \text{const}$

Năng lượng dao động:

$$W = W_d + W_t = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{L\omega^2 Q_0^2}{2} = \frac{Q_o^2}{2C}$$

Câu 5: Đáp án A.

Khi điện tích giữa hai bản tụ có biểu thức: $q = -Q_0 \cos \omega t$ thì năng lượng tức thời của cuộn cảm và của tụ điện lần lượt là: $W_t = \frac{1}{2}L\omega^2 Q_o^2 \sin^2 \omega t$ và

$$W_d = \frac{Q_0^2}{2C}.\cos^2 \omega t$$

Câu 6: Đáp án A.

Mạch dao động với tụ có điện dung là: $C = 3500$ pF.

Cuộn cảm có độ tự cảm $L = 30$ μH và điện trở thuần có $R = 1,5\Omega$.

Khi hiệu điện thế cực đại trên tụ điện là $15V$ thì để duy trì dao động của mạch phải cung cấp cho mạch công suất có giá trị là:

$$P = RI^2 = R\left(\frac{I_0}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{RI_o^2}{2} = \frac{R.U_0^2.\frac{C}{L}}{2} = 19,69.10^{-3}$$

Câu 7: Đáp án C.

Theo đề cho: $C = 4\mu H$.

Hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ là 12V nên năng lượng dao động là: $W = \frac{1}{2}CU_0^2 = 2,88.10^{-4}$

Khi hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện là $9V$ thì năng lượng điện trường của tụ điện là:

$$W_d = \frac{1}{2}Cu^2 = 1,62.10^{-4}$$

Vậy năng lượng từ trường của cuộn dây là:

$$W_t = W - W_d = 1,26.10^{-4}$$

Câu 8: Đáp án A.

Giống câu 7.

Câu 9: Đáp án A.

Năng lượng dao động của mạch là:

$$W = \frac{1}{2}CU_0^2 = 2,5.10^{-4}$$

Câu 10: Đáp án C.

Phương trình dao động của cường độ dòng điện qua mạch có biểu thức: $i = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t$.

Nên $I_0 = 2\sqrt{2}$.

Vậy năng lượng dao động của mạch là:

$$W = \frac{1}{2}LI_0^2 = 1,6J$$

Câu 11: Đáp án B.

Năng lượng từ trường của mạch là:

$$W_t = \frac{1}{2}CU_0^2 - \frac{1}{2}Cu^2 = 9.10^{-5}\text{J}$$

Câu 12: Đáp án A.

Năng lượng điện trường trong mạch là:

$$W_d = \frac{1}{2}LI_0^2 - \frac{1}{2}Li^2 = 7,5.10^{-6}\text{J}$$

Câu 13: Đáp án B.

Vào thời điểm $W_d = \frac{1}{3}W_t \Rightarrow W_d = \frac{1}{4}W$

$$\Rightarrow \frac{q^2}{2C} = \frac{1}{4}.\frac{Q_0^2}{2C} \Rightarrow q = 4,5nC$$

Câu 14: Đáp án D.

Tương tự câu 13 ta suy ra được $u = 2,5\sqrt{2}\,\text{V}$

Câu 15: Đáp án D.

Năng lượng từ trường bằng 3 lần năng lượng điện trường thì suy ra $i = 6\sqrt{3}\,\text{mA}$

Câu 16: Đáp án A.

Tổng năng lượng điện từ của mạch là:

$$W_d = \frac{1}{2}CU^2 = 1,44.10^{-12}$$

IV. BÀI TOÁN VỀ TRUYỀN THÔNG SÓNG ĐIỆN TỪ

1. Phương pháp

Trên thực tế, có rất nhiều đài phát ra sóng điện từ có tần số khác nhau, và anten của máy thu sẽ thu được rất nhiều các sóng điện từ khác nhau đó. Để thu được sóng như mong muốn, phải mắc hỗn hợp anten với một mạch chọn sóng.

Mạch chọn sóng là một mạch dao động LC, trong đó tụ điện thường là một tụ xoay có điện dung thay đổi được.

Khi anten thu được sóng điện từ, dao động từ anten sẽ truyền sang mạch chọn sóng làm cho mạch bị dao động cưỡng bức. Điều chỉnh điện dung của mạch chọn sóng thì tần số riêng của mạch này thay đổi. Khi tần số của mạch chọn sóng bằng tần số của đài cần thu thì xảy ra hiện tượng cộng hưởng, tín hiệu rõ nhất.

Như vậy, để thu được tín hiệu rõ nét nhất thì ta phải điều chỉnh điện dung sao cho tần số riêng của mạch bằng đúng với tần số của sóng cần thu.

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm một cuộn dây có độ tự cảm $L = 4\mu H$ và một tụ điện $C = 50$ nF.

a) Tính bước sóng điện từ mà mạch thu được.

b) Để mạch bắt được sóng có bước sóng trong khoảng từ 80 m đến 800 m thì cần phải thay tụ điện C bằng tụ xoay C_v có điện dung biến thiên trong khoảng nào?

Lấy $\pi^2 = 10; c = 3.10^8$ m/s.

Lời giải

a) Bước sóng điện từ mà mạch thu được là: $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC} = 843$ m

b) Ta có $\begin{cases} C_{min} = \dfrac{\lambda_{min}^2}{4\pi^2 c^2 L} = \dfrac{80^2}{4\pi^2 c^2 .4.10^{-6}} = 0,45.10^{-9}\ \text{F} \\ C_{max} = \dfrac{\lambda_{max}^2}{4\pi^2 c^2 L} = \dfrac{800^2}{4\pi^2 c^2 .4.10^{-6}} = 45.10^{-9}\ \text{F} \end{cases}$

Vậy $0,45.10^{-9}\ \text{F} \le C_V \le 45.10^{-9}\ \text{F}$

Ví dụ 2: Mạch dao động để chọn sóng của một máy thu thanh gồm một cuộn dây có độ tự cảm L = 11,3μH và tụ điện có điện dung C = 1000 pF.

a) Mạch dao động nói trên có thể thu được sóng có bước sóng λ_0 bằng bao nhiêu?

b) Để thu được dải sóng từ 20m đến 50m, người ta phải ghép thêm một tụ xoay C_V với tụ C nói trên. Hỏi phải ghép như thế nào và giá trị của C_V thuộc khoảng nào?

c) Để thu được sóng 25 m, C_V phải có giá trị bao nhiêu? Các bản tụ di động phải xoay một góc bằng bao nhiêu kể từ vị trí điện dung cực đại để thu được bước sóng trên, biết các bản tụ di động có thể xoay từ 0 đến 180°?

Lời giải

a) Bước sóng mạch thu được:

$$\lambda_0 = 2\pi c\sqrt{LC} = 2\pi.3.10^8\sqrt{11,3.10^{-6}.1000.10^{-12}} = 200,27\ \text{m}$$

b) Vì dải sóng cần thu có bước sóng nhỏ hơn bước sóng λ_0 nên điện dung của bộ tụ phải nhỏ hơn C. Do đó phải ghép C_V nối tiếp với C. Khi đó:

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{L\frac{CC_V}{C+C_V}} \Rightarrow C_V = \frac{\lambda^2 C}{4\pi^2 c^2 LC - \lambda^2} = \frac{C}{\frac{4\pi^2 c^2 LC}{\lambda^2} - 1}$$

Từ biểu thức trên, ta thấy với $\lambda > 0$ thì C_V biến thiên đồng biến theo λ.

Khi đó ta có

$$C_{V\max} = \frac{\lambda_{\max}^2 C}{4\pi^2 c^2 LC - \lambda_{\max}^2} = \frac{50^2.1000.10^{-12}}{4\pi^2\left(3.10^8\right)^2.11,3.10^{-6}.10^{-9} - 50^2} = 66,4.10^{-12}\,\text{F}$$

$$C_{V\min} = \frac{\lambda_{\min}^2 C}{4\pi^2 c^2 LC - \lambda_{\min}^2} = \frac{20^2.1000.10^{-12}}{4\pi^2\left(3.10^8\right)^2.11,3.10^{-6}.10^{-9} - 20^2} = 10,1.10^{-12}\,\text{F}$$

Vậy $10,1\text{pF} \le C_V \le 66,4\text{pF}$

c) Để thu được sóng $\lambda_1 = 25\text{m}$ thì

$$C_V = \frac{\lambda_1^2 C}{4\pi^2 c^2 LC - \lambda_1^2} - \frac{25.10^{-9}}{4\pi^2\left(3.10^8\right)^2.11,3.10^{-6}.10^{-9} - 25^2} = 15,8.10^{-12}\,\text{F}$$

Vì C_V tỉ lệ với góc xoay nên ta có

$$\frac{C_{V\max} - C_{V1}}{C_{V\max} - C_{V\min}} = \frac{\Delta\varphi}{180} \Rightarrow \Delta\varphi = 180\left(\frac{C_{V\max} - C_{V1}}{C_{V\max} - C_{V\min}}\right) = 180\left(\frac{66,4 - 15,8}{66,4 - 10,1}\right) = 162^0$$

Ví dụ 3: Cho mạch chọn sóng của máy thu vô tuyến điện gồm tụ C_0 ghép song song với tụ xoay C_X (điện dung của tụ xoay tỉ lệ hàm bậc nhất với góc xoay α). Cho góc xoay α biến thiên từ $0^0 \to 120^0$ khi đó C_X biến thiên từ 10μF đến 250μF, nhờ vậy máy thu được dải sóng từ 10m đến 30m. Điện dung C_0 có giá trị bằng

A. 40 μF. B. 20 μF. C. 30 μF. D. 10 μF.

Lời giải

Vì C_X ghép song song với C_0 nên ta có điện dung tương đương $C_b = C_X + C_0$. Từ đó ta có

$$C_{b1} = C_0 + C_{x1} = C_0 + 10\ (*)$$

$$C_{b2} = C_0 + C_{x2} = C_0 + 250$$

Từ đó ta có $C_{b2} - C_{b1} = 240(1)$. Mặt khác

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{2\pi c\sqrt{LC_{b2}}}{2\pi c\sqrt{LC_{b1}}} = 3 \Rightarrow C_{b2} = 9C_{b1}(2)$$

Từ (1) và (2) suy ra $C_{b1} = 30\mu\text{F}$; $C_{b2} = 270\mu\text{F}$. Thay C_{b1} vào (*) suy ra $C_0 = 20\mu\text{F}$.

Đáp án B.

Ví dụ 4: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm một cuộn cảm thuần và một tụ điện là tụ xoay. Điện dung của tụ xoay là hàm số bậc nhất của góc xoay. Khi chưa xoay tụ (góc xoay là 0 độ) thì mạch thu được sóng có bước sóng là 10m. Khi góc xoay tụ là 45 độ thì mạch thu sóng có bước sóng 20m. Để mạch bắt được sóng có bước sóng 30m thì phải xoay tụ tới góc xoay bằng bao nhiêu độ

A. 120. B. 135. C. 75. D. 90.

Lời giải

Bước sóng trong mỗi trường hợp là

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_0 = 2\pi c\sqrt{LC_0} \\ \lambda_1 = 2\pi c\sqrt{LC_1} \\ \lambda_2 = 2\pi c\sqrt{LC_2} \end{cases}$$

Điện dung $C = C_0 + k\alpha$.

Ta có $\begin{cases} \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_0}\right)^2 = \frac{C_1}{C_0} = 4 \Leftrightarrow C_1 = 4C_0 \Rightarrow 4C_0 = C_0 + 45k \Rightarrow k = \frac{C_0}{15} \\ \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_0}\right)^2 = \frac{C_2}{C_0} = 4 \Leftrightarrow C_2 = 9C_0 \Rightarrow 9C_0 = C_0 + \alpha.\frac{C_0}{15} \Rightarrow \alpha = 120^0 \end{cases}$

Đáp án A

Ví dụ 5: Trong thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến, người ta sử dụng cách biến điệu biên độ, tức là làm cho biên độ của sóng điện từ cao tần (sóng mang) biến thiên theo thời gian với tần số bằng tần số của dao động âm tần. Cho tần số sóng mang là 800 kHz, tần số của dao động âm tần là 1000 Hz. Xác định số dao động toàn phần của dao động cao tần khi dao động âm tần thực hiện được một dao động toàn phần.

A. 800. B. 1000. C. 850. D. 620.

Lời giải

Thời gian để dao động âm tần thực hiện được một dao động toàn phần là:

$$T_A = \frac{1}{f_A} = 10^{-3}\,\text{s}$$

Thời gian để dao động cao tần thực hiện được một dao động toàn phần

$$T_C = \frac{1}{f_C} = 0,125.10^{-5}\,\text{s}$$

Số dao động toàn phần của dao động cao tần khi dao động âm tần thực hiện được một dao động toàn phần là

$$N = \frac{T_A}{T_C} = 800 \text{ (dao động toàn phần)}$$

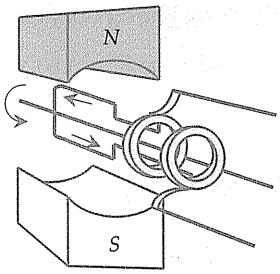
Đáp án A.

CHƯƠNG 4. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. LÍ THUYẾT

I. NGUYÊN TẮC TẠO RA DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Nguyên tắc tạo ra dòng điện xoay chiều



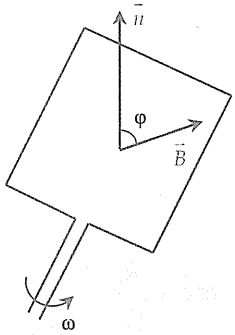
Khung dây quay quanh từ trường đều

Để tạo ra dòng điện xoay chiều, ta dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ bằng cách cho khung dây kim loại kín quay đều với tốc độ góc ω quanh trục đối xứng của nó trong từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với trục quay của khung dây.

Khi đó từ thông qua khung dây biến thiên sẽ sinh ra một suất điện động cảm ứng, chống lại sự biến thiên của từ thông.

Nối hai đầu khung dây với mạch ngoài tiêu thụ điện (bằng cách sử dụng bộ góp), ta được dòng điện xoay chiều biến thiên điều hòa với tần số góc ω.

2. Biểu thức từ thông và suất điện động



Giả sử khung dây có N vòng giống hệt nhau mắc nối tiếp, mỗi vòng dây có diện tích S, quay với tốc độ góc ω trong từ trường đều $\vec{B}$

Giả sử tại thời điểm ban đầu, véctơ pháp tuyến của khung dây hợp với $\vec{B}$ một góc φ.

Từ thông qua một vòng dây tại thời điểm t là

$$\Phi = \Phi_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó, $\Phi_0 = BS$ là từ thông cực đại qua một vòng dây. Đơn vị của từ thông là Vê-be (Wb). Theo định luật Fa-ra-đây về cảm ứng điện từ, khi từ thông biến thiên sẽ sinh ra một suất điện động cảm ứng

$$E_c = -\Phi' = \omega\Phi_0 \sin(\omega t + \varphi) = \omega\Phi_0 \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2}\right)$$

Nhận xét

Suất điện động cảm ứng trong khung dây biến thiên điều hòa, cùng tần số và chậm pha hơn từ thông một góc $\frac{\pi}{2}$

Vì khung dây có N vòng dây nên ta có

$$E_c = -N\Phi' = N\omega\Phi_0 \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2}\right) = E_0 \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2}\right)$$

Trong đó, $E_0 = \omega N\Phi_0 = \omega NBS$ là suất điện động cực đại. Suất điện động có đơn vị là Vôn (V)

3. Biểu thức hiệu điện thế và cường độ dòng điện trong mạch

Khi dùng suất điện động xoay chiều trên gắn vào một mạch nào đó thì trong mạch có dao động điện cưỡng bức với tần số bằng tần số của suất điện động xoay chiều, khi đó hiệu điện thế và dòng điện giữa hai đầu đoạn mạch cũng là hiệu điện thế và dòng điện xoay chiều:

$$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$$
$$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$$

Đơn vị của u là Vôn (V), của i là Ampe (A).

Gọi $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ là độ lệch pha của hiệu điện thế u so với cường độ dòng điện i

- Nếu $\varphi > 0$ thì u sớm pha hơn so với i
- Nếu $\varphi < 0$ thì u trễ pha hơn so với i
- Nếu $\varphi = k2\pi,\ k \in \mathbb{Z}$ thì u đồng pha so với i

II. CÁC GIÁ TRỊ HIỆU DỤNG CỦA DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Chú ý

Với dòng điện xoay chiều, ta không thể dùng Ampe kế để đo dòng điện tức thời bởi vì dòng điện xoay chiều có tần số lớn (tần số dòng điện xoay chiều trong sinh hoạt đời thường ở Việt Nam và ở Châu Âu là 50 Hz; ở Bắc Mỹ là 60 Hz), tức là trong một giây nó đổi chiều 100 lần (với tần số 50 Hz thì trong 1 giây nó thực hiện được 50 dao động toàn phần, mà vì 1 chu kì dòng điện đổi chiều 2 lần nên nó đổi chiều 50.2=100 lần). Khi đó, kim của thiết bị đo không thể kịp chuyển động theo sự thay đổi chiều rất nhanh đó, do có quán tính nên nó vẫn đứng yên và chỉ vào vạch số 0.

Khi sử dụng dòng điện xoay chiều, ta cần quan tâm đến tác dụng của nó trong một thời gian dài. Tác dụng nhiệt của dòng điện tỉ lệ với bình phương cường độ dòng điện nên không phụ thuộc vào chiều dòng điện và đó là cơ sở để đánh giá hiệu quả sử dụng của dòng điện xoay chiều.

Xét dòng điện xoay chiều $i=I_0\cos(\omega t+\varphi)$ và cường độ dòng không đổi I chạy qua hai điện trở R giống hệt nhau trong cùng khoảng thời gian Δt rất lớn so với chu kì dòng điện. Ta có:

- Nhiệt lượng tỏa ra của dòng điện xoay chiều:

$$Q=Ri^2\Delta t=RI_0{}^2\cos^2(\omega t+\varphi)\Delta t=\frac{Ri^2\Delta t}{2}+\frac{RI_0{}^2\cos^2(2\omega t+2\varphi)\Delta t}{2}$$

Vế phải có hai đại lượng: một đại lượng không đổi, và một đại lượng biến thiên điều hòa.

Xét trong khoảng thời gian rất lớn so với chu kì dòng điện thì $\frac{RI_0{}^2\cos^2(2\omega t+2\varphi)\Delta t}{2}$ có giá trị trung bình bằng 0. Do đó, nhiệt lượng trung bình tỏa ra trong thời gian Δt là

$$Q=\frac{RI_0{}^2\Delta t}{2}$$

- Nhiệt lượng tỏa ra của dòng điện không đổi I là:

$$Q'=RI_0{}^2\Delta t$$

Hiệu quả của hai dòng điện trên giống nhau khi $Q=Q'$ tức là $\frac{RI_0{}^2\Delta t}{2}=RI^2\Delta t.$

Suy ra $I=\frac{I_0}{\sqrt{2}}$

Như vậy, giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện xoay chiều bằng cường độ của dòng điện không đổi nếu cho hai dòng điện này đi qua hai điện trở giống nhau trong khoảng thời gian như nhau thì tỏa nhiệt lượng bằng nhau.

Các giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều bằng các giá trị cực đại chia cho $\sqrt{2}$.

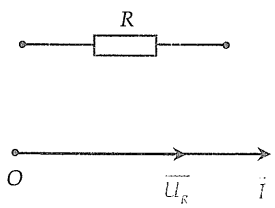
$$E=\frac{E_0}{\sqrt{2}}(V);\ U=\frac{U_0}{\sqrt{2}}(V);\ I=\frac{I_0}{\sqrt{2}}(A)$$

STUDY TIP

Ampe kế và vôn kế đo cường độ và hiệu điện thế xoay chiều dựa vào các tác dụng nhiệt của dòng điện nên gọi là *ampe kế nhiệt* và *vôn kế nhiệt*. Số chỉ của chúng chỉ các giá trị hiệu dụng.

III. ĐỊNH LUẬT ÔM CHO CÁC LOẠI ĐOẠN MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU. CỘNG HƯỞNG ĐIỆN

1. Đoạn mạch xoay chiều chỉ có R



Đặt vào hai đầu đoạn mạch chỉ chứa điện trở R hiệu điện thế $u=U_0\cos(\omega t+\varphi)(V)$ thì dòng điện qua mạch là

$$i=\frac{u}{R}=\frac{U_0}{R}\cos(\omega t+\varphi)=I_0\cos(\omega t+\varphi)$$

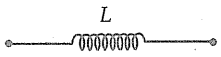
Nhận xét: Mạch điện chỉ có R thì u cùng pha i.

Định luật Ôm: Từ $I_0=\frac{U_0}{R}$, chia hai vế cho $\sqrt{2}$, ta được

$$I=\frac{U}{R}$$

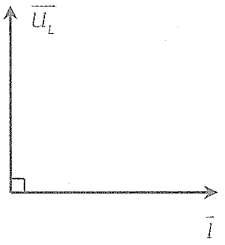
Đây chính là định luật Ôm cho đoạn mạch chỉ chứa R.

2. Đoạn mạch xoay chiều chỉ có cuộn cảm thuần L



Đặt vào hai đầu đoạn mạch chỉ chứa cuộn cảm thuần L hiệu điện thế $u=U_0\cos(\omega t+\varphi)(V)$ thì dòng điện qua mạch là

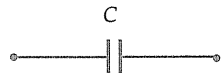
$$i=I_0\cos\left(\omega t+\varphi-\frac{\pi}{2}\right)$$



Nhận xét: Mạch điện chỉ có cuộn cảm thuần L thì u sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với i hay nói cách khác i trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với u.

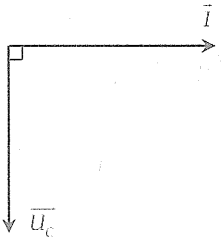
Định luật Ôm: $I=\frac{U}{Z_L}$

3. Đoạn mạch xoay chiều chỉ có tụ điện C



Đặt vào hai đầu đoạn mạch chỉ chứa tụ điện C hiệu điện thế $u=U_0\cos(\omega t+\varphi)(V)$ thì dòng điện qua mạch là

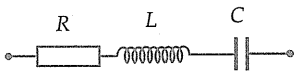
$$i=I_0\cos\left(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2}\right)$$



Nhận xét: Mạch điện chỉ có tụ điện C thì u trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với i hay nói cách khác i sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u.

Định luật Ôm: $I=\frac{U}{Z_C}$

4. Đoạn mạch xoay chiều gồm các phần tử R, L, C mắc nối tiếp



Đặt vào hai đầu đoạn mạch chứa ba phần tử R, L, C mắc nối tiếp một hiệu điện thế $u=U_0\cos(\omega t+\varphi_u)(V)$ thì dòng điện qua mạch là

$$i=I_0\cos(\omega t+\varphi_i).$$

Định luật Ôm: $I=\frac{U}{Z}$

4.1. Tổng trở của mạch

Tổng trở của mạch xác định bởi

$$\boxed{Z=\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}$$

- R là điện trở
- Z_L là cảm kháng
- Z_C là dung kháng

Đơn vị của Z,R,Z_L,Z_C đều là Ôm (Ω)

STUDY TIP

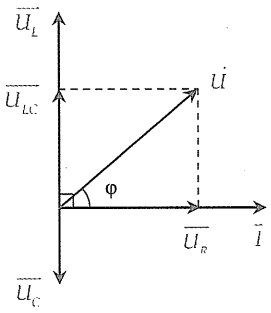
Nếu mạch khuyết phần tử nào thì ta cho phần tử đấy có giá trị bằng 0. Ví dụ mạch gồm 2 phần tử là R và Z_L thì tổng trở là

$$Z=\sqrt{R^2+Z_L^2}.$$

4.2. Độ lệch pha giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện trong mạch

Độ lệch pha $\varphi=\varphi_u-\varphi_i$ được xác định thông qua:

$$\begin{cases}\tan\varphi=\dfrac{Z_L-Z_C}{R}=\dfrac{I(Z_L-Z_C)}{IR}=\dfrac{U_L-U_C}{U_R}\\ \cos\varphi=\dfrac{R}{Z}=\dfrac{IR}{IZ}=\dfrac{U_R}{U}\end{cases};-\frac{\pi}{2}\le\varphi\le\frac{\pi}{2}.$$



Nhận xét:

- Khi $Z_L > Z_C$ hay $\omega > \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ (mạch có tính *cảm kháng*) thì $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} > 0$

$\Rightarrow \varphi > 0$ tức là hiệu điện thế *sớm pha* hơn cường độ dòng điện.

- Khi $Z_L < Z_C$ hay $\omega < \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ (mạch có tính *dung kháng*) thì $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} < 0$

$\Rightarrow \varphi < 0$ tức là hiệu điện thế *trễ pha* hơn cường độ dòng điện.

- Khi $Z_L = Z_C$ hay $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ thì $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = 0$

$\Rightarrow \varphi = 0$ tức là hiệu điện thế *cùng pha* cường độ dòng điện.

4.3. Định luật Ôm

Định luật Ôm cho đoạn mạch chứa các phần tử *R, L, C* là

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$$

5. Cộng hưởng điện

Nếu ta giữ nguyên giá trị của điện áp hiệu dụng U giữa hai đầu đoạn mạch và thay đổi tần số góc ω để $Z_L - Z_C = 0$, tức là $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ thì có hiện tượng đặc biệt xảy ra, gọi là *hiện tượng cộng hưởng điện*.

Khi đó:

+ Tổng trở của mạch đạt giá trị cực tiểu: $Z_{min} = R$.

+ Cường độ hiệu dụng đạt giá trị cực đại: $I_{max} = \dfrac{U}{R}$

+ $u_L = -u_C$.

+ $u = u_R$.

+ Cường độ dòng điện biến đổi đồng pha với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

IV. CÔNG SUẤT CỦA DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Công suất tức thời

Xét đoạn mạch xoay chiều có dòng điện $i = I_0\cos(\omega t + \varphi_i)$ chạy qua và có hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là $u = U_0\cos(\omega t + \varphi_u)$.

Công suất tiêu thụ điện của đoạn mạch ở mỗi thời điểm được gọi là *công suất tức thời*

$$p = ui = U_0\cos(\omega t + \varphi_u)\cdot I_0\cos(\omega t + \varphi_i).$$

2. Công suất của dòng điện xoay chiều

Công suất của dòng điện xoay chiều được xác định bởi

$$P = UI\cos\varphi.$$

Trong đó U, I, φ lần lượt là hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch, cường độ dòng điện hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch và độ lệch pha giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện.

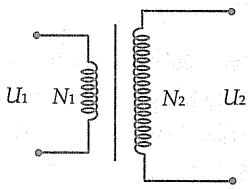
V. MÁY BIẾN ÁP, TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG

1. Máy biến áp

1.1. Định nghĩa

> Máy biến áp là thiết bị có khả năng biến đổi điện áp xoay chiều này sang điện áp xoay chiều khác mà không làm thay đổi tần số của nó.

1.2. Cấu tạo



Kí hiệu máy biến áp trong mạch điện

- Máy biến áp được cấu tạo gồm 2 cuộn dây có số vòng dây khác nhau được quấn trên lõi thép kĩ thuật (lõi sắt non có pha silic). Các vòng dây đều được bọc bởi một lớp sơn cách điện để cách điện với nhau và cách điện với lõi thép.

- *Cuộn dây sơ cấp* là cuộn dây mắc vào mạng điện xoay chiều cần biến áp.

- *Cuộn dây thứ cấp* là cuộn dây nối với tải tiêu thụ.

- Lõi thép kĩ thuật được làm từ nhiều lá thép mỏng ghép sát và cách điện với nhau để chống lại tác dụng của dòng điện Fucô.

1.3. Nguyên tắc hoạt động

Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ: Nguồn phát điện tạo nên một điện áp xoay chiều tần số f ở hai đầu cuộn sơ cấp. Dòng xoay chiều trong cuộn sơ cấp biến thiên tạo ra từ thông biến thiên trong lõi thép. Từ thông biến thiên được lõi thép truyền nguyên vẹn từ cuộn sơ cấp sang cuộn thứ cấp làm sinh ra suất điện động cảm ứng biến thiên điều hòa, cùng tần số với nguồn điện u đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp.

1.4. Công thức máy biến áp

- Với máy biến thế không có tải tiêu thụ, ta có: $\frac{N_2}{N_1}=\frac{U_2}{U_1}$

- Nếu $\frac{N_2}{N_1}>1$ ta có $U_2>U_1$, máy biến áp lúc này là máy tăng áp.
- Nếu $\frac{N_2}{N_1}<1$ ta có $U_2<U_1$, máy biến áp lúc này là máy hạ áp.

Trong đó:

N_1, U_1 là số vòng dây, hiệu điện thế hiệu dụng của cuộn sơ cấp.

N_2, U_2 là số vòng dây, hiệu điện thế hiệu dụng của cuộn thứ cấp.

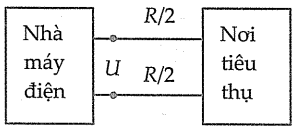
- Với máy biến thế lí tưởng (bỏ qua mọi hao phí) có tải tiêu thụ ở mạch thứ cấp, ta có: $\frac{N_2}{N_1}=\frac{U_2}{U_1}=\frac{I_1}{I_2}$

Trong đó:

N_1, U_1, I_1 là số vòng dây, hiệu điện thế hiệu dụng, cường độ dòng điện hiệu dụng của cuộn sơ cấp.

N_2, U_2, I_2 là số vòng dây, hiệu điện thế hiệu dụng, cường độ dòng điện hiệu dụng của cuộn thứ cấp.

2. Truyền tải điện năng



Truyền tải điện năng

Giả sử ta cần truyền tải một điện năng phát ra từ máy phát điện, được truyền tới nơi tiêu thụ trên một đường dây có điện trở tổng cộng là R. Điện áp hai cực máy phát là U. Hệ số công suất là $\cos\varphi$. Công suất phát từ nhà máy phát được tính bởi $P=UI\cos\varphi$ trong đó I là cường độ dòng điện hiệu dụng trên đường dây.

Ta có công suất hao phí do tỏa nhiệt trên đường dây là

$$P_{hp} = RI^2 = R\left(\frac{P}{U\cos\varphi}\right)^2 = R\frac{P^2}{U^2\cos^2\varphi}$$

Rõ ràng, trong thực tế ta muốn giảm hao phí do tỏa nhiệt trên đường dây. Dựa vào biểu thức công suất hao phí, ta có thể giảm hao phí bằng các cách sau đây:

- Giảm R?

Giảm R có hạn chế là muốn giảm $R = \rho\frac{l}{S}$ thì ta phải thay dây dẫn bằng vật liệu khác (giảm ρ), ví dụ thay dây đồng bằng dây bạc, hoặc dây siêu dẫn,... Điều này quá tốn kém, mà hao phí lại chỉ giảm được ít. Nếu không thay bằng dây dẫn khác, ta có thể tăng tiết diện dây đồng làm điện trở giảm. Thế nhưng khi tăng tiết diện thì khối lượng dây dẫn tăng lên, cột điện phải tăng lên để chịu được trọng lượng của dây. Như vậy, ta không nên giảm R để giảm hao phí.

- Tăng U?

Điều này thực hiện dễ dàng nhờ máy biến áp, hơn nữa khi tăng U lên n lần thì hao phí giảm n^2 lần, vậy nên trong thực tế, để giảm hao phí người ta sẽ tăng điện áp trạm phát.

Trước khi đến nơi tiêu thụ, điện áp trên dây phải qua các trạm biến áp (cụ thể là hạ áp) để tạo ra hiệu điện thế phù hợp cho nơi tiêu thụ.

VI. ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

Chú ý

Phần này sách giáo khoa Vật lí 12 Cơ bản giảm tải mục II trang 96, nên ta chỉ cần nhớ nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ ba pha.

Nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ ba pha

Đặt một khung dây dẫn kín trong lòng nam nam châm chữ U sao cho trục của khung dây trùng với trục đối xứng của chữ U. Cho nam châm quay đều với tốc độ góc ω thì từ trường trong lòng nam châm cũng quay theo, khi đó người ta thấy rằng khung dây quay theo cùng chiều với nam châm và với tốc độ góc $\omega_0 < \omega$.

Giải thích:

Nam châm quay làm cho từ trường quay gây ra sự biến thiên từ thông trong lòng khung dây. Từ thông biến thiên sinh ra một dòng điện cảm ứng. Từ trường quay tiếp tục tác dụng lên dòng điện trong khung dây một momen lực làm khung dây quay. Theo định luật Len-xơ thì khung dây quay theo chiều quay của từ trường để làm giảm tốc độ biến thiên của từ thông qua khung dây. Khi tốc độ góc của khung dây bắt đầu bằng tốc độ góc của nam châm thì mọi sự biến thiên không còn nữa, khi đó dòng điện cảm ứng và momen lực từ bằng 0, dưới tác dụng của momen lực cản khung dây quay chậm lại.

Khi khung dây vừa quay chậm lại thì lập tức sự biến thiên từ thông lại xuất hiện, dòng điện cảm ứng và momen lực từ lại được sinh ra và khung dây lại quay theo nam châm. Khi tốc độ góc bằng tốc độ góc của nam châm thì sự biến thiên lại không còn nữa, momen lực từ bằng 0 khung dây lại quay chậm lại... Cứ như vậy quá trình diễn ra tiếp diễn, kết quả là khung dây quay với tốc độ góc trung bình là ω_0 nhỏ hơn tốc độ góc của khung dây cũng như của từ trường quay ω.

Trong thực tế, để tạo ra từ trường quay thì người ta không dùng nam châm chữ U mà người ta tạo ra từ trường quay bằng cách cho dòng điện ba pha chạy vào ba cuộn dây giống nhau, đặt lệch nhau 120 độ.

B. PHÂN DẠNG BÀI TẬP VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

I. BÀI TOÁN ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Phương pháp

Dùng các kiến thức lí thuyết đã trình bày để vận dụng làm một số câu hỏi đại cương.

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một dòng điện xoay chiều có cường độ $i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{A})$.

Chọn phát biểu sai:

A. Cường độ hiệu dụng $I=2\text{A}$.

B. Tần số $f=50\text{Hz}$.

C. Tại thời điểm $t=0,15\text{s}$ cường độ dòng điện cực đại.

D. Pha ban đầu $\varphi=\frac{\pi}{2}$.

Lời giải

Dựa vào biểu thức cường độ dòng điện $i=I_0\cos(\omega t+\varphi_1)$ ta có

+ Cường độ hiệu dụng là 2 (A). Vậy A đúng.

+ Tần số $f=\frac{\omega}{2\pi}=50(\text{Hz})$. Vậy B đúng.

+ Pha ban đầu là $\frac{\pi}{2}$. Vậy D đúng.

+ Tại thời điểm $t=0,15$ (s) ta có $i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi.0,15+\frac{\pi}{2}\right)=0$. Vậy C sai.

Đáp án C

Ví dụ 2: Điện áp hai đầu bóng đèn có biểu thức $u=100\sqrt{2}\cos 100\pi t(\text{V})$. Đèn chỉ sáng khi $|u|\geq 100\text{V}$. Tính thời gian đèn sáng trong một chu kỳ?

A. $\frac{1}{100}$s. B. $\frac{1}{50}$s. C. $\frac{1}{150}$s. D. $\frac{1}{75}$s.

Lời giải

Ta có $|u|\geq 100\Leftrightarrow\left[\begin{array}{l}u\geq 100\\u\leq -100\end{array}\right.$. Dựa vào đường tròn của hiệu điện thế biến thiên điều hòa, ta có: trong 1 chu kì, góc quét ứng với $|u|\geq 100$ gồm:

+ Khi vật dao động đi từ -100 theo chiều âm đến $-100\sqrt{2}$ rồi đến -100 theo chiều dương (góc quét tương ứng là $\frac{\pi}{4}+\frac{\pi}{4}=\frac{\pi}{2}$).

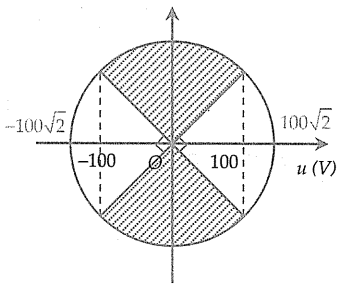
+ Khi vật dao động đi từ 100 theo chiều dương đến $100\sqrt{2}$ rồi về 100 theo chiều âm (góc quét tương ứng là $\frac{\pi}{4}+\frac{\pi}{4}=\frac{\pi}{2}$).

Vậy tổng góc quét là: $\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{2}=\pi$. Thời gian là: $\Delta t=\frac{T}{2}=\frac{1}{100}(\text{s})$.

Đáp án C.

STUDY TIP

Khi nắm vững chương dao động cơ, đặc biệt là bài toán về thời gian, chúng ta có thể dễ dàng giải quyết bài toán này.



Ví dụ 3: Tìm phát biểu sai?

A. Phần tử R khi cho dòng điện đi qua sẽ tỏa nhiệt.

B. Tụ điện không cho dòng điện một chiều đi qua.

C. Cuộn dây không có chức năng ngăn cản với dòng điện xoay chiều.

D. Tụ điện cho dòng điện xoay chiều đi qua.

Lời giải

A. Đúng. Khi dòng điện đi qua điện trở R, điện trở R sẽ tỏa nhiệt.

B. Đúng. Tụ điện không cho dòng một chiều đi qua, nhưng dòng xoay chiều thì có.

C. Sai. Đối với dòng điện 1 chiều thì cuộn dây không có chức năng ngăn cản dòng điện, nhưng với dòng điện 1 chiều thì cuộn dây có chức năng cản trở dòng điện, đặc trưng bởi cảm kháng Z_L.

D. Đúng. Đối với dòng xoay chiều thì tụ điện cho dòng điện đi qua.

Đáp án C.

Ví dụ 4: Khi mắc một tụ điện vào mạng điện xoay chiều, nếu tần số của dòng điện xoay chiều:

A. Càng nhỏ, thì dòng điện càng dễ đi qua.

B. Càng lớn, dòng điện càng khó đi qua.

C. Càng lớn, dòng điện càng dễ đi qua.

D. Bằng 0, dòng điện càng dễ đi qua.

Lời giải

Ta có cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chỉ có tụ điện là $I=\frac{U}{Z_C}$, mà

$Z_C=\frac{1}{\omega C}$ nên $I=U\omega C$.

Vậy nếu tần số (tần số góc) càng lớn thì cường độ dòng càng lớn (dòng điện dễ đi qua tụ); tần số (tần số góc) càng nhỏ thì cường độ dòng điện càng nhỏ (dòng điện khó đi qua tụ hơn).

Đáp án C.

Ví dụ 5: Đối với dòng điện xoay chiều, cuộn cảm có tác dụng cản trở dòng điện:

A. Dòng điện có tần số càng nhỏ càng bị cản trở nhiều.

B. Dòng điện có tần số càng lớn càng ít bị cản trở.

C. Dòng điện bị cản trở hoàn toàn.

D. Cản trở dòng điện, dòng điện có tần số càng lớn càng bị cản trở nhiều.

Lời giải

Ta có cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chỉ có cuộn cảm là $I=\frac{U}{Z_L}$, mà

$Z_L=\omega L$ nên $I=\frac{U}{\omega L}$.

Vậy nếu tần số (tần số góc) càng lớn thì cường độ dòng điện càng nhỏ (dòng điện khó đi qua cuộn cảm, mức độ cản trở nhiều); tần số (tần số góc) càng nhỏ thì cường độ dòng điện càng lớn (dòng điện dễ đi qua cuộn cảm hơn, mức độ cản trở ít).

Đáp án D.

Ví dụ 6: Dòng điện chạy qua một đoạn mạch có biểu thức $i = I_0 \sin(100\pi t)$. Trong khoảng thời gian từ 0 đến 0,01s cường độ dòng điện tức thời có giá trị bằng $0,5I_0$ vào những thời điểm

A. $\frac{1}{300}$s và $\frac{2}{300}$s. B. $\frac{1}{400}$s và $\frac{2}{400}$s.

C. $\frac{1}{500}$s và $\frac{3}{500}$s. D. $\frac{1}{600}$s và $\frac{5}{600}$s.

Lời giải

Phương pháp giải bài tập này giống như trong chương dao động cơ (bạn đọc xem lại phần bài toán thời gian trong dao động). Ta có

$$i = I_0 \sin(100\pi t) = 0,5I_0 \Rightarrow \sin(100\pi t) = \frac{1}{2} \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} 100\pi t = \frac{\pi}{6} + k2\pi \\ 100\pi t = \frac{5\pi}{6} + m2\pi \end{array}\right. ;(k,m \in \mathbb{Z})$$

$$\Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} t = \frac{1}{600} + \frac{k}{50} \\ t = \frac{5}{600} + \frac{m}{50} \end{array}\right. \xrightarrow{0<t<0,01} \left[\begin{array}{l} -0,083 < k < 0,416 \\ -0,416 < m < 0,083 \end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} k = 0 \\ m = 0 \end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} t = \frac{1}{600} \\ t = \frac{5}{600} \end{array}\right.$$

Đáp án D.

Ví dụ 7: Một mạch điện chỉ có một phần tử (*R* hoặc *L* hoặc *C*) nhưng chưa biết rõ là gì? Nhưng qua khảo sát thấy dòng điện trong mạch có biểu thức $i = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{A})$, còn hiệu điện thế có biểu thức là $u = 50\cos\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)(\text{V})$. Vậy phần tử đó là gì?

A. $R = 25\Omega$. B. $C = \frac{10^3}{2,5}$F. C. $L = \frac{0,25}{\pi}$H. D. Đáp án khác

Lời giải

Để biết phần tử đó là gì ta dựa vào độ lệch pha giữa hai hiệu điện thế và cường độ dòng điện. Ta có: $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right) - \left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = \frac{\pi}{2}$

Suy ra hiệu điện thế sớm pha hơn cường độ dòng điện 1 góc là $\frac{\pi}{2}$, suy ra phần tử đó là cuộn cảm *L*.

Cảm kháng là $Z_L = \frac{U_0}{I_0} = \frac{50}{2} = 25\Omega$. Từ đó suy ra độ tự cảm $L = \frac{25}{100\pi} = \frac{0,25}{\pi}(\text{H})$

Đáp án C.

Ví dụ 8: Một ấm nước có điện trở của dây may so là 100 Ω, được lắp vào mạng điện 220 V - 50 Hz. Tính nhiệt lượng ấm nước tỏa ra trong vòng 1 giờ?

A. 17424 J. B. 17424000 J. C. 1742400 J. D. 174240 J.

Lời giải

Mạng điện 220 V - 50 Hz cho ta biết: hiệu điện thế hiệu dụng là $U = 220$ V và tần số dòng điện là $f = 50$ Hz. Nhiệt lượng ấm nước tỏa ra trong 1 giờ là

$$Q = RI^2t = \frac{U^2}{R}t = \frac{220^2}{100}.3600 = 1742400\text{J}$$

Đáp án C.

Ví dụ 9: Cho đoạn mạch gồm ba phần tử R, L, C mắc nối tiếp. Gọi u, u_R, u_L, u_C lần lượt là hiệu điên thế tức thời giữa hai đầu đoạn mạch, hai đầu điện trở, hai đầu cuộn cảm, hai đầu tụ điện. Và i, i_R, i_L, i_C là cường độ dòng điện tức thời tương ứng. Trong các biểu thức sau, biểu thức nào đúng?

A. $R=\frac{u_R}{i}$. B. $Z_L=\frac{u_L}{i}$. C. $Z_C=\frac{u_C}{i}$. D. $Z=\frac{u}{i}$.

Lời giải

Nhìn có vẻ tất cả các đáp án đều đúng, nhưng chỉ có 1 đáp án đúng. Vì cường độ dòng điện trong mạch cùng pha với hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở, nên chỉ có đáp án A đúng.

Các đáp án B, C, D đúng khi thay giá trị tức thời bằng giá trị hiệu dụng.

Đáp án A.

Ví dụ 10: Dòng điện xoay chiều chạy qua một đoạn mạch có biểu thức $i=2\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ A, t tính bằng giây. Vào một thời điểm nào đó, dòng điện đang có cường độ tức thời bằng $-2\sqrt{2}$ (A) thì sau đó ít nhất bao lâu để dòng điện có cường độ tức thời bằng $\sqrt{6}$ A?

A. $\frac{5}{600}$s. B. $\frac{1}{600}$s. C. $\frac{1}{300}$s. D. $\frac{2}{300}$s.

Lời giải

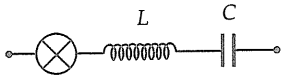
Hoàn toàn tương tự như bài toán tìm thời gian trong dao động điều hòa.

Từ biên âm là $-2\sqrt{2}$ đến $\sqrt{6}$ thì dựa vào đường tròn ta sẽ thấy góc quét được là suy ra thời gian là $\frac{5T}{12}=\frac{1}{120}$s

Đáp án A.

Ví dụ 11: Đặt điện áp $u=U\sqrt{2}\cos\omega t$(V) (với U và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm đèn sợi đốt có ghi 220 V – 100 W, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C. Khi đó đèn sáng đúng công suất định mức. Nếu nối tắt hai bản tụ điện thì đèn chỉ sáng với công suất bằng 50 W. Trong hai trường hợp, coi điện trở của đèn như nhau, bỏ qua độ tự cảm của đèn. Dung kháng của tụ điện không thể là giá trị nào trong các giá trị sau?

A. 345 Ω. B. 484 Ω. C. 475 Ω. D. 274 Ω.



Phân tích

Đề bài hỏi "dung kháng của tụ điện không thể là giá trị nào trong các giá trị sau", có nghĩa là ta không thể tính chính xác giá trị của Zc, mà ta chỉ có thể dựa vào đánh giá để biết Z_C có tập giá trị là gì, đối chiếu với đáp án, từ đó loại các đáp án không đúng. Mà trắc nghiệm chỉ có 1 đáp án đúng trong 4 đáp án, nên chắc chắn đáp án đúng sẽ vào 1 trong hai đáp án: Đáp án có giá trị lớn nhất hoặc đáp án có giá trị nhỏ nhất. Từ nhận xét này nếu em nào may mắn sẽ chọn được đáp án đúng, vì xác suất chọn đúng là 0,5.

Lời giải

- Như đã phân tích ở bên, ta cần đánh giá được Zc có tập giá trị là gì. Vì đơn vị của Z_C và R đều là Ω, mà R (của đèn) tính được và nó không đổi $R=\frac{220^2}{100}=484\Omega$, nên ta sẽ tìm cách đánh giá sao cho $Z_C\geq f(R)$ hoặc $Z_C\leq f(R)$.

- Ban đầu, mạch có R, L, C, công suất của đèn $P_1=100W$. Lúc sau, nối tắt C nên mạch chỉ còn R, L, công suất của đèn $P_2=50W$. Do đó $I_1^2=2I_2^2$, mà U toàn mạch không đổi, nên tương đương $2Z_1^2=Z_2^2$, tương đương

$$2\left[R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2\right]=R^2+Z_L^2\Leftrightarrow Z_L^2-4Z_LZ_C+R^2+2Z_C^2=0$$

- Coi đây là phương trình bậc hai theo Z_L, phương trình này có nghiệm khi $\Delta'\geq 0$, tương đương với $2Z_C{}^2-R^2\geq 0$ hay $Z_C\geq\frac{R}{\sqrt{2}}=242\sqrt{2}\approx 342\Omega$

Đáp án D.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Tìm phát biểu đúng về dòng điện xoay chiều?

A. Dòng điện xoay chiều là dòng điện có tần số biến thiên theo thời gian.

B. Dòng điện xoay chiều là dòng điện có chiều biến thiên điều hòa theo thời gian.

C. Dòng điện xoay chiều là dòng điện có chiều biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

D. Dòng điện xoay chiều là dòng điện lấy ra từ bình ắc quy.

Câu 2: Giá trị hiệu dụng của dòng điện được xây dựng trên cơ sở

A. Giá trị trung bình của dòng điện.

B. Một nửa giá trị cực đại.

C. Khả năng tỏa nhiệt so với dòng điện một chiều.

D. Hiệu của tần số và giá trị cực đại.

Câu 3: Tìm phát biểu sai?

A. Phần tử R khi cho dòng điện đi qua sẽ tỏa nhiệt.

B. Tụ điện không cho dòng điện một chiều đi qua.

C. Cuộn dây không có chức năng ngăn cản với dòng điện xoay chiều.

D. Tụ điện cho dòng điện xoay chiều đi qua.

Câu 4: Chọn phát biểu sai?

A. Khi tăng tần số sẽ làm giá trị R không đổi.

B. Khi tăng tần số sẽ làm cảm kháng tăng theo.

C. Khi tăng tần số sẽ làm điện dung giảm.

D. Khi giảm tần số sẽ làm dung kháng tăng.

Câu 5: Tìm phát biểu đúng?

A. Dung kháng có đơn vị là Fara.

B. Cảm kháng có đơn vị là Henri.

C. Độ tự cảm có đơn vị là Ω.

D. Điện dung có đơn vị là Fara.

Câu 6: Đối với dòng điện xoay chiều cách phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Trong công nghiệp, có thể dùng dòng điện xoay chiều để mạ điện.

B. Điện lượng chuyển qua một tiết diện thẳng dây dẫn trong một chu kì bằng không.

C. Điện lượng chuyển qua một tiết diện thẳng dây dẫn trong khoảng thời gian bất kì đều bằng không.

D. Công suất toả nhiệt tức thời có giá trị cực đại bằng $\sqrt{2}$ lần công suất tỏa nhiệt trung bình.

Câu 7: Trong các đại lượng đặc trưng cho dòng điện xoay chiều sau đây, đại lượng nào có dùng giá trị hiệu dụng:

A. Hiệu điện thế. B. Chu kì.

C. Tần số. D. Công suất.

Câu 8: Trong các đại lượng đặc trưng cho dòng điện xoay chiều sau đây, đại lượng nào không dùng giá trị hiệu dụng:

A. Hiệu điện thế. B. Cường độ dòng điện.

C. Tần số. D. Suất điện động.

Câu 9: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Khái niệm cường độ dòng điện hiệu dụng được xây dựng dựa vào tác dụng hóa học của dòng điện.

B. Khái niệm cường độ dòng điện hiệu dụng được xây dựng dựa vào tác dụng nhiệt của dòng điện.

C. Khái niệm cường độ dòng điện hiệu dụng được xây dựng dựa vào tác dụng từ của dòng điện.

D. Khái niệm cường độ dòng điện hiệu dụng được xây dựng dựa vào tác dụng phát quang của dòng điện.

Câu 10: Chọn trả lời sai. Dòng điện xoay chiều:

A. gây ra tác dụng nhiệt trên điện trở

B. gây ra từ trường biến thiên.

C. được dùng để mạ điện, đúc điện.

D. bắt buộc phải có cường độ tức thời biến đổi theo thời gian.

Câu 11: Trong tác dụng của dòng điện xoay chiều, tác dụng không phụ thuộc vào chiều của dòng điện là tác dụng:

A. Nhiệt. B. Hoá.

C. Từ. D. A, B đều đúng.

Câu 12: Trường hợp nào dưới đây có thể dùng đồng thời cả hai loại dòng điện xoay chiều và dòng điện không đổi:

A. Mạ điện, đúc điện.

B. Nạp điện cho acquy.

C. Tinh chế kim loại bằng điện phân.

D. Bếp điện, đèn dây tóc.

Câu 13: Cường độ hiệu dụng I của dòng điện xoay chiều

A. là cường độ của một dòng điện không đổi khi cho nó đi qua điện trở R trong thời gian t thì tỏa ra nhiệt lượng $Q = RI^2t$.

B. là giá trị trung bình của cường độ tức thời của dòng điện xoay chiều.

C. có giá trị càng lớn thì tác dụng nhiệt của dòng điện xoay chiều càng lớn.

D. Cả A, B, C đều đúng.

Câu 14: Khi cho dòng điện xoay chiều có biểu thức $i = I_0\cos\omega t(A)$ qua mạch điện chỉ có tụ điện thì hiệu điện thế tức thời giữa hai cực tụ điện:

A. Nhanh pha đối với i.

B. Có thể nhanh pha hay chậm pha đối với i tùy theo giá trị điện dung C.

C. Nhanh pha $\frac{\pi}{2}$ đối với i.

D. Chậm pha $\frac{\pi}{2}$ đối với i.

Câu 15: Đối với dòng điện xoay chiều, khả năng cản trở dòng điện của tụ điện C.

A. Càng lớn, khi tần số f càng lớn.

B. Càng nhỏ, khi chu kỳ T càng lớn.

C. Càng nhỏ, khi cường độ càng lớn.

D. Càng nhỏ, khi điện dung của tụ C càng lớn.

Câu 16: Khi mắc một tụ điện vào mạng điện xoay chiều, nếu tần số của dòng điện xoay chiều:

A. Càng nhỏ, dòng điện càng dễ đi qua.

B. Càng lớn, dòng điện càng khó đi qua.

C. Càng lớn, dòng điện càng dễ đi qua.

D. Bằng 0, dòng điện càng dễ đi qua.

Câu 17: Đối với dòng điện xoay chiều, cuộn cảm có tác dụng cản trở dòng điện:

A. Dòng điện có tần số càng nhỏ càng bị cản trở nhiều.

B. Dòng điện có tần số càng lớn càng ít bị cản trở.

C. Dòng điện bị cản trở hoàn toàn.

D. Cản trở dòng điện, dòng điện có tần số càng lớn càng bị cản trở nhiều.

Câu 18: Khi tần số dòng điện xoay chiều chạy qua đoạn mạch chỉ chứa tụ điện tăng lên 4 lần thì dung kháng của tụ điện

A. tăng lên 2 lần. B. tăng lên 4 lần.

C. giảm đi 2 lần. D. giảm đi 4 lần.

Câu 19: Khi tần số dòng điện xoay chiều chạy qua đoạn mạch chỉ chứa cuộn cảm tăng lên 4 lần thì cảm kháng của cuộn cảm

A. tăng lên 2 lần. B. tăng lên 4 lần.

C. giảm đi 2 lần. D. giảm đi 4 lần.

Câu 20: Cách phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Trong đoạn mạch chỉ chứa tụ điện, dòng điện biến thiên sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với hiệu điện thế.

B. Trong đoạn mạch chỉ chứa tụ điện, dòng điện biến thiên nhanh pha $\frac{\pi}{2}$ so với hiệu điện thế.

C. Trong đoạn mạch chỉ chứa cuộn cảm, dòng điện biến thiên chậm pha $\frac{\pi}{2}$ so với hiệu điện thế.

D. Trong đoạn mạch chỉ chứa cuộn cảm, dòng điện biến thiên sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với hiệu điện thế.

Câu 21: Cho dòng điện xoay chiều hình sin qua mạch điện chỉ có điện trở thuần thì hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu điện trở

A. chậm pha đối với dòng điện.

B. nhanh pha đối với dòng điện.

C. cùng pha với dòng điện.

D. lệch pha đối với dòng điện $\frac{\pi}{2}$

Câu 22: Một điện trở thuần R mắc vào mạch điện xoay chiều tần số 50Hz, muốn dòng điện trong mạch sớm pha hơn hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch một góc $\frac{\pi}{2}$ thì

A. Người ta phải mắc thêm vào mạch một tụ điện nối tiếp với điện trở.

B. Người ta phải mắc thêm vào mạch một cuộn cảm nối tiếp với điện trở.

C. Người ta phải thay điện trở nói trên bằng một tụ điện.

D. Người ta phải thay điện trở nói trên bằng một cuộn cảm.

Câu 23: Hệ thức nào sau đây cùng thứ nguyên với tần số góc:

A. $\frac{1}{RL}$. B. $\frac{L}{C}$. C. $\frac{1}{LC}$. D. $\frac{1}{RC}$.

Câu 24: Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức: $u = 220\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (\text{V})$. Hiệu điện thế hiệu dụng của đoạn mạch là:

A. 110V. B. $100\sqrt{2}$ V. C. 200V. D. $200\sqrt{2}$ V.

Câu 25: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về hiệu điện thế hiệu dụng?

A. được ghi trên các thiết bị sử dụng điện.

B. được đo bằng vôn kế xoay chiều.

C. có giá trị bằng giá trị cực đại chia $\sqrt{2}$

D. được đo bằng vôn kế khung quay.

Câu 26: Nguồn xoay chiều có hiệu điện thế $u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (\text{V})$. Để thiết bị hoạt động tốt nhất thì giá trị định mức của thiết bị là:

A. 100V. B. $100\sqrt{2}$ V. C. 200V. D. $200\sqrt{2}$ V.

Câu 27: Một dòng điện xoay chiều có cường độ $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(\text{A})$. Chọn phát biểu sai:

A. Cường độ hiệu dụng $I = 2\text{A}$.

B. $f = 50$ Hz.

C. Tại thời điểm $t = 0{,}15\text{s}$ cường độ dòng điện cực đại.

D. $\varphi = \frac{\pi}{2}$.

Câu 28: Cường độ dòng điện trong mạch không phân nhánh có dạng $i = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t(\text{A})$. Nếu dùng ampe kế nhiệt để đo cường độ dòng điện của mạch trên thì ampe kế chỉ giá trị bao nhiêu?

A. $I = 4\text{A}$. B. $I = 2{,}83\text{A}$.

C. $I = 2\text{A}$. D. $I = 1{,}41\text{A}$.

Câu 29: Điện áp hai đầu bóng đèn có biểu thức $u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (\text{V})$. Đèn chỉ sáng khi $|u| \geq 100$ V. Tính tỉ lệ thời gian đèn sáng - tối trong một chu kỳ?

A. $\frac{1}{1}$. B. $\frac{2}{3}$. C. $\frac{1}{3}$. D. $\frac{3}{2}$.

Câu 30: Điện áp hai đầu bóng đèn có biểu thức $u=100\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (\text{V})$. Đèn chỉ sáng khi $|u|\geq 100$ V. Tính thời gian đèn sáng trong một chu kỳ?

A. $\frac{1}{100}$s. B. $\frac{1}{50}$s. C. $\frac{1}{150}$s. D. $\frac{1}{75}$s.

Câu 31: Điện áp hai đầu bóng đèn có biểu thức $u=100\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (\text{V})$. Đèn chỉ sáng khi $|u|\geq 100$ V. Tính thời gian đèn sáng trong một phút?

A. 30s. B. 35s. C. 40s. D. 45 s.

Câu 32: Một bóng đèn điện chỉ sáng khi có $|u|\geq 100\sqrt{2}$ V được gắn vào mạch điện có giá trị hiệu dụng là 200 V, tìm tỉ lệ thời gian tối sáng của bóng đèn trong một chu kỳ?

A. 2 : 1. B. 1 : 1. C. 1 : 2. D. 4 : 3.

Câu 33: Một dòng điện xoay chiều có phương trình $i=2\cos(2\pi ft)$ A. Biết rằng trong 1s đầu tiên dòng điện đổi chiều 119 lần, hãy xác định tần số của dòng điện?

A. 60Hz. B. 50Hz. C. 59,5Hz. D. 119 Hz.

Câu 34: Một đèn ống được mắc vào mạng điện xoay chiều tần số f = 50(Hz), U = 220(V). Biết rằng đèn chỉ sáng khi hiệu điện thế giữa hai cực của đèn đạt giá trị $u\geq 155$(V). Trong một chu kỳ thời gian đèn sáng là:

A. $\frac{1}{100}$s. B. $\frac{2}{100}$s. C. $\frac{2}{300}$s. D. $\frac{5}{100}$s.

Câu 35: Đặt điện áp $u=U_0\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$V vào hai đầu một cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L=\frac{1}{2\pi}H$. Ở thời điểm điện áp giữa hai đầu cuộn cảm là 150 V thì cường độ dòng điện trong mạch là 4A. Giá trị cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch là

A. 4A. B. $4\sqrt{3}$ A. C. $2,5\sqrt{2}$ A. D. 5 A.

Câu 36: Dùng vôn kế khung quay để đo điện áp xoay chiều thì vôn kế đo được:

A. Không đo được. B. Giá trị tức thời.

C. Giá trị cực đại. D. Giá trị hiệu dụng.

Câu 37: Một bóng đèn ống được mắc vào mạng điện xoay chiều tần số $f=50$ Hz. Biết rằng đèn chỉ sáng khi điện áp giữa hai cực của đèn đạt giá trị $u\geq 110\sqrt{2}$V. Trong 2 s thời gian đèn sáng là 4/3 s. Xác định điện áp hiệu dụng ở hai đầu bóng đèn

A. 220V. B. $220\sqrt{3}$A. C. $220\sqrt{2}$A. D. 200A.

Câu 38: Biểu thức dòng điện trong mạch có dạng $i=4\cos\left(8\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$A. Vào thời điểm t dòng điện bằng 0,7A. Hỏi sau 3s dòng điện có giá trị là bao nhiêu?

A. -0,7A. B. 0,7A. C. 0,5A. D. 0,75A.

Câu 39: Cho dòng điện có biểu thức: $i=2\cos\left(200\pi t-\frac{\pi}{3}\right)(\text{A})$. Những thời điểm nào tại đó cường độ tức thời có giá trị cực tiểu?

A. $t=\frac{-5}{600}+\frac{k}{100}$s $(k=1,2...)$.

B. $t=\frac{5}{600}+\frac{k}{100}$s $(k=0,1,2...)$.

C. $t=\frac{1}{150}+\frac{k}{100}$s $(k=0,1,2...)$.

D. $t=\frac{-1}{120}+\frac{k}{100}$s $(k=1,2...)$.

Câu 40: Cường độ dòng điện trong mạch có biểu thức $i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)(\text{A})$ vào thời điểm t cường độ có giá trị là 0,5A. Hỏi sau 0,03s cường độ tức thời là bao nhiêu?

A. 0,5A. B. 0,4A. C. - 0,5A. D. 1 A.

Câu 41: Dòng điện xoay chiều có cường độ $i=2\cos(100\pi t)(\text{A})$ chạy qua một đoạn mạch điện. Số lần dòng điện có độ lớn 1(A) trong 1(s) là

A. 200 lần. B. 400 lần. C. 100 lần. D. 50 lần.

Câu 42: Cường độ dòng điện tức thời chạy qua một đoạn mạch điện xoay chiều là $i=4\cos 20\pi t(\text{A})$, t đo bằng giây. Tại thời điểm t_1 nào đó dòng điện đang giảm và có cường độ bằng $i_1=-2$A. Hỏi đến thời điểm $t_2=(t_1+0,025)$s cường độ dòng điện bằng bao nhiêu?

A. $2\sqrt{3}$ A. B. $-2\sqrt{3}$ A. C. 2A. D. -2 A.

Câu 43: Dòng điện xoay chiều chạy qua một đoạn mạch có biểu thức $i=2\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ A, t tính bằng giây. Vào một thời điểm nào đó dòng điện đang có cường độ tức thời bằng $-2\sqrt{2}(\text{A})$ thì sau đó ít nhất bao lâu để dòng điện có cường độ tức thời bằng $\sqrt{6}$A?

A. $\frac{5}{600}$s. B. $\frac{1}{600}$s. C. $\frac{1}{300}$s. D. $\frac{2}{300}$s.

Câu 44: Với U_R, U_L, U_C, u_R, u_L, u_C là các điện áp hiệu dụng và tức thời của điện trở thuần R, cuộn thuần cảm L và tụ điện C, I và i là cường độ dòng điện hiệu dụng và tức thời qua các phần tử đó. Biểu thức nào sau đây không đúng?

A. $I=\frac{U_R}{R}$. B. $i=\frac{u_R}{R}$. C. $I=\frac{U_L}{Z_L}$. D. $i=\frac{u_L}{Z_L}$.

Câu 45: Trong các biểu thức sau, biểu thức nào đúng?

A. $R=\frac{u_R}{i}$. B. $Z_L=\frac{u_L}{i}$. C. $I=\frac{U_L}{Z_L}$. D. $i=\frac{u_L}{Z_L}$.

Câu 46: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch chỉ có điện trở thuần. Gọi U là điện áp

hiệu dụng giữa hai đầu mạch; i, I_0 và I lần lượt là giá trị tức thời, giá trị cực đại và giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện trong đoạn mạch. Hệ thức nào sau đây sai?

A. $\frac{U}{U_0}-\frac{I}{I_0}=0.$ B. $\frac{U}{U_0}+\frac{I}{I_0}=\sqrt{2}.$

C. $\frac{u}{U}-\frac{i}{I}=0.$ D. $\frac{u^2}{U_0^2}+\frac{i^2}{I_0^2}=1.$

Câu 47: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch chỉ có cuộn dây thuần cảm. Gọi U là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch; i, I_0 và I lần lượt là giá trị tức thời, giá trị cực đại và giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện trong đoạn mạch. Hệ thức nào sau đây sai?

A. $\frac{U}{U_0}-\frac{I}{I_0}=0.$ B. $\frac{U}{U_0}+\frac{I}{I_0}=\sqrt{2}.$

C. $\frac{u}{U}-\frac{i}{I}=0.$ D. $\frac{u^2}{U_0^2}+\frac{i^2}{I_0^2}=1.$

Câu 48: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch chỉ có tụ điện. Gọi U là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch; i, I_0 và I lần lượt là giá trị tức thời, giá trị cực đại và giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện trong đoạn mạch. Hệ thức nào sau đây sai?

A. $\frac{U}{U_0}-\frac{I}{I_0}=0.$ B. $\frac{U}{U_0}+\frac{I}{I_0}=\sqrt{2}.$

C. $\left(\frac{u}{U}\right)^2-\left(\frac{i}{I}\right)^2=1.$ D. $\frac{u^2}{U_0^2}+\frac{i^2}{I_0^2}=1.$

Câu 49: Hai dòng diện xoay chiều có tần số lần lượt là $f_1=50\text{Hz}$, $f_2=100\text{Hz}$. Trong cùng một khoảng thời gian số lần đổi chiều của:

A. Dòng f_1 gấp 2 lần dòng f_2.

B. Dòng f_1 gấp 4 lần dòng f_2.

C. Dòng f_2 gấp 2 lần dòng f_1.

D. Dòng f_2 gấp 4 lần dòng f_1.

Câu 50: Một tụ điện có $C=\frac{10^{-3}}{2\pi}F$ mắc vào nguồn xoay chiều có điện áp $u=120\sqrt{2}\cos100\pi t$ (V). Số chỉ Ampe kế trong mạch là bao nhiêu?

A. 4A. B. 5A. C. 6A. D. 7 A.

Câu 51: Một mạch điện chỉ có R, có $u=200\cos100\pi t(\text{V})$; $R=20\,\Omega$. Tính công suất trong mạch là?

A. 1000W. B. 500W. C. 1500W. D. 1200 W.

Câu 52: Trong mạch điện xoay chiều chỉ có điện trở R, hiệu điện thế u và cường độ dòng điện i lệch pha bao nhiêu?

A. cùng pha. B. $\frac{\pi}{2}$ rad.

C. $-\frac{\pi}{2}$ rad. D. π rad.

Câu 53: Một tụ điện có $C=10\mu F$ mắc vào mạch điện xoay chiều có tần số 50Hz, tính dung kháng của tụ?

A. 31,8 Ω. B. 3,18 Ω. C. 0,318 Ω. D. 318,3 Ω.

Câu 54: Một cuộn dây có độ tự cảm $L=\frac{1}{\pi}H$, mắc vào dòng điện xoay chiều, trong một phút dòng điện đổi chiều 6000 lần, tính cảm kháng của mạch.

A. 100 Ω. B. 200 Ω. C. 150 Ω. D. 50 Ω.

Câu 55: Một tụ điện có $C=\frac{10^{-3}}{2\pi}$F mắc vào nguồn xoay chiều có điện áp $u=141,2\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{4}\right)$ (V). Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch có giá trị là?

A. 7 A. B. 6A. C. 5A. D. 4 A.

Câu 56: Mạch điện có phần tử duy nhất (R, L hoặc C) có biểu thức u là: $u=40\sqrt{2}\cos100\pi t$ V, $i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$A. Đó là phần tử gì?

A. C. B. L.

C. R. D. Cả ba đáp án.

Câu 57: Mạch điện chỉ có một phần tử (R, L hoặc C) mắc vào mạng điện có hiệu điện thế $u=220\sqrt{2}\cos(100\pi t)$V và có biểu thức i là $2\sqrt{2}\cos100\pi t$ A. Đó là phần tử gì? Có giá trị là bao nhiêu?

A. $R=100\Omega$. B. $R=110\Omega$.

C. $L=\frac{1}{\pi}H$ D. không có đáp án.

Câu 58: Mạch điện chỉ có $C=\frac{10^{-3}}{2\pi}F$, tần số dao động trong mạch là 50 Hz. Nếu gắn đoạn mạch trên vào mạng điện có hiệu điện thế $u=20\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$ V. Tính công suất của mạch?

A. 100W. B. 50W. C. 40W. D. 0 W.

Câu 59: Một ấm nước có điện trở của dây may so là 100 Ω, được lắp vào mạng điện 220 V - 50 Hz. Tính nhiệt lượng ấm nước tỏa ra trong vòng 1 giờ?

A. 17424 J. B. 17424000 J.

C. 1742400 J. D. 174240 J.

Câu 60: Một dòng điện xoay chiều có $i=50\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$A. Tìm thời điểm đầu tiên kể từ thời điểm ban đầu để dòng điện trong mạch có giá trị bằng 25 A?

A. $\frac{1}{200}$ s. B. $\frac{1}{400}$ s. C. $\frac{1}{300}$ s. D. $\frac{1}{600}$ s.

Câu 61: Dòng điện trong mạch có biểu thức $i=2\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ A và hiệu điện thế trong mạch có biểu thức $u=200\cos\left(100\pi t+\frac{2\pi}{3}\right)$ V. Mạch điện trên chứa phần tử gì? Có giá trị là bao nhiêu?

A. $R=100\Omega$. B. $L=\frac{1}{\pi}$H.

C. $C=\frac{10^{-4}}{\pi}$F. D. Đáp án khác.

Câu 62: Dòng điện trong mạch có biểu thức $i=2\cos\left(100\pi t+\frac{2\pi}{3}\right)$ A và hiệu điện thế trong mạch có biểu thức $u=200\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ V. Mạch điện trên chứa phần tử gì? Tìm giá trị của nó?

A. $R=100\Omega$. B. $L=\frac{1}{\pi}$H.

C. $C=\frac{10^{-4}}{\pi}$F. D. Đáp án khác.

Câu 63: Mạch điện có hiệu điện thế hiệu dụng $U=200$V, tìm giá trị của cường độ dòng điện khi mắc nối tiếp $R_1=20\Omega$ và $R_2=30\Omega$?

A. 4,4A. B. 4,44A. C. 4,00A. D. 0,4A.

Câu 64: Mạch điện có hiệu điện thế $U=200$ V, tìm giá trị của cường độ dòng điện khi mắc song song $R_1=20\Omega$ và $R_2=30\Omega$?

A. 1,667 A. B. 16,67 A. C. 166,7 A. D. 0,1667A.

Câu 65: Mạch điện chỉ có $R=20\Omega$ được mắc vào nguồn điện có hiện điện thế hiệu dụng $U=200$ V. Tìm công suất trong mạch?

A. 2MW. B. 2W. C. 200W. D. 2 KW.

Câu 66: Một mạch điện chỉ có một phần tử (R hoặc L hoặc C) nhưng chưa biết rõ là gì? Nhưng qua khảo sát thấy dòng điện trong mạch có biểu thức $i=2\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ A, còn hiệu điện thế có biểu thức là $u=50\cos\left(100\pi t+\frac{2\pi}{3}\right)$ V. Vậy đó là phần tử gì?

A. $R=25\Omega$. B. $C=\frac{10^{-3}}{2,5}$F.

C. $L=\frac{0,25}{\pi}$H. D. Đáp án khác.

Câu 67: Một mạch điện chỉ có một phần tử (R hoặc L hoặc C) nhưng chưa biết rõ là gì? Nhưng qua khảo sát thấy dòng điện trong mạch có biểu thức $i=2\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ A, còn hiệu điện thế có biểu thức là $u=50\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ V. Vậy đó là phần tử gì?

A. $R=25\Omega$. B. $C=\frac{10^{-3}}{2,5}$F.

C. $L=\frac{0,25}{\pi}$H. D. Đáp án khác.

Câu 68: Một dòng điện xoay chiều chạy qua điện trở $R=10\Omega$, nhiệt lượng tỏa ra trong 30 phút là 900 kJ. Cường độ dòng điện cực đại trong mạch là:

A. $I_0=0,22$A. B. $I_0=0,32$A.

C. $I_0=7,07$A. D. $I_0=10,0$ A.

Câu 69: Điện trở của một bình nấu nước là $R=400\Omega$. Đặt vào hai đầu bình một hiệu điện thế xoay chiều, khi đó dòng điện qua bình là $i=2\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (A). Sau 4 phút nước sôi. Bỏ qua mọi mất mát năng lượng. Nhiệt lượng cung cấp làm sôi nước là:

A. 6400 J. B. 576 kJ. C. 384 kJ. D. 768 kJ.

Câu 70: Hai đầu cuộn thuần cảm $L=\frac{2}{\pi}H$ có hiệu điện thế xoay chiều $u=100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$ (V). Pha ban đầu của cường độ dòng điện là:

A. $\varphi_i=\frac{\pi}{2}$. B. $\varphi_i=0$. C. $\varphi_i=-\frac{\pi}{2}$. D. $\varphi_i=-\pi$.

ĐÁP ÁN

1.C	2.C	3.C	4.B	5.D	6.B	7.A	8.C	9.B	10.C
11.A	12.D	13.D	14.D	15.D	16.C	17.D	18.D	19.B	20.D
21.C	22.C	23.D	24.C	25.D	26.A	27.C	28.C	29.A	30.A
31.A	32.C	33.C	34.C	35.C	36.A	37.A	38.B	39.C	40.C
41.A	42.B	43.A	44.D	45.A	46.D	47.C	48.C	49.C	50.C
51.A	52.A	53.D	54.A	55.C	56.A	57.B	58.D	59.C	60.D
61.B	62.C	63.C	64.B	65.D	66.C	67.A	68.D	69.C	70.D

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án C.

Dòng điện xoay chiều là dòng điện có chiều biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

Câu 2: Đáp án C.

Giá trị hiệu dụng của dòng điện được được xây dựng trên cơ sở khả năng tỏa nhiệt so với dòng điện một chiều.

Câu 3: Đáp án C.

Phần tử R khi cho dòng điện đi qua sẽ tỏa nhiệt là đúng.

Tụ điện không cho dòng điện một chiều đi qua, chỉ cho dòng điện xoay chiều đi qua.

Cuộn dây không có chức năng ngăn cản với dòng điện xoay chiều là sai. Cuộn dây làm cản trở dòng điện xoay chiều nhỏ khi tần số nhỏ và lớn đối với tần số lớn.

Câu 4: Đáp án B.

Khi tăng tần số sẽ không làm R thay đổi, cảm kháng tăng, dung kháng giảm, điện dung không thay đổi.

Câu 5: Đáp án D.

Theo chuẩn đơn vị SI thì điện dung có đơn vị là Fara (F), độ tự cảm có đơn vị là Henri (H), dung kháng và cảm kháng có đơn vị là Ôm (Ω).

Câu 6: Đáp án B.

Trong công nghiệp, không thể dùng dòng điện xoay chiều để mạ điện.

Điện lượng chuyển qua một tiết diện thẳng dây dẫn trong một chu kỳ bằng không.

Công suất tỏa nhiệt tức thời có giá trị bằng công suất tỏa nhiệt trung bình.

Câu 7: Đáp án A.

Đại lượng có dùng giá trị hiệu dụng là: hiệu điện thế

Câu 8: Đáp án C.

Đại lượng không dùng giá trị hiệu dụng là tần số.

Câu 9: Đáp án B.

Khái niệm cường độ dòng điện hiệu dụng được xây dựng vào tác dụng nhiệt của dòng điện.

Câu 10: Đáp án C.

Trong công nghiệp, dòng điện xoay chiều không được dùng để mạ điện, đúc điện.

Câu 11: Đáp án A.

Trong tác dụng từ của dòng điện xoay chiều, tác dụng không phụ thuộc vào chiều của dòng điện là tác dụng nhiệt.

Câu 12: Đáp án D.

Có thể dùng cả hai loại dòng điện xoay chiều và dòng điện không đổi đối với bếp điện, đèn dây tóc.

Còn mạ điện, đúc điện chỉ có thể sử sụng dòng điện một chiều.

Câu 13: Đáp án D.

Trong dòng điện xoay chiều thì cường độ hiệu dụng I là cường độ của một dòng điện không đổi khi cho nó đi qua điện trở R trong thời gian t thì tỏa ra nhiệt lượng $Q = RI^2t$

Câu 14: Đáp án D.

Khi cho dòng điện xoay chiều có biểu thức $i = I_0 \cos \Omega t$ qua mạch điện chỉ có tụ điện thì hiệu điện thế tức thời giữa hai tụ điện chậm pha $\frac{\pi}{2}$ đối với i.

Câu 15: Đáp án D.

Theo công thức tính cảm kháng của tụ điện thì ta có:

$$Z_C = \frac{1}{\omega C}$$

Vậy khả năng cản trở dòng điện của tụ điện C sẽ càng nhỏ khi điện dung của tụ C càng lớn.

Câu 16: Đáp án C.

Khi mắc một tụ điện vào mạng điện xoay chiều, nếu tần số của dòng điện xoay chiều càng lớn, dòng điện càng dễ qua.

Câu 17: Đáp án D.

Trong dòng điện xoay chiều, cuộn cảm có tác dụng cản trở dòng điện xoay chiều và dòng điện có tần số càng lớn thì cản trở càng nhiều.

Câu 18: Đáp án D.

Dung kháng của tụ điện là: $Z_C = \frac{1}{\omega C}$

Khi tần số tăng lên 4 lần thì tần số góc tăng lên 4 lần nên từ công thức suy ra dung kháng của tụ điện giảm đi 4 lần.

Câu 19: Đáp án B.

Ta có: $Z_{L1} = \omega_1 L$. Sau đó: $Z_{L2} = \omega_2 L = 4\omega_1 L$.

Vậy cảm kháng của cuộn cảm tăng 4 lần

Câu 20: Đáp án D.

Trong đoạn mạch chỉ chứa cuộn cảm, dòng điện biên thiên chậm pha $\frac{\pi}{2}$ so với hiệu điện thế.

Câu 21: Đáp án C.

Mạch điện chỉ có điện trở thuần thì hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu điện trở cùng pha với dòng điện.

Câu 22: Đáp án C.

Để dòng điện trong mạch sớm pha hơn hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch một góc $\frac{\pi}{2}$ thì phải thay điện trở nói trên bằng một tụ điện.

Câu 23: Đáp án D.

Hệ thức cùng thứ nguyên với tần số góc là: $\frac{1}{RC}$. Vì $Z_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow \omega = \frac{1}{Z_C C}$ và Z_C cùng thứ nguyên với R.

Câu 24: Đáp án C.

Biểu thức điện áp: $u = 220\sqrt{2}\cos 100\pi t$. Hiệu điện thế hiệu dụng của mạch là: $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = 220(\text{V})$.

Câu 25: Đáp án D.

Hiệu điện thế hiệu dụng không được đo bằng vôn kế khung quay mà phải đo bằng vôn kế xoay chiều.

Câu 26: Đáp án A.

Nguồn điện xoay chiều có hiệu điện thế .

$$u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t.$$

Để thiết bị hoạt động tốt nhất thì gía trị định mức của thiết bị bằng với gia trị hiệu dụng của dòng điện $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = 100\text{V}$.

Câu 27: Đáp án C.

Cường độ dòng điện hiệu dụng là: $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2\text{A}$

$\omega = 100\pi \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = 50\text{Hz}$; Tại thời điểm t = 0,15s thì cường độ dòng điện là:

$$i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi.0,15 + \frac{\pi}{2}\right) = 0$$

Câu 28: Đáp án C.

Dùng ampe kế đo cường độ dòng điện của mạch thì ta sẽ thu được cường độ dòng điện hiệu dụng của mạch đó: $I = 2A$

Câu 29: Đáp án A.

Điện áp giữa hai đầu bóng đèn có biểu thức:

$$u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t$$

Đén sáng khi $|u| \geq 100V$. Vậy thời gian đèn sáng trong một chu kỳ là: $\Delta t_s = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{4}.4}{100\pi} = \frac{1}{100}$.

Thời gian đèn tối trong một chu kỳ là:

$\Delta t_t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\pi}{100\pi} = \frac{1}{100}$. Vậy $\frac{\Delta t_s}{\Delta t_t} = \frac{1}{1}$.

Câu 30: Đáp án A.

Biểu thức của điện áp là: $u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t$

Thời gian đèn sáng trong một chu kỳ là:

$$\Delta t_s = \frac{\pi}{100\pi} = \frac{1}{100}\text{s}.$$

Câu 31: Đáp án A.

Thời gian đèn sáng trong một chu kỳ là: $\Delta t = \frac{1}{100}\text{s}$

Chu kỳ của mạch điện xoay chiều là:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{100\pi} = 0,02s = \frac{1}{3000} \text{ phút.}$$

Vậy thời gian đèn sang trong một phút là: $\Delta t = 30\text{s}$.

Câu 32: Đáp án C.

Ta có $U = 200$ V. Bóng đèn sáng khi có $|u| \geq 100\sqrt{2}$ nên góc quay đèn sáng trong một chu kỳ bằng góc quay đèn tối trong một chu kỳ.

Vậy tỷ lệ thời gian đèn sáng đèn tối trong một chu kỳ là: $\frac{\Delta t_s}{\Delta t_t} = \frac{\alpha_s}{\alpha_t} = \frac{1}{1}$.

Câu 33: Đáp án C.

Trong 1 s đầu tiên dòng điện đổi chiều 119 lần nên $2f = 119 \Rightarrow f = 59,5\text{Hz}$

Câu 34: Đáp án C.

Đèn sáng khi hiệu điện thế $u \geq 155\text{V} \approx 110\sqrt{2}\text{V}$

Vậy thời gian đèn sáng trong một chu kỳ là:

$$\Delta t = \frac{4\pi/3}{100\pi} = \frac{2}{300}\text{s}.$$

Câu 35: Đáp án C.

Ta có: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{2}{\pi}.10^{-4}(\text{F})$.

Áp dụng biểu thức liên hệ độc lập với thời gian ta có:

$$\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1 \Leftrightarrow \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{I_0.\sqrt{\frac{L}{C}}}\right)^2 = 1$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{4}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{150}{I_0}.\sqrt{\frac{\frac{2}{\pi}.10^{-4}}{\frac{1}{2\pi}}}\right)^2 = 1.$$

Vậy $I_0 = 2,5\sqrt{2}\text{A}$.

Câu 36: Đáp án A.

Dùng vôn kế khung quay để đo điện áp xoay chiều thì vôn kế không thể đo được. Vì trong mạch điện xoay chiều ta chỉ dùng vôn kế xoay chiều để đo điện áp.

Câu 37: Đáp án A.

Chu kỳ của mạch điện là: $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0,02\text{s}$

Xét trong 2 s: $\Delta t = 2s = 100\text{T}$ thì thời gian đèn sáng là $\frac{4}{3}\text{s}$ nên trong một chu kỳ, thời gian đèn sáng là: $\Delta t_s = \frac{1}{75}\text{s}$. Nhận thấy: $\frac{\Delta t_s}{T} = \frac{2}{3} \Rightarrow \Delta t_s = \frac{2}{3}\text{T}$. Vậy hiệu điện thế cực đại của hai đầu bóng đèn là: $U_0 = \frac{u}{\cos\frac{\pi}{3}} = 220\sqrt{2}\text{V}$, suy ra hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu bóng đèn là: $U = 220\text{V}$.

Câu 38: Đáp án B.

Dòng điện trong mạch có biểu thức: $i = 4\cos\left(8\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$.

Vào thời điểm t dòng điện có giá trị bằng $0,7A$ nên $i = 4\cos\left(8\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = 0,7\text{A}$. Sau 3 s thì dòng điện có giá trị là: $i = 4\cos\left(8\pi(t+3) + \frac{\pi}{6}\right) = 0,7\text{A}$.

Câu 39: Đáp án C.

Ta có phương trình dao động của dòng điện là: $i = 2\cos\left(200\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ A. Cường độ dòng điện có giá trị cực tiểu khi: $i = -2A \Leftrightarrow 2\cos\left(200\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = -2$

$\Leftrightarrow \cos\left(200\pi t-\frac{\pi}{3}\right)=-1\Leftrightarrow t=\frac{1}{150}+\frac{k}{100}\text{s}\ (k=0,1,2...)$

Câu 40: Đáp án C.

Cường độ dòng điện trong biểu thức có phương trình:

$i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$

Vào thời điểm t_1 cường độ có gia trị là 0,05A nên

$i_1=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t_1+\frac{\pi}{6}\right)=0,5\text{A}$

Sau đó 0,03s cườngđộ tức thời là:

$i_2=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t_2+\frac{\pi}{6}\right)=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi\left(t_1+0,03\right)+\frac{\pi}{6}\right)$

$=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t_1+\frac{\pi}{6}+3\pi\right)$

Vậy $i_2=-i_1=-0,5\text{A}$.

Câu 41: Đáp án A.

Cường độ của dòng điện có phương trình là:

$$i=2\cos\left(100\pi t\right)$$

Chu kỳ của dòng điện là: $T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{100\pi}=0,02\text{s}$

Xét thời gian $\Delta t=1s=50T$. Nhìn vào vòng tròn lượng giác ta nhìn thấy, trong một chu kỳ thì cường độ dòng điện có độ lớn $1A$ tại 4 vị trí tương ứng với 4 điểm M, N, P, Q.

Vậy trong khoảng thời gian $\Delta t=50T$ thì số lần dòng điện có độ lớn $1A$ là 200 lần.

Câu 42: Đáp án B.

Cường độ dòng điện có phương trình là: $i=4\cos 20\pi t$.

Ban đầu tại thời điểm t_1 thì i đang giảm và có gía trị $i_1=-2A$. Lúc đó véc tơ quay đang tại N.

Xét thời điểm $t_2=\left(t_1+0,025\right)\text{s}\Rightarrow\Delta t=t_2-t_1=0,025\text{s}$.

Trong khoảng thời gian này véc tơ quay quay một góc $\alpha=\omega.\Delta t=20\pi.0,025=\frac{\pi}{2}$, lúc này vật đang ở vị trí M.

Vậy li độ của cường độ dòng điện ở thời điểm t_2 là: $i_2=-2\sqrt{3}A$.

Câu 43: Đáp án A.

Biểu thức cường độ dòng điện là: $i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t\right)$

Dòng điện có cường độ tức thời là $-2\sqrt{2}A$, nên ban đầu véc tơ quay đang ở vị trí N.

Dòng điện có cường độ tức thời là $\sqrt{6}A$ được biểu diễn ở hai vị trí M_1,M_2.

Vậy để thời gian ít nhất thì véc tơ quay từ N đến M_1.

Lúc này góc quay sẽ là: $\alpha=\frac{5\pi}{6}\Rightarrow\Delta t=\frac{\alpha}{\omega}=\frac{\frac{5\pi}{6}}{100\pi}=\frac{5}{600}\text{s}$

Câu 44: Đáp án D.

Vì R là một trường hợp đặc biệt mang lại kết quả tuyệt đẹp là $R=\frac{u_R}{i}\Rightarrow i=\frac{u_R}{R}$.

Câu 45: Đáp án A.

Câu 46: Đáp án D.

Với U là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch; i, I_0 và I lần lượt là gia trị tức thời, giá trị cực đại, giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện trong mạch thì ta được các biểu thức liên hệ: $\frac{u^2}{U^2}+\frac{i^2}{I^2}=1\Rightarrow\frac{u^2}{U_0^2}+\frac{i^2}{I_0^2}=2$. Từ đó suy ra đáp án D sai.

Câu 47: Đáp án C.

Đoạn mạch chỉ có cuộn dây thuần cảm nên ta có: $\frac{i^2}{I_0^2}+\frac{u^2}{U_0^2}=1$.

Câu 48: Đáp án C.

Tương tự câu 47, vì mạch điện chỉ có tụ điện nên ta cũng có biểu thức liên hệ: $\frac{i^2}{I_0^2}+\frac{u^2}{U_0^2}=1$ nên $\frac{i^2}{I^2}+\frac{u^2}{U^2}=\frac{1}{2}$

Câu 49: Đáp án C.

Vì tần số $f_1=50\text{Hz},f_2=100\text{Hz}\Rightarrow f_2=2f_1$ trong cùng một khoảng thời gian số lần đổi chiều của dòng điện f_2 gấp hai lần dòng điện f_1.

Câu 50: Đáp án C.

Phương trình dao động của điện áp:

$$u=120\sqrt{2}\cos\left(100\pi t\right)$$

Dung kháng của tụ điện: $Z_C=\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{\frac{10^{-3}}{2\pi}.100\pi}=20\left(\Omega\right)$

Số chỉ của ampe kế trong mạch là: $I=\frac{U}{Z_C}=\frac{120}{20}=6\text{A}$

Câu 51: Đáp án A.

Công suất trong mạch là:

$$P=RI^2=R\left(\frac{U}{R}\right)^2=\frac{U^2}{R}=\frac{\left(100\sqrt{2}\right)^2}{20}=1000\text{W}$$

Câu 52: Đáp án A.

Vì trong mạch chỉ có điện trở R nên điện áp u và cường độ dòng điện i cùng pha vơi nhau.

Câu 53: Đáp án D.

Dung kháng của tụ là: $Z_C=\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{50.10.10^{-6}}=2000\left(\Omega\right)$.

Câu 54: Đáp án A.

Vì trong một phút dòng điện đổi chiều 6000 lần nên ta có số chu kỳ trong một phút là: $n_T=\frac{N}{2}=3000$.

Nên ta suy ra chu kỳ của dòng điện là:

$T=\frac{\Delta t}{N}=\frac{60}{3000}=0,02s\Rightarrow\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{0,02}=100\pi\left(\text{rad/s}\right)$

Vậy cảm kháng của mạch là $Z_L=\omega L=100\pi.\frac{1}{\pi}=100\left(\Omega\right)$

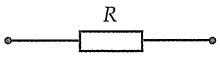
II. BÀI TOÁN VIẾT BIỂU THỨC CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN, HIỆU ĐIỆN THẾ

Bài toán này đã được trình bày cụ thể ở phần phương pháp số phức.

III. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN CÁC GIÁ TRỊ TỨC THỜI u, i

1. Phương pháp

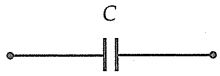
*** Mạch chỉ chứa điện trở thuần *R***



Mạch chỉ chứa điện trở thuần thì cường độ dòng điện cùng pha với hiệu điện thế. Giả sử

$$\begin{cases} i = I_0\cos(\omega t) \\ u = U_0\cos(\omega t) \end{cases} \Rightarrow \frac{i}{u} = \frac{I_0}{U_0} = \frac{1}{R} \Rightarrow i = \frac{u}{R}$$

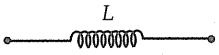
*** Mạch chỉ chứa tụ điện có điện dung *C***



Với mạch chỉ chứa tụ C thì u_C vuông pha với i (cụ thể là trễ hơn), giả sử

$$\begin{cases} i = I_0\cos(\omega t) \\ u_C = U_{0C}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = U_{0C}\sin(\omega t) \end{cases} \Rightarrow \left(\frac{i}{I_{0C}}\right)^2 + \left(\frac{u_C}{U_{0C}}\right)^2 = 1$$

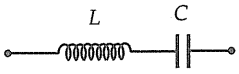
*** Mạch chỉ chứa cuộn cảm có độ tự cảm *L***



Với mạch chỉ chứa cuộn cảm L thì u_L vuông pha với i (cụ thể là sớm hơn), giả sử

$$\begin{cases} i = I_{0L}\cos(\omega t) \\ u_L = U_{0L}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = U_{0L}\sin(\omega t) \end{cases} \Rightarrow \left(\frac{i}{I_{0L}}\right)^2 + \left(\frac{u_C}{U_{0L}}\right)^2 = 1$$

*** Mạch chứa cuộn cảm *L* và tụ điện *C***

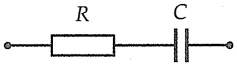


Với mạch chứa L và C thì u_{LC} vuô ng pha với i (sớm pha hơn khi $Z_L > Z_C$ và trễ pha hơn khi $Z_L < Z_C$). Ta có: $\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u_{LC}}{U_{0LC}}\right)^2 = 1$

Ngoài ra, vì u_L và u_C vuông pha nên ta có

$$\begin{cases} u_L = U_{0L}\cos(\omega t) \\ u_C = U_{0C}\cos(\omega t + \pi) = -U_{0C}\cos(\omega t) \end{cases} \Rightarrow \frac{u_L}{u_C} = -\frac{U_{0L}}{u_{0C}} = -\frac{Z_L}{Z_C}$$

*** Mạch chứa điện trở *R* và tụ điện *C***



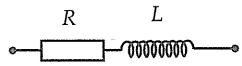
Với mạch chứa R thuần và tụ điện C thì u_C vuông pha với u_R (cụ thể là trễ hơn). Thật vậy, vì u_C vuông pha với cường độ dòng điện i, mà i cùng pha u_R nên u_C vuông pha với u_R. Ta có:

Giả sử $i = I_0\cos\omega t \Rightarrow \begin{cases} u_R = U_{0R}\cos\omega t \Rightarrow \cos\omega t = \frac{u_R}{U_{0R}} \\ u_C = U_{0C}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = U_{0C}\sin\omega t \Rightarrow \sin\omega t = \frac{u_C}{U_{0C}} \end{cases}$

Bình phương và cộng theo từng vế ta được

$$\left(\frac{u_R}{U_{0R}}\right)^2 + \left(\frac{u_C}{U_{0C}}\right)^2 = 1$$

*** Mạch chứa điện trở *R* và cuộn cảm *L***

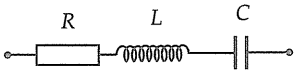


Với mạch chứa R thuần và cuộn cảm thuần L thì u_L vuông pha với u_R (cụ thể là sớm hơn). Thật vậy, vì u_L vuông pha với cường độ dòng điện i, mà i cùng pha u_R nên u_L vuông pha với u_R. Ta có:

Giả sử $i = I_0 \cos \omega t \Rightarrow \begin{cases} u_R = U_{0R} \cos \omega t \Rightarrow \cos \omega t = \dfrac{u_R}{U_{0R}} \\ u_L = U_{0L} \cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right) = -U_{0L} \sin \omega t \Rightarrow \sin \omega t = \dfrac{-u_L}{U_{0L}} \end{cases}$

Bình phương và cộng theo từng vế ta được: $\left(\dfrac{u_R}{U_{0R}}\right)^2 + \left(\dfrac{u_L}{U_{0L}}\right)^2 = 1$

*** Mạch chứa cả 3 phần tử: *R* thuần, *L* thuần và *C***



Với mạch chứa cả 3 phần tử: *R* thuần, *L* thuần và *C* thì u_{LC} vuông pha với u_R.

Ta có: $\left(\dfrac{u_R}{U_{0R}}\right)^2 + \left(\dfrac{u_{LC}}{U_{0LC}}\right)^2 = 1$

Ngoài ra, ta luôn có: $\begin{cases} u = u_R + u_L + r_C \\ i = i_R = i_L = i_C \end{cases}$

Nhận xét: Ta không phải nhớ hết tất cả công thức trên, mà chỉ cần nhớ đại lượng nào cùng pha, vuông pha, ngược pha với đại lượng nào.

- Hai đại lượng x và y dao động điều hòa vuông pha nhau thì ta luôn có

$$\left(\frac{x}{x_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{y}{y_{\max}}\right)^2 = 1$$

- Hai đại lượng m và n dao động điều hòa ngược pha nhau thì ta luôn có

$$\frac{m}{m_{\max}} = -\frac{n}{n_{\max}}$$

- Hai đại lượng p và q dao động điều hòa cùng pha nhau thì ta luôn có

$$\frac{p}{p_{\max}} = \frac{q}{q_{\max}}$$

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Trong mạch điện xoay chiều *RLC* mắc nối tiếp thì

A. điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch bằng tổng các điện áp tức thời trên các phần tử.

B. điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch bằng tổng các điện áp hiệu dụng trên các phần tử.

C. điện áp cực đại ở hai đầu đoạn mạch bằng tổng các điện áp cực đại trên các phần tử.

D. dòng điện tức thời trong mạch bằng tổng các dòng điện tức thời qua các phần tử.

Lời giải

A. Đúng, vì điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch bằng tổng các điện áp tức thời trên các phần tử $u = u_R + u_L + u_C$

B. Sai, vì $U = \sqrt{U_R^2 + \left(U_L - U_C\right)^2}$

C. Sai, vì $U_0 = \sqrt{U_{0R}^2 + \left(U_{0L} - U_{0C}\right)^{2S}}$

D. Sai, vì trong mạch mắc nối tiếp thì dòng điện tức thời trong mạch bằng các dòng điện tức thời qua các phần tử.

Đáp án A.

Ví dụ 2: Người ta đặt một điện áp xoay chiều ổn định có biểu thức $u=U_0\cos\omega t(\text{V})$ vào hai đầu của một đoạn mạch chỉ có điện trở thuần. Gọi U là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch; i, I_0 và I lần lượt là giá trị tức thời, giá trị cực đại và giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện trong mạch. Hệ thức nào dưới đây là hệ thức sai?

A. $\frac{U}{U_0}-\frac{I}{I_0}=0$ B. $\frac{U}{U_0}+\frac{I}{I_0}=\sqrt{2}$ C. $\frac{u}{U}-\frac{i}{I}=0$ D. $\frac{u^2}{U_0^2}+\frac{i^2}{I_0^2}=1$

Lời giải

Vì mạch chỉ có điện trở thuần R nên u và I luôn cùng pha nhau. Từ đó ta có

$$\frac{u}{U_0}=\frac{i}{I_0}$$

Đáp án A đúng vì $\frac{U}{U_0}-\frac{I}{I_0}=\frac{U}{U\sqrt{2}}-\frac{I}{I\sqrt{2}}=\frac{1}{\sqrt{2}}-\frac{1}{\sqrt{2}}=0$

Đáp án B đúng, vì $\frac{U}{U_0}+\frac{I}{I_0}=\frac{U}{U\sqrt{2}}+\frac{I}{I\sqrt{2}}=\frac{1}{\sqrt{2}}+\frac{1}{\sqrt{2}}=\sqrt{2}$

Đáp án C đúng, vì $\frac{u}{U_0}-\frac{i}{I_0}=0\Leftrightarrow\frac{u}{U\sqrt{2}}-\frac{i}{I\sqrt{2}}=0\Rightarrow\frac{u}{U}-\frac{i}{I}=0$

Đáp án D sai, $\frac{u^2}{U_0^2}+\frac{i^2}{I_0^2}=1$ chỉ đúng khi u_R và vuông pha, mà thực tế thì chúng cùng pha.

Đáp án D.

Ví dụ 3: Người ta đặt một điện áp xoay chiều ổn định có biểu thức $u=U\sqrt{2}\cos\omega t(\text{V})$ vào hai đầu một tụ điện thì cường độ dòng điện qua nó có giá trị hiệu dụng bằng I. Tại thời điểm t, điện áp ở hai đầu tụ điện là u và cường độ dòng điện qua nó là i. Hệ thức liên hệ giữa các đại lượng là hệ thức nào dưới đây?

A. $\frac{u^2}{U^2}+\frac{i^2}{I^2}=\frac{1}{2}$ B. $\frac{u^2}{U^2}+\frac{i^2}{I^2}=1$ C. $\frac{u^2}{U^2}+\frac{i^2}{I^2}=\frac{1}{4}$ D. $\frac{u^2}{U^2}+\frac{i^2}{I^2}=2$

Lời giải

Vì mạch điện chỉ có tụ điện nên u và I vuông pha với nhau, do đó

$$\left(\frac{u}{U_0}\right)^2+\left(\frac{i}{I_0}\right)^2=1\Leftrightarrow\left(\frac{u}{U\sqrt{2}}\right)^0+\left(\frac{i}{I\sqrt{2}}\right)^2=1\Leftrightarrow\left(\frac{u}{U}\right)^2+\left(\frac{i}{I}\right)^2=2$$

Đáp án D

Ví dụ 4: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos\omega t(\text{V})$ vào hai đầu một tụ điện có điện dung $C=\frac{10^{-3}}{4\pi}(\text{F})$. Ở thời điểm t_1, giá trị của điện áp là $u_1=100\sqrt{3}(\text{V})$ và dòng điện trong mạch là $i_1=-2,5(\text{A})$. Ở thời điểm t_2, các giá trị nói trên là 100 V và $-2,5\sqrt{3}(\text{A})$. Điện áp cực đại giữa hai đầu tụ điện bằng bao nhiêu?

A. $200\sqrt{2}(\text{V})$. B. $100\sqrt{2}(\text{V})$. C. $200(\text{V})$. D. $100(\text{V})$.

Lời giải

Do mạch chỉ có tụ điện nên u và i vuông pha, theo bài ra ta có hệ:

$$\begin{cases}\dfrac{\left(100\sqrt{3}\right)^2}{U_0^2}+\dfrac{\left(-2,5\right)^2}{I_0^2}=1\\ \dfrac{100^2}{U_0^2}+\dfrac{\left(-2,5\sqrt{3}\right)^2}{I_0^2}=1\end{cases}$$. Giải hệ ta được $U_0=200(\text{V})$

Đáp án C.

Ví dụ 5: Đặt điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần, cuộn cảm thuần và tụ điện mắc nối tiếp. Biết cảm kháng của cuộn cảm bằng 3 lần dung kháng của tụ điện. Tại thời điểm t, điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở và điện áp tức thời giữa hai đầu tụ điện có giá trị tương ứng là 60 V và 20 V. Khi đó điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch bằng bao nhiêu?

A. $20\sqrt{13}$ V. **B.** $10\sqrt{13}$ V. **C.** 140 V. **D.** 20 V.

Lời giải

STUDY TIP

$\dfrac{u_L}{u_C}=\dfrac{-u_{0L}}{u_{0C}}=\dfrac{-Z_L}{Z_C}$

Dựa vào $u=u_R+u_L+u_C$ ta thấy để tính được u thì ta cần tính được u_L.

Thật vậy, vì u_L và u_C ngược pha nên ta có $\begin{cases}\dfrac{u_L}{u_C}=-\dfrac{Z_L}{Z_C}=-3\\ Z_L=3Z_C\end{cases}\Rightarrow u_L=-60$

Vậy điện áp tức thời giữa hai đầu $u=u_R+u_L+u_C=60-60+20=20$

Đáp án D.

Ví dụ 6: Đặt điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần, cuộn cảm thuần và tụ điện mắc nối tiếp. Biết dung kháng của tụ điện bằng 2 lần cảm kháng của cuộn cảm. Tại thời điểm t, điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở và điện áp tức thời giữa hai đầu mạch có giá trị tương ứng là 40 V và 60 V. Khi đó điện áp tức thời giữa hai đầu tụ điện có giá trị nào sau đây?

A. 20 V. **B.** 40 V. **C.** - 20 V. **D.** - 40 V.

Lời giải

STUDY TIP

$u=u_R+u_L+u_C$

Theo bài ra ta có: $Z_C=2Z_L\Rightarrow u_C=-2u_L\Rightarrow u_L=-\dfrac{u_C}{2}$

Mặt khác, ta luôn có $u=u_R+u_L+u_C=u_R-\dfrac{u_C}{2}+u_C=u_R+\dfrac{u_C}{2}$

Từ đó tính được $u_C=2\left(u-u_R\right)=2\left(60-40\right)=40\,\text{V}$

Đáp án B.

Ví dụ 7: Người ta đặt một điện áp xoay chiều ổn định vào hai đầu của một đoạn mạch gồm một điện trở thuần có điện trở R mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung C. Biết rằng điện áp tức thời hai đầu điện trở R có biểu thức $u_R=50\sqrt{2}\cos\left(2\pi ft+\varphi\right)(\text{V})$; vào một thời điểm t nào đó điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch và hai đầu điện trở lần lượt có giá trị bằng $u=50\sqrt{2}(\text{V})$ và $u_R=-25\sqrt{2}(\text{V})$. Điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện bằng bao nhiêu?

A. $60\sqrt{3}$ V. **B.** 100 V. **C.** 50 V. **D.** $50\sqrt{3}$ V.

Lời giải

- Từ $u_R=50\sqrt{2}\cos\left(2\pi ft+\varphi\right)(\text{V})$ ta có $U_{0R}=50\sqrt{2}\,(\text{V})$

- Tại thời điểm t, ta có $\begin{cases} u = u_R + u_C \\ u = 50\sqrt{2} \\ u_R = -25\sqrt{2} \end{cases} \Rightarrow u_C = 75\sqrt{2}$

- Mặt khác, vì u_R và u_C luôn vuông pha nên ta có $\left(\frac{u_C}{U_{0C}}\right)^2 + \left(\frac{u_R}{U_{0R}}\right)^2 = 1$

- Thay số với $U_{0R} = 50\sqrt{2}$ (V), $u_R = -25\sqrt{2}$ (V) và $u_C = 75\sqrt{2}$ ta tính được $U_{0C} = 50\sqrt{6}$, suy ra $U_C = 50\sqrt{3}$ (V).

Chọn đáp án D

Ví dụ 8: Đoạn mạch xoay chiều AB chứa 3 linh kiện R, L, C. Đoạn AM chứa L, MN chứa R và NB chứa C. Biết rằng $R = 50(\Omega); Z_L = 50\sqrt{3}(\Omega); Z_C = \frac{50\sqrt{3}}{3}(\Omega)$. Khi $u_{AN} = 80\sqrt{3}(\text{V})$ thì $u_{MB} = 60(\text{V})$. Giá trị cực đại của điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch AB bằng bao nhiêu?

A. 150 V. B. 100 V. C. $50\sqrt{7}$ V. D. $100\sqrt{3}$ V.

Lời giải

Vì đề bài cho tất cả các giá trị của R, L, C nên ta chỉ cần tìm I_0 nữa là sẽ tính được U_0.

Vì đề bài cho các giá trị tức thời của u_{AN} và u_{MB} nên ta nghĩ đến việc xét xem nó có cùng pha, ngược pha, hay vuông pha? (Vì khi đó ta sử dụng được biểu thức độc lập thời gian.)

Ta có $\begin{cases} \tan\varphi_{AN} = \frac{Z_L}{R} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi_{AN} = \frac{\pi}{3} \\ \tan\varphi_{MB} = -\frac{Z_C}{R} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_{MB} = -\frac{\pi}{6} \end{cases} \Rightarrow \varphi_{AN} - \varphi_{MB} = \frac{\pi}{3} - \left(-\frac{\pi}{6}\right) = \frac{\pi}{2}$

Vậy u_{AN} và u_{MB} vuông pha nhau, nên ta có $\left(\frac{u_{AN}}{U_{0AN}}\right)^2 + \left(\frac{u_{MB}}{U_{0MB}}\right)^2 = 1$

Từ đó ta có

$$\left(\frac{80\sqrt{3}}{I_0\sqrt{R^2 + Z_L^2}}\right)^2 + \left(\frac{60}{I_0\sqrt{R^2 + Z_C^2}}\right)^2 = 1 \Rightarrow \left(\frac{80\sqrt{3}}{100I_0}\right)^2 + \left(\frac{60\sqrt{3}}{100I_0}\right)^2 = 1 \Rightarrow I_0 = \sqrt{3}(\text{A})$$

Vậy $U_0 = I_0\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_c)^2} = \sqrt{3}\sqrt{50^2 + \left(50\sqrt{3} - \frac{50\sqrt{3}}{3}\right)^2} = 50\sqrt{7}(\text{V})$

Đáp án C.

Phân tích

Muốn biết điện áp tức thời ở hai đầu điện trở là 30V thì điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch bằng bao nhiêu, ta phải biết được độ lệch pha giữa u và u_R, hay biết độ lệch pha giữa u và i (vì u_R và i cùng pha). Sau đó, dùng đường tròn là ta sẽ suy ra kết quả bài toán.

Ví dụ 9: Điện áp hiệu dụng ở hai đầu điện trở, hai đầu cuộn cảm thuần và hai đầu tụ điện lần lượt là $30\sqrt{2}$ V, $60\sqrt{2}$ V và $90\sqrt{2}$ V. Khi điện áp tức thời ở hai đầu điện trở là 30 V thì điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch bằng bao nhiêu?

A. 42,43 V. B. 81,96 V. C. 60 V. D. 90 V.

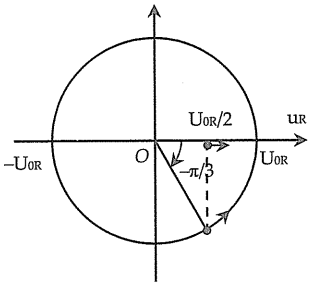
Lời giải

- Độ lệch pha giữa u và i là $\tan\varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = -1 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4}$

Do đó u trễ pha hơn u_R một góc $-\frac{\pi}{4}$

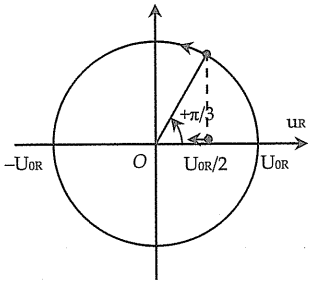
Điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạch $U=\sqrt{U_R^2+\left(U_L-U_C\right)^2}=60\left(\text{V}\right)$ nên điện áp cực đại $U_0=60\sqrt{2}\,\text{V}$

Điện áp cực đại hai đầu R: $U_{0R}=60\,\text{V}$



- Nếu $u_R=30\,\text{V}=\dfrac{1}{2}U_{0R}$ và đang tăng, thì dựa vào đường tròn ta có pha của u_R là $-\dfrac{\pi}{3}$ và pha của u là $\varphi_u=-\dfrac{\pi}{3}-\dfrac{\pi}{4}=-\dfrac{7\pi}{12}$. Từ đó ta có

$$u=-U\cos\frac{5\pi}{12}=-60\sqrt{2}\cos\frac{5\pi}{12}=-21{,}96\left(\text{V}\right)$$



- Nếu $u_R=30\,\text{V}=\dfrac{1}{2}U_{0R}$ và đang giảm, thì dựa vào đường tròn ta có pha của u_R là $+\dfrac{\pi}{3}$ và pha của u là $\varphi_u=+\dfrac{\pi}{3}-\dfrac{\pi}{4}=+\dfrac{\pi}{12}$. Từ đó ta có

$$u=U\cos\frac{\pi}{12}=60\sqrt{2}\cos\frac{\pi}{12}=81{,}96\left(\text{V}\right).$$

Đáp án B.

Ví dụ 10: Đặt điện áp $u=240\sqrt{2}\cos100\pi t\left(\text{V}\right)$ vào đoạn mạch RLC mắc nối tiếp. Biết $R=60\Omega$, cuộn dây thuần cảm có $L=\dfrac{6}{5\pi}\left(\text{H}\right)$ và tụ điện có $C=\dfrac{10^{-3}}{6\pi}\left(\text{F}\right)$. Khi điện áp tức thời hai đầu cuộn cảm bằng 240 V và đang giảm thì điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở và hai đầu tụ điện bằng bao nhiêu?

A. $u_R=120\sqrt{3}\,\text{V},u_C=-120\,\text{V}$.
B. $u_R=-120\sqrt{3}\,\text{V},u_C=+120\,\text{V}$.
C. $u_R=120\,\text{V},u_C=-120\sqrt{3}\,\text{V}$.
D. $u_R=-120\,\text{V},u_C=+120\sqrt{3}\,\text{V}$.

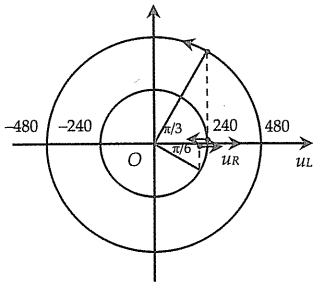
Lời giải

- Do u_R trễ pha hơn u_L góc $\dfrac{\pi}{2}$ và u_C ngược pha với u_L nên ta sẽ dựa vào đường tròn và các biểu thức độc lập thời gian để biết được khi đó u_R và u_C bằng bao nhiêu

- Trước hết, ta có $I=\dfrac{U}{Z}=\dfrac{U}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}=\dfrac{240}{60\sqrt{2}}=2\sqrt{2}\left(\text{A}\right)$

- Vì u_R trễ pha hơn u_L góc $\dfrac{\pi}{2}$ nên ta có

$$\left(\frac{u_R}{U_{0R}}\right)^2+\left(\frac{u_L}{U_{0L}}\right)^2=1\Leftrightarrow\left(\frac{u_R}{RI_0}\right)^2+\left(\frac{u_L}{Z_L.I_0}\right)^2=1$$



Thay số với $Z_L=120\,\Omega,R=60\,\Omega,I_0=4\,\text{A},u_L=240\,\text{V}$ ta tính được $u_R=\pm120\sqrt{3}\,\text{V}$.

Do u_R trễ pha hơn u_L góc $\dfrac{\pi}{2}$, và $u_L=240\,\text{V}$ và đang giảm, nên dựa vào đường tròn ta có $u_R=120\sqrt{3}\left(\text{V}\right)$ và đang tăng.

- Vì u_C ngược pha u_L nên ta có

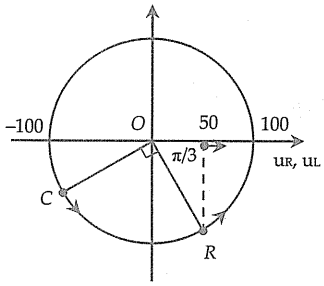
$$\frac{u_C}{U_{0C}}=-\frac{u_L}{U_{0L}}\Rightarrow u_C=-\frac{U_{0C}}{U_{0L}}u_L=-\frac{Z_C}{Z_L}u_L=-\frac{60}{120}.240=-120\left(\text{V}\right)$$

Đáp án A.

Ví dụ 11: Đặt điện áp xoay chiều $u=100\sqrt{2}\cos\omega t(\text{V})$ vào hai đầu mạch gồm điện trở R nối tiếp với tụ C có $Z_C=R$. Tại thời điểm điện áp tức thời trên điện trở là 50 V và đang tăng thì điện áp tức thời trên tụ là

A. –50 V. B. $-50\sqrt{3}$ V. C. 50 V. D. $50\sqrt{3}$ V.

Lời giải



- Vì $Z_C=R$ nên $U_{0C}=U_{0R}=\dfrac{U_0}{\sqrt{2}}=100(\text{V})$

- Vì u_C trễ pha so với u_R một góc $\dfrac{\pi}{2}$ nên dựa vào đường tròn, ta có tại thời điểm $u_R=50=\dfrac{U_{0R}}{2}$ và đang tăng thì pha của u_R là $-\dfrac{\pi}{3}$, pha của u_C là $-\dfrac{5\pi}{6}$, khi đó

$$u_C=-\frac{\sqrt{3}}{2}U_{0C}=-50\sqrt{3}(\text{V})$$

Đáp án B.

Ví dụ 12: Điện áp $u=U_o\cos(100\pi t)$ (t tính bằng s) được đặt vào hai đầu đoạn mạch gồm cuộn dây và tụ điện mắc nối tiếp. Cuộn dây có độ tự cảm $L=\dfrac{3}{20\pi}(\text{H})$ và điện trở $r=5\sqrt{3}(\Omega)$, tụ điện có điện dung $C=\dfrac{10^{-3}}{\pi}(\text{F})$. Tại thời điểm $t_1(\text{s})$ điện áp tức thời hai đầu cuộn dây có giá trị 15 (V), đến thời điểm $t_2=t_1+\dfrac{1}{75}(\text{s})$ thì điện áp tức thời hai đầu tụ điện cũng bằng 15 (V). Giá trị của U_o bằng bao nhiêu?

A. 15 V. B. 30 V. C. $15\sqrt{3}$ V. D. $10\sqrt{3}$ V.

Lời giải

Cách 1: Sử dụng đường tròn

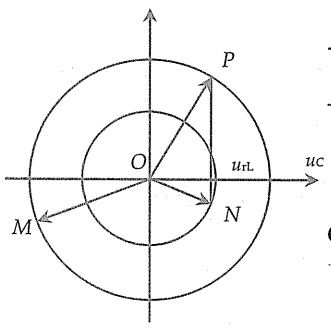
- Dễ thấy $Z_L=\omega L=15(\Omega);Z_C=\dfrac{1}{\omega C}=10(\Omega)$

- Tìm độ lệch pha giữa u_{rL} và u_C

+ Độ lệch pha giữa u_{rL} và cường độ dòng điện xác định bởi

$$\tan\varphi_{rL}=\frac{Z_L}{r}=\frac{15}{5\sqrt{3}}=\sqrt{3}\Rightarrow\varphi_{rL}=\frac{\pi}{3}$$

+ Suy ra u_{rL} sớm pha hơn i góc $\dfrac{\pi}{3}$, mà i sớm hơn i_C góc $\dfrac{\pi}{2}$ nên u_{rL} sớm pha hơn u_C góc $\dfrac{\pi}{3}+\dfrac{\pi}{2}=\dfrac{5\pi}{6}$



- Sử dụng đường tròn

+ Tại thời điểm $t_2=t_1+\dfrac{1}{75}$ thì góc quét của véctơ quay U_{0C} là

$$\omega(t_2-t_1)=100\pi.\frac{1}{75}=\frac{4\pi}{3}$$

Giả sử tại thời điểm t_1, u_{rL} đang tăng và $\overrightarrow{U_{0rL}}$ xác định trên đường tròn bởi $\overrightarrow{ON}$. $\overrightarrow{OM}$ biểu diễn U_{0C} tại t_1 và OP biểu diễn U_{0C} tại t_2.

Dựa vào hình vẽ, ta có $\widehat{PON}=\dfrac{4\pi}{3}-\dfrac{5\pi}{6}=\dfrac{\pi}{2}$

Từ đó sử dụng hệ thức lượng trong tam giác vuông OPN ta có

$$\frac{1}{15^2}=\frac{1}{U_{0rL}^2}+\frac{1}{U_{0C}^2}=\frac{1}{I_0^2}\left(\frac{1}{r^2+Z_L^2}+\frac{1}{Z_C^2}\right)$$

Suy ra $I_0^2=15^2\left(\frac{1}{\left(5\sqrt{3}\right)^2+15^2}+\frac{1}{10^2}\right)=3\Rightarrow I_0=\sqrt{3}$

Vậy $U_0=I_0Z=\sqrt{3}.\sqrt{\left(5\sqrt{3}\right)^2+\left(15-10\right)^2}=10\sqrt{3}\left(\text{V}\right).$

Cách 2 (Lê Văn Thành): Sử dụng phương pháp số phức

- Cảm kháng, dung kháng: $Z_L=\omega L=15\left(\omega\right);Z_C=\frac{1}{\omega C}=10\left(\Omega\right)$

- Ta có $i=\frac{u}{Z}=\frac{u_{rL}}{Z_{rL}}=\frac{u_C}{Z_C}$

$$\Rightarrow\begin{cases}u_C=u.\frac{\overline{Z_C}}{\overline{Z}}=U_0.\frac{-10i}{5\sqrt{3}+i\left(15-10\right)}=U_0\angle-\frac{2\pi}{3}\Rightarrow u_C=U_0\cos\left(100\pi t-\frac{2\pi}{3}\right)\left(\text{V}\right)\\ u_{rL}=u.\frac{\overline{Z_{rL}}}{\overline{Z}}=U_0.\frac{5\sqrt{3}+15i}{5\sqrt{3}+i\left(15-10\right)}=U_0\sqrt{3}\angle\frac{\pi}{6}\Rightarrow u_{rL}=U_0\sqrt{3}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)\left(\text{V}\right)\end{cases}$$

- Theo bài ra ta có

$$\begin{cases}15=u_C\left(t_1+\frac{1}{75}\right)=U_0\cos\left(100\pi\left(t_1+\frac{1}{75}\right)-\frac{2\pi}{3}\right)\Rightarrow U_0\sin\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)=15\\ 15=u_{rL}\left(t_1\right)=U_0\sqrt{3}\cos\left(100\pi t_1+\frac{\pi}{6}\right)\Rightarrow U_0\cos\left(100\pi t_1+\frac{\pi}{6}\right)=5\sqrt{3}\end{cases}$$

Từ đó ta có $U_0^2=15^2+\left(5\sqrt{3}\right)^2\Rightarrow U_0=10\sqrt{3}\left(\text{V}\right)$

Đáp án D.

Ví dụ 13: Đặt điện áp $u=U_0\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{3}\right)\left(\text{V}\right)$ vào hai đầu một tụ điện có điện dung $\frac{2.10^{-4}}{\pi}\left(\text{F}\right)$. Ở thời điểm điện áp giữa hai đầu tụ điện là 150 V thì cường độ dòng điện trong mạch là 4 A. Biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch là?

A. $i=4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)\left(\text{A}\right).$ **B.** $i=5\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)\left(\text{A}\right).$

C. $i=5\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)\left(\text{A}\right).$ **D.** $i=4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)\left(\text{A}\right).$

Lời giải

Cảm kháng của mạch là $Z_C=\frac{1}{100\pi.\frac{2.10^{-4}}{\pi}}=50\left(\Omega\right)$

Vì u_C và i vuông pha với nhau nên ta có

$$\frac{u_C^2}{U_{0C}^2}+\frac{i^2}{I_0^2}=1\Rightarrow\frac{u_C^2}{\left(I_0Z_C\right)^2}+\frac{i^2}{I_0^2}=1\Rightarrow\frac{150^2}{50^2I_0^2}+\frac{4^2}{I_0^2}=1\Rightarrow I_0=5\left(\text{A}\right)$$

Vì i sớm hơn u_C góc $\frac{\pi}{2}$ nên: $i=5\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)\left(\text{A}\right)$

Đáp án B.

Ví dụ 14: Một đoạn mạch gồm một điện trở thuần R mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung C. Người ta đặt vào hai đầu mạch một điện áp xoay chiều ổn định có giá trị hiệu dụng không đổi bằng U (V) và tần số $f=50\text{Hz}$. Khi điện áp tức thời hai đầu R bằng $20\sqrt{7}$ V thì cường độ dòng điện tức thời chạy qua đoạn mạch bằng $\sqrt{7}$ A, đồng thời điện áp tức thời giữa hai đầu tụ điện bằng 45 V; khi điện áp tức thời giữa hai đầu R bằng $40\sqrt{3}$ V thì điện áp tức thời giữa hai đầu tụ điện bằng 30 V. Giá trị của điện dung C bằng bao nhiêu?

A. $\frac{3.10^{-3}}{8\pi}(\text{F})$. B. $\frac{2.10^{-3}}{3\pi}(\text{F})$. C. $\frac{10^{-4}}{\pi}(\text{F})$. D. $\frac{10^{-3}}{8\pi}(\text{F})$.

Lời giải

Mạch chỉ có *R* và *C*, và vì u_C vuông pha với u_R nên tại mọi thời điểm ta luôn có

$$\left(\frac{u_R}{U_{0R}}\right)^2+\left(\frac{u_C}{U_{0C}}\right)^2=1$$

Theo bài ra ta có hệ: $\begin{cases}\left(\frac{20\sqrt{7}}{I_0R}\right)^2+\left(\frac{45}{I_0Z_C}\right)^2=1\\ \left(\frac{40\sqrt{3}}{I_0R}\right)^2+\left(\frac{30}{I_0Z_C}\right)^2=1\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\left(\frac{1}{I_0R}\right)^2=\frac{1}{6400}\\ \left(\frac{1}{I_0Z_C}\right)^2=\frac{1}{3600}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}I_0R=80\\ I_0Z_C=60\end{cases}$

Mặt khác, vì u_R và *i* cùng pha nên ta có: $\frac{u_R}{U_{0R}}=\frac{i}{I_0}\Rightarrow\frac{20\sqrt{7}}{80}=\frac{\sqrt{7}}{I_0}=4(\text{A})$

Vậy $Z_C=\frac{60}{4}=15(\Omega)$, suy ra điện dung của tụ điện là $C=\frac{2.10^{-3}}{3\pi}(\text{F})$

Đáp án B.

Ví dụ 15: Đặt điện áp $u=U_0\cos 100\pi t$ vào hai đầu đoạn mạch *AB* theo thứ tự gồm *R*, *L*, *C* mắc nối tiếp (cuộn dây thuần cảm), *M* là điểm nối giữa *R* và *L*. Điện áp tức thời của đoạn mạch *AM* (chứa *R*) và *MB* (chứa *L* và *C*) tại thời điểm t_1 là $60(\text{V})$ và $15\sqrt{7}(\text{V})$ và tại thời điểm t_2 là $40\sqrt{3}(\text{V})$ và 30 (V). Giá trị của U_0 bằng bao nhiêu?

A. 100V B. $50\sqrt{2}$ V C. $25\sqrt{2}$ V D. $100\sqrt{2}$ V

Lời giải

Vì u_{AM} chứa *R* và u_{MB} chứa *L*, *C* nên chúng vuông pha nhau, do đó tại mọi thời điểm ta luôn có $\left(\frac{u_{AM}}{U_{0AM}}\right)^2+\left(\frac{u_{MB}}{U_{0MB}}\right)^2=1$

Theo bài ra, ta có hệ $\begin{cases}\left(\frac{60}{U_{0AM}}\right)^2+\left(\frac{15\sqrt{7}}{U_{0MB}}\right)^2=1\\ \left(\frac{40\sqrt{3}}{U_{0AM}}\right)^2+\left(\frac{30}{U_{0MB}}\right)^2=1\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}U_{0AM}=80(\text{V})\\ U_{0MB}=60(\text{V})\end{cases}$

Điện áp cực đại hai đầu đoạn mạch là

$$U_0=\sqrt{U_{0R}^2+(U_{0L}-U_{0C})^2}=\sqrt{U_{0AM}^2+U_{0MB}^2}=\sqrt{60^2+80^2}=100(\text{V})$$

Đáp án A.

Ví dụ 16: Người ta đặt vào hai đầu một đoạn mạch (gồm một điện trở thuần có điện trở R, một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L và một tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp) một điện áp xoay chiều ổn định có giá trị hiệu dụng U và tần số f không đổi. Họ nhận thấy, tại thời điểm t_1 các giá trị tức thời $u_L(t_1)=-30\sqrt{3}(\text{V}), u_R(t_1)=40(\text{V})$ còn tại thời điểm t_2 các giá trị tức thời $u_L(t_2)=60(\text{V}), u_C(t_2)=-120(\text{V})$, $u_R(t_2)=0(\text{V})$. Điện áp cực đại giữa hai đầu đoạn mạch bằng bao nhiêu?

A. 50 V. B. 100 V. C. 60 V. D. $50\sqrt{3}$ V.

Lời giải

Cách 1: Vì u_L vuông pha với u_R và u_C cũng vuông pha với u_R nên ta có

$$\left(\frac{u_L}{U_{0L}}\right)^2+\left(\frac{u_R}{U_{0R}}\right)^2=1, \left(\frac{u_C}{U_{0C}}\right)^2+\left(\frac{u_R}{U_{0R}}\right)^2=1$$

Tại thời điểm t_1 ta có $u_L(t_1)=-30\sqrt{3}\text{V}, u_R(t_1)=40\,\text{V}$ nên $\left(\frac{30\sqrt{3}}{U_{0L}}\right)^2+\left(\frac{40}{U_{0R}}\right)^2=1 (1)$

Tại thời điểm t_2 ta có $u_L(t_2)=60\,\text{V}, u_C(t_2)=-120\,\text{V}, u_R(t_2)=0$ nên

$$\begin{cases}\left(\frac{u_L}{U_{0L}}\right)^2+\left(\frac{u_R}{U_{0R}}\right)^2=1\\ \left(\frac{u_C}{U_{0C}}\right)^2+\left(\frac{u_R}{U_{0R}}\right)^2=1\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}U_{0L}=u_L=60(\text{V})\\ U_{0C}=u_C=120(\text{V})\end{cases}(2)$$
$$\begin{cases}u_L=60(\text{V}); u_C=-120(\text{V})\\ u_R=0(\text{V})\end{cases}$$

Thay (2) vào (1) ta được $\left(\frac{30\sqrt{3}}{60}\right)^2+\left(\frac{40}{U_{0R}}\right)^2=1\Rightarrow U_{0R}=80(\text{V})$

Điện áp cực đại giữa hai đầu mạch bằng

$$U_0=\sqrt{U_{0R}^2+(U_{0L}-U_{0C})^2}=\sqrt{80^2+(120-60)^2}=100(\text{V})$$

Cách 2: Vì u_R vuông pha u_L nên ta có

$$\left(\frac{u_{R1}}{U_{0R}}\right)^2+\left(\frac{u_{L1}}{U_{0L}}\right)^2=1\Rightarrow\left(\frac{-30\sqrt{3}}{U_{0L}}\right)^2+\left(\frac{40}{U_{0R}}\right)^2=1(1)$$

Vì u_{LC} vuông pha với u_R nên ta có $\left(\frac{u_R}{U_{0R}}\right)^2+\left(\frac{u_L+u_C}{U_{0LC}}\right)^2=1$

Từ đó suy ra $\left(\frac{u_{R2}}{U_{0R}}\right)^2+\left(\frac{u_{L2}+u_{C2}}{U_{0LC}}\right)^2=1\Rightarrow\left(\frac{0}{U_{0R}}\right)^2+\left(\frac{-60}{U_{0LC}}\right)^2=1(2)$

Từ (2) ta có $U_{0LC}=60V$. Mặt khác, vì u_C và u_L vuông pha nên ta có

$$\frac{u_L}{u_C}=-\frac{U_{0L}}{U_{0C}}\Rightarrow\frac{60}{-120}=-\frac{U_{0L}}{U_{0C}}\Rightarrow U_{0C}=2U_{0L}$$

Từ đó suy ra $U_{0LC}=|U_{0L}-U_{0C}|=|U_{0L}-2U_{0L}|=U_{0L}=60.$

Thay vào (1) ta tính được $U_{0R}=80\,\text{V}$.

Vậy điện áp cực đại giữa hai đầu đoạn mạch bằng

$$U_o=\sqrt{U_{oR}{}^2+(U_{oL}-U_{oC})^2}=\sqrt{80^2+(120-60)^2}=100(\text{V})$$

Đáp án B.

Ví dụ 17: Đoạn mạch xoay chiều AB được mắc nối tiếp theo thứ tự gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L, đoạn mạch X và một tụ điện có điện dung C. Gọi P là điểm nối giữa cuộn dây và X, Q là điểm nối giữa X và tụ điện. Người ta nối hai đầu A và B của đoạn mạch với nguồn điện xoay chiều ổn định có có tần số f thỏa mãn hệ thức $4\pi^2 f^2 LC = 1$. Biết rằng biểu thức điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch AQ và PB lần lượt là $u_{AQ} = 80\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)(\text{V})$ và $u_{PB} = 160\sqrt{2}\cos\omega t(\text{V})$. Điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạch AB bằng bao nhiêu?

A. $20\sqrt{7}(\text{V})$. B. $40\sqrt{14}(\text{V})$. C. $40\sqrt{7}(\text{V})$. D. $20\sqrt{14}(\text{V})$.

Nhận xét

Bạn đọc nên chú ý với cách giải bình phương một đẳng thức véctơ như bên. Từ phương trình u_1 và u_2 ta có $\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\pi}{3}$ nên góc hợp bởi véc tơ $\overrightarrow{U_1}$ và $\overrightarrow{U_2}$ là $\frac{\pi}{3}$. Mục đích của việc bình phương đẳng thức véctơ là sử dụng góc hợp bởi giữa hai véctơ vì khi bình phương sẽ có tích vô hướng của hai véctơ.

Lời giải

Cách 1: Tương tự như ví dụ bên trên.

Cách 2:

Theo bài ra $\omega = \frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}} \Leftrightarrow Z_{L_0} = Z_{C_0}$ nên $\overrightarrow{U_{L_0}} = -\overrightarrow{U_{C_0}}$ (vì u_L luôn ngược pha với u_C)

Ta có: $\begin{cases} \overrightarrow{U_1} = \overrightarrow{U_{L_0}} + \overrightarrow{U_X} \\ \overrightarrow{U_2} = \overrightarrow{U_{C_0}} + \overrightarrow{U_X} \Rightarrow \vec{U} = \overrightarrow{U_1} + \overrightarrow{U_2} = 2\overrightarrow{U_X} \\ \overrightarrow{U_{L_0}} = -\overrightarrow{U_{C_0}} \end{cases}$

$\Rightarrow 4U_X^2 = U_1^2 + U_2^2 + 2U_1 U_2 \cos\frac{\pi}{3} \Rightarrow U_X = 50\sqrt{7}$

Đáp án B.

Ví dụ 19: Đặt điện áp $u = U_0\cos(\omega t)(\text{V})$ vào hai đầu đoạn mạch RLC nối tiếp có L thuần cảm thì đoạn mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng. Gọi i là cường độ dòng điện tức thời trong đoạn mạch, P là công suất tiêu thụ của mạch; u_L và u_R lần lượt là điện áp tức thời giữa hai đầu cuộn cảm và giữa hai đầu điện trở. Quan hệ nào sau đây không đúng?

A. u cùng pha với i. B. u trễ pha so với u_L.

C. $P = \frac{u^2}{r}$ D. $u = u_R$.

Lời giải

A. Đúng, vì khi đoạn mạch xảy ra cộng hưởng thì u cùng pha với i.

B. Đúng, vì khi xảy ra cộng hưởng thì u cùng pha i và cùng pha u_R, mà u_R trễ pha so với u_L góc $\frac{\pi}{2}$

C. Sai, vì công suất tiêu thụ của mạch là.

D. Đúng, vì khi cộng hưởng thì $u_L = -u_C$ nên $u = u_R + u_L + u_C = u_R$.

Đáp án C.

Ví dụ 20: Đặt điện áp xoay chiều ổn định vào hai đầu đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Biết điện áp hai đầu đoạn mach AM và điện áp hai đầu đoạn mạch MB lệch pha nhau góc rad. Tại thời điểm t_1 giá trị tức thời

của hai điện áp u_{AM} và u_{MB} đều bằng 100 V. Lúc đó, điện áp tức thời hai đầu mạch *AB* có giá trị bằng bao nhiêu?

A. $100\sqrt{2}$ V. B. 200 V. C. 100 V. D. $100\sqrt{3}$ V.

Lời giải

Ta luôn có giá trị điện áp tức thời (không phụ thuộc vào độ lệch pha giữa *AM* và *MB* là bao nhiêu, đề bài cho độ lệch pha để gây nhiễu) xác định bởi

$$u_{AB}=u_{AM}+u_{MB}$$

Tại $t=t_1$ thì $u_{AM}=u_{MB}=100(\text{V})$ nên $u_{AB}=u_{AM}+u_{MB}=200(\text{V})$

Đáp án C.

Ví dụ 21: Đoạn mạch xoay chiều gồm một điện trở thuần có điện trở *R*, một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm *L*, và một tụ điện có điện dung *C* mắc nối tiếp với nhau. Người ta đặt vào hai đầu của mạch điện trên một điện áp xoay chiều ổn định, và theo dõi sự biến thiên của điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện tức thời chạy qua đoạn mạch này. Tại một thời điểm t nào đó, điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch chứa *LC* bằng $u_{LC}=100\sqrt{3}(\text{V})$ và điện áp tức thời hai đầu điện trở *R* bằng $u_R=100(\text{V})$; đồng thời độ lệch pha giữa điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện bằng $\frac{\pi}{3}$. Pha của điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở *R* ở thời điểm *t* đó bằng bao nhiêu? Biết rằng mạch có tính cảm kháng.

A. $\frac{\pi}{6}$ B. $\frac{\pi}{4}$ C. $\frac{\pi}{3}$ D. $\frac{\pi}{5}$

Lời giải

Giả sử biểu thức hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu đoạn mạch chứa *R* là

$$u_R=U_{0R}\cos\omega t$$

Khi đó ta cần tính ωt.

Vì mạch có tính cảm kháng nên u_{LC} sớm pha hơn so với u_R, cụ thể là sớm pha hơn $\frac{\pi}{2}$. Khi đó ta có $U_{LC}=U_{0LC}\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)=U_{0LC}\sin\omega t$. Do đó

$$\frac{u_{LC}}{u_R}=\frac{U_{0LC}}{U_{0R}}.\frac{\sin\omega t}{\cos\omega t}=\tan\varphi.\tan\omega t\Rightarrow\tan\omega t=\frac{\frac{u_{LC}}{u_R}}{\tan\varphi}=1\Rightarrow\omega t=\frac{\pi}{4}$$

Đáp án B

STUDY TIP

+ $Z_L>Z_C$: mạch có tính cảm kháng $\Rightarrow u_{LC}$ sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_R.

+ $Z_L<Z_C$: mạch có tính dung kháng $\Rightarrow u_{LC}$ trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_R.

Ví dụ 22: Đặt điện áp xoay chiều ổn định vào đoạn mạch nối tiếp theo thứ tự: điện trở thuần *R*, cuộn cảm thuần *L* và tụ điện có điện dung *C* thay đổi. Điều chỉnh *C* để điện áp hiệu dụng trên tụ đạt cực đại, khi đó điện áp hiệu dụng của đoạn mạch *RL* là 100 V, tại thời điểm nào đó, điện áp tức thời của đoạn mạch *RL* bằng $100\sqrt{2}(\text{V})$, khi đó điện áp tức thời trên tụ bằng bao nhiêu?

A. $-100\sqrt{2}(\text{V})$. B. $100\sqrt{2}(\text{V})$. C. $100(\text{V})$. D. $100\sqrt{3}(\text{V})$.

Lời giải

Điều chỉnh *C* để U_C cực đại thì ta nhớ ngay rằng u_{RL} vuông pha với *u*. Do đó ta có biểu thức độc lập thời gian $\frac{u_{RL}^2}{U_{0(RL)}^2}+\frac{u^2}{U_0^2}=1$

Thay số vào ta thấy $u=0$. Mặt khác, ta có $u=u_{RL}+u_C \Rightarrow u_C=-100\sqrt{2}(\text{V})$

Đáp án A.

Ví dụ 23: Một mạch điện chứa một điện trở thuần có điện trở $R=50(\Omega)$, một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L=\frac{1}{\pi}(\text{H})$ và một tụ điện có điện dung $C=\frac{2.10^{-4}}{\pi}(\text{F})$ mắc nối tiếp với nhau. Người ta đặt vào hai đầu đoạn mạch trên một điện áp xoay chiều ổn định có phương trình $u=U_0\cos\omega t(\text{V})$. Kí hiệu cường độ dòng điện tức thời trong mạch là $i(A)$. Tại một thời điểm nào đó thấy rằng $u(t_1)=200\sqrt{2}(\text{V})$ và $i(t_1)=2\sqrt{2}(\text{A})$; tại thời điểm sau đó $\frac{3T}{4}$ ghi nhận giá trị $u(t_2)=0(\text{V})$ và $i(t_2)=2\sqrt{2}(\text{A})$. Dòng điện qua mạch có phương trình nào dưới đây?

A. $i=4\cos\left(50\pi t+\frac{\pi}{4}\right)(\text{A})$.

B. $i=4\cos\left(50\pi t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{A})$.

C. $i=4\sqrt{2}\cos\left(50\pi t+\frac{\pi}{4}\right)(\text{A})$.

D. $i=4\sqrt{2}\cos\left(50\pi t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{A})$.

Lời giải

Ta có $\left(\Delta t=t_2-t_1=\frac{3T}{4}=\frac{T}{4}+2\frac{T}{2}\right)$ nên ở hai thời điểm t_1 và t_2 các đại lượng tức thời vuông pha với nhau. Ta có

$$\begin{cases}\left(\frac{i_1}{I_0}\right)^2+\left(\frac{i_2}{I_0}\right)^2=1\\ \left(\frac{u_1}{U_0}\right)^2+\left(\frac{u_2}{U_0}\right)^2=1\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\left(\frac{2\sqrt{2}}{I_0}\right)^2+\left(\frac{2\sqrt{2}}{I_0}\right)^2=1\\ \left(\frac{200\sqrt{2}}{U_0}\right)^2+\left(\frac{0}{U_0}\right)^2=1\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}I_0=4\\ U_0=200\sqrt{2}\end{cases}$$

Tổng trở $Z=\frac{U_0}{I_0}=\frac{200\sqrt{2}}{4}=50\sqrt{2}(\Omega)$

Từ đó ta có $\left(50\sqrt{2}\right)^2=50^2+\left(L\omega-\frac{1}{C\omega}\right)^2\Leftrightarrow L^2\omega^2-2\frac{L}{C}+\frac{1}{C^2\omega^2}=2500$

Thay số tính được tần số góc của điện áp là $\omega=50\pi$ (rad/s).

Độ lệch pha giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện

$$\tan\varphi=\frac{Z_L-Z_C}{R}=\frac{50-100}{50}=-1\Rightarrow\varphi=-\frac{\pi}{4}$$

Tức là u trễ pha hơn i góc $\frac{\pi}{4}$ hay i sớm hơn u góc $\frac{\pi}{4}$.

Vậy phương trình cường độ dòng điện tức thời chạy qua đoạn mạch cần tìm là

$$i=4\cos\left(50\pi t+\frac{\pi}{4}\right)(\text{A}).$$

Đáp án A.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Đoạn mạch xoay chiều gồm một điện trở thuần có điện trở R, một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L, và một tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp với nhau. Người ta đặt vào hai đầu của mạch điện trên một điện áp xoay chiều ổn định, và theo dõi sự biến thiên của điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện tức thời chạy qua đoạn mạch này. Tại một thời điểm t_1 nào đó, điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch chứa LC bằng $u_{LC}=50\sqrt{3}(\text{V})$ và điện áp tức thời hai đầu điện trở R bằng $u_R=50\sqrt{3}(\text{V})$. Ở thời điểm t_2 điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch chứa LC là $u_{LC}=150(\text{V})$ và điện áp tức thời hai đầu điện trở R là $u_R=50(\text{V})$. Độ lệch pha giữa điện áp tức thời hai đầu đoạn mạch so với cường độ dòng điện tức thời ở thời điểm t_1 bằng bao nhiêu?

A. $\frac{\pi}{6}$ B. $\frac{\pi}{4}$ C. $\frac{\pi}{3}$ D. $\frac{\pi}{5}$

Câu 2: Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm một điện trở thuần có điện trở R, một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L và một tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp với nhau theo đúng thứ tự đó. Điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch lệch pha với cường độ dòng điện tức thời chạy qua đoạn mạch một góc bằng φ, đồng thời biên độ điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở bằng U_{0R}. Ở thời điểm t, điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch chứa cuộn dây và tụ điện bằng u_{LC}, và điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở bằng u_R. Hệ thức liên hệ nào dưới đây là đúng?

A. $U_{0R}=u_{LC}\cos\varphi+u_R\sin\varphi$.

B. $U_{0R}=u_{LC}\sin\varphi+u_R\cos\varphi$.

C. $u_{LC}^2+\left(\frac{u_R}{\tan\varphi}\right)^2=U_{0R}^2$

D. $u_R^2+\left(\frac{u_{LC}}{\tan\varphi}\right)^2=U_{0R}^2$

Câu 3: Một mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây không thuần cảm có độ tự cảm L, điện trở r mắc nối tiếp với một hộp kín X (chứa trong 3 phần tử L_1, C_1 và C_1 mắc nối tiếp) rồi mắc với một tụ điện có điện dung C. Biết A và B là hai điểm đầu và cuối của mạch điện, M là điểm giữa cuộn dây và hộp kín, N là điểm giữa tụ điện và X. Giả thiết rằng điện áp tức thời hai đầu các mạch điện lần lượt có biểu thức $u_{AN}=100\cos 100\pi t(\text{V})$ và $u_{MB}=200\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{3}\right)(\text{V})$ đồng thời tần số góc của dòng điện $\omega=100\pi=\frac{1}{\sqrt{LC}}$. Biểu thức điện áp giữa hai đầu hộp kín X là biểu thức nào dưới đây?

A. $u_X=25\sqrt{28}\cos\left(100\pi t-\frac{41\pi}{180}\right)(\text{V})$.

B. $u_X=16\sqrt{28}\cos\left(100\pi t+\frac{36\pi}{180}\right)(\text{V})$.

C. $u_X=25\sqrt{28}\cos\left(100\pi t+\frac{36\pi}{180}\right)(\text{V})$.

D. $u_X=16\sqrt{28}\cos\left(100\pi t-\frac{41\pi}{180}\right)(\text{V})$.

Câu 4: Người ta đặt một điện áp xoay chiều ổn định có biểu thức $u=U\sqrt{2}\cos(\omega t+\varphi)(\text{V})$ vào hai đầu của một đoạn mạch gồm một điện trở thuần có điện trở R và một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L (thỏa mãn điện trở có giá trị gấp 2 lần cảm kháng). Gọi u_R và u_L lần lượt là điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở R và cuộn dây ở cùng một thời điểm. Hệ thức nào dưới đây là đúng?

A. $5u_R^2+10u_L^2=8U^2$. B. $20u_R^2+5u_L^2=8U^2$.

C. $10u_R^2+8u_L^2=5U^2$. D. $5u_R^2+20u_L^2=8U^2$.

Câu 5: Một đoạn mạch gồm một điện trở thuần có điện trở $R=32(\Omega)$ mắc nối tiếp với một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều ổn định có điện áp hiệu dụng không đổi bằng U và tần số được cố định $f=50(\text{Hz})$. Gọi u_R và u_L là điện áp tức thời ở hai đầu điện trở thuần và hai đầu cuộn dây. Biết rằng $65u_R^2+256u_L^2=160(\text{V}^2)$, giá trị của L gần giá trị nào nhất sau đây?

A. $\frac{4}{10\pi}(\text{H})$. B. $\frac{1}{2\pi}(\text{H})$. C. $\frac{1}{4\pi}(\text{H})$ D. $\frac{4}{25\pi}(\text{H})$.

Câu 6: Một đoạn mạch gồm điện trở thuần $R=32(\Omega)$ mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều ổn định có tần số $f=50(\text{Hz})$. Gọi u_R và u_L tương ứng là điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở, và hai đầu cuộn dây. Biết rằng $625u_R^2+256u_L^2=1600$. Độ tự cảm của cuộn dây có giá trị nào dưới đây?

A. $\frac{4}{10\pi}(\text{H})$ B. $\frac{4}{25\pi}(\text{H})$ C. $\frac{1}{2\pi}(\text{H})$ D. $\frac{1}{4\pi}(\text{H})$

Câu 7: Cho hai cuộn dây có độ tự cảm và điện trở lần lượt là $(R_1;L_1)$ và $(R_2;L_2)$ mắc nối tiếp. Gọi u, u_1 và u_2 lần lượt là điện áp tức thời hai đầu mạch và hai đầu các cuộn dây. Mối liên hệ đúng nhất giữa $(R_1;L_1)$ và $(R_2;L_2)$ để $u=u_1+u_2$ là?

A. $\frac{R_1}{L_1}=-\frac{R_2}{L_2}$ B. $\forall R_1;L_1;R_2;L_2$

C. $\frac{R_1}{L_1}=\frac{R_2}{L_2}$ D. $\frac{R_1}{L_2}=\frac{R_2}{L_1}$

Câu 8: Một mạch điện AB gồm một tụ điện có điện dung C; một điện trở hoạt động R và một cuộn dây có điện trở thuần r và có độ tự cảm L (thỏa mãn $L=rRC$) mắc nối tiếp theo đúng thứ tự đó. Gọi M là một điểm nằm giữa điện trở R và cuộn dây. Người ta đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều ổn định thì điện áp tức thời giữa hai đầu cuộn cảm có biểu thức $u_{MB}=100\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{12}\right)(\text{V})$. Nếu tại một thời điểm nào đó, điện áp giữa hai đầu cuộn cảm bằng 69,28 V thì điện áp giữa hai đầu mạch AM (AM gồm C và R) là 30 V. Biểu thức của điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AM là biểu thức nào dưới đây?

A. $u_{AM}=50\cos\left(\omega t-\frac{5\pi}{12}\right)(\text{V})$.

B. $u_{AM}=50\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{4}\right)(\text{V})$.

C. $u_{AM}=200\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{4}\right)(\text{V})$.

D. $u_{AM}=200\cos\left(\omega t-\frac{5\pi}{12}\right)(\text{V})$.

ĐÁP ÁN

1.B	2.D	3.A	4.D	5.D	6.C	7.B	8.A

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án B.

Vì u_{LC} vuông pha với u_R nên ta có:

$$\left(\frac{u_{LC}}{U_{oLC}}\right)^2+\left(\frac{u_R}{U_{oR}}\right)^2=1.$$

Xét tại hai thời điểm t_1 và t_2 thì ta có:

$$\begin{cases}\left(\frac{50\sqrt{3}}{U_{0LC}}\right)^2+\left(\frac{50\sqrt{3}}{U_{0R}}\right)^2=1\\ \left(\frac{150}{U_{0LC}}\right)^2+\left(\frac{50}{U_{0R}}\right)^2=1\end{cases}$$

$$\Rightarrow\left(\frac{50\sqrt{3}}{U_{0LC}}\right)+\left(\frac{50\sqrt{3}}{U_{0R}}\right)^2=\left(\frac{150}{U_{0LC}}\right)^2+\left(\frac{50}{U_{0R}}\right)^2$$

$$\Rightarrow\frac{15000}{U_{0LC}^2}=\frac{5000}{U_{0R}^2}\Rightarrow\frac{U_{0LC}}{U_{0R}}=\sqrt{3}.$$

Thay vào một trong hai biểu thức liên hệ ta tính được: $U_{LC}=100\sqrt{3}\,\text{V};U_R=100\,\text{V}$. Vậy độ lệch pha giữa điện áp tức thời hai đầu đoạn mạch so với cường độ dòng điện tức thời ở thời điểm t_1 là: $\frac{\pi}{4}$ vì $\frac{u_{LC}}{U_{LC}}=\frac{1}{\sqrt{2}}$.

Câu 2: Đáp án D.

Ta có u_{LC} vuông góc với u_R nên ta có:

$$\left(\frac{u_{LC}}{U_{0LC}}\right)^2+\left(\frac{u_R}{U_{0R}}\right)^2=1$$

$$\Rightarrow u_R^2+\left(\frac{u_{LC}.U_{0R}}{U_{0LC}}\right)^2=U_{0R}^2\Leftrightarrow u_R^2+\left(\frac{u_{LC}}{\tan\varphi}\right)^2=U_{0R}^2.$$

Câu 3: Đáp án A.

Theo đề cho ta có: $u_{AN}=u_d+u_X=100\cos(100\pi t)$.

$$u_{MB}=u_X+u_C=200\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{3}\right).$$

Vì u_{MB} chậm pha hơn so với u_{AN} một góc là $\frac{\pi}{3}$.

Câu 4: Đáp án D.

Theo đề điện trở gấp hai lần cảm kháng nên $R=2Z_L$.

Gọi $u_R;u_L$ lần lượt là điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở R và cuộn dây ở cùng thời điểm nên ta có công thức liên hệ: $\left(\frac{u_R}{U_{0R}}\right)^2+\left(\frac{u_L}{U_{0L}}\right)^2=1$

$$\Leftrightarrow\left(\frac{u_R}{2U_{0L}}\right)^2+\left(\frac{u_L}{U_{0L}}\right)^2=1\Rightarrow u_R^2+4u_L^2=4U_{0L}^2.$$

Mặt khác lại có: $U_{0L}=\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{5}}U$ nên ta sẽ có:

$$5u_R^2+20u_{Lc}^2=8U^2.$$

Câu 5: Đáp án D.

Ta có: $64u_R^2+256u_L^2=1600$

$$\Leftrightarrow\frac{u_R^2}{1600/64}+\frac{u_L^2}{1600/256}=1\Rightarrow\begin{cases}U_{0L}=2,5\,\text{V}\\ U_{0R}=5\,\text{V}\end{cases}.$$

Vì $R=32(\Omega)$ nên $I=\frac{U_R}{R}=\frac{5}{32\sqrt{2}}\text{A}$.

Nên $Z_L=\frac{U_L}{I}=16(\Omega)$ nên $L=\frac{Z_L}{\omega}=\frac{4}{25\pi}$.

Câu 6: Đáp án C.

Tương tự câu 5: $625u_R^2+256u_L^2=1600$

$$\Rightarrow\frac{u_R^2}{2,56}+\frac{u_L^2}{6,25}=1\Rightarrow\begin{cases}U_{0R}=1,6\,\text{V}\\ U_{0L}=2,5\,\text{V}\end{cases}.$$

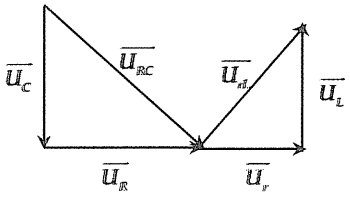
$$R=32\Omega\Rightarrow I=\frac{U_R}{R}=\frac{\sqrt{2}}{40}\Rightarrow Z_L=\frac{U_L}{I}=50\Omega$$

$$\Rightarrow L=\frac{1}{2\pi}(\text{H}).$$

Câu 7: Đáp án B.

Bao giờ tổng các hiệu điện thế tức thời của thành phần trong mạch cũng bằng hiệu điện thế tức thời của mạch nên $u=u_1+u_2$ với $\forall R_1;L_1;R_2;L_2$.

Câu 8: Đáp án A.



Theo đề: $L=rRC\Rightarrow Z_L.Z_C=rR\Rightarrow\frac{Z_C}{R}=\frac{r}{Z_L}$

$\Rightarrow\overline{U_{RC}}$ vuông pha với $\overline{U_{rL}}$.

Xét tại thời điểm t_1 thì khi điện áp giữa hai đầu cuộn cảm là 69,28 V thì điện áp tức thời giữa hai đầu mạch AM là 30 V nên ta được:

$$\left(\frac{69,28}{U_{0d}}\right)^2+\left(\frac{30}{U_{0AM}}\right)^2=1\Rightarrow U_{0AM}=41,6\Omega..$$

Vậy phương trình biểu thức của điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AM là: $u=41,6\cos\left(\omega t-\frac{5\pi}{12}\right)$.

IV. BÀI TOÁN CÔNG SUẤT TIÊU THỤ, HỆ SỐ CÔNG SUẤT

1. Phương pháp

- Vận dụng các công thức về công suất ở phần lí thuyết đã trình bày.
- Các bài tập liên quan đến cực trị của công suất, hệ số công suất xem ở phần: L biến thiên, C biến thiên, ω biến thiên.

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một cuộn dây khi mắc vào hiệu điện thế xoay chiều 50 V – 50 Hz thì cường độ dòng điện qua cuộn dây là 0,2 A và công suất tiêu thụ trên cuộn dây là 1,5 W. Hệ số công suất của mạch là bao nhiêu?

A. $k=0,15$. B. $k=0,25$. C. $k=0,50$. D. $k=0,75$.

Lời giải

Hệ số công suất của mạch là $\cos\varphi=\dfrac{R}{Z}=\dfrac{\dfrac{P}{I^2}}{\dfrac{U}{I}}=\dfrac{37,5}{250}=0,15$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Mạch RLC mắc nối tiếp được mắc vào dòng điện xoay chiều có phương trình hiệu điện thế $u=220\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\dfrac{\pi}{3}\right)$ V và phương trình dòng điện $i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\dfrac{\pi}{2}\right)$ A. Tìm công suất của mạch điện trên?

A. 220 W. B. 440 W. C. $220\sqrt{3}$ W. D. 351,5 W.

Lời giải

Công suất tiêu thị của mạch điện trên là

$$P=UI\cos\varphi=\frac{U_0I_0}{2}\cos\varphi=220\sqrt{3}(\text{W})$$

Đáp án C.

Ví dụ 3: Hai đầu đoạn mạch RLC, cuộn dây thuần cảm, được duy trì điện áp $u_{AB}=U_0\cos\omega t$ (V). Thay đổi R, khi điện trở có giá trị R = 24 Ω thì công suất đạt giá trị cực đại 300 W. Hỏi khi điện trở bằng 18 Ω thì mạch tiêu thụ công suất bằng bao nhiêu?

A. 288 W. B. 168 W. C. 248 W. D. 144 W.

Lời giải

R thay đổi để công suất tiêu thụ đạt giá trị cực đại nên ta có (xem chi tiết vì sao có biểu thức này ở phần R biến thiên)

$$\begin{cases}R_0^2=\left(Z_L-Z_C\right)^2=24^2\\ P_{\max}=\dfrac{U^2}{2R_0}=300\Rightarrow U=120\text{V}\end{cases}$$

Khi $R=18$ thì công suất tiêu thụ là $P=\dfrac{U^2R}{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}=288(\text{W})$

Đáp án A.

Ví dụ 4: Đoạn mạch AB gồm hai đoạn AD và DB ghép nối tiếp. Điện áp tức thời trên các đoạn mạch và dòng điện qua chúng lần lượt có biểu thức: $u_{AD}=100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{V});u_{DB}=100\sqrt{6}\cos\left(100\pi t+\frac{2\pi}{3}\right)(\text{V});$ $i=\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{A})$. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch AB là:

A. 100 W. B. 242 W. C. 186,6 W. D. 250 W.

Lời giải

Biểu thức hiện điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là

$$u_{AB}=u_{AD}+u_{DB}=100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{2}\right)+100\sqrt{6}\cos\left(100\pi t+\frac{2\pi}{3}\right)\approx 374,2\cos\left(100\pi t+1,904\right)$$

Công suất tiêu thụ của đoạn mạch AB là

$$P=UI\cos\varphi=\frac{U_0I_0}{2}\cos\varphi=\frac{374,2.\sqrt{2}}{2}\cos\left(\frac{\pi}{2}-1,904\right)=250(\text{W})$$

Đáp án D.

Ví dụ 5: Hiệu điện thế xoay chiều ở hai đầu đoạn mạch ổn định và có biểu thức $u=U_0\cos\omega t(\text{V})$. Khi $C=C_1$ thì công suất mạch là $P=200\text{W}$ và cường độ dòng điện qua mạch là $i=I_0\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{4}\right)(\text{A})$. Khi $C=C_2$ thì công suất mạch cực đại. Tính công suất mạch khi $C=C_2$

A. 400 W. B. $400\sqrt{2}$ W. C. 800 W. D. $200\sqrt{2}$ W.

Lời giải

Từ giả thiết ta có độ lệch pha giữa u và i là $\frac{\pi}{4}$. Do đó

$$\cos\varphi=\frac{1}{\sqrt{2}}\Rightarrow P=\frac{U^2}{R}.\cos^2\varphi=\frac{U^2}{2R}$$

Khi $C=C_2$ ta có $P_{\max}=\frac{U^2}{R}=400(\text{W})$

Đáp án A.

Ví dụ 6: Đặt vào 2 đầu mạch điện có 2 phần tử C và R với điện trở $R=Z_C=100\Omega$ một nguồn điện tổng hợp có biểu thức $u=100+100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right)(\text{V})$. Tính công suất tỏa nhiệt trên điện trở

A. 50 W. B. 200 W. C. 25 W. D. 150 W.

Lời giải

Hiệu điện thế đầu mạch là tổng hợp của 2 phần

+ Phần xoay chiều $100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right)(\text{V})$

+ Phần không đổi: 100V. Phần này không tạo ra dòng điện vì đoạn mạch chứa C.

Công suất tỏa nhiệt: $P=RI^2=\frac{U^2R}{R^2+Z_C^2}=50(\text{W})$

Đáp án A.

Ví dụ 7: Mạch điện xoay chiều *RLC* ghép nối tiếp, đặt vào hai đầu mạch một hiệu điện thế $u=U_0\cos\pi t(\mathrm{V})$. Điều chỉnh $C=C_1$ thì công suất của mạch đạt giá trị cực đại $P_{\max}=400W$. Điều chỉnh $C=C_2$ thì hệ số công suất của mạch là $\frac{\sqrt{3}}{2}$. Công suất của mạch khi đó là:

A. 200 W. B. $100\sqrt{3}$ W. C. 100 W. D. 300 W.

Lời giải

Khi $C=C_1$ ta có công suất của mạch đạt giá trị cực đại nên (chứng minh được xét ở phần C biến thiên): $P_{\max}=\frac{U^2}{R}$

Khi $C=C_2$ ta có $P=\frac{U^2}{R}\cos^2\varphi=P_{\max}\cos^2\varphi=300W$

Đáp án D.

Ví dụ 8: Đặt vào hai đầu một cuộn dây có độ tự cảm $L=\frac{0,4}{\pi}H$ một hiệu điện thế một chiều $U=12\mathrm{V}$ thì cường đô dòng điện qua cuộn dây là $I_1=0,4(\mathrm{A})$. Nếu đặt vào hai đầu cuộn dây này một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U_2=120\mathrm{V}$, tần số $f=50\mathrm{Hz}$ thì công suất tiêu thụ ở cuộn dây bằng

A. 360 W. B. 480 W. C. 16,2 W. D. 172,8 W.

Lời giải

Khi đặt vào hai đầu cuộn dây hiệu điện thế một chiều, thì ta có

$$P=\frac{U}{I_1}=30(\Omega)$$

Khi đặt vào hai đầu cuộn dây một điện áp xoay chiều, thì ta có

$$P_2=RI_2^2=\frac{U_2^2R}{R^2+Z_L^2}=172,8(\mathrm{W})$$

Đáp án D.

Ví dụ 9: Một cuộn dây có điện trở thuần $R=100\sqrt{3}\Omega$ và độ tự cảm $L=\frac{3}{\pi}H$ mắc nối tiếp với một đoạn mạch *X* có tổng trở Z_X rồi mắc vào điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 120 V, tần số 50 Hz thì thấy dòng điện qua mạch điện có cường độ hiệu dụng bằng 0,3A và chậm pha 30^0 so với điện áp giữa hai đầu mạch. Công suất tiêu thụ trên đoạn mạch *X* bằng:

A. 40 W. B. $9\sqrt{3}$ W. C. $18\sqrt{3}$ W. D. 30 W.

Lời giải

Ta có công suất tiêu thụ trên toàn mạch là $P=P_X+P_R$ từ đó suy ra

$$P_X=UI\cos\varphi-RI^2=120.0,3.\cos30^0-0,3^2.100\sqrt{3}=9\sqrt{3}$$

Đáp án B.

Ví dụ 10: Cho mạch điện *AB* gồm một bóng đèn dây tóc có ghi (120V – 75W); một cuộn dây có độ tự cảm $\frac{0,48}{\pi}H$ và một tụ điện mắc nối tiếp. Đặt vào hai đầu

đoạn mạch một điện áp $u=U_0\cos 100\pi t$ (t tính bằng s) thì thấy đèn sáng bình thường và công suất tiêu thụ của đoạn mạch AB bằng 100W. Hệ số công suất của cuộn cảm bằng bao nhiêu?

A. $\frac{4}{5}$. B. $\frac{3}{5}$. C. $\frac{1}{\sqrt{3}}$. D. $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

Lời giải

Điện trở của đèn là $R_D=\frac{U_{dm}^2}{P_{dm}}=\frac{120^2}{75}=192(\Omega)$

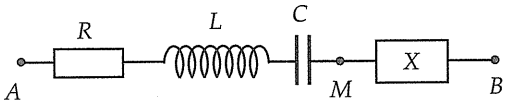
Ta có $P_r=P_{AB}-P_{den}=25(\text{W})=\frac{1}{3}P_{den}\Rightarrow r=\frac{1}{3}P_{den}=64(\Omega)$

Hệ số công suất của cuộn cảm là

$$\cos\varphi_d=\frac{r}{\sqrt{r^2+Z_L^2}}=\frac{64}{\sqrt{64^2+48^2}}=0,8$$

Đáp án A.

Ví dụ 11: Đặt điện áp $u=200\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (u tính bằng V, t tính bằng s) vào hai đầu đoạn mạch AB như hình vẽ. Biết cuộn dây là cuộn cảm thuần, $R=20\Omega$ và cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch bằng 3A. Tại thời điểm t thì $u=200\sqrt{2}V$. Tại thời điểm $t+\frac{1}{600}s$ thì cường độ dòng điện trong mạch bằng không và đang giảm. Công suất tiêu thụ trên đoạn mạch MB bằng



A. 180 W. B. 200 W. C. 120 W. D. 90 W.

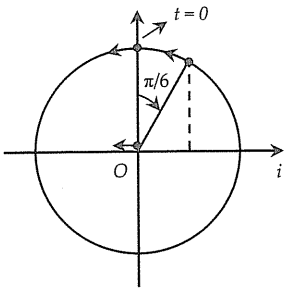
Lời giải

STUDY TIP

Công suất tiêu thụ toàn mạch bằng tổng công suất tiêu thụ trên các phần tử trong mạch

$P=P_R+P_X$

Tại thời điểm $t+\frac{1}{600}$s thì cường độ dòng điện trong mạch bằng không và đang giảm, suy ra tại thời điểm t (dùng đường tròn quét ngược một góc $\frac{1}{600}.100\pi=\frac{\pi}{6}$)



pha của dòng điện lúc này là $\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{6}=\frac{\pi}{3}$

Mặt khác, tại thời điểm t thì $u=200\sqrt{2}=U_0$ nên pha của hiệu điện thế là 0.

Suy ra hiệu điện thế và cường độ dòng điên lệch pha nhau góc $\frac{\pi}{3}$

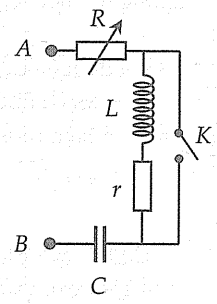
Công suất toàn mạch là

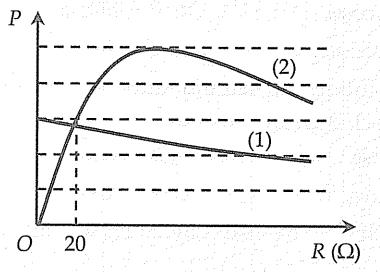
$$P=UI\cos\varphi=P_R+P_X\Rightarrow P_X=UI\cos\varphi-RI^2=200.3.\cos\frac{\pi}{3}-20.3^2=120$$

Đáp án C

Ví dụ 12: Đặt điện áp $u=U\sqrt{2}\cos\omega t$ (với U và ω không đổi) vào đầu đoạn mạch AB như hình vẽ. R là biến trở, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, tụ điện có điện dung C. Biết $LC\omega^2=2$. Gọi P là công suất tiêu thụ trong mạch AB. Đồ thị trong hệ tọa độ vuông góc ROP biểu diễn sự phụ thuộc của P vào R trong trường hợp

K mở ứng với đường (1) và trong trường hợp K đóng ứng với đường (2) như hình vẽ. Giá trị của điện trở r bằng





A. 180Ω. B. 60Ω. C. 20Ω. D. 90Ω.

Lời giải

Theo bài ra ta có $LC\omega^2 = 2 \Leftrightarrow Z_L = 2Z_C$

- Khi K mở, công suất của mạch là

$$P_1 = (R+r)\frac{U^2}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = (R+r)\frac{U^2}{(R+r)^2 + (2Z_C - Z_C)^2} = (R+r)\frac{U^2}{(R+r)^2 + Z_C^2}$$

- Khi K đóng, mạch gồm R và C. Công suất của mạch là

$$P_2 = R\frac{U^2}{R^2 + Z_C^2} \le R\frac{U^2}{2RZ_C} = \frac{U^2}{2Z_C} \Rightarrow P_{2\max} = \frac{U^2}{2Z_C} \Leftrightarrow R_0 = Z_C \text{ (I)}$$

Dựa vào đồ thị ta có:

$$\frac{P_{2\max}}{P_2(20)} = \frac{5}{3} \Leftrightarrow 3.\frac{U^2}{2Z_C} = 5.\frac{20U^2}{20^2 + Z_C^2} \Leftrightarrow \frac{30}{2Z_C} = \frac{100}{400 + Z_C^2} \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} Z_C = 60\Omega \\ Z_C = \frac{20}{3}\Omega \end{array}\right.$$

Dựa vào đồ thị, ta có $R_0 > 20$ nên từ (I) suy ra $Z_C > 20$. Do đó ta chỉ lấy nghiệm $Z_C = 60\Omega$. Cũng dựa vào đồ thị ta có

$$P_1(0) = P_2(20) \Leftrightarrow r\frac{U^2}{r^2 + Z_C^2} = 20.\frac{U^2}{20^2 + Z_C^2} \Leftrightarrow \frac{r}{r^2 + Z_C^2} = \frac{20}{20^2 + Z_C^2} \text{ (II)}$$

Với $Z_C = 60$ thay vào (II) tính được $r^2 - 200r + 60^2 = 0 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} r = 180\Omega \\ r = 20\Omega \end{array}\right.$.

Dựa vào đồ thị ta có

$$P_1(20) < P_2(20) \Leftrightarrow (20+r)\frac{U^2}{(20+r)^2 + Z_C^2} < 20.\frac{U^2}{20^2 + Z_C^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{(20+r)}{(20+r)^2 + 60^2} < \frac{20}{20^2 + 60^2} = \frac{1}{200}$$

$$\Leftrightarrow (20+r)^2 - 200.(20+r) + 3600 > 0 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} 20+r > 180 \\ 20+r < 20 \end{array}\right. \Rightarrow r > 160$$

Vậy chỉ có $r = 180\Omega$ thỏa mãn.

Đáp án A.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Công suất tỏa nhiệt trung bình của dòng điện xoay chiều được tính theo công thức nào sau đây?

A. $P = ui\cos\varphi$. B. $P = ui\sin\varphi$.

C. $P = UI\cos\varphi$. D. $P = UI\sin\varphi$.

Câu 2: Đại lượng nào sau đây được gọi là hệ số công suất của mạch điện xoay chiều?

A. $k = \sin\varphi$. B. $k = \cos\varphi$.

C. $k = \tan\varphi$. D. $k = \cot an\varphi$.

Câu 3: Mạch điện nào sau đây có hệ số công suất lớn nhất?

A. Điện trở thuần R_1 nối tiếp với điện trở thuần R_2.

B. Điện trở thuần R nối tiếp cuộn cảm L.

C. Điện trở thuần R nối tiếp tụ điện C.

D. Cuộn cảm L nối tiếp với tụ điện C.

Câu 4: Mạch điện nào sau đây có hệ số công suất nhỏ nhất?

A. Điện trở thuần R_1 nối tiếp với điện trở thuần R_2.

B. Điện trở thuần R nối tiếp cuộn cảm L.

C. Điện trở thuần R nối tiếp tụ điện C.

D. Cuộn cảm L nối tiếp với tụ điện C.

Câu 5: Mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp đang có tính cảm kháng, khi tăng tần số của dòng điện xoay chiều thì hệ số công suất của mạch

A. không thay đổi. B. tăng.

C. giảm. D. bằng 0.

Câu 6: Mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp đang có tính dung kháng, khi tăng tần số của dòng điện xoay chiều thì hệ số công suất của mạch:

A. không thay đổi B. tăng.

C. giảm. D. bằng 0.

Câu 7: Chọn trả lời sai. Trong một mạch điện xoay chiều, công suất tiêu thụ của đoạn mạch là: $P = kUI$, trong đó:

A. k là hệ số biểu thị độ giảm công suất của mạch gọi là hệ số công suất của dòng điện xoay chiều.

B. Giá trị của k có thể < 1.

C. Giá trị của k có thể > 1.

D. k được tính bởi công thức: $k = \cos\varphi = \frac{R}{Z}$.

Câu 8: Chọn câu trả lời sai. Công suất tiêu thụ trong mạch điện xoay chiều gồm RLC (cuộn dây thuần cảm) mắc nối tiếp

A. là công suất tức thời.

B. là $P = UI\cos\varphi$.

C. là $P = RI^2$.

D. là công suất trung bình trong một chu kì.

Câu 9: Một đoạn mạch không phân nhánh có dòng điện sớm pha hơn hiệu điện thế một góc nhỏ hơn $\frac{\pi}{2}$

A. Trong đoạn mạch không thể có cuộn cảm.

B. Hệ số công suất của đoạn mạch bằng không.

C. Nếu tăng tần số dòng điện lên một lượng nhỏ thì cường độ hiệu dụng qua đoạn mạch giảm.

D. Nếu tăng tần số dòng điện lên một lượng nhỏ thì cường độ hiệu dụng qua đoạn mạch tăng.

Câu 10: Mạch RLC nối tiếp, cuộn dây thuần cảm. Mạch đang có hiện tượng cộng hưởng. Tìm phát biểu sai?

A. $U_{R\min} = U$. B. $P_{\max}$.

C. $I_{\max}$. D. $Z_L = Z_C$.

Câu 11: Mạch RLC nối tiếp, cuộn dây thuần cảm, R là một biến trở, được mắc vào mạng điện xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng và tần số không đổi. Khi $R = R_0; \omega \neq \frac{1}{\sqrt{LC}}$; thì công suất trong mạch đạt cực đại. Tìm phát biểu sai?

A. Mạch đang có hiện tượng cộng hưởng.

B. $U_R < U$.

C. $U_R = \frac{U}{2}$.

D. Mạch có thể có tính cảm kháng hoặc dung kháng.

Câu 12: Mạch RLC mắc nối tiếp được mắc vào mạng điện có giá trị hiệu điện thế hiệu dụng không đổi, nhưng tần số có thể thay đổi. Khi tăng tần số của dòng điện thì công suất của mạch giảm. Tìm phát biểu đúng nhất?

A. Mạch tính cảm kháng.

B. Mạch có tính dung kháng.

C. Mạch đang cộng hưởng.

D. Đáp án A và B.

Câu 13: Một tụ điện có điện dung $C = 5,3\mu F$ mắc nối tiếp với điện trở $R = 300\Omega$ thành một đoạn. Mắc đoạn mạch này vào mạng điện xoay chiều 220V-50Hz. Điện năng mà đoạn mạch tiêu thụ trong một phút là:

A. 32,22J. B. 1047J. C. 1933J. D. 2148 J.

Câu 14: Một cuộn dây khi mắc vào hiệu điện thế xoay chiều 50V-50Hz thì cường độ dòng điện qua cuộn dây là 0,2A và công suất tiêu thụ trên cuộn dây là 1,5W. Hệ số công suất của mạch là bao nhiêu?

A. $k = 0,15$. B. $k = 0,25$. C. $k = 0,5$. D. $k = 0,75$.

Câu 15: Hiệu điện thế ở hai đầu mạch là:

$u = 100\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V),

dòng điện là: $i = 4\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A).

Công suất tiêu thụ của mạch là:

A. 200W. B. 400W.

C. 800W. D. một giá trị khác.

Câu 16: Một mạch xoay chiều có

$u = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(\text{V})$ và $i = 5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (A).

Công suất tiêu thụ của mạch là:

A. 0. B. 1000W. C. 2000W. D. 4000 W.

Câu 17: Mạch RLC nối tiếp: $R=50\Omega, L=\frac{1}{2\pi}(\text{H})$, $C=\frac{10^{-4}}{\pi}(\text{F}), f=50$ Hz. Hệ số công suất của đoạn mạch là:

A. 0,6. B. 0,5. C. $\frac{1}{\sqrt{2}}$ D. 1.

Câu 18: Mạch RLC mắc nối tiếp được mắc vào mạng điện xoay chiều có tần số không đổi. Nếu cuộn dây không có điện trở thì hệ số công suất cực đại khi nào?

A. $R=Z_L-Z_C$. B. $R=Z_L$.

C. $R=Z_C$. D. $Z_L=Z_C$.

Câu 19: Mạch RLC có R thay đổi được được mắc vào mạng điện xoay chiều có tần số không thay đổi, R bằng bao nhiêu thì mạch đạt công suất cực đại? (Không có hiện tượng cộng hưởng xảy ra).

A. $R=\left|Z_L-Z_C\right|$ B. $Z_L=2Z_C$.

C. $Z_L=R$. D. $Z_C=R$.

Câu 20: Mạch RLC mắc nối tiếp, cuộn dây có điện trở trong r. Khi R thay đổi thì giá trị R là bao nhiêu để công suất trong mạch đạt cực đại? (Không có hiện tượng cộng hưởng xảy ra).

A. $R=\left|Z_L-Z_C\right|$. B. $R+r=\left|Z_L-Z_C\right|$.

C. $R-r=\left|Z_L-Z_C\right|$. D. $R=2\left|Z_L-Z_C\right|$.

Câu 21: Mạch điện chỉ có $R=20\Omega$. Hiệu điện thế hai đầu mạch điện là 40 V, tìm công suất trong mạch khi đó.

A. 40 W. B. 60 W. C. 80 W. D. 0 W.

Câu 22: Mạch điện chỉ có C, $C=\frac{10^{-4}}{\pi}F$, tần số của dòng điện trong mạch 50 Hz, hiệu điện thế hiệu dụng là 50V. Tìm công suất trong mạch khi đó.

A. 40 W. B. 60 W. C. 80 W. D. 0 W.

Câu 23: Mạch điện chỉ có L, $L=\frac{1}{\pi}$ H, tần số của dòng điện trong mạch 50 Hz, hiệu điện thế hiệu dụng là 50 V. Tìm công suất trong mạch khi đó.

A. 40 W. B. 60 W. C. 80 W. D. 0 W.

Câu 24: Mạch RLC mắc nối tiếp được mắc vào dòng điện xoay chiều có phương trình hiệu điện thế $u=200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$V và phương trình dòng điện là $i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$A. Tìm công suất của mạch điện trên?

A. 220 W. B. 440 W.

C. $220\sqrt{3}$ W. D. 351,5 W.

Câu 25: Mạch RL có $R=50\Omega; L=\frac{1}{\pi}$H được mắc vào mạng điện xoay chiều có tần số trong mạch là 50 Hz. Nếu hiệu điện thế hai đầu mạch điện là 50 V. Hãy tính công suất trong mạch khi đó.

A. 20 W. B. 10 W. C. 100 W. D. 25 W.

Câu 26: Mạch điện có RC, biết $R=50\Omega$, $C=\frac{10^{-4}}{\pi}$F. Mạch điện trên được gắn vào mạng điện có hiệu điện thế 50 V, tần số 50 Hz. Công suất trong mạch khi đó.

A. 20 W. B. 10 W. C. 100 W. D. 25 W.

Câu 27: Mạch điện RLC có C thay đổi, $R=50\Omega$, $Z_L=50\Omega$, mắc mạch điện trên vào mạng điện xoay chiều có tần số trong mạch là 50 Hz. Tìm C để công suất trong mạch đạt cực đại.

A. $C=\frac{10^{-4}}{5\pi}$F. B. $C=\frac{10^{-3}}{5\pi}$F.

C. $C=\frac{1}{\pi}$F. D. $C=\frac{1}{2\pi}$F.

Câu 28: Mạch điện RLC có C thay đổi, $R=50\Omega$, $Z_L=50\Omega$, mắc mạch điện trên vào mạng điện xoay chiều có tần số trong mạch là 50 Hz. Biết $U=100$V, hãy tính công suất khi đó.

A. 50 W. B. 60 W. C. 100 W. D. 200 W.

Câu 29: Mạch điện RLC mắc nối tiếp, gắn mạch điện trên vào mạng điện xoay chiều có hiệu điện thế 50 V, tần số dòng điện có thể thay đổi được. Biết $L=\frac{1}{\pi}$H, $C=\frac{10^{-4}}{\pi}$F. Tính f để công suất trong mạch đạt cực đại?

A. 60 Hz. B. 40 Hz. C. 50 Hz. D. 100 Hz.

Câu 30: Mạch điện RLC mắc nối tiếp, gắn mạch điện trên vào mạng điện xoay chiều có hiệu điện thế 50 V, tần số dòng điện có thể thay đổi được. Biết $L=\frac{1}{\pi}$H, $C=\frac{10^{-4}}{\pi}$F. Nếu công suất cực đại trong mạch 100 W. Hãy tính điện trở của mạch?

A. 20Ω. B. 30 Ω. C. 25 Ω. D. 80 Ω.

Câu 31: Mạch điện RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm, R thay đổi được. $Z_L=100\Omega$, $Z_C=60\Omega$ được mắc vào mạch điện xoay chiều 50V - 50Hz. Tìm R để công suất trong mạch đạt giá trị cực đại?

A. 30 Ω. B. 40 Ω. C. 50 Ω. D. 60 Ω.

Câu 32: Mạch điện RLC nối tiếp, cuộn dây thuần cảm, R thay đổi được. $Z_L=100\Omega$, $Z_C=60\Omega$ được mắc vào mạch điện xoay chiều 50V - 50Hz. R thay đổi để mạch điện có công suất cực đại. Tính giá trị hệ số công suất khi đó?

A. $\cos\varphi=1$. B. $\cos\varphi=\frac{1}{2}$.

C. $\cos\varphi=\frac{1}{\sqrt{2}}$. D. $\cos\varphi=\frac{\sqrt{3}}{2}$.

Câu 33: Mạch điện RLC nối tiếp, cuộn dây thuần cảm, R thay đổi được. $Z_L=100\Omega$, $Z_C=60\Omega$ được mắc vào

mạch điện xoay chiều 50V - 50Hz. R thay đổi để có công suất cực đại. Tính công suất tiêu thụ trong mạch khi đó?

A. 30 W. B. 31,25 W. C. 32 W. D. 21,35 W.

Câu 34: Một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm thay đổi được, mắc nối tiếp với một điện trở $R = 40\Omega$. Mạch điện trên được mắc vào mạng điện xoay chiều 40 V - 50Hz. Xác định giá trị của độ tự cảm L để công suất trong mạch đạt cực đại?

A. L tiến đến ∞. B. L tiến về 40 mH.

C. $L = \frac{0,4}{\pi}$. D. L tiến về 0.

Câu 35: Một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm thay đổi được, mắc nối tiếp với một điện trở $R = 40\Omega$. Mạch điện trên được mắc vào mạng điện xoay chiều 40 V - 50Hz. Tính công suất cực đại đạt được khi L thay đổi?

A. 80 W. B. 20 W. C. 40 W. D. 60 W.

Câu 36: Mạch điện gồm có cuộn dây, điện trở trong là 50 Ω, độ tự cảm của mạch là $\frac{0,4}{\pi}$ H. Mắc mạch điện trên vào mạng điện xoay chiều có tần số thay đổi được. Tính tần số dòng điện để công suất trong mạch là cực tiểu?

A. $f = 0\text{Hz}$. B. $f = 50\text{Hz}$.

C. $f = 100\text{Hz}$. D. $f \to \infty$.

Câu 37: Mạch điện gồm có cuộn dây, điện trở trong là 50 Ω, độ tự cảm của mạch là $\frac{0,4}{\pi}$ H. Mắc mạch điện trên vào mạng điện xoay chiều có tần số thay đổi được. Nếu điều chỉnh tần số dòng điện trong mạch đến giá trị 50Hz sau đó mắc thêm vào mạch điện một tụ điện. Hãy tính điện dung của tụ để công suất trong mạch đạt cực đại?

A. $\frac{10^{-4}}{\pi}$ F. B. $\frac{4.10^{-4}}{\pi}$ F.

C. $\frac{10^{-3}}{4\pi}$ F. D. không có đáp án.

Câu 38: Mạch điện RLC mắc nối tiếp có R thay đổi được. Được đặt vào mạch điện 200V - 50Hz. Thấy công suất trong mạch đạt cực đại bằng 100 W (Không có hiện tượng cộng hưởng), biết $C = \frac{10^{-3}}{2\pi} F$, hãy tính giá trị của R?

A. 50 Ω. B. 100 Ω. C. 200 Ω. D. 400 Ω.

Câu 39: Mạch điện có hai phần tử RC có C thay đổi, được mắc vào mạng điện xoay chiều có tần số 50 Hz, biết điện trở trong mạch là 60 Ω, tính C để công suất trong mạch là lớn nhất?

A. C tiến về 0. B. $C \to \infty$.

C. C tiến về $\frac{10^{-3}}{6\pi}$ F. D. Không có đáp án.

Câu 40: Mạch điện có hai phần tử RC có C thay đổi, được mắc vào mạng điện xoay chiều có tần số 50 Hz, biết điện trở trong mạch là 60Ω. Nếu U = 300V tính công suất của mạch khi đó?

A. 1000 W. B. 5100 W. C. 1500 W. D. 2000 W.

Câu 41: Mạch RLC có R thay đổi được, $C = 31,8\ \mu\text{F}$, $L = \frac{2}{\pi}\text{H}$, được mắc vào mạng điện 200V - 50 Hz. Điều chỉnh R để công suất trong mạch đạt cực đại. Tính công suất cực đại đó?

A. 100 W. B. 400 W. C. 200 W. D. 250 W.

Câu 42: Mạch RLC có R thay đổi, khi $R = 20\Omega$ và khi $R = 40\Omega$ thì công suất trong mạch là như nhau. Tìm R để công suất trong mạch đạt cực đại?

A. 30 Ω. B. $20\sqrt{2}$ Ω C. 40 Ω. D. 69 Ω.

Câu 43: Mạch RLC khi tần số $f = 20$ Hz và khi $f = 80\text{Hz}$ thì công suất trong mạch là như nhau, tìm f để công suất trong mạch đạt cực đại?

A. 50 Hz. B. 55 Hz. C. 40 Hz. D. 54,77 Hz.

Câu 44: Mạch RLC khi $f = f_1 = 40\,\text{Hz}$ và khi $f = f_2$ thì công suất trong mạch là như nhau. Khi $f = 60\,\text{Hz}$ thì công suất trong mạch đạt cực đại, tính f_2.

A. 77 Hz. B. 90 Hz. C. 97 Hz. D. 100 Hz.

Câu 45: Mạch RLC có R thay đổi, ta thấy khi R = 10 Ω và khi R = 20 Ω thì công suất trong mạch là như nhau. Tìm giá trị của R để công suất trong mạch đạt cực đại?

A. 10 Ω. B. 15 Ω. C. 12,4 Ω. D. $10\sqrt{2}\Omega$

Câu 46: Một mạch xoay chiều gồm một cuộn cảm có $R = 30\Omega, L = \frac{1}{4\pi}(\text{H})$, mắc nối tiếp với một tụ điện có $C = \frac{10^{-4}}{\pi}(\text{F})$. Hiệu điện thế ở hai đầu mạch là $u = 250\sqrt{2}\cos\left(2\pi ft + \frac{\pi}{2}\right)$ (V). Điều chỉnh f để cường độ dòng điện trong mạch có giá trị cực đại. Giá trị của f khi đó là:

A. 25 Hz. B. 50 Hz. C. 100 Hz. D. 200 Hz.

Câu 47: Mạch RLC có R thay đổi được, Biết $L = \frac{1}{\pi} H$ và mạch điện trên được gắn vào mạng điện 220 V - 50Hz. Khi điều chỉnh $R = 40\Omega$ và khi $R = 160\Omega$ thì công suất trong mạch là như nhau. Tìm giá trị của dung kháng?

A. $Z_C = 200\Omega$. B. $Z_C = 100\Omega$.

C. $Z_C = 20\Omega$. D. $Z_C = 50\Omega$.

Câu 48: Chọn câu sai: Cho một đoạn mạch xoay chiều RLC nối tiếp. Biết $L = \frac{1}{\pi}(\text{H})$, $C = \frac{10^{-3}}{4\pi}(\text{F})$. Đặt vào hai đầu mạch một hiệu điện thế $u = 120\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V). Thay đổi R để cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch đạt cực đại. Khi đó:

A. dòng điện trong mạch là $I_{max} = 2\text{A}$.

B. công suất mạch là $P = 240\text{W}$.

C. điện trở $R = 0$.

D. công suất mạch là $P=0$.

Câu 49: Mạch RLC nối tiếp: $R=25\Omega; C=\frac{10^{-3}}{5\pi}(F)$ và L là cuộn thuần cảm biến đổi được. Hiệu điện thế giữa hai đầu mạch là $u=100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right)$ (V). Thay đổi L sao cho công suất mạch đạt cực đại. Giá trị của L khi đó là:

A. $L=\frac{1}{2\pi}(\text{H})$. B. $L=\frac{1}{\pi}(\text{H})$.

C. $L=\frac{2}{\pi}(\text{H})$. D. $L=\frac{4}{\pi}(\text{H})$.

Câu 50: Mạch RLC mắc nối tiếp: $R=80\Omega; r=20\Omega$; $L=\frac{2}{\pi}(\text{H})$, C thay đổi được. Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch là: $u=120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Thay đổi C để công suất mạch cực đại. Giá trị cực đại của công suất bằng:

A. $P_{\max}=180\text{W}$. B. $P_{\max}=144\text{W}$.

C. $P_{\max}=288\text{W}$. D. $P_{\max}=720$ W.

Câu 51: Mạch RLC mắc nối tiếp. Biết $R=100\Omega$, $L=\frac{1}{\pi}(\text{H})$ và C thay đổi được. Hiệu điện thế hai đầu mạch có biểu thức: $u=200\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Thay đổi C để hệ số công suất mạch đạt cực đại. Khi đó cường độ hiệu dụng trong mạch bằng:

A. 1 A. B. 2 A. C. $2\sqrt{3}$ A. D. $2\sqrt{2}$ A.

Câu 52: Mạch RLC nối tiếp. Biết $R=100\Omega$, $C=\frac{10^{-4}}{\pi}(\text{F})$. Cuộn thuần cảm có L thay đổi được. Biết hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là $u=200\cos 100\pi t$ (V). Thay đổi L để công suất mạch đạt giá trị cực đại. Khi đó công suất của mạch là:

A. 100W. B. $100\sqrt{2}$ W.

C. 200W. D. 400 W.

Câu 53: Một đoạn mạch gồm $R=100\Omega$, một cuộn thuần cảm có L thay đổi được và tụ điện có $C=0,318.10^{-4}F$ mắc nối tiếp vào mạch xoay chiều có $u_{AB}=200\cos(100\pi t)$ (V). L phải có giá trị bao nhiêu để công suất lớn nhất? $P_{max}=?$

A. $L=0,318(\text{H}), P=200\text{W}$.

B. $L=0,159(\text{H}), P=240\text{W}$.

C. $L=0,636(\text{H}), P=150\text{W}$.

D. Một giá trị khác.

Câu 54: Một đoạn mạch gồm điện trở $R=100\Omega$ nối tiếp với $C_0=\frac{10^{-4}}{\pi}$ (F) và cuộn dây có $r=100\Omega$, $L=\frac{2,5}{\pi}(\text{H})$. Nguồn có $u=100\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V). Để công suất của mạch đạt giá trị cực đại, người ta mắc thêm một tụ C_1 với C_0:

A. C_1 mắc song song với C_0 và $C_1=\frac{10^{-3}}{15\pi}$ (F).

B. C_1 mắc nối tiếp với C_0 và $C_1=\frac{10^{-3}}{15\pi}$ (F).

C. C_1 mắc song song với C_0 và $C_1=\frac{4.10^{-6}}{\pi}$ (F).

D. C_1 mắc nối tiếp với C_0 và $C_1=\frac{4.10^{-6}}{\pi}$ (F).

Câu 55: Mạch RLC nối tiếp: $L=159(\text{mH}); C=15,9\mu\text{F}$, R thay đổi được. Hiệu điện thế đặt vào hai đầu đoạn mạch $u=120\sqrt{2}\cos 100\pi t(\text{V})$. Khi R thay đổi thì công suất tiêu thụ cực đại của đoạn mạch là:

A. 240 W. B. 48 W. C. 96 W. D. 192 W.

Câu 56: Mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, với $R=10\Omega$, cảm kháng $Z_L=10\Omega$, dung kháng $Z_C=5\Omega$ ứng với tần số f. Khi f thay đổi đến f' thì trong mạch có hiện tượng cộng hưởng điện. Hỏi tỷ lệ nào sau đây là đúng?

A. $\sqrt{2}f=f'$. B. $f=\frac{1}{2}f'$.

C. $f=4f'$. D. $f=\sqrt{2}f'$.

Câu 57: Hai đầu đoạn mạch RLC, cuộn dây thuần cảm, được duy trì điện áp $u_{AB}=U_0\cos\omega t$ (V). Thay đổi R, khi điện trở có giá trị $R=24\Omega$ thì công suất đạt giá trị cực đại 300W. Hỏi khi điện trở bằng 18Ω thì mạch tiêu thụ công suất bằng bao nhiêu?

A. 288W. B. 168W. C. 248W. D. 144 W.

Câu 58: Đoạn mạch AB gồm hai đoạn AD và DB ghép nối tiếp. Điện áp tức thời trên các đoạn mạch và dòng điện qua chúng lần lượt có biểu thức:

$$u_{AD}=100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{V});$$

$$u_{DB}=100\sqrt{6}\cos\left(100\pi t+\frac{2\pi}{3}\right)(\text{V});$$

$$i=\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{A}).$$

Công suất tiêu thụ của đoạn mạch AB là:

A. 100W. B. 242W. C. 186,6W. D. 250 W.

Câu 59: Hiệu điện thế xoay chiều ở hai đầu mạch ổn định và có biểu thức: $u=U_0\cos\omega t$ (V). Khi $C=C_1$ thì công suất mạch là $P=200W$ và cường độ dòng điện qua mạch là: $i=I_0\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{4}\right)$ (A). Khi $C=C_2$ thì công suất mạch cực đại. Tính công suất mạch khi $C=C_2$.

A. 400W. B. $400\sqrt{2}$ W.

C. 800W. D. $200\sqrt{2}$ W.

Câu 60: Cho đoạn mạch xoay chiều AB gồm điện trở R và một cuộn dây mắc nối tiếp. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có tần số 50Hz và có giá trị hiệu dụng U không đổi. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu của R và giữa hai đầu của cuộn dây có cùng giá trị và lệch pha nhau góc $\frac{\pi}{3}$. Để hệ số công suất bằng 1 thì người ta phải mắc nối tiếp với mạch một tụ có điện dung $100\mu F$ và khi đó công suất tiêu thụ trên mạch là 100W. Hỏi khi chưa mắc thêm tụ thì công suất tiêu thụ trên mạch bằng bao nhiêu?

A. 80W. B. 86,6W. C. 75W. D. 70,7W.

Câu 61: Đặt vào 2 đầu mạch điện có 2 phần tử C và R với điện trở $R = Z_C = 100\Omega$ một nguồn điện tổng hợp có biểu thức $u = 100 + 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ V. Tính công suất tỏa nhiệt trên điện trở:

A. 50W. B. 200W. C. 25W. D. 150 W.

Câu 62: Đặt vào 2 đầu mạch điện có 2 phần tử L và R với điện trở $R = Z_L = 100\Omega$ một nguồn điện tổng hợp có biểu thức $u = 100 + 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ V. Tính công suất tỏa nhiệt trên điện trở:

A. 150W. B. 200W. C. 25W. D. 15 W.

Câu 63: Đặt vào 2 đầu mạch điện chỉ có R với điện trở R = 100Ω một nguồn điện tổng hợp có biểu thức $u = 100 + 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ V. Tính công suất tỏa nhiệt trên điện trở:

A. 50W. B. 200W. C. 25W. D. 150 W.

Câu 64: Đặt vào 2 đầu mạch điện chỉ có R với điện trở $R = 100\Omega$ một nguồn điện tổng hợp có biểu thức $u = 100 + 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ V. Xác định giá trị hiệu dụng của dòng điện trong mạch?

A. 2A. B. $\sqrt{2}$ A. C. 1A. D. $\frac{1}{2}$ A.

Câu 65: Một mạch điện xoay chiều gồm 3 phần tử RLC, cuộn dây thuần cảm. Mắc mạch điện trên vào nguồn điện xoay chiều có giá trị hiệu dụng U không đổi thì thấy hiệu điện thế ở 2 đầu mỗi phần tử là như nhau và công suất tiêu thụ của mạch là P. Hỏi nếu bỏ tụ C chỉ giữ lại R, L thì công suất tiêu thụ của mạch là P' sẽ bằng bao nhiêu theo P?

A. $P' = P$. B. $P' = 2P$.

C. $P' = \frac{1}{2}P$. D. $P' = \frac{1}{\sqrt{2}}P$.

Câu 66: Mạch điện xoay chiều RLC ghép nối tiếp, đặt vào hai đầu mạch một hiệu điện thế $u = U_0\cos\pi t$ (V). Điều chỉnh $C = C_1$ thì công suất của mạch đạt giá trị cực đại $P_{max} = 400W$. Điều chỉnh $C = C_2$ thì hệ số công suất của mạch là $\frac{\sqrt{3}}{2}$. Công suất của mạch khi đó là:

A. 200 W. B. $100\sqrt{3}$ W.C. 100 W. D. 300 W.

Câu 67: Mạch điện xoay chiều RLC có R thay đổi được mắc vào hiệu điện thế xoay chiều $u = 200\cos 100\pi t$ V. Biết khi $R = 50\Omega$ và $R = 200\Omega$ thì công suất mạch điện đều bằng nhau và bằng P. Giá trị của P là:

A. 80 W. B. 400 W. C. 160 W. D. 100 W.

Câu 68: Có hai hộp kín mà trong mỗi hộp chứa 2 trong 3 phần tử R, L, C mắc nối tiếp. Khi lần lượt mắc vào hai đầu mỗi hộp hiệu điện thế xoay chiều $u = 200\cos 100\pi t$ V thì cường độ dòng điện hiệu dung và công suất mạch điện tương ứng đều là I và P. Đem nối tiếp hai hộp đó và duy trì hiệu điện thế trên thì cường độ dòng điện cũng là I. Lúc đó công suất của đoạn mạch là:

A. $4P$. B. P. C. $2P$. D. $\frac{P}{2}$

Câu 69: Đặt vào hai đầu một cuộn dây có độ tự cảm $L = \frac{0,4}{\pi}$H một hiệu điện thế một chiều $U = 12$V thì cường độ dòng điện qua cuộn dây là $I_1 = 0,4$ A. Nếu đặt vào hai đầu cuộn dây này một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U_2 = 120$V, tần số $f = 50$ Hz thì công suất tiêu thụ ở cuộn dây bằng

A. 360 W. B. 480 W. C. 16,2 W. D. 172,8 W.

Câu 70: Cho mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, có R là biến trở. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều có biểu thức $u = 120\sqrt{2}\cos 120\pi t$ V. Biết rằng ứng với hai giá trị của biến trở: $R_1 = 38\Omega$, $R_2 = 22\Omega$ thì công suất tiêu thụ P trên đoạn mạch như nhau. Công suất của đoạn mạch khi đó nhận giá trị nào sau đây:

A. 120 W. B. 484 W. C. 240 W. D. 282 W.

Câu 71: Một cuộn dây có điện trở thuần $R = 1003\Omega$ và độ tự cảm $L = \frac{3}{\pi}$H mắc nối tiếp với một đoạn mạch X có tổng trở Z_X rồi mắc vào điện áp có xoay chiều có giá trị hiệu dụng 120V, tần số 50 Hz thì thấy dòng điện qua mạch điện có cường độ hiệu dụng bằng 0,3A và chậm pha 30^0 so với điện áp giữa hai đầu mạch. Công suất tiêu thụ trên đoạn mạch X bằng:

A. 40 W. B. $9\sqrt{3}$ W. C. $18\sqrt{3}$ W. D. 30 W.

Câu 72: Đoạn mạch gồm một cuộn dây có điện trở R và độ tự cảm L nối tiếp với một tụ điện biến đổi có điện dung C thay đổi được. Hiệu điện thế xoay chiều ở hai đầu mạch là $u = U\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$(V). Khi $C = C_1$ thì công suất mạch là P và cường độ dòng điện qua mạch

là: $i = I\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)(A)$. Khi $C = C_2$ thì công suất mạch cực đại là P_0. Tính công suất cực đại P_0 theo P.

A. $P_0 = \frac{4P}{3}$. B. $P_0 = \frac{2P}{\sqrt{3}}$. C. $P_0 = 4P$. D. $P_0 = 2P$.

Câu 73: Cho đoạn mạch xoay chiều AB gồm điện trở R và một cuộn dây mắc nối tiếp. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có tần số f và có giá trị hiệu dụng U không đổi. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu của R và giữa hai đầu của cuộn dây có cùng giá trị và lệch pha nhau góc $\frac{\pi}{4}$. Để hệ số công suất bằng 1 thì người ta phải mắc nối tiếp với mạch một tụ có điện dung C và khi đó công suất tiêu thụ trên mạch là 200W. Hỏi khi chưa mắc thêm tụ thì công suất tiêu thụ trên mạch bằng bao nhiêu?

A. 100 W. B. 150 W. C. 75 W. D. 170,7 W.

Câu 74: Cho đoạn mạch xoay chiều gồm biến trở R, cuộn dây không thuần cảm có điện trở $r = Z_L$ mắc nối tiếp. Điều chỉnh R để công suất tiêu thụ trên cuộn dây là lớn nhất. Hệ số công suất của mạch khi đó là:

A. $\frac{\sqrt{3}}{2}$. B. $\frac{3}{4}$. C. $\frac{1}{2}$. D. $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

Câu 75: Cho đoạn mạch xoay chiều gồm biến trở R và cuộn dây không thuần cảm có điện trở r mắc nối tiếp. Khi điều chỉnh giá trị của R thì nhận thấy với $R = 20\Omega$, công suất tiêu thụ trên R là lớn nhất và khi đó điện áp ở hai đầu cuộn dây sớm pha $\frac{\pi}{3}$ so với điện áp ở hai đầu điện trở R. Hỏi khi điều chỉnh R bằng bao nhiêu thì công suất tiêu thụ trên mạch là lớn nhất?

A. 10 Ω. B. $10\sqrt{3}\Omega$ C. 7,3 Ω. D. 14,1 Ω.

Câu 76: Mạch điện xoay chiều mắc nối tiếp RLC có điện trở R = 50 Ω. Biết rằng tần số nguồn điện xoay chiều có thể thay đổi được nhờ bộ phận biến tần nhưng giá trị hiệu dụng của điện áp thì được giữ không đổi $U = 100\sqrt{2}$V. Hỏi rằng trong quá trình biến tần dòng điện (từ 0 Hz đến ∞) thì công suất tiêu thụ của mạch biến thiên trong khoảng nào?

A. Từ giá trị bằng 0 đến 200W.

B. Từ giá trị lớn hơn 0W đến 200 W.

C. Từ giá trị bằng 0 đến 400W.

D. Từ giá trị lớn hơn 0W đến 400 W.

Câu 77: Một mạch điện xoay chiều gồm 3 phần tử RLC, cuộn dây thuần cảm. Mắc mạch điện trên vào nguồn điện xoay chiều có giá trị hiệu dụng U không đổi thì thấy hiệu điện thế ở 2 đầu lần lượt là $U_R = U_L$, $U_C = 2U_R$ và công suất tiêu thụ của mạch là P. Hỏi nếu mắc thêm tụ $C' = C$ nối tiếp với C thì công suất tiêu thụ của mạch là P' sẽ bằng bao nhiêu theo P?

A. $P' = P$. B. $P' = 2P$.

C. $P' = \frac{1}{5}P$. D. $P' = \frac{1}{\sqrt{5}}P$.

Câu 78: Cho mạch điện gồm một cuộn dây độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}(H)$, điện trở $r = 50\Omega$ mắc nối tiếp với một điện trở R có giá trị thay đổi được và tụ $C = \frac{2.10^{-4}}{\pi}$F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế xoay chiều ổn định có $f = 50$Hz. Lúc đầu $R = 50\Omega$. Khi tăng R thì công suất tiêu thụ của biến trở R sẽ:

A. giảm. B. tăng.

C. tăng rồi giảm. D. giảm rồi tăng.

Câu 79: Mạch điện xoay chiều mắc nối tiếp RLC, cuộn dây thuần cảm. Điện trở R và tần số dòng điện f có thể thay đổi. Ban đầu ta thay đổi R đến giá trị $R = R_0$ để công suất tiêu thụ trên mạch cực đại là P_1. Cố định cho $R = R_0$ và thay đổi f đến giá trị $f = f_0$ để công suất mạch cực đại P_2. So sánh P_1 và P_2.

A. $P_1 = P_2$. B. $P_2 = 2P_1$.

C. $P_2 = \sqrt{2}P_1$. D. $\sqrt{2}P_2 = P_1$.

Câu 80: Cho mạch RLC nối tiếp, cuộn dây thuần cảm, R là biến trở. Điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạch bằng U không đổi. Khi điện trở của biến trở bằng R_1 và R_2 người ta thấy công suất tiêu thụ trong đoạn mạch trong hai trường hợp bằng nhau. Tìm công suất cực đại khi điện trở của biến trở thay đổi.

A. $\frac{U^2(R_1 + R_2)}{4R_1R_2}$. B. $\frac{U^2}{2\sqrt{R_1R_2}}$.

C. $\frac{2U^2}{R_1 + R_2}$. D. $\frac{U^2}{R_1 + R_2}$.

ĐÁP ÁN

1.C	2.B	3.A	4.D	5.C	6.B	7.C	8.A	9.D	10.A
11.A	12.D	13.C	14.A	15.D	16.A	17.C	18.D	19.A	20.B
21.C	22.D	23.D	24.C	25.B	26.B	27.B	28.D	29.C	30.C
31.B	32.C	33.B	34.D	35.C	36.D	37.C	38.C	39.B	40.C
41.C	42.B	43.C	44.B	45.D	46.D	47.C	48.B	49.A	50.B
51.C	52.C	53.A	54.B	55.B	56.D	57.A	58.D	59.A	60.C
61.A	62.A	63.B	64.B	65.C	66.D	67.A	68.C	69.D	70.C
71.B	72.A	73.A	74.D	75.C	76.C	77.C	78.C	79.B	80.B

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án C.

Công suất tỏa nhiệt trung bình của dòng điện xoay chiều được tính theo công thức: $P = UI\cos\varphi$.

Câu 2: Đáp án B.

Hệ số công suất của mạch điện xoay chiều là: $k = \cos\varphi$.

Câu 3: Đáp án A.

Hệ số công suất lớn nhất khi $\cos\varphi$ lớn nhất tương đương với $\cos\varphi = 1$ nên $\varphi = 0$ suy ra mạch điện có điện áp cùng phương với dòng điện trong mạch nên mạch điện này chỉ có thể là: R_1 nối tiếp với điện trở R_2.

Câu 4: Đáp án D.

Mạch điện có hệ số công suất nhỏ nhất khi $\cos\varphi = 0$ tương đương với cấu tạo mạch là cuộn cảm L nối tiếp với tụ điện C.

Câu 5: Đáp án C.

Mạch đang có tính cảm kháng nghĩa là: $Z_L > Z_C$ khi tăng tần số của dòng điện thì $Z_L \nearrow$ và $Z_C \searrow$ nên hiệu $(Z_L - Z_C)$ ngày càng tăng dẫn đến hệ số công suất của mạch sẽ ngày càng giảm.

Câu 6: Đáp án B.

Mạch điện đang có tính dung kháng, khi tăng tần số của dòng điện xoay chiều thì hiệu $(Z_L - Z_C)$ dần đến 0 nên hệ số công suất của mạch sẽ tăng lên.

Câu 7: Đáp án C.

Vì hệ số công suất của mạch điện là: $k = \cos\varphi$ nên k sẽ không bao giờ nhận giá trị $k > 1$.

Câu 8: Đáp án A.

Công suất tiêu thụ trong mạch điện xoay chiều gồm RLC (cuộn dây thuần cảm) mắc nối tiếp không phải là công suất tiêu thụ tức thời.

Câu 9: Đáp án D.

Một đoạn mạch không phân nhánh có dòng điện sớm pha hơn hiệu điện thế một góc nhỏ hơn $\frac{\pi}{2}$ nên lúc này mạch đang có tính dung kháng $Z_c > Z_L$. Nếu tăng tần số lên một lượng nhỏ thì $(Z_L - Z_C)$ sẽ giảm đi nên cường độ dòng điện trong mạch sẽ tăng lên.

Câu 10: Đáp án A.

Mạch RLC nối tiếp cuộn dây thuần cảm. Mạch đang có hiện tượng cộng hưởng nghĩa là $Z_C = Z_L$.

Vậy $U_{R\max} = U$.

Câu 11: Đáp án A.

Mạch xảy ra cộng hưởng khi: $Z_L = Z_C \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ trái với giả thiết đề bài cho nên mệnh đề mạch đang xảy ra hiện tượng cộng hưởng là sai.

Câu 12: Đáp án D.

Khi tăng tần số của dòng điện thì công suất của mạch giảm thì mạch có tính cảm kháng. Đối với trường hợp mạch có tính dung kháng thì ban đầu thì hiệu $(Z_L - Z_C)$ sẽ dần giảm về 0 và hệ số công suất sẽ tăng cứ tiếp tục tăng tần số thì mạch dần dần trở thành mạch có tính cảm kháng nên hệ số công suất của mạch sẽ giảm.

Câu 13: Đáp án C.

Điện năng đoạn mạch tiêu thụ trong một phút là:

$$W = RI^2t = 300.\left(\frac{220}{\sqrt{R^2 + Z_c^2}}\right)^2.60$$

$$= 300\left(\frac{220}{\sqrt{300^2 + 600^2}}\right)^2.60 = 1936\text{J}.$$

Câu 14: Đáp án A.

Công suất tiêu thụ trên cuộn dây là: $P = UI\cos\varphi$

$$\Rightarrow \cos\varphi = \frac{P}{UI} = \frac{1,5}{0,2.50} = 0,15 = k\ .$$

Vậy hệ số công suất tiêu thụ là: $k = 0,15$.

Câu 15: Đáp án D.

Công suất tiêu thụ của mạch là:

$$P = UI\cos\varphi = 50\sqrt{2}.2\sqrt{2}.\cos\left(\frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{3}\right) = 0.$$

Câu 16: Đáp án A.

Công suất tiêu thụ của mạch là:

$$P = UI\cos\varphi = 200.5.\cos\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0.$$

Câu 17: Đáp án C.

Hệ số công suất của đoạn mạch là:

$$k = \cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{50}{\sqrt{50^2 + (50 - 100)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

Câu 18: Đáp án D.

Mạch RLC mắc nối tiếp được mắc vào mạng điện có tần số không đổi. Nếu cuộn dây không có điện trở thì thì hệ số công suất cực đại khi mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng tương đương với $Z_L = Z_C$.

Câu 19: Đáp án A.

Công suất của mạch là:

$$P = RI^2 = \frac{U^2R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{U^2}{R + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R}} \le \frac{U^2}{2(Z_L - Z_C)}.$$

Dấu bằng xảy ra khi: $R = |Z_L - Z_C|$.

Câu 20: Đáp án B.

Mạch RLC mắc nối tiếp có thêm điện trở r. Công suất trong mạch lúc này là:

$$P=\frac{U^2.(R+r)}{(R+r)^2+(Z_L-Z_C)^2}\le\frac{U^2}{2(Z_L-Z_C)}.$$

Dấu bằng xảy ra khi $R+r=|Z_L-Z_C|$.

Câu 21: Đáp án C.

Công suất trong mạch khi đó là: $P=\frac{U^2}{R}=\frac{40^2}{20}=80\text{W}.$

Câu 22: Đáp án D.

Mạch điện chỉ có C nên dòng điện vuông pha với điện áp trong mạch nên công suất của mạch bằng 0W.

Câu 23: Đáp án D.

Trường hợp này tương tự với trượng hợp khi mạch chỉ có C. Nên công suất trong mạch là 0W.

Câu 24: Đáp án C.

Công suất của mạch điện trên là:

$$P=UI\cos\varphi=220.2.\cos\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{3}\right)=220\sqrt{3}\text{W}.$$

Câu 25: Đáp án B.

Công suất trong mạch là:

$$P=UI\cos\varphi=\frac{U^2R}{R^2+Z_L^2}=\frac{50^2.50}{50^2+100^2}=10\text{W}.$$

Câu 26: Đáp án B.

Công suất trong mạch khi đó là:

$$P=\frac{U^2.R}{R^2+Z_L^2}=\frac{50^2.50}{50^2+100^2}=10\text{W}.$$

Câu 27: Đáp án B.

Mạch được mắc gồm các phần tử R,L,C và không có điện trở r nhỏ nên công suất của mạch điện cực đại khi

$$R=|Z_L-Z_C|\Leftrightarrow 50=\left|50-\frac{1}{C\omega}\right|\Rightarrow C=\frac{10^{-3}}{5\pi}\text{F}$$

Câu 28: Đáp án D.

Công suất của mạch điện khi đó là:

$$P=\frac{U^2R}{R^2+(Z_L-Z_c)^2}=\frac{100^2.50}{50^2+(50-50)^2}=200\text{W}.$$

Câu 29: Đáp án C.

Để công suất trong mạch đạt giá trị cực đại thì

$$Z_L=Z_C\Leftrightarrow\omega=\frac{1}{\sqrt{LC}}=100\pi\,(\text{rad/s})\Rightarrow f=50\text{Hz}.$$

Câu 30: Đáp án C.

Công suất cực đại trong mạch là 100W thì điện trở sẽ là: $P=\frac{U^2}{R}\Rightarrow R=\frac{U^2}{P}=\frac{50^2}{100}=25\Omega$

Câu 31: Đáp án B.

Vì R thay đổi được nên công suất cực đại trong mạch xảy ra khi $R=|Z_L-Z_C|=40\Omega.$

Câu 32: Đáp án C.

Vì khi R thay đổi được thì công suất đạt giá trị cực đại tương đương với $R=|Z_L-Z_C|$ nên hệ số công suất lúc này sẽ là: $\cos\varphi=\frac{R}{\sqrt{R^2+R^2}}=\frac{1}{\sqrt{2}}.$

Câu 33: Đáp án B.

Công suất tiêu thụ mạch khi đó là:

$$P=\frac{U^2}{2|Z_L-Z_C|}=\frac{50^2}{2|100-60|}=31,25\text{W}.$$

Câu 34: Đáp án D.

Công suất của mạch điện là: $P=\frac{U^2(R+r)}{(R+r)^2+Z_L^2}$. Để công suất trong mạch điện đạt giá trị lớn nhất thì Z_L phải đạt giá trị nhỏ nhất do L thay đổi vậy nên L phải dần dần giảm về 0 thì công suất mới đạt giá trị lớn nhất.

Câu 35: Đáp án C.

Công suất cực đại đạt được khi L thay đổi là:

$$P=\frac{U^2}{R}=\frac{40^2}{40}=40\text{W}.$$

Câu 36: Đáp án D.

Mạch điện có công suất cực đại khi $f\to\infty$ vì như vậy thì cả Z_L và Z_C đều tiến về 0.

Câu 37: Đáp án C.

Khi điều chỉnh tần số dòng điện đến giá trị là 50Hz thì cảm kháng của cuộn dây là:

$$Z_L=L.\omega=\frac{0,4}{\pi}.100\pi=40\Omega.$$

Để công suất trong mạch đạt giá trị cực đại thì:

$$Z_L=Z_C=40\Omega\Rightarrow C=\frac{10^{-3}}{4\pi}\text{F}.$$

Câu 38: Đáp án C.

Điện trở R là: $R=\frac{U^2}{2P}=\frac{200^2}{100.2}=200\Omega.$

Câu 39: Đáp án B.

Công suất của mạch điện là: $P=\frac{U^2.R}{R^2+Z_C^2}$ nên để công suất của mạch có giá trị lớn nhất thì Z_C phải dần đến 0 tương đương với $C\to\infty$.

Câu 40: Đáp án C.

Công suất của mạch khi đó là:

$$P=\frac{U^2}{R}=\frac{300^2}{60}=1500\text{W}.$$

Câu 41: Đáp án C.

Ta có: $Z_C=\frac{1}{C\omega}=100;Z_L=200.$ Công suất cực đại trong mạch đạt được là: $P=\frac{U^2}{|Z_L-Z_C|}=200\text{W}.$

Câu 42: Đáp án B.

Khi $R=20\Omega$ và $R=40\Omega$ thì công suất đạt cùng một giá trị nên để công suất đạt giá trị lớn nhất thì:

$$R=\sqrt{R_1R_2}=20\sqrt{2}\Omega$$

Câu 43: Đáp án C.

Để công suất trong mạch cực đại thì:

$$f=\sqrt{f_1f_2}=\sqrt{20.80}=40\text{Hz}.$$

Câu 44: Đáp án B.

Công suất trong mạch điện đạt cực đại khi $f=60\text{Hz}$ nên giá trị f_2 cần tìm là: $f_2=\dfrac{f^2}{f_1}=\dfrac{60^2}{40}=90\text{Hz}.$

Câu 45: Đáp án D.

Để công suất trong mạch có giá trị cực đại thì:

$$R=\sqrt{R_1R_2}=\sqrt{10.20}=10\sqrt{2}\Omega.$$

Câu 46: Đáp án C.

Cường độ dòng điện trong mạch là:

$I=\dfrac{U}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_c\right)^2}}$ nên để cường độ dòng điện trong mạch cực đại thì $Z_L=Z_C$

$$\Rightarrow 2\pi f=\frac{1}{\sqrt{LC}}\Rightarrow f=100(\text{Hz}).$$

Câu 47: Đáp án C.

Khi công suất đạt giá trị cực đại thì điện trở trong mạch có giá trị là: $R=\sqrt{R_1R_2}=\sqrt{40.160}=80(\Omega).$

Lại có: $R=\left|Z_l-Z_c\right|$ nên giá trị của dung kháng để thỏa mãn yêu cầu đề bài là: $Z_C=20\Omega.$

Câu 48: Đáp án B.

Để cường độ dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại thì $R=0$ nên công suất của mạch khi đó cũng bằng 0 nên đáp án B sai.

Câu 49: Đáp án A.

Công suất mạch đạt cực đại khi:

$$R=\left|Z_L-Z_C\right|\Rightarrow L=\frac{1}{C\omega^2}=\frac{1}{2\pi}(\text{H}).$$

Câu 50: Đáp án B.

Thay đổi C để công suất của mạch đạt giá trị cực đại thì ta có: $R+r=\left|Z_L-Z_c\right|=100\Omega.$

Từ đó suy ra giá trị công suất của mạch lúc này là:

$$P=\frac{U^2}{R+r}=\frac{120^2}{100}=144\text{W}.$$

Câu 51: Đáp án C.

Thay đổi C để hệ số công suất cực đại thì khi đó $Z_C=Z_L$ nên cường độ hiệu dụng trong mạch là:

$$I=\frac{U}{R}=\frac{200}{100}=2\text{A}.$$

Câu 52: Đáp án C.

Thay đổi L để công suất trong mạch đạt giá trị cực đại thì $Z_l=Z_C$ khi đó công suất trong mạch là:

$$P=\frac{U^2}{R}=\frac{\left(100\sqrt{2}\right)^2}{100}=200\text{W}.$$

Câu 53: Đáp án A.

Dung kháng của tụ điện là: $Z_C=100\Omega$. Để P có công suất đạt giá trị lớn nhất thì $Z_L=Z_C=100\Omega$ nên ta tính được $L=\dfrac{Z_L}{\omega}=0,318\text{H}$. Khi đó công suất của mạch sẽ là: $P=\dfrac{U^2}{R}=\dfrac{\left(100\sqrt{2}\right)^2}{100}=200\text{W}.$

Câu 54: Đáp án B.

Cảm kháng của cuộn dây là:

$$Z_L=L\omega=\frac{2,5}{\pi}.100\pi=250\Omega.$$

Dung kháng của tụ điện là: $Z_C=\dfrac{1}{\omega C}=100\Omega.$

Để công suất của tụ điện đạt giá trị cực đại thì $Z_{L'}=Z_C$ nên cần phải lắp thêm một tụ C_0 song song với tụ C và giá trị của tụ C là $C=\dfrac{10^{-3}}{15\pi}.$

Câu 55: Đáp án B.

Khi R thay đổi thì công suất tiêu thụ cực đại của mạch là: $P=\dfrac{U^2}{\left|Z_L-Z_C\right|}=48\text{W}.$

Câu 56: Đáp án D.

Khi trong mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng thì:

$$Z_L=Z_C\Rightarrow f'=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Còn lúc ban đầu thì $Z_L=10\Omega;\ Z_C=5\Omega$ nên

$$Z_L=2Z_C\Rightarrow f=\frac{\sqrt{2}}{2\pi\sqrt{LC}}=\sqrt{2}f'.$$

Câu 57: Đáp án A.

Khi thay đổi $R=24\Omega$ thì công suất đạt giá trị cực đại $P=\dfrac{U^2}{2R}\Rightarrow U=\sqrt{2PR}=\sqrt{2.24.300}=120\text{V}.$

Khi điện trở $R=18\Omega$ thì công suất của mạch tiêu thụ là $P=\dfrac{U^2.R}{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}=\dfrac{120^2.18}{18^2+24^2}=288\text{W}.$

Câu 58: Đáp án D.

Điện áp của đoạn mạch có biểu thức:

$$u=u_{AD}+u_{DB}=100\sqrt{14}\cos\left(100\pi t+0,6\pi\right)$$

Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là:

$$P=UI\cos\varphi=250\text{W}.$$

Câu 59: Đáp án A.

Khi $C=C_1$ thì công suất của mạch là:

$$P=\frac{U^2.R}{R^2+\left(Z_L-Z_{C1}\right)^2}=200\text{W}.$$

Lúc đó cường độ dòng điện chậm pha hơn so với dòng điện là $\frac{\pi}{4}$ nên: $Z_L - Z_{C1} = R$. Khi $C = C_2$ thì công suất mạch cực đại nên lúc đó công suất của mạch là: $P_{max} = \frac{U^2 R}{R^2} = \frac{U^2}{R} = 2P = 400\text{W}.$

Câu 60: Đáp án C.

Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu của R và giữa hai đầu cuộn dây có cùng giá trị và lệch pha nhau góc $\frac{\pi}{3}$ nên cuộn dây không thuần cảm có điện trở nhỏ r.

Để hệ số công suất bằng 1 thì ta có:

$$Z_L = Z_C \Leftrightarrow Z_L = \frac{1}{C.\omega} = \frac{100}{\pi}(\text{rad/s}).$$

Khi đó công suất tiêu thụ trên mạch là:

$$P = \frac{U^2(R+r)}{(R+r)^2} = \frac{U^2}{R+r} = 100\text{W}.$$

Điện trở nhỏ của cuộn dây là: $r = Z_L.\tan\frac{\pi}{6} = \frac{100}{\pi}.\frac{\sqrt{3}}{3}$

nên $R = Z_d = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \frac{200\sqrt{3}}{3\pi}$

Khi chưa mắc thêm tụ thì công suất tiêu thụ tren mạch là: $P = \frac{U^2.(R+r)}{(R+r)^2 + Z_L^2} = 75\text{W}.$

Câu 61: Đáp án A.

Nguồn điện tổng hợp có biểu thức:

$$u = 100 + 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right).$$

Trong đó công suất của mạch là:

$$P = RI^2 = \frac{U^2 R}{R^2 + Z_C^2} = \frac{100^2.100}{100^2 + 100^2} = 50\text{W}.$$

Câu 62: Đáp án A.

Đoạn mạch gồm hai phần tử R và L nối tiếp với nhau.

Công suất của mạch lúc này là:

$$P = \frac{U^2}{R} + \frac{U^2.\text{R}}{R^2 + Z_L^2} = 150\text{W}.$$

Câu 63: Đáp án B.

Công suất tỏa nhiệt trên điện trở chỉ có mỗi mình điện trở R là:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U_1^2 + U_2^2}{R} = 200\text{W}.$$

Câu 64: Đáp án B.

Đoạn mạch chỉ có điện trở R trong đoạn mạch.

Cường độ dòng điện trong mạch có giá trị hiệu dụng là: $I = \frac{U}{R} = \frac{\sqrt{U_1^2 + U_2^2}}{R} = \frac{\sqrt{100^2 + 100^2}}{100} = \sqrt{2}\text{A}.$

Câu 65: Đáp án C.

Khi đầu thì mạch có hiệu điện thế hai đầu mỗi phần tử là bằng nhau nên $Z_L = Z_C = R$ nên công suất lúc này của mạch là: $P = \frac{U^2}{R}$.

Sau đó bỏ tụ C và chỉ giữ lại R, L thì công suất tiêu thụ của mạch sẽ là: $P' = \frac{U^2 R}{R^2 + Z_L^2} = \frac{U^2}{2R} = \frac{P}{2}.$

Câu 66: Đáp án D.

Khi $C = C_1$ thì công suất của mạch sẽ là:

$$P_{max} = \frac{U^2}{R} = 400\text{W}$$

Sau khi điều chỉnh $C = C_2$ thì hệ số công suất của mạch là $\frac{\sqrt{3}}{2}$ nên $\frac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\Rightarrow R^2 = 3(Z_L - Z_C)^2$.

Công suất của mạch lúc này là:

$$P = \frac{U^2 R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 300\text{W}.$$

Câu 67: Đáp án A.

Khi $R = 50\Omega$ và $R = 200\Omega$ thì mạch có cùng một giá trị công suất đều bằng nhau và bằng P nên

$$P = \frac{U^2}{R_1 + R_2} = \frac{(100\sqrt{2})^2}{50 + 200} = 80\text{W}.$$

Câu 68: Đáp án C.

Có hai hộp kín và trong mỗi hộp đó đều chứa 2 trong 3 phần tử R, L, C mắc nối tiếp. Khi lần lượt mắc vào hai đầu mỗi hộp thì cường độ dòng điện hiệu dụng và công suất mạch điện tương ứng đều là I và P nên trong mỗi hộp đều có phàn tử R. Khi đem nối tiếp hai hộp đó thì cường độ dòng điện hiệu dụng cũng là I nên:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = \frac{U}{\sqrt{4R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}.$$

Công suất: $P_1 = P_2 = \frac{U^2 R}{R^2 + Z_L^2} = \frac{U^2 R}{R^2 + Z_C^2} \Rightarrow Z_L = Z_C$ nên

$R^2 + Z_L^2 = 4R^2 \Rightarrow Z_L = \sqrt{3}R.$

Vậy công suất sau khi nối tiếp mạch là: $P' = \frac{U^2 R}{4R^2}.$

Câu 69: Đáp án D.

Vì mạch cho dòng điện một chiều đi qua nên cuộn dây chứa điện trở nhỏ r.

Độ lớn của điện trở nhỏ là: $r = \frac{U}{I} = \frac{12}{0,4} = 30\Omega.$

Cảm kháng của cuộn dây khi đặt vào hai đầu đoạn mạch một tần số f_2 là: $Z_L = \omega L = 100\pi.\frac{0,4}{\pi} = 40\Omega$.

Công suất tiêu thụ của cuộn dây bằng:

$$P=\frac{U^2.r}{r^2+Z_L^2}=\frac{120^2.30}{30^2+40^2}=172,8W.$$

Câu 70: Đáp án C.

Công suất của đoạn mạch khi đó có giá trị là:

$$P=\frac{U^2}{R_1+R_2}=\frac{120^2}{38+22}=240W.$$

Câu 71: Đáp án B.

Tổng trở của đoạn mạch là: $Z=\frac{U}{I}=\frac{120}{0,3}=400\Omega.$

$Z_L=L.\omega=\frac{3}{\pi}.100\pi=300\Omega$.

Công suất tiêu thụ trên đoạn mạch X là:

$P_X=P-P_R=UI\cos\varphi-RI^2$

$=120.0,3^2\cos\frac{\pi}{6}-100\sqrt{3}.0,3^2=9\sqrt{3}(W).$

Câu 72: Đáp án A.

Khi $C=C_1$ thì cường đô dòng điện trong mạch sớm pha hơn so với hiêu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là $\frac{\pi}{6}(rad)$ nên $Z_{C1}-Z_L=R.\tan\frac{\pi}{6}=\frac{\sqrt{3}}{3}R.$

Lúc này công suất của mạch là:

$$P=\frac{U^2R}{R^2+(Z_L-Z_{C1})^2}=\frac{U^2R}{R^2+\left(\frac{\sqrt{3}}{3}R\right)^2}=\frac{U^2}{\frac{4}{3}R}$$

Khi mạch đạt công suất cực đại thì công suất lúc này là: $P'=\frac{U^2}{R}=\frac{4}{3}P.$

Câu 73: Đáp án A.

Theo đề ra ta có: $\begin{cases}R^2=Z_L^2+r^2\\Z_L=r\end{cases}\Rightarrow R=\sqrt{2}Z_L=\sqrt{2}r.$

Để hệ số công suất bằng 1 thì người ta mắc nối tiếp thêm với mạch một tụ điện có điện dung C thì $Z_C=Z_L$.

Khi đó công suất tiêu thụ là: $P=\frac{U^2}{R+r}=200W.$ Nên lúc ban đầu khi chưa mắc thêm tụ điện thì công suất của mạch là:

$$P=\frac{U^2(R+r)}{(R+r)^2+Z_L^2}=\frac{U^2.\left(R+\frac{1}{\sqrt{2}}R\right)}{\left(R+\frac{1}{\sqrt{2}}R\right)^2+\left(\frac{1}{\sqrt{2}}R\right)^2}=100W.$$

Câu 74: Đáp án D.

Để công suất tiêu thụ trên cuộn dây lớn nhất thì $R=0$ nên ta có hệ số công suất của mạch lúc này là:

$$\cos\varphi=\frac{r}{\sqrt{r^2+Z_L^2}}=\frac{1}{\sqrt{2}}.$$

Câu 75: Đáp án C.

Khi $R=20\Omega$ thì giá trị tiêu thụ của công suất trên R là lớn nhất nên: $R^2=r^2+Z_L^2$.

Lúc này thì điện áp ở hai đầu cuộn dây sớm pha $\frac{\pi}{3}$ so với điện áp ở hai đầu điện trở R nên: $Z_L=\sqrt{3}r$.

Suy ra: $r=10;Z_L=10\sqrt{3}$.

Để công suất trên toàn mạch đạt giá trị cực đại thì $R+r=Z_L\Rightarrow R=Z_L-r=10\sqrt{3}-10=7,3\Omega.$

Câu 76: Đáp án C.

Khi tần số biến thiên thì cảm kháng và dung kháng của tụ cũng biến thiên theo và công suất của mạch đạt cực đại khi $Z_L=Z_C$ và $P_{max}=\frac{U^2}{R}=\frac{\left(100\sqrt{2}\right)^2}{50}=400W.$

Vậy công suất của mạch sẽ biến thiên trong khoảng từ 0 đến 400W.

Câu 77: Đáp án C.

Ta có: $U_R=U_L=\frac{U_C}{2}\Rightarrow R=Z_L=\frac{Z_C}{2}$.

Chọn $Z_L=1\Rightarrow R=1;Z_C=2$.

Lúc này công suất tiêu thụ của mạch điện là:

$$P=\frac{U^2.R}{R^2+(Z_L-Z_C)^2}=\frac{U^2.1}{1^2+(1-2)^2}=\frac{U^2}{2}.$$

Nếu mắc thêm tụ $C'=C$ nối tiếp với tụ C thì công suất tiêu thụ của mạch sẽ là:

$$P'=\frac{U^2R}{R^2+(Z_L-Z_{C1})^2}=\frac{U^2.1}{1^2+(1-4)^2}=\frac{1}{10}U^2=\frac{1}{5}P$$

Câu 78: Đáp án C.

Cảm kháng và dung kháng của tụ điện và cuộn dây lần lượt là: $Z_C=50\Omega$ $Z_L=100\Omega$. Mạch tiêu thụ công suất lớn nhất khi:

$$R=\sqrt{r^2+(Z_L-Z_C)^2}=\sqrt{50^2+50^2}=50\sqrt{2}\Omega.$$

Vậy nên ban đầu biến trở $R=50\Omega$ thì khi tăng dần dần giá trị của biến trở R thì công suất của biến trở sẽ tăng lên rồi sau đó giảm.

Câu 79: Đáp án B.

Công suất tiêu thụ trên mạch đạt giá trị cực đại thì: $R=R_0=|Z_L-Z_C|$ và công suất tiêu thụ trong đoạn mạch là: $P_1=P_{max}=\frac{U^2}{2R_0}$.

Cố định $R=R_0$ sau đó thay đổi giá trị $f=f_0$ để công suất mạch cực đại thì $P_2=\frac{U^2}{R_0}=2P_1.$

Câu 80: Đáp án B.

Khi biến trở có giá trị R_1 và R_2 thì mạch điện cho cùng một công suất thì biến trở để công suất cực đại ứng với $R=\sqrt{R_1R_2}$.

Vậy công suất cực đại lúc này là: $P=\frac{U^2}{2\sqrt{R_1R_2}}$.

V. BÀI TOÁN ĐIỆN TRỞ R BIẾN THIÊN

Bài toán: Đặt điện điệp áp xoay chiều $u=U_0\cos(\omega t+\varphi)$ (U_0,ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở $R\geq 0$ có giá trị thay đổi được, cuộn cảm thuần L và tụ điện có điện dung C.

Gọi $I,U_R,U_L,U_C,U_{RL},U_{RC},U_{LC}$ lần lượt là cường độ dòng điện hiệu dụng, hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu R; hai đầu L; hai đầu C; hai đầu RL (mạch R-L-C nối tiếp); hai đầu RC (mạch R-C-L nối tiếp); hai đầu LC.

1. Thay đổi R để I đạt giá trị lớn nhất. Tìm R khi đó.
2. Thay đổi R để $U_R;U_L;U_C$ đạt giá trị lớn nhất. Tìm các giá trị R khi đó.
3. Thay đổi R để $\cos\varphi$ đạt giá trị lớn nhất. Tìm R khi đó.
4. Thay đổi $R=R_0$ để công suất của mạch đạt giá trị lớn nhất. Tìm R_0 khi đó.
5. Thay đổi R thì thấy 2 giá trị $R=R_1$ và $R=R_2(R_2\neq R_1)$ làm cho mạch có cùng công suất P. Tìm mối liên hệ giữa R_1,R_2,R_0,P.

Gọi độ lệch pha giữa u và i trong trường hợp $R=R_1$ là φ_1, trong trường hợp $R=R_2$ là φ_2. Tìm mối liên hệ giữa φ_1,φ_2.

6. Thay đổi R để U_{RL} đạt giá trị lớn nhất, nhỏ nhất. Tìm R khi đó.
7. Thay đổi R để U_{RC} đạt giá trị lớn nhất, nhỏ nhất. Tìm R khi đó.
8. Thay đổi R để U_{LC} đạt giá trị lớn nhất. Tìm R khi đó.

Lời giải

Phương pháp chung giải các bài toán cực trị là:

- **Bước 1:** Viết biểu thức của đại lượng cần tìm cực trị theo biến.
- **Bước 2:** Dùng các công cụ như đạo hàm, bất đẳng thức để tìm cực trị.

1. Thay đổi R để I đạt giá trị lớn nhất?

Ta cần tìm giá trị lớn nhất của I, vậy ta tìm biểu thức của I theo R, sau đó dùng công cụ đạo hàm hoặc dùng bất đẳng thức để đánh giá. Ta có

$$I=\frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}$$

Tử số không đổi, nên để tìm I lớn nhất ta chỉ quan tâm đến mẫu số.

Ta có $R^2\geq 0$ nên $I=\frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}\leq\frac{U}{|Z_L-Z_C|}=\text{const}$

Đẳng thức xảy ra khi $R=0$ nên giá trị lớn nhất của I là $\frac{U}{|Z_L-Z_C|}$

2. Thay đổi R để $U_R;U_L;U_C$ đạt giá trị lớn nhất. Tìm các giá trị R khi đó

Ta tìm biểu thức của U_R theo R rồi đánh giá. Ta có

$$U_R=IR=\frac{UR}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}=f(R)$$

Đến đây, cách thứ nhất là ta khảo sát hàm $f(R)$ với $R\in[0;+\infty)$. Tuy nhiên cách này khá dài dòng. Để ý rằng, cả tử và mẫu đều có R, vậy nên ta mong muốn R chỉ xuất hiện ở tử hoặc chỉ xuất hiện ở mẫu để cho công việc đánh giá được dễ

dàng hơn. Để có được điều này, ta sẽ chia cả tử và mẫu cho R, khi đó trên tử chỉ còn mỗi U luôn không đổi, dưới mẫu phụ thuộc R. Lúc này để tìm giá trị lớn nhất của U_R thì ta tìm giá trị nhỏ nhất của mẫu là xong. Chú ý trước khi chia, để ý giả thiết $R \geq 0$ nên ta phải xét trường hợp $R = 0$ trước.

Với $R = 0$ thì $U_R = 0$.

Với $R \neq 0$, chia cả tử và mẫu cho R, ta được

$$U_R = \frac{U}{\frac{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}{R}} = \frac{U}{\sqrt{1 + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R^2}}} \leq U$$

Đẳng thức xảy ra khi $\frac{(Z_L - Z_C)^2}{R^2} = 0$ tức là khi $R \to +\infty$ (vì Z_L và Z_C không đổi).

Vậy U_R lớn nhất bằng U khi $R \to +\infty$.

Thay đổi R để U_L đạt giá trị lớn nhất?

Ta tìm biểu thức của U_L theo R rồi đánh giá. Ta có: $U_L = \frac{U.Z_L}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$

Tử số không đổi, chỉ có mẫu số phụ thuộc R nên ta đánh giá ở mẫu. Vì $R^2 \geq 0$ nên ta có: $U_L = \frac{UZ_L}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \leq \frac{UZ_L}{\sqrt{(Z_L - Z_C)^2}} = \frac{UZ_L}{|Z_L - Z_C|} = \text{const}.$

Đẳng thức xảy ra khi $R = 0$ nên giá trị lớn nhất của U_L là $\frac{UZ_L}{|Z_L - Z_C|}$

Thay đổi R để U_C đạt giá trị lớn nhất?

Tương tự như trên, ta có giá trị lớn nhất của U_C là $\frac{UZ_C}{|Z_L - Z_C|}$

3. Thay đổi R để $\cos\varphi$ đạt giá trị lớn nhất. Tìm R khi đó?

Ta tìm biểu thức của $\cos\varphi$ theo R rồi đánh giá. Ta có: $\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$.

Cả tử và mẫu phụ thuộc R, ta chia cả tử và mẫu cho R để chỉ đánh giá ở mẫu thôi!

Với $R = 0$ thì $\cos\varphi = 0$.

Với $R \neq 0$, chia cả tử và mẫu cho R, ta được

$$\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R^2}}} \leq 1$$

Đẳng thức xảy ra khi $\frac{(Z_L - Z_C)^2}{R^2} = 0$ tức là khi $R \to +\infty$ (vì Z_L và Z_C không đổi).

Vậy $\cos\varphi$ lớn nhất bằng U khi $R \to +\infty$

4. Thay đổi $R = R_0$ để công suất của mạch đạt giá trị lớn nhất?

Ta tìm biểu thức công suất của mạch theo R rồi đánh giá. Công suất của mạch chính là công suất trên biến trở R. Ta có: $P = RI^2 = R\frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

Cả tử và mẫu phụ thuộc R, ta chia cả tử và mẫu cho R để chỉ đánh giá ở mẫu thôi!

Với $R=0$ thì $P=0$.

Với $R\neq 0$, chia cả tử và mẫu cho R, ta được $P=\dfrac{U^2}{R+\dfrac{\left(Z_L-Z_C\right)^2}{R}}$

Để tìm giá trị lớn nhất của P ta cần đánh giá mẫu lớn hơn hoặc bằng một hằng số nào đó. Để ý rằng, ở mẫu số là tổng của hai số hạng dương có tích là $R.\dfrac{\left(Z_L-Z_C\right)^2}{R}=\left(Z_L-Z_C\right)^2$ luôn không đổi, nên ta sẽ nghĩ đến sử dụng bất đẳng thức $AM-GM$ cho 2 số dương để đánh giá.

Sử dụng bất đẳng thức $AM-GM$ cho 2 số dương R và $\dfrac{\left(Z_L-Z_C\right)^2}{R}$, ta có

$$R+\frac{\left(Z_L-Z_C\right)^2}{R}\geq 2.\sqrt{R.\frac{\left(Z_L-Z_C\right)^2}{R}}=2.\left|Z_L-Z_C\right|$$

Từ đó $P\leq\dfrac{U^2}{2\left|Z_L-Z_C\right|}=$ const.

Đẳng thức xảy ra khi $R=\dfrac{\left(Z_L-Z_C\right)^2}{R}$, tương đương $R=\left|Z_L-Z_C\right|$

Vậy giá trị lớn nhất của công suất của mạch là $P_{\max}=\dfrac{U^2}{2\left|Z_L-Z_C\right|}$ khi $R=R_0=\left|Z_L-Z_C\right|$.

5. Thay đổi R thì thấy 2 giá trị $R=R_1$ và $R=R_2(R_2\neq R_1)$ làm cho mạch có cùng công suất?

Công suất tiêu thụ trên mạch chính là công suất tiêu thụ trên R

$$P=RI^2=R\frac{U^2}{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}$$

Suy nghĩ thường thấy khi làm bài này, đó là ta viết P_1 theo R_1, P_2 theo R_2 rồi cho $P_1=P_2$, biến đổi tương đương một lúc là tìm được mối liên hệ giữa R_1 và R_2. Ta thử xem sao nhé! Ta có

$$\begin{aligned}P_1=P_2&\Leftrightarrow R_1\frac{U^2}{R_1^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}=R_2\frac{U^2}{R_2^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}\\&\Leftrightarrow R_1\left[R_1^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2\right]=R_2\left[R_2^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2\right]\\&\Leftrightarrow R_1R_2\left(R_2-R_1\right)=\left(Z_L-Z_C\right)^2\left(R_2-R_1\right)\\&\Leftrightarrow R_1R_2=\left(Z_L-Z_C\right)^2\end{aligned}$$

(Ở phép biến đổi tương đương cuối, chia cả 2 vế cho R_2-R_1 được vì $R_1\neq R_2$).

Từ đó ta có:

Mặt khác, theo kết quả câu trên, ta có $R_0^2=\left(Z_L-Z_C\right)^2$ nên ta có mối liên hệ giữa R_1,R_2,R_0,P là $R_0^2=R_1R_2$

Như vậy, với tư tưởng trên thì ta đã tìm được các mối quan hệ giữa R_1,R_2,R_0,P.

Ngoài cách làm trên, chúng ta còn có một cách làm ngắn gọn hơn, đó là sử dụng định lí Vi-et cho phương trình bậc 2.

Vì $P_1 = P_2 = P$ nên ta có thể coi R_1 và R_2 là hai nghiệm của phương trình trên. Quy đồng khử mẫu, đưa về phương trình bậc hai theo R ta có

$$PR^2 - RU^2 + P\left(Z_L - Z_C\right)^2 = 0$$

Vì có 2 giá trị của điện trở khác nhau là R_1 và R_2 cho cùng một giá trị công suất nên phương trình bậc 2 trên có hai nghiệm phân biệt R_1 và R_2. Theo định lí Vi-et, ta có mối liên hệ giữa R_1 và R_2 là

$$\begin{cases} R_1 + R_2 = -\dfrac{b}{a} = \dfrac{U^2}{P} \\ R_1 R_2 = \dfrac{c}{a} = \left(Z_L - Z_C\right)^2 \end{cases}$$

Mặt khác, theo kết quả câu trên, ta có $R_0^2 = \left(Z_L - Z_C\right)^2$ nên ta có mối liên hệ giữa R_1, R_2, R_0 là $R_0^2 = R_1 R_2$

Bây giờ ta sẽ tìm mối liên hệ giữa φ_1 và φ_2. Ta có

$$\begin{cases} \tan\varphi_1 = \dfrac{Z_L - Z_C}{R_1} \\ \tan\varphi_2 = \dfrac{Z_L - Z_C}{R_2} \end{cases} \Rightarrow \tan\varphi_1 \tan\varphi_2 = \frac{\left(Z_L - Z_C\right)^2}{R_1 R_2} = 1$$

Vậy ta có $\tan\varphi_1 \tan\varphi_2 = 1$, tương đương

$$\tan\varphi_1 = \tan\varphi_2 = \tan\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_2\right) \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{2} - \varphi_2 + k\pi, k \in \mathbb{Z}$$

Vì $-\dfrac{\pi}{2} < \varphi_1, \varphi_2 <$ nên $-\pi < \varphi_1 + \varphi_2 < \pi \Leftrightarrow -\pi < \dfrac{\pi}{2} + k\pi < \pi \Leftrightarrow -1{,}5 < k < 0{,}5 \Rightarrow k = -1; 0$

Vậy $\varphi_1 + \varphi_2 = \pm\dfrac{\pi}{2}$

6. Thay đổi R để U_{RL} đạt giá trị lớn nhất, nhỏ nhất?

Chắc các bạn sẽ hiểu vì sao chúng ta biến đổi như này:

$$U_{RL} = IZ_{RL} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{\sqrt{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2}} = \frac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2}{R^2 + Z_L^2}}} = \frac{U}{\sqrt{1 + \dfrac{Z_C^2 - 2Z_C Z_L}{R^2 + Z_L^2}}}$$

Nếu $Z_C > 2Z_L$ thì $1 + \dfrac{Z_C^2 - 2Z_C Z_L}{R^2 + Z_L^2} \le 1 + \dfrac{Z_C^2 - 2Z_C Z_L}{0 + Z_L^2} = \dfrac{Z_L^2 + Z_C^2 - 2Z_C Z_L}{Z_L^2} = \dfrac{\left(Z_L - Z_C\right)^2}{Z_L^2}$

Từ đó $U_{RL} \ge \dfrac{U}{\sqrt{\dfrac{\left(Z_L - Z_C\right)^2}{Z_L^2}}} = \dfrac{UZ_L}{\left|Z_L - Z_C\right|} = \text{const.}$

Đẳng thức xảy ra khi $R = 0$ nên giá trị nhỏ nhất của U_{RL} trong trường hợp $Z_C > 2Z_L$ là $\dfrac{UZ_L}{\left|Z_L - Z_C\right|}$

Nếu $Z_C \le 2Z_L$ thì $1 + \dfrac{Z_C^2 - 2Z_C Z_L}{R^2 + Z_L^2} \ge \dfrac{\left(Z_L - Z_C\right)^2}{Z_L^2}$

Từ đó $U_{RL} \le \dfrac{U}{\sqrt{\dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{Z_L^2}}} = \dfrac{UZ_L}{|Z_L - Z_C|} = \text{const.}$

Đẳng thức xảy ra khi $R = 0$ nên giá trị lớn nhất của U_{RL} trong trường hợp $Z_C \le 2Z_L$ là $\dfrac{UZ_L}{|Z_L - Z_C|}$.

7. Thay đổi R để U_{RC} đạt giá trị lớn nhất, nhỏ nhất?

Làm tương tự như trên, ta thu được kết quả:

Nếu $Z_C > Z_L$ thì U_{RC} đạt giá trị cực tiểu là $\dfrac{UZ_C}{|Z_L - Z_C|}$ khi $R = 0$.

Nếu $Z_C < Z_L$ thì U_{RC} đạt giá trị cực đại là $\dfrac{UZ_C}{|Z_L - Z_C|}$ khi $R = 0$.

8. Thay đổi R để U_{LC} đạt giá trị lớn nhất?

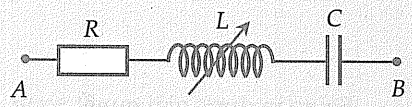
Ta có $U_{LC} = IZ_{LC} = \dfrac{U\sqrt{(Z_L - Z_C)^2}}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \le \dfrac{U\sqrt{(Z_L - Z_C)^2}}{\sqrt{(Z_L - Z_C)^2}} = U = \text{const}$

Đẳng thức xảy ra khi $R = 0$ nên giá trị lớn nhất của U_{LC} là U.

VI. BÀI TOÁN CUỘN CẢM L BIẾN THIÊN

1. Phương pháp

Đặt vào hai đầu đoạn mạch AB một hiệu điện thế xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng U và tần số góc ω không đổi $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$



Đoạn mạch AB gồm L là một cuộn dây thuần có giá trị thay đổi. R là điện trở thuần, tụ điện có điện dung C không đổi

1. Thay đổi L để $U_R; P; I; \cos\varphi; U_C$ đạt giá trị lớn nhất. Tìm Z_L tương ứng.

2. Thay đổi L để $U_{L_{max}}$. Tìm $U_{L_{max}}$ và Z_L khi đó.

3. Thay đổi L thấy khi $L = L_1$ hoặc $L = L_2$ thì công suất của mạch có giá trị như nhau. Tính Z_C và tìm L để công suất trong mạch đạt giá trị cực đại.

4. Thay đổi L thấy khi $L = L_1$ hoặc $L = L_2$ thì U_L như nhau. Hỏi phải thay đổi độ tự cảm L bằng bao nhiêu thì $U_{L_{max}}$?

5. Thay đổi L thấy khi $L = L_1$ hoặc $L = L_2$ thì U_L như nhau. Khi đó độ lệch pha giữa u và i có giá trị tương ứng là φ_1 và φ_2

Thay đổi L để $U_{L_{max}}$ thì độ lệch pha giữa u và I là φ_0. Tìm mối liên hệ giữa $\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2$

6. Thay đổi L để $U_{RL_{max}}, U_{RL_{min}}$. Tìm Z_L khi đó

Lời giải

1. Thay đổi L để $U_R;P;I;\cos\varphi;U_C$ đạt giá trị lớn nhất. Tìm Z_L tương ứng

Ta thấy $\begin{cases} U_R = IR = \dfrac{UR}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}} \\ P = RI^2 = \dfrac{RU^2}{R^2+(Z_L-Z_C)^2} \\ I = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}} \\ \cos\varphi = \dfrac{R}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}} \\ U_C = IZ_C = \dfrac{UZ_C}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}} \end{cases}$

Tử số của tất cả các đại lượng trên đều không thay đổi khi L thay đổi. Do đó các đại lượng trên đạt giá trị lớn nhất khi mẫu số nhỏ nhất. Dễ thấy vì $(Z_L-Z_C)^2 \geq 0$ và dấu bằng xảy ra khi $Z_L = Z_C$ nên mẫu nhỏ nhất khi $Z_L = Z_C$.

Vậy với $Z_L = Z_C$ thì $U_R;P;I;\ \cos\varphi$ đạt giá trị lớn nhất.

Các giá trị cực đại tương ứng là $\begin{cases} U_{R_{max}} = U \\ P_{max} = \dfrac{U^2}{R} \\ I_{max} = \dfrac{U}{R} \\ \cos\varphi_{max} = 1 \\ U_{C_{max}} = \dfrac{UZ_C}{R} \end{cases}$

Bài toán được giải quyết xong.

2. Thay đổi L để U_{Lmax}. Tìm U_{Lmax} và Z_L khi đó. Suy ra các hệ quả quan trọng khi thay đổi L để U_{Lmax}.

- Cách 1: Thuần đại số

Ta viết biểu thức của U_L theo L và khảo sát xem U_L lớn nhất khi nào. Ta có

$$U_L = IZ_L = \frac{UZ_L}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}$$

Vì khi L thay đổi thì cả tử và mẫu thay đổi, do đó để việc khảo sát đơn giản, ta sẽ chia cả tử và mẫu cho Z_L để tử số là hằng số. Ta có

$$U_L = \frac{U}{\frac{1}{Z_L}\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{\frac{R^2+Z_C^2}{Z_L^2}-2\frac{Z_C}{Z_L}+1}} = \frac{U}{\sqrt{Y}}$$

Vậy để U_L lớn nhất thì Y phải nhỏ nhất. Thật vậy nếu đặt $X = \dfrac{1}{Z_L}$ thì khi đó rõ ràng Y là một tam thức bậc hai: $Y = (R^2+Z_C^2).X^2 - 2Z_C.X + 1$.

Vì hệ số của tam thức bậc hai này luôn dương nên ta có Y lớn nhất khi

$$X=-\frac{b}{2a}\Leftrightarrow\frac{1}{Z_L}=-\frac{-2Z_C}{2\left(R^2+Z_C^2\right)}\Leftrightarrow Z_L=\frac{R^2+Z_C^2}{Z_C}$$

Khi đó: $Y_{\min}=-\frac{\Delta'}{a}=-\frac{Z_C^2-\left(R^2+Z_C^2\right)}{R^2+Z_C^2}=\frac{R^2}{R^2+Z_C^2}$

Suy ra giá trị lớn nhất của U_L là

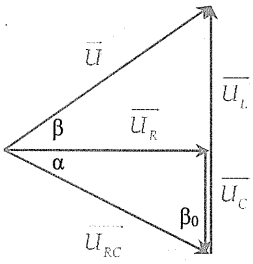
$$U_{L_{\max}}=\frac{U}{\sqrt{Y_{\min}}}=\frac{U}{\sqrt{\frac{R^2}{R^2+Z_C^2}}}\Rightarrow U_{L_{\max}}=\frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_C^2}$$

Vậy $U_{L_{\max}}=\frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_C^2}$ khi $Z_L=\frac{R^2+Z_C^2}{Z_C}$

Nhận xét: Lời giải bằng đại số cho ta lời giải trong sáng, tự nhiên và dễ nghĩ. Chỉ có điều ta phải tính toán nhiều, và từ lời giải này ta khó có thể suy ra các hệ quả quan trọng. Chúng ta sang một lời giải bằng cách sử dụng giản đồ vécto sau đây.

- Cách 2: Giản đồ vécto

Vẽ giản đồ vécto trượt ta có các giản đồ như hình bên.

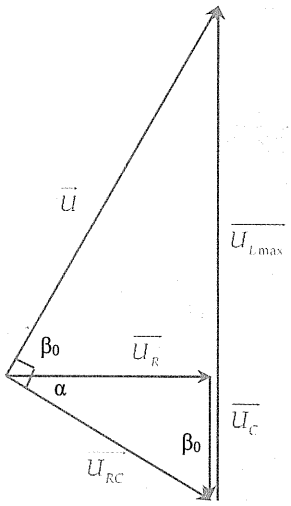


Theo giản đồ vécto và định lí hàm số sin trong tam giác, ta có

$$\frac{U_L}{\sin\left(\alpha+\beta\right)}=\frac{U}{\sin\beta_0}$$

Từ phương trình này ta thấy ngay U_L phụ thuộc vào góc β.

Vì $\sin\beta_0=\frac{U_R}{U_{RC}}=\frac{R}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}$, nên $U_L=\frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_C^2}\sin\left(\alpha+\beta\right)\le\frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_C^2}$



Đẳng thức xảy ra khi $\sin\left(\alpha+\beta\right)$ tương đương $\alpha+\beta=\frac{\pi}{2}$ nên ta có

$$U_{L\max}=\frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_C^2}.$$

Theo hệ thức lượng trong tam giác vuông ta có: $U_{RC}^2=U_CU_L$, từ đó suy ra

$$Z_LZ_C=R^2+Z_C^2\Rightarrow Z_L=\frac{R^2+Z_C^2}{Z_C}$$

Đây cũng chính là những kết quả ta thu được ở phương pháp đại số. Tuy nhiên, quan sát giản đồ và áp dụng các hệ thức lượng trong tam giác vuông, ta có một số kết quả quan trọng sau đây mà phương pháp đại số rất khó nhìn nhận ra.

- Khi $U_{L\max}$ thì hiệu điện thế tức thời ở hai đầu mạch luôn nhanh pha hơn u_{RC} một góc 90^0.

- Dựa vào hệ thức lượng trong tam giác vuông, ta có

$$\begin{cases}\left(U_{L\max}\right)^2=U^2+U_{RC}^2=U^2+U_R^2+U_C^2\\U_{RC}^2=U_CU_{L\max}\\U^2=U_{L\max}\left(U_{L\max}-U_C\right)\\\frac{1}{U_R^2}=\frac{1}{U^2}+\frac{1}{U_{RC}^2}\end{cases}$$

STUDY TIP

Chúng ta không phải nhớ các công thức này, mà khi làm bài tập hãy nhớ giản đồ và vẽ giản đồ ra, xem xét các dữ kiện bài toán và sử dụng hợp lí. Tất cả chỉ xoay quanh các hệ thức lượng trong tam giác mà thôi!

3. Thay đổi L thấy khi $L=L_1$ hoặc $L=L_2$ thì công suất của mạch có giá trị như nhau. Tính Z_C và tìm L để công suất trong mạch đạt giá trị cực đại.

Vì có hai giá trị của L cho cùng giá trị công suất nên ta có

$$P_1 = P_2 \Leftrightarrow R\frac{U^2}{R^2+\left(Z_{L_1}-Z_C\right)^2} = R\frac{U^2}{R^2+\left(Z_{L_2}-Z_C\right)^2}$$

Biểu thức trên tương đương với

$$\left(Z_{L_1}-Z_C\right)^2 = \left(Z_{L_2}-Z_C\right)^2 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} Z_{L_1}-Z_C = Z_{L_2}-Z_C \\ Z_{L_1}-Z_C = -\left(Z_{L_2}-Z_C\right) \end{array}\right.$$

Vì Z_{L_1} khác Z_{L_2} nên từ phương trình trên ta có $Z_C = \frac{Z_{L_1}+Z_{L_2}}{2}$

Nhận xét

Thay "công suất của mạch" ở đề bài bằng $I;U_R;U_C;Z;\cos\varphi$ thì ta vẫn thu được kết quả trên.

Mặt khác, khi thay đổi L để công suất cực đại thì ta có $Z_L = Z_C$, do đó ta có

$$Z_C = Z_L = \frac{Z_{L_1}+Z_{L_2}}{2} \Rightarrow L = \frac{1}{2}\left(L_1+L_2\right).$$

Vậy với $L = \frac{1}{2}\left(L_1+L_2\right)$ thì công suất của mạch đạt giá trị cực đại.

4. Thay đổi L thấy khi $L=L_1$ hoặc $L=L_2$ thì U_L như nhau. Hỏi phải thay đổi độ tự cảm L bằng bao nhiêu thì $I_{L\max}$?

- Cách 1: Biến đổi thuần túy

Khi có hai giá trị của L cho cùng một giá trị hiệu điện thế thì ta có

$$U_{L_1} = U_{L_2} \Leftrightarrow Z_{L_1}I_1 = Z_{L_2}I_2 \Leftrightarrow \frac{Z_{L_1}U}{\sqrt{R^2+\left(Z_{L_1}-Z_C\right)^2}} = \frac{Z_{L_1}U}{\sqrt{R^2+\left(Z_{L_2}-Z_C\right)^2}}$$

Bình phương và khai triển biểu thức trên ta thu được

$$\frac{Z_{L_1}^2}{R^2+Z_C^2+Z_{L_1}^2-2Z_{L_1}Z_C} = \frac{Z_{L_2}^2}{R^2+Z_C^2+Z_{L_2}^2-2Z_{L_2}Z_C}$$

Theo kết quả phần trên khi hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây cực đại thì $Z_LZ_C = R^2+Z_C^2$ với giá trị Z_L là giá trị làm cho $U_{L\max}$.

Thay vào biểu thức trên ta được $\frac{Z_{L_1}^2}{Z_LZ_C+Z_{L_1}^2-2Z_{L_1}Z_C} = \frac{Z_{L_2}^2}{Z_LZ_C+Z_{L_2}^2-2Z_{L_2}Z_C}$

Tiếp tục khai triển biểu thức trên ta thu được

$$\left(Z_{L_1}^2-Z_{L_2}^2\right)Z_L = 2Z_{L_1}^2Z_{L_2}^2\left(Z_{L_1}^2-Z_{L_2}^2\right)$$

Vì $L_1 \neq L_2$ nên $Z_L = \frac{2Z_{L_1}Z_{L_2}}{Z_{L_1}+Z_{L_1}} \Leftrightarrow \frac{1}{Z_L} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{Z_{L_1}}+\frac{1}{Z_{L_2}}\right) \Leftrightarrow \frac{1}{L} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{L_1}+\frac{1}{L_2}\right)$

Với L là giá trị làm cho $U_{L\max}$.

- Cách 2: Sử dụng định lí Viet

Vì khi thay đổi L thấy khi $L=L_1$ hoặc $L=L_2$ thì U_L như nhau nên ta có Z_{L_1} và Z_{L_2} là hai nghiệm của phương trình

$$U_L = \frac{UZ_L}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}} \Leftrightarrow R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2-\left(Z_L\right)^2\left(\frac{U}{U_L}\right)^2 = 0$$

$$\Leftrightarrow \left(1-\frac{U^2}{U_L^2}\right).\left(Z_L\right)^2-2Z_C.Z_L+R^2+Z_C^2 = 0$$

Đây là một phương trình bậc hai theo Z_L. Theo định lí Viet, ta có

$$\begin{cases} Z_{L_1}+Z_{L_2}=-\dfrac{b}{a} \\ Z_{L_1}Z_{L_2}=\dfrac{c}{a} \end{cases} \Rightarrow \frac{Z_{L_1}+Z_{L_2}}{Z_{L_1}Z_{L_2}}=-\frac{b}{c}=\frac{2Z_C}{R^2+Z_C^2} \quad (1)$$

STUDY TIP

Định lí Viet đã giúp chúng ta suy ra kết quả bài toán một cách ngắn gọn và không phải tính toán nhiều.

Mà khi thay đổi L để $U_{L\max}$ thì ta có $Z_L=\dfrac{R^2+Z_C^2}{Z_C}$ (2)

Từ (1) và (2) ta có $\dfrac{1}{Z_L}=\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{1}{Z_{L_1}}+\dfrac{1}{Z_{L_2}}\right)\Leftrightarrow\dfrac{1}{L}=\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{1}{L_1}+\dfrac{1}{L_2}\right)$

5. Thay đổi L thấy khi $L=L_1$ hoặc $L=L_2$ thì U_L như nhau. Khi có độ lệch pha giữa u và i có giá trị tương ứng là φ_1 và φ_2.

Thay đổi L để $U_{L\max}$ thì độ lệch pha giữa u và i là φ_0. Tìm mối liên hệ giữa φ_0, φ_1, φ_2.

- Cách 1: Đại số thuần túy

Ta cần tìm mối liên hệ giữa các giá trị đại số φ_0, φ_1, φ_2 nên ta nghĩ đến dùng công thức $\tan\varphi$.

Khi thay đổi L để $U_{L\max}$ thì ta có

$$\begin{cases} Z_L=\dfrac{R^2+Z_C^2}{Z_C} \\ \tan\varphi_0=\dfrac{Z_L-Z_C}{R} \end{cases} \Rightarrow \tan\varphi_0=\frac{Z_L-Z_C}{R}=\frac{\dfrac{R^2+Z_C^2}{Z_C}-Z_C}{R}=\frac{R}{Z_C}>0\Rightarrow\varphi_0>0$$

$$\text{Suy ra } \frac{\pi}{2}>\varphi_0>0\Rightarrow\begin{cases}\cos\varphi_0>0\\ \sin\varphi_0>0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\sqrt{1+\tan^2\varphi_0}=\dfrac{1}{|\cos\varphi_0|}=\dfrac{1}{\cos\varphi_0}\\ \sqrt{1+\cot^2\varphi_0}=\dfrac{1}{|\sin\varphi_0|}=\dfrac{1}{\sin\varphi_0}\end{cases}$$

Độ lệch pha giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện $\varphi=\varphi_u-\varphi_i$ được xác định thông qua $\tan\varphi=\dfrac{Z_L-Z_C}{R}\Rightarrow Z_L-Z_C=R\tan\varphi\Rightarrow Z_L=Z_C+R\tan\varphi$

Mặt khác ta có $U_L=\dfrac{UZ_L}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}=\dfrac{U\left(Z_C+R\tan\varphi\right)}{\sqrt{R^2+R^2\tan^2\varphi}}=\dfrac{U\left(Z_C+R\tan\varphi\right)}{R\sqrt{1+\tan^2\varphi}}$

$$=\frac{U\left(Z_C+R\tan\varphi\right)}{\left|\dfrac{1}{\cos\varphi}\right|}=\frac{U\left(Z_C+R\tan\varphi\right)}{\dfrac{1}{\cos\varphi}}\quad\left(-\frac{\pi}{2}<\varphi<\frac{\pi}{2}\Rightarrow\cos\varphi>0\right)$$

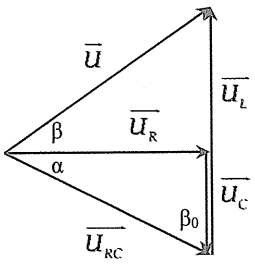
$$=\frac{U}{R}\left(Z_C\cos\varphi+R\sin\varphi\right)=\frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_C^2}\left(\frac{Z_C}{\sqrt{Z_C^2+R^2}}\cos\varphi+\frac{R}{\sqrt{Z_C^2+R^2}}\sin\varphi\right)$$

$$=\frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_C^2}\left(\frac{1}{\sqrt{1+\tan^2\varphi_0}}\cos\varphi+\frac{1}{\sqrt{1+\cot^2\varphi_0}}\sin\varphi\right)$$

$$=\frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_C^2}\left(\cos\varphi_0\cos\varphi+\sin\varphi_0\sin\varphi\right)=\frac{U\sqrt{R^2+Z_C^2}}{R}\cos\left(\varphi-\varphi_0\right)$$

Như vậy, ta có một công thức rất quan trọng sau

$$U_L = U_{L\max}\cos(\varphi-\varphi_0)$$



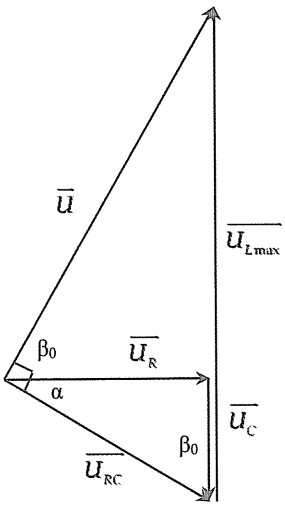
Theo bài ra, khi $L=L_1$ hoặc $L=L_2$ thì $U_{L_1}=U_{L_2}$ nên

$$\cos(\varphi_1-\varphi_0)=\cos(\varphi_2-\varphi_0)\Rightarrow\varphi_1-\varphi_0=-(\varphi_2-\varphi_0)\Rightarrow\varphi_1+\varphi_2=2\varphi_0$$

- Cách 2: Sử dụng giản đồ

Theo định lí hàm số sin trong tam giác, ta có

$$\frac{U_L}{\sin(\alpha+\beta)}=\frac{U}{\sin\beta_0}=U_{L\max}\Rightarrow U_L=U_{L\max}\sin(\alpha+\beta)$$



Ở đây α và β là độ lớn của góc kí hiệu trên giản đồ. Ta có $\alpha=\frac{\pi}{2}-\beta_0$

$$U_L=U_{L\max}\sin\left(\beta+\frac{\pi}{2}-\beta_0\right)=U_{L\max}\cos(\beta-\beta_0)$$

Ta có β chính là độ lệch pha giữa u và i trong trường hợp L thay đổi; β_0 chính là độ lệch pha giữa u và i khi $U_{L\max}$. Do đó ta có $\alpha=\beta$ và $\alpha_0=\beta_0$. Như vậy, ta cũng có

$$U_L=U_{L\max}\cos(\alpha-\alpha_0)$$

Theo bài ra,, khi $L=L_1$ hoặc $L=L_2$ thì $U_{L_1}=U_{L_2}$ nên

$$\cos(\varphi_1-\varphi_0)=\cos(\varphi_2-\varphi_0)\Rightarrow\varphi_1-\varphi_0=-(\varphi_2-\varphi_0)\Rightarrow\varphi_1+\varphi_2=2\varphi_0$$

6. Thay đổi L để $U_{RL\max}$, $U_{RL\min}$. Tìm Z_L khi đó.

Ta có $U_{RL}=I\sqrt{R^2+Z_L^2}=\dfrac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}=\dfrac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2+(Z_L-Z_C)^2}{R^2+Z_L^2}}}$

Rõ ràng để $U_{RL\max}$ thì T min.

Đặt $T=\dfrac{R^2+(Z_L-Z_C)^2}{R^2+Z_L^2}$, ta thực hiện việc khảo sát hàm số T theo biến số Z_L để tìm giá trị của Z_L sao cho $T_{\min}$. Ta hoàn toàn có thể dùng phương pháp tam thức bậc hai để tìm giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của T. Hoặc có thể dùng phương pháp đạo hàm, khảo sát hàm số.

Đạo hàm theo biến số Z_L ta thu được

$$T'(Z_L)=\frac{2(Z_L-Z_C)(R^2+Z_L^2)-2Z_L\left[R^2+(Z_L-Z_C)^2\right]}{(R^2+Z_L^2)^2}$$

Cho $T'(Z_L)=0$ ta có: $Z_CZ_L^2-Z_C^2Z_L-Z_CR^2=0$.

Nghiệm của phương trình bậc hai này là: $\left[\begin{array}{l} Z_{L_1}=\dfrac{Z_C+\sqrt{4R^2+Z_C^2}}{2}>0 \\ Z_{L_2}=\dfrac{Z_C-\sqrt{4R^2+Z_C^2}}{2}<0 \end{array}\right.$

Lập bảng biến thiên ta thấy ngay:

+ $U_{RL\max}$ (T min) khi $Z_L=\dfrac{Z_C+\sqrt{4R^2+Z_C^2}}{2}$

Khi đó thay vào biểu thức tính U_{RL} ta có

$$U_{RL\max}=\frac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2+\left(\dfrac{\sqrt{4R^2+Z_C^2}-Z_C}{2}\right)^2}{R^2+\left(\dfrac{\sqrt{4R^2+Z_C^2}+Z_C}{2}\right)^2}}}=\frac{U}{\sqrt{\dfrac{4R^2+\left(\sqrt{4R^2+Z_C^2}-Z_C\right)^2}{4R^2+\left(\sqrt{4R^2+Z_C^2}+Z_C\right)^2}}}$$

$$=\frac{U}{\sqrt{\dfrac{2\left(4R^2+Z_C^2\right)-2Z_C\sqrt{4R^2+Z_C^2}}{2\left(4R^2+Z_C^2\right)+2Z_C\sqrt{4R^2+Z_C^2}}}}=\frac{U}{\sqrt{\dfrac{\sqrt{4R^2+Z_C^2}-Z_C}{\sqrt{4R^2+Z_C^2}+Z_C}}}$$

$$=\frac{U}{\sqrt{\dfrac{\left(\sqrt{4R^2+Z_C^2}-Z_C\right)^2}{\left(\sqrt{4R^2+Z_C^2}+Z_C\right)\left(\sqrt{4R^2+Z_C^2}-Z_C\right)}}}\Rightarrow U_{RL\max}=\frac{2RU}{\sqrt{4R^2+Z_C^2}-Z_C}$$

+ $U_{RL\max}$ (T max) khi $Z_L=0$. Khi đó $U_{RL\min}=\dfrac{UR}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}$.

Các công thức rút ra ở trên là những công thức bắt buộc phải nhớ. Tuy nhiên, ta không nên học vẹt mà hãy hiểu bản chất vì sao lại có công thức đó, để trong trường hợp quên thì ta còn biết cách thiết lập lại. Tổng kết lại, ta có các kết quả sau:

1.Thay đổi L để U_R; P; I; $\cos\varphi$; U_C đạt giá trị lớn nhất. Tìm Z_L tương ứng.

$$\begin{cases}U_{R\max}=U\\ P_{\max}=\dfrac{U^2}{R}\\ I_{\max}=\dfrac{U}{R}\end{cases}\Leftrightarrow Z_L=Z_C$$
$$\begin{cases}\cos\varphi_{\max}=1\\ U_{C\max}=\dfrac{UZ_C}{R}\end{cases}$$

2.Thay đổi L để $U_{L\max}$. Tìm $U_{L\max}$ và Z_L khi đó. Suy ra các hệ quả quan trọng khi thay đổi L để $U_{L\max}$.

- Khi $U_{L\max}$ thì hiệu điện thế tức thời ở hai đầu mạch luôn nhanh pha hơn u_{RC} một góc 90^0.
- Dựa vào hệ thức lượng trong tam giác vuông, ta có

$$\begin{cases}\left(U_{L\max}\right)^2=U^2+U_{RC}^2=U^2+U_R^2+U_C^2\\ U_{RC}^2=U_CU_{L\max}\\ U^2=U_{L\max}\left(U_{L\max}-U_C\right)\\ \dfrac{1}{U_R^2}=\dfrac{1}{U^2}+\dfrac{1}{U_{RC}^2}\end{cases}$$

3.Thay đổi L thấy khi $L=L_1$ hoặc $L=L_2$ thì công suất của mạch có giá trị như nhau. Tính Z_C và tìm L để công suất trong mạch đạt giá trị cực đại.

$$Z_C=Z_L=\frac{Z_{L_1}+Z_{L_2}}{2}\Rightarrow L=\frac{1}{2}\left(L_1+L_2\right).$$

4. Thay đổi L thấy khi $L=L_1$ hoặc $L=L_2$ thì U_L như nhau. Hỏi phải thay đổi độ tự cảm L bằng bao nhiêu thì $U_{L\max}$.

$$\frac{1}{Z_L}=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{Z_{L_1}}+\frac{1}{Z_{L_2}}\right)\Leftrightarrow\frac{1}{L}=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{L_1}+\frac{1}{L_2}\right)$$

5. Thay đổi L thấy khi $L=L_1$ hoặc $L=L_2$ thì U_L như nhau. Khi có độ lệch pha giữa u và i có giá trị tương ứng là φ_1 và φ_2.

Thay đổi L để $U_{L\max}$ thì độ lệch pha giữa u và i là φ_0. Tìm mối liên hệ giữa φ_0, φ_1, φ_2.

$$U_L=U_{L\max}\cos\left(\varphi-\varphi_0\right)$$

$$\varphi_1+\varphi_2=2\varphi_0$$

6. Thay đổi L để $U_{RL\max}$, $U_{RL\min}$. Tìm Z_L khi đó.

$$U_{RL\max}=\frac{2RU}{\sqrt{4R^2+Z_C^2}-Z_C}\text{ khi }Z_L=\frac{Z_C+\sqrt{4R^2+Z_C^2}}{2}$$

$$U_{RL\min}=\frac{UR}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}\text{ khi }Z_L=0$$

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Cho đoạn mạch điện theo thứ tự gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L, tụ điện có điện dung C và điện trở R mắc nối tiếp. Biết R và C không đổi, L thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp $u=100\sqrt{6}\cos100\pi t\left(\text{V}\right)$. Khi điện áp hiệu dụng trên cuộn dây đạt giá trị cực đại $U_{L\max}$ thì điện áp hiệu dụng trên đoạn mạch chứa RC là 100 V. Giá trị $U_{L\max}$ là

A. 300 V. B. 150 V. C. 200 V. D. 100 V.

Lời giải

Ta có: $\begin{cases}U_{L\max}=U\dfrac{\sqrt{R^2+Z_C^2}}{R}\Rightarrow U_{L\max}.U_R=U.U_{RC}=100^2.\sqrt{3}\left(1\right)\\Z_L=\dfrac{R^2+Z_C^2}{Z_C}\Rightarrow U_{L\max}=\dfrac{U_R^2+U_C^2}{U_C}\Leftrightarrow U_{L\max}.U_C=100^2\left(2\right)\end{cases}$

Từ $\left(1\right)$ và $\left(2\right)\Rightarrow\begin{cases}U_R=\sqrt{3}.U_C\\U_R^2+U_C^2=100^2\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}U_R=50\sqrt{3}\\U_C=50V\end{cases}\Rightarrow I_{L\max}=\dfrac{100^2}{50}=200\text{V}$

Đáp án C.

Ví dụ 2: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos\left(100\pi t+\varphi\right)$ (V) vào hai đầu đoạn mạch nối tiếp R_1 và R_2 và cuộn thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được. Biết $R_1=2R_2=50\sqrt{3}\left(\Omega\right)$. Điều chỉnh giá trị của L cho đến khi hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu đoạn mạch chứa R_2 và L lệch pha cực đại so với hiệu điện hai đầu đoạn mạch. Giá trị của độ tự cảm L lúc đó là

A. $\frac{1}{4\pi}$ (H). B. $\frac{3}{4\pi}$ (H). C. 4π (H). D. 2π (H).

Lời giải

Ta có: $\begin{cases} \tan\varphi_{R_2L} = \dfrac{Z_L}{R_2} = \dfrac{Z_L}{25\sqrt{3}} = 3x \\ \tan\varphi_{AB} = \dfrac{Z_L}{R_1+R_2} = \dfrac{Z_L}{75\sqrt{3}} = x \end{cases}$

Mặt khác, ta có $\varphi = \varphi_{RL} - \varphi_{AB} \Leftrightarrow \tan\left(\varphi_{RL} - \varphi_{AB}\right) = \dfrac{3x-x}{1+3x.x} = \dfrac{2x}{1+3x^2} = \dfrac{2}{\dfrac{1}{x}+3x}$

STUDY TIP

Bất đẳng thức AM – GM:

Với $a, b \geq 0$ ta có:

$a+b \geq 2\sqrt{ab}$

Dấu "=" xảy ra khi và chỉ khi $a=b$.

Sử dụng bất đẳng thức AM – GM, ta có: $\dfrac{1}{x}+3x \geq 2\sqrt{3}$

Nên do đó $\tan\varphi \leq \dfrac{2}{2\sqrt{3}} = \dfrac{1}{\sqrt{3}}$

Đẳng thức xảy ra khi $x = \dfrac{\sqrt{3}}{3}$ nên $\tan\varphi_{\max} = \dfrac{1}{\sqrt{3}}$. Mà $\dfrac{Z_L}{75\sqrt{3}} = x = \dfrac{\sqrt{3}}{3}$ nên ta có:

$$Z_L = 75\Omega \Leftrightarrow L = \frac{3\pi}{4}.$$

Đáp án B.

Ví dụ 3: Mạch xoay chiều gồm điện trở thuần R, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L, tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp. Trong đó R, C không đổi, L thay đổi được. Đặt vào hai đầu mạch điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos(\omega t)$. Cho L thay đổi, khi L lần lượt bằng L_1, L_2 thì cường độ dòng điện trong mạch có cùng giá trị hiệu dụng và pha ban đầu tương ứng là $\dfrac{\pi}{3}$ và $\dfrac{\pi}{6}$. Hệ số công suất của mạch khi $L = L_1$ bằng

A. 0,71. B. 0,50. C. 0,87. D. 0.

Lời giải

Ở 2 thời điểm thì ta có độ lệch pha là $\varphi_2 - \varphi_1 = \dfrac{\pi}{2}$ suy ra chúng vuông pha. Ta có

$$\tan\varphi_1 \tan\varphi_2 = -1 \Leftrightarrow \frac{Z_{L_1}-Z_C}{R}.\frac{Z_{L_2}-Z_C}{R} = -1 \quad (1)$$

Khi $L = L_1$ và $L = L_2$ thì mạch có cùng giá trị hiệu dụng nên ta có

$$Z_C = \frac{Z_{L_1}+Z_{L_2}}{2} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có: $\left(Z_{L_1}-Z_C\right)\left(2Z_C - Z_{L_1} - Z_C\right) = -R^2 \Leftrightarrow \left(Z_{L_1}-Z_C\right)^2 = R^2$

Hệ số công suất của mạch khi $L = L_1$ là

$$\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2+\left(Z_{L_1}-Z_C\right)^2}} = \frac{R}{\sqrt{R^2+R^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Đáp án A.

Ví dụ 4: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0\cos(\omega t)$ vào hai đầu đoạn mạch RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được. Khi $L = L_1$ thì điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện đạt cực đại $U_{C\max}$ và khi đó công suất tiêu thụ của

mạch là 100 W. Khi $L=L_2$ thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn cảm đạt cực đại và khi đó công suất tiêu thụ của mạch là 56,25 W. Tỷ số $\frac{U_{C\max}}{U_{L\max}}$ là?

A. $\frac{3}{4}$. B. $\frac{16}{9}$. C. $\frac{9}{16}$. D. $\frac{4}{3}$.

Lời giải

Khi $L=L_1$ điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện đạt cực đại $U_{C\max}$ nên ta có

$$U_{C\max}=\frac{U}{R}Z_C \text{ và } P_1=\frac{U^2}{R}=100.$$

Khi $L=L_2$ thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn cảm đạt cực đại nên ta có

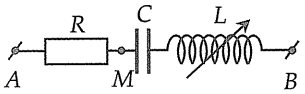
$$Z_{L_2}=\frac{R^2+Z_C^2}{Z_C}\Rightarrow Z_{L_2}-Z_C=\frac{R^2}{Z_C}$$

Công suất lúc này là $P_2=\frac{RU^2}{R^2+\left(Z_{L_2}-Z_C\right)^2}=\frac{RU^2}{R^2+\frac{R^4}{Z_C^2}}=\frac{U^2}{R\left(1+\frac{R^2}{Z_C^2}\right)}=56,25$

Từ đó ta có $\frac{P_1}{P_2}=\frac{100}{56,25}\Leftrightarrow\frac{R\left(1+\frac{R^2}{Z_C^2}\right)}{R}=\frac{16}{9}\Rightarrow\frac{R^2}{Z_C^2}=\frac{7}{9}$

Từ đây suy ra $\frac{U_{C\max}}{U_{L\max}}=\frac{\frac{U}{R}Z_C}{\frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_C^2}}=\frac{1}{\sqrt{\frac{R^2}{Z_C^2}+1}}=\frac{1}{\sqrt{\frac{7}{9}+1}}=\frac{3}{4}$

Đáp án A.



Ví dụ 5: Đặt điện áp $u=180\sqrt{2}\cos\omega t$ (V) (với ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch *AB* (hình vẽ). *R* là điện trở thuần, tụ điện có điện dung *C*, cuộn cảm thuần có độ tự cảm *L* thay đổi được. Điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch *MB* và độ lớn góc lệch pha của cường độ dòng điện so với điện áp *u* khi $L=L_1$ là *U* và φ_1, còn khi $L=L_2$ thì tương ứng là $\sqrt{8}U$ và φ_2. Biết $\varphi_1+\varphi_2=90^0$. Giá trị *U* bằng

A. 135 V. B. 180 V. C. 90 V. D. 60 V.

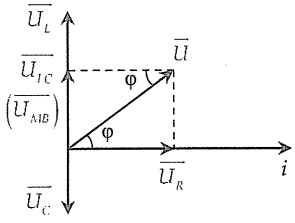
Lời giải

Cách 1: (Thuần túy đại số, nhưng dài)

- Ta có:

$$U_{MB}=\frac{U_{AB}}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}\sqrt{\left(Z_L-Z_C\right)^2}=\frac{U_{AB}}{\sqrt{\left(\frac{R}{Z_L-Z_C}\right)^2+1}}=\frac{U_{AB}}{\sqrt{\frac{1}{\tan^2\varphi+1}}}=U_{AB}\sin|\varphi|$$

- Suy ra $\begin{cases}U=U_{AB}\sin|\varphi_1|\\ \sqrt{8}U=U_{AB}\sin|\varphi_2|\end{cases}\xrightarrow{\varphi_1+\varphi_2=90^0}\left(\frac{U}{U_{AB}}\right)^2+\left(\frac{\sqrt{8}U}{U_{AB}}\right)^2=1\Rightarrow U=\frac{U_{AB}}{3}=60$



Cách 2: Giản đồ vectơ

Vẽ giản đồ chung gốc, ta cũng suy ra được $U_{MB}=U_{AB}\sin|\varphi|$. Đến đây tính như Cách 1.

Đáp án D.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Mạch RLC nối tiếp có L thay đổi được. Điện áp 2 đầu mạch là U_{AB} ổn định và tần số $f=50(\text{Hz})$. Điều chỉnh L sao cho cường độ hiệu dụng của mạch là cực đại. Biết $C=\frac{10^{-3}}{15\pi}(\text{F})$. Độ tự cảm L có giá trị:

A. $\frac{1}{1,5\pi}(\text{H})$. B. $\frac{1,5}{\pi}(\text{H})$. C. $\frac{2,5}{\pi}(\text{H})$. D. $\frac{1}{\pi}(\text{H})$.

Câu 2: Cho đoạn mạch R,L,C nối tiếp với L có thể thay đổi được. Trong đó R và C xác định. Mạch điện được đặt dưới hiệu điện thế $u=U\sqrt{2}\sin(\omega t)(V)$. Với U không đổi và ω cho trước. Khi hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm cực đại. Giá trị của L xác định bằng biểu thức nào sau đây?

A. $L=R^2+\frac{1}{C^2\omega^2}$. B. $L=2CR^2+\frac{1}{C\omega^2}$.

C. $L=CR^2+\frac{1}{2C\omega^2}$. D. $L=CR^2+\frac{1}{C\omega^2}$.

Câu 3: Cho đoạn mạch không phân nhánh RLC, $R=80\Omega$ cuộn dây có điện trở trong 20Ω có độ tự cảm L thay đổi được, tụ điện có điện dung $C=\frac{50}{\pi}(\mu F)$. Hiệu điện thế hai đầu mạch điện có biểu thức $u=200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)(V)$. Khi công suất tiêu thụ trên mạch đạt giá trị cực đại thì độ tự cảm của cuộn dây và công suất sẽ là:

A. $\begin{cases}L=\frac{1}{5\pi}(\text{H})\\P=400(\text{W})\end{cases}$. B. $\begin{cases}L=\frac{2}{\pi}(\text{H})\\P=400(\text{W})\end{cases}$.

C. $\begin{cases}L=\frac{2}{\pi}(\text{H})\\P=500(\text{W})\end{cases}$. D. $\begin{cases}L=\frac{2}{\pi}(\text{H})\\P=2000(\text{W})\end{cases}$.

Câu 4: Cho mạch R,L,C nối tiếp $R=50(\Omega)$, $C=\frac{2.10^{-4}}{\pi}(\text{F})$, $f=50(\text{Hz})$. Cuộn dây thuần cảm. Khi $U_{L\max}$ thì L có giá trị bằng

A. $\frac{1}{\pi}(\text{H})$. B. $\frac{1}{2\pi}(\text{H})$. C. $\frac{2}{\pi}(\text{H})$. D. $\frac{3}{\pi}(\text{H})$.

Câu 5: Cho đoạn mạch không phân nhánh RLC, hiệu điện thế hai đầu mạch điện có biểu thức $u=200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)(\text{V})$, $R=100(\Omega)$ cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được, tụ có $C=\frac{50}{\pi}(\mu\text{F})$. Khi hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn dây đạt giá trị cực đại thì độ tự cảm của cuộn dây và giá trị cực đại đó sẽ là:

A. $\begin{cases}L=\frac{2,5}{\pi}(\text{H})\\U_{L\max}=447,2(\text{V})\end{cases}$. B. $\begin{cases}L=\frac{25}{\pi}(\text{H})\\U_{L\max}=447,2(\text{V})\end{cases}$.

C. $\begin{cases}L=\frac{2,5}{\pi}(\text{H})\\U_{L\max}=632,5(\text{V})\end{cases}$. D. $\begin{cases}L=\frac{50}{\pi}(\text{H})\\U_{L\max}=447,2(\text{V})\end{cases}$.

Câu 6: Đặt điện áp $u=U_0\cos(\omega t)(\text{V})$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, tụ điện và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thay đổi được. Biết dung kháng của tụ điện bằng $R\sqrt{3}$. Điều chỉnh L để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại, khi đó

A. điện áp giữa hai đầu điện trở lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

B. điện áp giữa hai đầu tụ điện lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

C. trong mạch có cộng hưởng điện.

D. điện áp giữa hai đầu cuộn cảm lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

Câu 7: Cho mạch xoay chiều RLC nối tiếp có L thay đổi. Khi $L=\frac{1}{\pi}(\text{H})$ hoặc $L=\frac{5}{\pi}(\text{H})$ thì công suất tiêu thụ của mạch có giá trị như nhau. Hỏi với giá trị nào của L thì hệ số công suất đạt cực đại?

A. $\frac{3}{\pi}(\text{H})$. B. $\frac{2}{\pi}(\text{H})$. C. $\frac{5}{3\pi}(\text{H})$. D. $\frac{4}{\pi}(\text{H})$.

Câu 8: Cho mạch xoay chiều RLC nối tiếp có L thay đổi. Khi $L=\frac{1}{\pi}(\text{H})$ hoặc $L=\frac{5}{\pi}(\text{H})$ thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn cảm có giá trị như nhau. Hỏi với giá trị nào của L thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn cảm đạt cực đại?

A. $\frac{15}{4\pi}(\text{H})$ B. $\frac{2}{\pi}(\text{H})$. C. $\frac{5}{3\pi}(\text{H})$. D. $\frac{4}{\pi}(\text{H})$.

Câu 9: Hiệu điện thế xoay chiều đặt vào hai đầu đoạn mạch RLC, biết cuộn dây thuần cảm và L thay đổi được. Khi $L=\frac{2,5}{\pi}(\text{H})$ hoặc $L=\frac{1,5}{\pi}(\text{H})$ thì cường độ dòng điện trong mạch trong hai trường hợp bằng nhau. Để công suất tiêu thụ trong mạch đạt cực đại thì L phải bằng:

A. $\frac{4}{\pi}(\text{H})$. B. $\frac{2}{\pi}(\text{H})$. C. $\frac{1}{\pi}(\text{H})$. D. $\frac{0,5}{\pi}(\text{H})$.

Câu 10: Cho mạch điện xoay chiều được mắc nối tiếp theo thứ tự $R-L-C$. Thay đổi L người ta thấy

$L=L_1=\frac{2}{\pi}(\mathrm{H})$ hoặc $L=L_2=\frac{4}{\pi}(\mathrm{H})$ thì hiệu điện thế trên hai đầu L như nhau. Tìm L để hiệu điện thế trên hai đầu mạch gồm $R, C, (u_{RC})$ trễ pha hơn hiệu điện thế hai đầu mạch một góc $\frac{\pi}{2}$. Chọn đáp án đúng:

A. $L=\frac{3}{\pi}(\mathrm{H})$. B. $L=\frac{2}{3\pi}(\mathrm{H})$.

C. $L=\frac{8}{3\pi}(\mathrm{H})$. D. $L=\frac{5}{3\pi}(\mathrm{H})$.

Câu 11: Cho đoạn mạch gồm các phần tử R, L, C mắc nối tiếp, trong đó L thay đổi. Đặt hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều có tần số $f=50(\mathrm{Hz})$. Khi cho $L=\frac{3}{\pi}(\mathrm{H})$ và $L=\frac{1}{\pi}(\mathrm{H})$ thì dòng điện tức thời i_1, i_2 tương ứng bằng nhau và đều lệch pha góc $\frac{\pi}{4}$ so với hiệu điện thế hai đầu mạch. Điện trở của mạch là

A. $80(\Omega)$. B. $100(\Omega)$. C. $150(\Omega)$. D. $220(\Omega)$.

Câu 12: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi 150 (V) vào đoạn mạch AMB gồm đoạn AM chỉ chứa điện trở R, đoạn mạch MB chứa tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp với một cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thay đổi được. Biết sau khi thay đổi độ tự cảm C thì điện áp hiệu dụng hai đầu mạch AM tăng $2\sqrt{2}$ lần và dòng điện trong mạch trước và sau khi thay đổi lệch pha nhau một góc $\frac{\pi}{2}$. Tìm điện áp hiệu dụng hai đầu mạch AM khi chưa thay đổi L?

A. 100 (V). B. $100\sqrt{2}(\mathrm{V})$.

C. $100\sqrt{3}(\mathrm{V})$. D. 120 (V).

Câu 13: Cho mạch điện gồm ba phần tử mắc nối tiếp theo thứ tự $R-L-C$. Trong đó cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được, điện trở thuần có giá trị $R=100(\Omega)$ và tụ điện có điện dung C không đổi. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều có tần số $f=50(\mathrm{Hz})$. Thay đổi L người ta thấy khi $L=L_1$ và khi $L=L_2=\frac{L_1}{2}$ thì công suất tiêu thụ trên đoạn mạch bằng nhau nhưng cường độ dòng điện tức thời lệch pha nhau một góc $\frac{2\pi}{3}$. Giá trị của L_1 và điện dung C lần lượt là

A. $\begin{cases} L=\frac{1}{4\pi}(\mathrm{H}) \\ C=\frac{3.10^{-4}}{\pi\sqrt{3}}(\mathrm{F}) \end{cases}$. B. $\begin{cases} L=\frac{4\sqrt{3}}{\pi}(\mathrm{H}) \\ C=\frac{3.10^{-4}}{\pi\sqrt{3}}(\mathrm{F}) \end{cases}$.

C. $\begin{cases} L=\frac{4\sqrt{3}}{\pi}(\mathrm{H}) \\ C=\frac{10^{-4}}{3\pi\sqrt{3}}(\mathrm{F}) \end{cases}$. D. $\begin{cases} L=\frac{4\sqrt{3}}{\pi}(\mathrm{H}) \\ C=\frac{3.10^{-4}}{2\pi\sqrt{3}}(\mathrm{F}) \end{cases}$.

Câu 14: Cho đoạn mạch gồm các phần tử R, L, C mắc nối tiếp, trong đó L thay đổi. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều tần số f. Khi $L=\frac{2}{\pi}(\mathrm{H})$ hoặc $L=\frac{3}{\pi}(\mathrm{H})$ thì hiệu điện thế trên cuộn dây thuần cảm là như nhau. Muốn hiệu điện thế trên cuộn dây đạt cực đại thì L phải bằng:

A. $\frac{2,4}{\pi}(\mathrm{H})$. B. $\frac{2,5}{\pi}(\mathrm{H})$. C. $\frac{1}{\pi}(\mathrm{H})$. D. $\frac{5}{\pi}(\mathrm{H})$.

Câu 15: Đặt điện áp xoay chiều $u=U\sqrt{2}\cos(100\pi t)(\mathrm{V})$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, tụ điện có điện dung C và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thay đổi được. Điều chỉnh L để điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn cảm đạt giá trị cực đại thì thấy giá trị cực đại đó bằng 100 (V) và điện áp hiệu dụng ở hai đầu tụ điện bằng 36 (V). Giá trị của U là

A. 64 (V). B. 80 (V). C. 48(V). D. 136 (V).

Câu 16: Đặt vào hai đầu mạch điện RLC mắc nối tiếp một điện áp xoay chiều $u=100\cos(100\pi t)(\mathrm{V})$, cuộn dây thuần cảm và có hệ số tự cảm L biến thiên. Chỉnh L để cho điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây là lớn nhất thì thấy rằng khi u triệt tiêu thì điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở và tụ điện là $u_{RC}=\pm 100(\mathrm{V})$. Điện áp hiệu dụng cực đại giữa đầu cuộn dây là:

A. $50\sqrt{2}(\mathrm{V})$. B. 50 (V).

C. 100 (V). D. $50\sqrt{3}(\mathrm{V})$.

Câu 17: Mạch điện xoay chiều R, L, C ghép nối tiếp. Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U=100\sqrt{3}(\mathrm{V})$ vào hai đầu đoạn mạch. Khi L biến thiên có một giá trị của L làm cho U_L cực đại, lúc đó thấy $U_C=200(\mathrm{V})$. Hiệu điện thế trên cuộn dây thuần cảm đạt giá trị cực đại bằng:

A. 100 (V). B. 200 (V). C. 300 (V). D. $200\sqrt{3}$(V).

Câu 18: Cho mạch điện RLC nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp $u=200\sqrt{2}\cos(100\pi t)(\mathrm{V})$. Điều chỉnh $L=L_1$ thì điện áp hai đầu cuộn dây đạt cực đại và gấp đôi điện áp hiệu dụng trên hai đầu điện trở R khi đó. Sau đó điều chỉnh $L=L_2$ để điện áp hiệu dụng trên điện trở R đạt cực đại thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây là:

A. 100 (V). B. 200 (V). C. 300 (V). D. 150 (V).

Câu 19: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi, tần số $f=50(\text{Hz})$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thay đổi được và tụ điện có điện dung. Điều chỉnh độ tự cảm L đến giá trị $\frac{1}{5\pi}(\text{H})$ hoặc $\frac{4}{5\pi}(\text{H})$ thì cường độ dòng điện trong mạch có giá trị hiệu dụng như nhau, điều chỉnh L đến giá trị $\frac{3}{5\pi}(\text{H})$ hoặc $\frac{6}{5\pi}(\text{H})$ thì hiệu điện thế hai đầu cuộn cảm bằng nhau. Giá trị của điện trở thuần R gần với giá trị nào nhất sau đây?

A. $52(\Omega)$. B. $63(\Omega)$. C. $54(\Omega)$. D. $37(\Omega)$.

Câu 20: Cho mạch điện xoay chiều AB gồm hai đoạn AM và MB mắc nối tiếp, đoạn AM gồm biến trở R và tụ điện có điện dung C, đoạn MB chỉ có cuộn cảm thuần có độ tự cảm thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch AB một điện áp xoay chiều ổn định $u=U\sqrt{2}\cos(\omega t)(\text{V})$. Ban đầu, giữ $L=L_1$, thay đổi giá trị của biến trở R ta thấy điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch AM luôn không đổi với mọi giá trị của biến trở. Sau đó, giữ $R=Z_{L_1}$ thay đổi L để điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn cảm cực đại, giá trị điện áp hiệu dụng cực đại trên cuộn cảm bằng

A. $\frac{U\sqrt{2}}{2}(\text{V})$. B. $\frac{U}{2}(\text{V})$.

C. $\frac{U\sqrt{3}}{2}(\text{V})$. D. $\frac{U\sqrt{5}}{2}(\text{V})$.

Câu 21: Đặt điện áp $u=U_0\cos(\omega t)(\text{V})$ (U_0 và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở R, tụ điện có điện dung C, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thay đổi được. Khi $L=L_1$ và $L=L_2$; điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn cảm có cùng giá trị; độ lệch pha của điện áp ở hai đầu đoạn mạch so với cường độ dòng điện lần lượt là 0,52 (rad) và 1,05 (rad). Khi $L=L_0$ điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại; độ lệch pha của điện áp ở hai đầu đoạn mạch so với cường độ dòng điện là φ. Giá trị của φ. Giá trị của φ gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 1,57 (rad). B. 0,83 (rad).

C. 0,26 (rad). D. 0,41 (rad).

Câu 22: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U không đổi, tần số $f=50(\text{Hz})$ vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần R, cuộn dây thuần cảm có L thay đổi được, tụ điện có $C=\frac{10^{-4}}{\pi}(\text{F})$. Khi $L=L_1=\frac{2}{\pi}(\text{H})$ thì $i=I_1\sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{12}\right)(\text{A})$. Khi $L=L_2=\frac{4}{\pi}(\text{H})$ thì $i=I_2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{4}\right)(\text{A})$. Giá trị của R là

A. $100\sqrt{3}(\Omega)$. B. $100(\Omega)$.

C. $100\sqrt{2}(\Omega)$. D. $200(\Omega)$.

Câu 23: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và có tần số không thay đổi vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở R, cuộn cảm thuần L và tụ điện C ghép nối tiếp. Giá trị của R và C không đổi. Thay đổi giá trị của L nhưng luôn có $R^2<\frac{2L}{C}$ thì khi $L=L_1=\frac{1}{2\pi}(\text{H})$, điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm thuần có biểu thức là $u_{L_2}=U_1\cos(\omega t+\varphi_2)(\text{V})$; khi $L=L_1=\frac{2}{\pi}(\text{H})$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm thuần có biểu thức là $u_{L_3}=U_2\sqrt{2}\cos(\omega t+\varphi_3)(\text{V})$. So sánh U_1 và U_2 ta có hệ thức đúng là

A. $U_1<U_2$. B. $U_1>U_2$.

C. $U_1=U_2$. D. $U_2=\sqrt{2}U_1$.

Câu 24: Đoạn mạch xoay chiều AB gồm điện trở R mắc nối tiếp cuộn dây thuần cảm có L thay đổi được, điện áp hai đầu cuộn cảm được đo bằng một vôn kế có điện trở rất lớn. Khi $L=L_1$ thì vôn kế chỉ V_1, độ lệch pha giữa điện áp hai đầu đoạn mạch với dòng điện là φ_1, công suất của mạch là P_1. Khi $L=L_2$ thì vôn kế chỉ V_2, độ lệch pha giữa điện áp hai đầu mạch và dòng điện là φ_2, công suất của mạch là P_2. Biết $\varphi_1+\varphi_2=\frac{\pi}{2}$ và $V_1=2V_2$. Tỉ số $\frac{P_2}{P_1}$ là:

A. 4. B. 6. C. 5. D. 8.

Câu 25: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos(\omega t)(\text{V})$ ổn định vào hai đầu đoạn mạch nối tiếp gồm điện trở thuần, tụ điện và cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được. Khi $L=L_1$ hay $L=L_2,(L_1>L_2)$ thì công suất tiêu thụ của mạch điện tương ứng là P_1 và P_2, $(P_2=3P_1)$, độ lệch pha giữa điện áp hai đầu mạch điện với cường độ dòng điện trong mạch tương ứng là φ_1 và φ_2 với $|\varphi_1|+|\varphi_2|=\frac{\pi}{2}$. Độ lớn φ_1 và φ_2 lần lượt là

A. $\frac{5\pi}{12};\frac{\pi}{12}$. B. $\frac{\pi}{6};\frac{\pi}{3}$. C. $\frac{\pi}{12};\frac{5\pi}{12}$. D. $\frac{\pi}{3};\frac{\pi}{6}$.

ĐÁP ÁN

1.B	2.D	3.B	4.A	5.A	6.A	7.A	8.A	9.B	10.C
11.B	12.B	13.C	14.A	15.B	16.C	17.C	18.B	19.D	20.D
21.B	22.A	23.B	24.A	25.D					

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án B.

Ta có $I_{MAX} \Leftrightarrow Z_L = Z_C \Rightarrow L = \dfrac{1,5}{\pi}(\text{H})$

Câu 2: Đáp án D.

Ta có $U_{L(MAX)} \Leftrightarrow Z_L = \dfrac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} = \dfrac{R^2}{Z_C} + Z_C$

$\Leftrightarrow L\omega = R^2.C\omega + \dfrac{1}{C\omega} \Leftrightarrow L = CR^2 + \dfrac{1}{C\omega^2}$

Câu 3: Đáp án B.

Ta có $P_{MAX} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_L = Z_C \Rightarrow L = \dfrac{2}{\pi}(\text{H}) \\ P_{MAX} = \dfrac{U^2}{R+r} = 400(\text{W}) \end{cases}$

Câu 4: Đáp án A.

Ta có $U_{L(MAX)} \Leftrightarrow Z_L = \dfrac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} \Rightarrow L = \dfrac{1}{\pi}(\text{H})$

Câu 5: Đáp án A.

Ta có $U_{L(MAX)} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_L = \dfrac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} \\ U_{L(MAX)} = \dfrac{U}{R}\sqrt{R^2 + Z_C^2} \end{cases}$

$\Leftrightarrow \begin{cases} L = \dfrac{2,5}{\pi}(\text{H}) \\ U_{L(MAX)} = 447,2(\text{V}) \end{cases}$

Câu 6: Đáp án A.

$U_{L(MAX)} \Leftrightarrow Z_L = \dfrac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} = \dfrac{R^2 + \left(R\sqrt{3}\right)^2}{R\sqrt{3}} = \dfrac{2R}{\sqrt{3}}$

$\Rightarrow \tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{\dfrac{2R}{\sqrt{3}} - R\sqrt{3}}{R} = -\dfrac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{6}$

Câu 7: Đáp án A.

$\begin{cases} P_{L_1} = P_{L_2} \Leftrightarrow Z_C = \dfrac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2} \\ P_{L(MAX)} \Leftrightarrow Z_L = Z_C \end{cases}$

$\Rightarrow Z_L = \dfrac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2} \Leftrightarrow L = \dfrac{L_1 + L_2}{2} = \dfrac{3}{\pi}(\text{H})$

Câu 8: Đáp án A. $\begin{cases} U_{L_1} = U_{L_2} \\ U_{L(MAX)} \end{cases} \Leftrightarrow \dfrac{1}{Z_L} = \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{1}{Z_{L_1}} + \dfrac{1}{Z_{L_2}}\right)$

$\Leftrightarrow L = \dfrac{2L_1L_2}{L_1 + L_2} = \dfrac{15}{4\pi}(\text{H})$

Câu 9: Đáp án B.

$\begin{cases} I_{L_1} = I_{L_2} \Leftrightarrow Z_C = \dfrac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2} \\ P_{L(MAX)} \Leftrightarrow Z_L = Z_C \end{cases}$

$\Rightarrow Z_L = \dfrac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2} \Leftrightarrow L = \dfrac{L_1 + L_2}{2} = \dfrac{2}{\pi}(\text{H})$

Câu 10: Đáp án C.

$\begin{cases} U_{L_1} = U_{L_2} \\ (\vec{U}; \vec{U_{RC}}) = \dfrac{\pi}{2} \Leftrightarrow U_{L(MAX)} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{1}{Z_L} = \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{1}{Z_{L_1}} + \dfrac{1}{Z_{L_2}}\right)$

$\Leftrightarrow L = \dfrac{2L_1L_2}{L_1 + L_2} = \dfrac{8}{3\pi}(\text{H})$

Câu 11: Đáp án B.

$\begin{cases} I_{L_1} = I_{L_2} \Leftrightarrow Z_C = \dfrac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2} = 200(\Omega) \\ L_1 : \begin{cases} Z_{L_1} = 300(\Omega) \\ Z_C = 200(\Omega) \end{cases} \Rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{4} \Rightarrow \tan\varphi = 1 \end{cases}$

$\Leftrightarrow \dfrac{Z_{L_1} - Z_C}{R} = 1 \Leftrightarrow R = 100(\Omega)$

Câu 12: Đáp án B.

$\begin{cases} |\varphi_{i_1}| + |\varphi_{i_2}| = \dfrac{\pi}{2} \Rightarrow \cos^2\varphi_1 + \cos^2\varphi_2 = 1 \\ \Leftrightarrow \left(\dfrac{U_{R_1}}{U}\right)^2 + \left(\dfrac{U_{R_2}}{U}\right)^2 = 1 \\ \Leftrightarrow U^2 = U_{R_1}^2 + U_{R_2}^2 = U_{R_1}^2 + \left(U^2 - U_{MB_2}^2\right) \\ \Leftrightarrow U_{R_1}^2 = U_{MB_2}^2 = \left(2\sqrt{2}U_{MB_1}\right)^2 = 8U_{MB_1}^2 \\ U^2 = U_{R_1}^2 + U_{MB_1}^2 = \dfrac{9}{8}U_{R_1}^2 \Leftrightarrow U_{R_1} = 100\sqrt{2}\text{V} \end{cases}$

Câu 13: Đáp án C.

$\begin{cases} L = L_1 \Rightarrow Z_{L_1} = a \\ L = L_2 = \dfrac{L_1}{2} \Rightarrow Z_{L_2} = \dfrac{Z_{L_1}}{2} = \dfrac{a}{2} \Rightarrow Z_C = \dfrac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2} = \dfrac{3a}{4}. \\ P_{L_1} = P_{L_2} \end{cases}$

Mặc khác $\begin{cases} |\varphi_1| + |\varphi_2| = \dfrac{2\pi}{3} \Rightarrow |\varphi_1| = |\varphi_2| = \dfrac{\pi}{3}. \\ |\varphi_1| = |\varphi_2| \end{cases}$

Khi $L = L_1$ ta có $\begin{cases} Z_{L_1} = a \\ Z_C = \dfrac{3a}{4} \Rightarrow \varphi_1 = \dfrac{\pi}{3} \Rightarrow \tan\varphi_1 = \sqrt{3} \end{cases}$

$\Leftrightarrow \dfrac{Z_{L_1} - Z_C}{R} = \sqrt{3} \Leftrightarrow \dfrac{a - \dfrac{3a}{4}}{100} = \sqrt{3} \Leftrightarrow a = 400\sqrt{3}$

Từ đó suy ra $\begin{cases} L_1 = \dfrac{4\sqrt{3}}{\pi}(H) \\ C = \dfrac{10^{-4}}{3\pi\sqrt{3}}(F) \end{cases}$

Câu 14: Đáp án A.

$$\begin{cases} U_{L_1} = U_{L_2} \\ U_{L(MAX)} \end{cases} \Leftrightarrow \frac{1}{Z_L} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{Z_{L_1}} + \frac{1}{Z_{L_2}}\right) \Leftrightarrow L = \frac{2L_1L_2}{L_1+L_2} = \frac{2,4}{\pi}(\text{H})$$

Câu 15: Đáp án B.

$$U_{L(MAX)} \Leftrightarrow U_{L(MAX)}^2 - U_L U_C - U^2 = 0 \Leftrightarrow U = 80(\text{V})$$

Câu 16: Đáp án C.

$$U_{L(MAX)} \Leftrightarrow \vec{U} \perp \overrightarrow{U_{RC}} \Leftrightarrow \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 + \left(\frac{u_{RC}}{U_{0RC}}\right)^2 = 1$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{0}{100}\right)^2 + \left(\frac{100}{U_{0RC}^2}\right)^2 = 1 \Leftrightarrow U_{0RC} = 100(V)$$

$$U_L^2 = U^2 + U_{RC}^2 = \left(50\sqrt{2}\right)^2 + \left(50\sqrt{2}\right)^2 = 100^2$$

$$\Leftrightarrow U_L = 100(V)$$

Câu 17: Đáp án C.

$$U_{L(MAX)} \Leftrightarrow U_{L(MAX)}^2 - U_L U_C - U^2 = 0 \Leftrightarrow U_L = 300(\text{V})$$

Câu 18: Đáp án B.

$$\begin{cases} L = L_1 \to U_{L_1(MAX)} = 2U_R \Leftrightarrow Z_{L_1} = 2R \\ \Leftrightarrow \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} = 2R \Leftrightarrow Z_C = R \\ L = L_2 \to U_{R(MAX)} \Leftrightarrow Z_{L_2} = Z_C \\ \Leftrightarrow \begin{cases} U_{R(MAX)} = U \\ U_L = \frac{U}{R} Z_{L_2} = \frac{U}{R} Z_C = \frac{U}{R} R = U = 200(\text{V}) \end{cases} \end{cases}$$

Câu 19: Đáp án D.

$$\text{Ta có } \begin{cases} L_1 = \frac{1}{5\pi}(H) \\ L_2 = \frac{4}{5\pi}(H) \Leftrightarrow Z_C = \frac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2} = 50(\Omega). \\ P_{L_1} = P_{L_2} \end{cases}$$

$$\text{Mặt khác } \begin{cases} L_3 = \frac{3}{5\pi}(H) \\ L_4 = \frac{6}{5\pi}(H) \Rightarrow L = L_0 \to U_{L_0(MAX)} \\ U_{L_3} = U_{L_4} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} Z_{L_0} = \frac{2Z_{L_3}Z_{L_4}}{Z_{L_3} + Z_{L_4}} = 80(\Omega) \\ Z_{L_0} = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} \Rightarrow R = 38,73(\Omega) \end{cases}$$

Câu 20: Đáp án D.

$$\begin{cases} \begin{cases} L = L_1 \\ R \nearrow \end{cases} \to U_{AM} = U_{RC} \notin R \Leftrightarrow Z_{L_1} = 2Z_C \\ \begin{cases} R = Z_{L_1} = 2Z_C \Rightarrow Z_C = \frac{R}{4} \\ L \nearrow \to U_{L(MAX)} \end{cases} \\ \Leftrightarrow U_{L(MAX)} = \frac{U}{R}\sqrt{R^2 + Z_C^2} = \frac{U}{R}\sqrt{R^2 + \left(\frac{R}{4}\right)^2} = \frac{U\sqrt{5}}{2} \end{cases}$$

Câu 21: Đáp án B.

$$\varphi = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} = 0,785$$

Câu 22: Đáp án A.

$$\begin{cases} L = L_1 \Rightarrow \varphi_1 = \left(\varphi_u - \varphi_{i_1}\right) : \tan\varphi_1 = \frac{100}{R} \\ L = L_2 \Rightarrow \varphi_2 = \left(\varphi_u - \varphi_{i_2}\right) : \tan\varphi_2 = \frac{300}{R} = 3\tan\varphi_1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \varphi_2 - \varphi_1 = -\frac{\pi}{12} + \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{6} :$$

$$\tan\left(\varphi_2 - \varphi_1\right) = \frac{\tan\varphi_2 - \tan\varphi_1}{1 + \tan\varphi_1 \tan\varphi_2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\Leftrightarrow \tan\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \Leftrightarrow R = 100\sqrt{3}(\Omega)$$

Câu 23: Đáp án B.

$$\begin{cases} U_{L_1} = U_{L_2} \to L = L_0 \to U_{L(MAX)} \Leftrightarrow \frac{1}{Z_L} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{Z_{L_1}} + \frac{1}{Z_{L_2}}\right) \\ \Leftrightarrow L = \frac{2L_1L_2}{L_1+L_2} = \frac{2}{3\pi}(\text{H}) \\ \left|\frac{1}{\pi} - \frac{2}{3\pi}\right| < \left|\frac{2}{\pi} - \frac{2}{3\pi}\right| \Rightarrow U_1 > U_2 \end{cases}$$

Câu 24: Đáp án A.

$$\text{Ta có } \begin{cases} \varphi_1 + \varphi_2 = \frac{\pi}{2} \\ \sin\varphi_1 = \frac{V_1}{V} \\ \sin\varphi_2 = \cos\varphi_1 = \frac{V_2}{V} \end{cases} \Rightarrow \sin^2\varphi_1 + \cos^2\varphi_1 = 1.$$

$$\Leftrightarrow V^2 = V_1^2 + V_2^2 = 5V_2^2 \Leftrightarrow V_{R_2}^2 = 5V_2^2 - V_2^2 = 4V_2^2$$

$$\text{Do đó } \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{U^2}{R}\cos^2\varphi_2}{\frac{U^2}{R}.\cos^2\varphi_1} = \frac{\cos^2\varphi_2}{\cos^2\varphi_1} = \frac{\cos^2\varphi_2}{\sin^2\varphi_2}$$

$$= \left(\cot\varphi_2\right)^2 = \frac{V_{R_2}^2}{V_2^2} = \frac{4V_2^2}{V_2^2} = 4$$

Câu 25: Đáp án D.

$$\begin{cases} \left|\varphi_1\right| + \left|\varphi_2\right| = \frac{\pi}{2} \Leftrightarrow \cos^2\varphi_1 + \cos^2\varphi_2 = 1 \\ \begin{cases} P_2 = 3P_1 \\ P = P_{MAX}\cos^2\varphi \end{cases} \Leftrightarrow \cos^2\varphi_2 = 3\cos^2\varphi_1 \end{cases}$$

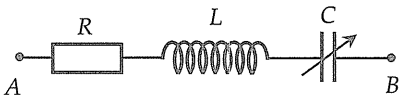
$$\Leftrightarrow \begin{cases} \cos\varphi_1 = \frac{1}{2} \\ \cos\varphi_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \left|\varphi_1\right| = \frac{\pi}{3} \\ \left|\varphi_2\right| = \frac{\pi}{6} \end{cases}$$

VII. BÀI TOÁN ĐIỆN DUNG C BIẾN THIÊN

Bài toán C biến thiên cũng có các vấn đề cần phải xem xét giống như bài toán L biến thiên. Các kết quả thu được có biểu thức tương tự nhau.

1. Phương pháp

Đặt vào hai đầu đoạn mạch AB một hiệu điện thế xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng U và tần số góc ω không đổi $u=U_0\cos(\omega t+\varphi_u)$



Đoạn mạch AB gồm C là một tụ điện có điện dung thay đổi. R là điện trở thuần, L là cuộn cảm thuần.

1. Thay đổi C để $U_R;P;I;\cos\varphi$ đạt giá trị lớn nhất. Tìm Z_C trương ứng.

2. Thay đổi C để $U_{C_{max}}$. Tìm $U_{C_{max}}$ và Z_C khi đó.

Suy ra các hệ quả quan trọng khi thay đổi L và $U_{C_{max}}$.

3. Thay đổi C thấy khi $C=C_1$ hoặc $C=C_2$ thì công suất của mạch có giá trị như nhau. Tính Z_L và tìm C để công suất trong mạch đạt giá trị cực đại.

4. Thay đổi C thấy khi $C=C_1$ hoặc $C=C_2$ thì U_C như nhau.

Hỏi phải thay đổi C bằng bao nhiêu thì $U_{C_{max}}$.

5. Thay đổi C thấy khi $C=C_1$ hoặc $C=C_2$ thì U_C như nhau. Khi đó độ lệch pha giữa u và i có giá trị tương ứng là φ_1 và φ_2.

Thay đổi C để $U_{C_{max}}$ thì độ lệch pha giữa u và i là φ_0. Tìm mối liên giữa $\varphi_0,\varphi_1,\varphi_2$.

6. Thay đổi C để $U_{RC_{max}}$, $U_{RC_{min}}$. Tìm Z_C khi đó.

Lời giải

1. Thay đổi C để U_R; P; I; $\cos\varphi$; U_L đạt giá trị lớn nhất. Tìm Z_C tương ứng.

Ta thấy
$$\begin{cases} U_R=IR=\dfrac{UR}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}} \\ P=RI^2=\dfrac{RU^2}{R^2+(Z_L-Z_C)^2} \\ I=\dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}} \\ \cos\varphi=\dfrac{R}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}} \\ U_L=IZ_L=\dfrac{UZ_L}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}} \end{cases}$$

Tử số của tất cả các đại lượng trên đều không thay đổi khi C thay đổi. Do đó các đại lượng trên đạt giá trị lớn nhất khi mẫu số nhỏ nhất.

Dễ thấy vì $(Z_L - Z_C)^2 \geq 0$ và dấu bằng xảy ra khi $Z_C = Z_L$ nên mẫu nhỏ nhất khi $Z_C = Z_L$.

Vậy với $Z_C = Z_L$ thì U_R; P; I; $\cos\varphi$; U_L đạt giá trị lớn nhất.

Các giá trị cực đại tương ứng là $\begin{cases} U_{R\max} = U \\ P_{\max} = \dfrac{U^2}{R} \\ I_{\max} = \dfrac{U}{R} \\ \cos\varphi_{\max} = 1 \\ U_{L_{\max}} = U\dfrac{Z_L}{R} \end{cases}$

2. Thay đổi C để $U_{C_{\max}}$. Tìm $U_{C_{\max}}$ và Z_C khi đó. Suy ra các hệ quả quan trọng khi thay đổi C để $U_{C_{\max}}$.

- Cách 1: Thuần đại số

Ta viết biểu thức của U_C theo C và khảo sát xem U_C lớn nhất khi nào. Ta có

$$U_C = IZ_C = \frac{UZ_C}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$$

Vì khi C thay đổi thì cả tử và mẫu thay đổi, do đó để việc khảo sát đơn giản, ta sẽ chia cả tử và mẫu cho Z_C để tử số là hằng số. Ta có

$$U_C = \frac{UZ_C}{\frac{1}{Z_C}\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{\frac{R^2 + Z_L^2}{Z_C^2} - 2\frac{Z_L}{Z_C} + 1}} = \frac{U}{\sqrt{Y}}$$

Vậy để U_C lớn nhất thì Y phải nhỏ nhất. Thật vậy nếu đặt $X = \dfrac{1}{Z_C}$ thì khi đó rõ ràng Y là một tam thức bậc hai: $Y = (R^2 + Z_L^2).X^2 - 2Z_L.X + 1$

Vì hệ số của tam thức bậc hai này luôn dương nên ta có Y lớn nhất khi

$$X = -\frac{b}{2a} \Leftrightarrow \frac{1}{Z_C} = -\frac{-2Z_L}{2(R^2 + Z_L^2)} \Leftrightarrow Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$$

Khi đó: $Y_{\min} = -\dfrac{\Delta'}{a} = -\dfrac{Z_L^2 - (R^2 + Z_L^2)}{R^2 + Z_L^2} = \dfrac{R^2}{R^2 + Z_L^2}$

Suy ra giá trị lớn nhất của U_C là $U_{C_{\max}} = \dfrac{U}{\sqrt{\frac{R^2}{R^2 + Z_L^2}}} \Rightarrow U_{C_{\max}} = \dfrac{U}{C}\sqrt{R^2 + Z_L^2}$

Vậy $U_{C_{\max}} = \dfrac{U}{R}\sqrt{R^2 + Z_L^2}$ khi $Z_C = \dfrac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$.

Nhận xét: Chúng ta sang một lời giải bằng cách sử dụng giản đồ vécto sau đây.

- Cách 2: Giản đồ vécto

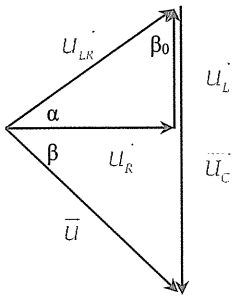
Vẽ giản đồ vécto trượt ta có giản đồ sau đây

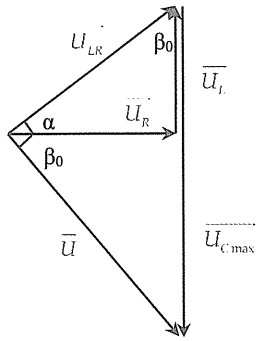
Theo giản đồ vécto và định lý hàm số sin trong tam giác, ta có

$$\frac{U_C}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{U}{\sin\beta_0}$$

Chú ý

Lời giải bằng đại số cho ta lời giải trong sáng, tự nhiên và dễ nghĩ. Chỉ có điều chúng ta phải tính toán nhiều, và từ lời giải này ta khó có thể suy ra các hệ quả quan trọng.





STUDY TIP

Chúng ta không phải nhớ các công thức này, mà khi làm bài tập hãy nhớ giản đồ và vẽ giản đồ ra, xem xét các dữ kiện bài toán và sử dụng hợp lí. Tất cả chỉ xoay quanh các hệ thức lượng trong tam giác mà thôi!

Từ phương trình này ta thấy ngay U_C phụ thuộc vào góc β.

Vì $\sin\beta_0 = \dfrac{U_R}{U_{RL}} = \dfrac{R}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}$, nên

$$U_C = \frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_L^2}\sin(\alpha+\beta) \le \frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_L^2}$$

Đẳng thức xảy ra khi $\sin(\alpha+\beta)$ tương đương $\alpha+\beta=\dfrac{\pi}{2}$ nên ta có

$$U_{C_{\max}} = \frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_L^2}.$$

Theo hệ thức lượng trong tam giác vuông ta có: $U_{RL}^2 = U_L U_C$, từ đó suy ra

$$Z_C Z_L = R^2 + Z_L^2 \Rightarrow Z_C = \frac{R^2+Z_L^2}{Z_L}$$

Đây cũng chính là những kết quả ta thu được ở phương pháp đại số. Tuy nhiên, quan sát giản đồ và áp dụng các hệ thức lượng trong tam giác vuông, ta có một số kết quả quan trọng sau đây mà phương pháp đại số rất khó nhìn nhận ra.

- Khi $U_{C_{\max}}$ thì hiệu điện thế tức thời ở hai đầu mạch luôn trễ pha hơn u_{RL} một góc 90^0.
- Dựa vào hệ thức lượng trong tam giác vuông, ta có

$$\begin{cases} \left(U_{C_{\max}}\right)^2 = U^2 + U_{RL}^2 = U^2 + U_R^2 + U_L^2 \\ U_{RL}^2 = U_L U_{C_{\max}} \\ U^2 = U_{C_{\max}}\left(U_{C_{\max}} - U_L\right) \\ \dfrac{1}{U_R^2} = \dfrac{1}{U^2} + \dfrac{1}{U_{RL}^2} \end{cases}$$

3. Thay đổi C thấy khi $C=C_1$ hoặc $C=C_2$ thì công suất của mạch có giá trị như nhau. Tính Z_L và tìm C để công suất trong mạch đạt giá trị cực đại.

Vì có hai giá trị của C cho cùng giá trị công suất nên ta có

$$P_1 = P_2 \Leftrightarrow R\frac{U^2}{R^2+\left(Z_{C_1}-Z_L\right)^2} = R\frac{U^2}{R^2+\left(Z_{C_2}-Z_L\right)^2}$$

Biểu thức trên tương đương với

$$\left(Z_{C_1}-Z_L\right)^2 = \left(Z_{C_2}-Z_L\right)^2 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} Z_{C_1}-Z_L = Z_{C_2}-Z_L \\ Z_{C_1}-Z_L = -\left(Z_{C_2}-Z_L\right) \end{array}\right.$$

Nhận xét

Thay "công suất của mạch" ở đề bài bằng $I;U_R;U_L;Z;\cos\varphi$ thì ta vẫn thu được kết quả trên.

Vì Z_{C_1} khác Z_{C_2} nên từ phương trình trên ta có: $Z_L = \dfrac{Z_{C_1}+Z_{C_2}}{2}$

Mặt khác, khi thay đổi C để công suất cực đại thì ta có $Z_C = Z_L$, do đó ta có

$$Z_L = Z_C = \frac{Z_{C_1}+Z_{C_2}}{2} \Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)$$

4. Thay đổi C thấy khi $C=C_1$ hoặc $C=C_2$ thì U_C như nhau. Hỏi phải thay đổi C bằng bao nhiêu thì $U_{C_{\max}}$?

- Cách 1: Biến đổi thuần túy

Khi có hai giá trị của C cho cùng một giá trị hiệu điện thế thì ta có

$$U_{C_1}=U_{C_2}\Leftrightarrow Z_{C_1}I_1=Z_{C_2}I_2\Leftrightarrow\frac{Z_{C_1}U}{\sqrt{R^2+\left(Z_{C_1}-Z_L\right)^2}}=\frac{Z_{C_2}U}{\sqrt{R^2+\left(Z_{C_2}-Z_L\right)^2}}$$

Bình phương và khai triển biểu thức trên ta thu được

$$\frac{Z_{C_1}^2}{R^2+Z_L^2+Z_{C_1}^2-2Z_{C_1}Z_L}=\frac{Z_{C_2}^2}{R^2+Z_L^2+Z_{C_2}^2-2Z_{C_2}Z_L}$$

Theo kết quả phần trên khi hiệu điện thế giữa hai đầu tụ điện cực đại thì $Z_CZ_L=R^2+Z_L^2$ với giá trị Z_C là giá trị làm cho $U_{C\max}$.

Thay vào biểu thức trên ta thu được $\frac{Z_{C_1}^2}{Z_CZ_L+Z_{C_1}^2-2Z_{C_1}Z_L}=\frac{Z_{C_2}^2}{Z_CZ_L+Z_{C_2}^2-2Z_{C_2}Z_L}$

Tiếp tục khai triển biểu thức trên ta thu được $\left(Z_{C_1}^2-Z_{C_2}^2\right)Z_C=2Z_{C_1}Z_{C_2}\left(Z_{C_1}-Z_{C_2}\right)$

Vì $C_1\neq C_2$ nên $Z_C=\frac{2Z_{C_1}Z_{C_2}}{Z_{C_1}+Z_{C_2}}\Leftrightarrow\frac{1}{Z_C}=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{Z_{C_1}}+\frac{1}{Z_{C_2}}\right)\Leftrightarrow C=\frac{1}{2}\left(C_1+C_2\right)$

với C là giá trị làm cho $U_{C\max}$.

- Cách 2: Sử dụng định lí Viet

Vì khi thay đổi C thấy khi $C=C_1$ hoặc $C=C_2$ thì U_C như nhau nên ta có Z_{C_1} và Z_{C_2} là hai nghiệm của phương trình

$$U_C=\frac{UZ_C}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}\Leftrightarrow R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2-\left(Z_C\right)^2\left(\frac{U}{U_C}\right)^2=0$$

$$\Leftrightarrow\left(1-\frac{U^2}{U_C^2}\right).\left(Z_C\right)^2-2Z_L.Z_C+R^2+Z_L^2=0$$

Đây là một phương trình bậc hai theo Z_C. Theo định lí Viet, ta có

$$\begin{cases}Z_{C_1}+Z_{C_2}=-\frac{b}{a}\\ Z_{C_1}Z_{C_2}=\frac{c}{a}\end{cases}\Rightarrow\frac{Z_{C_1}+Z_{C_2}}{Z_{C_1}Z_{C_2}}=-\frac{b}{c}=\frac{2Z_L}{R^2+Z_L^2}\quad(1)$$

Mà khi thay đổi C để $U_{C\max}$ thì ta có $Z_C=\frac{R^2+Z_L^2}{Z_L}\quad(2)$

Từ (1) và (2) ta có $\frac{1}{Z_C}=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{Z_{C_1}}+\frac{1}{Z_{C_2}}\right)\Leftrightarrow C=\frac{1}{2}\left(C_1+C_2\right)$

5. Thay đổi C thấy khi $C=C_1$ hoặc $C=C_2$ thì U_C như nhau. Khi độ lệch pha giữa u và i có giá trị tương ứng là φ_1 và φ_2.

Thay đổi C để $U_{C\max}$ thì độ lệch pha giữa u và i là φ_0. Tìm mối liên hệ giữa φ_0, φ_1, φ_2

- Cách 1: Đại số thuần túy

Ta cần tìm mối liên hệ giữa các giá trị đại số φ_0, φ_1, φ_2 nên ta nghĩ đến dùng công thức $\tan\varphi$.

Khi thay đổi C để $U_{C\max}$ thì ta có

$$\begin{cases} Z_C = \dfrac{R^2+Z_L^2}{Z_L} \\ \tan\varphi_0 = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} \end{cases} \Rightarrow \tan\varphi_0 = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{Z_L - \dfrac{R^2+Z_L^2}{Z_L}}{R} = -\frac{R}{Z_L} < 0 \Rightarrow \varphi_0 < 0$$

Suy ra $-\frac{\pi}{2} < \varphi_0 < 0 \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi_0 > 0 \\ \sin\varphi_0 < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sqrt{1+\tan^2\varphi_0} = \dfrac{1}{|\cos\varphi_0|} = \dfrac{1}{\cos\varphi_0} \\ \sqrt{1+\cot^2\varphi_0} = \dfrac{1}{|\sin\varphi_0|} = -\dfrac{1}{\sin\varphi_0} \end{cases}$

Ta có $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} \Rightarrow Z_L - Z_C = R\tan\varphi \Rightarrow Z_C = Z_L - R\tan\varphi$

Mặt khác ta có: $U_C = \frac{UZ_C}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}} = \frac{U(Z_L - R\tan\varphi)}{\sqrt{R^2+R^2\tan^2\varphi}}$

$$= \frac{U}{R}\left(\frac{Z_L - R\tan\varphi}{\sqrt{1+\tan^2\varphi}}\right) = \frac{U}{R}\left(\frac{Z_L - R\tan\varphi}{\dfrac{1}{\cos\varphi}}\right) \quad \left(-\frac{\pi}{2} < \varphi < \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi > 0\right)$$

$$= \frac{U}{R}(Z_L\cos\varphi - R\sin\varphi) = \frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_L^2}\left(\frac{Z_L}{\sqrt{Z_L^2+R^2}}\cos\varphi - \frac{R}{\sqrt{Z_L^2+R^2}}\sin\varphi\right)$$

$$= \frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_L^2}\left(\frac{1}{\sqrt{1+\tan^2\varphi_0}}\cos\varphi - \frac{1}{\sqrt{1+\cot^2\varphi_0}}\sin\varphi\right)$$

$$= \frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_L^2}\left[\cos\varphi_0\cos\varphi - (-\sin\varphi_0)\sin\varphi\right]$$

$$= \frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_L^2}(\cos\varphi_0\cos\varphi + \sin\varphi_0\sin\varphi) = \frac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{R}\cos(\varphi-\varphi_0)$$

Như vậy, ta có một công thức rất quan trọng sau $U_C = U_{C_{max}}\cos(\varphi-\varphi_0)$

Theo bài ra, khi $C = C_1$ và $C = C_2$ thì $U_{C_1} = U_{C_2}$ nên

$$\cos(\varphi_1-\varphi_0) = \cos(\varphi_2-\varphi_0) \Rightarrow \varphi_1-\varphi_0 = -(\varphi_2-\varphi_0) \Rightarrow \varphi_1+\varphi_2 = 2\varphi_0$$

- Cách 2: Sử dụng giản đồ

Theo định lí hàm số sin trong tam giác, ta có

$$\frac{U_C}{\sin(\alpha+\beta)} = \frac{U}{\sin\beta_0} = U_{C_{max}} \Rightarrow U_C = U_{C_{max}}\sin(\alpha+\beta)$$

Ở đây α và β là độ lớn của góc kí hiệu trên giản đồ. Ta có $\alpha = \frac{\pi}{2} - \beta_0$ nên ta có

$$U_C = U_{C_{max}}\sin\left(\beta + \frac{\pi}{2} - \beta_0\right) = U_{C_{max}}\cos(\beta-\beta_0)$$

Trong đó

- $-\beta$ chính là độ lệch pha giữa u và i trong trường hợp C thay đổi $\varphi = -\beta$
- β_0 là độ lớn góc hợp bởi $\vec{U}$ và $\overrightarrow{U_R}$ khi $U_{C_{max}}$, mà dựa vào giản đồ ta thấy ngay lúc này $\vec{U}$ trễ pha hơn so với i.

Do đó độ lệch pha giữa u và i khi $U_{C_{max}}$ là $\varphi_0 = -\beta_0$

Thay vào biểu thức bên trên, ta thu được

$$U_C = U_{C_{max}} \cos(\varphi - \varphi_0)$$

Theo bài ra, khi $C = C_1$ và $C = C_2$ thì $U_{C_1} = U_{C_2}$ nên

$$\cos(\varphi_1 - \varphi_0) = \cos(\varphi_2 - \varphi_0) \Rightarrow \varphi_1 - \varphi_0 = -(\varphi_2 - \varphi_0) \Rightarrow \varphi_1 + \varphi_2 = 2\varphi_0$$

6. Thay đổi C để $U_{RC_{max}}$, $U_{RC_{min}}$. Tìm Z_C khi đó.

Ta có $U_{RC} = I\sqrt{R^2 + Z_C^2} = \dfrac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}{R^2 + Z_C^2}}}$

Cho $T'(Z_C) = 0$ ta có: $Z_L Z_C^2 - Z_L^2 Z_C - Z_L R^2 = 0$.

Nghiệm của phương trình bậc hai này là

$$\left[\begin{array}{l} Z_{C_1} = \dfrac{Z_L + \sqrt{4R^2 + Z_L^2}}{2} > 0 \\ Z_{C_2} = \dfrac{Z_L - \sqrt{4R^2 + Z_L^2}}{2} < 0 \end{array}\right.$$

Lập bảng biến thiên ta thấy ngay:

- $U_{RC_{max}}$ (T min) khi $Z_C = \dfrac{Z_L + \sqrt{4R^2 + Z_L^2}}{2}$

$$U_{RC\max} = \frac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2 + \left(\dfrac{\sqrt{4R^2 + Z_L^2} - Z_L}{2}\right)^2}{R^2 + \left(\dfrac{\sqrt{4R^2 + Z_L^2} + Z_L}{2}\right)^2}}} = \frac{U}{\sqrt{\dfrac{4R^2 + \left(\sqrt{4R^2 + Z_L^2} - Z_L\right)^2}{4R^2 + \left(\sqrt{4R^2 + Z_L^2} + Z_L\right)^2}}}$$

$$= \frac{U}{\sqrt{\dfrac{2\left(4R^2 + Z_L^2\right) - 2Z_L\sqrt{4R^2 + Z_L^2}}{2\left(4R^2 + Z_L^2\right) + 2Z_L\sqrt{4R^2 + Z_L^2}}}} = \frac{U}{\sqrt{\dfrac{\sqrt{4R^2 + Z_L^2} - Z_L}{\sqrt{4R^2 + Z_L^2} + Z_L}}}$$

$$= \frac{U}{\sqrt{\dfrac{\left(\sqrt{4R^2 + Z_L^2} - Z_L\right)^2}{\left(\sqrt{4R^2 + Z_L^2} + Z_L\right)\left(\sqrt{4R^2 + Z_L^2} - Z_L\right)}}}$$

$$\Rightarrow U_{RC\max} = \frac{2RU}{\sqrt{4R^2 + Z_L^2} - Z_L}$$

- $U_{RC\max}$ (T max) khi $Z_C = 0$. Khi đó $U_{RC\min} = \dfrac{UR}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}$.

Các công thức rút ra ở trên là những công thức bắt buộc phải nhớ. Tuy nhiên, ta không nên học vẹt mà hãy hiểu bản chất vì sao lại có công thức đó, để trong trường hợp quên thì ta còn biết cách thiết lập lại. Tổng kết lại, ta có các kết quả sau:

1. Thay đổi C để U_R; P; I; $\cos\varphi$; U_L đạt giá trị lớn nhất. Tìm Z_C tương ứng.

$$\begin{cases} U_{R\max} = U \\ P_{\max} = \dfrac{U^2}{R} \\ I_{\max} = \dfrac{U}{R} \\ \cos\varphi_{\max} = 1 \\ U_{L\max} = \dfrac{UZ_L}{R} \end{cases} \Leftrightarrow Z_C = Z_L$$

2. Thay đổi C để $U_{C\max}$. Tìm $U_{C\max}$ và Z_C khi đó. Suy ra các hệ quả quan trọng khi thay đổi C để $U_{C_{\max}}$.

Khi $U_{C_{\max}}$ thì hiệu điện thế tức thời ở hai đầu mạch luôn trễ pha hơn u_{RL} một góc 90^0.

Dựa vào hệ thức lượng trong tam giác vuông, ta có

$$\begin{cases} \left(U_{C_{\max}}\right)^2 = U^2 + U_{RL}^2 = U^2 + U_R^2 + U_L^2 \\ U_{RL}^2 = U_L U_{C_{\max}} \\ U^2 = U_{C_{\max}}\left(U_{C_{\max}} - U_L\right) \\ \dfrac{1}{U_R^2} = \dfrac{1}{U^2} + \dfrac{1}{U_{RL}^2} \end{cases}$$

3. Thay đổi C thấy khi $C = C_1$ hoặc $C = C_2$ thì công suất của mạch có giá trị như nhau. Tính Z_L và tìm C để công suất trong mạch đạt giá trị cực đại.

$$Z_L = Z_C = \frac{Z_{C_1} + Z_{C_2}}{2} \Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right).$$

4. Thay đổi C thấy khi $C = C_1$ hoặc $C = C_2$ thì U_C như nhau. Hỏi phải thay đổi độ tự cảm C bằng bao nhiêu thì $U_{C\max}$.

$$\frac{1}{Z_C} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{Z_{C_1}} + \frac{1}{Z_{C_2}}\right) \Leftrightarrow C = \frac{1}{2}\left(C_1 + C_2\right)$$

5. Thay đổi C thấy khi $C = C_1$ hoặc $C = C_2$ thì U_C như nhau. Khi có độ lệch pha giữa u và i có giá trị tương ứng là φ_1 và φ_2.

Thay đổi C để $U_{C_{\max}}$ thì độ lệch pha giữa u và i là φ_0. Tìm mối liên hệ giữa φ_0, φ_1, φ_2.

$$U_C = U_{C_{\max}} \cos\left(\varphi - \varphi_0\right)$$

$$\varphi_1 + \varphi_2 = 2\varphi_0$$

6. Thay đổi C để $U_{RC\max}$, $U_{RC\min}$. Tìm Z_C khi đó.

$$U_{RC_{\max}} = \frac{2RU}{\sqrt{4R^2 + Z_L^2} - Z_L} \text{ khi } Z_C = \frac{Z_L + \sqrt{4R^2 + Z_L^2}}{2}$$

$$U_{RC_{\min}} = \frac{UR}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} \text{ khi } Z_C = 0$$

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Trong giờ thực hành, một học sinh mắc đoạn mạch AB gồm điện trở thuần 40Ω, tụ điện có điện dung C thay đổi được và cuộn dây có độ tự cảm L nối tiếp nhau theo đúng thứ tự trên. Gọi M là điểm nối giữa điện trở thuần và tụ điện. Đặt vào hai đầu đoạn mạch AB một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 200 V và tần số 50 Hz. Khi điều chỉnh điện dung của tụ điện đến giá trị C_m thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch MB đạt giá trị cực tiểu bằng 75 V. Điện trở thuần của cuộn dây là

A. 24Ω. B. 16Ω. C. 30Ω. D. 40Ω.

Lời giải

Phân tích

Ta sẽ viết biểu thức U_{MB} theo C rồi xem khi nào nó đạt giá trị cực tiểu để sử dụng giả thiết 75 V.

Ta có $U_{MB}=IZ_{MB}=\dfrac{U\sqrt{r^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}{\sqrt{\left(r^2+R\right)^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}$

Vì C thay đổi thì tất cả tử và mẫu thay đổi, do đó để đơn giản ta chia cả tử và mẫu cho $\sqrt{r^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}$.

Ta có $U_{MB}=\dfrac{U\sqrt{r^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}{\sqrt{\left(r^2+R\right)^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}=\dfrac{U}{\sqrt{1+\dfrac{R^2+2rR}{r^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}}$

Từ đó ta có $U_{MB\min}\Leftrightarrow\left(\dfrac{R^2+2rR}{r^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}\right)_{\max}\Leftrightarrow\left(r^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2\right)_{\min}$

Mà $r^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2\ge r^2$ nên $\left(r^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2\right)_{\min}=r^2\Leftrightarrow Z_L=Z_C$

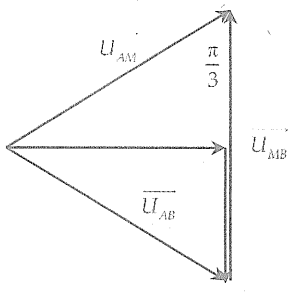
Khi đó $U_{MB\min}=\dfrac{U_r}{r+R}\Leftrightarrow 75=\dfrac{200r}{r+40}\Leftrightarrow r=24(\Omega)$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Đoạn mạch AB nối tiếp gồm hai đoạn mạch AM và MB. Đoạn mạch AM là một cuộn dây có điện trở $R=4\sqrt{3}(\Omega)$ và độ tự cảm $L=\dfrac{0,4}{\pi}$ H, đoạn mạch MB là một tụ điện có điện dung C thay đổi được, C có giá trị hữu hạn và khác không. Đặt vào AB một điện áp $u_{ZB}=220\sqrt{2}\cos(100\pi t)(\text{V})$, điều chỉnh C để tổng điện áp hiệu dụng $(U_{AM}+U_{MB})$ đạt giá trị cực đại. Giá trị cực đại của tổng số này là

A. 440 (V). B. 120 (V). C. $240\sqrt{2}$ (V). D. $250\sqrt{2}$ (V).

Lời giải



Theo bài ra ta có $Z_L=40\Omega$.

Ta có giản đồ véctơ như hình bên.

Theo định lí hàm số sin trong tam giác, ta có $\dfrac{U}{\sin\dfrac{\pi}{3}}=\dfrac{U_{MB}}{\sin\varphi}\Leftrightarrow U_{MB}=U\dfrac{\sin\varphi}{\sin\dfrac{\pi}{3}}$

Tương tự $U_{AM}=U\dfrac{\sin\left(\dfrac{2\pi}{3}-\varphi\right)}{\sin\dfrac{\pi}{3}}$

Tổng điện áp hiệu dụng giữa hai đầu AM và MB là

$$U_{AM}+U_{MB}=U\left(\frac{\sin\varphi}{\sin\frac{\pi}{3}}+\frac{\sin\left(\frac{2\pi}{3}-\varphi\right)}{\sin\frac{\pi}{3}}\right)=2U\cos\left(\frac{\pi}{3}-\varphi\right)\le 2U=440$$

Đẳng thức xảy ra khi $\varphi=\frac{\pi}{3}$ hay tam giác là đều nên giá trị cực đại của tổng $U_{AM}+U_{MB}$ là 440 (V).

Đáp án A.

Ví dụ 3: Đoạn mạch AB gồm đoạn AM chứa tụ điện có điện dung C thay đổi được và điện trở thuần R, đoạn MB chứa cuộn dây không thuần cảm có điện trở r. Đặt vào mạch điện áp $u=150\sqrt{2}\cos(100\pi t)$(V). Khi chỉnh C đến giá trị $C=C_1=\frac{62,5}{\pi}(\mu F)$ thì mạch tiêu thụ với công suất cực đại là 93,75 W. Khi $C=C_2=\frac{1}{9\pi}(mF)$ thì điện áp hai đầu mạch AM và MB vuông pha với nhahu. Điện áp hiệu dụng hai đầu MB khi đó là

A. 120 V. B. 90 V. C. $90\sqrt{2}$ V D. $75\sqrt{2}$ V.

Lời giải

Khi $C=C_1$ thì mạch cộng hưởng: $Z_C=Z_L=160(\Omega)$.

Công suất khi đó ta có $P=\frac{U^2}{R+r}\Leftrightarrow R+r=240(\Omega)$

Khi $C=C_2$ thì $Z_C=90(\Omega)$ và điện áp AM và MB vuông pha nhau

$$\Rightarrow\frac{Z_C}{R}.\frac{Z_L}{r}=1\Leftrightarrow\frac{90.160}{R(240-R)}=1\Leftrightarrow R=120(\Omega)\Rightarrow r=120(\Omega)$$

Điện áp hai đầu mạch MB: $U_{MB}=I.Z_{MB}=\frac{U}{Z}.Z_{MB}=120(V)$.

Đáp án A.

Ví dụ 4: Đặt điện áp $u=U\sqrt{2}\cos(\omega t)(V)$ (U và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch gồm cuộn dây và tụ điện mắc nối tiếp. Biết cuộn dây có hệ số công suất 0,97 và tụ điện có điện dung thay đổi được. Điều chỉnh C để tổng điện áp hiệu dụng trên cuộn dây và tụ điện có giá trị lớn nhất, khi đó tỉ số cảm kháng và dung kháng của mạch điện có giá trị gần nhất nào sau đây?

A. 0,52. B. 0,71. C. 0,86. D. 0,26.

Lời giải

Cuộn dây có hệ số công suất 0,97 nên ta có

$$\tan\varphi_d=\frac{Z_L}{R}\Leftrightarrow\sqrt{\frac{1}{\cos^2\varphi_d}-1}=\frac{Z_L}{R}\Rightarrow Z_L=0,25R$$

Điều chỉnh C để tổng điện áp trên cuộn dây và tụ điện có giá trị lớn nhất. Ta có

$$U_d+U_C=(Z_d+Z_C)\frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}=\left(\sqrt{R^2+Z_L^2}+Z_C\right)\frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}$$

$$=\frac{U}{\sqrt{\frac{R^2+Z_L^2-2Z_LZ_C+Z_C^2}{\left(\sqrt{R^2+Z_L^2}+Z_C\right)^2}}}=\frac{U}{\sqrt{\frac{R^2+Z_L^2-2Z_LZ_C+Z_C^2}{\left(\sqrt{R^2+Z_L^2}+Z_C\right)^2}}}$$

$$=\frac{U}{\sqrt{\frac{R^2+Z_L^2+2\sqrt{R^2+Z_L^2}Z_C+Z_C^2}{R^2+Z_L^2+2\sqrt{R^2+Z_L^2}Z_C+Z_C^2}-\frac{2Z_LZ_C+2\sqrt{R^2+Z_L^2}Z_C}{\left(\sqrt{R^2+Z_L^2}+Z_C\right)^2}}}$$

$$=\frac{U}{\sqrt{1-\frac{2Z_C\left(Z_L+\sqrt{R^2+Z_L^2}\right)}{4Z_C\sqrt{R^2+Z_L^2}}}}\le\frac{U}{\sqrt{1-\frac{2Z_C\left(Z_L+\sqrt{R^2+Z_L^2}\right)}{4Z_C\sqrt{R^2+Z_L^2}}}}=\frac{U}{\sqrt{1-\frac{\left(Z_L+\sqrt{R^2+Z_L^2}\right)}{2\sqrt{R^2+Z_L^2}}}}$$

Đẳng thức xảy ra khi $Z_C=\sqrt{R^2+Z_L^2}\Rightarrow Z_C=\frac{\sqrt{17}}{4}R$.

Tỉ số cảm kháng và dung kháng: $\frac{Z_L}{Z_C}=0,243$.

Đáp án D.

Ví dụ 5: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos\omega t(\mathrm{V})$ vào hai đầu đoạn mạch AB theo thứ tự gồm điện trở $R=90(\Omega)$; cuộn dây không thuần cảm có $r=10(\Omega)$ và tụ điện có điện dung C thay đổi được. M là điểm nối giữa R và cuộn dây. Khi $C=C_1$ thì điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạch MB đạt giá trị cực tiểu bằng U_1.

Khi $C=C_2=\frac{C_1}{2}$ thì điện áp hiệu dụng trên tụ điện đạt giá trị cực đại bằng U_2.

Tỷ số $\frac{U_2}{U_1}$ bằng:

A. $9\sqrt{2}$. B. $\sqrt{2}$. C. $10\sqrt{2}$. D. $5\sqrt{2}$.

Lời giải

$$U_{MB}=\frac{U.Z_{MB}}{Z}=\frac{U\sqrt{r^2+\left(Z_L-Z_{C_1}\right)^2}}{\sqrt{\left(R+r\right)^2+\left(Z_L-Z_{C_1}\right)^2}}$$

$$=\frac{U}{\sqrt{\frac{R^2+2Rr+r^2+\left(Z_L-Z_{C_1}\right)^2}{r^2+\left(Z_L-Z_{C_1}\right)^2}}}=\frac{U}{\sqrt{\frac{R^2+2Rr}{r^2+\left(Z_L-Z_{C_1}\right)^2}+1}}$$

Ta có $U_{MB_{\max}}\Leftrightarrow Z_L-Z_{C_1}=0\Rightarrow U_{MB_{\max}}=U_1=\frac{U}{\sqrt{\frac{R^2+2Rr}{r^2}+1}}=\frac{U}{10}$

Khi $C_2=\frac{C_1}{2}\Rightarrow Z_{C_2}=2Z_{C_1}=2Z_L.(1)$

Điện áp hiệu dụng hai đầu tụ:

$$U_C=\frac{U.Z_C}{Z}=\frac{UZ_C}{\sqrt{\left(R+r\right)^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}=\frac{U}{\sqrt{\frac{\left(R+r\right)^2+Z_L^2}{Z_C^2}-2\frac{Z_L}{Z_C}+1}}$$

Ta có $(UC)_{\max}\Leftrightarrow\frac{1}{Z_{C_2}}=\frac{Z_L}{\left(R+r\right)^2+Z_L^2}(2)$.

Từ (1) và (2) suy ra $Z_L = 100 \Rightarrow Z_{C_2} = 200$.

Khi đó $U_2 = U_{C_{max}} = \dfrac{200U}{\sqrt{100^2 + (100-200)^2}} = \dfrac{200U}{100\sqrt{2}} = \sqrt{2} \Rightarrow \dfrac{U_2}{U_1} = \dfrac{U\sqrt{2}}{\dfrac{U}{10}} = 10\sqrt{2}$.

Đáp án C.

Ví dụ 6: Đoạn mạch *AB* gồm hai đoạn mạch *AM* và *MB* mắc nối tiếp. Đoạn *AM* gồm điện trở thuần $R = 30(\Omega)$, đoạn mạch *MB* gồm cuộn dây có điện trở thuần $r = 10(\Omega)$ và cảm kháng $Z_L = 30(\Omega)$ mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung *C* thay đổi được. Đặt vào *A, B* điện áp xoay chiều $u_{AB} = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t)(\text{V})$. Thay đổi *C* thấy khi $C = C_m$ thì điện áp hiệu dụng U_{MB} đạt cực tiểu. Dung kháng Z_{Cm} và điện áp U_{MB} khi đó bằng

A. 30Ω, $25\sqrt{2}$ V. B. 60Ω, 25 V. C. 60Ω, $25\sqrt{2}$ V. D. 30Ω, 25 V.

Lời giải

Điện áp hai đầu đoạn mạch *MB* là

$$U_{MB} = \frac{U\sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}}{\sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2 + 2Rr + r^2 + (Z_L - Z_C)^2}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}}} = \frac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2 + 2Rr}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} + 1}}$$

Ta có U_{Mb} nhỏ nhất $\Leftrightarrow Z_L - Z_C = 0 \Rightarrow Z_{Cm} = 30\Omega \Rightarrow U_{MB} = \dfrac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2 + 2Rr}{r^2} + 1}} = 25(V)$.

Đáp án D.

Ví dụ 7: Đoạn mạch *AB* gồm hai đoạn mạch *AM* và *MB* mắc nối tiếp, trong đó đoạn *AM* gồm điện trở thuần *R* nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm *L*, đoạn *MB* chứa tụ điện có điện dung *C* thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos\omega t(V)$, trong đó *U*, ω không đổi. Điều chỉnh *C* đến khi điện áp hiệu dụng giữa hai đầu nó đạt cực đại $U_{C_{max}}$. Khi đó, điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở thuần bằng 57,6 V và vào thời điểm điện áp tức thời $u_{AM} = 36\sqrt{6}$ V thì $u = 48\sqrt{2}$ V. Giá trị của $U_{C_{max}}$ là

A. 170 V. B. 120 V. C. 150 V. D. 111 V.

Lời giải

Khi $U_{C_{max}}$ ta có $U_{RL}^2 + U^2 = U_{C_{max}}^2$.

Mặt khác, lúc đó ta cũng có U_{RL} vuông pha *u* nên

$$\left(\frac{u_{RL}}{U_{0RL}}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1 \Leftrightarrow \left(\frac{36\sqrt{6}}{U_{RL}.\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{48\sqrt{2}}{U\sqrt{2}}\right)^2 = 1 \Leftrightarrow \frac{3.36^2}{U_C^2 - U^2} + \frac{48^2}{U^2} = 1 \quad (1)$$

Mặt khác, ta có

$$\begin{cases} U^2 = (U_{C_{max}} - U_L).U_{C_{max}} \\ U^2 = (U_{C_{max}} - U_L)^2 + U_R^2 \end{cases} \Rightarrow U^2 = \sqrt{U^2 - U_R^2}.U_{C_{max}} \Leftrightarrow U^2 = \sqrt{U^2 - 57,6^2}.U_{C_{max}} \quad (2)$$

Giải hệ (1) và (2) ta thu được $U = 96$ (V) và $U_{C_{max}} = 120$ (V).

Đáp án B.

Ví dụ 8: Mạch điện *R, L, C* mắc nối tiếp. Điện áp xoay chiều đặt vào hai đầu mạch có giá trị hiệu dụng $U=120\,\text{V}$. Khi thay đổi *C* thì thấy điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại $U_{C_{\max}}=120\sqrt{3}$ (V). Hệ số công suất của đoạn mạch là:

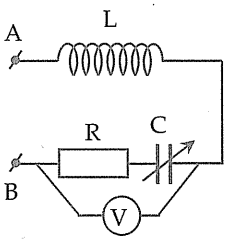
A. 0,826. B. 0,866. C. 0,577. D. 0,707.

Lời giải

Ta có $U_{C_{\max}}=U\dfrac{\sqrt{R^2+Z_L^2}}{R}\Leftrightarrow Z_C=\dfrac{R^2+Z_L^2}{Z_L}\Rightarrow\begin{cases}120\sqrt{3}=120\dfrac{\sqrt{R^2+Z_L^2}}{R}\\ Z_C=\dfrac{R^2+Z_L^2}{Z_L}\end{cases}$

Từ đó suy ra $\begin{cases}Z_L=R\sqrt{2}\\ Z_C=\dfrac{R^2+Z_L^2}{Z_L}=\dfrac{3}{\sqrt{2}}R\end{cases}\Rightarrow\cos\varphi=\dfrac{R}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}=\sqrt{\dfrac{2}{3}}=0,816$

Đáp án A.



Ví dụ 9: Đặt một điện áp xoay chiều có tần số 50 Hz và giá trị hiệu dụng 20 V vào hai đầu cuộn sơ cấp của một máy biến áp lí tưởng có tổng số vòng dây của cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp là 2200 vòng. Nối hai đầu cuộn thứ cấp với đoạn mạch *AB* (hình vẽ); trong đó, điện trở *R* có giá trị không đổi, cuộn cảm thuần có độ tự cảm 0,2 H và tụ điện có điện dung *C* thay đổi được. Điều chỉnh điện dung C đến giá trị $C=\dfrac{10^{-3}}{3\pi^2}$ (F) thì vôn kế (lí tưởng) chỉ giá trị cực đại bằng 103,9 V (lấy là $60\sqrt{3}$ V). Số vòng dây của cuộn sơ cấp là

A. 400 vòng. B. 1650 vòng. C. 550 vòng. D. 1800 vòng.

Lời giải

- Ta có $Z_C=30\pi(\Omega)$ và $Z_L=20\pi(\Omega)$.

- Khi nối hai đầu cuộn thứ cấp với đoạn mạch *AB* thì ta có $U_2=U_{AB}$. Ta có

$$U_{RC}=\sqrt{R^2+Z_C^2}.\frac{U_2}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}=\frac{U_2}{\sqrt{\dfrac{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}{R^2+Z_C^2}}}=\frac{U_2}{\sqrt{1+\dfrac{Z_L^2-2Z_LZ_C}{R^2+Z_C^2}}}=\frac{U_2}{\sqrt{1+y}}$$

- Ta thấy U_{RC} max khi $y=\dfrac{Z_L^2-2Z_LZ_C}{R^2+Z_C^2}$ min. Phương trình này tương đương với

$$yZ_C^2+2Z_LZ_C+yR^2-Z_L^2=0$$

+ Nếu $y=0$ thì $Z_C=\dfrac{Z_L}{2}$

+ Nếu $y\neq0$, để tồn tại giá trị lớn nhất của y thì phương trình trên phải có nghiệm, tức là

$$\Delta'\geq0\Leftrightarrow Z_L^2-y\left(yR^2-Z_L^2\right)\geq0\Leftrightarrow-y^2R^2+yZ_L^2+Z_L^2\geq0\Rightarrow y\geq\frac{Z_L^2-\sqrt{Z_L^4+4R^2Z_L^2}}{2R^2}$$

Đẳng thức xảy ra khi $\Delta'=0\Leftrightarrow Z_C=\dfrac{Z_L+\sqrt{4R^2+Z_L^2}}{2}\Rightarrow R=10\sqrt{3}\pi$.

- Vậy $y_{\min}=\dfrac{Z_L^2-\sqrt{Z_L^4+4R^2Z_L^2}}{2R^2}$. Do đó:

$$U_{RC\max}=\frac{U_2}{\sqrt{1+\dfrac{Z_L^2-\sqrt{Z_L^4+4R^2Z_L^2}}{2R^2}}}=\frac{2U_2R}{\sqrt{4R^2+Z_L^2-2Z_L\sqrt{Z_L^2+4R^2}+Z_L^2}}=\frac{2U_2R}{\sqrt{Z_L^2+4R^2}-Z_L}$$

- Mà $U_{RC\max}=\dfrac{2U_2R}{\sqrt{Z_L^2+4R^2}-Z_L}=60\sqrt{3}\Rightarrow U_2=60(V)$

- Ta có: $\dfrac{N_2}{N_1}=\dfrac{U_2}{U_1}\Rightarrow\dfrac{N_2}{N_1}+1=\dfrac{U_2}{U_1}+1\Leftrightarrow\dfrac{2200}{N_1}=\dfrac{60}{20}+1\Leftrightarrow N_1=550$

Đáp án C.

Ví dụ 10: Đặt điện áp $u=400\cos100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, điện trở R và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Khi $C=C_1=\dfrac{10^{-3}}{8\pi}$ F hoặc $C=\dfrac{2}{3}C_1$ thì công suất của đoạn mạch có cùng giá trị. Khi $C=C_1=\dfrac{10^{-3}}{15\pi}$ F hoặc $C=0,5C_2$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện có cùng giá trị. Khi nối một ampe kế xoay chiều (lí tưởng) với hai đầu tụ điện thì số chỉ của ampe kế là

A. 2,8 A. B. 1,4 A. C. 2,0 A. D. 1,0 A.

Lời giải

- Khi $C=C_1=\dfrac{10^{-3}}{8\pi}$ F hoặc $C=\dfrac{2}{3}C_1$ thì công suất của đoạn mạch có cùng giá trị nên ta có Z_{C_1}, Z_{C_2} là nghiệm của phương trình

$$P=R\frac{U^2}{R^2+(Z_L-Z_C)^2}\Leftrightarrow Z_C^2-2Z_LZ_C+Z_L^2+R^2-\frac{RU^2}{P}=0$$

- Theo định lí Viet, ta có $Z_{C_1}+Z_{C_2}=2Z_L\Rightarrow Z_L=\dfrac{Z_{C_1}+Z_{C_2}}{2}=\dfrac{80+\dfrac{3}{2}.80}{2}=100(\Omega)$

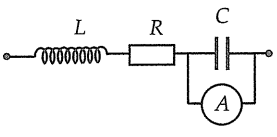
- Khi $C=C_1=\dfrac{10^{-3}}{15\pi}$ F hoặc $C=0,5C_2$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện có cùng giá trị nên ta có Z_{C_1}, Z_{C_2} là nghiệm của phương trình

$$U_C=Z_C\frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}\Leftrightarrow Z_C^2-2Z_LZ_C+Z_L^2+R^2-Z_C^2\frac{U^2}{U_C^2}=0$$

$$\Leftrightarrow\left(1-\frac{U^2}{U_C^2}\right)Z_C^2-2Z_LZ_C+Z_L^2+R^2=0\Leftrightarrow(Z_L^2+R^2).\frac{1}{Z_C^2}-2Z_L.\frac{1}{Z_C}+\left(1-\frac{U^2}{U_C^2}\right)=0$$

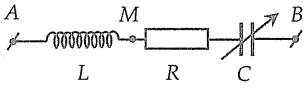
- Theo định lí Viet, ta có

$$\frac{1}{Z_{C_1}}+\frac{1}{Z_{C_2}}=\frac{2Z_L}{R^2+Z_L^2}\Rightarrow\frac{1}{150}+\frac{1}{150.2}=\frac{2.100}{R^2+100^2}\Rightarrow R=100(\Omega)$$



- Khi nối một ampe kế xoay chiều (lí tưởng) với hai đầu tụ điện thì mạch chỉ còn R và L. Cường độ hiệu dụng (cũng chính là số chỉ của ampe kế) trong mạch lúc này là $I=\dfrac{U}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}=\dfrac{200\sqrt{2}}{\sqrt{100^2+100^2}}=2(A)$

Đáp án C.



Ví dụ 11: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 200 V và tần số không thay đổi vào hai đầu đoạn mạch AB (hình vẽ). Cuộn cảm thuần có độ tự cảm L xác định; $R=200\Omega$; tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung C để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch MB đạt giá trị cực tiểu là U_1 và giá trị cực đại là $U_2=400$ V. Giá trị U_1 là

A. 173 V. B. 80 V. C. 111 V. D. 200 V.

Lời giải

- Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch MB là

$$U_{MB}=\frac{U}{Z}Z_{MB}=\frac{U}{\frac{Z}{Z_{MB}}}=\frac{U}{\sqrt{\frac{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}{R^2+Z_C^2}}}=\frac{U}{\sqrt{1+\frac{Z_L^2-2Z_LZ_C}{R^2+Z_C^2}}}=\frac{U}{\sqrt{1+y}}$$

Trong đó $y=\frac{Z_L^2-2Z_LZ_C}{R^2+Z_C^2}$.

- Ta có $y'=\frac{-2Z_L\left(-Z_C^2+Z_LZ_C+R^2\right)}{\left(R^2+Z_C^2\right)^2}$

$$y'=0\Leftrightarrow Z_C=\frac{-Z_L+\sqrt{Z_L^2+4R^2}}{2}$$

- Lập bảng biến thiên, ta thấy $y_{\max}$ khi $Z_C=0$ và $y_{\min}$ khi $Z_C=\frac{-Z_L+\sqrt{Z_L^2+4R^2}}{2}$

Từ đó $U_{MB\max}=U_2=\frac{2RU}{\sqrt{4R^2+Z_L^2}-Z_L}=400\text{V}\Rightarrow Z_L=300\text{V}$

$$U_{MB\min}=U_1=\frac{RU}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}=\frac{200.200}{\sqrt{200^2+300^2}}=111\text{V}$$

Đáp án C.

Ví dụ 12: Đặt điện áp $u=U_0\cos\omega t$ (với U_0 và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm: điện trở, cuộn cảm thuần và tụ điện dung C thay đổi được. Khi $C=C_0$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại và công suất của đoạn mạch bằng 50% công suất của đoạn mạch khi có cộng hưởng. Khi $C=C_1$ thì điện áp giữa hai bản tụ điện có giá trị hiệu dụng là U_1 và trễ pha φ_1 so với điện áp hai đầu đoạn mạch. Khi $C=C_2$ thì điện áp giữa hai bản tụ điện có giá trị hiệu dụng là U_2 và trễ pha φ_2 so với điện áp hai đầu đoạn mạch. Biết $U_2=U_1, \varphi_2=\varphi_1+\frac{\pi}{3}$. Giá trị của φ_1 là

A. $\frac{\pi}{4}$. B. $\frac{\pi}{12}$. C. $\frac{\pi}{9}$. D. $\frac{\pi}{6}$.

Lời giải

Ta luôn có $U_C=U_{C_{\max}}\cos\left(\varphi-\varphi_0\right)$ trong đó φ là độ lệch pha giữa u và i với giá trị C đang xét, φ_0 là độ lệch pha giữa u và i trong trường hợp thay đổi C để $U_{C_{\max}}$.

Theo bài ra ta có:

Khi $C=C_0$ thì $P=0,5P_{max} \Leftrightarrow P_{max}\cos^2\varphi_0=0,5P_{max} \Leftrightarrow \varphi_0=\pm\frac{\pi}{4}$

Khi $C=C_1$ hoặc $C=C_2$ thì $U_2=U_1$ nên ta có

$U_{C_{max}}\cos\left(\varphi_1'-\varphi_0\right)=U_{C_{max}}\cos\left(\varphi_2'-\varphi_0\right)$

$\Leftrightarrow \cos\left(\varphi_1+\varphi_0\right)=\cos\left(\varphi_2+\varphi_0\right) \Leftrightarrow \varphi_1'-\varphi_0=-\left(\varphi_2'-\varphi_0\right) \Leftrightarrow \varphi_1'+\varphi_2'=2\varphi_0$

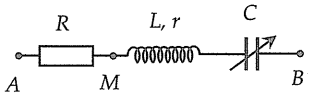
Với $\begin{cases}\varphi_1'=\varphi_u-\varphi_i=\varphi_u-\varphi_{C_1}+\varphi_{C_1}-\varphi_i=\varphi_1-\frac{\pi}{2}\\ \varphi_2'=\varphi_u-\varphi_i=\varphi_u-\varphi_{C_2}+\varphi_{C_2}-\varphi_i=\varphi_2-\frac{\pi}{2}\end{cases} \Rightarrow \varphi_1+\varphi_2-\pi=2\varphi_0$.

TH1: $\varphi_0=\frac{\pi}{4}$ ta có hệ $\begin{cases}\varphi_1+\varphi_2-\pi=2.\frac{\pi}{4}\\ \varphi_2=\varphi_1+\frac{\pi}{3}\end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases}\varphi_1=\frac{7\pi}{12}\\ \varphi_2=\frac{11\pi}{12}\end{cases}$

TH2: $\varphi_0=-\frac{\pi}{4}$ ta có hệ $\begin{cases}\varphi_1+\varphi_2-\pi=2.\frac{\pi}{4}\\ \varphi_2=\varphi_1+\frac{\pi}{3}\end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases}\varphi_1=\frac{\pi}{12}\\ \varphi_2=\frac{5\pi}{12}\end{cases}$

Đáp án B.

Ví dụ 13: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos\omega t$ (U_0 và ω có giá trị dương, không đổi) vào hai đầu đoạn mạch AB như hình bên, trong đó tụ điện có điện dung C thay đổi được. Biết $R=5r$, cảm kháng của cuộn dây $Z_L=4r$ và $CL\omega^2>1$. Khi $C=C_0$ và khi $C=0,5C_0$ thì điện áp giữa hai đầu M, B có biểu thức tương ứng là $u_1=U_{01}\cos\left(\omega t+\varphi\right)$ và $u_2=U_{02}\cos\left(\omega t+\varphi\right)$ (U_{01} và U_{02} có giá trị dương). Giá trị của φ là



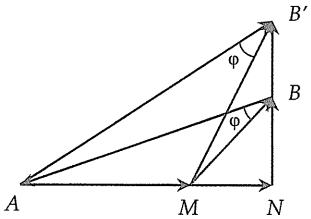
A. 0,47 rad. B. 0,62 rad. C. 1,05 rad. D. 0,79 rad.

Lời giải

+ Ta có $LC\omega^2>1 \Rightarrow Z_L>Z_C$

+ Chuẩn hóa $r=1 \Rightarrow Z_L=4, R=5$.

+ Khi $C=C_0$, $Z_C=Z_{C_0}=a$, khi $C=0,5C_0=C_1 \Rightarrow Z_{C_1}=2a$



+ Theo giả thiết đề bài, ta có giản đồ véctơ như hình vẽ.

+ Do 2 giá trị của C cho cùng 1 độ lệch pha φ nên N, B, B' thẳng hàng và tứ giác $AMBB'$ nội tiếp

+ Với $AM=R=5$, $MN=r=1, NB=Z_L-Z_{C_1}=4-2a$, $NB'=Z_L-Z_{C_0}=4-a$ (1)

+ Vì tứ giác $AMBB'$ nội tiếp $\Rightarrow \widehat{NMB}=\widehat{NAB'}$

$\Rightarrow \Delta NBM \backsim \Delta NAB' \Rightarrow \frac{NB}{NA}=\frac{NM}{NB'}$, thay (1) vào $\Rightarrow \left(4-a\right)\left(4-2a\right)=1\left(1+5\right)=6$

$\Leftrightarrow 2a^2-12a+10=0 \Rightarrow \left[\begin{array}{l}a=5\left(l\right)\\ a=1\end{array}\right.$, vậy $a=1$

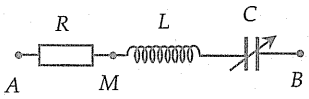
+ Ta có: $\varphi=\widehat{NBA}-\widehat{NBM}=\arctan\left(\frac{AN}{NB}\right)-\arctan\left(\frac{MN}{NB}\right)$

$=\arctan\frac{6}{4-2}-\arctan\left(\frac{1}{4-2}\right)=\frac{\pi}{4}\approx 0,79$ rad

Vậy $\varphi \approx 0,79$ rad.

Đáp án D.

Ví dụ 14: Đặt điện áp $u_{AB} = 30\cos 100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch AB như hình bên, trong đó cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Khi $C = C_0$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch MN đạt giá trị cực đại và điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch AN là $30\sqrt{2}$ V. Khi $C = 0,5C_0$ thì biểu thức điện áp giữa hai đầu cuộn cảm là



A. $u_{MN} = 15\sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$ V. B. $u_{MN} = 15\sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ V.

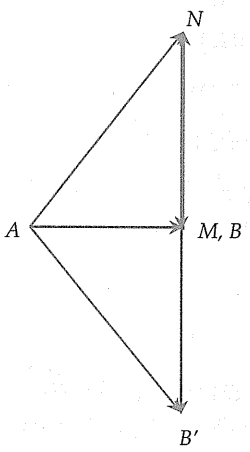
C. $u_{MN} = 30\sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$ V. D. $u_{MN} = 30\sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ V.

Lời giải

+ Chuẩn hóa $R = 1 = AM$

- Khi $C = C_0$ thì $U_{MN} = U_{L_{max}} \Rightarrow Z_{AB} = R = 1$ (cộng hưởng).

Vẽ giản đồ nối đuôi lần lượt $\overrightarrow{AM}(R) \to \overrightarrow{MN}(L) \to \overrightarrow{NB}(C)$.



+ $\frac{U_{0AN}}{U_{0AB}} = \frac{Z_{AN}}{Z_{AB}} = \frac{30\sqrt{2}}{\frac{30}{\sqrt{2}}} = 2 \Rightarrow \begin{cases} AN = 2 \\ MN = \sqrt{3} = Z_{C_0} \end{cases}$

- Khi $C = 0,5C_0$ thì $\begin{cases} NB' = 2MN = 2\sqrt{3} \\ AB' = AN = 2 \\ MB' = \frac{NB'}{2} = \sqrt{3} \end{cases}$.

Vẽ giản đồ nối đuôi lần lượt $\overrightarrow{AM}(R) \to \overrightarrow{MN}(L) \to \overrightarrow{NB'}(C)$.

Từ giản đồ ta có $\widehat{MAN} = \widehat{MAB'} \Leftrightarrow \widehat{NAB'} = 2\widehat{NAM}$

+ Độ lệch pha giữa u_{MN} và $u_{AB'}$ (hay u_{AB}) bây giờ là φ, với:

$\varphi = \widehat{MNA} + \widehat{ANB'}$

$= \arcsin\left(\frac{MA}{AN}\right) + 2\arccos\left(\frac{MA}{AN}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{2}\right) + 2\arccos\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{\pi}{6} + \frac{2\pi}{3} = \frac{5\pi}{6}$

+ $\frac{U_{0MN}}{U_{0AB}} = \frac{MN}{AB'} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow U_{0MN} = 30.\frac{\sqrt{3}}{2} = 15\sqrt{3}$ V

Vậy khi $C = C_0$ thì $u_{MN} = 15\sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$ V

Đáp án A.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Đặt điện áp $u=120\sqrt{2}\cos(100\pi t)(\text{V})$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần $R=30(\Omega)$, cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L=\frac{2}{5\pi}(\text{H})$ và tụ điện có điện dung thay đổi được. Khi thay đổi điện dung của tụ điện thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại bằng:

A. 100 (V). B. 120 (V). C. 250 (V). D. 200 (V).

Câu 2: Cho đoạn mạch xoay chiều RLC. Cuộn dây thuần cảm $L=\frac{1}{\pi}(\text{H})$. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch $u=U\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right)(\text{V})$. Khi cho C thay đổi, thấy có một giá trị $C=\frac{10^{-4}}{2\pi}(\text{F})$ thì hiệu điện thế trên tụ đạt cực đại là 150 (V). Giá trị R và điện áp hiệu dụng U của đoạn mạch là

A. $\begin{cases}R=150(\Omega)\\U=75(\text{V})\end{cases}$. B. $\begin{cases}R=100(\Omega)\\U=75\sqrt{2}(\text{V})\end{cases}$.

C. $\begin{cases}R=100(\Omega)\\U=150(\text{V})\end{cases}$. D. $\begin{cases}R=150(\Omega)\\U=200(\text{V})\end{cases}$.

Câu 3: Một đoạn mạch RLC mắc nối tiếp có tần số dòng điện $f=50(\text{Hz})$, $Z_L=20(\Omega)$, C có thể thay đổi được. Cho C tăng lên 5 lần so với giá trị khi xảy ra cộng hưởng thì điện áp hai đầu đoạn mạch lệch pha $\frac{\pi}{3}$ so với dòng điện trong mạch. Giá trị của R là:

A. $\frac{16}{3}(\Omega)$. B. $\frac{16}{\sqrt{3}}(\Omega)$. C. $\frac{\sqrt{16}}{3}(\Omega)$. D. $\frac{80}{\sqrt{3}}(\Omega)$.

Câu 4: Đặt vào 2 đầu đoạn mạch R, L, C nối tiếp (cuộn dây thuần cảm) một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi thì điện áp hiệu dụng trên các phần tử R, L, C lần lượt là 30 (V), 50 (V), 90 (V). Thay tụ C bằng tụ C' thì mạch có cộng hưởng. Khi đó điện áp hiệu dụng giữa 2 đầu điện trở R là:

A. 50 (V). B. 100 (V).

C. $70\sqrt{2}$ (V). D. $100\sqrt{2}$ (V).

Câu 5: Cho mạch điện RLC mắc nối tiếp, trong đó có tụ C thay đổi được. Đặt vào hai đầu mạch điện một hiệu điện thế xoay chiều $u=U\sqrt{2}\cos(\omega t)(\text{V})$. Thay đổi điện dung của tụ để hiệu điện thế hiệu dụng trên tụ đạt giá trị cực đại và giá trị cực đại bằng $2U$. Chọn biểu thức đúng

A. $Z_L=\frac{R}{\sqrt{3}}$. B. $Z_L=2R$.

C. $Z_L=R\sqrt{3}$. D. $Z_L=3R$.

Câu 6: Cho đoạn mạch RLC, cuộn dây thuần cảm. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế $u=30\sqrt{2}\cos(\omega t+\varphi)(\text{V})$. Khi cho C thay đổi ta thấy có một giá trị của C làm cho U_C cực đại và lúc đó thấy điện áp trên cuộn dây $U_L=32(\text{V})$. Giá trị cực đại của U_C là

A. 30 (V). B. 40 (V). C. 50 (V). D. 60 (V).

Câu 7: Đặt điện áp $u=U\sqrt{2}\cos(100\pi t)(\text{V})$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{2}{5\pi}(\text{H})$ và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung của tụ điện sao cho điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại là $U\sqrt{3}$ (V). Giá trị R bằng:

A. $20\sqrt{2}(\Omega)$. B. $20(\Omega)$.

C. $50\sqrt{2}(\Omega)$. D. $50(\Omega)$.

Câu 8: Đặt điện áp $u=200\sqrt{2}\cos(100\pi t)(\text{V})$ vào hai đầu đoạn mạch AB mắc nối tiếp gồm điện trở thuần $100(\Omega)$, cuộn cảm thuần và tụ điện. Khi đó, điện áp hai đầu tụ điện là $u_C=100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{2}\right)(\text{V})$. Công suất tiêu thụ của mạch AB bằng

A. 200 (W). B. 400 (W). C. 100 (W). D. 300 (W).

Câu 9: Đoạn mạch gồm một cuộn dây có điện trở R và độ tự cảm L nối tiếp với một tụ điện biến đổi có điện dung thay đổi được. Điện áp xoay chiều ở hai đầu đoạn mạch là $u=U\sqrt{2}\cos(\omega t)(\text{V})$. Khi $C=C_1$ thì công suất mạch là $P=200(\text{W})$ và cường độ dòng điện qua mạch là $i=I\sqrt{2}\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{3}\right)(\text{A})$. Khi $C=C_2$ thì công suất cực đại. Công suất của mạch khi $C=C_2$ là

A. 400 (W). B. 200 (W). C. 800 (W). D. 600 (W).

Câu 10: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, tụ có điện dung thay đổi được. Khi $C_1=\frac{2.10^{-4}}{\pi}(\text{F})$ hoặc $C_2=\frac{10^{-4}}{1,5\pi}(\text{F})$ thì công suất của đoạn mạch có giá trị bằng nhau. Để công suất trong mạch đạt giá trị cực đại thì điện dung C bằng:

A. $\frac{2.10^{-4}}{3\pi}(\text{F})$. B. $\frac{10^{-4}}{2\pi}(\text{F})$.

C. $\frac{3.10^{-4}}{2\pi}(\text{F})$. D. $\frac{10^{-4}}{\pi}(\text{F})$.

Câu 11: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, tụ có điện dung thay đổi được. Khi $C_1=\frac{10^{-4}}{\pi}(\text{F})$ hoặc $C_2=\frac{3.10^{-4}}{\pi}(\text{F})$ thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ điện có giá trị bằng nhau. Để hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ đạt giá trị cực đại thì điện dung C bằng:

A. $\frac{2,5.10^{-4}}{\pi}(\text{F})$. B. $\frac{2.10^{-4}}{\pi}(\text{F})$.

C. $\frac{1,5.10^{-4}}{\pi}(\text{F})$. D. $\frac{4.10^{-4}}{\pi}(\text{F})$.

Câu 12: Đoạn mạch xoay chiều gồm đoạn AM nối tiếp đoạn MB. Đoạn AM gồm điện trở thuần $R=30(\Omega)$, mắc nối tiếp với cuộn dây thuần cảm $L=\frac{0,4}{\pi}(\text{H})$; đoạn MB là một tụ điện có điện dung thay đổi. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng không đổi, tần số $f=50(\text{Hz})$. Điều chỉnh điện dung của tụ để điện áp hiệu dụng đoạn AM đạt cực đại là 120 (V), lúc đó điện áp hai đầu tụ điện có giá trị:

A. 96 (V). B. 144 (V). C. 200 (V). D. 150 (V).

Câu 13: Một tụ điện C có điện dung thay đổi, nối tiếp với điện trở $R=10\sqrt{3}(\Omega)$ và cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L=\frac{0,2}{\pi}(\text{H})$ trong mạch điện xoay chiều tần số $f=50(\text{Hz})$. Để điện áp hiệu dụng của đoạn mạch R nối tiếp C là U_{RC} đạt cực đại thì điện dung C phải có giá trị sao cho dung kháng bằng

A. $20(\Omega)$. B. $30(\Omega)$. C. $40(\Omega)$. D. $35(\Omega)$.

Câu 14: Đặt vào hai đầu đoạn mạch RLC nối tiếp, một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi, có tần số không đổi. Điện dung của tụ thay đổi được. Lúc điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại là 150 (V) thì điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạch RL có giá trị bằng 90 (V). Hệ số công suất của đoạn mạch lúc này là:

A. 1. B. 0,8. C. 0,75. D. 0,6.

Câu 15: Một đoạn mạch RLC không phân nhánh gồm điện trở thuần $100(\Omega)$, cuộn dây thuần cảm có hệ số tự cảm $L=\frac{1}{10\pi}(\text{H})$ và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện hiệu điện thế $u=200\sqrt{2}\sin(100\pi t)(\text{V})$. Thay đổi điện dung C của tụ điện cho đến khi hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây đạt giá trị cực đại. Giá trị cực đại đó bằng

A. $200(\text{V})$. B. $100\sqrt{2}(\text{V})$.

C. $50\sqrt{2}(\text{V})$. D. $20(\text{V})$.

Câu 16: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $200(V)$ và tần số không đổi vào hai đầu A và B của đoạn mạch mắc nối tiếp theo thứ tự gồm biến trở R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thay đổi. Gọi N là điểm nối giữa cuộn cảm thuần và tụ điện. Các giá trị R,L,C hữu hạn và khác không. Với $C=C_1$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu biến trở R có giá trị không đổi và khác không khi thay đổi giá trị R của biến trở. Với $C=\frac{C_1}{2}$ thì điện áp hiệu dụng giữa A và N bằng

A. $200(\text{V})$. B. $100\sqrt{2}(\text{V})$.

C. $100(\text{V})$. D. $200\sqrt{2}(\text{V})$.

Câu 17: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi, tần số $f=50(\text{Hz})$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung C đến giá trị $\frac{10^{-4}}{4\pi}(\text{F})$ hoặc $\frac{10^{-4}}{2\pi}(\text{F})$ thì công suất tiêu thụ trên đoạn mạch đều có giá trị bằng nhau. Giá trị của L bằng

A. $\frac{1}{2\pi}(\text{H})$. B. $\frac{2}{\pi}(\text{H})$. C. $\frac{1}{3\pi}(\text{H})$. D. $\frac{3}{\pi}(\text{H})$.

Câu 18: Một cuộn dây không thuần cảm nối tiếp với tụ điện có điện dung C trong mạch điện xoay chiều có điện áp $=U_0\cos(\omega t)(\text{V})$ thì dòng điện trong mạch sớm pha hơn điện áp u là φ_1, điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây là $30(\text{V})$. Biết rằng nếu thay đổi tụ C bằng tụ có điện dung $C'=3C$ thì dòng điện trong mạch chậm pha hơn điện áp u là $\varphi_2=\frac{\pi}{2}-\varphi_1$ và điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây là $90(V)$. Hỏi biên độ U_0 bằng bao nhiêu vôn?

A. $60(\text{V})$. B. $30\sqrt{2}(\text{V})$.

C. $60\sqrt{2}(\text{V})$. D. $30(\text{V})$.

Câu 19: Trong giờ thực hành, một học sinh mắc đoạn mạch AB gồm điện trở thuần $40(\Omega)$, tụ điện có điện dung C thay đổi được và cuộn dây có độ tự cảm L nối tiếp nhau theo đúng thứ tự trên. Gọi M là điểm nối giữa điện trở thuần và tụ điện. Đặt vào hai đầu đoạn mạch AB một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $200(\text{V})$ và tần số $50(\text{Hz})$. Khi điều chỉnh điện dung của tụ

điện đến giá trị *Cm* thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch *MB* đạt giá trị cực tiểu bằng $75(V)$. Điện trở thuần của cuộn dây là

A. $24(\Omega)$. B. $16(\Omega)$. C. $30(\Omega)$. D. $40(\Omega)$.

Câu 20: Một cuộn dây không thuần cảm nối tiếp với tụ điện có điện dung *C* thay đổi được trong mạch điện xoay chiều có điện áp $u=U_0\cos(\omega t)(V)$. Ban đầu dung kháng Z_C, tổng trở $Z_{L,r}$ của cuộn dây và Z của toàn mạch đều bằng $100(\Omega)$. Tăng điện dung thêm một lượng $\Delta C=\frac{0,125.10^{-3}}{\pi}(F)$ thì tần số dao động riêng của mạch này khi đó là $80\pi(rad/s)$. Tần số ω của nguồn điện xoay chiều bằng:

A. $40\pi(rad/s)$. B. $50\pi(rad/s)$.

C. $80\pi(rad/s)$. D. $100\pi(rad/s)$.

Câu 21: Mạch điện *AB* gồm đoạn *AM* và đoạn *MB*. Điện áp ở hai đầu mạch ổn định $u=220\sqrt{2}\cos(100\pi t)(V)$. Điện áp ở hai đầu đoạn *AM* sớm pha hơn cường độ dòng điện một góc $\frac{\pi}{6}$. Đoạn *MB* chỉ có một tụ điện có điện dung *C* thay đổi được. Chỉnh *C* để tổng điện áp hiệu dụng $U_{AM}+U_{MB}$ có giá trị lớn nhất. Khi đó điện áp hiệu dụng ở hai đầu tụ điện là:

A. 440 (V). B. $220\sqrt{3}(V)$.

C. 220 (V). D. $220\sqrt{2}(V)$.

Câu 22: Một đoạn mạch *AB* gồm điện trở thuần R nối tiếp với cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L=\frac{0,4}{\pi}(H)$ và mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung có thể thay đổi. Đặt vào hai đầu mạch *AB* một điện áp $u=U_0\cos(\omega t)(V)$. Khi $C=C_1=\frac{10^{-3}}{2\pi}$ F thì dòng điện trong mạch trễ pha $\frac{\pi}{4}$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch AB. Khi $C=C_2=\frac{10^{-3}}{5\pi}$ F thì điện áp hiệu dụng hai đầu tụ đạt giá trị cực đại là $U_{C_{max}}=100\sqrt{5}$ V. Giá trị của R là:

A. $50(\Omega)$. B. $40(\Omega)$. C. $10(\Omega)$. D. $20(\Omega)$.

Câu 23: Một đoạn mạch gồm cuộn cảm có độ tự cảm *L* và điện trở thuần *r* mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung *C* thay đổi được. Đặt vào hai đầu mạch một hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng *U* và tần số *f* không đổi. Khi điều chỉnh để điện dung của tụ điện có giá trị $C=C_1$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện và hai đầu cuộn cảm có cùng giá trị và bằng *U*, cường độ dòng điện trong mạch khi đó có biểu thức $i=2\sqrt{6}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right)$ (A). Khi điều chỉnh để điện dung của tụ điện có giá trị $C=C_2$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại. Cường độ dòng điện tức thời trong mạch khi đó có biểu thức là:

A. $i_2=2\sqrt{3}\left(100\pi t+\frac{5\pi}{12}\right)(A)$.

B. $i_2=2\sqrt{2}\left(100\pi t+\frac{5\pi}{12}\right)(A)$.

C. $i_2=2\sqrt{2}\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(A)$.

D. $i_2=2\sqrt{3}\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(A)$.

Câu 24: Cho mạch điện *RLC*, tụ điện có điện dung *C* thay đổi. Điều chỉnh điện dung sao cho điện áp hiệu dụng của tụ đạt giá trị cực đại, khi đó điện áp hiệu dụng trên R là 75 (V). Khi điện áp tức thời hai đầu mạch là $75\sqrt{6}(V)$ thì điện áp tức thời của đoạn mạch *RL* là $25\sqrt{6}(V)$. Điện áp hiệu dụng của đoạn mạch là:

A. $75\sqrt{6}(V)$. B. $75\sqrt{3}(V)$.

C. $150(V)$. D. $150\sqrt{2}(V)$.

Câu 25: Đặt một điện áp $u=U\sqrt{2}\cos\omega t(V)$ (U, ω không đổi) vào đoạn mạch *AB* nối tiếp. Giữa hai điểm *AM* là một biến trở *R*, giữa *MN* là cuộn dây có r và giữa *NB* là tụ điện *C*. Khi $R=75(\Omega)$ thì đồng thời có biến trở R tiêu thụ công suất cực đại và thêm bất kỳ tụ điện *C'* nào vào đoạn *NB* dù nối tiếp hay song song với tụ điện *C* vẫn thấy U_{NB} giảm. Biết các giá trị r, Z_L, Z_C, Z (tổng trở) nguyên. Giá trị của *r* và Z_C là:

A. $21(\Omega);120(\Omega)$. B. $128(\Omega);120(\Omega)$.

C. $128(\Omega);200(\Omega)$. D. $21(\Omega);200(\Omega)$.

Câu 26: Đặt điện áp xoay chiều $u=U\sqrt{2}\cos(100\pi t)(V)$ vào hai đầu đoạn mạch *RLC*. Biết $R=100\sqrt{2}(V)$, tụ điện có điện dung thay đổi được. Khi điện dung của tụ lần lượt là $C_1=\frac{25}{\pi}(\mu F)$ và $C_2=\frac{125}{3\pi}(\mu F)$ thì điện áp hiệu dụng trên hai đầu tụ cùng giá trị. Để điện áp hiệu dụng trên điện trở *R* cực đại thì giá trị của *C* có thể là:

A. $C=\frac{50}{\pi}(\mu F)$. B. $C=\frac{200}{3\pi}(\mu F)$.

C. $C=\frac{20}{\pi}(\mu F)$. D. $C=\frac{125}{3\pi}(\mu F)$.

Câu 27: Cho mạch điện gồm cuộn dây có điện trở hoạt động R và tụ điện C. Đặt vào hai đầu mạch điện một điện áp xoay chiều ổn định $u=U\sqrt{2}\cos\omega t(V)$. Khi $C=C_0$ thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây lớn nhất là $2U$. Với giá trị nào của C để U_C đạt cực đại

A. $C=\frac{3C_0}{4}$. B. $C=\frac{C_0}{2}$.

C. $C=\frac{C_0}{4}$. D. $C=\frac{C_0}{3}$.

Câu 28: Mạch điện RLC nối tiếp có C thay đổi được. Điện áp hai đầu mạch $u=150\sqrt{2}\cos(100\pi t)(V)$. Khi $C=C_1=\frac{62,5}{\pi}(\mu F)$ thì mạch tiêu thụ công suất cực đại $P_{max}=93,75(W)$. Khi $C=C_2=\frac{1}{9\pi}(mF)$ thì điện áp hiệu dụng hai đầu RC và cuộn dây vuông pha nhau, điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây khi đó là:

A. 90 (V). B. 120 (V). C. 75 (V). D. $75\sqrt{2}$ (V).

Câu 29: Đặt một điện áp $u=U_0\cos(100\pi t)(V)$ vào hai đầu mạch RLC mắc nối tiếp, có cuộn dây thuần cảm, điện dung C của tụ điện thay đổi được. Khi điều chỉnh điện dung đến giá trị mà $Z_C=1,5Z_L$ thì điện áp hiệu dụng của U_{RC} đạt cực đại và bằng $60\sqrt{3}(V)$. Hỏi U_0 có giá trị bằng bao nhiêu?

A. $60\sqrt{2}(V)$. B. $60\sqrt{3}(V)$.

C. $120\sqrt{2}(V)$. D. $120(V)$.

Câu 30: Đặt điện áp xoay chiều ổn định $u=U_0\cos(\omega t)(V)$ vào đoạn mạch mắc nối tiếp theo thứ tự: điện trở thuần R, cuộn cảm thuần L và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh C để điện áp hiệu dụng trên tụ đạt cực đại, khi đó điện áp hiệu dụng của đoạn mạch RL là 100 (V), tại thời điểm t điện áp tức thời của đoạn RL là $u_{RL}=100\sqrt{2}(V)$ thì điện áp tức thời trên tụ là:

A. $-100\sqrt{2}(V)$. B. 100 (V).

C. $100\sqrt{2}(V)$. D. $-100\sqrt{3}(V)$.

ĐÁP ÁN

1.D	2.B	3.B	4.A	5.C	6.C	7.A	8.B	9.C	10.D
11.B	12.A	13.B	14.D	15.D	16.A	17.D	18.A	19.A	20.C
21.C	22.D	23.B	24.C	25.C	26.A	27.A	28.B	29.A	30.A
31.B									

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án D.

Cảm kháng của cuộn dây là: $Z_L=\omega L=100\pi.\frac{2}{5\pi}=40\Omega$.

Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện có giá trị cực đại là: $U_{C\max}=\frac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{R}=\frac{120\sqrt{30^2+40^2}}{30}=200(V)$.

Câu 2: Đáp án B.

Ta có: $Z_L=L.\omega=\frac{1}{\pi}.100\pi=100\Omega$;

$Z_C=\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{100\pi.\frac{10^{-4}}{2\pi}}=200\Omega$.

Vì lúc này điện áp giữa hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại nên: $Z_C=\frac{R^2+Z_L^2}{Z_L}\Leftrightarrow 200=\frac{R^2+100^2}{100}\Rightarrow R=100\Omega$

Hiệu điện thế cực đại trên tụ sẽ là: $U_{C\max}=\frac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{R}$

$\Rightarrow 150=\frac{U\sqrt{100^2+100^2}}{100}\Rightarrow U=75\sqrt{2}(V)$.

Câu 3: Đáp án B.

Khi mạch xảy ra cộng hưởng điện từ thì

$$Z_{L1}=Z_{C1}=20\Omega$$

Cho C tăng gấp 5 lần thì dung kháng của tụ sẽ giảm đi 5 lần nên: $Z_{C2}=4\Omega$.

Do lúc này điện áp giữa hai đầu đoạn mạch lệch pha $\frac{\pi}{3}$ so với dòng điện trong mạch nên giá trị R của mạch là: $R=|Z_L-Z_C|.\tan\frac{\pi}{6}=\frac{16}{\sqrt{3}}(\Omega)$.

Câu 4: Đáp án A.

Theo đề ra ta có: $\begin{cases}U_R=30V\\U_L=50V\\U_C=90V\end{cases}\Leftrightarrow\frac{3}{R}=\frac{5}{Z_L}=\frac{9}{Z_C}$.

Chọn $R=3;Z_L=5;Z_C=9$ nên

$U_R=\frac{UR}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}=\frac{U.3}{\sqrt{3^2+(5-9)^2}}=\frac{3}{5}U$

$\Rightarrow U=50V$.

Khi mạch xảy ra cộng hưởng thì $Z_{C'}=Z_L=5$.

Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở R là:

$$U_R = \frac{UR}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = U = 50\text{V}.$$

Câu 5: Đáp án C.

Thay đổi điện dung của tụ để hiệu điện thế hiệu dụng trên tụ điện đạt giá trị cực đại và bằng $2U$ nên ta có:

$$U_{C\max} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R} = 2U \Rightarrow Z_L^2 = 3R^2 \Rightarrow Z_L = \sqrt{3}\text{R}.$$

Câu 6: Đáp án C.

Khi U_C đạt giá trị cực đại thì ta có công thức liên hệ là:

$$U^2 = U_{C\max}^2 - U_L U_{C\max} \Leftrightarrow 30^2 = U_{C\max}^2 - 32U_{C\max}$$
$$\Rightarrow U_{C\max} = 50(\text{V}).$$

Câu 7: Đáp án A.

Giá trị cảm kháng của cuộn dây là:

$$Z_L = \omega L = 100\pi.\frac{2}{5\pi} = 40\Omega.$$

Vì $U_{C\max} = U\sqrt{3}$ nên $3R^2 = R^2 + Z_L^2$

$$\Rightarrow 2R^2 = Z_L^2 \Leftrightarrow R = \frac{1}{\sqrt{2}}Z_L = 20\sqrt{2}\Omega.$$

Câu 8: Đáp án B.

Ta nhận thấy $\overrightarrow{U_C} \perp \overrightarrow{U}$ nên hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch sẽ cùng pha với cường độ dòng điện trong mạch.

Nên $Z_L = Z_C$ thì công suất tiêu thụ của mạch điện là:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{200^2}{100} = 400\text{W}.$$

Câu 9: Đáp án C.

Ban đầu khi $C = C_1$ thì hiệu điện áp giữa hai đầu đoạn mạch chậm hơn cường độ dòng điện trong mạch một góc $\frac{\pi}{3}$ nên $Z_{C1} - Z_L = \sqrt{3}R$. Lúc này công suất là:

$$P = \frac{U^2.R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{U^2}{4R} = 200\text{W}.$$

Khi $C = C_2$ thì công suất đạt cực đại nên

$$P_{\max} = \frac{U^2}{R} = 4P = 4.200 = 800\text{W}.$$

Câu 10: Đáp án D.

Để công suất trong mạch có giá trị cực đại thì điện dung C cần tìm phải thỏa mãn:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{2.10^{-4}} + \frac{1,5\pi}{10^{-4}}\right) = 10^4\pi$$
$$\Rightarrow C = \frac{10^{-4}}{\pi}(F).$$

Câu 11: Đáp án B.

Để hiệu điện thế giữa hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại thì: $C = \frac{1}{2}(C_1 + C_2) = \frac{1}{2}\left(\frac{10^{-4}}{\pi} + \frac{3.10^{-4}}{\pi}\right) = \frac{2.10^{-4}}{\pi}(\text{F})$.

Câu 12: Đáp án A.

Điều chỉnh điện dung của tụ để điện áp giữa hai đầu của đoạn mạch AM đạt giá trị cực đại tương đương với điện áp hai đầu U_{RL} đạt giá trị cực đại.

Vì $U_{RL} = \frac{U\sqrt{(R^2 + Z_L^2)}}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$ nên U_{RL} đạt giá trị lớn nhất khi $Z_L = Z_C = 40\Omega$.

Điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạch AM là:

$$U_{RL} = \frac{U.50}{30} = 120 \Rightarrow U = 72\text{V}.$$

Lúc đó giá trị điện áp giữa hai đầu tụ điện là:

$$U_C = \frac{U.Z_C}{R} = \frac{72.40}{30} = 96\text{V}.$$

Câu 13: Đáp án B.

Để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu U_{RC} đạt giá trị cực đại thì:

$$Z_C = \frac{Z_L + \sqrt{4R^2 + Z_L^2}}{2} = \frac{20 + \sqrt{4.\left(10\sqrt{3}\right)^2 + 20^2}}{2} = 30\Omega.$$

Câu 14: Đáp án D.

Ta có công thức liên hệ:

$$U_{RL}^2 = U_L U_{C\max} \Leftrightarrow 90^2 = U_L.150 \Rightarrow U_L = 54\text{V}.$$

Tiếp tục: $U^2 = U_{C\max}^2 - U_{C\max}U_L$

$$= 150^2 - 150.54 = 14400 \Rightarrow U = 120V.$$

Suy ra: $U_{C\max}^2 = U^2 + U_R^2 + U_L^2 \Rightarrow U_R = 72\text{V}.$

Hệ số công suất của mạch là:

$$\cos\varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{72}{120} = \frac{3}{5} = 0,6.$$

Câu 15: Đáp án D.

Hiệu điện thế cực đại giữa hai đầu cuộn dây là:

$$U_{d\max} = \frac{U.Z_L}{R} = \frac{200.10}{100} = 20\text{V}.$$

Câu 16: Đáp án A.

Với $C = C_1$ thì điện áp giữa hiệu dụng giữa hai đầu biến trở R có giá trị không đổi:

$$U_R = \frac{UR}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \text{const} \Rightarrow Z_{C1} = Z_L.$$

Với $C = C_2 = \frac{C_1}{2}$ thì $Z_{C2} = 2Z_{C1}$

nên $U_{AN} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = U = 200\text{V}.$

Câu 17: Đáp án D.

Khi điều chỉnh giá trị của tụ điện đến các giá trị Z_{C1} và Z_{C2} thì mạch có cùng một công suất nên để công suất có giá trị lớn nhất thì:

$$Z_L = Z_C = \frac{Z_{C1}+Z_{C2}}{2} = \frac{400+200}{2} = 300\Omega.$$

nên giá trị của L bằng: $L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{3}{\pi}(\text{H})$.

Câu 18: Đáp án A.

Ta có: $\begin{cases} U_{R1} = U_{LC2} \\ U_{R2} = U_{LC1} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_1 R = I_2 (Z_L - Z_{C2}) \\ I_2 R = I_1 (Z_{C1} - Z_L) \end{cases}$.

Mặt khác điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây trong hai trường hợp lần lượt là $30V$ và $90V$ nên:

$$\begin{cases} U_{d1} = I_1\sqrt{R^2+Z_L^2} = 30 \\ U_{d2} = I_2\sqrt{R^2+Z_L^2} = 90 \end{cases} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{30}{90} = \frac{1}{3}.$$

Nên ta có: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{I_2}{I_1}.\frac{Z_L - Z_{C1}/3}{Z_{C1} - Z_L}$

$$\Rightarrow \frac{1}{9} = \frac{Z_L - Z_{C1}/3}{Z_{C1} - Z_L} \Rightarrow Z_L = \frac{2}{5}Z_{C1} \Rightarrow R = \frac{1}{5}Z_{C1}$$

Vậy thay vào trong trường hợp đầu thì:

$$U_d = \frac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{\sqrt{R^2+(Z_L - Z_c)^2}} = 30\text{V}$$

$$\Leftrightarrow \frac{U\sqrt{(1/5)^2+(2/5)^2}}{\sqrt{(1/5)^2+(2/5-1)^2}} = 30$$

$$\Rightarrow U = 30\sqrt{2}V \Rightarrow U_0 = 60\text{V}.$$

Câu 19: Đáp án A.

Khi điều chỉnh điện dung của tụ đến giá trị C_m thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch MB hay điện áp giữa hai đầu đoạn mạch CrL đạt giá trị nhỏ nhất nên $Z_{Cm} = 0$

Ta có: $U_{MB\min} = \frac{U\sqrt{r^2}}{\sqrt{(r+R)^2}} = \frac{U.r}{r+R}$

$$\Leftrightarrow \frac{200r}{r+40} = 75 \Rightarrow r = 24\Omega.$$

Câu 20: Đáp án C.

Theo đề ra ta có:

$$\begin{cases} r^2 + Z_L^2 = 100^2 \\ r^2 + (Z_L - Z_C)^2 = 100^2 \end{cases} \Rightarrow Z_L = Z_C - Z_L \Leftrightarrow Z_C = 2Z_L$$

Tăng điện cung của nguồn thêm ΔC thì ta được:

$$\omega_2^2 = \frac{1}{LC_2} = \frac{1}{L(C_1+\Delta C)} = \frac{\omega^2.C_1}{C_1+\Delta C}$$

Câu 21: Đáp án C.

Ta có: $\frac{U_{AM}}{\sin\alpha} = \frac{U_{MB}}{\sin\left(\pi-\alpha-\frac{\pi}{3}\right)} = \frac{U}{\sin\frac{\pi}{3}}$

$$\Rightarrow \frac{U_{AM}+U_{MB}}{\sin\alpha + \sin\left(\pi-\alpha-\frac{\pi}{3}\right)} = \frac{2}{\sqrt{3}}U$$

$$\Leftrightarrow U_{AM}+U_{MB} = \frac{2}{\sqrt{3}}U.2\sin\left(\frac{\pi}{3}\right)\cos\left(\alpha-\frac{\pi}{3}\right)$$

Vậy để $U_{AM}+U_{MB}$ đạt giá trị lớn nhất thì $\alpha = \frac{\pi}{3}(rad)$.

Khi đó: $U_C = U = 220\text{V}$.

Câu 22: Đáp án D.

Khi $C = C_1$ thì dòng điện trong mạch trễ pha $\frac{\pi}{4}$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch nên: $Z_L - Z_{C1} = R$

Khi $C = C_2$ thì điện áp hiệu dụng hai đầu tụ đạt giá trị cực đại nên: $Z_{C2} = \frac{R^2+Z_L^2}{Z_L}$

và $U_{C\max} = \frac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{R} = 100\sqrt{5}$. Lại có: $Z_{C2} = 2,5Z_{C1}$

nên: $2,5Z_{C1}.Z_L = (Z_L - Z_{C1})^2 + Z_L^2$

$$\Leftrightarrow 2Z_L^2 - 4,5Z_{C1}.Z_L + Z_{C1}^2 = 0 \Rightarrow Z_L = 2Z_{C1}$$

$$\Rightarrow \omega L = \frac{2}{\omega C_1} \Rightarrow \omega = 100\pi(\text{rad/s}).$$

Nên: $R = Z_{C1} = 20\Omega$..

Câu 23: Đáp án B.

Ban đầu khi tụ điện có giá trị $C = C_1$ thì $U_d = U_C$ nên

$$\begin{cases} Z_{C1} = \sqrt{r^2+Z_L^2} \\ Z_{C1} = \sqrt{r^2+(Z_L - Z_{C1})^2} \end{cases} \Rightarrow Z_{C1} = 2Z_L; r = \sqrt{3}Z_L.$$

Khi đó: $i = 2\sqrt{6}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)\text{A}$ tương đương với:

$$I = \frac{U}{\sqrt{r^2+(Z_L - Z_{C1})^2}} = \frac{U}{2Z_L} = 2\sqrt{3}\text{A}.$$

Sau đó thay tụ bằng một giá trị $C = C_2$ thì điện áp giữa hai bản tụ có giá trị cực đại nên:

$$Z_{C2} = \frac{r^2+Z_L^2}{Z_L} = 4Z_L; I = \frac{U}{2\sqrt{3}Z_L} = 2\text{A}.$$

Nên phương trình dao động lúc sau của vật là:

$$i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{5\pi}{12}\right).$$

Câu 24: Đáp án C.

Ta có: khi điện áp hiệu dụng của tụ đạt giá trị cực đại thì $\vec{U} \perp \overrightarrow{U_{RL}}$ nên: $\begin{cases} \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 + \left(\frac{u_{RL}}{U_{0RL}}\right)^2 = 1 \\ \frac{1}{U_R^2} = \frac{1}{U^2} + \frac{1}{U_{RL}^2} \end{cases}$

$$\Leftrightarrow\begin{cases}\dfrac{\left(75\sqrt{6}\right)^2}{U^2}+\dfrac{\left(25\sqrt{6}\right)^2}{U_{RL}^2}=2\\ \dfrac{1}{U^2}+\dfrac{1}{U_{RL}^2}=\dfrac{1}{75^2}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}U=150\\ U_{RL}=50\sqrt{3}\end{cases}$$

Câu 25: Đáp án C.

Khi $R=75\Omega$ thì công suất trên biến trở cực đại nên: $R^2=r^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2$. Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch NB là: $U_{NB}=\dfrac{UZ_C}{\sqrt{\left(R+r\right)^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}$ và khi thêm bất kỳ tụ điện C' nào vào dù nối tiếp hay song song cũng đều làm cho U_{NB} giảm nghĩa là lúc này U_{NB} đang đạt giá trị cực đại.

Câu 26: Đáp án A.

Để điện áp hiệu dụng trên tụ điện đạt giá trị cực đại thì

$$Z_C=Z_L=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{Z_{C1}}+\frac{1}{Z_{C2}}\right)=\frac{1}{300}\Rightarrow Z_C=300\Omega$$

Khi đó: $300=\dfrac{\left(100\sqrt{2}\right)^2+Z_L^2}{Z_L}\Rightarrow Z_L=200\Omega$.

Vậy để điện áp hiệu dụng trên điện trở R đạt giá trị cực đại thì $Z_C=Z_L\Rightarrow C=\dfrac{50}{\pi}(\mu F)$.

Câu 27: Đáp án A.

Điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây lớn nhất là $2U$ nên: $\dfrac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{R}=2U\Rightarrow Z_L=\sqrt{3}R=Z_{C_1}$

Để U_C cực đại thì: $Z_{C_2}=\dfrac{R^2+Z_L^2}{Z_L}=\dfrac{R^2+3R^2}{\sqrt{3}R}=\dfrac{4}{\sqrt{3}}R$.

Từ đây suy ra: $C_1=\dfrac{4}{3}C_2$.

Câu 28: Đáp án B.

Khi $C=C_1=\dfrac{62,5}{\pi}\mu F\Rightarrow Z_{C1}=160\Omega$ thì công suất đạt giá trị cực đại $P_{\max}=\dfrac{U^2}{R+r}\Rightarrow R+r=240\Omega$

Khi $C=C_2=\dfrac{1}{9\pi}(mF)\Rightarrow Z_{C2}=90\Omega$ thì: $\dfrac{Z_{C2}}{r}=\dfrac{R}{Z_L}$

$\Rightarrow R.r=Z_{C2}.Z_L=Z_{C2}.Z_{C1}=14400$

nên $R=120\Omega;r=120\Omega$.

Vậy điện áp hiệu dụng cuộn dây lúc đó là:

$$U=\sqrt{r^2+Z_L^2}.\frac{U}{\sqrt{\left(R+r\right)^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}$$

$$=\sqrt{120^2+160^2}.\frac{150}{\sqrt{240^2+\left(160-90\right)^2}}=120\text{V}.$$

Câu 29: Đáp án A.

U_{RC} đạt giá trị cực đại nên:

$Z_C=\dfrac{Z_L+\sqrt{4R^2+Z_L^2}}{2}$ và $Z_C=1,5Z_L$ nên $R=\dfrac{\sqrt{3}}{2}Z_L$.

Lúc đó:

$$U_{RC\max}=\frac{2U.R}{\sqrt{4R^2+Z_L^2-Z_L}}\Rightarrow U=60V\Rightarrow U_0=60\sqrt{2}\text{V}.$$

Câu 30: Đáp án A.

Ta có khi điện áp hiệu dụng trên tụ C đạt cực đại thì điện áp hiệu dụng trên RL vuông góc với điện áp hiệu dụng trên toàn mạch khi đó:

$$\left(\frac{u_{RL}^2}{U_{oRL}^2}\right)+\left(\frac{u^2}{U_0^2}\right)=1\Rightarrow u_C=-100\sqrt{2}\text{V}.$$

VIII. BÀI TOÁN TẦN SỐ f BIẾN THIÊN

Ví dụ 1: Cho đoạn mạch RLC mắc nối tiếp, hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu đoạn mạch là U và tần số góc của dòng điện thay đổi được, cho biết $2L > CR^2$.

1. Tìm ω để công suất, hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở và dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại.

2. Tìm ω để hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt giá trị cực đại. Tính giá trị cực đại đó.

3. Tìm ω để hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại. Tính giá trị cực đại đó.

4. Tìm mối liên hệ giữa hai tần số ω tìm được ở câu 2 và 3.

Lời giải

1. Tìm ω để công suất, hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở và dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại.

Ta có: $I = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)}}; P = I^2 R; U_R = IR$

Vì R không đổi nên P, U_R lớn nhất khi I lớn nhất. Vậy ta chỉ cần tìm ω để I lớn nhất là xong. Ta có:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)}} \le \frac{U}{\sqrt{R^2}} = \frac{U}{R}$$

Đẳng thức xảy ra khi $\omega L - \dfrac{1}{\omega C} = 0 \Leftrightarrow \omega^2 = \dfrac{1}{LC}$ nên I, P, U_R đạt giá trị lớn nhất khi $\omega^2 = \dfrac{1}{LC}$. Từ này, ta kí hiệu $\omega_R^2 = \dfrac{1}{LC}$ (1)

2. Tìm ω để U_L đạt cực đại. Tính $(U_L)_{max}$

Ta sẽ viết biểu thức U_L theo ω và xem xét khi nào thì U_L đạt cực đại. Ta có

$$U_L = IZ_L = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} Z_L = \frac{U}{\dfrac{1}{Z_L}\sqrt{R^2 + Z_L^2 - 2Z_L Z_C + Z_C^2}}$$

$$= \frac{U}{\dfrac{1}{\omega L}\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2 - 2\omega L \dfrac{1}{\omega C} + \dfrac{1}{\omega^2 C^2}}} = \frac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2}{\omega^2 L^2} + 1 - \dfrac{2}{\omega^2 LC} + \dfrac{1}{\omega^4 L^2 C^2}}}$$

$$= \frac{U}{\sqrt{\left(\dfrac{1}{L^2C^2}\right)\cdot\left(\dfrac{1}{\omega^2}\right)^2 + \left(\dfrac{R^2}{L^2} - \dfrac{2}{LC}\right)\cdot\dfrac{1}{\omega^2} + 1}}$$

Đặt $\begin{cases} x = \dfrac{1}{\omega^2} \\ y = \left(\dfrac{1}{L^2C^2}\right)\cdot\left(\dfrac{1}{\omega^2}\right)^2 + \left(\dfrac{R^2}{L^2} - \dfrac{2}{LC}\right)\cdot\dfrac{1}{\omega^2} + 1 = \left(\dfrac{1}{L^2C^2}\right).x^2 + \left(\dfrac{R^2}{L^2} - \dfrac{2}{LC}\right).x + 1 \end{cases}$

Ta thấy U_L đạt giá trị lớn nhất nếu y đạt giá trị nhỏ nhất. Rõ ràng y là một tam thức bậc hai có hệ số của x^2 luôn dương nên y sẽ đạt giá trị nhỏ nhất tại

$$x=\frac{1}{\omega^2}=-\frac{b}{2a}=-\frac{\frac{R^2}{L^2}-\frac{2}{LC}}{2.\frac{1}{L^2C^2}}=\frac{\frac{2L-R^2C}{L^2C}}{2.\frac{1}{L^2C^2}}=\frac{\frac{(2L-R^2C)C}{L^2C^2}}{2.\frac{1}{L^2C^2}}=\frac{(2L-R^2C)C}{2}$$

$$\Rightarrow \omega=\omega_L=\sqrt{\frac{2}{(2L-R^2C)C}}\Rightarrow \omega=\omega_L=\frac{1}{C}\sqrt{\frac{2}{\frac{2L}{C}-R^2}}$$

Vậy giá trị của ω để U_L cực đại là $\omega_L=\frac{1}{C}\sqrt{\frac{2}{\frac{2L}{C}-R^2}}$ (2)

Tính $(U_L)_{\max}$.

Ta có $y_{\min}=-\frac{\Delta}{4a}=-\frac{\left(\frac{R^2}{L^2}-\frac{2}{LC}\right)^2-4.\frac{1}{L^2C^2}}{4.\frac{1}{L^2C^2}}=-\frac{\frac{R^4}{L^4}-2.\frac{2}{LC}\frac{R^2}{L^2}+\frac{4}{L^2C^2}-4.\frac{1}{L^2C^2}}{4.\frac{1}{L^2C^2}}$

$$=-\frac{\frac{R^4}{L^4}-2.\frac{2}{LC}\frac{R^2}{L^2}}{4.\frac{1}{L^2C^2}}=\frac{\frac{4R^2L-R^4C}{L^4C}}{4.\frac{1}{L^2C^2}}=\frac{\frac{4R^4LC-R^4C^2}{L^4C^2}}{4.\frac{1}{L^2C^2}}=\frac{4R^2LC-R^4C^2}{4L^2}$$

Từ đó suy ra

$$(U_L)_{\max}=\frac{U}{\sqrt{y_{\min}}}=\frac{U}{\sqrt{\frac{4R^2LC-R^4C^2}{4L^2}}}=\frac{2UL}{\sqrt{4R^2LC-R^4C^2}}=\frac{2UL}{R\sqrt{4LC-R^2C^2}}$$

Vậy $U_{L_{\max}}=\frac{2UL}{R\sqrt{4LC-R^2C^2}}$

3. Tìm ω để U_C cực đại. Tính $(U_C)_{\max}$

Ta sẽ viết biểu thức U_C theo ω và xem xét khi nào thì U_C đạt cực đại. Ta có

$$U_C=IZ_C=\frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}Z_C=\frac{U}{\frac{1}{Z_C}\sqrt{R^2+Z_L^2-2Z_LZ_C+Z_C^2}}$$

$$=\frac{U}{\omega C\sqrt{R^2+\omega^2L^2-2\omega L\frac{1}{\omega C}+\frac{1}{\omega^2C^2}}}=\frac{U}{\sqrt{R^2C^2\omega^2+L^2C^2\omega^4-2LC\omega^2+1}}$$

$$=\frac{U}{\sqrt{L^2C^2(\omega^2)^2+(R^2C^2-2LC)\omega^2+1}}$$

Đặt $\begin{cases}x=\omega^2\\ y=L^2C^2(\omega^2)^2+(R^2C^2-2LC)\omega^2+1=(L^2C^2)x^2+(R^2C^2-2LC)x+1\end{cases}$

U_C đạt giá trị lớn nhất nếu y đạt giá trị nhỏ nhất. Rõ ràng y là một tam thức bậc hai có hệ số của x^2 luôn dương nên y sẽ đạt giá trị nhỏ nhất tại

$$x=\omega^2=-\frac{b}{2a}=-\frac{R^2C^2-2LC}{2L^2C^2}=\frac{2LC-R^2C^2}{2L^2C^2}=\frac{\frac{2L}{C}-R^2}{2L^2}$$

$$\Rightarrow \omega=\omega_C=\sqrt{\frac{\frac{2L}{C}-R^2}{2L^2}}=\frac{1}{L}.\sqrt{\frac{\frac{2L}{C}-R^2}{2}}$$

Vậy giá trị của ω để U_C đạt cực đại là $\omega_C = \frac{1}{L}\sqrt{\frac{\frac{2L}{C}-R^2}{2}}$ (3)

Tính $(U_C)_{max}$. Ta có $y_{min} = -\frac{\Delta}{4a} = -\frac{(R^2C^2-2LC)^2-4L^2C^2}{4L^2C^2}$

$= -\frac{R^4C^4-4R^2LC^3+4L^2C^2-4L^2C^2}{4L^2C^2} = \frac{4R^2LC-R^4C^2}{4L^2}$

$\Rightarrow (U_C)_{max} = \frac{U}{\sqrt{y_{min}}} = \frac{U}{\sqrt{\frac{4R^2LC-R^4C^2}{4L^2}}} = \frac{2UL}{\sqrt{4R^2LC-R^4C^2}} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC-R^2C^2}}$

Vậy $U_{C_{max}} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC-R^2C^2}}$

4. Mối liên hệ giữa hai tần số ω_L và ω_C

Từ biểu thức (2) và (3), ta có: $\omega_L\omega_C = \frac{1}{C}.\sqrt{\frac{2}{\frac{2L}{C}-R^2}}.\frac{1}{L}.\sqrt{\frac{\frac{2L}{C}-R^2}{2}} = \frac{1}{LC}$

Mà theo (1) ta có $\frac{1}{LC} = \omega_R^2$ nên do đó ta có biểu thức liên hệ $\omega_R^2 = \omega_L\omega_C$

Ví dụ 2: Cho mạch điện *RLC* nối tiếp có $2L > CR^2$, được nối hiệu điện thế xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng không đổi nhưng tần số ω thay đổi được. Tăng dần tần số ω để hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu mỗi thiết bị U_R; U_L hoặc U_C đạt giá trị cực đại. Hãy chỉ ra thứ tự cực đại của các hiệu điện thế trên

A. $U_R; U_C; U_L$. B. $U_c; U_R; U_L$. C. $U_L; U_R; U_C$. D. $U_C; U_L; U_R$.

Lời giải

Mạch *RLC* hiệu điện thế hiệu dụng không đổi, thay đổi tần số ω để hiệu điện thế hiệu dụng U_R đạt giá trị lớn nhất thì: $\omega_R = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ (1)

Mạch *RLC* hiệu điện thế hiệu dụng không đổi, thay đổi tần số ω để hiệu điện thế hiệu dụng U_C đạt giá trị lớn nhất thì:

$$\omega_C = \frac{1}{L}\sqrt{\frac{\frac{2L}{C}-R^2}{2}} \Rightarrow \omega_C^2 = \frac{1}{LC}-\frac{R^2}{2L^2} < \frac{1}{LC} = \omega_R^2 \Rightarrow \omega_C < \omega_R \quad (2)$$

Mạch *RLC* hiệu điện thế hiệu dụng không đổi, thay đổi tần số ω để hiệu điện thế hiệu dụng U đạt giá trị lớn nhất thì:

$$\omega_L = \frac{1}{C}\sqrt{\frac{2}{\frac{2L}{C}-R^2}} \Rightarrow \omega_L^2 = \frac{1}{C^2}\frac{2}{\frac{2L}{C}-R^2} = \frac{2}{2LC-R^2C^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\omega_L^2} = LC-\frac{R^2C^2}{2} < LC = \frac{1R}{\omega_R^2} \Rightarrow \omega_L > \omega_R \quad (3)$$

(Ta cũng có thể dựa theo hệ thức $\omega_L\omega_C = \omega_R^2$, mà $\omega_L > \omega_R \Rightarrow \omega_C < \omega_R$)

Từ (2) và (3) suy ra: $\omega_C < \omega_R < \omega_L$. Như vậy khi tăng dần tần số ω thí thứ tự cực đại của các hiệu điện thế hiệu dụng là U_C, U_R, U_L.

Đáp án B.

Ví dụ 3: Cho mạch điện RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có $2L > CR^2$, hiệu điện thế hai đầu mạch có giá trị hiệu dụng không đổi nhưng tần số góc ω thay đổi được. Thay đổi ω thấy tồn tại ω_L; ω_C để lần lượt hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu mỗi thiết bị L và C cực đại. Tính hiệu điện thế cực đại $(U_L)_{max}$ và $(U_C)_{max}$?

A. $(U_L)_{max} = (U_C)_{max} = \dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_L^2}{\omega_C^2}}}$.

B. $(U_L)_{max} = (U_C)_{max} = \dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_C^2}{\omega_L^2}}}$.

C. $(U_L)_{max} = (U_C)_{max} = \dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_C^4}{\omega_L^4}}}$.

D. $(U_L)_{max} = (U_C)_{max} = \dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_L^4}{\omega_C^4}}}$.

Lời giải

Khi ω thay đổi, hiệu điện thế hai đầu cuộn cảm hoặc tụ điện đạt giá trị lớn nhất. Ta có:

$$\begin{cases} \omega_L = \dfrac{1}{C}\sqrt{\dfrac{2}{\dfrac{2L}{C}-R^2}} \Rightarrow \omega_L^2 = \dfrac{1}{C^2}.\dfrac{2}{\dfrac{2L}{C}-R^2} = \dfrac{2}{2LC-R^2C^2} \\ \omega_C = \dfrac{1}{L}\sqrt{\dfrac{\dfrac{2L}{C}-R^2}{2}} \Rightarrow \omega_C^2 = \dfrac{1}{L^2}.\dfrac{\dfrac{2L}{C}-R^2}{2} = \dfrac{2L-R^2C}{2L^2C} \\ (U_L)_{max} = (U_C)_{max} = \dfrac{U.2L}{R.\sqrt{4LC-R^2C^2}} \end{cases}$$

Ta có: $1-\dfrac{\omega_C^2}{\omega_L^2} = 1-\dfrac{\dfrac{2L-R^2C}{2L^2C}}{\dfrac{2}{2LC-R^2C^2}} = 1-\dfrac{2L-R^2C}{2L^2C}.\dfrac{2LC-R^2C^2}{2} = 1-\dfrac{(2L-R^2C)^2}{4L^2}$

$$\Rightarrow 1-\frac{\omega_C^2}{\omega_L^2} = \frac{4L^2-4L^2+4LR^2C-R^4C^2}{4L^2} = \frac{R^2(4LC-R^2C^2)}{4L^2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{1-\frac{\omega_C^2}{\omega_L^2}} = \sqrt{\frac{R^2(4LC-R^2C^2)}{4L^2}} = \frac{R}{2L}\sqrt{4LC-R^2C^2} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_C^2}{\omega_L^2}}} = \frac{2L}{R\sqrt{4LC-R^2C^2}}$$

Nhân hai vế với U ta được

$$(U_L)_{max} = (U_C)_{max} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC-R^2C^2}} = \frac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_C^2}{\omega_L^2}}} = \frac{U\omega_L}{\sqrt{\omega_L^2-\omega_C^2}}$$

Đáp án B.

Ví dụ 4: Cho mạch điện RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có $2L > CR^2$, hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng không đổi nhưng tần số góc ω có thể thay đổi được. Thay đổi ω thấy tồn tại ω_R; ω_L để lần lượt hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu mỗi thiết bị R, L đạt giá trị lớn nhất. Tính hiệu điện thế lớn nhất $(U_L)_{max}$?

A. $(U_L)_{max}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_R^2}{\omega_L^2}}}$.

B. $(U_L)_{max}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_L^4}{\omega_R^4}}}$.

C. $(U_L)_{max}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_R^4}{\omega_L^4}}}$.

D. $(U_L)_{max}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_L^2}{\omega_R^2}}}$.

Lời giải

Khi ω thay đổi, hiệu điện thế hai đầu dây điện trở cực đại khi $\omega_R^2=\dfrac{1}{LC}$

Khi ω thay đổi, hiệu điện thế hai đầu cuộn cảm cực đại khi

$$\begin{cases}\omega_L=\dfrac{1}{C}\sqrt{\dfrac{2}{\dfrac{2L}{C}-R^2}}\Rightarrow\omega_L^2=\dfrac{1}{C^2}.\dfrac{2}{\dfrac{2L}{C}-R^2}=\dfrac{2}{2LC-R^2C^2}\\ (U_L)_{max}=(U_C)_{max}=\dfrac{U.2L}{R.\sqrt{4LC-R^2C^2}}\end{cases}$$

Ta có: $1-\dfrac{\omega_R^4}{\omega_L^4}=1-\dfrac{1}{(LC)^2}\dfrac{\dfrac{1}{(LC)^2}}{\dfrac{4}{(2LC-R^2C^2)^2}}=1-\dfrac{(2L-R^2C)^2}{4}=1-\dfrac{(2L-R^2C)^2}{4L^2}$

$$\Rightarrow 1-\frac{\omega_R^4}{\omega_L^4}=1-\frac{(2L-R^2C)^2}{2L^2}=\frac{4L^2-4L^2+4LR^2C-R^4C^2}{4L^2}=\frac{R^2(4LC-R^2C^2)}{4L^2}$$

$$\Rightarrow\sqrt{1-\frac{\omega_R^4}{\omega_L^4}}=\frac{R\sqrt{4LC-R^2C^2}}{2L}\Rightarrow\frac{1}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_R^4}{\omega_L^4}}}=\frac{2L}{R\sqrt{4LC-R^2C^2}}$$

Nhân cả hai vế với U ta được: $(U_L)_{max}=\dfrac{2UL}{R\sqrt{4LC-R^2C^2}}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_R^4}{\omega_L^4}}}=\dfrac{U\omega_L^2}{\sqrt{\omega_L^4-\omega_R^4}}$

Đáp án C.

Ví dụ 5: Cho mạch điện RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có $2L>CR^2$, hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng không đổi nhưng tần số góc ω có thể thay đổi được. Thay đổi ω thấy tồn tại ω_R; ω_C để lần lượt hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu mỗi thiết bị R, L đạt giá trị lớn nhất. Tính hiệu điện thế lớn nhất $(U_C)_{max}$?

A. $(U_C)_{max}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_R^2}{\omega_C^2}}}$.

B. $(U_C)_{max}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_C^4}{\omega_R^4}}}$.

C. $(U_C)_{max}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_R^4}{\omega_C^4}}}$.

D. $(U_C)_{max}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_C^2}{\omega_R^2}}}$.

Lời giải

Khi ω thay đổi, hiệu điện thế hai đầu dây điện trở cực đại khi $\omega_R^2=\dfrac{1}{LC}$

Khi ω thay đổi, hiệu điện thế hai đầu tụ điện cực đại khi

$$\begin{cases}\omega_C=\dfrac{1}{L}\sqrt{\dfrac{2L}{C}-R^2}\Rightarrow\omega_C^2=\dfrac{1}{L^2}.\dfrac{\dfrac{2L}{C}-R^2}{2}=\dfrac{2L-R^2C}{2L^2C}\\ \left(U_C\right)_{\max}=\dfrac{U.2L}{R.\sqrt{4LC-R^2C^2}}\end{cases}$$

Ta có: $1-\dfrac{\omega_C^4}{\omega_R^4}=1-\dfrac{\left(2LC-R^2C^2\right)^2}{\dfrac{4}{\left(LC\right)^2}}=1-\dfrac{\left(LC\right)^2}{1}\dfrac{\left(2L-R^2C\right)^2}{4L^4C^2}=1-\dfrac{\left(2L-R^2C\right)^2}{4L^2}$

$$\Rightarrow 1-\frac{\omega_C^4}{\omega_R^4}=1-\frac{\left(2L-R^2C\right)^2}{4L^2}=\frac{4L^2-4L^2+4LR^2C-R^4C^2}{4L^2}=\frac{R^2\left(4LC-R^2C^2\right)}{4L^2}$$

$$\Rightarrow\sqrt{1-\frac{\omega_C^4}{\omega_R^4}}=\frac{R\sqrt{4LC-R^2C^2}}{2L}\Rightarrow\frac{1}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_C^4}{\omega_R^4}}}=\frac{2L}{R\sqrt{4LC-R^2C^2}}$$

Nhân cả hai vế với U ta được: $\left(U_C\right)_{\max}=\dfrac{2UL}{R\sqrt{4LC-R^2C^2}}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_C^4}{\omega_R^4}}}=\dfrac{U\omega_R^2}{\sqrt{\omega_R^4-\omega_C^4}}$

Chú ý: (Cách của thầy Lê Văn Thành): Ta cũng có thể thiết lập các công thức giải nhanh trong các ví dụ 4 và ví dụ 5 dựa trên kết quả của ví dụ 3 như sau: ω thay đổi tồn tại $\omega_C<\omega_R<\omega_L$ để tương ứng các giá trị hiệu dụng $U_C;\ U_R;\ U_L$ đạt giá trị lớn nhất, ta có: $\omega_R^2=\omega_L\omega_C\Rightarrow\begin{cases}\dfrac{\omega_R}{\omega_L}=\dfrac{\omega_C}{\omega_R}\\ \dfrac{\omega_C}{\omega_L}=\dfrac{\omega_R^2}{\omega_L^2}=\dfrac{\omega_C^2}{\omega_R^2}\end{cases}$

Từ kết quả Ví dụ 3, ta có $\left(U_L\right)_{\max}=\left(U_C\right)_{\max}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_C^2}{\omega_L^2}}}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_R^4}{\omega_L^4}}}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\dfrac{\omega_C^4}{\omega_R^4}}}$

Trong các công thức trên để cho không nhầm lẫn thì ta cần hiểu các biểu thức trong căn luôn dương, do đó tỉ số các tần số góc trong căn luôn nhỏ hơn 1 $\left(\dfrac{\omega_C^2}{\omega_L^2}<1;\dfrac{\omega_R^4}{\omega_L^4}<1;\dfrac{\omega_C^4}{\omega_R^4}<1\right)$.

Như vậy tần số góc trên tử phải nhỏ hơn tần số góc dưới mẫu theo đúng tính chất đã chứng minh $\dfrac{\omega_C^2}{\omega_L^2}<1;\dfrac{\omega_R^4}{\omega_L^4}<1;\dfrac{\omega_C^4}{\omega_R^4}<1$

$$\Rightarrow\begin{cases}0<\omega_C<\omega_L\\ 0<\omega_R<\omega_L\end{cases}\Rightarrow\omega_C<\omega_R<\omega_L$$
$$0<\omega_C<\omega_R$$

Ví dụ 6: Cho mạch điện RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có $2L>CR^2$, hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng không đổi nhưng tần số góc ω có thể thay đổi được. Thay đổi ω thấy tồn tại ω_L để hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn dây đạt giá trị lớn nhất. Tìm mối liên hệ giữa độ lệch pha của cường độ dòng điện với hiệu điện thế hai đầu mạch và hiệu điện thế u_{RC}.

A. $\tan\varphi_{RC}.\tan\varphi=\frac{1}{\sqrt{2}}$. B. $\tan\varphi_{RC}.\tan\varphi=1$.

C. $\tan\varphi_{RC}.\tan\varphi=2$. D. $\tan\varphi_{RC}.\tan\varphi=-\frac{1}{2}$.

Lời giải

ω thay đổi, hiệu điện thế hai đầu cuộn cảm cực đại khi:

$$\omega_L=\frac{1}{C}\sqrt{\frac{2}{\frac{2L}{C}-R^2}}\Leftrightarrow 1=\frac{1}{C\omega_L}\sqrt{\frac{2}{\frac{2L\omega_L}{C\omega_L}-R^2}}$$

$$\Leftrightarrow Z_C^2=Z_LZ_C-\frac{R^2}{2}\Leftrightarrow\frac{Z_L-Z_C}{R}.\frac{-Z_C}{R}=-\frac{1}{2}\Leftrightarrow\tan\varphi.\tan\varphi_{RC}=-\frac{1}{2}$$

Như vậy: ω thay đổi, khi $(U_L)_{\max}$ thì $\tan\varphi.\tan\varphi_{RC}=-\frac{1}{2}$

Đáp án D.

Ví dụ 7: Cho mạch điện RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có $2L>CR^2$, hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng không đổi nhưng tần số góc ω có thể thay đổi được. Thay đổi ω thấy tồn tại ω_C để hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ điện đạt giá trị lớn nhất. Tìm mối liên hệ giữa độ lệch pha của cường độ dòng điện với hiệu điện thế hai đầu mạch và hiệu điện thế u_{RL}.

A. $\tan\varphi_{RL}.\tan\varphi=\frac{1}{\sqrt{2}}$. B. $\tan\varphi_{RL}.\tan\varphi=1$.

C. $\tan\varphi_{RL}.\tan\varphi=2$. D. $\tan\varphi_{RL}.\tan\varphi=-\frac{1}{2}$.

Lời giải

ω thay đổi, hiệu điện thế hai đầu cuộn cảm cực đại khi:

$$\omega_C=\frac{1}{L}\sqrt{\frac{\frac{2L}{C}-R^2}{2}}\Leftrightarrow\omega_CL=\sqrt{\frac{\frac{2L\omega_C}{C\omega_C}-R^2}{2}}$$

$$\Leftrightarrow Z_L^2=Z_LZ_C-\frac{R^2}{2}\Leftrightarrow\frac{Z_L-Z_C}{R}.\frac{Z_L}{R}=-\frac{1}{2}\Leftrightarrow\tan\varphi.\tan\varphi_{RL}=-\frac{1}{2}$$

Như vậy: ω thay đổi, khi $(U_C)_{\max}$ thì $\tan\varphi.\tan\varphi_{RL}=-\frac{1}{2}$

Đáp án D.

Ví dụ 8: Cho mạch điện *RLC* mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có $2L>CR^2$, hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng không đổi nhưng tần số góc ω có thể thay đổi được. Thay đổi ω thấy rằng khi $\omega=\omega_1$ hoặc $\omega=\omega_2$ thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn cảm có giá trị bằng nhau. Hỏi thay đổi tần số góc bằng bao nhiêu thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn cảm đạt giá trị lớn nhất?

A. $\frac{1}{\omega^2}=\frac{1}{\omega_1^2}+\frac{1}{\omega_2^2}$. B. $\omega^2=\frac{1}{2}.\left(\omega_1^2+\omega_2^2\right)$.

C. $\frac{1}{\omega^2}=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\omega_1^2}+\frac{1}{\omega_2^2}\right)$. D. $\omega^2=\omega_1^2+\omega_2^2$.

Lời giải

Ta có: $U_L = Z_L \dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}} \Leftrightarrow \left(\dfrac{U_L}{U}\right)^2 = \dfrac{Z_L^2}{R^2+Z_L^2+Z_C^2-2Z_LZ_C}$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{U}{U_L}\right)^2 = \frac{R^2}{Z_L^2}+1+\left(\frac{Z_C}{Z_L}\right)^2-2\frac{Z_C}{Z_L} \Leftrightarrow \left(\frac{U}{U_L}\right)^2 = \frac{R^2}{\omega^2L^2}+1+\frac{1}{L^2C^2\omega^4}-2\frac{1}{LC\omega^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{L^2C^2}.\frac{1}{\omega^4}+\left(\frac{R^2}{L^2}-\frac{2}{LC}\right).\frac{1}{\omega^2}+1-\left(\frac{U}{U_L}\right)^2=0$$

Đây là một phương trình bậc 2 theo biến $\dfrac{1}{\omega^2}$, theo định lí Viet ta có

$$x_1+x_2 = -\frac{b}{a} = -\frac{\dfrac{R^2}{L^2}-\dfrac{2}{LC}}{\dfrac{1}{L^2C^2}} = 2LC-R^2C^2 = 2.\frac{1}{\dfrac{2}{2LC-R^2C^2}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\omega_1^2}+\frac{1}{\omega_2^2} = 2\frac{1}{\omega_L^2} \Rightarrow \frac{1}{\omega_L^2} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\omega_1^2}+\frac{1}{\omega_2^2}\right)$$

Đáp án C.

Ví dụ 9: Cho mạch điện RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có $2L > CR^2$, hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng không đổi nhưng tần số góc ω có thể thay đổi được. Thay đổi ω thấy rằng khi $\omega=\omega_1$ hoặc $\omega=\omega_2$ thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ điện có giá trị bằng nhau. Hỏi thay đổi tần số góc bằng bao nhiêu thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ điện đạt giá trị lớn nhất?

A. $\dfrac{1}{\omega^2} = \dfrac{1}{\omega_1^2}+\dfrac{1}{\omega_2^2}$.

B. $\omega^2 = \dfrac{1}{2}.\left(\omega_1^2+\omega_2^2\right)$.

C. $\dfrac{1}{\omega^2} = \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{1}{\omega_1^2}+\dfrac{1}{\omega_2^2}\right)$.

D. $\omega^2 = \omega_1^2+\omega_2^2$.

Lời giải

Ta có: $U_C = Z_C \dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}} \Leftrightarrow \left(\dfrac{U_C}{U}\right)^2 = \dfrac{Z_C^2}{R^2+Z_L^2+Z_C^2-2Z_LZ_C}$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{U}{U_C}\right)^2 = \frac{R^2}{Z_C^2}+1+\left(\frac{Z_L}{Z_C}\right)^2-2\frac{Z_L}{Z_C} \Leftrightarrow \left(\frac{U}{U_C}\right)^2 = R^2C^2\omega^2+1+L^2C^2\omega^4-2LC\omega^2$$

$$\Leftrightarrow L^2C^2.\omega^4+\left(R^2C^2-2LC\right).\omega^2+1-\left(\frac{U}{U_C}\right)^2=0$$

Đây là một phương trình bậc 2 theo biến ω, theo định lí Viet ta có

$$x_1+x_2 = -\frac{R^2C^2-2LC}{L^2C^2} = \frac{2}{LC}-\frac{R^2}{L^2} = 2.\frac{1}{2}\left(\frac{2}{LC}-\frac{R^2}{L^2}\right)$$

$$\Rightarrow \omega_1^2+\omega_2^2 = 2\omega_C^2 \Rightarrow \omega_C^2 = \frac{1}{2}\left(\omega_1^2+\omega_2^2\right)$$

Đáp án B.

Ví dụ 10: Cho mạch điện gồm điện trở thuần R, cuộn dây thuần cảm L và tụ điện C mắc theo thứ tự $L-R-C$, M nằm giữa L và R, N nằm giữa R và C. Đặt vào hai đầu AB một điện áp xoay chiều có biểu thức: $u_{AB} = U\sqrt{2}\cos\omega t(\mathrm{V})$, tần số góc ω thay đổi được. Khi $\omega=\omega_1$ thì điện áp giữa hai đầu các đoạn mạch AN và MB vuông pha với nhau. Khi đó $U_{AN} = 50\sqrt{5}(\mathrm{V})$, $U_{MB} = 100\sqrt{5}(\mathrm{V})$ và mạch tiêu thụ

công suất P = 50 W. Khi thay đổi tần số góc ω đến giá trị $\omega=\omega_2=100\pi\sqrt{2}$ (rad/s) thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây đạt giá trị cực đại. Giá trị của ω_1 là

A. $\omega_1=100\pi$ (rad/s). B. $\omega_1=120\pi$ (rad/s).

C. $\omega_1=50\pi$ (rad/s). D. $\omega_1=60\pi$ (rad/s).

Lời giải

Khi $\omega=\omega_1$ thì điện áp giữa hai đầu các đoạn mạch *AN* và *MB* vuông pha với nhau nên ta có $\frac{1}{U_R^2}=\frac{1}{U_{AN}^2}+\frac{1}{U_{MB}^2}\Rightarrow U_R=100(V)$

Mặt khác $\begin{cases}U_{AN}=50\sqrt{5}=\sqrt{U_R^2+U_{L_1}^2}\\U_{MB}=100\sqrt{5}=\sqrt{U_R^2+U_{C_1}^2}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}U_{L_1}=50(\text{V})\\U_{C_1}=200(\text{V})\end{cases}$

$\Rightarrow U=\sqrt{U_R^2+\left(U_{L_1}-U_{C_1}\right)^2}=50\sqrt{13}\,\Omega$

Mà công suất P = 50 W nên ta có $P=\frac{U^2R}{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}=50$

$\Rightarrow\frac{R^2+\left(Z_{L_1}-Z_{C_1}\right)^2}{R}=650\Leftrightarrow1+\frac{\left(Z_{L_1}-Z_{C_1}\right)}{R^2}=\frac{650}{R}$

$\Leftrightarrow1+\frac{\left(U_{L_1}-U_{C_1}\right)^2}{U_R^2}=\frac{650}{R}\Rightarrow R=200\Omega$

Từ đó suy ra $I=\frac{U_R}{R}=\frac{1}{2}(A)\Rightarrow\begin{cases}Z_{L_1}=100=\omega_1L\\Z_{C_1}=400=\frac{1}{\omega_1C}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\frac{1}{C}=40000\\C=\frac{1}{400\omega_1}\end{cases}\quad(1)$

Khi $\omega=\omega_2=100\sqrt{2}\pi$ thì ta có $\omega_2=\frac{1}{C\sqrt{\frac{L}{C}-\frac{R^2}{2}}}\quad(2)$

Từ (1) và (2) và giá trị của R, thay vào ta được $\omega_2=2\sqrt{2}\omega_1\Rightarrow\omega_1=50\pi$ (rad/s).

Đáp án C.

Ví dụ 11: Cho đoạn mạch *RLC* nối tiếp (cuộn dây thuần cảm với $CR^2<2L$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp $u=U_0\cos\omega t(\text{V})$ với ω thay đổi được. Điều chỉnh ω để điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ đạt cực đại, khi đó điện áp hiệu dụng trên điện trở gấp 5 lần điện áp hiệu dụng trên cuộn dây. Hệ số công suất của đoạn mạch đó là:

A. $\frac{5}{\sqrt{31}}$. B. $\frac{2}{\sqrt{29}}$. C. $\frac{5}{\sqrt{29}}$. D. $\frac{3}{\sqrt{19}}$.

Lời giải

Điều chỉnh ω để điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ đạt cực đại ta có

$$Z_L=\sqrt{\frac{L}{C}-\frac{R^2}{2}}.$$

Mặt khác: $U_R=5U_L$

$\Rightarrow R=5Z_L\Leftrightarrow R=5\sqrt{\frac{L}{C}-\frac{R^2}{2}}\Leftrightarrow\frac{R^2}{25}=\frac{L}{C}-\frac{R^2}{2}\Leftrightarrow\frac{27R^2}{50}=Z_L.Z_C\Leftrightarrow Z_C=\frac{27}{10}R$

Hệ số công suất: $\cos\varphi = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + \dfrac{25}{4}R^2}} = \dfrac{2}{29}$

Đáp án B.

Ví dụ 12: Một máy phát điện xoay chiều một pha có roto là một nam châm điện có một cặp cực, quay đều với tốc độ n (vòng/s). Một đoạn mạch RLC nối tiếp được mắc vào hai cực của máy. Khi roto quay với tốc độ $n_1 = 60$ (vòng/phút) thì dung kháng của tụ điện bằng R; khi roto quay với tốc độ $n_2 = 80$ (vòng/phút) thì điện áp hiệu dụng ở hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại. Bỏ qua điện trở thuần ở các cuộn dây phần ứng máy phát. Để cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch đạt giá trị cực đại thì roto phải quay với tốc độ bằng

A. 240 vòng/phút. B. 120 vòng/phút. C. 48 vòng/phút. D. 68 vòng/phút.

Lời giải

Khi $n = n_1 = 60$ (vòng/phút) ta có $R = Z_{C_1} \Rightarrow \omega_1 RC = 1$.

Khi $n = n_2$ ta có hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu tụ C là

$$U_C = \frac{\dfrac{\omega\Phi_0}{\sqrt{2}}.\dfrac{1}{\omega C}}{\sqrt{(Z_L - Z_C)^2 + R^2}} = \frac{\dfrac{\omega\Phi_0}{\sqrt{2}}.\dfrac{1}{C}}{\sqrt{(Z_L - Z_C)^2 + R^2}}$$

Từ đó $U_{C_{\max}} \Leftrightarrow Z_L = Z_C \Rightarrow \dfrac{1}{LC} = \dfrac{1}{\omega_2^2}$.

Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch là $I = \dfrac{\dfrac{\Phi_0}{\sqrt{2}}.\omega}{\sqrt{(Z_L - Z_C)^2 + R^2}}$

Khi $n = n_3$, thay đổi ω để $I_{\max}$ trong trường hợp này tương tự thay đổi ω để $U_{L_{\max}}$ trong mạch RLC mắc nối tiếp. Khi đó ta có kết quả

$$\frac{1}{\omega_3 C} = \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}} \Rightarrow \omega_3 = \frac{1}{C\sqrt{\dfrac{L}{C} - \dfrac{R^2}{2}}} = \frac{1}{\sqrt{LC - \dfrac{R^2C^2}{2}}} = \frac{1}{\sqrt{\dfrac{1}{\omega_2^2} - \dfrac{\left(\dfrac{1}{\omega_1^2}\right)}{2}}}$$

Vậy ta có $n_3 = \dfrac{1}{\sqrt{\dfrac{1}{n_2^2} - \dfrac{1}{2.n_1^2}}} = 240$ (vòng/phút).

Đáp án A.

Ví dụ 13: Lần lượt đặt các điện áp xoay chiều u_1, u_2 và u_3 có cùng giá trị hiệu dụng nhưng tần số khác nhau vào hai đầu một đoạn mạch có R, L, C nối tiếp thì cường độ dòng điện trong mạch tương ứng là: $i_1 = I\sqrt{2}\cos\left(150\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$, $i_2 = I\sqrt{2}\cos\left(2000\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$ và $i_3 = I\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{3}\right)$. Phát biểu nào sau đây đúng?

A. i_2 sớm pha so với u_2. B. i_3 sớm pha so với u_3.

C. i_1 trễ pha so với u_1. D. i_1 cùng pha với i_2.

Nhận xét

Sai lầm thường thấy là chọn D vì thấy rằng i_1 và i_2 cùng pha ban đầu, nhưng chú ý tần số góc của i_1 và i_2 là khác nhau, nên dù có cùng pha ban đầu nhưng hiệu số pha của nó không phải là một số nguyên lần 2π nên nó không cùng pha.

Lời giải

- Ta thấy khi $\omega=\omega_1=150\pi$ hoặc $\omega=\omega_1=200\pi$ thì cường độ hiệu dụng là như nhau, bằng I nên phương trình sau có hai nghiệm

$$I=\frac{U}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}\Leftrightarrow\omega^2L^2-2\frac{L}{C}+\frac{1}{\omega^2C^2}+R^2-\left(\frac{U}{I}\right)^2=0$$

$$\Leftrightarrow\omega^4L^2-\left(2\frac{L}{C}+\left(\frac{U}{I}\right)^2\right)\omega^2+\frac{1}{C^2}=0$$

- Theo định lí Viet, ta có $\omega_1^2\omega_2^2=\frac{1}{L^2C^2}\Rightarrow\omega_1\omega_2=\frac{1}{LC}=\omega_0^2$

- Trong đó ω_0 là giá trị ω để cường độ hiệu dụng đạt giá trị cực đại, có giá trị là

$$\omega_0=\sqrt{\omega_1.\omega_2}=\sqrt{150\pi.200\pi}\approx173\pi$$

- Từ đó ta có $\omega_3<\omega_0\Rightarrow\omega_3^2<\frac{1}{LC}\Rightarrow Z_{L_3}<Z_{C_3}\Rightarrow\tan\varphi_3=\frac{Z_{L_3}-Z_{C_3}}{R}<0\Rightarrow\varphi_3<0$.

- Vậy i_3 sớm pha hơn so với u_3.

Đáp án B.

Ví dụ 14: Đặt điện áp $u=U\sqrt{2}\cos2\pi ft$ (f thay đổi được, U tỉ lệ thuận với f) vào hai đầu đoạn mạch AB gồm đoạn mạch AM mắc nối tiếp với đoạn mạch MB. Đoạn mạch AM gồm điện trở thuần R mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C, đoạn mạch MB chỉ có cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Biết $2L>R^2C$. Khi $f=60$ Hz hoặc $f=90$ Hz thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch có cùng giá trị. Khi $f=30$ Hz hoặc $f=120$ Hz thì điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện có cùng giá trị. Khi $f=f_1$ thì điện áp ở hai đầu đoạn mạch MB lệch pha một góc 135^0 so với điện áp ở hai đầu đoạn mạch AM. Giá trị của f_1 bằng

A. 60 Hz. B. 80 Hz. C. 50 Hz. D. 120 Hz.

Lời giải

- Vì U tỉ lệ thuận với f nên u giống với u của máy phát điện xoay chiều 1 pha.

- Hai giá trị của tần số f_2 và f_3 cho cùng I, nên ta có:

$$I=\frac{U}{\sqrt{R^2+\left(\omega L-\frac{1}{\omega C}\right)^2}}=\frac{k\omega}{\sqrt{R^2+\left(\omega L-\frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

$$\Leftrightarrow R^2+\left(\omega L-\frac{1}{\omega C}\right)^2=\frac{k^2}{I^2}\omega^2\Leftrightarrow\frac{1}{C^2}.\frac{1}{\omega^4}-2\left(\frac{L}{C}-\frac{R^2}{2}\right).\frac{1}{\omega^2}+\left(L^2-\frac{k}{I}\right)=0$$

Theo Viet, ta có $\frac{1}{\omega_2^2}+\frac{1}{\omega_3^2}=2LC-\left(RC\right)^2$. (1)

- Hai giá trị của tần số f_4 và f_5 cho cùng U_C, ta có: $U_C=\frac{\frac{1}{\omega C}U}{Z}=\frac{\frac{1}{\omega C}k\omega}{Z}=\frac{\frac{1}{C}}{Z}$

Nhận xét rằng tử số không thay đổi khi ω thay đổi. Như vậy, bài toán "Mạch RLC có U tỉ lệ thuận với f, khi thay đổi f thấy có 2 giá trị của f làm cho U_C như nhau" giống với bài toán: "Mạch RLC có U không đổi, khi thay đổi f thấy có 2 giá trị của f làm cho U_R như nhau", ta có ngay kết quả: $\omega_4\omega_5=\frac{1}{LC}$ (2)

Khi $f = f_1$ ta có u_{AM} trễ pha 135^0 so với u_{MB}, mà u_R trễ pha 90^0 so với u_{MB}, nên U_R sớm pha 45^0 so với u_{AM}. Tức là cường độ dòng điện sớm pha 45^0 so với u_{AM}.

Ta có $\tan\varphi_{AM} = \tan\left(-45^0\right) = \dfrac{-Z_{C_1}}{R}$, nên suy ra $Z_{C_1} = R$ hay $\omega_1 = \dfrac{1}{RC}$

- Thay (2) vào (1) ta rút được $RC = \dfrac{1}{\omega_1} = \sqrt{\dfrac{2}{\omega_4\omega_5} - \left(\dfrac{1}{\omega^2} + \dfrac{1}{\omega_3^2}\right)}$

- Từ đó suy ra $f_1 = \dfrac{1}{\sqrt{\dfrac{2}{f_4 f_5} - \left(\dfrac{1}{f_2^2} + \dfrac{1}{f_3^2}\right)}} = 80,5$ Hz

Đáp án B.

IX. BÀI TOÁN VỀ MÁY BIẾN ÁP, TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG

1. Phương pháp

Bạn đọc xem lại phần lí thuyết về máy biến áp và truyền tải điện năng. Phần bài tập truyền tải điện năng có thể tham khảo thêm phương pháp chuẩn hóa đã trình bày.

2. Ví dụ minh họa

2.1. Bài toán về máy phát điện

Ví dụ 1: Khi máy phát điện xoay chiều một pha đang hoạt động bình thường và tạo ra hai suất điện động có cùng tần số f. Roto của máy thứ nhất có p_1 cặp cực và quay với tốc độ $n_1 = 1800$ vòng/phút. Roto của máy thứ hai có $p_2 = 4$ cặp cực và quay với tốc độ n_2. Biết n_2 có giá trị trong khoảng từ 12 vòng/giây đến 18 vòng/giây. Giá trị của f là

A. 54 Hz. B. 60 Hz. C. 48 Hz. D. 50 Hz.

Lời giải

Khi máy phát điện xoay chiều một pha đang hoạt động bình thường và tạo ra hai suất điện động có cùng tần số f nên ta có

$$f = n_1 p_1 = n_2 p_2 \Rightarrow \frac{1800}{60}.p_1 = n_2.4 \Rightarrow n_2 = 7,5p_1$$

Vì $12 \le n_2 \le 18$ nên $12 \le 7,5p_1 \le 18 \Leftrightarrow 1,6 \le p_1 \le 2,4 \Rightarrow p_1 = 2$.

Từ đó suy ra tần số cần tìm là $f = \dfrac{1800}{60}.2 = 60$ Hz.

Đáp án B.

Ví dụ 2: Nối hai cực của một máy phát điện xoay chiều một pha vào hai đầu đoạn mạch A, B mắc nối tiếp gồm điện trở $69,1\,\Omega$, cuộn cảm có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung $176,8\,\mu F$. Bỏ qua điện trở thuần của các cuộn dây của máy phát. Biết roto máy phát có hai cặp cực. Khi roto quay đều với tốc độ $n_1 = 1350$ vòng/phút hoặc $n_2 = 1800$ vòng/phút thì công suất tiêu thụ của đoạn mạch AB là như nhau. Độ tự cảm L có giá trị gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 0,7 H. B. 0,8 H. C. 0,6 H. D. 0,2 H.

Lời giải

Công suất tiêu thụ như nhau thì cường độ hiệu dụng cũng như nhau.

Cường độ hiệu dụng trong mạch là $I=\dfrac{U}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}$

$$=\frac{\frac{\omega NBS}{\sqrt{2}}}{\sqrt{R^2-2\frac{L}{C}+\omega^2L^2+\frac{1}{\omega^2C^2}}}=\frac{NBS}{\sqrt{2}}.\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\omega^4C^2}+\frac{\left(R^2-2\frac{L}{C}\right)}{\omega^2}+L^2}}=\frac{NBS}{\sqrt{2}}.\frac{1}{\sqrt{y}}.$$

Xét $y=\dfrac{x^2}{C^2}+\left(R^2-2\dfrac{L}{C}\right)x+L^2,\ x=\dfrac{1}{\omega^2}$.

Vì khi roto của máy quay đều với vận tốc $n_1=22,5$ vòng/giây hoặc $n_2=30$ vòng/giây thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là như nhau nên theo Viet ta có: $x_1+x_2=\left(2\dfrac{L}{C}-R^2\right)C^2=\dfrac{1}{\omega_1^2}+\dfrac{1}{\omega_2^2}=\dfrac{1}{4\pi^2p^2}\left(\dfrac{1}{n_1^2}+\dfrac{1}{n_2^2}\right)$

$$\Leftrightarrow L=\frac{C}{2}\left[\frac{\frac{1}{4\pi^2p^2}\left(\frac{1}{n_1^2}+\frac{1}{n_2^2}\right)}{C^2}+R^2\right]\approx 0,477.$$

Gần đáp án C nhất.

Đáp án C.

Ví dụ 3: Đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần R mắc nối tiếp với tụ điện C. Nối hai đầu đoạn mạch với hai cực của một máy phát điện xoay chiều một pha, điện trở của các cuộn dây trong máy phát rất nhỏ. Khi roto của máy quay đều với tốc độ 400 vòng/phút thì công suất tiêu thụ trong đoạn mạch là 240 W. Nếu roto của máy quay đều với tốc độ 800 vòng/phút thì hệ số công suất của đoạn mạch gần nhất với giá trị nào sau đây?

A. 0,71. B. 0,98. C. 0,95. D. 0,866.

Lời giải

Khi $n=200$ vòng/phút thì $\begin{cases}U_1=U\\Z_{C_1}=Z_C\end{cases}\Rightarrow P_1=\dfrac{U^2}{R^2+Z_C^2}.R$

Khi $n=400$ vòng/phút thì $\begin{cases}U_2=2U\\Z_{C_2}=\dfrac{Z_C}{2}\end{cases}\Rightarrow P_2=\dfrac{4U^2}{R^2+\dfrac{Z_C^2}{4}}.R$

Từ đó ta có $\dfrac{P_2}{P_1}=\dfrac{4\left(R^2+Z_C^2\right)}{R^2+\dfrac{Z_C^2}{4}}=8\Rightarrow Z_C=R\sqrt{2}$

Khi $n=800$ vòng/phút thì ta có

$$\begin{cases}Z_{C_3}=\dfrac{Z_C}{4}\\Z_C=R\sqrt{2}\end{cases}\Rightarrow\cos\varphi=\frac{R}{\sqrt{R^2+Z_{C_3}^2}}=\frac{R}{\sqrt{R^2+\frac{R^2}{8}}}=\frac{2\sqrt{2}}{3}=0,943$$

Đáp án C.

Ví dụ 4: Trong một máy phát điện xoay chiều một pha, nếu tốc độ quay của roto tăng thêm 20 vòng/phút thì tần số của dòng điện xoay chiều do máy phát ra tăng từ 50 Hz đến 60 Hz và suất điện động hiệu dụng của máy thay đổi 30 V so với

ban đầu. Nếu tiếp tục tăng tốc độ quay của roto thêm 20 vòng/phút nữa thì suất điện động hiệu dụng do máy phát ra khi đó là

A. 180 (V). B. 210 (V). C. 150 (V). D. 260 (V).

Lời giải

Theo bài ra ta có $\begin{cases} f_1 = 50 = \dfrac{n.p}{60} \\ f_2 = 60 = \dfrac{(n+20).p}{60} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{n+20}{n} = \dfrac{6}{5} \Rightarrow n = 100$ (vòng/phút).

Ta có: $\begin{cases} E_1 = \dfrac{\omega_1 \Phi_0}{\sqrt{2}} \\ E_1 + 30 = \dfrac{\omega_2 \Phi_0}{\sqrt{2}} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{E_1 + 30}{E_1} = \dfrac{\omega_2}{\omega_1} = \dfrac{f_2}{f_1} = \dfrac{6}{5} \Rightarrow E_1 = 150 \text{ V}$

Mặt khác $\begin{cases} E_1 = \dfrac{\omega_1 \Phi_0}{\sqrt{2}} \\ E_1 + 30 = \dfrac{\omega_3 \Phi_0}{\sqrt{2}} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{E_3}{E_1} = \dfrac{\omega_3}{\omega_1} = \dfrac{f_3}{f_1} = \dfrac{n_3}{n_1} = \dfrac{100+40}{100}$

$\Rightarrow E_3 = 1,4E_1 = 1,4.150 = 210 \text{ V}$

Đáp án B.

2.2. Bài toán về máy biến áp

Ví dụ 1: Một máy giảm thế lí tưởng, nếu giữ nguyên hiệu điện thế hiệu dụng đầu vào cuộn sơ cấp và cùng tăng số vòng dây cuộn sơ cấp và thứ cấp lên một lượng như nhau thì hiệu điện thế hiệu dụng đầu ra của cuộn thứ cấp sẽ:

A. Tăng lên. B. Giảm đi.

C. Có thể tăng hoặc có thể giảm. D. Không đổi

Lời giải

Vì máy là máy giảm thế lí tưởng nên ta có $\dfrac{N_1}{N_2} = \dfrac{U_1}{U_2} > 1$.

Khi giữ nguyên hiệu điện thế hiệu dụng đầu vào cuộn sơ cấp và cùng tăng số vòng dây cuộn sơ cấp và thứ cấp lên một lượng như nhau là n thì ta có

$$\dfrac{N_1 + n}{N_2 + n} = \dfrac{U_1}{U_2'}$$

Ta có $\dfrac{N_1 + n}{N_2 + n} < \dfrac{N_1}{N_2} = \dfrac{U_1}{U_2} \Rightarrow \dfrac{U_1}{U_2'} < \dfrac{U_1}{U_2} \Rightarrow U_2' > U_2$

Vậy hiệu điện thế hiệu dụng đầu ra cuộn thứ cấp sẽ tăng lên.

Đáp án A.

Ví dụ 2: Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp của máy biến áp M_1 một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 200 V. Khi nối hai đầu cuộn sơ cấp của máy biến áp M_2 vào hai đầu cuộn thứ cấp của M_1 thì điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp của M_2 để hở bằng 12,5 V. Khi nối hai đầu của cuộn thứ cấp của M_2 với hai đầu cuộn thứ cấp của M_1 thì điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn sơ cấp của M_2 để hở bằng 50 V. Bỏ qua mọi hao phí. M_1 có tỉ số giữa số vòng dây cuộn sơ cấp và số vòng cuộn thứ cấp là:

A. 8. B. 4. C. 6. D. 5.

Lời giải

Khi nối hai đầu cuộn sơ cấp của máy biến áp M_2 vào hai đầu cuộn thứ cấp của M_1 ta có $\begin{cases}\frac{U_1}{U_2}=\frac{N_1}{N_2}\\ \frac{U_1}{U_2'}=\frac{N_1'}{N_2}\end{cases}\Rightarrow\frac{U_1}{U_2'}=\frac{N_1}{N_2}.\frac{N_1'}{N_2'}$

Khi nối hai đầu cuộn thứ cấp của M_2 với hai đầu cuộn thứ cấp của M_1 ta có

$$\begin{cases}\frac{U_1}{U_2}=\frac{N_1}{N_2}\\ \frac{U_1}{U_2''}=\frac{N_2'}{N_1'}\end{cases}\Rightarrow\frac{U_1}{U_2''}=\frac{N_1}{N_2}.\frac{N_2'}{N_1'}$$

Từ đó ta có $\frac{U_1}{U_2'}.\frac{U_1}{U_2''}=\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2\Rightarrow\frac{N_1}{N_2}=\frac{U_1}{\sqrt{U_2'U_2''}}=\frac{200}{\sqrt{12,5.50}}=8$

Đáp án A.

Ví dụ 3: Một học sinh làm thực hành xác định số vòng dây của hai máy biến áp lí tưởng A và B có các cuộn dây với số vòng dây (là số nguyên) lần lượt là $N_{1A},N_{2A},N_{1B},N_{2B}$. Biết $N_{2A}=kN_{1A};N_{2B}=2kN_{1B};k>1;\ N_{1A}+N_{2A}+N_{1B}+N_{2B}=3100$ vòng và trong bốn cuộn dây có hai cuộn có số vòng dây đều bằng N. Dùng kết hợp hai máy biến áp này thì có thể tăng điện áp hiệu dụng U thành $18U$ hoặc $2U$. Số vòng dây N là

A. 600 hoặc 372. B. 900 hoặc 372. C. 900 hoặc 750. D. 750 hoặc 600.

Lời giải

- Nếu dùng 2 máy có thể tăng U lên thành $2U$ vì: ta sẽ cho máy thứ hai làm máy tăng áp, tăng áp từ U lên $2kU$, rồi dùng máy thứ nhất làm máy giảm áp, giảm từ $2kU$ xuống $2U$.

- Như vậy, để tăng từ U lên thành $18U$ ta phải dùng hai máy này đều là máy tăng áp. Do đó ta có: $k.2k=18$, suy ra $k=3$.

- Vì $k=3$ nên $\begin{cases}N_{2A}=3N_{1A}\\ N_{2B}=6N_{1B}\end{cases}$

- Ta có $N_{1A}+N_{2A}+N_{1B}+N_{2B}=3100$, và vì trong bốn cuộn dây có hai cuộn có số vòng dây đều bằng N, nên có các trường hợp sau:

+ $N_{1A}=N_{1B}\Rightarrow N+3N+N+6N=3100\Rightarrow N=281,8$.

+ $N_{1A}=N_{2B}\Rightarrow N+3N+\frac{N}{6}+N=3100\Rightarrow N=600$.

+ $N_{2A}=N_{1B}\Rightarrow\frac{N}{3}+N+N+6N=3100\Rightarrow N=372$.

+ $N_{2A}=N_{2B}\Rightarrow\frac{N}{3}+N+\frac{N}{6}+N=3100\Rightarrow N=1200$.

Đáp án A.

2.3. Bài toán đại cương về truyền tải điện năng

Ví dụ 1: Người ta cần truyền một công suất 5 MW từ nhà máy điện đến nơi tiêu thụ cách nhau 5 km. Hiệu điện thế hiệu dụng cuộn thứ cấp của máy tăng áp là U = 100 kV. Mạch điện có hệ số công suất $\cos\varphi=1$. Muốn độ giảm thế trên đường

dây không quá 1% U thì tiết diện của đường dây dẫn phải thỏa mãn điều kiện nào dưới đây? (Biết điện trở suất của dây tải điện là $1,7.10^{-8}\Omega m$).

A. $5,8\left(mm^2\right)\le S$.

B. $5,8\left(mm^2\right)\le S\le 8,5\left(mm^2\right)$.

C. $8,5\left(mm^2\right)\le S$.

D. $8,5\left(mm^2\right)> S$.

Lời giải

Chiều dài dây dẫn $l=2,5km=10000m$

Theo bài ra độ giảm thế $\Delta U=IR\le 1\%U=1kV=1000V\Rightarrow R\le\frac{1000}{I}$

Mà $P=UI\cos\varphi=UI$

$\Rightarrow I=\frac{P}{U}=\frac{5.10^6}{100.10^3}=50A\Rightarrow R\le\frac{1000}{50}=20\Omega\Rightarrow\frac{\rho l}{S}\le 20\Rightarrow\frac{\rho l}{20}\le S$

Thay số ta có $S\ge\frac{1,7.10^{-8}.10000}{20}=8,5.10^{-6}\left(m^2\right)=8,5\left(mm^2\right)$

Đáp án C.

Ví dụ 2: Người ta cần truyền một công suất điện một pha 10000 kW dưới một hiệu điện thế hiệu dụng 50 kV đi xa, biết $\cos\varphi=0,8\ \Omega$. Muốn cho tỉ lệ năng lượng mất trên đường dây không quá 10% thì điện trở của đường dây phải có giá trị trong khoảng nào?

A. $10\left(\Omega\right)\le R\le 12\left(\Omega\right)$.

B. $R\le 14\left(\Omega\right)$.

C. $16\left(\Omega\right)\le R\le 18\left(\Omega\right)$.

D. $R\le 16\left(\Omega\right)$.

Lời giải

Công suất hao phí khi truyền tải: $\Delta P=\frac{P^2}{U^2\cos^2\varphi}R$

Theo bài ra tỉ lệ năng lượng mất trên đường dây không quá 10% nên ta có:

$$\Delta P\le 10\%P\Rightarrow\Delta P\le 0,1P\Rightarrow\frac{P^2}{U^2\cos^2\varphi}R\le 0,1P\Rightarrow R\le\frac{0,1.U^2\cos^2\varphi}{P}$$

Thay số: $R\le\frac{0,1.\left(50.10^3.0,8\right)^2}{10000.10^3}=16\Omega$

Đáp án D.

Ví dụ 3: Một trạm phát điện truyền đi với công suất $P=50$ kW, điện trở dây dẫn là 4Ω. Mạch điện có hệ số công suất $\cos\varphi=1$. Hiệu điện thế ở trạm là 500 V.

a) Tính độ giảm thế, công suất hao phí trên dây dẫn.

b) Nối hai cực của trạm phát điện với một biến thế có hệ số $k=0,1$. Công suất hao phí trên đường dây và hiệu suất của sự tải điện là bao nhiêu? Biết rằng năng lượng hao phí trong máy biến thế không đáng kể, hiệu điện thế và cường độ dòng điện luôn cùng pha.

Lời giải

a) Cường độ dòng điện $I=\frac{P}{U\cos\varphi}=\frac{50.10^3}{500.1}=100\,A$

Độ giảm thế $\Delta U=IR=100.4=400\,V$

Công suất hao phí trên dây $\Delta P=RI^2=4.100^2=40000\,W=40\,kW$

b) Ta có: $k=\frac{U_1}{U_2}\Rightarrow U_2=\frac{U_1}{k}=\frac{500}{0,1}=5000\,V\Rightarrow I_2=\frac{P}{U_2}=\frac{50.10^3}{5000}=10\,A$

Công suất hao phí trên dây: $\Delta P = RI_2^2 = 4.(10)^2 = 400\,\text{W} = 0,4\,\text{kW}$

Hiệu suất tải điện: $H = \dfrac{P - \Delta P'}{P} = \dfrac{50 - 0,4}{50} = 99,2\%$

Ví dụ 4: Điện năng tiêu thụ ở một trạm phát điện được truyền dưới điện áp hiệu dụng là 2 kV. Công suất 200 kW. Hiệu số chỉ của công tơ điện nơi phát và nơi thu sau mỗi ngày đêm chênh lệch 480 kWh. Hiệu suất của quá trình tải điện bằng bao nhiêu?

A.94,24%. B.76%. C.90%. D.41,67%.

Lời giải

STUDY TIP

Số chỉ của công tơ chính là điện năng mà động cơ tiêu thụ.

Công suất hao phí: $\Delta P = \dfrac{480\,\text{kWh}}{24\,\text{h}} = 20\,\text{kW}$

Hiệu suất của quá trình tải điện: $H = \dfrac{P - \Delta P}{P} = \dfrac{200 - 20}{200} = 0,90 = 90\%$

Đáp án C.

Ví dụ 5: Người ta cần truyền tải một công suất điện 200 kW từ nguồn điện có điện áp 5000 V trên đường dây tải điện có điện trở tổng cộng $20\,\Omega$ và hệ số công suất bằng 1. Độ giảm thế trên đường dây truyền tải là?

A.40 V. B.400 V. C.80 V. D.800 V.

Lời giải

Độ giảm thế $\Delta U = RI = \dfrac{PI}{U\cos\varphi} = \dfrac{200.10^3.20}{5000.1} = 800(\text{V})$.

Đáp án D.

2.4. Bài toán về hiệu suất truyền tải

Hiệu suất truyền tải xác định bởi $\boxed{H = \dfrac{P'}{P} = \dfrac{P - \Delta P}{P} = 1 - \dfrac{\Delta P}{P}}$

Từ đó ta có: $1 - H = \dfrac{R\dfrac{P^2}{U^2 I^2 \cos^2\varphi}}{P} = \dfrac{RP}{U^2 I^2 \cos^2\varphi}$

Từ biểu thức trên, ta có thể thay đổi hiệu suất bằng cách thay đổi điện áp U, điện trở R và công suất truyền tải P.

Thay đổi U: $\begin{cases} 1 - H_1 = \dfrac{PR}{U_1^2 \cos^2\varphi} \\ 1 - H_2 = \dfrac{PR}{U_2^2 \cos^2\varphi} \end{cases} \Rightarrow \boxed{\dfrac{1 - H_2}{1 - H_1} = \left(\dfrac{U_1}{U_2}\right)^2}$ (1)

Thay đổi R: $\begin{cases} 1 - H_1 = \dfrac{PR_1}{U^2 \cos^2\varphi} \\ 1 - H_2 = \dfrac{PR_2}{U^2 \cos^2\varphi} \end{cases} \Rightarrow \boxed{\dfrac{1 - H_2}{1 - H_1} = \dfrac{R_2}{R_1} = \left(\dfrac{d_1}{d_2}\right)^2}$ (2)

Thay đổi công suất truyền đi P: $\begin{cases} 1 - H_1 = \dfrac{P_1 R}{U^2 \cos^2\varphi} \\ 1 - H_2 = \dfrac{P_2 R}{U^2 \cos^2\varphi} \end{cases} \Rightarrow \boxed{\dfrac{1 - H_2}{1 - H_1} = \dfrac{P_2}{P_1}}$ (3)

Ví dụ 1: Người ta truyền tải dòng điện xoay chiều một pha từ nhà máy điện tới nơi tiêu thụ. Khi điện áp ở nhà máy điện là 6 kV thì hiệu suất truyền tải là 73%.

Để hiệu suất truyền tải là 97% thì điện áp ở nhà máy điện bằng bao nhiêu? Biết công suất truyền đi và dây dẫn không đổi.

A. 24 kV. B. 54 kV. C. 16 kV. D. 18 kV.

Lời giải

Ta có: $\begin{cases} 1-H_1=\dfrac{PR}{U_1^2\cos^2\varphi} \\ 1-H_2=\dfrac{PR}{U_2^2\cos^2\varphi} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{1-H_2}{1-H_1}=\left(\dfrac{U_1}{U_2}\right)^2 \Rightarrow \dfrac{1-0,97}{1-0,73}=\left(\dfrac{6}{U_2}\right)^2 \Rightarrow U_2=18(\text{kV})$

Đáp án D.

Ví dụ 2: Hiệu suất truyền tải điện năng một công suất P từ nhà máy phát tới nơi tiêu thụ là 35%. Dùng máy biến áp lí tưởng để có tỉ số giữa cuộn sơ cấp và thứ cấp bằng $\dfrac{N_1}{N_2}=\dfrac{1}{5}$ để tăng điện áp truyền tải. Hiệu suất truyền tải sau khi sử dụng máy biến áp bằng bao nhiêu? Biết công suất truyền P và đường dây không đổi.

A. 99,2%. B. 97,4%. C. 45,7%. D. 32,8%.

Lời giải

Theo bài ra ta có $\dfrac{U_1}{U_2}=\dfrac{N_1}{N_2}=\dfrac{1}{5}$. Mặt khác $\begin{cases} 1-H_1=\dfrac{PR}{U_1^2\cos^2\varphi} \\ 1-H_2=\dfrac{PR}{U_2^2\cos^2\varphi} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{1-H_2}{1-H_1}=\left(\dfrac{U_1}{U_2}\right)^2$

Thay số ta được $\dfrac{1-H_2}{1-0,35}=\left(\dfrac{U_1}{U_2}\right)^2=\left(\dfrac{1}{5}\right)^2 \Rightarrow H_2=0,974$

Đáp án B.

Ví dụ 3: Cần truyền tải công suất điện và điện áp nhất định từ nhà máy đến nơi tiêu thụ bằng dây dẫn có đường kính dây là d. Thay thế dây truyền tải điện bằng một dây dẫn khác, cùng chất liệu nhưng có đường kính $2d$ thì hiệu suất truyền tải điện là 91%. Nếu thay thế dây truyền tải bằng loại dây cùng chất liệu nhưng có đường kính $3d$ thì hiệu suất truyền tải bằng bao nhiêu? Biết rằng công suất truyền P là không đổi, hiệu điện thế nơi truyền không đổi.

A. 96%. B. 94%. C. 92%. D. 95%.

Lời giải

Ta có $\begin{cases} 1-H_1=\dfrac{PR_1}{U^2\cos^2\varphi} \\ 1-H_2=\dfrac{PR_2}{U^2\cos^2\varphi} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{1-H_2}{1-H_1}=\dfrac{R_2}{R_1}=\dfrac{\rho\dfrac{l}{S_2}}{\rho\dfrac{l}{S_1}}=\dfrac{S_1}{S_2}=\dfrac{\dfrac{\pi d_1^2}{4}}{\dfrac{\pi d_2^2}{4}}=\left(\dfrac{d_1}{d_2}\right)^2$

Từ đó $\dfrac{1-H_2}{1-0,91}=\left(\dfrac{3}{2}\right)^2 \Rightarrow H_2=0,96$

Đáp án A.

Ví dụ 4: Một nhà máy điện gồm 4 tổ máy có cùng công suất P hoạt động đồng thời. Điện được sản xuất ra được đưa lên đường dây và truyền tới nơi tiêu thụ với hiệu suất truyền tải bằng 80%. Khi một tổ máy ngừng hoạt động thì hiệu suất truyền tải điện khi đó bằng bao nhiêu?

A. 90%. B. 85%. C. 75%. D. 87,5%.

Lời giải

Ta có $\begin{cases} 1-H_1=\dfrac{P_1R}{U^2\cos^2\varphi} \\ 1-H_2=\dfrac{P_2R}{U^2\cos^2\varphi} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{1-H_2}{1-H_1}=\dfrac{P_2}{P_1}$. Từ đó $\dfrac{1-H_2}{1-0,8}=\dfrac{3}{4} \Rightarrow H_2=0,85$

Đáp án B.

Ví dụ 5: Một máy phát điện gồm n tổ máy có cùng công suất P. Điện sản xuất ra được truyền tới nơi tiêu thụ với hiệu suất H. Nếu khi chỉ còn một tổ máy với hiệu suất H'. Giá trị H' bằng bao nhiêu?

A. $H'=\dfrac{n+H-1}{n}$. B. $H'=\dfrac{H+n}{n}$. C. $H'=\dfrac{1-H}{n}$. D. $H'=\dfrac{H}{n}$.

Lời giải

Ta có

$$\begin{cases} 1-H_1=\dfrac{P_1R}{U^2\cos^2\varphi} \\ 1-H_2=\dfrac{P_2R}{U^2\cos^2\varphi} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{1-H_2}{1-H_1}=\dfrac{P_2}{P_1} \Leftrightarrow \dfrac{1-H'}{1-H}=\dfrac{P}{nP}=\dfrac{1}{n} \Leftrightarrow H'=1-\dfrac{1-H}{n}=\dfrac{n+H-1}{n}$$

Đáp án A.

Ví dụ 6: Điện năng được truyền từ nơi phát đến một xưởng sản xuất bằng đường dây một pha với hiệu suất truyền tải là 90%. Ban đầu xưởng sản xuất này có 90 máy hoạt động, vì muốn mở rộng quy mô sản xuất nên nhà máy đã nhập về thêm một số máy. Hiệu suất truyền tải lúc sau đã giảm đi 10% so với ban đầu. Coi hao phí điện năng chỉ do tỏa nhiệt trên đường dây, công suất tiêu thụ điện của các máy hoạt động (kể cả các máy mới nhập về) đều như nhau và hệ số công suất trong các trường hợp đều bằng nhau. Nếu giữ nguyên điện áp nơi phát thì số máy hoạt động đã được nhập về thêm là?

A. 70. B. 100. C. 30. D. 50.

Lời giải

Vì U không đổi nên:

$$\begin{cases} 1-H_1=\dfrac{P_1R}{U^2\cos^2\varphi} \\ 1-H_2=\dfrac{P_2R}{U^2\cos^2\varphi} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{1-H_2}{1-H_1}=\dfrac{P_2}{P_1} \Leftrightarrow \dfrac{1-H_2}{1-H_1}=\dfrac{\dfrac{P_2'}{H_2}}{\dfrac{P_1'}{H_1}} \Leftrightarrow \dfrac{1-H_2}{1-H_1}.\dfrac{H_2}{H_1}=\dfrac{P_2'}{P_1'}$$

Từ đó ta có $\dfrac{1-0,8}{1-0,9}.\dfrac{0,8}{0,9}=\dfrac{(n+90)P_0}{90P_0}=\dfrac{n+90}{90} \Rightarrow n=70$

Đáp án A.

Ví dụ 7: Điện năng được truyền từ một trạm phát điện đến một hộ tiêu thụ điện bằng đường dây một pha với hiệu suất 82%. Coi hao phí điện năng chỉ do tỏa nhiệt trên đường dây và không vượt quá 30%. Nếu công suất sử dụng điện của hộ tiêu thụ tăng 25% và giữ nguyên điện áp ở nơi phát thì hiệu suất truyền tải điện năng (trên chính đường dây đó) bằng bao nhiêu?

A. 78,5%. B. 75,6%. C. 72,6%. D. 77,4%.

Lời giải

Vì U không đổi nên

$$\begin{cases} 1-H_1=\dfrac{P_1R}{U^2\cos^2\varphi} \\ 1-H_2=\dfrac{P_2R}{U^2\cos^2\varphi} \end{cases} \Rightarrow \frac{1-H_2}{1-H_1}=\frac{P_2}{P_1} \Leftrightarrow \frac{1-H_2}{1-H_1}=\frac{\dfrac{P_2'}{H_2}}{\dfrac{P_1'}{H_1}} \Leftrightarrow \frac{1-H_2}{1-H_1}.\frac{H_2}{H_1}=\frac{P_2'}{P_1'}$$

Từ đó ta có $\dfrac{1-H_2}{1-0,82}.\dfrac{H_2}{0,82}=\dfrac{P_1'+25\%P_1'}{P_1'}=1,25$

$$\Leftrightarrow -H_2^2+H_2-0,1845 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} H_2=0,7550=75,59\% \\ H_2=0,2441=24,41\% \end{array}\right.$$

Vì hao phí điện năng chỉ do tỏa nhiệt trên đường dây và không vượt quá 30% nên ta có $H=1-\dfrac{\Delta P}{P}\geq 1-\dfrac{30\%P}{P}=70\%$. Do đó $H_2=75,59\%$.

Đáp án B.

Ví dụ 8: Điện năng được truyền từ nơi phát tới một khu dân cư bằng đường dây tải điện một pha với hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu đường dây không đổi. Ban đầu công suất tiêu thụ của cả khu dân cư đó là P, sau đó người ta thay đổi dạng mạch điện tiêu thụ, nhưng không làm thay đổi hệ số công suất của toàn hệ thống điện. Khi đó, người ta thấy rằng công suất tiêu thụ của toàn bộ khu dân cư này vẫn là P nhưng hiệu suất tăng lên một lượng đúng bằng $\dfrac{2}{9}$ hiệu suất truyền tải ban đầu. Vậy hiệu suất truyền tải ban đầu bằng bao nhiêu?

A. 40%. B. 45%. C. 50%. D. 60%.

Lời giải

Vì U không đổi nên

$$\begin{cases} 1-H_1=\dfrac{P_1R}{U^2\cos^2\varphi} \\ 1-H_2=\dfrac{P_2R}{U^2\cos^2\varphi} \end{cases} \Rightarrow \frac{1-H_2}{1-H_1}=\frac{P_2}{P_1} \Leftrightarrow \frac{1-H_2}{1-H_1}=\frac{\dfrac{P_2'}{H_2}}{\dfrac{P_1'}{H_1}} \Leftrightarrow \frac{1-H_2}{1-H_1}.\frac{H_2}{H_1}=\frac{P_2'}{P_1'}$$

Từ đó ta có $\dfrac{1-\left(H+\dfrac{2}{9}H\right)}{1-H}.\dfrac{H+\dfrac{2}{9}H}{H}=1 \Leftrightarrow H=\dfrac{9}{20}=45\%$

Đáp án B.

Ví dụ 9: Điện năng từ nhà máy được đưa tới nơi tiêu thụ nhờ các dây dẫn tại nơi tiêu thụ cần một công suất không đổi, ban đầu hiệu suất tải điện là 90%. Muốn hiệu suất truyền tải điện là 96% thì cần giảm cường độ dòng điện trên dây tải một lượng bằng bao nhiêu?

A. 40,2%. B. 36,8%. C. 42,2%. D. 38,8%.

Lời giải

Vì công suất tại nơi tiêu thụ không đổi nên

$$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{1}{H_1}=1+\dfrac{\Delta P_1}{P_1'} \\ \dfrac{1}{H_2}=1+\dfrac{\Delta P_2}{P_2'} \Rightarrow \dfrac{\dfrac{1}{H_2}-1}{\dfrac{1}{H_1}-1}=\dfrac{\Delta P_2}{\Delta P_1}=\dfrac{I_2^2}{I_1^2} \\ P_1'=P_2' \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1}=\sqrt{\frac{\frac{1}{H_2}-1}{\frac{1}{H_1}-1}} \Rightarrow \frac{\Delta I}{I_1}=1-\sqrt{\frac{\frac{1}{H_2}-1}{\frac{1}{H_1}-1}}=0,3876$$

Đáp án D.

Ví dụ 10: Tại một điểm M có một máy phát điện xoay chiều một pha có công suất phát điện và hiệu điện thế hiệu dụng ở hai cực của máy phát đều không đổi. Nối hai cực của máy phát với một trạm tăng áp có hệ số tăng áp là k đặt tại đó. Từ máy tăng áp điện năng được đưa lên dây tải cung cấp cho một xưởng cơ khí cách xa điểm M. Xưởng cơ khí có các máy tiện cùng loại, công suất khi hoạt động là như nhau. Khi hệ số $k = 2$ thì ở xưởng cơ khí có tối đa 120 máy tiện cùng hoạt động. Khi hệ số $k = 3$ thì ở xưởng cơ khí có tối đa 130 máy tiện cùng hoạt động. Do xảy ra sự cố ở trạm tăng áp người ta phải nối trực tiếp dây tải điện vào hai cực của máy phát điện. Khi đó ở xưởng cơ khí có thể cho tối đa bao nhiêu máy tiện cùng hoạt động? (coi rằng chỉ có hao phí trên dây tải điện là đáng kể và điện áp và dòng điện trên dây tải điện luôn cùng pha).

A. 93. B. 102. C. 84. D. 66.

Lời giải

Giả sử khi nối trực tiếp dây tải điện vào hai cực của máy phát điện thì khi hiệu điện thế nơi phát là U. Gọi P, ΔP và P_0 lần lượt là công suất nhà máy điện, công suất hao phí trên đường dây khi chưa dùng máy biến thế và công suất tiêu thụ của mỗi máy ở xưởng sản xuất. Vì công suất tỏa nhiệt tỉ lệ nghịch với bình phương hiệu điện thế nơi phát, nên theo bài ra ta có: $\begin{cases} P-\frac{\Delta P}{2^2}=120P_0 \\ P-\frac{\Delta P}{3^2}=130P_0 \Rightarrow P=66P_0 \\ P-\Delta P=nP_0 \end{cases}$

Đáp án D.

Ví dụ 11: Điện năng được truyền từ một nhà máy phát điện nhỏ đến một khu công nghiệp bằng đường dây tải điện một pha. Cho rằng chỉ tính đến hao phí điện năng trên đường dây, công suất cung cấp của nhà máy phát điện là không đổi, hệ số công suất luôn bằng 1. Nếu tại nhà máy điện không đặt máy tăng áp còn tại khu công nghiệp đặt máy hạ áp có hệ số hạ áp là 57 (nghĩa là điện áp hiệu dụng ở cuộn thứ cấp giảm 57 lần so với điện áp hiệu dụng ở cuộn sơ cấp) thì chỉ đáp ứng 95% nhu cầu điện năng tiêu thụ tại khu công nghiệp. Để đáp ứng đủ nhu cầu điện năng tiêu thụ ở khu công nghiệp thì tại nhà máy điện người ta đặt thêm máy tăng áp có hệ số tăng áp là 4 và tại khu công nghiệp người ta đặt máy hạ áp có tỉ số hạ áp là?

A. 120. B. 240. C. 160. D. 320.

Lời giải

Công suất cần truyền đi, điện áp nơi phát lần lượt là: P; U.

Điện áp 2 đầu cuộn sơ cấp của máy hạ áp trong hai trường hợp: $57U'$; nU' (U' là điện áp tại khu công nghiệp). Ta có $\begin{cases} H_1=\frac{0,95P'}{P}=\frac{57U'}{U} \quad (1) \\ H_2=\frac{P'}{P}=\frac{nU'}{4U} \quad (2) \end{cases}$

Chia vế với vế của (1) và (2), ta có: $0,95=\frac{228}{n}\Rightarrow n=240$

Đáp án B.

Ví dụ 12: Điện năng cần truyền tải từ nơi phát điện tới nơi tiêu thụ điện. Coi rằng trên đường dây tải chỉ có điện trở thuần không đổi, coi dòng điện trong các mạch luôn cùng pha với điện áp. Lần lượt điện áp đưa lên là U_1 và U_2 thì hiệu suất truyền tải tương ứng là H_1 và H_2. Tính tỉ số giữa U_1 và U_2 trong hai trường hợp: công suất đưa lên đường dây không đổi và công suất nhận được cuối đường dây không đổi?

Lời giải

Nếu công suất truyền đi P không đổi thì ta có $\frac{1-H_2}{1-H_1}=\left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2\Rightarrow\frac{U_2}{U_1}=\sqrt{\frac{1-H_1}{1-H_2}}$

Nếu công suất nơi nhận là P' không đổi, chú ý $P=\frac{P'}{H}$ thì khi đó ta có

$$1-H=\frac{PR}{U^2\cos^2\varphi}=\frac{P'R}{HU^2\cos^2\varphi}\Rightarrow H(1-H)=\frac{P'R}{U^2\cos^2\varphi}$$

Do đó $\frac{H_2(1-H_2)}{H_1(1-H_1)}=\frac{\frac{P'R}{U_2^2\cos^2\varphi}}{\frac{P'R}{U_1^2\cos^2\varphi}}=\left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2\Rightarrow\frac{U_2}{U_1}=\sqrt{\frac{H_1(1-H_1)}{H_2(1-H_2)}}$

Ví dụ 13: Trong quá trình truyền tải điện năng đi xa, điện năng ở nơi tiêu thụ không đổi. Coi cường độ dòng điện trong quá trình truyền tải luôn cùng pha với điện áp. Ban đầu độ giảm điện áp dây bằng x lần điện áp nơi truyền đi. Sau đó, người ta muốn giảm công suất hao phí trên đường dây đi n lần thì phải tăng điện áp nơi truyền đi lên bao nhiêu lần?

Lời giải

Hiệu suất truyền tải điện trong trường hợp đầu

$$1-H_1=\frac{\Delta P}{P}=\frac{\Delta U}{U}=x\Rightarrow\Delta P=(1-H_1)P=(1-H_1)\frac{P'}{H_1}\Rightarrow\Delta P=\frac{x}{1-x}P'$$

Hiệu suất truyền tải điện sau đó (P' giữ nguyên còn $\Delta P'=\frac{\Delta P}{n}=\frac{x}{n(1-x)}P'$)

$$H_2=\frac{P'}{P'+\Delta P'}=\frac{P'}{P'+\frac{x}{n(1-x)}P'}=\frac{n(1-x)}{n(1-x)+x}$$

Áp dụng: $\frac{U_2}{U_1}=\sqrt{\frac{H_1(1-H_1)}{H_2(1-H_2)}}=\sqrt{\frac{x(1-x)}{\left(1-\frac{n(1-x)}{n(1-x)+x}\right)\frac{n(1-x)}{n(1-x)+x}}}=\frac{n(1-x)+x}{\sqrt{n}}$

Ví dụ 14: Trong quá trình truyền tải điện năng đi xa, điện năng ở nơi tiêu thụ không đổi. Coi cường độ dòng điện trong quá trình truyền tải luôn cùng pha với điện áp. Ban đầu độ giảm điện áp dây bằng x lần điện áp nơi tiêu thụ. Sau đó, người ta muốn giảm công suất hao phí trên đường dây đi n lần thì phải tăng điện áp nơi truyền đi lên bao nhiêu lần?

Lời giải

Hiệu suất truyền tải trong trường hợp đầu: $1-H_1=\frac{\Delta P}{P}=\frac{\Delta U}{U}=\frac{\Delta U}{U+\Delta U}=\frac{x}{x+1}$

$$\Rightarrow \Delta P=\left(1-H_1\right)P=\left(1-H_1\right)\frac{P'}{H_1}=\frac{x}{x+1}.\frac{P'}{1-\frac{x}{x+1}}=xP'$$

Hiệu suất truyền tải điện sau đó (P' giữ nguyên còn $\Delta P'=\frac{\Delta P}{n}=\frac{x}{n}P'$):

$$H_2=\frac{P'}{P'+\Delta P'}=\frac{P'}{P'+\frac{x}{n}P'}=\frac{n}{n+x}$$

Áp dụng $\frac{U_2}{U_1}=\sqrt{\frac{H_1\left(1-H_1\right)}{H_2\left(1-H_2\right)}}=\sqrt{\frac{\frac{x}{x+1}.\frac{1}{x+1}}{\left(1-\frac{n}{n+x}\right)\frac{n}{n+x}}}=\frac{n+x}{\left(1+x\right)\sqrt{n}}$

Ví dụ 15: Trong quá trình truyền tải điện năng đi xa, ở cuối nguồn dùng máy hạ thế có tỉ số vòng dây là x, cần phải tăng điện áp nguồn lên bao nhiêu lần để giảm công suất hao phí trên đường dây giảm z lần nhưng vẫn đảm bảo công suất tiêu thụ nhận được là không đổi? (Biết điện áp tức thời u cùng pha với dòng điện tức thời i và ban đầu độ giảm thế trên đường dây bằng y (%) điện áp của tải tiêu thụ)

A. $\frac{xz+y}{\sqrt{z}\left(x+y\right)}$. B. $\frac{xy+z}{\sqrt{z}\left(x+y\right)}$. C. $\frac{xy-z}{\sqrt{z}\left(x+y\right)}$. D. $\frac{xz-y}{\sqrt{z}\left(x+y\right)}$.

Lời giải

Cách 1: Giả sử không có máy hạ áp ở cuối đường dây tải điện

Ta có: $\frac{\Delta P_2}{\Delta P_1}=\left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2\Rightarrow\frac{\Delta U_2}{\Delta U_1}=\frac{1}{\sqrt{z}}$

Vì $\Delta U_1=yU_1'\Rightarrow\Delta U_2=\frac{yU_1'}{\sqrt{z}}$. Lại có $U_1'.I_1=U_2'.I_2\Rightarrow U_2'=\sqrt{z}U_1'$

Vì thực tế có máy hạ áp nên $\begin{cases}U_1=xU_1'+\Delta U_1=\left(x+y\right)U_1'\\U_2=xU_2'+\Delta U_2=\left(x\sqrt{z}+\frac{y}{\sqrt{z}}\right)U_1'\end{cases}\Rightarrow\frac{U_2}{U_1}=\frac{\left(xz+y\right)}{\sqrt{z}\left(x+y\right)}$

Cách 2: Theo kết quả bài trên ta có $\frac{U'}{U}=\frac{n+a}{\sqrt{n}\left(a+1\right)}$

Ở cuối nguồn: $\frac{U_1}{U_2}=x\Rightarrow U_2=\frac{U_1}{x}$

Ban đầu độ giảm thế trên đường dây bằng y (%) điện áp của tải tiêu thụ:

$$\Delta U=yU_2=\frac{yU_1}{x}\Rightarrow\frac{\Delta U}{U_1}=\frac{y}{x}$$

Thay trở lại, ta có: $\frac{U'}{U}=\frac{z+\frac{y}{x}}{\sqrt{z}\left(\frac{y}{x}+1\right)}=\frac{xz+y}{\sqrt{z}\left(x+y\right)}$.

Ví dụ 16: Trong quá trình truyền tải điện năng đi xa ở cuối đường dây dùng một máy hạ thế lí tưởng có tỉ số vòng dây bằng k. Điện áp giữa hai cực của trạm phát cần tăng lên bao nhiêu lần để làm giảm công suất hao phí trên đường dây truyền

tải đi n lần với điều kiện công suất truyền đến nơi tiêu thụ không đổi? (Biết rằng khi chưa tăng áp độ giảm thế trên đường dây truyền tải bằng x lần điện áp hiệu dụng trên tải tiêu thụ. Coi cường độ dòng điện trong mạch luôn cùng pha với điện áp đặt lên đường dây)

Lời giải

Hiệu suất truyền tải điện trong trường hợp đầu:

$$1-H_1=\frac{\Delta P}{P}=\frac{\Delta U}{U}=\frac{\Delta U}{U'+\Delta U}=\frac{\Delta U}{kU_t+\Delta U}=\frac{x}{k+x}$$

$$\Rightarrow \Delta P=\left(1-H_1\right)P=\left(1-H_1\right)\frac{P'}{H_1}=\frac{x}{k+x}.\frac{P'}{1-\frac{x}{k+x}}\Rightarrow \Delta P=\frac{x}{k}P'$$

STUDY TIP

Ta tuyệt đối không nhớ những công thức rút ra từ Ví dụ 13 đến Ví dụ 16 mà hãy nhớ hướng đi để rút ra công thức đó. Trong quá trình làm hãy thay số luôn cho đơn giản, đỡ cồng kềnh.

Hiệu suất truyền tải sau đó (P' không đổi còn $\Delta P'=\frac{\Delta P}{n}=\frac{x}{kn}P'$):

$$H_2=\frac{P'}{P'+\Delta P'}=\frac{P'}{P'+\frac{x}{kn}P'}=\frac{kn}{kn+x}$$

Áp dụng: $\frac{U_2}{U_1}=\sqrt{\frac{H_1\left(1-H_1\right)}{H_2\left(1-H_2\right)}}=\sqrt{\frac{\left(1-\frac{k}{k+x}\right)\frac{k}{k+x}}{\left(1-\frac{kn}{kn+x}\right)\frac{kn}{kn+x}}}=\frac{kn+x}{k+x}\sqrt{\frac{1}{n}}$

Ví dụ 17: Điện năng được truyền từ một nhà máy phát điện gồm 8 tổ máy đến nơi tiêu thụ bằng đường dây tải điện một pha. Giờ cao điểm cần cả 8 tổ máy hoạt động, hiệu suất truyền tải đạt 70%. Coi điện áp hiệu dụng ở nhà máy không đổi, hệ số công suất của mạch điện bằng 1, công suất phát điện của các tổ máy khi hoạt động là không đổi và như nhau. Khi công suất tiêu thụ điện ở nơi tiêu thụ giảm còn 72,5% so với giờ cao điểm thì cần bao nhiêu tổ máy hoạt động?

A. 5. B. 6. C. 4. D. 7.

Lời giải

Gọi công suất của mỗi tổ máy là P_0.

+ Ban đầu:

Công suất phát đi: $P_1=8P_0$

Công suất tiêu thụ: $P_{tt1}=0,7P_1$

Công suất hao phí: $P_{hp1}=I_1^2R=\frac{P_1^2}{U^2}R=0,3P_1\Rightarrow\frac{R}{U^2}=\frac{0,3}{P_1}$

+ Khi công suất tiêu thụ giảm còn 72,5% so với lúc cao điểm thì :

Công suất tiêu thụ: $P_{tt2}=0,725P_{tt1}=0,725.0,7P_1=0,5075P_1$

Từ đó suy ra $P_2=P_{tt2}+P_{hp2}=0,5075P_1+\frac{P_2^2}{U^2}R\Rightarrow P_2=0,5075P_1+P_2^2.\frac{0,3}{P_1}$ (1)

+ Chia cả 2 vế của (1) cho $P_1>0$.

$$\Rightarrow 0,3.\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2-\frac{P_2}{P_1}+0,5075=0\Rightarrow\left[\begin{array}{l}\frac{P_2}{P_1}=2,71\\ \frac{P_2}{P_1}=0,6245\end{array}\right.$$

Vì $P_2<P_1$ nên $P_2=0,6245P_1=5P_0$.

Vậy khi công suất nơi tiêu thụ giảm thì cần 5 tổ máy hoạt động.

Đáp án A.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Công thức tính công suất hao phí trên đường dây truyền tải điện?

A. $\Delta P = \frac{P^2 R}{U^2 \cos^2 \varphi}$. B. $\Delta P = R^2 I$.

C. $\Delta P = UI \cos \varphi$. D. $\Delta P = UI \cos^2 \varphi$.

Câu 2: Công thức tính hiệu suất truyền tải điện?

A. $H = \frac{P + \Delta P}{P}.100\%$. B. $H = \frac{P_1}{P_2}$.

C. $H = \frac{P - \Delta P}{P}.100\%$. D. $H = (P - \Delta P).100\%$.

Câu 3: Công thức tính độ giảm thế trên đường truyền tải điện?

A. $\Delta U = I^2.R$. B. $\Delta U = I.R$.

C. $\Delta U = U - I.R$. D. $\Delta U = I.Z$.

Câu 4: Trong quá trình truyền tải điện đi xa biện pháp giảm hao phí nào là khả thi nhất?

A. Giảm điện trở. B. Giảm công suất.

C. Tăng hiệu điện thế. D. Thay dây dẫn.

Câu 5: Máy biến áp không làm thay đổi thông số nào sau đây?

A. Hiệu điện thế. B. Tần số.

C. Cường độ đòng điện. D. Điện trở.

Câu 6: Điện năng ở một trạm phát điện được truyền đi dưới hiệu điện thế 2 kV, hiệu suất của quá trình truyền tải điện là H = 80%. Muốn hiệu suất của quá trình truyền tải tăng đến 95% thì ta phải:

A. tăng hiệu điện thế lên đến 4 kV.

B. tăng hiệu điện thế lên đến 8 kV.

C. giảm hiệu điện thế xuống còn 1 kV.

D. giảm hiệu điện thế xuống còn 0,5 kV.

Câu 7: Máy biến thế là một thiết bị có thể biến đổi:

A. hiệu điện thế của nguồn điện xoay chiều.

B. hiệu điện thế của nguồn điện xoay chiều hay nguồn điện không đổi.

C. hiệu điện thế của nguồn điện không đổi.

D. công suất của một nguồn điện không đổi.

Câu 8: Cơ sở hoạt động của máy biến thế dựa trên hiện tượng:

A. Hiện tượng từ trễ. B. Cảm ứng từ.

C. Cảm ứng điện từ. D. Cộng hưởng điện từ.

Câu 9: Máy biến thế dùng để:

A. giữ cho hiệu điện thế luôn ổn định, không đổi.

B. giữ cho cường độ dòng điện luôn ổn định, không đổi.

C. làm tăng hay giảm cường độ dòng điện.

D. làm tăng hay giảm hiệu điện thế.

Câu 10: Máy biến thế dùng để biến đổi hiệu điện thế của các:

A. Pin.

B. Acquy.

C. Nguồn điện xoay chiều.

D. Nguồn điện một chiều.

Câu 11: Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp của một máy biến thế một hiệu điện thế xoay chiều, khi đó hiệu điện thế xuất hiện ở hai đầu cuộn thứ cấp là hiệu điện thế:

A. không đổi.

B. xoay chiều.

C. một chiều có độ lớn không đổi.

D. B và C đều đúng.

Câu 12: Nguyên nhân chủ yếu gây ra sự hao phí năng lượng trong máy biến thế là do:

A. tỏa nhiệt ở các cuộn sơ cấp và thứ cấp.

B. có sự thất thoát năng lượng dưới dạng bức xạ sóng điện từ.

C. tỏa nhiệt ở lõi sắt so có dòng Fucô.

D. tất cả các nguyên nhân nêu trong A, B, C.

Câu 13: Chọn trả lời SAI. Đối với máy biến thế:

A. $\frac{e'}{e} = \frac{N'}{N}$. B. $e = N\left|\frac{\Delta \varphi}{\Delta t}\right|$.

C. $\frac{U'}{U} = \frac{N'}{N}$. D. $\frac{U'}{U} = \frac{I'}{I}$.

Câu 14: Nguồn xoay chiều có hiệu điện thế $U = 100$ V cho qua máy biến thế, ta thu được hiệu điện thế $U' = 10$ V. Bỏ qua mọi mất mát năng lượng:

A. Đó là máy tăng thế, có số vòng của cuộn sơ cấp gấp 10 lần số vòng dây của cuộn thứ cấp.

B. Đó là máy hạ thế, có cường độ hiệu dụng trong cuộn thứ cấp gấp 10 lần trong cuộn sơ cấp.

C. Công suất điện bên cuộn sơ cấp gấp 10 lần bên cuộn thứ cấp.

D. Công suất điện bên cuộn thứ cấp gấp 10 lần bên cuộn sơ cấp.

Câu 15: Gọi N_1, U_1, I_1, P_1 lần lượt là số vòng dây, hiệu điện thế, dòng điện và công suất của sơ cấp. N_2, U_2, I_2, P_2 lần lượt là số vòng dây, hiệu điện thế, dòng điện và công suất của thứ cấp. Hiệu suất của máy biến thế là:

A. $H = \frac{U_2}{U_1}$. B. $H = \frac{I_2}{I_1}$. C. $H = \frac{P_2}{P_1}$. D. $H = \frac{N_2}{N_1}$.

Câu 16: Công suất hao phí trên đường dây truyền tải điện năng là:

A. $\Delta P = \frac{RP^2}{U^2}$. B. $\Delta P = R.I^2 t$.

C. $\Delta P = \frac{RU^2}{P^2}$. D. $\Delta P = UI$.

Câu 17: Vai trò của máy biến thế trong việc truyền tải điện năng đi xa

A. Giảm điện trở của dây dẫn trên đường truyền tải để giảm hao phí trên đường truyền tải.

B. Tăng hiệu điện thế truyền tải để giảm hao phí trên đường truyền tải.

C. Giảm hiệu điện thế truyền tải để giảm hao phí trên đường truyền tải.

D. Giảm sự thất thoát năng lượng dưới dạng bức xạ điện từ.

Câu 18: Để giảm hao phí khi cần tải điện đi xa. Trong thực tế, có thể dùng biện pháp nào kể sau

A. Giảm hiệu điện thế máy phát điện n lần để cường độ dòng điện giảm n lần, giảm công suất tỏa nhiệt xuống n^2 lần.

B. Tăng hiệu điện thế từ máy phát điện lên n lần để giảm hao phí do sự tỏa nhiệt trên đường dây n^2 lần.

C. Dùng dây dẫn bằng chất liệu siêu dẫn đường kính lớn.

D. Xây dựng nhà máy gần nơi tiêu thụ để giảm chiều dài đường dây truyền tải điện.

Câu 19: Khi truyền tải một công điện P từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ, để giảm hao phí trên đường dây tỏa nhiệt ta có thể đặt máy

A. tăng thế ở đầu ra của nhà máy điện.

B. hạ thế ở đầu ra của nhà mày điện.

C. tăng thế ở đầu ra của nhà máy điện và máy hạ thế ở nơi tiêu thụ.

D. hạ thế ở nơi tiêu thụ.

Câu 20: Nhận xét nào sau đây về máy biến thế là không đúng?

A. Máy biến thế có thể tăng hiệu điện thế.

B. Máy biến thế có thể thay đổi tần số dòng điện xoay chiều.

C. Máy biến thế có thể giảm hiệu điện thế.

D. Máy biến thế có tác dụng biến đổi cường độ dòng điện.

Câu 21: Phương pháp làm giảm hao phí điện năng trong máy biến thế là

A. để máy biến thế ở nơi khô thoáng.

B. lõi của máy biến thế được cấu tạo bằng một khối thép đặc.

C. lõi của máy biến thế được cấu tạo bởi các lá thép mỏng ghép cách điện với nhau.

D. tăng độ cách điện trong máy biến thế.

Câu 22: Nguyên tắc hoạt động của máy biến áp

A. Dựa trên hiện tượng cộng hưởng.

B. Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

C. Dựa trên hiện tượng tự cảm.

D. Dựa trên hiện tượng điều hòa dòng điện.

Câu 23: Khi nói về hao phí trên đường dây truyền tải, phát biểu nào sau đây sai?

A. Điện trở của dây càng nhỏ thì công suất hao phí nhỏ.

B. Điện trở của dây tăng làm hao phí giảm.

C. Công suất truyền tải giảm thì hao phí cũng giảm.

D. Tăng hiệu điện thế là giải pháp làm giảm hao phí hiệu quả nhất.

Câu 24: Máy biến áp có $N_1 > N_2$ thì kết luận nào sau đây là đúng?

A. Máy tăng áp. B. Máy ổn áp.

C. Máy hạ áp. D. Không có đáp án.

Câu 25: Khi nói về tạo của máy biến áp điều nào sau đây sai?

A. Máy biến áp gồm hai phần đó là phần cuộn dây và phần lõi thép.

B. Các lõi thép được ghép song song và cách điện với nhau.

C. Dòng phu – cô gây ra hao phí của máy biến áp.

D. Máy biến áp không cần lõi thép chỉ cần hai cuộn dây.

Câu 26: Phát biểu nào sau đây không đúng?

A. Trong cuộc sống cần máy biến áp vì chúng ta cần sử dụng điện ở nhiều mức điện áp khác nhau.

B. Máy biến áp có thể biến áp cho cả dòng một chiều và xoay chiều.

C. Máy biến áp có cuộn sơ cấp nhiều vòng hơn cuộn thứ cấp chắc chắn là máy hạ áp.

D. Máy tăng áp làm giảm giá trị hiệu dụng của dòng điện trên cuộn thứ cấp.

Câu 27: Một máy biến áp, cuộn sơ cấp có 200 vòng, cuộn thứ cấp có 100 vòng. Nếu cuộn thứ cấp có hiệu điện thế 200 V thì cuộn sơ cấp có hiệu điện thế đầu vào là bao nhiêu?

A. 100 V. B. 200 V. C. 400 V. D. 500 V.

Câu 28: Cuộn sơ cấp được nối với nguồn điện 100 V – 50 Hz, cuộn thứ cấp được nối với tải tiêu thụ có $R = 50\Omega$, $Z_L = 50\sqrt{3}\Omega$ thì dòng điện trong mạch có giá trị là bao nhiêu?

A. 0,5A. B. 1A. C. 2A. D. 4A.

Câu 29: Máy biến áp ở cuộn thứ cấp có 1000 vòng, từ thông cực đại biến thiên trong lõi thép là 0,5 mWb và tần số của dòng điện biến thiên với $f = 50$ Hz. Hỏi máy biến áp có hiệu điện thế hiệu dụng ở đầu ra là bao nhiêu?

A. 110 V. B. 111 V. C. 112 V. D. 113 V.

Câu 30: Hiệu điện thế do nhà máy phát ra 10 kV, nếu truyền tải ngay hao phí truyền tải sẽ là 5 kW. Nhưng trước khi truyền tải hiệu điện thế được nâng lên 40 kV thì hao phí trên đường truyền tải là bao nhiêu?

A. 1,25 kW. B. 0,3125 kW.
C. 25 kW. D. 1 kW.

Câu 31: Điện áp và cường độ dòng điện ở cuộn sơ cấp là 220 V và 0,5 A, ở cuộn thứ cấp là 20 V và 6,2 A. Biết hệ số công suất ở cuộn sơ cấp bằng 1, ở cuộn thứ cấp là 0,8. Hiệu suất của máy biến áp là tỉ số giữa công suất của cuộn thứ cấp và của cuộn sơ cấp là?

A. 80 %. B. 40%. C. 90,18%. D. 95%.

Câu 32: Một máy biến áp có tỉ số vòng dây sơ cấp và thứ cấp là $\frac{1}{10}$. Điện áp hiệu dụng và cường độ hiệu dụng ở cuộn sơ cấp là 100 V và 5 A. Bỏ qua hao phí trong máy biến áp. Dòng điện từ máy biến áp được truyền đi đến nơi tiêu thụ bằng dây dẫn có điện trở thuần 100Ω. Cảm kháng và dung kháng của dây dẫn không đáng kể. hiệu suất truyền tải điện là?

A. 90%. B. 5%. C. 10%. D. 95%.

Câu 33: Một máy tăng áp có số vòng cuộn sơ cấp và thứ cấp lần lượt là 150 vòng và 1500 vòng. Điện áp và cường độ dòng điện ở cuộn sơ cấp là 250 V và 100 A. Bỏ qua hao phí năng lượng trong máy. Điện áp từ máy tăng áp được dẫn đến nơi tiêu thụ bằng dây dẫn chỉ có điện trở thuần 30Ω. Điện áp nơi tiêu thụ là?

A. 220 V. B. 2200 V. C. 22 V. D. 22 kV.

Câu 34: Một máy biến áp có tỉ số vòng dây cuộn sơ cấp và thứ cấp là $\frac{1}{5}$. Điện trở các vòng dây và mất mát năng lượng trong máy không đáng kể. Cuộn thứ cấp nối với bóng đèn (220V – 100W) đèn sáng bình thường. Điện áp và cường độ hiệu dụng ở cuộn sơ cấp là bao nhiêu?

A. 44 V – 5 A. B. 44 V – 2,15 A.
C. 4,4 V – 2,273 A. D. 44 V – 2,273 A.

Câu 35: Công suất và điện áp nguồn phát là 14 kW và 1,4 kV. Hệ số công suất của mạch tải điện bằng 1. Để điện áp nơi tiêu thụ không thấp hơn 1,2 kV thì điện trở lớn nhất của dây dẫn là bao nhiêu?

A. 10Ω. B. 30Ω. C. 20Ω. D. 25Ω.

Câu 36: Điện áp ở trạm phát điện là 5 kV. Công suất truyền đi không đổi. Công suất hao phí trên đường dây tải điện bằng 14,4% công suất truyền đi ở trạm phát điện. Để công suất hao phí chỉ bằng 10% công suất truyền đi ở trạm phát thì điện áp ở trạm phát điện là bao nhiêu?

A. 8 kV. B. 7 kV. C. 5,5 kV. D. 6 kV.

Câu 37: Điện năng ở một trạm phát điện được truyền đi dưới hiệu điện thế 2 kV và công suất 200 kW. Hiệu số chỉ của các công tơ điện ở trạm phát và ở nơi thu sau mỗi ngày đêm chênh lệch nhau thêm 480 kWh. Công suất điện hao phí trên đường dây tải điện là:

A. $\Delta P = 20$ kW. B. $\Delta P = 40$ kW.
C. $\Delta P = 82$ kW. D. $\Delta P = 100$ kW.

Câu 38: Điện năng ở một trạm phát điện được truyền đi dưới hiệu điện thế 2 kV và công suất 200 kW. Hiệu số chỉ của các công tơ điện ở trạm phát và ở nơi thu sau mỗi ngày đêm chênh lệch nhau thêm 480 kWh. Hiệu suất của quá trình truyền tải điện là:

A. $H = 95\%$. B. $H = 90\%$. C. $H = 85\%$. D. $H = 80\%$.

Câu 39: Một máy biến thế có số vòng dây của cuộn sơ cấp là 800 vòng, của cuộn thứ cấp là 40 vòng. Hiệu điện thế và cường độ hiệu dụng ở mạch thứ cấp là 40 V và 6 A. Hiệu điện thế và cường độ hiệu dụng ở mạch sơ cấp là:

A. 2 V; 0,6 A. B. 800 V; 12 A.
C. 800 V; 120 A. D. 800 V; 0,3 A.

Câu 40: Từ nơi sản xuất điện đến nơi tiêu thụ cách nhau 5 km, dùng dây có bán kính 2 mm, $\rho = 1,57.10^{-8}\Omega$m để truyền tải điện. Điện trở của dây:

A. $R = 5\Omega$. B. $R = 6,25\Omega$.
C. $R = 12,5\Omega$. D. $R = 25\Omega$.

Câu 41: Điện năng được truyền từ một máy biến thế ở A tới máy hạ thế ở B (nơi tiêu thụ) bằng hai dây đồng có điện trở tổng cộng là 50Ω. Dòng điện trên đường dây là I = 40 A. Công suất tiêu hao trên đường dây bằng 10% công suất tiêu thụ ở B. Công suất tiêu thụ ở B là:

A. $P_B = 800$W. B. $P_B = 8$kW.
C. $P_B = 80$kW. D. $P_B = 800$kW.

Câu 42: Một máy phát điện xoay chiều có công suất 1000 kW. Dòng điện nó phát ra sau khi tăng thế lên 110 kV được truyền đi xa bằng một dây dẫn có điện trở 20 Ω. Điện năng hao phí trên đường dây là:

A. 6050 W. B. 2420 W. C. 5500 W. D. 1653 W.

Câu 43: Một máy biến áp có tỉ số vòng dây sơ cấp và thứ cấp bằng 10. Máy được mắc vào điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 220 V, tần số 50 Hz. Hai đầu cuộn thứ cấp được nối với tải là một điện trở R, khi đó dòng điện chạy qua cuộn thứ cấp có cường độ 5 A. Coi hệ số công suất mạch thứ cấp và sơ cấp của máy đều bằng 1, máy có hiệu suất 95% thì cường độ dòng điện chạy qua cuộn sơ cấp xấp xỉ bằng

A. 0,53 A. B. 0,35 A. C. 0,95 A. D. 0,50 A.

Câu 44: Người ta truyền tải điện năng từ A đến B. Ở A dùng một máy tăng thế và ở B dùng một máy hạ thế,

dây dẫn từ A đến B có điện trở $40\,\Omega$. Cường độ dòng điện trên dây là 50 A. Công suất hao phí trên dây bằng 5% công suất tiêu thụ ở B và hiệu điện thế ở hai đầu cuộn thứ cấp của máy hạ thế là 200 V. Biết dòng điện và hiệu điện thế luôn cùng pha và bỏ qua hao phí trên các máy biến thế. Tỉ số biến đổi của máy hạ thế là:

A. 0,005. B. 0,05. C. 0,01. D. 0,004.

Câu 45: Một nhà máy phát điện gồm n tổ máy có cùng công suất P hoạt động đồng thời. Điện sản xuất ra được đưa lên đường dây và truyền đến nơi tiêu thụ với hiệu suất truyền tải là H. Hỏi khi chỉ còn một tổ máy hoạt động bình thường thì hiệu suất truyền tải H' là bao nhiêu? Coi điện áp truyền tải, hệ số công suất truyền tải và điện trở đường dây không đổi.

A. $H' = \frac{H}{n}$. B. $H' = H$.

C. $H' = \frac{n+H-1}{n}$. D. $H' = nH$.

Câu 46: Cần truyền tải một nguồn điện có công suất P không đổi đi xa. Khi sử dụng điện áp truyền tải là U thì hiệu suất truyền tải là H. Hỏi nếu điện áp truyền tải là $U' = nU$ thì hiệu suất truyền tải là H' bằng bao nhiêu so với H?

A. $H' = \frac{H}{n}$. B. $H' = \frac{H}{n^2}$.

C. $H' = 1 - \frac{1-H}{n}$. D. $H' = 1 - \frac{1-H}{n^2}$.

Câu 47: Một máy hạ thế có tỉ lệ số vòng 2 cuộn dây là 2. Cuộn sơ cấp và thứ cấp có điện trở lần lượt là $r_1 = 3,6\Omega$ và $r_2 = 1,6\Omega$. Hai đầu cuộn thứ cấp được mắc điện trở $R = 10\Omega$. Bỏ qua hao phí do dòng phu – cô và hệ số công suất của 2 cuộn là bằng 1. Nếu mắc 2 đầu cuộn sơ cấp điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U_1 = 220\,\text{V}$. Tính điện áp 2 đầu cuộn thứ cấp U_2.

A. $U_2 = 110\,\text{V}$. B. $U_2 = 100\,\text{V}$.

C. $U_2 = 88\,\text{V}$. D. $U_2 = 440\,\text{V}$.

Câu 48: Một máy biến áp có lõi sắt gồm n nhánh đối xứng nhưng chỉ có 2 nhánh là được quấn dây (mỗi nhánh một cuộn dây có số vòng khác nhau). Coi hao phí của máy là rất nhỏ. Khi điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U mắc vào cuộn 1 (có số vòng N_1) thì điện áp đo được ở cuộn 2 (có số vòng N_2) để hở là U_2. Tính U_2 theo U, N_1, N_2 và n.

A. $U_2 = U_1 \frac{N_1}{N_2}$. B. $U_2 = U_1 \frac{N_2}{n.N_1}$.

C. $U_2 = U_1 \frac{nN_1}{N_2}$. D. $U_2 = U_1 \frac{N_2}{(n-1)N_1}$.

Câu 49: Một máy tăng áp có tỷ lệ số vòng ở 2 cuộn dây là 0,5. Nếu ta đặt vào 2 đầu cuộn sơ cấp một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng là 130V thì điện áp đo được ở 2 đầu cuộn thứ cấp để hở sẽ là 240V. Hãy lập tỷ lệ giữa điện trở thuần r của cuộn sơ cấp và cảm kháng Z_L của cuộn sơ cấp.

A. $\frac{5}{12}$. B. $\frac{1}{12}$. C. $\frac{1}{\sqrt{168}}$. D. $\frac{13}{24}$.

Câu 50: Điện năng tải từ trạm tăng thế đến trạm hạ thế nhờ các dây dẫn có điện trở tổng cộng 20Ω. Ở đầu ra cuộn thứ cấp máy hạ thế cần dòng điện có cường độ hiệu dụng 100A, công suất 12kW. Cho phụ tải thuần trở, tỷ số vòng dây của cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp máy hạ thế là 10. Bỏ qua mọi hao phí trong máy biến thế. Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch sơ cấp máy hạ thế và điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn thứ cấp máy tăng thế là:

A. 10A và 1200 V. B. 10A và 1400 V.

C. 1000A và 1200V. D. 10A và 1000 V.

Câu 51: Nhận xét nào sau đây là sai khi nói về máy biến áp?

A. Đối với máy tăng áp nếu điện áp đưa vào được giữ không đổi, ta đồng thời tăng thêm số vòng dây quấn ở 2 cuộn lên một lượng như nhau thì điện áp lấy ra sẽ giảm.

B. Đối với máy tăng áp nếu điện áp đưa vào được giữ không đổi, ta đồng thời giảm bớt số vòng dây quấn ở 2 cuộn xuống một lượng như nhau thì điện áp lấy ra sẽ tăng.

C. Đối với máy giảm áp nếu điện áp đưa vào được giữ không đổi, ta đồng thời tăng thêm số vòng dây quấn ở 2 cuộn lên một lượng như nhau thì điện áp lấy ra sẽ giảm.

D. Đối với máy giảm áp nếu điện áp đưa vào được giữ không đổi, ta đồng thời giảm bớt số vòng dây quấn ở 2 cuộn xuống một lượng như nhau thì điện áp lấy ra sẽ giảm.

Câu 52: Cuộn sơ cấp của một máy biến thế có $N_1 = 1000$ vòng, cuộn thứ cấp có $N_2 = 2000$ vòng. Hiệu điện thế hiệu dụng của cuộn sơ cấp là $U_1 = 110\,V$ và của cuộn thứ cấp khi để hở là $U_2 = 216\,V$. Tỷ số giữa điện trở thuần và cảm kháng của cuộn sơ cấp là:

A. 0,19. B. 0,15. C. 0,10. D. 1,20.

Câu 53: Một máy biến áp lý tưởng gồm một cuộn sơ cấp và hai cuộn thứ cấp. Cuộn sơ cấp có $n_1 = 1320$ vòng, điện áp $U_1 = 220\text{V}$. Cuộn thứ cấp thứ nhất có $U_2 = 10\text{V}$, $I_2 = 0,5\text{A}$; Cuộn thứ cấp thứ 2 có $n_3 = 25$

vòng, $I_3 = 1,2A$. Cường độ dòng điện qua cuộn sơ cấp là:

A. $I_1 = 0,035A$. B. $I_1 = 0,045A$.

C. $I_1 = 0,023A$. D. $I_1 = 0,055A$.

Câu 54: Một máy biến thế có số vòng của cuộn sơ cấp là 5000 và thứ cấp là 1000. Bỏ qua mọi hao phí của máy biến thế. Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng 100 V thì hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp khi để hở có giá trị là

A. 20V. B. 40V. C. 10V. D. 500 V.

Câu 55: Một máy biến thế dùng làm máy giảm thế (hạ thế) gồm cuộn dây 100 vòng và cuộn dây 500 vòng. Bỏ qua mọi hao phí của máy biến thế. Khi nối hai đầu cuộn sơ cấp với hiệu điện thế $u = 100\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V) thì hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp bằng

A. 10V. B. 20V. C. 50V. D. 500 V.

Câu 56: Một máy biến áp lí tưởng có cuộn sơ cấp gồm 2400 vòng dây, cuộn thứ cấp gồm 800 vòng dây. Nối hai đầu cuộn sơ cấp với điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 210 V. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thứ cấp khi máy biến áp hoạt động không tải là

A. 0V. B. 105V. C. 630V. D. 70 V.

Câu 57: Một học sinh quấn một máy biến áp với dự định số vòng dây của cuộn sơ cấp gấp hai lần số vòng dây của cuộn thứ cấp. Do sơ suất nên cuộn thứ cấp bị thiếu một số vòng dây. Muốn xác định số vòng dây thiếu để quấn tiếp thêm vào cuộn thứ cấp cho đủ, học sinh này đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi, rồi dùng vôn kế xác định tỉ số điện áp ở cuộn thứ cấp để hở và cuộn sơ cấp. Lúc đầu tỉ số điện áp bằng 0,43. Sau khi quấn thêm vào cuộn thứ cấp 24 vòng dây thì tỉ số điện áp bằng 0,45. Bỏ qua mọi hao phí trong máy biến áp. Để được máy biến áp đúng như dự định, học sinh này phải tiếp tục quấn thêm vào cuộn thứ cấp

A. 100 vòng dây. B. 84 vòng dây.

C. 60 vòng dây. D. 40 vòng dây.

ĐÁP ÁN

1.A	2.C	3.B	4.C	5.B	6.A	7.A	8.C	9.D	10.C
11.B	12.D	13.D	14.B	15.C	16.A	17.B	18.B	19.A	20.B
21.C	22.B	23.B	24.C	25.D	26.B	27.C	28.A	29.B	30.B
31.C	32.D	33.B	34.D	35.C	36.D	37.A	38.B	39.D	40.C
41.D	42.D	43.A	44.A	45.C	46.D	47.C	48.D	49.B	50.B
51.D	52.A	53.B	54.A	55.B	56.D	57.C			

ĐỀ KIỂM TRA CHƯƠNG 4. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Câu 1: Đặt vào hai đầu cuộn thuần cảm L một hiệu điện thế xoay chiều $U = 220\text{V}$, $f = 60\text{Hz}$. Dòng điện đi qua cuộn cảm có cường độ 2,4A. Để cho dòng điện qua cuộn cảm có cường độ là 7,2A thì tần số của dòng điện phải bằng:

A. 180 Hz. B. 120 Hz. C. 60 Hz. D. 20 Hz.

Câu 2: Một cuộn dây L thuần cảm được nối vào mạng điện xoay chiều 127V, 50Hz. Dòng điện cực đại qua nó bằng 10A. Khi đó:

A. L = 0,04H. B. L = 0,057H.

C. L = 0,08H. D. L = 0,114H.

Câu 3: Mạch chỉ có R, biểu thức i qua mạch có dạng $i = 2\cos 100\pi t$ A, $R = 20\Omega$. Viết biểu thức u?

A. $u = 40\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$V.

B. $u = 40\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$V.

C. $u = 40\cos\left(100\pi t\right)$V.

D. $u = 40\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \pi\right)$V.

Câu 4: Mạch điện chỉ có cuộn cảm thuần, $L = \frac{1}{\pi}H$ biểu thức dòng điện trong mạch có dạng $i = 2\cos(100\pi t)$ A. Tính cảm kháng trong mạch Z_L và viết biểu thức hiệu điện thế hai đầu mạch điện?

A. $Z_L = 100\Omega, u = 200\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$V.

B. $Z_L = 100\Omega, u = 200\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$V.

C. $Z_L = 100\Omega, u = 200\cos\left(100\pi t\right)$V.

D. $Z_L = 200\Omega, u = 200\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$V.

Câu 5: Mạch điện gồm cuộn dây thuần cảm, độ tự cảm $L = \frac{1}{4\pi}H$ được gắn vào mạng điện xoay chiều người ta thấy dòng điện trong mạch có biểu thức là $i = 2\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$A. Hỏi nếu gắn vào mạng điện đó đoạn mạch chỉ có tụ điện có điện dung là $\frac{10^3}{2\pi}$ F thì dòng điện trong mạch có biểu thức là?

A. $i = 25\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$A.

B. $i = 2,5\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$A.

C. $i = 2,5\cos\left(100\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$A.

D. $i = 0,25\cos\left(100\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$A.

Câu 6: Mạch điện có cuộn dây thuần cảm độ tự cảm $L = \frac{0,4}{\pi}H$ được gắn vào mạng điện xoay chiều có phương trình $u = 100\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$V. Viết phương trình dòng điện qua mạch khi đó? Và nếu cũng mạng điện đó ta thay cuộn dây bằng điện trở $R = 20\Omega$ thì công suất tỏa nhiệt trong mạch là bao nhiêu?

A. $i = 2,4\cos(100\pi t - \pi)$ A; $P = 250$W.

B. $i = 2,5\cos(100\pi t - \pi)$ A; $P = 250$W.

C. $i = 2\cos(100\pi t + \pi)$ A; $P = 250$W.

D. $i = 2,5\cos(100\pi t - \pi)$ A; $P = 62,5$W.

Câu 7: Mắc cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$H thì trong mạch có dòng điện $i = 5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$A. Còn nếu thay vào đó là một điện trở 50 Ω thì dòng điện trong mạch có biểu thức là gì?

A. $i = 10\cos\left(100\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$A.

B. $i = 10\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$A.

C. $i = 10\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$A.

D. $i = 10\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$A.

Câu 8: Đặt vào hai đầu cuộn thuần cảm $L = \frac{1}{\pi}(\text{H})$ một hiệu điện thế: $u = 200\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$(V). Biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch là:

A. $i = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$A.

B. $i = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$A.

C. $i = 2\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$A.

D. $i = 2\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$A.

Câu 9: Cho dòng điện $i=4\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(\mathrm{A})$ qua một ống dây thuần cảm có $L=\frac{1}{20\pi}\mathrm{H}$) thì hiệu điện thế giữa hai đầu ống dây có dạng:

A. $u=20\sqrt{2}\cos(100\pi t+\pi)\mathrm{V}$.

B. $u=20\sqrt{2}\cos(100\pi t)\mathrm{V}$.

C. $u=20\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{2}\right)\mathrm{V}$.

D. $u=20\sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{2}\right)\mathrm{V}$.

Câu 10: Mạch điện xoay chiều chỉ chứa tụ điện $C=\frac{1}{7200\pi}\mathrm{F}$, hiệu điện thế xoay chiều ổn định đặt vào hai đầu mạch là $u=U_0\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{4}\right)\mathrm{V}$. Tại thời điểm t_1 ta có $u=60\sqrt{2}$ V và $i_1=\frac{\sqrt{2}}{2}$ A, tại thời điểm t_2 ta có $u_2=-60\sqrt{3}$ V và $i_2=-0,5$ A. Hãy hoàn thiện biểu thức của điện áp u.

A. $u=120\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right)\mathrm{V}$.

B. $u=120\cos\left(120\pi t+\frac{\pi}{4}\right)\mathrm{V}$.

C. $u=120\cos\left(50\pi t+\frac{\pi}{4}\right)\mathrm{V}$.

D. $u=120\cos\left(60\pi t+\frac{\pi}{4}\right)\mathrm{V}$.

Câu 11: Một hộp kín X chỉ chứa một trong 3 phần tử là điện trở thuần R hoặc tụ điện có điện dung C hoặc cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Đặt vào 2 đầu hộp X một điện áp xoay chiều có phương trình $u=U_0\cos(2\pi ft)\mathrm{V}$, với $f=50\mathrm{Hz}$ thì thấy điện áp và dòng điện trong mạch ở thời điểm t_1 có giá trị lần lượt là $i_1=1\mathrm{A}$; $u_1=100\sqrt{3}\mathrm{V}$, ở thời điểm t_2 thì $i_2=\sqrt{3}\mathrm{A}$, $u_2=100\mathrm{V}$. Biết nếu tần số điện áp là 100Hz thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch là $\frac{1}{\sqrt{2}}$ A. Hộp X chứa:

A. Điện trở thuần $R=100\Omega$.

B. Cuộn cảm thuần có $L=\frac{1}{\pi}\mathrm{H}$.

C. Tụ điện có điện dung $C=\frac{10^{-4}}{\pi}\mathrm{F}$.

D. Chứa cuộn cảm có $L=\frac{100\sqrt{3}}{\pi}\mathrm{H}$.

Câu 12: Dòng điện xoay chiều qua một đoạn mạch có biểu thức cường độ là $i=I_0\cos(\omega t+\pi)$ (A). Tính từ lúc $t=0$, điện lượng chuyển qua mạch trong $\frac{T}{4}$ đầu tiên là:

A. $\frac{I_o}{\omega}$. B. $\frac{2I_o}{\omega}$. C. $\frac{I_o}{2\omega}$. D. 0.

Câu 13: Dòng điện xoay chiều chạy qua một đoạn mạch có biểu thức có biểu thức cường độ là $i=I_0\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{2}\right)$, với $I_0>0$. Tính từ lúc $t=0(s)$, điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn của đoạn mạch đó trong thời gian bằng nửa chu kì của dòng điện là:

A. $\frac{\pi I_o\sqrt{2}}{\omega}$. B. 0. C. $\frac{\pi I_o}{\omega\sqrt{2}}$. D. $\frac{2I_o}{\omega}$.

Câu 14: Dòng điện xoay chiều qua một đoạn mạch có biểu thức $i=2\cos\left(120\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$ A. Điện lượng chuyển qua mạch trong khoảng thời gian $\frac{T}{6}$ kể từ thời điểm $t=0$ là

A. $3,25.10^{-3}$ C. B. $4,03.10^{-3}$ C.

C. $2,53.10^{-3}$ C. D. $3,05.10^{-3}$ C.

Câu 15: Dòng điện xoay chiều chạy qua một đoạn mạch có biểu thức cường độ là $i=I_0\cos\left(120\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$ A với $I_0>0$. Tính từ lúc $t=0(s)$, điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn của đoạn mạch đó trong thời gian bằng nửa chu kì của dòng điện là:

A. $\frac{\pi I_o\sqrt{2}}{\omega}$. B. 0. C. $\frac{\pi I_o}{\omega\sqrt{2}}$. D. $\frac{2I_o}{\omega}$.

Câu 16: Trong một đoạn mạch điện xoaychiều chỉ có tụ điện thì hiệu điện thế ở hai đầu đoạn mạch

A. sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với cường độ dòng điện.

B. sớm pha $\frac{\pi}{4}$ so với cường độ dòng điện.

C. trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với cường độ dòng điện.

D. trễ pha $\frac{\pi}{4}$ so với cường độ dòng điện.

Câu 17: Dòng điện chạy qua một đoạn mạch có biểu thức $i=I_0\sin 100\pi t$. Trong khoảng thời gian từ 0 đến 0,01s cường độ dòng điện tức thời có giá trị bằng $0,5I_0$ vào những thời điểm

A. $\frac{1}{300}$ s và $\frac{2}{300}$ s. B. $\frac{1}{400}$ s và $\frac{2}{400}$ s.

C. $\frac{1}{500}$ s và $\frac{3}{500}$ s. D. $\frac{1}{600}$ s và $\frac{5}{600}$ s.

Câu 18: Đặt điện áp $u=U_0\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$ V vào hai đầu một tụ điện có điện dung $\frac{2.10^{-4}}{\pi}$ F. Ở thời điểm điện áp giữa hai đầu tụ điện là 150 V thì cường độ dòng điện trong mạch là 4A. Biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch là

A. $i=4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ A.

B. $i=5\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ A.

C. $i=4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$ A.

D. $i=5\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$ A.

Câu 19: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$ V vào hai đầu một cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L=\frac{1}{2\pi}$ H. Ở thời điểm điện áp giữa hai đầu cuộn cảm là $100\sqrt{2}$ V thì cường độ dòng điện qua cuộn cảm là 2A. Biểu thức của cường độ dòng điện qua cuộn cảm là

A. $i=2\sqrt{3}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$ A.

B. $i=2\sqrt{3}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ A.

C. $i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ A.

D. $i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)$ A.

Câu 20: Tại thời điểm t, điện áp $u=200\sqrt{2}\cos\left(100\omega t-\frac{\pi}{2}\right)$ (trong đó u tính bằng V, t tính bằng s) có giá trị $100\sqrt{2}$ V và đang giảm. Sau thời điểm đó $\frac{1}{300}$ s, điện áp này có giá trị là

A. –100 V. B. $100\sqrt{3}$ V.

C. $-100\sqrt{2}$ V. D. 200 V.

Câu 21: Đặt điện áp $u=U_0\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp. Gọi i là cường độ dòng điện tức thời trong đoạn mạch; u_1, u_2 và u_3 lần lượt là điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở, giữa hai đầu cuộn cảm và giữa hai đầu tụ điện. Hệ thức đúng là

A. $i=\frac{u}{R^2+\left(\omega L-\frac{1}{C\omega}\right)^2}$. B. $i_3=u_3\omega C$.

C. $i=\frac{u_1}{R}$. D. $\frac{u_2}{\omega L}$.

Câu 22: Đặt điện áp $u=U_0\cos\omega t$ vào hai đầu cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thì cường độ dòng điện qua cuộn cảm là:

A. $i=\frac{U_0}{\omega L}.\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)$.

B. $i=\frac{U_0}{\omega L\sqrt{2}}.\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)$.

C. $i=\frac{U_0}{\omega L\sqrt{2}}.\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{2}\right)$.

D. $i=\frac{U_0}{\omega L}.\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{2}\right)$.

Câu 23: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch chỉ có điện trở thuần. Gọi U là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch; i, I_0 và I lần lượt là giá trị tức thời, giá trị cực đại và giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện trong đoạn mạch. Hệ thức nào sau đây sai?

A. $\frac{U}{U_0}-\frac{I}{I_0}=0$. B. $\frac{U}{U_0}+\frac{I}{I_0}=\sqrt{2}$.

C. $\frac{u}{U}-\frac{i}{I}=0$. D. $\frac{u^2}{U_0^2}+\frac{i^2}{I_0^2}=1$.

Câu 24: Đặt điện áp $u=U_0\cos\omega t$ vào hai đầu cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Tại thời điểm điện áp giữa hai đầu cuộn cảm có độ lớn cực đại thì cường độ dòng điện qua cuộn cảm bằng

A. $\frac{U_0}{\omega L\sqrt{2}}$. B. $\frac{U_0}{2\omega L}$. C. $\frac{U_0}{\omega L}$. D.0.

Câu 25: Đặt điện áp $u=U_0\cos\omega t$ vào hai đầu một tụ điện thì cường độ dòng điện qua nó có giá trị hiệu dụng là I. Tại thời điểm t, điện áp ở hai đầu tụ điện là u và cường độ dòng điện qua nó là i. Hệ thức liên hệ giữa các đại lượng là:

A. $\frac{u^2}{U^2}+\frac{i^2}{I^2}=\frac{1}{2}$. B. $\frac{u^2}{U^2}+\frac{i^2}{I^2}=1$.

C. $\frac{u^2}{U^2}+\frac{i^2}{I^2}=\frac{1}{4}$. D. $\frac{u^2}{U^2}+\frac{i^2}{I^2}=2$.

Câu 26: Đoạn mạch gồm cuộn dây có điện trở thuần R và độ tự cảm L nối tiếp với tụ điện biến đổi có điện dung C thay đổi được. Hiệu điện thế xoay chiều ở hai đầu mạch ổn định và có biểu thức: $u=U_0\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{4}\right)$

(V). Khi $C=C_1$ thì cường độ dòng điện qua mạch là: $i=I_0\cos(\omega t)$ (A) và công suất tiêu thụ trên mạch là P_1. Khi $C=C_2$ thì công suất mạch cực đại $P_2=100W$. Tính P_1.

A. $P_1=200$W. B. $P_1=50\sqrt{2}$W.

C. $P_1=50$W. D. $P_1=25$ W.

Câu 27: Hai đầu đoạn mạch RLC, cuộn dây thuần cảm, được duy trì điện áp $u_{AB}=U_0\cos\omega t$ (V). Thay đổi R, khi điện trở có giá trị $R=80\Omega$ thì công suất đạt giá trị cực đại 200W. Hỏi khi điện trở bằng 60Ω thì mạch tiêu thụ công suất bằng bao nhiêu?

A. 100 W. B. 150W. C. 192 W. D. 144 W.

Câu 28: Mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm và có độ tự cảm thay đổi, tụ $C=\frac{10^{-4}}{\pi}F$. Điện áp hiệu dụng 2 đầu mạch là 100V, tần số 50Hz. Khi $L=\frac{1,25}{\pi}$ (H) thì U_L đạt cực đại. Hỏi khi thay đổi L thì công suất tiêu thụ cực đại của mạch điện là bao nhiêu?

A. 100W. B. 200W. C. 50W. D. 400 W.

Câu 29: Mạch RLC khi mắc vào mạng điện một chiều có giá trị suất điện động là U_0 thì công suất là P_0. Khi mạch trên được mắc vào mạng điện xoay chiều có $u=U\cos(100\pi t)$ V thì công suất của mạch là P. Xác định tỉ số $\frac{P_0}{P}$

A. 0. B. 1. C. $\frac{1}{2}$ D. 2.

Câu 30: Mạch điện chỉ có R khi mắc vào mạng điện một chiều có giá trị suất điện động là U_0 thì công suất là P_0. Khi mạch trên được mắc vào mạng điện xoay chiều có $u=U\cos(100\pi t)$ V thì công suất của mạch là P. Xác định tỉ số $\frac{P_0}{P}$

A. 0. B. 1. C. $\frac{1}{2}$ D. 2.

Câu 31: Cho mạch điện AB gồm một bóng đèn dây tóc có ghi (120V - 75W); một cuộn dây có độ tự cảm $\frac{0,48}{\pi}$ H và một tụ điện mắc nối tiếp. Đặt vào hai đầu mạch một điện áp $u=U\cos(100\pi t)$ V (t tính bằng s) thì thấy đèn sáng bình thường và công suất tiêu thụ của đoạn mạch AB bằng 100W. Hệ số công suất của cuộn cảm là bao nhiêu?

A. $\frac{4}{5}$. B. $\frac{3}{5}$. C. $\frac{1}{\sqrt{3}}$. D. $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

Câu 32: Đặt điện áp $u=U\sqrt{2}\cos\omega t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch gồm cuộn cảm thuần mắc nối tiếp với một biến trở R. Ứng với hai giá trị $R_1=20\Omega$ và $R_2=80\Omega$ của biến trở thì công suất tiêu thụ trong đoạn mạch đều bằng 400 W. Giá trị của U là

A. 400V. B. 200V.

C. 100V. D. $100\sqrt{2}$ V.

Câu 33: Đặt điện áp $u=200\cos100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch gồm một biến trở R mắc nối tiếp với một cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{1}{\pi}$ H. Điều chỉnh biến trở để công suất tỏa nhiệt trên biến trở đạt cực đại, khi đó cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch bằng

A. 1A. B. 2A. C. $\sqrt{2}$. D. $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

Câu 34: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi, tần số 50Hz vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung C đến giá trị $\frac{10^{-4}}{\pi}$ hoặc $\frac{10^{-4}}{2\pi}$ thì công suất tiêu thụ trên đoạn mạch đều có giá trị bằng nhau. Giá trị của L bằng

A. $\frac{1}{2\pi}$ H. B. $\frac{2}{\pi}$ H. C. $\frac{1}{3\pi}$ H. D. $\frac{3}{\pi}$ H.

Câu 35: Đặt điện áp $u=100\sqrt{2}\cos\omega t$ V, có ω thay đổi được vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần 200 Ω, cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{25}{36\pi}$ H và tụ điện có điện dung $\frac{10^{-4}}{\pi}$ F. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là 50 W. Giá trị của ω là

A. 150π rad/s. B. 50π rad/s.

C. 100π rad/s. D. 120π rad/s.

Câu 36: Đặt điện áp $u=100\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{6}\right)$ (V) vào hai đầu đoạn mạch có điện trở thuần, cuộn cảm thuần và tụ điện mắc nối tiếp thì dòng điện qua mạch là $i=2\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{3}\right)$ (A). Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là

A. $100\sqrt{3}$ W. B. 50 W.

C. $50\sqrt{3}$ W. D. 100 W.

Câu 37: Một đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn mạch AM gồm điện trở thuần R_1 mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C, đoạn mạch MB gồm điện trở thuần R_2 mắc nối tiếp với cuộn cảm

thuần có độ tự cảm L. Đặt điện áp xoay chiều có tần số và giá trị hiệu dụng không đổi vào hai đầu đoạn mạch AB. Khi đó đoạn mạch AB tiêu thụ công suất bằng 120 W và có hệ số công suất bằng 1. Nếu nối tắt hai đầu tụ điện thì điện áp hai đầu đoạn mạch AM và MB có cùng giá trị hiệu dụng nhưng lệch pha nhau $\frac{\pi}{3}$, công suất tiêu thụ trên đoạn mạch AB trong trường hợp này bằng

A. 180 W. B. 160 W. C. 90 W. D. 75 W.

Câu 38: Đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn mạch AM gồm điện trở thuần $R_1 = 40\Omega$ mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-3}}{4\pi}$F, đoạn mạch MB gồm điện trở thuần R2 mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần. Đặt vào A, B điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi thì điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch AM và MB lần lượt là: $u = 50\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{7\pi}{12}\right)$V và $u_{MB} = 150\cos 100\pi t$ (V).

Hệ số công suất của đoạn mạch AB là

A. 0,84. B. 0,71. C. 0,95. D. 0,86.

Câu 39: Mắc nối tiếp một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi đổi được với một điện trở R và tụ điện C rồi đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp ổn định $u = U_0\cos(\omega t)(\text{V})$. Khi $L = L_1 = \frac{1}{\pi}(\text{H})$ thì cường độ hiệu dụng chạy trong mạch đạt cực đại, lúc đó công suất tiêu thụ của mạch điện $P = 100(\text{W})$. Khi $L = L_2 = \frac{2}{\pi}(\text{H})$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại bằng 200 (V). Giá trị của ω bằng:

A. $100\pi(\text{rad/s})$. B. $75\pi(\text{rad/s})$.

C. $150\pi(\text{rad/s})$. D. $200\pi(\text{rad/s})$.

Câu 40: Đoạn mạch AB gồm biến trở R thay đổi được từ 0 đến $100(\Omega)$, tụ điện C có điện dung thay đổi được và cuộn cảm $L = \frac{1}{\pi}(\text{H})$ mắc nối tiếp. Đặt vào hai đầu đoạn mạch AB một điện áp $u = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t)(\text{V})$. Điều chỉnh C đến giá trị C_0 khác 0, thì thấy hiệu điện thế hiệu dụng U_{RC} không phụ thuộc vào R khi thay đổi giá trị của R. giá trị của C_0 và U_{RC} lần lượt là:

A. $\begin{cases} C = \frac{10^{-4}}{\pi}(\text{F}) \\ U_{RC} = 110(\text{V}) \end{cases}$. B. $\begin{cases} C = \frac{2.10^{-4}}{\pi}(\text{F}) \\ U_{RC} = 220(\text{V}) \end{cases}$.

C. $\begin{cases} C = \frac{10^{-4}}{\pi}(\text{F}) \\ U_{RC} = 220(\text{V}) \end{cases}$. D. $\begin{cases} C = \frac{2.10^{-4}}{\pi}(\text{F}) \\ U_{RC} = 110(\text{V}) \end{cases}$.

ĐÁP ÁN

1.D	2.B	3.C	4.B	5.C	6.B	7.D	8.C	9.C	10.D
11.B	12.A	13.D	14.A	15.D	16.C	17.D	18.B	19.A	20.C
21.C	22.D	23.D	24.D	25.D	26.C	27.C	28.B	29.A	30.D
31.A	32.B	33.A	34.D	35.D	36.C	37.C	38.A	39.D	40.B

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 26: Đáp án C.

Khi $C = C_2$ thì công suất mạch cực đại:

$$P_2 = \frac{U^2}{R} = 100W \text{ khi } Z_L = Z_{C_2}.$$

Ban đầu khi $C = C_1$ thì cường độ dòng điện trong mạch chậm pha $\frac{\pi}{4}$ so với điện áp giữa hai đầu mạch nên $R = |Z_L - Z_C|$.

Công suất của mạch lúc này là: $P_1 = \frac{U^2}{2R} = 50\text{W}$.

Câu 27: Đáp án C.

Khi điện trở có giá trị $R = 80\Omega$ thì công suất cực đại là:

$$P_{\max} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow U = \sqrt{R.P_{\max}} = \sqrt{80.200} = 40\text{V}.$$

Khi điện trở bằng $R = 60\Omega$ thì mạch tiêu thụ công suất bằng: $P_2 = \frac{U^2 R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{\left(40\sqrt{10}\right)^2.60}{60^2 + 80^2} = 96\text{W}$.

Câu 28: Đáp án B.

Khi $L = \frac{1,25}{\pi}(\text{H})$ thì U_L đạt giá trị cực đại nên

$$Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} \Rightarrow R = 50\Omega.$$

Vậy khi thay đổi L thì công suất tiêu thụ cực đại của mạch là: $P=\frac{U^2}{R}=200\text{W}$.

Câu 29: Đáp án A.

Câu 30: Đáp án D.

Câu 31: Đáp án A.

Cảm kháng của cuộn dây là:

$$Z_L=L.\omega=\frac{0,48}{\pi}.100\pi=48\Omega.$$

Cường độ dòng điện của bóng đèn là:

$$I=\frac{P}{U}=\frac{75}{120}=\frac{5}{8}A.$$

Câu 32: Đáp án B.

Ta có: $P=\frac{U^2}{R_1+R_2}\Rightarrow U=200\text{V}$.

Câu 33: Đáp án A.

Để công suất tỏa nhiệt trên biến trở đạt giá trị cực đại thì: $R=Z_L\Rightarrow I=\frac{U}{\sqrt{2}Z_L}=\frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}.100}=1\text{A}$.

Câu 34: Đáp án D.

Ta có: $Z_L=Z_C=\frac{1}{2}\left(Z_{C1}+Z_{C2}\right)=\frac{1}{2}\left(100+200\right)=150$

$\Rightarrow L=\frac{1,5}{\pi}\left(\text{H}\right)$.

Câu 35: Đáp án D.

Theo đề ta có:

$$P=\frac{U^2R}{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}\Rightarrow 50=\frac{100^2.200}{200^2+\left(\frac{25}{36\pi}.\omega-\frac{1}{\omega.\frac{10^{-4}}{\pi}}\right)^2}$$

$\Rightarrow \omega=120\pi\left(\text{rad/s}\right)$.

Câu 36: Đáp án C.

Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là:

$$P=UI\cos\varphi=50\sqrt{2}.\sqrt{2}.\cos\frac{\pi}{6}=50\sqrt{3}\text{W}.$$

Câu 37: Đáp án C.

Ban đầu: $\cos\varphi_{AB}=1\Leftrightarrow Z_L=Z_C$.

Công suất của mạch là: $P=\frac{U^2}{R_1+R_2}=120\text{W}$.

Sau đó nối tắt tụ C thì ta được:

$$\begin{cases}R_1^2=R_2^2+Z_L^2\\ Z_L=\sqrt{3}R_2\end{cases}\Rightarrow R_1=2R_2$$

$$\Rightarrow P=\frac{U^2\left(R_1+R_2\right)}{\left(R_1+R_2\right)^2+Z_L^2}=\frac{U^2.3R_2}{9R_2^2+3R_2^2}=\frac{U^2}{4R_2}=90\text{W}.$$

Câu 38: Đáp án A.

Ta có:

$Z_C=\frac{1}{C.\omega}=40\Omega$. nên $Z_{AM}=40\sqrt{2}$ nên $\left(\overrightarrow{AM};\overrightarrow{MB}\right)=75^0$

nên $U_{AB}=148,36\text{V}$.

Áp dụng định lý hàm sin trong tam giác đó ta có:

$\frac{75\sqrt{2}}{\sin\alpha}=\frac{104,9}{\sin75^0}\Rightarrow\alpha=77,6^0\Rightarrow\varphi_0=32,6^0$

$\Rightarrow\cos\varphi_0=0,84$.

Câu 39: Đáp án D.

Khi $L=L_1=\frac{1}{\pi}\left(\text{H}\right)\Rightarrow I_{MAX}\Leftrightarrow\begin{cases}Z_{L_1}=Z_C\\ P=\frac{U^2}{R}=100\left(\text{W}\right),(1)\end{cases}$.

Khi $L=L_2=\frac{2}{\pi}\left(\text{H}\right)$

$$\Rightarrow U_{L(MAX)}\Leftrightarrow\begin{cases}\begin{cases}Z_{L_2}=2Z_{L_1}=\frac{R^2+Z_C^2}{Z_C}\Rightarrow Z_{L_1}=Z_C=R\\ Z_{L_1}=Z_C\end{cases}\\ U_{L(MAX)}=\frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_C^2}\\ =\frac{U}{R}\sqrt{R^2+R^2}=200\left(\text{V}\right)\\ \Rightarrow U=100\sqrt{2}\left(\text{V}\right),(2)\end{cases}$$

Từ (1) và (2) ta có

$R=200\left(\Omega\right)\Rightarrow Z_{L_1}=L_1\omega=200\left(\Omega\right)\Leftrightarrow\omega=200\pi\left(\text{rad/s}\right)$.

Câu 40: Đáp án B.

Hiệu điện thế hiệu dụng U_{RC} không phụ thuộc vào R khi thay đổi giá trị của R nên $Z_L=2Z_C$ nên $Z_L=100\Omega$

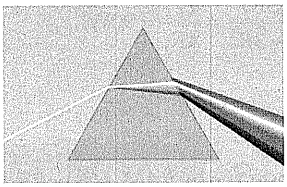
$\Rightarrow Z_C=50\Omega\Rightarrow C=\frac{2.10^{-4}}{\pi}\left(\text{F}\right)$.

Giá trị của $U_{RC}=U=220\text{V}$.

CHƯƠNG 5. SÓNG ÁNH SÁNG

A. LÍ THUYẾT

I. HIỆN TƯỢNG TÁN SẮC ÁNH SÁNG



1. Định nghĩa

> **Tán sắc ánh sáng** là sự phân tách một chùm sáng phức tạp thành các chùm sáng đơn sắc.

Khi cho một ánh sáng trắng đi qua lăng kính thì nó không những bị khúc xạ về phía đáy lăng kính, mà còn bị tách ra thành nhiều chùm sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ đỏ tới tím.

STUDY TIP

Trong hiện tượng tán sắc, tia đỏ lệch ít nhất, tia tím lệch nhiều nhất.

2. Ánh sáng đơn sắc, ánh sáng trắng

- **Ánh sáng đơn sắc** là ánh sáng không bị tán sắc khi đi qua lăng kính. Mỗi ánh sáng đơn sắc có một màu gọi là màu đơn sắc. Mỗi màu đơn sắc trong mỗi môi trường có một bước sóng xác định.

- **Ánh sáng trắng** là tập hợp của vô số ánh sáng đơn sắc khác nhau có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

- Chiết suất của các chất trong suốt biến thiên theo màu sắc ánh sáng và tăng dần từ màu đỏ đến màu tím.

Chú ý

- Khi truyền qua các môi trường trong suốt khác nhau vận tốc của ánh sáng thay đổi, bước sóng của ánh sáng thay đổi còn tần số của ánh sáng thì không thay đổi.
- Dải có màu như cầu vồng (có vô số màu nhưng được chia thành 7 màu chính là đỏ, cam, vàng, lục, lam, chàm, tím) gọi là quang phổ của ánh sáng trắng.

3. Giải thích hiện tượng tán sắc ánh sáng

- Chiết suất của chất làm lăng kính có giá trị khác nhau đối với các ánh sáng đơn sắc khác nhau. Chiết suất của môi trường trong suốt tăng dần theo thứ tự với các ánh sáng đơn sắc: đỏ, da cam, vàng, lục, lam, chàm, tím.
- Khi qua lăng kính, các ánh sáng đơn sắc khác nhau bị lệch với các góc lệch khác nhau nên bị tách ra thành dải màu biến đổi liên tục từ đỏ đến tím, tia đỏ bị lệch ít nhất, tia tím bị lệch nhiều nhất.

4. Ứng dụng của sự tán sắc ánh sáng



- Máy quang phổ phân tích một chùm sáng đa sắc, do các vật sáng phát ra, thành các thành phần đơn sắc.

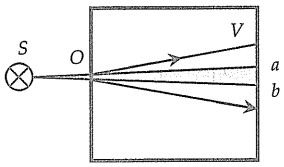
- Hiện tượng cầu vồng xảy ra do sự tán sắc ánh sáng, các tia sáng Mặt Trời đã bị khúc xạ và phản xạ trong các giọt nước trước khi tới mắt ta.

- Giải thích hiện tượng quang sai, sắc sai với thấu kính.

II. HIỆN TƯỢNG GIAO THOA ÁNH SÁNG

1. Nhiễu xạ ánh sáng

> **Nhiễu xạ ánh sáng** là hiện tượng ánh sáng không tuân theo định luật truyền thẳng, quan sát được khi ánh sáng truyền qua lỗ nhỏ hoặc gần mép những vật trong suốt hoặc không trong suốt.



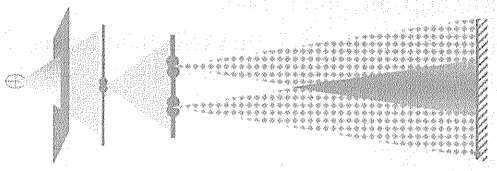
Ví dụ: Ở hình bên, ánh sáng sau khi đi qua lỗ hẹp O, đặt mắt ngay gần vùng ab ta vẫn cảm nhận được ánh sáng và trông thấy rất rõ lỗ O.

- Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng chỉ có thể giải thích được nếu thừa nhận ánh sáng có tính chất sóng.

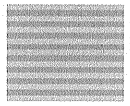
- Mỗi chùm sáng đơn sắc (còn gọi là chùm bức xạ đơn sắc) là một chùm sáng có bước sóng và tần số xác định.

2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

- Hai chùm sáng kết hợp là hai chùm phát ra ánh sáng có cùng tần số và có độ lệch pha không đổi theo thời gian.



Hình 1. Hình ảnh quan sát được hiện tượng giao thoa ánh sáng



Hình 2. Hình ảnh quan sát được các vân sáng, vân tối

- Khi hai chùm sáng kết hợp gặp nhau chúng sẽ giao thoa:

+ Những chỗ hai sóng gặp nhau mà cùng pha nhau, chúng tăng cường lẫn nhau tạo thành các vân sáng.

+ Những chỗ hai só ng gặp nhau mà ngược pha với nhau, chúng triệt tiêu nhau tạo thành các vân tối.

- Nếu ánh sáng trắng giao thoa thì hệ thống vân của các ánh sáng đơn sắc khác nhau sẽ không trùng nhau:

+ Ở chính giữa, vân sáng của các ánh sáng đơn sắc khác nhau nằm trùng nhau cho một vân sáng trắng gọi là vân trắng chính giữa (vân trung tâm).

+ Ở hai bên vân trung tâm, các vân sáng khác của các sóng ánh sáng đơn sắc khác nhau không trùng với nhau nữa, chúng nằm kề sát bên nhau và cho những quang phổ có màu như ở màu cầu vồng.

- Hiện tượng giao thoa ánh sáng là bằng chứng thực nghiệm khẳng định ánh sáng có tính chất sóng.

3. Bước sóng và màu sắc ánh sáng

- Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có một bước sóng xác định trong chân không.

- Những màu chính trong quang phổ ánh sáng trắng (đỏ, cam, vàng, lục, lam, chàm, tím) ứng với từng vùng có bước sóng lân cận nhau. Bảng màu và bước sóng của ánh sáng trong chân không như sau:

Chú ý

Mọi ánh sáng đơn sắc mà ta nhìn thấy (ánh sáng khả kiến) đều có bước sóng trong chân không (hoặc không khí) trong khoảng từ 0,38 μm (ánh sáng tím) đến 0,76 μm (ánh sáng đỏ).

Màu sắc	Bước sóng trong chân không (μm)	Bước sóng trong chân không (nm)
Đỏ	0,640 – 0,760	640 – 760
Cam	0,590 – 0,650	590 – 650
Vàng	0,570 – 0,600	570 – 600
Lục	0,500 – 0,575	500 – 575
Lam	0,450 – 0,510	450 – 510
Chàm	0,430 – 0,460	430 – 460
Tím	0,380 – 0,440	380 – 440

Bảng 5.1: Bảng màu sắc và bước sóng tương ứng

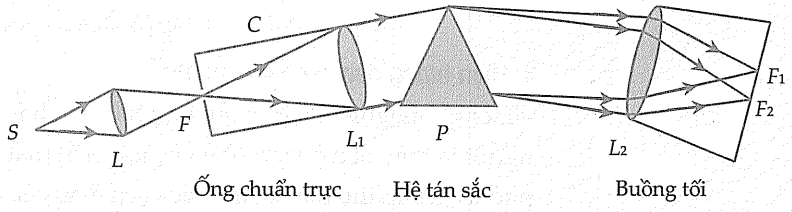
III. QUANG PHỔ

1. Máy quang phổ lăng kính

- Máy quang phổ là dụng cụ phân tích chùm sáng nhiều thành phần thành những thành phần đơn sắc khác nhau.

STUDY TIP

Máy dùng để nhận biết các thành phần cấu tạo của một chùm sáng phức tạp do một nguồn phát ra



Sơ đồ cấu tạo máy quang phổ lăng kính

- Máy quang phổ có ba bộ phận chính:

+ Ống chuẩn trực là bộ phận tạo ra chùm sáng song song.

+ Hệ tán sắc có tác dụng phân tích chùm tia song song thành nhiều chùm tia đơn sắc song song.

+ Buồng ảnh dùng để quan sát hay chụp ảnh quang phổ.

- Nguyên tắc hoạt động của máy quang phổ lăng kính dựa trên hiện tượng tán sắc ánh sáng.

2. Các loại quang phổ

	Quang phổ liên tục	Quang phổ vạch phát xạ	Quang phổ vạch hấp thụ
Định nghĩa	Là một dải màu có màu từ đỏ đến tím nối liền nhau một cách liên tục	Là một hệ thống những vạch sáng riêng lẻ, ngăn cách nhau bởi những khoảng tối.	Là một hệ thống gồm các vạch hay đám vạch tối trên nền quang phổ liên tục.
Nguồn phát	Do các chất rắn, chất lỏng hay chất khí có áp suất lớn khi bị nung nóng phát ra.	Do các chất khí, hay hơi ở áp suất thấp phát ra khi bị kích thích (khi nóng sáng, hoặc khi có dòng điện phóng qua).	- Các chất rắn, chất lỏng và chất khí đều cho được quang phổ hấp thụ. - Điều kiện để có quang phổ vạch hấp thụ: Nhiệt độ của đám khí hay hơi phải thấp hơn nhiệt độ nguồn phát quang phổ liên tục.
Đặc điểm	- Không phụ thuộc thành phần cấu tạo nguồn sáng. - Các chất khác nhau ở cùng một nhiệt độ thì hoàn toàn giống nhau về quang phổ liên tục. - Chỉ phụ thuộc nhiệt độ của nguồn sáng. - Ở mọi nhiệt độ, vật đều bức xạ. - Khi nhiệt độ tăng dần, cường độ bức xạ càng mạnh và miền quang phổ lan dần từ bức xạ có bước sóng dài sang bức xạ có bước sóng ngắn.	- Mỗi nguyên tố hoá học có một quang phổ vạch đặc trưng của nguyên tố đó. - Các nguyên tố khác nhau thì phát ra các quang phổ vạch khác nhau về: số lượng vạch, màu sắc, bước sóng (tức là về vị trí các vạch) và độ sáng tỉ đối giữa các vạch.	- Quang phổ hấp thụ của chất khí chỉ chứa các vạch hấp thụ. - Còn quang phổ của chất lỏng và rắn lại chứa các "đám", mỗi đám gồm nhiều vạch hấp thụ nối tiếp nhau một cách liên tục.
Ứng dụng	Dùng để xác định nhiệt độ của các vật (đặc biệt là những vật ở rất xa và có nhiệt độ cao) như dây tóc bóng đèn, lò cao,... và cả nhiệt độ của các ngôi sao ở rất xa.	Biết được thành phần cấu tạo của nguồn sáng. Nhận biết được sự có mặt của các nguyên tố trong hỗn hợp hay hợp chất.	Nhận biết được sự có mặt của nguyên tố trong các hỗn hợp hay hợp chất.

Bảng 5.2: Bảng so sánh và phân loại quang phổ

3. Hiện tượng đảo vạch quang phổ

- Trong thí nghiệm tạo ra quang phổ vạch hấp thụ, nếu tắt nguồn sáng trắng thì người ta thấy nền quang phổ liên tục biến mất, đồng thời các vạch tối của quang phổ vạch hấp thụ biến thành các vạch màu của quang phổ vạch phát xạ của chính đám khí hay hơi đó. Hiện tượng này gọi là hiện tượng đảo vạch quang phổ.

- Ở một nhiệt độ nhất định, một đám khí hay hơi có khả năng phát ra những ánh sáng đơn sắc nào thì nó cũng có khả năng hấp thụ ánh sáng đơn sắc đó.

IV. CÁC LOẠI TIA

	Tia hồng ngoại	Tia tử ngoại	Tia X
Bản chất	Cùng là sóng điện từ nhưng có bước sóng khác nhau		
Định nghĩa	Bức xạ điện từ không nhìn thấy, có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ.	Bức xạ điện từ không nhìn thấy, có bước sóng nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng tím.	Tia X là sóng điện từ có bước sóng 10^{-11} m đến 10^{-8} m
Bước sóng	$7,6.10^{-7}$ m đến 10^{-3} m.	10^{-8} m đến $3,8.10^{-7}$ m	10^{-11} m đến 10^{-8} m
Nguồn phát	- Mặt Trời là nguồn phát hồng ngoại mạnh - Các vật có nhiệt độ lớn hơn 0^0 K đều phát ra tia hồng ngoại - Bóng đèn dây tóc, bếp ga, bếp than, điốt hồng ngoại, là những nguồn phát ra tia hồng ngoại	- Mặt Trời là một nguồn phát ra tia tử ngoại mạnh. Hồ quang điện, đèn hơi thủy ngân là các nguồn phát ra tia tử ngoại khá mạnh. - Nói chung, những vật có nhiệt độ trên 2000^0 C đều có phát ra tia tử ngoại (ngoài việc có phát ra tia hồng ngoại và ánh sáng thấy được).	- Ống tia X - Ống Cu-lit-giơ - Phản ứng hạt nhân
Tính chất	Vì các tia đều có bản chất là sóng điện từ nên đều có thể truyền thẳng, phản xạ, khúc xạ, giao thoa, nhiễu xạ,…		
	- Có tác dụng nhiệt mạnh. - Có tác dụng lên phim ảnh. - Có thể gây ra các phản ứng hóa học (Ví dụ như tạo ra phản ứng hóa học trên phim hồng ngoại) - Có thể biến điệu như sóng điện từ cao tần.	- Bị nước và thủy tinh hấp thụ rất mạnh nhưng lại hầu như trong suốt đối với thạch anh. - Có tác dụng lên phim ảnh. - Có thể gây ra các phản ứng hóa học. - Kích thích phát quang một số chất (nhờ tác dụng phát quang người ta dùng tia tử ngoại làm máy soi tiền). - Làm ion hóa không khí. - Có tác dụng sinh học, hủy diệt tế bào	- Tia X có tính đâm xuyên mạnh. - Có tác dụng lên kính ảnh (làm đen kính ảnh dùng để chụp X quang) - Làm phát quang một số chất - Làm ion hóa không khí. - Có tác dụng sinh lý, hủy diệt tế bào.
Ứng dụng	- Dùng để sấy, sưởi. - Dùng để chụp ảnh hay quay phim ban đêm. - Dùng để truyền tín hiệu điều khiển trong các bộ điều khiển từ xa (remote).	- Dùng để dò tìm vết xước trên bề mặt sản phẩm. - Dùng để điều trị chứng bệnh còi xương ở trẻ em. - Dùng để tiệt trùng cho thực phẩm. - Dùng làm nguồn sáng cho các máy soi tiền giả.	- Dùng để chụp điện, chiếu điện. - Dùng để dò tìm vết nứt bên trong các sản phẩm đúc. - Dùng trong kiểm tra hành lý ở sân bay. - Dùng để diệt khuẩn. - Dùng trong điều trị ung thư nông, gần da. - Dùng để nghiên cứu cấu trúc của mạng tinh thể.

Bảng 5.3: Bảng so sánh các loại tia

V. THANG SÓNG ĐIỆN TỪ

- Sóng vô tuyến, tia hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia Rơnghen, tia gamma là sóng điện từ.
- Tuy vậy, vì có tần số và bước sóng khác nhau, nên các sóng điện từ có những tính chất rất khác nhau (có thể nhìn thấy hoặc không nhìn thấy, có khả năng đâm xuyên khác nhau, cách phát khác nhau).

Chú ý

Các tia có bước sóng càng ngắn (tia X, tia gamma) có tính chất đâm xuyên càng mạnh, dễ tác dụng lên kính ảnh, làm phát quang các chất và dễ ion hóa không khí.

- Với các tia có bước sóng dài ta dễ quan sát hiện tượng giao thoa.

Sóng điện từ	Bước sóng (m)
Tia gamma	Dưới 10^{-12}
Tia Rơn - ghen	$10^{-11} \rightarrow 10^{-8}$
Tia tử ngoại	$10^{-9} \rightarrow 3,8.10^{-7}$
Ánh sáng nhìn thấy	$3,8.10^{-7} \rightarrow 7,6.10^{-7}$
Tia hồng ngoại	$7,6.10^{-7} \rightarrow 10^{-3}$
Sóng vô tuyến	10^{-3} trở lên

Bảng 5.4: Bảng bước sóng của sóng điện từ

VI. CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM LÍ THUYẾT

1. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Chọn câu đúng.

A. Quang phổ liên tục của một vật phụ thuộc vào bản chất của vật nóng sáng.

B. Quang phổ liên tục phụ thuộc vào nhiệt độ của vật nóng sáng.

C. Quang phổ liên tục không phụ thuộc vào nhiệt độ của vật nóng sáng.

D. Quang phổ liên tục phụ thuộc vào nhiệt độ và bản chất của vật nóng sáng.

Lời giải

Quang phổ liên tục chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của vật, không phụ thuộc vào bản chất của vật nóng sáng.

Đáp án B.

Ví dụ 2: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau thì khác nhau về số lượng vạch màu, màu sắc vạch, vị trí và độ sáng tỉ đối của các vạch quang phổ.

B. Mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi ở áp suất thấp được kích thích phát sáng có một quang phổ vạch phát xạ đặc trưng.

C. Quang phổ vạch phát xạ là những dải màu biến đổi liên tục nằm trên một nền tối.

D. Quang phổ vạch phát xạ là một hệ thống các vạch sáng màu nằm riêng rẽ trên một nền tối.

Lời giải

Quang phổ vạch phát xạ là một hệ thống các vạch sáng màu nằm riêng rẽ trên một nền tối, nên phát biểu "Quang phổ vạch phát xạ là những dải màu biến đổi liên tục nằm trên một nền tối" là sai.

Đáp án C.

Ví dụ 3: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Tia tử ngoại là bức xạ do vật có khối lượng riêng lớn bị kích thích phát ra.

B. Tia tử ngoại là một trong những bức xạ mà mắt người có thể thấy được.

C. Tia tử ngoại không bị thạch anh hấp thụ.

D. Tia tử ngoại không có tác dụng diệt khuẩn.

Lời giải

- Tia tử ngoại do những vật được nung nóng trên 2000^0C phát ra, phát biểu A sai.
- Tia tử ngoại mắt người không nhìn thấy được, phát biểu B sai.
- Tia tử ngoại không bị thạch anh hấp thụ. C đúng.
- Tia tử ngoại có tác dụng diệt khuẩn, phát biểu D sai.

Đáp án C.

Ví dụ 4: Nếu sắp xếp tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia Rơnghen và ánh sáng nhìn thấy theo thứ tự giảm dần của tần số thì ta có dãy sau

A. tia hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia Rơnghen.

B. tia tử ngoại, tia hồng ngoại, tia Rơnghen, ánh sáng nhìn thấy.

C. tia hồng ngoại, tia tử ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia Rơnghen.

D. tia Rơnghen, tia tử ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia hồng ngoại.

STUDY TIP

Sắp xếp theo thứ tự giảm dần của tần số, tức là sắp xếp theo thứ tự tăng dần của bước sóng (vì bước sóng và tần số tỉ lệ nghịch với nhau).

Lời giải

Dựa vào thang sóng điện từ, ta thấy: tia Rơnghen, tia tử ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia hồng ngoại xếp theo thứ tự tăng dần về bước sóng.

Đáp án D.

Ví dụ 5: Để thu được quang phổ vạch hấp thụ thì

A. Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải lớn hơn nhiệt độ của nguồn sáng trắng.

B. Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải nhỏ hơn nhiệt độ của nguồn sáng trắng.

C. Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải bằng nhiệt độ của nguồn sáng trắng.

D. Áp suất của đám khí hấp thụ phải rất lớn.

Lời giải

Để thu được quang phổ vạch hấp thụ thì nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải nhỏ hơn nhiệt độ của nguồn sáng trắng.

Đáp án B.

Ví dụ 6: Hiện tượng đảo sắc của vạch quang phổ cho phép kết luận rằng

A. Trong cùng một điều kiện, một chất chỉ hấp thụ hoặc chỉ bức xạ ánh sáng.

B. Các vạch tối xuất hiện trên nền quang phổ liên tục là do giao thoa ánh sáng.

C. Trong cùng một điều kiện về nhiệt độ và áp suất, mọi chất đều hấp thụ và bức xạ các ánh sáng có cùng bước sóng.

D. Ở nhiệt độ xác định, một chất chỉ hấp thụ những bức xạ nào mà nó có khả năng phát xạ và ngược lại, nó chỉ phát những bức xạ mà nó có khả năng hấp thụ.

Lời giải

Hiện tượng đảo sắc của vạch quang phổ cho phép kết luận rằng: Ở nhiệt độ xác định, một chất chỉ hấp thụ những bức xạ nào mà nó có khả năng phát xạ và ngược lại, nó chỉ phát những bức xạ mà nó có khả năng hấp thụ.

Đáp án D.

Ví dụ 7: Khẳng định nào sau đây là đúng?

A. Vị trí vạch tối trong quang phổ hấp thụ của một nguyên tố trùng với vị trí vạch sáng màu trong quang phổ vạch phát xạ của nguyên tố đó..

B. Trong quang phổ vạch hấp thụ các vân tối cách đều nhau.

C. Trong quang phổ vạch phát xạ các vân sáng và các vân tối cách đều nhau.

D. Quang phổ vạch của các nguyên tố hóa học đều giống nhau ở cùng một nhiệt độ.

Lời giải

Trong quang phổ vạch hấp thụ và quang phổ vạch phát xạ, các vân không cách đều nhau. Đáp án B và C sai.

Quang phổ vạch của các nguyên tố khác nhau thì khác nhau về số lượng, vị trí, màu sắc, độ sáng tỉ đối của các vạch. Câu D sai.

Vị trí vạch tối trong quang phổ hấp thụ của một nguyên tố trùng với vị trí vạch sáng màu trong quang phổ vạch phát xạ của nguyên tố đó.

Đáp án A.

2. Bài tập tự luyện

Câu 1: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Trong máy quang phổ, ống chuẩn trực có tác dụng tạo ra chùm tia sáng song song.

B. Trong máy quang phổ, buồng ảnh nằm ở phía sau lăng kính.

C. Trong máy quang phổ, lăng kính có tác dụng phân tích chùm ánh sáng phức tạp song song thành các chùm sáng đơn sắc song song.

D. Trong máy quang phổ, quang phổ của một chùm sáng thu được trong buồng ảnh luôn là một dải sáng có màu cầu vồng.

Câu 2: Phát biểu nào sau đây là đúng khi cho ánh sáng trắng chiếu vào máy quang phổ?

A. Chùm tia sáng ló ra khỏi lăng kính của máy quang phổ trước khi đi qua thấu kính của buồng ảnh là một chùm tia phân kỳ có nhiều màu khác nhau.

B. Chùm tia sáng ló ra khỏi lăng kính của máy quang phổ trước khi đi qua thấu kính của buồng ảnh gồm nhiều chùm tia sáng đơn sắc song song.

C. Chùm tia sáng ló ra khỏi lăng kính của máy quang phổ trước khi đi qua thấu kính của buồng ảnh là một chùm tia phân kỳ màu trắng.

D. Chùm tia sáng ló ra khỏi lăng kính của máy quang phổ trước khi đi qua thấu kính của buồng ảnh là một chùm tia sáng màu song song.

Câu 3: Chọn câu đúng.

A. Quang phổ liên tục của một vật phụ thuộc vào bản chất của vật nóng sáng.

B. Quang phổ liên tục phụ thuộc vào nhiệt độ của vật nóng sáng.

C. Quang phổ liên tục không phụ thuộc vào nhiệt độ của vật nóng sáng.

D. Quang phổ liên tục phụ thuộc vào nhiệt độ và bản chất của vật nóng sáng.

Câu 4: Quang phổ liên tục phát ra bởi hai vật có bản chất khác nhau thì

A. Hoàn toàn khác nhau ở mọi nhiệt độ.

B. Hoàn toàn giống nhau ở mọi nhiệt độ.

C. Giống nhau nếu mỗi vật có một nhiệt độ thích hợp.

D. Giống nhau nếu hai vật có nhiệt độ bằng nhau.

Câu 5: Chọn câu đúng nhất. Quang phổ liên tục:

A. Là quang phổ của ánh sáng Mặt Trời.

B. Là quang phổ của chất khí phát quang.

C. Là quang phổ phát bởi các chất rắn, lỏng nung nóng trên 5000^{0}C hay bởi chất khí tỉ khối lớn có nhiệt độ cao.

D. Là dải màu liên tục xen kẽ những vạch đen.

Câu 6: Quang phổ liên tục phát ra bởi một chất được dùng để:

A. Xác định thành phần của chất đó.

B. Xác định nhiệt độ của chất đó.

C. Xác định thành phần của chất đó trong hỗn hợp.

D. Xác định chất đó là đơn chất hay hợp chất.

Câu 7: Chọn câu trả lời đúng. Quang phổ Mặt Trời được máy quang phổ ghi được là:

A. Quang phổ liên tục.

B. Quang phổ vạch phát xạ.

C. Quang phổ vạch hấp thụ.

D. Một loại quang phổ khác.

Câu 8: Hiện tượng quang học nào sau đây sử dụng trong máy phân tích quang phổ?

A. Hiện tượng khúc xạ ánh sáng.

B. Hiện tượng phản xạ ánh sáng.

C. Hiện tượng giao thoa ánh sáng.

D. Hiện tượng tán sắc ánh sáng.

Câu 9: Máy quang phổ là dụng cụ dùng để

A. đo bước sóng các vạch quang phổ.

B. tiến hành các phép phân tích quang phổ.

C. quan sát và chụp quang phổ của các vật.

D. phân tích một chùm ánh sáng phức tạp thành những thành phần đơn sắc.

Câu 10: Chọn câu trả lời sai. Máy quang phổ:

A. là dụng cụ dùng để phân tích chùm ánh sáng có nhiều thành phần thành những thành phần đơn sắc khác nhau.

B. nguyên tắc hoạt động dựa trên hiện tượng tán sắc ánh sáng.

C. dùng để nhận biết các thành phần cấu tạo của một chùm sáng phức tạp do một nguồn sáng phát ra.

D. bộ phận của máy làm nhiệm vụ tán sắc ánh sáng là thấu kính.

Câu 11: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau thì khác nhau về số lượng vạch màu, màu sắc vạch, vị trí và độ sáng tỉ đối của các vạch quang phổ.

B. Mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi ở áp suất thấp được kích thích phát sáng có một quang phổ vạch phát xạ đặc trưng.

C. Quang phổ vạch phát xạ là những dải màu biến đổi liên tục nằm trên một nền tối.

D. Quang phổ vạch phát xạ là một hệ thống các vạch sáng màu nằm riêng rẽ trên một nền tối.

Câu 12: Để thu được quang phổ vạch hấp thụ thì

A. Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải lớn hơn nhiệt độ của nguồn sáng trắng.

B. Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải nhỏ hơn nhiệt độ của nguồn sáng trắng.

C. Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải bằng nhiệt độ của nguồn sáng trắng.

D. Áp suất của đám khí hấp thụ phải rất lớn.

Câu 13: Phép phân tích quang phổ là

A. Phép phân tích một chùm sáng nhờ hiện tượng tán sắc.

B. Phép phân tích thành phần cấu tạo của một chất dựa trên việc nghiên cứu quang phổ do nó phát ra.

C. Phép đo nhiệt độ của một vật dựa trên quang phổ do vật phát ra.

D. Phép đo vận tốc và bước sóng của ánh sáng từ quang phổ thu được.

Câu 14: Khẳng định nào sau đây là đúng?

A. Vị trí vạch tối trong quang phổ hấp thụ của một nguyên tố trùng với vị trí vạch sáng màu trong quang phổ vạch phát xạ của nguyên tố đó.

B. Trong quang phổ vạch hấp thụ các vân tối cách đều nhau.

C. Trong quang phổ vạch phát xạ các vân sáng và các vân tối cách đều nhau.

D. Quang phổ vạch của các nguyên tố hóa học đều giống nhau ở cùng một nhiệt độ.

Câu 15: Quang phổ vạch của Natri gồm

A. Hai vạch vàng rất gần nhau.

B. Hai vạch vàng và cam.

C. Bốn vạch đỏ lam chàm tím.

D. Hai vạch vàng rất xa nhau.

Câu 16: Hiện tượng đảo sắc trong vạch quang phổ là:

A. Vạch quang phổ đổi màu đơn sắc này sang màu đơn sắc khác.

B. Vạch hấp thụ của chất này đổi thành vạch phát xạ của chất khác.

C. Vạch hấp thụ đổi thành vạch phát xạ của chính chất đó.

D. Vạch phát xạ chất này đổi thành vạch phát xạ chất khác.

Câu 17: Quang phổ vạch thu được khi chất phát sáng ở trạng thái:

A. khí bay hơi nóng sáng dưới áp suất cao.

B. rắn bay hơi nóng sáng dưới áp suất cao.

C. khí bay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp.

D. lỏng bay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp.

Câu 18: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Tia hồng ngoại là một bức xạ đơn sắc có màu hồng.

B. Tia hồng ngoại là sóng điện từ có bước sóng nhỏ hơn 0,4 μm.

C. Tia hồng ngoại do các vật có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ môi trường xung quanh phát ra.

D. Tia hồng ngoại bị lệch trong điện trường và từ trường.

Câu 19: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Tia hồng ngoại do các vật bị nung nóng phát ra.

B. Tia hồng ngoại là sóng điện từ có bước sóng lớn hơn 0,76 μm.

C. Tia hồng ngoại có tác dụng lên mọi kính ảnh.

D. Tia hồng ngoại có tác dụng nhiệt rất mạnh.

Câu 20: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Tia hồng ngoại có khả năng đâm xuyên rất mạnh.

B. Tia hồng ngoại có thể kích thích cho một số chất phát quang.

C. Tia hồng ngoại chỉ được phát ra từ các vật bị nung nóng có nhiệt độ trên 500^0C.

D. Tia hồng ngoại mắt người không nhìn thấy được.

Câu 21: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Vật có nhiệt độ trên 3000^0C phát ra tia tử ngoại rất mạnh.

B. Tia tử ngoại không bị thủy tinh hấp thụ.

C. Tia tử ngoại là sóng điện từ có bước sóng nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng đỏ.

D. Tia tử ngoại có tác dụng nhiệt.

Câu 22: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Tia tử ngoại có tác dụng sinh lý.

B. Tia tử ngoại có thể kích thích cho một số chất phát quang.

C. Tia tử ngoại có tác dụng mạnh lên kính ảnh.

D. Tia tử ngoại không có khả năng đâm xuyên.

Câu 23: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Tia hồng ngoại có tần số cao hơn tần số của tia sáng vàng.

B. Tia tử ngoại có bước sóng lớn hơn bước sóng của tia sáng đỏ.

C. Bức xạ tử ngoại có tần số cao hơn tần số của bức xạ hồng ngoại.

D. Bức xạ tử ngoại có chu kỳ lớn hơn chu kỳ của bức xạ hồng ngoại.

Câu 24: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Tia tử ngoại là bức xạ do vật có khối lượng riêng lớn bị kích thích phát ra.

B. Tia tử ngoại là một trong những bức xạ mà mắt người có thể thấy được.

C. Tia tử ngoại không bị thạch anh hấp thụ.

D. Tia tử ngoại không có tác dụng diệt khuẩn.

Câu 25: Tia X được tạo ra bằng cách nào sau đây?

A. Cho một chùm electron nhanh bắn vào một kim loại khó nóng chảy có nguyên tử lượng lớn.

B. Cho một chùm electron chậm bắn vào một kim loại.

C. Chiếu tia tử ngoại vào kim loại có nguyên tử lượng lớn.

D. Chiếu tia hồng ngoại vào một kim loại.

Câu 26: Chọn câu đúng.

A. Tia X là sóng điện từ có bước sóng nhỏ hơn bước sóng của tia tử ngoại.

B. Tia X do các vật bị nung nóng ở nhiệt độ cao phát ra.

C. Tia X có thể được phát ra từ các đèn điện.

D. Tia X có thể xuyên qua tất cả mọi vật.

Câu 27: Chọn câu sai

A. Tia X có khả năng xuyên qua một lá nhôm mỏng.

B. Tia X có tác dụng mạnh lên kính ảnh.

C. Tia X là bức xạ có thể trông thấy được vì nó làm cho một số chất phát quang.

D. Tia X là bức xạ có hại đối với sức khỏe con người.

Câu 28: Bức xạ có bước sóng trong khoảng từ $10^{-9}\,m - 4.10^{-7}\,m$ thuộc loại nào trong các loại sóng dưới đây?

A. Tia X. B. Ánh sáng nhìn thấy.

C. Tia hồng ngoại. D. Tia tử ngoại.

Câu 29: Thân thể con người bình thường có thể phát ra được bức xạ nào dưới đây?

A. Tia X. B. Ánh sáng nhìn thấy.

C. Tia hồng ngoại. D. Tia tử ngoại.

Câu 30: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Tia hồng ngoại và tia tử ngoại đều có cùng bản chất là sóng điện từ.

B. Tia hồng ngoại có bước sóng nhỏ hơn tia tử ngoại.

C. Tia hồng ngoại và tia tử ngoại đều là những bức xạ không nhìn thấy.

D. Tia hồng ngoại và tia tử ngoại đều có tác dụng nhiệt.

Câu 31: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Tia X và tia tử ngoại đều có bản chất là sóng điện từ.

B. Tia X và tia tử ngoại đều tác dụng mạnh lên kính ảnh.

C. Tia X và tia tử ngoại đều kích thích một số chất phát quang.

D. Tia X và tia tử ngoại đều bị lệch khi đi qua một điện trường mạnh.

Câu 32: Tính chất quan trọng nhất và được ứng dụng rộng rãi nhất của tia X là gì?

A. Khả năng đâm xuyên mạnh.

B. Làm đen kính ảnh.

C. Kích thích tính phát quang của một số chất.

D. Hủy diệt tế bào.

Câu 33: Một vật nung nóng đến gần và nhỏ hơn $500^{o}C$ sẽ phát:

A. Tia hồng ngoại. B. Tia tử ngoại.

C. Tia Rơn ghen. D. A; B; C đều đúng.

Câu 34: Trong các tính chất sau, tính chất nào tia Rơn ghen có, nhưng tia tử ngoại thì không?

A. Chữa ung thư (nông trên da).

B. Ion hoá chất khí.

C. Ghi được ảnh trên phim.

D. Diệt vi khuẩn.

Câu 35: Tia hồng ngoại có:

A. bước sóng > 0,76 μm không trông thấy.

B. bước sóng < 0,76 μm không trông thấy

C. bước sóng < 0,4 μm không trông thấy.

D. bước sóng < 0,6 μm không trông thấy

Câu 36: Tia tử ngoại có:

A. bước sóng > 0,76 μm không trông thấy.

B. bước sóng < 0,01 μm và trông thấy.

C. bước sóng < 0,4 μm không trông thấy.

D. bước sóng > 0,4 μm không trông thấy.

Câu 37: Tính chất nào sau đây không phải đặc điểm của tia tử ngoại:

A. Tác dụng mạnh lên kính ảnh và làm phát quang một số chất.

B. Làm ion hóa không khí.

C. Trong suốt đối với thủy tinh; nước.

D. Giúp cho xương tăng trưởng.

Câu 38: Có thể nhận biết tia tử ngoại bằng

A. Mắt bình thường.

B. Màn huỳnh quang; kính ảnh.

C. Vôn kế.

D. Ampe kế.

Câu 39: Tia tử ngoại có tính chất nào sau đây:

A. không làm đen kính ảnh.

B. bị lệch trong điện trường và từ trường.

C. kích thích sự phát quang của nhiều chất.

D. truyền được qua giấy, vải, gỗ.

Câu 40: Chọn câu trả lời sai. Tia hồng ngoại:

A. là những bức xạ không nhìn thấy được, có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ.

B. có bản chất là sóng điện từ.

C. do các vật bị nung nóng phát ra. Tác dụng nổi bật nhất là tác dụng nhiệt.

D. ứng dụng để trị bệnh còi xương.

Câu 41: Ánh sáng có bước sóng $0,55.10^{-3}\,mm$ là ánh sáng thuộc:

A. Tia hồng ngoại.

B. Ánh sáng khả kiến (thấy được).

C. Ánh sáng tím.

D. Tia tử ngoại.

Câu 42: Bức xạ có bước sóng trong khoảng từ $10^{-9}\,m - 10^{-7}\,m$ thuộc loại nào?

A. Tia hồng ngoại. B. Ánh sáng nhìn thấy.

C. Tia tử ngoại. D. Tia Rơn ghen.

Câu 43: Các nguồn phát ra tia tử ngoại là: Chọn câu sai

A. Mặt Trời.

B. Hồ quang điện.

C. Dây tóc bóng đèn chiếu sáng.

D. Đèn cao áp thủy ngân.

Câu 44: Chọn câu sai:

A. Tia hồng ngoại làm phát huỳnh quang một số chất.

B. Tia hồng ngoại do các vật bị nung nóng phát ra.

C. Tia hồng ngoại có bước sóng lớn hơn 0,75 μm.

D. Tia hồng ngoại có tác dụng nhiệt.

Câu 45: Chọn câu đúng

A. Tia hồng ngoại có tần số nhỏ hơn tia tử ngoại.

B. Tia hồng ngoại có tần số lớn hơn tia sáng vàng của Natri.

C. Tia hồng ngoại có bước sóng nhỏ hơn tia sáng tím.

D. Tia tử ngoại có bước sóng lớn hơn tia sáng vàng của Natri.

Câu 46: Có thể nhận biết tia Rơnghen bằng:

A. Chụp ảnh. B. Màn huỳnh quang.

C. Tế bào quang điện. D. A;B;C đều đúng.

Câu 47: Nếu sắp xếp tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia Rơnghen và ánh sáng nhìn thấy theo thứ tự giảm dần của tần số thì ta có dãy sau.

A. tia hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia Rơnghen.

B. tia tử ngoại, tia hồng ngoại, tia Rơnghen, ánh sáng nhìn thấy.

C. tia hồng ngoại, tia tử ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia Rơnghen.

D. tia Rơnghen, tia tử ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia hồng ngoại.

Câu 48: Chọn câu đúng.

A. Quang phổ liên tục của một vật phụ thuộc vào bản chất của vật nóng sáng.

B. Quang phổ liên tục phụ thuộc vào nhiệt độ của vật nóng sáng.

C. Quang phổ liên tục không phụ thuộc vào nhiệt độ và bản chất của vật nóng sáng.

D. Quang phổ liên tục phụ thuộc cả nhiệt độ và bản chất của vật nóng sáng.

Câu 49: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau thì khác nhau về số lượng vạch màu, màu sắc vạch, vị trí và độ sáng tỉ đối của các vạch quang phổ.

B. Mỗi nguyên tố hoá học ở trạng thái khí hay hơi ở áp suất thấp được kích thích phát sáng có một quang phổ vạch phát xạ đặc trưng.

C. Quang phổ vạch phát xạ là những dải màu biến đổi liên tục nằm trên một nền tối.

D. Quang phổ vạch phát xạ là một hệ thống các vạch sáng màu nằm riêng rẽ trên một nền tối.

Câu 50: Để thu được quang phổ vạch hấp thụ thì

A. Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải lớn hơn nhiệt độ của nguồn sáng trắng.

B. Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải nhỏ hơn nhiệt độ của nguồn sáng trắng.

C. Nhiệt độ của đám khí bay hơi hấp thụ phải bằng nhiệt độ của nguồn sáng trắng.

D. Áp suất của đám khí hấp thụ phải rất lớn.

ĐÁP ÁN

1.D	2.B	3.B	4.C	5.C	6.B	7.A	8.D	9.D	10.D
11.C	12.B	13.B	14.A	15.A	16.C	17.C	18.C	19.C	20.D
21.B	22.D	23.C	24.C	25.A	26.A	27.C	28.D	29.C	30.B
31.D	32.A	33.A	34.A	35.A	36.C	37.C	38.B	39.C	40.D
41.B	42.C	43.C	44.A	45.A	46.D	47.D	48.B	49.C	50.B

B. PHÂN DẠNG BÀI TẬP VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

I. BÀI TOÁN VỀ TÁN SẮC ÁNH SÁNG

1. Phương pháp

Ta nhắc lại một số kiến thức cần nhớ:

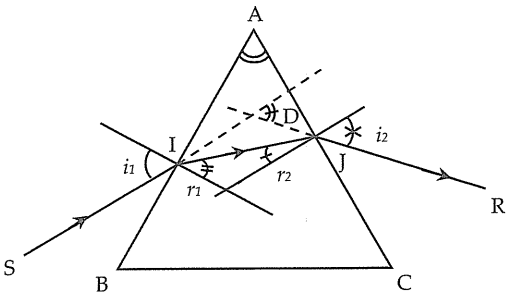
- Định luật khúc xạ ánh sáng:

+ Tia khúc xạ nằm trong cùng mặt phẳng với tia tới và ở bên kia pháp tuyến so với pháp tuyến.

+ Đối với hai môi trường trong suốt nhất định, tỉ số giữa sin góc tới (sin$i$) với sin góc khúc xạ (sin$r$) luôn luôn là một hằng số. Tức là nếu tia sáng truyền từ môi trường có chiết suất n_1 sang môi trường có chiết suất n_2 thì ta có

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

- Công thức lăng kính:



Chiếu tia sáng từ không khí (chiết suất xấp xỉ 1) vào mặt bên thứ nhất của lăng kính (có chiết suất n, có góc chiết quang A) với góc tới i_1, góc khúc xạ khi ánh sáng qua mặt bên thứ nhất là r_1, góc tới mặt bên thứ hai là r_2 và góc khúc xạ khi ánh sáng qua mặt bên thứ hai là i_2. Khi đó ta có

+ Công thức lăng kính:
$$\sin i_1 = n \sin r_1$$
$$\sin i_2 = n \sin r_2$$
$$A = r_1 + r_2$$
$$D = i_1 + i_2 - A$$

+ Trường hợp i và A nhỏ, sử dụng $\sin i \approx i$ ta có:
$$i_1 = n r_1$$
$$i_2 = n r_2$$
$$D = (n-1)A$$

+ Góc lệch cực tiểu: $D_{\min} \Leftrightarrow \begin{cases} r_1 = r_2 = \dfrac{A}{2} \\ i_1 = i_2 \end{cases} \Rightarrow D_{\min} = 2i_1 - A$

+ Công thức tính góc lệch cực tiểu: $\sin\dfrac{D_{\min} + A}{2} = n \sin\dfrac{A}{2}$

- Điều kiện để có phản xạ toàn phần:

+ Ánh sáng đi từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường chiết quang kém. $(n_1 > n_2)$

+ Góc tới phải lớn hơn hoặc bằng góc tới giới hạn. $(i > i_{gh})$ với $\sin i_{gh} = \dfrac{n_2}{n_1}$

- Với ánh sáng trắng, ta có $\begin{cases} n_{tim} \geq n_\lambda \geq n_{do} \\ \lambda_{tim} \leq \lambda \leq \lambda_{do} \end{cases}$

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Gọi n_d, n_t và n_v lần lượt là chiết suất của một môi trường trong suốt đối với các ánh sáng đơn sắc đỏ, tím và vàng. Sắp xếp nào sau đây đúng?

A. $n_d < n_v < n_t$. B. $n_v > n_d > n_t$. C. $n_d > n_t > n_v$. D. $n_t > n_d > n_v$.

Lời giải

Ta có $\lambda_d > \lambda_v > \lambda_t$ nên $n_d < n_v < n_t$.

Đáp án A.

Ví dụ 2: Bước sóng của ánh sáng đỏ trong không khí là 0,64μm. Tính bước sóng của ánh sáng đó trong nước biết chiết suất của nước đối với ánh sáng đỏ là $\frac{4}{3}$.

A. 0,24μm B. 0,48μm C. 0,36μm D. 0,54μm

Lời giải

Vì không khí có chiết xuất xấp xỉ bằng 1 nên có thể coi bước sóng của một ánh sáng đơn sắc trong không khí bằng bước sóng của nó trong chân không. Trong chân không, bước sóng của ánh sáng đơn sắc là $\lambda = \frac{c}{f}$. Trong môi trường có chiết suất n, bước sóng của ánh sáng đơn sắc là $\lambda' = \frac{v}{f} = \frac{c}{nf} \Rightarrow \lambda' = \frac{\lambda}{n}$

Thay số, ta được $\lambda' = 0,48\mu m$.

STUDY TIP

Bước sóng ánh sáng trong môi trường có chiết suất n:

$$\lambda' = \frac{\lambda}{n}$$

với λ là bước sóng ánh sáng trong chân không

Đáp án B.

Ví dụ 3: Một lăng kính có góc chiết quang là 60°. Biết chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng đỏ là 1,5. Chiếu tia sáng màu đỏ vào mặt bên của lăng kính với góc tới 60°. Góc lệch của tia ló và tia tới là

A. 60,0°. B. 40,0°. C. 38,8°. D. 42,1°.

Lời giải

Sử dụng công thức lăng kính, ta có

$$\sin r_1 = \frac{\sin i_1}{n} = 0,58 \Rightarrow r_1 = 35,3^0 \Rightarrow r_2 = A - r_1 = 24,7^0$$

Mặc khác $\sin i_2 = n \sin r_2 = 0,63 = \sin 38,0^0 \Rightarrow i_2 = 38,8^0 \Rightarrow D = i_2 + i_2 - A = 38,8^0$.

Vậy góc lệch $D = 38,8^o$.

STUDY TIP

Bài toán này thuần sử dụng công thức lăng kính, mục đích để bạn đọc nhớ lại công thức!

Đáp án C.

Ví dụ 4: Một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang $A = 60^o$, có chiết suất đối với tia đỏ là 1,514; đối với tia tím là 1,532. Góc lệch cực tiểu của hai tia này là

A. $D_{d\min} = 38,4^0$ và $D_{t\min} = 40^0$ B. $D_{d\min} = 49,2^0$ và $D_{t\min} = 50^0$.

C. $D_{d\min} = 35,7^0$ và $D_{t\min} = 30^0$. D. $D_{d\min} = 38,2^0$ và $D_{t\min} = 60^0$.

Lời giải

Đối với tia đỏ: $\sin\frac{D_{d\min} + A}{2} = n_d \sin\frac{A}{2} = 1,514.0,5 = 0,757$

Từ đó suy ra: $D_{d\min} = 2.49,2^0 - 60^0 = 38,4^0$

Đối với tia tím: $\sin\frac{D_{t\min} + A}{2} = n_t \sin\frac{A}{2} = 1,532.0,5 = 0,766$

Từ đó suy ra: $D_{t\min} = 2.50^0 - 60^0 = 40^0$

STUDY TIP

Bài toán nhắc lại công thức góc lệch cực tiểu. Với mỗi ánh sáng khác nhau thì sẽ có góc lệch cực tiểu khác nhau.

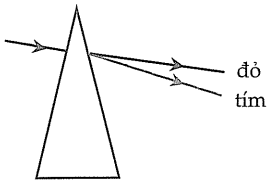
Đáp án A.

Ví dụ 5: Một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang $A = 4^o$, đặt trong không khí. Chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng đỏ và tím lần lượt là 1,643 và 1,685. Chiếu một chùm tia sáng hẹp gồm hai bức xạ đỏ và tím vào mặt bên của lăng

kính theo phương vuông góc với mặt này. Góc tạo bởi tia đỏ và tia tím sau khi ló ra khỏi mặt bên kia của lăng kính gần nhất với

A. 10′. B. 20′. C. 10^0. D. 20^0.

Lời giải



Vì góc chiết quang nhỏ hơn 10^0 nên ta có thể dùng công thức góc lệch

$$D=(n-1)A.$$

Ta có $D_d=(n_d-1)A$ và $D_t=(n_t-1)A.$

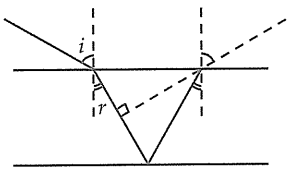
Góc tạo bởi tia ló đỏ và tia ló tím là: $\Delta D=D_t-D_d=(n_t-n_d)A=0{,}168^0\approx 10^0$

Đáp án A.

Ví dụ 6: Chiếu một tia sáng đơn sắc màu vàng từ không khí (chiết suất coi như bằng 1 đối với mọi ánh sáng) vào mặt phẳng phân cách của một khối chất rắn trong suốt với góc tới 60^0 thì thấy tia phản xạ trở lại không khí vuông góc với tia khúc xạ đi vào khối chất rắn. Chiết xuất của chất rắn trong suốt đó đối với ánh sáng màu vàng là

A. 1 B. $\sqrt{5}$ C. $\sqrt{2}$ D. $\sqrt{3}$

Lời giải



Theo định luật khúc xạ ánh sáng và dựa vào hình vẽ ta có

$$\begin{cases}\sin i=n\sin r\\ r=90^0-i' \\ i=i'\end{cases}\Rightarrow \sin i=n\sin(90^0-i')=n\sin(90^0-i)=n\cos i\Rightarrow \tan i=n$$

Từ đó suy ra: $n=\tan i=\tan 60^0=\sqrt{3}$

Đáp án D.

Ví dụ 7: Chiếu một tia sáng gồm hai thành phần đỏ và tím từ không khí (chiết suất coi như bằng 1 đối với mọi ánh sáng) vào mặt phẳng của một khối thủy tinh với góc tới 60°. Biết chiết suất của thủy tinh đối với ánh sáng đỏ là 1,51; đối với ánh sáng tím là 1,56. Góc lệch của hai tia khúc xạ trong thủy tinh là:

A. $1{,}28^0$. B. $1{,}60^0$. C. $1{,}9^0$. D. $1{,}5^0$.

Lời giải

Ta cần xác định: $\Delta r=r_d-r_t$

Ta có: $\sin r_d=\dfrac{\sin i}{n_d}=0{,}574\Rightarrow r_d=35^0$ và $\sin r_t=\dfrac{\sin i}{n_t}=0{,}555\Rightarrow r_t=33{,}72^0$

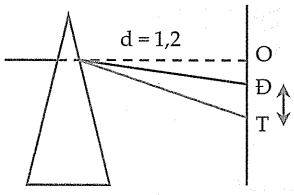
Góc lệch của hai tia khúc xạ là $\Delta r=r_d-r_t=1{,}28^0$

Đáp án A.

Ví dụ 8: Một lăng kính có góc chiết quang $6{,}0^0$ (coi là góc nhỏ) được đặt trong không khí. Chiếu một chùm ánh sáng trắng song song, hẹp vào mặt bên của lăng kính theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang, rất gần cạnh của lăng kính. Đặt một màn ảnh E sau lăng kính, vuông góc với phương của chùm tia tới và cách mặt phẳng phân giác của góc chiết quang 1,2 m. Chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng đỏ là $n_d=1{,}642$ và đối với ánh sáng tím là $n_t=1{,}685$. Độ rộng từ màu đỏ đến màu tím của quang phổ liên tục quan sát được trên màn là

A. 5,4 mm. B. 36,9 mm. C. 4,5 mm. D. 10,1 mm.

Lời giải



Vì góc chiết quang là nhỏ nên ta có thể sử dụng công thức gần đúng góc lệch của lăng kính: $D=(n-1)A$

Ta có: $\begin{cases} D_d=(n_d-1)A=(1,642-1).6^0=3,852^0 \\ D_t=(n_t-1)A=(1,685-1).6^0=4,11^0 \end{cases}$

Bề rộng quang phổ:

$$L=d\tan D_t-d\tan D_d=d(\tan D_t-\tan D_d)=1200.(\tan 4,11^0-\tan 3,852^0)=5,43mm$$

Đáp án A.

Luyện tập: Góc chiết quang của một lăng kính bằng 6,0°. Chiếu một tia sáng trắng vào mặt bên của lăng kính theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang. Đặt một màn quan sát sau lăng kính, song song với mặt phân giác của góc chiết quang và cách mặt này 2m. Chiết suất của lăng kính đối với tia đỏ là $n_d = 1,50$ và đối với tia tím là $n_t = 1,56$. Độ rộng của quang phổ liên tục trên màn quan sát bằng

A. 6,28mm. B. 12,60 mm. C. 9,30 mm. D. 15,42 mm.

Ví dụ 9: Lăng kính có tiết diện là tam giác cân ABC, góc chiết quang $A=120^0$, chiết suất của lăng kính đối với mọi loại ánh sáng đều lớn hơn 2. Chiếu tia sáng trắng tới mặt bên AB của lăng kính theo phương song song với BC sao cho toàn bộ chùm khúc xạ ở mặt AB truyền xuống BC. Tại BC chùm sáng sẽ:

A. Một phần phần chùm sáng phản xạ và một phần khúc xạ.

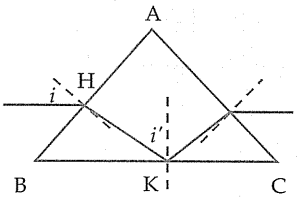
B. Phản xạ toàn phần lên AC rồi ló ra ngoài theo phương song song BC.

C. Ló ra ngoài theo phương song song AB.

D. Ló ra ngoài theo phương song song AC.

Lời giải

Ta có $\sin i_{gh}=\frac{1}{n}$. Xét một tia sáng bất kì, tại mặt bên AB góc tới $i=90^0-30^0=60^0$.



Từ đó ta có $\sin r=\frac{\sin i}{n}=\frac{\sqrt{3}}{2n}<\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}\Rightarrow r<37,76^0$

Suy ra $\cos r>0$ tức là $\cos r=\sqrt{1-\sin^2 r}$

Xét tam giác *BHK* ta có

$$30^0+\widehat{BHK}+\widehat{HKB}=180^0\Leftrightarrow 30^0+(r+90^0)+(90^0-i')=180^0\Leftrightarrow i'=r+30^0$$

Ta có $\sin i'=\sin(r+30^0)=\sin r\frac{\sqrt{3}}{2}+\cos r\frac{1}{2}=\frac{\sqrt{3}}{2n}.\frac{\sqrt{3}}{2}+\sqrt{1-\left(\frac{\sqrt{3}}{2n}\right)^2}=\frac{1}{2}$

$$=\frac{1}{n}.\frac{3+\sqrt{4n^2-3}}{4}=\sin i_{gh}.\frac{3+\sqrt{4n^2-3}}{4}>\sin i_{gh}.\frac{3+\sqrt{4(\sqrt{2})^2-3}}{4}>\sin i_{gh}$$

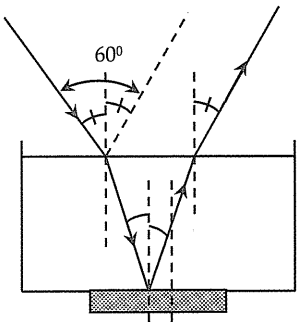
Từ đó suy ra $i^0>i_{gh}$ tức là tia sáng phản xạ toàn phần ở mặt BC tới gặp AC và ló ra khỏi AC theo phương song song với BC.

Đáp án B.

Ví dụ 10: Chiếu một chùm ánh sáng trắng song song hẹp (coi như một tia sáng) từ không khí vào một bể nước với góc tới bằng 30°. Dưới đáy bể có một gương phẳng đặt song song với mặt nước và mặt phản xạ hướng lên. Chùm tia ló ra khỏi mặt nước sau khi phản xạ tại gương là

A. chùm sáng song song có màu cầu vồng, phương vuông góc với tia tới.

B. chùm sáng song song có màu cầu vồng, phương hợp với tia tới một góc 60^0.
C. chùm sáng phân kì có màu cầu vồng, tia tím lệch nhiều nhất, tia đỏ lệch ít nhất.
D. chùm sáng phân kì có màu cầu vồng, tia tím lệch ít nhất, tia đỏ lệch nhiều nhất.



Lời giải

Do tia tới và tia phản xạ ở gương phẳng bằng nhau, và dựa vào hình vẽ, ta dễ dàng nhận thấy: góc tới và góc ló của các tia đơn sắc bằng nhau và đều bằng 30^0, suy ra tia ló là chùm song song, hợp với phương tới một góc 60^0.

Mặt khác chùm tia tới của ánh sáng trắng truyền từ không khí vào nước có màu cầu vồng nên chùm tia ló có màu cầu vồng.

Đáp án B.

Ví dụ 11: Một lăng kính có góc chiết quang $A = 45^o$. Chiếu chùm tia sáng hẹp đa sắc SI gồm 4 ánh sáng đơn sắc: đỏ, vàng, lục, tím đến gặp mặt bên theo phương vuông góc, biết chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng màu lam là $\sqrt{2}$. Tia ló ra khỏi mặt bên AC gồm các ánh sáng đơn sắc:

A. đỏ, vàng và lục. B. đỏ, lục và tím.
C. đỏ, vàng, lục và tím. D. đỏ, vàng và tím.

Lời giải

Khi chiếu tia sáng màu lam đến gặp mặt bên AB theo phương vuông góc thì:

$$i_1 = r_1 = 0^0.$$

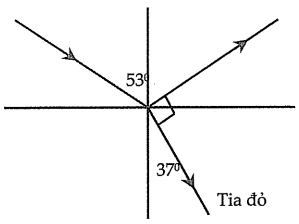
Ta có $\begin{cases} \sin i_2 = n \sin r_2 \\ A = r_1 + r_2 \Leftrightarrow 45^0 = 0 + r_2 = r_2 \end{cases} \Rightarrow \sin i_2 = \sqrt{2}.\sin 45^0 = 1 \Rightarrow i_2 = 90^0$

Từ đó suy ra tia lam là là mặt bên AC. Do $n_{tim} > n_{lam} > n_{luc} > n_{vang} > n_{do}$ nên tia tím bị phản xạ toàn phần tại mặt bên AC và có ba tia đỏ, vàng, lục ló ra khỏi mặt bên AC.

Đáp án A.

Ví dụ 12: Từ không khí, chiếu chùm sáng hẹp (coi như một tia sáng) gồm hai bức xạ đơn sắc màu đỏ và màu tím tới mặt nước với góc tới 53^0 thì xảy ra hiện tượng phản xạ và khúc xạ. Biết tia khúc xạ màu đỏ vuông góc với tia phản xạ, góc giữa tia khúc xạ màu tím và tia khúc xạ màu đỏ là $0,5^0$. Chiết suất của nước đối với tia sáng màu tím là

A. 1,343. B. 1,312. C. 1,327. D. 1,333.



Lời giải

Theo bài ra, ta có tia phản xạ hợp với phương ngang góc 37^0. Mà tia khúc xạ màu đỏ vuông góc với tia phản xạ, nên nếu gọi góc hợp bởi tia khúc xạ màu đỏ và phương ngang là α thì ta có: $\begin{cases} \alpha + 37^0 = 90^0 \\ r_d + \alpha = 90^0 \end{cases} \Rightarrow r_d = 37^0$

Theo định luật khúc xạ ánh sáng ta có $1.\sin i = n \sin r$ nên với i không đổi, chiết suất n càng lớn thì góc khúc xạ r càng nhỏ. Vì $n_d < n_t$ nên $r_d > r_t$. Do đó

$$r_d - r_t = 0,5^0 \Rightarrow r_t = 37^0 - 0,5^0 = 36,5^0.$$

Theo định luật khúc xạ ánh sáng ta có:

$$\sin 35^0 = n_t \sin 36,5^0 \Rightarrow n_t = \frac{\sin 35^0}{\sin 36,5^0} = 1,343$$

Đáp án A.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Phát biểu nào trong các phát biểu dưới đây là đúng khi nói về hiện tượng tán sắc ánh sáng và ánh sáng đơn sắc?

A. Hiện tượng tán sắc ánh sáng là hiện tượng khi qua lăng kính, chùm ánh sáng trắng không những là bị lệch về phía đáy mà còn bị tách ra thành nhiều chùm sáng có màu sắc khác nhau.

B. Mỗi ánh sáng đơn sắc có một màu nhất định.

C. Trong quang phổ của ánh sáng trắng có vô số các ánh sáng đơn sắc khác nhau.

D. Cả A, B, C đều đúng.

Câu 2: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Thí nghiệm của Niutơn về ánh sáng đơn sắc nhằm chứng minh sự tồn tại của ánh sáng đơn sắc.

B. Thí nghiệm của Niutơn về ánh sáng đơn sắc nhằm chứng minh lăng kính không làm biến đổi màu của ánh sáng qua nó.

C. Thí nghiệm của Niutơn về ánh sáng đơn sắc nhằm chứng minh ánh sáng Mặt Trời không phải là ánh sáng đơn sắc.

D. Thí nghiệm của Niutơn về ánh sáng đơn sắc nhằm chứng minh dù ánh sáng có màu gì thì khi đi qua lăng kính đều bị lệch về phía đáy của lăng kính.

Câu 3: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Ánh sáng trắng là tập hợp của vô số các ánh sáng đơn sắc có màu biến đổi liên tục từ đỏ đến tím.

B. Chiết suất của chất làm lăng kính đối với các ánh sáng đơn sắc là khác nhau.

C. Ánh sáng đơn sắc không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.

D. Khi chiếu một chùm ánh sáng Mặt Trời đi qua một cặp hai môi trường trong suốt thì tia tím bị lệch về phía mặt phân cách hai môi trường nhiều hơn tia đỏ.

Câu 4: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Một chùm ánh sáng Mặt Trời có dạng một dải sáng mỏng, hẹp rọi xuống mặt nước trong một bể nước tạo nên ở đáy bể một vết sáng có màu trắng dù chiếu xiên hay chiếu vuông góc.

B. Một chùm ánh sáng Mặt Trời có dạng một dải sáng mỏng, hẹp rọi xuống mặt nước trong một bể nước tạo nên ở đáy bể một vết sáng có nhiều màu dù chiếu xiên hay chiếu vuông góc.

C. Một chùm ánh sáng Mặt Trời có dạng một dải sáng mỏng, hẹp rọi xuống mặt nước trong một bể nước tạo nên ở đáy bể một vết sáng có nhiều màu khi chiếu xiên và có màu trắng khi chiếu vuông góc.

D. Một chùm ánh sáng Mặt Trời có dạng một dải sáng mỏng, hẹp rọi xuống mặt nước trong một bể nước tạo nên ở đáy bể một vết sáng có nhiều màu khi chiếu vuông góc và có màu trắng khi chiếu xiên.

Câu 5: Phát biểu nào sau đây là không đúng? Cho các chùm ánh sáng sau: Trắng, đỏ, vàng, tím.

A. Ánh sáng trắng bị tán sắc khi đi qua lăng kính.

B. Chiếu ánh sáng trắng vào máy quang phổ sẽ thu được quang phổ liên tục.

C. Mỗi chùm ánh sáng trên đều có một bước sóng xác định.

D. Ánh sáng tím bị lệch về phía đáy lăng kính nhiều nhất nên chiết suất của lăng kính đối với nó lớn nhất.

Câu 6: Nguyên nhân gây ra hiện tượng tán sắc ánh sáng Mặt Trời trong thí nghiệm của Niutơn là

A. góc chiết quang của lăng kính trong thí nghiệm chưa đủ lớn.

B. chiết suất của lăng kính đối với các ánh sáng đơn sắc là khác nhau.

C. bề mặt của lăng kính trong thí nghiệm không nhẵn.

D. chùm ánh sáng Mặt Trời đã bị nhiễu xạ khi đi qua lăng kính.

Câu 7: Ánh sáng trắng hợp bởi:

A. Bảy màu đơn sắc.

B. Vô số màu đơn sắc.

C. Các màu đơn sắc từ đỏ đến tím.

D. Tất cả đều đúng.

Câu 8: Một tia sáng khi qua lăng kính ló ra chỉ có một màu duy nhất không phải màu trắng đó là:

A. Ánh sáng đã bị tán sắc.

B. Lăng kính không có khả năng tán sắc.

C. Ánh sáng đơn sắc.

D. Chiết suất của lăng kính không đổi đối với các ánh sáng đơn sắc.

Câu 9: Chọn câu sai:

A. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc qua lăng kính.

B. Mỗi ánh sáng đơn sắc khác nhau thì có màu sắc nhất định khác nhau.

C. Ánh sáng trắng là tập hợp bởi 7 màu đơn sắc: đỏ cam vàng lục lam chàm tím.

D. Lăng kính có khả năng làm tán sắc ánh sáng.

Câu 10: Đặc trưng cho sóng ánh sáng đơn sắc là:

A. màu sắc.

B. tần số sóng.

C. vận tốc truyền sóng.

D. chiết suất lăng kính đối ánh sáng đó.

Câu 11: Khi ánh sáng trắng bị tán sắc thì:

A. Màu đỏ lệch nhiều nhất.

B. Màu tím lệch nhiều nhất.

C. Màu tím lệch ít nhất.

D. Ánh sáng trắng tách ra thành 7 màu.

Câu 12: Một lăng kính thủy tinh có tiết diện thẳng là tam giác đều ABC. Chiếu một tia sáng trắng vào mặt bên AB của lăng kính dưới góc tới i. Biết chiết suất lăng kính đối ánh sáng đỏ và ánh sáng tím lần lượt $n_d = 1,643; n_t = 1,685$. Để có tán sắc của tia sáng trắng qua lăng kính thì góc tới i phải thỏa mãn điều kiện

A. $32,96^0 < i < 41,27^0$. B. $0 < i < 15,52^0$.

C. $0 < i < 32,96^0$. D. $42,42^0 < i < 90,00^0$.

Câu 13: Một tia sáng trắng chiếu tới mặt bên của một lăng kính thuỷ tinh tam giác đều. Tia ló màu vàng qua lăng kính có góc lệch cực tiểu. Biết chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng vàng, ánh sáng tím lần lượt là $n_v = 1,500; n_t = 1,52$. Góc tạo bởi tia ló màu vàng và tia ló màu tím có giá trị xấp xỉ bằng:

A. $0,77^o$. B. $48,59^o$. C. $4,46^o$. D. $1,73^o$.

Câu 14: Chiếu một tia sáng trắng nằm trong một tiết diện thẳng của một lăng kính thủy tinh, vào lăng kính, theo phương vuông góc với mặt bên của lăng kính. Góc chiết quang của lăng kính bằng 30^o. Biết chiết suất của lăng kính đối với tia đỏ là 1,5 và đối với tia tím là 1,6. Tính góc tạo bởi tia ló màu đỏ và tia ló màu tím

A. $4,54^o$. B. $12,23^o$. C. $2,34^o$. D. $9,16^o$.

Câu 15: Một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang $A = 60^o$, có chiết suất đối với tia đỏ là $n_v = 1,540$ và đối với tia tím là $n_t = 1,580$. Cho một chùm tia sáng trắng hẹp, chiếu vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang, vào mặt bên của lăng kính. Tính góc giữa tia đỏ và tia tím khi ló ra khỏi lăng kính.

A. $0,87^0$. B. $0,24^0$ C. $1,22^0$. D. $0,72^0$.

ĐÁP ÁN

1.D	2.A	3.D	4.C	5.C	6.B	7.B	8.C	9.C	10.D
11.B	12.D	13.D	14.A	15.B					

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án D.

Hiện tượng tán sắc sánh sáng là hiện tượng khi qua lăng kính, chùm ánh áng trắng không những là bị lệch về phía đáy mà còn bị tách ra thành nhiều chùm sáng có màu sắc khác nhau. Mỗi ánh sáng đơn sắc có một màu nhất định. Trong quang phổ của ánh sáng trắng có vô số các ánh sáng đơn sắc khác nhau.

Câu 2: Đáp án A.

Thí nghiệm của Niuton về ánh sáng đơn sắc nhằm chứng minh sự tồn tại của ánh sáng đơn sắc.

Câu 3: Đáp án D.

Khi chiếu một ánh sáng Mặt Trời đi qua qua một cặp hai môi trường trong suốt thì tia tím bị lệch về phía mặt phân cách của hai môi trường nhiều hơn tia đỏ vì:

$\sin i = n \sin r \Rightarrow \sin r = \dfrac{\sin i}{n}$ mà $n_d < n_t$ nên $r_d > r_t$.

Câu 4: Đáp án C.

Câu 5: Đáp án C.

Câu 6: Đáp án B.

Câu 7: Đáp án B.

Ánh sáng trắng hợp bởi vô số màu đơn sắc. Nếu mệnh đề nói rằng ánh sáng trắng là tập hợp bảy màu đỏ, da cam, vàng, lục, lam, chàm, tím thì đó là mệnh đề sai. Vì ở đây ánh sáng trắng là tập hợp của bảy màu cơ bản đó.

Câu 8: Đáp án C.

Một tia sáng khi đi qua lăng kính chỉ chiếu ra một màu duy nhất không phải màu trắng thì đó là ánh sáng đơn sắc vì ánh sáng đơn sắc không có tính chất tán sắc ánh sáng.

Câu 9: Đáp án C.

Theo như giải thích ở câu 7 thì ý C chắc chắn sai.

Câu 10: Đáp án D.

Đặc trưng cho ánh sáng đơn sắc là chiết suất lăng kính đối với ánh sáng đó.

Câu 11: Đáp án B.

Khi ánh sáng trắng bị tán sắc thì tia tím sẽ bị lệch nhiều nhất do tia tím có chiết suất lớn nhất.

Câu 12: Đáp án D.

Để có tán sắc của tia sáng trắng qua lăng kính thì cả tia đỏ và tia tím đều phải ló ra khỏi lăng kính.

Xét đối với tia đỏ: $\sin r_d' < \dfrac{\sin 90^0}{n_d} = 0,60864$

$\Rightarrow r_d' < 37,49^0 \Rightarrow r_d > 22,51^0 \Rightarrow i > 38,98^0$.

Xét đối với tia tím: $\sin r_t' < \dfrac{\sin 90^0}{n_t} = 0,5935$

$\Rightarrow r_t' = 36,4^0 \Rightarrow r_t > 23,6^0 \Rightarrow i > 42,42^0$.

Vậy để có tán sắc của ánh sáng trắng qua lăng kính thì góc tới i phải thỏa mãn điều kiện $42,42^0 < i < 90^0$.

Câu 13: Đáp án D.

Tia ló màu vàng qua lăng kính có góc lệch cực tiểu nên ta có: $r_{1v} = r_{2v} = \dfrac{A}{2} = 30^0$ và $i_{1v} = i_{2v}$.

Ta có: $\sin r_{1v}.n = \sin i_{1v} \Rightarrow i_{1v} = i_{2v} = 48,59^0$.

Áp dụng công thức trên ta được tia ló của ánh sáng màu tím có góc lệch là: $50,35^0$.

Vậy góc tạo bởi tia ló màu vàng và tia ló màu tím có giá trị xấp xỉ là:

$\Delta i = 50,35^0 - 48,59^0 = 1,76^0$.

Câu 14: Đáp án A.

Vì chiếu tia sáng màu trắng vào lăng kính theo phương vuông góc nên ta có $i = 0 \Rightarrow r = 0$ nên $r' = A - r = 30^0$.

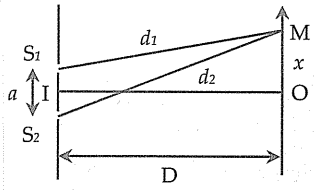
Áp dụng công thức: $\sin i = n \sin r'$ suy ra $i_d = 48,59^0$ và $i_t = 53,13^0$ nên góc lệch bởi tia ló màu đỏ và tia ló màu tím là: $\Delta i = 53,13^0 - 48,59^0 = 4,54^0$.

Câu 15: Đáp án B.

II. GIAO THOA VỚI ÁNH SÁNG ĐƠN SẮC

1. Bài toán vị trí vân sáng, vân tối, khoảng vân

1.1. Phương pháp



Xét giao thoa ánh sáng với khe Y-âng. Gọi a là khoảng cách hai khe, D là khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát.

*** Vị trí vân sáng, vân tối**

Xét một điểm M trên màn.

- Tại điểm M là một vân sáng khi: $d_2 - d_1 = k\lambda;\ k \in \mathbb{Z}$.

- Tại điểm M là một vân tối khi: $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda;\ k \in \mathbb{Z}$

- Vị trí vân sáng: $x_S = k\frac{\lambda D}{a};\ k \in \mathbb{Z}$

Với $k = \pm n$ thì ta có vị trí vân sáng bậc n.

Ví dụ, với $k = \pm 1$ thì ta có vị trí vân sáng bậc 1.

- Vị trí vân tối: $x_t = (k+1)\frac{\lambda D}{a};\ k \in \mathbb{Z}$

Với $k = \pm n;\ -(n+1)$ thì ta có vị trí vân tối thứ n.

Ví dụ, với $k = 0; -1$ thì ta có vị trí vân tối thứ 1. Với $k = 1; -2$ thì ta có vị trí vân tối thứ 2.

*** Khoảng vân**

- Khoảng cách giữa hai vân sáng hoặc hai vân tối liền kề là khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a}$

- Khoảng cách giữa vân sáng và vân tối liền kề là $\frac{i}{2}$

- Giữa n vân sáng hoặc n vân tối liên tiếp có $(n-1)$ khoảng vân

*** Hệ đặt trong môi trường chiết suất n**

Gọi λ là bước sóng ánh sáng trong chân không hoặc không khí (coi chiết suất không khí xấp xỉ 1).

Gọi λ' là bước sóng ánh sáng trong môi trường có chiết suất n.

- Khi hệ đặt trong môi trường chiết suất n thì bước sóng giảm n lần: $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$

- Vị trí vân sáng: $x_s = k\frac{\lambda_0 D}{an}$

- Vị trí vân tối: $x_t = (k+0,5)\frac{\lambda_0 D}{an}$

- Khoảng vân: $i = \frac{\lambda_0 D}{an} = \frac{i_0}{n}$

Với λ_0 là bước sóng, $i_0 = \frac{\lambda_0 D}{a}$ là khoảng vân khi tiến hành thí nghiệm giao thoa trong không khí.

*** Điểm M trên miền giao thoa là vân sáng hay vân tối?**

Để xác định xem tại điểm M trên vùng giao thoa có vân sáng (bậc mấy) hay vân tối ta lập tỉ số: $\frac{x_M}{i} = \frac{\overline{OM}}{i}$ để kết luận:

- Tại M có vân sáng khi: $\frac{x_M}{i}=\frac{\overline{OM}}{i}=k$, với k nguyên và đó là vân sáng bậc k.

- Tại M có vân tối khi: $\frac{x_M}{i}=k+\frac{1}{2}$, với k nguyên và đó là vân tối.

1.2. Ví dụ minh họa

a) Bài toán liên quan đến vị trí vân sáng, vân tối, khoảng vân

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2 m. Nguồn sáng đơn sắc có bước sóng 0,45 μm. Khoảng vân giao thoa trên màn bằng

A. 0,2 mm. B. 0,9 mm. C. 0,5 mm. D. 0,6 mm.

Lời giải

Khoảng vân giao thoa xác định bởi: $i=\frac{\lambda D}{a}=0,9$ mm

Đáp án B.

STUDY TIP

Khi thay số, ta phải đổi hết đơn vị về đơn vị chuẩn là mét. Tuy nhiên, nếu đổi như vậy sẽ rất lâu. Ta chứng minh được rằng khi a đơn vị là mm, D đơn vị là m, bước sóng đơn vị là μm thì khoảng vân i đơn vị là mm. Như phép tính bên trên ta chỉ cần lấy 0,45 μm nhân 2 m rồi chia cho 1 mm là được ngay 0,9 mm.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-Âng, chiếu vào hai khe ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda=600\ nm$. Khoảng cách giữa hai khe bằng 1 mm. Khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 3m. Tại vị trí cách vân trung tâm 6,3 mm có

A. Vân tối thứ 4. B. Vân sáng bậc 4.

C. Vân tối thứ 3. D. Vân sáng bậc 3.

Lời giải

Ta cần xét tỉ số $\frac{x}{i}$. Khoảng vân $i=\frac{\lambda D}{a}=1,8mm$. Ta thấy $\frac{6,3}{1,8}=3,5$ là số bán nguyên nên tại vị trí cách vân trung tâm 6,3 mm là một vân tối.

Mặt khác $x_t=\left(k+\frac{1}{2}\right)i$ nên $k+\frac{1}{2}=3,5\Rightarrow k=3$

Vậy tại vị trí cách vân trung tâm 6,3 mm là vân tối thứ 4.

Đáp án A.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng các khe S_1,S_2 được chiếu bởi ánh sáng có bước sóng $\lambda=0,65\mu m$. Biết khoảng cách giữa hai khe là $S_1S_2=a=2$mm. Khoảng cách từ hai khe đến màn là $D=1,5$ m. Khoảng vân (mm), vị trí vân sáng bậc 5 (mm) và vân tối thứ 7 (mm) lần lượt là:

A. 3,1687; ±2,4375; ±0,4875. B. 2,4375; ±0,4875; ±3,1687.

C. 0,4875; ±3,1687; ±2,4375. D. 0,4875; ±2,4375; ±3,1687.

Lời giải

Khoảng vân xác định bởi: $i=\frac{\lambda D}{a}=\frac{0,65.1,5}{2}=0,4875$mm

Vị trí vân sáng bậc 5: $x_S=k\frac{\lambda D}{a}=ki$

Vân sáng bậc 5 ứng với $k=\pm5$: $x=\pm5i=\pm2,4375(\text{mm})$

Vị trí vân tối được xác định bởi: $x_t=(2k+1)\frac{\lambda D}{2a}=(2k+1)\frac{i}{2}$

Vân tối thứ 7 ứng với $k=6;k=-7$

$$\begin{cases} x_{t7} = (2.6+1)\dfrac{0,8475}{2} = 3,16875 \text{ mm} \\ x_{t7} = (2.(-7)+1).\dfrac{0,4875}{2} = -3,16875 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow x_{t7} = \pm 3,16875 \text{ mm}$$

Đáp án D.

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe cách nhau $a = 0,5$ mm được chiếu sáng bằng ánh sáng đơn sắc. Khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 2 m. Trên màn quan sát, trong vùng giữa hai điểm M và N mà $MN = 2$ cm, người ta đếm được có 10 vân tối và thấy tại M và N đều là vân sáng. Bước sóng của ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm này là

A. 0,4 μm. B. 0,5 μm. C. 0,6 μm. D. 0,7 μm.

Lời giải

STUDY TIP
Khoảng cách giữa n vân sáng liên tiếp là $(n-1)i$

Giữa hai điểm M và N mà $MN = 2$ cm $= 20$ mm, người ta đếm được có 10 vân tối (có 9 vân sáng ở giữa hai điểm M và N, không tính M và N) và thấy tại M và N đều là vân sáng. Như vậy trên MN, có tất cả 11 vân sáng.

Suy ra từ M đến N có 11 – 1 = 10 khoảng vân.

Do đó khoảng vân là $i = \dfrac{MN}{10} = 2$ mm.

Bước sóng của ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm là:

$$\lambda = \frac{ai}{D} = \frac{0,5.2}{2} = 0,5(\mu m)$$

Đáp án B.

Ví dụ 5: Trong thí nghiệm Y-Âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ. Nếu tại điểm M trên màn quan sát có vân tối thứ hai (tính từ vân sáng trung tâm) thì hiệu đường đi của ánh sáng từ hai khe S_1, S_2 đến M có độ lớn bằng

A. 1,5λ. B. 2λ. C. 2,5λ. D. 3λ.

Lời giải

Vì tại M là vân tối thứ hai nên: $d_1 - d_2 = \left(k + \dfrac{1}{2}\right)\lambda = \left(1 + \dfrac{1}{2}\right)\lambda = 1,5\lambda$

Đáp án A.

Ví dụ 6: Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng, nguồn S phát bức xạ có bước sóng 450nm, khoảng cách giữa hai khe 1,1mm. Màn quan sát E cách mặt phẳng hai khe 220cm. Dịch chuyển một mối hàn của cặp nhiệt điện trên màn E theo đường vuông góc với hai khe, thì cứ sau một khoảng bằng bao nhiêu kim điện kế lại lệch nhiều nhất?

A. 0,4 mm. B. 0,9 mm. C. 1,8 mm. D. 0,45 mm.

Lời giải

Kim điện kế lệch nhiều nhất khi mối hàn gặp vân sáng, do đó cứ sau một khoảng bằng khoảng vân thì kim điện kế lại lệch nhiều nhất.

Do đó ta có

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,45.2,2}{1,1} = 0,9 \text{ mm}$$

Đáp án B.

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm Y-Âng về giao thoa ánh sáng, hai khe S_1, S_2 được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ. Khoảng cách giữa hai khe là 0,8 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là 2 m. Người ta đo được khoảng cách giữa 6 vân sáng liên tiếp trên màn là 6 mm. Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm và khoảng cách từ vân sáng bậc 3 đến vân sáng bậc 8 ở cùng phía với nhau so với vân sáng chính giữa lần lượt là

A. $0,54.10^{-6}$ m; 8 mm. B. $0,48.10^{-6}$ m; 8 mm.

C. $0,54.10^{-6}$ m; 6 mm. D. $0,48.10^{-6}$ m; 6 mm.

Lời giải

Vì khoảng cách giữa 6 vân sáng liên tiếp là 5 khoảng vân nên ta có

$$i = \frac{6}{6-1} = 1,2 \text{ mm}.$$

Bước sóng $\lambda = \frac{ai}{D} = 0,48.10^{-6}$ m

Khoảng cách từ vân sáng bậc 3 đến vân sáng bậc 8 ở cùng phía với nhau so với vân trung tâm: $x_8 - x_3 = 8i - 3i = 5i = 6$ mm.

Đáp án D.

Ví dụ 8: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là 3 m. Dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ chiếu vào hai khe thì người ta đo được khoảng cách từ vân sáng trung tâm tới vân sáng thứ tư là 6 mm. Bước sóng λ (μm) và vị trí vân sáng thứ 6 (mm) lần lượt là

A. 0,5 và 9. B. 0,9 và 6. C. 0,5 và 6. D. 0,9 và 5.

Lời giải

Khoảng cách từ vân sáng trung tâm tới vân sáng thứ tư là 4 khoảng vân, và bằng 6 mm nên: $i = \frac{6}{4} = 1,5$ mm

Bước sóng dùng trong thí nghiệm là: $\lambda = \frac{ai}{D} = 0,5.10^{-6}$ m

Vị trí vân sáng thứ 6 là $x_6 = 6i = 9$ mm.

Đáp án A.

Ví dụ 9: Trong thí nghiệm của Y-Âng về giao thoa ánh sáng, hai khe S_1, S_2 được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,4$ mm. Khoảng cách giữa hai khe là 0,4 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là 2 m. Xác định tỉ số giữa khoảng cách giữa 9 vân sáng liên tiếp và khoảng cách từ vân sáng 4 đến vân sáng 8 ở khác phía nhau so với vân sáng chính giữa.

A. $\frac{3}{2}$ B. $\frac{2}{3}$ C. $\frac{4}{5}$ D. $\frac{5}{4}$

Lời giải

Khoảng vân quan sát được là: $i = \frac{\lambda D}{a} = 2$ mm

Khoảng cách giữa 9 vân sáng liên tiếp là: $l = (9-1)i = 16$ mm.

Khoảng cách từ vân sáng 4 đến vân sáng 8 ở khác phía nhau so với vân sáng chính giữa là: $|x_8|+|x_4|=8i+4i=12i=24\text{mm}$.

Từ đó ta có tỉ số là $\frac{16}{24}=\frac{2}{3}$

Đáp án B

Ví dụ 10: Trong một thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2m. Nguồn sáng phát ánh sáng trắng có bước sóng trong khoảng từ 380 nm đến 760 nm. M là một điểm trên màn, cách vân sáng trung tâm 2 cm. Trong các bước sóng của các bức xạ cho vân sáng tại M, bước sóng dài nhất là

A. 417 nm. B. 570 nm. C. 714 nm. D. 760 nm.

Lời giải

STUDY TIP
- Tính bước sóng theo k.
- Chặn khoảng k, từ đó tính k và suy ra bước sóng cần tìm.

Ta có $x_M=k\frac{\lambda D}{a}\Rightarrow 20=k\frac{\lambda.2}{0,5}=4k\lambda\Rightarrow\begin{cases}k=\frac{5}{\lambda}\\ \lambda=\frac{5}{k}\end{cases}$

Ta có $0,38\le\lambda=\frac{5}{k}\le 0,76\Rightarrow 6,6\le k\le 13,2$

Bước sóng dài nhất ứng với k nguyên nhỏ nhất, suy ra $k=7$.

Vậy bước sóng dài nhất là: $\lambda_{\max}=\frac{5}{7}=0,714\mu\text{m}=714\text{ nm}$

Đáp án C.

Ví dụ 11: Trong giao thoa ánh sáng qua 2 khe Y-âng, khoảng vân giao thoa bằng i. Nếu đặt toàn bộ thiết bị trong chất lỏng có chiết suất n thì khoảng vân giao thoa sẽ bằng

A. $\frac{i}{n-1}$ B. $\frac{i}{n+1}$ C. $\frac{i}{n}$ D. ni

Lời giải

Vận tốc ánh sáng truyền trong chất lỏng là $v=\frac{c}{n}$, (n là chiết suất của chất lỏng).

Nên bước sóng ánh sáng trong nước là: $\lambda'=\frac{v}{f}=\frac{c}{nf}=\frac{\lambda}{n}$

Khoảng vân quan sát trên màn khi toàn bộ thí nghiệm đặt trong chất lỏng là:

$$i'=\frac{\lambda' D}{a}=\frac{\lambda D}{na}=\frac{i}{n}$$

Đáp án C.

Ví dụ 12: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng của Y-âng trong không khí, hai khe cách nhau 3 mm được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,60 μm, màn cách hai khe 2m. Sau đó đặt toàn bộ thí nghiệm vào trong nước có chiết suất 4/3, khoảng vân quan sát trên màn là bao nhiêu?

A. $i'=0,4$ m. B. $i'=0,3$ m. C. $i'=0,4$ mm. D. $i'=0,3$ mm.

Lời giải

Khi đặt toàn bộ thí nghiệm vào trong nước có chiết suất 4/3 thì khoảng vân quan sát trên màn là

$$i' = \frac{\lambda' D}{a} = \frac{\lambda D}{n.a} = 0,3\text{mm}$$

Đáp án D.

b) Bài toán về thay đổi khoảng cách D, a

Ví dụ 13: Một khe hẹp F phát ánh sáng đơn sắc $\lambda = 600$ nm, chiếu vào khe Y-âng có $a = 1,2$ mm, lúc đầu vân giao thoa được quan sát trên một màn M đặt cách một mặt phẳng chứa S_1, S_2 là 75cm. Về sau muốn quan sát được vân giao thoa có khoảng vân 0,5 mm thì cần phải dịch chuyển màn quan sát so với vị trí đầu như thế nào?

A. Xa thêm 0,25 m. B. Gần thêm 0,50 m.

C. Gần thêm 0,25 m. D. Xa thêm 0,50 m.

Lời giải

Ta sẽ xác định khoảng cách từ hai khe đến màn lúc sau là D' rồi so sánh với D.

Muốn quan sát được vân giao thoa có khoảng vân 0,5 mm thì

$$i' = \frac{\lambda D'}{a} \Rightarrow D' = \frac{i'a}{\lambda} = \frac{0,5.10^{-3}.1,2.10^{-3}}{600.10^{-9}} = 1\text{ m}$$

Vì lúc đầu $D = 75$ cm $= 0,75$ m nên phải dịch chuyển màn quan sát ra xa thêm một đoạn $D' - D = 0,25$m.

Đáp án A.

Ví dụ 14: Trong một thí nghiệm Y-Âng, hai khe S_1, S_2 cách nhau một khoảng a = 1,8mm. Ban đầu, người ta thấy 16 khoảng vân dài 2,4mm. Giữ nguyên màn chứa hai khe, dịch chuyển màn quan sát ra xa 30 cm thì thấy 12 khoảng vân dài 2,88mm. Tính bước sóng của bức xạ trên?

A. 0,45μm. B. 0,32μm. C. 0,54μm. D. 0,432μm.

Lời giải

Trước khi dịch màn quan sát ra xa, ta có: $i_1 = \frac{2,4}{16} = 0,15 = \frac{\lambda D}{a}$

Sau khi dịch màn quan sát ra xa 30 cm, ta có: $i_2 = \frac{2,88}{12} = 0,24 = \frac{\lambda(D + \Delta D)}{a}$

Lập tỉ số, ta được: $\frac{i_2}{i_1} = \frac{D + \Delta D}{D} = \frac{0,24}{0,15} = 1,6$

Suy ra $D = 50\text{cm} = 0,5$ m.

Từ đó ta tính được bước sóng dùng trong thí nghiệm là:

$$\lambda = \frac{ai_1}{D} = \frac{1,8.10^{-3}.0,15.10^{-3}}{0,5} = 0,54.10^{-6}\text{m} = 0,54\mu\text{m}$$

Ngoài cách lập tỉ số ta có thể làm như sau. Ta có

$$i_2 - i_1 = \frac{\lambda(D + \Delta D)}{a} - \frac{\lambda D}{a} = \frac{\lambda \Delta D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{(i_2 - i_1)a}{\Delta D}$$

Đáp án C.

Ví dụ 15: Thí nghiệm giao thoa Y-Âng với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ, khoảng cách giữa hai khe a = 1mm. Ban đầu, tại M cách vân trung tâm 5,25mm người ta quan sát được vân sáng bậc 5. Giữ cố định màn chứa hai khe, di chuyển từ từ màn quan sát ra xa và dọc theo đường thẳng vuông góc với mặt phẳng

chứa hai khe một đoạn 0,75m thì thấy tại M chuyển thành vân tối lần thứ hai. Bước sóng λ có giá trị là

A. 0,60μm. B. 0,50μm. C. 0,70μm. D. 0,64μm.

Lời giải

Nhận xét

Sai lầm thường thấy là sau khi đọc "M chuyển thành vân tối lần thứ hai" lại cho rằng khi đó M là vân tối thứ hai. Chỉ thêm vào 1 chữ thôi nhưng bản chất khác đi rất nhiều.

Khi chưa dịch chuyển màn quan sát, ta có: $x_M = 5\dfrac{\lambda D}{a}(1)$

Vân tối ngay dưới M là vân tối thứ 5. Khi dịch chuyển ra xa, khoảng vân tăng lên, M chuyển thành vân tối lần thứ nhất thì khi đó M là vân tối thứ 5. M chuyển thành vân tối lần thứ hai thì M chính là vân tối thứ tư. Vậy ta có

$$x_M = \left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda' D}{a} = \left(3+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda(D+0,75)}{a}(2)$$

Từ (1) và (2), ta có: $D = 1,75\text{m}$. Suy ra $\lambda = 0,60\mu\text{m}$.

Đáp án A.

Ví dụ 16: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc λ, màn quan sát cách mặt phẳng hai khe một khoảng không đổi D, khoảng cách giữa hai khe có thể thay đổi (nhưng S_1, S_2 luôn cách đều S). Xét điểm M trên màn, lúc đầu là vân sáng bậc 4, nếu lần lượt giảm hoặc tăng khoảng cách S_1S_2 một lượng Δa thì tại đó là vân sáng bậc k và bậc $3k$. Nếu tăng khoảng cách S_1S_2 thêm $2\Delta a$ thì tại M là:

A. vân sáng bậc 7. B. vân sáng bậc 9.

C. vân sáng bậc 8. D. vân tối thứ 9.

Lời giải

Khi giảm khoảng cách S_1S_2 một lượng Δa thì khoảng vân tăng lên, nên khi giảm khoảng cách thì M là vân sáng bậc k.

Khi tăng khoảng cách cách S_1S_2 một lượng Δa thì khoảng vân giảm, nên khi tăng khoảng cách thì M là vân sáng bậc $3k$.

Giả sử khi tăng khoảng cách S_1S_2 thêm $2\Delta a$ thì tại M là vân sáng bậc k' nếu k' tính ra nguyên.

Ta có: $x_M = 4\dfrac{\lambda D}{a} = k\dfrac{\lambda D}{a-\Delta a} = 3k\dfrac{\lambda D}{a+\Delta a} = k'$

Từ đó suy ra: $\dfrac{a}{4} = \dfrac{a-\Delta a}{k} = \dfrac{a+\Delta a}{3k} = \dfrac{a+2\Delta a}{k'}$

Áp dụng tính chất dãy tỉ số bằng nhau, ta có:

$$\begin{cases} \dfrac{(a-\Delta a)+(a+\Delta a)-a}{k+3k-4} = \dfrac{a}{4} \\ \dfrac{2(a+\Delta a)-(a+2\Delta a)}{6k-k'} = \dfrac{a}{4} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{a}{4(k-1)} = \dfrac{a}{4} \\ \dfrac{a}{6k-k'} = \dfrac{a}{4} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k=2 \\ k'=8 \end{cases}$$

Vậy khi tăng khoảng cách S_1S_2 thêm $2\Delta a$ thì tại M là vân sáng bậc 8.

Đáp án C.

1.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Trong thí nghiệm Y-âng, khi màn cách hai khe một đoạn D_1 thì trên màn thu được một hệ vân giao thoa. Dời màn đến vị trí cách hai khe đoạn D_2 người ta thấy hệ vân trên màn có vân tối thứ nhất (tính từ vân trung tâm) trùng với vân sáng bậc 1 của hệ vân lúc đầu. Tỉ số $\frac{D_2}{D_1}$ bằng bao nhiêu?

A. 1,5. B. 2,5. C. 2,0. D. 3,0

Câu 2: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng S phát ra ánh sáng đơn sắc. Nếu dịch chuyển màn quan sát đi một đoạn 0,2 m thì khoảng vân tăng một lượng bằng 500 lần bước sóng. Khoảng cách giữa hai khe là:

A. 0,40 cm. B. 0,20 cm. C. 0,20 mm. D. 0,40 mm.

Câu 3: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng đơn sắc, người ta thấy khoảng vân tăng thêm 0,3 mm khi dời màn để khoảng cách giữa màn và hai khe tăng thêm 0,5 m. Biết hai khe cách nhau là $a = 1$ mm. Bước sóng của ánh sáng đã sử dụng là:

A. 0,40 μm. B. 0,58 μm. C. 0,60 μm. D. 0,75 μm.

Câu 4: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với hai khe Y-Âng, cho $a = 2$ mm, $D = 2$ m. Một nguồn sáng cách đều hai khe S_1, S_2. Khoảng cách từ S tới mặt phẳng hai khe là $d = 0,5$ m. Khi đó vân sáng trung tâm tại O (là giao điểm của đường trung trực S_1S_2 với màn). Nếu dời S theo phương song song với S_1S_2 về phía S_2 một đoạn 1,5mm thì vân sáng trung tâm sẽ dời một đoạn là bao nhiêu?

A. 1,5mm theo phương song song với S_1S_2 về phía S_2.

B. 6mm theo phương song song với S_1S_2 về phía S_2.

C. 1,5mm theo phương song song với S_1S_2 về phía S_1.

D. 6mm theo phương song song với S_1S_2 về phía S_1.

Câu 5: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với hai khe Y-Âng, cho $D = 1,5$ m. Nguồn sáng S phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ. Khoảng cách từ S tới mặt phẳng hai khe là $d = 60$ cm. Khoảng vân đo được trên màn bằng 3mm. Cho S dời theo phương song song với S_1S_2 về phía S_2. Hỏi để cường độ sáng tại O chuyển từ cực đại sang cực tiểu thì S phải dịch chuyển một đoạn tối thiểu bằng bao nhiêu.

A. 3,75mm. B. 2,4mm. C. 0,6mm. D. 1,2mm.

Câu 6: Nguồn sáng S phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ. Khoảng cách từ S tới mặt phẳng hai khe là d. Hai khe cách màn một đoạn là 2,7m. Cho S dời theo phương song song với S_1S_2 về phía S_1 một đoạn 1,5mm. Hệ vân giao thoa trên màn di chuyển 4,5mm theo phương song song với S_1S_2 về phía S_2. Tính d.

A. 0,45 m. B. 0,90 m. C. 1,80 m. D. 2,70 m.

Câu 7: Trong qua trình tiến trình thí nghiệm giao thoa ánh sánh với khe Y-Âng với ánh sáng đơn sắc λ. Khi dịch chuyển nguồn sáng S song song với màn đến vị trí sao cho hiệu số khoảng cách từ S đến S_1, S_2 bằng λ. Khi đó tại O của màn sẽ có:

A. vân sáng bậc nhất dịch chuyển tới đó.

B. vân tối thứ nhất dịch chuyển tới đó.

C. vân sáng bậc 0.

D. vân tối thứ hai dịch chuyển tới đó.

Câu 8: Trong thí nghiệm về giao thoa ánh sáng qua khe Y-âng. Khe S phát ánh sáng đơn sắc có λ. Khoảng cách từ S đến mặt phẳng khe S_1, S_2 là $d = 60$ cm và khoảng cách từ mặt phẳng 2 khe đến màn là $D = 1,5$ m, O là giao điểm của trung trực S_1S_2 với màn. Khoảng vân i trên màn bằng 3mm. Cho S tịnh tiến xuống dưới theo phương S_1S_2 song song với màn. Để cường độ sáng tại O chuyển từ cực đại sang cực tiểu thì S phải dịch chuyển 1 đoạn tối thiểu bằng:

A. 0,6 mm. B. 1,2 mm. C. 2,4 mm. D. 3,75 mm.

Câu 9: Thí nghiệm giao thoa ánh sáng đơn sắc bằng khe Y-âng. Khi khoảng cách từ 2 khe đến màn là D thì điểm M trên màn là vân sáng bậc 8. Nếu tịnh tiến màn xa 2 khe một đoạn 80 cm dọc đường trung trực của 2 khe thì điểm M là vân tối thứ 6. Tính D?

A. 1,76 m. B. 2,00 m. C. 3,40 m. D. 1,00 m.

Câu 10: Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng, nguồn S phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ người ta đặt màn quan sát cách mặt phẳng hai khe một khoảng D thì khoảng vân 1mm. Khi khoảng cách từ màn quan sát đến mặt phẳng hai khe lần lượt là $D + \Delta D$ hoặc $D - \Delta D$ thì khoảng vân thu được trên màn tương ứng là $2i$ và i. Nếu khoảng cách từ màn quan sát đến mặt phẳng hai khe là $D + 3\Delta D$ thì khoảng vân trên màn là:

A. 3 mm. B. 4 mm. C. 2 mm. D. 2,5 mm.

Câu 11: Cho $a = 0,8$ mm, $\lambda = 0,4$μm, H là chân đường cao hạ từ S_1 tới màn quan sát. Lúc đầu H là 1 vân tối giao thoa, dịch màn ra xa dần thì chỉ có 2 lần H là cực đại giao thoa. Khi dịch chuyển màn như trên, khoảng cách giữa 2 vị trí của màn để H là cực đại giao thoa lần đầu và H là cực tiểu giao thoa lần cuối là

A. 1,6 m. B. 0,4 m. C. 0,32 m. D. 1,20 m.

Câu 12: Cho thí nghiệm Y-âng, ánh sáng có bước sóng 500 nm. H là chân đường cao hạ vuông góc từ S_1 tới màn M. Lúc đầu người ta thấy H là một cực đại giao

thoa. Dịch màn M ra xa hai khe S_1, S_2 đến khi tại H bị triệt tiêu năng lượng sáng lần thứ nhất thì độ dịch là 1/7 m. Để năng lượng tại H lại triệt tiêu thì phải dịch màn xa thêm ít nhất là 16/35 m. Khoảng cách hai khe S_1, S_2 là

A. 0,5 mm. B. 1,0 mm. C. 2,0 mm. D. 1,8 mm.

Câu 13: Thí nghiệm giao thoa Y- âng với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ, khoảng cách giữa hai khe $a = 1$ mm. Ban đầu, tại M cách vân trung tâm 5,25 mm người ta quan sát được vân sáng bậc 5. Giữ cố định màn chứa hai khe, di chuyển từ từ màn quan sát ra xa và dọc theo đường thẳng vuông góc với mặt phẳng chứa hai khe một đoạn 0,75 m thì thấy tại M chuyển thành vân tối lần thứ hai. Bước sóng λ có giá trị là

A. 0,60 μm. B. 0,50 μm. C. 0,70 μm. D. 0,64 μm.

Câu 14: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,6μm. Khoảng cách giữa hai khe sáng là 1mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 1,5m. Trên màn quan sát, hai vân sáng bậc 4 nằm ở hai điểm M và N. Dịch màn quan sát một đoạn 50cm theo hướng ra 2 khe Y-âng thì số vân sáng trên đoạn MN giảm so với lúc đầu là

A. 7 vân B. 4 vân C. 6 vân D. 2 vân

ĐÁP ÁN

1.C	2.D	3.C	4.D	5.C	6.B	7.A	8.A	9.A	10.C
11.D	12.C	13.A	14.D						

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án C.

Ban đầu khi màn cách hai khe một đoạn là D_1 thì vân sáng bậc 1 của hệ vân lúc đầu là: $x_1 = \frac{\lambda D_1}{a}$

Sau đó dời màn đến vị trí cách hai khe một đoạn D_2 thì vân tối thứ nhất của hệ là: $x_2 = \frac{1}{2}\frac{\lambda D_2}{a}$.

Vì hai vân trong hai trường hợp này bằng nhau nên ta có phương trình:

$$\frac{\lambda D_1}{a} = \frac{\lambda D_2}{2.a} \Rightarrow \frac{D_2}{D_1} = 2.$$

Câu 2: Đáp án D.

Khoảng vân ban đầu là: $i = \frac{\lambda D}{a}$. Nếu dịch chuyển màn quan sát đi một đoạn 0,2 m thì khoảng vân tăng một lượng bằng 500 lần bước sóng nên ta có:

$$i' = \frac{\lambda(D+0,2)}{a} = \frac{\lambda D}{a} + 500\lambda \Rightarrow \frac{0,2}{a} = 500$$

$$\Rightarrow a = 4.10^{-4}\,\text{m} = 0,4\,\text{mm}.$$

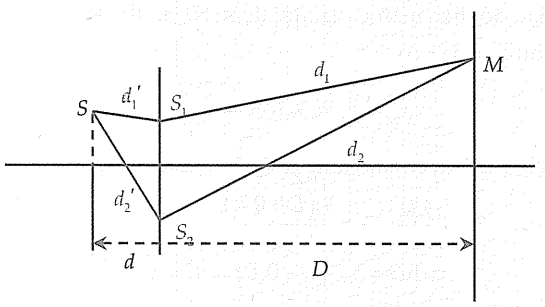
Câu 3: Đáp án C.

Theo đề ra ta có:

$$i' = i + 0,3 \Rightarrow \frac{\lambda(D+0,5)}{a} = \frac{\lambda D}{a} + 0,3$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda.0,5}{a} = 0,3 \Rightarrow \lambda = 0,6\,\mu\text{m}.$$

Câu 4: Đáp án D.



Ban đầu nguồn sáng nằm trên trung trực của S_1S_2.

Xét tại M cách vân trung tâm một đoạn x thì hiệu quang trình tới M là: $\delta = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$.

Sự đó dịch chuyển khe S một đoạn là y thì hiệu quang trình sau đó sẽ là: $\delta' = \left(d_2 + d_2'\right) - \left(d_1 + d_1'\right)$ suy ra ta được: $\delta' = \left(d_2' - d_1'\right) + \left(d_2 - d_1\right) = \frac{ay}{d} + \frac{ax}{D}$.

Xét đối với vân sáng trung tâm thì:

$$\delta' = 0 \Leftrightarrow \frac{ay}{d} + \frac{ax}{D} = 0 \Rightarrow x = -\frac{Dy}{d}.$$

Vậy vân sáng trung tâm sẽ dời một đoạn là:

$$x = \frac{2.1,5.10^{-3}}{0,5} = 6.10^{-3}\,\text{m} = 6\,\text{mm}$$

Dấu – thể hiện dịch chuyển ngược chiều với S_2 nên S sẽ dịch chuyển theo phương song song với S_1S_2 về phía S_1.

Câu 5: Đáp án C.

Chứng minh tương tự như câu 4 ta áp dụng công thức thì để cường độ sáng tại O chuyển từ cực đại sang cực tiểu thì S phải dịch chuyển một đoạn tối thiểu là:

$$\frac{ay}{d}+\frac{ax}{D}=0\Rightarrow y=-\frac{d}{D}x\Rightarrow y=6.10^{-4}\text{m}=0,6\text{mm}.$$

Câu 6: Đáp án B.

Ta có khoảng cách từ S tới mặt phẳng hai khe là:

$$d=\frac{yD}{x}=\frac{1,5.10^{-3}.2,7}{4,5.10^{-3}}=0,9\text{m}.$$

Câu 7: Đáp án A.

Khi dịch chuyển nguồn sáng S song song với màn đến vị trí sao cho hiệu số khoảng cách từ S đến S_1,S_2 bằng λ thì vân sáng bậc nhất sẽ dịch chuyển tới đó.

Câu 8: Đáp án A.

Giống câu 5.

Câu 9: Đáp án A.

Ban đầu khi khoảng cách từ hai khe đến màn là D thì M là vân sáng bậc 8 nên ta có: $x_M=8i_1=8\frac{\lambda D}{a}$.

Sau đó dịch màn ra xa một đoạn 80 cm thì M là vân tối thứ 6 nên ta có:

$$x_M=6,5i_2=6,5.\frac{\lambda\left(D+0,8\right)}{a}.$$

Vì vị trí của M là không đổi nên ta được:

$$8\frac{\lambda D}{a}=5,5.\frac{\lambda\left(D+0,8\right)}{a}$$
$$\Rightarrow 8D=5,5\left(D+0,8\right)\Rightarrow D=1,76\text{m}.$$

Câu 10: Đáp án C.

Ta có:

$$\begin{cases}\frac{\lambda D}{a}=1\text{mm}\\ \frac{\lambda\left(D+\Delta D\right)}{a}=2i\\ \frac{\lambda\left(D-\Delta D\right)}{a}=i\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\frac{\lambda D}{a}=1\text{mm}\\ \frac{D+\Delta D}{D-\Delta D}=2\end{cases}\Rightarrow D=3\Delta D$$

$$\Rightarrow i'=\frac{\lambda D'}{a}=\frac{\lambda\left(D+3\Delta D\right)}{a}=2\frac{\lambda D}{a}=2\text{mm}.$$

Câu 11: Đáp án D.

Ban đầu H là một vân tối giao thoa nên:

$$x_H=\left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{a}.$$

Khi dịch màn ra xa dần thì chỉ có hai lần H là cực đại giao thoa nên lần đầu H là cực đại giao thoa khi: $x_H=2.\frac{\lambda\left(D+\Delta D_1\right)}{a}$ và lần cuối H là cực tiểu giao thoa khi: $x_H=\frac{1}{2}\frac{\lambda\left(D+\Delta D_2\right)}{a}$.

Suy ra $\frac{2\lambda D}{a}=\frac{\lambda\left(D+\Delta D\right)}{2a}$

Câu 12: Đáp án C.

Ban đầu H là một cực đại giao thoa nên ta được: $x_H=k\frac{\lambda D}{a}$. Dịch màn một đoạn $\frac{1}{7}$m thì H trở thành vân tối giao thoa lần đầu tiên: $x_H=\left(k-\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda\left(D+\frac{1}{7}\right)}{a}$.

Sau đó dịch màn thêm một đoạn nữa là $\frac{16}{35}$m thì H lại trở thành vân tối giao thoa lần thứ hai:

$$x_H=\left(k-1-\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda\left(D+\frac{1}{7}+\frac{16}{35}\right)}{a}.$$

Từ đó ta lập được hệ: $\begin{cases}\frac{1}{7}k-\frac{1}{2}D=\frac{1}{14}\\ \frac{3}{5}k-\frac{7}{2}D=\frac{21}{10}\end{cases}\Rightarrow D=2\text{m}.$

Câu 13: Đáp án A.

Ban đầu: $x_M=5,25.10^{-3}=5\frac{\lambda D}{a}$. Dịch chuyển màn ra xa hai khe thì thấy M chuyển thành vân tối lần thứ hai nên: $x_M=5,25.10^{-3}=2,5.\frac{\lambda\left(D+0,75\right)}{a}$.

Giải phương trình trên ta được:

$$D=0,75\text{m}\Rightarrow\lambda=0,6\mu\text{m}.$$

Câu 14: Đáp án D.

Ban đầu khoảng vân là:

$$i=\frac{\lambda D}{a}=\frac{0,6.10^{-6}.1,5}{1.10^{-3}}=0,9\text{mm}.$$

Khoảng vân sau khi dịch chuyển màn là:

$$i'=\frac{\lambda D'}{a}=\frac{6.10^{-6}.2}{1.10^{-3}}=0,012\text{m}=1,2\text{mm}.$$

Tại thời điểm ban đầu hai vân sáng bậc 4 nằm ở hai điểm M và N nên

$$MN=8i=8.0,9=7,2\text{mm}=6.1,2\text{mm}=6i'$$

nên M, N lúc này là vân sáng bậc ba.

Vậy số vân sáng trên đoạn MN giảm là 2.

2. Bài toán xác định số vân sáng, vân tối

2.1. Phương pháp

a) Xác định số lượng vân sáng, vân tối nằm trên đoạn thẳng MN bất kì

Phương pháp chung là *phương pháp chặn k*:



- Giả sử điểm P nào đó thuộc MN là vân sáng hoặc vân tối.
- Viết biểu thức tọa độ của P khi P là vân sáng hoặc vân tối

$$\begin{cases} x_{P_s} = ki \\ x_{P_t} = \left(k + \dfrac{1}{2}\right)i \end{cases}$$

- Cho P chạy trên MN, suy ra khoảng chạy của x_P. Từ đó suy ra khoảng chạy của k. Số giá trị nguyên của k chính là số vân sáng hoặc vân tối cần tìm

Ngoài phương pháp trên, ta có thể chứng minh số vân sáng và số vân tối có thể xác định bởi:

* *Nếu M và N cùng phía so với vân trung tâm* thì:

+ Số vân sáng: $N_S = \left[\dfrac{OM}{i}\right] + \left[\dfrac{ON}{i}\right]$

+ Số vân tối: $N_T = N_S = \left[\dfrac{OM}{i} + 0{,}5\right] - \left[\dfrac{ON}{i} + 0{,}5\right]$. (với M, N không phải là vân sáng)

* *Nếu M và N nằm khác phía so với vân trung tâm* thì:

+ Số vân sáng: $N_S = \left[\dfrac{OM}{i}\right] + \left[\dfrac{ON}{i}\right] + 1$

+ Số vân tối: $N_T = \left[\dfrac{OM}{i} + 0{,}5\right] + \left[\dfrac{ON}{i} + 0{,}5\right]$

b) Xác định số lượng vân sáng, vân tối nằm trên trường giao thoa

- Trường giao thoa là toàn bộ khu vực chứa các vân sáng, vân tối trên màn, có chiều dài L.
- Dùng phương pháp chặn k ta có thể tìm được số vân sáng, vân tối nằm trên trường giao thoa. Hoặc có thể dùng công thức sau:

Số vân trên trường giao thoa:

+ Số vân sáng: $N_S = 1 + 2.\left[\dfrac{L}{2i}\right]$

+ Số vân tối: $N_T = 2.\left[\dfrac{L}{2i} + 0{,}5\right]$

Chú ý

$[x]$ gọi là phần nguyên của x. Ví dụ $[1{,}443] = 1$.

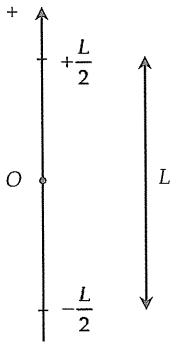
2.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,6 μm. Khoảng cách giữa hai khe là 1mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2,5 m, bề rộng miền giao thoa là 1,25 cm. Tổng số vân sáng và vân tối có trong miền giao thoa là bao nhiêu?

A. 16. B. 17. C. 18. D. 19.

Lời giải

Cách 1: Phương pháp chặn k



Vị trí vân sáng $x_S = k\frac{\lambda D}{a} = 1,5k$ (mm)

Ta có: $-\frac{L}{2} \le x_S \le \frac{L}{2} \Leftrightarrow -\frac{12,5}{2} \le 1,5k \le \frac{12,5}{2} \Leftrightarrow -4,2 \le k \le 4,2$

$\Rightarrow k = -4,-3,-2,-1,0,1,2,3,4$. Vậy có 9 giá trị của k nên có 9 vân sáng.

Vị trí vân tối: $x_T = \left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{a} = 1,5\left(k+0,5\right)$ (mm)

Ta có: $-\frac{L}{2} \le x_T \le \frac{L}{2} \Leftrightarrow -\frac{12,5}{2} \le 1,5\left(k+0,5\right) \le \frac{12,5}{2} \Leftrightarrow -4,7 \le k \le 3,7$

$\Rightarrow k = -4,-3,-2,-1,0,1,2,3$. Nên có 8 giá trị của k nên có 8 vân tối. Vậy tổng số vân sáng và vân tối có trong miền giao thoa là: 17.

Cách 2:

Số vân sáng: $N_S = 1 + 2.\left[\frac{L}{2i}\right] = 2.\left[4,2\right] + 1 = 9$ vân sáng.

Số vân tối: $N_T = 2.\left[\frac{L}{2i} + 0,5\right] = 2.\left[4,2+0,5\right] = 8$ vân tối.

Vậy tổng số vân sáng và vân tối có trong miền giao thoa là: 17.

Đáp án B.

Nhận xét

Bài toán này nêu rõ phương pháp chặn k và phương pháp sử dụng công thức phần nguyên (chỉ là hệ quả của phương pháp chặn k). Đối với các bài tập liên quan đến tìm số vân sáng, vân tối *trên trường giao thoa* thì ta dùng công thức cho nhanh.

Ví dụ 2: Trong một thí nghiệm về giao thoa ánh sáng bằng khe Y-âng với ánh sáng đơn sắc $\lambda = 0,7\mu m$, khoảng cách giữa 2 khe S_1S_2 là a = 0,35 mm, khoảng cách từ 2 khe đến màn quan sát là D = 1m, bề rộng của vùng có giao thoa là 13,5 mm. Số vân sáng, vân tối quan sát được trên màn là:

A. 7 vân sáng, 6 vân tối. B. 6 vân sáng, 7 vân tối.

C. 6 vân sáng, 6 vân tối. D. 7 vân sáng, 7 vân tối.

Lời giải

Khoảng vân $i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,7.10^{-6}.1}{0,35.10^{-3}} = 2.10^{-3}\text{m} = 2\text{ mm}.$

Số vân sáng: $N_S = 1 + 2.\left[\frac{L}{2i}\right] = 2.\left[3,375\right] + 1 = 7$

Số vân tối: $N_T = 2.\left[\frac{L}{2i} + 0,5\right] = 6$

Đáp án A.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm của Y-Âng về giao thoa ánh sáng, hai khe S_1, S_2 được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,5mm$. Khoảng cách giữa hai khe là 0,8 mm. Người ta đo được khoảng cách giữa 5 vân sáng liên tiếp trên màn là 4 mm. Tính khoảng cách từ hai khe đến màn và cho biết tại 2 điểm C và E trên màn, cùng phía với nhau so với vân sáng trung tâm và cách vân sáng trung tâm lần lượt là 2,5 mm và 15 mm là vân sáng hay vân tối? Từ C đến E có bao nhiêu vân sáng?

A. Tại C là vân tối, E là vân sáng. Có 14 vân sáng tính từ C đến E.

B. Tại C là vân sáng, E là vân tối. Có 13 vân sáng tính từ C đến E.

C. Tại C là vân tối, E là vân sáng. Có 13 vân sáng tính từ C đến E.

D. Tại C là vân sáng, E là vân tối. Có 14 vân sáng tính từ C đến E.

Lời giải

Khoảng cách giữa 5 vân sáng liên tiếp trên màn là 4mm nên khoảng vân i là:

$$i=\frac{L}{5-1}=1\text{mm}$$

Khoảng cách từ hai khe đến màn: $D=\frac{ai}{\lambda}=1,6\text{m}$

Nhận xét

Bài toán này dùng phương pháp chặn k cho ta hướng suy nghĩ rất tổng quát mà không phải nhớ máy móc công thức.

Vì $\frac{x_C}{i}=2,5\Rightarrow x_C=2,5i$ (tại C là vân tối) và $\frac{x_E}{i}=1,5\Rightarrow x_E=15i$ (tại E là vân sáng).

Sử dụng phương pháp chặn k ta có: Số vân sáng là số giá trị k thỏa mãn

$x_C\le k_s i\le x_E\Leftrightarrow 2,5i\le k_s i\le 15i\Leftrightarrow 2,5\le k_s\le 15$

Có 13 giá trị k thỏa mãn nên trên CE có 15 vân sáng.

Đáp án C.

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm Y-Âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là a = 2 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là D = 1,5 m. Nguồn sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda=0,6\mu m$. Xét trên khoảng MN trên màn, với MO = 5 mm, ON = 10 mm, (O là vị trí vân sáng trung tâm giữa M và N). Hỏi trên MN có bao nhiêu vân sáng, bao nhiêu vân tối?

A. 34 vân sáng 33 vân tối. B. 33 vân sáng 34 vân tối.

C. 22 vân sáng 11 vân tối. D. 11 vân sáng 22 vân tối.

Lời giải

Cách 1: Phương pháp chặn k

Khoảng vân: $i=\frac{\lambda D}{a}=\frac{0,6.10^{-6}.1,5}{2.10^{-3}}=0,45.10^{-3}\text{m}=0,45\text{mm}$

Vị trí vân sáng: $x_s=ki=0,45k(\text{mm})$. Ta có:

$$-5\le 0,45k\le 10\Rightarrow -11,11\le k\le 22,222.$$

Có 34 giá trị của k thỏa mãn nên có 34 vân sáng.

Vị trí vân tối: $x_t=(k+0,5)i=0,45(k+0,5)(\text{mm})$. Ta có:

$$-5\le 0,45(k+0,5)\le 10\Rightarrow -11,61\le k\le 21,7222$$

Có 33 giá trị của k thỏa mãn nên có 33 vân tối.

Cách 2: Sử dụng công thức đã trình bày ở phần phương pháp trong trường hợp M và N nằm khác phía so với vân trung tâm O cũng cho kết quả tương tự.

$$\begin{cases}N_S=\left[\frac{OM}{i}\right]+\left[\frac{ON}{i}\right]+1=\left[\frac{5}{0,45}\right]+\left[\frac{10}{0,45}\right]+1=[11,11]+[22,22]+1=11+22+1=34\\ N_T=\left[\frac{OM}{i}+0,5\right]+\left[\frac{ON}{i}+0,5\right]=\left[\frac{5}{0,45}+0,5\right]+\left[\frac{10}{0,45}+0,5\right]=[11,61]+[22,72]=11+22=33\end{cases}$$

Đáp án A.

Ví dụ 5: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 bằng 2mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là D = 2 m. Chiếu vào hai khe ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda=0,6\mu\text{m}$. Trên bề rộng MN = L = 31mm và đối xứng qua vân trung tâm, số vân sáng và vân tối quan sát được trên đoạn MN là

A. 52 vân sáng, 52 vân tối. B. 51 vân sáng, 52 vân tối.

C. 53 vân sáng, 52 vân tối. D. 52 vân sáng, 51 vân tối.

Lời giải

Khoảng vân: $i=\frac{\lambda D}{a}=\frac{0,6.10^{-3}.2.10^{3}}{2}=0,6\,\text{mm}$

Số vân sáng quan sát được trên trường giao thoa:

$$N_S=\left[\frac{L}{2i}\right].2+1=\left[\frac{31}{2.0,6}\right].2+1=51$$

Số vân tối quan sát được trên trường giao thoa:

$$N_T=\left[\frac{L}{2i}+\frac{1}{2}\right].2=\left[\frac{31}{2.0,6}+\frac{1}{2}\right].2=52$$

Đáp án B.

Ví dụ 6: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 bằng 2mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là $D=2\text{m}$. Chiếu vào hai khe ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda=0,75\mu\text{m}$. Cho M và N là hai điểm nằm trong trường giao thoa, nằm khác phía nhau so với vân chính giữa, có OM = 16,125mm, ON = 8,6mm. Hỏi tổng số vân sáng và số vân tối quan sát được trong khoảng M và N là bao nhiêu?

A. 64 vân. **B.** 63 vân. **C.** 62 vân. **D.** 65 vân.

Lời giải

Ta sử dụng phương pháp chặn k.

Khoảng vân giao thoa: $i=\frac{\lambda D}{a}=\frac{0,75.10^{-3}.2.10^{3}}{2}=0,75\,\text{mm}$

Tại một điểm P bất kì trong khoảng giữa M và N (không kể M và N) trùng vào vân sáng khi có tọa độ x thỏa mãn:

$-OM=-16,125\,\text{mm}<x=ki=k.0,75<ON=8,6\,\text{mm}$

$\Rightarrow -21,5<k<11,47\Rightarrow k=-21;-20;-19;...;\ 0;\ 1;\ 2;...;\ 11.$

Có 33 giá trị k thỏa mãn. Vậy số vân sáng giữa M và N là $N_S=33$

Tại một điểm P bất kì trong khoảng giữa M và N (không kể M và N) trùng vào vân tối khi có tọa độ x thỏa mãn:

$$-OM=-16,125\,\text{mm}<x=\left(k+\frac{1}{2}\right)i=\left(k+\frac{1}{2}\right).0,75<ON=8,6\,\text{mm}$$

$$\Rightarrow -21,5<k+\frac{1}{2}<11,47\Rightarrow -22<k<10,97\Rightarrow k=-21;-19;-18;...;0;1;2;...;10$$

Có 32 giá trị k thỏa mãn. Vậy số vân tối giữa M và N là: $N_T=32$

Tổng số vân sáng và vân tối giữa M và N là: 33 + 32 = 65

Đáp án D

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 bằng 1mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là D = 2m. Chiếu vào hai khe ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda=0,6\mu\text{m}$. Cho M và N là hai điểm nằm trong trường giao thoa, nằm cùng phía nhau so với vân chính giữa, có OM = 6,8 mm, ON = 18,6mm. Hỏi tổng số vân sáng và số vân tối quan sát được trong đoạn MN là bao nhiêu?

A. 10 vân sáng và 11 vân tối. **B.** 10 vân sáng và 10 vân tối.

C. 11 vân sáng và 11 vân tối. **D.** 12 vân sáng và 11 vân tối.

Lời giải

Ta sẽ giải bằng phương pháp chặn k.

Khoảng vân giao thoa: $i=\frac{\lambda D}{a}=\frac{0,6.10^{-3}.2.10^{3}}{1}=1,2\text{mm}$

Tại một điểm P bất kì trong đoạn MN trùng vào vân sáng khi có tọa độ x thỏa mãn: $OM=6,8\text{mm}\le x=ki=k.1,2\le ON=18,6\text{mm}$

$\Rightarrow 5,67\le k\le 15,5\Rightarrow k=6;7;8;...;14;15.$

Vậy số vân sáng trong đoạn MN là: $N_S=15-6+1=10.$

Tại một điểm P bất kì trong đoạn MN trùng vào vân tối khi có tọa độ x thỏa mãn:

$$OM=6,8\text{mm}<x=\left(k+\frac{1}{2}\right)i=\left(k+\frac{1}{2}\right).1,2<ON=18,6\text{mm}$$

$$\Rightarrow 5,67<k+\frac{1}{2}<15,5$$

$$\Rightarrow 5,17<k<15,0\Rightarrow k=6;7;8...;14,15$$

Vậy số vân tối trong đoạn MN là $N_T=15-6+1=10$

Đáp án C

Ví dụ 8: Tiến hành giao thoa bằng ánh sáng đơn sắc với hai khe Y-âng đặt trong chân không. Hai điểm M và N đối xứng nhau qua vân sáng trung tâm. Ban đầu tại điểm M trùng với vân tối thứ 15. Tiến hành đặt hệ giao thoa vào môi trường có chiết suất $n=\frac{4}{3}$ thì số vân sáng và tối quan sát được trong đoạn MN là bao nhiêu

A. 39 vân sáng, 40 vân tối
B. 39 vân sáng, 38 vân tối
C. 39 vân sáng, 39 vân tối
D. 39 vân sáng, 40 vân tối

Lời giải

Lúc đầu hệ giao thoa đặt trong chân không có chiết suất $n_1=1,$ điểm M nằm tại vân tối thứ 15 nên: $L=MN=2OM=2.14,5i_1=29i_1.$

Khi hệ giao thoa đặt trong môi trường có chiết suất $n=\frac{4}{3}$, thì khoảng vân lúc này thỏa mãn: $\frac{i_1}{i_2}=\frac{n_2}{n_1}\Rightarrow i_2=\frac{n_1i_1}{n_2}=\frac{3i_1}{4}$

Vì M và N đối xứng với nhau qua vân sáng trung tâm nên ta dùng công thức tính cho nhanh. Số vân sáng quan sát được trong đoạn MN là:

$$N_S=\frac{L}{2i}.2+1=\left[\frac{29i}{2.\frac{3i_1}{4}}\right].2+1=39$$

Số vân tối quan sát được trong đoạn MN là:

$$N_T=\left[\frac{L}{2i}+\frac{1}{2}\right].2=\left[\frac{29i}{2.\frac{3i_1}{4}}+\frac{1}{2}\right].2=39$$

Đáp án C

2.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Chọn câu sai:

A. Hai nguồn sáng kết hợp là hai nguồn phát các ánh sáng có cùng tần số, cùng biên độ.

B. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi truyền qua lăng kính.

C. Giao thoa là kết quả của sự chồng chập lên nhau của 2 sóng có cùng tần số và có độ lệch pha không đổi.

D. Giao thoa là hiện tượng đặc trưng cho quá trình truyền sóng.

Câu 2: Thí nghiệm nào có thể sử dụng để thực hiện việc đo bước sóng ánh sáng là thí nghiệm

A. tán sắc ánh sáng của Niuton.

B. tổng hợp ánh sáng trắng.

C. giao thoa với khe Y- âng.

D. về ánh sáng đơn sắc.

Câu 3: Nếu thí nghiệm giao thoa Y-âng có nguồn phát sáng đa sắc gồm 4 đơn sắc: đỏ, vàng, lục và lam. Như vậy, vân sáng đơn sắc gần vân trung tâm nhất là vân màu

A. đỏ. B. vàng. C. lam. D. lục.

Câu 4: Thí nghiệm giao thoa Y-âng với ánh sáng trắng, trên nền các quang phổ liên tục có dải màu như ở cầu vồng mà ta lại không thấy có vân tối là vì

A. không thỏa mãn điều kiện để hiện tượng giao thoa ánh sáng trắng cho vân tối.

B. có vân tối nhưng bị các vân sáng của các đơn sắc khác đè lên.

C. trong ánh sáng trắng không có màu đen.

D. thí nghiệm này không có nhưng thí nghiệm khác có thể có.

Câu 5: Thực hiện giao thoa với ánh sáng trắng, trên màn quan sát thu được hình ảnh

A. gồm các vạch sáng trắng cách nhau đều đặn, xen kẽ là các vạch tối đen.

B. gồm một dải màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

C. gồm nhiều vạch màu khác nhau riêng biệt hiện trên một nền tối.

D. vân trung tâm là ánh sáng trắng, hai bên có những dải màu như màu cầu vồng.

Câu 6: Thí nghiệm giao thoa với khe Y-âng, ánh sáng có bước sóng λ. Tại A cách S_1 đoạn d_1 và cách S_2 đoạn d_2 có vân tối khi

A. $d_2-d_1=k\lambda\left(k=0;\pm1;\pm...\right)$.

B. $d_2-d_1=\left(\frac{k-1}{2}\right)\lambda\left(k=0;\pm1;\pm...\right)$

C. $d_2-d_1=k\frac{\lambda}{2}\left(k=0;\pm1;\pm...\right)$

D. $d_2-d_1=\left(k+\frac{1}{2}\right)\lambda\left(k=0;\pm1;\pm...\right)$

Câu 7: Trong thí nghiệm Y-âng: Gọi a là khoảng cách hai khe S_1 và S_2; D là khoảng cách từ S_1S_2 đến màn; b là khoảng cách 5 vân sáng kề nhau. Bước sóng của ánh sáng đơn sắc đó là

A. $\lambda=\frac{ab}{D}$ B. $\lambda=\frac{4ab}{D}$ C. $\lambda=\frac{ab}{4D}$ D. $\lambda=\frac{ab}{5D}$

Câu 8: Trong thí nghiệm Y-âng: Gọi a là khoảng cách hai khe S_1 và S_2; D là khoảng cách từ 2 khe đến màn; b là khoảng cách từ vân sáng bậc 2 đến vân tối thứ 3 ở cùng một bên so với vân trung tâm. Bước sóng của ánh sáng đơn sắc đó là

A. $\lambda=\frac{ab}{D}$ B. $\lambda=\frac{2ab}{D}$ C. $\lambda=\frac{ab}{2D}$ D. $\lambda=\frac{2ab}{3D}$

Câu 9: λ là bước sóng ánh sáng đơn sắc. Khoảng cách từ vân sáng bậc 2 đến vân tối thứ 3 ở hai bên so với vân trung tâm bằng

A. $\Delta x=\frac{2,5\lambda D}{a}$ B. $\Delta x=\frac{3,5\lambda D}{a}$

C. $\Delta x=\frac{4,5\lambda D}{a}$ D. $\Delta x=\frac{5,5\lambda D}{a}$

Câu 10: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y-âng: a = 1mm; D = 2m. Dùng ánh sáng đơn sắc có $\lambda_1=0,66\mu m$ chiếu vào khe S. Biết độ rộng của màn là 13,2 mm. Số vân sáng trên màn bằng:

A. 9. B. 11. C. 13. D. 15.

Câu 11: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y-âng: khoảng cách hai khe S_1S_2 là 2mm, khoảng cách từ S_1S_2 đến màn là 1m, bước sóng ánh sáng bằng 0,5 μm. Vị trí vân tối thứ 4 (tính từ vân sáng trung tâm) có tọa độ (mm) là

A. 1,000. B. 1,125. C. 0,875. D. 3,500.

Câu 12: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y-âng:khoảng cách hai khe S_1S_2 là 2mm, khoảng cách từ S_1S_2 đến màn là 3m, bước sóng ánh sáng bằng 0,5 μm. Tại M có tọa độ $x_M=3mm$ là vị trí

A. vân tối thứ 4. B. vân sáng bậc 4.

C. vân sáng bậc 5. D. vân tối thứ 5.

Câu 13: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y-âng: khoảng cách hai khe S_1S_2 là 1,2mm, khoảng cách 16 vân sáng liên tiếp trải dài trên bề rộng 18mm, bước sóng ánh sáng là 0,6 μm. Khoảng cách từ hai khe đến màn bằng.

A. 2m. B. 4m. C. 2,4m. D. 3,6m.

Câu 14: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y-âng: khoảng cách hai khe S_1S_2 là 1mm, khoảng cách từ S_1S_2 đến màn là 1m, bước sóng ánh sáng bằng 0,5 μm. Xét 2 điểm M và N (ở cùng phía đối với O) có tọa độ lần lượt $x_M = 2\,\text{mm}$ và $x_N = 6,25\,\text{mm}$. Giữa M và N có số vân sáng là

A. 8. B. 7. C. 9. D. 10.

Câu 15: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y-âng: nguồn phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ. Khoảng vân i đo được trên màn sẽ tăng lên khi

A. tăng khoảng cách hai khe đồng thời tịnh tiến màn lại gần hai khe.

B. giữ nguyên khoảng cách hai khe và tịnh tiến màn lại gần hai khe.

C. thay ánh sáng đơn sắc trên bằng ánh sáng đơn sắc khác có $\lambda' < \lambda$.

D. tăng khoảng cách hai khe đồng thời tịnh tiến màn ra xa hai khe.

Câu 16: Quan sát các váng dầu, mỡ, bong bóng xà phòng có những vân màu sặc sỡ là do có sự

A. giao thoa ánh sáng. B. tán sắc ánh sáng.

C. khúc xạ ánh sáng. D. tán xạ ánh sáng.

Câu 17: Trong thí nghiệm của Y-Âng về giao thoa ánh sáng, hai khe S_1, S_2 được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ. Khoảng cách giữa hai khe là 0,8 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là 2 m. Người ta đo được khoảng cách giữa 6 vân sáng liên tiếp trên màn là 6 mm. Xác định bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm và cho biết tại 2 điểm M và N trên màn, khác phía nhau so với vân sáng trung tâm và cách vân sáng trung tâm lần lượt là 3 mm và 13,2 mm là vân sáng hay vân tối? Nếu là vân sáng thì đó là vân sáng bậc mấy? Trong khoảng cách từ M đến N có bao nhiêu vân sáng?

A. M là vân tối, N là vân sáng. Trong khoảng từ M đến N có 13 vân sáng.

B. M là vân sáng, N là vân sáng. Trong khoảng từ M đến N có 14 vân sáng.

C. M là vân tối, N là vân sáng. Trong khoảng từ M đến N có 14 vân sáng.

D. M là vân sáng, N là vân sáng. Trong khoảng từ M đến N có 13 vân sáng.

Câu 18: Trong thí nghiệm về giao thoa ánh sáng của Y-Âng, chùm sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,6\,\text{mm}$, khoảng cách giữa 2 khe là 3mm, khoảng cách từ 2 khe đến màn ảnh là 2m. Hai điểm M, N nằm khác phía với vân sáng trung tâm, cách vân trung tâm các khoảng 1,2mm và 1,8mm. Giữa M và N có bao nhiêu vân sáng:

A. 6. B. 7. C. 8. D. 9.

Câu 19: Trong thí nghiệm Yâng về giao thoa ánh sáng với ánh sáng đơn sắc, khoảng cách giữa hai khe là 1mm, khoảng cách từ hai khe tới màn là 2m. Trong khoảng rộng 12,5mm trên màn có 13 vân tối biết một đầu là vân tối còn một đầu là vân sáng. Bước sóng của ánh sáng đơn sắc đó là:

A. 0,48 μm. B. 0,52 μm.

C. 0,5 μm. D. 0,46 μm.

Câu 20: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng dùng hai khe Y-Âng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,5\,\text{mm}$, biết $S_1S_2 = a = 0,5\,\text{mm}$, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là D = 1m. Bề rộng vùng giao thoa quan sát được trên màn là L = 13 mm. Tính số vân sáng và tối quan sát được trên màn.

A. 10 vân sáng; 12 vân tối.

B. 11 vân sáng; 12 vân tối.

C. 13 vân sáng; 12 vân tối.

D. 13 vân sáng; 14 vân tối.

Câu 21: Trong thí nghiệm Y-Âng về giao thoa ánh sáng, biết D = 2,5 m; a = 1 mm; λ = 0,6 mm. Bề rộng trường giao thoa đo được là 12,5mm. Số vân quan sát được trên màn là:

A. 8. B. 9. C. 15. D. 17.

Câu 22: Trong thí nghiệm ánh sáng giao thoa với khe Y-âng, khoảng cách giữa 2 khe s_1, s_2 là 1 mm, khoảng cách từ 2 khe đến màn quan sát là 2 m. Chiếu vào 2 khe ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,656\,\mu\text{m}$. Biết bề rộng của trường giao thoa là L = 2,9 cm. Xác định số vân sáng, tối quan sát được trên màn.

A. 22 vân sáng, 23 vân tối.

B. 22 vân sáng, 21 vân tối.

C. 23 vân sáng, 22 vân tối.

D. 23 vân sáng, 24 vân tối.

Câu 23: Thực hiện giao thoa ánh sáng đơn sắc với khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe a = 2 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn D = 1m. Trên màn quan sát được khoảng cách từ vân sáng trung tâm đến vân sáng thứ 10 là 4mm. Tại hai điểm M,N đối xứng nhau qua vân sáng trung tâm cách nhau một khoảng 8mm là hai vân sáng. Số vân sáng và số vân tối quan sát được trong khoảng MN là bao nhiêu? Chọn kết quả đúng trong các kết quả sau:

A. 23 vân sáng và 22 vân tối

B. 20 vân sáng và 21 vân tối

C. 21 vân sáng và 20 vân tối

D. Một kết quả khác

ĐÁP ÁN

1.A	2.C	3.C	4.B	5.D	6.D	7.C	8.B	9.C	10.B
11.C	12.B	13.C	14.A	15.D	16.A	17.A	18.C	19.C	20.D
21.D	22.C	23.C							

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án A.

Hai nguồn sáng kết hợp là hai nguồn là hai nguồn sáng có cùng tần số và có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

Câu 2: Đáp án C.

Để thực hiện việc đo bước sóng ánh sáng ta sử dụng thí nghiệm giao thoa với khe I-âng.

Câu 3: Đáp án C.

Nguồn phát ánh sáng đơn sắc gồm 4 ánh sáng đơn sắc: đỏ, vàng, lục và lam. Như vậy vân sáng gần với vân trung tâm nhất là vân màu đỏ.

Câu 4: Đáp án B.

Câu 5: Đáp án D.

Khi thực hiện giao thoa với ánh sáng trắng trên màn quan sát thu được hình ảnh vân trung tâm là ánh sáng màu trắng còn hai bên có những dải màu như màu cầu vồng.

Câu 6: Đáp án D.

Câu 7: Đáp án C.

b là khoảng cách của 5 vân sáng gần nhau nên ta được:

$$b = 4\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ab}{D}$$

Câu 8: Đáp án B.

b là khoảng cách từ vân sáng bậc hai đến vân tối thứ 3 ở cùng một bên so với vân trung tâm suy ra:

$$b = \frac{1}{2}\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{2ab}{D}.$$

Câu 9: Đáp án C.

Khoảng cách từ vân sáng bậc 2 đến vân tối thứ ba ở hai bên so với vân trung tâm thì:

$$\Delta x = (2+2,5)\frac{\lambda D}{a} = \frac{4,5\lambda D}{a}$$

Câu 10: Đáp án B.

Khoảng vân là:

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,66.10^{-6}.2}{10^{-3}} = 1,32.10^{-3} = 1,32\,\text{mm}.$$

Số vân sáng trên màn bằng:

$$N_s = 2.\left[\frac{L}{2i}\right] + 1 = 2.\left[\frac{13,2}{2.1,2}\right] + 1 = 11.$$

Câu 11: Đáp án C.

Vị trí vân tối thứ tư có tọa độ là:

$$x = 3,5.\frac{\lambda D}{a} = 0,875\,\text{mm}.$$

Câu 12: Đáp án B.

Khoảng vân là:

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,5.10^{-6}.3}{2.10^{-3}} = 0,75.10^{-3}\,\text{m} = 0,75\,\text{mm}.$$

Tại M có tọa độ $x_M = 3\,\text{mm}$ thì đây là vị trí vân sáng bậc 4.

Câu 13: Đáp án C.

Khoảng cách 16 vân sáng liên tiếp trải dài trên bề rộng 18 mm nên khoảng vân là: $i = \frac{18}{15} = 1,2\,\text{mm}.$

Vậy khoảng cách từ hai khe đến màn là:

$$D = \frac{ia}{\lambda} = \frac{1,2.10^{-3}1,2.10^{-3}}{0,6.10^{-6}} = 2,4\,\text{m}.$$

Câu 14: Đáp án A.

Vì 2 điểm M và N đều nằm cùng phía đối với O nên tọa độ của hai điểm sẽ cùng dấu với nhau.

Khoảng vân bằng:

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,5.10^{-6}.1}{1.10^{-3}} = 0,5.10^{-3}\,\text{m} = 0,5\,\text{mm}.$$

Vân sáng nằm giữa M và N là các vân thỏa mãn:

$x_m < ki < x_M \Leftrightarrow 2 < 0,5k < 6,25$

$\Rightarrow 4 < k < 12,5 \Rightarrow k = 5,6,..,12$

$\Rightarrow$ Có 8 giá trị của k thỏa mãn.

Câu 15: Đáp án D.

Khoảng vân i trên màn sẽ tăng lên nếu tăng khoảng cách giữa hai khe đồng thời tịnh tiến màn ra xa hai khe.

Câu 16: Đáp án A.

Chú ý: Các váng dầu, mỡ, bong bóng xà phòng có những vân màu sắc sặc sỡ là do hiện tượng giao thoa ánh sáng. Còn hiện tượng cầu vồng là hiện tượng tán sắc ánh sáng.

Câu 17: Đáp án A.

Khoảng cách giữa 6 vân sáng liên tiếp trên màn là 6 mm nên khoảng vân là:

$$i = \frac{6}{5} = 1,2\,\text{mm}.$$

Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là:

$$\lambda = \frac{ai}{D} = \frac{0,8.10^{-3}.1,2.10^{-3}}{2} = 4,8.10^{-7}\,(\text{m}) = 0,48\,\text{m}.$$

Xét đối với điểm cách vân sáng trung tâm 3 mm thì ở đó là vân tối còn đối với điểm cách vân sáng trung tâm 13,2 mm thì đó là vân sáng. Và là vân sáng bậc 11.

Vậy trong khoảng giữa M và N còn có 13 vân sáng nữa.

Câu 18: Đáp án C.

Khoảng vân bằng: $i=\frac{\lambda D}{a}=\frac{0,6.10^{-6}.2}{3,10^{-3}}=4.10^{-4}\text{m}.$

Số vân sáng giữa M và N thỏa mãn:

$x_N<ki<x_N \Leftrightarrow -1,2<0,4k<1,8 \Leftrightarrow -3<k<4,5$

$\Rightarrow k=-2,-1,...,4.$

Vậy sẽ có 8 vân sáng nếu tính cả *M*.

Câu 19: Đáp án C.

Trong khoảng rộng 12,5 mm trên màn có 13 vân tối biết một đầu là vân tối và một đầu là vân sáng nên $12,5=12,5i\Rightarrow i=1\text{mm}.$

Bước sóng của ánh sáng đơn sắc đó là:

$$\lambda=\frac{ai}{D}=\frac{1.10^{-3}.1.10^{-3}}{2}=0,5.10^{-6}\text{m}=0,5\mu\text{m}.$$

Câu 20: Đáp án D.

Khoảng vân bằng: $i=\frac{\lambda D}{a}=\frac{0,5.10^{-6}.1}{0,5.10^{-3}}=10^{-3}\text{m}=1\text{mm}.$

Số vân sáng trên màn là: $N_s=2\left[\frac{L}{2i}\right]+1=13.$

Số vân tối là: $N_t=\left[\frac{L}{2i}+\frac{1}{2}\right].2=14.$

Câu 21: Đáp án D.

Khoảng vân là:

$$i=\frac{\lambda d}{a}=\frac{0,6.10^{-6}.2,5}{1.10^{-3}}=1,5.10^{-3}=1,5\text{mm}.$$

Số vân quan sát được trên màn là:

$$N=N_s+N_t=2\left[\frac{l}{2i}\right]+1+2\left[\frac{L}{2i}+\frac{1}{2}\right]=17 \text{ (vân sáng)}.$$

Câu 22: Đáp án C.

Khoảng vân là:

$$i=\frac{\lambda D}{a}=\frac{0,656.10^{-6}.2}{1.10^{-3}}=1,312.10^{-3}\text{m}=1,312\text{mm}.$$

Số vân sáng là: $N_s=2\left[\frac{L}{2i}\right]+1=23$

Số vân tối là: $N_t=\left[\frac{L}{2i}+\frac{1}{2}\right].2=22$

Câu 23: Đáp án C.

Khoảng cách từ vân sáng trung tâm đến vân sáng thứ 10 là 4 mm nên ta có khoảng vân trong giao thoa là:

$i=\frac{4}{10}=0,4\text{mm}.$

Số vân tối quan sát được trên màn là:

$$N_t=\left[\frac{L}{2i}+\frac{1}{2}\right].2=20.$$

Số vân sáng quan sát được trên màn là:

$$N_s=2\left[\frac{L}{2i}\right]+1=21.$$

III. GIAO THOA VỚI ÁNH SÁNG HỖN HỢP

1. Giao thoa với ánh sáng trắng

1.1. Phương pháp

Ánh sáng trắng là một dải màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím. Khi thực hiện giao thoa với ánh sáng trắng ta thấy:

- Ở chính giữa, mỗi ánh sáng đơn sắc đều cho một vạch màu riêng, tổng hợp của chúng cho ta vạch sáng trắng (do sự chồng chập của các vạch màu đỏ đến tím tại vị trí này).
- Do λ'_{tim} nhỏ hơn suy ra $i_{tim} = \lambda_{tim}.\frac{D}{a}$ nhỏ hơn nên làm cho tia tím gần vạch trung tâm hơn tia đỏ (xét cùng một bậc giao thoa).
- Tập hợp các vạch từ tím đến đỏ của cùng một bậc (cùng giá trị k) tạo ra quang phổ của bậc k đó. Ví dụ: Quang phổ bậc 3 là bao gồm các vạch màu từ tím đến đỏ ứng với $k = 3$.

1.2. Ví dụ minh họa

Loại 1: Cho tọa độ x_0 trên màn, hỏi tại đó có những bức xạ nào cho vạch tối hoặc sáng?

Số các bức xạ của ánh sáng trắng cho vân sáng trùng nhau tại một điểm có tọa độ x khi

$$\begin{cases} x = k\dfrac{\lambda D}{a} \\ \lambda_{\min} \le \lambda \le \lambda_{\max} \end{cases} \Rightarrow \frac{ax}{\lambda_{\max} D} \le k \le \frac{ax}{\lambda_{\min} D}$$

Số giá trị của k chính là số bức xạ cho vân sáng trùng nhau tại một điểm có tọa độ x trên trường giao thoa.

Số các bức xạ của ánh sáng trắng cho vân tối trùng nhau tại một điểm có tọa độ x khi

$$\begin{cases} x = \left(k + \dfrac{1}{2}\right)\dfrac{\lambda D}{a} \\ \lambda_{\min} \le \lambda \le \lambda_{\max} \end{cases} \Rightarrow \frac{ax}{\lambda_{\max} D} \le k + \frac{1}{2} \le \frac{ax}{\lambda_{\min} D}$$

Số giá trị của k chính là số bức xạ cho vân tối trùng nhau tại một điểm có tọa độ x trên trường giao thoa.

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ 380 nm đến 760 nm. Khoảng cách giữa 2 khe là 0,8 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa 2 khe đến màn là 2 m. Trên màn tại vị trí cách vân trung tâm 3mm có vân sáng của những bức xạ nào?

A. Hai bức xạ có bước sóng 0,4 μm; 0,6 μm.

B. Hai bức xạ có bước sóng 0,45 μm; 0,64 μm.

C. Hai bức xạ có bước sóng 0,6 μm; 0,8 μm.

D. Hai bức xạ có bước sóng 0,65 μm; 0,85 μm.

Lời giải

Ta có: $\begin{cases} x = k\dfrac{\lambda D}{a} \\ \lambda_{\min} \le \lambda \le \lambda_{\max} \end{cases} \Rightarrow \frac{ax}{\lambda_{\max} D} \le k \le \frac{ax}{\lambda_{\min} D}$

Thay số vào ta tìm được $3,15 \ge k \ge 1,57 \Rightarrow k = 2;3$.

Vậy: - Với $k=2$ ta có bức xạ có bước sóng $\lambda=0,6.10^{-6}\text{m}=0,6\mu\text{m}$

- Với $k=3$ ta có bức xạ có bước sóng $\lambda'=\frac{1,2.10^{-6}}{k}=0,4\mu\text{m}$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 bằng 2mm, khoảng cách từ hai khe tới màn quan sát $D=2$ m. Chiếu vào hai khe bằng nguồn phát ánh sáng trắng có bước sóng $0,40\mu\text{m}\le\lambda\le0,76\mu\text{m}$. Có bao nhiêu bức xạ cho vân tối tại vị trí cách vân trung tâm 2,6mm?

A. 3. B. 2. C. 4. D. 5.

Lời giải

Giả sử tại vị trí có tọa độ x = 2,6 mm trùng với vân tối của bức xạ có bước sóng λ, ta có: $\begin{cases}x=\left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{a}\\ \lambda_{\min}\le\lambda\le\lambda_{\max}\end{cases}\Rightarrow\frac{ax}{\lambda_{\max}D}\le k+\frac{1}{2}\le\frac{ax}{\lambda_{\min}D}$

Thay số, ta có $2,92\le k\le6$, suy ra k = 3, 4, 5, 6 nên có 4 bức xạ cho vân tối tại vị trí cách vân trung tâm 2,6 mm.

Đáp án C.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm của Y – âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,8 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là 1,6 m. Dùng ánh sáng trắng $(0,76\mu\text{m}>\lambda>0,38\mu\text{m})$ để chiếu sáng hai khe. Hãy cho biết có bao nhiêu bức xạ cho vân sáng trùng với vân sáng bậc 4 của ánh sáng màu vàng có bước sóng $\lambda_v=0,60\mu\text{m}$.

A. 3. B. 2. C. 4. D. 5.

Lời giải

Vị trí vân sáng trùng với vân sáng bậc 4 của ánh sáng màu vàng:

$$x=4\frac{\lambda_v D}{a}=k\frac{\lambda D}{a}\Rightarrow k=\frac{4\lambda_v}{\lambda}$$

Từ $0,76\mu\text{m}>\lambda>0,38\mu\text{m}$ suy ra $3,2\le k\le6,3\Rightarrow k=4;5;6$.

Đáp án A.

Ví dụ 4: Trong thí ngiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 2 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 1,2 m. Nguồn S đặt cách đều S_1S_2 phát ánh sáng trắng có bước sóng từ $0,4\mu\text{m}$ đến $0,76\mu\text{m}$. Cho $c=3.10^8$ m/s. Tại M trên màn có hiệu khoảng cách từ M đến S_1, S_2 là $5\mu\text{m}$. Tìm tần số ánh sáng lớn nhất của bức xạ cho vân sáng tại M:

A. $4,2.10^{14}$Hz. B. $7,6.10^{15}$Hz. C. $7.8.10^{14}$Hz. D. $7,2.10^{14}$Hz.

Lời giải

Tại M là vân sáng khi $d_2-d_1=\frac{ax}{D}=kx$, suy ra $\lambda=\frac{5}{k}(\mu\text{m})$.

Vì $0,4\le\lambda\le0,76\Rightarrow6,6\le k\le12,5$. Tần số lớn nhất $f_{\max}$ khi $\lambda_{\min}\Rightarrow k_{\max}=12$.

Vậy $f_{\max}=\frac{c}{\lambda_{\min}}=\frac{12}{5}.10^6.3.10^8=7,2.10^{14}\text{Hz}$.

Đáp án D.

Ví dụ 5: Ta chiếu sáng hai khe Y – âng bằng ánh sáng trắng với bước sóng ánh sáng đỏ là 0,75 μm và ánh sáng tím là 0,4 μm. Biết a = 0,5 mm, D = 2 m. Ở đúng vị trí vân sáng bậc 4 màu đỏ, có bao nhiêu bức xạ cho vân sáng nằm trùng ở đó?

A. 5. B. 2. C. 3. D. 4.

Lời giải

Vị trí vân sáng bậc 4 màu đỏ: $x_{4d} = 4.\frac{\lambda_d D}{a} = 4.\frac{0,75.10^{-6}.2}{0,5.10^{-3}} = 12$ mm

Vị trí các vân sáng: $x_{4d} = x_s = k.\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{s_{4d}.a}{k.D} = \frac{3}{k}, k \in Z$

Với ánh sáng trắng: $0,4 \le \lambda \le 0,75 \Leftrightarrow 0,4 \le \frac{3}{k} \le 0,75 \Leftrightarrow 4 \le k \le 7,5$ và $k \in Z$.

Có 4 giá trị của k là 4, 5, 6, 7 nên có 4 bức xạ cho vân sáng nằm ở vị trí vân sáng bậc 4 màu đỏ.

Đáp án D.

Ví dụ 6: Một khe hẹp F phát ánh sáng trắng chiếu sáng hai khe S_1, S_2 cách nhau 1,5 mm. Màn M quan sát vân giao thoa cách mặt phẳng của hai khe một khoảng D = 1,2 m.

a) Tính các khoảng vân i_1 và i_2 cho bởi hai bức xạ giới hạn 750 nm và 400 nm của phổ khả kiến.

b) Ở điểm A trên màn M cách vân chính giữa 2 mm có vân sáng của những bức xạ nào và vân tối của những bức xạ nào?

Lời giải

a) Với $\lambda_1 = 750(\text{nm}) = 0,75.10^{-6}(\text{m})$ thì $i_1 = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,75.10^{-6}.1,2}{1,5.10^{-3}} = 0,6.10^{-3}(\text{m})$

Với $\lambda_2 = 400(\text{nm}) = 0,4.10^{-6}(\text{m})$ thì $i_2 = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,4.10^{-6}.1,2}{1,5.10^{-3}} = 0,32.10^{-3}(\text{m})$

b) Các bức xạ có bước sóng thỏa mãn $0,4.10^{-6}(\text{m}) \le \lambda \le 0,75.10^{-6}(\text{m})$

+ Các bức xạ cho vân sáng tại A:

$$x_A = k\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ax_A}{kD} = \frac{1,5.10^{-3}.2.10^{-3}}{k.1,2} = \frac{2,5}{k}.10^{-6}(\text{m})$$

Ứng với mỗi giá trị k khác nhau sẽ có vân sáng khác nhau. Ta có

$$\frac{ax_A}{\lambda_d D} \le k \le \frac{ax_A}{\lambda_t D} \Leftrightarrow \frac{1,5.10^{-3}.2.10^{-3}}{0,75.10^{-6}.1,2} \le k \le \frac{1,5.10^{-3}.2.10^{-3}}{0,4.10^{-6}.1,2} \Leftrightarrow 3,3 \le k \le 6,25$$

Có 3 giá trị k thỏa mãn $k_1 = 4$, $k_2 = 5$, $k_3 = 6$ nên có 3 bức xạ cho vân sáng tại A là

$$\begin{cases} \lambda_1 = \frac{2,5}{k_1}.10^{-6} = 0,625.10^{-6}(\text{m}) \\ \lambda_2 = \frac{2,5}{k_2}.10^{-6} = 0,5.10^{-6}(\text{m}) \\ \lambda_3 = \frac{2,5}{k_3}.10^{-6} = 0,4167.10^{-6}(\text{m}) \end{cases}$$

+ Các bức xạ cho vân tối tại A:

$$x_A=\left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{a}\Rightarrow\lambda=\frac{ax_A}{\left(k+\frac{1}{2}\right)D}=\frac{1,5.10^{-3}.2.10^{-3}}{(k+0,5).1,2}=\frac{2,5}{(k+0,5)}.10^{-6}(\text{m})$$

Với $\lambda_t\le\frac{ax_A}{\left(k+\frac{1}{2}\right)D}\le\lambda_d\Rightarrow\frac{ax_A}{\lambda_d D}=\frac{1,5.10^{-3}.2.10^{-3}}{(k+0,5).1,2}=\frac{2,5}{(k+0,5)}10^{-6}$

Vậy có 3 giá trị k thỏa mãn là $k_1'=3$, $k_2'=4$, $k_3'=5$ nên có 3 bức xạ cho vân tối tại A là:

$$\begin{cases}\lambda_1'=\dfrac{2,5}{\left(k_1'+\frac{1}{2}\right)}.10^{-6}(\text{m})=0,7142.10^{-6}(\text{m})\\ \lambda_2'=\dfrac{2,5}{\left(k_2'+\frac{1}{2}\right)}.10^{-6}(\text{m})=0,5556.10^{-6}(\text{m})\\ \lambda_3'=\dfrac{2,5}{\left(k_3'+\frac{1}{2}\right)}.10^{-6}(\text{m})=0,4545.10^{-6}(\text{m})\end{cases}$$

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y – âng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 bằng 2 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là D = 2 m. Chiếu vào hai khe bằng chùm sáng trắng có bước sóng λ $(0,38\mu\text{m}\le\lambda\le0,76\mu\text{m})$. Có bao nhiêu bức xạ cho vân sáng tại vị trí cách vân trung tâm 3,2 mm.

A. 3. B. 4. C. 5. D. 6.

Lời giải

Giả sử tại vị trí có tọa độ $x=3,2$ mm trùng với vân sáng bậc k của bức xạ có bước sóng λ, ta có: $x=k\frac{\lambda D}{a}\Rightarrow k=\frac{ax}{\lambda D}$

Vì $\underbrace{0,38\mu\text{m}}_{\lambda_{\min}}\le\lambda\le\underbrace{0,76\mu\text{m}}_{\lambda_{\max}}\Rightarrow\frac{ax}{\lambda_{\max}D}\le k\le\frac{ax}{\lambda_{\min}D}$. Từ đó ta có

$$\frac{2.3,2}{0,76.10^{-3}.2.10^3}\le k\le\frac{2.3,2}{0,38.10^{-3}.2.10^3}\Leftrightarrow4,21\le k\le8,42$$

Do $k\in\mathbb{Z}$ nên có 4 bức xạ cho vân sáng trùng nhau tại đó có x = 3,2 mm. Nếu đề bài hỏi thêm là những bước sóng đó có giá trị bao nhiêu thì ta có:

$$k=5\Rightarrow\lambda=\frac{ax}{kD}=\frac{2.3,2}{5.2}=0,64(\mu\text{m})$$
$$k=6\Rightarrow\lambda=\frac{ax}{kD}=\frac{2.3,2}{6.2}=0,54(\mu\text{m})$$
$$k=7\Rightarrow\lambda=\frac{ax}{kD}=\frac{2.3,2}{7.2}=0,46(\mu\text{m})$$
$$k=8\Rightarrow\lambda=\frac{ax}{kD}=\frac{2.3,2}{8.2}=0,40(\mu\text{m})$$

Đáp án B.

Loại 2: Xác định bề rộng quang phổ bậc k trong giao thoa với ánh sáng trắng

Bề rộng quang phổ là khoảng cách giữa vân sáng màu đỏ và vân sáng màu tím của một vùng quang phổ.

Bề rộng quang phổ bậc k được xác định bởi

$$\Delta x_k = ki_d - ki_t = \frac{k(\lambda_d - \lambda_t)D}{a}$$

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm về giao thoa ánh sáng trắng có a = 3 mm, D = 3 m, bước sóng từ 0,4 μm đến 0,75 μm. Trên màn quan sát thu được các dải quang phổ. Bề rộng của dải quang phổ thứ 2 kể từ vân sáng trắng trung tâm là bao nhiêu?

A. 0,14 mm. B. 0,7 mm. C. 0,35 mm. D. 0,5 mm.

Lời giải

Bề rộng quang phổ bậc 2 ứng với $k=2$.

$$\Delta x_2 = \frac{kD}{a}(\lambda - \lambda_t) = \frac{2.3}{3.10^{-3}}.0,35.10^{-6} = 0,7.10^{-3}\text{m} = 0,7\text{mm}$$

Đáp án B.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng khe Y – âng. Khoảng cách giữa 2 khe kết hợp là a = 2 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là D = 2 m. Nguồn phát ra ánh sáng trắng có bước sóng từ 380 nm đến 760 nm. Vùng phủ nhau giữa quang phổ bậc hai và quang phổ bậc ba có bề rộng là?

A. 0,76 mm. B. 0,38 mm. C. 1,14 mm. D. 1,52 mm.

Lời giải

Vùng phủ nhau giữa quang phổ bậc hai và quang phổ bậc ba có bề rộng là:

$$\Delta_x = 2\frac{\lambda_t D}{a} - 3\frac{\lambda_t D}{a} = (2.0,76 - 3.0,38)\frac{2}{2} = 0,38\text{mm}$$

Đáp án B.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y – âng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 bằng 1 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là D = 2m. Chiếu vào hai khe bằng chùm sáng trắng có bước sóng λ $(0,38\mu\text{m} \le \lambda \le 0,76\mu\text{m})$. Chiều rộng của quang phổ bậc 3 trên màn là:

A. $\Delta x_3 = 1,14\text{mm}$.. B. $\Delta x_3 = 2,28\text{mm}$..

C. $\Delta x_3 = 3,42\text{mm}$.. D. $\Delta x_3 = 2,44\text{mm}$..

Lời giải

Chiều rộng quang phổ bậc k là khoảng cách từ vân đỏ bậc k đến vân tím bậc k, ta có:

$$\Delta x_k = x_k^d - x_k^t = k\frac{\lambda_d D}{a} - k\frac{\lambda_t D}{a} = k\frac{(\lambda_d - \lambda_t)D}{a}$$

Chiều rộng quang phổ bậc $k=3$ là:

$$\Delta x_3 = 3\frac{(\lambda_d - \lambda_t)D}{a} = 3\frac{(0,76 - 0,38).10^{-3}.2.10^3}{1} = 2,28\text{mm}$$

Đáp án B.

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y – âng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 bằng 1 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là D = 2m. Chiếu vào hai khe bằng chùm sáng trắng có bước sóng λ $(0,38\mu m \le \lambda \le 0,76\mu m)$. Tính bề rộng đoạn chồng chập của quang phổ bậc $n = 5$ và quang phổ bậc $t = 7$ trên trường giao thoa

A. $\Delta x = 0,76mm$. B. $\Delta x = 2,28mm$. C. $\Delta x = 1,14mm$. D. $\Delta x = 1,44mm$.

Lời giải

Đoạn chồng chập của quang phổ bậc n với quang phổ bậc t được tính theo công thức: $\Delta x_{n-t} = x_n^d - x_t^t = n\frac{\lambda_d D}{a} - t\frac{\lambda_t D}{a}$

Có hai khả năng như sau:

Khả năng 1: $\Delta x_{n-t} = x_n^d - x_t^t = n\frac{\lambda_d D}{a} - t\frac{\lambda_t D}{a} > 0$ thì hai dải quang phổ có chồng nhau.

Khả năng 2: $\Delta x_{n-t} = x_n^d - x_t^t = n\frac{\lambda_d D}{a} - t\frac{\lambda_t D}{a} \le 0$ thì hai dải quang phổ không chồng nhau. Áp dụng công thức trên với ví dụ này ta có:

$$\Delta x_{5-7} = x_5^d - x_7^t = 5\frac{\lambda_d D}{a} - 7\frac{\lambda_t D}{a} = 5.\frac{0,76.2}{1} - 7.\frac{0,38.2}{1} = 2,28mm$$

Đáp án B.

Ví dụ 5: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2 m. Nguồn sáng phát ra vô số ánh sáng đơn sắc có bước sóng biến thiên liên tục từ 380 nm đến 750 nm. Trên màn, khoảng cách gần nhất từ vân sáng trung tâm đến vị trí mà ở đó có hai bức xạ cho vân sáng là

A. 9,12 mm. B. 4,56 mm. C. 6,08 mm. D. 3,04 mm.

Lời giải

Vị trí cần tìm là vị trí vân sáng bậc 3 của ánh sáng tím.

$x_t = 3.\frac{\lambda_t D}{a} = 3.\frac{0,38.2}{0,5} = 4,56mm$. (Quang phổ bậc 2 sẽ có 1 phần trùng với quang phổ bậc 3)

Lập luận chặt chẽ như sau: Để hai quang phổ có phần trùng lên nhau thì tọa độ vân sáng bậc n của ánh sáng đỏ thuộc quang phổ bậc n phải lớn hơn hoặc bằng tọa độ vân sáng bậc $n+1$ của ánh sáng tím thuộc quang phổ bậc $n+1$, tức là ta có: $n\frac{\lambda_d D}{a} \ge (n+1)\frac{\lambda_t D}{a} \Leftrightarrow n \ge \frac{\lambda_t}{\lambda_d}(n+1) = \frac{380}{750}(n+1) \Leftrightarrow n \ge 1,027.$

Vì ta cần tìm khoảng cách gần nhất nên ta lấy n min. Suy ra $n = 2$.

Đáp án B.

Ví dụ 6: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát ra vô số ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ biến thiên liên tục trong khoảng từ 400 nm đến 760 nm ($400\ nm < \lambda < 760\ nm$). Trên màn quan sát, tại M chỉ có một bức xạ cho vân sáng và hai bức xạ có bước sóng λ_1 và λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) cho vân tối. Giá trị nhỏ nhất của λ_2 là

A. 667 nm. B. 608 nm. C. 507 nm. D. 560 nm.

Lời giải

+ Điều kiện cần để có 2 vân tối trùng nhau là:

$$(k+0,5)\frac{\lambda_{max}D}{a} > (k+1,5)\frac{\lambda_{min}D}{a} \Rightarrow (k+0,5).0,76 > (k+1,5).0,4 \Rightarrow k > 0,61 \text{ (1)}$$

+ Điều kiện đủ để số vân tối trùng nhau không vượt quá 2 là:

$$(k+1,5)\frac{\lambda_{min}D}{a} > (k-0,5)\frac{\lambda_{max}D}{a} \Rightarrow 0,4(k+1,5) > 0,76(k-0,5)$$

$\Rightarrow k < 2,73$ (2)

Với $k \in \mathbb{N}$ và kết hợp với (1) và (2) $\Rightarrow k = 1;2$

+ Hơn nữa tại M có 2 vân tối trùng lên nhau nên chắc chắn đã có 1 vân sáng tại M, vậy để cho tại M chỉ có 1 vân sáng thì :

$$k\frac{\lambda_{max}D}{a} < (k+1,5)\frac{\lambda_1 D}{a} = (k+1)\frac{\lambda D}{a} = (k+0,5)\frac{\lambda_2 D}{a} < (k+2)\frac{\lambda_{min}D}{a}$$

+ Với $k=1$, ta có: $1.0,76 < 1,5\lambda_2 \Rightarrow \lambda_2 > 507\,\text{nm} \Rightarrow \lambda_{2min} = 507\text{nm}$

Ta có $\lambda_1 = \frac{1,5}{2,5}\lambda_2 = 304,2\,\text{nm} < 400\,\text{nm}$ (loại)

+ Với $k=2$, ta có: $2.0,76 < 2,5\lambda_2 \Rightarrow \lambda_2 > 608\,\text{nm} \Rightarrow \lambda_{2min} = 608\,\text{nm}$

Ta có $\lambda_1 = \frac{2,5}{3,5}\lambda_2 = 434\,\text{nm} > 400\,\text{nm}$ (thỏa mãn điều kiện)

Vậy giá trị nhỏ nhất của λ_2 là 608 nm

Đáp án B.

2. Giao thoa với hai ánh sáng đơn sắc

2.1. Phương pháp

Phương pháp được trình bày cụ thể ở ví dụ minh họa

2.2. Ví dụ minh họa

Loại 1: Vân sáng trùng nhau của hai ánh sáng đơn sắc, số vân quan sát được

Vị trí vân sáng trùng nhau của hai bức xạ:

$$x_{S_1} = x_{S_2} \Leftrightarrow k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{p}{q}$$

Trong đó $\frac{p}{q}$ là một phân số tối giản. Suy ra ta có thể viết $\begin{cases} k_1 = pn \\ k_2 = qn \end{cases}$.

Tọa độ vân trùng (vị trí trùng) là: $x_{\equiv} = pn\frac{\lambda_1 D}{a} = qn\frac{\lambda_2 D}{a}$.

Muốn tìm số vân (vạch) trùng nhau, ta chỉ việc cho $x_{\equiv}$ nằm trong khoảng mà ta khảo sát, sẽ tìm đươc số giá trị của n chính là số vân trùng. Do đã trùng nhau một số vân trùng là $N_{\equiv}$ nên số vân quan sát được là:

$$N = N_1 + N_2 - N_{\equiv}$$

Trong đó N_1 là số vân sáng của ánh sáng có bước sóng λ_1; N_2 là số vân sáng của ánh sáng có bước sóng λ_2.

Ví dụ 1: Tiến hành giao thoa bằng ánh sáng tổng hợp của hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,6\mu m$ và $\lambda_2 = 0,4\mu m$. Khoảng cách giữa hai khe Y – âng là 1 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 2. Bề rộng trường giao thoa $L = 2,5\,\text{cm}$. Hỏi trên trường giao thoa quan sát thấy bao nhiêu vân sáng?

A. 43 vân sáng. B. 62 vân sáng. C. 41 vân sáng. D. 73 vân sáng.

Lời giải

Cách 1: Ta sẽ tìm số vân sáng của riêng bức xạ λ_1, của riêng bức xạ λ_2 và số vân sáng trùng nhau của hai bức xạ. Khi đó: $N = N_1 + N_2 - N_{\equiv}$

Trong đó N_1 là số vân sáng của ánh sáng có bước sóng λ_1; N_2 là số vân sáng của ánh sáng có bước sóng λ_2.

- Tìm số vân sáng của λ_1.

Ta có số vân sáng do bức xạ có bước sóng λ_1 tạo ra là:

$$N_1 = \left[\frac{L}{2i_1}\right].2+1 = \left[\frac{25}{2.1,2}\right].2+1 = 21$$

- Tìm số vân sáng của λ_2.

Số vân sáng do bức xạ có bước sóng λ_2 tạo ra là:

$$N_2 = \left[\frac{L}{2i_2}\right].2+1 = \left[\frac{25}{2.0,8}\right].2+1 = 31$$

- Tìm số vân trùng.

Vị trí vân trùng: $x_{S_1} = x_{S_2} \Leftrightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{0,4}{0,6} = \frac{2}{3} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 2n \\ k_2 = 3n \end{cases}$

Tọa độ vân trùng: $x_{\equiv} = 2n.\frac{\lambda_1 D}{a} = 2n.\frac{0,6.2}{1} = 2,4n$

Số vân trùng là số giá trị n thỏa mãn

$$-\frac{L}{2} \le x_{\equiv} \le \frac{L}{2} \Leftrightarrow -12,5 \le 2,4n \le 12,5 \Leftrightarrow -5,21 \le n \le 5,21$$

Có 11 giá trị n thỏa mãn nên có tổng cộng 11 vân trùng.

- Số vân sáng quan sát được là: $N = N_1 + N_2 - 11 = 41$

Cách 2:

Khoảng vân do bức xạ có bước sóng λ_1 sinh ra:

$$i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} = \frac{0,6.10^{-3}.2.10^3}{1} = 1,2\text{mm}$$

Khoảng vân do bức xạ có bước sóng λ_2 sinh ra:

$$i_2 = \frac{\lambda_2 D}{a} = \frac{0,4.10^{-3}.2.10^3}{1} = 0,2\text{mm}$$

Số vân sáng do bức xạ có bước sóng λ_1 tạo ra là:

$$N_1 = \left[\frac{L}{2i_1}\right].2+1 = \left[\frac{25}{2.1,2}\right].2+1 = 21$$

Số vân sáng do bức xạ có bước sóng λ_2 tạo ra là:

$$N_2 = \left[\frac{L}{2i_2}\right].2+1 = \left[\frac{25}{2.0,8}\right].2+1 = 31$$

Trong các vân quan sát được trên màn, có các vân của hai bức xạ trên trùng nhau.

Vị trí các vân trùng nhau thỏa mãn hệ thức: $\frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{2}{3}$

Trong đó giá trị lớn nhất của k_1 thỏa mãn: $k_{1_{max}} \le \frac{L}{2i_1} = \frac{25}{2.1,2} = 10,42$

Vậy có 11 vân sáng trùng nhau, các bậc được lập như trong bảng sau:

k_1	0	±2	±4	±6	±8	±10
k_2	0	±3	±6	±9	±12	±15

Số vân sáng quan sát được trên màn là: $N = N_1 + N_2 - 11 = 41$ (vân sáng)

Đáp án C.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với hai khe Y-âng, nguồn sáng phát ra đồng thời 2 bức xạ có các bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 0,4\mu m$ và $\lambda_2 = 0,6\mu m$. Hai điểm M và N trên trường giao thoa nằm cùng một phía so với vân trung tâm. Điểm M trùng với vân sáng bậc 7 của bức xạ λ_1, điểm N nằm trùng với vân sáng bậc 13 của bức xạ λ_2. Hỏi số vân sáng quan sát được trong đoạn MN?

A. 17 vân sáng. B. 18 vân sáng. C. 19 vân sáng. D. 16 vân sáng.

Lời giải

Ta sẽ dùng phương pháp tương tự ví dụ trên.

Tại điểm P nằm trên đoạn MN, có vân sáng của bức xạ λ_1 có bậc k_1 thỏa mãn:

$$OM \le k_1 i_1 \le ON \Leftrightarrow 7i_1 \le k_1 i_1 \le 13i_2 \Leftrightarrow 7 \le k_1 \le 13\frac{i_2}{i_1} = 13\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 13\frac{0,6}{0,4} = 19,5$$

$$\Rightarrow k_1 = 7;8;9;...;19.$$

Số vân sáng do bức xạ λ_1 phát ra là: $N_1^S = 19 - 7 + 1 = 13$ (vân sáng).

Tại điểm P nằm trên đoạn MN, có vân sáng của bức xạ λ_2 có bậc k_2 thỏa mãn:

$$OM \le k_2 i_2 \le ON \Leftrightarrow 7i_1 \le k_2 i_2 \le 13i_2 \Leftrightarrow 7\frac{i_1}{i_2} = 7\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 7\frac{0,4}{0,6} = 4,67 \le k_2 \le 13$$

$$\Rightarrow k_2 = 5;6;7;...;13.$$

Số vân sáng do bức xạ λ_2 phát ra là: $N_2^S = 13 - 5 + 1 = 9$ (vân sáng).

Bây giờ ta sẽ tìm số vân trùng nhau. Ta có

$$x_{S_1} = x_{S_2} \Leftrightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{0,6}{0,4} = \frac{3}{2} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 3n \\ k_2 = 2n \end{cases} \Rightarrow x_{\equiv} = 3n.i_1 = 2n.i_2$$

Từ đó ta có: $7i_1 \le 3n.i_1 \le 13i_2 \Leftrightarrow \frac{7}{3} \le n \le \frac{13}{3}.\frac{i_2}{i_1} = \frac{13}{3}.\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{13}{3}.\frac{0,6}{0,4} = 6,5$

$\Rightarrow 2,3 \le n \le 6,5 \Rightarrow n = 3;4;5;6$

Có 4 giá trị nguyên của n nên có 4 vân sáng trùng nhau.

Vậy số vân sáng quan sát được trên đoạn MN là: $N = 13 + 9 - 4 = 18$ (vân sáng).

Đáp án B.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa với hai khe Y-âng, nguồn sáng phát ra đồng thời 2 bức xạ có các bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 0,45\mu m$ và $\lambda_2 = 0,6\mu m$. Hai điểm M và N trên trường giao thoa nằm cùng một phía so với vân trung tâm. Điểm M trùng với vân sáng bậc 11 của bức xạ λ_1, điểm N nằm trùng với vân sáng bậc 13 của bức xạ λ_2. Hỏi số vân sáng quan sát được trong đoạn MN?

A. 47 vân sáng. B. 44 vân sáng. C. 40 vân sáng. D. 42 vân sáng.

Lời giải

Tại điểm P nằm trên đoạn MN, có vân sáng của bức xạ λ_1 có bậc k_1 thỏa mãn:

$$-OM \le k_1 i_1 \le ON \Leftrightarrow -11i_1 \le k_1 i_1 \le 13i_2 \Leftrightarrow -11 \le k_1 \le 13\frac{i_2}{i_1} = 13\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 13\frac{0,6}{0,45} = 17,33$$

$$\Rightarrow k_1 = -11;-10;...;0;1;...17.$$

Số vân sáng do bức xạ λ_1 phát ra là: $N_1^S = 17-(-11)+1 = 29$ (vân sáng).

Tại điểm P nằm trên đoạn MN, có vân sáng của bức xạ λ_2 có bậc k_2 thỏa mãn:

$-OM \le k_2 i_2 \le ON \Leftrightarrow -11i_1 \le k_2 i_2 \le 13i_2$

$\Leftrightarrow -11\dfrac{i_1}{i_2} = -11\dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = -11\dfrac{0,45}{0,6} = 4-8,25 \le k_2 \le 13 \Rightarrow k_2 = -8;-7;...;0;1;...;13.$

Số vân sáng do bức xạ λ_2 phát ra là: $N_2^S = 13-(-8)+1 = 22$ (vân sáng).

Bây giờ ta sẽ tìm số vân trùng nhau. Ta có

$$x_{S_1} = x_{S_2} \Leftrightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{0,6}{0,45} = \frac{4}{3} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 4n \\ k_2 = 3n \end{cases} \Rightarrow x_{\equiv} = 4n.i_1 = 3n.i_2$$

Từ đó ta có: $-11i_1 \le 4n.i_1 \le 13i_2 \Leftrightarrow -\dfrac{11}{4} \le n \le \dfrac{13}{4}.\dfrac{i_2}{i_1} = \dfrac{13}{4}.\dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = \dfrac{13}{4}.\dfrac{0,6}{0,45} = 64,33$

$\Rightarrow -2,75 \le n \le 4,33 \Rightarrow n = -2;-1;...;3;4.$

Có 7 giá trị nguyên của n nên có 7 vân sáng trùng nhau trên đoạn MN thỏa mãn.

Vậy số vân sáng quan sát được trên đoạn MN là: $N = 29+22-7 = 44$ (vân sáng).

Đáp án B.

Ví dụ 4: Thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y – âng. Chiếu vào hai khe đồng thời hai bức xạ đơn sắc nhìn thấy có bước sóng $\lambda_1 = 0,42\mu m$ và λ_2 thì trên màn quan sát giữa hai điểm M, N cùng màu với vân trung tâm người ta thấy có 16 khoảng vân của bức xạ λ_1. Giữa M và N còn 3 vị trí khác cho màu giống như màu của vân trung tâm. Bước sóng λ_2 có giá trị là

A. $0,48\mu m$. B. $0,56\mu m$. C. $0,63\mu m$. D. $0,49\mu m$.

Lời giải

Gọi Δx_{min} là khoảng cách nhỏ nhất giữa hai vân sáng cùng màu với vân trung tâm. Do giữa M và N còn có 3 vị trí khác cùng màu với màu của vân trung tâm nên khoảng cách giữa M và N là khoảng cách giữa 5 vân sáng liên tiếp cùng màu với vân trung tâm, do đó ta có: $MN = 4\Delta x_{min} = 16i_1$.

Suy ra khoảng cách nhỏ nhất giữa hai vân sáng cùng màu với vân trung tâm thỏa mãn: $\Delta x_{min} = 4i_1 = k_2 i_2 \Rightarrow k_2 = \dfrac{4i_1}{i_2} = \dfrac{4\lambda_1}{\lambda_2} = \dfrac{4.0,42}{\lambda_2} = \dfrac{1,68}{\lambda_2}$

Vì bức xạ λ_2 là ánh sáng nhìn thấy nên $0,38\mu m \le \lambda \le 0,76\mu m$. Từ đó ta có

$$\frac{1,68}{0,76} \le k_2 = \frac{1,68}{\lambda_2} \le \frac{1,68}{0,38} \Leftrightarrow 2,21 \le k_2 \le 4,42$$

Vì $\lambda_1 \le \lambda_2$ nên chọn $k_2 = 3 \Rightarrow \lambda_2 = \dfrac{1,68}{k_2} = \dfrac{1,68}{3} = 0,56\mu m$.

Đáp án B.

Ví dụ 5: Tiến hành giao thoa với hai khe Y – âng có khoảng cách giữa hai khe là $a = 2$ mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe tới màn quan sát là $D = 2$ m. Ánh sánh giao thoa là chùm sáng tổng hợp có bước sóng biến thiên liên tục trong giới hạn $\lambda_1 = 0,52\mu m \le \lambda \le \lambda_2 = 0,68\mu m$. Tìm khoảng cách nhỏ nhất từ vân sáng trung tâm tới vị trí mà tại đó có hai vân sáng trùng nhau?

A. $x_{min} = 2,08$ mm. B. $x_{min} = 1,04$ mm.

C. $x_{min} = 2,72$ mm. D. $x_{min} = 2,60$ mm

Lời giải

Điều kiện để một vị trí có hai quang phổ bậc k và $k+1$ chồng chập lên nhau là:

$$x_1^{k+1} \le x_2^k \Leftrightarrow (k+1)\frac{\lambda_1 D}{a} \le k\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow (k+1)\lambda_1 - k\lambda_2 \le 0$$
$$\Leftrightarrow (k+1).0,52 - k.0,68 \le 0 \Rightarrow k \ge 3,25$$

Vậy hiện tượng chồng chập bắt đầu xảy ra giữa quang phổ bậc 4 và quang phổ bậc 5. Vị trí có hai vân chồng chập lên nhau và gần vân trung tâm nhất chính là vị trí vân sáng bậc 5 của bức xạ λ_1. Ta có:

$$x_{\min} = 5\frac{\lambda_1 D}{a} = 5.\frac{0,52.10^{-3}.2.10^3}{2} = 2,60 \text{ (mm)}.$$

Đáp án D.

Ví dụ 6: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu sáng đồng thời bởi hai bức xạ đơn sắc có bước sóng lần lượt là λ_1 và λ_2. Trên màn quan sát, có vân sáng bậc 12 của λ_1 trùng với vân sáng bậc 10 của λ_2. Tỉ số $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ bằng:

A. $\frac{6}{5}$. B. $\frac{2}{3}$. C. $\frac{5}{6}$. D. $\frac{3}{2}$.

Lời giải

Vị trí vân sáng trùng nhau của hai bức xạ:

$$x_{S_1} = x_{S_2} \Leftrightarrow k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{10}{12} = \frac{5}{6}$$

Đáp án C.

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát đồng thời hai bức xạ đơn sắc, trong đó bức xạ màu đỏ có bước sóng $\lambda_d = 720$ nm và bức xạ màu lục có bước sóng λ_l (có giá trị trong khoảng từ 500 nm đến 575 nm). Trên màn quan sát, giữa hai vân sáng gần nhau nhất và cùng màu với vân sáng trung tâm có 8 vân sáng màu lục. Tính bước sóng λ_l của áng sáng màu lục.

A. 720 nm. B. 560 nm. C. 480 nm. D. 360 nm.

Lời giải

Vị trí các vân trùng có: $k_d\lambda_d = k_l\lambda_l \Rightarrow k_d = \frac{k_l\lambda_l}{\lambda_d}$.

Vì giữa hai vân trùng gần nhau nhất có 8 vân màu lục nên vân trùng đầu tiên tính từ vân trung tâm là vân sáng bậc 9 của ánh sáng màu lục. Theo bài ra ta có

$$\frac{9.500}{720} = 6,25 \le k_d \le \frac{9.575}{720} = 7,12.$$

Vì $k_d \in Z \Rightarrow k_d = 7$. Từ đó suy ra bước sóng của ánh sáng màu lục là:

$$\lambda_l = \frac{k_d\lambda_d}{k_l} = 560 \text{ nm}.$$

Đáp án B.

Ví dụ 8: Trong thí nghiệm Y – âng, hai khe được chiếu đồng thời bức xạ đơn sắc, trong đó một bức xạ $\lambda_1 = 450$ nm, còn bức xạ λ_2 có bước sóng có giá trị từ 600

nm đến 750 nm. Trên màn quan sát, giữa hai vân sáng gần nhất cùng màu với vân trung tâm có 6 vân sáng màu của λ_1. Giá trị của λ_2 bằng

A. 630 nm. B. 450 nm. C. 720 nm. D. 600 nm.

Lời giải

Xét khoảng cách giữa vân sáng đầu tiên cùng màu với vân trung tâm và vân trung tâm.

Khoảng này có 6 vân sáng với bức xạ λ_1. Như vậy tại vị trí vân sáng đầu tiên cùng màu với vân trung tâm có chứa vân sáng bậc 7 của bức xạ λ_1. Vị trí này là vân sáng bậc k_2 của bức xạ λ_2.

Ta có điều kiện vân trùng: $k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{7}{k_2}\lambda_1 = \frac{3,15}{k_2}(\mu m)$

Vì $0,6 \le \lambda_2 \le 0,75$ nên $4,2 \le k_2 \le 5,25$. Suy ra $k_2 = 5$.

Vậy bước sóng $\lambda_2 = 630$ nm.

Đáp án A.

Ví dụ 9: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là 2 m. Nguồn sáng dùng trong thí nghiệm gồm hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,45\mu m$ và $\lambda_2 = 0,6\mu m$. Trên màn quan sát, gọi M và N là hai điểm ở cùng một phía so với vân trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là 5,5 mm và 22 mm. Trên đoạn MN, số vị trí vân sáng trùng nhau của hai bức xạ trên là?

A. 5. B. 2. C. 3. D. 4.

Lời giải

Vị trí vân sáng trùng nhau của hai bức xạ trên là:

$$x_{S_1} = x_{S_2} \Leftrightarrow k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{600}{450} = \frac{4}{3}$$

Suy ra $\begin{cases} k_1 = 4x \\ k_2 = 3x \end{cases}$. Vị trí trùng nhau là $x_{\equiv} = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = 4x\frac{0,45.2}{0,5} = 7,2x(\text{mm})$.

Vì $x_M \le x_{\equiv} \le x_N$ nên $5,5 \le 7,2x \le 22 \Leftrightarrow 0,76 \le x \le 3,1$.

Có 3 giá trị của x thỏa mãn nên có 3 vị trí vân sáng trùng nhau của hai bức xạ trên đoạn MN.

Đáp án C.

Ví dụ 10: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 2 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là 2 m. Nguồn sáng dùng trong thí nghiệm gồm hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,45\mu m$ và $\lambda_2 = 0,6\mu m$. Trên bề rộng trường giao thoa 13 mm, số vân sáng quan sát được là bao nhiêu?

A. 50. B. 21. B. 29. D. 43.

Lời giải

Ta sẽ đi tìm số vân sáng chỉ do $\lambda_1 = 0,45\mu m$ tạo ra, số vân sáng chỉ do $\lambda_2 = 0,6\mu m$ tạo ra trên trường giao thoa. Sau đó ta trừ đi số vân sáng trùng nhau của hai bức xạ.

- Khoảng vân của bức xạ $\lambda_1 = 0,45\mu m$ là $i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} = 0,45$ mm.

Số vân sáng chỉ do $\lambda_1 = 0,45\mu m$ tạo ra là: $N_1 = 2\left[\frac{L}{2i_1}\right]+1 = 2.\left[\frac{13}{2.0,45}\right]+1 = 29$

- Khoảng vân của bức xạ $\lambda_2 = 0,6\mu m$ là $i_2 = \frac{\lambda_2 D}{a} = 0,6$ mm.

Số vân sáng chỉ do $\lambda_2 = 0,6\mu m$ tạo ra là: $N_2 = 2\left[\frac{L}{2i_2}\right]+1 = 2.\left[\frac{13}{2.0,6}\right]+1 = 21$

- Tìm số vân trùng:

Vị trí vân sáng trùng nhau của hai bức xạ trên là:

$$x_{S_1} = x_{S_2} \Leftrightarrow k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{0,6}{0,45} = \frac{4}{3}$$

Suy ra ta có thể viết $\begin{cases} k_1 = 4x \\ k_2 = 3x \end{cases}$.

Vị trí trùng nhau là $x_{\equiv} = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = 4x\frac{0,45.2}{2} = 1,8x(\text{mm})$.

Vì $-\frac{L}{2} \le x_{\equiv} \le \frac{L}{2}$ nên $-6,5 \le 1,8x \le 6,5 \Leftrightarrow -3,6 \le x \le 3,6$.

Có 7 giá trị của x thỏa mãn nên có 7 vị trí vân sáng trùng nhau của hai bức xạ.

Vậy số vân sáng quan sát đuược trên trường giao thoa là 29 + 21 – 7 = 43 vân.

Đáp án D.

Ví dụ 11: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y – âng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 bằng 2 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là D = 2,5 m. Chiếu vào hai khe đồng thời hai bức xạ với bước sóng $\lambda_1 = 0,45\mu m$ và $\lambda_2 = 0,75\mu m$. Tìm khoảng cách nhỏ nhất giữa hai vân sáng trùng nhau?

A. 2,8425 mm. B. 2,8125 mm. C. 2,2425 mm. D. 3,8125 mm.

Lời giải

Điều kiện các vân sáng bậc k_1 của bức xạ λ_1 trùng với vân sáng bậc k_2 của bức xạ λ_2 là:

$$k_1i_1 = k_2i_2 \Leftrightarrow k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} \Leftrightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Leftrightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{0,75}{0,45} = \frac{5}{3}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} k_1 = 5n \\ k_2 = 3n \end{cases} \Rightarrow x_{\equiv} = 5n.i_1 = 3n.i_2$$

Vậy khoảng cách nhỏ nhất giữa hai vân sáng trùng nhau ứng với $n = 1$ là:

$$\Delta x_{\min} = 5i_1 = 3i_2;\ i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} = \frac{0,45.10^{-3}.2,5.10^3}{2} = 0,5625 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \Delta x_{\min} = 5i_1 = 5.o,5625 = 2,8125 \text{ mm}$$

Đáp án B.

Ví dụ 12: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y – âng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 bằng 2 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là D = 2 m. Chiếu vào hai khe đồng thời hai bức xạ với bước sóng $\lambda_1 = 0,60\mu m$ và λ_2 chưa biết. Trong khoảng rộng L = 18 mm đối xứng qua vân trung tâm, đếm được 61 vân sáng, trong đó có 7 vân là kết quả trùng nhau của hệ vân. Tính λ_2 biết 2 trong 7 vân trùng nhau nằm ở mép ngoài cùng của trường giao thoa.

A. $\lambda_2 = 0,50\mu m$. B. $\lambda_2 = 0,55\mu m$.

C. $\lambda_2 = 0,75\mu m$.. D. Không tồn tại λ_2.

Lời giải

Khoảng vân đối với bước sóng λ_1: $i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} = \frac{0,6.10^{-3}.2.10^3}{2} = 0,6$ mm

Số vân sáng của bức xạ có bước sóng λ_1 quan sát đuược trên màn là:

$$N_S = \left[\frac{L}{2i}\right].2+1 = \left[\frac{18}{2.0,6}\right].2+1 = 31$$

Trong 61 vân sáng đếm được trên màn thì có 7 vân trùng nhau chỉ được đếm một lần. Số vân sáng thực tế do hai bức xạ phát ra là: $N_S^1 + N_S^2 = 61+7 = 68$

Số vân sáng bức xạ λ_2 phát ra là: $N_\lambda^2 = 68 - N_\lambda^1 = 68 - 31 = 37$

Do đó hai vân trùng nhau ở mép ngoài cùng của khoảng L chia hết cho cả i_1 và i_2, do đó: $N_S^2 = \left[\frac{L}{2i_2}\right].2+1 = \frac{L}{2i_2}.2+1 = 37$

$$\frac{18}{i_2} = 36 \Rightarrow i_2 = \frac{18}{36} = 0,5\text{mm} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{i_2 a}{D} = \frac{0,5.2}{2.10^3} = 0,5.10^{-3}\text{mm} = 0,5\mu m$$

Đáp án A.

Ví dụ 13: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y – âng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 bằng 2 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là D = 2 m. Chiếu vào hai khe đồng thời hai bức xạ với bước sóng $\lambda_1 = 0,50\mu m$ và λ_2 chưa biết. Trong khoảng rộng L = 8 mm đối xứng nhau qua vân trung tâm, đếm được 31 vân sáng, trong đó có 7 vân là kết quả trùng nhau của hệ vân. Tính λ_2 biết 2 trong 7 vân trùng nhau nằm ở mép ngoài cùng của trường giao thoa.

A. $\lambda_2 = 0,45\mu m$. B. $\lambda_2 = 0,55\mu m$. C. $\lambda_2 = 0,75\mu m$. D. $\lambda_2 = 0,40\mu m$.

Lời giải

Khoảng vân đối với bước sóng λ_1: $i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} = \frac{0,5.10^{-3}.2.10^3}{2} = 0,5\text{mm}$

Số vân sáng của bức xạ có bước sóng λ_1 quan sát được trên màn là:

$$N_S = \left[\frac{L}{2i}\right].2+1 = \left[\frac{8}{2.0,5}\right].2+1 = 17$$

Trong 31 vân sáng đếm được trên màn thì có 7 vân trùng nhau chỉ được đếm một lần. Vậy số vân sáng thực tế do hai bức xạ phát ra là:

$$N_S^1 + N_S^2 = 31+7 = 38$$

Số vân sáng bức xạ λ_2 phát ra là: $N_\lambda^2 = 38 - N_S^1 = 38 - 17 = 21$

Do có hai vân trùng nhau ở mép ngoài cùng của khoảng L chia hết cho cả i_1 và i_2, do đó: $N_S^2 = \left[\frac{L}{2i_2}\right].2+1 = \frac{8}{2i_2}.2+1 = 21$

$$\Rightarrow \frac{8}{i_2} = 20 \Rightarrow i_2 = \frac{8}{20} = 0,4\text{mm} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{i_2 a}{D} = \frac{0,4.2}{2.10^3} = 0,4.10^{-3}\text{mm} = 0,4\mu m$$

Đáp án D.

Ví dụ 14: Trong một thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát đồng thời hai ánh sáng đơn sắc: ánh sáng đỏ có bước sóng 686 nm, ánh sáng lam có bước sóng λ, với $450\text{nm} < \lambda < 510\text{nm}$. Trên màn, trong khoảng giữa hai vân sáng gần nhau nhất và cùng màu với vân sáng trung tâm có 6 vân sáng lam. Trong khoảng này có bao nhiêu vân sáng đỏ?

A. 4. B. 7. C. 5. D. 6.

Lời giải

- Xét hai vân gần nhất cùng màu với vân sáng trung tâm: vân trung tâm và vân trùng thứ nhất.
- Vì trong khoảng trên có 6 vân sáng lam nên vân trùng thứ nhất có vân sáng lam bậc 7. Ta có: $k_l i_l = k_d i_d \Rightarrow \frac{\lambda_d}{\lambda_l} \Rightarrow \frac{k_d}{k_l} \Rightarrow \lambda_l = \lambda_d \frac{k_d}{k_l} \Rightarrow \lambda = 686.\frac{k_d}{7} = 98k_d$ (nm)
- Vì $450\text{nm} < \lambda < 510\text{nm}$ nên: $450 < 98k_d < 510 \Leftrightarrow 4,59 < k_d < 5,20 \Rightarrow k_d = 5$.
- Vậy vị trí vân trùng thứ nhất có vân sáng đỏ bậc 5. Suy ra trong khoảng này có 4 vân sáng đỏ.

Đáp án A.

Loại 2: Vân tối trùng nhau của hai ánh sáng đơn sắc, số vân quan sát được

Vị trí vân tối trùng nhau của hai bức xạ:

$$x_{T_1} = x_{T_2} \Leftrightarrow \left(k_1 + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda_1 D}{a} = \left(k_2 + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{2k_1+1}{2k_2+1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{p}{q}$$

Trong đó $\frac{p}{q}$ là một phân số tối giản. Suy ra ta có thể viết $\begin{cases} 2k_1 + 1 = p(2n+1) \\ 2k_2 + 1 = q(2n+1) \end{cases}$

Vị trí trùng là $x_{\equiv} = p(2n+1)\frac{\lambda_1 D}{2a} = q(2n+1)\frac{\lambda_2 D}{2a}$.

Muốn tìm số vạch trùng nhau, ta chỉ việc cho $x_{\equiv}$ nằm trong khoảng mà ta khảo sát, sẽ tìm được số giá trị của n.

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là 2 m. Nguồn sáng dùng trong thí nghiệm gồm hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,45\mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,6\mu\text{m}$. Trên màn quan sát, gọi M và N là hai điểm ở cùng một phía so với vân trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là 5,5 mm và 22 mm. Trên đoạn MN, số vị trí vân tối trùng nhau của hai bức xạ trên là?

A. 5. B. 2. C. 3. D. 4.

Lời giải

Vị trí vân tối trùng nhau của hai bức xạ:

$$x_{T_1} = x_{T_2} \Leftrightarrow \left(k_1 + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda_1 D}{a} = \left(k_2 + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{2k_1+1}{2k_2+1} = \frac{0,6}{0,45} = \frac{4}{3}$$

Suy ra ta có thể viết $\begin{cases} 2k_1 + 1 = 4(2n+1) \\ 2k_2 + 1 = 3(2n+1) \end{cases}$.

Vị trí trùng là $x_{\equiv} = 4(2n+1)\frac{\lambda_1 D}{2a} = 3,6(2n+1)$.

Vì $x_M \le x_{\equiv} \le x_N$ nên $5,5 \le 3,6(2n+1) \le 22 \Leftrightarrow 0,26 \le n \le 2,5$.

Có 2 giá trị của n thỏa mãn nên có 2 vị trí vân tối trùng nhau của hai bức xạ trên đoạn MN.

Đáp án B.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa Y – âng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn thu được lần lượt là: $i_1 = 0,5\text{mm}; i_2 = 0,3\text{mm}$. Biết bề rộng trường giao thoa là 5 mm, số vị trí trên trường giao thoa có 2 vân tối của hai hệ trùng nhau là bao nhiêu?

A. 5. B. 2. C. 3. D. 4.

Lời giải

Vị trí vân tối trùng nhau của hai bức xạ:

$$x_{T_1} = x_{T_2} \Leftrightarrow \left(k_1 + \frac{1}{2}\right)i_1 = \left(k_2 + \frac{1}{2}\right)i_2 \Rightarrow \frac{2k_1+1}{2k_2+1} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{0,3}{0,5} = \frac{3}{5}$$

Suy ra ta có thể viết $\begin{cases} 2k_1 + 1 = 3(2n+1) \\ 2k_1 + 1 = 5(2n+1) \end{cases}$.

Vị trí trùng là $x_{\equiv} = 3(2n+1)\frac{i_2}{2} = 3(2n+1).\frac{0,5}{2}$.

Vì $-\frac{L}{2} \le x_{\equiv} \le \frac{L}{2}$ nên $-\frac{5}{2} \le \frac{3(2n+1).0,5}{2} \le \frac{5}{2}$

$\Leftrightarrow -5 \le 3n + 1,5 \le 5 \Leftrightarrow -2,16 \le n \le 1,167 \Rightarrow n = 0; \pm 1; \pm -2$.

Có 4 giá trị của n thỏa mãn nên có 4 vị trí vân tối trùng nhau của hai bức xạ trên trường giao thoa.

Đáp án D.

3. Giao thoa với ba ánh sáng đơn sắc

Dưới đây tác giả trích dẫn một số bài toán về giao thoa với ba ánh sáng đơn sắc của thầy **Lê Văn Thành**.

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm giao thoa với hai khe Y – âng, nguồn sáng phát ra đồng thời ba bức xạ có các bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 0,45\mu\text{m}; \lambda_2 = 0,54\mu\text{m}$ và $\lambda_3 = 0,72\mu\text{m}$. Hỏi giữa hai vân sáng liên tiếp cùng màu với vân trung tâm:

1. Có bao nhiêu vân sáng mà mỗi bức xạ có thể phát ra?
2. Có bao nhiêu vân sáng đôi một trùng nhau?
3. Có bao nhiêu vân sáng độc lập của mỗi bức xạ?
4. Đếm được bao nhiêu vân sáng?
5. Quan sát được bao nhiêu màu sắc khác nhau?

Lời giải

Do khoảng vân tỉ lệ thuận với bước sóng nên ta có:

$$\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = i_1 : i_2 : i_3 = 0,45 : 0,54 : 0,72 = 5 : 6 : 8$$

Đặt $i_1 = 5i; i_2 = 6i; i_3 = 8i$, vân sáng cùng màu với vân trung tâm phải là nơi chồng chập của cả ba vân sáng.

Gọi Δx_{min} là khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp cùng màu với vân trung tâm thì Δx_{min} phải là bội số chung nhỏ nhất (BSCNN) của i_1, i_2 và i_3 và $\Delta x_{min} = 120i = 24i_1 = 20i_2 = 15i_3$

Do không tính các vân ở hai đầu mút nên số vân sáng của mỗi loại luôn ít hơn các khoảng cách giữa chúng 1 đơn vị.

Số vân sáng mà mỗi bức xạ λ_1, λ_2 và λ_3 phát ra trong khoảng Δx_{min} lần lượt là:

$$\begin{cases} N_1 = 24 - 1 = 23 \\ N_2 = 20 - 1 = 19 \\ N_3 = 15 - 1 = 14 \end{cases}$$

Ngoài ra, giữa Δx_{min} còn có hiện tượng các vân sáng đôi một trùng nhau, khoảng cách nhỏ nhất giữa vị trí hai vân sáng đôi một trùng nhau phải bằng BSCNN của từng cặp hai khoảng vân, cụ thể:

$$\Delta x_{12} = \left[i_1; i_2\right] = 30i; \Delta x_{13} = \left[i_1; i_3\right] = 40i; \Delta x_{23} = \left[i_2; i_3\right] = 24i$$

Số vân sáng đôi một trùng nhau tương ứng là: $\begin{cases} N_{12} = \dfrac{120}{30} - 1 = 3 \\ N_{13} = \dfrac{120}{40} - 1 = 2 \\ N_{23} = \dfrac{120}{24} - 1 = 4 \end{cases}$

Kết luận: Giữa hai vân sáng gần nhau nhất cùng màu vân trung tâm có:

1. Số vân sáng do mỗi bức xạ $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ phát ra: $N_1 = 23; N_2 = 19; N_3 = 14$.
2. Số vân sáng đôi một trùng nhau: $N_S = N_{12} + N_{13} + N_{23} = 3 + 2 + 4 = 9$.
3. Số vân sáng độc lập của mỗi bức xạ: $\begin{cases} N_1^S = 23 - 3 = 20 \\ N_2^S = 19 - 2 = 17 \\ N_3^S = 14 - 4 = 10 \end{cases}$
4. Số vân sáng đếm được:

$$N = \left(N_1 + N_2 + N_3\right) - N_S = \left(23 + 19 + 14\right) - \left(3 + 2 + 4\right) = 47.$$

5. Số màu sắc quan sát được là 6 màu gồm: 1 – 2 – 3 - 12 – 13 – 23.

> **Chú ý:** Với toán về giao thoa với ba bức xạ, số màu quan sát được giữa một Δx_{min}, ta cần chú ý một số vấn đề sau:
>
> - Khi tính toán mà thấy BSCNN của ba khoảng vân không trùng với BSCNN của hai trong ba khoảng vân bất kì như ví dụ trên thì luôn có mặt đầy đủ các vân sáng riêng rẽ của ba bức xạ và màu sắc của ba cặp vân sáng đôi một trùng nhau. Do đó giữa một Δx_{min} luôn có 6 màu khác nhau, còn trên đoạn Δx_{min} (do kể cả hai đầu mút có màu 1 – 2 – 3 trùng nhau) luôn có 7 màu.
> - Khi trong ba bức xạ không chứa cặp bước sóng $\lambda_1 = 0,38\mu m; \lambda_3 = 0,76\mu m$ nhưng có hiện tượng BSCNN của cả ba khoảng vân thì vị trí đôi một trùng nhau của hai vân sáng đang xét không xuất hiện giữa khoảng Δx_{min} nữa nên số màu sắc bị giảm đi 1 đơn vị. Do đo trong khoảng Δx_{min} có 5 màu còn trên đoạn Δx_{min} có 6 màu.

- Khi trong ba bức xạ chứa cặp bước sóng $\lambda_1 = 0,38\mu m; \lambda_3 = 0,76\mu m$ thì tỉ số $\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = i_1 : i_2 : i_3 = a : b : c = a : b : 2a$ (do $c = 2a$)

Trường hợp 1: Nếu b là số lẻ thì giữa Δx_{min} luôn chỉ có 4 màu gồm 1 – 2 – 12 – 13.

Trường hợp 2: Nếu b là số chẵn thì giữa Δx_{min} luôn chỉ có 3 màu gồm 1 – 2 – 13.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa với hai khe Y – âng, nguồn sáng phát ra đồng thời 3 bức xạ có các bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 0,38\mu m; \lambda_2 = 0,608\mu m$ và $\lambda_3 = 0,76\mu m$. Hỏi giữa hai vân sáng liên tiếp cùng màu với vân trung tâm đếm được bao nhiêu vân sáng và quan sát được bao nhiêu màu sắc khác nhau?

A. 13 vân sáng; 4 màu khác nhau. B. 11 vân sáng; 4 màu khác nhau.

C. 13 vân sáng; 3 màu khác nhau. D. 11 vân sáng; 3 màu khác nhau.

Lời giải

Do khoảng vân tỉ lệ thuận với bước sóng nên ta có:

$$\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = i_1 : i_2 : i_3 = 0,38 : 0,608 : 0,76 = 5 : 8 : 10$$

Đặt $i_1 = 5i; i_2 = 8i; i_3 = 2i_1 = 10i$, ta có: $\Delta x_{min} = 40i = 8i_1 = 5i_2 = 4i_3$

Số vân sáng λ_1, λ_2 và λ_3 phát ra trong khoảng Δx_{min} lần lượt là: $\begin{cases} N_1 = 8 - 1 = 7 \\ N_2 = 5 - 1 = 4 \\ N_3 = 4 - 1 = 3 \end{cases}$

Ngoài ra, giữa Δx_{min} còn có hiện tượng các vân sáng đôi một trùng nhau, khoảng cách nhỏ nhất giữa vị trí hai vân sáng đôi một trùng nhau phải bằng BSCNN của từng cặp hai khoảng vân, cụ thể:

$$\Delta x_{12} = \left[i_1; i_2\right] = 40i; \Delta x_{13}\left[i_1; i_3\right] = 10i; \Delta x_{23} = \left[i_2; i_3\right] = 40i$$

Số vân sáng đôi một trùng nhau tương ứng là: $\begin{cases} N_{12} = \dfrac{40}{40} - 1 = 0 \\ N_{13} = \dfrac{40}{10} - 1 = 3 \\ N_{23} = \dfrac{40}{40} - 1 = 0 \end{cases}$

Số vân sáng quan sát được trong khoảng Δx_{min} là: $7 + 4 + 3 - (0 + 3 + 0) = 11$

Số màu sắc quan sát được là 3 màu gồm 1 – 2 – 13, không có các màu của 3 – 12 – 23.

Đáp án D.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa với hai khe Y – âng, nguồn sáng phát ra đồng thời 3 bức xạ có các bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 0,38\mu m; \lambda_2 = \dfrac{19}{30}\mu m$; và $\lambda_3 = 0,76\mu m$. Hỏi giữa hai vân sáng liên tiếp cùng màu với vân trung tâm đếm được bao nhiêu vân sáng và quan sát được bao nhiêu màu sắc khác nhau?

A. 13 vân sáng; 4 màu khác nhau. B. 15 vân sáng; 4 màu khác nhau.

C. 13 vân sáng; 3 màu khác nhau. D. 15 vân sáng; 5 màu khác nhau.

Lời giải

Do khoảng vân tỉ lệ thuận với bước sóng nên ta có:

$$\lambda_1:\lambda_2:\lambda_3=i_1:i_2:i_3=0,38:\frac{19}{30}:0,76=3:5:6$$

Đặt $i_1=3i;i_2=5i;i_3=2i_1=6i$, ta có: $\Delta x_{min}=30i=10i_1=6i_2=5i_3$

Số vân sáng λ_1,λ_2 và λ_3 phát ra trong khoảng Δx_{min} lần lượt là: $\begin{cases}N_1=10-1=9\\N_2=6-1=5\\N_3=5-1=4\end{cases}$

Ngoài ra, giữa Δx_{min} còn có hiện tượng các vân sáng đôi một trùng nhau, khoảng cách nhỏ nhất giữa vị trí hai vân sáng đôi một trùng nhau phải bằng BSCNN của từng cặp hai khoảng vân, cụ thể:

$$\Delta x_{12}=\left[i_1;i_2\right]=15i;\Delta x_{13}\left[i_1;i_3\right]=6i;\Delta x_{23}=\left[i_2;i_3\right]=30i$$

Số vân sáng đôi một trùng nhau tương ứng là: $\begin{cases}N_{12}=\dfrac{30}{15}-1=1\\N_{13}=\dfrac{30}{6}-1=4\\N_{23}=\dfrac{30}{30}-1=0\end{cases}$

Số vân sáng quan sát được trong khoảng Δx_{min} là: 9 + 5 + 4 – (1 + 4 + 0) = 13

Số màu sắc quan sát được là 4 màu gồm 1 – 2 – 12 – 13, không có các màu của 3 – 23.

Đáp án A.

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, nguồn S phát ra đồng thời ba bức xạ đơn sắc có bước sóng lần lượt là: 0,4μm;0,5μm và 0,6μm. Trên màn, trong khoảng giữa hai vân sáng liên tiếp cùng màu với vân sáng trung tâm, số vị trí mà ở đó chỉ có một bức xạ cho vân sáng là

A. 27. B. 34. C. 14. D. 20.

Lời giải

Ta có: $\begin{cases}\dfrac{k_1}{k_2}=\dfrac{\lambda_2}{\lambda_1}=\dfrac{5}{4}=\dfrac{10}{8}=\dfrac{15}{12}\\\dfrac{k_2}{k_3}=\dfrac{\lambda_3}{\lambda_2}=\dfrac{6}{5}=\dfrac{12}{10}\\\dfrac{k_3}{k_1}=\dfrac{\lambda_1}{\lambda_3}=\dfrac{2}{3}=\dfrac{4}{6}=\dfrac{6}{9}=\dfrac{8}{12}=\dfrac{10}{15}\end{cases}$

Như vậy, vị trí gần nhất có màu cùng với vân sáng trung tâm (3 vân trùng) ứng với vân sáng bậc 15 của bức xạ λ_1, vân sáng bậc 12 của bức xạ λ_2 và vân sáng bậc 10 của bức xạ λ_3.

Trong khoảng giữa hai vân trùng của 3 bức xạ này có: 16 – 2 = 14 vân sáng λ_1, 13 – 2 = 11 vân sáng λ_2, 11 – 2 = 9 vân sáng λ_3, 2 vân trùng của λ_1 và λ_2, 1 vân trùng của λ_2 và λ_3, 4 vân trùng của λ_3 và λ_1.

Như vậy có tổng cộng 14 + 11 + 9 – 2 – 1 – 4 = 27 vân sáng (bao gồm cả vân sáng đơn lẻ và vân sáng là trùng nhau của hai vân).

Số vân sáng đơn lẻ là 27 – 2 – 1 – 4 = 20.

Đáp án D.

4. Bài tập tự luyện

Câu 1: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng dùng khe Y – âng, khoảng cách 2 khe a = 1 mm, khoảng cách hai khe tới màn D = 2 m. Chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng thỏa mãn $0,39\mu m \le \lambda \le 0,76\mu m$. Khoảng cách gần nhất từ nơi có hai vạch màu đơn sắc khác nhau trùng nhau đến vân sáng trung tâm ở trên màn là

A. 1,64 mm. B. 2,40 mm.
C. 3,24 mm. C. 2,34 mm.

Câu 2: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, biết D = 2 m; a = 2 mm. Hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng (có bước sóng từ $0,4\mu m$ đến $0,75\mu m$). Tại điểm trên màn quan sát cách vân trắng chính giữa 3,3 mm có bao nhiêu bức xạ cho vân sáng tại đó?

A. 3. B. 4. C. 5. D. 6.

Câu 3: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng có bước sóng λ từ $0,4\mu m$ đến $0,7\mu m$. Khoảng cách giữa hai nguồn kết hợp là a = 2 mm, từ hai nguồn đến màn là D = 1,2 m tại điểm M cách vân sáng trung tâm một khoảng $x_M = 1,95$ mm có những bức xạ nào cho vân sáng

A. 1 bức xạ. B. 3 bức xạ.
C. 8 bức xạ. D. 4 bức xạ.

Câu 4: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng dùng khe Y – âng, khoảng cách 2 khe a = 1 mm, khoảng cách hai khe tới màn D = 2 m. Chiếu bằng sáng trắng có bước sóng thỏa mãn $0,39\mu m \le \lambda \le 0,76\mu m$. Khoảng cách gần nhất từ nơi có hai vạch màu đơn sắc khác nhau trùng nhau đến vân sáng trung tâm ở trên màn là

A. 3,24 mm. B. 2,40 mm.
C. 1,64 mm. D. 2,34 mm.

Câu 5: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, hai khe hẹp cách nhau một khoảng a = 0,5 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là D = 1,5 m. Hai khe đươc chiếu bằng bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,6\mu m$. Trên màn thu được hình ảnh giao thoa. Tại điểm M trên màn cách vân sáng trung tâm (chính giữa) một khoảng 5,4 mm có vân sáng bậc (thứ)

A. 3. B. 6. C. 2. D. 4.

Câu 6: Trong một thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng với ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 540$ nm thì thu đươc hệ vân giao thoa trên màn quan sát có khoảng vân $i_1 = 0,36$ mm. Khi thay ánh sáng trên bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_2 = 600$ nm thì thu được hệ vân giao thoa trên màn quan sát có khoảng vân

A. $i_2 = 0,60$ mm. B. $i_2 = 0,40$ mm.
C. $i_2 = 0,50$ mm. D. $i_2 = 0,45$ mm.

Câu 7: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng với ánh sáng đơn sắc. Biết khoảng cách giữa hai khe hẹp là 1,2 mm và khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe hẹp đến màn quan sát là 0,9 m. Quan sát được hệ vân giao thoa trên màn với khoảng cách giữa 9 vân sáng liên tiếp là 3,6 mm. Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là

A. $0,50.10^{-6}$ m. B. $0,55.10^{-6}$ m.
C. $0,45.10^{-6}$ m. D. $0,60.10^{-6}$ m.

Câu 8: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y – âng, khoảng cách giữa hai khe là 2 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 1,2 m. Chiếu sáng hai khe bằng ánh sáng hỗn hợp gồm hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng 500 nm và 660 nm thì thu được hệ vân giao thoa trên màn. Biết vân sáng chính giữa (trung tâm) ứng với hai bức xạ trên trùng nhau. Khoảng cách từ vân chính giữa đến vân gần nhất cùng màu với vân chính giữa là

A. 4,9 mm. B. 19,8 mm. C. 9,9 mm. D. 29,7 mm.

Câu 9: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa với ánh sáng đơn sắc, khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2 m và khoảng vân là 0,8 mm. Cho $c = 3.10^8$ m/s. Tần số ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm là

A. $5,5.10^{14}$ Hz B. $4,5.10^{14}$ Hz
C. $7,5.10^{14}$ Hz D. $6,5.10^{14}$ Hz

Câu 10: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn là 2 m. Ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm có bước sóng $0,5\mu m$. Vùng giao thoa trên màn rộng 26 mm (vân trung tâm ở chính giữa). Số vân sáng là

A. 15. B. 17. C. 13. D. 11.

Câu 11: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng gồm các bức xạ có bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 750$ nm, $\lambda_2 = 675$ nm và $\lambda_3 = 600$ nm. Tại điểm M trong vùng giao thoa trên màn mà hiệu khoảng cách đến hai khe bằng $1,5\mu m$ có vân sáng của bức xạ:

A. λ_2 và λ_3. B. λ_3. C. λ_1. D. λ_2.

Câu 12: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa với nguồn sáng đơn sắc, hệ vân trên màn có khoảng vân i. Nếu khoảng cách giữa hai khe còn một nửa và khoảng cách từ hai khe đến màn gấp đôi so với ban đầu thì khoảng vân giao thoa trên màn

A. giảm 4 lần. B. không đổi.
C. tăng 2 lần. D. tăng 4 lần.

Câu 13: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa với ánh sáng đơn sắc, khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn là 2 m. Trong hệ vân trên màn, vân sáng bậc 3 cách vân trung tâm 2,4 mm. Bước sóng của ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm là

A. 0,5 μm . B. 0,7 μm . C. 0,4 μm . D. 0,6 μm .

Câu 14: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ 0,38 μm đến 0,76 μm . Tại vị trí vân sáng bậc 4 của ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,76 μm còn có bao nhiêu vân sáng nữa của các ánh sáng đơn sắc khác?

A. 3. B. 8. C. 7. D. 4.

Câu 15: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 2 m. Nguồn sáng dùng trong thí nghiệm gồm hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 450$ nm và $\lambda_2 = 600$ nm. Trên màn quan sát, gọi M, N là hai điểm ở cùng một phía so với vân trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là 5,5 mm và 22 mm. Trên đoạn MN, số vị trí vân sáng trùng nhau của hai bức xạ là

A. 4. B. 2. C. 5. D. 3.

Câu 16: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,6 μm . Khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2,5 m, bề rộng miền giao thoa là 1,25 cm. Tổng số vân sáng và vân tối có trong miền giao thoa là

A. 21 vân. B. 15 vân. C. 17 vân. D. 19 vân.

Câu 17: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát đồng thời hai bức xạ đơn sắc, trong đó bức xạ màu đỏ có bước sóng $\lambda_d = 720$ nm và bức xạ màu lục có bước sóng λ_l (có giá trị trong khoảng từ 500 nm đến 575 nm). Trên màn quan sát, giữa hai vân sáng gần nhau nhất và cùng màu với vân sáng trung tâm có 8 vân sáng màu lục. Giá trị của λ_l là

A. 500 nm. B. 520 nm. C. 540 nm. D. 560 nm.

Câu 18: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ 380 nm đến 760 nm. Khoảng cách giữa hai khe là 0,8 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2 m. Trên màn, tại vị trí cách vân trung tâm 3 mm có vân sáng của các bức xạ với bước sóng

A. 0,48 μm và 0,56 μm B. 0,40 μm và 0,60 μm

C. 0,45 μm và 0,60 μm D. 0,40 μm và 0,64 μm

Câu 19: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ . Nếu tại điểm M trên màn quan sát có vân tối thứ ba (tính từ vân sáng trung tâm) thì hiệu đường đi của ánh sáng từ hai khe S_1, S_2 đến M có độ lớn bằng:

A. 2λ B. $1,5\lambda$ C. 3λ D. $2,5\lambda$

Câu 20: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, các khe hẹp được chiếu sáng bởi ánh sáng đơn sắc. Khoảng vân trên màn là 1,2 mm. Trong khoảng giữa hai điểm M và N trên màn ở cùng một phía so với vân sáng trung tâm, cách vân trung tâm lần lượt là 2 mm và 4,5 mm, quan sát được:

A. 2 vân sáng và 2 vân tối.

B. 3 vân sáng và 2 vân tối.

C. 2 vân sáng và 3 vân tối.

D. 2 vân sáng và 1 vân tối.

Câu 21: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu sáng đồng thời bởi hai bức xạ đơn sắc có bước sóng lần lượt là λ_1 và λ_2 . Trên màn quan sát có vân sáng bậc 12 của λ_1 trùng với vân sáng bậc 10 của λ_2 . Tỉ số $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ bằng

A. $\frac{6}{5}$. B. $\frac{2}{3}$. C. $\frac{5}{6}$. D. $\frac{3}{2}$.

Câu 22: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, khe hẹp S phát ra đồng thời ba bức xạ đơn sắc có bước sóng là $\lambda_1 = 0,42\mu m; \lambda_2 = 0,56\mu m;$ và $\lambda_3 = 0,63\mu m$. Trên màn, trong khoảng giữa hai vân sáng liên tiếp có màu giống màu vân trung tâm, nếu vân sáng của hai bức xạ trùng nhau ta chỉ tính là một vân sáng thì số vân sáng quan sát được là

A. 27. B. 23. C. 26. D. 21.

Câu 23: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc, khoảng cách giữa hai khe là 0,6 mm. Khoảng vân trên màn quan sát đo được là 1 mm. Từ vị trí ban đầu, nếu tịnh tiến màn quan sát một đoạn 25 cm lại gần mặt phẳng chứa hai khe thì khoảng vân mới trên màn là 0,8 mm. Bước sóng của ánh sáng dùng thí nghiệm là

A. 0,50 μm B. 0,48 μm C. 0,64 μm D. 0,45 μm

Câu 24: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_1 . Trên màn quan sát, trên đoạn thẳng MN dài 20 mm (MN vuông góc với hệ vân giao thoa) có 10 vân tối, M và N là vị trí của hai vân sáng. Thay ánh sáng trên bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_2 = \frac{5\lambda_1}{3}$ thì tại M là vị trí của một vân giao thoa, số vân sáng trên đoạn MN lúc này là

A. 7. B. 5. C. 8. D. 6.

Câu 25: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát đồng thời hai ánh sáng đơn sắc λ_1, λ_2 có bước sóng lần lượt là 0,48 μm và 0,60 μm. Trên màn quan sát, trong khoảng giữa hai vân sáng gần nhau nhất và cùng màu với vân sáng trung tâm có:

A. 4 vân sáng λ_1 và 3 vân sáng λ_2.

B. 5 vân sáng λ_1 và 4 vân sáng λ_2.

C. 4 vân sáng λ_1 và 5 vân sáng λ_2.

D. 3 vân sáng λ_1 và 4 vân sáng λ_2.

Câu 26: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ, khoảng cách giữa hai khe hẹp là a, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe hẹp đến màn quan sát là 2 m. Trên màn quan sát, tại điểm M cách vân sáng trung tâm 6 mm, có vân sáng bậc 5. Khi thay đổi khoảng cách giữa hai khe hẹp một đoạn bằng 0,2 mm sao cho vị trí vân sáng trung tâm không thay đổi thì tại M có vân sáng bậc 6. Giá trị của λ bằng

A. 0,60 μm B. 0,50 μm

C. 0,45 μm D. 0,55 μm

Câu 27: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa với ánh sáng đơn sắc, khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2m. Tại điểm M trên màn quan sát cách vân sáng trung tâm 3 mm có vân sáng bậc 3. Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là

A. 0,5 μm B. 0,45 μm C. 0,6 μm D. 0,75 μm

Câu 28: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,6 μm. Khoảng cách giữa hai khe sáng là 1 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 1,5 m. Trên màn quan sát, hai vân tối liên tiếp cách nhau một đoạn là

A. 0,45 mm. B. 0,6 mm. C. 0,9 mm. D. 1,8 mm.

Câu 29: Trong thí nghiệm Y – âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc. Khoảng vân giao thoa trên màn quan sát là i. Khoảng cách giữa hai vân sáng bậc 3 nằm ở hai bên vân sáng trung tâm là

A. 5i. B. 3i. C. 4i. D. 6i.

Câu 30: Thực hiện thí nghiệm Y – âng về giao thoa với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ. Khoảng cách giữa hai khe hẹp là 1 mm. Trên màn quan sát, tại điểm M cách vân trung tâm 4,2 mm có vân sáng bậc 5. Giữ cố định các điều kiện khác, di chuyển dần mà quan sát dọc theo đường thẳng vuông góc với mặt phẳng chứa hai khe ra xa cho đến khi vân giao thoa tại M chuyển thành vân tối lần thứ hai thì khoảng dịch màn là 0,6 m. Bước sóng λ bằng

A. 0,6 μm B. 0,5 μm C. 0,4 μm D. 0,7 μm

Câu 31: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y – âng: khoảng cách hai khe S_1S_2 là a; khoảng cách từ S_1S_2 đến màn là D. Nguồn phát ra hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,4\mu m$ và $\lambda_2 = 0,6\mu m$. Điểm M là vân sáng bậc 6 của ánh sáng có bước sóng λ_1, tại M đối với ánh sáng có bước sóng λ_2 ta có

A. vân sáng bậc 4. B. vân sáng bậc 6.

C. vân tối thứ 5. D. vân tối thứ 6.

Câu 32: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y – âng: khoảng cách hai khe S_1S_2 là a; khoảng cách từ S_1S_2 đến màn là D. Nguồn phát ra hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,4\mu m$ và $\lambda_2 = 0,6\mu m$. Điểm M có vân sáng cùng màu với vân sáng trung tâm khi có tọa độ

A. $x_M = \frac{2\lambda_1 D}{a}$. B. $x_M = \frac{6\lambda_1 D}{a}$.

C. $x_M = \frac{3\lambda_2 D}{a}$. D. $x_M = \frac{5\lambda_2 D}{a}$.

Câu 33: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y – âng: khoảng cách hai khe S_1S_2 là a; khoảng cách từ S_1S_2 đến màn là D. Nguồn phát ra hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,5\mu m$ và λ_2 (thuộc vùng ánh sáng nhìn thấy). Biết điểm M có vân sáng cùng màu với vân tối trung tâm, tại M là vân sáng bậc 3 của ánh sáng bước sóng. Bước sóng λ_2 bằng

A. 0,4 μm. B. 0,6 μm

C. 0,75 μm D. 0,6 μm và 0,75 μm

Câu 34: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y – âng. Chiếu đồng thời ánh sáng bước sóng $\lambda_1 = 0,66\mu m$ và ánh sáng có bước sóng λ_2 thấy vân sáng bậc 3 ứng với λ_2 trùng với vân sáng bậc 2 của bước sóng λ_1. Bước sóng λ_2 có giá trị là?

A. 0,44 μm. B. 0,54 μm.

C. 0,75 μm. D. không tính được.

Câu 35: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y – âng: nguồn phát ra hai bức xạ có bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 0,5\mu m$ và $\lambda_2 = 0,75$ μm. Xét tại M là vân sáng bậc 6 λ_1 và tại N là vân sáng bậc 6 ứng với bước sóng λ_2 (M, N ở cùng phía so với O). Trên MN ta đếm được bao nhiêu vân sáng?

A. 3. B. 5. C. 7. D. 9.

ĐÁP ÁN

1.D	2.D	3.D	4.D	5.A	6.B	7.D.	8.C	9.C	10.C
11.C	12.D	13.C	14.D	15.D	16.C	17.D	18.D	19.D	20.A
21.C	22.D	23.B	24.A	25.A	26.A	27.A	28.C	29.D	30.A
31.A	32.B	33.C	34.A	35.B					

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án D.

Theo đề cho bước sóng thỏa mãn:

$$0,39\mu m \le \lambda \le 0.76\mu m.$$

Khoảng cách gần nhất từ nơi có hai vạch màu đơn sắc khác nhau trùng nhau đến vân sáng trung tâm tương đương với đây phải là vị trí trùng nhau đầu tiên của các ánh sáng đơn sắc.

Vì thế đây là vị trí trùng nhau của vân sáng bậc $(k+1)$ của ánh sáng tím và vân sáng bậc k của ánh sáng đơn sắc khác.

Ta có: $(k+1)\frac{\lambda_t D}{a} = k\frac{\lambda D}{a}$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{k+1}{k}\lambda_t \xrightarrow{0,39\mu m \le \lambda \le 0,76\mu m} 0 < k < 1,05 \Rightarrow k = 1.$$

Suy ra: $x = 2,34\,mm$.

Câu 2: Đáp án D.

Các bức xạ cho vân sáng thỏa mãn: $x = k.\frac{\lambda D}{a}$

$$\Rightarrow k = \frac{x.a}{\lambda D} \xrightarrow{0,4\mu m < \lambda < 0,75\mu m} 4,4 < k < 8,25 \Rightarrow k = 5;6;7;8.$$

Vậy có tất cả 4 bức xạ cho vân sáng tại đó.

Câu 3: Đáp án D.

Các bức xạ cho vân sáng thỏa mãn: $x = k.\frac{\lambda D}{a}$

$$\Rightarrow k = \frac{x.a}{\lambda D} \xrightarrow{0,4\mu m < \lambda < 0,7\mu m} 4,64 < k < 8,125 \Rightarrow k = 5;6;7;8.$$

Vậy có tất cả 4 bức xạ cho vân sáng tại đó.

Câu 4: Đáp án D.

Giống câu 1.

Câu 5: Đáp án A.

Khoảng vân là:

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,6.10^{-6}.1,5}{0,5.10^{-3}} = 1,8.10^{-3}\,m = 1,8\,mm.$$

Vậy tại điểm M trên màn cách vân trung tâm (chính giữa) một khoảng 5,4 cm thì sẽ cho vân sáng bậc:

$$k = \frac{x}{i} = \frac{5,4}{1,8} = 3.$$

Câu 6: Đáp án B.

Ta có: $i = \frac{\lambda D}{a}$ nên ta lập được tỉ lệ:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{i_1}{i_2} \Leftrightarrow \frac{540}{600} = \frac{0,36}{i_2} \Rightarrow i_2 = 0,4\mu m.$$

Câu 7: Đáp án D.

Khoảng cách giữa 9 vân sáng liên tiếp là 3,6 mm nên khoảng vân là: $8i = 3,6\,mm \Rightarrow i = \frac{3,6}{8} = 0,45\,mm.$

Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là:

$$\lambda = \frac{ia}{D} = \frac{0,45.10^{-3}1,2.10^{-3}}{0,9} = 6.10^{-7} = 0,6\mu m.$$

Câu 8: Đáp án C.

Khoảng vân ứng với bước sóng λ_1 là:

$$i_1 = \frac{\lambda_1.D}{a} = \frac{500.10^{-9}.1,2}{2.10^{-3}} = 3.10^{-4} = 0,3\,mm.$$

Vị trí vân sáng của hệ trùng nhau tương đương với:

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 \Rightarrow k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \Leftrightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{660}{500} = \frac{33}{25}$$

$$\Rightarrow i_{12} = 33i_1 = 33.0,3 = 9,9\,mm.$$

Vậy khoảng cách chính giữa đến vân gần nhất cùng màu với vân chính giữa là: $x = i_{12} = 9,9\,mm$.

Câu 9: Đáp án C.

Bước sóng dùng trong thí nghiệm là:

$$\lambda = \frac{ia}{D} = \frac{0,8.10^{-3}.1.10^{-3}}{2} = 0,4.10^{-6}\,m.$$

Vậy tần số ánh sáng đơn sắc dùng trong thì nghiệm là:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.10^8}{0,4.10^{-6}} = 7,5.10^{14}\,Hz.$$

Câu 10: Đáp án C.

Khoảng vân trong giao thoa là:

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,5.10^{-6}.2}{0,5.10^{-3}} = 2.10^{-3}\,m.$$

Xét trên vùng giao thoa mà đề cho thì số vân sáng trên khoảng đó là: $N_s = 2\left[\frac{L}{2i}\right] = 2\left[\frac{26}{2.2}\right] + 1 = 13.$

Câu 11: Đáp án C.

Thực hiện giao thoa ánh sáng với nguồn sáng gồm ba bức xạ cho như đề. Ta có hiệu quang trình là: $d_1 - d_2 = k\lambda$ nên khi mà hiệu khoảng cách đến hai khe bằng $1,5\mu m$ thì có vân sáng bức xạ $\lambda = 750\,nm$ do sẽ cho giá trị của k là một số nguyên.

Câu 12: Đáp án D.

Khoảng cách từ hai khe đến màn gấp đôi so với ban đầu và khoảng cách giữa hai khe còn một nửa thì

khoảng vân sẽ là: $i_2 = \frac{\lambda_2 D_2}{a_2} = \frac{\lambda.2D_1}{a_1/2} = \frac{\lambda D_1}{a_1}.4 = 4i_1$ nên khoảng vân tăng lên 4 lần.

Câu 13: Đáp án C.

Vân sáng bậc 3 cách vân trung tâm 2,4 mm nên khoảng vân trong giao thoa sẽ là: $i = \frac{x}{k} = \frac{2,4}{3} = 0,8\,\text{mm}$.

Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là:

$$\lambda = \frac{ia}{D} = \frac{0,8.10^{-3}.10^{-3}}{2} = 4.10^{-7}\,\text{m}.$$

Câu 14: Đáp án D.

Ta có: $k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2$

$$\Rightarrow k_1 = \frac{k_2\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{4.0,76}{\lambda_1} \xrightarrow{0,38<\lambda_1<0,76} 4 < k_1 < 8.$$

Vậy tại vị trí này còn có vân sáng của 4 ánh sáng đơn sắc khác nhau nữa.

Câu 15: Đáp án D.

Khoảng vân ứng với các bước sóng λ_1 và λ_2 lần lượt là:

$$i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} = \frac{450.10^{-9}.2}{0,5.10^{-3}} = 1,8.10^{-3}\,\text{m};$$

$$i_2 = \frac{\lambda_2.D}{a} = \frac{600.10^{-9}.2}{0,5.10^{-3}} = 2,4.10^{-3}\,\text{m}.$$

Khoảng vân của hệ hai vân sáng trùng nhau là:

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{3}{4} \Rightarrow i_{12} = 4i_1 = 7,2.10^{-3}\,\text{m} = 7,2\,\text{mm}.$$

Xét trong khoảng đề bài cho thì số vân sáng trùng nhau của hai bức xạ là tất cả các giá trị k nguyên thỏa mãn:

$x_M < ki_{12} < x_N \Leftrightarrow 5,5 < k.7,2 < 22 \Leftrightarrow 0,75 < k < 3,05$

$\Rightarrow k = 1;2;3$

Có tất cả 3 vân sáng trùng nhau.

Câu 16: Đáp án C.

Khoảng vân của giao thoa là:

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,6.10^{-6}.2,5}{10^{-3}} = 1,5.10^{-3}\,\text{m}.$$

Tổng số vân sáng và vân tối trong miền giao thoa là:

$$N = N_s + N_t = 2\left[\frac{L}{2i}\right] + 1 + 2\left[\frac{L}{2i} + \frac{1}{2}\right] = 17.$$

Câu 17: Đáp án D.

Trong thí nghiệm về giao thoa ánh sáng, nguồn ánh sáng đồng thời phát ra hai bức xạ đơn sắc đó là bức xạ màu đỏ và bức xạ màu lục. Trên màn quan sát giữa hai vân sáng gần nhau nhất và cùng màu với vân sáng trung tâm có 8 vân sáng màu lục nên $i_{12} = 9i_l$

Mặt khác vị trí vân sáng của hai bức xạ trùng nhau thỏa mãn: $k_1 i_1 = k_2 i_d \Rightarrow k_1\lambda_l = k_2\lambda_d$

$$\Rightarrow k_2 = \frac{k_1\lambda_l}{\lambda_d} \xrightarrow{500\text{nm}<\lambda_l<575\text{nm}} 6,875 < k_2 < 7,1825$$

$\Rightarrow k_2 = 7.$

Vậy giá trị của $\lambda_l = 560\,\text{nm}$.

Câu 18: Đáp án D.

Ta có:

$$x = k\frac{\lambda D}{a} \Leftrightarrow 3.10^{-3} = k.\frac{\lambda.2}{0,8.10^{-3}} \Rightarrow 1,57 < k < 3,58.$$

Suy ra có hai bức xạ cho vân sáng tại vị trí này với $\lambda_1 = 0,4\mu\text{m}; \lambda_2 = 0,64\mu\text{m}$.

Câu 19: Đáp án D.

Tại điểm M trên màn quan sát có vân tối thứ ba nên vân tối này sẽ có hiệu đường đi của ánh sáng từ hai khe $S_1; S_2$ đến M có độ lớn bằng $2,5\lambda$.

Câu 20: Đáp án A.

Số vân sáng trong khoảng giữa M và N thỏa mãn: $2 < k.1,2 < 4,5 \Rightarrow 1,67 < k < 3,75 \Rightarrow k = 2;3$ nên có 2 vân sáng.

Số vân tối trong khoảng giữa M và N thỏa mãn: $2 < (k+0,5)1,2 < 4,5 \Rightarrow 1,17 < k < 3,25 \Rightarrow k = 2;3$ nên có 2 vân tối.

Câu 21: Đáp án C.

Vân sáng bậc 12 của λ_1 trùng với vân sáng bậc 10 của λ_2 nên tỉ số của $\lambda_1; \lambda_2$ sẽ là: $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{10}{12} = \frac{5}{6}$.

Câu 22: Đáp án D.

Ta có:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{0,56}{0,42} = \frac{4}{3} \Rightarrow i_{12} = 4i_1 = 3i_2;$$

$$\frac{k_2}{k_3} = \frac{\lambda_3}{\lambda_2} = \frac{0,63}{0,56} = \frac{9}{8} \Rightarrow i_{23} = 9i_2 = 8i_3;$$

$$\frac{k_1}{k_3} = \frac{\lambda_3}{\lambda_1} = \frac{0,63}{0,42} = \frac{3}{2} \Rightarrow i_{13} = 3i_1 = 2i_3.$$

Từ đây suy ra: $i_{123} = 9i_2$

Vậy xét trong khoảng giữa hai vân sáng liên tiếp có màu giống vân sáng trung tâm thì có số vân sáng là:

$N = 8 + 7 + 11 - (2 + 3 + 0) = 21$

Câu 23: Đáp án B.

Khoảng cách giữa hai khe là 0,6 mm và khoảng vân trên màn quan sát được là 1 mm.

Ta có tỉ lệ:

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{D}{D-0,25} \Leftrightarrow \frac{D}{D-0,25} = \frac{1}{0,8} \Rightarrow D = 1,25\,\text{m}.$$

Vậy bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là:

$$\lambda = \frac{ai}{D} = \frac{0,6.10^{-3}.1.10^{-3}}{1,25} = 0,48\mu\text{m}.$$

Câu 24: Đáp án A.

Ban đầu trên đoạn thẳng MN có 10 vân tối, và M, N là hai vị trí của hai vân sáng nên ta có:

$$MN = 10i_1 \Rightarrow i_1 = \frac{20}{10}\text{mm} = 2\text{mm} = \frac{\lambda D}{a}.$$

Thay ánh sáng trên bằng ánh sáng đơn sắc có $\lambda_2 = \frac{5\lambda_1}{3}$ nên khoảng vân lúc này sẽ là: $i_2 = \frac{5}{3}\frac{\lambda D}{a} = \frac{5}{3}i_1 = \frac{10}{3}\text{mm}.$

Số vân sáng trên đoạn MN lúc này là:

$$N_s = 2\left[\frac{L}{2i_2}\right] + 1 = 7$$

Câu 25: Đáp án A.

Ta có: $\frac{k_2}{k_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{i_1}{i_2} = \frac{0,48}{0,6} = \frac{4}{5}$. Nên trong khoảng giữa hai vân sáng gần nhau nhất có cùng màu với vân trung tâm thì có 4 vân sáng λ_1 và 3 vân sáng λ_2.

Câu 26: Đáp án A.

Khoảng vân ban đầu là: $i = \frac{x}{k} = \frac{6}{5} = 1,2\text{mm}.$

Khi thay đổi khoảng cách giữa hai khe hẹp một đoạn bằng 0,2 mm sao cho vị trí vân sáng trung tâm không thay đổi thì tại M có vân sáng bậc 6 nên ta được:

$$x = 5.\frac{\lambda D}{a_1} = 6.\frac{\lambda D}{a_2} \Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{5}{6} \Leftrightarrow \frac{a}{a+0,2} = \frac{5}{6} \Rightarrow a = 1\text{mm}.$$

Vậy bước sóng của ánh sáng đơn sắc là:

$$\lambda = \frac{ia}{D} = \frac{1,2.10^{-3}.1.10^{-3}}{2} = 6.10^{-7}\text{m}$$

Câu 27: Đáp án A.

Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là:

$$x = k\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{xa}{kD} = \frac{3.10^{-3}.1.10^{-3}}{3.2} = 5.10^{-7}\text{m}.$$

Câu 28: Đáp án C.

Hai vân tối liên tiếp cách nhau một đoạn bằng khoảng vân trong giao thoa nên khoảng cách đó sẽ là:

$$x = i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,6.10^{-6}.1,5}{1.10^{-3}} = 9.10^{-4}\text{m} = 0,9\text{mm}.$$

Câu 29: Đáp án D.

Khoảng cách giữa hai vân sáng bậc 3 nằm ở hai bên vân sáng trung tâm là: $x = 6i$.

Câu 30: Đáp án A.

Ban đầu: $x = 4,2\text{mm} = 5.\frac{\lambda D}{a}$. Giữ cố định các điều kiện khác và di chuyển dần màn quan sát dọc theo đường thẳng vuông góc với mặt phẳng chứa hai khe ra xa thì ta được: $x = 4,2\text{mm} = 3,5.\frac{\lambda(D+0,6)}{a}$.

Từ đó ta tính được: $D = 1,4\text{m}.$

Vậy bước sóng λ là: $\lambda = \frac{4,2.10^{-3}.1.10^{-3}}{5.1,4} = 0,6\mu\text{m}.$

Câu 31: Đáp án A.

Ta có: $\frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{0,6}{0,4} = \frac{3}{2}$ nên khi điểm M là vân sáng bậc 6 của ánh sáng có bước sóng λ_1 thì tại M đối với ánh sáng có bước sóng λ_2 ta có vân sáng bậc 4.

Câu 32: Đáp án B.

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{0,4}{0,6} = \frac{2}{3} \Rightarrow i_{12} = 3i_1 = 2i_2.$$

Vậy điểm M có cùng màu với vân sáng trung tâm khi có tọa độ: $x_m = 3ni_1 = 2ni_2 = \frac{6\lambda_1 D}{a}.$

Câu 33: Đáp án C.

Ta có: $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{i_1}{i_2} \Leftrightarrow \frac{0,5}{\lambda_2} = \frac{k_2}{3}$

$$\Rightarrow 1,92 < k_2 < 3,94 \Rightarrow k_2 = 2 \Rightarrow \lambda_2 = 0,75\mu\text{m}.$$

Câu 34: Đáp án A.

Ta có: $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{3}{2} \Rightarrow \lambda_2 = 0,44\mu\text{m}.$

Câu 35: Đáp án B.

Ta có: $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{0,5}{0,75} = \frac{2}{3}$ nên suy ra vân sáng bậc 6 của λ_2 sẽ là: $x_N = 6\lambda_2 = 6.1,5\lambda_1 = 9\lambda_1.$

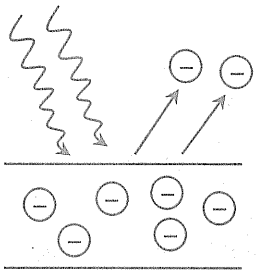
Vậy từ vị trí vân sáng bậc 6 của λ_1 đến vị trí vân sáng bậc 9 của λ_2 thì có 2 vân sáng đơn sắc của λ_1, 1 vân sáng đơn sắc của λ_2 và 2 vân sáng trùng nhau.

Vậy sẽ có tất cả 5 vân sáng.

CHƯƠNG 6. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

A. LÍ THUYẾT

I. HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN (NGOÀI)



1. Thí nghiệm của Héc về hiện tượng quang điện

- Năm 1887, Héc đã chiếu một chùm sáng do hồ quang phát ra vào tấm kẽm tích điện âm gắn vào cần của một tĩnh điện kế, thì thấy góc lệch của kim tĩnh điện kế giảm đi. Thay kẽm bằng kim loại khác, hiện tượng xảy ra tương tự.

- Kết quả: Ánh sáng hồ quang đã làm bật electron ra khỏi bề mặt tấm kẽm tích điện âm.

2. Hiện tượng quang điện

Hiện tượng ánh sáng làm bật các electron ra khỏi mặt kim loại gọi là **hiện tượng quang điện ngoài** (gọi tắt là **hiện tượng quang điện**).

STUDY TIP

Các electron bật ra được gọi là các electron quang điện, hay quang electron.

3. Các định luật quang điện

- **Định luật quang điện thứ nhất** (định luật về giới hạn quang điện): Đối với mỗi kim loại ánh sáng kích thích phải có bước sóng λ nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện λ_0 của kim loại đó, mới gây ra được hiện tượng quang điện: $\lambda \le \lambda_0$.

- **Định luật quang điện thứ hai** (định luật về cường độ dòng quang điện bão hòa): Đối với mỗi ánh sáng thích hợp (có $\lambda \le \lambda_0$), cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ chùm ánh sáng kích thích.

- **Định luật quang điện thứ ba** (định luật về động năng cực đại của quang electron): Động năng ban đầu cực đại của quang electron không phụ thuộc vào cường độ của chùm sáng kích thích, mà chỉ phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng kích thích và bản chất kim loại.

II. THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG (THUYẾT PHOTON)

Thuyết sóng điện từ về ánh sáng không giải thích được định luật về giới hạn quang điện nên cần phải có thuyết mới phù hợp.

1. Giả thuyết Plăng

- Năm 1900, Plăng đã đề xướng giả thuyết về lượng tử năng lượng.

- Lượng năng lượng mà mỗi lần một nguyên tử hay phân tử hấp thụ hay phát xạ có giá trị hoàn toàn xác định, gọi là lượng tử năng lượng. Lượng tử năng lượng, kí hiệu là ε, có giá trị bằng: $\varepsilon = hf$. Trong đó:

+ f: tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay được phát ra.

+ h: là một hằng số, gọi là hằng số Plăng. $h = 6{,}625.10^{-34}$ J.s

Chú ý

+ Năng lượng của mỗi photon rất nhỏ. Một chùm sáng dù yếu cũng chứa rất nhiều photon do rất nhiều nguyên tử, phân tử phát ra. Vì vậy ta nhìn thấy chùm sáng liên tục.

+ Photon chỉ tồn tại trong trạng thái chuyển động. Không có photon đứng yên.

2. Thuyết lượng tử ánh sáng. Photon

- Chùm ánh sáng là chùm các photon (các lượng tử ánh sáng). Mỗi photon có năng lượng xác định (năng lượng của 1 photon $\varepsilon = hf$ (J), f là tần số của sóng ánh sáng đơn sắc tương ứng). Cường độ chùm sáng tỉ lệ với số photon phát ra trong 1 giây.

- Phân tử, nguyên tử, electron... phát xạ hay hấp thụ ánh sáng, nghĩa là chúng phát xạ hay hấp thụ photon.

- Các photon bay dọc theo tia sáng với tốc độ $c = 3.10^8$ m/s trong chân không.

III. GIẢI THÍCH CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG ĐIỆN

1. Công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện

$$hf = \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2$$

Trong đó: λ: bước sóng ánh sáng kích thích. (m)

A: công thoát của kim loại. (J)

$v_{0\max}$: Vận tốc ban đầu cực đại của quang electron. (m/s)

2. Giải thích định luật quang điện thứ nhất

Anhxtanh cho rằng, hiện tượng quang điện xảy ra là do electron trong kim loại hấp thụ photon của ánh sáng kích thích. Mỗi photon bị hấp thụ sẽ truyền toàn bộ năng lượng ε của nó cho một electron. Muốn electron bứt ra khỏi bề mặt kim loại thì năng lượng ε phải lớn hơn hoặc bằng công thoát của kim loại, tức là

$$\varepsilon \geq A \Leftrightarrow h\frac{c}{\lambda} \geq A \Leftrightarrow \lambda \leq \frac{hc}{A} = \lambda_0$$

Với $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$ là giới hạn quang điện.

3. Giải thích định luật quang điện thứ hai

Cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với số quang electron bứt ra khỏi catot trong một đơn vị thời gian.

Với các chùm sáng có khả năng gây ra hiện tượng quang điện thì: Số quang electron bị bật ra khỏi mặt catot trong một đơn vị thời gian lại tỉ lệ thuận với số photon đến đập vào mặt catot trong thời gian đó. Số photon này tỉ lệ với cường độ của chùm sáng tới. Vậy cường độ dòng điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ của chùm sáng kích thích.

4. Giải thích định luật quang điện thứ ba

Nhận xét

Động năng ban đầu cực đại của quang electron chỉ phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng kích thích và bản chất của kim loại.

Từ công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện, suy ra động năng ban đầu cực đại của quang electron là: $\frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = \frac{hc}{\lambda} - A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}$

5. Lưỡng tính sóng – hạt của ánh sáng

- Ánh sáng vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt. Ta nói ánh sáng có lưỡng tính sóng – hạt.
- Trong mỗi hiện tượng, ánh sáng thường thể hiện rõ một trong hai tính chất trên. Khi tính chất sóng thể hiện rõ thì tính chất hạt lại mờ nhạt, và ngược lại.
- Hiện tượng quang điện là bằng chứng thực nghiệm quan trọng khẳng định ánh sáng có tính chất sóng.
- Hiện tượng quang điện là bằng chứng quan trọng chứng tỏ ánh sáng có tính chất hạt.
- Sóng điện từ có bước sóng càng ngắn, photon có năng lượng càng lớn thì tính chất hạt thể hiện càng rõ, như ở hiện tượng quang điện, ở khả năng đâm xuyên, khả năng phát quang…, còn tính chất sóng càng mờ nhạt. Trái lại, sóng điện từ có bước sóng càng dài, photon ứng với nó có năng lượng càng nhỏ, thì tính chất sóng lại thể hiện rõ hơn như ở hiện tượng giao thoa, nhiễu xạ, tán sắc,…, còn tính chất hạt thì mờ nhạt.

IV. HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG

1. Chất quang dẫn

Chất quang dẫn là những chất bán dẫn, dẫn điện kém khi không bị chiếu sáng và dẫn điện tốt khi bị chiếu sáng thích hợp.

2. Hiện tượng quang điện trong

Hiện tượng ánh sáng giải phóng các electron liên kết để chúng trở thành các electron dẫn đồng thời tạo ra các lỗ trống cùng tham gia vào quá trình dẫn điện, gọi là hiện tượng quang điện trong.

3. Quang điện trở

Được chế tạo dựa trên hiệu ứng quang điện trong. Đó là một tấm bán dẫn có giá trị điện trở thay đổi khi cường độ độ chùm ánh sáng chiếu vào nó thích hợp.

4. Pin quang điện

STUDY TIP

Pin quang điện (pin Mặt Trời) đã trở thành nguồn cung cấp điện cho các vùng sâu vùng xa, trên các vệ tinh nhân tạo, con tàu vũ trụ, trong các máy đo ánh sáng, máy tính bỏ túi...

Pin quang điện là nguồn điện trong đó quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng. Hoạt động của pin dựa trên hiện tượng quang điện trong của một số chất bán dẫn (đồng oxit, selen, silic,...). Suất điện động của pin thường có giá trị từ 0,5 V đến 0,8 V.

V. SO SÁNH HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN NGOÀI VÀ QUANG ĐIỆN TRONG

- Hiện tượng quang điện ngoài có sự bứt các electron ra khỏi khối chất, còn hiện tượng quang điện trong chỉ bứt các electron liên kết thành electron dẫn ngay trong khối chất đó.

- Năng lượng cần thiết để bứt electron ra khỏi liên kết trong bán dẫn khá nhỏ so với công thoát của electron khỏi kim loại, nên giới hạn quang điện trong lớn hơn giới hạn quang điện ngoài

VI. HIỆN TƯỢNG QUANG – PHÁT QUANG

1. Sự phát quang

Chú ý

Mỗi chất phát quang có một quang phổ đặc trưng cho nó.

Có một số chất khi hấp thụ năng lượng dưới một dạng nào đó, thì có khả năng phát ra các bức xạ điện từ trong miền ánh sáng nhìn thấy. Các hiện tượng đó gọi là sự phát quang.

2. Định luật Xtốc về sự phát quang

Ánh sáng phát quang có bước sóng λ' dài hơn bước sóng của ánh sáng kích thích λ_{kt}: $\lambda' > \lambda_{kt}$

3. Ứng dụng của hiện tượng phát quang

Sử dụng trong các đèn ống để thắp sáng, trong các màn hình của dao động kí điện tử, tivi, máy tính. Sử dụng sơn phát quang quét trên các biển báo giao thông.

VII. MẪU NGUYÊN TỬ BO

1. Tiên đề về trạng thái dừng

- Nguyên tử chỉ tồn tại trong một số trạng thái có năng lượng xác định E_n, gọi là các trạng thái dừng. Khi ở trạng thái dừng, nguyên tử không bức xạ.

- Trong các trạng thái dừng của nguyên tử, electron chuyển động quanh hạt nhân trên những quỹ đạo có bán kính hoàn toàn xác định gọi là quỹ đạo dừng.

- Công thức tính quỹ đạo dừng của electron trong nguyên tử hyđrô $r_n = n^2.r_0$, với n là số nguyên và $r_0 = 5,3.10^{-11}$ m, gọi là bán kính Bo.

n	1	2	3	4	5	6...
Tên	K	L	M	N	O	P...

- Năng lượng electron trong nguyên tử hiđrô: $E_n = -\frac{13,6}{n^2}(\text{eV})$, với n là số tự nhiên dương.

- Bình thường, nguyên tử ở trạng thái dừng có năng lượng thấp nhất, gọi là trạng thái cơ bản. Khi hấp thụ năng lượng thì nguyên tử chuyển lên các trạng thái dừng có năng lượng cao hơn, gọi là trạng thái kích thích. Thời gian nguyên tử ở trạng thái kích thích rất ngắn (cỡ $10^{-8}s$). Sau đó nguyên tử chuyển về trạng thái dừng có năng lượng thấp hơn và cuối cùng về trạng thái cơ bản.

2. Tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử

- Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n sang trạng thái dừng có năng lượng E_m nhỏ hơn thì nguyên tử phát ra một phôtôn có năng lượng: $E_n - E_m = hf$

- Ngược lại, nếu nguyên tử ở trạng thái dừng có năng lượng E_m mà hấp thụ được một phôtôn có năng lượng hf đúng bằng hiệu E_nE_m thì nó chuyển sang trạng thái dừng có năng lượng E_n lớn hơn.

- Sự chuyển từ trạng thái dừng E_m sang trạng thái dừng E_n ứng với sự nhảy của electron từ quỹ đạo dừng có bán kính r_m sang quỹ đạo dừng có bán kính r_n và ngược lại.

VIII. QUANG PHỔ VẠCH CỦA NGUYÊN TỬ HIĐRÔ

Chú ý

- Khi chụp quang phổ của khí hidrô trong các đèn phóng điện, người ta đã xác định được chính xác bước sóng và quy luật sắp xếp của các vạch trong quang phổ đó.
- Dùng mẫu nguyên tử Bohr, người ta giải thích được cấu trúc của quang phổ và tính được bước sóng ứng với các vạch trong quang phổ đó.

1. Đặc điểm của quang phổ hiđrô

- Nó là quang phổ vạch.

- Các vạch của quang phổ tạo thành các dãy khác nhau trong các vùng ánh sáng khác nhau.

+ Dãy Lai-man (Lyman): gồm các vạch trong miền tử ngoại.

+ Dãy Ban-me (Balmer): gồm các vạch nằm trong miền tử ngoại và một số vạch nằm trong miền ánh sáng nhìn thấy: vạch đỏ, vạch lam, vạch chàm, vạch tím.

+ Dãy Pa-sen (Paschen): gồm các vạch nằm trong miền hồng ngoại.

- Bình thường, các nguyên tử hidrô ở trạng thái cơ bản. Khi nhận được năng lượng kích thích, chúng chuyển lên các trạng thái kích thích khác nhau. Khi chuyển về trạng thái cơ bản, chúng sẽ phát ra các phôtôn năng lượng quy định bởi tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử.

- Mỗi phôtôn ứng với một sóng điện từ có tần số hay bước sóng xác định. Mỗi sóng điện từ là một sóng ánh sáng đơn sắc. Mỗi ánh sáng đơn sắc cho lên kính ảnh của máy quang phổ một vạch màu nhất định. Đó là một vạch quang phổ.

2. Sự giải thích sự tạo thành các dãy

- *Các vạch trong dãy Lai-man* (ánh sáng nằm trong miền tử ngoại) được tạo thành khi êlectron trong các nguyên tử hidrô chuyển từ các quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo K: L về K; M về K; N về K; O về K; P về K.

- *Các vạch trong dãy Ban-me* (1 số vạch nằm trong miền tử ngoại và 1 số vạch nằm trong miền ánh sáng nhìn thấy) được tạo thành khi êlectron chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo L:

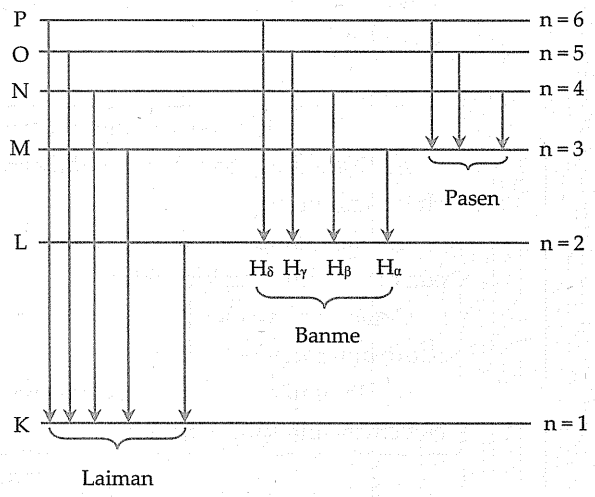
Vạch đỏ H_α (0,6563μm) ứng với sự chuyển M về L;

Vạch lam H_β (0,4861μm) ứng với sự chuyển N về L;

Vạch chàm H_γ (0,4340μm) ứng với sự chuyển O về L;

Vạch tím H_δ (0,4103μm) ứng với sự chuyển P về L.

- *Các vạch trong dãy Pa-sen* (ánh sáng nằm trong miền hồng ngoại) được tạo thành khi các êlectron chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo M.
- Nếu biểu diễn mỗi mức năng lượng ứng với một quỹ đạo dừng bằng một vạch nằm ngang thì ta có sơ đồ mức năng lượng.
- Trong sơ đồ mức năng lượng, các sự chuyển được biểu diễn bằng các mũi tên hướng từ trên xuống dưới. Phía dưới sơ đồ có vẽ các vạch quang phổ ứng với các sự chuyển đó.



Sơ đồ chuyển mức năng lượng của nguyên tử hiđrô khi tạo thành các dãy quang phổ

IX. SƠ LƯỢC VỀ LAZE

Laze là một nguồn sáng phát ra một chùm sáng cường độ lớn dựa trên việc ứng dụng hiện tượng phát xạ cảm ứng.

1. Đặc điểm của laze

- Laze có tính đơn sắc rất cao.
- Tia laze là chùm sáng kết hợp (các phôtôn trong chùm có cùng tần số và cùng pha).
- Tia laze là chùm sáng song song (có tính định hướng cao).
- Tia laze có cường độ lớn. Ví dụ: laze rubi (hồng ngọc) có cường độ tới $10^6 W/cm^2$.

2. Một số ứng dụng của laze

- Tia laze được dùng như dao mổ trong phẫu thuật mắt, để chữa một số bệnh ngoài da (nhờ tác dụng nhiệt),…
- Tia laze dùng truyền thông tin bằng cáp quang, vô tuyến định vị, điều khiển con tàu vũ trụ,...
- Tia laze dùng trong các đầu đọc đĩa CD, bút chỉ bảng, bản đồ, thí nghiệm quang học ở trường phổ thông,...
- Tia laze được dùng trong đo đạc, ngắm đường thẳng...
- Ngoài ra tia laze còn được dùng để khoan, cắt, tôi,... chính xác các vật liệu trong công nghiệp.

B. PHÂN DẠNG BÀI TẬP VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

I. TRẮC NGHIỆM LÍ THUYẾT

1. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Để gây được hiệu ứng quang điện, bức xạ rọi vào kim loại phải thoả mãn điều kiện nào sau đây?

A. Tần số lớn hơn giới hạn quang điện.

B. Tần số nhỏ hơn giới hạn quang điện.

C. Bước sóng nhỏ hơn giới hạn quang điện.

D. Bước sóng lớn hơn giới hạn quang điện.

Lời giải

Để gây ra hiệu ứng quang điện, bức xạ chiếu vào kim loại phải thỏa mãn định luật I quang điện: bước sóng của ánh sáng kích thích nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện.

Đáp án C.

Ví dụ 2: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc vào bản chất của kim loại.

B. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.

C. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc tần số của chùm ánh sáng kích thích.

D. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc cường độ của chùm ánh sáng kích thích.

Lời giải

Từ công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện, suy ra động năng ban đầu cực đại của quang electron là: $\frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = \frac{hc}{\lambda} - A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}$

Suy ra động năng ban đầu cực đại của quang electron chỉ phụ thuộc vào bước sóng (hoặc tần số) của ánh sáng kích thích và bản chất của kim loại.

Đáp án D.

Ví dụ 3: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Dãy Laiman nằm trong vùng tử ngoại.

B. Dãy Laiman nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy.

C. Dãy Laiman nằm trong vùng hồng ngoại.

D. Dãy Laiman nằm một phần trong vùng ánh sáng nhìn thấy và một phần trong vùng tử ngoại.

Lời giải

Dãy Lai-man (Lyman): gồm các vạch trong miền tử ngoại.

Dãy Ban-me (Balmer): gồm các vạch nằm trong miền tử ngoại và một số vạch nằm trong miền ánh sáng nhìn thấy: vạch đỏ, vạch lam, vạch chàm, vạch tím.

Dãy Pa-sen (Paschen): gồm các vạch nằm trong miền hồng ngoại

Đáp án A.

Ví dụ 4: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Nguyên tử hấp thụ phôton thì chuyển trạng thái dừng.

B. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Nguyên tử bức xạ phôton thì chuyển trạng thái dừng.

C. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Mỗi khi chuyển trạng thái dừng nguyên tử bức xạ hoặc hấp thụ photon có năng lượng đúng bằng độ chênh lệch năng lượng giữa hai trạng thái đó.

D. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Nguyên tử hấp thụ ánh sáng nào thì sẽ phát ra ánh sáng đó.

Lời giải

Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Mỗi khi chuyển trạng thái dừng nguyên tử bức xạ hoặc hấp thụ photon có năng lượng đúng bằng độ chênh lệch năng lượng giữa hai trạng thái đó

Đáp án C.

Ví dụ 5: Phát biểu nào dưới đây về lưỡng tính sóng hạt là sai?

A. Hiện tượng giao thoa ánh sáng thể hiện tính chất sóng.

B. Hiện tượng quang điện ánh sáng thể hiện tính chất hạt.

C. Sóng điện từ có bước sóng càng ngắn càng thể hiện rõ tính chất sóng.

D. Các sóng điện từ có bước sóng càng dài thì tính chất sóng càng thể hiện rõ hơn tính chất hạt.

Lời giải

Bước sóng càng ngắn, năng lượng càng lớn, khả năng đâm xuyên lớn, nên thể hiện rõ tính chất hạt.

Đáp án C.

Ví dụ 6: Theo thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào sau đây đúng?

A. Phôtôn ứng với ánh sáng đơn sắc có năng lượng càng lớn nếu ánh sáng đó có tần số càng lớn.

B. Năng lượng của phôtôn giảm dần khi phôtôn ra xa dần nguồn sáng.

C. Phôtôn tồn tại trong cả trạng thái đứng yên và trạng thái chuyển động.

D. Năng lượng của mọi loại phôtôn đều bằng nhau.

Lời giải

A. Đúng, vì năng lượng của photon tỉ lệ thuận với tần số.

B. Sai, vì năng lượng của photon không phụ thuộc vào khoảng cách từ photon đến nguồn.

C. Sai, vì photon không tồn tại trong trạng thái đứng yên.

D. Sai, photon có tần số khác nhau thì năng lượng khác nhau.

Đáp án A.

Ví dụ 7: Trong chân không, ánh sáng nhìn thấy có bước sóng nằm trong khoảng từ 0,38μm đến 0,76μm. Cho biết: hằng số Plăng $h = 6,625.10^{-34}$ J.s, tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8$ m/s và $1eV = 1,6.10^{-19}$ J. Các phôtôn của ánh sáng này có năng lượng nằm trong khoảng

A. từ 2,62 eV đến 3,27 eV. B. từ 1,63 eV đến 3,27 eV.

C. từ 2,62 eV đến 3,11 eV. D. từ 1,63 eV đến 3,11 eV.

Lời giải

$$\begin{cases} \varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda} \\ 0,38\mu m \le \lambda \le 0,76\mu m \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_{min} = \dfrac{hc}{\lambda_{max}} = \dfrac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{0,76.10^{-6}} = 2,615.10^{-19} J = 1,63 eV \\ \lambda_{max} = \dfrac{hc}{\lambda_{min}} = \dfrac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{0,38.10^{-6}} = 5,230.10^{-19} J = 3,27 eV \end{cases}$$

Đáp án B.

2. Bài tập tự luyện

Câu 1: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Hiện tượng quang điện là hiện tượng electron bị bứt ra khỏi kim loại khi chiếu vào kim loại ánh sáng thích hợp.

B. Hiện tượng quang điện là hiện tượng electron bị bứt ra khỏi kim loại khi nó bị nung nóng.

C. Hiện tượng quang điện là hiện tượng electron bị bứt ra khỏi kim loại khi đặt tấm kim loại vào trong một điện trường mạnh.

D. Hiện tượng quang điện là hiện tượng electron bị bứt ra khỏi kim loại khi nhúng tấm kim loại vào trong một dung dịch.

Câu 2: Chiếu một chùm bức xạ đơn sắc vào một tấm kẽm có giới hạn quang điện 0,35μm. Hiện tượng quang điện sẽ không xảy ra khi chùm bức xạ có bước sóng

A. 0,1 μm. B. 0,2 μm. C. 0,3 μm. D. 0,4 μm.

Câu 3: Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là

A. Bước sóng dài nhất của bức xạ chiếu vào kim loại đó mà gây ra được hiện tượng quang điện.

B. Bước sóng ngắn nhất của bức xạ chiếu vào kim loại đó mà gây ra được hiện tượng quang điện.

C. Công nhỏ nhất dùng để bứt electron ra khỏi bề mặt kim loại đó.

D. Công lớn nhất dùng để bứt electron ra khỏi bề mặt kim loại đó.

Câu 4: Dòng quang điện đạt đến giá trị bão hòa khi

A. Tất cả các electron bật ra từ catôt khi catôt được chiếu sáng đều đi về được anôt.

B. Tất cả các electron bật ra từ catôt khi catôt được chiếu sáng đều quay trở về được catôt.

C. Có sự cân bằng giữa số electron bật ra từ catôt và số electron bị hút quay trở lại catôt.

D. Số electron đi từ catôt về anôt không đổi theo thời gian.

Câu 5: Dòng quang điện tồn tại trong tế bào quang điện (TBQĐ) khi

A. Chiếu vào catôt của tế bào quang điện một chùm bức xạ có cường độ lớn và hiệu điện thế giữa anôt và catôt của TBQĐ là $U_{AK} > 0$.

B. Chiếu vào catốt của tế bào quang điện một chùm bức xạ có bước sóng dài.

C. Chiếu vào catôt của tế bào quang điện một chùm bức xạ có bước sóng ngắn thích hợp.

D. Chiếu vào catôt của tế bào quang điện một chùm bức xạ có bước sóng ngắn thích hợp và hiệu điện thế giữa anôt và catôt của TBQĐ là U_{AK} phải lớn hơn hiệu điện thế hãm U_h.

Câu 6: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc vào bản chất của kim loại.

B. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.

C. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc tần số của chùm ánh sáng kích thích.

D. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc cường độ của chùm ánh sáng kích thích.

Câu 7: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi giới hạn quang điện λ_0 của kim loại làm catôt nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng kích thích.

B. Với ánh sáng kích thích có bước sóng $\lambda \geq \lambda_0$ thì cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ chùm ánh sáng kích thích.

C. Hiệu điện thế hãm phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng kích thích và bản chất của kim loại dùng làm catôt.

D. Hiệu điện thế hãm phụ thuộc vào cường độ của chùm ánh sáng kích thích.

Câu 8: Chọn câu đúng:

A. Khi tăng cường độ của chùm ánh sáng kích thích lên hai lần thì cường độ dòng quang điện tăng lên hai lần.

B. Khi tăng bước sóng của chùm ánh sáng kích thích lên hai lần thì cường độ dòng quang điện tăng lên hai lần.

C. Khi giảm bước sóng của chùm ánh sáng kích thích xuống hai lần thì cường độ dòng quang điện tăng lên hai lần.

D. Khi ánh sáng kích thích gây ra được hiện tượng quang điện. Nếu giảm bước sóng của chùm bức xạ thì động năng ban đầu cực đại của electron quang điện tăng lên.

Câu 9: Chọn câu đúng

A. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế âm cần đặt giữa catôt và anôt của tế bào quang điện để triệt tiêu dòng quang điện.

B. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế âm cần đặt giữa catôt và anôt của tế bào quang điện để vừa đủ triệt tiêu dòng quang điện.

C. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế dương cần đặt giữa catôt và anôt của tế bào quang điện để triệt tiêu dòng quang điện.

D. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế dương cần đặt giữa catôt và anôt của tế bào quang điện để vừa đủ triệt tiêu dòng quang điện.

Câu 10: Theo quan điểm của thuyết lượng tử phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Chùm ánh sáng là một dòng hạt, mỗi hạt là một photon mang năng lượng.

B. Cường độ chùm sáng tỉ lệ thuận với số phôton trong chùm.

C. Khi ánh sáng truyền đi các phôton ánh sáng không đổi, không phụ thuộc khoảng cách đến nguồn sáng.

D. Các photon có năng lượng bằng nhau vì chúng lan truyền với vận tốc bằng nhau.

Câu 11: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện không phụ thuộc vào cường độ của chùm ánh sáng kích thích.

B. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc vào bản chất kim loại dùng làm catôt.

C. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện không phụ thuộc vào bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.

D. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc vào bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.

Câu 12: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Để một chất bán dẫn trở thành vật dẫn thì bức xạ điện từ chiếu vào chất bán dẫn phải có bước sóng lớn hơn một giá trị λ_0 phụ thuộc vào bản chất của chất bán dẫn.

B. Để một chất bán dẫn trở thành vật dẫn thì bức xạ điện từ chiếu vào chất bán dẫn phải có tần số lớn hơn một giá trị f_0 phụ thuộc vào bản chất của chất bán dẫn.

C. Để một chất bán dẫn trở thành vật dẫn thì cường độ của chùm bức xạ điện từ chiếu vào chất bán dẫn phải lớn hơn một giá trị nào đó phụ thuộc vào bản chất của chất bán dẫn.

D. Để một chất bán dẫn trở thành vật dẫn thì cường độ của chùm bức xạ điện từ chiếu vào chất bán dẫn phải nhỏ hơn một giá trị nào đó phụ thuộc vào bản chất của chất bán dẫn.

Câu 13: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Hiện tượng quang điện trong là hiện tượng bứt electron ra khỏi bề mặt kim loại khi chiếu vào kim loại ánh sáng có bước sóng thích hợp.

B. Hiện tượng quang điện trong là hiện tượng electron bị bắn ra khỏi kim loại khi kim loại bị đốt nóng.

C. Hiện tượng quang điện trong là hiện tượng electron liên kết được giải phóng thành electron dẫn khi chất bán dẫn được chiếu bằng bức xạ thích hợp.

D. Hiện tượng quang điện trong là hiện tượng điện trở của vật dẫn kim loại tăng lên khi chiếu ánh sáng vào kim loại.

Câu 14: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Quang trở là một linh kiện bán dẫn hoạt động dựa trên hiện tượng quang điện ngoài.

B. Quang trở là một linh kiện bán dẫn hoạt động dựa trên hiện tượng quang điện trong.

C. Điện trở của quang trở tăng nhanh khi quang trở được chiếu sáng.

D. Điện trở của quang trở không đổi khi quang trở được chiếu sáng bằng ánh sáng có bước sóng ngắn.

Câu 15: Trong hiện tượng quang dẫn của một chất bán dẫn. Năng lượng cần thiết để giải phóng một electron liên kết thành electron tự do là A thì bước sóng dài nhất của ánh sáng kích thích gây ra được hiện tượng quang dẫn ở chất bán dẫn đó được xác định từ công thức

A. $\frac{hc}{A}$. B. $\frac{hc}{c}$ C. $\frac{c}{hA}$. D. $\frac{A}{hc}$.

Câu 16: Mẫu nguyên tử Bo khác mẫu nguyên tử Rơ-dơ-pho ở điểm nào dưới đây

A. Hình dạng quỹ đạo của các electron.

B. Lực tương tác giữa electron và hạt nhân nguyên tử.

C. Trạng thái có năng lượng ổn định.

D. Mô hình nguyên tử có hạt nhân.

Câu 17: Phát biểu nào sau đây là đúng nhất khi nói về nội dung tiên đề "các trạng thái dừng của nguyên tử" trong mẫu nguyên tử Bo?

A. Trạng thái dừng là trạng thái có năng lượng xác định.

B. Trạng thái dừng là trạng thái mà nguyên tử đứng yên.

C. Trạng thái dừng là trạng thái mà năng lượng của nguyên tử không thay đổi được.

D. Trạng thái dừng là trạng thái mà nguyên tử có thể tồn tại trong một khoảng thời gian xác định mà không bức xạ năng lượng.

Câu 18: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Nguyên tử hấp thụ phôton thì chuyển trạng thái dừng.

B. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Nguyên tử bức xạ phôton thì chuyển trạng thái dừng.

C. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Mỗi khi chuyển trạng thái dừng nguyên tử bức xạ hoặc hấp thụ photon có năng lượng đúng bằng độ chênh lệch năng lượng giữa hai trạng thái đó.

D. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Nguyên tử hấp thụ ánh sáng nào thì sẽ phát ra ánh sáng đó.

Câu 19: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Dãy Laiman nằm trong vùng tử ngoại.

B. Dãy Laiman nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy.

C. Dãy Laiman nằm trong vùng hồng ngoại.

D. Dãy Laiman một phần trong vùng ánh sáng nhìn thấy và một phần trong vùng tử ngoại.

Câu 20: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Dãy Banme nằm trong vùng tử ngoại.

B. Dãy Banme nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy.

C. Dãy Banme nằm trong vùng hồng ngoại.

D. Dãy Banme nằm một phần trong vùng ánh sáng nhìn thấy và một phần trong vùng tử ngoại.

Câu 21: Chọn câu đúng: Các vạch thuộc dãy Banme ứng với sự chuyển mức năng lượng của electron từ các quỹ đạo ngoài về

A. Quỹ đạo K. B. Quỹ đạo L.

C. Quỹ đạo M. D. Quỹ đạo O.

Câu 22: Trong quang phổ của nguyên tử hyđrô, các vạch $\alpha,\beta,\gamma,\delta$ trong dãy Banme có bước sóng nằm trong khoảng bước sóng của

A. tia Rơnghen. B. ánh sáng nhìn thấy.

C. tia hồng ngoại. D. tia tử ngoại.

Câu 23: Sự phát sáng của vật nào dưới đây là sự phát quang?

A. Tia lửa điện. B. Hồ quang.

C. Bóng đèn ống. D. Bóng đèn pin.

Câu 24: Tia laze không có đặc điểm nào sau đây:

A. Độ đơn sắc cao. B. Độ định hướng cao.

C. Cường độ lớn. D. Công suất lớn.

Câu 25: Trong laze rubi có sự biến đổi dạng năng lượng nào dưới đây thành quang năng

A. Điện năng. B. Nhiệt năng.

C. Cơ năng. D. Quang năng.

Câu 26: Sự phát xạ cảm ứng là gì?

A. Đó là sự phát ra phôtôn bởi một nguyên tử.

B. Đó là sự phát xạ của một nguyên tử ở trạng thái kích thích dưới tác dụng của một điện từ trường có cùng tần số.

C. Đó là sự phát xạ đồng thời của hai nguyên tử có tương tác lẫn nhau.

D. Đó là sự phát xạ của một nguyên tử ở trạng thái kích thích, nếu hấp thụ thêm một phôtôn có cùng tần số.

Câu 27: Bút laze mà ta thường dùng để chỉ bảng thuộc loại laze nào?

A. Khí. B. Lỏng. C. Rắn. D. Bán dẫn.

Câu 28: Màu đỏ của rubi do ion nào phát ra?

A. ion nhôm. B. ion ôxi.

C. ion crôm. D. ion khác

Câu 29: Chiếu một chùm bức xạ đơn sắc vào tấm kẽm có giới hạn quang điện 0,35μm. Hiện tượng quang điện sẽ không xảy ra khi chùm bức xạ chiếu vào tấm kẽm có bước sóng là:

A. 0,1μm. B. 0,2μm. C. 0,3μm. D. 0,4μm.

Câu 30: Chọn câu đúng:

A. Hiện tượng giao thoa dễ quan sát đối với ánh sáng có bước sóng ngắn.

B. Hiện tượng quang điện chứng tỏ tính chất sóng của ánh sáng.

C. Những sóng điện từ có tần số càng lớn thì tính chất sóng thể hiện càng rõ.

D. Sóng điện từ có bước sóng lớn thì năng lượng phô-tôn nhỏ.

Câu 31: Trong các ánh sáng đơn sắc sau đây, ánh sáng nào có khả năng gây ra hiện tượng quang điện mạnh nhất:

A. Ánh sáng tím. B. Ánh sáng lam.

C. Ánh sáng đỏ. D. Ánh sáng lục.

Câu 32: Công thức liên hệ giữa giới hạn quang điện λ_0, công thoát A, hằng số Planck h và vận tốc ánh sáng c là:

A. $\lambda_0 = \frac{hA}{c}$. B. $\lambda_0 = \frac{A}{hc}$. C. $\lambda_0 = \frac{c}{hA}$. D. $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$.

Câu 33: Khi chiếu sóng điện từ xuống bề mặt tấm kim loại, hiện tượng quang điện xảy ra nếu:

A. sóng điện từ có nhiệt độ đủ cao.

B. sóng điện từ có bước sóng thích hợp.

C. sóng điện từ có cường độ đủ lớn.

D. sóng điện từ phải là ánh sáng nhìn thấy được

Câu 34: Electron quang điện bị bứt ra khỏi bề mặt kim loại khi bị chiếu ánh sáng nếu:

A. Cường độ của chùm sáng rất lớn.

B. Bước sóng của ánh sáng lớn.

C. Tần số ánh sáng nhỏ.

D. Bước sóng nhỏ hơn hay bằng một giới hạn xác định.

Câu 35: Phát biểu nào dưới đây về lưỡng tính sóng hạt là sai?

A. Hiện tượng giao thoa ánh sáng thể hiện tính chất sóng.

B. Hiện tượng quang điện ánh sáng thể hiện tính chất hạt.

C. Sóng điện từ có bước sóng càng ngắn càng thể hiện rõ tính chất sóng.

D. Các sóng điện từ có bước sóng càng dài thì tính chất sóng càng thể hiện rõ hơn tính chất hạt.

Câu 36: Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là:

A. Bước sóng dài nhất của bức xạ chiếu vào kim loại đó để gây ra được hiện tượng quang điện.

B. Bước sóng ngắn nhất của bức xạ chiếu vào kim loại đó để gây ra được hiện tượng quang điện.

C. Công nhỏ nhất dùng để bứt electron ra khỏi kim loại đó.

D. Công lớn nhất dùng để bứt electron ra khỏi kim loại đó.

Câu 37: Phát biểu nào sau đây là không đúng theo thuyết lượng tử ánh sáng?

A. Chùm ánh sáng là một chùm hạt, mỗi hạt được gọi là một photon mang năng lượng.

B. Cường độ chùm ánh sáng tỉ lệ thuận với số photon trong chùm.

C. Khi ánh sáng truyền đi các photon không đổi, không phụ thuộc vào khoảng cách đến nguồn sáng.

D. Các photon có năng lượng bằng nhau vì chúng lan truyền với tốc độ bằng nhau.

Câu 38: Hiện tượng nào sau đây là hiện tượng quang điện?

A. Electron bức ra khỏi kim loại bị nung nóng.

B. Electron bật ra khỏi kim loại khi ion đập vào.

C. Electron bị bật ra khỏi kim loại khi kim loại có hiệu điện thế lớn.

D. Electron bật ra khỏi mặt kim loại khi chiếu tia tử ngoại vào kim loại.

Câu 39: Hãy chọn câu đúng nhất. Chiếu chùm bức xạ có bước sóng λ vào kim loại có giới hạn quang điện λ_0. Hiện tượng quang điện xảy ra khi:

A. $\lambda > \lambda_0$. B. $\lambda < \lambda_0$.

C. $\lambda = \lambda_0$. D. Cả câu B và C.

Câu 40: Chọn câu đúng. Nếu chiếu một chùm tia hồng ngoại vào tấm kẽm tích điện âm, thì:

A. Tấm kẽm mất dần điện tích dương.

B. Tấm kẽm mất dần điện tích âm.

C. Tấm kẽm trở nên trung hoà về điện.

D. Điện tích âm của tấm kẽm không đổi.

Câu 41: Để gây được hiệu ứng quang điện, bức xạ rọi vào kim loại được thoả mãn điều kiện nào sau đây?

A. Tần số lớn hơn giới hạn quang điện.

B. Tần số nhỏ hơn giới hạn quang điện.

C. Bước sóng nhỏ hơn giới hạn quang điện.

D. Bước sóng lớn hơn giới hạn quang điện.

Câu 42: Giới hạn quang điện tuỳ thuộc vào

A. bản chất của kim loại.

B. điện áp giữa anôt cà catôt của tế bào quang điện.

C. bước sóng của ánh sáng chiếu vào catôt.

D. điện trường giữa anôt cà catôt.

Câu 43: Chọn câu đúng. Theo thuyết phôtôn của Anh-xtanh, thì năng lượng

A. của mọi phôtôn đều bằng nhau.

B. của một phôtôn bằng một lượng tử năng lượng.

C. giảm dần khi phôtôn ra xa dần nguồn sáng.

D. của phôton không phụ thuộc vào bước sóng.

Câu 44: Với $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ lần lượt là năng lượng của phôtôn ứng với các bức xạ màu vàng, bức xạ tử ngoại và bức xạ hồng ngoại thì

A. $\varepsilon_3 > \varepsilon_1 > \varepsilon_2$. B. $\varepsilon_2 > \varepsilon_1 > \varepsilon_3$.

C. $\varepsilon_1 > \varepsilon_2 > \varepsilon_3$. D. $\varepsilon_2 > \varepsilon_3 > \varepsilon_1$.

Câu 45: Gọi bước sóng λ_0 là giới hạn quang điện của một kim loại, λ là bước sóng ánh sáng kích thích chiếu vào kim loại đó, để hiện tượng quang điện xảy ra thì

A. chỉ cần điều kiện $\lambda > \lambda_0$.

B. phải có cả hai điều kiện: $\lambda = \lambda_0$ và cường độ ánh sáng kích thích phải lớn.

C. phải có cả hai điều kiện: $\lambda > \lambda_0$ và cường độ ánh sáng kích thích phải lớn.

D. chỉ cần điều kiện $\lambda \le \lambda_0$.

Câu 46: Kim loại Kali (K) có giới hạn quang điện là $0{,}55\mu m$. Hiện tượng quang điện không xảy ra khi chiếu vào kim loại đó bức xạ nằm trong vùng

A. ánh sáng màu tím. B. ánh sáng màu lam.

C. hồng ngoại. D. tử ngoại.

Câu 47: Nếu quan niệm ánh sáng chỉ có tính chất sóng thì không thể giải thích được hiện tượng nào dưới đây?

A. Khúc xạ ánh sáng. B. Giao thoa ánh sáng.

C. Quang điện. D. Phản xạ ánh sáng.

Câu 48: Lần lượt chiếu hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0{,}75\mu m$; $\lambda_2 = 0{,}25mm$ vào một tấm kẽm có giới hạn quang điện $\lambda_0 = 0{,}35mm$. Bức xạ nào gây ra hiện tượng quang điện?

A. Không có bức xạ nào trong hai bức xạ trên.

B. Chỉ có bức xạ λ_2.

C. Chỉ có bức xạ λ_1.

D. Cả hai bức xạ.

Câu 49: Trong thí nghiệm Hécxơ, nếu chiếu ánh sáng tím vào lá nhôm tích điện âm thì

A. điện tích âm của lá nhôm mất đi.

B. tấm nhôm sẽ trung hòa về điện.

C. điện tích của tấm nhôm không thay đổi.

D. tấm nhôm tích điện dương.

Câu 50: Khi chiếu vào kim loại một chùm ánh sáng mà không thấy các e thoát ra vì

A. chùm ánh sáng có cường độ quá nhỏ.

B. công thoát e nhỏ hơn năng lượng phôtôn.

C. bước sóng ánh sáng lớn hơn giới hạn quang điện.

D. kim loại hấp thụ quá ít ánh sáng đó.

ĐÁP ÁN

1.A	2.D	3.A	4.A	5.D	6.D	7.C	8.D	9.D	10.D
11.C	12.B	13.C	14.A	15.A	16.C	17.A	18.C	19.A	20.D
21.B	22.B	23.C	24.D	25.D	26.A	27.D	28.C	29.D	30.D
31.A	32.D	33.B	34.D	35.C	36.A	37.D	38.D	39.D	40.D
41.C	42.A	43.B	44.B	45.D	46.C	47.C	48.B	49.C	50.C

II. BÀI TẬP VỀ HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN

1. Bài toán sử dụng công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện

1.1. Phương pháp

Để làm bài toán về sử dụng công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện, ta cần nhớ và nắm vững những công thức và kiến thức cơ bản sau.

- Năng lượng của phôtôn ánh sáng: $\boxed{\varepsilon = hf}$

Trong chân không: $\boxed{\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}.}$

- Công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện:

$$\boxed{hf = \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2}$$

Trong đó λ: bước sóng ánh sáng kích thích. (m)

A: công thoát của kim loại. (J)

$v_{0\max}$: Vận tốc ban đầu cực đại của quang electron. (m/s)

- Giới hạn quang điện: $\boxed{\lambda_0 = \frac{hc}{A}.}$

- Công thoát của electron ra khỏi kim loại: $\boxed{A = \frac{hc}{\lambda_0}.}$

STUDY TIP

- Các hằng số:
  - $h = 6,625.10^{-34}$ Js;
  - $c = 3.10^8$ m/s;
  - $m_e = 9,1.10^{-31}$ kg;
  - $e = 1,6.10^{-19}$ C
- Đổi đơn vị:
  - $1\text{nm} = 10^{-9}$ m;
  - $1\overset{0}{\text{A}} = 10^{-10}$ m;
  - $1\text{eV} = 1,6.10^{-9}$ J;
  - $1\text{MeV} = 10^6$ eV

1.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Giới hạn quang điện của kẽm là $\lambda_0 = 0,35\mu$m. Tính công thoát của êlectron khỏi kẽm?

A. 3,549 eV. B. 3,549 MeV. C. 5,349 eV. D. 5,349 MeV.

Lời giải

Ví dụ này chỉ đơn thuần sử dụng công thức, và chú ý thay số cho chuẩn đơn vị.

Công thoát của e ra khỏi kim loại:

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{0,35.10^{-6}} = 5,67.10^{-19}\text{J} = 3,549\text{ eV}.$$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Giới hạn quang điện của kim loại dùng làm catot là 0,66 μm. Tính:

a) Công thoát của kim loại dùng làm catot theo đơn vị J và eV.

b) Tính động năng cực đại ban đầu và độ lớn vận tốc cực đại của e quang điện khi bứt ra khỏi catot, biết ánh sáng chiếu vào có bước sóng là 0,5 μm.

Lời giải

a) Công thoát của kim loại dùng làm catot là:

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{0,66.10^{-6}} = 3,01.10^{-19}J = 1,88\text{ eV}.$$

b) Theo công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện, động năng ban đầu cực đại của quang e khi bứt ra khỏi catot là:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right) = 9,63.10^{-20}\text{ J}.$$

Độ lớn vận tốc ban đầu cực đại của quang *e* là:

$$v_{0\max} = \sqrt{\frac{2hc}{m_e}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)} = \sqrt{\frac{2.6,625.10^{-34}.3.10^8}{9,1.10^{-31}.10^{-6}}\left(\frac{1}{0,5} - \frac{1}{0,6}\right)} = 4,6.10^5.$$

Ví dụ 3: Chiếu lần lượt hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 600\text{nm}$ và $\lambda_2 = 0,3\mu\text{m}$ vào một tấm kim loại thì nhận được các quang e có vận tốc cực đại lần lượt là $v_1 = 2.10^5\text{m/s}$ và $v_2 = 4.10^5\text{m/s}$. Chiếu bằng bức xạ có bước sóng $\lambda_3 = 0,2\mu\text{m}$ thì vận tốc cực đại của quang điện tử là

A. 5.10^5m/s B. $2\sqrt{7}.10^5\text{m/s}$ C. $\sqrt{6}.10^5\text{m/s}$ D. 6.10^5m/s

Lời giải

Theo công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện, ta có

$$\begin{cases} \dfrac{hc}{\lambda_1} = A + \dfrac{1}{2}mv_1^2 \\ \dfrac{hc}{\lambda_2} = A + \dfrac{1}{2}mv_2^2 \\ \dfrac{hc}{\lambda_3} = A + \dfrac{1}{2}mv_3^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} hc\left(\dfrac{1}{\lambda_2} - \dfrac{1}{\lambda_1}\right) = \dfrac{1}{2}m\left(v_2^2 - v_1^2\right)(1) \\ hc\left(\dfrac{1}{\lambda_3} - \dfrac{1}{\lambda_1}\right) = \dfrac{1}{2}m\left(v_3^2 - v_1^2\right)(2) \end{cases}$$

Lập tỉ số (2) và (1) ta có:

$$\frac{v_3^2 - v_1^2}{v_2^2 - v_1^2} = \frac{\dfrac{1}{\lambda_3} - \dfrac{1}{\lambda_1}}{\dfrac{1}{\lambda_2} - \dfrac{1}{\lambda_1}} \Rightarrow \frac{v_3^2 - 4.10^{10}}{16.10^{10} - 4.10^{10}} = 2 \Rightarrow v_3 = 2\sqrt{7}.10^5\left(\text{m/s}\right)$$

Đáp án B.

Ví dụ 4: Chiếu lần lượt 3 bức xạ đơn sắc có bước sóng theo tỉ lệ $\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 1:2:1,5$ vào catôt của một tế bào quang điện thì nhận được các electron quang điện có vận tốc ban đầu cực đại tương ứng và có tỉ lệ $v_1 : v_2 : v_3 = 2:1:k$, với k bằng:

A. $\sqrt{3}$. B. $\dfrac{1}{\sqrt{3}}$. C. $\sqrt{2}$. D. $\dfrac{1}{\sqrt{2}}$.

Lời giải

Theo công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện, ta có

$$\begin{cases} \dfrac{hc}{\lambda} = A + 4\dfrac{mv^2}{2}(1) \\ \dfrac{hc}{2\lambda} = A + \dfrac{mv^2}{2}(2) \\ \dfrac{hc}{1,5.\lambda} = A + k^2\dfrac{mv^2}{2}(3) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (1)-(2) \Rightarrow \dfrac{hc}{2\lambda} = 3\dfrac{mv^2}{2} \\ (3)-(2) \Rightarrow \dfrac{hc}{6\lambda} = \left(k^2-1\right)\dfrac{mv^2}{2} \end{cases} \Rightarrow 3 = \frac{3}{k^2-1} \Rightarrow k = \sqrt{2}.$$

Đáp án C.

2. Bài toán hiệu điện thế hãm, hiệu điện thế giữa anot và catot trong tế bào quang điện

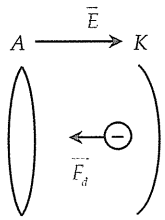
2.1. Phương pháp

Khảo sát hiện tượng quang điện dùng tế bào quang điện.

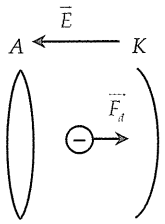
Tế bào quang điện là một bình bằng thạch anh đã hút hết không khí (tế bào quang điện chân không) bên trong có hai điện cực:

- **Anot:** là một vòng dây kim loại.
- **Catôt:** có dạng 1 chỏm cầu bằng kim loại mà ta cần khảo sát.

Chiếu ánh sáng có bước sóng thỏa mãn định luật I quang điện vào catôt thì xảy ra hiện tượng quang điện và trong mạch xuất hiện dòng điện gọi là dòng quang điện, tạo nên bởi các electron bị bật ra từ catôt.



Khi $U_{AK} > 0$



Khi $U_{AK} < 0$

Gọi hiệu điện thế giữa anot (A) và catôt (K) là U_{AK}

- Khi $U_{AK} > 0$, giữa A và K xuất hiện một điện trường hướng từ A sang K. Điện trường này gây ra lực điện tác dụng lên các electron bứt ra từ K, làm electron di chuyển từ K sang A tạo ra dòng điện. Khi ta tăng U_{AK} thì I tăng. Khi tăng U_{AK} đến một giá trị U_1 nào đó thì I không tăng nữa mà có một giá trị xác định. Tức là khi $U_{AK} \geq U_1$ thì cường độ dòng điện không đổi $I = I_{bh}$. Giá trị I_{bh} được gọi là cường độ dòng quang điện bão hòa.

- Khi $U_{AK} < 0$, giữa A và K xuất hiện một điện trường hướng từ K sang A. Điện trường này gây ra lực điện tác dụng lên các electron bứt ra từ K, làm cản trở electron đi từ K sang A.

Khi ta giảm U_{AK} cho nó càng âm thì độ lớn của nó càng lớn, điện trường càng lớn, lực điện tác dụng lên electron càng lớn làm cản trở electron càng lớn.

- Khi U_{AK} giảm đến một giá trị $U_{AK} = -U_h (U_h > 0)$ thì cường độ dòng điện bằng không. Tức là khi $U_{AK} = -U_h$ thì cường độ dòng điện vẫn bằng không. Đây chính là điều kiện để dòng quang điện triệt tiêu. Trong đó U_h được gọi là hiệu điện thế hãm.

- Áp dụng định lí biến thiên động năng, ta có:

$$0 - \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = F_d.d.\cos(\pi) = -(-e)E.d = eU_{AK} = -eU_h$$

Trong đó $e = +1{,}6.10^{-19}C$. Từ đó ta suy ra mối liên hệ giữa động năng ban đầu cực đại của quang e và hiệu điện thế hãm là: $\boxed{\frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = eU_h}$

- Nếu đặt vào hai đầu A và K một hiệu điện thế U_{AK} thì theo định lí biến thiên động năng, ta có: $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = eU_{AK}$

Trong đó v là vận tốc của electron khi đập vào A

Từ đó suy ra: $\frac{1}{2}mv^2 = eU_h + eU_{Ak} = e(U_h + U_{AK})$.

- Nếu chiếu một bức xạ điện từ vào một quả cầu kim loại đặt ra xa các vật khác thì quả cầu được tích điện đến điện thế cực đại V_m chính là hiệu điện thế hãm trong tế bào quang điện.

2.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Catốt của một tế bào quang điện có công thoát bằng 3,5eV.

a) Tìm tần số giới hạn và giới hạn quang điện của kim loại ấy.

b) Khi chiếu vào catốt một bức xạ có bước sóng 250 nm có xảy ra hiện tượng quang điện không?

c) Tìm hiệu điện thế giữa A và K để dòng quang điện bằng 0.

d) Tìm động năng ban đầu cực đại của các êlectron quang điện.

e) Tìm vận tốc của các êlectron quang điện khi bật ra khỏi K.

Lời giải

a) Tần số giới hạn quang điện là: $f=\frac{c}{\lambda_0}=\frac{A}{h}=\frac{3,5.1,6.10^{-19}}{6,625.10^{-34}}=0,845.10^{15}$ Hz.

Giới hạn quang điện là $\lambda_0=\frac{hc}{A}=\frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{3,5.10^{-19}}=3,55.10^{-7}\,\text{m}=0,355\,\mu\text{m}$.

b) Vì $\lambda=250\text{nm}=0,250\mu\text{m}<\lambda_0=0,355\mu\text{m}$ nên xảy ra hiện tượng quang điện.

c) Để dòng quang điện triệt tiêu thì: $\frac{1}{2}mv_{0\max}^2=eU_h$

$$U_h=\frac{mv_{0\max}^2}{2e}=\frac{1}{e}\left(\frac{hc}{\lambda}-A\right)=\frac{1}{1,6.10^{-19}}\left(\frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{25.10^{-8}}-3,5.1,6.10^{-19}\right)=1,47\,\text{V}.$$

Vậy để dòng quang điện triệt tiêu thì $U_{AK}=-U_h=-1,47\,\text{V}$.

d) Động năng ban đầu cực đại

$$W=\frac{1}{2}mv^2=hc\left(\frac{1}{\lambda}-\frac{1}{\lambda_0}\right)=6,625.10^{-34}.3.10^{-8}\left(\frac{1}{25.10^{-8}}-\frac{1}{3,5.10^{-8}}\right)=0,235.10^{-18}\,\text{J}.$$

e) Vận tốc ban đầu cực đại của êlectron

$$v_0=\sqrt{\frac{2W}{m}}=\sqrt{\frac{2.0,235.10^{-18}}{9,1.10^{-31}}}=7,19.10^5\,\text{m/s}.$$

Ví dụ 2: Chiếu một ánh sáng có bước sóng 0,45 μm vào catot của một tế bào quang điện. Công thoát kim loại làm catot là 2eV. Tìm hiệu điện thế giữa anot và catot để dòng quang điện triệt tiêu?

A. $U_{AK}=-0,76\,\text{V}$. B. $U_{AK}=0,76\,\text{V}$. C. $U_{AK}=-0,38\,\text{V}$. D. $U_{AK}=0,38\,\text{V}$.

Lời giải

Để triệt tiêu dòng quang điện thì $U_{AK}=-U_h$, với U_h được xác định bởi

$$U_h=\frac{mv_{0\max}^2}{2e}=\frac{1}{e}\left(\frac{hc}{\lambda}-A\right)=0,76\,\text{V}.$$

Đáp án A.

Ví dụ 3: Lần lượt chiếu vào catôt của một tế bào quang điện hai bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda_1=0,6\mu\text{m}$ và $\lambda_2=0,5\mu\text{m}$ thì hiệu điện thế hãm khác nhau ba lần. Giới hạn quang điện của kim loại làm catôt là:

A. 0,745μm. B. 0,723 μ m. C. 0,667 μ m. D. 0,689 μ m.

Lời giải

Khi dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1=0,6$ μm ta có

$$\frac{hc}{\lambda_1}=\frac{hc}{\lambda_0}+\frac{1}{2}mv_{0\max}^2=\frac{hc}{\lambda_0}+eU_{h1}$$

Khi dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_2=0,5$ μm ta có

$$\frac{hc}{\lambda_2}=\frac{hc}{\lambda_0}+\frac{1}{2}mv_{0\max}^2=\frac{hc}{\lambda_0}+eU_{h2}$$

Vì $\lambda_2<\lambda_1\Rightarrow U_{h2}>U_{h1}\Rightarrow U_{h2}=3U_{h1}$.

Từ đó ta có: $\begin{cases}3\frac{hc}{\lambda_1}=3\frac{hc}{\lambda_0}+3eU_{h1}\\ \frac{hc}{\lambda_2}=3\frac{hc}{\lambda_0}+3eU_{h1}\end{cases}\Rightarrow\frac{3}{\lambda_1}-\frac{1}{\lambda_2}=\frac{2}{\lambda_0}\Rightarrow\lambda_0=\frac{2\lambda_1\lambda_2}{3\lambda_2-\lambda_1}=0,667\,\mu\text{m}.$

Đáp án C.

Ví dụ 4: Catốt của một tế bào trong quang điện có công thoát electron bằng 3,55eV. Người ta lần lượt chiếu vào catốt này các bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,390\mu m$ và $\lambda_2 = 0,270\mu m$. Với bức xạ nào thì hiện tượng quang điện xảy ra? Tính độ lớn của hiệu điện thế hãm trong trường hợp này. Cho vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8 m/s$, hằng số Plăng $h = 6,625.10^{-34} J.s$; độ lớn của điện tích của electron $|e| = 1,6.10^{-19} C; 1eV = 1,6.10^{-19} J$.

A. $U_h = -1,05V$. B. $U_h = 1,05V$. C. $U_h = -0,38V$. D. $U_h = 0,38V$.

Lời giải

Giới hạn quang điện $A = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{3,55.1,6.10^{-19}} \approx 0,350\mu m$.

Ta có $\lambda_1 > \lambda_0$: không xảy ra hiện tượng quang điện.

$\lambda_2 < \lambda_0$: xảy ra hiện tượng quang điện.

Vì $eU_h = \frac{1}{2}mv_{0max}^2 \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_0} + eU_h$

Suy ra độ lớn hiệu điện thế hãm: $U_h = \frac{hc}{e}\left(\frac{\lambda_0 - \lambda_2}{\lambda_0\lambda_2}\right) = 1,05V$.

Đáp án B.

Ví dụ 5: Catốt của một tế bào quang điện có công thoát electron A = 1,88 eV. Chiếu một chùm sáng có bước sóng λ vào catốt này thì hiện tượng quang điện xảy ra. Để triệt tiêu hoàn toàn dòng quang điện thì hiệu điện thế hãm có độ lớn 1,15V. Biết rằng số Plăng $h = 6,625.10^{-34}$ J.s; vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8 m/s$; độ lớn điện tích của electron $|e| = 1,6.10^{-19} C; 1eV = 1,6.10^{-19} J$. Tính bước sóng?

A. 0,41 μ m. B. 0,72 μ m. C. 0,67 μ m. D. 0,28 μ m.

Lời giải

Từ công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0max}^2 = A + eU_h$

$\Rightarrow \lambda = \frac{hc}{A + eU_h} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{(1,88 + 1,15).1,6.10^{-19}} = 0,41.10^{-6}$ m.

Đáp án A.

Ví dụ 6: Khi chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,180\mu m$ vào katot của một tế bào quang điện thì hiện tượng quang điện xảy ra. Để triệt tiêu hoàn toàn dòng quang điện thì hiệu điện thế hãm có độ lớn 2,124 V. Nếu đặt giữa anốt và catốt của tế bào quang điện hiệu điện thế $U_{AK} = 8V$ thì động năng cực đại của electron quang điện khi nó tới anốt bằng bao nhiêu?

A. 10,124 eV. B. 5,062 eV. C. 3,375 eV. D. 2,696 eV.

Lời giải

Theo định lí biến thiên động năng, ta có $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_{0max}^2 = eU_{AK}$

Trong đó v là vận tốc của electron khi đập vào anốt.

Từ đó suy ra động năng của electron khi tới anốt là:

$$\frac{1}{2}mv^2 = eU_h + eU_{AK} = e\left(U_h + U_{AK}\right) = 10,124\,\text{eV}.$$

Đáp án A.

Ví dụ 7: Chiếu ánh sáng bước sóng $\lambda = 0,42\mu\text{m}$ vào catốt của một tế bào quang điện có công thoát A = 2 eV. Để triệt tiêu dòng quang điện thì hiệu điện thế đặt vào giữa anốt và catốt của tế bào quang điện đó phải thỏa mãn điều kiện gì? Biết rằng số Plăng $h = 6,625.10^{-34}\,\text{J.s}$; vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8\,\text{m/s}$; độ lớn điện tích của electron $|e| = 1,6.10^{-19}\,\text{C}; 1\text{eV} = 1,6.10^{-19}\,\text{J}$.

A. $U_{AK} \le -0,958$ V. B. $U_{AK} \le 0,958$ V. C. $U_{AK} \le -0,525$ V. D. $U_{AK} \le 0,525$ V.

Lời giải

Từ công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + eU_h \Rightarrow U_h = \frac{1}{e}\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right) = 0,958\,\text{V}.$$

Vậy để triệt tiêu dòng quang điện thì $U_{AK} \le -0,958\,\text{V}$.

Đáp án A.

Ví dụ 8: Katốt của tế bào quang điện có công thoát 1,5eV, được chiếu bởi bức xạ đơn sắc λ. Lần lượt đặt vào tế bào, điện áp $U_{AK} = 3\,\text{V}$ và $U_{AK} = 15\,\text{V}$, thì thấy vận tốc cực đại của elêctrôn khi đập vào anốt tăng gấp đôi. Giá trị của λ là:

A. 0,259 μm. B. 0,795 μm. C. 0,497 μm. D. 0,211 μm.

Lời giải

Theo định lí biến thiên động năng:

$$\begin{cases} eU_{AK} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 \\ eU'_{AK} = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = 4.\frac{mv^2}{2} - \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 \end{cases} \Rightarrow 3.\frac{mv^2}{2} = e\left(U'_{AK} - U_{AK}\right)$$

Từ đó ta có $\frac{mv^2}{2} = 4\,\text{eV}$. Suy ra $\frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = \frac{1}{2}mv^2 - eU_{AK} = 1\text{eV}$.

Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = 1,5 + 1 = 2,5\text{eV} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{2,5\text{eV}} = 0,497\,\mu\text{m}.$$

Đáp án C.

Ví dụ 9: Một quả cầu bằng đồng (Cu) cô lập về điện được chiếu bởi 1 bức xạ điện từ có $\lambda = 0,14\mu\text{m}$. Cho giới hạn quang điện của Cu là $\lambda_0 = 0,3\mu\text{m}$. Tính điện thế cực đại của quả cầu.

A. 4,73 V. B. 2,69 V. C. – 4,73 V. D. – 2,69 V.

Lời giải

Ban đầu, quả cầu chưa tích điện. Khi chiếu bức xạ có bước sóng λ = 0,14 μm vào quả cầu thì electron bị bứt ra khỏi bề mặt quả cầu và quả cầu tích điện dương, quả cầu có một điện thế. Số electron bị bứt ra khỏi bề mặt quả cầu ngày càng tăng, điện thế của quả cầu tăng dần và khi điện thế quả cầu đạt đến giá trị V_{max} thì các electron vừa mới bị bứt ra thêm lại bị hút trở lại quả cầu, và điện thế của quả cầu không tăng nữa.

Vậy giá trị cực đại V_{max} của điện thế quả cầu chính là hiệu điện thế hãm trong tế bào quang điện.

Do đó ta có: $eU_h = eV_{max} = \frac{1}{2}mv_{0max}^2$

Suy ra $V_{max} = \frac{hc}{e}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right) = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{1,6.10^{-19}}\left(\frac{1}{0,14.10^{-6}} - \frac{1}{0,3.10^{-6}}\right) = 4,73$ V.

Đáp án A.

Ví dụ 10: Công thoát electron khỏi đồng là 4,57 eV. Chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,14\,\mu m$ vào một quả cầu bằng đồng đặt xa các vật khác. Tính giới hạn quang điện của đồng và điện thế cực đại mà quả cầu đồng tích được.

A. 0,38 μm và 4,1 V. B. 0,27 μm và 4,3 V.

C. 0,38 μm và 4,57 V. D. 0,27 μm và 3,5 V.

Lời giải

Giới hạn quang điện của đồng là: $\lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{4,57.1,6.10^{-19}} = 0,27.10^{-6}$ m.

Lập luận tương tự bài trên, ta có điện thế cực đại

$$eV_{max} = \frac{hc}{\lambda} - A \Rightarrow V_{max} = \frac{1}{e}\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right) = 4,3 \text{ V}.$$

Đáp án B.

Ví dụ 11: Công thoát của êlectron đối với đồng là 4,47 eV.

a) Tính giới hạn quang điện của đồng?

b) Khi chiếu bức xạ có bước sóng λ = 0,14 μm vào một quả cầu bằng đồng cách li với vật khác thì tích điện đến điện thế cực đại là bao nhiêu? Tính vận tốc ban đầu cực đại của quang electron.

c) Khi chiếu bức xạ có bước sóng λ' vào quả cầu bằng đồng cách ly với các vật khác thì quả cầu đạt điện thế cực đại 3 (V). Tính λ' và vận tốc ban đầu cực đại của các êlectron quang điện.

Cho biết: $h = 6,626.10^{-34}(\text{J.s}); c = 3.10^8(\text{m/s}); m_e = 9,1.19^{-31}(\text{kg})$.

Lời giải

a) Giới hạn quang điện của đồng là $\lambda_0 = \frac{hc}{A} = 27.10^{-9}\text{m} = 27\text{nm}$.

b) Gọi điện thế cực đại của quả cầu bằng đồng là V_{max}.

Theo công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0max}^2$

Mà điện thế cực đại của vật tính theo công thức:

$$\frac{1}{2}mv_{0max}^2 = eV_{max} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = A + eV_{max}$$

Suy ra $V_{max} = \frac{\frac{hc}{\lambda} - A}{e} = \frac{\frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{0,14.10^{-6}} - 4,47.1,6.10^{-19}}{1,6.10^{-19}} = 4,403$ V.

$$\frac{1}{2}mv_{0max}^2 = eV_{max} \Rightarrow v_{0max} - \sqrt{\frac{2|e|V_{max}}{m}} = \sqrt{\frac{2.1,6.10^{-19}.4,4}{9,1.10^{-31}}} = 1,244.10^6 \text{ m/s}.$$

Lại có: $\frac{1}{2}mv_{0max}^2 = eV_{max} \Rightarrow v_{0max} = \sqrt{\frac{2.e.V_{max}}{m}} = \sqrt{\frac{2.1,6.10^{-19}.4,403}{9,1.10^{-31}}} = 1,244.10^6$ m/s

c) Bước sóng có giá trị là $\lambda' = \frac{hc}{A + eV'_{\max}} = 0,166(\mu m)$.

Vận tốc ban đầu cực đại $v_{0\max} = \sqrt{\frac{2eV'_{\max}}{m_e}} = 1,027.10^6 (m/s)$.

Ví dụ 12: Lần lượt chiếu hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,405\mu m, \lambda_2 = 0,436\mu m$ vào bề mặt của một kim loại và đo hiệu điện thế hãm tương ứng $U_{h1} = 1,15(V)$; $U_{h2} = 0,93(V)$. Biết: $h = 6,625.10^{-34}(J.s); c = 3.10^8 (m/s); e = 1,6.10^{-19}(C)$. Tính công thoát của kim loại đó

A. 1,92 eV. B. 1,15 eV. C. 0,93 eV. D. 2,1 eV.

Lời giải

Theo công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện, ta có

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv^2_{0\max} = A + eU_h.$$

Từ đó ta có $\begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = A + eU_{h_1} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + eU_{h_2} \end{cases}$

Suy ra công thoát của kim loại là: $A = \frac{1}{2}\left[hc\left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}\right) - e(U_{h1} + U_{h2})\right] = 1,92(eV)$.

Đáp án A.

Ví dụ 13: Chiếu bức xạ có tần số f_1 vào quả cầu kim loại đặt cô lập thì xảy ra hiện tượng quang điện với điện thế cực đại của quả cầu là V_1 và động năng ban đầu cực đại của electron quang điện đúng bằng một nửa công thoát của kim loại. Chiếu tiếp bức xạ có tần số $f_2 = f_1 + f$ vào quả cầu đó thì điện thế cực đại của quả cầu là $5V_1$. Hỏi chiếu riêng bức xạ có tần số f vào quả cầu trên (đang trung hòa về điện) thì điện thế cực đại của quả cầu là:

A. $2V_1$. B. $2,5V_1$. C. $4V_1$. D. $3V_1$.

Lời giải

Chiếu bức xạ có tần số f_1 thì: $hf_1 = A + \frac{1}{2}mv^2 = A + \frac{1}{2}A = 1,5A$.

Điện thế cực đại là V_1 nên ta có: $eV_1 = W_{d_0\max} = \frac{1}{2}A$

Chiếu bức xạ có tần số $f_2 = f_1 + f$ thì:

$$hf_2 = A + eV_2 = A + e5V_1 = A + 5.0,5A = 3,5A = hf_1 + hf$$

Chiếu bức xạ có tần số f thì điện thế cực đại của quả cầu là:

$$V_{\max} = \frac{1}{e}(hf - A) = \frac{1}{e}(hf_2 - hf_1 - A) = \frac{3,5A - 1,5A - A}{e} = \frac{A}{e}.$$

Mà $eV_1 = \frac{1}{2}A$ nên suy ra $V_{max} = 2V_1$.

Đáp án A.

Ví dụ 14: Chiếu bức xạ có tần số f_1 vào quả cầu kim loại đặt cô lập thì xảy ra hiện tượng quang điện với điện thế cực đại của quả cầu là V_1 và động năng ban đầu cực đại của electron quang điện đúng bằng một phần ba công thoát của kim loại. Chiếu tiếp bức xạ có tần số $f_2 = f_1 + f$ vào quả cầu kim loại đó thì điện thế cực đại của quả là $7V_1$. Hỏi chiếu riêng bức xạ có tần số f vào quả cầu kim loại trên (đang trung hòa điện) thì điện thế cực đại của quả cầu là:

A. $2V_1$. B. $2,5V_1$. C. $4V_1$. D. $3V_1$.

Lời giải

Tương tự như câu trên

Đáp án D.

3. Bài toán về hiệu suất lượng tử

3.1. Phương pháp

- Số photon nguồn sáng phát ra trong 1 giây là: $\boxed{N = \frac{P}{\varepsilon}}$

- Số photon tới catốt trong mỗi giây chính bằng số photon mà nguồn phát ra:

$$\boxed{N = \frac{P}{\varepsilon} = \frac{P}{\frac{hc}{\lambda}}}$$

Trong đó: P là công suất của chùm sáng chiếu vào catốt.

ε là năng lượng của mỗi photon có bước sóng λ.

- Số electron quang điện bứt ra khỏi bề mặt kim loại trong mỗi giây là:

$$\boxed{n = \frac{I_{bh}}{e}}$$

Trong đó I_{bh} là cường độ dòng quang điện bão hòa (A).

- Hiệu suất lượng tử xác định bởi: $\boxed{H = \frac{n}{N}.100\,\%}$

3.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một ngọn đèn phát ra ánh sáng đơn sắc có $\lambda = 0,6\mu m$ sẽ phát ra bao nhiêu photon trong 10s nếu công suất đèn là $P = 10W$.

A. $3,0189.10^{20}$. B. 6.10^{20}. C. $3,0189.10^{16}$. D. $6,04.10^{16}$.

Lời giải

Số photon phát ra trong 10s giây là

$$N' = 10N = 10\frac{P}{\varepsilon} = 10\frac{P\lambda}{hc} = 10.\frac{10.0,6.10^{-6}}{6,625.10^{-34}.3.10^{8}} = 3,0189.10^{20}.$$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Chiếu một chùm bức xạ vào tế bào quang điện có catot làm bằng Na thì cường độ dòng quang điện bão hòa là 3 μA. Số electron bị bứt ra khỏi catot trong hai phút là bao nhiêu?

A. $3,25.10^{15}$. B. $2,35.10^{14}$. C. $2,25.10^{15}$. D. $4,45.10^{15}$.

Lời giải

Số electron bứt ra khỏi catot trong hai phút là:

$$120n = 120\frac{I_{bh}}{e} = 120\frac{3.10^{-6}}{1,6.10^{-19}} = 2,25.10^{15} \text{ (electron)}$$

Đáp án C.

Ví dụ 3: Chiếu vào catốt một ánh sáng có bước sóng 0,546 μm, thì dòng quang điện bão hoà có giá trị là 2 mA. Công suất bức xạ là 1,515 W. Tính hiệu suất lượng tử.

A. 3%. B. 0,3%. C. 0,03%. D. 30%.

Lời giải

Số photon tới catot trong mỗi giây là

$$N=\frac{P}{\varepsilon}=\frac{P\lambda}{hc}=\frac{1,515.0,546.10^{-6}}{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}=4,16.10^{18}.$$

Số electron quang điện bứt ra khỏi bề mặt kim loại trong mỗi giây là

$$n=\frac{I_{bh}}{e}=\frac{2.10^{-3}}{1,6.10^{-19}}=1,25.10^{16}.$$

Hiệu suất lượng tử là $H=\frac{n}{N}=\frac{1,25.10^{16}}{4,16.10^{18}}=0,3\%.$

Đáp án B.

Ví dụ 4: Một tế bào quang điện có catôt làm bằng Asen có công thoát electron bằng 5,15 eV. Chiếu chùm sáng đơn sắc có bước sóng 0,20 μm vào catôt của tế bào quang điện thì thấy cường độ dòng quang điện bão hòa là 4,5μA. Biết công suất chùm bức xạ là 3 mW. Xác định vận tốc cực đại của electron khi nó vừa bị bật ra khỏi catôt và hiệu suất lượng tử.

A. 0,093%. B. 0,95%. C. 100%. D. 93%.

Lời giải

Động năng ban đầu cực đại của electron là:

$$\frac{mv_{0\max}^2}{2}=\frac{hc}{\lambda}-A\Rightarrow v_{0\max}=\sqrt{\frac{2}{m}\left(\frac{hc}{\lambda}-A\right)}=0,6.10^{6}\text{ m/s}.$$

Số photon tới catot trong mỗi giây là $N=\frac{P}{\varepsilon}=\frac{P\lambda}{hc}=\frac{0,03.0,2.10^{-6}}{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}=3.10^{16}$

Số electron quang điện bứt ra khỏi bề mặt kim loại trong mỗi giây là

$$n=\frac{I_{bh}}{e}=\frac{4,5.10^{-6}}{1,6.10^{-19}}=2,8.10^{13}$$

Hiệu suất lượng tử là $H=\frac{n}{N}=0,093\%.$

Đáp án A.

Ví dụ 5: Nguồn sáng thứ nhất có công suất P_1 phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1=450$nm. Nguồn sáng thứ hai có công suất P_2 phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_2=0,60\mu$m. Trong cùng một khoảng thời gian, tỉ số giữa số photon mà nguồn thứ nhất phát ra so với số photon mà nguồn thứ hai phát ra là 3:1. Tỉ số P_1 và P_2 là:

A. 4. B. 9/4. C. 4/3. D. 3.

Lời giải

Ta có $\begin{cases}P_1=N_1\varepsilon_1\\P_2=N_2\varepsilon_2\end{cases}\Rightarrow\frac{P_1}{P_2}=\frac{N_1\varepsilon_1}{N_2\varepsilon_2}=\frac{N_1\lambda_2}{N_2\lambda_1}=3.\frac{0,6}{0,45}=4.$

Đáp án A.

4. Bài toán về chiếu đồng thời hai bức xạ vào tế bào quang điện

Ví dụ 1: Chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,25\mu m$ vào catot của một tế bào quang điện cần một hiệu điện thế hãm $U_1 = 3V$ để triệt tiêu dòng quang điện. Chiếu đồng thời λ_1 và $\lambda_2 = 0,15\mu m$ thì hiệu điện thế hãm khi đó là bao nhiêu?

A. 6,3 V. B. 3 V. C. 4,5 V. D. 6,5 V.

Lời giải

Hiệu điện thế hãm phải có giá trị sao cho nó cản trở được tất cả các electron bứt ra từ catot để triệt tiêu dòng quang điện.

Phương trình Anhxtanh về hiện tượng quang điện

$$\frac{hc}{\lambda_1} = A + eU_{h_1}$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} = A + eU_{h_2}$$

Từ đó suy ra rằng bước sóng càng nhỏ thì hiệu điện thế hãm càng lớn. Vì $\lambda_2 < \lambda_1$ nên hiệu điện thế hãm trong bài này là U_{h_2}

Ta có $hc\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right) = e\left(U_{h_2} - U_{h_1}\right)$ nên $U_{h_2} = \frac{hc}{e}\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right) + U_{h_1} = 6,306$ V.

Đáp án A.

Ví dụ 2: Chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,276\mu m$ vào catot của một tế bào quang điện làm bằng nhôm thì hiệu điện thế hãm để triệt tiêu dòng quang điện là 1,05 V. Thay bức xạ trên bằng bức xạ $\lambda_2 = 0,248\mu m$ và catot giờ làm bằng đồng thì hiệu điện thế hãm để triệt tiêu dòng quang điện giờ là 0,86 V. Vậy khi chiếu đồng thời cả hai bức xạ λ_1 và λ_2 vào catot giờ là hợp kim đồng và nhôm thì hiệu điện thế hãm để triệt tiêu dòng quang điện là

A. 1,05 V. B. 1,55 V. C. 0,86 V. D. 1,91 V.

Lời giải

Phương trình Anhxtanh về hiện tượng quang điện

$$\begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = A_{Al} + eU_{h_1} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A_{Cu} + eU_{h_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A_{Al} = \frac{hc}{\lambda_1} - eU_{h_1} = 5,521.10^{-19} \text{ J} \\ A_{Cu} = \frac{hc}{\lambda_2} - eU_{h_2} = 6,638.10^{-19} \text{ J} \end{cases}$$

Vì $\lambda_2 < \lambda_1$ nên nếu hiệu điện thế hãm là U_h thì ta có $\frac{hc}{\lambda_2} = A + eU_h$

Từ phương trình trên, nếu công thoát càng nhỏ thì U_h càng lớn, mà công thoát của đồng lớn hơn công thoát của nhôm, nên ta có: $\frac{hc}{\lambda_2} = A_{Al} + eU_h$

Từ đó suy ra $U_h = \frac{1}{e}\left(\frac{hc}{\lambda_2} - A_{Al}\right) = 1,55$ V.

Đáp án B.

5. Bài tập tự luyện

Câu 1: Kết quả nào sau đây khi thí nghiệm với tế bào quang điện là không đúng?

A. Hiệu điện thế hãm phụ thuộc vào tần số ánh sáng kích thích.

B. Khi hiệu điện thế giữa anốt và catốt là $U_{AK}=0$ vẫn có dòng quang điện.

C. Cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ chùm sáng kích thích.

D. Ánh sáng kích thích phải có tần số nhỏ hơn giới hạn quang điện.

Câu 2: Khi nói về thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào dưới đây là sai?

A. Nguyên tử hay phân tử vật chất không hấp thụ hay bức xạ ánh sáng một cách liên tục mà thành từng phần riêng biệt, đứt quãng.

B. Khi ánh sáng truyền đi, lượng tử ánh sáng không bị thay đổi và không phụ thuộc khoảng cách tới nguồn sáng.

C. Năng lượng của lượng tử ánh sáng đỏ lớn hơn năng lượng của lượng tử ánh sáng tím.

D. Mỗi chùm sáng dù rất yếu cũng chứa một số rất lớn lượng tử ánh sáng.

Câu 3: Catốt của một tế bào quang điện làm bằng kim loại có giới hạn quang điện là λ_0 = 0,825μm. Chiếu đồng thời hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1=\frac{\lambda_0}{2}$ và $\lambda_2=\frac{3\lambda_0}{4}$ vào catốt. Cho $h=6,6.10^{-34}, c=3.10^8$ m/s, $e=1,6.10^{-19}$ C. Hiệu điện thế hãm để triệt tiêu dòng quang điện là

A. 1,5 V. B. 2,0 V. C. 0,2 V. D. 0,5 V.

Câu 4: Kết nào sau đây khi thí nghiệm với tế bào quang điện không đúng?

A. Khi $U_{AK}=0$ vẫn có thể có dòng quang điện.

B. Đối với mỗi kim loại làm catốt, ánh sáng kích thích phải có bước sóng nhỏ hơn hoặc bằng một giới hạn λ_0 nào đó.

C. Hiệu điện thế hãm phụ thuộc vào cường độ chùm ánh sáng kích thích.

D. Cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ chùm sáng kích thích.

Câu 5: Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là

A. bước sóng giới hạn của ánh sáng kích thích có thể gây ra hiện tượng quang điện.

B. bước sóng liên kết với quang electron.

C. bước sóng của ánh sáng kích thích.

D. công thoát electron ở bề mặt kim loại đó.

Câu 6: Chọn câu sai. Chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào mặt một tấm đồng cô lập về điện. Ta có:

A. Khi công của lực điện trường bằng với động năng ban đầu cực đại của các electron quang điện thì không còn electron quang điện bứt ra khỏi quả cầu.

B. Quả cầu tích điện dương sẽ tạo một điện trường có tác dụng kéo các electron trở về quả cầu.

C. Các phôtôn bứt electron quang điện ra khỏi quả cầu nên quả cầu này tích điện dương.

D. Điện thế V của quả cầu đạt giá trị cực đại V_{max} với $V_{max}=\frac{hc}{e\lambda}-\frac{hc}{e\lambda_0}$ (với $e=1,6.10^{-19}$ C).

Câu 7: Chọn câu đúng.

A. Khi tăng cường độ của chùm ánh sáng kích thích lên hai lần thì cường độ dòng quang điện tăng lên hai lần.

B. Khi giảm bước sóng của chùm sáng kích thích xuống hai lần thì cường độ dòng quang điện tăng lên hai lần.

C. Khi tăng bước sóng của chùm sáng kích thích lên hai lần thì cường độ dòng quang điện tăng lên hai lần.

D. Khi ánh sáng kích thích gây ra được hiện tượng quang điện, nếu giảm bước sóng của chùm sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của electron quang điện tăng lên.

Câu 8: Lần lượt chiếu vào catốt của tế bào quang điện hai bức xạ $\lambda_1=0,26\mu m$ và $\lambda_2=1,2\lambda_1$ thì vận tốc ban đầu cực đại của electron quang điện bứt ra từ catốt lần lượt là với v_1 và v_2; $v_2=0,75v_1$. Giới hạn quang điện của kim loại làm catốt này bằng

A. 0,42 μm. B. 0,2 μm. C. 0,86 μm. D. 1,2 μm.

Câu 9: Chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào catốt của tế bào quang điện: Để triệt tiêu dòng quang điện cần hiệu điện thế hãm U_h. Phát biểu nào sau đây sai?

A. khi cường độ chùm áng sáng kích thích tăng thì $U_h'=U_h$.

B. năng lượng phôtôn ánh sáng bằng công thoát của êlectron khỏi kim loại thì $U_h=0$.

C. khi $U_{AK}>U_h$ sẽ không có êlectron nào đến được anốt.

D. khi ánh sáng kích thích có bước sóng giảm thì $U_h'>U_h$.

Câu 10: Catốt của một tế bào quang điện làm bằng Xêsi là kim loại có công thoát electron A, được chiếu bởi bức xạ có bước sóng thích hợp. Cho cường độ dòng điện bão hòa $I_{bh}=2\mu A$ và hiệu suất quang điện H = 0,5%. Cho $e=1,6.10^{-19}$C. Số phôtôn tới catốt trong mỗi giây là

A. $2,5.10^{12}$ phôton. B. $1,25.10^{15}$ phôton.

C. $12,5.10^{15}$ phôton. D. $2,5.10^{15}$ phôton.

Câu 11: Khi nói về thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Ánh sáng được tạo bởi các hạt gọi là phôtôn.

B. Phôtôn có thể chuyển động hay đứng yên tùy thuộc vào nguồn sáng chuyển động hay đứng yên.

C. Năng lượng phôtôn càng nhỏ khi cường độ chùm ánh sáng càng nhỏ.

D. Năng lượng của phôtôn càng lớn khi tần số của ánh sáng ứng với phôtôn đó càng nhỏ.

Câu 12: Chiếu vào một tế bào quang điện một chùm sáng đơn sắc có bước sóng 0,48 μm thì có dòng quang điện xuất hiện, khi đó nếu đặt vào hai đầu cực anốt và catốt một hiệu điện thế hãm có độ lớn bằng 1,88 V thì sẽ làm cường độ dòng quang điện triệt tiêu. Công thoát của kim loại làm catốt bằng

A. 0,07 eV. B. 0,707 eV. C. 70,7 eV. D. 7,07 eV.

Câu 13: Dòng quang điện bão hòa xảy ra khi

A. có bao nhiêu electron bay ra khỏi catốt thì có bấy nhiêu electron bay trở lại catốt.

B. tất cả các electron thoát ra khỏi catốt trong mỗi giây đều về anốt.

C. số electron bật ra khỏi catốt bằng số phôtôn ánh sáng chiếu vào catốt.

D. các electron có vận tốc $v_{0\max}$ đều đến anốt.

Câu 14: Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống Rơn-ghen là 20 kV. Cho $h = 6,625.10^{-34}$ Js; $c = 3.10^8$ m/s; $e = 1,6.10^{-19}$ C. Bước sóng nhỏ nhất của tia Rơn - ghen do ống Rơn - ghen phát ra bằng

A. $6,21.10^{-11}$ m. B. $6,625.10^{-11}$m.

C. $3,456.10^{-10}$m. D. $8,25.10^{-9}$m.

Câu 15: Năng lượng của phôtôn sẽ được dùng

A. một nửa để electron thắng lực liên kết trong tinh thể thoát ra ngoài và một nửa biến thành động năng ban đầu cực đại $\frac{1}{2}mv_{0\max}^2$.

B. để electron bù đắp năng lượng do va chạm với các ion và thắng lực liên kết trong tinh thể thoát ra ngoài.

C. để electron thắng lực liên kết trong tinh thể thoát ra ngoài, phần còn lại biến thành động năng ban đầu cực đại $\frac{1}{2}mv_{0\max}^2$.

D. để thắng được lực cản của môi trường ngoài, phần còn lại biến thành động năng ban đầu cực đại $\frac{1}{2}mv_{0\max}^2$.

Câu 16: Kim loại dùng làm catốt của một tế bào quang điện có công thoát electron $A = 2,2$ eV. Chiếu vào catốt một bức xạ có bước sóng λ. Muốn triệt tiêu dòng quang điện, người ta phải đặt vào anốt và catốt một hiệu điện thế hãm. Bước sóng có giá trị

A. 0,477 μm. B. 0,377 μm.

C. 0,677 μm. D. 0,577 μm.

Câu 17: Dùng ánh sắc đơn sắc có bước sóng λ_1 chiếu vào catốt của một tế bào quang điện. Khi đặt vào anốt và catốt của tế bào quang điện này hiệu điện thế hãm U_{h1} thì dòng quang điện triệt tiêu. Khi dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_2 thì dòng quang điện triệt tiêu khi hiệu điện thế hãm $U_{h2} = 0,25U_{h1}$. Tỉ số vận tốc ban đầu cực đại của electron quang điện $\frac{V_{0\max 1}}{V_{0\max 2}}$ trên hai trường hợp trên là

A. 0,5. B. 2. C. 4. D. 2,5.

Câu 18: Trong thí nghiệm Hecxơ: chiếu một chùm sáng phát ra từ một hồ quang vào một tấm kẽm thì thấy các electron bật ra khỏi tấm kim loại. Khi chắn chùm sáng hồ quang bằng tấm thủy tinh dày thì thấy không có electron bật ra nữa, điều này chứng tỏ

A. ánh sáng phát ra từ hồ quang có bước sóng nhỏ hơn giới hạn quang điện của kẽm.

B. tấm thủy tinh đã hấp thụ tất cả ánh sáng phát ra từ hồ quang.

C. tấm kim loại đã tích điện dương và mang điện thế dương.

D. chỉ có ánh sáng thích hợp mới gây ra được hiện tượng quang điện.

Câu 19: Electron bật ra khỏi kim loại khi có ánh sáng chiếu vào là vì

A. ánh sáng đó có bước sóng xác định.

B. vận tốc của electron khi đến bề mặt kim loại lớn hơn vận tốc giới hạn của kim loại đó.

C. năng lượng phôtôn lớn hơn công thoát của electron khỏi kim loại đó.

D. năng lượng phôtôn ánh sáng đó lớn hơn năng lượng của electron.

Câu 20: Công thoát êlectron của một kim loại là $7,64.10^{-19}$ J. Chiếu lần lượt vào bề mặt tấm kim loại này các bức xạ có bước sóng là $\lambda_1 = 0,18\mu m$, $\lambda_2 = 0,21\mu m$ và $\lambda_3 = 0,35\mu m$. Lấy $h = 6,625.10^{-34}$ J.s, $c = 3.10^8$ m/s. Bức xạ nào gây được hiện tượng quang điện đối với kim loại đó?

A. Cả ba bức xạ.

B. Chỉ có bức xạ λ_1.

C. Không có bức xạ nào trong ba bức xạ trên.

D. Hai bức xạ (λ_1 và λ_2).

Câu 21: Chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào catốt của tế bào quang điện: Để triệt tiêu dòng quang điện cần hiệu điện thế hãm U_h. Phát biểu nào sau đây sai?

A. Khi $U_{AK} > U_h$ sẽ không có êlectron nào đến được anốt.

B. Khi ánh sáng kích thích có bước sóng giảm thì $U_h > U_h$.

C. Khi cường độ chùm ánh sáng kích thích tăng thì U_h không đổi.

D. Khi $U_h = 0$, năng lượng phôtôn ánh sáng bằng công thoát của electron khỏi kim loại.

Câu 22: Khi chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,46\mu m$ vào một tấm kim loại và electron quang điện bật ra với động năng ban đầu cực đại là $W_{d_0 max}$. Thay bức xạ trên bởi bức xạ có bước sóng $\lambda_2 = 0,32\mu m$ thì electron quang điện bật ra với động năng ban đầu cực đại là $3W_{d_0 max}$. Giới hạn quang điện của kim loại bằng

A. 0,45 μm. B. 0,59μm. C. 0,625μm. D. 0,485μm.

Câu 23: Chọn câu đúng

A. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế âm cần đặt giữa catốt và anốt của tế bào quang điện để triệt tiêu dòng quang điện.

B. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế âm cần đặt giữa catốt và anốt của tế bào quang điện để vừa đủ triệt tiêu dòng quang điện.

C. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế dương cần đặt giữa catốt và anốt của tế bào quang điện để triệt tiêu dòng quang điện.

D. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế dương cần đặt giữa catốt và anốt của tế bào quang điện để vừa đủ triệt tiêu dòng quang điện.

Câu 24: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện không phụ thuộc vào cường độ của chùm ánh sáng kích thích.

B. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc vào bản chất kim loại dùng làm catốt.

C. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện không phụ thuộc vào bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.

D. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc vào bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.

Câu 25: Chọn câu Đúng. Nếu chiếu một chùm tia hồng ngoại vào tấm kẽm tích điện âm, thì:

A. Tấm kẽm mất dần điện tích dương.

B. Tấm kẽm mất dần điện tích âm.

C. Tấm kẽm trở nên trung hoà về điện.

D. Điện tích âm của tấm kẽm không đổi.

Câu 26: Chọn câu trả lời Đúng. Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là:

A. Bước sóng của ánh sáng kích thích chiếu vào kim loại.

B. Công thoát của các êléctron ở bề mặt kim loại đó.

C. Bước sóng giới hạn của ánh sáng kích thích để gây ra hiện tượng quang điện kim loại đó.

D. Hiệu điện thế hãm.

Câu 27: Để gây được hiệu ứng quang điện, bức xạ dọi vào kim loại được thoả mãn điều kiện nào sau đây?

A. Tần số lớn hơn giới hạn quang điện.

B. Tần số nhỏ hơn giới hạn quang điện.

C. Bước sóng nhỏ hơn giới hạn quang điện.

D. Bước sóng lớn hơn giới hạn quang điện.

Câu 28: Chọn phát biểu Đúng. Với một bức xạ có bước sóng thích hợp thì cường độ dòng quang điện bão hoà:

A. triệt tiêu, khi cường độ chùm sáng kích thích nhỏ hơn một giá trị giới hạn.

B. tỉ lệ với bình phương cường độ chùm sáng.

C. tỉ lệ với căn bậc hai của cường độ chùm sáng.

D. tỉ lệ với cường độ chùm sáng.

Câu 29: Điều nào dưới đây sai, khi nói về những kết quả rút ra từ thí nghiệm với tế bào quang điện?

A. Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của tế bào quang điện luôn có giá trị âm khi dòng quang điện triệt tiêu.

B. Dòng quang điện vẫn còn tồn tại ngay cả khi hiệu điện thế giữa anốt và catốt của tế bào quang điện bằng không.

C. Cường độ dòng quang điện bão hoà không phụ thuộc vào cường độ chùm sáng kích thích.

D. Giá trị của hiệu điện thế hãm phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng kích thích.

Câu 30: Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về hiện tượng quang điện?

A. Là hiện tượng êlectron bứt ra khỏi bề mặt tấm kim loại khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào nó.

B. Là hiện tượng êlectron bứt ra khỏi bề mặt tấm kim loại khi tấm kim loại bị nung nóng.

C. Là hiện tượng êlectron bứt ra khỏi bề mặt tấm kim loại bị nhiễm điện do tiếp xúc với một vật nhiễm điện khác.

D. Là hiện tượng êlectron bứt ra khỏi bề mặt tấm kim loại do bất kỳ nguyên nhân nào khác.

ĐÁP ÁN

1.D	2.C	3.A	4.C	5.A	6.D	7.D	8.A	9.C	10.D
11.A	12.B	13.B	14.A	15.C	16.A	17.B	18.D	19.C	20.D
21.A	22.B	23.B	24.C	25.D	26.C	27.C	28.D	29.C	30.A

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án D.

Vì theo định luật quang điện đối với mỗi kim loại ánh sáng kích thích phải có bước sóng λ nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện của λ_0 của kim loại đó, mới gây ra được hiện tượng quang điện. Mặt khác lại có: $\lambda = \frac{c}{f}$ nên để gây ra được hiện tượng quang điện thì tần số phải lớn hơn hoặc bằng tần số giới hạn của quang điện.

Câu 2: Đáp án C.

Theo thuyết lượng tử ánh sáng ta có:

- Chùm ánh sáng là chùm các photon (các lượng tử ánh sáng). Mỗi photon có năng lượng xác định (năng lượng của một photon là $\varepsilon = hf$, f là tần số của ánh sáng đơn sắc). Cường độ chùm sáng tỷ lệ với số photon phát ra trong một giây.
- Phân tử, nguyên tử, electron...phát xạ hay hấp thụ ánh sáng nghĩa là chúng phát xạ hay hấp thụ photon.
- Các photon bay dọc theo tia sáng với tốc độ $c = 3.10^8 m/s$ trong chân không: Năng lượng của mỗi photon rất nhỏ, một chùm sáng dù yếu cũng chứa rất nhiều photon do rất nhiều nguyên tử, phân tử phát ra nên ta nhìn thấy chùm sáng liên tục. Photon chỉ tồn tại trong trạng thái chuyển động, không có photon đứng yên.

Theo đó thì vì $f_đ < f_t$ nên năng lượng của lượng tử ánh sáng đỏ phải nhỏ hơn ánh sáng tím.

Câu 3: Đáp án A.

Tế bào quang điện có giới hạn $\lambda_0 = 0,825\mu m$. Chiếu đồng thời hai bức xạ $\lambda_1 = \frac{\lambda_0}{2}; \lambda_2 = \frac{3\lambda_0}{4}$. Vì để triệt tiêu dòng quang điện thì cả hai bức xạ đều phải gây ra hiện tượng quang điện nên:

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_0} + e.U \Leftrightarrow hc\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0}\right) = eU$$

$$\Rightarrow U = \frac{hc}{e}\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$$

$$= \frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}}.\left(\frac{1}{0,825.10^{-6}/2} - \frac{1}{0,825.10^{-6}}\right) = 1,5V.$$

Câu 4: Đáp án C.

Chỉ có cường độ dòng quang điện bão hòa tỷ lệ với cường độ của chùm sáng kích thích còn hiệu điện thế hãm không phụ thuộc vào cường độ của chùm sáng kích thích.

Câu 5: Đáp án A.

Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là bước sóng giới hạn của ánh sáng kích thích có thể gây ra hiện tượng quang điện.

Câu 6: Đáp án D.

Khi chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào mặt một tấm đồng cô lập về điện thì điện thế V của quả cầu đạt giá trị cực đại V_{max} với $V_{max} = \frac{hc}{e}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$.

Câu 7: Đáp án D.

Vì cường độ dòng quang điện bão hòa chỉ tỷ lệ với cường độ chùm ánh sáng kích thích chứ không phải tỷ lệ thuận nên khi tăng cường độ chùm ánh sáng kích thích len hai lần thì cường độ dòng điện cũng tăng lên nhưng không phải là tăng lên hai lần. Còn khi giảm bước sóng của chùm sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của electron quang điện sẽ tăng lên.

Câu 8: Đáp án A.

Theo định luật quang điện ta có:

$$\begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = A + \frac{mv_1^2}{2} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + \frac{mv_2^2}{2} = A + \frac{m(0,75v_1)^2}{2} = A + \frac{9}{16}\frac{mv_1^2}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{9}{16}\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{9}{16}A + \frac{9}{16}\frac{mv_1^2}{2} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + \frac{9}{16}\frac{mv_1^2}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow hc\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{9}{16\lambda_1}\right) = \frac{7}{16}A = \frac{7}{16}\frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = 0,42\mu m.$$

Câu 9: Đáp án C.

Câu 10: Đáp án D.

Ta có: $I_{bh} = ne$ mà $H = \frac{n}{N} \Rightarrow N = \frac{n}{H} = \frac{I_{bh}}{e.H}$.

Vậy số photon tới catot trong mỗi giây là:

$$N = \frac{2.10^{-6}}{1,6.10^{-19}.0,5.10^{-2}} = 2,5.10^{15} \text{ (photon).}$$

Câu 11: Đáp án A.

Câu 12: Đáp án B.

Ta có: $\frac{hc}{\lambda} = A + e.U$

$\Leftrightarrow \frac{19,8765.10^{-26}}{0,48.10^{-6}} = A + 1,6.10^{-19}.1,88 \Rightarrow A = 0,707\text{eV}.$

Câu 13: Đáp án B.

Dòng quang điện bão hòa khi tất cả các electron thoát ra khỏi catot trong mỗi giây đều về anot.

Câu 14: Đáp án A.

Bước sóng nhỏ nhất của tia Rơn-ghen do ống rơn-ghen phát ra là:

$$\frac{hc}{\lambda} = eU \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{eU} = \frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}.20.10^{3}} = 6,21.10^{-11}\text{m}.$$

Câu 15: Đáp án C.

Năng lượng của photon sẽ được dùng để electron thắng lực liên kết trong tinh thể thoát ra ngoài, phần còn lại biến thành động năng ban đầu cực đại $\frac{1}{2}mV_{0\max}^2$.

Câu 16: Đáp án A.

Ta có: $\frac{hc}{\lambda} = A + e.U$

$\Leftrightarrow \frac{19,875.10^{-26}}{\lambda} = 2,2.1,6.10^{-19} + 1,6.10^{-19}.0,4$

$\Rightarrow \lambda = 0,4777\mu m.$

Câu 17: Đáp án B.

Ta có: $\begin{cases} eU_1 = \frac{mV_{0\max 1}^2}{2} \\ eU_2 = \frac{mV_{0\max 2}^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{V_{0\max 1}^2}{V_{0\max 2}^2} = \frac{U_1}{U_2} = 4 \Rightarrow \frac{V_{0\max 1}}{V_{0\max 2}} = 2.$

Câu 18: Đáp án D.

Trong thí nghiệm Hecxo: chiếu một chùm sáng phát ra từ một hồ quang vào một tấm kẽm thì thấy các electron bật ra khỏi tấm kim loại. Khi chắn chùm sáng hồ quang bằng một tấm thủy tinh dày thì thấy không có electron bật ra nữa, điều này chứng tỏ chỉ có ánh sáng thích hợp mới gây ra được hiện tượng quang điện.

Câu 19: Đáp án C.

Electron bật ra khỏi kim loại khi có ánh sáng chiếu vào vì năng lượng photon lớn hơn công thoát của electron kim loại đó.

Câu 20: Đáp án D.

Công thoát của một kim loại là: $A = \frac{hc}{\lambda_0}$

$$\Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{19,875.10^{-26}}{7,64.10^{-19}} = 2,6014.10^{-7}\text{m} = 0,26\mu\text{m}.$$

Để xảy ra hiện tượng quang điện thì $\lambda \le \lambda_o$ nên bức xạ gây ra được hiện tượng quang điện đối với kim loại này là: $\lambda_1; \lambda_2$.

Câu 21: Đáp án A.

Câu 22: Đáp án B.

Ta có:

$$\begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = A + W_{0\max} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + 3W_{0\max} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{3hc}{\lambda_1} = 3A + 3W_{0\max} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + 3W_{0\max} \end{cases}$$

$$\Rightarrow 2A = \frac{3hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_2} = 19,875.10^{-26}\left(\frac{3}{0,46.10^{-6}} - \frac{1}{0,32.10^{-6}}\right)$$
$$= 6,75102.10^{-19}$$

$\Rightarrow \lambda_0 = 5,888.10^{-7} m = 0,59\mu\text{m}.$

Câu 23: Đáp án B.

Theo định nghĩa hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế âm cần đặt vào giữa catot và anot của tế bào quang điện để vừa đủ triệt tiêu dòng quang điện.

Câu 24: Đáp án C.

Theo công thức ta được: $\frac{hc}{\lambda} = A + W_{0\max}$

$\Rightarrow W_{0\max} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}$ rõ ràng động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc vào bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.

Câu 25: Đáp án D.

Nếu chiếu một chùm tia hồng ngoại vào tấm kẽm tích điện âm thì điện tích âm của tấm kẽm không thay đổi vì chùm tia hồng ngoại bao gồm các bức xạ có bước sóng lớn hơn hoặc bằng 0,76μm. Còn tấm kẽm có bước sóng nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy nên khi chiếu chùm tia hồng ngoại vào thì không xảy ra hiện tượng quang điện nên tấm kẽm không thay đổi điện tích.

Câu 26: Đáp án C.

Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là bước sóng giới hạn của ánh sáng kích thích để gây ra hiện tượng quang điện kim loại đó.

Câu 27: Đáp án C.

Để gây được hiệu ứng quang điện, bức xạ rọi vào kim loại được thỏa mãn điều kiện bước sóng nhỏ hơn giới hạn quang điện.

Câu 28: Đáp án D.

Đối với một bức xạ có bước sóng thích hợp thì cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ với cường độ chùm sáng.

Câu 29: Đáp án C.

Cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ với cường độ chùm sáng kích thích.

Câu 30: Đáp án A.

Hiện tượng quang điện là hiện tượng electron bứt ra khỏi bề mặt kim loại khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào nó.

III. BÀI TẬP VỀ QUANG PHỔ VẠCH CỦA NGUYÊN TỬ HYDRO

1. Phương pháp

- Bán kính quỹ đạo dừng thứ n của electron trong nguyên tử hiđrô:

$$r_n = n^2 r_0$$

Với $r_0 = 5,3.10^{-11}\text{m}$ là bán kính Bo (ở quỹ đạo K).

- Khi nguyên tử đang ở mức năng lượng cao chuyển xuống mức năng lượng thấp thì phát ra photon, ngược lại chuyển từ mức năng lượng thấp chuyển lên mức năng lượng cao nguyên tử sẽ hấp thụ photon.

$$E_{\text{cao}} - E_{\text{thấp}} = hf$$

- Bước sóng dài nhất λ_{NM} khi electron chuyển từ $N \to M$.

Bước sóng ngắn nhất $\lambda_{\infty M}$ khi electron chuyển từ $\infty \to M$.

- Bước sóng phát ra khi nguyên tử chuyển mức năng lượng: $\varepsilon = E_n - E_m$ hay tương đương: $\boxed{hf_{nm} = \frac{hc}{\lambda_{nm}} = E_n - E_m \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{nm}} = \frac{E_n - E_m}{hc}}$

- **Các dãy quang phổ của nguyên tử hiđrô**

+ *Dãy Laiman:* Khi electron ($n > 1$) chuyển về quỹ đạo K ($m = 1$) thì phát ra các vạch thuộc dãy Laiman: $\frac{1}{\lambda_{n1}} = \frac{E_0}{hc}\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$ với $n \geq 2$

Các vạch thuộc vùng tử ngoại.

+ *Dãy Banme:* Khi electron chuyển từ quỹ đạo ngoài ($n > 2$) về quỹ đạo L ($m = 2$) thì phát ra các vạch thuộc dãy Banme: $\frac{1}{\lambda_{n2}} = \frac{E_0}{hc}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$ với $n \geq 3$

Gồm 4 vạch: đỏ $H_\alpha(0,656\mu\text{m})$, lam $H_\beta(0,486\mu\text{m})$, chàm $H_\gamma(0,434\mu\text{m})$, tím $H_\delta(0,410\mu\text{m})$ và một phần ở vùng tử ngoại.

+ *Dãy Pasen:* Khi các electron chuyển từ quỹ đạo bên ngoài ($n > 3$) về quỹ đạo $\text{M}(m = 3)$: $\frac{1}{\lambda_{n3}} = \frac{E_0}{hc}\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$ với $n \geq 4$

Các vạch thuộc vùng hồng ngoại

- Năng lượng electron trong nguyên tử hiđrô: $\boxed{E_n = \frac{E_0}{n^2} = -\frac{13,6}{n^2}(\text{eV})}$

với n là số tự nhiên dương, là kí hiệu của lượng tử số.

$E_0 = -13,6$ eV: năng lượng ở trạng thái cơ bản.

- Các bức xạ của dãy Banmer (nhìn thấy):

+ Vạch đỏ H_α: $\lambda_\alpha = \lambda_{ML} = \lambda_{32} : \frac{hc}{\lambda_{32}} = E_3 - E_2$

+ Vạch lam H_β: $\lambda_\beta = \lambda_{NL} = \lambda_{42} : \frac{hc}{\lambda_{42}} = E_4 - E_2$

+ Vạch chàm H_γ: $\lambda_\gamma = \lambda_{OL} = \lambda_{52} : \frac{hc}{\lambda_{52}} = E_5 - E_2$

+ Vạch tím H_θ: $\lambda_0 = \lambda_{PL} = \lambda_{62} : \frac{hc}{\lambda_{62}} = E_6 - E_2$

- Các vạch có bước sóng dài nhất của các dãy:

+ Dãy Laiman: $\lambda_{21}:\frac{hc}{\lambda_{21}}=E_2-E_1;$

+ Dãy Banmer: $\lambda_{32}:\frac{h_c}{\lambda_{32}}=E_3-E_2;$

+ Dãy Paschen: $\lambda_{43}:\frac{hc}{\lambda_{43}}=E_4-E_3$

- Khi *một đám* nguyên tử ở trạng thái kích thích thứ n có thể (khả dĩ) phát ra số bức xạ điện từ cho bởi: $N=C_n^2=\frac{n!}{(n-2)!2!}$

(Trong đó C_n^2 là tổ hợp chập 2 của n phần tử).

Thật vậy, chọn 2 trạng thái trong n trạng thái có C_n^2 cách.

- Khi *một* nguyên tử ở trạng thái kích thích thứ n có thể (khả dĩ) phát ra số bức xạ điện từ cho bởi: $N=n-1$

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Trong nguyên tử hiđrô, bán kính Bo $r_0=5,3.10^{-11}$m. Bán kính quỹ đạo dừng N là

A. $47,7.10^{-11}$m. B. $21,2.10^{-11}$m. C. $84,8.10^{-11}$m. D. $132,5.10^{-11}$m.

Lời giải

Bán kính quỹ đạo $r=n^2r_0$. Quỹ đạo dừng N ứng với $n=4$.

Bán kính quỹ đạo dừng N là $r=4^2.5,3.10^{-11}=84,8.10^{-11}$m.

Đáp án C.

Ví dụ 2: Nguyên tử Hidro bị kích thích chuyển lên quỹ đạo có năng lượng cao. Sau đó chuyển từ quỹ đạo có năng lượng $E_3\to E_1$ thì phát ra ánh sáng đơn sắc có tần số $f_{31}=4200$Hz. Khi chuyển từ $E_3\to E_2$ thì phát ra ánh sáng đơn sắc có tần số $f_{32}=3200$Hz. Tìm tần số của ánh sáng phát ra khi nó chuyển từ mức năng lượng $E_2\to E_1$?

A. 1000 Hz. B. 7400 Hz. C. 100 Hz. D. 740 Hz.

Lời giải

Ta có: $hf_{21}=E_2-E_1=(E_3-E_1)-(E_3-E_2)=hf_{31}-hf_{32}.$

Từ đó suy ra khi chuyển từ mức năng lượng E_2 về E_1 thì

$$f_{21}=f_{31}-f_{32}=1000\text{Hz}$$

Đáp án A.

STUDY TIP

Cộng tần số như cộng vécto: $f_{32}+f_{21}=f_{31}$.

Ví dụ 3: Trong quang phổ hiđrô, bước sóng λ (μm) của các vạch quang phổ như sau: Vạch thứ nhất của dãy Lai-man $\lambda_{21}=0,1216$μm; vạch H_α của dãy Ban-me $\lambda_{H_\alpha}=0,6563$μm. Vạch đầu của dãy Pa-sen $\lambda_{43}=1,8751$μm. Tính bước sóng của hai vạch quang phổ thứ hai, thứ ba của dãy Lai-man và của vạch H_β?

Lời giải

Áp dụng công thức $\frac{1}{\lambda_{mn}}=\frac{E_m-E_n}{hc}$ với $m>n$

Vạch H_β ứng với electron chuyển từ quỹ đạo dừng $n = 4$ về $n = 2$.

Ta có: $\frac{1}{\lambda_{42}} = \frac{1}{\lambda_{43}} + \frac{1}{\lambda_{32}} = \frac{1}{\lambda_{43}} + \frac{1}{\lambda_\alpha} \Rightarrow \lambda_{42} = \frac{\lambda_{43}\lambda_\alpha}{\lambda_{43} + \lambda_\alpha} = 0,4861\mu m$

Vạch thứ hai của dãy Lai man ứng với electron chuyển từ quỹ đạo dừng $n = 3$ về $n = 1$

$$\frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{E_3 - E_1}{hc} = \frac{E_3 - E_2}{hc} + \frac{E_2 - E_1}{hc} = \frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}}$$

Từ đó suy ra $\lambda_{31} = 0,1026(\mu m)$

Vạch thứ ba của dãy Lai man ứng với electron chuyển từ quỹ đạo dừng $n = 4$ về $n = 1$

$$\frac{1}{\lambda_{41}} = \frac{1}{\lambda_{42}} + \frac{1}{\lambda_{21}} \Rightarrow \lambda_{41} = \frac{\lambda_{42}\lambda_{21}}{\lambda_{42} + \lambda_{21}} = 0,097\mu m$$

Ví dụ 4: Khi kích thích nguyên tử hiđro ở trạng thái cơ bản, bán kính quỹ đạo dừng của êlectron tăng lên 9 lần. Tính các bước sóng của các bức xạ mà nguyên tử hiđro có thể phát ra. Biết rằng năng lượng của các trạng thái dừng của nguyên tử hiđrô là $E_n = \frac{-13,6}{n^2}(eV)$ với $n = 1, 2, ...$ Cho $h = 6,625.10^{-34}$ Js, $c = 3.10^8$ m/s.

Lời giải

Bán kính quỹ đạo được xác định bởi $r = n^2 r_0$. Khi kích thích nguyên tử hiđro ở trạnh thái cơ bản, bán kính quỹ đạo dừng của êlectron tăng lên 9 lần nên suy ra $n = 3$. Sau đó electron trở về lớp trong có thể phát ra các bức xạ có bước sóng $\lambda_{31}; \lambda_{32}; \lambda_{21}$

Dãy Lai-man: $\frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{E_3 - E_1}{hc} \Rightarrow \lambda_{31} = 0,103(\mu m)$

$$\frac{1}{\lambda_{21}} = \frac{E_2 - E_1}{hc} \Rightarrow \lambda_{21} = 0,121(\mu m)$$

Dãy Ban-me: $\frac{1}{\lambda_{32}} = \frac{E_3 - E_2}{hc} \Rightarrow \lambda_{32} = 0,657(\mu m)$

Đáp án B.

Ví dụ 5: Electron trong nguyên tử hydro chuyển từ quỹ đạo dừng có mức năng lượng lớn về quỹ đạo dừng có mức năng lượng nhỏ hơn thì vận tốc electron tăng lên 4 lần. Electron đã chuyển từ quỹ đạo

A. N về L. B. N về K. C. N về M. D. M về L.

Lời giải

Lực Culông đóng vai trò là lực hướng tâm nên ta có $k\frac{e^2}{r^2} = m_e\frac{v^2}{r}$

Từ đó ta có $\begin{cases} v_1^2 = k\frac{e^2}{m_e r_1} \\ v_2^2 = k\frac{e^2}{m_e r_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{r_2}{r_1} = 16 \Rightarrow r_2 = 16r_1.$

Mà bán kính Bo $r_n = n^2 r_0$ vậy $n = 4$ ứng với quỹ đạo N và chuyển về quỹ đạo cơ bản là K.

Đáp án B.

Ví dụ 6: Cho biết năng lượng cần thiết tối thiểu để bứt điện tử ra khỏi nguyên tử hiđrô từ trạng thái cơ bản là 13,6eV. Bước sóng ngắn nhất của vạch quang phổ trong dãy Pasen là

A. $\lambda_{P\min}=0,622\mu m$. B. $\lambda_{P\min}=0,822\mu m$.

C. $\lambda_{P\min}=0,730\mu m$. D. $\lambda_{P\min}=0,922\mu m$.

Lời giải

Ta có năng lượng ở trạng thái dừng n là $E_n=\frac{E_0}{n^2}=-\frac{13,6}{n^2}(eV)$

Vạch có bước sóng ngắn nhất trong dãy Pasen ứng với mức năng lượng chuyển từ $n=+\infty$ về $n=3$. Ta có: $\frac{hc}{\lambda_{\infty 3}}=E_\infty-E_3=0-\frac{-13,6.1,6.10^{-19}}{3^2}=2,42.10^{-19}(J)$

Từ đó suy ra $\lambda_{\infty 3}=\frac{hc}{2,42.10^{-19}}=0,822\mu m$

Đáp án B.

Ví dụ 7: Bước sóng của vạch quang phổ đầu tiên trong dãy Laiman là $\lambda_0=122nm$, của hai vạch H_α và H_β trong dãy Banme lần lượt là $\lambda_1=656nm$ và $\lambda_2=486nm$. Hãy tính bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Laiman và vạch đầu tiên trong dãy Pasen.

Lời giải

Ta có $\frac{hc}{\lambda_{31}}=E_3-E_1=(E_3-E_2)+(E_2-E_1)=\frac{hc}{\lambda_{32}}+\frac{hc}{\lambda_{31}}$

Mặt khác, $\lambda_{32}=\lambda_1=656nm, \lambda_{31}=\lambda_0=122nm$, do đó bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Laiman là: $\frac{1}{\lambda_{31}}=\frac{1}{\lambda_1}+\frac{1}{\lambda_0}\Rightarrow\lambda_{31}=\frac{\lambda_0\lambda_1}{\lambda_0+\lambda_1}=103nm$

Tương tự, ta có bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Pasen là:

$$\frac{1}{\lambda_{43}}=\frac{1}{\lambda_{42}}+\frac{1}{\lambda_{23}}=\frac{1}{\lambda_2}-\frac{1}{\lambda_1}\Rightarrow\lambda_{43}=\frac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1-\lambda_2}=1875nm$$

Ví dụ 8: Trong quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô, vạch ứng với bước sóng dài nhất trong dãy Laiman là $\lambda_1=0,1216\mu m$ và vạch ứng với sự chuyển của electron từ quỹ đạo M về quỹ đạo K có bước sóng $\lambda_2=0,1026\mu m$. Hãy tính bước sóng dài nhất λ_3 trong dãy Banme.

A. 0,4566μm. B. 0,6566μm. C. 0,355μm. D. 0,711μm.

Lời giải

Bước sóng dài nhất λ_3 trong dãy Banme ứng với sự chuyển từ quỹ đạo M về quỹ đạo L.

Ta có: $\frac{hc}{\lambda_3}=E_M-E_L=(E_M-E_K)-(E_L-E_K)=\frac{hc}{\lambda_2}-\frac{hc}{\lambda_1}\Rightarrow\lambda_3=\frac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1-\lambda_2}=0,6566\mu m$.

Đáp án B.

Ví dụ 9: Các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô ở trạng thái dừng được cho bởi công thức: $E_n=-\frac{13,6}{n^2}$ eV với n là số nguyên; $n=1$ ứng với mức cơ bản K; $n=2,3,4,...$ứng với các mức kích thích L, M, N,...

a) Tính năng lượng iôn hoá của nguyên tử hiđrô.

b) Tính bước sóng của vạch đỏ H_α trong dãy Banme.

Lời giải

a) Để ion hóa nguyên tử hiđrô thì ta phải cung cấp cho nó một năng lượng để electron nhảy từ quỹ đạo K $(n=1)$ ra khỏi sự liên kết với hạt nhân $(n=\infty)$.

Do đó năng lượng ion hóa của nguyên tử hiđrô là:

$$\Delta E = E_\infty - E_1 = 0 - \left(-\frac{13,6.1,6.10^{-19}}{1^2}\right) = 21,76.10^{-19}\text{J}$$

b) Bước sóng của vạch đỏ trong dãy Banme là:

$$\frac{hc}{\lambda_{32}} = E_3 - E_2 \Rightarrow \lambda_{32} = \frac{hc}{E_3 - E_2} = 0,658\mu\text{m}.$$

Ví dụ 10: Biết bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Laiman là: $\lambda_{21} = 0,122\mu\text{m}$ và vạch cuối cùng của dãy banme là $\lambda_{\infty 2} = 0,365\mu\text{m}$. Tìm năng lượng ion hóa nguyên tử hiđrô

A. 13,6 eV. B. 6,8 eV. C. 3,4 eV. D. 2,9 eV.

Lời giải

Với vạch đầu tiên của dãy laiman ta có: $\frac{hc}{\lambda_{21}} = E_L - E_K \ (1)$

Với vạch cuối cùng của dãy banme ta có: $\frac{hc}{\lambda_{\infty 2}} = E_\infty - E_L \ (2)$

Năng lượng ion hóa nguyên tử hiđrô: $E = E_\infty - E_K$

Từ (1) và (2) ta có $E = \frac{hc}{\lambda_{21}} + \frac{hc}{\lambda_{\infty 2}} = 13,6$ eV

Đáp án A

Ví dụ 11: Kích thích cho các nguyên tử hidro chuyển từ trạng thái cơ bản lên trạng thái kích thích sao cho bán kính quỹ đạo dừng tăng 25 lần. Trong quang phổ phát xạ của nguyên tử hidro sau đó, tỉ số giữa bước sóng dài nhất và bước sóng ngắn nhất là

A. $\frac{128}{3}$. B. $\frac{128}{9}$. C. $\frac{128}{16}$. D. $\frac{64}{13}$.

Lời giải

Bán kính quỹ đạo được xác định bởi $r = n^2 r_0$.

Nguyên tử hidro chuyển từ trạng thái cơ bản lên trạng thái kích thích sao cho bán kính quỹ đạo dừng tăng 25 lần, suy ra $n = 5$.

Bước sóng dài nhất ứng với năng lượng bé nhất – chuyển từ trạng thái 5 sang trạng thái 4: $\lambda_{54} = \frac{hc}{E_5 - E_4}$

Bước sóng ngắn nhất ứng với năng lượng lớn nhất – chuyển từ trạng thái 5 sang trạng thái 1: $\lambda_{51} = \frac{hc}{E_5 - E_4}$

Vậy $\frac{\lambda_{54}}{\lambda_{51}} = \frac{E_5 - E_1}{E_5 - E_4} = \frac{-\frac{13,6}{5^2} + \frac{13,6}{1^2}}{-\frac{13,6}{5^2} + \frac{13,6}{4^2}} = \frac{384}{9} = \frac{128}{3}$.

Đáp án A.

Ví dụ 12: Cho mức năng lượng của nguyên tử hirdo xác định bằng công thức $E_n = \frac{E_0}{n^2}\left(E_0 = -13,6\text{eV}, n = 1,2,3,4...\right)$. Để có thể bức xạ tối thiểu 6 photon thì nguyên tử H phải hấp thụ photon có mức năng lượng là

A. 12,75 eV. B. 10,2 eV. C. 12,09 eV. D. 10,06 eV.

Lời giải

Để có thể bức xạ tối thiểu 6 photon nguyên tử Hiđro phải hấp thụ photon để chuyển lên quỹ đạo từ N trở lên, tức là $n \geq 4$. Năng lượng của photon hấp thụ

$$\varepsilon = E_4 - E_1 = E_0\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{1^2}\right) = 12,75\text{eV}$$

Đáp án A.

Ví dụ 13: Theo mẫu nguyên tử Bo thì trong nguyên tử hiđrô, bán kính quỹ đạo dừng của electron trên các quỹ đạo là $r_n = n^2 r_o$, với $r_o = 0,53.10^{-10}$ m; n = 1, 2, 3,... là các số nguyên dương tương ứng với các mức năng lượng của các trạng thái dừng của nguyên tử. Gọi v là tốc độ của electron trên quỹ đạo K. Khi nhảy lên quỹ đạo M, electron có tốc độ bằng

A. $\frac{v}{9}$. B. $3v$. C. $\frac{v}{\sqrt{3}}$. D. $\frac{v}{3}$.

Lời giải

Khi e chuyển động trong trên các quỹ đạo thì lực tĩnh điện Culông đóng vai trò là lực hướng tâm

$$k\frac{|q_1 q_2|}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Leftrightarrow k\frac{|e^2|}{r} = mv^2 \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{ke^2}{mr}} = |e|\sqrt{\frac{k}{m.n^2 r_0}} = \frac{|e|}{n}\sqrt{\frac{k}{mr_0}}$$

Ở quỹ đạo K thì $n = 1$ suy ra tốc độ. $v = |e|\sqrt{\frac{k}{mr_0}}$

Ở quỹ đạo M thì $n = 3$ suy ra tốc độ $v' = \frac{|e|}{3}\sqrt{\frac{k}{mr_0}} = \frac{v}{3}$.

Đáp án D.

Ví dụ 14: Mức năng lượng của nguyên tử Hyđrô có biểu thức $E_n = \frac{E_0}{n^2} = \frac{-13,6}{n^2}$ eV. Khi kích thích nguyên tử hidro từ quỹ đạo dừng m lên quỹ đạo n bằng năng lượng 2,55eV, thấy bán kính quỹ đạo tăng 4 lần. Bước sóng nhỏ nhất mà nguyên tử hidro có thể phát ra là

A. $1,46.10^{-6}$ m. B. $9,74.10^{-8}$ m. C. $4,87.10^{-7}$ m. D. $1,22.10^{-7}$ m.

Lời giải

Khi kích thích nguyên tử hidro từ quỹ đạo dừng m lên quỹ đạo n bằng năng lượng 2,55eV, thấy bán kính quỹ đạo tăng 4 lần nên ta có $\frac{r_n}{r_m} = \left(\frac{n}{m}\right)^2 = 4 \Rightarrow n = 2\text{m}$

Ta có $E_n - E_m = -13,6\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) = -13,6\left(\frac{1}{4m^2} - \frac{1}{m^2}\right) = 2,55$. Suy ra $m = 2$, $n = 4$.

Bước sóng nhỏ nhất nguyên tử hiđrô có thể phát ra:

$$\lambda = \frac{hc}{E_4 - E_1} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{-13,6\left(\frac{1}{4^2} - 1\right).1,6.10^{-19}} = 9,74.10^{-8}\,\text{m}$$

Đáp án B.

Ví dụ 15: Chiếu 1 chùm bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,1027(\mu m)$ qua khí hidro ở nhiệt độ và áp suất thích hợp thì chất khí này phát ra 3 bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ biết $\lambda_3 = 0,6563(\mu m)$, ứng với bức xạ đỏ. Năng lượng của nguyên tử hidro có biểu thức: $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$ (eV), n = 1, 2, 3,.... Giá trị của bước sóng λ_2 là

A. Không đủ dữ kiện để tính. B. 0,1876 (μm).

C. 0,1116 (μm). D. 0,1216 (μm).

Lời giải

Năng lượng cung cấp cho đám nguyên tử H:

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{0,1027.10^{-6}} = 1,935.10^{-18}(\text{J}) = 12,095(\text{eV})$$

Gọi n là mức năng lượng cao nhất mà đám nguyên tử H sau khi bị kích thích chuyển lên, ta có:

$$\Delta E = E_n - E_1 = 13,6 - \frac{13,6}{n^2} = 12,095 \Rightarrow n = 3$$

Nguyên tử Hidro chỉ phát ra ba bức xạ, tức là các nguyên tử Hidro lúc đầu ở trạng thái cơ bản, sau đó hấp thụ năng lượng và ở mức cao nhất là M ($n = 3$).

Ba bức xạ ứng với:

1) Từ $M \to L$ sẽ phát ra bức xạ có bước sóng lớn nhất, tức là ứng với λ_3.

2) Từ $M \to K$ sẽ phát ra bức xạ có bước sóng nhỏ nhất, tức là ứng với λ_1.

3) Vậy còn lại là λ_2 : ứng với từ mức $L \to K$. Ta có: 0,1216(μm).

Đáp án D.

Ví dụ 16: Theo mẫu Bo về nguyên tử hidro, nếu lực tương tác tĩnh điện giữa hạt nhân khi electron chuyển động trên quỹ đạo dừng L và F thì khi electron chuyển động dừng N. Lực này sẽ

A. $\frac{F}{16}$. B. $\frac{F}{9}$. C. $\frac{F}{4}$. D. $\frac{F}{25}$.

Lời giải

Lực tương tác tĩnh điện giữa electron và hạt nhân ở quỹ đạo dừng thứ n:

$$F_n = k\frac{e^2}{r_n^2} = k\frac{e^2}{\left(n^2 r_0\right)^2} = k\frac{e^2}{r_0^2}.\frac{1}{n^4}$$

Từ đó ta có: $\frac{F_4}{F_2} = \frac{2^4}{4^4} = \frac{1}{16}$ hay $F_4 = \frac{F}{16}$.

Đáp án A.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Gọi λ_α và λ_β lần lượt là 2 bước sóng của 2 vạch H_α và H_β trong dãy Banme. Gọi λ_1 là bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Pasen. Xác định mối liên hệ $\lambda_\alpha, \lambda_\beta, \lambda_1$.

A. $\frac{1}{\lambda_1}=\frac{1}{\lambda_\alpha}+\frac{1}{\lambda_\beta}$. B. $\lambda_1=\lambda_\beta-\lambda_\alpha$.

C. $\frac{1}{\lambda_1}=\frac{1}{\lambda_\beta}-\frac{1}{\lambda_\alpha}$. D. $\lambda_1=\lambda_\beta+\lambda_\alpha$.

Câu 2: Gọi λ_1 và λ_2 lần lượt là 2 bước sóng của 2 vạch quang phổ thứ nhất và thứ hai trong dãy Lai man. Gọi λ_α là bước sóng của vạch trong dãy Banme. Xác định mối liên hệ $\lambda_\alpha, \lambda_1, \lambda_2$

A. $\frac{1}{\lambda_\alpha}=\frac{1}{\lambda_1}+\frac{1}{\lambda_2}$. B. $\frac{1}{\lambda_\alpha}=\frac{1}{\lambda_2}-\frac{1}{\lambda_1}$.

C. $\frac{1}{\lambda_\alpha}=\frac{1}{\lambda_2}-\frac{1}{\lambda_1}$. D. $\lambda_\alpha=\lambda_1+\lambda_2$.

Câu 3: Trong quang phổ của hidro vạch thứ nhất của dãy Laiman $\lambda=0,1216\mu m$; vạch H_α của dãy Banme $\lambda_\alpha=0,6560\mu m$; vạch đầu tiên của dãy Pasen $\lambda_1=1,8751\mu m$. Bước sóng của vạch thứ ba của dãy Laiman bằng

A. 0,1026 μm. B. 0,0973 μm.
C. 1,1250 μm. D. 0,1975 μm.

Câu 4: Vạch quang phổ đầu tiên của các dãy Banme và Pasen trong quang phổ của nguyên tử hidro có bước sóng lần lượt là 0,656 μm và 1,875 μm. Bước sóng của vạch quang phổ thứ hai của dãy Banme là

A. 0,286 μm. B. 0,093 μm. C. 0,486 μm. D. 0,103 μm.

Câu 5: Bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Laiman là 0,103 μm, bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất và thứ 2 trong dãy Banme là 0,656 μm và 0,486 μm. Bước sóng của vạch thứ 3 trong dãy Laiman là

A. 0,0224 μm. B. 0,4324 μm.
C. 0,0976 μm. D. 0,3627 μm.

Câu 6: Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất trong dãy Laiman là 0,122 μm, bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất và thứ 2 trong dãy Banme là 0,656 μm và 0,486 μm. Bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Pasen là

A. 1,8754 μm. B. 1,3627 μm.
C. 0,9672 μm. D. 0,7645 μm.

Câu 7: Biết bước sóng ứng với hai vạch đầu tiên trong dãy Laiman của quang phổ Hydro là $\lambda_1=0,122\mu m$ và $\lambda_2=0,103$ μm. Bước sóng của vạch H_α trong quang phổ nhìn thấy của nguyên tử Hiđrô bằng

A. 0,46 μm. B. 0,625 μm. C. 0,66 μm. D. 0,76 μm.

Câu 8: Vạch đầu tiên của dãy Laiman và vạch cuối cùng của dãy Banme trong quang phổ hidrô có bước sóng $\lambda_1=0,1218\mu m$ và $\lambda_2=0,3653\mu m$. Năng lượng ion hóa (theo đơn vị eV) của nguyên tử Hiđrô khi ở trạng thái cơ bản

A. 3,6eV. B. 26,2eV. C. 13,6eV. D. 10,4eV.

Câu 9: Vạch thứ hai của dãy Laiman có bước sóng $\lambda=0,1026\mu m$. Cho biết năng lượng cần thiết tối thiểu để bứt electron ra khỏi nguyên tử hidrô từ trạng thái cơ bản là 13,6eV. Bước sóng ngắn nhất của vạch quang phổ trong dãy Pasen bằng

A. 0,482 μm. B. 0,832 μm.
C. 0,725 μm. D. 0,866 μm.

Câu 10: Cho giá trị các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô là $E_1=-13,6eV$; $E_2=-3,4eV$; $E_3=-1,5eV$. Bước sóng dài nhất của bức xạ trong dãy Laiman là:

A. 0,12 μm. B. 0,09 μm. C. 0,65 μm. D. 0,45 μm.

Câu 11: Biết bán kính Bo $r_0=5,3.10^{-11}$ m.Bán kính quỹ đạo L của nguyên tử Hiđro là

A. $21,2.10^{-11}$ m. B. $10,6.10^{-11}$m.
C. $2,65.10^{-11}$m. D. Đáp án khác

Câu 12: Khi êlectrôn (êlectron) trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo dừng có năng lượng -0,85 eV sang quỹ đạo dừng có năng lượng -13,60 eV thì nguyên tử phát bức xạ điện từ có bước sóng

A. 0,4340 μm. B. 0,4860 μm.
C. 0,0974 μm. D. 0,6563 μm.

Câu 13: Trong quang phổ vạch của hiđrô (quang phổ của hiđrô), bước sóng của vạch thứ nhất trong dãy Laiman ứng với sự chuyển của êlectrôn (êlectron) từ quỹ đạo L về quỹ đạo K là 0,1217 μm, vạch thứ nhất của dãy Banme ứng với sự chuyển M đến L là 0,6563μm. Bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Laiman ứng với sự chuyển M đến K bằng

A. 0,1027 μm. B. 0,5346 μm.
C. 0,7780 μm. D. 0,3890 μm.

Câu 14: Trong nguyên tử hyđrô, xét các mức năng lượng từ K đến P có bao nhiêu khả năng kích thích để êlêctrôn tăng bán kính quỹ đạo lên 4 lần?

A. 1. B. 2. C. 3. D. 4.

Câu 15: Trong nguyên tử hiđrô, êlectrôn từ quỹ đạo L chuyển về quỹ đạo K có năng lượng $E_K=-13,6eV$. Bước sóng bức xạ phát ra bằng là $\lambda=0,1218$ μm. Mức năng lượng ứng với quỹ đạo L bằng:

A. 3,2 eV. B. -3,4 eV. C. –4,1 eV. D. –5,6 eV.

Câu 16: Chùm nguyên tử H đang ở trạng thái cơ bản, bị kích thích phát sáng thì chúng có thể phát ra tối đa 3 vạch quang phổ. Khi bị kích thích electron trong nguyên tử H đã chuyển sang quỹ đạo

A. M. B. L. C. O. D. N.

Câu 17: Cho: $1eV = 1,6.10^{-19}$ J; $h = 6,625.10^{-34}$ Js; $c = 3.10^8$ m/s. Khi êlectrôn (êlectron) trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo dừng có năng lượng $E_m = -0,85$ eV sang quỹ đạo dừng có năng lượng $E = -13,60$ eV thì nguyên tử phát bức xạ điện từ có bước sóng

A. 0,0974 μm. B. 0,4340 μm.

C. 0,4860 μm. D. 0,6563 μm.

Câu 18: Trong nguyên tử hiđrô, bán kính Bo là $r_0 = 5,3.10^{-11}$ m. Bán kính quỹ đạo dừng N là

A. $47,7.10^{-11}$m. B. $84,8.10^{-11}$m.

C. $21,2.10^{-11}$m. D. $132,5.10^{-11}$m.

Câu 19: Cho bán kính quỹ đạo Bo thứ nhất $0,53.10^{-10}$m. Bán kính quỹ đạo Bo thứ năm là

A. $2,65.10^{-10}$m. B. $0,106.10^{-10}$m.

C. $10,25.10^{-10}$m. D. $13,25.10^{-10}$m.

Câu 20: Biết hằng số Plăng $h = 6,625.10^{-34}$ J.s và độ lớn của điện tích nguyên tố là $1,6.10^{-19}$ C. Khi nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng -1,514 eV sang trang thái dừng có năng lượng -3,407 eV thì nguyên tử phát ra bức xạ có tần số

A. $2,571.10^{13}$ Hz. B. $4,572.10^{14}$ Hz.

C. $3,879.10^{14}$ Hz. D. $6,542.10^{12}$ Hz.

Câu 21: Cho: $1eV = 1,6.10^{-19}$ J; $h = 6,625.10^{-34}$ J.s; $c = 3.10^8$ m/s. Khi electron trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo dừng có năng lượng -0,85 eV sang quỹ đạo dừng có năng lượng -13,60 eV thì nguyên tử phát bức xạ điện từ có bước sóng

A. 0,4340 μm. B. 0,4860 μm.

C. 0,0974 μm. D. 0,6563μm.

Câu 22: Một nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_M = -1,5eV sang trạng thái năng lượng E_L = -3,4eV. Bước sóng của bức xạ phát ra là:

A. 0,434μm. B. 0,486μm. C. 0,564 μm. D. 0,654 μm.

Câu 23: Bước sóng dài nhất trong dãy Banme là 0,6560μm. Bước sóng dài nhất trong dãy Laiman là 0,1220μm. Bước sóng dài thứ hai của dãy Laiman là

A. 0,0528 μm. B. 0,1029 μm.

C. 0,1112 μm. D. 0,1211 μm.

Câu 24: Trong quang phổ vạch của hiđrô bước sóng dài nhất trong dãy Laiman bằng 1215$\overset{0}{A}$, bước sóng ngắn nhất trongdãy Ban-me bằng 3650$\overset{0}{A}$, Tìm năng lượng ion hoá nguyên tử hiđro khi electron ở trên quỹ đạo có năng lương thấp nhất là: (cho $h = 6,625.10^{-34}$ Js; $c = 3.10^8$ m/s; $1A = 10^{-10}$ m)

A. 13,6 (eV). B. -13,6 (eV).

C. 13,1 (eV). D. -13,1 (eV).

Câu 25: Mức năng lượng của các quỹ đạo dừng của nguyên tử hiđrô lần lượt từ trong ra ngoài là $E_1 = -13,6$ eV; $E_2 = -3,4$ eV; $E_3 = -1,5$ eV; $E_4 = -0,85$ eV. Nguyên tử ở trạng thái cơ bản có khả năng hấp thụ các phôtôn có năng lượng nào dưới đây để nhảy lên một trong các mức trên

A. 12,2 eV. B. 3,4 eV. C. 10,2 eV. D. 1,9 eV.

Câu 26: Trong nguyên tử hiđrô mức năng lượng ứng với quỹ đạo dừng thứ n được cho bởi: $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ eV. Năng lượng ứng với vạch phổ H_β là:

A. 2,55 eV. B. 13,6 eV. C. 3,4 eV. D. 1,9 eV.

Câu 27: Bước sóng ứng với bốn vạch quang phổ Hyđro là vạch tím: 0,4102 μm; vạch chàm: 0,4340 μm; vạch lam: 0,4861 μm; vạch đỏ: 0,6563 μm. Bốn vạch này ứng với sự chuyển của êlectron trong nguyên tử Hyđro từ các quỹ đạo M, N, O và P về quỹ đạo L. Hỏi vạch lam ứng với sự chuyển nào?

A. Sự chuyển $M \to L$. B. Sự chuyển $N \to L$.

C. Sự chuyển $O \to L$. D. Sự chuyển $P \to L$.

Câu 28: Cho $h = 6,625.10^{-34}$ J.s; $c = 3.10^8$ m/s. Mức năng lượng của các quỹ đạo dừng của nguyên tử hiđrô lần lượt từ trong ra ngoài là – 13,6 eV; - 3,4 eV; - 1,5 eV... với: $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ eV; n = 1, 2, 3... Khi electron chuyển từ mức năng lượng ứng với n = 3 về n = 1 thì sẽ phát ra bức xạ có tần số

A. $2,9.10^{14}$ Hz. B. $2,9.10^{15}$ Hz.

C. $2,9.10^{16}$ Hz. D. $2,9.10^{17}$ Hz.

Câu 29: Biết vạch thứ hai của dãy Lyman trong quang phổ của nguyên tử hiđrô có bước sóng là 102,6nm và năng lượng tối thiểu cần thiết để bứt êlectron ra khỏi nguyên tử từ trạng thái cơ bản là 13,6eV. Bước sóng ngắn nhất của vạch quang phổ trong dãy Pasen là

A. 83,2 nm. B. 0,8321 μm.

C. 1,2818 m. D. 752,3 nm.

Câu 30: Bước sóng dài nhất trong dãy Banme là 0,6560μm. Bước sóng dài nhất trong dãy Laiman là 0,1220 μm. Bước sóng dài thứ hai của dãy Laiman là

A. 0,0528μm. B. 0,1029μm.

C. 0,1112μm. D. 0,1211μm.

Câu 31: Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất trong dãy Laiman là 1220 nm, bước sóng của vạch quang phổ

thứ nhất và thứ hai của dãy Banme là 0,656μm và 0,4860μm. Bước sóng của vạch thứ ba trong dãy Laiman là

A. 0,0224 μm. B. 0,4324 μm.

C. 0,0975μm. D. 0,3672μm.

Câu 32: Khi electron ở quỹ đạo dừng thứ n thì năng lượng của nguyên tử Hydro được tính theo công thức $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ eV ($n = 1, 2, 3,...$). Khi electron trong nguyên tử Hydro chuyển từ quỹ đạo dừng thứ $n = 3$ sang quỹ đạo dừng $n = 2$ thì nguyên tử Hydro phát ra photon ứng với bức xạ có bước sóng bằng

A. 0,4350 μm. B. 0,4861 μm.

C. 0,6576 μm. D. 0,4102 μm.

Câu 33: Tần số lớn nhất và bước sóng nhỏ nhất của dãy Laiman là

A. $f_{max} = \frac{E_0}{hc}; \lambda_{min} = \frac{h}{E_0}$. B. $f_{max} = \frac{E_0}{h}; \lambda_{min} = \frac{h}{E_0}$.

C. $f_{max} = \frac{E_0}{h}; \lambda_{min} = \frac{hc}{E_0}$. D. $f_{max} = \frac{E_o}{hc}; \lambda_{min} = \frac{hc}{E_0}$.

Câu 34: Tần số lớn nhất và bước sóng nhỏ nhất của dãy Banme là

A. $f_{max} = \frac{E_0}{4hc}; \lambda_{min} = \frac{4h}{E_0}$. B. $f_{max} = \frac{E_0}{4h}; \lambda_{min} = \frac{4hc}{E_0}$.

C. $f_{max} = \frac{E_0}{4h}; \lambda_{min} = \frac{4h}{E_0}$. D. $f_{max} = \frac{E_0}{4hc}; \lambda_{min} = \frac{4hc}{E_0}$.

Câu 35: Tần số lớn nhất và bước sóng nhỏ nhất của dãy Pasen là

A. $f_{max} = \frac{E_0}{9h}; \lambda_{min} = \frac{9hc}{E_0}$. B. $f_{max} = \frac{E_0}{9hc}; \lambda_{min} = \frac{9h}{E_0}$.

C. $f_{max} = \frac{E_0}{9hc}; \lambda_{min} = \frac{9hc}{E_0}$. D. $f_{max} = \frac{E_0}{9h}; \lambda_{min} = \frac{9h}{E_0}$.

ĐÁP ÁN

1.C	2.C	3.B	4.C	5.C	6.A	7.C	8.C	9.B	10.A
11.A	12.C	13.A	14.C	15.B	16.A	17.A	18.B	19.B	20.B
21.C	22.D	23.B	24.D	25.C	26.A	27.B	28.B	29.B	30.B
31.C	32.C	33.C	34.B	35.A					

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án C.

Theo đề ta có: $\lambda_\alpha, \lambda_\beta$ lần lượt là 2 bước sóng của hai vạch H_α, H_β.

Gọi λ_1 là bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Pasen nên ta có: $\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_\alpha} = \frac{1}{\lambda_\beta} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{\lambda_\beta} - \frac{1}{\lambda_\alpha}$.

Câu 2: Đáp án C.

Làm tương tự câu 1. Suy ra ta được: $\frac{1}{\lambda_0} = \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}$.

Câu 3: Đáp án B.

Ta có: $\frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda_\alpha} + \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{0,1216} + \frac{1}{0,6560} + \frac{1}{1,875}$

$\Rightarrow \lambda_3 = 0,09726\mu m.$

Câu 4: Đáp án C.

Bước sóng của vạch quang phổ thứ hai của dãy Banme là: $\frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{\lambda_{1B}} + \frac{1}{\lambda_{2P}} = \frac{1}{0,656} + \frac{1}{1,875} \Rightarrow \lambda_2 = 0,48597\mu m.$

Câu 5: Đáp án C.

Bước sóng của vạch thứ ba trong dãy Laiman là:

$$\frac{1}{\lambda_{3L}} = \frac{1}{\lambda_{2L}} + \frac{1}{\lambda_{2B}} - \frac{1}{\lambda_{1B}} = \frac{1}{0,103} + \frac{1}{0,486} - \frac{1}{0,656}$$

$\Rightarrow \lambda_{3L} = 0,0976\mu m.$

Câu 6: Đáp án A.

Bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Pasen là:

$$\frac{1}{\lambda_{1P}} = \frac{1}{\lambda_{2B}} - \frac{1}{\lambda_{1B}} = \frac{1}{0,486} - \frac{1}{0,656} \Rightarrow \lambda_{1P} = 1,8754\mu m.$$

Câu 7: Đáp án C.

Bước sóng của vạch H_{ampha} trong quang phổ nhìn thấy của nguyên tử Hydro bằng:

$$\frac{1}{\lambda_{H\alpha}} = \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{0,103} - \frac{1}{0,122} \Rightarrow \lambda_{H\alpha} = 0,66\mu m.$$

Câu 8: Đáp án C.

Ta có: $\begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = E_2 - E_1 \\ \frac{hc}{\lambda_2} = E_\infty - E_2 \end{cases}$

$$\Rightarrow E_\infty - E_1 = \frac{hc}{\lambda_2} + \frac{hc}{\lambda_1} = 2,1758.10^{-18} = 13,6eV.$$

Câu 9: Đáp án B.

Vạch thứ hai của dãy Laiman có bước sóng thỏa mãn: $\frac{hc}{\lambda} = E_3 - E_1$. Năng lượng tối thiểu để bứt electron ra khỏi nguyên tử hidro ở trạng thái cơ bản là: $E_\infty - E_1 = 13,6eV$.

Bước sóng ngắn nhất của vạch quang phổ trong dãy Pasen thỏa mãn:

$\frac{hc}{\lambda} = E_\infty - E_3 = 13,6.1,6.10^{-6} - \frac{19,875.10^{-26}}{0,1026.10^{-6}} = 2,38865.10^{-19}$

$\Rightarrow \lambda = 0,832\mu m.$

Câu 10: Đáp án A.

Bước sóng dài nhất của bức xạ trong dãy Laiman là:

$\frac{hc}{\lambda} = E_2 - E_1$

$\Leftrightarrow \frac{19,875.10^{-26}}{\lambda} = (-3,4) - (-13,6) = 10,2eV$

$\Rightarrow \lambda = 0,12\mu m.$

Câu 11: Đáp án A.

Bán kính quỹ đạo L của nguyên tử Hidro là:

$$r_L = r_0.n^2 = 5,3.10^{-11}.2^2 = 2,12.10^{-10}(m)$$

Câu 12: Đáp án C.

Nguyên tử phát ra bức xạ điện từ có bước sóng là:

$\frac{hc}{\lambda} = E_{cao} - E_{thap}$

$\Leftrightarrow \frac{19,875.10^{-26}}{\lambda} = \left((-0,85) - (-13,6)\right).1,6.10^{-19}$

$\Rightarrow \lambda = 0,0974\mu m.$

Câu 13: Đáp án A.

Theo đề ra ta có: $\begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = E_L - E_K \\ \frac{hc}{\lambda_2} = E_m - E_L \end{cases}$

$\Rightarrow E_M - E_K = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_3} \Rightarrow \lambda_3 = 0,1027\mu m.$

Câu 14: Đáp án C.

Trong nguyên tử Hidro, xét các mức năng lượng từ K đến P có số khả năng kích thích để electron tăng bán kính quỹ đạo lên 4 lần là: Từ K đến L ; từ L đến N ; từ M đến P. Tổng có 3 khả năng.

Câu 15: Đáp án B.

Ta có: $\frac{hc}{\lambda} = E_L - E_K$

$\Leftrightarrow \frac{19,875.10^{-26}}{0,1218.10^{-6}} = E_L - (-13,6) \Rightarrow E_L = -3,4eV.$

Câu 16: Đáp án A.

Khi bị kích thích nguyên tử H đã chuyển sang quỹ đạo n.

Theo đề ra ta có: $\frac{n(n-1)}{2} = 3 \Rightarrow n = 3.$

Vậy quỹ đạo này là M.

Câu 17: Đáp án A.

Nguyên tử phát bức xạ điện từ có bước sóng là:

$$\frac{hc}{\lambda} = E_m - E = (-0,85) - (-13,6) \Rightarrow \lambda = 0,0974\mu m.$$

Câu 18: Đáp án B.

Bán kính quỹ đạo dừng N là:

$$r_N = n^2 r_0 = 4^2.5,3.10^{-11} = 8,48.10^{-10} m.$$

Câu 19: Đáp án B.

Bán kính quỹ đạo Bo thứ năm là:

$$r_5 = n^2.r_0 = 5^2.5,3.10^{-11} = 13,25.10^{-10}.$$

Câu 20: Đáp án B.

Nguyên tử phát ra bức xạ có tần số là: $hf = E_{cao} - E_{thap}$

$\Leftrightarrow 6,625.10^{-34}.f = \left((-1,514) - (-3,4)\right).1,6.10^{-19}$

$\Rightarrow f = 4,572.10^{14} Hz.$

Câu 21: Đáp án C.

Nguyên tử phát ra bức xạ có bước sóng là:

$\frac{hc}{\lambda} = (-0,85 + 13,6).1,6.10^{-19} \Rightarrow \lambda = 0,0974\mu m.$

Câu 22: Đáp án D.

Bước sóng của bức xạ phát ra là:

$\frac{hc}{\lambda} = (-1,5 + 3,4).1,6.10^{-19} \Rightarrow \lambda = 0,654\mu m.$

Câu 23: Đáp án B.

Bước sóng dài nhất trong dãy Banme là: $\frac{hc}{\lambda_1} = E_3 - E_2$.

Bước sóng dài nhất trong dãy Laiman là: $\frac{hc}{\lambda_2} = E_2 - E_1$

Vậy bước sóng dài thứ hai của Laiman là:

$$\frac{hc}{\lambda} = E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda = 0,1029\mu m.$$

Câu 24: Đáp án D.

Bước sóng dài nhất trên quỹ đạo Laiman là: $\frac{hc}{\lambda} = E_2 - E_1$

Bước sóng ngắn nhất trong dãy Banme là: $\frac{hc}{\lambda_2} = E_\infty - E_2$

Năng lượng ion hóa nguyên tử hidro khi electron ở trên quỹ đạo có năng lượng thấp nhất là:

$$E_\infty - E_1 = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2} = 13,6eV$$

Câu 25: Đáp án C.

Ta có: Nguyên tử ở trạng thái cơ bản có khả năng hấp thụ các photon để nhảy lên một trong các mức trên khi mà thỏa mãn $n = \sqrt{\frac{-13,6}{E - 13,6}}$ là một số nguyên.

Thay lần lượt từng giá trị của các các mức năng lượng đề bài cho ta thấy khi $E = 10,2eV$ thì $n = 2$ nên thỏa mãn.

Câu 26: Đáp án A.

Năng lượng ứng với vạch phổ H_β là:

$$E = E_3 - E_2 = \frac{-13,6}{4^2} + \frac{13,6}{2^2} = 2,55eV.$$

Câu 27: Đáp án B.

Vạch lam ứng với sự chuyển từ $N \to L$.

Câu 28: Đáp án B.

Khi electron chuyển từ mức năng lượng ứng với $n=3$ về $n=1$ thì phát ra bức xạ có tần số:

$$hf = E_3 - E_1 = \frac{-13,6}{3^2} + 13,6 = 12,089 \Rightarrow f = 2,9.10^{15}\,(\text{Hz}).$$

Câu 29: Đáp án B.

Bước sóng ứng với vạch thứ hai của dãy Laiman là:

$$\frac{hc}{\lambda} = E_3 - E_2$$

Năng lượng nguyên tử từ trạng thái cơ bản là: $E_\infty - E_2 = 13,6\text{eV}$

Bước sóng ngắn nhất của vạch quang phổ trong dãy Pasen là: $\frac{hc}{\lambda} = E_\infty - E_3 = 13,6\text{eV} - \frac{hc}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda = 0,8321\mu\text{m}.$

Câu 30: Đáp án B.

Bước sóng dài nhất trong dãy Laiman và bước sóng dài nhất trong dãy Banme là: $\frac{hc}{\lambda_1} = E_2 - E_1; \frac{hc}{\lambda_2} = E_3 - E_2$

Vậy bước sóng dài thứ hai của dãy Laiman là:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda = 0,1029\mu\text{m}.$$

Câu 31: Đáp án C.

Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất trong dãy Laiman là: $\frac{hc}{\lambda_1} = E_2 - E_1.$

Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất và thứ hai của dãy Banme là: $\frac{hc}{\lambda_2} = E_3 - E_2; \frac{hc}{\lambda_3} = E_4 - E_2.$

Bước sóng của vạch thứ ba trong dãy Laiman là:

$$\frac{hc}{\lambda_4} = E_4 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_3} + \frac{hc}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_4 = 0,0975\mu\text{m}.$$

Câu 32: Đáp án C.

Bước sóng của bức xạ cần tìm là: $\frac{hc}{\lambda} = E_3 - E_2$

$$\Leftrightarrow \frac{19,875.10^{-26}}{\lambda.1,6.10^{-19}} = \frac{-13,6}{3^2} + \frac{13,6}{2^2} \Rightarrow \lambda = 0,6576\mu\text{m}.$$

Câu 33: Đáp án C.

Tần số lớn nhất và bước sóng nhỏ nhất của dãy Laiman là: $f_{\max} = \frac{E_0}{h}; \lambda_{\min} = \frac{hc}{E_0}$

Câu 34: Đáp án B.

Tần số lớn nhất và bước sóng nhỏ nhất của dãy Banme: $f_{\max} = \frac{E_0}{4h}; \lambda_{\min} = \frac{4hc}{E_0}.$

Câu 35: Đáp án A.

Tần số lớn nhất và bước sóng nhỏ nhất của dãy banme là: $f_{\max} = \frac{E_0}{9h}; \lambda_{\min} = \frac{9hc}{E_0}.$

IV. BÀI TẬP VỀ TIA RƠN-GHEN (TIA X)

Chú ý

Các electron từ âm cực (Katot) được tăng tốc trong điện trường mạnh, nên có động năng lớn. Khi electron đập vào đối âm cực, chúng xuyên qua lớp vỏ nguyên tử, tương tác với hạt nhân và electron ở bên trong và phát ra sóng điện từ có bước sóng cực ngắn (tia X).

- Tia X là sóng điện từ có bước sóng từ 10^{-8} m đến 10^{-11}m.

- Cách tạo ra tia X: Ống phát ra tia X đơn giản là các ống tia catốt, trong đó có lắp thêm một điện cực bằng kim loại có nguyên tử lượng lớn để chắn dòng tia catốt. Cực kim loại này gọi là đối catốt.

1. Bước sóng nhỏ nhất, tần số lớn nhất của tia X

1.1. Phương pháp

Gọi U_{AK} là điện áp đặt vào Anốt và Catốt của ống Cu-lít-giơ (ống Rơnghen). Theo định lí biến thiên động năng, ta có:

$$W_{đA} - W_{đK} = eU_{AK}$$

Nếu coi động năng của electron khi bứt ra khỏi Catốt vô cùng nhỏ thì ta có

$$W_{đA} = eU_{AK}$$

Khi đến Anốt, các electron có năng lượng là $W_{đA}$, năng lượng này sẽ chuyển hóa thành nhiệt lượng làm nóng Anốt và một phần năng lượng phát ra tia X. Vậy ta có

$$W_{đA} = eU_{AK} = Q + \frac{hc}{\lambda_X} \geq \frac{hc}{\lambda_X}$$

Từ đó suy ra $\lambda_X \geq \frac{hc}{eU_{AK}}$. Dấu bằng xảy ra khi Q = 0, tức là toàn bộ động năng của electron khi đập vào Anốt chuyển thành năng lượng của tia X.

Vậy bước sóng ngắn nhất của tia X phát ra là: $\boxed{\lambda_{X\min} = \frac{hc}{eU_{AK}}}$

Tần số lớn nhất của tia X là: $\boxed{f_{\max} = \frac{c}{\lambda_{X\min}}}$

1.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Trong một ống Ron ghen. Biết hiệu điện thế giữa anốt và catốt là $U = 2.10^4$ (V). Hãy tìm bước sóng nhỏ nhất $\lambda_{\min}$ của tia Ron ghen do ống phát ra? Bỏ qua động năng ban đầu của êlectron khi bứt ra khỏi catốt

A. 0,31 pm. B. 0,62 pm. C. 0,93 pm. D. 0,46 pm.

Lời giải

Bước sóng ngắn nhất của tia X phát ra là: $\lambda_{X\min} = \frac{hc}{eU_{AK}}$.

Thay số với

$$U_{AK} = 2.10^4\,(\text{V}); h = 6,625.10^{-34}\,(\text{J.s}); e = 1,6.10^{-19}\,(\text{C}); c = 3.10^8\,(\text{m/s}).$$

Ta có: $\lambda_{\min} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{1,6.10^{-19}.2.10^{16}} = 0,62.10^{-12}\,(\text{m}) = 0,62\,(\text{pm})$

Đáp án B.

Ví dụ 2: Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống Rơnghen là 18,75kV. Bỏ qua động năng ban đầu của electron khi bứt khỏi catốt. Tần số lớn nhất mà tia Rơnghen phát ra là bao nhiêu? Cho $e = 1,6.10^{-19}$C, $h = 6,625.10^{-34}$Js, $c = 3.10^8$m/s.

A. $3,8.10^{18}$Hz. B. $6,3.10^{18}$Hz. C. $4,2.10^{18}$Hz. D. $2,1.10^{18}$Hz.

Lời giải

Bước sóng ngắn nhất của tia X phát ra là: $\lambda_{X\min}=\frac{hc}{eU_{AK}}$

Tần số lớn nhất của tia X là: $f_{\max}=\frac{c}{\lambda_{X\min}}=\frac{eU_{AK}}{h}=4,2.10^{18}\text{Hz}$

Đáp án C.

Ví dụ 3: Một ống Cu-lít-giơ (ống tia X) đang hoạt động. Bỏ qua động năng ban đầu của các êlectron khi bứt ra khỏi catôt. Ban đầu, hiệu điện thế giữa anôt và catôt là U thì tốc độ của êlectron khi đập vào anôt là v. Khi hiệu điện thế giữa anôt và catôt là 1,5U thì tốc độ của êlectron đập vào anôt thay đổi một lượng 4000 km/s so với ban đầu. Giá trị của v là

A. $1,78.10^7$ m/s. B. $3,27.10^6$ m/s.

C. $8,00.10^7$ m/s. D. $2,67.10^6$ m/s.

Lời giải

Ta có: $\frac{1}{2}mv^2=eU\Rightarrow v=\sqrt{\frac{2eU}{m_e}}\Rightarrow v\sim\sqrt{U}$

Gọi vận tốc lúc đầu là v_1, lúc sau là v_2

$$\Rightarrow\begin{cases}v_2-v_1=4000\,\text{km/s}=4.10^6\text{ m/s}\\\frac{v_2}{v_1}=\sqrt{\frac{1,5U}{U}}=\sqrt{1,5}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}v_1=v=1,78.10^7\text{ m/s}\\v_2=2,18.10^7\text{ m/s}\end{cases}$$

Đáp án A.

1.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Ống Ronghen đặt dưới hiệu điện thế $U_{AK}=19995V$. Tính bước sóng ngắn nhất của tia X mà ống có thể phát ra

A. $6,2.10^{-8}$m. B. $3,1.10^{-8}$m. C. $9,3.10^{-8}$m. D. $5,8.10^{-8}$m.

Câu 2: Hiệu điện thế giữa hai điện cực của ống Cu-lít-giơ (Ống tia X) là $U_{AK}=2.10^4$V. Bỏ qua động năng ban đầu của electron khi bứt ra khỏi catốt. Tính tần số lớn nhất của tia X mà ống có thể phát ra

A. $0,215.10^{19}$Hz. B. $0,398.10^{19}$Hz. C. $0,483.10^{19}$Hz. D. $0.5.10^{19}$Hz.

ĐÁP ÁN

Câu 1: Đáp án A.

Bước sóng ngắn nhất của tia X mà ống có thể phát ra là:

$$\lambda_{X\min}=\frac{hc}{eU_{AK}}=\frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}.19995}=6,2.10^{-8}\text{m}.$$

Câu 2: Đáp án C.

Tần số lớn nhất mà ống có thể phát ra:

$$f_{\max}=\frac{c}{\lambda_{X\min}}=\frac{eU_{AK}}{h}=\frac{1,6.10^{-19}.19995}{6,625.10^{-34}}=4,83.10^{18}\,(\text{Hz}).$$

2. Vận tốc cực đại của electron khi đập vào anốt

2.1. Phương pháp

Nếu bỏ qua động năng ban đầu của e, ta có

$$W_{dA} = eU_{AK} = \frac{m_e v_A^2}{2} \Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{2eU_{AK}}{m_e}}$$

Nếu động năng ban đầu của e khi bứt khỏi Catốt là W_{dK} thì ta có

$$W_{dA} - W_{dK} = eU_{AK} \Rightarrow \frac{m_e v_A^2}{2} = v_A = \sqrt{\frac{2\left(eU_{AK} + W_{dK}\right)}{m_e}}$$

2.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Hiệu điện thế giữa Anốt và Catốt của ống Cu-lít-giơ là 20kV. Cho $e = 1{,}6.10^{-19}\text{C}, h = 6{,}625.10^{-34}\text{Js}, c = 3.10^8\text{m/s}$. Bỏ qua động năng ban đầu của electron. Tính vận tốc của electron khi đập vào anốt?

A. $8{,}4.10^7$ m/s. B. $4{,}2.10^7$ m/s. C. $6{,}7.10^7$ m/s. D. $4{,}8.10^7$ m/s.

Lời giải

Nếu bỏ qua động năng ban đầu của e, ta có vận tốc của electron khi tới anốt là:

$$W_{dA} = eU_{AK} = \frac{m_e v_A^2}{2} \Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{2eU_{AK}}{m_e}} = 8{,}4.10^7\text{ m/s}$$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Một ống Cu-lit-giơ có công suất trung bình 300W, hiệu điện thế giữa anốt và catốt có giá trị 10 kV. Tính tốc độ cực đại của các các êlectron khi tới anốt.

A. $0{,}57.10^8$ m/s. B. $0{,}32.10^8$ m/s.

C. $0{,}64.10^8$ m/s. D. $0{,}58.10^8$ m/s.

Lời giải

Nếu bỏ qua động năng ban đầu của electron, ta có vận tốc của electron khi tới anốt là:

$$W_{dA} = eU_{AK} = \frac{m_e v_A^2}{2} \Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{2eU_{AK}}{m_e}} = 0{,}58.10^8\text{ m/s}$$

Đáp án D.

Ví dụ 3: Khi tăng hiệu điện thế của một ống tia X lên n lần với $n > 1$, thì bước sóng cực tiểu của tia X mà ống phát ra giảm một lượng $\Delta\lambda$. Hiệu điện thế ban đầu của ống là:

A. $\frac{hc}{e(n-1)\Delta\lambda}$. B. $\frac{hc(n-1)}{en\Delta\lambda}$. C. $\frac{hc}{en\Delta\lambda}$. D. $\frac{hc(n-1)}{e\Delta\lambda}$.

Lời giải

Ta có: $\begin{cases} eU_{AK} = \frac{hc}{\lambda} \\ enU_{AK} = \frac{hc}{\lambda - \Delta\lambda} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{U_{AK}} = \frac{e\lambda}{hc} \\ \frac{1}{nU_{AK}} = \frac{e(\lambda - \Delta\lambda)}{hc} \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{U_{AK}}\left(1 - \frac{1}{n}\right) = \frac{e\Delta\lambda}{hc}$

Từ đó suy ra hiệu điện thế ban đầu của ống là $U_{AK} = \frac{hc(n-1)}{en\Delta\lambda}$

Đáp án B.

2.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Trong ống Cu-lit-giơ để tạo ra tia X (tia Ronghen), biết tốc độ của êlectrôn tới anốt là 5.10^7 m/s. Bỏ qua động năng ban đầu của êlectrôn khi bật ra khỏi catốt. Để giảm tốc độ của êlectrôn khi đến anốt 4.10^6 m/s thì hiệu điện thế giữa hai đầu ống phải giảm là

A. 1465 V. B. 1092 V. C. 1535 V. D. 1635 V.

Câu 2: Điện áp cực đại giữa anốt và catốt của một ống Cu-lít-giơ là $U_0 = 18200$V. Bỏ qua động năng của êlectron khi bứt khỏi catốt.Tính bước sóng ngắn nhất của tia X do ống phát ra. Cho $h = 6,625.10^{-34}$Js; $c = 3.10^8$ m/s; $|e| = 1,6.10^{-19}$C.

A. 68pm. B. 6,8pm. C. 34pm. D. 3,4pm.

Câu 3: Điện áp cực đại giữa anốt và catốt của một ống Cu-lít-giơ là 18,75 kV. Biết độ lớn điện tích êlectrôn (êlectron), tốc độ sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là $1,6.10^{-19}$C; 3.10^8 m/s và $6,625.10^{-34}$J.s. Bỏ qua động năng ban đầu của êlectrôn. Bước sóng nhỏ nhất của tia Ronghen do ống phát ra là

A. $0,4625.10^{-9}$ m. B. $0,5625.10^{-10}$ m.

C. $0,6625.10^{-9}$ m. D. $0,6625.10^{-10}$ m.

Câu 4: Ống Cu-lít-giơ hoạt động với hiệu điện thế cực đại 50 (kV). Bước sóng nhỏ nhất của tia X mà ống có thể tạo ra là: (lấy gần đúng). Cho $h = 6,625.10^{-34}$Js; $c = 3.10^8$ m/s; $|e| = 1,6.10^{-19}$C.

A. 0,25 (Angstron). B. 0,75 (Angstron).

C. 2 (Angstron). D. 0,5 (Angstron).

Câu 5: Điện áp cực đại giữa anốt và catốt của một ống Cu-lít-giơ là $U_0 = 25$ kV. Coi vận tốc ban đầu của chùm êlectrôn (êlectron) phát ra từ catốt bằng không. Cho $h = 6,625.10^{-34}$Js; $c = 3.10^8$ m/s; $|e| = 1,6.10^{-19}$C.

Tần số lớn nhất của tia Ronghen do ống này có thể phát ra là

A. $6,038.10^{18}$ Hz. B. $60,380.10^{15}$ Hz.

C. $6,038.10^{15}$ Hz. D. $60,380.10^{18}$ Hz.

Câu 6: Một ống Cu-lít-giơ phát ra bức xạ có bước sóng ngắn nhất là $2,65.10^{-11}$ m. Bỏ qua động năng ban đầu của các êlectron khi thoát ra khỏi bề mặt catốt. Cho $h = 6,625.10^{-34}$Js; $c = 3.10^8$ m/s; $|e| = 1,6.10^{-19}$C. Điện áp cực đại giữa hai cực của ống là:

A. 46875V. B. 4687,5V. C. 15625V. D. 1562,5V.

Câu 7: Một ống Cu-lít-giơ phát ra bức xạ có bước sóng nhỏ nhất là 5 *A*. Cho điện tích electrôn là $1,6.10^{-19}$C, hằng số Planck là $6,625.10^{-34}$Js, vận tốc của ánh sáng trong chân không là 3.10^8 m/s. Hiệu điện thế cực đại U_0 giữa anốt và catốt là bao nhiêu?

A. 2500 V. B. 2485 V. C. 1600 V. D. 3750 V.

Câu 8: Một ống Cu-lít-giơ phát ra bức xạ có bước sóng ngắn nhất là $6,21.10^{-11}$ m. Biết độ lớn điện tích êlectrôn (êlectron), tốc độ sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là $1,6.10^{-19}$C, 3.10^8 m/s và $6,625.10^{-34}$J.s. Bỏ qua động năng ban đầu của êlectrôn. Điện áp cực đại giữa anốt và catốt của ống là

A. 2 kV. B. 20 kV. C. 2,15 kV. D. 21,15 kV.

ĐÁP ÁN

1.B	2.A	3.D	4.A	5.A	6.A	7.B	8.B

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án B.

Khi bỏ qua động năng ban đầu của *e*, ta có vận tốc của electron khi tới anot sẽ là:

$$v_A = \sqrt{\frac{2eU_{AK}}{m_e}}.$$

Nên khi $v_A = 5.10^7\,(\text{m/s})$ thì hiệu điện thế giữa anot và catot của ống Cu-lít-giơ là: $U_{AK} = 7109,375$V.

Còn để vận tốc khi đến anot giảm xuống còn $v_A = 4,6.10^7\,(\text{m/s})$ thì hiệu điện thế lúc này là:

$$U_{AK} = 6017,375\text{V}.$$

Vậy hiệu điện thế giữa hai đầu ống phải giảm:

$$7109,375 - 6017,375 = 1092\text{V}.$$

Câu 2: Đáp án A.

Bước sóng ngắn nhất của tia X do ống Cu-lít-giơ phát ra là: $\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU} = \frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}.18200} = 6,8.10^{-11} = 678\text{pm}.$

Câu 3: Đáp án D.

Bước sóng nhỏ nhất của tia X do ống Cu-lít-giơ phát ra là: $\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU_{AK}} = \frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}.18,75.10^3} = 0,6625.10^{-10}\text{m}.$

Câu 4: Đáp án A.

Bước sóng nhỏ nhất tia X có thể tạo ra là:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU_{AK}} = \frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}.50.10^3} = 2,484375.10^{-11} = 0,2484375A^0$$

Câu 5: Đáp án A.

Tần số lớn nhất tia Rơn ghen do ống này có thể phát ra là: $f=\frac{eU_{AK}}{h}=\frac{1,6.10^{-19}.25.10^{3}}{6,625.10^{-34}}=6,038.10^{18}\text{Hz}.$

Câu 6: Đáp án A.

Điện áp cực đại giữa hai cực của ống là:

$$U_{AK}=\frac{hc}{e\lambda_{\min}}=\frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}.2,65.10^{-11}}=46875\text{V}.$$

Câu 7: Đáp án B.

Hiệu điện thế cực đại U_0 giữa anot và catot là:

$$U_0=\frac{hc}{e\lambda_{\min}}=\frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}.5.10^{-10}}=2484,375\text{V}.$$

Câu 8: Đáp án B.

Điện áp cực đại giữa anot và catot là:

$$U_{AK}=\frac{hc}{e\lambda_{\min}}=\frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}.6,21.10^{-11}}=20003\text{V}=20,003\text{kV}.$$

ĐỀ KIỂM TRA CHƯƠNG 6. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

Câu 1: Giới hạn quang điện của một kim loại làm catốt của tế bào quang điện là $\lambda_0=0,50\mu\text{m}$. Biết vận tốc ánh sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là 3.10^8m/s và $6,625.10^{-34}\text{J.s}$. Chiếu vào catốt của tế bào quang điện này bức xạ có bước sóng $\lambda=0,35\mu\text{m}$, thì động năng ban đầu cực đại của êlectrôn (êlectron) quang điện là

A. $1,70.10^{-19}$ J. B. $70,00.10^{-19}$ J.

C. $0,70.10^{-19}$ J. D. $17,00.10^{-19}$ J.

Câu 2: Công thoát êlectrôn (êlectron) ra khỏi một kim loại là A =1,88 eV. Biết hằng số Plăng $h=6,625.10^{-34}\text{J.s}$, vận tốc ánh sáng trong chân không $c=3.10^8\text{m/s}$ và $1\text{eV}=1,6.10^{-19}$ J. Giới hạn quang điện của kim loại đó là

A. 0,33 μm. B. 0,22 μm.

C. 0,66. 10^{-19} μm. D. 0,66 μm.

Câu 3: Một ống Rơnghen phát ra bức xạ có bước sóng ngắn nhất là $6,21.10^{-11}$ m. Biết độ lớn điện tích êlectrôn (êlectron), vận tốc ánh sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là $1,6.10^{-19}\text{C}$; 3.10^8m/s và $6,625.10^{-34}\text{J.s}$. Bỏ qua động năng ban đầu của êlectrôn. Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống là

A. 2,00 kV. B. 2,15 kV. C. 20,00 kV. D. 21,15 kV.

Câu 4: Cho $1eV=1,6.10^{-19}\text{J}$; $h=6,625.10^{-34}\text{J.s}$; $c=3.10^8\text{m/s}$. Khi êlectrôn (êlectron) trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo dừng có năng lượng $E_m=-0,85\text{eV}$ sang quỹ đạo dừng có năng lượng $E_n=-13,60\text{eV}$ thì nguyên tử phát bức xạ điện từ có bước sóng

A. 0,4340 μm. B. 0,4860 μm.

C. 0,0974 μm. D. 0,6563 μm.

Câu 5: Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của một ống Rơnghen là 18,75 kV. Biết độ lớn điện tích êlectrôn (êlectron), vận tốc ánh sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là $1,6.10^{-19}\text{C}$, 3.10^8m/s và $6,625.10^{-34}\text{J.s}$. Bỏ qua động năng ban đầu của êlectrôn. Bước sóng nhỏ nhất của tia Rơnghen do ống phát ra là

A. $0,4625.10^{-9}$ m. B. $0,6625.10^{-10}$ m.

C. $0,5625.10^{-10}$ m. D. $0,6625.10^{-9}$ m.

Câu 6: Lần lượt chiếu vào catốt của một tế bào quang điện các bức xạ điện từ gồm bức xạ có bước sóng $\lambda_1=0,26\mu\text{m}$ và bức xạ có bước sóng $\lambda_2=1,2\lambda_1$ thì vận tốc ban đầu cực đại của các êlectrôn quang điện bứt ra từ catốt lần lượt là v_1 và v_2; $12v_2=\frac{3v_1}{4}$. Giới hạn quang điện λ_0 của kim loại làm catốt này là

A. 1,45 μm. B. 0,90 μm. C. 0,42 μm. D. 1,00 μm.

Câu 7: Biết hằng số Plăng h = $6,625.10^{-34}$ J.s và độ lớn của điện tích nguyên tố là $1,6.10^{-19}$ C. Khi nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng -1,514 eV sang trạng thái dừng có năng lượng -3,407 eV thì nguyên tử phát ra bức xạ có tần số

A. $2,571.10^{13}$ Hz. B. $4,572.10^{14}$ Hz.

C. $3,879.10^{14}$ Hz. D. $6,542.10^{12}$ Hz.

Câu 8: Khi truyền trong chân không, ánh sáng đỏ có bước sóng $\lambda_1=720$ nm, ánh sáng tím có bước sóng $\lambda_2=400$ nm. Cho hai ánh sáng này truyền trong một môi trường trong suốt thì chiết suất tuyệt đối của môi trường đó đối với hai ánh sáng này lần lượt là $n_1=1,33$ và $n_2=1,34$. Khi truyền trong môi trường trong suốt trên, tỉ số năng lượng của phôtôn có bước sóng λ_1 so với năng lượng của phôtôn có bước sóng λ_2 bằng

A. 5/9. B. 9/5. C. 133/134. D. 134/133.

Câu 9: Chiếu lên bề mặt catốt của một tế bào quang điện chùm sáng đơn sắc có bước sóng 0,485 μm thì thấy có hiện tượng quang điện xảy ra. Biết hằng số Plăng $h=6,625.10^{-34}$ J.s, vận tốc ánh sáng trong chân không

$c = 3.10^8$ m/s, khối lượng nghỉ của êlectrôn (êlectron) là $9,1.10^{-31}$ kg và vận tốc ban đầu cực đại của êlectrôn quang điện là 4.10^5 m/s. Công thoát êlectrôn của kim loại làm catốt bằng

A. $6,4.10^{-20}$ J. B. $6,4.10^{-21}$ J.

C. $3,37.10^{-19}$ J. D. $6,4.10^{-19}$ J

Câu 10: Khi chiếu lần lượt hai bức xạ có tần số là $f_1, f_2 (f_1 < f_2)$ vào một quả cầu kim loại đặt cô lập thì đều xảy ra hiện tượng quang điện với điện thế cực đại của quả cầu lần lượt là V_1, V_2. Nếu chiếu đồng thời hai bức xạ trên vào quả cầu này thì điện thế cực đại của nó là

A. $(V_1 + V_2)$. B. $|V_1 - V_2|$.

C. V_2. D. V_1.

Câu 11: Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của một ống Rơnghen là U = 25 kV. Coi vận tốc ban đầu của chùm êlectrôn (êlectron) phát ra từ catốt bằng không. Biết hằng số Plăng h = 6,625.10^{-34}J.s, điện tích nguyên tố bằng 1,6.10^{-19}C. Tần số lớn nhất của tia Rơnghen do ống này có thể phát ra là

A. 60,380.10^{18}Hz. B. 6,038.10^{15}Hz.

C. 60,380.10^{15}Hz. D. 6,038.10^{18}Hz.

Câu 12: Công suất bức xạ của Mặt Trời là $3,9.10^{26}$ W. Năng lượng Mặt Trời tỏa ra trong một ngày là

A. 3,3696.10^{30}J. B. 3,3696.10^{29}J.

C. 3,3696.10^{32}J. D. 3,3696.10^{31}J.

Câu 13: Trong chân không, bức xạ đơn sắc vàng có bước sóng là 0,589 μm. Lấy $h = 6,625.10^{-34}$J.s; $c = 3.10^8$m/s và $e = 1,6.10^{-19}$C. Năng lượng của phôtôn ứng với bức xạ này có giá trị là

A. 2,11 eV. B. 4,22 eV. C. 0,42 eV. D. 0,21 eV.

Câu 14: Đối với nguyên tử hiđrô, các mức năng lượng ứng với các quỹ đạo dừng K, M có giá trị lần lượt là: -13,6 eV; -1,51 eV. Cho $h = 6,625.10^{-34}$J.s; $c = 3.10^8$m/s và e = 1,6.10^{-19}C. Khi êlectron chuyển từ quỹ đạo dừng M về quỹ đạo dừng K, thì nguyên tử hiđrô có thể phát ra bức xạ có bước sóng

A. 102,7 μm. B. 102,7 mm.

C. 102,7 nm. D. 102,7 pm.

Câu 15: Một nguồn phát ra ánh sáng có bước sóng 662,5 nm với công suất phát sáng là 1,5.10^{-4} W. Lấy $h = 6,625.10^{-34}$J.s; $c = 3.10^{-8}$m/s. Số phôtôn được nguồn phát ra trong 1 s là

A. 5.10^{14}. B. 6.10^{14}. C. 4.10^{14}. D. 3.10^{14}.

Câu 16: Một đám nguyên tử hiđrô đang ở trạng thái kích thích mà êlectron chuyển động trên quỹ đạo dừng N. Khi êlectron chuyển về các quỹ đạo dừng bên trong thì quang phổ vạch phát xạ của đám nguyên tử đó có bao nhiêu vạch?

A. 3. B. 1. C. 6. D. 4.

Câu 17: Công thoát êlectron của một kim loại là $7,64.10^{-19}$ J. Chiếu lần lượt vào bề mặt tấm kim loại này các bức xạ có bước sóng là $\lambda_1 = 0,18\mu m, \lambda_2 = 0,21\mu m$ và $\lambda_3 = 0,35\mu m$. Lấy $h = 6,625.10^{-34}$J.s, $c = 3.10^8$m/s. Bức xạ nào gây được hiện tượng quang điện đối với kim loại đó?

A. Hai bức xạ (λ_1 và λ_2).

B. Không có bức xạ nào trong ba bức xạ trên.

C. Cả ba bức xạ (λ_1, λ_2 và λ_3).

D. Chỉ có bức xạ λ_1.

Câu 18: Đối với nguyên tử hiđrô, khi êlectron chuyển từ quỹ đạo M về quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra phôtôn có bước sóng 0,1026 μm. Lấy $h = 6,625.10^{-34}$J.s, $e = 1,6.10^{-19}$C và $c = 3.10^8$m/s. Năng lượng của phôtôn này bằng

A. 1,21 eV. B. 11,2 eV. C. 12,1 eV. D. 121 eV.

Câu 19: Chiếu đồng thời hai bức xạ có bước sóng 0,452 μm và 0,243 μm vào catốt của một tế bào quang điện. Kim loại làm catốt có giới hạn quang điện là 0,5 μm. Lấy $h = 6,625.10^{-34}$J.s, $c = 3.10^8$m/s và $m_e = 9,1.10^{-31}$kg. Vận tốc ban đầu cực đại của các êlectron quang điện bằng

A. $2,29.10^4$ m/s. B. $9,24.10^3$ m/s.

C. $9,61.10^5$ m/s. D. $1,34.10^6$ m/s.

Câu 20: Khi êlectron ở quỹ đạo dừng thứ n thì năng lượng của nguyên tử hiđrô được tính theo công thức $-\frac{13,6}{n^2}$ (eV) (n = 1, 2, 3,...). Khi êlectron trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo dừng n = 3 sang quỹ đạo dừng n = 2 thì nguyên tử hiđrô phát ra phôtôn ứng với bức xạ có bước sóng bằng

A. 0,4350 μm. B. 0,4861 μm.

C. 0,6576 μm. D. 0,4102 μm.

Câu 21: Một chất có khả năng phát ra ánh sáng phát quang với tần số $f = 6.10^{14}$ Hz. Khi dùng ánh sáng có bước sóng nào dưới đây để kích thích thì chất này không thể phát quang?

A. 0,55 μm. B. 0,45 μm. C. 0,38 μm. D. 0,40 μm.

Câu 22: Theo mẫu nguyên tử Bo, bán kính quỹ đạo K của êlectron trong nguyên tử hiđrô là r_0. Khi êlectron chuyển từ quỹ đạo N về quỹ đạo L thì bán kính quỹ đạo giảm bớt

A. $12r_0$. B. $4r_0$. C. $9r_0$. D. $16r_0$.

Câu 23: Một kim loại có công thoát êlectron là $7,2.10^{-19}$J. Chiếu lần lượt vào kim loại này các bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,18\mu m$, $\lambda_2 = 0,21\mu m$, $\lambda_3 = 0,32\mu m$ và $\lambda_4 = 0,35\mu m$. Những bức xạ có thể gây ra hiện tượng quang điện ở kim loại này có bước sóng là

A. λ_1, λ_2 và λ_3. B. λ_1 và λ_2.

C. λ_2, λ_3 và λ_4. D. λ_3 và λ_4.

Câu 24: Một nguồn sáng chỉ phát ra ánh sáng đơn sắc có tần số 5.10^{14} Hz. Công suất bức xạ điện từ của nguồn là 10 W. Số phôtôn mà nguồn phát ra trong một giây xấp xỉ bằng

A. $3,02.10^{19}$. B. $0,33.10^{19}$.

C. $3,02.10^{20}$. D. $3,24.10^{19}$.

Câu 25: Nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n = -1,5 eV sang trạng thái dừng có năng lượng $E_m = -3,4$ eV. Bước sóng của bức xạ mà nguyên tử hiđrô phát ra xấp xỉ bằng

A. $0,654.10^{-7}$ m. B. $0,654.10^{-6}$ m.

C. $0,654.10^{-5}$ m. D. $0,654.10^{-4}$ m.

Câu 26: Một chất phát quang được kích thích bằng ánh sáng có bước sóng 0,26 μm thì phát ra ánh sáng có bước sóng 0,52 μm. Giả sử công suất của chùm sáng phát quang bằng 20 % công suất của chùm sáng kích thích. Hãy tính tỷ lệ số photon mà nguồn kích thích và số photon mà nguồn phát ra trong một giây.

A. $\frac{1}{10}$. B. $\frac{4}{5}$. C. $\frac{2}{5}$. D. $\frac{1}{5}$.

Câu 27: Trong nguyên tử hiđrô, bán kính Bo là $r_0 = 5,3.10^{-11}$ m. Ở một trạng thái kích thích của nguyên tử hiđrô, êlectron chuyển động trên quỹ đạo dừng có bán kính là $r = 2,12.10^{-10}$ m. Quỹ đạo đó có tên gọi là quỹ đạo dừng

A. L. B. N. C. O. D. M.

Câu 28: Khi êlectron ở quỹ đạo dừng thứ n thì năng lượng của nguyên tử hiđrô được xác định bởi công thức $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$(eV) (với n = 1, 2, 3,...). Khi êlectron trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo dừng n = 3 về quỹ đạo dừng n = 1 thì nguyên tử phát ra phôtôn có bước sóng λ_1. Khi êlectron chuyển từ quỹ đạo dừng n = 5 về quỹ đạo dừng n = 2 thì nguyên tử phát ra phôtôn có bước sóng λ_2. Mối liên hệ giữa hai bước sóng λ_1 và λ_2 là

A. $\lambda_2 = 5\lambda_1$. B. $27\lambda_2 = 128\lambda_1$.

C. $\lambda_2 = 4\lambda_1$. D. $189\lambda_2 = 800\lambda_1$.

Câu 29: Khi chiếu một bức xạ điện từ có bước sóng $\lambda_1 = 0,30\mu m$ vào catốt của một tế bào quang điện thì xảy ra hiện tượng quang điện và hiệu điện thế hãm lúc đó là 2 V. Nếu đặt vào giữa anốt và catốt của tế bào quang điện trên một hiệu điện thế $U_{AK} = -2V$ và chiếu vào catốt một bức xạ điện từ khác có bước sóng $\lambda_2 = 0,15\mu m$ thì động năng cực đại của êlectron quang điện ngay trước khi tới anốt bằng

A. $1,325.10^{-18}J$. B. $6,625.10^{-19}$ J.

C. $9,825.10^{-19}$ J. D. $3,425.10^{-19}$ J.

Câu 30: Các nguyên tử hiđro đang ở trạng thái dừng ứng với electron chuyển động trên quỹ đạo có bán kính gấp 9 lần so với bán kính Bo. Khi chuyển về các trạng thái dừng có năng lượng thấp hơn thì các nguyên tử sẽ phát ra các bức xạ có tần số khác nhau. Có thể có nhiều nhất bao nhiêu tần số?

A. 2. B. 4. C. 1. D. 3.

Câu 31: Giữa anốt và catốt của một ống phát tia X có hiệu điện thế không đổi là 25 kV. Bỏ qua động năng của electron khi bứt ra từ catốt. Bước sóng ngắn nhất của tia X mà ống có thể phát ra bằng

A. 31,57 pm. B. 39,73 pm.

C. 49,69 pm. D. 35,15 pm.

Câu 32: Một kim loại có giới hạn quang điện là λ_0. Chiếu bức xạ có bước sóng bằng $\frac{\lambda_0}{3}$ vào kim loại này. Cho rằng năng lượng mà eelectron quang điện hấp thụ từ photon của bức xạ trên, một phần dùng để giải phóng nó, phần còn lại biến hoàn toàn thành động năng của nó. Giá trị động năng này là

A. $\frac{3hc}{\lambda_0}$. B. $\frac{hc}{2\lambda_0}$. C. $\frac{hc}{3\lambda_0}$. D. $\frac{2hc}{\lambda_0}$.

Câu 33: Nguyên tử hiđrô chuyển từ một trạng thái kích thích về trạng thái dừng có năng lượng thấp hơn phát ra bức xạ có bước sóng 486 nm. Độ giảm năng lượng của nguyên tử hiđrô khi phát ra bức xạ này là

A. $4,09.10^{-15}$J. B. $4,86.10^{-19}$J.

C. $4,09.10^{-19}$J. D. $3,08.10^{-20}$J.

Câu 34: Laze A phát ra chùm bức xạ có bước sóng 0,45μm với công suất 0,8W. Laze B phát ra chùm bức xạ có bước sóng 0,60μm với công suất 0,6 W. Tỉ số giữa số phôtôn của laze B và số phôtôn của laze A phát ra trong mỗi giây là

A. 1. B. $\frac{20}{9}$. C. 2. D. $\frac{3}{4}$.

Câu 35: Theo mẫu nguyên tử Bo, trong nguyên tử hiđrô, chuyển động của êlectron quanh hạt nhân là chuyển động tròn đều. Tỉ số giữa tốc độ của êlectron

trên quỹ đạo K và tốc độ của êlectron trên quỹ đạo M bằng

A. 9. B. 2. C. 3. D. 4.

Câu 36: Biết công thoát êlectron của các kim loại: canxi, kali, bạc và đồng lần lượt là: 2,89 eV; 2,26eV; 4,78 eV và 4,14 eV. Chiếu ánh sáng có bước sóng 0,33 μm vào bề mặt các kim loại trên. Hiện tượng quang điện không xảy ra với các kim loại nào sau đây?

A. Kali và đồng. B. Canxi và bạc.

C. Bạc và đồng. D. Kali và canxi.

Câu 37: Theo mẫu nguyên tử Bo, trong nguyên tử hidrô, khi êlectron chuyển từ quỹ đạo P về quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra phôton ứng với bức xạ có tần số f_1. Khi êlectron chuyển từ quỹ đạo P về quỹ đạo L thì nguyên tử phát ra phôtôn ứng với bức xạ có tần số f_2. Nếu êlectron chuyển từ quỹ đạo L về quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra phôtôn ứng với bức xạ có tần số

A. $f_3 = f_1 - f_2$. B. $f_3 = f_1 + f_2$.

C. $f_3 = f_1 + f_2$. D. $f_3 = \dfrac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$.

Câu 38: Chiếu đồng thời hai bức xạ có bước sóng 0,542μm và 0,243μm vào catốt của một tế bào quang điện. Kim loại làm catốt có giới hạn quang điện là 0,500 μm. Biết khối lượng của êlectron là $m_e = 9,1.10^{-31}$kg. Vận tốc ban đầu cực đại của các êlectron quang điện bằng

A. $9,61.10^5$ m/s. B. $9,24.10^5$ m/s.

C. $2,29.10^6$ m/s. D. $1,34.10^6$ m/s.

Câu 39: Gọi $\varepsilon_d, \varepsilon_L, \varepsilon_T$ lần lượt là năng lượng của phôtôn ánh sáng đỏ, phôtôn ánh sáng lam và phôtôn ánh sáng tím. Ta có

A. $\varepsilon_d > \varepsilon_L > \varepsilon_T$. B. $\varepsilon_T > \varepsilon_L > \varepsilon_d$.

C. $\varepsilon_T > \varepsilon_d > \varepsilon_L$. D. $\varepsilon_L > \varepsilon_T > \varepsilon_d$.

Câu 40: Giới hạn quang điện của một kim loại là 0,30 μm. Công thoát của êlectron khỏi kim loại này là

A. $6,625.10^{-20}$ J. B. $6,625.10^{-17}$ J.

C. $6,625.10^{-19}$ J. D. $6,625.10^{-18}$ J.

ĐÁP ÁN

1.A	2.D	3.C	4.C	5.B	6.C	7.B	8.A	9.C	10.C
11.D	12.D	13.A	14.C	15.A	16.C	17.A	18.C	19.C	20.C
21.A	22.A	23.B	24.A	25.B	26.C	27.A	28.D	29.B	30.D
31.C	32.D	33.C	34.A	35.C	36.C	37.A	38.A	39.B	40.C

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án A.

Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện là:

$$W_{d\max} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}$$

$$= 19,875.10^{-26}\left(\frac{1}{0,35.10^{-6}} - \frac{1}{0,5.10^{-6}}\right) = 1,7.10^{-19}\text{J}.$$

Câu 2: Đáp án D.

Giới hạn quang điện của kim loại đó là:

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{19,875.10^{-26}}{1,88.1,6.10^{-19}} = 6,607.10^{-7}\text{ m} = 0,66\mu\text{m}.$$

Câu 3: Đáp án C.

Hiệu điện thế giữa anot và catot của ống là:

$$U_{Ak} = \frac{hc}{e\lambda_{\min}} = \frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}.6,21.10^{-11}}$$
$$= 20000,3\text{V} = 20,0003\text{kV}.$$

Câu 4: Đáp án C.

Nguyên tử phát ra bức xạ có bước sóng là:

$$\frac{hc}{\lambda} = E_m - E_n \Leftrightarrow \frac{19,875.10^{-26}}{\lambda} = (-0,85 + 13,6).1,6.10^{-19}$$
$$\Rightarrow \lambda = 9,74.10^{-8}\text{ m} = 0,0974\mu\text{m}.$$

Câu 5: Đáp án B.

Bước sóng nhỏ nhất của tia Rơn-ghen do ống phát ra là:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU_{AK}} = \frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}.18,75.10^3} = 0,6625.10^{-10}\text{ m}.$$

Câu 6: Đáp án C.

Theo đề: $12v_2 = \dfrac{3v_1}{4} \Rightarrow v_1 = 16v_2$.

Ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases} \dfrac{hc}{\lambda_1} = A + \dfrac{m(v_1)^2}{2} \\ \dfrac{hc}{\lambda_2} = A + \dfrac{m(16v_1)^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{256hc}{\lambda_1} = 256A + 256\dfrac{mv_1^2}{2} \\ \dfrac{hc}{\lambda_2} = A + 256\dfrac{mv_1^2}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow 255A = 255\frac{hc}{\lambda_0} = \frac{256}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda_0 = 0,2598\mu\text{m}.$$

Câu 7: Đáp án B.

Tần số mà nguyên tử phát ra là:

$$hf = (-1,514 + 3,407).1,6.10^{-19} \Rightarrow f = 4,571.10^{14}\text{Hz}.$$

Câu 8: Đáp án A.

Ta có: $\frac{hc}{\lambda} = A + W_{d\max}$.

Khi truyền trong môi trường trong suốt trên, tỉ số năng lượng của photon có bước sóng λ_1 so với năng lượng của photon có bước sóng λ_2: $\frac{W_1}{W_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{5}{9}$.

Câu 9: Đáp án C

Công thoát của electron kim loại làm catot bằng:

$$A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{mv^2}{2} = \frac{19,875.10^{-26}}{0,485.10^{-6}} - \frac{9,1.10^{-31}\left(4.10^5\right)^2}{2}$$
$$= 3,3699.10^{-19}$$

Câu 10: Đáp án C.

Vì $f_1 < f_2$ nên hiệu điện thế cực đại của $V_2 > V_1$.

Vậy khi chiếu đồng thời hai bức xạ trên vào quả cầu này thì điện thế cực đại của nó là V_2.

Câu 11: Đáp án D.

Tần số lớn nhất của tia Ron-ghen do ống này có thể phát ra là: $f_{\max} = \frac{eU_{Ak}}{h} = \frac{1,6.10^{-19}.25.10^3}{6,625.10^{-34}} = 6,038.10^{18}$ Hz.

Câu 12: Đáp án D.

Năng lượng Mặt Trời tỏa ra trong một ngày là: $W = P.t = 3,9.10^{26}.86400 = 3,696.10^{31}$ J.

Câu 13: Đáp án A.

Năng lượng của photon ứng với bức xạ này có giá trị là: $W = \frac{hc}{\lambda e} = 2,1$eV.

Câu 14: Đáp án C.

Khi electron chuyển từ quỹ đạo dừng M về quỹ đạo dừng K, thì nguyên tử hidro có thể phát ra bức xạ có bước sóng: $\frac{hc}{\lambda} = \left(-1,51 + 13,6\right).1,6.10^{-19}$

$\Rightarrow \lambda = 1,0275.10^{-7}$ m.

Câu 15: Đáp án A.

Số photon được nguồn phát ra trong một giây là:

$$N = \frac{P}{\varepsilon} = \frac{P}{hc/\lambda} = \frac{P\lambda}{hc} = \frac{1,5.10^{-4}.662,5.10^{-9}}{19,875.10^{-26}} = 5.10^{14}$$

Câu 16: Đáp án C.

Một đám nguyên tử hidro đang ở trạng thái kích thích mà electron chuyển động trên quỹ đạo dừng N. Khi electron chuyển về các quỹ đạo dừng bên trong thì quang phổ vạch phát xạ của đám nguyên tử đó có tất cả số vạch là: $\frac{n(n-1)}{2} = \frac{4(4-1)}{2} = 6$.

Câu 17: Đáp án A.

Công thoát của một kim loại là $7,64.10^{-19}J$ thì bước sóng giới hạn của kim loại đó là: $\lambda_0 = 0,26014\mu$m.

Vậy để thỏa mãn điều kiện xảy ra hiện tượng quang điện thì có bước sóng $\lambda_1; \lambda_2$ là thỏa mãn.

Câu 18: Đáp án C.

Năng lượng của photon này là: $W = \frac{hc}{\lambda e} = 12,1$eV.

Câu 19: Đáp án C.

Vận tốc ban đầu cực đại của các electron quang điện bằng: $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{mv^2}{2}$

$$\Leftrightarrow \frac{19,875.10^{-26}}{0,243.10^{-6}} = \frac{19,875.10^{-26}}{0,5.10^{-6}} + \frac{9,1.10^{-31}.v^2}{2}$$
$$\Rightarrow v = 9,6.10^5 \left(\text{m/s}\right)$$

Câu 20: Đáp án C.

Nguyên tử hidro phát ra bức xạ có bước sóng bằng:

$$\frac{hc}{\lambda} = \left(\frac{-13,6}{3^2} + \frac{13,6}{2^2}\right)1,6.10^{-19}$$

$\Rightarrow \lambda = 6,576.10^{-7}$ m $= 0,6576\mu$m.

Câu 21: Đáp án A.

Một chất có khả năng phát ra ánh sáng phát quang có tần số $f = 6.10^{14}$ thì bước sóng giới hạn quang điện là: $\lambda_0 = 5.10^{-7}$ m $= 0,5\mu$m. Vậy nên khi dùng ánh sáng có bước sóng kích thích là $0,55\mu$m thì sẽ không xảy ra hiện tượng quang điện.

Câu 22: Đáp án A.

Khi electron chuyển từ quỹ đạo N về quỹ đạo L thì bán kính quỹ đạo giảm bớt $4^2 - 2^2 = 12$ lần r_0.

Câu 23: Đáp án B.

Kim loại có công thoát electron là: $7,2.10^{-19}J$. Nên giới hạn quang điện của kim loại là: $\lambda_0 = 0,276\mu$m

Vậy từ các bước sóng mà đề đã đưa ra thì chỉ có λ_1 và λ_2 là xảy ra hiện tượng quang điện.

Câu 24: Đáp án A.

Số photon mà nguồn phát ra trong một giây xấp xỉ bằng: $N = \frac{P}{\varepsilon} = \frac{P}{hf} = \frac{10}{6,625.10^{-34}.5.10^{14}} = 3,02.10^{19}$

Câu 25: Đáp án B.

Bước sóng của bức xạ mà nguyên tử phát ra xấp xỉ bằng: $\frac{hc}{\lambda} = \left(E_n - E_m\right)e \Rightarrow \lambda = 0,654.10^{-6}$ m.

Câu 26: Đáp án C.

Ta có tỷ lệ: $\frac{N_{kt}}{N_{pr}} = \frac{P_{kt}/\varepsilon_{kt}}{P_{pr}/\varepsilon_{pr}} = \frac{P_{kt}}{P_{pr}}.\frac{\lambda_{kt}}{\lambda_{pr}} = \frac{1}{0,2}.\frac{0,26}{0,52} = \frac{5}{2}$

Câu 27: Đáp án A.

Ta có: $n^2 = \frac{r}{r_0} = \frac{2,12.10^{-10}}{5,3.10^{-11}} = 4 \Rightarrow n = 2 \Rightarrow$ đây ứng với quỹ đạo là L.

Câu 28: Đáp án D.

Ta có: $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{\frac{1}{5^2}-\frac{1}{2^2}}{\frac{1}{3^2}-\frac{1}{1}}=\frac{189}{800}\Rightarrow 189\lambda_2=800\lambda_1$

Câu 29: Đáp án B.

Ban đầu ta được:

$\frac{hc}{\lambda}=\frac{hc}{\lambda_0}+eU\Rightarrow\frac{19,875.10^{-26}}{0,3.10^{-6}}=\frac{19,875.10^{-26}}{\lambda_0}+1,6.10^{-19}.2$

$\Rightarrow\lambda_0=5,8.10^{-7}\,\text{m}.$

Bây giờ đặt vào giữa anot và catot của một tế bào quang điện một hiệu điện thế $U_{AK}=-2V$ và chiếu vào catot một bức xạ điện từ khác có bước sóng λ_2 thì động năng cực đại của electron là:

$$\frac{hc}{\lambda}=\frac{hc}{\lambda_0}+eU_{KA}+W_d\Rightarrow W_d=6,625.10^{-19}\,\text{J}.$$

Câu 30: Đáp án D.

Trạng thái dừng ứng với electron chuyển động trên quỹ đạo có bán kính gấp 9 lần so với bán kính B_0 nên nguyên tử đang ở quỹ đạo M.

Vậy số tần số khác nhau có thể phát ra là:

$$\frac{n(n-1)}{2}=\frac{3(3-1)}{2}=3.$$

Câu 31: Đáp án C.

Bước sóng ngắn nhất của tia X mà ống có thể phát ra bằng: $\lambda_{\min}=\frac{hc}{eU}=\frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}.25.10^3}$

$=4,96875.10^{-11}\,\text{m}=49,69\,\text{pm}.$

Câu 32: Đáp án D.

Giá trị động năng này là:

$$W=\frac{hc}{\lambda}-\frac{hc}{\lambda_0}=\frac{hc}{\lambda_0/3}-\frac{hc}{\lambda_0}=\frac{2hc}{\lambda_0}.$$

Câu 33: Đáp án C.

Độ giảm năng lượng của nguyên tử hidro khi phát ra bức xạ này là: $W=\frac{hc}{\lambda}=\frac{19,875.10^{-26}}{486.10^{-9}}=4,09.10^{-19}\,\text{J}.$

Câu 34: Đáp án A.

Tỉ số giữa số photon của laze B và số photon của laze A phát ra trong mỗi giây là: $\frac{N_B}{N_A}=\frac{P_B}{P_A}.\frac{\lambda_B}{\lambda_A}=\frac{0,6}{0,8}.\frac{0,6}{0,45}=1$

Câu 35: Đáp án C.

Tỷ số giữa tốc độ của electron trên quỹ đạo K và tốc độ của electron trên quỹ đạo M là: $\frac{v_K}{v_M}=\sqrt{\frac{r_M}{r_K}}=n=3$

Câu 36: Đáp án C.

Hiện tượng quang điện sẽ xảy ra với các kim loại bạc và đồng.

Câu 37: Đáp án A.

Ta có: $\begin{cases}hf_1=E_P-E_K\\hf_2=E_P-E_L\end{cases}$

$\Rightarrow hf_3=E_L-E_k=hf_1-hf_2\Rightarrow f_3=f_1-f_2.$

Câu 38: Đáp án A.

Vận tốc ban đầu cực đại của electron quang điện bằng:

$\frac{hc}{\lambda}=\frac{hc}{\lambda_0}+\frac{mv^2}{2}$

$\Leftrightarrow\frac{19,875.10^{-26}}{0,243.10^{-6}}=\frac{19,875.10^{-26}}{0,5.10^{-6}}+\frac{9,1.10^{-31}v^2}{2}$

$\Rightarrow v=9,61.10^5\,\text{m/s}.$

Câu 39: Đáp án B.

Ta có: $\lambda_T<\lambda_L<\lambda_D\Rightarrow\varepsilon_T>\varepsilon_L>\varepsilon_D.$

Câu 40: Đáp án C.

Công thoát của electron khỏi kim loại này là:

$$\frac{hc}{\lambda}=\frac{19,875.10^{-26}}{0,3.10^{-6}}=6,625.10^{-19}\,\text{J}.$$

CHƯƠNG 7. SƠ LƯỢC VỀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP

A. LÍ THUYẾT

I. THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP

1. Các tiên đề của Anhxtanh

- Hiện tượng vật lí xảy ra như nhau trong mọi hệ quy chiếu quán tính, hay phương trình biểu diễn hiện tượng vật lí trong các hệ quy chiếu quán tính có cùng một dạng.
- Vận tốc của ánh sáng trong chân không có cùng độ lớn c trong mọi hệ quy chiếu quán tính. c là giới hạn của các vận tốc vật lí: $c = 299792458\,\text{m/s}.\ \left(c \approx 3.10^8\,\text{m/s}\right)$.

2. Một số kết quả của thuyết tương đối

- Độ dài của một thanh bị co lại dọc theo phương chuyển động của nó

$$l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

- Đồng hồ gắn với quan sát viên chuyển động chạy chậm hơn đồng hồ gắn với quan sát viên đứng yên.

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

Trong đó Δt_0 là khoảng thời gian gắn với quan sát viên chuyển động, Δt là khoảng thời gian gắn với quan sát viên đứng yên.

II. HỆ THỨC ANH-XTANH GIỮA NĂNG LƯỢNG VÀ KHỐI LƯỢNG

1. Khối lượng tương đối tính

Khối lượng của vật chuyển động với vận tốc v (khối lượng tương đối tính) là:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

Với m_0 là khối lượng nghỉ (khối lượng khi vận tốc bằng không).

Chú ý

- Đối với hệ kín, khối lượng và năng lượng nghỉ không nhất thiết được bảo toàn, nhưng năng lượng toàn phần (bao gồm cả động năng và năng lượng nghỉ) được bảo toàn.
- Cơ học cổ điển là trường hợp riêng của cơ học tương đối tính khi vận tốc chuyển động rất nhỏ so với vận tốc ánh sáng.

2. Hệ thức Anhxtanh giữa năng lượng và khối lượng

Nếu một vật có khối lượng m thì có năng lượng E tỉ lệ với m

$$E = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = m_0\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}c^2$$

Nếu $v << c$ thì: $E \approx m_0\left(1-\left(-\frac{1}{2}\right)\frac{v^2}{c^2}\right)c^2 = m_0c^2 + \frac{1}{2}m_0v^2$

3. Năng lượng phôtôn

Theo thuyết lượng tử ánh sáng, năng lượng phôtôn xác định bởi: $\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda}$

Kí hiệu m_{ph} là khối lượng tương đối tính của phôtôn.

Mặt khác năng lượng của photon theo Anhxtanh

$$\varepsilon = m_{ph}c^2 \Rightarrow m_{ph} = \frac{\varepsilon}{c^2} = \frac{hf}{c^2} = \frac{hc}{c^2\lambda} = \frac{h}{c\lambda}$$

Mà $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$. Suy ra khối lượng nghỉ của photon là: $m_{0ph} = m_{ph}\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

Vì $v = c$ nên $m_{0ph} = 0$. Vậy khối lượng nghỉ của photon bằng 0.

Động lượng phôtôn: $p = m_{ph}c = \frac{\varepsilon}{c} = \frac{h}{\lambda}$

III. SO SÁNH GIỮA CƠ HỌC NEWTON VÀ CƠ HỌC TƯƠNG ĐỐI TÍNH

Ở bảng này m là khối lượng nghỉ.

So sánh	Cơ học Newton	Cơ học tương đối tính
a) Phương trình chuyển động:	$m\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\left(m\vec{v}\right)}{dt} = \vec{F}$	$\frac{d}{dt}\left(\frac{m\vec{v}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\right) = \vec{F}$
b) Xung lượng:	$\vec{p} = m\vec{v}$	$\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
c) Khối lượng:	m	$m^* = \frac{m}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
d) Động năng:	$\frac{1}{2}mv^2$	$mc^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-1\right)$
e) Năng lượng nghỉ:	0	mc^2
f) Liên hệ giữa năng lượng và động lượng	$W_d = \frac{p^2}{2m}$	$\frac{W}{c} = \sqrt{p^2+\left(mc\right)^2}$

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP VỀ HAI TIÊN ĐỀ CỦA ANHXTANH

Ví dụ 1: Chọn câu đúng. Khi nguồn sáng chuyển động, vận tốc truyền ánh sáng trong chân không có giá trị.

A. nhỏ hơn c.

B. lớn hơn c.

C. lớn hơn hoặc nhỏ hơn c phụ thuộc vào phương truyền và vận tốc của nguồn sáng.

D. luôn bằng c, không phụ thuộc vào phương truyền và vận tốc của nguồn sáng.

Lời giải

Theo tiên đề 2 của Anh-xtanh ta có vận tốc truyền ánh sáng trong chân không có giá trị luôn bằng c, không phụ thuộc vào phương truyền và vận tốc của nguồn sáng

Đáp án D.

Ví dụ 2: Chọn câu đúng:
Khi một cái thước chuyển động theo phương chiều dài của nó, độ dài của thước

A. dãn ra theo tỉ lệ $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

B. co lại tỉ lệ với vận tốc của thước

C. dãn ra phụ thuộc vào vận tốc của thước

D. co lại theo tỉ lệ $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

Lời giải

Theo công thức chiều dài của vật chuyển động $l=l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

Đáp án D.

Ví dụ 3: Một chiếc thước có chiều dài 30cm, chuyển động với vận tốc $v=0,8c$ theo chiều dài của thước thì co lại là:

A. 10 cm. B. 12 cm. C. 15 cm. D. 18 cm.

Lời giải

Khi thước chuyển động theo chiều dài của thước thì chiều dài của thước là

$$l=l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}=18\,\text{cm}.$$

Đáp án D.

Ví dụ 4: Người quan sát đồng hồ đứng yên được 50 phút, cũng thời gian đó người quan sát chuyển động với vận tốc $v=0,8c$ sẽ thấy thời gian đồng hồ là:

A. 20 phút. B. 25 phút. C. 30 phút. D. 40 phút.

Lời giải

Ta có: $\Delta t=\frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\Rightarrow \Delta t_0=\Delta t\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}=50\sqrt{1-\frac{(0,8c)^2}{c^2}}=30$

Đáp án C.

Ví dụ 5: Sau 30 phút đồng hồ chuyển động với vận tốc $v = 0,8c$ chạy chậm hơn đồng hồ gắn với người quan sát đứng yên là:

A. 20 phút. B. 25 phút. C. 30 phút. D. 35 phút.

Lời giải

Ta có thời gian của đồng hồ gắn với người quan sát đứng yên là

$$\Delta t=\frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=\frac{30}{\sqrt{1-\frac{(0,8c)^2}{c^2}}}=50$$

Suy ra sau 30 phút thì đồng hồ gắn với người chuyển động chạy chậm hơn đồng hồ gắn với người quan sát đứng yên là $\Delta t - \Delta t_0 = 20$ phút.

Đáp án A.

Ví dụ 6: Điều nào dưới đây đúng, khi nói về các tiên đề của Anh-xtanh?

A. Các hiện tượng vật lí xảy ra như nhau đối với mọi hệ quy chiếu quán tính.

B. Phương trình diễn tả các hiện tượng Vật lí có cùng một dạng trong mọi hệ quy chiếu quán tính.

C. Vận tốc ánh sáng trong chân không đối với mọi hệ quy chiếu quán tính có cùng giá trị c, không phụ thuộc vào vận tốc của nguồn sáng hay máy thu.

D. A, B và C đều đúng.

Lời giải

Theo tiên đề I của Anh-xtanh: Các định luật vật lí có cùng một dạng như nhau trong mọi hệ quy chiếu quán tính.

Đáp án B.

II. BÀI TẬP VỀ HỆ THỨC ANHXTANH GIỮA NĂNG LƯỢNG VÀ KHỐI LƯỢNG

Ví dụ 1: Chọn câu đúng. Theo thuyết tương đối, khối lượng tương đối tính của một vật có khối lượng nghỉ m_0 chuyển động với vận tốc v là:

A. $m = m_0\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{-1}$ B. $m = m_0\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$

C. $m = m_0\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}$ D. $m = m_0\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)$

Lời giải

Khối lượng tương đối tính: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = m = m_0\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}$

Đáp án B.

Ví dụ 2: Chọn câu đúng. Hệ thức Anh – xtanh giữa khối lượng và năng lượng là

A. $W = \frac{m}{c^2}$ B. $W = mc$ C. $W = \frac{m}{c}$ D. $W = mc^2$

Lời giải

Theo hệ thức Anh-xtanh thì công thức giữa khối lượng và năng lượng là $W = mc^2$

Đáp án D.

Ví dụ 3: Một hạt có động năng bằng năng lượng nghỉ của nó. Vận tốc của hạt đó là

A. 2.10^8 m/s. B. $2,5.10^8$ m/s. C. $2,6.10^8$ m/s. D. $2,8.10^8$ m/s.

Lời giải

Vì động năng bằng năng lượng nghỉ nên $\begin{cases} W = W_d + m_0c^2 \\ W_d = m_0c^2 \end{cases}$

$$\Rightarrow W = 2m_0c^2 \Leftrightarrow \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 2m_0c^2 \Leftrightarrow 2 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c \approx 2,6.10^8 \text{ m/s}$$

Đáp án C.

Ví dụ 4: Vận tốc của 1 êlectron tăng tốc qua hiệu điện thế $10^5 V$ là

A. $0.4.10^8$ m/s. B. $0.8.10^8$ m/s. C. $1,2.10^8$ m/s. D. $1,6.10^8$ m/s.

Lời giải

Độ biến thiên động năng bằng công của lực điện

$$W_d - 0 = eU \Leftrightarrow \left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1\right)mc^2 = eU, \beta = \frac{v}{c}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = 1 + \frac{eU}{mc^2} \Leftrightarrow \sqrt{1-\beta^2} = \frac{1}{1+\frac{eU}{mc^2}} \Leftrightarrow 1-\beta^2 = \frac{1}{\left(1+\frac{eU}{mc^2}\right)}$$

$$\Leftrightarrow \beta^2 = 1 - \frac{1}{\left(1+\frac{eU}{mc^2}\right)} = \frac{v^2}{c^2} \Leftrightarrow v = c\sqrt{1-\frac{1}{\left(1+\frac{eU}{mc^2}\right)}}.$$

Thay số ta được $v = 1,2.10^8$ m/s.

Đáp án C

Ví dụ 5: Động năng của một electron có động lượng là p sẽ là

A. $W_d = c\sqrt{p^2 + (m_0c)^2}$ B. $W_d = c\sqrt{p^2 + (m_0c)^2} + m_0c^2$

C. $W_d = c\sqrt{p^2 + (m_0c)^2} - m_0c^2$ D. $W_d = \sqrt{p^2 + (m_0c)^2}$

Lời giải

Năng lượng và động lượng tương đối tính là

$$\begin{cases} E = \dfrac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \\ p = \dfrac{m_0v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \end{cases} \Rightarrow E = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{E}{c}\right)^2 = \frac{m_0c^2}{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{m_0^2c^2\left(1-\frac{v^2}{c^2}+\frac{v^2}{c^2}\right)}{1-\frac{v^2}{c^2}} = m_0^2c^2 + \frac{m_0^2v^2}{1-\frac{v^2}{c^2}} = m_0^2c^2 + p$$

$$\Rightarrow \boxed{E = c\sqrt{m_0^2c^2 + p^2}}.$$

Biểu thức đóng khung bên chính là năng lượng toàn phần. Vì năng lượng toàn phần bằng tổng động năng và năng lượng nghỉ, nên ta có động năng là:

$$W_d = c\sqrt{p^2 + (m_0c)^2} - m_0c^2$$

Đáp án C.

Ví dụ 6: Vận tốc của một electron có động lượng là p sẽ là

A. $v=\dfrac{c}{\sqrt{(m_0c)^2-p^2}}$ B. $v=\dfrac{c}{\sqrt{(m_0c)^2+p^2}}$

C. $v=\dfrac{pc}{\sqrt{(m_0c)^2-p^2}}$ D. $v=\dfrac{pc}{\sqrt{(m_0c)^2+p^2}}$

Lời giải

$$p=\frac{m_0v}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}\Leftrightarrow p^2=\frac{m_0^2}{\dfrac{1}{v^2}-\dfrac{1}{c^2}}\Leftrightarrow\frac{1}{v^2}=\frac{m_0^2}{p^2}+\frac{1}{c^2}$$

$$\Leftrightarrow v=\frac{1}{\sqrt{\dfrac{m_0^2}{p^2}+\dfrac{1}{c^2}}}=\frac{pc}{\sqrt{m_0^2c^2+p^2}}$$

Đáp án D.

Ví dụ 7: Động lượng của một hạt có khối lượng nghỉ m, động năng K là:

A. $p=\sqrt{\left(\dfrac{K}{c}\right)^2-2m_0K}$ B. $p=\sqrt{\left(\dfrac{K}{c}\right)^2+2m_0K}$

C. $p=\sqrt{\left(\dfrac{K}{c}\right)^2+m_0K}$ D. $p=\sqrt{\left(\dfrac{K}{c}\right)^2-m_0K}$

Lời giải

Ở các ví dụ trên ta đã tính được hệ thức giữa năng lượng và động lượng của vật là:

$$E=c\sqrt{p^2+(m_0c)^2}$$

Mặt khác, năng lượng bằng tổng động năng và năng lượng nghỉ, nên ta có

$$K+m_0c^2\Leftrightarrow c\sqrt{p+(m_0c)^2}\Leftrightarrow\left(\frac{K}{c}+m_0c\right)^2=p^2+(m_0c)^2$$

$$\Leftrightarrow\left(\frac{K}{c}\right)^2+2m_0K=p^2$$

Đáp án B.

CHƯƠNG 8. HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

A. LÍ THUYẾT

I. CẤU TẠO HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

1. Cấu tạo hạt nhân nguyên tử

Hạt nhân nguyên tử có kích thước rất nhỏ (đường kính cỡ 10^{-14} m đến 10^{-15} m) và được cấu tạo bởi những hạt nhỏ hơn gọi là nuclon. Có hai loại nuclon là: proton và notron.

Nuclon	Kí hiệu	Khối lượng theo kg	Khối lượng theo u ($1u = 1,66055.10^{-27}$ kg)	Điện tích
Proton	${}_1^1H$	$m_p = 1,67262.10^{-27}$ kg	$m_p = 1,00728$ u	$+e = +1,6.10^{-19}$ C
Notron	${}_0^1n$	$m_n = 1,67493.10^{-27}$ kg	$m_p = 1,00728$ u	Không mang điện tích.

Bảng 8.1: Hai loại nuclon: proton và notron

STUDY TIP

Lớp vỏ nguyên tử được cấu tạo bởi các hạt electron có khối lượng rất nhỏ so với khối lượng của các hạt nuclon (nhỏ hơn cỡ 1840 lần) nên khối lượng nguyên tử chủ yếu tập trung ở hạt nhân. Khối lượng nguyên tử được lấy gần đúng bằng khối lượng hạt nhân.

Ví dụ:

${}_{13}^{27}Al$ có $Z = 13, A = 27$ nên $N = 27 - 13 = 14$.

2. Kí hiệu hạt nhân

$${}_Z^AX$$

Trong đó: X là tên hạt nhân

A = số nuclon: số khối

Z = số proton = điện tích hạt nhân (nguyên tử số)

$N = A - Z$: số notron

3. Bán kính hạt nhân

Bán kính hạt nhân xác định bởi: $R = 1,2.10^{-15}A^{\frac{1}{3}}$ m

Trong đó: R là bán kính hạt nhân

A là số khối

Ví dụ: + Bán kính hạt nhân H: $R = 1,2.10^{-15}$ m.

+ Bán kính hạt nhân Al: $R = 3,6.10^{-15}$ m.

Chú ý

Lực hạt nhân có bản chất khác với lực hấp dẫn, lực Culông, lực từ,... đồng thời mạnh hơn rất nhiều so với các lực đó.

4. Lực hạt nhân

Hạt nhân được cấu tạo bởi hạt mang điện và không mang điện nhưng chúng vô cùng bền vững, chứng tỏ rằng các nuclon liên kết với nhau bởi lực rất mạnh, gọi là **lực hạt nhân** .

Lực hạt nhân có bán kính tác dụng trong phạm vi hạt nhân nguyên tử (khoảng 10^{-15} m).

5. Đồng vị

Đồng vị là những nguyên tử có cùng số prôtôn (Z), nhưng khác số nơtrôn (N) dẫn tới khác số nuclôn (A).

Ví dụ: Hiđrô có ba đồng vị: ${}_1^1H$; ${}_1^2H\left({}_1^2D\right)$; ${}_1^3H\left({}_1^3T\right)$

Các đồng vị thường có tính chất hóa học tương tự nhau và được xếp cùng một ô trong bảng tuần hoàn. Có hai loại đồng vị:

Đồng vị bền là đồng vị mà hạt nhân của nó không có một biến đổi tự phát nào trong suốt quá trình tồn tại. Trong thiên nhiên có khoảng 300 đồng vị bền.

Đồng vị phóng xạ (không bền) là đồng vị mà hạt nhân của nó tự động phát ra những tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân của nguyên tố khác. Có khoảng vài nghìn đồng vị phóng xạ tự nhiên và nhân tạo.

6. Khối lượng nguyên tử, khối lượng hạt nhân

Vì nếu tính theo đơn vị thông thường *kg* thì một hạt nhân viết theo đơn vị *kg* sẽ rất dài. Do vậy, trong Vật lí hạt nhân, người ta đưa ra khái niệm khối lượng nguyên tử.

STUDY TIP

Một nguyên tử có khối lượng xấp xỉ bằng số khối A khi tính theo đơn vị khối lượng nguyên tử u. Ví dụ ${}^{27}_{13}Al$ có khối lượng nguyên tử xấp xỉ $27u$.

Khối lượng nguyên tử, kí hiệu là u và có giá trị bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng đồng vị cacbon ${}^{12}_{6}C$ (vì vậy, đôi khi đơn vị này còn gọi là *đơn vị cacbon*)

$$1u = \frac{1}{12}.\frac{12}{N_A}\text{g} = \frac{1}{12}.\frac{12}{6,0221.10^{23}}\text{g} \approx 1,66055.10^{-27}\text{kg}$$

Chú ý:

Hệ thức Anh-xtanh $E = mc^2$ hay $m = \frac{E}{c^2}$ chứng tỏ rằng khối lượng còn có thể đo bằng đơn vị của năng lượng chia cho c^2, cụ thể là nó có thể đo bằng eV/c^2 hoặc MeV/c^2 (ở đây $1\text{eV} \approx 1,6.10^{-19}\text{J}$). Ta hãy tính năng lượng có trong $1u$: $E = mc^2 \Rightarrow 1u.c^2 = 1,66055.10^{-27}\text{kg}\cdot\left(299792458\right)^2\ (\text{m/s})^2$

$$= 1,492427912.10^{-10}\text{J} = \frac{1,492427912.10^{-10}}{1,60217656535.10^{-19}}\text{eV} = 931500275\text{eV} \approx 931,5\text{MeV}$$

Từ đó ta có: $\boxed{1u = 931,5\ \text{MeV/c}^2}$

II. HIỆN TƯỢNG PHÓNG XẠ

1. Khái niệm

Hiện tượng phóng xạ là hiện tượng một hạt nhân không bền vững tự phát phân rã, phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác

Người ta quy ước gọi hạt nhân phóng xạ là *hạt nhân mẹ* và hạt nhân sản phẩm phân rã là *hạt nhân con*.

2. Đặc điểm

Quá trình phân rã phóng xạ chỉ do các nguyên nhân bên trong gây ra và hoàn toàn không chịu tác động của các yếu tố bên ngoài như: nhiệt độ, áp suất,...

3. Các tia phóng xạ

3.1. Tia α

Hạt nhân mẹ X phân rã tạo thành hạt nhân con Y, đồng thời phát ra tia phóng xạ α theo phản ứng:

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

- Bản chất là dòng hạt nhân ${}^{4}_{2}He$ mang điện tích dương, vì thế khi bay vào điện trường giữa hai bản của tụ điện thì sẽ bị lệch về bản tụ âm.
- Ion hóa chất khí mạnh, khả năng đâm xuyên yếu (không xuyên qua được tấm bìa dày cỡ 1 mm).
- Hạt α phóng ra từ hạt nhân có vận tốc khoảng 2.10^7 m/s và bay ngoài không khí khoảng 8 cm.
- Phóng xạ α làm hạt nhân con lùi 2 ô trong bảng hệ thống tuần hoàn.

3.2. Tia β

Chú ý

- Các tia β khi bay trong điện trường thì bị lệch nhiều hơn so với các tia α do khối lượng của chúng nhẹ hơn khối lượng của tia α nhiều lần.
- Các tia β khi mới phóng ra có vận tốc rất lớn, có thể đạt xấp xỉ bằng tốc độ ánh sáng. Có thể bay tới vài mét trong không khí và có thể xuyên qua lá nhôm dày cỡ milimét.
- Các tia β có thể làm ion hóa môi trường nhưng yếu hơn so với tia α.

Tia β gồm 2 loại:

- Tia β^- hay: là loại tia phổ biến, có bản chất là chùm electron mang điện tích $-e$. Hạt này được sinh ra khi bên trong hạt nhân có sự biến đổi

$$_0^1n \rightarrow _{-1}^0e + _1^1p + v$$

Ở đây $_0^0v$ là hạt nơtrinô.

- Tia β^+ hay $_{+1}^0e$: hiếm hơn β^-, bản chất là chùm hạt có khối lượng như electron nhưng mang điện tích $+e$, gọi là các pozitron. Hạt này được sinh ra khi bên trong hạt nhân có sự biến đổi

$$_1^1p \rightarrow _{+1}^0e + _0^1n + \tilde{v}$$

Ở đây $_0^0\tilde{v}$ là phản hạt nơtrinô.

3.3. Tia γ

Tia γ có bản chất là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn. Đây là chùm photon mang năng lượng lớn, có khả năng đâm xuyên rất mạnh và là tia nguy hiểm với con người. Khả năng đâm xuyên lớn hơn nhiều so với tia α và tia β.

4. Định luật phóng xạ

4.1. Đặc tính của quá trình phóng xạ

- Có bản chất là quá trình *biến đổi hạt nhân*.
- Có tính *tự phát* và *không điều khiển được*, không phụ thuộc vào tác động của các yếu tố phụ thuộc vào môi trường bên ngoài như nhiệt độ, áp suất...
- Là một quá trình *ngẫu nhiên*: với một hạt nhân phóng xạ cho trước, thời điểm phân hủy của nó là không xác định. Ta chỉ có thể nói đến xác suất phân hủy của hạt nhân đó. Như vậy ta không thể khảo sát sự biến đổi của một hạt nhân đơn lẻ.

4.2. Định luật phóng xạ

Xét một mẫu phóng xạ. Gọi N_0 là số hạt nhân của mẫu phóng xạ tại thời điểm ban đầu $t = 0$. Số hạt nhân của mẫu phóng xạ tại thời điểm t là

$$\boxed{N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}}$$

Hay có thể viết: $N = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = N_0 e^{-\lambda t}$

STUDY TIP

Trong quá trình phân rã, số hạt nhân phóng xạ giảm theo thời gian theo định luật hàm số mũ.

Với $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ gọi là hằng số phóng xạ, đặc trưng cho từng chất phóng xạ.

T là chu kì bán rã, là thời gian số lượng hạt nhân còn lại 1 nửa so với ban đầu.

Vì $m = \frac{N}{N_A}M$ nên khối lượng của chất phóng xạ tỉ lệ thuận với số hạt nhân phóng xạ. Do đó ta có: $m = m_0 2^{-\frac{t}{T}}$

Với m là khối lượng của chất phóng xạ tại thời điểm t, m_0 là khối lượng của chất phóng xạ tại thời điểm ban đầu.

III. PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

1. Định nghĩa phản ứng hạt nhân

Phản ứng hạt nhân là mọi quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân.

Phản ứng hạt nhân có thể viết dưới dạng sau đây

$$A+B\rightarrow C+D$$

Trong đó A, B là các hạt nhân tương tác (hạt nhân mẹ) và C, D là các hạt sản phẩm (hạt nhân con).

2. Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân

Xét phản ứng hạt nhân: ${}^{A_1}_{Z_1}A+{}^{A_2}_{Z_2}B\rightarrow{}^{A_3}_{Z_3}C+{}^{A_4}_{Z_4}D$

2.1. Định luật bảo toàn số khối

Trong phản ứng hạt nhân, tổng số nuclon hay số khối của các hạt tương tác bằng tổng số nuclon của các hạt sản phẩm.

$$A_1+A_2=A_3+A_4$$

2.2. Định luật bảo toàn điện tích

Trong phản ứng hạt nhân, tổng đại số điện tích các hạt tương tác bằng tổng đại số của các hạt sản phẩm.

$$Z_1+Z_2=Z_3+Z_4$$

2.3. Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần

Chú ý

- Không có định luật bảo toàn khối lượng.
- Số khối được bảo toàn nhưng số notron không bảo toàn.

Năng lượng toàn phần bao gồm động năng và năng lượng nghỉ (xem phần thuyết tương đối hẹp). Trong phản ứng hạt nhân, tổng năng lượng toàn phần của các hạt tương tác bằng tổng năng lượng toàn phần của các hạt sản phẩm.

2.4. Định luật bảo toàn động lượng

Trong phản ứng hạt nhân, véctơ tổng động lượng của các hạt tương tác bằng véctơ tổng động lượng của các hạt sản phẩm.

3. Năng lượng trong phản ứng hạt nhân

Do tính chất không bảo toàn khối lượng nghỉ, nhưng lại bảo toàn năng lượng toàn phần của hệ trong phản ứng hạt nhân, nên các phản ứng hạt nhân có thể tỏa ra năng lượng hoặc thu vào năng lượng.

Gọi $m_{\text{trước}}$ là tổng khối lượng nghỉ của các hạt trước phản ứng và m_{sau} là tổng khối lượng nghỉ của các hạt sau phản ứng.

Năng lượng tỏa ra hay thu vào của phản ứng hạt nhân là

$$\Delta E=(m_{truoc}-m_{sau})c^2$$

- Nếu $m_{\text{trước}}>m_{\text{sau}}$ thì phản ứng tỏa năng lượng.
- Nếu $m_{\text{trước}}<m_{\text{sau}}$ thì phản ứng thu năng lượng.

4. Độ hụt khối và năng lượng liên kết

4.1. Độ hụt khối

Khi một hạt nhân ${}^{A}_{Z}A$ tạo thành từ Z hạt proton và N hạt notron thì tổng khối lượng của các hạt nuclon riêng rẽ tạo thành hạt nhân là

$$m_0=Zm_p+Nm_n$$

Tuy nhiên, các phép đo chính xác đã chứng tỏ rằng, khi hạt nhân tạo thành thì khối lượng của hạt nhân là m luôn nhỏ hơn m_0 một lượng Δm. Lượng này xác định bởi:

$$\Delta m=m_0-m=Zm_p+Nm_n-m\Rightarrow\Delta m=\left[Zm_p+(A-Z)m_n\right]-m$$

4.2. Năng lượng liên kết

Chú ý

- Hạt nhân có độ hụt khối càng lớn thì năng lượng liên kết càng lớn.
- Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững và ngược lại.

-**Năng lượng liên kết** là năng lượng tỏa ra khi các nuclon riêng rẽ tạo thành hạt nhân. Hay, năng lượng liên kết là năng lượng cần thiết để phá vỡ hạt nhân thành các nuclon riêng rẽ.

$$\Delta E_{lk} = E_0 - E = m_0c^2 - mc^2 = (m_0 - m)c^2 = \Delta mc^2$$

-**Năng lượng liên kết riêng** là năng lượng liên kết tính cho mỗi nuclon của hạt nhân đó

$$E_{lkr} = \frac{\Delta E_{lk}}{A}$$

IV. PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH, PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH

1. Phản ứng phân hạch

1.1. Khái niệm

Phân hạch là phản ứng trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành hai mảnh nhẹ hơn.

1.2. Đặc điểm

- Phản ứng phân hạch là phản ứng tỏa năng lượng lớn, cỡ 200 MeV.
- Trong phản ứng có sự hấp thụ nơtron, các nơtron có động năng nhỏ gọi là nơtron chậm.
- Mỗi phản ứng phân hạch sinh ra từ 2 đến 3 nơtron và các notron này có thể thực hiện được các phân hạch tiếp theo.
- Các hạt nhân trung bình trong phản ứng có số khối từ 80 đến 160.

1.3. Phản ứng phân hạch dây chuyền

Giả sử sau một lần phân hạch có k nơtron được giải phóng đến kích thích các hạt nhân khác tạo nên những phân hạch mới. Sau n lần phân hạch liên tiếp, số nơtron giải phóng là k^n và kích thích k^n phân hạch mới.

STUDY TIP

Muốn $k \geq 1$ thì khối lượng của chất phân hạch phải đủ lớn để số nơtron bị "bắt" nhỏ hơn nhiều so với số nơtron được giải phóng.

- Khi $k < 1$ thì phản ứng phân hạch dây chuyền tắt nhanh
- Khi $k = 1$ phản ứng phân hạch dây chuyền tự duy trì và năng lượng phát ra không đổi theo thời gian
- Khi $k > 1$ phản ứng phân hạch dây chuyền tự duy trì, năng lượng phát ra tăng nhanh và có thể gây nên bùng nổ.

Khối lượng tới hạn là khối lượng tối thiểu của chất phân hạch để phản ứng phân hạch dây chuyền duy trì được trong đó.

1.4. Phản ứng phân hạch có điều kiện

- Phản ứng phân hạch có điều kiện này được thực hiện trong các *lò phản ứng hạt nhân*, tương ứng với trường hợp $k = 1$.
- Để đảm bảo cho $k = 1$ thì người ta dùng những *thanh điều khiển* có chứa bo hay cađimi.
- Năng lượng tỏa ra từ lò phản ứng không đổi theo thời gian.

2. Phản ứng nhiệt hạch

2.1. Định nghĩa

Phản ứng nhiệt hạch là quá trình trong đó hai hay nhiều hạt nhân nhẹ hợp lại thành một hạt nhân nặng hơn.

Ví dụ: ${}_1^2H + {}_1^3H \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n + 4MeV$

2.2. Điều kiện để phản ứng nhiệt hạch xảy ra

- Ban đầu phải biến đổi hỗn hợp nhiên liện chuyển sang trạng thái plasma tạo bởi các hạt nhân và các electron tự do. Sau đó phải tăng nhiệt độ của hỗn hợp plasma lên cỡ 100 triệu độ để phản ứng xảy ra.
- Mật độ hạt nhân trong plasma (n) phải đủ lớn
- Thời gian duy trì trạng thái plasma τ ở nhiệt độ cao 100 triệu độ phải đủ lớn.

Kết hợp các điều kiện này, Lo-xơn (Lawson) đã chứng minh hệ thức nêu lên điều kiện cơ bản để xảy ra phản ứng nhiệt hạch là

$$n_T \geq \left(10^{14} \div 10^{16}\right)\frac{s}{cm^3}$$

Chú ý

- Năng lượng nhiệt hạch là nguồn gốc năng lượng của hầu hết các sao.
- Năng lượng nhiệt hạch trên Trái Đất, với những ưu việt không gây ô nhiễm (sạch) và nguyên liệu dồi dào sẽ là nguồn năng lượng của thế kỉ XXI.

2.3. Năng lượng nhiệt hạch

Tuy năng lượng tỏa ra của một phản ứng nhiệt hạch ít hơn nhiều so với một phản ứng phân hạch, nhưng tính theo khối lượng nhiên liệu thì phản ứng nhiệt hạch tỏa ra năng lượng lớn hơn sự phân hạch nhiều lần.

B. PHÂN DẠNG BÀI TẬP VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

I. BÀI TẬP VỀ HIỆN TƯỢNG PHÓNG XẠ

1. Bài toán tìm lượng chất phóng xạ

1.1. Phương pháp

*** Xác định số nguyên tử (số hạt nhân) và khối lượng còn lại của chất phóng xạ sau thời gian phóng xạ t**

- Số nguyên tử còn lại sau thời gian phóng xạ t

$$\boxed{N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 e^{-\lambda t}}$$

- Khối lượng còn lại sau thời gian phóng xạ t

$$\boxed{m = m_0 2^{-\frac{t}{T}} = m_0 e^{-\lambda t}}$$

Với $\lambda = \dfrac{\ln 2}{T}$

- Quan hệ giữa khối lượng và số nguyên tử

$$\boxed{m = \frac{N}{N_A}M}$$

Trong đó: m là khối lượng chất

N là số nguyên tử

$N_A = 6,023.10^{23}$ hạt/mol là số Avôgađrô

M là khối lượng nguyên tử (g/mol).

Một nguyên tử có khối lượng xấp xỉ bằng số khối khi tính theo đơn vị khối lượng nguyên tử u.

*** Xác định số nguyên tử và khối lượng bị phóng xạ của chất phóng xạ sau thời gian phóng xạ t**

- Khối lượng bị phóng xạ sau thời gian phóng xạ t

$$\boxed{\Delta m = m_0 - m = m_0 - m_0 2^{-\frac{t}{T}} = m_0\left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)}$$

- Số nguyên tử bị phóng xạ sau thời gian phóng xạ t

$$\Delta m = N_0 - N = N_0 - N_0 2^{-\frac{t}{T}} = N_0\left(1-2^{-\frac{t}{T}}\right)$$

*** Xác định số nguyên tử và khối lượng hạt nhân mới tạo thành sau thời gian phóng xạ t**

- Một hạt nhân bị phóng xạ thì sinh ra một hạt nhân mới, do đó số hạt nhân mới tạo thành sau thời gian phóng xạ t bằng số hạt nhân bị phóng xạ trong thời gian đó

$$N' = \Delta N = N_0\left(1-2^{-\frac{t}{T}}\right)$$

- Khối lượng hạt nhân mới tạo thành sau thời gian phóng xạ t:

$$m' = \frac{N'}{N_A}M'$$

(M' là khối lượng nguyên tử của hạt nhân mới tạo thành, có giá trị xấp xỉ A' là số khối của hạt nhân mới tạo thành nếu tính theo đơn vị u)

1.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Ban đầu có 100g lượng chất phóng xạ ${}^{60}_{27}Co$ với chu kì bán rã T = 5,33 năm. Sau 25 năm, khối lượng và số hạt Coban còn lại bao nhiêu?

A. $m = 3,873g;\ N = 0,389.10^{23}$ hạt B. $m = 2,873g;\ N = 0,286^{23}$ hạt

C. $m = 4,873g;\ N = 0,490.10^{23}$ hạt D. $m = 3,365g;\ N = 0,338.10^{23}$ hạt

Lời giải

Khối lượng Co còn lại sau 25 năm: $m = m_0.2^{-\frac{t}{T}} = 100.2^{-\frac{25}{5.33}} \approx 3,873g$

Số hạt Co còn lại sau 25 năm: $N = \frac{m}{A}.N_A = \frac{3,873}{60}.6,02.10^{23} = 0,389.10^{23}$ hạt

Đáp án A.

Ví dụ 2: Ban đầu có $m_0 = 21g$ chất phóng xạ ${}^{210}_{84}Po$, chất này phóng xạ ra hạt α và biến thành một hạt nhân bền. Hãy tìm thể tích khí Heli sinh ra ở điều kiện tiêu chuẩn trong thời gian 30 ngày. Biết chu kì bán rã của ${}^{210}_{84}Po$ là $T = 138$ ngày

A. $V = 3,12$ lít B. $V = 0,313$ lít C. $V = 1,31$ lít D. $V = 0,131$ lít

Lời giải

Phương trình phóng xạ: ${}^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{206}_{82}Pb$

Từ phương trình phóng xạ ta thấy cứ một hạt ${}^{210}_{84}Po$ phóng xạ sẽ có 1 hạt ${}^{4}_{2}He$ tạo thành. Do đó số hạt ${}^{4}_{2}He$ tạo thành đúng bằng số hạt ${}^{210}_{84}Po$ đã phóng xạ.

Số hạt ${}^{210}_{84}Po$ ban đầu là: $N_0 = \frac{m_0}{A}.N_A = \frac{21}{210}.6,02.10^{23} = 6.02.10^{22}$

Số hạt ${}^{4}_{2}He$ tạo thành sau 30 ngày:

$$N = N_0\left(1-2^{-\frac{t}{T}}\right) = 6,02.10^{22}.\left(1-2^{-\frac{30}{138}}\right) = 0,842.10^{22}$$

Thể tích khí ${}^{4}_{2}He$ sinh ra ở điều kiện tiêu chuẩn sau 30 ngày:

$$V = \frac{N}{N_A}.22,4 = \frac{0,842.10^{22}}{6,02.10^{23}}.22,4 = 0,313 \text{ (lít)}$$

Đáp án B.

STUDY TIP

Thể tích khí ở điều kiện tiêu chuẩn: $V = n.22,4$ (l) với n là số mol.

Ví dụ 3: Cho một hạt nhân mẹ ${}^{A_M}_{Z_M}M$ phóng xạ ra tia phóng xạ x và biến đổi thành hạt nhân con ${}^{A_C}_{Z_C}C$ theo phản ứng: ${}^{A_M}_{Z_M}M \to x + {}^{A_C}_{Z_C}C$. Sau một thời gian khối lượng hạt nhân mẹ bị mất đi là Δm_M. Tính khối lượng hạt nhân con tạo thành trong khoảng thời gian đó

A. $m_C = \Delta m_M \frac{A_M}{A_C}$ B. $m_C = \Delta m_M \frac{A_C}{A_M}$ C. $m_C = \frac{\Delta m_M}{A_M}$ D. $m_C = \frac{\Delta m_M}{A_C}$

Lời giải

Khi 1 hạt nhân mẹ bị mất đi thì có 1 hạt nhân con được tạo thành. Do đó, số lượng hạt nhân mẹ bị phân rã luôn luôn bằng số lượng hạt nhân con tạo thành Gọi N_C là số hạt nhân con được tạo thành thì ta có

$$\Delta N = \Delta N_M = N_C = \frac{\Delta m_M}{A_M} N_A$$

Khối lượng hạt nhân con được tạo thành m_C

$$m_C = \frac{N_C}{N_A} M_C = \frac{\Delta N}{N_A} M_C = \frac{\frac{\Delta m_M}{M_M} N_A}{N_A} M_C = \Delta m_M \frac{M_C}{M_M} \Rightarrow m_C = \Delta m_M \frac{M_C}{M_M}$$

Khi khối lượng của các hạt tính gần đúng bằng số khối thì

$$m_C = \Delta m_M \frac{M_C}{M_M}$$

Đáp án B.

STUDY TIP

Ta có thể lập luận theo kiểu "Hóa học" như sau: vì khi 1 hạt nhân mẹ mất đi thì có 1 hạt nhân con được tạo thành, nên tỉ lệ ở phương trình phản ứng là 1:1. Do đó số mol của hạt nhân mẹ mất đi bằng số mol của hạt nhân con tạo thành. Do đó

$\frac{m_C}{M_C} = \frac{\Delta m_M}{M_M} \Rightarrow m_C = \Delta m_M \frac{M_C}{M_M}$

Ví dụ 4: Ban đầu có 100g chất phóng xạ, chu kì bán rã T = 5,33 năm. Coban phóng xạ ra hạt α và biến thành Mangan. Hãy tính khối lượng ${}^{60}_{27}Co$ đã phóng xạ và khối lượng được tạo thành trong thời gian 15 năm?

A. $\Delta m_{Co} = 75,78\text{g}; m_{Mn} = 70,06\text{g}$. B. $\Delta m_{Co} = 85,78\text{g}; m_{Mn} = 80,06\text{ g}$.

C. $\Delta m_{Co} = 83,78\text{g}; m_{Mn} = 78,06\text{g}$. D. $\Delta m_{Co} = 82,43\text{g}; m_{Mn} = 79,05\text{g}$.

Lời giải

Phương trình phản ứng: ${}^{60}_{27}Co \to {}^{56}_{25}Mn + {}^{4}_{2}He$

Khối lượng ${}^{60}_{27}Co$ đã phóng xạ sau 15 năm:

$$\Delta m_{Co} = m_0\left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) = 100\left(1 - 2^{-\frac{15}{5,33}}\right) = 85,78\text{g}$$

Khối lượng ${}^{56}_{25}Mn$ được tạo thành là

$$m_{Mn} = \Delta m \frac{M_{Mn}}{M_{Co}} \approx \Delta m \frac{A_{Mn}}{A_{Co}} = 85,78.\frac{56}{60} = 80,06\text{g}$$

Đáp án B.

Ví dụ 5: Ban đầu có m_0 (g) chất phóng xạ ${}^{60}_{27}Co$, chu kì bán rã T = 5,33 năm. Coban phóng xạ ra α và biến thành Mangan ${}^{56}_{25}Mn$. Sau bao lâu thì tỉ số khối lượng ${}^{60}_{27}Co$ còn lại và khối lượng Mangan ${}^{56}_{25}Mn$ tạo thành bằng $\frac{15}{14}$

A. 5,33 năm. B. 10,66 năm. C. 21,32 năm. D. 15,33 năm.

Lời giải

Giả sử thời điểm t tỉ số khối lượng Mangan $^{56}_{25}Mn$ tạo thành và khối lượng $^{60}_{27}Co$ còn lại bằng $\frac{14}{15}$

Khối lượng Co còn lại là: $m_{Co} = m_0 2^{-\frac{t}{T}} = A_{Co}.\frac{N_0}{N_A}.2^{-\frac{t}{T}}$

Khối lượng Mangan tạo thành là: $m_{Mn} = A_{Mn}.n_{Mn} = A_{Mn}.\frac{N_{Mn}}{N_A} = A_{Mn}.\frac{N_0\left(1-2^{-\frac{t}{T}}\right)}{N_A}$

Từ đó ta có: $\frac{m_{Co}}{m_{Mn}} = \frac{A_{Co}.2^{-\frac{t}{T}}}{A_{Mn}.\left(1-2^{-\frac{t}{T}}\right)} = \frac{60.2^{-\frac{t}{T}}}{56.\left(1-2^{-\frac{t}{T}}\right)} = \frac{15}{14} \Rightarrow \frac{1-2^{-\frac{t}{T}}}{2^{-\frac{t}{T}}} = 1$

$\Rightarrow 2^{-\frac{t}{T}} = 0,5 \Rightarrow \frac{t}{T} = 1 \Rightarrow t = T = 5,33$

Đáp án A.

Ví dụ 6: Ngày nay, tỉ lệ khối lượng $\frac{^{235}_{92}U}{^{238}_{92}U} = \frac{8}{1103}$, biết chu kì bán rã của $^{235}_{92}U$ và $^{238}_{92}U$ lần lượt là $T_1 = 7,04.10^8$ năm, $T_2 = 4,46.10^8$ năm. Trái Đất được hình thành cách ngày nay 4,5 tỉ năm. Hãy tìm tỉ lệ khối lượng $\frac{^{235}_{92}U}{^{238}_{92}U} = \frac{m_{01}}{m_{02}}$ tại thời điểm Trái Đất mới hình thành, biết trong quá trình tồn tại $^{235}_{92}U$ và $^{238}_{92}U$ không được tạo ra thêm bởi các phóng xạ

A. $\frac{m_{01}}{m_{02}} = 0,404$ B. $\frac{m_{01}}{m_{02}} = 0,303$ C. $\frac{m_{01}}{m_{02}} = 0,04$ D. $\frac{m_{01}}{m_{02}} = 0,044$

Lời giải

Gọi m_{01}, m_{02} lần lượt là khối lượng ban đầu của $^{235}_{92}U$ và $^{238}_{92}U$. Tại thời điểm hiện tại, tỉ lệ khối lượng mỗi chất tương ứng còn lại là:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{m_{01}2^{-\frac{t}{T_1}}}{m_{02}2^{-\frac{t}{T_2}}} \Rightarrow \frac{m_{01}}{m_{02}} = \frac{m_1}{m_2}.\frac{2^{-\frac{t}{T_1}}}{2^{-\frac{t}{T_2}}} = \frac{8}{1103}.\frac{2^{-\frac{4,5.10^9}{4,46.10^9}}}{2^{-\frac{4,5.10^9}{7,04.10^8}}} = 0,303$$

Đáp án B.

Ví dụ 7: Hiện nay urani tự nhiên chứa hai đồng vị phóng xạ ^{235}U và ^{238}U, với tỉ lệ số hạt ^{235}U và số hạt ^{238}U là 7/1000. Biết chu kì bán rã của ^{235}U và ^{238}U lần lượt là $7,00.10^8$ năm và $4,50.10^9$ năm. Cách đây bao nhiêu năm, urani tự nhiên có tỷ lệ số hạt ^{235}U và số hạt ^{238}U là 3 /100?

A. 2,74 tỉ năm. B. 1,74 tỉ năm. C. 2,22 tỉ năm. D. 3,15 tỉ năm.

Lời giải

Hiện nay, số hạt ^{235}U và ^{238}U là số hạt còn lại, có tỉ lệ là: $\frac{N_{0_{235}}2^{\frac{-t_0}{T_{235}}}}{N_{0_{238}}2^{\frac{-t_0}{T_{238}}}} = \frac{7}{1000}$.

Cách đây t năm, tỉ lệ số hạt ^{235}U và ^{238}U là $\frac{3}{100}$ nên ta có: $\frac{N_{0_{235}}2^{\frac{-(t_0-t)}{T_{235}}}}{N_{0_{238}}2^{\frac{-(t_0-t)}{T_{238}}}} = \frac{3}{100}$.

Lập tỉ số ta được: $\dfrac{\dfrac{N_{0_{235}}2^{\frac{-t_0}{T_{235}}}}{N_{0_{238}}2^{\frac{-t_0}{T_{238}}}}}{\dfrac{N_{0_{235}}2^{\frac{-(t_0-t)}{T_{235}}}}{N_{0_{238}}2^{\frac{-(t_0-t)}{T_{238}}}}}=\dfrac{\dfrac{7}{1000}}{\dfrac{3}{100}}\Leftrightarrow\dfrac{2^{\frac{t}{T_{238}}}}{2^{\frac{t}{T_{235}}}}=2^{t\left(\frac{1}{T_{238}}-\frac{1}{T_{235}}\right)}=\dfrac{7}{30}$

Từ đó $t=\dfrac{\log_2^{\frac{7}{30}}}{\dfrac{1}{T_{238}}-\dfrac{1}{T_{235}}}=\dfrac{\log_2^{\frac{7}{30}}}{\dfrac{1}{4,5.10^9}-\dfrac{1}{7.10^8}}=1,7404$ tỉ năm.

Đáp án B.

Ví dụ 8: Đồng vị phóng xạ $^{210}_{84}Po$ phân rã α, biến đổi thành đồng vị bền $^{206}_{82}Pb$ với chu kì bán rã là 138 ngày. Ban đầu có một mẫu $^{210}_{84}Po$ tinh khiết. Đến thời điểm t, tổng số hạt α và số hạt nhân $^{206}_{82}Pb$ (được tạo ra) gấp 14 lần số hạt nhân $^{210}_{84}Po$ còn lại. Giá trị của t bằng

A. 552 ngày. B. 414 ngày. C. 828 ngày. D. 276 ngày.

Lời giải

Ta có phương trình: $^{210}_{84}Po\rightarrow{}^4_2\alpha+{}^{206}_{82}Pb$

Tại thời điểm t, số hạt $^{210}_{84}Po$ bị phân rã là: $N_1=N_0\left(1-2^{-\frac{t}{T}}\right)$

Theo phương trình, cứ 1 $^{210}_{84}Po$ phân rã thì tạo ra được 1 hạt $^4_2\alpha$ và 1 hạt $^{206}_{82}Pb$. Như vậy, N_1 hạt Po bị phân rã thì N_1 hạt $^4_2\alpha$ và N_1 hạt $^{206}_{82}Pb$ được tạo thành. Do đó tổng số hạt tạo thành là $2N_1$.

- Số hạt Po còn lại sau thời gian t là: $N_2=N_02^{-\frac{t}{T}}$

Theo bài ra, ta có:

$$\frac{2N_1}{N_2}=\frac{2N_0\left(1-2^{-\frac{t}{T}}\right)}{N_02^{-\frac{t}{T}}}=14\Rightarrow2^{\frac{t}{T}}=8\Rightarrow t=3T=3.138=414 \text{ ngày}$$

Đáp án B.

2. Bài toán tìm chu kì phóng xạ

2.1. Phương pháp

Sử dụng các công thức về số hạt, khối lượng của lượng chất phóng xạ đã học ở phần trên.

2.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Máy đếm xung của một chất phóng xạ, trong lần đo thứ nhất đếm được ΔN_1 hạt phân rã trong khoảng thời gian Δt. Lần đo thứ hai sau lần đo thứ nhất là t, máy đếm được ΔN_2 phân rã trong cùng khoảng thời gian Δt. Tìm chu kì bán rã của chất phóng xạ. Biết $\Delta N_1=100;\Delta N_2=10;t=1$ ngày.

A. 0,825 ngày. B. 0,301 ngày. C. 0,251 ngày. D. 0,515 ngày.

Lời giải

Gọi N_1 là số hạt nguyên tử của chất phóng xạ khi đo ở lần thứ nhất. Số phân rã trong khoảng thời gian Δt ở lần đo đầu tiên là: $\Delta N_1 = N_1\left(1-2^{-\frac{\Delta t}{T}}\right)$

Gọi N_2 là số hạt nguyên tử của chất phóng xạ khi đo ở lần thứ hai. Số phân rã trong khoảng thời gian Δt ở lần đo thứ hai là: $\Delta N_2 = N_2\left(1-2^{-\frac{\Delta t}{T}}\right)$

Lập tỉ số: $\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = \frac{N_1\left(1-2^{-\frac{\Delta t}{T}}\right)}{N_2\left(1-2^{-\frac{\Delta t}{T}}\right)} = \frac{N_1}{N_2}$

Mặt khác, ta có khi đo lần thứ 2 thì số hạt ban đầu của lần 2 chính bằng số hạt còn lại sau khi đo lần 1, tức là: $N_2 = N_1 2^{-\frac{t}{T}}$

Từ đó ta có: $\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_1}{N_1 2^{-\frac{t}{T}}} = 2^{\frac{t}{T}}$

Vậy chu kì là $\frac{t}{T} = \log_2 \frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} \Rightarrow T = \frac{t}{\log_2 \frac{\Delta N_1}{\Delta N_2}} = 0,301$

Đáp án B.

Ví dụ 2: Để đo chu kì bán rã của một chất phóng xạ người ta dùng máy đếm xung bắt đầu đếm từ thời điểm $t_0 = 0$. Đến thời điểm $t_1 = 12$ giờ, máy dếm được ΔN_1 hạt bị phân rã. Đến thời điểm $t_2 = 3t_1 = 36$ giờ, máy đếm được ΔN_2 hạt đã bị phân rã. Biết $\frac{N_1}{N_2} = \frac{4}{7}$, tìm chu kì bán rã của chất phóng xạ trên?

A. 24h. B. 12h. C. 30h. D. 18 h.

Lời giải

Gọi N_0 là số hạt nguyên tử của chất phóng xạ ở thời điểm ban đầu.

Số hạt đã bị phân rã ở thời điểm t_1, t_2 lần lượt là: $\begin{cases} \Delta N_1 = N_0\left(1-2^{-\frac{t_1}{T}}\right) \\ \Delta N_2 = N_2\left(1-2^{-\frac{t_2}{T}}\right) \end{cases}$

Lập tỉ số ta được: $\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = \frac{N_0\left(1-2^{-\frac{t_1}{T}}\right)}{N_0\left(1-2^{-\frac{t_2}{T}}\right)} = \frac{1-2^{-\frac{t_1}{T}}}{1-2^{-\frac{t_2}{T}}} = \frac{4}{7} \Rightarrow 2^{-\frac{t_1}{T}} = \frac{1}{2} \Rightarrow t_1 = T = 12$

Đáp án B.

3. Bài toán tính tuổi thọ của cổ vật

Ví dụ 1: Độ phóng xạ của mẫu tượng gỗ bằng k lần độ phóng xạ của một khúc gỗ cùng loại mới chặt hạ. Tìm tuổi thọ của mẫu tượng gỗ trên, biết chu kì bán rã của C_{14} là T. Cho biết $k = 0,25; T = 5600$ năm

A. 14200 năm. B. 16200 năm. C. 11200 năm. D. 10200 năm.

Lời giải

Gọi H_0, H lần lượt là độ phóng xạ của khúc gỗ mới chặt và của pho tượng cổ.

Ta có: $H = H_0.2^{-\frac{t}{T}} = k.H_0 \Rightarrow \frac{t}{T} = -\log_2 k \Rightarrow t = -T\log_2 k$

Với $k = 0,25; T = 5600$ năm ta được tuổi thọ của mẫu tượng gỗ trên là

$$t = -T.\log_2 k = -5600.\log_2 0,25 = 11200$$

Đáp án C.

Ví dụ 2: ${}^{210}_{84}Po$ là chất phóng xạ ra hạt α và biến đổi thành hạt nhân chì ${}^{206}_{82}Po$ với chu kì bán rã là $T = 138$ ngày. Một mẫu chất, ở thời điểm ban đầu là Ponoli nguyên chất, ở thời điểm khảo sát tỉ số khối lượng chì tạo thành và khối lượng Po còn lại là 0,2. Tìm tuổi thọ của mẫu chất trên?

A.30 ngày. B.27,60 ngày. C.90 ngày. D.36,94 ngày.

Lời giải

Gọi m_0 là khối lượng ban đầu của ${}^{210}_{84}Po$, thì tại thời điểm t, ta có khối lượng Ponoli còn lại là: $m_{Po} = m_0 2^{-\frac{t}{T}}$

Khối lượng ${}^{210}_{84}Po$ đã phóng xạ là: $\Delta m_{Po} = m_0\left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)$

Cứ một hạt nhân ${}^{210}_{84}Po$ phóng xạ sẽ tạo ra một hạt nhân ${}^{206}_{82}Po$ nên số mol của ${}^{210}_{84}Po$ đã phóng xạ bằng số mol của ${}^{206}_{82}Po$ tạo thành. Do đó khối lượng ${}^{206}_{82}Po$ tạo thành là: $m_{Pb} = \Delta m_{Po}\frac{206}{210} = m_0\left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right).\frac{206}{210}$

Theo bài ra ta có: $\frac{m_{Pb}}{m_{Po}} = \frac{m_0\left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right).\frac{206}{210}}{m_0 2^{-\frac{t}{T}}} = 0,2 \Rightarrow \frac{1 - 2^{-\frac{t}{T}}}{2^{-\frac{t}{T}}} = 0,2.\frac{210}{206} = \frac{21}{103}$

$$\Rightarrow 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{103}{124} \Rightarrow t = -T.\log_2\frac{103}{124} = -138.\log_2\frac{103}{124} = 36,94$$

Đáp án D.

Ví dụ 3: Giả sử tại một thời điểm t nào đó, tỉ lệ khối lượng giữa ${}^{235}_{92}U$ và ${}^{238}_{92}U$ là 0,005. Biết chu kì bán rã của ${}^{235}_{92}U$ và ${}^{238}_{92}U$ lần lượt là $T_1 = 7,04.10^8$ năm và $T_2 = 4,46.10^9$ năm. Khi Trái Đất bắt đầu hình thành thì tỉ lệ khối lượng giữa ${}^{235}_{92}U$ và ${}^{238}_{92}U$ là 0,3. Biết trong quá trình tồn tại ${}^{235}_{92}U$ và ${}^{238}_{92}U$ không được tạo ra thêm bởi các phóng xạ khác. Hãy tìm tuổi thọ của Trái Đất tại thời điểm đó?

A. $4,94.10^9$ năm. B. $5,94.10^9$ năm.

C. $6,94.10^9$ năm. D. $4,44.10^9$ năm.

Lời giải

Gọi m_{01}, m_{02} lần lượt là khối lượng ban đầu của của ${}^{235}_{92}U$ và ${}^{238}_{92}U$. Tại thời điểm t, tỉ lệ khối lượng mỗi chất tương ứng còn lại là:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{m_{01}2^{-\frac{t}{T_1}}}{m_{02}2^{-\frac{t}{T_2}}} = \frac{m_{01}}{m_{02}}.\frac{2^{-\frac{t}{T_1}}}{2^{-\frac{t}{T_2}}} = 0,3.2^{\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)t} = 0,005$$

Từ đó ta có $2^{\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right)t}=\frac{0,005}{0,3}=\frac{1}{60}\Rightarrow\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right)=\log_2\frac{1}{60}$

$$2^{\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right)t}=\frac{0,005}{0,3}=\frac{1}{60}\Rightarrow\frac{\log_2\frac{1}{60}}{\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}}=\frac{\log_2\frac{1}{60}}{\frac{1}{4,46.10^9}-\frac{1}{7,04.10^8}}=4,49.10^9 \text{ năm}$$

Đáp án A.

4. Bài toán tính độ phóng xạ

4.1. Phương pháp

Độ phóng xạ H của một lượng chất là đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của lượng chất đó và được đo bằng số phân rã trong 1 giây.

Đơn vị của độ phóng xạ là Beccoren (Bq). 1 Bq = 1 phân rã/s. Ngoài ra, đơn vị của độ phóng xạ còn được tính bởi đơn vị Curi (Ci). $1Ci=3,7.10^{10}$ Bq.

Độ phóng xạ phụ thuộc vào số hạt nhân của chất phóng xạ và cũng giảm theo thời gian với quy luật hàm số mũ.

$$\boxed{H_t=\lambda N_t=\lambda N_0 2^{-\frac{t}{T}}=H_0 2^{-\frac{t}{T}}}$$

H_0 là độ phóng xạ ban đầu: $H_0=\lambda N_0$

H_t là độ phóng xạ tại thời điểm t

STUDY TIP

Khi tính độ phóng xạ thì chu kì T và thời gian t phải có đơn vị là giây (s).

4.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Khối lượng ban đầu của chất phóng xạ $^{23}_{11}Na$ là $m_0=0,23g$, với chu kì bán rã $T=62s$. Tính độ phóng xạ sau 10 phút. Sau bao lâu độ phóng xạ của chất bằng $\frac{1}{5}$ độ phóng xạ ban đầu?

A. $H=8,23.10^8$ Bq, $t=413$ s

B. $H=3,82.10^8$ Bq, $t=413$ s

C. $H=3,82.10^8$ Bq, $t=143,96$ s

D. $H=8,23.10^8$ Bq, $t=143,96$ s

Lời giải

1. Độ phóng xạ ban đầu là:

$$H_0=\lambda N_0=\lambda\frac{m_0}{M}.N_A\approx\lambda\frac{m_0}{M}.N_A=\frac{\ln 2}{62}.\frac{0,23}{23}.6,02.10^{23}=6,73.10^{19}\left(\text{Bq}\right)$$

Độ phóng xạ sau thời gian 10 phút là:

$$H=H_0.2^{-\frac{t}{T}}=6,73.10^{19}.2^{-\frac{600}{62}}=8,22.10^{16}\left(\text{Bq}\right)$$

2. Giả sử sau t giây, độ phóng xạ bằng $\frac{1}{5}$ độ phóng xạ ban đầu, ta có

$$\frac{H}{H_0}=\frac{H_0 2^{-\frac{t}{T}}}{H_0}=2^{-\frac{t}{T}}=\frac{1}{5}\Rightarrow\frac{t}{T}=-\log_2\frac{1}{5}\Rightarrow t=-T\log_2\frac{1}{5}=-62\log_2\frac{1}{5}=143,96\text{ s}$$

Đáp án D.

Ví dụ 2: Có hai mẫu chất phóng xạ có khối lượng ban đầu giống nhau. Tại thời điểm hiện tại mẫu thứ nhất có tuổi thọ lớn hơn mẫu thứ hai là $\Delta=t_2-t_1=100$ ngày và độ phóng xạ của mẫu thứ nhất là $H_1=605,15.10^3$ Bq. Biết chu kì phóng xạ của P_0 là $T=138$ ngày. Tìm độ phóng xạ H_2?

A. 10^6 Bq. B. 1200 Bq. C. 2420,6 Bq. D. 1210,3 Bq.

Lời giải

Gọi H_0 là độ phóng xạ ban đầu của mỗi mẫu chất; gọi t_1 và t_2 lần lượt là tuổi thọ của mẫu phóng xạ thứ nhất và thứ hai, ta có:

$$\begin{cases} H_1 = H_0 2^{-\frac{t_1}{T}} \Rightarrow 2^{-\frac{t_1}{T}} = \dfrac{H_1}{H_0} \Rightarrow t_1 = -T\log_2\dfrac{H_1}{H_0} \\ H_2 = H_0 2^{-\frac{t_2}{T}} \Rightarrow 2^{-\frac{t_2}{T}} = \dfrac{H_2}{H_0} \Rightarrow t_2 = -T\log_2\dfrac{H_2}{H_0} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta t = t_1 - t_2 = T\left(\log_2\frac{H_2}{H_0} - \log_2\frac{H_1}{H_0}\right) = T\log_2\frac{H_2}{H_1}$$

Từ đó suy ra: $\log_2\dfrac{H_2}{H_1} = \dfrac{\Delta t}{T} \Rightarrow \dfrac{H_2}{H_1} = 2^{-\frac{\Delta t}{T}} \Rightarrow H_2 = H_1.2^{-\frac{\Delta t}{T}} = 605,15.10^3.2^{\frac{100}{138}} = 10^6$ Bq.

Đáp án A.

II. BÀI TẬP VỀ HẠT NHÂN, PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

1. Bài toán đại cương về hạt nhân, phản ứng hạt nhân

1.1. Phương pháp

Chúng ta điểm lại một số kiến thức và một số lưu ý sau:

Cấu tạo hạt nhân ${}^{A}_{Z}X$

Trong đó X là tên hạt nhân, Z là số hiệu nguyên tử (hay số proton, hay số thứ tự trong bảng tuần hoàn), A là số khối (hay tổng số nuclon trong hạt nhân). $A = Z + N$, N là số notron.

Đồng vị

Đồng vị là các nguyên tố có cùng số proton nhưng khác nhau về số notron dẫn đến số khối A khác nhau. Ví dụ ${}^{12}_{6}C$; ${}^{13}_{6}C$; ${}^{14}_{6}C$

Độ hụt khối

Độ hụt khối của hạt nhân xác định bởi: $\Delta m = \left[Zm_p + (A-Z)m_n\right] - m$

Trong đó: - m_p là khối lượng của một proton $m_p = 1,0073$ u.

- m_n là khối lượng của một notron $m_n = 1.0087$ u.
- m là khối lượng hạt nhân
- Δm là độ hụt khối.
- Đơn vị: u, kg, MeV/c^2.

Đổi đơn vị: $1u = 1,66055.10^{-27}\,\text{kg} = 931,5\,\text{MeV/c}^2$

* Năng lượng liên kết:

Năng lượng liên kết của hạt nhân xác định bởi: $\Delta E_{lk} = \Delta m c^2$

Trong đó: - Δm là độ hụt khối.

- ΔE_{lk} là năng lượng liên kết.
- Đơn vị: MeV, eV và J. Đổi đơn vị $\begin{cases} 1\text{MeV} = 10^6\,\text{eV} \\ 1\text{eV} = 1,6.10^{-19}\,\text{J} \end{cases}$

STUDY TIP

Vì $1u = 931,5\text{MeV/c}^2$ nên khi tính năng lượng liên kết, nếu độ hụt khối tính đơn vị là u thì ta có đơn vị của năng lượng liên kết là MeV.

* Năng lượng liên kết riêng:

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân là năng lượng liên kết tính cho mỗi nuclon: $\Delta E_{lkr} = \dfrac{\Delta E_{lk}}{A}$

1.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: So với hạt nhân ${}^{29}_{14}Si$, hạt nhân ${}^{40}_{20}Ca$ có nhiều hơn

A. 11 nơtrôn và 6 prôtôn. B. 5 nơtrôn và 6 prôtôn.

C. 6 nơtrôn và 5 prôtôn. D. 5 nơtrôn và 12 prôtôn.

Lời giải

Số proton của Si là 14, của Ca là 20. Vậy Ca nhiều hơn Si 20 – 14 = 6 proton.

Số khối của Si là 29 suy ra số nơtron của Si là 29 – 14 = 15. Của Ca là $40-20=20$. Vậy Ca hơn Si $25-15=5$ nơtron.

Đáp án B.

Ví dụ 2: Phát biểu nào sai khi nói về hạt nhân nguyên tử:

A. hạt nhân mang điện dương vì số hạt dương nhiều hơn hạt âm.

B. số nucleon cũng là số khối A.

C. tổng số nơtron = số khối A – bậc số Z.

D. hạt nhân nguyên tử chứa Z proton.

Lời giải

A. Sai. Hạt nhân mang điện dương vì hạt nhân gồm các proton mang điện dương và các notron không mang điện, chứ không phải do số hạt dương nhiều hơn hạt âm. Trong hạt nhân không có hạt nào mang điện tích âm.

B. Đúng. Số nuclon là tổng số proton và notron trong hạt nhân, và là số khối.

C. Đúng. Hạt nhân nguyên tử chứa Z proton.

Đáp án A.

Ví dụ 3: Biết $m_p=1,007276u, m_n=1,008665u$ và hai hạt nhân Neon ${}^{20}_{10}Ne$, ${}^{4}_{2}He$ có khối lượng lần lượt $m_{Ne}=19,98695u$, $m_\alpha=4,001506u$. Chọn câu trả lời đúng:

A. Hạt nhân Neon bền hơn hạt α.

B. Hạt nhân α bền hơn hạt Neon.

C. Cả hai hạt nhân Neon và α đều bền như nhau.

D. Không thể so sánh độ bền của hai hạt nhân.

Lời giải

Để so sánh độ bền vững của các hạt nhân, ta so sánh năng lượng liên kết riêng. Ta có năng lượng liên kết riêng của He và Ne là:

$$\begin{cases}\Delta E_{lkr-He}=\dfrac{\Delta E_{lk-He}}{A_{He}}=\dfrac{\left(2.1,007276+2.1,008665-4,001506\right).931,5}{4}=7,073811\left(\text{MeV}\right)\\ \Delta E_{lkr-Ne}=\dfrac{\Delta E_{lk-Ne}}{A_{Ne}}=\dfrac{\left(10.1,007276+10.1,008665-19,98695\right).931,5}{20}=8,0323245\left(\text{MeV}\right)\end{cases}$$

Vậy hạt nhân Ne bền vững hơn.

Đáp án A.

Ví dụ 4: Sau khi được tách ra từ hạt nhân ${}^{4}_{2}He$, tổng khối lượng của 2 prôtôn và 2 nơtrôn lớn hơn khối lượng hạt nhân ${}^{4}_{2}He$ một lượng là 0,0305u. Nếu $1u=931\ \text{MeV/c}^2$, năng lượng ứng với mỗi nuclôn, đủ để tách chúng ra khỏi hạt nhân 4 He là bao nhiêu?

A. 7,098875MeV. B. $2,745.10^{15}$J. C. 28,3955MeV. D. $0.2745.10^{16}$MeV.

Lời giải

Năng lượng cần tìm chính là năng lượng liên kết riêng

$$\Delta E_{lkr-He}=\frac{\Delta E_{lk-He}}{A_{He}}=\frac{\Delta m.c^2}{4}=\frac{0,0305.931}{4}=7,098875(\text{MeV})$$

Đáp án A.

Ví dụ 5: Cho ba hạt nhân X, Y và Z có số nuclôn tương ứng là A_X,A_Y,A_Z với $A_X=2A_Y=0,5A_Z$. Biết năng lượng liên kết của từng hạt nhân tương ứng là $\Delta E_X,\Delta E_Y,\Delta E_Z$ với $\Delta E_Z<\Delta E_X<\Delta E_Y$. Sắp xếp các hạt nhân này theo thứ tự tính bền vững giảm dần là

A. Y, X, Z. B. Y, Z, X. C. X, Y, Z. D. Z, X, Y.

Lời giải

Theo bài ra ta có $A_X=2A_Y=0,5A_Z\Rightarrow A_Z>A_X>A_Y$.

Mà $\Delta E_Z<\Delta E_X<\Delta E_Y$ nên suy ra $\frac{\Delta E_Z}{E_Z}=\frac{\Delta E_X}{E_X}=\frac{\Delta E_Y}{E_Y}$.

Vậy năng lượng liên kết riêng giảm dần theo thứ tự Y, X, Z. Hay nói cách khác, tính bền vững giảm dần theo thứ tự Y, X, Z.

Đáp án A.

Ví dụ 6: Hạt nhân ${}_1^2D$ (doteri) có khối lượng $m=2,00136u$.

Biết $m=1,0073u;m=1,0087u$. Hãy xác định độ hụt khối của hạt nhân D

A. 0,0064u B. 0,001416u C. 0,003u D. 0,01464u

Lời giải

Độ hụt khối của hạt nhân D là

$$\Delta m=Zm_p+(A-Z)m_n-m_D=1,0073+1,0087-2,00136=0,01464u$$

Đáp án D.

Ví dụ 7: Hạt nhân ${}_1^2D$ (doteri) có khối lượng $m=2,00136u$. Biết $m=1,0073u;$ $m=1,0087u;c=3.10^8$ m/s. Hãy xác định năng lượng liên kết của hạt nhân D

A. 1,364 MeV B. 1,634 MeV C. 13,64 MeV D. 14,64 MeV

Lời giải

Ta có năng lượng liên kết của hạt nhân D là

$$\Delta E_{lk}=\Delta mc^2=\left(Zm_p+(A-Z).m_n-m_D\right)c^2$$

$$=(1,0073+1,0087-2,00136).931,5=13,64\text{MeV}$$

Đáp án C.

Ví dụ 8: Hạt nhân ${}_1^2D$ (doteri) có khối lượng $m=2,00136u$. Biết $m=1,0073u;$ $m=1,0087u;c=3.10^8$ m/s. Hãy xác định năng lượng liên kết riêng của hạt nhân D

A. 1,364 MeV/nuclon B. 6,82 MeV/nuclon

C. 13,64 MeV/nuclon D. 14,64 MeV/nuclon

Lời giải

Ta có năng lượng liên kết riêng của hạt nhân D là

$$\Delta E_{lkr}=\frac{\Delta E_{lk}}{A}=\frac{\left(Z_{m_p}+(A-Z).m_n-m_D\right)c^2}{A}$$

$$= \frac{(1,0073 + 1,0087 - 2,00136).931,5}{2} = \frac{13,64}{2}\text{MeV} = 6,82\text{MeV}$$

Đáp án B.

Ví dụ 9: Hạt nhân B có bán kính gấp 2 lần bán kính của hạt nhân A. Biết rằng số khối của A là 8. Hãy xác định số khối của B.

A. 70. B. 64. C. 16. D. 32.

Lời giải

Ta có bán kính hạt nhân xác định bởi $R = 1,2.10^{-15}.\sqrt[3]{A}$ (m) nên do đó

$$\frac{R_B}{R_A} = \sqrt[3]{\frac{A_B}{A_A}} \Leftrightarrow \sqrt[3]{\frac{A_B}{8}} \Leftrightarrow A_B = 64$$

Đáp án B.

Ví dụ 10: Một lò phản ứng phân hạch có công suất 200 W. Cho rằng toàn bộ năng lượng mà lò phản ứng này sinh ra đều do sự phân hạch của ^{235}U và đồng vị này chỉ bị tiêu hao bởi quá trình phân hạch. Coi mỗi năm có 365 ngày; mỗi phân hạch sinh ra 200 MeV; số A-vô-ga–đro $N_A = 6,02.10^{23}\text{mol}^{-1}$. Khối lượng ^{235}U mà lò phản ứng tiêu thụ trong 3 năm là:

A. 461,6 *g*. B. 461,6 *kg*. C. 230,8 *kg*. D. 230,8 *g*.

Lời giải

Năng lượng mà lò phản ứng tạo ra trong 3 năm là:

$$Q = 3.86400.365.200.10^6 = 1,89216.10^{16}(\text{J}).$$

Vì một phân hạch tạo ra $200\text{MeV} = 3,2.10^{-11}\text{J}$ nên số phân hạch trong 3 năm là:

$$N = \frac{Q}{3,2.10^{-11}} = 5,913.10^{26}$$

Một phân hạch sẽ tiêu hao 1 nguyên tử ^{235}U, nên số nguyên tử ^{235}U bị tiêu hao cũng chính là $N = 5,913.10^{26}$. Số mol của ^{235}U bị tiêu thụ là

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{5,913.10^{26}}{6,02.10^{23}} = 982,226\text{ mol}$$

Khối lượng của ^{235}U mà lò phản ứng tiêu thụ là:

$$m = n_A = 982,226.235 = 230823,09\text{g} \approx 230,8\text{kg}$$

Đáp án C.

1.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Hạt nhân ${}^{17}_{8}O$ có

A. 8 proton; 17 nơtron. B. 9 proton; 17 notron.

C. 8 proton; 9 noton. D. 9 proton; 8 notron.

Câu 2: Hạt nhân có 3 proton và 4 notron có kí hiệu là:

A. ${}^{4}_{3}X$ B. ${}^{3}_{4}X$ C. ${}^{7}_{4}X$ D. ${}^{7}_{3}X$

Câu 3: Số notron của ${}^{36}_{13}S$ là bao nhiêu?

A. 23. B. 36. C. 13. D. 49.

Câu 4: Trong các ký hiệu sau. Ký hiệu nào là ký hiệu của proton?

A. ${}^{1}_{0}p$ B. ${}^{1}_{1}p$

C. ${}^{0}_{1}p$ D. không đáp án.

Câu 5: Trong các ký hiệu sau. Ký hiệu nào là của electron?

A. ${}^{1}_{0}e$ B. ${}_{1}e$

C. ${}^{0}_{-1}e$ D. không đáp án.

Câu 6: Trong các ký hiệu sau. Ký hiệu nào là của notron?

A. ${}^{1}_{0}n$ B. ${}^{1}_{1}n$

C. ${}^{0}_{-1}n$ D. không đáp án.

Câu 7: Ký hiệu ${}^{2}_{1}H$ là của hạt nhân?

A. hidro. B. triti. C. doteri. D. nơtron.

Câu 8: Từ kí hiệu của một hạt nhân nguyên tử là ${}^{6}_{3}X$, kết luận nào dưới đây chưa chính xác

A. Hạt nhân của nguyên tử này có 6 nuclon.

B. Đây là nguyên tố đứng thứ 3 trong bảng HTTH.

C. Hạt nhân này có 3 protôn và 3 nơtron.

D. Hạt nhân này có 3 protôn nhiều electron.

Câu 9: Khẳng định nào là đúng về hạt nhân nguyên tử?

A. lực tĩnh điện liên kết các nuclôn trong hạt nhân.

B. Khối lượng của nguyên tử xấp xỉ khối lượng hạt nhân.

C. Bán kính của nguyên tử bằng bán kính hạt nhân.

D. Điện tích của nguyên tử bằng điện tích hạt nhân.

Câu 10: Hạt nhân được cấu tạo từ những hạt nhỏ hơn là

A. electron và proton.

B. electron và notron.

C. proton và notron.

D. electron, proton và notron.

Câu 11: Proton chính là hạt nhân nguyên tử

A. Cacbon ${}^{12}_{6}C$ B. ôxi ${}^{16}_{8}O$

C. Heli ${}^{4}_{2}He$ D. hidro ${}^{1}_{1}H$

Câu 12: Liên hệ nào sau đây của đơn vị khối lượng nguyên tử u là sai?

A. u có trị số bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng của đồng vị ${}^{12}_{6}C$

B. khối lượng của một nuclon xấp xỉ bằng 1 u.

C. Hạt nhân ${}^{A}_{Z}X$ có khối lượng xấp xỉ Z.u.

D. $1u = 931,5\frac{MeV}{c^2}$

Câu 13: Các hạt nhân có cùng số proton với nhau gọi là

A. Đồng vị. B. Đồng đẳng.

C. Đồng phân. D. Đồng khối.

Câu 14: Chọn phát biểu đúng đối với hạt nhân nguyên tử

A. Khối lượng hạt nhân xem như khối lượng nguyên tử.

B. Bán kính hạt nhân xem như bán kính nguyên tử.

C. Hạt nhân nguyên tử gồm các hạt proton và electron.

D. Lực tĩnh điện liên kết các nuclon trong nhân nguyên tử.

Câu 15: Chất đồng vị là:

A. các chất mà hạt nhân cùng số proton.

B. các chất mà hạt nhân cùng số nucleon.

C. các chất cùng một vị trí trong bảng phân loại tuần hoàn.

D. A và C đúng.

Câu 16: Viết ký hiệu 2 hạt nhân chứa 2p và 1n; 3p và 5 n:

A. ${}^{3}_{2}X$ và ${}^{5}_{3}Y$ B. ${}^{3}_{2}X$ và ${}^{8}_{3}Y$

C. ${}^{1}_{2}X$ và ${}^{5}_{3}Y$ D. ${}^{2}_{3}X$ và ${}^{3}_{8}Y$

Câu 17: Chọn câu đúng.

A. Hạt nhân càng bền khi độ hụt khối càng lớn.

B. Trong hạt nhân số proton luôn luôn bằng số nơtron.

C. Khối lượng của proton nhỏ hơn khối lượng của nơtron.

D. Khối lượng của hạt nhân bằng tổng khối lượng của các nuclon.

Câu 18: Chọn trả lời đúng. Kí hiệu của hai hạt nhân, hạt X có một protôn và hai nơtron; hạt Y có 3 prôtôn và 4 nơntron là

A. ${}^{1}_{1}X; {}^{4}_{3}Y$ B. ${}^{2}_{1}X; {}^{4}_{3}Y$ C. ${}^{3}_{2}X; {}^{4}_{3}Y$ D. ${}^{3}_{1}X; {}^{7}_{3}Y$

Câu 19: Trong nguyên tử đồng vị phóng xạ ${}^{235}_{92}U$ có:

A. 92 electron và tổng số proton và electron là 235.

B. 92 proton và tổng số proton và electron là 235.

C. 92 proton và tổng số proton và nơtron là 235.

D. 92 proton và tổng số nơtron là 235.

Câu 20: Phát biểu nào sai khi nói về hạt nhân nguyên tử:

A. Nhân mang điện dương vì số hạt dương nhiều hơn hạt âm.

B. Số nucleon cũng là số khối A.

C. Tổng số nơtron = số khối A – bậc số Z.

D. hạt nhân nguyên tử chứa Z proton.

Câu 21: Đơn vị khối lượng nguyên tử là:

A. Khối lượng của một nguyên tử hydro.

B. $\frac{1}{12}$ khối lượng của một nguyên tử cacbon 12.

C. Khối lượng của một nguyên tử Cacbon.

D. Khối lượng của một nucleon.

Câu 22: Đồng vị hạt nhân ${}^{7}_{3}Li$ là hạt nhân có:

A. $Z=3,\ A=6$. B. $Z=3,\ A=8$.

C. $Z=4,\ A=7$. D. B, A đều đúng.

Câu 23: Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo từ:

A. Các nơtron. B. Các nuclon.

C. Các proton. D. Các electron.

Câu 24: Đơn vị đo khối lượng trong Vật lí hạt nhân.

A. Đơn vị đo khối lượng nguyên tử (u).

B. Kg.

C. Đơn vị eV/c² hoặc MeV/c².

D. Tất cả đều đúng.

Câu 25: Các hạt nhân có cùng số Z nhưng khác nhau về số A gọi là:

A. Đồng vị. B. Đồng đẳng.

C. Đồng phân. D. Đồng khối.

Câu 26: Nguyên tử ${}^{36}_{13}S$. Tìm khối lượng hạt nhân của lưu huỳnh theo đơn vị u? Biết $m_p=1,00728u$; $m_n=1,00866u$; $m_e=5,486.10^{-4}u$.

A. 36 u. B. 36,29382u.

C. 36,3009518u. D. Đáp án khác

Câu 27: Nguyên tử ${}^{36}_{13}S$. Tìm khối lượng nguyên tử của lưu huỳnh theo đơn vị u? Biết $m_p=1,00728u$; $m_n=1,00866u$; $m_e=5,486.10^{-4}u$.

A. 36 u. B. 36,29382u.

C. 36,3009518u. D. Đáp án khác

Câu 28: Tính chất hóa học của một nguyên tử phụ thuộc vào.

A. Nguyên tử số.

B. Số khối.

C. Khối lượng nguyên tử.

D. Số các đồng vị.

Câu 29: Biết khối lượng của $1u=1,66055.10^{-27}$ kg, $1u=931,5\text{MeV/c}^2$. Hãy đổi 1MeV/c^2 ra kg?

A. $1,7826.10^{-27}$ kg. B. $1,7826.10^{-28}$ kg.

C. $1,7826.10^{-29}$ kg. D. $1,7826.10^{-30}$ kg.

Câu 30: Khối lượng của proton là $m_p=1,00728u$. Tính khối lượng p theo MeV/c². Biết $1u=931,5\text{MeV/c}^2$.

A. 938,3. B. 931,5. C. 940. D. 939,5.

Câu 31: Khối lượng của một notron là $m_n=1,00866u$. Tính khối lượng n theo MeV/c². Biết $1u=931,5\text{MeV/c}^2$

A. 938,3. B. 931,5. C. 940. D. 939,6.

Câu 32: Khối lượng của e là $m_e=5,486.10^{-4}u$. Tính khối lượng e ra MeV/c². Biết $1u=931,5\text{ MeV/c}^2$

A. 0,5. B. 1. C. 0,51. D. 0,55.

Câu 33: Tìm phát biểu đúng?

A. Khối lượng của một hạt nhân luôn nhỏ hơn tổng khối lượng của các hạt tạo thành hạt nhân đó.

B. Khối lượng của một hạt nhân luôn bằng tổng khối lượng của các hạt tạo nên nó vì khối lượng bảo toàn.

C. Khối lượng của hạt nhân lớn hơn khối lượng của tổng các hạt tạo thành nó vì khi kết hợp electron đóng vai trò chất kết dính nên đã hợp với proton tạo nên nơtron.

D. Không có phát biểu đúng.

Câu 34: Công thức tính độ hụt khối của nguyên tố ${}^{A}_{Z}X$.

A. $\Delta m=\left(Z.m_p+(A-Z)m_n\right)-m_X$.

B. $\Delta m=0$.

C. $\Delta m=\left(Z.m_p+(Z-A)m_n\right)-m_X$.

D. $\Delta m=m_X-\left(Z.m_p+(Z-A)m_n\right)$.

Câu 35: Công thức tính năng lượng liên kết?

A. $W_{lk}=m.c^2$. B. $W_{lk}=\Delta m.c^2$.

C. $W_{lk}=\frac{\Delta m.c^2}{A}$. D. $W_{lk}=\frac{\Delta m.c^2}{Z}$.

Câu 36: Công thức tính năng lượng liên kết riêng?

A. $W_{lkr}=m.c^2$. B. $W_{lkr}=\Delta m.c^2$.

C. $W_{lkr}=\frac{\Delta m.c^2}{A}$. D. $W_{lkr}=\frac{\Delta m.c^2}{Z}$.

Câu 37: Năng lượng liên kết là:

A. Năng lượng dùng để liên kết các proton.

B. Năng lượng để liên kết các notron.

C. Năng lượng dùng để liên kết tất cả các nuclon.

D. Năng lượng dùng để liên kết một nuclon.

Câu 38: Năng lượng liên kết riêng là năng lượng để

A. liên kết một nuclon.

B. liên kết tất cả các nuclon.

C. liên kết các electron.

D. liên kết các e và nuclon.

Câu 39: Khối lượng của hạt nhân Heli ${}^{4}_{2}He$ là $m_{He}=4,00150u$. Biết $m_p=1,00728u$; $m_n=1,00866u$. $1u=931,5\text{ MeV/c}^2$. Tính năng lượng liên kết riêng của mỗi hạt nhân Heli?

A. 7 J. B. 7,07 eV. C. 7,07 MeV. D. 70,7 eV.

Câu 40: Năng lượng liên kết của ${}^{20}_{10}Ne$ là 160,64 MeV. Xác định khối lượng của nguyên tử Ne? Biết $m_n=1,00866u$; $m_p=1,0073u$; $1u=931,5\text{ MeV/c}^2$

A. 19,987g. B. 19,987 MeV/c².

C. 19,987u. D. 20 u.

Câu 41: Nguyên tử sắt ${}^{56}_{26}Fe$ có khối lượng là 55,934939u. Biết $m_p = 1,00728u$; $m_n = 1,00866u$, $m = 5,486.10^{-4}u$. Tính năng lượng liên kết riêng của hạt nhân sắt?

A. 7,878 MeV/nuclon. B. 7,878 eV/nuclon.
C. 8,7894 MeV/nuclon. D. 8,7894 eV/nuclon.

Câu 42: Một hạt nhân có số khối A, số prôton Z, năng lượng liên kết E_{Lk}. Khối lượng prôton và nơtrôn tương ứng là m_p và m_n, vận tốc ánh sáng là c. Khối lượng của hạt nhân đó là

A. $Am_n + Zm_p - E_{Lk}/c^2$.
B. $(A-Z)m_n + Zm_p - E_{Lk}/c^2$.
C. $(A-Z)m_n + Zm_p + E_{Lk}/c^2$.
D. $Am_n + Zm_p + E_{Lk}/c^2$.

Câu 43: Hạt nhân ${}^{60}_{27}Co$ có khối lượng là 59,940(u), biết khối lượng proton: 1,0073(u), khối lượng nơtron là 1,0087(u), năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^{60}_{27}Co$ là $\left(1\,u = 931\text{MeV/c}^2\right)$:

A. 10,26 MeV. B. 12,44 MeV.
C. 8,53 MeV. D. 8,444 MeV.

Câu 44: Hạt nhân đơteri ${}^{2}_{1}D$ có khối lượng 2,0136u. Biết khối lượng của prôton là 1,0073u và khối lượng của nơtron là 1,0087u. Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^{2}_{1}D$ là, biết $1u = 931,5\text{MeV/c}^2$.

A. 1,86 MeV. B. 2,23 MeV.
C. 1,1178 MeV. D. 2,02 MeV.

Câu 45: Biết $m_p = 1,007276u, m_n = 1,008665u$ và hai hạt nhân neon ${}^{20}_{10}Ne$, ${}^{4}_{2}He$ có khối lượng lần lượt $m_{Ne} = 19,98695u, m_\alpha = 4,001506u$. Chọn trả lời đúng:

A. Hạt nhân neon bền hơn hạt α.
B. Hạt nhân α bền hơn hạt neon.
C. Cả hai hạt nhân neon và α đều bền như nhau.
D. Không thể so sánh độ bền của hai hạt nhân.

Câu 46: Uranni thiên nhiên có khối lượng nguyên tử m = 237,93u gồm hai đồng vị chính là ${}^{235}U$ và ${}^{238}U$. Khối lượng hạt nhân của ${}^{235}U$ là $m_1 = 234,99u$ và ${}^{238}U$ là $m_2 = 237,95u$. Tỉ lệ các đồng vị trong uranni thiên nhiên là

A. 6,8% ${}^{235}U$ và 93,20% ${}^{238}U$.
B. 0,68% ${}^{235}U$ và 99,32% ${}^{238}U$.
C. 99,32% ${}^{235}U$ và 0,68% ${}^{238}U$.
D. 93,20% ${}^{235}U$ và 6,8% ${}^{238}U$.

Câu 47: Khối lượng hạt nhân ${}^{235}U$ là m = 234,9895MeV, khối lượng proton là 1,0073u, khối lượng nơtron là 1,0087u. Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}^{235}_{92}U$ là:

A. $W_{Lk} = 248$ MeV. B. $W_{Lk} = 2064$MeV.
C. $W_{Lk} = 987$MeV. D. $W_{Lk} = 1794$ MeV.

Câu 48: Một hạt nhân ${}^{60}_{27}Co$ có khối lượng m = 59,9405u. Biết khối lượng proton là 1,0073u, khối lượng nơtron là 1,0087u. Biết $1u = 931,5\text{MeV/c}^2$. Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân là:

A. 8,44 MeV/nuclon. B. 7,85 MeV/nuclon.
C. 8,86 MeV/nuclon. D. 7,24 MeV/nuclon.

Câu 49: Cần năng lượng bao nhiêu để tách các hạt nhân trong 1 gam ${}^{4}_{2}He$ thành các proton và nơtron tự do? Cho biết $m_{He} = 4,0015u$; $m_n = 1,0087u$; $m_p = 1,0073u$; $1u = 931$ MeV.

A. $5,36.10^{11}$J. B. $4,54.10^{11}$J.
C. $6,83.10^{11}$J. D. $8,27.10^{11}$J.

Câu 50: Sau khi được tách ra từ hạt nhân ${}^{4}_{2}He$, tổng khối lượng của 2 prôtôn và 2 nơtrôn lớn hơn khối lượng hạt nhân ${}^{4}_{2}He$ một lượng là 0,0305u. Nếu 1u = 931 MeV/c², năng lượng ứng với mỗi nuclôn, đủ để tách chúng ra khỏi hạt nhân 4He là bao nhiêu?

A. 7,098875MeV. B. $2,745.10^{15}$J.
C. 28,3955MeV. D. $0.2745.10^{16}$MeV.

Câu 51: Khối lượng hạt nhân đơteri $\left({}^{2}_{1}D\right)$ là m = 1875,67 MeV/c², proton là 938,28 MeV/c² và nơtron là 939,57 MeV/c². Năng lượng liên kết của hạt nhân đơteri là:

A. $W_{Lk} = 1,58$MeV. B. $W_{Lk} = 2,18$MeV.
C. $W_{Lk} = 2,64$MeV. D. $W_{Lk} = 3,25$MeV.

ĐÁP ÁN

1.C	2.D	3.A	4.B	5.C	6.A	7.C	8.D	9.B	10.C
11.D	12.C	13.A	14.A	15.D	16.B	17.C	18.D	19.C	20.A
21.B	22.D	23.B	24.D	25.A	26.D	27.D	28.A	29.D	30.A
31.D	32.C	33.A	34.A	35.B	36.C	37.C	38.A	39.C	40.C
41.C	42.B	43.D	44.C	45.A	46.B	47.D	48.A	49.C	50.A
51.B									

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án C.

Cấu tạo hạt nhân là: ${}_Z^AX$ trong đó X là tên hạt nhân, Z là số hiệu nguyên tử (số proton), A là số khối, N là số notron với $N = A - Z$. Quy vào công thức: ${}_8^{17}O$ thì suy ra có 8 proton và 9 notron.

Câu 2: Đáp án D.

$Z = 3 \Rightarrow A = N + Z = 4 + 3 = 7 \Rightarrow {}_3^7X$.

Câu 3: Đáp án A.

$N = A - Z = 36 - 13 = 23$.

Câu 4: Đáp án B.

Proton được ký hiệu là ${}_1^1p$.

Câu 5: Đáp án C.

Electron được ký hiệu là: ${}_{-1}^0e$.

Câu 6: Đáp án A.

Notron được ký hiệu là: ${}_0^1n$ do notron không mang điện.

Câu 7: Đáp án C.

Nguyên tử H có 3 đồng vị là: ${}_1^1H$ gọi là hidro; ${}_1^2H$ có tên gọi là doteri và đồng vị thứ hai là: ${}_1^3H$ gọi là triti.

Câu 8: Đáp án D.

Nguyên tử X có ký hiệu là: ${}_3^6X$ thì ta sẽ suy ra được: nguyên tử X có 6 nuclon; có 3 proton và 3 notron; là nguyên tố đứng thứ ba trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học. Vì số proton bằng số electron nên nếu nói hạt nhân này có 3 proton nhiều hơn electron là sai.

Câu 9: Đáp án B.

Lớp vỏ nguyên tử được cấu tạo bởi các hạt electron có khối lượng rất nhỏ so với khối lượng của các hạt nuclon (nhỏ hơn cỡ 1840 lần) nên khối lượng nguyên tử tập trung chủ yếu ở hạt nhân. Khối lượng nguyên tử được lấy gần đúng bằng khối lượng hạt nhân.

Câu 10: Đáp án C.

Hạt nhân được cấu tạo từ các hạt nhỏ hơn là proton và notron. Còn hạt electron nằm ở lớp vỏ nguyên tử.

Câu 11: Đáp án D.

Proton chính là hạt nhân nguyên tử ${}_1^1H$.

Câu 12: Đáp án C.

Một hạt nhân ${}_Z^AX$ sẽ có khối lượng nguyên tử xấp xỉ $A.u$ chứ không phải là $Z.u$ nên ý C là sai.

Câu 13: Đáp án A.

Ôn lại định nghĩa: Các hạt nhân có cùng số proton với nhau gọi là đồng vị của nhau.

Câu 14: Đáp án A.

Câu này đã được đề cập đến trong nội dung câu 11.

Câu 15: Đáp án D.

Chất đồng vị là các chất mà mà hạt nhân có cùng số proton hay nói cách khác là các chất cùng một vị trí trong bảng phân loại tuần hoàn hóa học.

Câu 16: Đáp án B.

Hạt nhân chứa 2p và 1n được ký hiệu là: ${}_2^3X$; Hạt nhân chứa 3p và 5n được ký hiệu là: ${}_3^8Y$.

Câu 17: Đáp án C.

Ta có: $m_p = 1,67262.10^{-27}$ kg và $m_n = 1,67493.10^{-27}$ kg nên khối lượng hạt proton nhỏ hơn khối lượng hạt notron.

Câu 18: Đáp án D.

Theo dữ kiện đề bài cho thì ký hiệu của hạt nhân X và Y là: ${}_1^3X; {}_3^7Y$.

Câu 19: Đáp án C.

Trong nguyên tử đồng vị phóng xạ ${}_{92}^{235}U$ thì ta thấy có 92 proton và tổng số proton và notron là 235.

Câu 20: Đáp án A.

Nhân mang điện dương vì số hạt dương nhiều hơn hạt âm là sai.

Câu 21: Đáp án B.

Đơn vị khối lượng nguyên tử là $\frac{1}{12}$ khối lượng của một nguyên tử cacbon 12.

Câu 22: Đáp án D.

Hạt nhân Li có ba đồng vị là: ${}_3^6Li; {}_3^7Li; {}_3^8Li$.

Câu 23: Đáp án B.

Các hạt nhân nguyên tử được cấu tạo từ các hạt nuclon.

Câu 24: Đáp án D.

Đơn vị đo khối lượng trong Vật lý hạt nhân là: kg; Đơn vị eV/c^2 hoặc MeV/c^2; Đơn vị đo khối lượng nguyên tử (u).

Câu 25: Đáp án A.

Các hạt nhân có cùng số Z nhưng khác nhau về số A gọi là đồng vị.

Câu 26: Đáp án D.

Khối lượng hạt nhân của lưu huỳnh theo đơn vị u là:

$$m = m_p.p + m_n.(A - p)$$
$$= 1,00728.13 + 1,0086(36 - 13) = 36,29244$$

Không có đáp án trùng nên chọn đáp án khác.

Câu 27: Đáp án D.

Giống câu 29.

Câu 28: Đáp án A.

Tính chất hóa học của một nguyên tử phụ thuộc vào nguyên tử số.

Câu 29: Đáp án D.

Theo đề ra ta có: $\begin{cases}1u=1,66055.10^{-27}\,\text{kg}\\1u=931,5\,\text{MeV/c}^2\end{cases}$

$\Rightarrow 931,5\,\text{MeV/c}^2=1,66055.10^{-27}\,\text{kg}$

$\Rightarrow 1\,\text{MeV/c}^2=1,7826.10^{-30}\,\text{kg}.$

Câu 30: Đáp án A.

Khối lượng của proton tính theo MeV/c^2 là:

$m_p=1,00728u=1,00728.931,5=938,28132\left(\text{MeV/c}^2\right).$

Câu 31: Đáp án D.

Khối lượng của notron theo đơn vị MeV/c^2 là:

$m_n=1,00866u=1,00866.931,5=939,56679\left(\text{MeV/c}^2\right).$

Câu 32: Đáp án C.

Khối lượng của electron theo đơn vị MeV/c^2 là:

$$m_e=5,486.10^{-4}u=5,486.10^{-4}.931,5$$
$$=0,5110209\left(\text{MeV/c}^2\right).$$

Câu 33: Đáp án A.

Khối lượng của hạt nhân luôn nhỏ hơn bằng tổng khối lượng của các hạt tạo thành hạt nhân đó.

Câu 34: Đáp án A.

Công thức tính độ hụt khối của nguyên tố ${}_Z^AX$ là:

$$\Delta m=\left(Z.m_p+\left(A-Z\right).m_n\right)-m_X.$$

Câu 35: Đáp án B.

Công thức tính năng lượng liên kết là: $W_{lk}=\Delta m.c^2$.

Câu 36: Đáp án C.

Năng lượng liên kết riêng là: $W_{lkr}=\dfrac{W_{lk}}{A}=\dfrac{\Delta m.c^2}{A}$.

Câu 37: Đáp án C.

Năng lượng liên kết là năng lượng dùng để liên kết tất cả các nuclon.

Câu 38: Đáp án A.

Năng lượng liên kết riêng là năng lượng dùng để liên kết một nuclon.

Câu 39: Đáp án C.

Năng lượng liên kết riêng của mỗi hạt nhân Heli là:

$$W_{lkrHe}=\frac{W_{lkHe}}{A}=\frac{\left(-m_X+\left(Z.m_p+\left(A-Z\right)m_n\right)\right).931,5}{4}$$
$$=7,07\,\text{MeV}.$$

Câu 40: Đáp án C.

Ta có năng lượng liên kết của nguyên tử ${}_{10}^{20}Ne$ là 160,64 MeV. Theo công thức tính ta được:

$$\frac{W_{lk}}{931,5}=-m_{Ne}+m_p.Z+\left(A-Z\right).m_n$$
$$\Leftrightarrow\frac{160,64}{931,5}=-m_{Ne}+1,0073.10+10.1,00866$$
$$\Leftrightarrow m_{Ne}=19,987u.$$

Câu 41: Đáp án C.

Năng lượng liên kết của hạt nhân sắt là:

$$W_{lk}=m_p.Z+\left(A-Z\right).m_n-m_{Fe}$$
$$=1,00728.26+1,00866.30-55,934939=1,263001u$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân X là:

$$W_{lkr}=8,7894\left(\text{MeV}\right).$$

Câu 42: Đáp án B.

Ta có: $E_{lk}=\left(m_p.Z+m_n\left(A-Z\right)-m\right).c^2$

$$\Rightarrow m=m_p.Z+m_n\left(A-Z\right)-\frac{E_{lk}}{c^2}.$$

Câu 43: Đáp án D.

Năng lượng liên kết của hạt nhân là:

$$W_{lk}=1,0073.27+1,0087.33-59,94=0,5442u$$

Năng lượng liên kết riêng là:

$$W_{lkr}=\frac{W_{lk}}{A}=\frac{0,5442.931}{60}=8,444$$

Câu 44: Đáp án C.

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}_1^2D$ là:

$$W_{lkr}=\frac{1.0073.1+1,0087.1-2,0136}{2}.931,5=1,1178\,\text{MeV}.$$

Câu 45: Đáp án A.

Dựa vào công thức tính năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ta được hạt nhân neon bền hơn hạt α.

Câu 46: Đáp án B.

Gọi tỷ lệ của các đồng vị ${}^{235}U$ và ${}^{238}U$ lần lượt là a và b. Theo đề ra có hệ phương trình là:

$$\begin{cases}a+b=100\\\dfrac{a.234,99+b.237,95}{a+b}=237,93\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}a=0,68\\b=99,32\end{cases}$$

Câu 47: Đáp án D.

Năng lượng liên kết của hạt nhân là: $W_{lk}=1794\,\text{MeV}$

Câu 48: Đáp án A.

Năng lượng liên kết của hạt nhân là:

$$W_{lk}=1,0073.27+1,0087.33-59,9405$$
$$=0,5437u=506,45655\,\text{MeV}.$$

Vậy năng lượng liên kết riêng của hạt nhân là:

$$W_{lkr}=8,44\,\text{MeV}.$$

Câu 49: Đáp án C.

Năng lượng liên kết của hạt nhân là:

$$W_{lk}=1,0073.2+1,0087.2-4,0015=0,0305u$$
$$=28,3955\,\text{MeV}=6,83.10^{11}\,\text{J}.$$

Câu 50: Đáp án A.

Theo đề cho ta có: $\Delta m=0,0305u=28,3955\,\text{MeV}$ nên năng lượng cần để tách mỗi nuclon ra khỏi hạt nhân là:

$$W_{lkr}=\frac{W_{lk}}{A}=\frac{28,3955}{4}=7,098875\,\text{MeV}.$$

Câu 51: Đáp án B.

Năng lượng liên kết của hạt nhân doteri là:

$$W_{lk}=938,28+939,57-1875,67=2,18\,\text{MeV}.$$

2. Bài toán năng lượng, các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân

2.1. Phương pháp

Để làm tốt các bài tập dạng này, chúng ta cần nắm vững các kiến thức sau:

- Biểu thức tính năng lượng tỏa ra, thu vào của phản ứng hạt nhân
- Mối liên hệ giữa động năng và động lượng của hạt
- Phương pháp chung giải bài toán phản ứng hạt nhân

Biểu thức tính năng lượng tỏa ra, thu vào của phản ứng hạt nhân

Xét phản ứng hạt nhân

$$^{A_1}_{Z_1}A + ^{A_2}_{Z_2}B \rightarrow ^{A_2}_{Z_2}C + ^{A_2}_{Z_2}D$$

Ta có năng lượng tỏa ra hay thu vào của phản ứng hạt nhân là

$$\Delta E = \left(m_{tr} - m_s\right)c^2$$

Nếu $\Delta E > 0$ thì phản ứng tỏa năng lượng, nếu $\Delta E < 0$ thì phản ứng thu năng lượng.

Sử dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần trong phản ứng hạt nhân, ta hoàn toàn có thể chứng minh được ΔE còn có thể được tính bởi công thức sau (4 công thức dưới đây rất quan trọng và ta cần phải nhớ rõ!)

$$\begin{aligned}\Delta E &= \left(m_{tr} - m_s\right)c^2 = \left[\left(m_A + m_B\right) - \left(m_C + m_D\right)\right]c^2 \\ &= \left(\Delta m_s - \Delta m_t\right)c^2 = \left[\left(\Delta m_D + \Delta m_C\right) - \left(\Delta m_A + \Delta m_B\right)\right]c^2 \\ &= \Delta E_{lks} - \Delta E_{lkt} = \left(\Delta E_{lkD} + \Delta E_{lkC}\right) - \left(\Delta E_{lk}A + \Delta E_{lk}B\right) \\ &= K_s - K_t = \left(K_D + K_C\right) - \left(K_A + K_B\right)\end{aligned}$$

Trong đó

m_A, m_B, m_C, m_D là khối lượng của các hạt nhân.

$\Delta m_A, \Delta m_B, \Delta m_C, \Delta m_D$ là độ hụt khối của các hạt nhân.

$\Delta E_{lkA}, \Delta E_{lkB}, \Delta E_{lkC}, \Delta E_{lkD}$ là năng lượng liên kết của các hạt nhân.

K_A, K_B, K_C, K_D là động năng của các hạt.

Mối liên hệ giữa động năng và động lượng của hạt nhân

Động lượng và động năng của hạt xác định bởi

$$\begin{cases} p = mv \\ K = \dfrac{1}{2}mv^2 \end{cases} \Rightarrow K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2m}m^2v^2 \Rightarrow K = \frac{p^2}{2m}$$

Như vậy ta có $K = \dfrac{p^2}{2m}$ hay $p = \sqrt{2mK}$.

Phương pháp chung giải bài toán phản ứng hạt nhân

Trong bài toán phản ứng hạt nhân, để tìm động lượng, động năng hay vận tốc của mỗi hạt, phương pháp chung của ta là như sau:

Bước 1: Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần

$$\begin{aligned}\Delta E &= \left(m_{tr} - m_s\right)c^2 = \left[\left(m_A + m_B\right) - \left(m_C + \Delta m_D\right)\right]c^2 \\ &= \left(\Delta m_s - \Delta m_t\right)c^2 = \left[\left(\Delta m_D + \Delta m_C\right) - \left(\Delta m_A + \Delta m_B\right)\right]c^2 \\ &= \Delta E_{lks} - \Delta E_{lkt} = \left(\Delta E_{lkD} + \Delta E_{lkC}\right) - \left(\Delta E_{lkA} + \Delta E_{lkB}\right) \\ &= K_s - K_t = \left(K_D + K_C\right) - \left(K_A + K_B\right)\end{aligned}$$

Từ biểu thức này và dữ kiện bài toán, ta được một phương trình liên hệ giữa các đại lượng cần tính.

Bước 2: Áp dụng định luật bảo toàn động lượng

$$\vec{p}_A + \vec{p}_B = \vec{p}_C + \vec{p}_D$$

Sau đó, có thể dựa vào giản đồ véctơ (hoặc phương pháp bình phương hai vế rồi dùng tích vô hướng của hai véctơ) và mối liên hệ giữa động lượng và động năng để có được phương trình liên hệ tiếp theo giữa các đại lượng cần tính.

Bước 3: Kết hợp 2 phương trình liên hệ giữa các ẩn, giải hệ phương trình và suy ra kết quả bài toán.

STUDY TIP

Có những bài ta chỉ cần từ 1 trong 2 phương trình trên là đã suy ra được kết quả bài toán.

2.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Cho hạt α bắn phá vào hạt nhân nhôm $\left({}^{27}_{13}Al\right)$ đang đứng yên, sau phản ứng sinh ra hạt nơtron và hạt nhân X. Biết $m_\alpha = 4,0015u$, $m_{Al} = 26,974u$, $m_X = 29,970u$, $m_n = 1,0087u$, $1uc^2 = 931$ MeV. Phản ứng này toả hay thu bao nhiêu năng lượng? Chọn kết quả đúng?

A. Toả năng lượng 2,9792 MeV. B. Toả năng lượng 2,9466MeV.

C. Thu năng lượng 2,9792 MeV. D. Thu năng lượng 2,9466MeV.

Lời giải

Phương trình phản ứng: ${}^4_2\alpha + {}^{27}_{13}Al \to {}^1_0 n + {}^{30}_{15}X$

Đề bài cho các giá trị khối lượng nên ta sẽ dùng

$$\Delta E = \left(m_{tr} - m_s\right)c^2 = \left(m_\alpha + m_{Al} - m_n - m_X\right)c^2$$

$$= \left(4,0015 + 26,974 - 29,97 - 1,0087\right).931 = -2,9792\,\text{MeV}$$

Vì $\Delta E < 0$ nên phản ứng thu năng lượng 2,9792 MeV.

Đáp án C.

Ví dụ 2: Phản ứng hạt nhân nhân tạo giữa hai hạt A và B tạo ra hai hạt C và D. Biết tổng động năng của các hạt trước phản ứng là 10 MeV, tổng động năng của các hạt sau phản ứng là 15 MeV. Xác định năng lượng tỏa ra trong phản ứng?

A. Thu 5 MeV. B. Tỏa 15 MeV. C. Tỏa 5 MeV. D. Thu 10 MeV.

Lời giải

Đề bài cho các giá trị động năng nên ta có

$$\Delta E = \left(K_s - K_t\right) = \left(K_D + K_C\right) - \left(K_A + K_B\right) = 15 - 10 = 5\,\text{MeV}$$

Vì $\Delta E > 0$ nên phản ứng tỏa năng lượng 5 MeV.

Đáp án C.

Ví dụ 3: Độ hụt khối khi tạo thành các hạt nhân ${}^2_1D$; ${}^3_1T$; ${}^4_2He$ lần lượt là $\Delta m_D = 0,0024u; \Delta m_T = 0,0087u; \Delta m_{He} = 0,0305u$. Phản ứng hạt nhân: ${}^2_1D + {}^3_1T \to {}^4_2He + {}^1_0 n$ tỏa hay thu bao nhiêu năng lượng?

A. Tỏa 18,0614 eV B. Thu 18,0614 eV

C. Thu 18, 0614 eV D. Tỏa 18, 0614 MeV

Lời giải

Ta có phương trình phản ứng: ${}^2_1D + {}^3_1T \to {}^4_2He + {}^1_0 n$

Vì đề bài cho các giá trị độ hụt khối của các hạt nhân nên ta có

$$\Delta E = \left(\Delta m_s - \Delta m_t\right)c^2 = \left[\Delta m_{He} - \left(\Delta m_D + \Delta m_T\right)\right]c^2$$

$$= \left(0,0305 - 0,0087 - 0,0024\right).931 = 18,0614\,\text{MeV}$$

Vì $\Delta E > 0$ nên phản ứng tỏa năng lượng 18,0614 MeV.

Đáp án D.

Ví dụ 4: Hạt nhân $^{234}_{92}U$ phóng xạ α thành hạt nhân $^{230}_{90}Th$, biết năng lượng liên kết riêng của $^{234}_{92}U$ là 7,63 MeV, của $^{230}_{90}Th$ là 7,7 MeV, của hạt α là 7,1 MeV. Năng lượng của phản ứng

A. tỏa ra 13,98 MeV. B. thu vào 13,98 MeV.

C. tỏa ra 11,28 MeV. D. thu vào 11,28 MeV.

Lời giải

Phương trình phân hạch: $^{234}_{92}U \to ^{4}_{2}He + ^{230}_{90}Th$

Ta có năng lượng liên kết của mỗi hạt nhân là: $\begin{cases} \Delta E_U = 7,63.234 = 1785,42 \text{MeV} \\ \Delta E_{Th} = 7,7.230 = 1771 \text{MeV} \\ \Delta E_\alpha = 7,1.4 = 28,4 \text{MeV} \end{cases}$

Năng lượng của phản ứng: $\Delta E = \left(\Delta E_{Th} + \Delta E_\alpha\right) - \Delta E_U = 13,98 \text{MeV}$

Vì $\Delta E > 0$ nên phản ứng tỏa năng lượng 13,98 MeV.

Đáp án A.

Ví dụ 5: Cho phản ứng hạt nhân: $p + ^{7}_{3}Li \to 2\alpha + 17,3 \text{MeV}$. Khi tạo thành được 1g Heli thì năng lượng tỏa ra từ phản ứng trên là

A. $13,02.10^{23s}$ MeV B. $26,04.10^{23}$ MeV

C. $8,68.10^{23}$ MeV D. $34,72.10^{23}$ MeV

Lời giải

Số hạt α tạo thành là: $N = \frac{m}{A}N_A = \frac{1}{4}.6,02.10^{23} = 1,505.10^{23}$

Theo phương trình phản ứng, ta có cứ 1 phương trình phản ứng thì tạo được 2 hạt Heli và tỏa ra năng lượng là 17,3 MeV.

Do đó năng lượng tỏa ra khi tạo thành 1 g Heli là:

$$W = \frac{N}{2}.17,3 = 13,02.10^{23} \text{ MeV}$$

Đáp án A.

Ví dụ 6: Hạt nhân $^{234}_{92}U$ đứng yên phân rã theo phương trình $^{234}_{92}U \to \alpha + ^{A}_{Z}X$. Biết năng lượng tỏa ra trong phản ứng trên là 14,15 MeV, động năng của hạt α là (lấy xấp xỉ khối lượng các hạt nhân theo đơn vị u bằng số khối của chúng)

A. 13,72 MeV B. 12,91 MeV C. 13,91 MeV D. 12,79 MeV

Lời giải

- Đề bài yêu cầu tính động năng, nên ta sẽ dùng biểu thức ΔE cho động năng. Vì ban đầu $^{234}_{92}U$ đứng yên nên động năng của nó bằng 0.

$$\Delta E = K_s - K_t = \left(K_\alpha + K_X\right) - 0 = K_\alpha + K_X \Rightarrow K_\alpha + K_X = 14,15 \left(1\right)$$

- Phương trình liên hệ tiếp theo ta dựa vào định luật bảo toàn động lượng

Vì ban đầu $^{234}_{92}U$ đứng yên nên động lượng bằng 0, nên theo định luật bảo toàn động lượng, ta có: $0 = \vec{p}_X + \vec{p}_\alpha \Rightarrow \vec{p}_X = -\vec{p}_\alpha \Rightarrow p_X^2 = p_\alpha^2$

Vì $p^2 = 2mK$ nên ta có: $2m_\alpha K_\alpha = 2m_X K_X \Leftrightarrow 4K_\alpha = 230K_X \left(2\right)$

Giải hệ (1) và (2) ta được $K_\alpha = 13,91 \text{MeV}$

Đáp án C.

Ví dụ 7: Hạt α có động năng 5,3 (MeV) bắn vào một hạt nhân ${}_4^9Be$ đứng yên, gây ra phản ứng: $n+X$. Hạt n chuyển động theo phương vuông góc với phương chuyển động của hạt α. Cho biết phản ứng tỏa ra một năng lượng 5,7 (MeV). Tính động năng của hạt nhân X. Coi khối lượng theo đơn vị u có giá trị xấp xỉ bằng số khối.

A. 18,3 MeV. B. 0,5 MeV. C. 8,3 MeV. D. 2,48 MeV.

Lời giải

- Phương trình phản ứng: ${}_4^9Be+{}_2^4\alpha\rightarrow{}_0^1n+{}_6^{12}X$

- Đề bài yêu cầu tính động năng, nên ta sẽ dùng biểu thức ΔE cho động năng. Vì ban đầu ${}_4^9Be$ đứng yên nên động năng của nó bằng 0.

$$\Delta E=K_s-K_t=\left(K_n+K_X\right)-\left(0+K_\alpha\right)\Leftrightarrow K_n+K_X-5,3=5,7\Leftrightarrow K_n+K_X=11\ (1)$$

- Phương trình liên hệ tiếp theo ta dựa vào định luật bảo toàn động lượng

Vì ban đầu ${}_{92}^{234}Be$ đứng yên nên động lượng bằng 0, nên theo định luật bảo toàn động lượng, ta có: $0+\vec{p}_\alpha\Rightarrow\vec{p}_X+\vec{p}_n$

Vì hạt n chuyển động theo phương vuông góc với phương chuyển động của hạt α nên ta có: $\left(p_\alpha-p_n\right)^2=\left(p_X\right)^2\Leftrightarrow p_\alpha^2+p_n^2-2p_\alpha p_n\cos90^0=p_X^2\Leftrightarrow p_\alpha^2+p_n^2=p_X^2$ (*)

Vì $p^2=2mK$ nên ta có $2m_\alpha K_\alpha+2m_nK_n=2m_XK_X\Leftrightarrow m_\alpha K_\alpha+m_nK_n=m_XK_X$

$$\Leftrightarrow 4.5,3+1.K_n=12K_X\Leftrightarrow 21,2+K_n=12K_X\ (2)$$

Giải hệ (1) và (2) ta được K_X = 2,48 MeV

Đáp án D.

STUDY TIP

Ta sử dụng giản đồ véctơ có thể dễ dàng suy ra biểu thức (*). Tuy nhiên, ta thực hiện bình phương như bên sẽ làm được trường hợp tổng quát là khi $\vec{p}_\alpha,\vec{p}_n$ hợp với nhau

Ví dụ 8: Dùng một hạt α có động năng 7,7 MeV bắn vào hạt nhân ${}_7^{14}N$ đang đứng yên gây ra phản ứng. Hạt proton bay ra theo phương vuông góc với phương bay tới của hạt α. Cho khối lượng các hạt nhân $m_\alpha=4,0015u;m_p=1,0073u;$ $m_{N14}=13,9992u;m_{O17}=16,9947u$. Biết $1u=931,5\text{MeV/c}^2$. Động năng của hạt là:

A. 6,145 MeV. B. 2,214 MeV. C. 1,345 MeV. D. 2,075 MeV.

Lời giải

Bảo toàn năng lượng và bảo toàn động lượng:

$$\begin{cases}\Delta E=\left(m_\alpha+m_N-m_p-m_0\right)c^2=K_p+K_O-K_\alpha\\ P_\alpha^2+P_p^2=P_O^2\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\Delta E=K_p+K_O-K_\alpha\\ 2m_\alpha K_\alpha+2m_pK_p=2m_OK_O\end{cases}$$

$$\Rightarrow m_\alpha K_\alpha+m_p\left(\Delta E+K_\alpha-K_O\right)=m_OK_O$$

$$\Rightarrow K_O=\frac{m_p\Delta E+\left(m_\alpha+m_p\right)K_\alpha}{m_p+m_O}=\frac{1,0073.\left(-1,211\right)+\left(4,0015+1,0073\right).7,7}{1,0073+16,9947}=2,075\text{MeV}$$

Chọn D.

Ví dụ 9: Bắn hạt α vào hạt nhân nguyên tử nhôm đang đứng yên gây ra phản ứng: ${}_2^4He+{}_{13}^{27}Al\rightarrow{}_{15}^{30}P+{}_0^1n$. Biết phản ứng thu được năng lượng là 2,70 MeV; giả sử hai hạt tạo thành bay ra với cùng vận tốc và phản ứng không kèm bức xạ γ. Lấy khối lượng của các hạt tính theo đơn vị u có giá trị bằng số khối của chúng. Động năng của hạt α là

A. 2,70 MeV B. 3,10 MeV C. 1,35 MeV D. 1,55 MeV

Lời giải

- Phản ứng thu năng lượng nên ta có: $\Delta E = K_P + K_n - K_\alpha = -2,7\text{MeV}(1)$

- Vì hai hạt tạo thành bay ra với cùng vận tốc nên ta có

$$\frac{K_P}{K_n} = \frac{m_P}{m_n} = 30\,(2)$$

- Bảo toàn động lượng: $\vec{P}_\alpha = \vec{P}_P + \vec{P}_n$, vì hai hạt bay ra với cùng vận tốc nên ta có $\vec{P}_P$ và $\vec{P}_n$ cùng phương, suy ra $P_\alpha = P_P + P_n$, hay

$$\sqrt{2m_\alpha K_\alpha} = \sqrt{2m_P K_P} + \sqrt{2m_n K_n}\,(3)$$

- Thay (2) vào (3) có $2\sqrt{K_\alpha} = 30\sqrt{K_n} + \sqrt{K_n}$, hay $K_n = \frac{2^2}{31^2}K_\alpha$.

Từ đó suy ra $K_p = 30.\frac{2^2}{31^2}K_\alpha$

- Thay các giá trị trên vào (1) ta có $-\frac{27}{31}K_\alpha = -2,7\text{MeV}$, tính được $K_\alpha = 3,1\text{MeV}$.

Đáp án B.

Ví dụ 10: Bắn hạt proton có động năng 5,5 MeV vào hạt nhân đang đứng yên, gây ra phản ứng hạt nhân. Giả sử phản ứng không kèm theo bức xạ γ, hai hạt α có cùng động năng và bay theo hai hướng tạo với nhau góc 160^0. Coi khối lượng của mỗi hạt tính theo đơn vị u gần đúng bằng số khối của nó. Năng lượng mà phản ứng tỏa ra là

A. 14,6 MeV. B. 10,2 MeV. C. 17,3 MeV. D. 20,4 MeV.

Lời giải

- Vì hai hạt α bay ra có cùng động năng, nên động lượng của chúng cũng bằng nhau.

- Theo định luật bảo toàn động lượng, ta có

$$\vec{P}_p = \vec{P}_{\alpha_1} + \vec{P}_{\alpha_2} \Leftrightarrow \left(\vec{P}_p\right)^2 = \left(\vec{P}_{\alpha_1} + \vec{P}_{\alpha_2}\right)^2$$

$$\Leftrightarrow \left(P_p\right)^2 = \left(P_\alpha\right)^2 + \left(P_\alpha\right)^2 + 2P_\alpha P_\alpha \cos 160^\circ$$

$$\Leftrightarrow 2m_p K_P = 2.2m_\alpha K_\alpha + 2.2m_\alpha K_\alpha.\cos 160^\circ$$

$$\Leftrightarrow K_\alpha = \frac{m_p K_P}{2m_\alpha\left(1+\cos 160^\circ\right)}$$

- Thay số ta có: $K_\alpha = \frac{1.5,5}{2.4.\left(1+\cos 160^\circ\right)} = 11,4\text{ MeV}$

- Năng lượng tỏa ra từ phản ứng là

$$\Delta E = 2K_\alpha - K_p = 2.11,4 - 5,5 = 17,3\ (\text{MeV}).$$

Đáp án C.

Ví dụ 11: Giả sử ở một ngôi sao, sau khi chuyển hóa toàn bộ hạt nhân hiđrô thành hạt nhân thì ngôi sao lúc này chỉ có ${}_2^4He$ với khối lượng $4,6.10^{32}$ kg. Tiếp theo đó, chuyển hóa thành hạt nhân ${}_6^{12}C$ thông qua quá trình tổng hợp ${}_2^4He + {}_2^4He + {}_2^4He \rightarrow {}_6^{12}C + 7,27\text{MeV}$. Coi toàn bộ năng lượng tỏa ra từ quá trình tổng hợp này đều được phát ra với công suất trung bình là $5,3.10^{30}$ W. Cho biết:

1 năm bằng 365,25 ngày, khối lượng mol của ${}_2^4He$ là 4g/mol, số A-vô-ga-đrô $N_A = 6,02.10^{23}\ mol^{-1}$, $1eV = 1,6.10^{-19}$ J. Thời gian để chuyển hóa hết ${}_2^4He$ ở ngôi sao này thành vào khoảng

A. 481,5 triệu năm. B. 481,5 nghìn năm.

C. 160,5 nghìn năm. D. 160,5 triệu năm.

Lời giải

Trong $4,6.10^{32}$ kg ${}_2^4He$ có số hạt ${}_2^4He$ là

$$N = n.N_A = \frac{m}{M_{He}}.N_A = \frac{4,6.10^{32}.10^3}{4}.6,02.10^{23} = 6,923.10^{58} \text{ hạt.}$$

Theo phương trình phản ứng, cứ 3 ${}_2^4He$ thì sẽ chuyển hóa thành ${}_6^{12}C$ và tỏa ra năng lượng 7,27 MeV.

Do đó, dùng N hạt ${}_2^4He$ sẽ tỏa ra năng lượng là

$$W = \frac{N}{3}.7,27\text{MeV} = \frac{6,923.10^{58}}{3}.7,27.1,6.10^{-19}.10^6\text{J} = 2,6843.10^{46}\text{J}$$

Thời gian để chuyển hóa hết ${}_2^4He$ ở ngôi sao này thành ${}_6^{12}C$ là

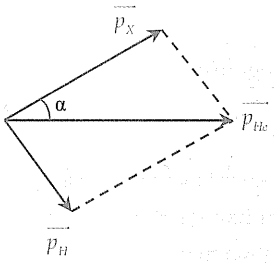
$$t = \frac{W}{P} = \frac{2,6843.10^{46}}{5,3.10^{30}} = 5,0647.10^{15}s = \frac{5,0647.10^{15}}{365,25.86400}y = 160,5.10^6 y$$

Đáp án D.

Ví dụ 12: Dùng hạt α có động năng 5,00 MeV bắn vào hạt nhân ${}_7^{14}N$ đứng yên gây ra phản ứng: ${}_2^4He + {}_7^{14}N \to {}_1^1H + X$. Phản ứng này thu năng lượng 1,21 MeV và không kèm theo bức xạ gamma. Lấy khối lượng các hạt nhân tính theo đơn vị u bằng số khối của chúng. Khi hạt nhân X bay ra theo hướng lệch với hướng chuyển động của hạt α một góc lớn nhất thì động năng của hạt X có giá trị gần nhất với giá trị nào sau đây?

A. 0,62 MeV. B. 0,92 MeV. C. 0,82 MeV. D. 0,72 MeV.

Lời giải



+ Bảo toàn năng lượng ta được:

$$K_{He} + \Delta E = K_H + K_X \Rightarrow K_H + K_X = 5 - 1,21 = 3,79\text{MeV} \Rightarrow K_H = 3,79 - K_X$$

+ Bảo toàn động lượng: $\overrightarrow{p_{He}} = \overrightarrow{p_H} + \overrightarrow{p_X}$. Từ đó ta có:

$$\cos\alpha = \frac{p_{He}^2 + p_X^2 - p_{iH}^2}{2p_{He}.p_X} = \frac{2m_{He}.K_{He} + 2m_X.K_X - 2m_H.K_H}{2.\sqrt{2m_{He}.K_{He}}.\sqrt{2m_X.K_X}}$$

$$= \frac{4.5 + 17K_X - (3,79 - K_X)}{2\sqrt{5}.\sqrt{17K_X}} = \frac{16,21 + 18K_X}{2\sqrt{85}.\sqrt{K_X}} = \frac{\frac{16,21}{\sqrt{K_X}} + 18\sqrt{K_X}}{2\sqrt{85}}$$

+ Góc α đạt max khi mà $\cos\alpha$ min. Sử dụng bất đẳng thức AM-GM ta có:

$$\left(\frac{16,21}{\sqrt{K_X}} + 18\sqrt{K_X}\right) \geq 2\sqrt{16,21.18} = 34,16$$

+ Dấu "=" xảy ra khi và chỉ khi $\frac{16,21}{\sqrt{K_X}} = 18\sqrt{K_X} \Leftrightarrow K_X = 0,9006$ MeV.

Đáp án B.

2.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Chọn đúng. Xét phóng xạ: ${}^{A}_{Z}Y \to \alpha + {}^{A_X}_{Z_X}X$. Trong đó Z_X và A_X là:

A. $Z_X = Z-2$ và $A_X = A-2$.

B. $Z_X = Z$ và $A_X = A$.

C. $Z_X = Z-2$ và $A_X = A-4$.

D. $Z_X = Z+1$ và $A_X = A$.

Câu 2: Chọn đúng. Xét phóng xạ: ${}^{A}_{Z}Y \to \gamma + {}^{A_X}_{Z_X}X$. Trong đó Z_X và A_X là:

A. $Z_X = Z+1$ và $A_X = A$.

B. $Z_X = Z-2$ và $A_X = A-4$.

C. $Z_X = Z$ và $A_X = A$.

D. $Z_X = Z-1$ và $A_X = A$.

Câu 3: U^{238} sau một loạt phóng xạ biến đổi thành chì, hạt sơ cấp và hạt alpha. Phương trình biểu diễn biến đổi:

A. ${}^{238}_{92}U \to {}^{206}_{82}Pb + 6\alpha + 2^{0}_{-1}e$

B. ${}^{238}_{92}U \to {}^{206}_{82}Pb + 8\alpha + 6^{0}_{-1}e$

C. ${}^{238}_{92}U \to {}^{206}_{82}Pb + 4\alpha + {}^{0}_{-1}e$

D. ${}^{238}_{92}U \to {}^{206}_{82}Pb + \alpha + {}^{0}_{-1}e$

Câu 4: Chọn trả lời đúng: Phương trình phóng xạ: ${}^{35}_{17}Cl + {}^{A}_{Z}X \to n + {}^{37}_{18}Ar$. Trong đó Z, A là:

A. $Z=1;\ A=1$. B. $Z=1;\ A=3$.

C. $Z=2;\ A=3$. D. $Z=2;\ A=4$.

Câu 5: Tìm giá trị x và y trong phản ứng hạt nhân: ${}^{226}_{88}Ra \to n + {}^{y}_{x}Rn$

A. $x=222;\ y=84$ B. $x=222;\ y=86$

C. $x=224;\ y=84$ D. $x=224;\ y=86$.

Câu 6: Hạt nhân ${}^{234}_{92}U$ phóng xạ phát ra hạt α, phương trình phóng xạ là:

A. ${}^{234}_{92}U \to \alpha + {}^{232}_{90}U$ B. ${}^{234}_{92}U \to \alpha + {}^{232}_{90}Th$

C. ${}^{234}_{92}U \to \alpha + {}^{232}_{90}U$ D. ${}^{234}_{92}U \to {}^{4}_{2}He + {}^{232}_{88}Th$

Câu 7: Hạt nhân urani ${}^{234}_{92}U$ phân rã phóng xạ cho hạt nhân con Thori ${}^{234}_{90}Th$ thì đó là sự phóng xạ:

A. α B. β^- C. β^+ D. γ

Câu 8: Xác định ký hiệu hạt nhân nguyên tử X của phương trình: ${}^{4}_{2}He + {}^{27}_{13}Al \to {}^{30}_{15}P + X$

A. ${}^{1}_{0}n$ B. ${}^{24}_{11}Na$. C. ${}^{23}_{11}Na$. D. ${}^{24}_{10}Ne$.

Câu 9: Chọn trả lời đúng. Trong lò phản ứng hạt nhân của nhà máy điện nguyên tử hệ số nhân nơtron có trị số.

A. $S>1$. B. $S\neq 1$. C. $S<1$. D. $S=1$.

Câu 10: Người ta có thể kiểm soát phản ứng dây chuyền bằng cách:

A. làm chậm nơtron bằng than chì.

B. hấp thụ nơtron chậm bằng các thanh Cadimi.

C. làm chậm nơtron bằng nước nặng.

D. A và C.

Câu 11: Chọn câu đúng: Lý do của việc tìm cách thay thế năng lượng phân hạch bằng năng lượng nhiệt hạch là:

A. Tính trên một cùng đơn vị khối lượng thì phản ứng nhiệt hạch tỏa ra năng lượng nhiều hơn phản ứng phân hạch.

B. Nguyên liệu của phản ứng nhiệt hạch có nhiều trong thiên nhiên. Phản ứng nhiệt hạch dễ kiểm soát.

C. Phản ứng nhiệt hạch dễ kiểm soát.

D. Năng lượng nhiệt hạch sạch hơn năng lượng phân hạch.

Câu 12: Các phản ứng hạt nhân không tuân theo

A. Định luật bảo toàn điện tích.

B. Định luật bảo toàn số khối.

C. Định luật bảo toàn động lượng.

D. Định luật bảo toàn khối lượng.

Câu 13: Trong phản ứng hạt nhân, proton

A. có thể biến thành nơtron và ngược lại.

B. có thể biến thành nuclon và ngược lại.

C. được bảo toàn.

D. A và C đúng.

Câu 14: Bổ sung vào phần thiếu của câu sau: "Một phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng thì khối lượng của các hạt nhân trước phản ứng ... khối lượng của các hạt nhân sinh ra sau phản ứng"

A. nhỏ hơn.

B. bằng với (để bảo toàn năng lượng).

C. lớn hơn.

D. có thể nhỏ hoặc lớn hơn.

Câu 15: Câu nào sau đây là sai khi nói về sự phóng xạ.

A. Tổng khối lượng của hạt nhân tạo thành có khối lượng lớn hơn khối lượng hạt nhân mẹ.

B. không phụ thuộc vào các tác động bên ngoài.

C. hạt nhân con bền hơn hạt nhân mẹ.

D. là phản ứng hạt nhân tự xảy ra

Câu 16: Khi nói về phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng, điều nào sau đây là sai?

A. Các hạt nhân sản phẩm bền hơn các hạt nhân tương tác

B. Tổng độ hụt khối các hạt tương tác nhỏ hơn tổng độ hụt khối các hạt sản phẩm.

C. Tổng khối lượng các hạt tương tác nhỏ hơn tổng khối lượng các hạt sản phẩm.

D. Tổng năng lượng liên kết của các hạt sản phẩm lớn hơn tổng năng lượng liên kết của các hạt tương tác

Câu 17: Phản ứng sau đây không phải là phản ứng hạt nhân nhân tạo

A. ${}^{238}_{92}U \to \alpha + {}^{234}_{90}Th$ B. ${}^{27}_{13}Al + \alpha \to {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}n$

C. ${}^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}N \to {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}p$ D. ${}^{238}_{92}U + {}^{1}_{0}n \to {}^{239}_{92}U$

Câu 18: Tìm phát biểu Sai

A. Hai hạt nhân rất nhẹ như hiđrô, hêli kết hợp lại với nhau, thu năng lượng là phản ứng nhiệt hạch.

B. Phản ứng hạt nhân sinh ra các hạt có tổng khối lượng bé hơn khối lượng các hạt ban đầu là phản ứng tỏa năng lượng.

C. Urani thường được dùng trong phản ứng phân hạch.

D. Phản ứng nhiệt hạch tỏa ra năng lượng lớn hơn phản ứng phân hạch nếu dùng cùng một khối lượng nhiên liệu.

Câu 19: Chọn phát biểu không đúng

A. Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.

B. Khi lực hạt nhân liên kết các nuclon để tạo thành hạt nhân thì luôn có sự hụt khối.

C. Chỉ những hạt nhân nặng mới có tính phóng xạ.

D. Trong một hạt nhân có số nơtron không nhỏ hơn số protôn thì hạt nhân đó có cả hai loại hạt này.

Câu 20: Nhận xét nào về phản ứng phân hạch và phản ứng nhiệt hạch là không đúng?

A. Sự phân hạch là hiện tượng một hạt nhân nặng hấp thụ một nơtron chậm rồi vỡ thành hai hạt nhân trung bình cùng với 2 hoặc 3 nơtron.

B. Phản ứng nhiệt hạch chỉ xảy ra ở nhiệt độ rất cao.

C. Bom khinh khí được thực hiện bởi phản ứng phân hạch.

D. Con người chỉ thực hiện được phản ứng nhiệt hạch dưới dạng không kiểm soát được.

Câu 21: Khi một hạt nhân nguyên tử phóng xạ lần lượt một tia α rồi một tia β^- thì hạt nhân nguyên tử sẽ biến đổi như thế nào?

A. Số khối giảm 4, số prôtôn giảm 1.

B. Số khối giảm 4, số prôtôn giảm 2.

C. Số khối giảm 4, số prôtôn tăng 1.

D. Số khối giảm 2, số prôtôn giảm 1.

Câu 22: Một nguyên tử ${}^{235}U$ phân hạch tỏa ra 200MeV. Nếu 2g chất đó bị phân hạch thì năng lượng tỏa ra

A. $9,6.10^{10}$ J. B. 16.10^{10} J.

C. $12,6.10^{10}$ J. D. $16,4.10^{10}$ J.

Câu 23: Dưới tác dụng của bức xạ γ, hạt nhân ${}^{9}_{4}Be$ có thể tách thành hai hạt nhân ${}^{4}_{2}He$. Biết $m_{Li} = 9,0112u$; $m_{He} = 4,0015; m = 1,0087u$. Để phản ứng trên xảy ra thì bức xạ Gamma phải có tần số tối thiểu là bao nhiêu?

A. $2,68.10^{20}$ Hz. B. $1,58.10^{20}$ Hz.

C. $4,02.10^{20}$ Hz. D. $1,12.10^{20}$ Hz.

Câu 24: Hạt nhân ${}^{222}_{86}Rn$ phóng xạ α. Phần trăm năng lượng tỏa ra biến đổi thành động năng của hạt α:

A. 76%. B. 98,2%. C. 92%. D. 85%.

Câu 25: Bom nhiệt hạch dùng làm phản ứng $D + T \to He + n + 18$MeV. Nếu có một kmol He tạo thành thì năng lượng tỏa ra là: (khối lượng nguyên tử đã biết).

A. $23,5.10^{14}$ J. B. $28,5.10^{14}$ J.

C. $25,5.10^{14}$ J. D. $17,34.10^{14}$ J.

Câu 26: Năng lượng liên kết riêng của ${}^{235}U$ là 7,7 MeV. Khối lượng hạt nhân ${}^{235}U$ là

$(m = 1,0073u;\ m = 1,0087u)$

A. 234,0015u. B. 236,0912u.

C. 234,9721u. D. 234,1197u.

Câu 27: Năng lượng cần thiết để phân chia hạt nhân ${}^{12}_{6}C$ thành 3 hạt α (cho m =12,000u; m = 4,0015u; m = 1,0087u). Bước sóng ngắn nhất của tia gamma để phản ứng xảy ra.

A. $301.10^{-5} A^0$. B. $296.10^{-5} A^0$.

C. $396.10^{-5} A^0$. D. $189.10^{-5} A^0$.

Câu 28: Khi bắn phá ${}^{27}_{13}Al$ bằng hạt α. Phản ứng xảy ra theo phương trình: ${}^{27}_{13}Al + \alpha \to {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}n$. Biết khối lượng hạt nhân $m_{Al} = 26,974u; m_P = 29,970u,\ m_\alpha = 4,0013u$. Bỏ qua động năng của các hạt sinh ra thì năng lượng tối thiểu để hạt α để phản ứng xảy ra

A. 2,5 MeV. B. 6,5 MeV.

C. 1,4 MeV. D. 3,1671 MeV.

Câu 29: Hạt He có khối lượng 4,0013u. Năng lượng tỏa ra khi tạo thành một mol He:

A. $2,06.10^{12}$ J. B. $2,754.10^{12}$ J.

C. $20,6.10^{12}$ J. D. $27,31.10^{12}$ J.

Câu 30: Bắn hạt α vào hạt nhân ${}^{14}_{7}N$ ta có phản ứng ${}^{14}_{7}N + \alpha \to {}^{17}_{8}P + p$. Nếu các hạt sinh ra có cùng vận tốc v với hạt α ban đầu. Tính tỉ số của động năng của các hạt ban đầu và các hạt mới sinh ra.

A. 3/4. B. 2/9. C. 1/3. D. 5/2.

Câu 31: Xét phản ứng: $A \to B + \alpha$. Hạt nhân mẹ đứng yên, hạt nhân con và hạt α có khối lượng và động năng lần lượt là m_B, W_B, m_α và W_α. Tỉ số giữa W_B và W_α

A. $\frac{m_B}{m_\alpha}$. B. $\frac{2m_\alpha}{m_B}$. C. $\frac{m_\alpha}{m_B}$. D. $\frac{4m_\alpha}{m_B}$.

Câu 32: Năng lượng cần thiết để phân chia hạt nhân ${}^{12}_{6}C$ thành 3 hạt α (cho $m_C = 11,9967u; m_\alpha = 4,0015u$)

A. 5,598 MeV. B. 8,191 MeV.
C. 6,025 MeV. D. 7,2657 MeV.

Câu 33: Một nhà máy điện nguyên tử dùng ${}^{235}U$ phân hạch tỏa ra 200 MeV. Hiệu suất của nhà máy là 30%. Nếu công suất của nhà máy là 1920 MW thì khối lượng ${}^{235}U$ cần dùng trong một ngày:

A. 0,6744 kg. B. 1,0502 kg.
C. 2,5964 kg. D. 6,7455 kg.

Câu 34: Pôlôni phóng xạ biến thành chì theo phản ứng:

$${}^{210}_{84}Po \to \alpha + {}^{206}_{82}Pb.$$

Biết $m_{Po} = 209,9373u; m_{He} = 4,0015u; m_{Pb} = 205,9294u.$

Năng lượng cực đại tỏa ra ở phản ứng trên là:

A. $95,4.10^{-14}$ J. B. $86,7.10^{-14}$ J.
C. $5,93.10^{-14}$ J. D. $106,5.10^{-14}$ J.

Câu 35: Tính năng lượng tỏa ra khi có 1 mol ${}^{235}_{92}U$ tham gia phản ứng: ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \to 3{}^{1}_{0}n + {}^{94}_{36}Kr + {}^{139}_{56}Ba.$

Cho biết: $m_U = 235,04u; m_{Kr} = 93,93u; m_{Ba} = 138,91u;$ $m_n = 1,0063u; 1u = 1,66.10^{-27}$ kg.

A. $1,8.10^{11}$ kJ. B. $0,9.10^{11}$ kJ.
C. $1,68.10^{10}$ kJ. D. $1,1.10^{9}$ kJ.

Câu 36: Một hạt nhân có khối lượng m = $5,0675.10^{-27}$kg đang chuyển động với động năng 4,78MeV. Động lượng của hạt nhân là

A. $2,4.10^{-20}$ kg.m/s. B. $3,875.10^{-20}$ kg.m/s.
C. $8,8.10^{-20}$ kg.m/s. D. $7,75.10^{-20}$ kg.m/s.

Câu 37: Hạt Pôlôni ($A = 210$, $Z = 84$) đứng yên phóng xạ hạt α tạo thành chì Pb. Hạt α sinh ra có động năng $K_\alpha = 61,8$ MeV. Năng lượng toả ra trong phản ứng là

A. 63 MeV. B. 66 MeV. C. 68 MeV. D. 72 MeV.

Câu 38: Độ hụt khối khi tạo thành các hạt nhân ${}^{2}_{1}D$; ${}^{3}_{1}T$; ${}^{4}_{2}He$ lần lượt là $\Delta m_D = 0,0024u$; $\Delta m_T = 0,0087u$; $\Delta m_{He} = 0,0305u$. Phản ứng hạt nhân:

${}^{2}_{1}D + {}^{3}_{1}T \to {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$ tỏa hay thu bao nhiêu năng lượng?

A. Tỏa 18,0614 eV. B. Thu 18,0614 eV.
C. Thu 18,0614 MeV. D. Tỏa 18,0711 MeV.

Câu 39: Bom nhiệt hạch dùng phản ứng: $D + T \to \alpha + n$. Biết khối lượng của các hạt nhân D, T và α lần lượt là $m_D = 2,0136u, m_T = 3,0160u,$ $m_\alpha = 4,0015u$ và $m_n = 1,0087u$; $1u = 931\ (\text{MeV/c}^2)$. Năng lượng toả ra khi 1 kmol heli được tạo thành là

A. $1,09.10^{25}$ MeV. B. $1,74.10^{12}$ kJ.
C. $2,89.10^{15}$ kJ. D. 18,07 MeV.

Câu 40: Người ta dùng prôton bắn phá hạt nhân Bêri đứng yên. Hai hạt sinh ra là Hêli và X. Biết proton có động năng K = 5,45 MeV. Hạt Hêli có vận tốc vuông góc với vận tốc của hạt prôton và có động năng $K_{He} = 4$ MeV. Cho rằng độ lớn của khối lượng của một hạt nhân (đo bằng đơn vị u) xấp xỉ bằng số khối A của nó. Động năng của hạt X bằng

A. 6,225 MeV. B. 1,225 MeV.
C. 4,125 MeV. D. 3,575 MeV.

Câu 41: Người ta dùng hạt prôton bắn vào một hạt nhân bia đứng yên để gây ra phản ứng tạo thành hai hạt giống nhau bay ra với cùng độ lớn động năng và theo các hướng lập với nhau một góc lớn hơn 120^0. Biết số khối của hạt nhân bia lớn hơn 3. Kết luận nào sau đây đúng?

A. Không đủ dữ liệu để kết luận.
B. Phản ứng trên là phản ứng tỏa năng lượng.
C. Năng lượng của phản ứng trên bằng 0.
D. Phản ứng trên là phản ứng thu năng lượng.

Câu 42: Một prôtôn có động năng $W_p = 1,5MeV$ bắn vào hạt nhân ${}^{7}_{3}Li$ đang đứng yên thì sinh ra 2 hạt X có bản chất giống nhau và không kèm theo bức xạ gamma. Tính động năng của mỗi hạt X? Cho $m_{Li} = 7,0144u; m_p = 1,0073u; m_X = 4,0015u; 1uc^2 = 931$MeV.

A. 9,4549 MeV. B. 9,6 MeV.
C. 9,7 MeV. D. 4,5 MeV.

Câu 43: Cho phản ứng hạt nhân $D + Li \to n + X$. Động năng của các hạt D, Li, n và X lần lượt là: 4 MeV; 12 MeV và 6 MeV.

A. Phản ứng thu năng lượng 14 MeV.
B. Phản ứng thu năng lượng 13 MeV.
C. Phản ứng toả năng lượng 14 MeV.
D. Phản ứng toả năng lượng 13 MeV.

Câu 44: Hạt nhân ${}^{236}_{88}Ra$ phóng ra 3 hạt α và một hạt β^- trong chuỗi phóng xạ liên tiếp. Khi đó hạt nhân con tạo thành là

A. ${}^{222}_{84}X$ B. ${}^{244}_{83}X$ C. ${}^{222}_{83}X$. D. ${}^{224}_{84}X$.

Câu 45: Hạt Triti (T) và Doteri (D) tham gia phản ứng nhiệt hạch tạo thành hạt α và nơtrôn. Cho biết độ hụt khối của các hạt $m_T = 0,0087u; m_D = 0,0024u;$

$m_\alpha = 0,0305u$, $1u = 931\ \text{MeV/c}^2$. Năng lượng tỏa ra từ một phản ứng là:

A. 18,0614 J. B. 38,7296 MeV.
C. 38,7296 J. D. 18,0614 MeV.

Câu 46: Tính năng lượng tối thiểu cần thiết để tách hạt nhân Oxy (O_{16}) thành 4 hạt anpha. Cho khối lượng của các hạt: $m_O = 15,99491u; m_\alpha = 4,0015u;$ $1u = 931\text{MeV/c}^2$

A. 10,32477 MeV. B. 10,32480 MeV.
C. 10,32478 MeV. D. 10,33 MeV.

Câu 47: Phản ứng hạt nhân: $D + D \to {}_2^3He + n$. Cho biết độ hụt khối của D là 0,0024u và tổng năng lượng nghỉ của các hạt trước phản ứng nhiều hơn tổng năng lượng nghỉ của các hạt sau phản ứng là 3,25 MeV, $1uc^2 = 931\text{MeV}$. Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}_2^3He$ là

A. 7,7187 MeV. B. 7,7188 MeV.
C. 7,7189 MeV. D. 7,7186 MeV.

Câu 48: Nhà máy điện hạt nhân có công suất phát điện 182.10^7 W, dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân ${}^{235}U$ với hiệu suất 30%. Trung bình mỗi hạt ${}^{235}U$ phân hạch toả ra năng lượng 200 MeV. Trong 365 ngày hoạt động nhà máy tiêu thụ một khối lượng ${}^{235}U$ nguyên chất là

A. 2333 kg. B. 2461 kg. C. 2362 kg. D. 2263 kg.

Câu 49: Hạt nhân ${}_{88}^{226}Ra$ ban đầu đang đứng yên thì phóng ra hạt α có động năng 4,80 MeV. Coi khối lượng mỗi hạt nhân xấp xỉ với số khối của nó. Năng lượng toàn phần tỏa ra trong sự phân rã này là

A. 4,89 MeV. B. 4,92 MeV.
C. 4,97 MeV. D. 5,12 MeV.

Câu 50: Hạt α có động năng $K_\alpha = 3,51\ \text{MeV}$ bay đến đập vào hạt nhân nhôm đứng yên gây ra phản ứng ${}_{13}^{27}Al + \alpha \to {}_{15}^{30}P + X$. Giả sử hai hạt sinh ra có cùng động năng. Tìm vận tốc của hạt nhân photpho và hạt nhân X. Biết rằng phản ứng thu vào năng lượng $4,176.10^{-13}$ J. Có thể lấy gần đúng khối lượng của các hạt sinh ra theo số khối $m_p = 30u$ và $m_X = 1u$.

A. $V_p = 7,1.10^5\ \text{m/s}; V_X = 3,9.10^5\ \text{m/s}$.

B. $V_p = 7,1.10^6\ \text{m/s}; V_X = 3,9.10^6\ \text{m/s}$

C. $V_p = 1,7.10^6\ \text{m/s}; V_X = 9,3.10^6\ \text{m/s}$.

D. $V_p = 1,7.10^5\ \text{m/s}; V_X = 9,3.10^5\ \text{m/s}$.

Câu 51: Cho hạt α bắn phá vào hạt nhân ${}_7^{14}N$ đứng yên gây ra phản ứng: $\alpha + {}_7^{14}N \to {}_8^{17}O + {}_1^1p$. Ta thấy hai hạt nhân sinh ra có cùng vận tốc (cả hướng và độ lớn) thì động năng của hạt α là 1,56 MeV. Xem khối lượng hạt nhân tính theo đơn vị u ($1u = 1,66.10^{-27}$ kg) gần đúng bằng số khối của nó. Năng lượng của phản ứng hạt nhân là:

A. -1,21 Mev. B. -2,11 Mev.
C. 1,67 Mev. D. 1,21 Mev.

Câu 52: Cho phản ứng hạt nhân sau: $\alpha + {}_7^{14}N \to {}_8^{17}O + {}_1^1p$. Hạt α chuyển động với động năng 9,7 MeV đến bắn vào hạt N đứng yên, sau phản ứng hạt p có động năng $K_p = 7$ MeV. Cho biết $m_n = 14,003074u;\ m_p = 1,007825u; m_O = 16,999133u;$ $m_\alpha = 4,002603u$. Xác định góc giữa các phương chuyển động của hạt α và hạt p?

A. 41^0. B. 60^0. C. 25^0. D. 52^0.

Câu 53: Cho một proton có động năng $K_p = 2,5$ MeV bắn phá hạt nhân ${}_3^7Li$ đang đứng yên. Biết $m_p = 1,0073u; m_{Li} = 7,01442u; m_X = 4,0015u;$ $1u = 931,5\ \text{MeV/c}^2$. Sau phản ứng xuất hiện hai hạt X giống hệt nhau có cùng động năng và hợp với phương chuyển động của proton một góc φ như nhau. Coi phản ứng không kèm bức xạ γ. Giá trị của φ là:

A. $39,45^0$. B. $41,35^0$. C. $78,9^0$. D. $82,7^0$.

Câu 54: Cho phương trình phóng xạ của 1 hạt: $X^A \to Y^{A1} + Z^{A2} + \Delta E$. Biết phản ứng không kèm theo tia γ và khối lượng các hạt lấy bằng số khối. ΔE là năng lượng tỏa ra từ phản ứng trên, $K_1; K_2$ là động năng của các hạt sau phản ứng. Tìm hệ thức đúng.

A. $K_1 = \frac{A_2}{A_1}(\Delta E + \varepsilon)$ B. $K_1 = \frac{A_1}{A}\Delta E$

C. $K_1 = \frac{A_1}{A_2}\Delta E$ D. $K_1 = \frac{A_2}{A_1}\Delta E$

Câu 55: Các phản ứng hạt nhân tuân theo định luật bảo toàn

A. số nuclôn. B. số notrôn (notron)
C. khối lượng. D. số prôtôn.

Câu 56: Phản ứng nhiệt hạch là sự

A. kết hợp hai hạt nhân rất nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn trong điều kiện nhiệt độ rất cao.

B. kết hợp hai hạt nhân có số khối trung bình thành một hạt nhân rất nặng ở nhiệt độ rất cao.

C. phân chia một hạt nhân nhẹ thành hai hạt nhân nhẹ hơn kèm theo sự tỏa nhiệt.

D. phân chia một hạt nhân rất nặng thành các hạt nhân nhẹ hơn.

Câu 57: Phản ứng nhiệt hạch là

A. Nguồn gốc năng lượng của Mặt Trời.

B. Sự tách hạt nhân nặng thành các hạt nhân nhẹ nhờ nhiệt độ cao.

C. Phản ứng hạt nhân thu năng lượng.

D. Phản ứng kết hợp hai hạt nhân có khối lượng trung bình thành một hạt nhân nặng.

Câu 58: Cho phản ứng hạt nhân:

$$^{23}_{11}Na + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{20}_{10}Ne.$$

Lấy khối lượng các hạt nhân $^{23}_{11}Na$; $^{20}_{10}Ne$; $^{4}_{2}He$; $^{1}_{1}H$ lần lượt là 22,9837u; 19,9869u; 4,0015u; 1,0073u và $1u = 931,5\ \text{MeV/c}^2$. Trong phản ứng này, năng lượng

A. Thu vào là 3,4524 MeV.

B. Thu vào là 2,4219 MeV.

C. Tỏa ra là 2,4219 MeV.

D. Tỏa ra là 3,4524 MeV.

Câu 59: Trong sự phân hạch của hạt nhân $^{235}_{92}U$, gọi k là hệ số nhân nơtron. Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Nếu $k < 1$ thì phản ứng phân hạch dây chuyền xảy ra và năng lượng tỏa ra tăng nhanh.

B. Nếu $k > 1$ thì phản ứng phân hạch dây chuyền tự duy trì và có thể gây nên bùng nổ.

C. Nếu $k > 1$ thì phản ứng phân hạch dây chuyền không xảy ra

D. Nếu $k = 1$ thì phản ứng phân hạch dây chuyền không xảy ra

Câu 60: Hạt nhân $^{210}_{84}Po$ đang đứng yên thì phóng xạ α, ngay sau phóng xạ đó, động năng của hạt α

A. Lớn hơn động năng của hạt nhân con.

B. Chỉ có thể nhỏ hơn hoặc bằng động năng của hạt nhân con.

C. Bằng động năng của hạt nhân con.

D. Nhỏ hơn động năng của hạt nhân con.

Câu 61: Dùng một prôtôn có động năng 5,45 MeV bắn vào hạt nhân $^{9}_{4}Be$ đang đứng yên. Phản ứng tạo ra hạt nhân X và hạt α. Hạt α bay ra theo phương vuông góc với phương tới của prôtôn và có động năng 4 MeV. Khi tính động năng của các hạt, lấy khối lượng các hạt tính theo đơn vị khối lượng nguyên tử bằng số khối của chúng. Năng lượng tỏa ra trong phản ứng này bằng

A. 3,125 MeV. B. 4,225 MeV.

C. 1,145 MeV. D. 2,125 MeV.

Câu 62: Phóng xạ và phân hạch hạt nhân

A. đều có sự hấp thụ nơtron chậm.

B. đều là phản ứng hạt nhân thu năng lượng.

C. đều không phải là phản ứng hạt nhân.

D. đều là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

Câu 63: Cho phản ứng hạt nhân

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n + 17,6MeV.$$

Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được 1 g khí heli xấp xỉ bằng

A. $4,24.10^8$ J. B. $4,24.10^5$ J.

C. $5,03.10^{11}$ J. D. $4,24.10^{11}$ J.

Câu 64: Dùng hạt prôtôn có động năng 1,6 MeV bắn vào hạt nhân liti $^{7}_{3}Li$ đứng yên. Giả sử sau phản ứng thu được hai hạt giống nhau có cùng động năng và không kèm theo tia γ. Biết năng lượng tỏa ra của phản ứng là 17,4 MeV. Động năng của mỗi hạt sinh ra là

A. 19,0 MeV. B. 15,8 MeV.

C. 9,5 MeV. D. 7,9 MeV.

Câu 65: Pôlôni $^{210}_{84}Po$ phóng xạ α và biến đổi thành chì Pb. Biết khối lượng các hạt nhân Po; α; Pb lần lượt là: 209,937303u; 4,001506u; 205,929442u và $1u = 931,5\ \text{MeV/c}^2$. Năng lượng tỏa ra khi một hạt nhân pôlôni phân rã xấp xỉ bằng

A. 5,92 MeV. B. 2,96 MeV.

C. 29,60 MeV. D. 59,20 MeV.

Câu 66: Bắn một prôtôn vào hạt nhân Li đứng yên. Phản ứng tạo ra hai hạt nhân X giống nhau bay ra với cùng tốc độ và theo các phương hợp với phương tới của prôtôn các góc bằng nhau là 60^0. Lấy khối lượng của mỗi hạt nhân tính theo đơn vị u bằng số khối của nó. Tỉ số giữa tốc độ của prôtôn và tốc độ của hạt nhân X là

A. $\frac{1}{4}$ B. 2. C. $\frac{1}{2}$ D. 4.

Câu 67: Một hạt nhân X đứng yên, phóng xạ α và biến thành hạt nhân Y. Gọi m_1 và m_2, v_1 và v_2, K_1 và K_2 tương ứng là khối lượng, tốc độ, động năng của hạt α và hạt nhân Y. Hệ thức nào sau đây là đúng?

A. $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{K_2}{K_1}$ B. $\frac{v_2}{v_1} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{K_1}{K_2}$

C. $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{K_1}{K_2}$ D. $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{K_1}{K_2}$

ĐÁP ÁN

1.C	2.C	3.B	4.A	5.B	6.B	7.A	8.A	9.D	10.B
11.A	12.D	13.A	14.C	15.A	16.C	17.A	18.A	19.C	20.C
21.A	22.D	23.D	24.B	25.D	26.C	27.B	28.D	29.B	30.B
31.C	32.D	33.D	34.A	35.C	36.C	37.A	38.D	39.B	40.D
41.D	42.A	43.C	44.B	45.D	46.D	47.B	48.A	49.A	50.C
51.A	52.D	53.D	54.A	55.A	56.A	57.A	58.C	59.B	60.A
61.D	62.D	63.D	64.C	65.A	66.D	67.D			

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án C.

Ta có phóng xạ: ${}^{A}_{Z}Y \to \alpha + {}^{A_x}_{Z_x}X$. Theo định luật bảo toàn số khối ta có: $\begin{cases} A = 4 + A_X \\ Z = 2 + Z_X \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A_x = A - 4 \\ Z_X = Z - 2 \end{cases}$

Câu 2: Đáp án C.

Câu 3: Đáp án B.

U^{238} sau một loạt phóng xạ biến đổi thành chì, hạt sơ cấp,và hạt anpha thì ta sẽ biểu diễn được phương trình như sau: ${}^{238}_{92}U \to {}^{206}_{82}Pb + 8\alpha + 6\,{}^{0}_{-1}e$.

Câu 4: Đáp án A.

Theo định luật bảo toàn ta có:

$$\begin{cases} 35 + A = 1 + 37 \\ 17 + Z = 0 + 18 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 1 \\ Z = 1 \end{cases}$$

Câu 5: Đáp án B.

Ta có hệ phương trình: $\begin{cases} 226 = 4 + x \\ 88 = 2 + y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 222 \\ y = 86 \end{cases}$

Câu 6: Đáp án B.

Hạt nhân ${}^{234}_{92}U$ phân rã phòng xạ ra hạt α, phương trình phóng xạ là: ${}^{234}_{92}U \to \alpha + {}^{232}_{90}Th$.

Câu 7: Đáp án A.

Theo các định luật bảo toàn ta có hệ phương trình: $\begin{cases} 234 = x + 230 \\ 92 = y + 90 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 4 \\ y = 2 \end{cases} \Rightarrow$ đây là sự phóng xạ α.

Câu 8: Đáp án A.

Theo các định luật bảo toàn ta có:

$$\begin{cases} 4 + 27 = 30 + x \\ 2 + 13 = 15 + y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 1 \\ y = 0 \end{cases} \Rightarrow X : {}^{1}_{0}n$$

Câu 9: Đáp án D.

Trong phản ứng hạt nhân của nhà máy điện nguyên tử hệ số nhân notron có trị số là S = 1.

Câu 10: Đáp án B.

Người ta có thể kiểm soát phản ứng dây chuyền bằng cách hấp thụ notron chậm bằng các thanh Cacdimi.

Câu 11: Đáp án A.

Câu 12: Đáp án D.

Các phản ứng hạt nhân chỉ tuân theo các định luật bảo toàn số khối, bảo toàn khối lượng, bảo toàn động lượng chứ không tuân theo định luật bảo toàn điện tích.

Câu 13: Đáp án A.

Câu 14: Đáp án C.

Một phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng thì khối lượng của các hạt nhân trước phản ứng lớn hơn khối lượng của các hạt nhân sinh ra sau phản ứng.

Câu 15: Đáp án A.

Tổng khối lượng của hạt nhân tạo thành bằng khối lượng của hạt nhân mẹ, theo định luật bảo toàn khối lượng.

Câu 16: Đáp án C.

Giải thích tương tự câu 16.

Câu 17: Đáp án A.

Phản ứng của Urani phân rã phóng xạ α là phản ứng hạt nhân tự phát phân rã không phải phản ứng nhân tạo.

Câu 18: Đáp án A.

Phản ứng nhiệt hạch là quá trình trong đó hai hay nhiều hạt nhân nhẹ kết hợp lại thành một hạt nhân nặng hơn.

Câu 19: Đáp án C.

Câu 20: Đáp án C.

Bom khinh khí được thực hiện bằng phản ứng nhiệt hạch chứ không phải phản ứng phân hạch.

Câu 21: Đáp án A.

Khi một hạt nhân nguyên tử lần lượt phóng xạ một tia α rồi một tia β^- thì hạt nhân nguyên tử sẽ có số khối giảm 4, số proton giảm 1.

Câu 22: Đáp án D.

Năng lượng tỏa ra là:

$$W = \frac{m}{M}.E.N = \frac{2}{235}.200.1,6.10^{-13}.6,02.10^{23} = 16,4.10^{10}\ \text{J}$$

Câu 23: Đáp án D.

Câu 24: Đáp án B.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$\overrightarrow{P_\alpha} + \overrightarrow{P_X} = 0 \Rightarrow m_\alpha.v_\alpha = m_X.v_X$$

$$\Rightarrow \frac{v_\alpha}{v_X} = \frac{m_X}{m_\alpha} = \frac{218}{4} = 54,5 = \sqrt{\frac{K_\alpha}{K_X}}$$

Phần trăm năng lượng tỏa ra biến đổi thành động năng của hạt α là: $H = \frac{218}{222} = 0,981981 \approx 98,2\%$.

Câu 25: Đáp án D.

Nếu có 1 kmol He tạo thành thì năng lượng tỏa ra là:

$$W = E.\frac{m}{M}.N_A = 18.1,6.10^{-13}.1000.6,02.10^{23} = 17,34.10^{14}\,J$$

Câu 26: Đáp án C.

Năng lượng liên kết của hạt nhân là:

$$W_{lk} = W_{lkr}.M = 7,7.235 = 1809,5.$$

Mặt khác ta lại có:

$$W_{lk} = \left(m_p.Z + (A-Z)m_n - m\right).931,5$$
$$= \left(1,0073.92 + 143.1,0087 - m\right).931,5$$

Vậy khối lượng của hạt nhân là: $m = 234,9721$.

Câu 27: Đáp án B.

Năng lượng cần thiết để phân chia hạt nhân là:

$$W = \left(3m_\alpha - m_C\right).931,5 = \left(3.4,0015 - 12\right).931,5$$
$$= 4,19175\,MeV$$

Bước sóng ngắn nhất của tia gamma là:

$$\frac{hc}{\lambda} = W \Leftrightarrow \lambda = 296.10^{-5}\,A^o$$

Câu 28: Đáp án D.

Ta có năng lượng tối thiểu để hạt α xảy ra phản ứng là: $W = W_{lk} = \left(\left(m_{Al} + m_\alpha\right) - \left(m_p + m_n\right)\right).c^2$

$$= \left(29,970 - 26,974 - 4,0013\right).c^2 = 1,0053\,MeV$$

Câu 29: Đáp án B.

Năng lượng tạo ra là: $W = \frac{m}{M}.E.N_A = 2,754.10^{12}\,J$.

Câu 30: Đáp án B.

Bảo toàn động lượng ta có:

$$\overrightarrow{p_\alpha} = \overrightarrow{p_P} + \overrightarrow{p_p} \Leftrightarrow p_\alpha^2 = p_p^2 + p_p^2 + 2.p_p.p_p.\cos\varphi$$
$$\Leftrightarrow 2.m_N.K_N = 2.m_p.K_p + 2m_p.K_p + 4m_p.m_P.\cos\varphi$$

Tỷ số động năng của các hạt ban đầu và các hạt sinh ra là: $\frac{W_{bd}}{W_{sr}} = \frac{2}{9}$

Câu 31: Đáp án C.

Ta có: $\frac{W_\alpha}{W_\beta} = \frac{m_\alpha}{m_\beta}.\left(\frac{v_\alpha}{v_\beta}\right)^2 = \frac{m_\alpha}{m_\beta}$ (vì sau phản ứng hai hạt này có cùng vận tốc).

Câu 32: Đáp án D.

Năng lượng cần thiết để phân chia hạt nhân ${}^{12}_{6}C$ thành ba hạt α là: $W = \left(3m_\alpha - m_C\right).931,5 = 7,2657\,MeV$.

Câu 33: Đáp án D.

Khối lượng urani cần dùng trong một ngày là:

$$m = \frac{P.t.M}{N_A.\Delta E.H} = \frac{1920.10^6.86400.235}{6,02.10^{23}.200.1,6.10^{-13}} = 2023,654485\,g$$

Câu 34: Đáp án A.

Năng lực tỏa ra ở phản ứng trên là:

$$W = \left(m_{Po} - \left(m_p + m_\alpha\right)\right).931,5$$
$$= 5,9616\,MeV = 9,53856.10^{-13}\,J$$

Câu 35: Đáp án C.

Năng lượng tỏa ra đối với phương trình đó là:

$$\Delta E = \left(m_U - 2m_n - m_{Kr} - m_{Ba}\right).931,5$$
$$= 174,5631\,MeV = 2,793.10^{-11}\,J.$$

Vậy khi có 1 mol U tham gia phản ứng thì năng lượng tỏa ra là: $W = \Delta E.n.N_A$

$$= 2,793.10^{-11}.6,02.10^{23}.1 = 1,68.10^{13}\,J = 1,68.10^{10}\,kJ.$$

Câu 36: Đáp án C.

Động lượng của hạt nhân là: $P = \sqrt{2mK}$

$$= \sqrt{2.5,0675.10^{-27}.4,78.1,6.10^{-13}} = 8,8.10^{-20}\,kg.m/s$$

Câu 37: Đáp án A.

Xét tỷ lệ: $\frac{W_{Po}}{W_\alpha} = \frac{m_{Po}}{m_\alpha}.\left(\frac{v_{Po}}{v_\alpha}\right)^2$

$$= \frac{m_{Po}}{m_\alpha}.\frac{m_\alpha^2}{m_{Po}^2} = \frac{m_\alpha}{m_{Po}} = \frac{4}{210} = \frac{2}{105} \Rightarrow W_{Po} = 1,177\,MeV.$$

Vậy năng lượng tỏa ra trong phản ứng là:

$$\Delta E = K_\alpha - K_{Po} = 63\,MeV.$$

Câu 38: Đáp án D.

Ta xét độ hụt khối của phản ứng là:

$$\Delta m = \left(\Delta m_D + \Delta m_T\right) - \left(\Delta m_{He}\right)$$
$$= \left(0,0024 + 0,0087\right) - 0,0305 = -0,0194 < 0$$

Nên phản tỏa thu năng lượng $W = 18,0711\,MeV$

Câu 39: Đáp án B.

Năng lượng tỏa ra khi thực hiện một phương trình phản ứng là:

$$W = \left(m_D + m_T - m_\alpha - m_n\right).931,5 = 18,0711\,J$$

Khi 1 kmol heli được tạo thành thì năng lượng tỏa ra là:

$$W = n.\Delta E.N_A = 1.18,0711.1,6.10^{-13}.6,02.10^{23} = 1,74.10^{12}\,kJ$$

Câu 40: Đáp án D.

Vì hạt Heli có vận tốc vuông góc với vận tốc của hạt proton nên ta có:

$$m_p.K_p + m_{He}.K_{He} = m_X.K_X \Rightarrow K_X = 3,575\,MeV.$$

Câu 41: Đáp án D.

Khi dùng hạt proton bắn vào một hạt nhân bia đứng yên để gây ra phản ứng tạo thành hai hạt giống nhau bay ra với cùng độ lớn động năng và theo các hướng

lập với nhau một góc lớn hơn 120^0 và số khối của hạt nhân bia lớn hơn 3. Thì ta được:

$$m_p^2.v_p^2 = m_X^2.v_{X1}^2 + m_X^2 v_{X2}^2 + 2.m_X.v_{X1}.m_X.v_{X2}.\cos\alpha$$

$$\Leftrightarrow m_p.K_p = 2m_X K_X\left(1+\cos\alpha\right) \Leftrightarrow K_X = \frac{m_p.K_p}{2m_X\left(1+\cos\alpha\right)}.$$

Mà theo đề thì: $m_{Bia} \geq 3 \Rightarrow m_X > 2$.

Và $\cos\alpha < \cos 120^0 = \frac{-1}{2}$ nên $K_X < K_p$ suy ra đây là phản ứng thu năng lượng.

Câu 42: Đáp án A.

Ta có: $\Delta E = \left(m_p + m_{Li} - 2m_X\right).c^2 = 17,4097\,\text{MeV}$.

Vậy động năng của hạt X là:

$$K_X = \frac{\Delta E + K_p}{2} = 9,4549\,\text{MeV}.$$

Câu 43: Đáp án C.

Ta xét: $\Delta E = K_t - K_s = \left(K_D + K_{Li}\right) - \left(K_n + K_X\right)$

$= \left(4+0\right) - \left(12+6\right) = -14 < 0$ nên phản ứng tỏa năng lượng 14 MeV.

Câu 44: Đáp án B.

Câu 45: Đáp án D.

Năng lượng tỏa ra từ một phản ứng là:

$$W = \left(m_\alpha - m_T + m_D\right).c^2 = 18,0614\,\text{MeV}$$

Câu 46: Đáp án D.

Năng lượng tối thiểu cần để tách hạt nhân Oxy thành 4 hạt alpha là: $W = \left(m_\alpha.4 - m_O\right).c^2 = 10,3341\,\text{MeV}$

Câu 47: Đáp án B.

Ta có: $\Delta m = 3,25\,\text{MeV}$ nên năng lượng tỏa ra là:

$$W = \Delta m.c^2 = 3025,75\,\text{MeV}.$$

Độ hụt khối của D là 0,0024 u nên động năng của hạt D là 7,7188 MeV.

Câu 48: Đáp án A.

Ta có: $P.t = H.N_A.\frac{m}{M}.\Delta E$

$$\Rightarrow m = \frac{P.t.M}{H.N_A.\Delta E} = \frac{182.10^7.365.86400.235}{0,3.6,02.10^{23}.200.1,6.10^{-13}}$$

$= 2333877\,\text{g} = 2333,877\,\text{kg}$.

Câu 49: Đáp án A.

Ta có: $\frac{K_{Ra}}{K_\alpha} = \frac{m_\alpha}{m_{Ra}} = \frac{4}{226} \Rightarrow K_{Ra} = 0,08495\,\text{MeV}$

$\Rightarrow$ Năng lượng toàn phần tỏa ra trong sự phân rã này là: $\Delta E = K_\alpha + K_{Ra} = 4,88495\,\text{MeV}$

Câu 50: Đáp án C.

Ta có phương trình phản ứng: ${}^{27}_{13}Al + \alpha \Rightarrow {}^{30}_{15}P + X$.

Phản ứng thu vào năng lượng $4,176.10^{-13}\,\text{J}$ nên ta có:

$$K_\alpha - \left(K_P + K_X\right) = 4,176.10^{-13}$$

$$\Rightarrow K_P = K_X = 7,2.10^{-14}\,\text{J} = 0,45\,\text{MeV}$$

Xét đối với hạt nhân P thì:

$$v_P^2 = \frac{2K_P}{m_P} \Rightarrow v_P = 1,7.10^6\left(\text{m/s}\right).$$

Tương tự ta có: $v_X = 9,3.10^6\left(\text{m/s}\right)$.

Câu 51: Đáp án A.

Ta có phản ứng là: $\alpha + {}^{14}_7N \rightarrow {}^{17}_8O + {}^1_1p$.

Động năng của hạt α là 1,56 MeV nên ta có:

$$v_\alpha = \sqrt{\frac{2W_\alpha}{m}} = 3,5327.10^{-7}$$

Vận tốc của hai hạt nhân sau phản ứng là:

$$v = \frac{m_\alpha.v_\alpha}{m_O + m_p} = 7,85.10^{-8}.$$

Vậy động năng của hạt nhân O và hạt nhân X lần lượt là: $W_O = 5,2379.10^{-14}; W_p = 3,081125.10^{-15}$.

Vậy năng lượng của phản ứng hạt nhân là:

$$W = -1,21\,\text{MeV}.$$

Câu 52: Đáp án D.

Ta có phương trình phản ứng là: $\alpha + {}^{14}_7N \rightarrow {}^{17}_8O + {}^1_1p$.

Năng lượng của phản ứng hạt nhân là:

$$\Delta E = \left(m_p + m_O - m_\alpha - m_N\right).c^2 = 1,1932515\,\text{MeV}.$$

Vì $m_t < m_s$ nên phản ứng thu năng lượng nên $K_t > K_s$

nên $K_\alpha - \left(K_O + K_p\right) = 1,19 \Rightarrow K_O = 1,51\,\text{MeV}$.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta được:

$$\cos\varphi = \frac{m_\alpha.K_\alpha - m_O.K_O - m_p K_p}{2\sqrt{m_O.K_O}.\sqrt{m_p.K_p}} = 0,61566 \Rightarrow \varphi = 52^0.$$

Câu 53: Đáp án D.

Năng lượng của phản ứng là:

$$W = \left(m_p + m_{Li} - 2m_\alpha\right).c^2 = 17,43768\,\text{MeV}.$$

Áp dụng bảo toàn động lượng ta có:

$$2m_p.K_p = 4m_\alpha K_\alpha + 4m_\alpha K_\alpha.\cos\beta \Rightarrow \cos\beta = \frac{m_p.K_p}{2m_\alpha K_\alpha} - 1.$$

Lại có: $2K_\alpha - K_p = 17,43768 \Rightarrow K_\alpha = 9,96884\,\text{MeV}$.

Thay vào biểu thức tính góc ở trên ta được:

$\cos\beta = 165,6159^o \Rightarrow \varphi = 82,8^0$.

Câu 54: Đáp án A.

Ta có phương trình phóng xạ: $X^A \rightarrow Y^{A_1} + Z^{A_2} + \Delta E$.

K_1, K_2 là động năng của các hạt sau phản ứng nên ta có: $\begin{cases} K_1 + K_2 = \Delta E \\ \frac{K_1}{K_2} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow K_2 = \frac{m_1}{m_2}.K_1 \end{cases}$

$$\Rightarrow \Delta E = K_1 + \frac{m_1}{m_2}.K_1 = \frac{m_1+m_2}{m_2}K_1 = \frac{A}{A_2}.K_1$$

$$\Rightarrow K_1 = \frac{A_2}{A}.\Delta E.$$

Câu 55: Đáp án A.

Phản ứng hạt nhân tuân theo định luật bảo toàn số nuclon.

Câu 56: Đáp án A.

Theo định nghĩa ta có phản ứng nhiệt hạch là sự kết hợp hai hạt nhân rất nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn trong điều kiện nhiệt độ rất cao.

Câu 57: Đáp án A.

Phản ứng nhiệt hạch là nguồn gốc năng lượng của mặt trời.

Câu 58: Đáp án C.

Năng lượng của phản ứng hạt nhân là:

$$W = \left(m_{Na} + m_H - m_{He} - m_{Ne}\right).c^2$$
$$= \left(29,9837 + 1,0073 - 19,9869 - 4,0015\right).931,5$$
$$= 2,4219\,\text{MeV}.$$

Câu 59: Đáp án B.

Trong sự phân hạch hạt nhân ${}^{235}_{92}U$ với k là hệ số nhân notron thì:

Nếu $k < 1$ thì phản ứng phân hạch dây chuyền không xảy ra.

Nếu $k > 1$ thì phản ứng phân hạch dây chuyền tự duy trì và có khả năng bùng nổ.

Nếu $k = 1$ thì phản ứng phân hạch dây chuyền xảy ra dưới dạng kiểm soát được.

Câu 60: Đáp án A.

Theo định luật bảo toàn động lượng thì ta có:

$$\overrightarrow{P_\alpha} + \overrightarrow{P_X} = 0 \Rightarrow m_\alpha.v_\alpha = m_X.v_X \Rightarrow \frac{v_\alpha}{v_X} = \frac{m_X}{m_\alpha} > 1 \Rightarrow v_\alpha > v_X.$$

Vậy động năng của hạt α lớn hơn động năng của hạt nhân con (do vận tốc của hạt α lớn hơn vận tốc cuiat hạt nhân con).

Câu 61: Đáp án D.

Hạt α bay ra theo phương vuông góc với phương tới của hạt proton nên ta có:

$$P_p^2 + P_\alpha^2 = P_x^2 \Leftrightarrow \left(m_p v_p\right)^2 + \left(m_\alpha v_\alpha\right)^2 = \left(m_X v_X\right)^2$$
$$\Leftrightarrow m_p.K_p + m_\alpha.K_\alpha = m_X K_X \Rightarrow K_X = 3,575\,\text{MeV}$$

Năng lượng tỏa ra trong phản ứng này là:

$$\Delta E = K_\alpha + K_X - K_p = 3,575 + 4 - 5,45 = 2,125\,\text{MeV}.$$

Câu 62: Đáp án D.

Phóng xạ và phản ứng hạt nhân đều là phản ứng tỏa năng lượng.

Câu 63: Đáp án D.

Phản ứng hạt nhân: ${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^0_1n + 17,6\,\text{MeV}$.

Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được 1 g khí Heli xấp xỉ bằng: $W = \Delta E.\frac{m}{M}.N_A = 17,6.1,6.10^{-13}.\frac{1}{4}.6,02.10^{23}$

$$= 4,23808.10^{11}\,\text{J}.$$

Câu 64: Đáp án C.

Sau phản ứng hai hạt thu được giống nhau và có cùng động năng nên động năng của hai hạt đó được tính theo công thức: $K_X = \frac{\Delta E + K_p}{2} = \frac{17,4+1,6}{2} = 9,5\,\text{MeV}.$

Câu 65: Đáp án A.

Năng lượng tỏa ra khi một hạt nhân poloni phân rã xấp xỉ bằng: $\Delta E = \left(m_{Po} - m_\alpha - m_{Pb}\right).c^2$

$$= \left(209,937303 - 4,001506 - 205,929442\right).931,5$$
$$= 5,9196825\,\text{MeV}.$$

Câu 66: Đáp án D.

Hai hạt nhân X giống nhau bay ra với cùng tốc độ và theo các phương hợp với phương tới của proton các góc bằng nhau là 60^0 nên tam giác hợp bởi ba vectơ động lượng của hai hạt nhân X và hạt proton là một tam giác đều. Ta được:

$$m_X v_X = m_p v_p \Leftrightarrow 4.v_X = 1.v_p \Rightarrow \frac{v_p}{v_X} = 4.$$

Câu 67: Đáp án D.

Hạt nhân X đứng yên, phóng xạ α và biến thành hật nhân Y. Theo bảo toàn động lượng ta được:

$$\overrightarrow{P_\alpha} + \overrightarrow{P_Y} = 0 \Rightarrow m_\alpha.v_\alpha = m_Y.v_Y$$
$$\Leftrightarrow m_1.v_1 = m_2.v_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

Sử dụng công thức tính động năng ta sẽ lập được tỷ lệ:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{m_2}{m_1}.$$

Vậy từ hai vế trên ta suy ra được: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{K_1}{K_2}.$

ĐỀ KIỂM TRA CHƯƠNG 8. HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

Câu 1: Số nuclon của $^{27}_{13}Al$ là bao nhiêu?

A. 27. B. 13. C. 14. D. 40.

Câu 2: Ký hiệu $^{3}_{1}H$ là của?

A. hidro. B. triti. C. doteri. D. nơtron.

Câu 3: Nito tự nhiên có khối lượng nguyên tử là m = 14,0067u và gồm hai đồng vị chính là N_{14} có khối lượng nguyên tử $m_{14} = 14,00307u$ và N_{15} có khối lượng nguyên tử là $m_{15} = 15,00011u$. Tỉ lệ hai đồng vị trong nito là:

A. $98,26\%N_{14}$ và $1,74\%N_{15}$.

B. 1,74% N_{14} và 98,26% N_{15}.

C. 99,64% N_{14} và 0,36% N_{15}.

D. 0,36% N_{14} và 99,64% N_{15}.

Câu 4: Một hạt nhân có khối lượng 1kg có năng lượng nghỉ là bao nhiêu?

A. 3.10^{8}J. B. 9.10^{12}J. C. 8.10^{16}J. D. 9.10^{16}J.

Câu 5: Khối lượng của hạt nhân $^{10}_{4}Be$ là 10,0113(u), khối lượng của nơtron là 1,0086u, khối lượng của prôtôn là: m =1,0072u. Độ hụt khối của hạt nhân $^{10}_{4}Be$ là:

A. 0,9110u. B. 0,0691u. C. 0,0561u. D. 0,0811u.

Câu 6: Khối lượng của hạt nhân $^{10}_{4}Be$ là 10,0113(u), khối lượng của nơtron là 1,0086u, khối lượng của prôtôn là: m =1,0072u và $1u = 931 MeV/c^2$. Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{10}_{4}Be$ là:

A. 6,4332 MeV. B. 0,64332 MeV.

C. 64,332 MeV. D. 6,4332 KeV.

Câu 7: Đơn vị khối lượng nguyên tử (u).

A. $1u = 1,66.10^{-27}$g. B. $1u = 1,66.10^{-24}g$.

C. $1u = 9,1.10^{-24}$g. D. $1u = 1,6.10^{-19}g$.

Câu 8: Đường kính của các hạt nhân nguyên tử cỡ

A. $10^{-3} - 10^{-8}$m. B. $10^{-6} - 10^{-9}m$.

C. $10^{-14} - 10^{-15}$m. D. $10^{-16} - 10^{-20}m$.

Câu 9: Hạt nhân B có bán kính gấp 2 lần bán kính của hạt nhân A Biết rằng số khối của A là 8, Hãy xác định số khối của B.

A. 70. B. 64. C. 16. D. 32.

Câu 10: Tính số lượng phân tử trong một gam khí O_2 biết nguyên tử lượng O là 15,99.

A. 188.10^{19}. B. 188.10^{20}. C. $18,8.10^{18}$. D. 188.10^{24}.

Câu 11: Số nguyên tử có trong 2g $^{10}_{5}Bo$

A. $3,96.10^{23}$ hạt. B. $4,05.10^{23}$ hạt.

C. $12,04.10^{22}$ hạt. D. $6,02.10^{23}$ hạt.

Câu 12: Tính số phân tử nitơ trong 1 gam khí nio. Biết khối lượng nguyên tử lượng của nitơ là 13,999 (u). Biết $1u = 1,66.10^{-24}g$.

A. 43.10^{20}. B. 43.10^{21}. C. 215.10^{21}. D. 215.10^{20}.

Câu 13: Biết số Avôgađrô $N_A = 6,02.10^{23}$ hạt/mol và khối lượng của hạt nhân bằng số khối của nó. Số prôtôn (prôton) có trong 0,27 gam $^{27}_{13}Al$ là

A. $7,826.10^{22}$. B. $9,826.10^{22}$.

C. $8,826.10^{22}$. D. $6,826.10^{22}$.

Câu 14: Hạt nhân triti ($^{3}_{1}T$) có

A. 3 nuclôn, trong đó có 1 prôtôn.

B. 3 nơtrôn (nơtron) và 1 prôtôn.

C. 3 nuclôn, trong đó có 1 nơtrôn (nơtron).

D. 3 prôtôn và 1 nơtrôn (nơtron).

Câu 15: Hạt nhân càng bền vững khi có

A. số nuclôn càng nhỏ.

B. số nuclôn càng lớn.

C. năng lượng liên kết càng lớn.

D. năng lượng liên kết riêng càng lớn.

Câu 16: Năng lượng liên kết riêng là năng lượng liên kết

A. tính cho một nuclôn.

B. tính riêng cho hạt nhân ấy.

C. của một cặp prôtôn-prôtôn.

D. của một cặp prôtôn-nơtrôn (nơtron).

Câu 17: Phát biểu nào là sai?

A. Các đồng vị phóng xạ đều không bền.

B. Các nguyên tử mà hạt nhân có cùng số prôtôn nhưng có số nơtrôn (nơtron) khác nhau gọi là đồng vị.

C. Các đồng vị của cùng một nguyên tố có số nơtrôn khác nhau nên tính chất hóa học khác nhau.

D. Các đồng vị của cùng một nguyên tố có cùng vị trí trong bảng hệ thống tuần hoàn.

Câu 18: Biết số Avôgađrô là $6,02.10^{23}$, khối lượng mol của urani $^{238}_{92}U$ trong 119 gam urani ^{238}U là 238 g/mol. Số nơtron là

A. $8,8.10^{25}$. B. $1,2.10^{25}$. C. $4,4.10^{25}$. D. $2,2.10^{25}$.

Câu 19: Cho $m_C = 12u$; $m_p = 1,00728\ u$; $m_n = 1,00867\ u$; $1u = 1,66058.10^{-27}$ kg. Năng lượng tối thiểu để tách hạt nhân $^{12}_{6}C$ thành các nuclôn riêng biệt bằng

A. 72,7 MeV. B. 89,1 MeV.

C. 44,7 MeV. D. 8,94 MeV.

Câu 20: Hạt nhân $^{37}_{17}Cl$ có khối lượng nghỉ bằng 36,956563u. Biết khối lượng của nơtrôn (nơtron) là

1,008670u, khối lượng của prôtôn (prôton) là 1,007276u và $u = 931\ \text{MeV/c}^2$. Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{37}_{17}Cl$ bằng

A. 9,2782 MeV. B. 7,3680 MeV.
C. 8,2532 MeV. D. 8,5684 MeV.

Câu 21: Biết số Avôgađrô $N_A = 6,02.10^{23}$ hạt/mol và khối lượng của hạt nhân bằng số khối của nó. Số prôtôn có trong 0,27 gam $^{27}_{13}Al$ là

A. $6,826.10^{22}$. B. $8,826.10^{22}$.
C. $9,826.10^{22}$. D. $7,826.10^{22}$.

Câu 22: Biết $N_A = 6,02.10^{23}$. Trong 59,5 g $^{235}_{99}U$ có số nơtron xấp xỉ là

A. $2,38.10^{23}$. B. $2,20.10^{25}$.
C. $1,19.10^{25}$. D. $9,21.10^{24}$.

Câu 23: Biết khối lượng của prôtôn; nơtron; hạt nhân $^{16}_{8}O$ lần lượt là 1,0073 u; 1,0087 u; 15,9904 u và $1u = 931,5\ \text{MeV/c}^2$. Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{16}_{8}O$ xấp xỉ bằng

A. 14,25 MeV. B. 18,76 MeV.
C. 128,17 MeV. D. 190,81 MeV.

Câu 24: Hạt nhân $^{10}_{4}Be$ có khối lượng 10,0135u. Khối lượng của nơtrôn 1,0087u, khối lượng của prôtôn (prôton) là 1,0073u, $1u = 931\ \text{MeV/c}^2$. Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{10}_{4}Be$ là

A. 0,6321 MeV. B. 63,2152 MeV.
C. 6,3215 MeV. D. 632,1531 MeV.

Câu 25: Giả sử hai hạt nhân X và Y có độ hụt khối bằng nhau và số nuclôn của hạt nhân X lớn hơn số nuclôn của hạt nhân Y thì

A. hạt nhân Y bền vững hơn hạt nhân X.
B. hạt nhân X bền vững hơn hạt nhân Y.
C. năng lượng liên kết riêng của hai hạt nhân bằng nhau.
D. năng lượng liên kết của hạt nhân X lớn hơn năng lượng liên kết của hạt nhân Y.

Câu 26: Một hạt có khối lượng nghỉ m_0. Theo thuyết tương đối, động năng của hạt này khi chuyển động với tốc độ 0,6c (c là tốc độ ánh sáng trong chân không) là

A. $1,25m_0c^2$. B. $0,36m_0c^2$.
C. $0,25m_0c^2$. D. $0,225m_0c^2$.

Câu 27: Cho ba hạt nhân X, Y và Z có số nuclôn tương ứng là A_X, A_Y, A_Z với $A_X = 2A_Y = 0,5A_Z$. Biết năng lượng liên kết của từng hạt nhân tương ứng là $\Delta E_X, \Delta E_Y, \Delta E_Z$ với $\Delta E_Z < \Delta E_X < \Delta E_Y$. Sắp xếp các hạt nhân này theo thứ tự tính bền vững giảm dần là

A. Y, X, Z. B. Y, Z, X.
C. X, Y, Z. D. Z, X, Y.

Câu 28: Cho khối lượng của prôtôn; nơtron; $^{40}_{18}Ar$; $^{6}_{3}Li$ lần lượt là: 1,0073u; 1,0087u; 39,9525u; 6,0145u và $1u = 931,5\ \text{MeV/c}^2$. So với năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{6}_{3}Li$ thì năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{40}_{18}Ar$

A. lớn hơn một lượng là 5,20 MeV.
B. lớn hơn một lượng là 3,42 MeV.
C. nhỏ hơn một lượng là 3,42 MeV.
D. nhỏ hơn một lượng là 5,20 MeV

Câu 29: So với hạt nhân $^{29}_{14}Si$, hạt nhân $^{40}_{20}Ca$ có nhiều hơn

A. 11 nơtrôn và 6 prôtôn.
B. 5 nơtrôn và 6 prôtôn.
C. 6 nơtrôn và 5 prôtôn.
D. 5 nơtrôn và 12 prôtôn.

Câu 30: Theo thuyết tương đối, một êlectron có động năng bằng một nửa năng lượng nghỉ của nó thì êlectron này chuyển động với tốc độ bằng

A. $2,41.10^8$ m/s. B. $2,24.10^8$ m/s.
C. $1,67.10^8$ m/s. D. $2,75.10^8$ m/s.

Câu 31: Chọn đúng. Xét phóng xạ: $^{A}_{Z}Y \to \beta^+ + {}^{A_X}_{Z_X}X$. Trong đó Z_X và A_X là:

A. $Z_X = Z-1$ và $A_X = A$.
B. $Z_X = Z-2$ và $A_X = A-2$.
C. $Z_X = Z-2$ và $A_X = A-4$.
D. $Z_X = Z+1$ và $A_X = A$.

Câu 32: Cho hạt α bắn phá vào hạt nhân nhôm $^{27}_{13}Al$ đang đứng yên, sau phản ứng sinh ra hạt nơtron và hạt nhân X. Biết $m_\alpha = 4,0015u$, $m_{Al} = 26,974u$, $m_X = 29,970u$, $m_n = 1,0087u, 1uc^2 = 931\text{MeV}$. Phản ứng này toả hay thu bao nhiêu năng lượng? Chọn kết quả đúng?

A. Toả năng lượng 2,9792 MeV.
B. Toả năng lượng 2,9466 MeV.
C. Thu năng lượng 2,9792 MeV.
D. Thu năng lượng 2,9466 MeV.

Câu 33: Bắn một hạt proton có khối lượng m_p vào hạt nhân $^{7}_{3}Li$ đứng yên. Phản ứng tạo ra hai hạt nhân X giống hệt nhau có khối lượng m_X bay ra có cùng độ lớn vận tốc và cùng hợp với phương ban đầu của proton một góc 45^0. Tỉ số độ lớn vận tốc của hạt X (v') và hạt proton (v) là:

A. $\frac{v'}{v}=\sqrt{2}\frac{m_p}{m_X}$ B. $\frac{v'}{v}=2\frac{m_p}{m_X}$

C. $\frac{v'}{v}=\frac{m_p}{m_X}$ D. $\frac{v'}{v}=\frac{m_p}{\sqrt{2}m_X}$

Câu 34: Hạt ^{210}Po phóng xạ α giải phóng 10 MeV. Tính tốc độ của hạt α và hạt nhân con

A. $2,18.10^7$ m/s và $0,24.10^6$ m/s.

B. $2,17.10^7$ m/s và $0,42.10^6$ m/s.

C. 2.10^7 m/s và $0,24.10^6$ m/s.

D. $2,18.10^7$ m/s và $0,54.10^6$ m/s.

Câu 35: Cho phương trình phóng xạ của 1 hạt: $X^A\to Y^{A1}+Z^{A2}+\gamma+\Delta E$. Biết khối lượng các hạt lấy bằng số khối. ΔE là năng lượng tỏa ra từ phản ứng trên, $K_1;K_2$ là động năng của các hạt sau phản ứng. Tìm hệ thức đúng.

A. $K_1=\frac{A_2}{A_1}(\Delta E+\varepsilon)$ B. $K_1=\frac{A_1}{A}\Delta E$

C. $K_1=\frac{A_1}{A_2}\Delta E$ D. $K_1=\frac{A_2}{A_1}\Delta E$

Câu 36: Xét một phản ứng hạt nhân

$$^2_1H+^2_1H\to^3_2He+^1_0n.$$

Biết khối lượng của các hạt nhân là

$$m_H=2,0135u;m_{He}=3,0149u;m_n=1,0087u;$$

$1\,u=931\,MeV/c^2$. Năng lượng phản ứng trên toả ra là

A. 7,4990 MeV. B. 2,7390 MeV.

C. 1,8820 MeV. D. 3,1654 MeV.

Câu 37: Hạt nhân A đang đứng yên thì phân rã thành hạt nhân B có khối lượng m_B và hạt α có khối lượng m_α. Tỉ số giữa động năng của hạt nhân B và động năng của hạt α ngay sau phân rã bằng:

A. $\frac{m_\alpha}{m_\beta}$ B. $\left(\frac{m_\beta}{m_\alpha}\right)^2$ C. $\frac{m_\beta}{m_\alpha}$ D. $\left(\frac{m_\alpha}{m_\beta}\right)^2$

Câu 38: Cho phản ứng hạt nhân: $^2_1D+^3_1T\to^4_2He+X$. Lấy độ hụt khối của hạt nhân T, hạt nhân D, hạt nhân He lần lượt là 0,009106 u; 0,002491 u; 0,030382 u và 1u = 931,5 MeV/c^2. Năng lượng tỏa ra của phản ứng xấp xỉ bằng

A. 15,017 MeV. B. 200,025 MeV.

C. 17,498 MeV. D. 21,076 MeV.

Câu 39: Phản ứng nhiệt hạch là

A. sự kết hợp hai hạt nhân có số khối trung bình tạo thành hạt nhân nặng hơn.

B. phản ứng hạt nhân thu năng lượng.

C. phản ứng trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành hai mảnh nhẹ hơn.

D. phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

Câu 40: Giả sử trong một phản ứng hạt nhân, tổng khối lượng của các hạt trước phản ứng nhỏ hơn tổng khối lượng các hạt sau phản ứng là 0,02 u. Phản ứng hạt nhân này

A. toả năng lượng 1,863 MeV.

B. thu năng lượng 1,863 MeV.

C. toả năng lượng 18,63 MeV.

D. thu năng lượng 18,63 MeV.

ĐÁP ÁN

1.A	2.B	3.C	4.D	5.B	6.C	7.B	8.C	9.B	10.B
11.C	12.D	13.A	14.A	15.D	16.A	17.C	18.C	19.B	20.D
21.D	22.B	23.C	24.C	25.A	26.C	27.A	28.B	29.B	30.B
31.A	32.C	33.D	34.B	35.A	36.D	37.A	38.C	39.D	40.D

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án A

Số nuclon = số khối = A.

Câu 2: Đáp án B.

Nguyên tử H có 3 đồng vị là: ^1_1H gọi là hidro; ^2_1H có tên gọi là doteri và đồng vị thứ hai là: ^3_1H gọi là triti.

Câu 3: Đáp án C.

Gọi phần trăm của hai đồng vị nguyên tử N_{14} và N_{15} lần lượt là a và b. Theo dữ kiện đề bài ta có hệ phương trình: $\begin{cases}a+b=100\\\frac{14,00307.a+15,00011.b}{a+b}=14,0067\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}a=99,64\\b=0,36\end{cases}$

Câu 4: Đáp án D.

Năng lượng nghỉ của hạt nhân đã cho là:

$$E=\Delta m.c^2=1.\left(3.10^8\right)^2=9.10^{16}(J).$$

Câu 5: Đáp án B.

Độ hụt khối của hạt nhân $^{10}_4Be$ là:

$$\Delta m=1,0072.4+6.1,0086.6-10,0113=0,0691u.$$

Câu 6: Đáp án C.

Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{10}_4Be$ là:

$$W_{lk}=1,0072.4+1,0086.6-10,0113$$
$$=0,0691u=64,332\,MeV.$$

Câu 7: Đáp án B.

Đơn vị khối lượng nguyên tử là: $1u = 1,66.10^{-24}\,g$.

Câu 8: Đáp án C.

Đường kính của các hạt nhân nguyên tử cỡ $10^{-14} - 10^{-15}\,m$.

Câu 9: Đáp án B.

Ta có công thức tính bán kính của nguyên tử theo số khối là: $r = 1,2.10^{-15}.A^3$.

Từ đó ta có tỷ lệ: $\frac{r_A}{r_B} = \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^3 \Leftrightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{8}{A_b}\right)^3 \Rightarrow A_B = 64.$

Câu 10: Đáp án B.

Số lượng phân tử trong một gam khí O_2 là:

$$n = N_A.\frac{m}{M} = 6,02.10^{23}.\frac{1}{15,99.2} = 188.10^{20} \text{ hạt.}$$

Câu 11: Đáp án C.

Số nguyên tử có trong 2g ${}^{10}_{5}Bo$ là:

$$n = 6,02.10^{23}.\frac{2}{10} = 12,04.10^{22} \text{ hạt.}$$

Câu 12: Đáp án D.

Số lượng phân tử nito trong 1 gam khí nito là:

$$n = 6,02.10^{23}.\frac{1}{13,999.2} = 215.10^{20} \text{ hạt.}$$

Câu 13: Đáp án A.

Số proton có trong 0,27 gam ${}^{27}_{13}Al$ là:

$$n_p = 6,02.10^{23}.\frac{0,27}{27}.13 = 7,826.10^{22} \text{ hạt.}$$

Câu 14: Đáp án A.

Hạt nhân triti được viết dưới dạng ${}^{3}_{1}T$ nên sẽ có 3 nuclon trong đó có 1 proton.

Câu 15: Đáp án D.

Hat nhân càng bền vững khi năng lượng liên kết riêng càng lớn.

Câu 16: Đáp án A.

Năng lượng liên kết riêng là năng lượng liên kết tính cho một nuclon.

Câu 17: Đáp án C.

Các đồng vị của cùng một nguyên tố có số notron khác nhau nhưng nằm cùng một ô trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học nên tính chất hóa học vẫn giống nhau chứ không khác nhau.

Câu 18: Đáp án C.

Số notron là: $n_n = 6,02.10^{23}.\frac{119}{238}.(238-92) = 4,4.10^{25}$

Câu 19: Đáp án B.

Năng lượng tối thiểu để tách các hạt nhân ${}^{12}_{6}C$ thành các nuclon riêng biệt là:

$$W = 6.1,00728 + 6.1,00866 - 12 = 0,09564u = 89,1\text{MeV}.$$

Câu 20: Đáp án D.

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^{37}_{17}Cl$ là:

$$W_{lkr} = \frac{(1,007276.17 + 20.1,008670 - 36,956563).931}{37} = 8,5684MeV.$$

Câu 21: Đáp án D.

Số proton có trong 0,27 gam ${}^{27}_{13}Al$ là:

$$n_p = 6,023.10^{23}.\frac{0,27}{27}.13 = 7,826.10^{22}.$$

Câu 22: Đáp án B.

Số notron có là:

$$n_n = 6,02.10^{23}.\frac{59,5}{235}.(235-92) = 2,2.10^{25}.$$

Câu 23: Đáp án C.

Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}^{16}_{8}O$ xấp xỉ bằng:

$$W_{lk} = (1,0073.8 + 1,0087.8 - 15,9904).931,5 = 128,17MeV.$$

Câu 24: Đáp án C.

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^{10}_{4}Be$ là:

$$W_{lkr} = \frac{(1,0073.4 + 1,0087.6 - 10,0135)931}{10} = 6,3125\text{MeV}.$$

Câu 25: Đáp án A.

Hai hạt nhân X và Y có độ hụt khối bằng nhau và số nuclon của hạt nhân X lớn hơn số nuclon của hạt nhân Y theo công thức tính năng lượng liên kết riêng thì $W_{lkrX} < W_{lkrY}$ nên hạt nhân Y bên vững hơn hạt nhân X.

Câu 26: Đáp án C.

Theo thuyết tương đối ta có công thức:

$$E = m_0c^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}.c^2 = 1,25m_0c^2$$

Vậy động năng của hạt này là: $W_d = E - E_0 = 0,25m_0c^2$

Câu 27: Đáp án A.

Xét năng lượng liên kết riêng của từng hạt nhân X, Y, Z. Ta có: $A_X = 2A_Y = 0,5A_Z$.

Chọn $A_Y = 1 \Rightarrow A_X = 2; A_Z = 4$.

Suy ra do $\Delta E_Z < \Delta E_X < \Delta E_Y \Leftrightarrow \frac{\Delta E_Z}{4} < \frac{\Delta E_X}{2} < \frac{\Delta E_Y}{1}$ nên các hạt nhân được sắp xếp theo tính vững bền giảm dần là: Y, X, Z.

Câu 28: Đáp án B.

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^{6}_{3}Li$ là:

$$W_{Li} = 1,0073.3 + 1,0087.3 - 6,0145 = 0,0335$$
$$\Rightarrow W_{lkr} = 5,200875$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^{40}_{18}Ar$ là:

$$W_{Ar} = \frac{1,0073.18 + 1,0087.22 - 39,9525}{40}.931,5 = 8,62336$$

Vậy năng lượng liên kết riêng của hạt nhân Ar thì lớn hơn một lượng là 3,42 MeV so với năng lượng liên kết riêng của hạt nhân Li.

Câu 29: Đáp án B.

So với hạt nhân $^{29}_{14}Si$ thì hạt nhân $^{40}_{20}Ca$ có nhiều hơn 5 notron và 6 proton.

Câu 30: Đáp án B.

Theo thuyết tương đối động năng bằng một nửa năng lượng nghỉ của nó thì electron này chuyển động với tốc độ là: $\frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-m_0c^2=\frac{1}{2}m_0c^2\Rightarrow v=2,24.10^8\left(\text{m/s}\right).$

Câu 31: Đáp án A.

Ta tính được $\begin{cases}Z_X=Z-1\\A_X=A\end{cases}$

Câu 32: Đáp án C.

Xét độ hụt khối: $\Delta m=m_t-m_s=m_{Al}+m_\alpha-\left(m_X+m_n\right)$

$=26,974+4,0015-\left(29,970+1,0087\right)=-3,2.10^{-3}<0$

Nên đây là phản ứng thu năng lượng.

$$W=\Delta m.c^2=2,9792\text{MeV}.$$

Câu 33: Đáp án D.

Hai hạt nhân X giống hệt nhau bay ra có cùng độ lớn vận tốc và cùng hợp với phương ban đầu của proton một góc 45^0 nên hai hạt nhân X bay theo phương vuông góc với nhau.

Ta có: $\sqrt{2}m_Xv_X=m_Pv_P\Rightarrow\frac{v_X}{v_P}=\frac{m_P}{\sqrt{2}m_X}.$

Câu 34: Đáp án B.

Năng lượng của phản ứng là: $\Delta E=10\text{MeV}$. Nên ta có:

$K_\alpha-K_X=10\text{MeV}$.

Áp dụng bảo toàn động lượng ta được:

$m_\alpha.v_\alpha=m_X.v_X\Leftrightarrow\sqrt{2m_\alpha K_\alpha}=\sqrt{2m_X.K_X}$

$\Leftrightarrow\frac{K_\alpha}{K_X}=\frac{m_X}{m_\alpha}=\frac{206}{4}=51,5$

Vậy $K_X=0,198\text{MeV};K_\alpha=10,198\text{MeV}$.

Vậy tốc độ của hạt nhân con và hạt α lần lượt là:

$$v_{con}=0,42.10^6\left(\text{m/s}\right);v_\alpha=2,17.10^7\left(\text{m/s}\right).$$

Câu 35: Đáp án A.

Ta có phương trình phóng xạ là:

$$X^A\rightarrow Y^{A_1}+Z^{A_2}+\gamma+\Delta E.$$

K_1,K_2 là động năng của các hạt sau phản ứng nên ta có hệ thức: $K_1=\frac{A_2}{A_1}\left(\Delta E+\varepsilon\right)$

Câu 36: Đáp án D.

Phương trình phản ứng hạt nhân: $^2_1H+^2_1H\rightarrow^3_2He+^1_0n$

Năng lượng tỏa ra từ phản ứng trên là:

$$\Delta E=\left(2m_H-m_{He}-m_n\right).c^2=3,1654\text{MeV}.$$

Câu 37: Đáp án A.

Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$\overrightarrow{P_B}+\overrightarrow{P_\alpha}=0\Rightarrow m_\alpha.v_\alpha=m_B.v_B\Rightarrow\frac{v_B}{v_\alpha}=\frac{m_\alpha}{m_B}.$$

Tỷ số giữa động năng của hạt nhân B và động năng của hạt α ngay sau phản ứng là:

$$\frac{W_B}{W_\alpha}=\left(\frac{m_B.v_B^2}{2}\right):\left(\frac{m_\alpha.v_\alpha^2}{2}\right)=\frac{m_B}{m_\alpha}.\frac{v_B^2}{v_\alpha^2}=\frac{m_\alpha}{m_B}.$$

Câu 38: Đáp án C.

Phương trình phản ứng: $^2_1D+^3_1T\rightarrow^4_2He+X.$

Năng lượng tỏa ra của phản ứng xấp xỉ bằng:

$$\begin{aligned}W&=\left(\Delta m_{He}-\Delta m_T-\Delta m_D\right).c^2\\&=\left(0,030382-0,009106-0,002491\right).931,5\\&=17,49852275\text{MeV}.\end{aligned}$$

Câu 39: Đáp án D.

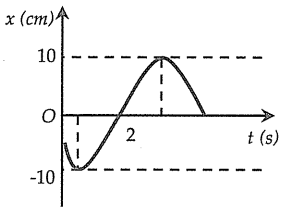
Câu 40: Đáp án D.

Vì tổng khối lượng của các hạt trước phản ứng nhỏ hơn tổng khối lượng của các hạt sau phản ứng là 0,02u nên đây là phản ứng thu năng lượng và năng lượng đó bằng: $\Delta E=mc^2=0,02.931,5=18,63\text{MeV}.$

CHƯƠNG 9. BÀI TẬP CHUYÊN ĐỀ ĐỒ THỊ

Đối với những bài toán đồ thị, tùy vào mỗi bài tập mà có những cách tiếp cận khác nhau. Tuy nhiên, ta thường gặp các bài toán đồ thị liên quan đến hàm điều hòa (đồ thị phụ thuộc x vào t; v vào t; a vào t; lực hồi phục, lực đàn hồi vào t). Do đó nhìn đồ thị ta cần xác định được biên độ (đại lượng cực đại) của các đại lượng đó; từ việc sử dụng đường tròn (mối liên hệ giữa chuyển động tròn đều và đại lượng biến thiên điều hòa) và các số liệu trên đồ thị, ta có thể xác định được chu kì cũng như tần số của đại lượng; xác định được pha ban đầu của đại lượng.

Ta sẽ qua những ví dụ cụ thể, phân tích chi tiết để hiểu rõ hơn.



Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa có đồ thị của li độ như hình vẽ. Phương trình dao động của vật là

A. $x=10\cos\left(\frac{\pi}{3}t+\frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$. B. $x=10\sin\left(\frac{\pi}{3}t+\frac{5\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

C. $x=10\cos\left(\frac{\pi}{3}t+\frac{5\pi}{6}\right)(\text{cm})$. D. $x=10\cos\left(\frac{\pi}{3}t-\frac{5\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

Lời giải

- Giả sử phương trình dao động có dạng: $x=A\cos(\omega t+\varphi)(\text{cm})$

Như vậy, để viết được phương trình dao động của vật thì ta cần biết các đại lượng sau: biên độ A, tần số góc ω, pha ban đầu φ

- Tìm biên độ: từ đồ thị ta có biên độ $A=10$ cm (vì theo trục tung li độ của vật biến thiên từ - 10 cm đến 10 cm).

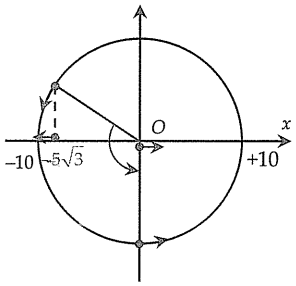
- Tìm pha ban đầu: Tại thời điểm $t=0$ vật có li độ $x=-5\sqrt{3}$ cm và li độ x đang giảm dần, chứng tỏ hàm $x(t)$ nghịch biến.

Vậy $x'=v<0$, vậy khi $t=0$ ta có: $\begin{cases}x=A\cos\varphi=10\cos\varphi=-5\sqrt{3}\\ v=-A\omega\sin\varphi<0\end{cases}\Rightarrow\varphi=\frac{5\pi}{6}$

STUDY TIP

Ngoài cách tìm pha ban đầu như bên, ta có thể dùng ngay đường tròn:

Tại thời điểm ban đầu vật đang ở vị trí có li độ $x=-5\sqrt{3}$ và đang đi theo chiều âm, nên suy ra pha ban đầu là $\frac{5\pi}{6}$ (xem cụ thể vì sao ở các phần trước đã được trình bày trong cuốn sách).

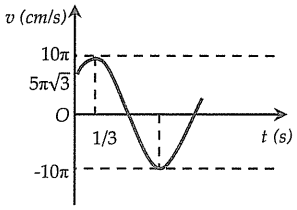


- Tìm ω: Ta có lúc $t=0$, vật đang đi qua vị trí có li độ $x=-5\sqrt{3}$ cm theo chiều âm, sau 2 s vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Từ đó dùng đường tròn ta dễ dàng tìm được tổng thời gian dao động của vật là:

$$\Delta t=\frac{T}{12}+\frac{T}{4}=\frac{T}{3}=2s\Rightarrow\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{6}=\frac{\pi}{3}\text{ rad/s.}$$

Vậy phương trình dao động của vật là: $x=10\cos\left(\frac{\pi}{3}t-\frac{5\pi}{6}\right)$ cm.

Đáp án C.



Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa có đồ thị của vận tốc theo thời gian như hình vẽ. Phương trình dao động của vật là:

A. $x=20\cos\left(\frac{\pi}{2}t-\frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$. B. $x=20\cos\left(\frac{\pi}{2}t-\frac{2\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

C. $x=20\cos\left(\frac{\pi}{2}t-\frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$. D. $x=20\cos\left(\frac{\pi}{2}t+\frac{5\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

Lời giải

Cách 1: Tìm trực tiếp biểu thức của x

Giả sử phương trình dao động có dạng: $x=A\cos(\omega t+\varphi)(\text{cm})$. Như vậy, để viết được phương trình dao động của vật thì ta cần biết các đại lượng sau: biên độ A, tần số góc ω, pha ban đầu φ

- Từ đồ thị ta có vận tốc cực đại là $A\omega=10\pi$ cm/s.

- Tại thời điểm $t=0$ vật có vận tốc $v=5\pi\sqrt{3}$ cm/s và đang tăng dần, chứng tỏ vật phải nằm ở phía âm của trục Ox và chuyển động về vị trí cân bằng.

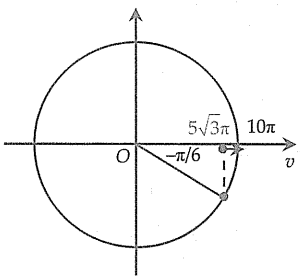
Khi $t=0$ có: $\begin{cases}x=A\cos\varphi<0\\v=-A\omega\sin\varphi=5\pi\sqrt{3}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\cos\varphi<0\\\sin\varphi=-\dfrac{\sqrt{3}}{2}\end{cases}\Rightarrow\varphi=-\dfrac{2\pi}{3}$

- Tại $t=0$ vật đang đi qua vị trí có $v=5\pi\sqrt{3}$ cm/s (dùng công thức độc lập thời gian giữa v và x sẽ tính được lúc này $x=-\dfrac{A}{2}$) theo chiều dương. Sau $\dfrac{1}{3}s$, vật có vận tốc cực đại (vật ở VTCB). Khi đó thời gian chuyển động của vật là:

$$t=\frac{T}{12}=\frac{1}{3}s\Rightarrow T=4s\Rightarrow\omega=\frac{\pi}{2}\text{ rad/s.}$$

- Từ biểu thức: $A\omega=10\Rightarrow A=\dfrac{10\pi}{\omega}=\dfrac{10\pi}{\frac{\pi}{2}}=20\text{ cm.}$

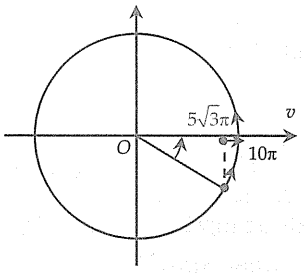
Vậy suy ra phương trình dao động của vật là $x=20\cos\left(\dfrac{\pi}{2}t-\dfrac{2\pi}{3}\right)$ cm.



Cách 2: Viết phương trình của v trước rồi từ đó suy ra x.

- Biên độ của vận tốc là 10π cm/s.

- Tại thời điểm $t=0$ vận tốc $v=5\pi\sqrt{3}>0$ cm/s và đang tăng dần, ứng với chất điểm trên trục vận tốc Ov đang đi theo chiều dương của trục Ov. Từ đường tròn của vận tốc ta suy ra ngay pha ban đầu của vận tốc là $-\dfrac{\pi}{6}$

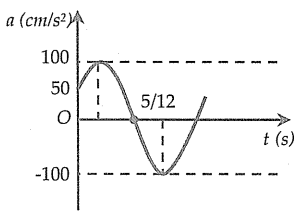


- Dựa vào đồ thị, từ $t=0$ đến $t=\dfrac{1}{3}$ s thì vận tốc tăng từ $5\pi\sqrt{3}$ đến cực đại, tương ứng với đường tròn quét được góc $\dfrac{\pi}{6}$, suy ra thời gian là $\dfrac{T}{12}=\dfrac{1}{3}$. Suy ra chu kì $T=4s\Rightarrow\omega=\dfrac{\pi}{2}$ rad/s.

- Vậy phương trình vận tốc là $v=10\pi\cos\left(\dfrac{\pi}{2}t-\dfrac{\pi}{6}\right)$ cm/s, suy ra phương trình dao động của vật là $x=20\cos\left(\dfrac{\pi}{2}t-\dfrac{2\pi}{3}\right)$ cm.

Đáp án B.

Ví dụ 3: Gia tốc theo thời gian của một vật dao động điều hòa có đồ thị như hình vẽ. Phương trình dao động của vật là



A. $x=2,5\cos\left(2\pi t+\dfrac{2\pi}{3}\right)(\text{cm}).$ B. $x=2,5\cos\left(\pi t-\dfrac{\pi}{6}\right)(\text{cm}).$

C. $x=2,5\cos\left(2\pi t-\dfrac{2\pi}{3}\right)(\text{cm}).$ D. $x=2\cos\left(\pi t-\dfrac{5\pi}{6}\right)(\text{cm}).$

Lời giải

Cách 1: Tìm trực tiếp biểu thức của x

- Dựa vào đồ thị ta có: $A\omega^2 = 100$ cm/s^2.

- Tại thời điểm $t = 0$ vật có gia tốc $a = 50$ cm/s và đang tăng, có nghĩa là tại thời điểm ban đầu vật có li độ âm và đang chuyển động về phía âm (vì $a = -\omega^2 x$).

Khi $t = 0$ ta có: $\begin{cases} a = -A\omega^2 \cos\varphi = 50 \\ v = -A\omega\sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -100\cos\varphi = 50 \\ -A\omega\sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{2\pi}{3}$

- Lúc $t = 0$, vật đang đi qua vị trí có gia tốc) sau $\dfrac{5}{12}s$ vật qua vị trí có gia tốc $a = 0$ (VTCB) và theo chiều ngược lại nên ta có:

$$\Delta t = \frac{T}{6} + \frac{T}{4} = \frac{5T}{12} = \frac{5}{12}s \Rightarrow T = 1s \Rightarrow \omega = 2\pi \text{ (rad/s)}$$

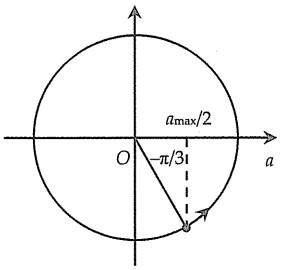
- Từ biểu thức: $A\omega^2 = 100\,\text{cm/s}^2 \Rightarrow A = \dfrac{100}{\omega^2} = \dfrac{100}{(2\pi)^2} = 2{,}5$ cm.

Vậy phương trình dao động: $x = 2{,}5\cos\left(2\pi t + \dfrac{2\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

Cách 2: Tìm biểu thức của a rồi suy ra biểu thức của x.

- Dựa vào đồ thị ta có $a_{\max} = 100\,\text{cm/s}^2$.

Tại thời điểm $t = 0$ ta có chất điểm trên trục Oa đang đi qua vị trí có gia tốc là $50 = \dfrac{a_{\max}}{2}$ theo chiều dương của trục Oa. Từ đó dựa vào đường tròn của Oa ta suy ra pha ban đầu của gia tốc là $-\dfrac{\pi}{3}$



- Dựa vào đồ thị, từ $t = 0$ đến $t = \dfrac{5}{12}$ s thì gia tốc tăng từ 50 đến cực đại, rồi từ cực đại giảm về 0, tương ứng với đường tròn quét được góc $\dfrac{\pi}{3} + \dfrac{\pi}{2}$, suy ra thời gian là $\dfrac{T}{6} + \dfrac{T}{4} = \dfrac{5}{12}$. Suy ra chu kì $T = 1s \Rightarrow \omega = 2\pi$ rad/s.

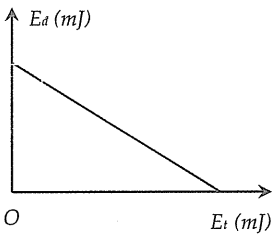
- Vậy phương trình của gia tốc là, suy ra phương trình li độ là

$$x = 2{,}5\cos\left(2\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)(\text{cm}).$$

Đáp án A.

Ví dụ 4: Động năng dao động của một con lắc lò xo được mô tả theo thế năng dao động của nó bằng đồ thị (hình vẽ). Cho biết khối lượng của vật bằng 100g, vật dao động giữa hai vị trí cách nhau 8 cm. Tính chu kì dao động của vật

A. $0{,}4\pi$ s. B. $0{,}2\pi$ s. C. $0{,}6\pi$ s. D. $0{,}8\pi$ s.



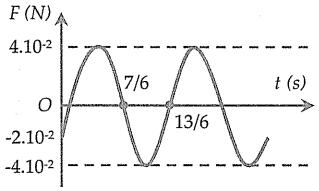
Lời giải

Từ đồ thị ta thấy, thế năng đạt giá trị lớn nhất là $E_{t_{\max}} = 4$mJ suy ra cơ năng là $E = 4$mJ

Khoảng cách 2 biên bằng 8 cm $\Rightarrow A = 4$cm.

Vậy ta có: $E = \dfrac{1}{2}m\omega^2 A^2 \Rightarrow \omega = 5\,\text{rad/s} \Rightarrow T = 0{,}4\pi(\text{s})$

Đáp án A.



Ví dụ 5: Một vật có khối lượng $m=100\text{g}$, dao động điều hòa theo phương trình có dạng $x=A\cos(\omega t+\varphi)$. Biết đồ thị lực kéo về thời gian $F(t)$ như hình vẽ.

Lấy $\pi^2=10$. Phương trình dao động của vật là

A. $x=4\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$. B. $x=4\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$.

C. $x=2\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$. D. $x=4\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

Lời giải

Quan sát đồ thị ta có: $\frac{T}{2}=\frac{13}{6}-\frac{7}{6}=1s\Rightarrow T=2s\Rightarrow\omega=\pi\text{rad/s}\Rightarrow k=m\omega^2=1\text{N/m}$

Mà lực hồi phục có độ lớn cực đại là (dựa vào đồ thị)

$$|F_{\max}|=kA\Rightarrow A=0,04\text{m}=4\text{cm}.$$

STUDY TIP

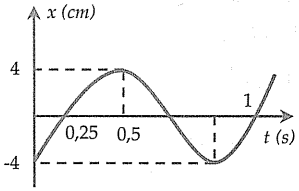
Sử dụng đường tròn ta cũng suy ra được pha ban đầu có giá trị là $\frac{\pi}{3}$.

Tại thời điểm $t=0$ ta có $F_k=-kx=-2.10^{-2}\text{ m}\Rightarrow x=2\text{cm}$ và có độ lớn F_k đang nhỏ dần (vật đang chuyển động về VTCB) nên suy ra vận tốc $v<0$.

$$\Rightarrow\begin{cases}x=A\cos\varphi=2\text{cm}\\v=-A\sin\varphi<0\end{cases}\Rightarrow\varphi=\frac{\pi}{3}$$

Vậy phương trình dao động của vật là: $x=4\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

Đáp án A.



Ví dụ 6: Một dao động điều hòa có đồ thị như hình vẽ.

Vận tốc cực đại và gia tốc cực đại có giá trị nào sau đây:

A. 8π (cm/s); $16\pi^2$ cm/s^2. B. 8π (cm/s); $8\pi^2$ cm/s^2.

C. 4π (cm/s); $16\pi^2$ cm/s^2. D. 4π (cm/s); $12\pi^2$ cm/s^2.

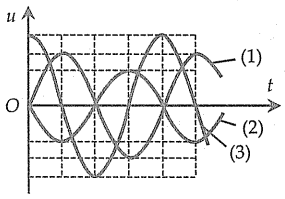
Lời giải

Để tính được vận tốc cực đại ωA và gia tốc cực đại $\omega^2 A$ ta cần tính được ω và A.

Nhìn đồ thị, ta có: Từ thời điểm 0,25 s đến thời điểm 0,5 s vật đi từ vị trí cân bằng theo chiều dương và đến biên dương.

Từ đó ta có: $\frac{T}{4}=0,5-0,25\Rightarrow\omega=2\pi\Rightarrow\begin{cases}v_{\max}=2\pi.4=8\pi\text{cm/s}\\a_{\max}=(2\pi)^2.4=16\pi^2\text{ cm/s}\end{cases}$

Đáp án A.



Ví dụ 7: Mạch điện *RLC* nối tiếp có cuộn dây thuần cảm, cường độ dòng điện trong mạch có biểu thức $i=I_0\cos\omega t$. Các đường biểu diễn hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu các phần tử *R*, *L*, *C* như hình vẽ. Các hiệu điện thế tức thời u_R, u_L, u_C theo thứ tự là:

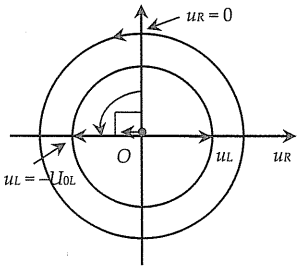
A. (1), (3), (2). B. (3), (1), (2). C. (2), (1), (3). D. (3), (2), (1).

Lời giải

Xét (1): tại thời điểm ban đầu $t=0, u=0$ và đang tăng

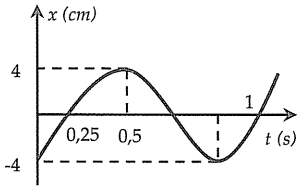
Xét (2): tại thời điểm ban đầu $t=0$, $u=0$ và đang giảm.

Từ đó suy ra (1) và (2) ngược pha. Do đó 2 đồ thị này là u_L và u_C, suy ra (3) là u_R. Bây giờ ta sẽ tìm cụ thể xem (1) là u_L hay u_C.



Xét tại thời điểm $t=\frac{T}{4}$ ta có: (3) có $u_R=0$ và đang giảm, mặt khác u_L sớm pha so với u_R nên dựa vào đường tròn ta có $u_L=-U_{0L}$. Dựa vào đồ thị suy ra (2) là đồ thị của u_L.

Đáp án D.



Ví dụ 8: Một dao động điều hòa có đồ thị như hình vẽ.

Phương trình của dao động có dạng nào sau đây:

A. $x=4\cos\left(2\pi t+\pi\right)\left(\text{cm}\right)$. B. $x=2cos\left(\pi t\right)\left(\text{cm}\right)$.

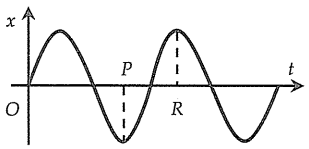
C. $x=4\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{2}\right)\left(\text{cm}\right)$. D. $x=4\cos\left(2\pi t+\frac{3\pi}{4}\right)\left(\text{cm}\right)$.

Lời giải

- Từ đồ thị ta có, tại thời điểm $t=0$ vật đang ở biên âm và xu hướng đi theo chiều dương. Suy ra pha ban đầu là π.
- Dễ thấy biên độ $A=4$ cm.
- Tính ω: Từ thời điểm 0,25 s đến thời điểm 0,5 s vật đi từ vị trí cân bằng theo chiều dương và đến biên dương. Từ đó ta có $\frac{T}{4}=0,5-0,25\Rightarrow\omega=2\pi$

Vậy phương trình dao động của vật là $x=4\cos\left(2\pi t+\pi\right)\left(\text{cm}\right)$.

Đáp án A.



Ví dụ 9: Đồ thị hình bên biểu diễn sự phụ thuộc của li độ vào thời gian của một vật dao động điều hòa. Đoạn *PR* trên trục thời gian *t* biểu thị:

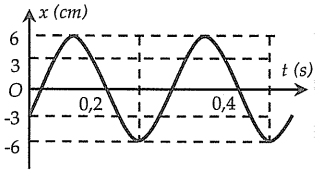
A. hai lần chu kỳ $\left(2T\right)$. B. hai lần tần số $\left(2f\right)$.

C. một nửa bước sóng $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ D. một phần hai chu kỳ $\left(\frac{T}{2}\right)$

Lời giải

Tại thời điểm ứng với vị trí *P* vật đang ở biên âm, sau đó đến thời điểm ứng với vị trí *R* vật đang ở biên dương. Khoảng thời gian này bằng $\frac{T}{2}$.

Đáp án D.



Ví dụ 10: Một chất điểm dao động điều hòa dọc theo trục Ox, với O trùng với vị trí cân bằng của chất điểm. Đường biểu diễn sự phụ thuộc li độ x của chất điểm theo thời gian t cho ở hình vẽ. Phương trình vận tốc của chất điểm là

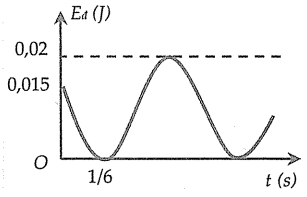
A. $v=60\pi\cos\left(10\pi t+\frac{\pi}{3}\right)\left(\text{cm/s}\right)$. B. $v=60\pi\cos\left(10\pi t-\frac{\pi}{6}\right)\left(\text{cm/s}\right)$.

C. $v=60\cos\left(10\pi t+\frac{\pi}{3}\right)\left(\text{cm/s}\right)$. D. $v=60\cos\left(10\pi t-\frac{\pi}{6}\right)\left(\text{cm/s}\right)$.

Lời giải

- Dựa vào đồ thị ta có $T=0,4-0,2=0,2\Rightarrow\omega=\frac{2\pi}{T}=10\pi$
- Tại thời điểm ban đầu vật qua vị trí −3 cm theo chiều âm, suy ra phương trình dao động của vật là: $x=6\cos\left(10\pi t-\frac{2\pi}{3}\right)\Rightarrow v=x'=60\pi\cos\left(10\pi t-\frac{\pi}{6}\right)\left(\text{cm/s}\right)$.

Đáp án B.



Ví dụ 11: Một vật có khối lượng 400 g dao động điều hòa có đồ thị động năng như hình vẽ. Tại thời điểm $t=0$ vật đang chuyển động theo chiều dương, lấy $\pi^2=10$. Phương trình dao động của vật là

A. $x=10\cos\left(\pi t+\frac{\pi}{6}\right)(\text{cm/s})$. B. $x=10\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{3}\right)(\text{cm/s})$.

C. $x=10\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(\text{cm/s})$. D. $x=5\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{3}\right)(\text{cm/s})$.

Lời giải

Dựa vào đồ thị, ta có:

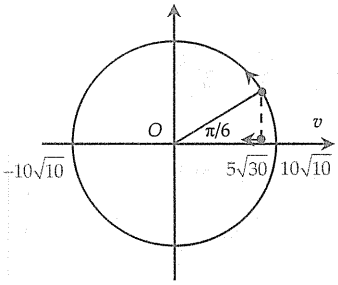
- Động năng cực đại là cơ năng và bằng 0,02 J.

$$\frac{m\omega^2A^2}{2}=\frac{mv_{\max}^2}{2}=0,02\Rightarrow v_{\max}=\frac{\sqrt{10}}{10}\text{m/s}=10\sqrt{10}\text{ cm/s}$$

- Tại thời điểm $t=0$ ta có

$$W_d=0,015\Rightarrow v=\sqrt{\frac{2W_d}{m}}=\sqrt{\frac{2.0,015}{0,4}}=\frac{\sqrt{30}}{20}\text{m/s}=5\sqrt{30}\text{ cm/s}$$

Vì vật đang chuyển động theo chiều dương nên $v=+5\sqrt{30}$ cm/s



Dựa vào đường tròn của vận tốc, ta có pha ban đầu của vận tốc là $\varphi_v=\frac{\pi}{6}$.

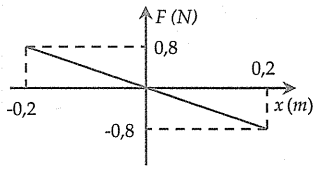
Suy ra pha ban đầu của li độ là $\varphi_x=\frac{\pi}{6}-\frac{\pi}{2}=-\frac{\pi}{3}$

- Tại thời điểm $t=\frac{1}{6}$ s thì động năng triệt tiêu $(v=0)$, do đó dựa vào đường tròn ta có: $t=\frac{1}{6}=\frac{T}{6}\Rightarrow T=1s\Rightarrow\omega=2\pi(\text{ rad/s})$

- Biên độ $A=\frac{v_{\max}}{\omega}=\frac{10\sqrt{10}}{2\pi}=5\text{cm}$

Phương trình dao động: $x=5\cos\left(2\pi t-\frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

Đáp án D.



Ví dụ 12: Một vật có khối lượng $m=0,01$ kg dao động điều hoà quanh vị trí $x=0$ dưới tác dụng của lực được chỉ ra trên đồ thị bên (hình vẽ). Chu kì dao động của vật bằng:

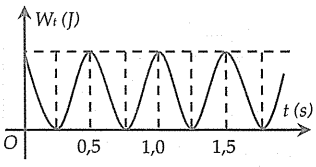
A. 0,256s. B. 0,152s. C. 0,314s. D. 1 ,255s.

Lời giải

Nhìn vào đồ thị ta có:

$$\begin{cases}F_{\max}=kA=0,8\\A=0,2\end{cases}\Rightarrow k=4\Rightarrow\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{4}{0,01}}=20\Rightarrow T=\frac{2\pi}{20}=0,314$$

Đáp án C.



Ví dụ 13: Một vật có khối lượng 1 kg dao động điều hòa xung quanh vị trí cân bằng. Đồ thị dao động của thế năng của vật như hình vẽ.

Cho $\pi^2=10$ thì biên độ dao động của vật là:

A. 60 cm. B. 3,75 cm. C. 15 cm. D. 30 cm.

Lời giải

Nhìn vào đồ thị ta có:

- Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp thế năng đạt cực đại là 0,5 s, chính là khoảng thời gian vật chuyển động từ biên này đến biên kia.

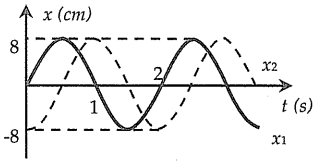
Suy ra $\frac{T}{2}=0,5\Rightarrow T=1\Rightarrow \omega=2\pi$ rad/s.

- Thế năng cực đại là cơ năng, ta có

$$W=\frac{kA^2}{2}=\frac{m\omega^2A^2}{2}\Rightarrow A=\sqrt{\frac{2W}{m\omega^2}}=\sqrt{\frac{2.0,45}{1.(2\pi)^2}}=0,15m$$

Đáp án C.

Ví dụ 14: Cho 2 dao động điều hoà $x_1;x_2$ cùng phương, cùng tần số có đồ thị như hình vẽ. Dao động tổng hợp của $x_1;x_2$ có phương trình:



A. $x=8\sqrt{2}\cos\left(\pi t-\frac{3\pi}{4}\right)(\text{cm})$. B. $x=8\sqrt{2}\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{4}\right)(\text{cm})$.

C. $x=8\sqrt{2}\cos\left(2\pi t-\frac{3\pi}{4}\right)(\text{cm})$. D. $x=8\sqrt{2}\cos\left(2\pi t-\frac{5\pi}{4}\right)(\text{cm})$.

Lời giải

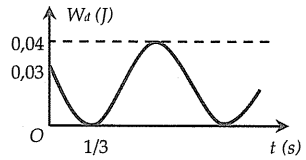
Dựa vào đồ thị ta có:

$$T=2\Rightarrow\omega=\pi\Rightarrow\begin{cases}x_1=8\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{2}\right)\\ x_2=8\cos(\pi t+\pi)\end{cases}\Rightarrow x=x_1+x_2=8\sqrt{2}\cos\left(\pi t-\frac{3\pi}{4}\right)$$

Ta viết được như vậy là do dựa vào đồ thị ta thấy tại thời điểm ban đầu thì x_1 đang ở vị trí cân bằng, đi theo chiều dương, nên pha ban đầu là $-\frac{\pi}{2}$; còn x_2 đang ở vị trí biên âm nên pha ban đầu là π.

Đáp án A.

Ví dụ 15: Một vật có khối lượng 400 g dao động điều hoà có đồ thị động năng như hình vẽ. Tại thời điểm $t=0$ vật đang chuyển động theo chiều dương, lấy $\pi^2=10$. Phương trình dao động của vật là:



A. $x=10\sqrt{2}\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$. B. $x=10\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

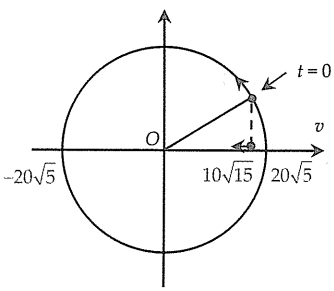
C. $x=10\sqrt{2}\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$. D. $x=10\cos\left(2\pi t+\frac{2\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

Lời giải

Dựa vào đồ thị, ta có:

- Động năng cực đại là cơ năng và bằng 0,04 J.

$$\frac{m\omega^2A^2}{2}=\frac{mv_{\max}^2}{2}=0,04\Rightarrow v_{\max}=\frac{\sqrt{5}}{5}\text{m/s}=20\sqrt{5}\text{ cm/s}$$



- Tại thời điểm $t=0$ ta có:

$$W_d=0,03\Rightarrow|v|=\sqrt{\frac{2W_d}{m}}=\sqrt{\frac{2.0,03}{0,4}}=\frac{\sqrt{15}}{10}\text{m/s}=10\sqrt{15}\text{ cm/s}$$

Vì vật đang chuyển động theo chiều dương nên $v=+10\sqrt{15}$ cm/s, nhìn đồ thị ta thấy sau thời điểm $t=0$ thì động năng giảm, nên tốc độ giảm. Do đó dựa vào đường tròn của vận tốc, ta có pha ban đầu của vận tốc là $\varphi_v=\frac{\pi}{6}$.

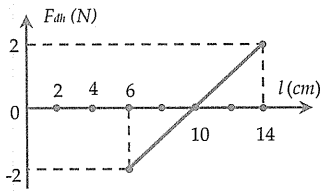
Suy ra pha ban đầu của li độ là $\varphi_x = \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{3}$

- Tại thời điểm $t = \frac{1}{3}s$ thì động năng triệt tiêu (v = 0), do đó dựa vào đường tròn ta có: $t = \frac{1}{3} = \frac{T}{6} \Rightarrow T = 2s \Rightarrow \omega = \pi\,(\text{rad/s})$

- Biên độ $A = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{20\sqrt{5}}{\pi} = 10\sqrt{2}\,\text{cm}$

Phương trình dao động: $x = 10\sqrt{2}\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

Đáp án A.



Ví dụ 16: Một con lắc lò xo đang dao động điều hòa mà lực đàn hồi và chiều dài của lò xo có mối liên hệ được cho bởi đồ thị hình vẽ. Độ cứng của lò xo bằng:

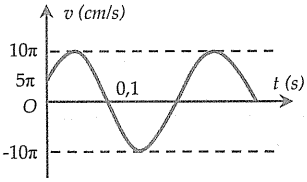
A. 100 N/m. B. 150 N/m. C. 50 N/m. D. 200 N/m.

Lời giải

Dựa vào đồ thị ta có

$$\begin{cases} F_{dh-\max} = k(\Delta l + A) = 2 \\ F_{dh-\min} = k(\Delta l - A) = -2 \\ l_{\max} = l_0 + \Delta l + A = 14 \\ l_{\min} = l_0 + \Delta l - A = 6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2} = 4 \\ F_{dh-\max} - F_{dh-\min} = 2kA = 4 \end{cases} \Rightarrow k = \frac{2}{A} = \frac{2}{0,04} = 50\,\text{N/m}$$

Đáp án C.



Ví dụ 17: Một vật dao động điều hòa có đồ thị vận tốc – thời gian như hình vẽ. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 1,2\cos\left(\frac{25\pi}{3}t - \frac{5\pi}{6}\right)(\text{cm})$. B. $x = 1,2\cos\left(\frac{25\pi}{3}t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

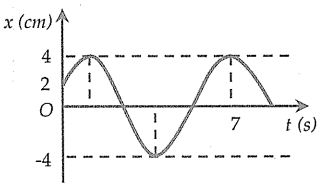
C. $x = 2,4\cos\left(\frac{10\pi}{3}t + \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$. D. $x = 1,2\cos\left(\frac{10\pi}{3}t + \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$.

Lời giải

Dựa vào đồ thị ta có

$$\begin{cases} \frac{T}{6} + \frac{T}{4} = 0,1 \Rightarrow \omega = \frac{25\pi}{3} \\ v = 10\cos\left(\frac{25\pi}{3}t - \frac{\pi}{3}\right) \end{cases} \Rightarrow x = \frac{10\pi}{\frac{25\pi}{3}}\cos\left(\frac{25\pi}{3}t - \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right) = 1,2\cos\left(\frac{25\pi}{3}t - \frac{5\pi}{6}\right)$$

Đáp án A.



Ví dụ 18: Đồ thị li độ của một vật dao động điều hòa có dạng như hình vẽ. Phương trình dao động của vật là:

A. $x = 4\cos\frac{\pi}{3}\left(t - \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$. B. $x = 4\cos\frac{\pi}{3}(t-1)(\text{cm})$.

C. $x = 4\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$. D. $x = 4\cos\frac{\pi}{3}\left(\frac{2\pi}{7}t - \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

Lời giải

Dựa vào đồ thị ta có:

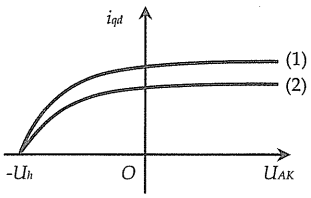
- Tại thời điểm ban đầu, chất điểm đi qua vị trí $x = 2\,\text{cm}$ theo chiều dương, suy ra pha ban đầu là $-\frac{\pi}{3}$.

- Thời gian vật đi từ vị trí ban đầu đến biên dương lần thứ hai là:

$$\frac{T}{6}+T=7\Rightarrow T=6\Rightarrow \omega=\frac{2\pi}{6}=\frac{\pi}{3}\left(\text{rad/s}\right)$$

Vậy phương trình dao động của vật là $x=4\cos\frac{\pi}{3}(t-1)(\text{cm})$.

Đáp án B.



Ví dụ 19: Hình vẽ bên là hai đường đặc trưng vôn-ampe của một tế bào quang điện. Trong cả hai trường hợp thì tế bào được chiếu sáng bởi ánh sáng đơn sắc. So sánh các đường cong có thể nhận xét rằng: Đường cong (1) ứng với ánh sáng chiếu vào tế bào quang điện:

A. Cường độ nhỏ hơn và tần số như nhau.

B. Cường độ lớn hơn và tần số lớn hơn.

C. Cường độ nhỏ hơn và tần số nhỏ hơn.

D. Cường độ lớn hơn và tần số như nhau.

Lời giải

Theo công thức Einstein về hiện tượng quang điện, ta có

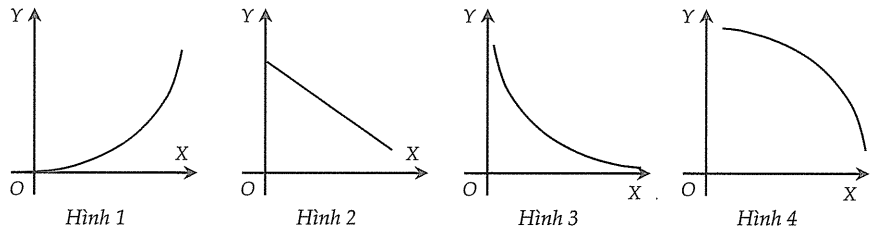
$$hf=A+eU_h(*).$$

Dựa vào đồ thị ta thấy hiệu điện thế hãm là như nhau, nên từ (*) suy ra ánh sáng chiếu vào tế bào quang điện có cùng năng lượng *hf*, hay nói cách khác là cùng tần số.

Cường độ dòng quang điện bão hòa của (1) lớn hơn (2) nên theo định luật II quang điện, cường độ chùm sáng kích thích của (1) lớn hơn cường độ sáng kích thích của (2).

Đáp án D.

Ví dụ 20: Một chất phóng xạ có số nguyên tử ban đầu $(t=0)$ là N_0, số nguyên tử chất phóng xạ vào thời điểm t là N_t. Trong các đồ thị sau đây, đồ thị nào biểu thị sự phụ thuộc của $\ln N_t$ vào thời điểm t $(Y=\ln N_t, X=t)$.



Hình 1 *Hình 2* *Hình 3* *Hình 4*

A. Hình 3. B. Hình 2. C. Hình 4. D. Hình 1.

Lời giải

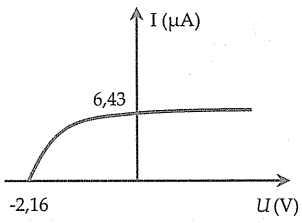
Ta có: $N_t=N_0.2^{-\frac{t}{T}}$

$$\Rightarrow \ln N_t=\ln\left(N_0.2^{-\frac{t}{T}}\right)=\ln N_0-\frac{t}{T}\ln 2$$

$$\Rightarrow Y=\ln N_0-\frac{\ln 2}{T}.X$$

Từ đó suy ra đồ thị phụ thuộc Y vào X có dạng đường thẳng.

Đáp án B.



Ví dụ 21: Một chùm bức xạ bước sóng λ, có công suất P chiếu vào bề mặt catot của 1 tế bào quang điện. Ta thu được đường đặc trưng vôn – ampe như hình vẽ. Kim loại làm catot có công thoát 2,4 (eV) và hiệu suất quang điện là 0,005. Dựa vào số liệu của đồ thị bên để tính bước sóng λ và công suất P.

A. $\lambda=0,27\mu m, P=5,9mW$. B. $\lambda=0,27\mu m, P=4,9mW$.

C. $\lambda=0,25\mu m, P=4,9mW$. D. $\lambda=0,25\mu m, P=5,9mW$.

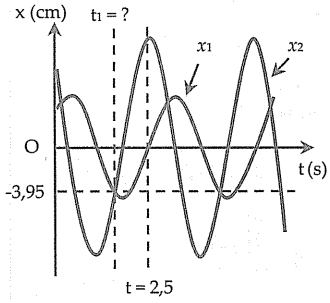
Lời giải

Dựa vào đồ thị ta có: $U_h=2,16\Rightarrow\dfrac{hc}{\lambda}=(U_h+A)e\Rightarrow\lambda=\dfrac{hc}{(U_h+A)e}=0,27\mu m$

Ta có $\begin{cases}I_{bh}=n_e.e\Rightarrow n_e=\dfrac{I_{bh}}{e}=\dfrac{6,43.10^{-6}}{1,6.10^{-19}}=4,01875.10^3\\ H=\dfrac{n_e}{N}\end{cases}$

$\Rightarrow N=\dfrac{n_e}{H}=\dfrac{4,01875.10^3}{0,005}=8,0375.10^{15}$

Đáp án A.



Ví dụ 22: Một chất điểm thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương cùng chu kì T và có cùng trục tọa độ Oxt có phương trình dao động điều hòa lần lượt là $x_1=A_1\cos(\omega t+\varphi_1)(cm)$ và $x_2=v_1T(cm)$ được biểu diễn trên đồ thị như hình vẽ. Biết tốc độ dao động cực đại của chất điểm bằng 53,4 (cm/s). Giá trị của $\dfrac{t_1}{T}$ gần với giá trị nào nhất sau đây?

A. 0,56. B. 0,52. C. 0,75. D. 0,64.

Lời giải

Cách 1: Đọc đồ thị và giải đại số

Ta có thể tóm lược các dữ kiện đề bài từ đồ thị và các phương trình:

Phương trình dao động các vật: $\begin{cases}x_1=A_1\cos(\omega t+\varphi)\\ x_2=v_1T=(x_1)'T=-2\pi A_1\sin(\omega t+\varphi_1)\end{cases}$

Nhìn vào đồ thị: tại thời điểm t_1, hai vật gặp nhau ở tọa độ $x=-3,95$, tại thời điểm $t=2,5$ (s) vật 1 đang ở vị trí cân bằng theo chiều dương, vật 2 đang ở vị trí biên dương.

Xét tại thời điểm t_1 thì $x_1=x_2$. Điều này tương đương

Tại thời điểm $t=2,5(s)$ thì $\begin{cases}x_1=0\\ v_1>0\end{cases}\Rightarrow\omega t+\varphi_1=-\dfrac{\pi}{2}$

Từ đó ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases}\omega t_1+\varphi_1=\arctan\left(-\dfrac{1}{2\pi}\right)+k\pi\\ \omega t+\varphi_1=-\dfrac{\pi}{2}\end{cases}\Rightarrow\omega(t_1-t)=\arctan\left(-\dfrac{1}{2\pi}\right)+\dfrac{\pi}{2}+k\pi$$

Ta thấy hai thời điểm t_1 và t là hai thời điểm gần nhau nhất và $t_1<t=2,5$ nên ta tìm được $k=-1$. Từ đó ta có: $t_1=\dfrac{\arctan\left(-\dfrac{1}{2\pi}\right)-\dfrac{\pi}{2}}{\omega}+2,5$

Mặt khác ta cũng có $v_{max} = \omega.A_{th}$ (ở đây A_{th} là biên độ của dao động tổng hợp).

Hai dao động trên vuông pha với nhau nên $A_{th} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = A_1\sqrt{1+4\pi^2}$

Do vậy nên: $v_{max} = \omega A_1\sqrt{1+4\pi^2} \Rightarrow A_1 = \dfrac{v_{max}}{\omega\sqrt{1+4\pi^2}}$

Thay vào phương trình x_2 ta suy ra:

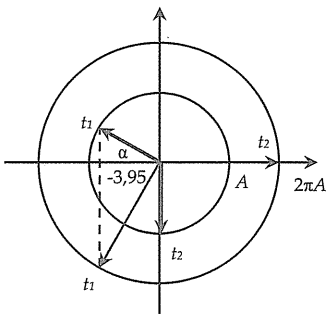
$$x_2 = -2\pi\frac{v_{max}}{\omega\sqrt{1+4\pi^2}}\sin\left(\arctan\left(-\frac{1}{2\pi}\right)\right) = -3,95 \Rightarrow \omega = \frac{-2\pi v_{max}.\sin\left(\arctan\left(-\frac{1}{2\pi}\right)\right)}{-3,95\sqrt{1+4k^2}}$$

Bằng máy tính ta tính được $\omega \approx 2,1\ (\text{rad/s}) \Rightarrow T \approx 2,994(\text{s})$

Thay vào phương trình tính t_1 ta tính được $t_1 \approx 1,676\ (\text{s})$.

Từ đó ta có tỉ lệ $\delta = \dfrac{t_1}{T} \approx 0,56$.

Cách 2: Sử dụng đường tròn



Ta có: $x_1 = x_2 \Leftrightarrow A\cos\alpha = 2\pi A\sin\alpha = 3,95 \Leftrightarrow \begin{cases} \tan\alpha = \dfrac{1}{2\pi} \Rightarrow \alpha = 9^0 \\ A = \dfrac{3,95}{\cos 9^0} = 4(\text{cm}) \end{cases}$

Mặt khác hai dao động vuông pha nên

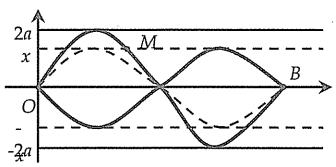
$$v_{max} = \frac{2\pi}{T}A\sqrt{1+4\pi^2} = 53,4 \Rightarrow T = 2,994(\text{s})$$

Từ t_1 đến t_2 vec-tơ quay quét được một góc bằng 99^o trên đường tròn lượng giác

$$\frac{2\pi}{T}(2,5 - t_1) = \frac{99^0}{180^0}\pi \Rightarrow t_1 = 1,67665(s) \Rightarrow \frac{t_1}{T} = 0,56$$

Đáp án A.

Ví dụ 23: Sóng dừng trên sợi dây đàn hồi OB chiều dài L mô tả như hình bên. Điểm O trùng với gốc tọa độ của trục tung. Sóng tới điểm B có biên độ *A*. Thời điểm ban đầu hình ảnh sóng là đường nét liền đậm, sau thời gian Δt và 5Δt thì hình ảnh sóng lần lượt là đường nét đứt và đường nét liền mờ. Biết rằng trạng thái đường nét liền mờ của dây là sợi dây không duỗi (tức là mọi điểm đang có xu hướng đi về vị trí biên âm), tốc độ truyền sóng là *v*. Tốc độ dao động cực đại của điểm M được tính theo công thức nào dưới đây?



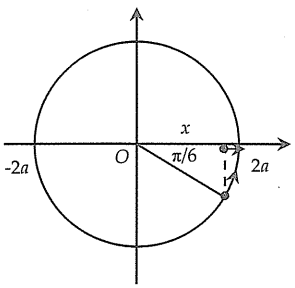
A. $2\pi\dfrac{va}{L}$ B. $\pi\dfrac{va}{L}$ C. $2\pi\sqrt{3}\dfrac{va}{L}$ D. $\pi\sqrt{3}\dfrac{va}{2L}$

Lời giải

Điểm bụng có biên độ 2*a*

Từ đồ thị ta thấy đi từ li độ 2*a* đến li độ -2*a* hết thời gian *T*/2.

Từ đây suy ra $\Delta t + 5\Delta t = 6\Delta t = \dfrac{T}{2}$. Từ đây suy ra $\Delta t = \dfrac{T}{12}$



Vẽ đường tròn lượng giác ra, tương ứng ta có $x = 2a.\dfrac{\sqrt{3}}{2}$

Điểm M có biên độ $A_M = x = a\sqrt{3}$

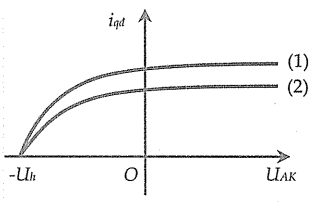
Mặt khác bước sóng $\lambda = L = v.T = \dfrac{2\pi v}{\omega}$ nên tần số góc $\omega = \dfrac{2\pi v}{L}$

Vậy tốc độ dao động cực đại của điểm M là $v_{max} = \omega.A_M = 2\pi\sqrt{3}\frac{va}{L}$

Đáp án C.

Mở rộng: Nếu ở trạng thái đường nét liền mà sợi dây đang duỗi (tức là mọi điểm đang có xu hướng đi về vị trí cân bằng thì $\Delta t = \frac{T}{8}$, từ đó biên độ của điểm M là $A_M = x = a\sqrt{2}$

Tương ứng ta có tốc độ cực đại của điểm M là $v_{max} = \omega.A_M = 2\pi\sqrt{2}\frac{va}{L}$



Ví dụ 24: Hình vẽ trong bài là đồ thị ghi được trong kết quả của thí nghiệm với tế bào quang điện. Hãy chọn phương án đúng:

A. Đó là đặc tuyến vôn-ampe của một tế bào quang điện với hai loại ánh sáng đơn sắc khác nhau có cùng cường độ.

B. Đó là đặc tuyến vôn-ampe của một tế bào quang điện với hai chế độ chiếu sáng khác nhau của một loại ánh sáng đơn sắc.

C. Đó là đặc tuyến vôn-ampe của hai tế bào quang điện được chiếu sáng bởi một loại ánh sáng đơn sắc có cường độ khác nhau.

D. Đó là đặc tuyến vôn-ampe của hai tế bào quang điện được chiếu sáng bởi hai loại ánh sáng đơn sắc khác nhau có cùng cường độ.

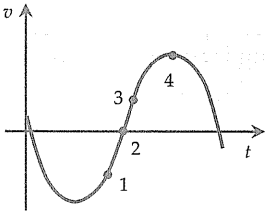
Lời giải

Nhìn vào đồ thị ta thấy:

+ Hai đường cong cùng xuất phát từ một giá trị $-U_h$ nên ánh sáng đơn sắc được dùng giống nhau.

+ Hai đường cong có một phần song song với nhau, khác nhau về cường độ dòng điện bão hòa, do đó cường độ chiếu sáng khác nhau. Đó là đặc tuyến vôn-ampe của hai tế bào quang điện được chiếu sáng bởi một loại ánh sáng đơn sắc có cường độ khác nhau.

Đáp án C.



Ví dụ 25: Đồ thị vận tốc - thời gian của một dao động điều hòa được cho trên hình vẽ. Chọn câu đúng:

A. Tại vị trí 3 gia tốc của vật âm. B. Tại vị trí 2 li độ của vật dương.

C. Tại vị trí 4 gia tốc của vật dương. D. Tại vị trí 1 li độ có giá trị âm.

Lời giải

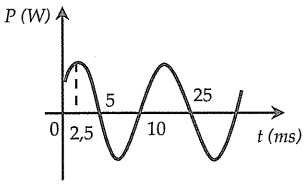
Nhìn vào đồ thị ta có, tại vị trí 1 vận tốc có giá trị âm và đang có xu hướng đến 2 (vận tốc bằng 0), suy ra vật đang đi theo chiều âm và xu hướng về biên âm. Điều này chỉ xảy ra khi vật có li độ âm. Suy ra D đúng.

Tại vị trí 2, vận tốc bằng 0 và đang tăng, suy ra vật đang ở biên âm. Suy ra B sai.

Tại vị trí 3, vận tốc dương và đang tăng, nên suy ra vật đang đi trong khoảng từ $-A$ đến O theo chiều dương. Suy ra li độ của vật âm, gia tốc dương. Suy ra A sai.

Tại vị trí 4, vận tốc lớn nhất nên vật đang ở vị trí cân bằng đi theo chiều dương, suy ra li độ bằng 0, suy ra gia tốc bằng 0. Suy ra C sai.

Đáp án D.



Ví dụ 26: Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của công suất điện tức thời vào thời gian được thể hiện qua đồ thị (hình vẽ). Biết rằng hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch là $u=100\sqrt{2}\cos\left(\omega t-\dfrac{\pi}{3}\right)(\text{V})$ mạch gồm điện trở $R=100\Omega$, cuộn cảm thuần L và tụ điện có điện dung C, mạch có tính cảm kháng. Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch là:

A. $i=\cos\left(50\pi t-\dfrac{7\pi}{12}\right)(\text{A})$.

B. $i=\cos\left(100\pi t-\dfrac{7\pi}{12}\right)(\text{A})$.

C. $i=\cos\left(100\pi t-\dfrac{\pi}{12}\right)(\text{A})$.

D. $i=\cos\left(50\pi t-\dfrac{\pi}{12}\right)(\text{A})$.

Lời giải

Giả sử $\begin{cases}U=U_0\cos\left(\omega t+\varphi_{ui}\right)\\ i=I_0\cos\left(\omega t\right)\end{cases}\Rightarrow P=ui=U_0\cos\left(\omega t+\varphi_{ui}\right).I_0\cos\left(\omega t\right)$

Từ đó ta có: $P=\dfrac{U_0I_0}{2}\left[\cos\varphi_{ui}+\cos\left(2\omega t+\varphi_{ui}\right)\right]$

Ta có $P>0$ khi $\cos\left(2\omega t+\varphi_{ui}\right)>-\cos\varphi_{ui}$ từ đó dựa vào đường tròn ta có thời gian trong 1 chu kì của công suất P để $P>0$ là $\Delta t=\dfrac{2\pi-2\left|\varphi_{ui}\right|}{\omega_P}=\dfrac{2\left(\pi-\left|\varphi_{ui}\right|\right)}{\omega_P}$

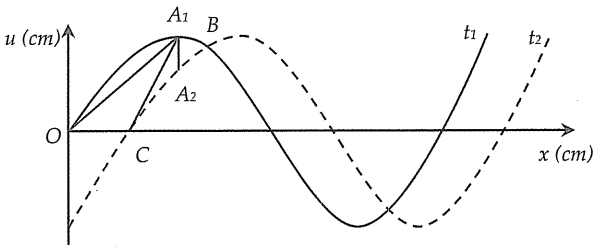
Dựa vào đồ thị ta có $\begin{cases}\Delta t=\left(25-10\right).10^{-3}=15.10^{-3}\\ \omega_P=\dfrac{2\pi}{T_P}=\dfrac{2\pi}{\left(25-5\right).10^{-3}}=100\pi\end{cases}$

Thay vào biểu thức trên ta tính được. Theo bài ra mạch có tính cảm kháng nên ta có: $\varphi_{ui}=\dfrac{\pi}{4}\Rightarrow\dfrac{R}{Z}=\cos\dfrac{\pi}{4}\Rightarrow Z=R\sqrt{2}=100\sqrt{2}\left(\Omega\right)\Rightarrow I_0=\dfrac{U_0}{Z}=\dfrac{100\sqrt{2}}{100\sqrt{2}}=1\left(\text{A}\right)$

Tần số góc của dòng điện $\omega=\dfrac{\omega_p}{2}=50\pi$ nên biểu thức cường độ dòng điện qua mạch là: $i=\cos\left(50\pi t-\dfrac{\pi}{3}-\dfrac{\pi}{4}\right)=\cos\left(50\pi t-\dfrac{7\pi}{12}\right)(\text{A})$

Đáp án A

Ví dụ 27: Tại điểm O trên mặt nước có một nguồn sóng đang lan truyền với bước sóng là λ, tốc độ truyền sóng là v và biên độ là a gắn với trục tọa độ như hình vẽ.



Tại thời điểm t_1 sóng có dạng nét liền và tại thời điểm t_2 sóng có dạng nét đứt.

Biết $u_{A1}^{\ 2}=u_B^{\ 2}+u_{A2}^{\ 2}$ và $v_C=-\dfrac{\pi}{2}v$, A_1, A_2 có cùng vị trí trên phương truyền sóng.

Góc A_1CO gần với giá trị nào nhất sau đây?

A. $107,3^0$. B. $106,1^0$. C. $108,5^0$. D. $109,7^0$.

Lời giải

Gọi A_3 và B_3 là hình chiếu của A_1 và B trên Ox

Điểm C đang ở vị trí cân bằng nên ta có $v_C = \frac{\pi v}{2} = \omega a = \frac{2\pi}{T}a \Rightarrow a = \frac{\lambda}{4}$

Xét thời điểm từ t_1 tới t_2 : + Điểm B dao động từ u_B đến biên rồi lại về u_B

+ Điểm A_1 dao động đến A_2

Kết hợp với điều kiện $u_{A_1}^2 = u_B^2 + u_{A_2}^2$ ta suy ra các đại lượng:

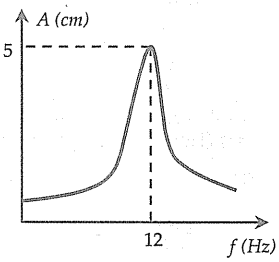
+) $\Delta t = \frac{T}{6}, u_{A_2} = \frac{a}{2}, u_B = \frac{a\sqrt{3}}{2}, u_{A_1} = a$

+) $OC = \frac{\lambda}{6}, OA_3 = \frac{\lambda}{4}, CA_3 = \frac{\lambda}{12}$

+) $OA_1 = 0,25\sqrt{2}\lambda, CA_1 = \sqrt{\frac{1}{144}\lambda^2 + (0,25)^2\lambda^2} = \frac{\sqrt{10}}{12}\lambda$

Khi đó $\cos\widehat{A_1CO} = \frac{CA_1^2 + OC^2 - OA_1^2}{2CA_1OC} = -\frac{1}{\sqrt{10}} \Rightarrow \widehat{A_1CO} \approx 108,5^0$

Đáp án C.



Ví dụ 28: Một vật nặng được gắn vào một lò xo có độ cứng 40 N/m thực hiện dao động cưỡng bức. Sự phụ thuộc của biên độ dao động này vào tần số của lực cưỡng bức được biểu diễn như trên hình vẽ. Hãy xác định năng lượng toàn phần của hệ khi cộng hưởng.

A. 5.10^{-2} J. B. 10^{-1} J. C. $1,25.10^{-2}$ J. D. 2.10^{-2} J.

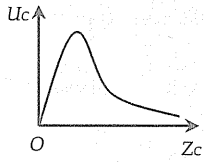
Lời giải

Năng lượng toàn phần của hệ khi cộng hưởng:

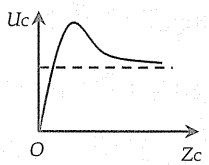
$$W = \frac{1}{2}kA_{max}^2 = \frac{1}{2}.40.\left(\frac{5}{100}\right)^2 = 5.10^{-2}(J)$$

Đáp án A.

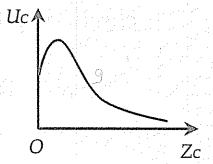
Ví dụ 29: Cho mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần R, cuộn thuần cảm có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Hiệu điện thế đặt vào hai đầu mạch là $u = U\sqrt{2}\sin\omega t$, với U và ω không đổi. Đồ thị nào biểu diễn đúng nhất sự phụ thuộc của hiệu điện thế hiệu dụng trên tụ điện vào dung kháng?



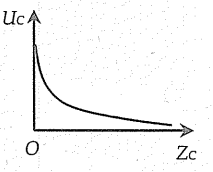
Đồ thị A



Đồ thị B



Đồ thị C



Đồ thị D

A. Đồ thị A. B. Đồ thị B. C. Đồ thị C. D. Đồ thị D.

Lời giải

Hiệu điện thế hiệu dụng trên tụ điện $U_C = I.Z_C = \frac{U.Z_C}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$

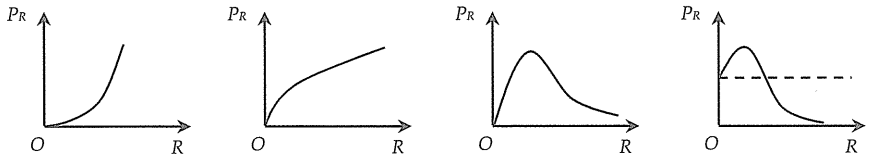
+ Khi $Z_C = 0 \Rightarrow U_C = 0$

+ Khi $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^1}{Z_L}$ lớn nhất

+ Khi $Z_C \to \infty$ thì $U_C \to U$

Đáp án B.

Ví dụ 30: Một mạch điện không phân nhánh gồm một cuộn thuần cảm L, một tụ điện C và một biến trở R được mắc vào một hiệu điện thế xoay chiều $u=200\sqrt{2}\sin 100\pi t(\mathrm{V})$. Đồ thị nào sau đây mô tả tốt nhất sự phụ thuộc của công suất của mạch điện theo R?



Đồ thị A *Đồ thị B* *Đồ thị C* *Đồ thị D*

A. Đồ thị A. B. Đồ thị B. C. Đồ thị C. D. Đồ thị D.

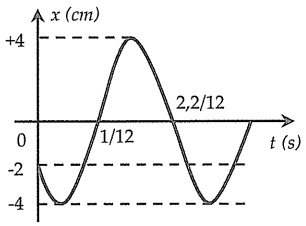
Lời giải

+ Khi $R=0$, mạch gồm cuộn dây thuần cảm và tụ điện nên không tiêu thụ điện năng, hay nói cách khác, công suất tỏa nhiệt trên mạch bằng 0

+ Khi $R=R_0=|Z_L-Z_C|$ thì công suất tỏa nhiệt trên mạch lớn nhất

+ Khi R tiến tới vô cùng thì công suất tiến dần tới 0.

Đáp án C.



Ví dụ 31: Hình vẽ là đồ thị biểu diễn độ dời dao động x theo thời gian t của một vật dao động điều hòa. Viết phương trình dao động của vật.

A. $x=4\cos\left(10\pi t+\frac{2\pi}{3}\right)(\mathrm{cm})$. B. $x=4\cos\left(10\pi t-\frac{2\pi}{3}\right)(\mathrm{cm})$.

C. $x=4\cos\left(10t+\frac{5\pi}{6}\right)(\mathrm{cm})$. D. $x=4\cos\left(20t+\frac{\pi}{3}\right)(\mathrm{cm})$.

Lời giải

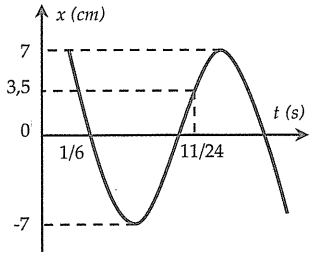
Nhìn vào đồ thị ta thấy:

+ Biên độ của vật bằng 4 cm.

+ Hai lần liên tiếp vật đi qua vị trí cân bằng là $t=\frac{2,2}{12}-\frac{1}{12}=0,1(\mathrm{s})$. Mà khoảng thời gian vật đi qua vị trí cân bằng hai lần liên tiếp là một nửa chu kì nên ta có chu kì dao động $T=0,2(s)$, do đó tần số góc của dao động $\omega=\frac{2\pi}{T}=10\pi\,(\mathrm{rad/s})$.

+ Tại thời điểm $t=0$, vật qua vị trí $x=-2$ theo chiều âm nên pha ban đầu là $\frac{2\pi}{3}$.

Đáp án A.



Ví dụ 32: Một con lắc lò xo có vật nặng khối lượng $m=0,2$ kg dao động điều hòa dọc trục Ox. Đồ thị li độ - thời gian của vật như hình bên. Tính đến thời điểm vật qua li độ $x=-3,5\sqrt{3}$ cm theo chiều dương lần thứ 3 thì vật đi được quãng đường là

A. $84-7\sqrt{3}$ cm. B. $84-3,5\sqrt{3}$ cm. C. $84+7\sqrt{3}$ cm. D. $84+3,5\sqrt{3}$ cm.

Lời giải

Giả sử phương trình dao động có dạng $x=A\cos(\omega t+\varphi)$. Từ đồ thị li độ ta có

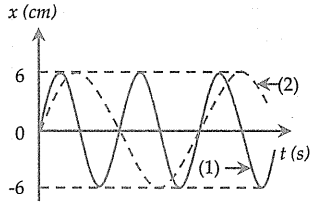
$$\begin{cases}A=7\mathrm{cm}\\ \frac{T}{2}+\frac{T}{12}=\frac{11}{24}-\frac{1}{6}\end{cases}\Rightarrow T=\frac{1}{2}\mathrm{s}\Rightarrow\omega=4\pi\Rightarrow x=7\cos(4\pi t+\varphi)$$

Từ đồ thị ta có: $\begin{cases} t=\dfrac{11}{24}s \\ x=3,5=\dfrac{A}{2} \\ v>0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 7\cos\left(4\pi.\dfrac{11}{24}+\varphi\right)=3,5 \\ -28\pi\left(4\pi.\dfrac{11}{24}+\varphi\right)>0 \end{cases} \Rightarrow \varphi=-\dfrac{\pi}{6} \Rightarrow \begin{cases} x_0=\dfrac{A\sqrt{3}}{2} \\ v_0>0 \end{cases}$

Suy ra quãng đường vật đi được là

$$S=\left(A-\frac{A\sqrt{3}}{2}\right)+2A+\left(A-\frac{A\sqrt{3}}{2}\right)+2.4A=12A-A\sqrt{3}=84-7\sqrt{3}(\text{cm})$$

Đáp án A.



Ví dụ 33: Đồ thị li độ theo thời gian của chất điểm 1 (đường 1) và chất điểm 2 (đường 2) như hình vẽ, tốc độ cực đại của chất điểm 2 là 4π (cm/s). Không kể thời điểm $t=0$, thời điểm hai chất điểm có cùng li độ lần thứ 5 là

A. 4,0 s. B. 3,25 s. C. 3,75 s. D. 3,5 s.

Lời giải

Ta có $\omega_2=\dfrac{v_{2\max}}{A}=\dfrac{4\pi}{6}=\dfrac{2\pi}{3}(\text{rad/s})$

- Nhìn đồ thị ta có $T_2=2T_1$ suy ra $\omega_1=2\omega_2=\dfrac{4\pi}{3}$ (rad/s).

- Chất điểm 1: Tại $t=0$ vật đi qua cân bằng theo chiều dương, nên phương trình dao động của chất điểm 1 là: $x_1=6\cos\left(\dfrac{4\pi}{3}t-\dfrac{\pi}{2}\right)$cm

- Chất điểm 2: Tại $t=0$ vật đi qua cân bằng theo chiều dương, nên phương trình dao động của chất điểm 2 là: $x_2=6\cos\left(\dfrac{2\pi}{3}t-\dfrac{\pi}{2}\right)$cm

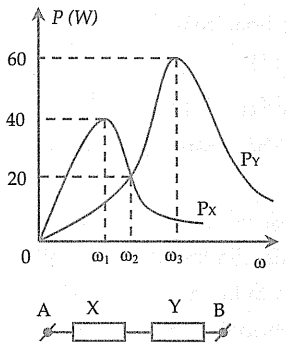
- Hai chất điểm có cùng li độ khi $x_1=x_2$ tương đương

- Nhìn đồ thị, ta thấy trong khoảng thời gian từ $0<t<T_2+\dfrac{T_2}{4}=3+\dfrac{3}{4}=3,75$s thì hai đồ thị cắt nhau 5 lần. Do đó

$$\begin{cases} 0<t=3k<3,75 \\ 0<t=0,5+m<3,75 \end{cases} \Rightarrow \begin{bmatrix} 0<k<1,25 \\ -0,5<m<3,25 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} k=1 \\ m=0;1;2;3 \end{bmatrix}$$

- Thời điểm hai chất điểm có cùng li độ lần 5 ứng với $m=3$, tức là $t=0,5+3=3,5$s.

Đáp án D.



Ví dụ 34: Lần lượt đặt điện áp $u=U\sqrt{2}\cos\omega t$ (U không đổi, ω thay đổi được) vào hai đầu của đoạn mạch X và vào hai đầu của đoạn mạch Y; với X và Y là các đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp. Trên hình vẽ, P_X và P_Y lần lượt biểu diễn quan hệ công suất tiêu thụ của X với ω và của Y với ω. Sau đó, đặt điện áp u lên hai đầu đoạn mạch AB gồm X và Y mắc nối tiếp. Biết cảm kháng của hai cuộn cảm thuần mắc nối tiếp (có cảm kháng Z_{L1} và Z_{L2}) là $Z_L=Z_{L1}+Z_{L2}$ và dung kháng của hai tụ điện mắc nối tiếp (có dung kháng Z_{C1} và Z_{C2}) là $Z_C=Z_{C1}+Z_{C2}$. Khi $\omega=\omega_2$, công suất tiêu thụ của đoạn mạch AB có giá trị gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 14 W. B. 10 W. C. 22 W. D. 18 W.

Lời giải

Dựa và đồ thị ta có:

- Khi $\omega=\omega_1$ thì công suất trên đoạn mạch X đạt giá trị cực đại, tức là $\frac{U^2}{R_1}=40$

- Khi $\omega=\omega_3$ thì công suất trên đoạn mạch Y đạt giá trị cực đại, tức là $\frac{U^2}{R_2}=60$

Từ đó ta có $2R_1=3R_2(1)$

- Khi $\omega=\omega_2$

+ Đối với đoạn mạch X: $P_X=R_1\frac{U^2}{R_1^2+\left(Z_{L_1}-Z_{C_1}\right)^2}=R_1\frac{40R_1}{R_1^2+\left(Z_{L_1}-Z_{C_1}\right)^2}=20(2)$

+ Đối với đoạn mạch Y: $P_Y=R_2\frac{U^2}{R_2^2+\left(Z_{L_2}-Z_{C_2}\right)^2}=R_2\frac{40R_2}{R_2^2+\left(Z_{L_2}-Z_{C_2}\right)^2}=20(3)$

+ Đối với đoạn mạch gồm X và Y nối tiếp:

$$P_{XY}=\left(R_1+R_2\right)\frac{U^2}{\left(R_1+R_2\right)^2+\left(Z_{L_1}+Z_{L_2}-Z_{C_2}-Z_{C_2}\right)^2}$$

$$=\left(R_1+R_2\right)\frac{40R_1}{\left(R_1+R_2\right)^2+\left(Z_{L_1}+Z_{L_2}-Z_{C_2}-Z_{C_2}\right)^2}(4)$$

Chuẩn hóa cho $R_1=1$, từ (1) ta có $R_2=\frac{2}{3}$. Từ (2) và chú ý khi $\omega=\omega_2$ thì mạch X có tính cảm kháng nên ta có $\frac{40}{1+\left(Z_{L_1}-Z_{C_2}\right)^2}=20\Rightarrow Z_{L_1}-Z_{C_2}=1$

Từ (3) và chú ý khi $\omega=\omega_2$ thì mạch Y có tính dung kháng nên ta có:

$$\frac{60\left(\frac{2}{3}\right)^2}{\left(\frac{2}{3}\right)^2+\left(Z_{L_1}-Z_{C_2}\right)^2}=20\Rightarrow Z_{L_1}-Z_{C_2}=-\frac{2\sqrt{2}}{3}$$

Vậy $P_{XY}=\left(1+\frac{2}{3}\right)\frac{40}{\left(1+\frac{2}{3}\right)^2+\left(1-\frac{2\sqrt{2}}{3}\right)^2}=23,97(\text{W})$

Đáp án C.

Bình luận: Sẽ có rất nhiều người thắc mắc vì sao lại có thể chuẩn hóa cho $R_1=1$, liệu chuẩn hóa các đại lượng khác có được không? Và khi nào có thể chuẩn hóa được?

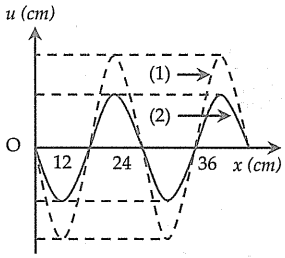
Chuẩn hóa theo các đại lượng khác hoàn toàn có thể. Và hoàn toàn chuẩn hóa với số bất kì (chứ không phải là chỉ chuẩn hóa với đại lượng 1).

Để tính được (4) ta cần tìm được 4 ẩn $R_1,R_2,\left(Z_{L1}-Z_{C1}\right),\left(Z_{L2}-Z_{C2}\right)$. Thế nhưng ta chỉ có 3 phương trình (1), (2), (3) liên hệ giữa các ẩn. Phải chăng sẽ không giải được?

Vì các phương trình (1), (2), (3) là *các phương trình đồng bậc* với các ẩn. Do đó từ ba phương trình này, ta hoàn toàn có thể tính 3 ẩn theo 1 ẩn còn lại. Mặt khác, biểu thức (4) là tỉ số của *hai biểu thức đồng bậc giữa các ẩn* nên ta hoàn toàn có thể tính được kết quả của bài toán. Vì sao lại vậy? Giả sử từ 3 phương trình, ta biểu diễn được 3 ẩn còn lại theo R_1 chẳng hạn, sau đó thay vào (4) thì tử số và mẫu số sẽ là một biểu thức đồng bậc theo R_1, và khi chia cho nhau thì sẽ mất R_1 đi.

Như vậy, việc xuất hiện R_1 là không có ý nghĩa gì (các ẩn khác cũng thế). Và ta hoàn toàn có thể gán cho R_1 bất kì một giá trị nào đó mà không làm sai lệch đi kết quả của bài toán.

Đây chính là bản chất của việc chuẩn hóa. Bạn đọc có thể tham khảo bài số 24 trong file *Lời giải chi tiết đề thi Đại học khối A 2013* - Tăng Hải Tuân, cũng sử dụng chuẩn hóa. Gần đây (cuối năm 2014), tác giả Nguyễn Đình Yên đã tổng quát hóa lên từ các tài liệu trước đó và viết nên một chuyên đề về phương pháp này, gọi là "Phương pháp chuẩn hóa số liệu".



Ví dụ 35: Trên một sợi dây OB căng ngang, hai đầu cố định đang có sóng dừng với tần số f xác định. Gọi M, N và P là ba điểm trên dây có vị trí cân bằng cách B lần lượt là 4 cm, 6 cm và 38 cm. Hình vẽ mô tả hình dạng sợi dây tại thời điểm t_1 (đường 1) và $t_2 = t_1 + \frac{11}{12f}$ (đường 2). Tại thời điểm t_1, li độ của phần tử dây ở N bằng biên độ của phần tử dây ở M và tốc độ của phần tử dây ở M là 60 cm/s. Tại thời điểm t_2, vận tốc của phần tử dây ở P là

A. $20\sqrt{3}$ cm/s B. 60 cm/s C. $-20\sqrt{3}$ cm/s D. −60 cm/s

Lời giải

- Từ đồ thị ta có $\frac{\lambda}{2} = 12 \Rightarrow \lambda = 24\text{cm}$

- Vì M, N, P là ba điểm trên dây có vị trí cân bằng cách B lần lượt là 4cm, 6cm và 38 cm nên nếu gọi biên độ của bụng thì A chính là biên độ của N (vì $BN = 6 = \frac{\lambda}{4}$).

Ta có: $\begin{cases} A_N = A \\ A_M = A\left|\sin\frac{2\pi BM}{\lambda}\right| = A\left|\sin\frac{2\pi.4}{12}\right| = \frac{\sqrt{3}}{2}\text{A} \\ A_P = A\left|\sin\frac{2\pi PM}{\lambda}\right| = A\left|\sin\frac{2\pi.38}{12}\right| = \frac{1}{2}\text{A} \end{cases}$

- Mặt khác, vì M và N thuộc cùng một bó sóng, nên M và N cùng pha. P thuộc bó sóng thứ 4 kể từ bó sóng chứa M nên P ngược pha với M. Vậy M và N cùng pha và ngược pha với P. Khi đó: $\begin{cases} \frac{x_M}{x_N} = \frac{A_M}{A_N} = \frac{\frac{\sqrt{3}A}{2}}{A} \\ \frac{v_P}{v_M} - \frac{v_{\max P}}{v_{\max P}} = -\frac{\omega A_P}{\omega A_M} = -\frac{\frac{1}{2}A}{\frac{\sqrt{3}}{2}A} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_M = \frac{\sqrt{3}}{2}x_N \\ v_P = -\frac{1}{\sqrt{3}}v_M \end{cases}$

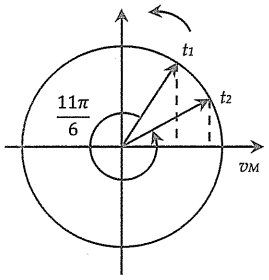
- Như vậy, để tính được v_P tại thời điểm t_2 thì ta sẽ tính v_M tại thời điểm t_2. Ta sẽ sử dụng đường tròn để tính vận tốc v_M tại thời điểm t_2, muốn tính được thì ta phải biết tại thời điểm t_1 thì v_M có giá trị là bao nhiêu (âm hay dương), đang tăng hay đang giảm. Đồ thị sẽ cho ta xác định được điều này.

- Nhìn đồ thị ta thấy, tại thời điểm t_1, hình dạng sợi dây là (1), nếu phần tử tại M đang đi xuống thì sau $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{11}{12f} = \frac{11T}{12}$, tức là sau gần 1 chu kì hình dạng

sóng không thể là (2). Vậy M phải đi lên, tức là tại thời điểm t_1 M đang đi lên với vận tốc $v_M = +60$ cm/s và đang giảm.

- Tại thời điểm t_1 ta có: $x_N = A_M \Rightarrow x_M = \frac{\sqrt{3}}{2}x_N = \frac{\sqrt{3}}{2}A_M$

Mà $\left(\frac{x_M}{A_M}\right)^2 + \left(\frac{v_M}{v_{M\max}}\right)^2 = 1 \Rightarrow \left(\frac{v_M}{v_{M\max}}\right)^2 = 1 - \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 \Rightarrow v_{M\max} = 2|v_M| = 120(\text{cm/s})$

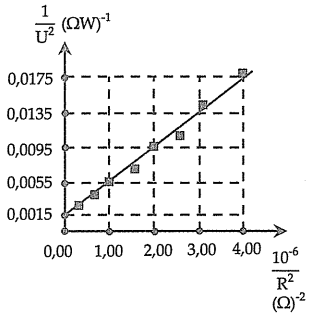


- Tại thời điểm $t_2 = t_1 + \frac{11}{12f}$ thì vector $\overrightarrow{v_{M\max}}$ quét được thêm góc $\frac{11}{12f}.2\pi f = \frac{11\pi}{6}$, sử dụng đường tròn ta có như hình bên.

- Tại thời điểm t_2 thì $v_M = v_{M\max}.\cos\left(\frac{\pi}{6}\right) = 120.\frac{\sqrt{3}}{2} = 60\sqrt{3}(\text{cm/s})$

- Từ đó suy ra $v_P = -\frac{1}{\sqrt{3}}v_M = -\frac{1}{\sqrt{3}}.60\sqrt{3} = -60(\text{cm/s})$

Đáp án D.



Ví dụ 36: Một học sinh xác định điện dung của tụ điện bằng cách đặt điện áp $u = U_0\cos\omega t$ (U_0 không đổi, $\omega = 314$ rad/s) vào hai đầu một đoạn mạch gồm tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp với biến trở R. Biết $\frac{1}{U^2} = \frac{2}{U_0^2} + \frac{2}{U_0^2\omega^2C^2}.\frac{1}{R^2}$, trong đó, điện áp U giữa hai đầu R được đo bằng đồng hồ đo điện đa năng hiện số. Dựa vào kết quả thực nghiệm đo được trên hình vẽ, học sinh này tính được giá trị của C là

A. $1,95.10^{-3}$F. B. $5,20.10^{-6}$F. C. $5,20.10^{-3}$F. D. $1,95.10^{-6}$F.

Lời giải

Cách hiểu thứ nhất:

- Ta không thể coi $x = \frac{10^{-6}}{R^2}(\Omega^{-2})$ là hoành độ được, mà chỉ có thể coi $x = \frac{1}{R^2}(\Omega^{-2})$ là hoành độ.

- Vì ta có R^2 có đơn vị (thứ nguyên) là Ω^2, nên $\frac{1}{R^2}$ có thứ nguyên là Ω^{-2}, chứ không thể hiểu $\frac{10^{-6}}{R^2}$ có thứ nguyên là Ω^{-2}.

- Do đó trục hoành ghi $\frac{10^{-6}}{R^2}(\Omega^{-2}) = 10^{-6}.\frac{1}{R^2}(\Omega^{-2})$ thì ta hiểu là: mỗi giá trị trên trục hoành đem nhân với 10^{-6} thì được giá trị $\frac{1}{R^2}(\Omega^{-2})$. Ví dụ: trục hoành ghi 1,00 thì ta có $\frac{1}{R^2} = 1,00.10^{-6}(\Omega^{-2})$.

- Quay trở lại bài toán, đặt $y = \frac{1}{U^2}, x = \frac{1}{R^2}, a = \frac{2}{U_0^2\omega^2C^2}, b = \frac{2}{U_0^2}$ thì ta có $y = ax + b$

- Từ đồ thị thực nghiệm, vì 2 điểm thực nghiệm $(x;y) = \{(1.10^{-6};0,0055)(2.10^{-6};0,0095)\}$ thuộc đường thẳng $y = ax + b$ nên ta có

$$\begin{cases} 0,0055 = 1.10^{-6}a + b \\ 0,0095 = 2.10^{-6}a + b \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 4000 \\ b = 1,5.10^{-3} \end{cases}$$

- Từ đó ta có $\begin{cases} a=\dfrac{2}{U_0^2\omega^2C^2} \\ b=\dfrac{2}{U_0^2} \end{cases} \Rightarrow a=\dfrac{b}{\omega^2C^2} \Rightarrow C=\dfrac{1}{\omega}\sqrt{\dfrac{b}{a}}$

Thay số ta được $C=\dfrac{1}{314}\sqrt{\dfrac{1,5.10^{-3}}{4000}}=1,95(\mu F)$.

Đáp án D.

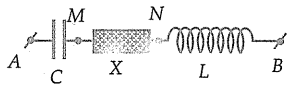
Cách hiểu thứ hai:

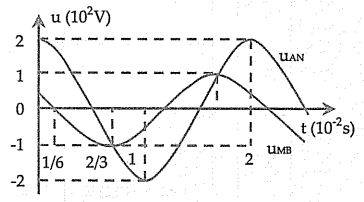
- Trục hoành ghi 1,00 thì ta hiểu $\dfrac{10^{-6}}{R^2}=1,00$

- Khi đó, bằng cách làm tương tự, ta tính được $C=1,95(F)$

Không có đáp án.

Ví dụ 37: Đặt điện áp xoay chiều ổn định vào hai đầu đoạn mạch AB mắc nối tiếp (hình vẽ). Biết tụ điện có dung kháng Z_C, cuộn cảm thuần có cảm kháng Z_L và $3Z_L=2Z_C$. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc vào thời gian của điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AN và điện áp giữa hai đầu đoạn mạch MB như hình vẽ.





Điện áp hiệu dụng giữa hai điểm M và N là

A. 173 V. B. 86 V. C. 122 V. D. 102 V.

Lời giải

- Nhìn vào đồ thị, ta thấy tại thời điểm $t=0, u_{AN}=200(V)$ (đang ở biên dương) và đang giảm, nên $u_{AN}=200\cos(\omega t)(V)$.

- Cũng tại $t=0$, ta có $u_{MB}=50=\dfrac{1}{2}U_{0MB}(V)$ và đang giảm, nên

$$u_{MB}=100\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{3}\right)(V)$$

- Vì u_C và u_L ngược pha, và $3Z_L=2Z_C$ nên $u_C=-1,5u_L$.

- Ta có: $\begin{cases} u_{AN}=u_C+u_X \\ u_{MB}=u_L+u_X \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} u_{AN}=u_C+u_X \\ 1,5u_{MB}=1,5u_L+1,5u_X \end{cases}$

- Cộng vế với vế 2 phương trình của hệ trên, chú ý $u_C=-1,5u_L$, ta thu được:

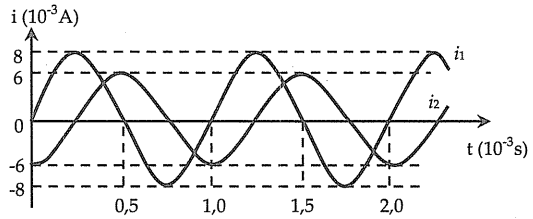
$$u_X=\frac{1,5u_{MB}+u_{AN}}{2,5}=60\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{3}\right)+80\cos(\omega t)=20\sqrt{37}\cos(\omega t+\varphi)$$

- Từ đó suy ra điện áp hiệu dụng giữa hai điểm M và N là

$$U_{MN}=U_X=\frac{20\sqrt{37}}{\sqrt{2}}\approx 86(V)$$

Đáp án B.

Ví dụ 38: Hai mạch dao động điện từ LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do với các cường độ dòng điện tức thời trong hai mạch là i_1 và i_2 được biểu diễn như hình vẽ.



Tổng điện tích của hai tụ điện trong hai mạch ở cùng một thời điểm có giá trị lớn nhất bằng

A. $\frac{4}{\pi}\mu C$ B. $\frac{3}{\pi}\mu C$ C. $\frac{5}{\pi}\mu C$ C. $\frac{10}{\pi}\mu C$

Lời giải

Cách 1: - Dựa vào đồ thị, ta thấy i_1 nhanh pha $\frac{\pi}{2}$ so với i_2. Biết được điều này là do tại thời điểm $t=0$ thì $i_1=0$ và đang tăng, còn $i_2=-I_{02}$ và đang tăng.

- Từ đó suy ra được q_1 cũng nhanh pha $\frac{\pi}{2}$ so với q_2. Do đó $\left(\frac{q_1}{Q_{01}}\right)^2+\left(\frac{q_2}{Q_{02}}\right)^2=1$

- Mặt khác, sử dụng bất đẳng thức quen thuộc $\frac{x^2}{a}+\frac{y^2}{b}\geq\frac{(x+y)^2}{a+b}$, ta có

$$1=\left(\frac{q_1}{Q_{01}}\right)^2+\left(\frac{q_2}{Q_{02}}\right)^2\geq\frac{(q_1+q_2)^2}{Q_{01}^2+Q_{02}^2}$$

Hay q_1+q_2

$$\leq\sqrt{Q_{01}^2+Q_{02}^2}=\frac{\sqrt{I_{01}^2+I_{02}^2}}{\omega}=\frac{\sqrt{I_{01}^2+I_{02}^2}}{2\pi}.T=\frac{\sqrt{\left(8.10^{-3}\right)^2+\left(6.10^{-3}\right)^2}}{2\pi}.10^{-3}=\frac{5}{\pi}(\mu C)$$

- Đẳng thức xảy ra khi và chỉ khi $\frac{q_1}{Q_{01}}=\frac{q_2}{Q_{02}}$ nên giá trị lớn nhất của q_1+q_2 là $\frac{5}{\pi}(\mu C)$

Cách 2:

- Từ đồ thị dễ thấy i_1 và i_2 có cùng tần số góc $\omega=\frac{2\pi}{10^{-3}}=2.10^3\pi$ rad/s.

- Tại thời điểm $t=0$ ta thấy $i_1=0$ và đang tăng nên phương trình của i_1 có dạng:

$$i_1=8\cos\left(2.10^3\pi t-\frac{\pi}{2}\right)(\text{mA}).$$

Suy ra phương trình điện tích: $q_1=\frac{4}{\pi}\cos\left(2.10^3\pi t-\pi\right)(\mu C)$

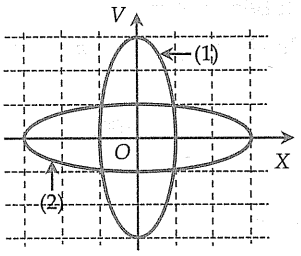
- Cũng tại thời điểm $t=0$ ta thấy $i_2=-6\,\text{mA}$ (đang ở biên âm) và đang tăng, nên phương trình i_2 có dạng: $i_1=6\cos\left(2.10^3\pi t-\pi\right)(\text{mA})$

Suy ra phương trình điện tích: $q_2=\frac{3}{\pi}\cos\left(2.10^3\pi t-\frac{3\pi}{2}\right)(\mu C)$

- Tổng điện tích tại thời điểm t bất kì là: $q_1+q_2=\frac{5}{\pi}\cos(\omega t+\varphi)\leq\frac{5}{\pi}$

- Vậy giá trị lớn nhất của q_1+q_2 là $\frac{5}{\pi}(\mu C)$

Đáp án C.



Ví dụ 39: Cho hai vật dao động điều hòa dọc theo hai đường thẳng cùng song song với trục *Ox*. Vị trí cân bằng của mỗi vật nằm trên đường thẳng vuông góc với trục *Ox* tại O. Trong hệ trục vuông góc *xOv*, đường (1) là đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa vận tốc và li độ của vật 1, đường (2) là đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa vận tốc và li độ của vật 2 (hình vẽ). Biết các lực kéo về cực đại tác dụng lên hai vật trong quá trình dao động là bằng nhau. Tỉ số giữa khối lượng của vật 2 với khối lượng của vật 1 là

A. $\frac{1}{3}$ B. 3 C. 27 D. $\frac{1}{27}$

Lời giải

Ta có phương trình độc lập thời gian giữa v và x là một Elip có dạng

$$\frac{x^2}{A^2}+\frac{v^2}{(\omega A)^2}=1$$

Gọi chiều dài 1 ô là m, thì theo định nghĩa Elip, ta có:

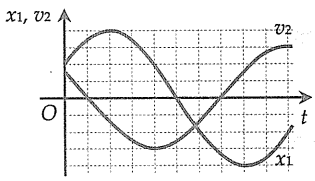
Đối với đồ thị (1) thì ta có: $\begin{cases}2.A_1=2m\\2.\omega_1A_1=6m\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}A_1=m\\\omega_1=3\end{cases}$

Đối với đồ thị (2) thì ta có: $\begin{cases}2.A_2=6m\\2.\omega_2A_2=2m\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}A_2=3m\\\omega_2=\frac{1}{3}\end{cases}$

Theo bài ra các lực kéo về cực đại tác dụng lên hai vật trong quá trình dao động là bằng nhau nên ta có

$$k_1A_1=k_2A_2\Leftrightarrow m_1\omega_1^2A_1=m_2\omega_2^2A_2\Leftrightarrow\frac{m_2}{m_1}=\frac{\omega_1^2A_1}{\omega_2^2A_2}=\frac{3^2.m}{\left(\frac{1}{3}\right)^2.3m}=27$$

Đáp án C.



Ví dụ 40: Hai vật M_1 và M_2 dao động điều hòa cùng tần số. Hình bên là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của li độ x của M_1 và vận tốc v_2 của M_2 theo thời gian t. Hai dao động của M_1 và M_2 lệch pha nhau

A. $\frac{\pi}{3}$ B. $\frac{2\pi}{3}$ C. $\frac{5\pi}{6}$ D. $\frac{\pi}{6}$

Lời giải

+ Coi mỗi ô vuông trên đồ thị là 1 đơn vị

+ Nhìn vào đồ thị của v_2 thấy rằng $\frac{T}{2}$ ứng với 6 đơn vị nên T ứng với 12 đơn vị

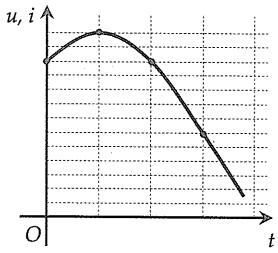
+ Từ đồ thị, ta thấy thời điểm $t=0$, $x_1=\frac{A_1}{2}$ và đang tăng

$$\Rightarrow x_1=A_1\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{3}\right)\ (1)$$

+ Lại từ đồ thị, ta thấy tại thời điểm $t=0$ thì $v_2>0$ và đang giảm, đến thời điểm t = 1 đơn vị $=\frac{T}{12}$ thì $v_2=0$, sử dụng đường tròn suy ra tại $t=0$ $v_2=\frac{v_{max2}}{2}$ và đang giảm $\Rightarrow x_2=A_2\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{6}\right)$ (2)

+ Từ (1) và (2) ta được 2 dao động này lệch pha 1 góc $\varphi=\frac{\pi}{3}-\frac{\pi}{6}=\frac{\pi}{6}$

Đáp án D.



Ví dụ 41: Đặt điện áp xoay chiều u vào hai đầu đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp thì dòng điện trong đoạn mạch có cường độ i. Hình bên là một phần đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của tích u.i theo thời gian t. Hệ số công suất của đoạn mạch là

A. 0,625. B. 0,866. C. 0,500. D. 0,707.

Lời giải

+ Phương trình của u và i lần lượt là: $\begin{cases} u = U_0\cos\left(\omega t + \varphi_i + \varphi\right) \\ i = I_0\cos\left(\omega t + \varphi_i\right) \end{cases}$

$\Rightarrow ui = \dfrac{U_0I_0}{2}\left[\cos\left(2\omega t + 2\varphi_i + \varphi\right) + \cos\varphi\right]$, chuẩn hóa mỗi ô trên trục ui là 1, ta được:

$$\begin{cases} t = 0 \Rightarrow 11 = \dfrac{U_0I_0}{2}\left[\cos\left(2\varphi_i + \varphi\right) + \cos\varphi\right] \\ t = t_0 \Rightarrow 13 = \dfrac{U_0I_0}{2}\left[\cos\left(2\omega t_0 + 2\varphi_i + \varphi\right) + \cos\varphi\right] \\ t = 2t_0 \Rightarrow 11 = \dfrac{U_0I_0}{2}\left[\cos\left(4\omega t_0 + 2\varphi_i + \varphi\right) + \cos\varphi\right] \\ t = 3t_0 \Rightarrow 6 = \dfrac{U_0I_0}{2}\left[\cos\left(6\omega t_0 + 2\varphi_i + \varphi\right) + \cos\varphi\right] \end{cases}$$

+ Đặt $2\omega t_0 = a, 2\varphi_i + \varphi = b$. Lưu ý rằng tại $t = t_0$ thì $ui_{\max} = 13$

$\Rightarrow \cos\left(2\omega t_0 + 2\varphi_i + \varphi\right) = 1 \Rightarrow \cos\left(a + b\right) = 1$

+ Biến đổi lại hệ trên ta được: $\begin{cases} 11 = \dfrac{U_0I_0}{2}\left[\cos b + \cos\varphi\right] \\ 13 = \dfrac{U_0I_0}{2}\left[1 + \cos\varphi\right] \\ 11 = \dfrac{U_0I_0}{2}\left[\cos\left(2a + b\right) + \cos\varphi\right] \\ 6 = \dfrac{U_0I_0}{2}\left[\cos\left(3a + b\right) + \cos\varphi\right] \end{cases}$

+ Lại có: $\begin{cases} \cos\left(2a + b\right) = \cos\left(a + b + a\right) = \cos\left(a + k2\pi\right) = \cos a \\ \cos\left(3a + b\right) = \cos\left(a + b + 2a\right) = \cos\left(2a + k2\pi\right) = \cos 2a \end{cases}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{\cos a + \cos\varphi}{1 + \cos\varphi} = \dfrac{11}{13}\ (1) \\ \dfrac{\cos 2a + \cos\varphi}{1 + \cos\varphi} = \dfrac{6}{13}\ (2) \end{cases}$$

+ Từ (1) $\Rightarrow 13\cos a + 13\cos\varphi = 11 + 11\cos\varphi \Leftrightarrow \cos\varphi = \dfrac{11 - 13\cos a}{2}$ (3)

+ Từ (1) và (2) $\Rightarrow \dfrac{\cos a + \cos\varphi}{\cos 2a + \cos\varphi} = \dfrac{11}{6} \Rightarrow 6\cos a + 6\cos\varphi = 11\cos 2a + 11\cos\varphi$

$$\Leftrightarrow \cos\varphi = \frac{6\cos a - 11\cos 2a}{5}\ (4)$$

+ Từ (3) và (4) $\Rightarrow 87\cos a - 22\left(2\cos^2 a - 1\right) - 55 = 0 \Leftrightarrow 77\cos a - 44\cos^2 a - 33 = 0$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} \cos a = 1\ (1) \\ \cos a = 0{,}75 \end{array}\right. \Rightarrow \cos\varphi = \frac{11 - 13.0{,}75}{2} = 0{,}625$$

Vậy hệ số công suất của đoạn mạch là 0,625.

Đáp án A.

CHƯƠNG 10. CHUYÊN ĐỀ THÍ NGHIỆM THỰC HÀNH

A. SAI SỐ TRONG THÍ NGHIỆM THỰC HÀNH

I. PHÉP ĐO

Đo một đại lượng là so sánh nó với đại lượng cùng loại được quy ước làm đơn vị.

Công cụ dùng để thực hiện việc so sánh trên gọi là dụng cụ đo. Phép so sánh trực tiếp qua dụng cụ đo gọi là phép đo trực tiếp.

Phép đo trực tiếp	Dụng cụ đo
Đo chiều dài	Thước dài
Đo thời gian	Đồng hồ

Một số đại lượng không thể đo trực tiếp mà được xác định thông qua công thức liên hệ với các đại lượng đo trực tiếp. Phép đo như vậy gọi là phép đo *gián tiếp.*
Ví dụ, để đo gia tốc rơi tự do bằng con lắc đơn, ta xác định thông qua

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow g = 4\pi^2\frac{l}{T^2}$$

Ta sẽ dùng thước dài để đo trực tiếp chiều dài của con lắc, dùng đồng hồ để đo thời gian con lắc dao động (suy ra chu kì) rồi thay vào biểu thức trên sẽ xác định *gián tiếp* được gia tốc trọng trường g.

Phép đo gián tiếp	Phép đo trực tiếp	Dụng cụ đo
Đo gia tốc rơi tự do bằng con lắc đơn	Chiều dài dây treo	Thước dài
$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow g = 4\pi^2\frac{l}{T^2}$	Đo thời gian thực hiện một dao động (Chu kì dao động)	Đồng hồ

II. CÁC LOẠI SAI SỐ

1. Sai số hệ thống

Sai số hệ thống là sai số có tính quy luật, ổn định.

Nguyên nhân

- Do đặc điểm cấu tạo của dụng cụ còn gọi là sai số dụng cụ. Ví dụ: Vật có chiều dài thực là 10,7 mm. Nhưng khi dùng thước đo chiều dài có độ chia nhỏ nhất là 1 mm thì không thể đo chính xác chiều dài được mà chỉ có thể đo được 10 mm hoặc 11 mm.
- Do không hiệu chỉnh dụng cụ đo về mốc 0 nên số liệu thu được trong các lần đo có thể luôn tăng lên hoặc luôn giảm.

Khắc phục sai số hệ thống

- Sai số dụng cụ không khắc phục được mà thường được lấy bằng một nửa độ chia nhỏ nhất hoặc 1 độ chia nhỏ nhất (tùy theo yêu cầu của đề).
- Sai số hệ thống do lệch mức 0 được khắc phục bằng cách hiệu chỉnh chính xác điểm 0 của các dụng cụ.

2. Sai số ngẫu nhiên

Sai số ngẫu nhiên là sai số không có nguyên nhân rõ ràng.

Nguyên nhân sai số có thể do hạn chế về giác quan người đo, do thao tác không chuẩn, do điều kiện làm thí nghiệm không ổn định, do tác động bên ngoài...

Để khắc phục sai số ngẫu nhiên người ta đo nhiều lần và tính giá trị trung bình coi đó là giá trị gần đúng với giá trị thực.

Nếu trong các lần đo mà có nghi ngờ sai sót do thu được số liệu khác xa với giá trị thực thì cần đo lại và loại bỏ số liệu nghi sai sót.

III. CÁCH TÍNH GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH VÀ SAI SỐ TRỰC TIẾP

1. Giá trị trung bình

Giả sử đại lượng cần đo A được đo n lần. Kết quả đo lần lượt là $A_1, A_2, ...A_n$.

STUDY TIP

Số lần đo càng lớn, giá trị trung bình $\overline{A}$ càng gần với giá trị thực A.

Đại lượng $\overline{A} = \dfrac{A_1 + A_2 + ... + A_n}{n} = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} A_i}{n} (1)$ được gọi là *giá trị trung bình của đại lượng A* trong n lần đo.

2. Cách xác định sai số của phép đo

Sai số tuyệt đối của mỗi lần đo

Trị tuyệt đối của hiệu số giữa giá trị trung bình và giá trị của mỗi lần đo gọi là sai số tuyệt đối ứng với lần đo đó.

$$\Delta A_1 = \left|\overline{A} - A_1\right|; \Delta A_2 = \left|\overline{A} - A_2\right|; ...; \Delta A_n = \left|A - A_n\right|; (2)$$

được gọi là *sai số tuyệt đối trong mỗi lần đo riêng lẻ.*

Sai số tuyệt đối trung bình

Sai số tuyệt đối trung bình của n lần đo được tính bởi công thức

$$\overline{\Delta A} = \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2 + \Delta A_3 + ... + \Delta A_n}{n}$$

Trong trường hợp phép đo dưới 5 lần thì người ta không tính sai số ngẫu nhiên dựa vào biểu thức trên, mà người ta chọn giá trị lớn nhất ΔA_{max} thu được từ (2).

Sai số tuyệt đối của phép đo

Là tổng sai số ngẫu nhiên và sai số dụng cụ: $\Delta A = \overline{\Delta A} + \Delta A'$

Trong đó $\Delta A'$ có thể lấy bằng nửa hoặc một độ chia nhỏ nhất trên dụng cụ.

Trong một số dụng cụ đo có cấu tạo phức tạp, ví dụ đồng hồ đo điện đa năng hiện số, sai số dụng cụ được tính theo một công thức do nhà sản xuất quy định.

STUDY TIP

Ngoài ra, theo sách giáo khoa Vật lí 10 nâng cao, sai số tuyệt đối của phép đo có thể tính bởi:

$$\Delta A = \frac{A_{max} - A_{min}}{2}$$

Trong câu hỏi của đề bài sẽ nói rõ dùng cách nào.

IV. GHI KẾT QUẢ

Kết quả đo được ghi: $A = \overline{A} \pm \Delta A$

Trong đó: A: Kết quả đo

$\overline{A}$: Giá trị trung bình

ΔA: Sai số tuyệt đối trung bình (sai số ngẫu nhiên)

Khi ghi kết quả cần lưu ý:

+ Sai số tuyệt đối thường chỉ được viết đến *một hoặc tối đa là hai chữ số có nghĩa.*

+ Giá trị trung bình được viết đến bậc thập phân tương ứng.

+ Sai số của kết quả không nhỏ hơn sai số của của dụng cụ đo kém chính xác nhất.

+ Số chữ số có nghĩa của kết quả không nhiều hơn số chữ số có nghĩa của dữ kiện kém chính xác nhất. Số chữ số có nghĩa là tất cả các con số tính từ

trái qua phải kể từ chữ số đầu tiên khác không. Ví dụ: số 13,1 có 3 CSCN; số 13,10 có 4 CSCN; số $1,30.10^3$ có 3 CSCN.

Số chữ số có nghĩa càng nhiều cho biết kết quả có sai số càng nhỏ (độ chính xác càng cao).

(Theo SGK Vật lí 10, Vật lí 10 NC, SGV Vật lí 10 NC)

Ví dụ: Khi đo gia tốc rơi tự do, một học sinh tính được $\bar{g}=9,786345\ \left(\text{m/s}^2\right)$; $\Delta g=0,025479\ \left(\text{m/s}^2\right)$ thì kết quả được ghi như thế nào?

Hướng dẫn

Nếu sai số tuyệt đối lấy 1 CSCN: $g=g\pm\Delta g=9,79\pm0,03\ \left(\text{m/s}^2\right)$.

Nếu lấy sai số tuyệt đối 2 CSCN: $g=g\pm\Delta g=9,786\pm0,025\left(\text{m/s}^2\right)$.

V. SAI SỐ TỈ ĐỐI

Sai số tỉ đối δA của phép đo là tỉ số giữa sai số tuyệt đối và giá trị trung bình của đại lượng cần đo, tính bằng phần trăm:

$$\delta A=\frac{\Delta A}{\overline{A}}.100\%$$

Sai số tỉ đối càng nhỏ thì phép đo càng chính xác

VI. CÁCH TÍNH SAI SỐ GIÁN TIẾP

- Sai số gián tiếp của một tổng hoặc một hiệu bằng tổng sai số tuyệt đối của các số hạng.

Ví dụ: $F=X+Y-Z\Rightarrow\Delta F=\Delta X+\Delta Y+\Delta Z$

- Sai số gián tiếp của một tích hoặc một thương bằng tổng sai số tỉ đối của các thừa số.

Ví dụ: $F=\frac{X.Y}{Z}\Rightarrow\delta F=\delta X+\delta Y+\delta Z$ hay $\frac{\Delta F}{F}=\frac{\Delta X}{X}+\frac{\Delta Y}{Y}+\frac{\Delta Z}{Z}$

- Sai số gián tiếp của một lũy thừa: $\frac{\Delta X^n}{X^n}=n\frac{\Delta X}{X}$

- Sai số gián tiếp của một căn số: $\frac{\Delta\sqrt[n]{X}}{\sqrt[n]{X}}=\frac{1}{n}\frac{\Delta X}{X}$

STUDY TIP

Các hằng số phải được lấy gần đúng đến số lẻ thập phân sao cho sai số tỉ đối của phép lấy gần đúng nhỏ hơn 10 lần tổng sai số tỉ đối của các đại lượng trong công thức.

Ví dụ: Đo đường kính một đường tròn người ta thu được kết quả $d=50,6\pm0,1\text{mm}$. Diện tích của đường tròn đó tính theo công thức $S=\frac{\pi d^2}{4}$. Cách chọn số π khi tính toán trong công thức là?

Hướng dẫn

+ Sử dụng công thức tính sai số gián tiếp:

$$\frac{\Delta S}{S}=2\frac{\Delta d}{d}+\frac{\Delta\pi}{\pi}=0,00395+\frac{\Delta\pi}{\pi}=0,4\%+\frac{\Delta\pi}{\pi}$$

+ Tổng sai số tỉ đối của các số hạng là 0,4 %

+ Hằng số $\pi=3,141592654$ phải được chọn sao cho $\frac{\Delta\pi}{\pi}<0,04\%\Rightarrow\pi=3,142$

+ Nhận xét: Nếu lấy số $\pi=3,141592654$ như trên máy tính, có thể bỏ qua sai số của π.

B. BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Câu 1: Cho các số:

13,1 ; 13,10 ; $1,3.10^3$; $1,30.10^3$; $1,3.10^{-3}$; $1,30.10^{-3}$.

I. Có mấy số có hai chữ số có nghĩa?

A. 1. B. 2. C. 4. D. 3.

II. Có mấy số có ba chữ số có nghĩa?

A. 1. B. 2. C. 4. D. 3.

III. Có mấy số có bốn chữ số có nghĩa?

A. 1. B. 2. C. 4. D. 3.

Câu 2: Một học sinh làm thí nghiệm đo bước sóng của nguồn sáng bằng thí nghiệm khe Young. Giá trị trung bình và sai số tuyệt đối của phép đo khoảng cách hai khe sáng là a và Δa. Giá trị trung bình và sai số tuyệt đối của phép đo khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn đo được là D và ΔD Giá trị trung bình và sai số tuyệt đối của phép đo khoảng vân là i và Δi. Kết quả sai số tương đối của phép đo bước sóng được tính

A. $\left(\frac{\Delta a}{a}+\frac{\Delta i}{i}-\frac{\Delta D}{D}\right).100\%$ B. $(\Delta a+\Delta i+\Delta D).100\%$.

C. $(\Delta a+\Delta i-\Delta D).100\%$ D. $\left(\frac{\Delta a}{a}+\frac{\Delta i}{i}+\frac{\Delta D}{D}\right).100\%$

Câu 3: Khi đo gia tốc trọng trường bằng cách sử dụng con lắc đơn, người ta đo chiều dài con lắc và chu kì dao động của con lắc và tính gia tốc trọng trường theo công thức $g=\frac{4\pi^2 l}{T^2}$. Sai số gián tiếp của phép đo được xác định theo công thức

A. $\frac{\Delta g}{g}=\frac{\Delta \pi}{\pi}+\frac{\Delta l}{l}+\frac{\Delta T}{T}$ B. $\frac{\Delta g}{g}=2\frac{\Delta \pi}{\pi}+\frac{\Delta l}{l}+2\frac{\Delta T}{T}$

C. $\frac{\Delta g}{g}=\frac{\Delta l}{l}+\frac{\Delta T}{T}$ D. $\frac{\Delta g}{g}=\frac{\Delta l}{l}-2\frac{\Delta T}{T}$

Câu 4: Dùng một thước chia độ đến milimét để đo khoảng cách giữa hai điểm A, B và có kết quả đo là 600 mm. Lấy sai số dụng cụ là một độ chia nhỏ nhất. Cách ghi nào sau đây không đúng với số chữ số có nghĩa của phép đo?

A. $l=(6,00\pm0,01)$dm. B. $l=(0,6\pm0,01)$m.

C. $l=(60,0\pm0,01)$cm. D. $l=(600\pm1)$mm.

Câu 5: Dùng một thước có chia độ đến milimét đo 5 lần khoảng cách d giữa hai điểm A và B đều cho cùng một giá trị là 1,345 m. Lấy sai số dụng cụ là một độ chia nhỏ nhất. Kết quả đo được viết là

A. $d=(1345\pm2)$mm. B. $d=(1,345\pm0,001)$m.

C. $d=(1345\pm3)$mm. D. $d=(1,345\pm0,0005)$m.

Câu 6: Một học sinh dùng đồng hồ bấm giây có độ chia nhỏ nhất của đồng hồ là 0,01 s để đo chu kỳ dao động điều hòa T của một vật bằng cách đo thời gian một dao động. Ba lần đo cho kết quả thời gian của mỗi dao động lần lượt là 2,01s; 2,12 s; 1,99 s.

I. Sai số tuyệt đối trung bình được tính bằng giá trị lớn nhất trong các sai số tuyệt đối của mỗi lần đo. Kết quả của phép đo chu kì là:

A. $T=2,04\pm0,08$ s. B. $T=2,04\pm0,05$ s.

C. $T=2,04\pm0,09$ s. D. $T=2,04\pm0,06$ s.

II. Sai số tuyệt đối trung bình được tính bằng trung bình cộng của các sai số tuyệt đối của mỗi lần đo. Kết quả của phép đo chu kì là:

A. $T=2,04\pm0,08$ s. B. $T=2,04\pm0,05$ s.

C. $T=2,04\pm0,09$ s. D. $T=2,04\pm0,06$ s.

III. Sai số tuyệt đối của phép đo được tính theo công thức $\Delta T=\frac{T_{max}-T_{min}}{2}$. Kết quả của phép đo chu kì là:

A. $T=2,040\pm0,065$ s. B. $T=2,04\pm0,05$ s.

C. $T=2,04\pm0,07$ s. D. $T=2,04\pm0,06$ s.

Câu 7: Trong bài toán thực hành của chương trình Vật lí 12, bằng cách sử dụng con lắc đơn để đo gia tốc rơi tự do là $g=\bar{g}\pm\Delta g$ (Δg là sai số tuyệt đối trong phép đo). Bằng cách đo gián tiếp thì xác định được chu kỳ và chiều dài của con lắc đơn là $T=1,795\pm0,001(\text{s})$; $l=0,800\pm0,001(\text{m})$. Gia tốc rơi tự do có giá trị là

A. $9,8\pm0,018$ (m/s^2). B. $9,802\pm0,023$ (m/s^2).

C. $9,80\pm0,02$ (m/s^2). D. $9,802\pm0,018$ (m/s^2).

Câu 8: Một học sinh tiến hành thí nghiệm đo bước sóng ánh sáng bằng phương pháp giao thoa khe Y-âng. Học sinh đó đo được khoảng cách hai khe $a=1,50\pm0,01$ (mm); khoảng cách từ hai khe đến màn $D=580\pm1$ (mm) và khoảng cách giữa 3 vân sáng liên tiếp là $L=5,00\pm0,02$ (mm). Sai số tỉ đối (tương đối) của phép đo là

A. 0,6 %. B. 1,2 %. C. 0,5 %. D. 5,8 %.

Câu 9: Một học sinh dùng cân và đồng hồ đếm giây để đo độ cứng của lò xo. Dùng cân để cân vật nặng khối lượng $m=100\pm2$ g. Gắn vật vào lò xo và kích thích cho con lắc dao động rồi dùng đồng hồ đếm giây đo thời gian của một dao động cho kết quả $T=2,00\pm0,02$ s. Bỏ qua sai số của π. Sai số tương đối của phép đo là:

A. 1%. B. 3%. C. 2%. D. 4%.

Câu 10: Một học sinh dùng đồng hồ bấm giây để đo chu kỳ dao động điều hòa T của một vật bằng cách đo thời gian mỗi dao động. Năm lần đo cho kết quả thời

gian của mỗi dao động lần lượt là 2,00 s; 2,05 s; 2,00 s; 2,05 s; 2,05 s. Thang chia nhỏ nhất của đồng hồ là 0,01s. Sai số tuyệt đối trung bình bằng trung bình cộng sai số tuyệt đối của mỗi lần đo. Sai số dụng cụ bằng 1 độ chia nhỏ nhất. Kết quả của phép đo chu kỳ được biểu diễn bằng

A. $T=2,03\pm0,02(\text{s})$. B. $T=2,030\pm0,024(\text{s})$.

C. $T=2,03\pm0,03$ (s). D. $T=2,030\pm0,034$ (s).

Câu 11: Để đo tốc độ truyền sóng v trên một sợi dây đàn hồi AB, người ta nối đầu A vào một nguồn dao động có tần số $f=100\pm2$ Hz. Đầu B được gắn cố định. Người ta đo khoảng cách giữa hai điểm trên dây gần nhất không dao động với kết quả $d=0,020\pm0,001$ m. Tốc độ truyền sóng trên sợi dây AB là

A. $v=4,00\pm0,28$ (m/s). B. $v=4,00\pm0,07$(m/s).

C. $v=4,0\pm0,3$ (m/s). D. $v=2,00\pm0,07$(m/s).

ĐÁP ÁN

1.B, D, A	2.D	3.B	4.B	5.B	6.C, D, C
7.B	8.B	9.D	10.C	11.A	

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án I.B; II.D; III.A.

Số có hai chữ số có nghĩa là: $1,3.10^3;1,3.10^{-3}$.

Số có ba chữ số có nghĩa là: $13,1;1,30.10^3;1,30.10^{-3}$

Số có bốn chữ số có nghĩa là: 13,10.

Câu 2: Đáp án D.

Vì sai số gián tiếp của một tích hoặc một thường bằng tổng sai số tỉ đối của các thừa số nên ta có:

$$\lambda=\frac{ai}{D}\Rightarrow\delta\lambda=\delta a+\delta i+\delta D\Rightarrow\delta\lambda=\left(\frac{\Delta a}{a}+\frac{\Delta i}{i}+\frac{\Delta D}{D}\right).100\%$$

Câu 3: Đáp án B.

Vì sai số gián tiếp của một tích hoặc một thường bằng tổng sai số tỉ đối của các thừa số nên ta có:

$$g=\frac{4\pi^2l}{T^2}=\delta g=2\delta\pi+\delta l+2\delta T\Rightarrow\frac{\Delta g}{\overline{g}}=2\frac{\Delta\pi}{\overline{\pi}}+\frac{\Delta l}{\overline{l}}+2\frac{\Delta T}{\overline{T}}$$

Câu 4: Đáp án B.

Cách ghi $l=(0,6\pm0,001)m$ không đúng với số chữ số có nghĩa của phép đo.

Câu 5: Đáp án B.

Độ chia nhỏ nhất của dụng cụ là 0,001 (m). Do đó kết quả đo được viết là $d=(1,345\pm0,001)m$.

Câu 6:

I. Đáp án C.

Giá trị trung bình là:

$$\overline{T}=\frac{T_1+T_2+T_3}{3}=\frac{2,01+2,12+1,99}{3}=2,04$$

Sai số tuyệt đối của mỗi lần đo là

$$\Delta T_1=\left|T-T\right|_1=0,03;\Delta T_2=\left|T-T_2\right|=0,08;$$
$$\Delta T_3=\left|T-T_3\right|=0,05$$

Vì sai số tuyệt đối trung bình được tính bằng giá trị lớn nhất trong các sai số tuyệt đối của mỗi lần đo, nên ta có: $\overline{\Delta T}=\max\{0,03;0,08;0,05\}=0,08$

Sai số tuyệt đối của phép đo là:

$$\Delta T=\overline{\Delta T}+\Delta T'=0,08+0,01=0,09$$

Kết quả đo được ghi là: $T=\overline{T}\pm\Delta T=2,04\pm0,09$

II. Đáp án D.

Sai số tuyệt đối trung bình được tính bằng trung bình cộng của các sai số tuyệt đối mỗi lần đo nên ta có:

$$\overline{\Delta T}=\frac{\Delta T_1+\Delta T_2+\Delta T_3}{3}=\frac{0,03+0,08+0,05}{5}$$
$$=0,05333\approx0,05$$

(Chú ý, chúng ta không lấy 0,053 vì các giá trị lấy trung bình chỉ có 1 chữ số có nghĩa, nên giá trị ΔT ta cũng lấy 1 chữ số có nghĩa)

Sai số tuyệt đối của phép đo là:

$$\Delta T=\overline{\Delta T}+\Delta T'=0,05+0,01=0,06$$

Kết quả đo được ghi là: $T=\overline{T}\pm\Delta T=2,04\pm0,06$

III. Đáp án C.

Sai số tuyệt đối của phép đo được tính theo công thức $\Delta T=\frac{T_{\max}-T_{\min}}{2}$ nên ta có: $\Delta T=\frac{2,12-1,99}{2}=0,07$

Kết quả đo được ghi là: $T=\overline{T}\pm\Delta T=2,04\pm0,07$

Câu 7: Đáp án B.

Giá trị trung bình của gia tốc rơi tự do là:

$$\overline{g}=\frac{4\pi^2\overline{l}}{\overline{T}^2}=\frac{4\pi^2.0,800}{1,795}=9,802$$

Ở phép tính bên trên π ta lấy từ máy tính. Do đó ta có thể bỏ qua sai số của π. Ta có: $\frac{\Delta g}{\overline{g}}=\frac{\Delta l}{\overline{l}}+2\frac{\Delta T}{\overline{T}}$

$$\Rightarrow\Delta g=\overline{g}\left(\frac{\Delta l}{\overline{l}}+2\frac{\Delta T}{\overline{T}}\right)=9,802\left(\frac{0,001}{0,800}+2\frac{0,001}{1,795}\right)=0,023$$

Kết quả đo được ghi là: $g=\overline{g}\pm\Delta g=9,802\pm0,023$

Câu 8: Đáp án B.

Khoảng cách giữa 3 vân sáng liên tiếp là 2 khoảng vân:

$$L = 2i = 2\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{La}{2D}$$

Khi đó ta có sai số tỉ đối của phép đo là:

$$\delta\lambda = \left(\frac{\Delta L}{\overline{L}} + \frac{\Delta a}{\overline{a}} + \frac{\Delta D}{\overline{D}}\right).100\%$$
$$= \left(\frac{0,02}{5} + \frac{0,01}{1,50} + \frac{1}{580}\right).100\% = 1,2\%$$

Câu 9: Đáp án D.

Độ cứng được xác định bởi: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$

Từ đó ta có:

$$\delta k = \left(\frac{\Delta m}{\overline{m}} + 2\frac{\Delta T}{\overline{T}}\right).100\% = \left(\frac{2}{100} + 2.\frac{0,02}{2}\right).100\% = 4\%$$

Câu 10: Đáp án C.

Giá trị trung bình là:

$$\overline{T} = \frac{2 + 2,05 + 2 + 2,05 + 2,05}{5} = 2,03$$

Sai số tuyệt đối của mỗi lần đo là: $\Delta T_1 = |T - T_1| = 0,03;$

$\Delta T_2 = |T - T_2| = 0,02; \Delta T_3 = |T - T_3| = 0,03;$

$\Delta T_4 = |T - T_4| = 0,02; \Delta T_5 = |T - T_5| = 0,02$

Sai số tuyệt đối trung bình của phép đo là

$$\overline{\Delta T} = \frac{\Delta T_1 + \Delta T_2 + \Delta T_3 + \Delta T_4 + \Delta T_5}{5}$$
$$= \frac{0,03 + 0,02 + 0,03 + 0,02 + 0,02}{5} = 0,024 \approx 0,02$$

Sai số tuyệt đối của phép đo là:

$$\Delta T = \overline{\Delta T} + \Delta T' = 0,02 + 0,01 = 0,03$$

Kết quả đo được ghi là: $T = \overline{T} + \Delta T = 2,03 \pm 0,03$

Câu 11: Đáp án A.

Khoảng cách giữa hai điểm trên dây gần nhất không dao động là $d = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f} \Rightarrow v = 2df$

Giá trị trung bình là $\overline{v} = 2\overline{df} = 2.0,02.100 = 4.$

Ta có: $v = 2df \Rightarrow \frac{\Delta v}{\overline{v}} = \frac{\Delta d}{\overline{d}} + \frac{\Delta f}{\overline{f}}$

$$\Rightarrow \Delta v = \overline{v}\left(\frac{\Delta d}{\overline{d}} + \frac{\Delta f}{\overline{f}}\right) = 4\left(\frac{0,001}{0,020} + \frac{2}{100}\right) = 0,28s$$

Kết quả đo được ghi là $v = \overline{v} + \Delta v = 4,00 \pm 0,28.$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Diễn đàn Vật lí phổ thông, https://vatliphothong.vn

[2] Thư viện Vật lí, http://thuvienvatly.com

[3] Câu Lạc Bộ Yêu Vật Lí, https://www.facebook.com/clubyeuvatli/

[4] Violet, http://violet.vn

[5] Bộ giáo dục và đào tạo. *Sách giáo khoa Vật lí 10, 11, 12 (CB, NC)*. Nhà xuất bản giáo dục.

[6] Tăng Hải Tuân (Chủ biên), Trần Văn Quân. *Tuyển tập điện xoay chiều Diễn đàn Vật lí phổ thông*.

[7] Lê Văn Thành. *Phương pháp ôn luyện thi Đại học, Cao đẳng môn Vật lí theo chủ đề (2 tập)*. Nhà xuất bản Đại học Sư phạm.

[8] Nguyễn Anh Vinh. *Cẩm nang ôn luyện thi THPT Quốc gia, ĐH, CĐ môn Vật lí (2 tập)*. Nhà xuất bản ĐHQG Hà Nội.

[9] Chu Văn Biên. *Phương pháp giản đồ véctơ*.

[10] Phạm Văn Cường (Chủ biên), Bùi Thu Thảo, Nguyễn Ngọc Ánh. *Chinh phục bài tập Vật lí tập 1 Dao động cơ*. Nhà xuất bản ĐHQG Hà Nội.

[11] Bùi Đình Hiếu, Nguyễn Đình Yên. *Chinh phục bài tập Vật lí tập 2 - Điện xoay chiều*. Nhà xuất bản ĐHQG Hà Nội.

[12] Nguyễn Hồng Khánh. *Giáo trình luyện thi Đại học*.

[13] Đoàn Văn Lượng. *Các chuyên đề ôn thi Đại học môn Vật lí*.

[14] Nguyễn Đình Yên. *Phương pháp chuẩn hóa số liệu*.

[15] Tăng Hải Tuân. *Giải chi tiết đề thi Đại học môn Vật lí khối A 2013*.

[16] Tăng Hải Tuân. *Giải chi tiết đề thi Đại học môn Vật lí khối A, A1 2014*.

[17] Tăng Hải Tuân. *Giải chi tiết đề thi THPT Quốc gia môn Vật lí 2015*.

[18] Tăng Hải Tuân. *Giải chi tiết đề thi THPT Quốc gia môn Vật lí 2016*.

[19] Tăng Hải Tuân. *Giải chi tiết đề minh họa thi THPT Quốc gia môn Vật lí 2017*.

[20] Tăng Hải Tuân. *Giải chi tiết đề thi THPT Quốc gia môn Vật lí 2017*.

[21] Tăng Hải Tuân. *Giải chi tiết đề thi THPT Quốc gia môn Vật lí 2018*.

Cuối cùng, tập thể thầy cô giáo tác giả LOVEBOOK muốn gửi riêng tới các em học sinh:

Nhất định các em sẽ làm được
Đừng bao giờ nản chí các em nhé!

