

NGUYỄN ANH VINH

CẨM NANG

Ôn luyện thi Đại học, Cao đẳng

Môn **VẬT LÝ**

Tập 1

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

Bản quyền thuộc Công ty TNHH Sách Sư phạm

Mã số : 02.02.1024/1497. PT 2011

Lời nói đầu

Tôi viết cẩm nang này với mong muốn giúp các em chuẩn bị tốt kiến thức và tự tin bước vào phòng thi. Hy vọng cuốn sách sẽ mang đến sự thiết thực, hiệu quả và là người bạn đồng hành cùng các em trên con đường bước tới trường đại học mà mình mơ ước. Bộ sách gồm 2 tập:

Tập 1: Dao động và sóng cơ học

Mạch RLC. Các loại máy điện. Dao động và sóng điện từ

Tập 2: Quang lí. Vật lí hạt nhân. Tỉ vi mô đến vĩ mô

Tuyển chọn và giới thiệu đề thi

Mỗi tập được chia theo các chủ đề, gồm nhiều dạng toán, mỗi dạng đều có phân tích và hướng dẫn giải chi tiết, trong đó chú trọng nhiều đến các phương pháp giải nhanh - ngắn gọn. Sau mỗi ví dụ đều có bài tập nhằm giúp các em vận dụng, đào sâu - mở rộng kiến thức và rèn luyện kĩ năng.

Ngày mai bắt đầu từ ngày hôm nay, hãy đọc và suy ngẫm, ghi chép và nhớ, khái quát rồi tổng hợp. Nắm vững được kiến thức, làm chủ được phương pháp, nhuần nhuyễn các kĩ năng - kĩ xảo làm bài thi, chắc chắn các em sẽ thành công!

Câu hát của bài **ĐƯỜNG ĐẾN NGÀY VINH QUANG**: "*Ngày đi, ngày đi sẽ không xa xôi và chúng ta là người chiến thắng...*" thay cho lời chúc của tôi gửi đến các em.

TÁC GIẢ

Trong quá trình học tập, nếu thấy có vấn đề gì chưa rõ về nội dung, phương pháp, các em có thể trao đổi thông qua số điện thoại **0995.232.978** hoặc theo dõi thêm các bài giảng của chính tác giả qua hai hệ thống:

- * Chương trình hỗ trợ kiến thức Vật lý 12, kênh VTV2 – Đài truyền hình Việt Nam
- * Học trực tuyến qua website: <http://kienthucviet.vn>

Chủ đề 1: DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN

Dao động là chuyển động có giới hạn trong không gian, lặp lại nhiều lần quanh một vị trí cân bằng xác định. Các dao động xét trong chương trình Vật lý 12 gồm: Tuần hoàn, điều hoà, tự do, tắt dần, duy trì và cưỡng bức.

1. Dao động tuần hoàn

a. Định nghĩa: Là dao động mà trạng thái chuyển động của vật được lặp lại như cũ sau những khoảng thời gian bằng nhau xác định.

b. Đại lượng đặc trưng

– Chu kỳ T: Khoảng thời gian ngắn nhất để trạng thái dao động lặp lại như cũ.

$$\text{Chu kỳ} = \frac{\text{khoảng thời gian}}{\text{số dao động}}; T = \frac{t}{N}$$

– Tần số f: “Số dao động” mà vật thực hiện được trong một đơn vị thời gian.

$$\text{Tần số} = \frac{\text{số dao động}}{\text{khoảng thời gian (s)}}; f = \frac{N}{t}$$

Liên hệ giữa tần số và chu kỳ: $f = \frac{1}{T}$

2. Dao động điều hoà

a. Định nghĩa: Dao động mà trạng thái dao động được mô tả bằng định luật dạng cosin (hoặc sin) đối với thời gian.

b. Phương trình dao động: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó: A, ω là những hằng số dương, φ cũng là hằng số nhưng có thể dương, âm hoặc bằng 0. Tần số góc $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

c. Phương trình vận tốc: $v = x'(t) = -A\omega \sin(\omega t + \varphi)$

$\Rightarrow v_{\min} = 0$ tại biên và $|v_{\max}| = \omega A$ khi vật qua vị trí cân bằng.

d. Phương trình gia tốc: $a = v'(t) = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$

$\Rightarrow a_{\min} = 0$ tại vị trí cân bằng và $|a_{\max}| = \omega^2 A$ tại vị trí biên.

e. Các công thức liên hệ độc lập với thời gian

$$a = -\omega^2 x$$

$$F = -kx$$

$$A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$$

$$A^2 = \frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2}$$

$$1 = \left(\frac{x}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2$$

$$1 = \left(\frac{a}{a_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2$$

f. Cách biến đổi phương trình

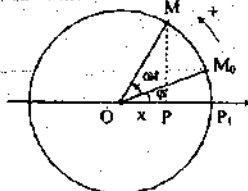
Trong các bài toán dao động, thường phải đổi cách viết đại lượng biến thiên theo hàm số sin sang hàm số cosin hoặc ngược lại. Để thỏa mãn $A > 0$ và $\omega > 0$ cần dùng các biểu thức chuyển đổi sau:

$$x = A \sin(\omega t) = A \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$x = A \cos(\omega t) = A \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$x = A \cos(\varphi - \omega t) = A \cos(\omega t - \varphi)$$

$$x = -A \sin(\omega t + \varphi) = A \sin(\omega t + \varphi + \pi)$$



g. Mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều

Dao động điều hòa có thể được coi là hình chiếu vị trí của một chất điểm chuyển động tròn đều xuống một đường thẳng đi qua tâm và nằm trong mặt phẳng quỹ đạo.

h. Một số công thức liên quan khác

$$\text{Tốc độ trung bình} = \frac{\text{Quãng đường}}{\text{Khoảng thời gian}}$$

$$\text{Vận tốc trung bình} = \frac{\text{Độ dời}}{\text{Khoảng thời gian}}$$

B. CÁC DẠNG TOÁN THƯỜNG GẶP VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

DẠNG 1: Các bài toán mở đầu cơ bản có tác dụng

làm quen các đại lượng, công thức và tính chất dao động

1. Các bài toán liên quan đến phương trình $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

a. Bài toán cho phương trình dao động, cho li độ x , tìm vận tốc v của vật (hoặc ngược lại, cho vận tốc v tìm li độ x)

Phương pháp giải: Sử dụng hệ thức $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow \begin{cases} v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2} \\ x = \pm \sqrt{A^2 - \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} \end{cases}$

Ví dụ 1: Vật dao động điều hoà có phương trình $x = 5 \cos\left(2\pi + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Vận tốc của vật khi qua li độ $x = 3$ cm là

- A. 25,1 cm/s. **B. $\pm 25,1$ cm/s.** C. 12,6 cm/s. D. $\pm 12,6$ cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì đây là bài toán cho x , tìm v khi đã biết phương trình dao động của vật nên từ phương trình $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$ suy ra $v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$

Thay số thu được $v = \pm 2\pi \sqrt{5^2 - 3^2} = \pm 2\pi \cdot 4 = \pm 25,1$ cm/s $\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng: Một vật dao động điều hòa với phương trình

$x = 5 \sin\left(10\sqrt{2}t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). Khi có vận tốc $v = 40\sqrt{2}$ cm/s li độ của vật là

- A. ± 3 cm. B. ± 5 cm. **C. $\pm \sqrt{3}$ cm.** D. $\pm 5\sqrt{3}$ cm.

b. Bài toán tìm tần số: $f = \frac{\omega}{2\pi}$; $f = \frac{1}{T}$; $f = \frac{\text{số dao động}}{\text{khoảng thời gian (s)}}$

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa với biên độ 4 cm. Khi nó có li độ 2 cm thì vận tốc là 1 m/s. Tần số dao động bằng

- A. 1 Hz. B. 1,2 Hz. C. 3 Hz. **D. 4,6 Hz.**

Phân tích và hướng dẫn giải:

Thay $A = 4\text{cm}$, $x = 2\text{cm}$ và $v = 100\text{cm/s}$ vào phương trình $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

thứ được $\omega = \frac{50}{\sqrt{3}} \text{ rad/s} \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = 4,6 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa có các đặc điểm sau:

- Khi đi qua vị trí có tọa độ $x_1 = 8 \text{ cm}$ thì vật có vận tốc $v_1 = 12 \text{ cm/s}$.

- Khi có tọa độ $x_2 = -6 \text{ cm}$ thì vật có vận tốc $v_2 = 16 \text{ cm/s}$.

Tần số dao động điều hòa của vật là

☒ A. $\frac{1}{\pi} \text{ Hz}$.

☐ B. $\pi \text{ Hz}$.

☐ C. $2\pi \text{ Hz}$.

☐ D. $\frac{1}{2\pi} \text{ Hz}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ phương trình $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$, viết cho 2 vị trí ta được:

$$+ A^2 = x_1^2 + \frac{v_1^2}{\omega^2} \Rightarrow A^2 = 8^2 + \frac{12^2}{\omega^2} \quad (1)$$

$$+ A^2 = x_2^2 + \frac{v_2^2}{\omega^2} \Rightarrow A^2 = (-6)^2 + \frac{16^2}{\omega^2} \quad (2)$$

Giải hệ hai phương trình (1) và (2) cho: $\omega = 2 \text{ rad/s} \Rightarrow f = \frac{1}{\pi} \text{ Hz} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

⚠ **Chú ý:** Trong một số bài toán, tần số được tính rất đơn giản dựa theo định nghĩa thông thường như ví dụ sau:

Ví dụ 4: Dao động của con lắc đơn là một dao động tuần hoàn. Biết rằng mỗi phút con lắc thực hiện 360 dao động. Tần số dao động của con lắc là

☐ A. $\frac{1}{6} \text{ Hz}$.

☒ B. 6 Hz .

☐ C. 60 Hz .

☐ D. 120 Hz .

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Tần số là số dao động vật thực hiện được trong một đơn vị thời gian. Vì vậy, nếu biết được trong 1 giây có bao nhiêu dao động xảy ra, sẽ biết được tần số của nó.

+ Vì trong thời gian 1 phút (60 giây) có số dao động là 360

Nên trong 1 giây, số dao động là $\frac{360 \cdot 1}{60} = 6 \Rightarrow$ tần số $f = 6 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

• Cách làm ngắn gọn: Vì $f = \frac{\text{số dao động}}{\text{khoảng thời gian (s)}} = \frac{360}{60} = 6 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Bài tập vận dụng: Tại thời điểm $t = 0$, một chất điểm dao động điều hòa có tọa độ x_0 , vận tốc v_0 . Tại một thời điểm $t \neq 0$ nào đó, tọa độ và vận tốc của chất điểm lần lượt là x và v trong đó $x^2 \neq x_0^2$. Chu kì dao động của vật bằng

A. $T = 2\pi \sqrt{\frac{x^2 - x_0^2}{v^2 - v_0^2}}$

B. $T = 2\pi \sqrt{\frac{v_0^2 - v^2}{x^2 - x_0^2}}$

C. $T = 2\pi \sqrt{\frac{x^2 - x_0^2}{v_0^2 - v^2}}$

D. $T = 2\pi \sqrt{\frac{v^2 - v_0^2}{x^2 - x_0^2}}$

2. Các bài toán liên quan đến phương trình $a = -\omega^2 x$; $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$;

$A^2 = \frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2}$ và lực kéo về $F = -m\omega^2 x$.

Ví dụ 5: Một vật dao động điều hoà dọc theo trục Ox. Lúc vật ở li độ $x = -\sqrt{2}$ cm thì có vận tốc $v = -\pi\sqrt{2}$ cm/s và gia tốc $a = \pi^2\sqrt{2}$ cm/s². Biên độ A và tần số góc ω là

A. 2 cm; π rad/s.

B. 20 cm; π rad/s.

C. 2 cm; 2π rad/s.

D. $2\sqrt{2}$ cm; π rad/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Từ phương trình $a = -\omega^2 x$ ta được tần số góc $\omega = \sqrt{\frac{-a}{x}} = \sqrt{\frac{-\pi^2\sqrt{2}}{-\sqrt{2}}} = \pi$ rad/s

+ Với x, v và ω đã có, thay vào phương trình $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$ ta được biên độ dao

động $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{(-\sqrt{2})^2 + \frac{(-\pi\sqrt{2})^2}{\pi^2}} = 2$ cm $\Rightarrow$ Đáp án A.

⚠ Chú ý: Có thể sử dụng hệ thức $A^2 = \frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2}$ để tìm mối quan hệ trực tiếp giữa vận tốc v và gia tốc a .

Ví dụ 6: Một vật dao động điều hoà trên đoạn thẳng dài 10 cm và thực hiện 50 dao động trong 78,5s. Tìm vận tốc và gia tốc của vật khi nó đi qua vị trí có tọa độ $x = -3\text{cm}$ theo chiều hướng về vị trí cân bằng.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Biên độ: $A = \frac{l}{2} = \frac{10}{2} = 5\text{cm}$

+ Chu kì: $T = \frac{t}{n} = \frac{78,5}{50} = 1,57\text{s} \Rightarrow \text{Tần số góc: } \omega = \frac{2\pi}{T} = 4(\text{rad/s})$.

+ Vận tốc: $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2} = \pm 4\sqrt{5^2 - 3^2} = \pm 16\text{cm/s} = \pm 0,16(\text{m/s})$

Ta chỉ lấy giá trị $v = 0,16(\text{m/s})$ vì vật đang chuyển động theo chiều dương

+ Gia tốc: $a = -\omega^2 x = -4^2 \cdot (-3) = 48(\text{cm/s}^2) = 0,48(\text{m/s}^2)$

Bài tập vận dụng: Một vật dao động điều hoà. Khi qua vị trí cân bằng nó có vận tốc 50 cm/s, khi ở biên nó có gia tốc 5 m/s². Biên độ A của dao động là

- A. 10 cm. **B. 5 cm.** C. 4 cm. D. 2 cm.

Ví dụ 7: Một vật có khối lượng 400g chịu tác dụng của một lực có dạng $F = -0,8\cos 5t$ (N) nên dao động điều hòa. Biên độ dao động của vật là

- A. 32 cm. B. 20 cm. C. 12 cm. D. 8 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Lực kéo về (lực hồi phục) làm vật dao động điều hòa có dạng:

$$F = -kx = -m\omega^2 x = -m\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

+ Theo đề ra, lực này có biểu thức $F = -0,8\cos 5t$ (2)

+ So sánh ta được $\omega = 5\text{rad/s}$ và $m\omega^2 A = 0,8$

$$\Rightarrow A = \frac{0,8}{m\omega^2} = \frac{0,8}{0,4 \cdot 5^2} = 0,08(\text{m}) = 8(\text{cm}) \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Chú ý: Để vật dao động điều hòa thì lực kéo về tác dụng lên vật phải có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của li độ và chiều luôn hướng về vị trí cân bằng ($F = -m\omega^2 x$).

Bài tập vận dụng: (Trích ĐTTT vào các trường Đại học khối A, 2010) 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.

3. Các bài toán liên quan đến phương trình mô tả trạng thái dao động.

Ví dụ 8: Một vật dao động với phương trình $x = 4\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Vào thời điểm $t = 0,5$ s vật có li độ và vận tốc là

A. $x = 2$ cm; $v = -20\pi\sqrt{3}$ cm/s.

B. $x = -2$ cm; $v = \pm 20\pi\sqrt{3}$ cm/s.

C. $x = -2$ cm; $v = -20\pi\sqrt{3}$ cm/s.

D. $x = -2$ cm; $v = 20\pi\sqrt{3}$ cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ $x = 4\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow$ vận tốc $v = -40\pi\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$

Thay $t = 0,5$ s ta được
$$\begin{cases} x = 4\cos\left(10\pi \cdot 0,5 + \frac{\pi}{3}\right) = 4 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) = -2 \text{ cm} \\ v = -40\pi\sin\left(10\pi \cdot 0,5 + \frac{\pi}{3}\right) = 20\pi\sqrt{3} \text{ cm/s} \end{cases} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Ví dụ 9: Vật dao động điều hoà với phương trình $x = 4\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Hỏi góc thời gian đã được chọn lúc vật có trạng thái chuyển động như thế nào?

A. Đi qua tọa độ $x = 2$ cm và chuyển động theo chiều dương trục Ox.

B. Đi qua tọa độ $x = -2$ cm và chuyển động ngược chiều dương trục Ox.

C. Đi qua tọa độ $x = 2$ cm và chuyển động ngược chiều dương trục Ox.

D. Đi qua tọa độ $x = -2$ cm và chuyển động theo chiều dương trục Ox.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Từ $x = 4\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm) $\Rightarrow v = -40\pi\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm/s)

+ Tại $t = 0$, ta có
$$\begin{cases} x_0 = 4\cos\frac{\pi}{3} = 2 \text{ cm} \\ v_0 = -40\pi\sin\frac{\pi}{3} < 0 \end{cases} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 6\cos 4\pi t$ (cm), gia tốc của vật tại thời điểm $t = 5$ s là $a = -\omega^2 x = -\omega^2 \cdot 6 =$

(A) $-947,5 \text{ cm/s}^2$. B. $947,5 \text{ cm/s}^2$. C. $-75,4 \text{ cm/s}^2$. D. $75,4 \text{ cm/s}^2$.

Bài toán 2: Vật dao động điều hoà có gia tốc biến đổi theo phương trình:

$$a = 5 \cos \left(10t + \frac{\pi}{3} \right) (\text{m/s}^2). \text{ Ở thời điểm ban đầu, vật ở li độ } x = 0, \text{ vận tốc } v = 5 \text{ m/s}$$

- A. 5 cm. B. 2,5 cm. C. -5 cm. **D. -2,5 cm.**

Bài toán 3: Một vật dao động điều hoà với chu kì $T = 0,5 \text{ s}$. Khi pha dao động

bằng $\frac{\pi}{4}$ thì gia tốc của vật là $a = -8 \text{ m/s}^2$. Lấy $\pi^2 = 10$. Biên độ dao động của vật bằng

- A. $3\sqrt{2} \text{ cm}$. B. $4\sqrt{2} \text{ cm}$. **C. $5\sqrt{2} \text{ cm}$.** D. 4 cm.

Bài toán 4: 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 $40\sqrt{3} \text{ cm/s}^2$. Biên độ dao động của chất điểm là

- A. 5 cm.** B. 4 cm. C. 10 cm. D. 8 cm.

Ví dụ 10: Chọn phát biểu đúng khi vật dao động điều hoà.

- A. Vector vận tốc $\vec{v}$, vector gia tốc $\vec{a}$ của vật là các vector không đổi.
 B. Vector vận tốc $\vec{v}$ và vector gia tốc $\vec{a}$ đối chiều khi vật qua vị trí cân bằng.
 C. Vector vận tốc $\vec{v}$ và vector gia tốc $\vec{a}$ cùng chiều chuyển động của vật.
D. Vector vận tốc $\vec{v}$ hướng cùng chiều chuyển động, vector gia tốc $\vec{a}$ hướng về vị trí cân bằng.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Vì $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$ và $a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi)$ nên v, a đều phụ thuộc vào thời gian $\Rightarrow$ độ lớn của chúng thay đổi $\Rightarrow$ phương án A sai.

- Vật chuyển động theo chiều nào, chiều của vector vận tốc $\vec{v}$ theo chiều đó.

- Khi vật đi từ biên về vị trí cân bằng, chuyển

động của vật nhanh dần, lúc này vector gia tốc $\vec{a}$ và vector vận tốc $\vec{v}$ cùng chiều.

- Khi vật đi từ vị trí cân bằng ra ngoài biên, chuyển động của vật chậm dần, lúc này vector gia tốc $\vec{a}$ và vector vận tốc $\vec{v}$ ngược chiều.

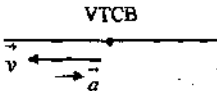
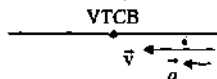
+ Theo hình vẽ $\Rightarrow$ khi qua vị trí cân bằng,

vector vận tốc $\vec{v}$ không đổi chiều, nhưng vector gia tốc $\vec{a}$ đã đổi chiều. Căn cứ vào

2 hình vẽ trên ta thấy chiều của $\vec{a}$ luôn hướng về vị trí cân bằng, hai vector $\vec{a}$ và $\vec{v}$ có thể cùng hoặc ngược chiều nhau. Từ đó suy ra cả B và C sai, còn lại D đúng $\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng: Dao động cơ học đối chiều khi lực kéo về tác dụng lên vật

- A. có độ lớn cực tiểu. B. bằng không. C. có độ lớn cực đại. **D. đổi chiều.**



Ví dụ 11: Kết luận nào dưới đây là đúng với dao động điều hòa?

- A. Li độ và vận tốc trong dao động điều hòa luôn ngược pha với nhau.
- B. Li độ và gia tốc trong dao động điều hòa luôn ngược pha với nhau.
- C. Vận tốc và gia tốc trong dao động điều hòa luôn cùng pha với nhau.
- D. Vận tốc và gia tốc trong dao động điều hòa luôn ngược pha với nhau.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Để so sánh pha của chúng, cần phải viết chúng cùng hàm sin hoặc hàm cosin. Nếu

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \text{ thì } v = -A\omega \sin(\omega t + \varphi) = \omega A \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right).$$

$$\text{và } a = v' = x'' = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi + \pi).$$

Như vậy: v vuông pha với x và a .

a ngược pha với x . $\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 12: Vật dao động điều hoà 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. $t = -0,5 + 2k$ (s) với $k = 1, 2, 3, \dots$
- B. $t = -0,5 + 2k$ (s) với $k = 0, 1, 2, \dots$
- C. $t = 1 + 2k$ (s) với $k = 1, 2, 3, \dots$
- D. $t = 1 + 2k$ (s) với $k = 0, 1, 2, \dots$

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Đây là bài toán thuộc dạng cho phương trình dao động, tìm các thời điểm vật qua li độ x^* .

Phương pháp giải: Với x^* , A , ω và φ đã biết, giải phương trình $A\cos(\omega t + \varphi) = x^*$ sẽ thu được các thời điểm t . Về phương diện toán học thì sẽ thu được 2 hệ nghiệm. Còn về phương diện vật lí thì ta biết rằng trong một chu kì vật đi qua một li độ x^* hai lần và lặp lại ở các chu kì tiếp theo, vì vậy nếu không nói rõ chiều chuyển động thì cũng thu được 2 trường hợp

$$\begin{cases} t_1 = \alpha + kT \\ t_2 = \beta + mT \end{cases} \text{ Tuy nhiên ở}$$

bài toán trên, do chỉ xét chuyển động theo 1 chiều nên chỉ có 1 hệ nghiệm mà thôi.

$$+ \text{Cò } \begin{cases} x = 5\sqrt{2} \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) = -5 \\ v = -5\sqrt{2}\pi \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) = -\frac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) < 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \pi t + \frac{\pi}{4} = \frac{5\pi}{4} + k2\pi \text{ (với } k \in \mathbb{Z}) \Rightarrow t = 1 + 2k \text{ (s)}$$

Để $t \geq 0$ thì k có thể nhận các giá trị $0, 1, 2, 3, \dots \Rightarrow$ Đáp án D.

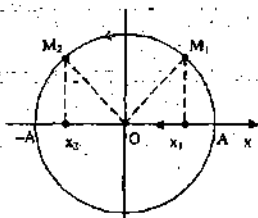
Bài tập vận dụng: Một vật dao động với phương trình $x = 3\cos\left(4\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$ cm.

Hãy xác định các thời điểm để vật có vận tốc $v = -6\pi\sqrt{3}$ cm/s?

DẠNG 2: Bài toán cho phương trình dao động

Tìm khoảng thời gian để vật đi từ li độ x_1 đến x_2 theo một tính chất nào đó

+ **Về phương pháp tìm chung:** Sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều. Vẽ cung M_1M_2 tương ứng với chuyển động của vật trên trục Ox . Xác định góc ở tâm α mà cung M_1M_2 chắn. Giả sử trường hợp hình bên



có thể tính $\alpha = \widehat{M_1OM_2} = \widehat{x_1M_1O} + \widehat{x_2M_2O}$

$$\text{Với } \sin(\widehat{x_1M_1O}) = \frac{|x_1|}{A}, \sin(\widehat{x_2M_2O}) = \frac{|x_2|}{A}$$

Thời gian ngắn nhất vật dao động đi từ x_1 đến x_2 bằng thời gian vật chuyển động

tròn đều từ M_1 đến M_2 là $t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\alpha}{2\pi} T$.

+ **Về các trường hợp đặc biệt cần nhớ để giải nhanh:**

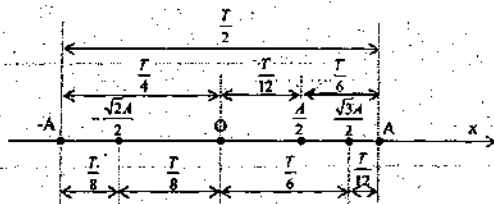
* Thời gian để vật đi từ $x = 0$ đến $|x| = A$ hoặc ngược lại là $t = \frac{T}{4}$ (do $\alpha = \frac{\pi}{2}$)

♦ Thời gian đi từ $x=0$ (VTCB) đến $|x| = \frac{A}{2}$ hoặc đi ngược lại là $t = \frac{T}{12}$ (do $\alpha = \frac{\pi}{6}$)

$\Rightarrow$ Thời gian đi từ $x = -\frac{A}{2}$ đến $x = A$ hoặc đi ngược lại là $t = \frac{T}{6}$ ($t = \frac{T}{4} - \frac{T}{12} = \frac{T}{6}$)

♦ $x=0 \leftrightarrow x = \frac{A\sqrt{2}}{2}, t = \frac{T}{8} \Rightarrow x = \frac{A\sqrt{2}}{2} \leftrightarrow x = A, t = \frac{T}{8}$ (do $\frac{T}{4} - \frac{T}{8} = \frac{T}{8}$)

♦ $x=0 \leftrightarrow x = \frac{A\sqrt{3}}{2}, t = \frac{T}{6} \Rightarrow x = \frac{A\sqrt{3}}{2} \leftrightarrow x = A, t = \frac{T}{12}$ (do $\frac{T}{4} - \frac{T}{6} = \frac{T}{12}$)



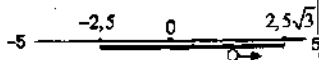
Sơ đồ phân bố thời gian chuyển động trong quá trình dao động

Ví dụ 1: Một vật dao động trên trục Ox với phương trình $x = 5\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm.

Tìm khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ li độ $x_1 = -2,5$ cm đến li độ $x_2 = 2,5\sqrt{3}$ cm?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Thời gian ngắn nhất cần tìm để vật đi từ li độ $x_1 = -2,5$ cm đến li độ $x_2 = 2,5\sqrt{3}$ cm chỉ có thể là thời gian vật đi theo 1 chiều trực tiếp từ $-2,5 \rightarrow 2,5\sqrt{3}$ như hình vẽ.



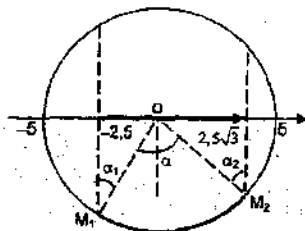
Cách 1: Sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều, thời gian này chính bằng thời gian chất điểm M chuyển động trên cung M_1M_2 . Cung M_1M_2 chắn góc α ở tâm. Theo hình vẽ, góc này có thể tính $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$,

$$\text{Với } \sin \alpha_1 = \frac{2,5}{5} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\pi}{6}$$

$$\text{và } \sin \alpha_2 = \frac{2,5\sqrt{3}}{5} \Rightarrow \alpha_2 = \frac{\pi}{3}$$

$$\text{nên } \alpha = \alpha_1 + \alpha_2 = \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2}$$

$$\text{Vậy } t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{2}}{4\pi} = \frac{1}{8} \text{ s} = 0,125 \text{ s}$$



Cách 2: Nếu nhớ các trường hợp đặc biệt nêu trên, ta có thể thu được kết quả nhanh

$$\text{nghư sau: } t_{-2,5 \rightarrow 2,5\sqrt{3}} = t_{-\frac{A}{2} \rightarrow \frac{A\sqrt{3}}{2}} = t_{-\frac{A}{2} \rightarrow 0} + t_{0 \rightarrow \frac{A\sqrt{3}}{2}} = \frac{T}{12} + \frac{T}{6} = \frac{T}{4}$$

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa với chu kỳ T và biên độ A. Khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ $x_1 = -\frac{A}{2}$ đến $x_2 = \frac{A}{2}$ là

A. $\frac{T}{4}$

B. $\frac{T}{6}$

C. $\frac{T}{3}$

D. $\frac{T}{8}$

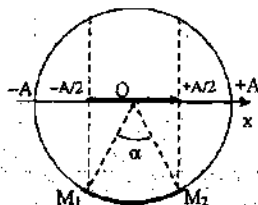
Phân tích và hướng dẫn giải:

Cách 1: Thời gian ngắn nhất cần tìm để vật đi

từ li độ $-\frac{A}{2}$ đến $+\frac{A}{2}$ chỉ có thể là thời gian

vật đi theo chiều dương như hình vẽ.

Bằng kiến thức hình học phẳng, dễ dàng thấy rằng cung M_1M_2 chắn góc ở tâm $\alpha = \frac{\pi}{3}$.



$$\text{Vậy } t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{3}}{2\pi} T = \frac{1}{6} T = \frac{T}{6} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

$$\text{Cách 2: Ta có } t_{-\frac{A}{2} \rightarrow \frac{A}{2}} = t_{-\frac{A}{2} \rightarrow 0} + t_{0 \rightarrow \frac{A}{2}} = \frac{T}{12} + \frac{T}{12} = \frac{T}{6}$$

Bài tập vận dụng: Một vật dao động điều hòa, biết thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ $x = 0,5A$ là $0,1s$. Chu kỳ dao động của vật là

A. $0,4s$.

B. $0,12s$.

C. $1,2s$.

D. $0,8s$.

※ Chú ý: Bài toán tìm khoảng thời gian để vật đi từ li độ x_1 đến x_2 ở trên là bài toán cơ bản, trên cơ sở bài toán này chúng ta có thể làm được rất nhiều các bài toán mở rộng khác như:

- Tìm thời gian ngắn nhất để vật đi từ li độ x_1 đến vận tốc hay gia tốc nào đó.
- Tìm khoảng thời gian từ lúc bắt đầu khảo sát dao động đến khi vật qua tọa độ x nào đó lần thứ n .
- Tìm khoảng thời gian từ lúc bắt đầu khảo sát dao động đến khi vật nhận vận tốc hay gia tốc nào đó lần thứ n .
- Tìm vận tốc hay tốc độ trung bình trên một quỹ đạo chuyển động nào đó.
- Tìm khoảng thời gian mà lò xo nén, giãn trong 1 chu kỳ chuyển động
- Tìm khoảng thời gian mà bóng đèn sáng, tối trong 1 chu kỳ hay trong 1 khoảng thời gian nào đó.
- Tìm khoảng thời gian mà tụ điện C phóng hay tích điện từ giá trị q_1 đến q_2 .
- Các bài toán ngược liên quan đến khoảng thời gian,...

Sau đây là một số ví dụ

Ví dụ 3: Một vật dao động trên trục Ox với phương trình $x = 4\cos\left(2t - \frac{\pi}{6}\right)$ cm.

Khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí $x = 2$ cm đến vị trí có gia tốc $a = -8\sqrt{2}$ cm/s² là

A. $\frac{\pi}{24}$ s.

B. $\frac{\pi}{2,4}$ s.

C. $2,4\pi$ s.

D. 24π s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Theo biểu thức $a = -\omega^2 x \Rightarrow$ khi vật có gia tốc $a = -8\sqrt{2}$ cm/s² thì vật qua li độ

$$x = -\frac{a}{\omega^2} = -\frac{-8\sqrt{2}}{2^2} = 2\sqrt{2} \text{ cm}$$

$\Rightarrow$ Bài toán lúc này chuyển thành bài toán cơ bản là tìm khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí $x_1 = 2$ cm đến vị trí $x_2 = 2\sqrt{2}$ cm. Có 2 cách giải đơn giản cho bài toán này:

Cách 1: Dùng vòng tròn, đánh dấu các vị trí và vẽ cung M_1M_2 tương ứng

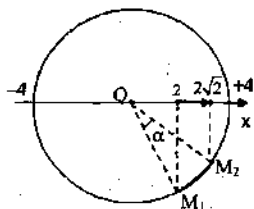
Để dàng thấy rằng cung M_1M_2 chắn góc ở tâm $\alpha = \frac{\pi}{12}$

$$\text{Vậy } t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\pi/12}{2} = \frac{\pi}{24} \text{ s} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Cách 2: Nhận thấy $2 = \frac{4}{2} = \frac{A}{2}$ và

$$2\sqrt{2} = \frac{4\sqrt{2}}{2} = \frac{A\sqrt{2}}{2} \text{ nên}$$

$$t_{\frac{A}{2}, \frac{A\sqrt{2}}{2}} = t_{0 \rightarrow \frac{A\sqrt{2}}{2}} - t_{0 \rightarrow \frac{A}{2}} = \frac{T}{8} - \frac{T}{12} = \frac{T}{24} = \frac{2\pi/\omega}{24} = \frac{2\pi/2}{24} = \frac{\pi}{24} \text{ s}$$



Ví dụ 4: Một vật dao động trên trục Ox với phương trình $x = 5\cos\left(4\pi - \frac{\pi}{3}\right)$ cm.

Tính từ lúc khảo sát dao động, vật đạt gia tốc cực đại lần thứ 2 vào thời điểm nào?

Phân tích và hướng dẫn giải:



Tại $t_0 = 0$ thì:
$$\begin{cases} x_0 = 2,5 \\ v_0 = 10\pi\sqrt{3} > 0 \end{cases}$$

Vì gia tốc $a = -\omega^2 x \Rightarrow$ Gia tốc đạt cực đại khi: $x = \pm A = \pm 5$ cm

Theo chiều chuyển động ban đầu, vị trí biên $x = +5$ gia tốc sẽ cực đại lần thứ nhất, chờ đến biên $x = -5$ gia tốc sẽ cực đại lần thứ hai.

Vậy thời điểm cần tìm là: $t = t_{2,5 \rightarrow -5} + t_{-5 \rightarrow -5} = \frac{T}{6} + \frac{T}{2} = \frac{2T}{3} = \frac{2 \cdot 0,5}{3} = \frac{1}{3} \text{ s}$

Ví dụ 5: Một vật dao động điều hòa có chu kì là T . Nếu chọn gốc thời gian $t = 0$ lúc vật qua vị trí cân bằng, thì trong nửa chu kì đầu tiên, vận tốc của vật bằng không ở thời điểm

A. $t = \frac{T}{6}$

B. $t = \frac{T}{4}$

C. $t = \frac{T}{8}$

D. $t = \frac{T}{2}$

(Trích ĐTTT vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đáp án B vì vận tốc của vật bằng không khi vật nằm ở vị trí biên, vậy

$$t = t_{0 \rightarrow A} = \frac{T}{4}$$

Ngoài các cách giải trên, còn có thể giải theo một số cách khác nữa như các ví dụ sau đây:

Ví dụ 6: Một vật dao động với phương trình $x = 10 \sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm. Tìm thời điểm vật đi qua vị trí có li độ $x = 5$ cm lần thứ hai theo chiều dương.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Các thời điểm vật đi qua vị trí có li độ $x = 5$ cm được xác định bởi phương trình:

$$x = 10 \sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = 5 \Rightarrow \begin{cases} \left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{\pi}{6} + k \cdot 2\pi \\ \left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{5\pi}{6} + k \cdot 2\pi \end{cases} \quad (k \in \mathbb{Z})$$

Ta có: $v = x' = 2\pi \cdot 10 \cdot \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$. Vì vật đi theo chiều dương nên $v > 0$

$\Leftrightarrow 2\pi \cdot 10 \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) > 0$. Để thỏa mãn điều kiện này ta chọn

$$\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{\pi}{6} + k \cdot 2\pi \Rightarrow t = -\frac{1}{6} + k \quad \text{Muốn } t > 0 \text{ thì } k = 1, 2, 3, 4, \dots$$

Ta thấy k lấy từ giá trị 1, vậy vật đi qua vị trí $x = 5$ cm lần thứ hai theo chiều dương ứng với $k = 2$, nên thời điểm cần tìm là $t = -\frac{1}{6} + 2 = \frac{11}{6}$ (s).

Ví dụ 7: Một vật dao động điều hoà với phương trình: $x = 10 \cdot \sin\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

Xác định thời điểm vật đi qua li độ $x = -5\sqrt{2}$ (cm) lần thứ ba theo chiều âm?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Các thời điểm vật đi qua vị trí $x = -5\sqrt{2}$ cm được xác định theo phương trình:

$$10 \cdot \sin\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = -5\sqrt{2} \Rightarrow \sin\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = -\frac{\sqrt{2}}{2} = \sin\left(-\frac{\pi}{4}\right).$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = -\frac{\pi}{4} + k.2\pi \\ \left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = \pi + \frac{\pi}{4} + k.2\pi \end{cases} \quad \text{với } k \in \mathbb{Z}$$

Vận tốc của vật $v = x' = 10\pi \cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$. Vì vật đi theo chiều âm, $v < 0$. Để thỏa

mãn điều kiện này, chỉ chọn $\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = \pi + \frac{\pi}{4} + k.2\pi$

$\Rightarrow t = \frac{7}{4} + 2k$ ($k = 0, 1, 2, 3, \dots$ để $t > 0$). Ta thấy k lấy giá trị từ 0, theo thứ tự của

k , lần thứ 3 sẽ ứng với $k = 2$ nên thời điểm cần tìm là $t = \frac{7}{4} + 2.2 = \frac{23}{4}$ (s).

Ví dụ 8: Dao động điều hoà có phương trình $x = 2\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm. Hỏi lần thứ

10 vật qua li độ $x = -1$ cm và đang tiến về VTCB vào thời điểm nào?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi $x = -1$ ta có: $-1 = 2\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow \cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = -\frac{1}{2}$

$$\Rightarrow \left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = \pm \frac{2\pi}{3} + 2k\pi$$

Vật có tọa độ âm, và đang tiến về VTCB thì vật có vận tốc dương

$$\Rightarrow \sin\left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right) < 0 \text{ nên chỉ chọn nghiệm } \left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = \frac{-2\pi}{3} + 2k\pi$$

$$\Rightarrow t = \frac{-1}{30} + \frac{k}{5}, \text{ và vì } t > 0 \text{ nên } k = 1, 2, 3, \dots$$

Theo thứ tự của k , lần thứ 10 sẽ ứng với $k = 10$ nên $t = \frac{-1}{30} + \frac{10}{5} = \frac{59}{30}$ (s)

Ví dụ 9: Dao động điều hoà có phương trình $x = A\cos(5\pi t + \pi)$. Kể từ thời điểm ban đầu khảo sát dao động, động năng bằng thế năng lần thứ 9 vào thời điểm nào?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi động năng bằng thế năng thì: $\cos^2(\omega t + \varphi) = \sin^2(\omega t + \varphi)$

$$\Rightarrow \cos^2(5\pi t + \pi) = \sin^2(5\pi t + \pi) \Rightarrow \tan^2(5\pi t + \pi) = 1 = \tan^2\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

$$\Rightarrow (5\pi t + \pi) = \frac{\pi}{4} + \frac{k\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{-3}{20} + \frac{k}{10} \quad \text{vì } t > 0 \text{ nên } k = 2, 3, 4, \dots$$

Theo thứ tự của k, lần thứ 9 ứng với k = 10, vậy $t = \frac{-3}{20} + \frac{10}{10} = \frac{17}{20}$ (s)

Ví dụ 10: Một vật dao động với phương trình: $x = 10 \cdot \sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Xác định thời điểm vật đi qua vị trí có li độ $x = 5$ cm lần thứ 2010?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Thời điểm vật đi qua vị trí có li độ $x = 5$ cm được xác định từ phương trình:

$$10 \cdot \sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = 5 \Rightarrow \sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{1}{2} = \sin \frac{\pi}{6}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{\pi}{6} + k \cdot 2\pi \\ \left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{5\pi}{6} + k \cdot 2\pi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t = -\frac{1}{30} + \frac{k}{5} & (k=1, 2, 3, \dots) \text{ cho } v > 0 \\ t = \frac{1}{30} + \frac{m}{5} & (m=0, 1, 2, \dots) \text{ cho } v < 0 \end{cases}$$

+ Khi $t = 0$ thì $x = 10 \cdot \sin \frac{\pi}{2} = 10$, tức là vật bắt đầu dao động từ vị trí biên dương,

nên vật đi qua vị trí $x = 5$ cm lần thứ nhất theo chiều âm, và qua vị trí này lần 2 theo chiều dương, vậy lần thứ 2010 cũng sẽ theo chiều dương. Trong số 2010 lần vật qua vị trí $x = 5$ cm thì chỉ có 1005 lần vật qua vị trí đó theo chiều dương, tức là $k = 1005$, vậy thời điểm cần tìm là

$$t = -\frac{1}{30} + \frac{k}{5} = -\frac{1}{30} + \frac{1005}{5} = \frac{6030-1}{30} = \frac{6029}{30} \text{ (s)}.$$

⚠️ Chú ý: Dạng bài toán tìm thời điểm vật qua tọa độ x^* lần thứ n mà không tính đến chiều chuyển động, ngoài cách giải nêu trên, chúng ta cũng có thể giải nhanh bằng vòng tròn hoặc dùng công thức sau:

+ $t_n = t_1 + \frac{n-1}{2} T$ nếu n là lẻ. Với t_1 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến tọa độ x^* lần thứ nhất.

$+ t_1 = t_2 + \frac{n-2}{2}T$ nếu n là chẵn. Với t_2 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến tọa độ x^* lần thứ hai.

Thực vậy, với ví dụ trên, do 2010 là số chẵn nên: $t_{2010} = t_2 + \frac{2010-2}{2}T$

Trong đó t_2 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến tọa độ $x = 5$ lần thứ hai, dễ dàng tìm được: $t_2 = \frac{T}{2} + \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{5T}{6}$

$$\text{Vậy } t_{2010} = \frac{5T}{6} + \frac{2010-2}{2}T = \frac{6029}{6}T = \frac{6029}{6} \cdot \frac{2\pi}{10\pi} = \frac{6029}{30} \text{ s}$$

Với cách làm như vậy, một cách tương tự bạn đọc có thể tìm được các thời điểm qua tọa độ x nào đó lần thứ 2011, 2012, v.v...

Ví dụ 11: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 8\cos 2\pi t$ cm. Thời điểm đầu tiên vật đi qua vị trí cân bằng là

A. $\frac{1}{4}$ s.

B. $\frac{1}{2}$ s.

C. $\frac{1}{6}$ s.

D. $\frac{1}{3}$ s.

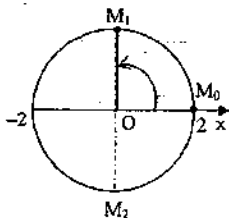
Phân tích và hướng dẫn giải:

Giải theo vòng tròn:

Vì $\varphi = 0$ nên vật xuất phát từ M_0 , thời điểm thứ nhất vật qua VTCB ứng với vật qua M_1 . Khi đó bán kính

quét 1 góc ở tâm $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$

$$\Rightarrow t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{2}}{2\pi} = \frac{1}{4} \text{ s} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$



Không dùng cách này thì ta cũng đã biết thời gian

để vật đi từ biên về vị trí cân bằng mỗi một phần tư chu kỳ nên chọn A! Bài toán trên chỉ giới thiệu mang tính mô phỏng, làm tiền đề cho những bài toán về sau.

Ví dụ 12: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 4\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm.

Vật qua vị trí $x = 2$ cm theo chiều dương lần thứ 3 vào thời điểm

A. $\frac{9}{8}$ s.

B. $\frac{11}{8}$ s.

C. $\frac{5}{8}$ s.

D. 1,5 s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Giải theo vòng tròn: Vì $\varphi = \frac{\pi}{6}$ nên vị trí ban đầu

ứng với chuyển động tròn đều là M_0 . Vật qua

$x = 2\text{cm}$ theo chiều dương tương ứng là điểm M_2 .

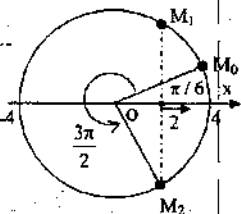
Lần thứ nhất, bán kính quét 1 góc ở tâm $3\pi/2$

Muốn qua lần thứ 3 thì phải quay thêm 2 vòng

nửa (vì mỗi vòng quay, vật qua $x = 2\text{cm}$ theo

chiều dương được 1 lần) tức là phải quét thêm 2.2π . Vậy tổng góc quét là

$$\Delta\varphi = \frac{3\pi}{2} + 2.2\pi = \frac{11\pi}{2} \text{ nên suy ra } t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{11\pi/2}{4\pi} = \frac{11}{8}\text{s} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$



Ví dụ 13: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 4 \cdot \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm.

Vật qua vị trí $x = 2\text{cm}$ lần thứ 2011 vào thời điểm

A. $\frac{12049}{24}\text{s}$

B. $\frac{12061}{24}\text{s}$

C. $\frac{12025}{24}\text{s}$

D. $\frac{12078}{24}\text{s}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cách 1: Giải theo vòng tròn

+ Vị trí ban đầu ứng với chuyển động tròn đều là điểm M_0 . Vì chỉ tính vật qua điểm $x = 2\text{cm}$ mà không xét đến chiều chuyển động nên cứ mỗi vòng quay, vật qua vị trí này hai lần tương ứng là các điểm M_1 và M_2 trên vòng tròn

+ Lần thứ nhất, là đến điểm M_1 , so với OM_0

bán kính OM_1 đã quét 1 góc ở tâm $\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{6}$

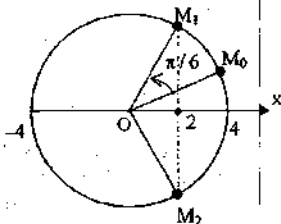
+ Muốn có lần thứ 2011, vật cần phải đi qua thêm 2010 lần nữa, vậy chuyển động tròn tương ứng phải quay thêm 1005 vòng. Tổng

góc quét là $\Delta\varphi = \frac{\pi}{6} + 1005.2\pi = \frac{12061\pi}{6}$

$$\Rightarrow t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{12061\pi/6}{4\pi} = \frac{12061}{24}\text{s}$$

Cách 2: Giải theo công thức tính nhanh

$$t_n = t_1 + \frac{n-1}{2}T = \frac{T}{12} + \frac{2011-1}{2}T = \frac{12061}{12}T = \frac{12061}{12} \cdot \frac{2\pi}{4\pi} = \frac{12061}{24}\text{s}$$



Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một vật dao động điều hòa có biểu thức li độ: $x = 2 \cos\left(\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ cm.

Thời điểm đầu tiên vật qua vị trí $x = -\sqrt{2}$ cm theo chiều dương là $\frac{T}{2} + \frac{T}{4}$

- A. $t = 2s$. B. $t = 3,5s$. C. $t = 4s$. **D. $1,5s$.**

Bài toán 2: Một vật dao động điều hòa theo phương trình $x = 6 \cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ cm.

Tính từ lúc bắt đầu khảo sát dao động, lần thứ hai vật có vận tốc $v_2 = -15\pi$ cm/s vào thời điểm $\frac{T}{2} + \frac{T}{24}$

- A. $\frac{13}{60}s$.** B. $\frac{39}{180}s$. C. $\frac{5}{60}s$. D. $\frac{7}{12}s$.

Bài toán 3: Một chất điểm dao động điều hòa theo phương trình $x = 4 \cos \frac{2\pi}{3} t$ (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 $4005T + \frac{T}{4} + \frac{T}{12}$

- A. 3015 s. B. 6030 s. **C. 3016 s.** D. 6031 s.

Tổng kết: Đến đây ta có thể tóm tắt lại và bổ sung thêm một số công thức tính nhanh cho các bài toán tìm thời điểm vật qua tọa độ x^* lần thứ n.

- ♦ Không tính đến chiều chuyển động (dấu của v)

+ Nếu n là lẻ thì dùng công thức $t_n = t_1 + \frac{n-1}{2} T$. Với t_1 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến tọa độ x^* lần thứ nhất.

+ Nếu n là chẵn thì dùng công thức $t_n = t_2 + \frac{n-2}{2} T$. Với t_2 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến tọa độ x^* lần thứ hai.

- ♦ Các trường hợp đặc biệt:

- nếu qua vị trí cân bằng lần thứ n thì: $t_n = t_1 + \frac{n-1}{2} T$

- nếu qua vị trí biên lần thứ n thì: $t_n = t_1 + (n-1) T$

- ♦ Nếu tính đến chiều chuyển động, vật qua tọa độ x^* theo 1 chiều nào đó lần thứ n thì: $t_n = t_1 + (n-1) T$

♦ Với cách vị trí cân bằng một đoạn L lần thứ n , ta làm như sau:

Lấy n chia cho 4 được một số nguyên m và dư 1 hoặc 2 hoặc 3 hoặc 4

$$\text{Chẳng hạn: } + \frac{2011}{4} = 502 \text{ dư } 3$$

$$+ \text{ Mặc dù } \frac{2012}{4} = 503 \text{ nhưng ta sẽ viết } \frac{2012}{4} = 502 \text{ dư } 4.$$

• Nếu dư 1 thì $t_n = t_1 + mT$ với t_1 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến vị trí cách vị trí cân bằng một đoạn L lần thứ nhất.

• Nếu dư 2 thì $t_n = t_2 + mT$ với t_2 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến vị trí cách vị trí cân bằng một đoạn L lần thứ hai.

• Nếu dư 3 thì $t_n = t_3 + mT$ với t_3 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến vị trí cách vị trí cân bằng một đoạn L lần thứ ba.

• Nếu dư 4 thì $t_n = t_4 + mT$ với t_4 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến vị trí cách vị trí cân bằng một đoạn L lần thứ tư.

Với các bài toán vật nhận vận tốc hay gia tốc lần thứ n ta cũng làm tương tự, ngoài ra ta cũng có thể mở rộng cho các bài toán động năng bằng một giá trị nào đó của thế năng lần thứ n , hay lực phục hồi nhận một độ lớn nào đó lần thứ n , v.v...

Ví dụ 14: 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. $\frac{4A}{T}$

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Để làm bài toán này ta cần phân biệt hai công thức tính

$$\text{Tốc độ trung bình} = \frac{\text{Quãng đường}}{\text{Khoảng thời gian}} \quad (1)$$

$$\text{Vận tốc trung bình} = \frac{\text{Độ dời}}{\text{Khoảng thời gian}} \quad (2)$$

Bài toán này tìm tốc độ trung bình nên sử dụng công thức (1).

Trong khoảng thời gian ngắn nhất:

+ Từ vị trí biên $x = A$ đến vị trí $x = -\frac{A}{2}$, chất điểm đi được quãng đường

$$S = A + \left| -\frac{A}{2} \right| = 3\frac{A}{2}$$

+ Khoảng thời gian vật dịch chuyển giữa 2 tọa độ trên là

$$t_{A \rightarrow -\frac{A}{2}} = t_{A \rightarrow 0} + t_{0 \rightarrow -\frac{A}{2}} = \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{T}{3}$$

$$\text{Vậy: Tốc độ trung bình} = \frac{\text{Quãng đường}}{\text{Khoảng thời gian}} = \frac{3\frac{A}{2}}{\frac{T}{3}} = \frac{9A}{2T} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 15: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Trong khoảng thời gian $\frac{1}{15}$ s đầu tiên vật chuyển động theo chiều âm từ vị trí có li độ

$x_0 = \frac{A\sqrt{3}}{2}$ đến vị trí cân bằng. Khi vật qua vị trí có li độ $x = 2\sqrt{3}$ cm thì vật có vận tốc $v = 10\pi$ cm/s. Biên độ dao động của vật là:

A. $2\sqrt{6}$ cm

B. 4 cm.

C. 5 cm.

D. 6 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Vì bài toán đã cho x và v , yêu cầu tìm A nên ta nghĩ ngay đến công thức liên hệ

$A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$. Tuy nhiên ta phải tìm thêm ω , và ở bài toán này ta tìm ω thông qua chu kỳ T .

+ Hầu hết các bài toán trước đều cho chu kỳ T , tọa độ x_1 và x_2 , cần tìm khoảng thời gian t để vật dịch chuyển giữa hai tọa độ. Còn đây là một bài toán ngược lại, cho khoảng thời gian t để vật dịch chuyển giữa hai tọa độ x_1 và x_2 thì chắc chắn tính được chu kỳ T . Thực vậy:

Như đã biết, thời gian để vật đi từ vị trí $\frac{A\sqrt{3}}{2}$ đến vị trí cân bằng là $\frac{T}{6}$, vì vậy ta

$$\text{có } \frac{1}{15} = \frac{T}{6} \Rightarrow T = \frac{6}{15} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot \frac{15}{6} = 5\pi$$

$$\text{Ta có } A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = (2\sqrt{3})^2 + \frac{(10\pi)^2}{(5\pi)^2} = 16 \Rightarrow A = 4\text{cm} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một chất điểm dao động điều hòa với biên độ A tần số góc ω . Gọi M và N là những điểm có tọa độ lần lượt là $x = \frac{A}{2}$ và $x = -\frac{A}{2}$. Tốc độ trung bình của chất điểm trên đoạn MN bằng

A. $\bar{v} = \frac{2A\omega}{3\pi}$ B. $\bar{v} = \frac{3A\omega}{2\pi}$ C. $\bar{v} = \frac{3A\omega}{\pi}$ D. $\bar{v} = \frac{A\omega}{2\pi}$

Bài toán 2: Một vật dao động điều hòa có độ lớn vận tốc cực đại là $31,4 \text{ cm/s}$. Lấy $\pi = 3,14$. Tốc độ trung bình của vật trong một chu kỳ dao động là

A. 20 cm/s B. 10 cm/s C. 0 D. 15 cm/s

Bài toán 3: Một vật dao động điều hòa với chu kỳ $T = 2\text{s}$. Biết tốc độ trung bình trong một chu kỳ là 4 cm/s . Giá trị lớn nhất của vận tốc trong quá trình dao động là

A. 6 cm/s B. 5 cm/s C. $6,28 \text{ cm/s}$ D. 8 cm/s

$$\frac{4A}{T} = 4 \rightarrow A = 2 \text{ cm} \rightarrow v_{\max} = 2\pi$$

DẠNG 3: Dạng bài toán biết tại thời điểm t vật qua li độ x theo một chiều nào đó. Tìm li độ dao động tại thời điểm sau hoặc trước thời điểm t một khoảng thời gian Δt .

Phương pháp:

Cách 1: Dùng phép biến đổi toán học thuần túy. Thay $x = x_1$ vào phương trình dao động điều hòa $x = A\cos(\omega t + \varphi)$, căn cứ thêm vào chiều chuyển động để chọn nghiệm $(\omega t + \varphi)$ duy nhất. Từ đó tính được li độ sau hoặc trước thời điểm t độ Δt giây là: $x_{t \pm \Delta t} = A\cos[\omega(t \pm \Delta t) + \varphi] = A\cos[\omega t + \varphi \pm \omega \Delta t]$. Nếu là thời điểm sau thì dùng dấu cộng (+), trước dùng dấu trừ (-).

Cách 2: Dùng vòng tròn. Đánh dấu vị trí x_1 trên trục đi qua tâm Ox . Kẻ đoạn thẳng qua x_1 vuông góc Ox cắt đường tròn tại hai điểm. Căn cứ vào chiều chuyển động để chọn vị trí M duy nhất trên vòng tròn. Vẽ bán kính OM . Trong khoảng thời gian Δt , góc ở tâm mà OM quét được là $\alpha = \omega \Delta t$. Vẽ OM' lệch với OM góc α , từ M' kẻ vuông góc với Ox cắt ở đâu thì đó là li độ cần xác định.

Ví dụ minh họa: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x = 5 \cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm. Tại thời điểm t_1 , vật có li độ $2,5\sqrt{2}$ cm và đang có xu hướng giảm. Li độ của vật sau thời điểm đó $\frac{7}{48}$ s là

- A. 2,5 cm B. $-2,5\sqrt{2}$ cm C. $-2,5\sqrt{3}$ cm D. -2,5 cm

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cách 1:

$$+ \text{ Tại thời điểm } t_1 \text{ ta có: } x_1 = 5 \cos\left(4\pi t_1 - \frac{\pi}{3}\right) = 2,5\sqrt{2} \Rightarrow \begin{cases} \left(4\pi t_1 - \frac{\pi}{3}\right) = \frac{\pi}{4} \\ \left(4\pi t_1 - \frac{\pi}{3}\right) = -\frac{\pi}{4} \end{cases}$$

Do vật đang ở tọa độ dương, tọa độ lại có xu hướng giảm nên vật sẽ đi ngược chiều dương của hệ trục tọa độ, tức là $v < 0$. Mà $v = -20\pi \sin\left(4\pi t_1 - \frac{\pi}{3}\right)$ nên trong 2 trường hợp ở trên, chỉ có $\left(4\pi t_1 - \frac{\pi}{3}\right) = \frac{\pi}{4}$ là làm cho $v < 0$.

+ Tại thời điểm $t_2 = t_1 + \frac{7}{48}$ thì:

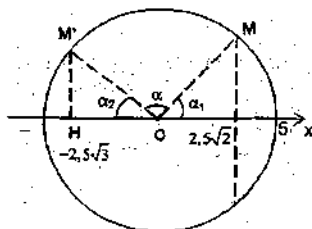
$$x_2 = 5 \cos\left[4\pi\left(t_1 + \frac{7}{48}\right) - \frac{\pi}{3}\right] = 5 \cos\left[4\pi t_1 + \frac{7\pi}{12} - \frac{\pi}{3}\right]$$

$$\text{hay } x_2 = 5 \cos\left[\left(4\pi t_1 - \frac{\pi}{3}\right) + \frac{7\pi}{12}\right] = 5 \cos\left[\frac{\pi}{4} + \frac{7\pi}{12}\right] = 5 \cos \frac{5\pi}{6} = -2,5\sqrt{3} \text{ cm}$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Cách 2: Do vật qua điểm $2,5\sqrt{2}$ cm và tọa độ có xu hướng giảm nên vật sẽ đi ngược chiều dương của hệ trục tọa độ. Bán kính OM ở thời điểm t_1 hợp với trục Ox góc α_1 . Theo hình vẽ

$$\cos \alpha_1 = \frac{2,5\sqrt{2}}{5} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\pi}{4}$$



Sau khoảng thời gian $\frac{7}{48}s$ bán kính này sẽ quét thêm được 1 góc ở tâm

$$\alpha = \omega \Delta t = 4\pi \cdot \frac{7}{48} = \frac{7\pi}{12} \text{ thành bán kính OM'}$$

$$\text{Dễ dàng thấy rằng } \alpha_1 = (\pi - (\alpha + \alpha_1)) = \left(\pi - \left(\frac{7\pi}{12} + \frac{\pi}{4} \right) \right) = \frac{\pi}{6}$$

Hạ M'H vuông góc Ox. Trong tam giác vuông OM'H có

$$OH = OM' \cdot \cos \alpha_1 = 5 \cdot \cos \frac{\pi}{6} = 2,5\sqrt{3}. \text{ Vì H là hình chiếu của M' nên H là tọa độ}$$

của vật, theo chiều dương của hệ trục thì tọa độ của vật là $-2,5\sqrt{3} \text{ cm}$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Bài tập vận dụng: Một vật dao động với phương trình $x = 10 \cos \left(\frac{\pi}{3}t + \varphi \right) \text{ cm}$. Tại

thời điểm t_1 , vật đi qua li độ $x_1 = 6 \text{ cm}$ theo chiều âm. 9s sau thời điểm t_1 thì vật sẽ đi qua vị trí có li độ $T = 6s \rightarrow t_2 = t_1 + 9 \rightarrow t_2 = t_1 + \frac{3T}{2}$

A. $x_2 = 3 \text{ cm}$ theo chiều âm.

B. $x_2 = -6 \text{ cm}$ theo chiều dương.

C. $x_2 = -3 \text{ cm}$ theo chiều âm.

D. $x_2 = 6 \text{ cm}$ theo chiều dương.



DẠNG 4: Dạng bài toán cần tìm quãng đường và số lần vật đi qua li độ x^* từ thời điểm t_1 đến t_2

Về tự duy: Ta biết rằng, cứ trong một chu kì:

* Vật đi được quãng đường bằng $4A$.

* Vật đi qua li độ x^* bất kì 2 lần (không tính đến chiều chuyển động).

Vì vậy ta làm như sau:

Tính số chu kì dao động từ thời điểm t_1 đến t_2 : $\frac{t_2 - t_1}{T} = n, m$. Có 2 khả năng:

* Nếu $m = 0$ thì:

> Quãng đường đi được: $S = n \cdot 4A$

> Số lần vật đi qua x^* : $N = 2n$

* Nếu $m \neq 0$ thì:

- Quãng đường vật đi được là: $S = n \cdot 4A + S_{du}$

- Số lần vật đi qua x^* là: $N = 2n + N_{du}$

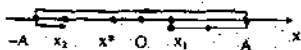
Đến đây, cần phải tính thêm S_{du} và số lần N_{du} , làm như sau:

+ Thay $t = t_1$ vào phương trình $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ và $v = -A\omega \sin(\omega t + \varphi)$ để biết chính xác tọa độ x_1 và dấu của vận tốc v_1 .

+ Thay $t = t_2$ vào phương trình $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ và $v = -A\omega \sin(\omega t + \varphi)$ để biết chính xác tọa độ x_2 và dấu của vận tốc v_2 .

+ Vẽ hình mô tả trạng thái (x_1, v_1) và (x_2, v_2) rồi dựa vào hình vẽ để tính S_{du} và số lần N_{du} vật còn đi qua x^* trong phần lẻ của chu kì.

Ví dụ: $\begin{cases} x_1 > x^* > x_2 \\ v_1 > 0, v_2 > 0 \end{cases}$ ta có hình vẽ:



Bám dọc theo quỹ đạo của vật với hình vẽ này, trong phần lẻ của chu kì

+ Số lần vật đi qua x^* được thêm 1 lần nữa

+ Quãng đường vật đi thêm được:

$$S_{du} = (A - x_1) + 2A + (A - |x_2|) = 4A - x_1 - |x_2|$$

Ví dụ minh họa: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox với phương trình $x = 6 \cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Từ thời điểm $t_1 = \frac{2}{3}$ s đến thời điểm $t_2 = \frac{37}{12}$ s, hãy tính quãng đường vật đi được và cho biết số lần vật đi qua tọa độ $x^* = -1$ cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Ta có $\frac{t_2 - t_1}{T} = \frac{\frac{37}{12} - \frac{2}{3}}{\frac{2\pi}{4\pi}} = \frac{29}{6} = 4,83$. Như vậy trong khoảng thời gian này, vật

thực hiện được hơn 4 chu kì, ta có thể viết: $(t_2 - t_1) = 4.T + t_{du}$

Suy ra: quãng đường vật đi được $S = 4.4A + S_{du}$

và số lần vật đi qua x^* là $N = 2.4 + N_{du}$

+ Thay t_1 và t_2 vào các phương trình x và v ta biết được $\begin{cases} x_1 = 3 \text{ cm} \\ v_1 < 0 \end{cases}$ và

$$\begin{cases} x_2 = 6 \text{ cm} \\ v_2 = 0 \end{cases}$$



+ Qua hình vẽ ta thấy $S_{du} = 3 + 6 + 6 + 6 = 21$ cm và $N_{du} = 2$

Cuối cùng thu được kết quả bài toán: $S = 4.4A + S_{du} = 4.6 + 21 = 117$ cm

Và số lần vật đi qua tọa độ $x^* = -1$ cm là $N = 2.4 + N_{du} = 2.4 + 2 = 10$

Ví dụ tương tự: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox với phương trình:

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

Quãng đường vật đi được và số lần vật qua vị trí $x^* = 2 \text{ cm}$

theo chiều âm từ thời điểm $t_1 = 2 \text{ s}$ đến thời điểm $t_2 = \frac{26,5}{3} \text{ s}$ là bao nhiêu?

Phân tích và hướng dẫn giải:

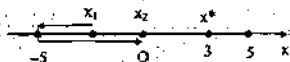
$$v_1 \frac{t_2 - t_1}{T} = \frac{\frac{26,5}{3} - 2}{\frac{2\pi}{\pi}} = 3,41 \text{ nên có thể viết } (t_2 - t_1) = 3.T + t_{dv}$$

Suy ra: quãng đường vật đi được $S = 3.4A + S_{dv}$

và số lần vật đi qua x^* là $N = 3.1 + N_{dv}$ (vì chỉ tính theo chiều âm)

+ Thay t_1 và t_2 vào các phương trình x và v ta biết được $\begin{cases} x_1 = -2,5 \text{ cm} \\ v_1 < 0 \end{cases}$

$$\text{và } \begin{cases} x_2 = 0 \text{ cm} \\ v_2 > 0 \end{cases}$$



+ Qua hình vẽ ta thấy $S_{dv} = (A - |x_1|) + A = 2,5 + 5 = 7,5 \text{ cm}$ và $N_{dv} = 0$

Cuối cùng thu được kết quả bài toán: $S = 3.4A + S_{dv} = 3.4.5 + 7,5 = 67,5 \text{ cm}$

Và số lần vật đi qua tọa độ $x^* = 2 \text{ cm}$ là $N = 3.1 + N_{dv} = 3.1 + 0 = 3$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Vật dao động theo phương trình $x = 1. \sin 10\pi t$ (cm). Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ thời điểm t_1 s đến $5,1$ s là $20T \leftarrow 80A$

A. 40 cm.

B. 20 cm.

C. 60 cm.

D. 80 cm.

Bài toán 2: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox với phương trình: $x = 5 \cos(\pi t + 2\pi/3) \text{ cm}$. Quãng đường vật đi được từ thời điểm $t_1 = 2 \text{ s}$ đến thời điểm $t_2 = 29/6 \text{ s}$ là $27T \leftarrow 27A$

A. 25 cm.

B. 27,5 cm.

C. 35 cm.

D. 45 cm.

Bài toán 3: Một chất điểm dao động điều hòa có vận tốc bằng không tại hai thời điểm liên tiếp là $t_1 = 2,2 \text{ s}$ và $t_2 = 2,9 \text{ s}$. Tính từ thời điểm ban đầu ($t = 0$) 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.



$$\rightarrow \frac{T}{2} = 2,9 - 2,2 = 0,7 \text{ s} \quad T = 1,4$$

$$2,9 \text{ s} \rightarrow 2,9 \text{ s} = 2.T + 0,1$$

$$2.T \rightarrow 2 \text{ lần}$$

⇒ **Chú ý:** Trên cơ sở bài toán tìm số lần vật đi qua li độ x^* từ thời điểm t_1 đến t_2 chúng ta có thể giải quyết được các bài toán tìm số lần để dao động đạt một trong các giá trị $v, a, W, W_a, F, \dots$ nào đó trong khoảng thời gian từ thời điểm t_1 đến t_2 . Với dạng bài toán này, ngoài cách giải đã nêu trên, ta có thể sử dụng thêm 1 trong 3 phương pháp sau:

Phương pháp đại số

- * Giải phương trình lượng giác để được các nghiệm của t theo k và m
- * Cho $t_1 \leq t \leq t_2 \Rightarrow$ Thu được phạm vi giá trị của k, m
- * Tổng số giá trị nguyên của k, m chính là số lần vật đi qua vị trí đó.

Phương pháp đồ thị

+ Dưa vào phương trình dao động, vẽ đồ thị hàm số của đại lượng khảo sát theo thời gian

+ Xác định số giao điểm của đồ thị với đường thẳng $x = x^*$ trong khoảng thời gian $[t_1, t_2]$ đã cho. Tổng số giao điểm sẽ cho biết số lần vật đi qua.

Phương pháp hình học (phương pháp đường tròn)

- + Vẽ đường tròn Fresnen bán kính A
- + Vẽ tọa độ góc φ_0 của vectơ quay ứng với vị trí đầu quá trình trên giản đồ.
- + Vẽ vị trí x^* theo đề bài yêu cầu mà vật phải đi qua $\Rightarrow$ tọa độ góc của vectơ quay ứng với vị trí đề bài cho φ .

+ Tính khoảng thời gian của quá trình $\Delta t = t_2 - t_1$.

+ Viết Δt dưới dạng $\Delta t = nT + \Delta t'$. Trong đó n là số tự nhiên
số lần cần tìm $N = 2n + N'$

+ Để tính được N' , ta làm như sau:

* Từ $\Delta t' \Rightarrow$ Tính được góc ở tâm mà bán kính quỹ đạo quét được trong khoảng thời gian dư $\Delta t'$ là: $\Delta \varphi = \Delta t' \cdot \omega \Rightarrow$ vị trí cuối quá trình $\varphi_2 = \varphi_1 + \Delta \varphi$

* Đếm số giao điểm của cung dư với vị trí đề bài cho, số này chính là N' .

Sau đây là một số ví dụ

Ví dụ 1: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x = 5 \cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Trong khoảng thời gian 1,2 s đầu tiên vật qua vị trí $2,5\sqrt{2}$ cm bao nhiêu lần?

A. 5.

B. 7.

C. 4.

D. 6.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Xử lý theo phương pháp đại số

Vật qua tọa độ $2,5\sqrt{2}$ cm vào các thời điểm t thỏa mãn phương trình:

$$5\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = 2,5\sqrt{2} \Rightarrow \begin{cases} 4\pi t - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{4} + 2k\pi \\ 4\pi t - \frac{\pi}{3} = -\frac{\pi}{4} + 2m\pi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t = \frac{7}{48} + \frac{k}{2} \\ t = \frac{1}{48} + \frac{m}{2} \end{cases}$$

$$\text{Vì chỉ xét cho 1,2s đầu nên } 0 \leq t \leq 1,2 \Rightarrow \begin{cases} -0,29 \leq k \leq 2,1 \\ -0,04 \leq m \leq 2,35 \end{cases}$$

Mặt khác k, m chỉ nhận các giá trị nguyên nên: $\begin{cases} k = 0; 1; 2 \\ m = 0; 1; 2 \end{cases}$

Có tất cả 6 giá trị của k và m nên số lần đi qua là 6 $\Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 2: Một chất điểm dao động điều hòa theo phương trình $x = 3\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (x tính bằng cm và t tính bằng giây). Trong một giây đầu tiên từ thời điểm $t = 0$, chất điểm đi qua vị trí có li độ $x = +1$ cm

- A. 4 lần. B. 5 lần. C. 6 lần. D. 7 lần.

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Có: } 3\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = 1 \Rightarrow \sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = \frac{1}{3} \Rightarrow \begin{cases} 5\pi t + \frac{\pi}{6} = 0,11\pi + k.2\pi \\ 5\pi t + \frac{\pi}{6} = 0,89\pi + m.2\pi \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} t = -0,01 + k.0,4 \\ t = 0,14 + m.0,4 \end{cases} \quad \text{Vì } 0 \leq t \leq 1 \Rightarrow \begin{cases} 0,025 \leq k \leq 2,52 \\ -0,35 \leq m \leq 2,15 \end{cases} \text{ và } k, m \text{ nguyên nên}$$

$$\begin{cases} k = 1; 2 \\ m = 0; 1; 2 \end{cases} \Rightarrow \text{có tất cả 5 giá trị của } k \text{ và } m \Rightarrow \text{số lần đi qua là 5} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

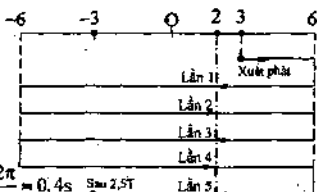
Ví dụ 3: Một vật dao động với phương trình $x = 6\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm. Trong giây đầu tiên tính từ thời điểm ban đầu, số lần vật đi qua vị trí có li độ $x = 2$ cm là

- A. 4 lần. B. 5 lần. C. 6 lần. D. 7 lần.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Tại thời điểm ban đầu, $t = 0$ ta có:

$$\begin{cases} x = 6 \cos\left(-\frac{\pi}{3}\right) = 3 \\ v = -6.5\pi \sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) > 0 \end{cases}$$



+ Chu kỳ dao động của vật: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5\pi} = 0,4s$

+ Nhận thấy: $\frac{t}{T} = \frac{1}{0,4} = 2,5$. Điều này có nghĩa là trong 1s đầu tiên có 2,5 lần dao

động diễn ra, quá trình chuyển động của vật được biểu diễn như hình vẽ.

Qua hình vẽ, thấy ngay vật qua vị trí $x = 2cm$ tổng cộng 5 lần $\Rightarrow$ **Đáp án B.**

Một số bài toán đặc biệt liên quan đến quãng đường:

Ví dụ 4: Một vật dao động điều hòa với biên độ $A = 5$ cm. Tại thời điểm ban đầu vật có li độ $x = 4$ cm và đang chuyển động theo chiều dương. Đến thời điểm $\frac{T}{4}$ vật đi được quãng đường là

A. 1 cm.

B. 2 cm.

C. 3 cm.

D. 5 cm.

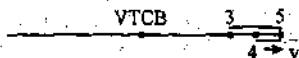
Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Phương trình dao động có dạng $x = 5 \cos(\omega t + \varphi)$ cm.

+ Tại $t = 0$ thì $\begin{cases} x = 4 \text{ cm} \\ v > 0 \end{cases}$ nên $\begin{cases} \cos \varphi = \frac{4}{5} \\ \sin \varphi < 0 \end{cases}$

+ Đến thời điểm $\frac{T}{4}$ vật đến tọa độ $x = 5 \cos\left(\omega \frac{T}{4} + \varphi\right) = 5 \cos\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right) = -5 \sin \varphi$

$$x = 5\sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = 5\sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} = 3 \text{ cm}$$



+ Theo đề ra, vật xuất phát từ $x = 4$ cm

chuyển động theo chiều dương, sau thời gian $T/4$ chỉ đến được tọa độ $x = 3$ cm như hình vẽ. Theo hình vẽ này, quãng đường mà vật đi được là

$S = (5 - 4) + (5 - 3) = 3 \text{ (cm)} \Rightarrow$ **Đáp án C.**

Bài tập vận dụng: Một vật dao động điều hòa với biên độ $A = 5 \text{ cm}$. Tại thời điểm ban đầu vật có li độ $x = 2,5\sqrt{3} \text{ cm}$ và đang chuyển động theo chiều dương. Sau một phần ba chu kỳ, vật đi được quãng đường bao nhiêu? $\frac{20-5\sqrt{3}}{2}$

→ Qua bài toán trên, một câu hỏi đặt ra cho bạn đọc là: Nếu bài toán không cho phương trình dao động, sau khoảng thời gian t , liệu có tìm được quãng đường S ?

Ví dụ 5: Một vật dao động điều hòa theo phương trình $x = A \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm}$.

Tính từ thời điểm ban đầu, sau khoảng thời gian $t = \frac{7T}{12}$ vật đi được quãng đường 10 cm. Biên độ dao động của vật là

- A. 2 cm. B. 3 cm. C. 4 cm. D. 5 cm.

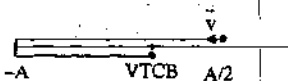
Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Tại $t = 0$ ta có:
$$\begin{cases} x = A \cos\left(\omega \cdot 0 + \frac{\pi}{3}\right) = A \cos \frac{\pi}{3} = \frac{A}{2} \\ v = -A\omega \sin\left(\omega \cdot 0 + \frac{\pi}{3}\right) = -A\omega \sin \frac{\pi}{3} < 0 \end{cases}$$
 Nghĩa là tại thời điểm

ban đầu, vật xuất phát từ tọa độ $\frac{A}{2}$ và

chuyển động ngược chiều dương

+ Khoảng thời gian $t = \frac{7T}{12}$ có thể viết



thành $t = \frac{T}{12} + \frac{6T}{12} = \frac{T}{12} + \frac{T}{2}$

Với $t_1 = \frac{T}{12}$ vật đi từ $\frac{A}{2}$ về đến vị trí cân bằng nên đi được $S_1 = \frac{A}{2}$

Với $t_2 = \frac{T}{2}$ vật đi được $S_2 = 2A$

+ Tổng quãng đường $S = S_1 + S_2 = \frac{A}{2} + 2A = 2,5A$

Theo đề ra $S = 10 \text{ cm}$ nên $A = \frac{10}{2,5} = 4 \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Bài tập vận dụng: Một vật dao động theo phương trình $x = A \cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm.

Tính từ thời điểm ban đầu, sau khoảng thời gian $t = \frac{2T}{3}$ vật đi được quãng đường 15 cm. Tốc độ lớn nhất vật đạt được trong quá trình dao động là $\frac{5A}{2} = 15 \rightarrow A = 6$
 A. 20π cm/s. B. 16π cm/s. **C. 24π cm/s.** D. 30π cm/s.

→ **Câu hỏi mở rộng:** Bài toán cho quãng đường S, liệu có tìm được các thông số của dao động?

Ví dụ 6: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 2 \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

Tính từ lúc bắt đầu khảo sát dao động, cần khoảng thời gian bao nhiêu để vật đi được đoạn đường dài 99 cm?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Chúng ta đã biết cách giải bài toán cho khoảng thời gian t tìm quãng đường S, thì đương nhiên sẽ giải được bài toán ngược cho S tìm t này.

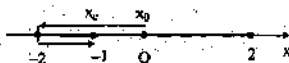
+ Vì $\frac{S}{4A} = \frac{99}{4 \cdot 2} = \frac{99}{8} = 12,375$ nên có thể viết

$$S = 99 = 12.8 + 3 = 12.4A + 3 = 12.4A + S' \text{ Do đó thời gian: } t = 12.T + t'$$

Đến đây, ta chỉ cần đi tìm t' ứng với đoạn đường $S' = 3$ cm.

$$+ \text{ Tại } t = 0 \text{ ta có: } \begin{cases} x = 2 \cos\left(2\pi \cdot 0 + \frac{\pi}{2}\right) = 2 \cos \frac{\pi}{2} = 0 \\ v = -2.2\pi \sin\left(2\pi \cdot 0 + \frac{\pi}{2}\right) = -2.2\pi \sin \frac{\pi}{2} < 0 \end{cases}$$

Sau 12 chu kì, vật quay về đúng vị trí cũ, nhưng do đi thêm $S' = 3$ cm nên tọa độ cuối $x_c = -1$ cm như hình vẽ, vậy khoảng thời gian



t' ứng với S' này là: $t' = \frac{T}{4} + \frac{T}{6} = \frac{5T}{12}$

+ Tổng thời gian cần tìm là: $t = 12.T + t' = 12T + \frac{5T}{12} = \frac{149T}{12} \approx 12,42s$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Vật dao động với phương trình: $x = 4\cos\left(8\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$ cm. Thời gian vật

đi được quãng đường $S = 2(1 + \sqrt{2})$ (cm) kể từ lúc bắt đầu dao động là

- A. $\frac{1}{12}$ (s). B. $\frac{5}{66}$ (s) C. $\frac{1}{45}$ (s) D. $\frac{5}{96}$ (s)

Bài toán 2: Một vật dao động với phương trình: $x = 3\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{12}\right)$ cm. Từ thời

điểm $t_1 = 17/24$ (s) đến thời điểm $t_2 = 23/8$ (s) vật nhận vận tốc $v = -6\pi$ cm/s được bao nhiêu lần? (Đây thuộc dạng bài toán tìm số lần vật nhận x^* , v^* , ...)

DẠNG 5: Dạng bài toán tìm tốc độ trung bình của vật

trên một đoạn đường xác định từ thời điểm t_1 đến t_2

Cách làm: Sử dụng công thức $v_{tb} = \frac{S}{\Delta t}$

Với: S là quãng đường. Để tính S ta dùng phương pháp nêu trên.

Δt là khoảng thời gian và được tính $\Delta t = t_2 - t_1$

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox với phương trình

$x = 6\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Hãy tìm tốc độ trung bình và vận tốc trung bình của

vật tính từ thời điểm $t_1 = \frac{2}{3}$ s đến thời điểm $t_2 = \frac{37}{12}$ s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

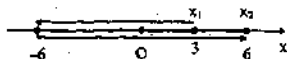
Tốc độ trung bình = $\frac{\text{Quãng đường}}{\text{Khoảng thời gian}}$

Vận tốc trung bình = $\frac{\text{Độ dời}}{\text{Khoảng thời gian}}$

+ Khoảng thời gian $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{37}{12} - \frac{2}{3} = \frac{29}{12}$ s

+ Thay t_1 và t_2 vào các phương trình x và v ta biết được $\begin{cases} x_1 = 3 \text{ cm} \\ v_1 < 0 \end{cases}$ và

$$\begin{cases} x_2 = 6 \text{ cm} \\ v_2 = 0 \end{cases}$$



+ Vận tốc trung bình = $\frac{\text{Độ dài}}{\text{Khoảng thời gian}} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} = \frac{6 - 3}{29/12} = \frac{36}{29} \text{ (cm/s)}$

+ Vì $\frac{t_2 - t_1}{T} = \frac{12 - 3}{\frac{2\pi}{4\pi}} = \frac{29}{6} = 4,83$ nên quãng đường vật đi được $S = 4,4A + S_{du}$

$$S = 4,4A + 3 + 6 + 6 + 6 = 4,4 \cdot 6 + 21 = 117 \text{ cm}$$

$\Rightarrow$ Tốc độ trung bình = $\frac{\text{Quãng đường}}{\text{Khoảng thời gian}} = \frac{S}{\Delta t} = \frac{117}{29/12} = \frac{1404}{29} \text{ (cm/s)}$

Ví dụ 2: Vật nhỏ dao động với phương trình $x = A \cos(\omega t + \varphi)$. Tính tốc độ trung bình và vận tốc trung bình của vật khi vật di chuyển trên đoạn đường theo một

chiều từ vị trí có li độ $x = -\frac{A\sqrt{3}}{2}$ đến vị trí có li độ $x = \frac{A}{2}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Tốc độ trung bình: $v_{tb} = \frac{S}{t} = \frac{(A\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{A}{2})}{\frac{T}{4}} = \frac{2A(\sqrt{3} + 1)}{T} = \frac{5,464A}{T}$

Vận tốc trung bình: $\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} = \frac{\frac{A}{2} - (-\frac{A\sqrt{3}}{2})}{\frac{T}{4}} = \frac{2A(\sqrt{3} + 1)}{T} = \frac{5,464A}{T}$

Ví dụ 3: Một vật dao động với phương trình $x = 14 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Tính tốc độ trung bình của vật trong khoảng thời gian kể từ thời điểm ban đầu đến khi vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương lần thứ nhất.

A. 1,2 m/s.

B. 0,6 m/s.

C. 0,8 m/s.

D. 1,5 m/s.

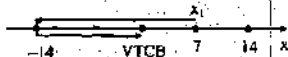
Phân tích và hướng dẫn giải:

Tại thời điểm ban đầu $t = 0$, ta có:
$$\begin{cases} x = 14 \cos \frac{\pi}{3} = 7(\text{cm}) \\ v = -14,4\pi \sin \frac{\pi}{3} < 0 \end{cases}$$
 tức là tại thời điểm ban đầu

đầu vật qua tọa độ $x = \frac{A}{2} = 7\text{cm}$ và đang đi theo chiều âm. Quá trình di chuyển của vật đến khi vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương lần thứ nhất được mô tả như trên hình vẽ.

Quãng đường vật đi được là:

$$S = \frac{A}{2} + 2A = 35\text{cm}.$$



Với dạng bài toán tìm thời gian, dễ dàng tính được thời gian vật dao động:

$$t = \frac{T}{2} + \frac{T}{12} = \frac{7T}{12} = \frac{7}{12} \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{7}{12} \cdot \frac{2\pi}{4\pi} = \frac{7}{24}(\text{s}).$$

Vậy tốc độ trung bình của vật là: $v_{TB} = \frac{S}{t} = \frac{35}{\frac{7}{24}} = 120(\text{cm/s}) = 1,2(\text{m/s}).$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một chất điểm dao động điều hòa với biên độ A tần số góc ω . Gọi M và N là những điểm có tọa độ lần lượt là $x = \frac{A}{2}$ và $x = -\frac{A}{2}$. Tốc độ trung bình của chất điểm trên đoạn MN bằng

A. $\bar{v} = \frac{2A\omega}{3\pi}$

B. $\bar{v} = \frac{3A\omega}{2\pi}$

☒ C. $\bar{v} = \frac{3A\omega}{\pi}$

D. $\bar{v} = \frac{A\omega}{2\pi}$

Bài toán 2: Một vật dao động điều hòa có độ lớn vận tốc cực đại là $31,4\text{ cm/s}$. 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 .

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Bài toán 3: 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 $\frac{1}{3}$ lần thế năng là

A. $26,12\text{ cm/s}$.

B. $7,32\text{ cm/s}$.

C. $14,64\text{ cm/s}$.

D. $21,96\text{ cm/s}$.

DẠNG 6: Bài toán tính quãng đường lớn nhất và nhỏ nhất

vật đi được trong khoảng thời gian $0 < \Delta t < \frac{T}{2}$

- Về tư duy: Vật có vận tốc lớn nhất khi qua VTCB, nhỏ nhất khi qua vị trí biên nên trong cùng một khoảng thời gian, quãng đường đi được càng dài khi vật ở càng gần VTCB và càng ngắn khi càng gần vị trí biên.

- Về các công thức tính cần nhớ để giải nhanh:

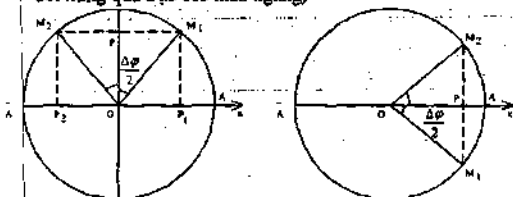
Theo thời gian Δt , tính góc ở tâm mà bán kính quét được: $\Delta\varphi = \omega \cdot \Delta t$

Quãng đường lớn nhất: $S_{\max} = 2A \sin \frac{\Delta\varphi}{2}$ (khi vật đi từ M_1 đến M_2 đối

xứng qua trục sin thẳng đứng)

Quãng đường nhỏ nhất: $S_{\min} = 2A \left(1 - \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right)$ (khi vật đi từ M_1 đến M_2

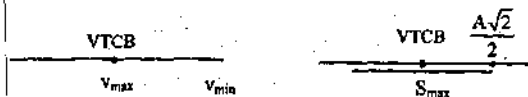
đối xứng qua trục cos nằm ngang)



Ví dụ 1: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x = 6 \cos \left(3\pi t + \frac{\pi}{4} \right)$ cm. So sánh trong những khoảng thời gian $\frac{T}{4}$ như nhau, quãng đường dài nhất mà vật có thể đi được là bao nhiêu?

- A. 6 cm. B. $6\sqrt{2}$ cm. C. $6\sqrt{3}$ cm. D. $3\sqrt{3}$ cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:



Ta biết rằng khi vật qua vị trí cân bằng thì vận tốc đạt giá trị lớn nhất, còn ở biên thì vận tốc đạt giá trị nhỏ nhất.

Tính trong cùng một khoảng thời gian, muốn cho quãng đường đi được dài nhất thì vận tốc trên quãng đường đó phải lớn hơn so với các đoạn đường khác. Như vậy đoạn đường dài nhất sẽ nằm xung quanh vị trí cân bằng như hình vẽ.

Do tính đối xứng của đoạn đường này qua vị trí cân bằng nên ta chia đoạn $S_{\max}$ thành 2 phần bằng nhau, mỗi phần đó ứng với $\frac{1}{2}$ thời gian của bài toán cho, tức là $\frac{T}{8}$.

Mặt khác, khi xuất phát từ VTCB, sau khoảng thời gian $\frac{T}{8}$, vật sẽ đến tọa

$$\text{độ } x = \frac{A\sqrt{2}}{2} \text{ tức là đã đi được quãng đường dài } S = \frac{A\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{Vậy quãng đường dài nhất đạt được là: } S_{\max} = 2S = 2 \cdot \frac{A\sqrt{2}}{2} = A\sqrt{2} = 6\sqrt{2} \text{ cm.}$$

⇒ Đáp án B.

Chú ý 1: Bài toán trên được trình bày theo tình huống điển giải, khi đã hiểu, có thể giải nhanh theo công thức đã nêu ở trên, giải như sau:

$$+ \Delta\varphi = \omega \cdot \Delta t = \omega \cdot \frac{T}{4} = \frac{\omega T}{4} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$$

$$+ S_{\max} = 2A \sin \frac{\Delta\varphi}{2} = 2A \sin \frac{\frac{\pi}{2}}{2} = 2A \sin \frac{\pi}{4} = 2A \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = A\sqrt{2} = 6\sqrt{2} \text{ cm}$$

Với phương pháp trên, bạn đọc có thể kiểm tra lại các kết quả và hoàn thành tiếp phần còn trống sau

$$t = \frac{T}{3} \begin{cases} s_{\max} = A\sqrt{3} \text{ khi vật đi từ } x = \pm A \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow x = \mp A \frac{\sqrt{3}}{2} \\ s_{\min} = A \text{ khi vật đi từ } x = \pm \frac{A}{2} \Rightarrow x = \pm A \Rightarrow x = \pm \frac{A}{2} \end{cases}$$

$$t = \frac{T}{4} \begin{cases} s_{\max} = A\sqrt{2} : x = \mp A \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow x = \pm A \frac{\sqrt{2}}{2} \\ s_{\min} = A(2 - \sqrt{2}) : x = \pm A \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow x = \pm A \Rightarrow x = \pm A \frac{\sqrt{2}}{2} \end{cases}$$

$$t = \frac{T}{6} \begin{cases} s_{\max} = A & : x = \pm \frac{A}{2} \Rightarrow x = \mp \frac{A}{2} \\ s_{\min} = A(2 - \sqrt{3}) & : x = \pm A \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow x = \pm A \Rightarrow x = \pm A \frac{\sqrt{3}}{2} \end{cases}$$

$$t = \frac{T}{8} \begin{cases} s_{\max} = & : x = & \Rightarrow x = \\ s_{\min} = & : x = & \Rightarrow x = \pm A \Rightarrow x = . \end{cases}$$

$$t = \frac{T}{12} \begin{cases} s_{\max} = & : x = & \Rightarrow x = \\ s_{\min} = & : x = & \Rightarrow x = \pm A \Rightarrow x = \end{cases}$$

⇒ **Chú ý 2:** Khi gặp bài toán tính quãng đường lớn nhất và nhỏ nhất vật đi được trong khoảng thời gian mà $\Delta t' > \frac{T}{2}$, ta làm như sau:

- Tách $\Delta t' = n \frac{T}{2} + \Delta t$ trong đó $n \in \mathbb{N}^+$; $0 < \Delta t < \frac{T}{2}$

- Trong thời gian $n \frac{T}{2}$ quãng đường luôn là $2nA$

- Trong thời gian Δt thì quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất được tính như trên.

⇒ **Chú ý 3:** Khi gặp bài toán tìm tốc độ trung bình lớn nhất và nhỏ nhất của vật trong khoảng thời gian Δt , ngoài sử dụng các công thức $v_{\max} = \frac{s_{\max}}{\Delta t}$ và

$v_{\min} = \frac{s_{\min}}{\Delta t}$ ta cần phải tính được $s_{\max}$, $s_{\min}$ như đã nêu.

Ví dụ minh họa: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình

$$x = 7 \cos \left(4\pi t - \frac{\pi}{9} \right) \text{ cm. So sánh trong những khoảng thời gian } \frac{17}{12} \text{ s như nhau,}$$

quãng đường dài nhất và ngắn nhất mà vật có thể đi được là bao nhiêu?

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Có: } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{4\pi} = \frac{1}{2} \text{ s} \Rightarrow \frac{T}{2} = \frac{1}{4} \text{ s}$$

Dễ dàng thấy rằng $\frac{17}{12} \text{ s} > \frac{1}{4} \text{ s}$ tức là $\Delta t' > \frac{T}{2}$ nên có thể tách và viết thành:

$$\frac{17}{12} = 5 \frac{T}{2} + \frac{T}{3}$$

+ Với $5\frac{T}{2}$, quãng đường là $5.2A = 10A$

+ Với $\frac{T}{3}$, theo phương pháp trên, ta có $\begin{cases} s_{\max} \approx A\sqrt{3} \\ s_{\min} = A \end{cases}$

Cho cả 2 khoảng thời gian này thì:

$$S_{\max} = 10A + A\sqrt{3} = A(10 + \sqrt{3}) = 7(10 + \sqrt{3}) \approx 82\text{cm}$$

$$\text{và } S_{\min} = 10A + A = 11A = 11.7 = 77\text{cm}$$

Ví dụ khác: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa với biên độ A , chu kỳ T .

Xét trong cùng khoảng thời gian $\frac{2T}{3}$, tìm tốc độ trung bình nhỏ nhất mà vật đạt được?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta thấy $\frac{2T}{3} > \frac{T}{2}$ và có thể viết $\frac{2T}{3} = \frac{T}{2} + \frac{T}{6}$

Quãng đường mà vật đi được trong $\frac{T}{2}$ luôn là $2A$. Quãng đường nhỏ nhất trong

$\frac{2T}{3}$ là do $\frac{T}{6}$ quyết định. Như vậy ta có:

$$S_{\min} = 2A + 2A \left(1 - \cos \frac{\Delta\phi}{2} \right) = 2A + 2A \left(1 - \cos \frac{\omega T/6}{2} \right)$$

$$S_{\min} = 2A + 2A \left(1 - \cos \frac{\pi}{6} \right) = 2A + A(2 - \sqrt{3}) = A(4 - \sqrt{3})$$

$$\text{Cuối cùng thu được } v_{\min} = \frac{S_{\min}}{\Delta t} = \frac{A(4 - \sqrt{3})}{2T/3} = \frac{3A(4 - \sqrt{3})}{2T}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một vật nhỏ dao động điều hòa theo phương trình $x = A \cos(\omega t + \phi)$.

So sánh trong những khoảng thời gian $T/3$ như nhau, người ta thấy quãng đường dài nhất mà vật có thể đi được là $5\sqrt{6}\text{cm}$. Tìm biên độ của dao động?

Bài toán 2: Vật dao động điều hòa theo phương trình $x = 7\cos(\omega t - \pi/5)\text{cm}$

So sánh trong những quãng đường 7cm như nhau, khoảng thời gian ngắn nhất để đi quãng đường đó là 0.25s . Tìm tần số f của dao động?

⚡ **Chú ý 4:** Khi làm tốt bài toán xuôi, chúng ta cũng có thể giải bài toán ngược lại, có dạng: Cho quãng đường $S < 2A$, tìm khoảng thời gian dài nhất và ngắn nhất.

Về tư duy: Vật có vận tốc lớn nhất khi qua vị trí cân bằng, nhỏ nhất khi qua vị trí biên nên trong cùng quãng đường, khoảng thời gian sẽ dài khi vật đi gần vị trí biên. Khoảng thời gian sẽ ngắn khi vật đi xung quanh gần vị trí cân bằng.

Về cách làm: Về quãng đường bài toán cho ở các vị trí có $v_{\max}$ $v_{\min}$. Từ quãng đường suy ra được vị trí đầu x_1 và vị trí cuối x_2 . Sử dụng phương pháp của bài toán đã nêu ở trên ta sẽ tìm được thời gian tương ứng $t_{\min}$ và $t_{\max}$.

Về công thức tính nhanh cho trường hợp $S < 2A$:

$$S = 2A \sin \frac{\omega t_{\min}}{2} \quad \text{và} \quad S = 2A \left(1 - \cos \frac{\omega t_{\max}}{2} \right)$$

Chẳng hạn: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x = 3 \cos \left(4\pi t + \frac{\pi}{5} \right)$ cm. So sánh trong cùng quãng đường $S = 3\sqrt{3}$ cm như nhau. Tìm khoảng thời gian dài nhất và ngắn nhất?

Do $S = 3\sqrt{3}$ cm $< 3.2 = A.2 = 2A$ vì vậy dùng luôn công thức:

$$+ S = 2A \sin \frac{\omega t_{\min}}{2} \Rightarrow \sin \frac{\omega t_{\min}}{2} = \frac{S}{2A} = \frac{3\sqrt{3}}{2.3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{\omega t_{\min}}{2} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t_{\min} = \frac{2\pi}{3\omega} = \frac{2\pi}{3.4\pi} = \frac{1}{6} \text{ s}$$

$$+ S = 2A \left(1 - \cos \frac{\omega t_{\max}}{2} \right) \Rightarrow \cos \frac{\omega t_{\max}}{2} = 1 - \frac{S}{2A} = 1 - \frac{3\sqrt{3}}{2.3} = 1 - \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{\omega t_{\max}}{2} = \arccos \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \Rightarrow t_{\max} = \frac{2}{4\pi} \arccos \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = 0,228 \text{ s}$$

Tất nhiên đối với trường hợp $S > 2A$ thì ta cũng phải tách và làm ngược lại.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x = 3 \cos(5\pi t - \pi/6)$ cm. So sánh trong những quãng đường $3\sqrt{3}$ cm như nhau, khoảng thời gian ngắn nhất để đi quãng đường đó bằng bao nhiêu?

Bài toán 2: Một vật dao động điều hòa trên trục Ox. Gọi t_1 và t_2 lần lượt là khoảng thời gian ngắn nhất và dài nhất để vật đi được quãng đường bằng biên độ. Tỉ số t_1/t_2 bằng

A. $\frac{1}{\sqrt{2}}$

B. 2.

C. $\frac{1}{2}$

D. $\frac{1}{3}$

Bài toán 3: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x = 7 \cos(\omega t - \pi/5)$ cm. So sánh trong những quãng đường 7cm như nhau, khoảng thời gian ngắn nhất là 0,25s. Hãy tìm tần số góc?

Bài toán 4: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa với $A = 5$ cm. Xét trong cùng quãng đường 12 cm, thấy thời gian ngắn nhất là 0,8s. Hãy tìm số dao động mà vật thực hiện được trong mỗi phút?

Bài toán 5: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa với $A = 4$ cm. Xét trong cùng khoảng thời gian 3,2 s thấy quãng đường dài nhất mà vật đi được là 18cm. Nếu xét trong cùng khoảng thời gian 2,3 s thì quãng đường ngắn nhất vật đi được là bao nhiêu?

DẠNG 7: Viết phương trình dao động $x = A \cos(\omega t + \varphi)$.

Phương pháp: Thực chất bài toán này là đi tìm các đại lượng A , ω và φ . Tùy theo dữ kiện bài toán mà có thể tính khác nhau:

- Với tần số góc ω , có thể tính:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{v_{\max}}{A} = \sqrt{\frac{a_{\max}}{A}} = \left| \frac{a_{\max}}{v_{\max}} \right|$$

$$\text{Chu kỳ } T = \frac{\text{khoảng thời gian}}{\text{số dao động}}; \quad \text{Tần số } f = \frac{\text{số dao động}}{\text{khoảng thời gian (s)}}$$

- Với biên độ A , có thể tính:

$$A = \sqrt{\left(\frac{v}{\omega}\right)^2 + x^2} = \frac{|v_{\max}|}{\omega} = \frac{|a_{\max}|}{\omega^2} = \frac{\text{Chiều dài quỹ đạo}}{2}$$

- Với pha ban đầu φ :

Phương pháp tìm chung:

♦ Dựa vào điều kiện ban đầu $t = 0$

$$+ \begin{cases} x_0 = A \cos \varphi \\ v_0 = -A\omega \sin \varphi \end{cases} \Rightarrow \varphi$$

$$+ \begin{cases} a_0 = -A\omega^2 \cos \varphi \\ v_0 = -A\omega \sin \varphi \end{cases} \Rightarrow \tan \varphi = \omega \frac{v_0}{a_0} \Rightarrow \varphi$$

♦ Dựa vào điều kiện tại thời điểm t_1 nào đó:

$$+ \begin{cases} x_1 = A \cos(\omega t_1 + \varphi) \\ v_1 = -A\omega \sin(\omega t_1 + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \varphi$$

$$+ \text{ hoặc } \begin{cases} a_1 = -A\omega^2 \cos(\omega t_1 + \varphi) \\ v_1 = -A\omega \sin(\omega t_1 + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \varphi$$

Ví dụ 1: Vật nặng dao động điều hòa với $\omega = 10\sqrt{5}$ rad/s. Chọn góc tọa độ trùng với vị trí cân bằng của vật. Biết rằng tại thời điểm ban đầu vật đi qua li độ $x = +2$ cm với vận tốc $v = +20\sqrt{15}$ cm/s. Phương trình dao động của vật là

- A. $x = 4\cos\left(10\sqrt{5}t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). B. $x = 2\sqrt{2}\cos\left(10\sqrt{5}t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).
 C. $x = 4\cos\left(10\sqrt{5}t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). D. $x = 5\sin\left(10\sqrt{5}t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

+ Tần số góc $\omega = 10\sqrt{5}$ rad/s.

+ Sử dụng phương trình $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$, thay số ta được:

$$A^2 = 2^2 + \frac{(20\sqrt{15})^2}{(10\sqrt{5})^2} = 2^2 + 3 \cdot 2^2 = 4 \cdot 2^2 = 4^2 \Rightarrow A = 4 \text{ cm.}$$

+ Biểu thức của x và v :
$$\begin{cases} x = 4\cos(10\sqrt{5}t + \varphi) \\ v = -40\sqrt{5}\sin(10\sqrt{5}t + \varphi) \end{cases}$$

Tại $t = 0$, có:
$$\begin{cases} x_0 = 4\cos\varphi = 2 \\ v_0 = -40\sqrt{5}\sin\varphi = 20\sqrt{15} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = \frac{1}{2} \\ \sin\varphi = -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\Rightarrow x = 4\cos\left(10\sqrt{5}t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 2: Phương trình nào dưới đây là phương trình dao động của một chất điểm dao động điều hòa có tần số dao động là 1 Hz? Biết rằng tại thời điểm ban đầu vật qua li độ $x_0 = 5$ cm theo chiều dương với vận tốc $v_0 = 10\pi$ cm/s.

- A. $x = 5\sqrt{2}\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). B. $x = 5\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).
 C. $x = 5\sqrt{2}\sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). D. $x = 5\sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Giả sử phương trình dao động có dạng $x = A \cos(\omega t + \varphi)$.

+ Tần số góc $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 1 = 2\pi \text{ rad/s}$.

+ Có $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = 5^2 + \frac{(10\pi)^2}{(2\pi)^2} = 5^2 + 5^2 = 2.5^2 \Rightarrow A = 5\sqrt{2} \text{ cm}$.

+ Biểu thức tạm thời của x và v là:
$$\begin{cases} x = 5\sqrt{2} \cos(2\pi t + \varphi) \\ v = -10\pi\sqrt{2} \sin(2\pi t + \varphi) \end{cases}$$

Tại $t = 0$, có:
$$\begin{cases} x = 5\sqrt{2} \cos \varphi = 5 \\ v = -10\pi\sqrt{2} \sin \varphi = 10\pi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin \varphi = -\frac{\sqrt{2}}{2} \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

$\Rightarrow$ Phương trình: $x = 5\sqrt{2} \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)} \Leftrightarrow x = 5\sqrt{2} \sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 3: Chọn gốc O của hệ trục tại vị trí cân bằng. Vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox. Khi qua vị trí cân bằng vật có vận tốc $v = 20\pi \text{ cm/s}$. Gia tốc cực đại là 2 m/s^2 . Gốc thời gian được chọn lúc vật qua điểm M_0 có $x_0 = -10\sqrt{2} \text{ cm}$ và có xu hướng chuyển động về vị trí cân bằng. Coi $\pi^2 = 10$. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 20 \cos\left(\frac{10}{\pi}t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$.

B. $x = 20 \sin\left(\frac{10}{\pi}t - \frac{3\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$.

C. $x = 20 \cos\left(\pi t - \frac{3\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$.

D. $x = 10 \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Qua vị trí cân bằng, vận tốc đạt cực đại

$$v_{\max} = \omega A \Rightarrow \omega A = 20\pi \quad (1)$$

Qua vị trí biên, gia tốc đạt cực đại

$$a_{\max} = \omega^2 A \Rightarrow \omega^2 A = 200 \quad (2)$$

(1) và (2) cho $\omega = \frac{10}{\pi} \text{ rad/s} (= \pi \text{ rad/s})$ và $A = 20 \text{ cm}$.

$$\text{Tại } t = 0, \begin{cases} x_0 = 20 \cos \varphi = -10\sqrt{2} \\ v_0 = -\frac{200}{\pi} \sin \varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = -\frac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{3\pi}{4} \text{ rad}$$

$\Rightarrow$ phương trình dao động là $x = 20 \cos\left(\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)$ (cm) $\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 4: Một vật dao động điều hoà với chu kì $T = 2\text{ s}$, lấy $\pi^2 = 10$. Tại thời điểm ban đầu $t = 0$ vật có gia tốc $a = -0,1 \text{ m/s}^2$, vận tốc $v = -\pi\sqrt{3} \text{ cm/s}$. Phương trình dao động của vật là

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

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

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

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

Phân tích và hướng dẫn giải:

Giả sử phương trình dao động có dạng $x = A \cos(\omega t + \varphi)$.

Có: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ rad/s}$.

Tại thời điểm ban đầu ($t = 0$), có:
$$\begin{cases} v = -A\omega \sin \varphi = -\pi\sqrt{3} \text{ cm/s} \\ a = -A\omega^2 \cos \varphi = -10 \text{ cm/s}^2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A \sin \varphi = \frac{\pi\sqrt{3}}{\omega} = \sqrt{3} \\ A \cos \varphi = \frac{10}{\omega^2} = 1 \end{cases} \Rightarrow \tan \varphi = \sqrt{3} \Rightarrow \begin{cases} \varphi = \frac{\pi}{3} \\ \varphi = -\frac{2\pi}{3} \end{cases}$$

do $A > 0$ nên $\sin \varphi > 0 \Rightarrow$ Chỉ lấy $\varphi = \frac{\pi}{3}$. Với giá trị này ta được $A = 2 \text{ cm}$.

Cuối cùng, phương trình dao động của vật là: $x = 2 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm} \Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 5: Dao động điều hoà có phương trình dạng $x = A \cos(\omega t + \varphi)$. Lúc $t = 0$ vật cách vị trí cân bằng $\sqrt{2} \text{ cm}$ có gia tốc $-100\sqrt{2}\pi^2 \text{ cm/s}^2$ và vận tốc là $-10\sqrt{2}\pi \text{ cm/s}$. Viết phương trình dao động của vật?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ dữ kiện đề bài, ta có các phương trình sau:

$$|x_0| = \sqrt{2} \text{ cm (vì chưa biết vật nằm bên nào, âm hay dương)} \quad (1)$$

$$-\omega^2 x_0 = -100\sqrt{2}\pi^2 \text{ cm/s}^2 \quad (2)$$

$$v_0 = -10\sqrt{2}\pi \text{ cm/s} \quad (3)$$

Từ (1) và (2) ta có: $\omega = 10\pi \text{ rad/s}$. Do $a_0 < 0 \Rightarrow x_0 > 0 \Rightarrow x_0 = \sqrt{2}$

$$\text{Tại } t = 0 \text{ có: } \begin{cases} A \cos \varphi = \sqrt{2} \\ -\omega A \sin \varphi = -10\sqrt{2}\pi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 2 \text{ cm} \\ \varphi = \frac{\pi}{4} \end{cases}$$

Vậy phương trình dao động là $x = 2 \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ cm}$

Ví dụ 6: Vật dao động điều hoà có phương trình $x = A \cos(\omega t + \varphi)$. Biết tại thời điểm ban đầu vật cách vị trí cân bằng $\sqrt{2} \text{ cm}$ về phía âm của trục dao động, đang có động năng bằng thế năng và đang tiến về vị trí cân bằng với tốc độ $5\sqrt{2}\pi \text{ cm/s}$. Hãy viết phương trình dao động của vật?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Lúc $t = 0$, vật ở phía âm ($x_0 < 0$) đang tiến về VTCB nên $v_0 > 0$, vậy ta có:

$$\begin{cases} x_0 = A \cos \varphi < 0 \\ v_0 = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi < 0 \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{Ngoài ra, khi } t = 0 \text{ có } E_t = E_d \Leftrightarrow \sin^2 \varphi = \cos^2 \varphi \Rightarrow \sin \varphi = \pm \cos \varphi \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2)} \Rightarrow \tan \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{-3\pi}{4}$$

$$\text{Do đó: } -\sqrt{2} = A \cos\left(\frac{-3\pi}{4}\right) \Rightarrow A = 2 \text{ cm}$$

$$\text{Vận tốc ban đầu: } 5\sqrt{2}\pi = -\omega A \sin\left(\frac{-3\pi}{4}\right) = -\sqrt{2}\omega \Rightarrow \omega = 5\pi \text{ rad/s}$$

$$\text{Vậy phương trình dao động: } x = 2 \cos\left(5\pi t - \frac{3\pi}{4}\right) \text{ cm}$$

Bài tập vận dụng: Một vật dao động điều hoà với chu kì $T = 1 \text{ s}$. Lúc $t = 2,5 \text{ s}$ vật đi qua li độ $x = -5\sqrt{2} \text{ cm}$ với vận tốc $v = -10\pi\sqrt{2} \text{ cm/s}$. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 10\cos(2\pi t - \frac{\pi}{4}) \text{ cm}$.

B. $x = 10\sin(2\pi t + \frac{3\pi}{4}) \text{ cm}$.

C. $x = 10\sin(2\pi t + \frac{\pi}{3}) \text{ cm}$.

D. $x = 10\cos(2\pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ cm}$.

DẠNG 8: Liên quan đến đồ thị dao động, gồm 2 loại:

1. Cho đồ thị, tìm phương trình: Thực chất là đi tìm biên độ, tần số và pha ban đầu. Khi làm dạng bài toán này, ta lưu ý một số điểm sau:

+ Đồ thị của li độ (x), vận tốc (v) và gia tốc (a) biến thiên điều hòa theo hàm sin và cos với chu kì T . còn đồ thị của động năng và thế năng biến thiên tuần hoàn theo

hàm sin và cos với chu kì $\frac{T}{2}$.

+ Tìm biên độ dao động dựa vào giới hạn trên trục tung

+ Tìm chu kì dao động dựa vào sự lặp lại trên trục thời gian, hoặc dựa vào khoảng thời gian để vật nhận giá trị nào đó.

+ Tìm pha ban đầu φ phải dựa vào góc thời gian.

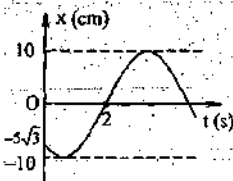
Ví dụ 1: Một vật dao động điều hoà có đồ thị của li độ x theo thời gian như hình vẽ. Phương trình nào sau đây là phương trình dao động của vật?

A. $x = 10 \cos\left(\frac{\pi}{3}t - \frac{5\pi}{6}\right)$ cm.

B. $x = 10 \cos\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{5\pi}{6}\right)$ cm.

C. $x = 10 \sin\left(\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$ cm.

D. $x = 10 \cos\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm.



Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động có dạng $x = A \cos(\omega t + \varphi)$. Từ đồ thị, nhận thấy:

+ Theo trục tung, li độ của vật biến thiên từ -10 cm đến 10 cm $\Rightarrow A = 10$ cm.

+ Lúc $t = 0$ vật có li độ $x = -5\sqrt{3}$ và ngay sau đó nó nhận giá trị -10 , nghĩa là vật chuyển động theo chiều âm của hệ trục tọa độ $\Rightarrow v < 0$, vậy khi $t = 0$, ta có:

$$\begin{cases} x = A \cos \varphi = 10 \cos \varphi = -5\sqrt{3} \text{ (cm)} \\ v = -A\omega \sin \varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{5\pi}{6}$$

+ Lúc $t = 0$, vật có li độ $x = -5\sqrt{3}$ cm đi theo chiều âm, sau 2s vật đi qua VTCB theo chiều dương. Như vậy ta có: $2 = \frac{T}{12} + \frac{T}{4} = \frac{T}{3} \Rightarrow T = 6\text{s} \Rightarrow \omega = \frac{\pi}{3} \text{ (rad/s)}$.

Vậy phương trình dao động của vật $x = 10 \cos\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{5\pi}{6}\right)$ cm $\Rightarrow$ Đáp án B.

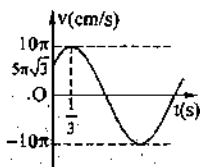
Ví dụ 2: Một vật dao động điều hoà có đồ thị của vận tốc theo thời gian như hình vẽ. Phương trình nào sau đây sẽ có mối quan hệ chính xác với đồ thị vận tốc?

A. $x = 20 \cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm}$.

B. $x = 10 \cos\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{ cm}$.

C. $v = -10\pi \sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{2\pi}{3}\right) \text{ cm/s}$.

D. $a = -5\pi^2 \cos\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{ cm/s}^2$.



Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động có dạng $x = A \cos(\omega t + \varphi)$. Từ đồ thị, nhận thấy:

+ Biên độ của vận tốc $A\omega = 10\pi \text{ cm/s}$.

+ Lúc $t = 0$ vật có vận tốc $v = 5\pi\sqrt{3} \text{ cm/s}$ ($v > 0$) và đang tăng dần, chứng tỏ vật phải nằm ở phía âm của hệ trục và chuyển động về vị trí cân bằng. Điều này nghĩa

là khi $t = 0$, ta có:
$$\begin{cases} x = A \cos \varphi < 0 \\ v = -A\omega \sin \varphi = 5\pi\sqrt{3} > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi < 0 \\ \sin \varphi = -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{2\pi}{3}$$

+ Lúc $t = 0$, vật đang đi qua vị trí có $v = 5\pi\sqrt{3} \text{ cm/s}$ ($x = -\frac{A}{2}$) theo chiều

dương. Sau $\frac{1}{3} \text{ s}$, vật có vận tốc cực đại (VTCD, $x = 0$), vậy ta có $\frac{1}{3} = \frac{T}{12} \Rightarrow T = 4\text{s}$

$\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \text{ (rad/s)}$.

+ Từ biểu thức: $A\omega = 10\pi \Rightarrow A = \frac{10\pi}{\omega} = \frac{10\pi}{\pi/2} = 20 \text{ (cm)}$.

Vậy phương trình dao động của vật: $x = 20 \cos\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{ cm}$. Từ đó suy ra

phương trình $v = -10\pi \sin\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{ cm/s}$ và $a = -5\pi^2 \cos\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{ cm/s}^2$.

Trong 4 phương án đề nêu, D là đáp án đúng.

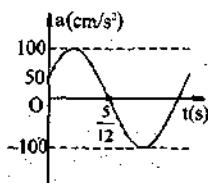
Ví dụ 3: Gia tốc theo thời gian của một vật dao động điều hoà có đồ thị như hình vẽ. Phương trình dao động của vật là

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

B. $x = 2,5 \cos\left(\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ cm}$.

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

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



Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động có dạng $x = A \cos(\omega t + \varphi)$; từ đồ thị, nhận thấy:

+ Biên độ của gia tốc: $A\omega^2 = 100$.

+ Lúc $t = 0$ vật có gia tốc $a = 50 \text{ cm/s}^2$ và đang tăng, chứng tỏ tại thời điểm ban đầu vật có li độ âm và đang chuyển động về phía biên âm (vì $a = -\omega^2 x$), vậy khi

$$t = 0, \text{ ta có: } \begin{cases} a = -A\omega^2 \cos \varphi = 50 \\ v = -A\omega \sin \varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -100 \cos \varphi = 50 \\ -A\omega \sin \varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{2\pi}{3}$$

+ Lúc $t = 0$, vật đang đi qua vị trí có $a = 50 \text{ cm/s}^2$ ($x = -\frac{A}{2}$), sau $\frac{5}{12} \text{ s}$ vật qua vị

trí có gia tốc $a = 0$ (VTCB) và theo chiều ngược lại nên: $\frac{5}{12} = \frac{T}{6} + \frac{T}{4} = \frac{5T}{12}$

$$\Rightarrow T = 1 \text{ s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi \text{ (rad/s)}.$$

$$+ \text{ Từ } A\omega^2 = 100 \Rightarrow A = \frac{100}{\omega^2} = \frac{100}{(2\pi)^2} = 2,5 \text{ (cm)}.$$

Vậy phương trình dao động của vật $x = 2,5 \cos\left(2\pi t + \frac{2\pi}{3}\right) \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án C}.$

2. Cho phương trình, vẽ đồ thị: Là bài toán ngược với bài toán trên, nhưng dễ hơn nhiều, đồ thị của chúng là đồ thị hàm sin hoặc hàm cosin tương tự như trong toán học mà chúng ta đã biết và hoàn toàn có thể giải quyết được. Vì vậy các bài toán này sẽ không đề cập ở đây và chúng ta dành sự quan tâm cho các vấn đề khác.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Đồ thị biểu diễn sự biến thiên của vận tốc theo li độ trong dao động điều hòa có hình dạng nào sau đây?

A. Đường parabol.

B. Đường tròn.

C. Đường elip.

D. Đường hypebol.

Câu 2: Một vật dao động điều hoà với phương trình dao động $x = A \sin(\omega t + \varphi)$. Xác định tần số góc ω và biên độ A của dao động. Cho biết trong khoảng thời gian $\frac{1}{60}$ (s) đầu tiên, vật đi từ vị trí cân bằng $x_0 = 0$ đến vị trí $x = \frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều

dương và tại điểm cách vị trí cân bằng 2 cm vật có vận tốc $40\pi\sqrt{3}$ (cm/s).

A. $\omega = 20\pi$ (rad/s); $A = 4$ cm.

B. $\omega = 20$ (rad/s); $A = 4$ cm. $\omega = 20\pi$

C. $\omega = 20\pi$ (rad/s); $A = 16$ cm.

D. $\omega = 2\pi$ (rad/s); $A = 4$ cm. $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

Câu 3: Phương trình động lực học của một vật dao động điều hoà là $x'' + bx = 0$.

Chu kỳ dao động của nó sẽ là

$$b = \omega^2 \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{b}}$$

A. $\frac{2\pi}{\sqrt{b}}$

B. $\sqrt{\frac{2\pi}{b}}$

C. $\frac{b}{2\pi}$

D. $\frac{2\pi}{b}$

Câu 4: Có hai vật dao động điều hoà trên hai đoạn thẳng song song gần nhau với cùng biên độ A , tần số 3Hz và 6Hz. Lúc đầu hai vật đồng thời xuất phát từ vị trí có li độ $A/2$. Khoảng thời gian ngắn nhất để hai vật có cùng một li độ là

A. $\frac{1}{18}$ s.

B. $\frac{1}{26}$ s.

C. $\frac{1}{27}$ s.

D. 0,25s.

(Lời giải tổng quát cho loại bài toán như câu 4 ở trên, có thể xem trong cuốn Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh)

Câu 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.

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Câu 6: Một chất điểm M chuyển động đều với tốc độ 0,60m/s trên một đường tròn có đường kính 0,40m. Hình chiếu P của điểm M lên một đường kính của đường tròn dao động điều hoà với biên độ, tần số góc và chu kỳ lần lượt là:

A. 0,40m; 3,0 rad/s; 2,1s.

B. 0,20m; 3,0 rad/s; 2,48s.

C. 0,20m; 3,0 rad/s; 2,1s.

D. 0,20m; 1,5 rad/s; 4,2s.

Chủ đề 2: CON LẮC Lò XO

A. LÝ THUYẾT VÀ CÁC DẠNG TOÁN THƯỜNG GẶP

1. Dạng bài tính tần số góc, chu kì, tần số khi biết độ cứng k , khối lượng m

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}; T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}; f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

Chu kì T tỉ lệ thuận với $\sqrt{m}$, tỉ lệ nghịch với $\sqrt{k}$



2. Dạng bài thay đổi khối lượng vật nặng

- Trong cùng khoảng thời gian t , hai con lắc thực hiện N_1 và N_2 dao động:

$$f = \frac{N}{t} \Rightarrow \frac{k}{m} = \omega^2 = (2\pi f)^2 = \left(\frac{2\pi N}{t}\right)^2 \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

- Thêm bớt khối lượng Δm : $\left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 = \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 = \frac{m_2}{m_1} = \frac{m_1 \pm \Delta m}{m_1}$

- Ghép hai vật: $m_3 = m_1 \pm m_2 \rightarrow T_3^2 = T_1^2 \pm T_2^2$



3. Dạng bài yêu cầu viết phương trình dao động $x = A\cos(\omega t + \varphi)$?

Thực chất của bài toán này là đi tìm A , ω và φ .

- Tần số góc ω : Tùy theo dữ kiện bài toán mà có thể tính khác nhau:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}} = \frac{v_{\max}}{A} = \sqrt{\frac{a_{\max}}{A}} = \left| \frac{a_{\max}}{v_{\max}} \right|$$

- Biên độ A :

$$A = \sqrt{\left(\frac{v}{\omega}\right)^2 + x^2} = \sqrt{\frac{2E}{k}} = \frac{|v_{\max}|}{\omega} = \frac{|a_{\max}|}{\omega^2} = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2} = \frac{\text{Chiều dài quỹ đạo}}{2}$$

- Pha ban đầu φ : Dựa vào điều kiện ban đầu, $t = 0 \begin{cases} x_0 = A \cdot \cos \varphi \\ v_0 = -A \cdot \omega \cdot \sin \varphi \end{cases} \Rightarrow \varphi$

Chú ý: + Nếu gặp bài toán cho các giá trị x , v tại thời điểm t bất kì. Một trong những cách giải đơn giản là chỉ cần thay tất cả các giá trị t , x , v vào hệ $\begin{cases} x = A\cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$, hệ này có ẩn duy nhất là φ , từ đó sẽ thu được giá trị của φ .

+ Trước khi tính φ cần xác định rõ φ thuộc góc phần tư thứ mấy của vòng tròn lượng giác (thường lấy $-\pi < \varphi \leq \pi$).

4. Dạng bài tính chiều dài của lò xo trong quá trình vật dao động

Chiều dài tự nhiên của lò xo là l_0

◆ Khi con lắc lò xo nằm ngang:

+ Lúc vật ở VTCB, lò xo không bị biến dạng, $\Delta l_0 = 0$

+ Chiều dài cực đại của lò xo: $l_{\max} = l_0 + A$

+ Chiều dài cực tiểu của lò xo: $l_{\min} = l_0 - A$

◆ Khi con lắc lò xo bố trí thẳng đứng hoặc nằm nghiêng một góc α , vật treo ở dưới.

+ Độ biến dạng Δl_0 của lò xo khi vật ở VTCB: $\Delta l_0 = \frac{mg \cdot \sin \alpha}{k}$

Nếu đặt thẳng đứng thì $\alpha = 90^\circ$, $\sin \alpha = 1$ nên $\Delta l_0 = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2}$

+ Chiều dài lò xo khi vật ở VTCB: $l_{\infty} = l_0 + \Delta l_0$

+ Chiều dài ở li độ x : $l = l_0 + \Delta l_0 + x$

+ Chiều dài cực đại của lò xo: $l_{\max} = l_0 + \Delta l_0 + A$

+ Chiều dài cực tiểu của lò xo: $l_{\min} = l_0 + \Delta l_0 - A$

5. Dạng bài tính lực hồi phục

- Đặc điểm: luôn hướng về vị trí cân bằng.

- Biểu thức tính: $F = -kx$, trong đó x là li độ.

6. Dạng bài liên quan đến lực đàn hồi. Lực đàn hồi kéo – đẩy cực đại, cực tiểu

+ Lực đàn hồi là lực đưa vật về vị trí sao cho lò xo có chiều dài tự nhiên l_0 .

+ Biểu thức vector: $\vec{F} = -k(\Delta \vec{l}_0 + \vec{x})$, trong đó $\Delta \vec{l}_0$ là độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng.

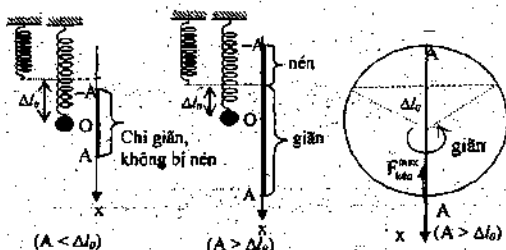
Nếu con lắc lò xo bỏ trí nằm ngang, $\Delta l_0 = 0$:

* Tại vị trí cân bằng $x = 0$, $F_{\text{đmin}} = 0$

* Tại vị trí biên $x_{\text{max}} = A$, $F_{\text{đmax}} = kA$

Nếu con lắc lò xo bỏ trí thẳng đứng:

$$\Delta l_0 = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2}$$



Độ lớn lực đàn hồi cực đại:

Khi vật xuống thấp nhất $F_{\text{kéo max}} = k |\Delta l_0 + A|$

Độ lớn lực đàn hồi cực tiểu còn phụ thuộc vào độ lớn của A so với Δl_0 .

Nếu $A < \Delta l_0$: Trong quá trình vật dao động, lò xo luôn giãn, $F_{\text{kéo min}} = k |\Delta l_0 - A|$

Nếu $A > \Delta l_0$: Trong quá trình vật dao động, lò xo ngoài giãn còn nén.

Lúc vật qua vị trí lò xo có chiều dài tự nhiên, $F_{\text{đmin}} = 0$.

Khi vật lên cao nhất, lò xo nén cực đại $F_{\text{đb max}} = k |A - \Delta l_0|$

và vì $F_{\text{đb max}} = k |A - \Delta l_0| < F_{\text{kéo max}} = k |\Delta l_0 + A|$ nên khi nói lực đàn hồi cực đại chính là nói đến lực kéo cực đại.

7. Dạng bài liên quan đến tính thời gian lò xo nén hay giãn trong một chu kì
khi vật treo ở dưới và $A > \Delta l_0$

Phương pháp: Chuyển về bài toán quen thuộc là tìm thời gian vật đi từ li độ x_1 đến x_2 . Tuy nhiên, có thể tìm nhanh hơn như sau:

- Khoảng thời gian lò xo nén: $\Delta t = 2 \frac{\alpha}{\omega}$, trong đó $\cos \alpha = \frac{\Delta l_0}{A}$

- Khoảng thời gian lò xo giãn là $T - \Delta t$.

8. Dạng bài liên quan đến năng lượng dao động. Tính động năng, thế năng

Động năng vật nặng: $E_d = \frac{1}{2} m v^2$

$$E_d = \frac{m \omega^2 A^2}{2} \cos^2(\omega t + \varphi) = E \left(1 - \sin^2(\omega t + \varphi) \right) = \frac{E}{2} + \frac{E}{2} \cos(2\omega t + 2\varphi)$$

Thế năng lò xo: $E_t = \frac{1}{2} k x^2$ với $k = m \omega^2$

$$E_t = \frac{m \omega^2 A^2}{2} \sin^2(\omega t + \varphi) = E \left(1 - \cos^2(\omega t + \varphi) \right) = \frac{E}{2} - \frac{E}{2} \cos(2\omega t + 2\varphi)$$

Năng lượng: $E = E_d + E_t = E_{d\max} = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = E_{t\max} = \frac{1}{2} k A^2 = \text{const}$

Tuy cơ năng không đổi nhưng động năng và thế năng đều biến thiên với:

$$\omega' = 2\omega, f' = 2f \text{ và } T' = \frac{T}{2}$$

Động năng và thế năng biến đổi qua lại cho nhau, khi động năng của con lắc có giá trị

gấp n lần thế năng ta được $(n+1)E_t = \frac{1}{2} k A^2$

$$\Rightarrow (n+1) \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} k A^2 \Rightarrow \boxed{x = \pm \frac{A}{\sqrt{n+1}}} \quad \text{và} \quad \boxed{v = \pm \sqrt{\frac{n}{n+1}} v_{\max}}$$

Ví dụ: Với $n=3 \Rightarrow x = \pm \frac{A}{2}$; Với $n=\frac{1}{3} \Rightarrow x = \pm \frac{A\sqrt{3}}{2}$

Đặc biệt, trong một chu kì có bốn lần $E_d = E_t$, khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp

để $E_d = E_t$ là $\Delta t = \frac{T}{4}$. Khi $E_d = E_t$ thì $x = \pm \frac{A}{\sqrt{2}}$.

Chú ý: Ta có $E_d = E - E_t = \frac{1}{2} k (A^2 - x^2)$, biểu thức này sẽ giúp tính nhanh động năng của vật khi vật đi qua li độ x .

9. Dạng bài liên quan đến chu kì của vật khi cắt – ghép lò xo

– Ghép lò xo. Chu kì của vật tính theo k_{h} qua biểu thức $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_{\text{h}}}}$

Nếu các lò xo mắc nối tiếp: $\frac{1}{k_n} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$

♦ Công thức tính nhanh $T_n^2 = T_1^2 + T_2^2 + \dots + T_n^2$

($T_1, T_2, \dots, T_n$ là chu kì khi ghép vật m với từng lò xo $k_1, k_2, \dots, k_n$).

Nếu các lò xo mắc song song: $k_H = k_1 + k_2 + \dots + k_n$

♦ Công thức tính nhanh $\frac{1}{T_H^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} + \dots + \frac{1}{T_n^2}$

- Cắt lò xo: Nếu các lò xo có độ cứng $k_1, k_2, \dots, k_n$ có chiều dài tự nhiên $l_1, l_2, \dots, l_n$ bản chất giống nhau (hoặc được cắt từ cùng một lò xo ban đầu k_0, l_0) thì:

$$k_1 l_1 = k_2 l_2 = \dots = k_0 l_0$$

Vậy nếu biết k_0 của một lò xo có chiều dài ban đầu l_0 thì ta có thể tìm k' của một đoạn lò xo có chiều dài l' được cắt từ lò xo đó theo biểu thức $k' = k \frac{l_0}{l'}$ ($k' > k$)

10. Một số dạng bài nâng cao

+ **Kích thích dao động bằng va chạm:** Bắn một vật m_0 với vận tốc v_0 vào vật M gắn với lò xo: - Va chạm đàn hồi: $v_M = \frac{2m_0 v_0}{m_0 + M}$; $v_{m_0} = v_0 \frac{m_0 - M}{m_0 + M}$

- Va chạm mềm: $v = \frac{m_0 v_0}{m_0 + M}$

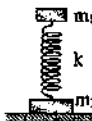
+ **Điều kiện của biên độ dao động**

+ Vật m_1 được đặt trên vật m_2 dao động điều hoà theo phương thẳng đứng. Để m_1 luôn nằm yên trên m_2 trong quá trình dao động thì

$$A \leq \frac{g}{\omega^2} = \frac{(m_1 + m_2)g}{k}$$

+ Vật m_1 và m_2 được gắn vào hai đầu lò xo đặt thẳng đứng. m_1 dao động điều hoà. Để m_2 luôn nằm yên trên mặt sàn trong quá trình m_1 dao động thì $A \leq \frac{(m_1 + m_2)g}{k}$

+ Vật m_1 đặt trên vật m_2 dao động điều hoà theo phương ngang. Hệ số ma sát giữa m_1 và m_2 là μ , bỏ qua ma sát giữa m_2 và mặt sàn. Để m_1 không trượt trên m_2 trong quá trình dao động thì $A \leq \mu \frac{g}{\omega^2} = \mu \frac{(m_1 + m_2)g}{k}$



B. HỆ THỐNG VÍ DỤ MINH HOẠ

Ví dụ 1: Một lò xo k, khi gắn với vật m_1 thì vật dao động với chu kì $T_1 = 0,6$ s và khi gắn với vật m_2 thì chu kì là $T_2 = 0,8$ s. Nếu móc hai vật đồng thời vào lò xo thì chu kì dao động của chúng là

- A. 0,2 s. B. 0,7 s. C. 1,0 s. D. 1,4 s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Chu kì dao động của con lắc lò xo phụ thuộc vào khối lượng vật nặng theo biểu thức $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, do đó khi m thay đổi thì T cũng thay đổi theo. Để làm bài toán này, chỉ cần viết công thức tính chu kì cho từng trường hợp của khối lượng, biến đổi ta sẽ thu mối quan hệ giữa các chu kì với nhau.

Áp dụng công thức tính chu kì $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ cho 3 trường hợp:

$$\text{Với } m_1, \text{ có: } T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} \Rightarrow \frac{m_1}{k} = \frac{T_1^2}{4\pi^2}$$

$$\text{Với } m_2: T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}} \Rightarrow \frac{m_2}{k} = \frac{T_2^2}{4\pi^2}$$

$$\text{Với } m_3 = m_1 + m_2: T_3 = 2\pi\sqrt{\frac{m_3}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k} + \frac{m_2}{k}} = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$$

$$\text{Thay số ta được: } T_3 = \sqrt{0,6^2 + 0,8^2} = 1 \text{ s} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

← Qua bài toán trên, một câu hỏi đặt ra cho bạn đọc là: Nếu có một bài toán ngược, cho T_1, T_3 . Liệu có tìm được T_2 không?

≈ **Chú ý:** Nên nhớ mối liên hệ $T_3^2 = T_1^2 + T_2^2$ để giải nhanh bài toán trắc nghiệm.

Bài tập vận dụng: Một con lắc lò xo bố trí theo phương thẳng đứng, vật nặng m dao động với chu kì 4s. Nếu cho thêm một gia trọng Δm thì chúng dao động với chu kì 5s. Hỏi nếu lò xo chỉ móc với gia trọng Δm thì nó dao động với chu kì bao nhiêu?

Ví dụ 2: Một lò xo có khối lượng không đáng kể, bố trí thẳng đứng, đầu trên cố định. Khi gắn vật có khối lượng $m_1 = 400$ g vào thì vật dao động với chu kì $T_1 = 1$ s. Khi thay vật có khối lượng m_2 vào lò xo trên, chu kì dao động của vật là $T_2 = 0,5$ s. Khối lượng m_2 là

- A. 50g. B. 100g. C. 200g. D. 800g.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức tính chu kì $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, viết cho 2 trường hợp, ta có:

$$\begin{cases} T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} \\ T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}} \end{cases} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \frac{1}{0,5} = 2 \Rightarrow m_2 = \frac{1}{4}m_1 = 100\text{g} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

— Dùng con lắc lò xo có cho ta một cách xác định khối lượng của vật được không? Các nhà du hành vũ trụ "cân sức khỏe" bằng cách nào?

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Mắc một vật khối lượng m_0 đã biết vào một lò xo rồi kích thích cho hệ dao động ta đo được chu kì dao động là T_0 . Nếu bỏ vật nặng m_0 ra khỏi lò xo, thay vào đó là vật nặng có khối lượng m chưa biết thì ta được con lắc mới có chu kì dao động là T . Khối lượng m tính theo m_0 là

A. $m = \sqrt{\frac{T}{T_0}}m_0$ B. $m = \frac{T_0}{T}m_0$ C. $m = \left(\frac{T}{T_0}\right)^2 m_0$ D. $m = \frac{T}{T_0}m_0$

Bài toán 2: Gắn lần lượt hai quả cầu vào một lò xo và cho chúng dao động. Trong cùng một khoảng thời gian, quả cầu m_1 thực hiện được 28 dao động, quả cầu m_2 thực hiện được 14 dao động. Kết luận nào đúng?

A. $m_2 = 2m_1$ B. $m_2 = 4m_1$ C. $m_2 = 0,25m_1$ D. $m_2 = 0,5m_1$

Bài toán 3: Một con lắc lò xo, quả nặng có khối lượng 200 g dao động điều hòa với chu kì 0,8 s. Để chu kì của con lắc là 1 s thì cần

- A. gắn thêm một quả nặng 112,5 g.
- B. gắn thêm một quả nặng có khối lượng 50 g.
- C. thay bằng một quả nặng có khối lượng 160 g.
- D. thay bằng một quả nặng có khối lượng 128 g.

Bài toán 4: Trong dao động điều hòa của một con lắc lò xo, nếu giảm khối lượng của vật nặng 20% thì số lần dao động của con lắc trong một đơn vị thời gian sẽ tăng hay giảm bao nhiêu lần?

Bài toán 5: Khi gắn một vật vào một lò xo có khối lượng không đáng kể thì nó dao động với chu kì 2s. Nếu giảm khối lượng của vật đi một lượng là Δm thì chu kì dao động của nó là T , nếu tăng khối lượng thêm một lượng là Δm thì chu kì dao động của nó là $2T$. Nếu tăng khối lượng của nó thêm $2\Delta m$ thì chu kì dao động của nó bằng bao nhiêu?

Ví dụ 3: Một con lắc lò xo bố trí theo phương thẳng đứng. Đầu trên cố định, đầu dưới móc vật nặng, gọi $\Delta \ell_0$ là độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng. Biểu thức nào sau đây không đúng?

A. $\Delta \ell_0 = \frac{mg}{k}$

B. $\omega^2 = \frac{g}{\Delta \ell_0}$

C. $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\Delta \ell_0}}$

D. $T = 2\pi \sqrt{\frac{g}{\Delta \ell_0}}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là bài toán liên quan đến độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng với mức độ đơn giản, song, những mối liên hệ giữa chúng sẽ là cơ sở để làm tốt các bài toán phức tạp về sau.

+ Các lực tác dụng lên vật gồm:

Trọng lực P hướng xuống dưới.

Lực đàn hồi F_{Δ} hướng lên trên.

+ Tại vị trí cân bằng có $F_{\Delta} = P \Rightarrow k\Delta \ell_0 = mg$

+ Từ biểu thức trên, ta có thể viết lại theo cách khác:

$$\Delta \ell_0 = \frac{mg}{k} \text{ hoặc } \frac{k}{m} = \frac{g}{\Delta \ell_0} \Rightarrow \omega^2 = \frac{g}{\Delta \ell_0} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta \ell_0}}$$

$$\text{mà } \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\Delta \ell_0}} \text{ và } T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta \ell_0}{g}} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$



Ví dụ 4: Lò xo có độ cứng $k = 1 \text{ N/cm}$. Lần lượt treo vào hai vật có khối lượng gấp ba lần nhau thì khi cân bằng, lò xo có chiều dài 22,5 cm và 27,5 cm. Chu kì dao động của con lắc khi treo đồng thời hai vật là

A. $\frac{\pi}{3} \text{ s}$

B. $\frac{\pi}{5} \text{ s}$

C. $\frac{\pi}{4} \text{ s}$

D. $\frac{\pi}{2} \text{ s}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Với m_1 , tại VTCB, có: $m_1 g = k(l_1 - l_0)$. Tương tự với m_2 cũng có: $m_2 g = k(l_2 - l_0)$

Trừ vế với vế 2 phương trình trên ta được: $(m_2 - m_1)g = k(l_2 - l_1)$

Thay $m_2 = 3m_1 \Rightarrow (3m_1 - m_1)g = k(l_2 - l_1) \Rightarrow 2m_1 g = k(l_2 - l_1)$

$$\text{Chu kì khi treo 2 vật } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{4m_1}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{4(l_2 - l_1)}{2g}}$$

$$= 2\pi \sqrt{\frac{2(l_2 - l_1)}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2(27,5 - 22,5) \cdot 10^{-2}}{10}} = \frac{\pi}{5} \text{ s} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Khi một vật khối lượng m được treo vào một lò xo có độ dài tự nhiên ℓ_0 thì lò xo có độ dài là ℓ . Kéo vật xuống phía dưới một đoạn nhỏ a rồi thả ra cho vật dao động điều hoà. Chu kì dao động của vật là

A. $T = 2\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$

B. $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell - \ell_0}{g}}$

C. $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell - \ell_0}{ga}}$

D. $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell - a}{g}}$

Bài toán 2: Gắn một vật nặng vào đầu dưới của một lò xo treo thẳng đứng làm lò xo giãn ra 9 cm khi vật cân bằng. Cho $g = \pi^2 \text{ m/s}^2$. Chu kì dao động của vật là

A. 0,4 s.

B. 0,6 s.

C. 0,8 s.

D. 1 s.

Ví dụ 5: Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng $k = 20 \text{ N/m}$ và vật nhỏ khối lượng $m = 0,2 \text{ kg}$. Khi vật dao động điều hoà, tại thời điểm t , vận tốc và gia tốc của vật lần lượt là $v = 20 \text{ cm/s}$ và $2\sqrt{3} \text{ m/s}^2$. Biên độ dao động của vật là

A. 4 cm.

B. $4\sqrt{2} \text{ cm}$.

C. $4\sqrt{3} \text{ cm}$.

D. 8 cm.

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Giữa 4 đại lượng A, ω, v, a có mối quan hệ $A^2 = \frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2}$, bài toán cho 3 đại lượng, tìm 1 đại lượng còn lại.

$$\text{Từ } \begin{cases} A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} \\ a = -\omega^2 x \end{cases} \Rightarrow A^2 = \frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2} = \frac{(2\sqrt{3} \cdot 100)^2}{100^2} + \frac{20^2}{100} = 4^2 \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo nằm ngang gồm một hòn bi có khối lượng m và lò xo nhẹ có độ cứng $k = 45 \text{ N/m}$. Kích thích cho vật dao động điều hoà với biên độ 2 cm thì gia tốc cực đại của vật khi dao động bằng 18 m/s^2 . Bỏ qua mọi lực cản. Khối lượng m bằng

A. 75 g.

B. 0,45 kg.

C. 50 g.

D. 0,25 kg.

Bài toán 2: Lò xo nhẹ có độ cứng 100 N/m. Vật nhỏ $m = 100 \text{ g}$ dao động điều hoà theo phương ngang với biên độ $\sqrt{2} \text{ cm}$. Khi vật có vận tốc $10\sqrt{10} \text{ cm/s}$ thì gia tốc của nó có độ lớn là

A. 4 m/s^2 .

B. 10 m/s^2 .

C. 2 m/s^2 .

D. 5 m/s^2 .

Ví dụ 6: Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng $k = 10\text{N/m}$ và vật nặng khối lượng $m = 100\text{g}$ dao động theo phương ngang với biên độ $A = 2\text{cm}$. Trong mỗi chu kì dao động, khoảng thời gian mà vật nặng ở những vị trí có khoảng cách tới vị trí cân bằng không nhỏ hơn 1 cm là

A. 0,314 s.

B. 0,418 s.

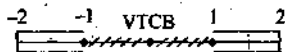
C. 0,242 s.

D. 0,209 s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Thực chất của bài toán này là cho chu kì dao động, tìm khoảng thời gian để vật đi từ tọa độ x_1 đến x_2 . Vì vậy, để làm tốt, bạn đọc có thể xem lại dạng bài toán này ở phần dao động điều hòa nếu thấy cần thiết.

+ Vì khoảng cách từ các điểm đến vị trí cân bằng



bằng không nhỏ hơn 1 cm nên tọa độ của vật phải nhận các giá trị thỏa mãn

$$\begin{cases} x \geq 1\text{ cm} \\ x \leq -1\text{ cm} \end{cases} \quad (\text{phần gạch chéo phải loại bỏ}).$$

+ Dễ dàng thấy rằng $t = 4 \cdot t_{1 \rightarrow 2} = 4 \cdot \frac{T}{6} = 4 \cdot \frac{\pi/5}{6} = \frac{2\pi}{15} = 0,418\text{ s} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Ví dụ 7: Một con lắc lò xo với độ cứng của lò xo là 50 N/m . Vật dao động điều hòa theo phương ngang. Cứ sau $0,05\text{ s}$ thì vật nặng của con lắc lại cách vị trí cân bằng một khoảng như cũ. Khối lượng vật nặng của con lắc bằng

A. 50g.

B. 100 g.

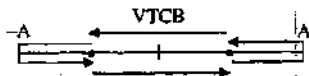
C. 25 g.

D. 250 g.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ khoảng thời gian để vật thỏa mãn điều kiện nào đó (quy về điều kiện đi từ tọa độ x_1 đến x_2) ta sẽ tính được chu kì dao động, sau đó tính khối lượng m theo công thức chu kì của con lắc lò xo.

Vì cách vị trí cân bằng một khoảng như cũ nên có hai vị trí đối xứng nhau như



hình vẽ. Căn cứ vào hình vẽ và theo đề ra ta nhận thấy, bài điểm này chia chu kì dao động của vật thành 4 khoảng bằng nhau nên $T = 4t_1 = 4 \cdot 0,05 = 0,2\text{ s}$

$$\text{Mặt khác } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow m = \frac{T^2}{4\pi^2} k = \frac{0,2^2}{4\pi^2} 50 = 0,05(\text{kg}) \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 8: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang, vật nặng dao động điều hòa với biên độ $A = 8 \text{ cm}$. Biết trong một chu kì, khoảng thời gian để độ lớn gia tốc của vật không lớn hơn 250 cm/s^2 là $\frac{T}{3}$. Lấy $\pi^2 = 10$. Tần số dao động của vật là

A. 1,15 Hz.

B. 1,94 Hz.

C. 1,25 Hz.

D. 1,35 Hz.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ điều kiện của gia tốc, sẽ được điều kiện của li độ x^* . Ngoài ra, biết khoảng thời gian sẽ tính được chính xác li độ x^* , từ đó thu được tần số góc, chu kì hay tần số.

+ Gọi x^* là tọa độ ứng với gia tốc $a = 250 \text{ cm/s}^2$. Vì $a = \omega^2 x$ nên để độ lớn gia tốc không lớn hơn giá trị 250 cm/s^2 thì tọa độ x phải không lớn hơn giá trị x^* , tức là không thể nhận các giá trị phần gạch chéo trên hình vẽ.



+ Nhận thấy, trong một chu kì có 4 khoảng thời gian bằng nhau để vật chuyển động qua lại giữa vị trí cân bằng và vị trí x^* (hoặc $-x^*$) $\Rightarrow 4t = \frac{T}{3} \Rightarrow t = \frac{T}{12}$

+ Khoảng thời gian $t = \frac{T}{12}$ cho phép vật đi được từ vị trí cân bằng đến vị trí $\frac{A}{2}$

$$\text{nên } x^* = \frac{A}{2} = \frac{8}{2} = 4 \text{ cm}$$

$$\text{+ Lúc đó } a = \omega^2 x \text{ trở thành } 250 = \omega^2 \cdot 4 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{250}{4}} = \frac{5\pi}{2} \text{ rad/s} \Rightarrow f = 1,25 \text{ Hz}$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 9: Một con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì T và biên độ 5 cm . Biết trong một chu kì, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không vượt quá 100 cm/s^2 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.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Trong quá trình vật dao động điều hòa, gia tốc của vật có độ lớn càng nhỏ khi càng gần vị trí cân bằng.

Trong một chu kì, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không vượt quá 100 cm/s^2 là $\frac{T}{3}$ thì trong nửa chu kì, khoảng thời gian để vật nhỏ của con

lắc có độ lớn gia tốc không vượt quá 100 cm/s^2 là $\frac{T}{6}$ và trong một phần tư chu kì tính từ vị trí cân bằng, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không vượt quá 100 cm/s^2 là $\frac{T}{12}$. Sau khoảng thời gian $\frac{T}{12}$ kể từ vị trí cân bằng vật sẽ ở vị trí $|x| = \frac{A}{2} = 2,5 \text{ cm}$. Khi đó $|a| = \omega^2|x| = 100 \text{ cm/s}^2 \Rightarrow \omega = 2\sqrt{10} \Rightarrow f = 1 \text{ Hz}$.

Ví dụ 10: Vật nhỏ có khối lượng 200g trong một con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì T và biên độ 4 cm . Biết trong một chu kì, khoảng thời gian để vật nhỏ có độ lớn gia tốc không nhỏ hơn $500\sqrt{2} \text{ cm/s}^2$ là $\frac{T}{2}$. Xác định độ cứng của lò xo?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cũng tương tự các bài toán trên, sau khi thu được tần số góc ta sẽ tính tiếp được k hoặc m .

Trong quá trình vật dao động điều hòa, gia tốc của vật có độ lớn càng lớn khi càng gần vị trí biên. Trong một chu kì, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không nhỏ hơn $500\sqrt{2} \text{ cm/s}^2$ là $\frac{T}{2}$ thì trong nửa chu kì, khoảng thời gian để

vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không nhỏ hơn $500\sqrt{2} \text{ cm/s}^2$ là $\frac{T}{4}$ và trong một phần tư chu kì tính từ vị trí biên, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không nhỏ hơn $500\sqrt{2} \text{ cm/s}^2$ là $\frac{T}{8}$. Sau khoảng thời gian $\frac{T}{8}$ kể từ vị trí

biên vật có $|x| = A \cos \frac{\pi}{4} = \frac{A}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2} \text{ cm}$. Khi đó $|a| = \omega^2|x| = 500\sqrt{2} \text{ cm/s}^2$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{|a|}{|x|} = 250. \text{ Mặt khác } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2 = 0,2.250 = 50 \text{ N/m}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo có vật nặng khối lượng 100g và lò xo có độ cứng 10N/m dao động với biên độ 2cm . Trong mỗi chu kì dao động, thời gian mà vật nặng ở cách vị trí cân bằng lớn hơn 1cm là

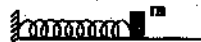
- A. $0,314\text{s}$. B. $0,417\text{s}$. C. $0,242\text{s}$. D. $0,209\text{s}$.

Bài toán 2: Một con lắc lò xo có vật nặng với khối lượng $m = 100\text{g}$ và lò xo có độ cứng $k = 10\text{N/m}$ dao động với biên độ 2cm . Thời gian mà vật có vận tốc nhỏ hơn $10\sqrt{3}\text{ cm/s}$ trong mỗi chu kì là bao nhiêu?

- A. $0,628\text{ s}$. B. $0,417\text{ s}$. C. $0,742\text{ s}$. D. $0,219\text{ s}$.

Ví dụ 11: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang, vật nặng dao động điều hoà với $A = 10\text{ cm}$, $T = 0,5\text{ s}$.

Khối lượng của vật nặng là $m = 250\text{ g}$, lấy $\pi^2 = 10$.



Lực đàn hồi cực đại tác dụng lên vật nặng có giá trị nào trong các giá trị dưới đây?

- A. $0,4\text{ N}$. B. $0,8\text{ N}$. C. 4 N . D. 8 N .

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì độ lớn của lực đàn hồi được tính $F_{dh} = k \Delta \ell$, nên để tìm lực đàn hồi cực đại ta cần tính k và độ biến dạng $\Delta \ell$ lớn nhất.

+ Từ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{m \cdot (2\pi)^2}{T^2}$, thay số được $k = \frac{0,25 \cdot (2\pi)^2}{0,5^2} = 40\text{ N/m}$

+ Trọng lực P cân bằng với lực nâng của giá đỡ. Tại vị trí cân bằng không có lực nào tác dụng lên vật theo phương ngang $\Rightarrow$ vật ở vị trí cân bằng, lò xo không bị biến dạng, trong quá trình vật dao động, độ lớn của li độ chính là độ nén (hay dãn) của lò xo, vì vậy ta có thể viết: $F_{dh} = k \Delta \ell = k|x|$

+ $F_{dh} = F_{dh \max} \Leftrightarrow x = x_{\max} = \pm A = \pm 10\text{ cm} = \pm 0,1\text{ m}$

Lúc đó $F_{dh \max} = k|x| = 40 \cdot |\pm 0,1| = 4\text{ N} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Ví dụ 12: Một vật nặng, nhỏ khối lượng m gắn vào một đầu lò xo có khối lượng không đáng kể, đầu còn lại phía trên của lò xo được giữ cố định, cho vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với tần số $2,5\text{ Hz}$. Trong quá trình vật dao động, chiều dài lò xo thay đổi từ $l_1 = 20\text{ cm}$ đến $l_2 = 24\text{ cm}$. Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$ và $\pi^2 = 10$. Điều nào sau đây sai?

- A. Khi vật ở vị trí cân bằng, lò xo đã bị dãn 4 cm .
B. Chiều dài tự nhiên của lò xo là 18 cm .
C. Trong quá trình vật dao động lò xo luôn bị dãn.
D. Lực đàn hồi cực tiểu của lò xo bằng không.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là bài toán liên quan đến cách tính độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng, cách tính biên độ theo chiều dài quỹ đạo, so sánh A và Δl_0 để đánh giá lực đàn hồi cực đại, cực tiểu.

Có $\omega = 2\pi f = 5\pi \text{ rad/s} \Rightarrow$ độ biến dạng của lò xo khi vật nằm ở vị trí cân bằng

$$\Delta l_0 = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{(5\pi)^2} = \frac{10}{250} = 0,04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

+ Biên độ: $A = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2} = \frac{24 - 20}{2} = 2 \text{ cm}$

+ Vì $l_{\max} = l_0 + \Delta l_0 + A$

$\Rightarrow$ chiều dài tự nhiên $l_0 = l_{\max} - \Delta l_0 - A = 24 - 4 - 2 = 18 \text{ cm}$

+ Vì $A < \Delta l_0$ nên trong quá trình dao động lò xo luôn bị dãn, và vì luôn bị dãn nên lực đàn hồi cực tiểu khác không $\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng dao động điều hòa với chu kì 0,4 s. Khi vật ở vị trí cân bằng, lò xo dài 44 cm. Lấy $g = \pi^2 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Chiều dài tự nhiên của lò xo là

- A. 36 cm. B. 40 cm. C. 42 cm. D. 38 cm.

Bài toán 2: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng và dao động điều hòa với tần số 4,5 Hz. Trong quá trình dao động chiều dài lò xo biến thiên từ 40 cm đến 56 cm. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Chiều dài tự nhiên của lò xo là

- A. 48 cm. B. 46,8 cm. C. 42 cm. D. 40 cm.

Bài toán 3: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, độ dài tự nhiên của lò xo là $l_0 = 30 \text{ cm}$, khi vật dao động chiều dài lò xo biến thiên từ 32 cm đến 38 cm, Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Vận tốc cực đại của dao động là

- A. $10\sqrt{2} \text{ cm/s}$ B. $30\sqrt{2} \text{ cm/s}$ C. $40\sqrt{2} \text{ cm/s}$ D. $20\sqrt{2} \text{ cm/s}$

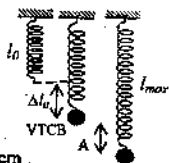
Bài toán 4: Một con lắc lò xo gồm vật nặng có khối lượng 100g và lò xo nhẹ có độ cứng 20N/m, chiều dài tự nhiên 30cm, được treo thẳng đứng lên một điểm cố định. Từ vị trí cân bằng, vật nặng được nâng lên theo phương đứng một đoạn 2cm và buông nhẹ. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Chiều dài nhỏ nhất của lò xo trong quá trình vật dao động là

- A. 37cm. B. 28cm. C. 33cm. D. 32cm.

Bài toán 5: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, vật dao động điều hòa với phương trình $x = 4\cos\left(10t + \frac{5\pi}{6}\right) \text{ cm}$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Biết chiều dài tự nhiên $l_0 = 40 \text{ cm}$.

Chọn chiều dương hướng xuống. Chiều dài của lò xo sau khi quả cầu dao động được một nửa chu kì kể từ lúc bắt đầu dao động là

- A. 53,46cm. B. 63,46cm. C. 43,46cm. D. 46,54cm.



Ví dụ 13: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm vật nhỏ có $m = 250\text{g}$ treo phía dưới một lò xo nhẹ có $k = 100\text{ N/m}$. Từ vị trí cân bằng, kéo vật xuống dưới một đoạn sao cho lò xo giãn $7,5\text{ cm}$ và thả nhẹ cho vật dao động điều hòa. Tỉ số giữa thời gian lò xo giãn và thời gian lò xo nén trong một chu kì dao động là

A. 0,5.

B. 2.

C. 3.

D. 3,14.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Thực chất là bài toán tìm thời gian nén hoặc giãn trong một chu kì. Muốn vậy ta phải biết được biên độ dao động, vị trí của vật ứng với trạng thái bắt đầu nén hoặc giãn, từ đó quy về bài toán tìm thời gian từ tọa độ x_1 đến x_2 .

+ Ở vị trí cân bằng, lò xo đã bị giãn một đoạn:

$$\Delta \ell_0 = \frac{mg}{k} = \frac{0,25 \cdot 10}{100} = 0,025\text{m} = 2,5\text{cm}$$

+ Ở vị trí kích thích, lò xo giãn $7,5\text{ cm}$ nên vị trí vật được kích thích cách vị trí cân bằng một đoạn $7,5 - 2,5 = 5\text{ cm}$. Vì ở đây vận tốc bằng không nên điểm kích thích chính là biên của quỹ đạo chuyển động $\Rightarrow$ Biên độ $A = 5\text{ cm}$

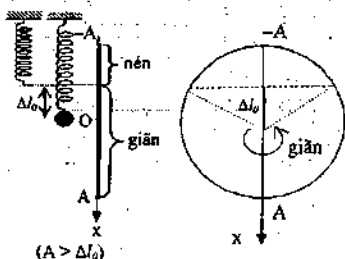
+ Theo hình vẽ, trong một chu kì, khoảng thời gian lò xo nén chính là khoảng thời gian để vật đi từ li độ $-2,5\text{ cm}$ đến -5 cm rồi quay lại $-2,5\text{ cm}$, vì vậy:

$$t_n = t_{\frac{-A}{2} \rightarrow -A} + t_{-A \rightarrow \frac{-A}{2}} = \frac{T}{6} + \frac{T}{6} = \frac{T}{3}$$

Khoảng thời gian lò xo giãn là

$$t_d = T - t_n = T - \frac{T}{3} = \frac{2T}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{t_d}{t_n} = \frac{2T/3}{T/3} = 2 \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$



Chú ý: Sau khi tìm được $\Delta \ell_0$ và A , cũng có thể giải nhanh như sau:

$$\text{Có: } \cos \alpha = \frac{\Delta \ell_0}{A} = \frac{2,5}{5} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{3}$$

$$\text{- Khoảng thời gian lò xo nén } t_n = 2 \frac{\alpha}{\omega} = 2 \frac{\pi/3}{2\pi/T} = \frac{T}{3}$$

$$\text{- Khoảng thời gian lò xo giãn } t_d = T - t_n = T - \frac{T}{3} = \frac{2T}{3}$$

$\Rightarrow$ Tỉ số cần tìm bằng 2.

Bài tập vận dụng: Một lò xo đặt thẳng đứng, bố trí ngược, đầu dưới thì cố định, đầu trên gắn vật, sao cho vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng trùng với trục của lò xo với biên độ là A và chu kì bằng 3 s . Biết rằng khi vật ở vị trí cân bằng, lò xo bị nén một đoạn bằng $A/2$. Thời gian ngắn nhất kể từ khi vật ở vị trí thấp nhất đến khi lò xo không biến dạng là

- A. 1 s . B. $1,5\text{ s}$. C. $0,75\text{ s}$. D. $0,5\text{ s}$.

Ví dụ 14: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng. Kích thích cho vật (được móc ở phía dưới lò xo) dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với chu kì $0,4\text{ s}$ và biên độ 8 cm . Chọn trục $x'x$ 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 $g = 10\text{ m/s}^2$ và $\pi^2 = 10$. 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. $\frac{7}{30}\text{ s}$. B. $\frac{1}{30}\text{ s}$. C. $\frac{3}{10}\text{ s}$. D. $\frac{4}{15}\text{ s}$.

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây cũng là bài toán tìm thời gian từ tọa độ x_1 đến x_2 .

+ Ở vị trí cân bằng, lò xo đã bị dãn một đoạn:

$$\Delta \ell_0 = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2} = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{0,4^2 \cdot 10}{4 \cdot 10} = 0,04(\text{m}) = 4(\text{cm})$$

+ Vì $A > \Delta \ell_0$ nên ngoài bị dãn, có lúc lò xo bị nén. Vậy lực đàn hồi cực tiểu ứng với lúc lò xo không bị biến dạng, khi đó vật ở vị trí $x = -\Delta \ell_0 = -4\text{ cm}$

+ Thời gian cần tìm $t = t_{\text{VTCB} \rightarrow -\Delta \ell_0} = t_{\text{VTCB} \rightarrow A} + t_{A \rightarrow \text{VTCB}} + t_{\text{VTCB} \rightarrow -\Delta \ell_0}$

$$t = \frac{T}{4} + \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{7T}{12} = \frac{7 \cdot 0,4}{12} = \frac{7}{30}\text{ s} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 15: Con lắc lò xo treo thẳng đứng, vật nặng treo ở phía dưới lò xo dao động với biên độ $A = 12\text{ cm}$. Biết tỉ số giữa lực cực đại và lực cực tiểu của lò xo tác động lên vật là 4. Độ giãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là

- A. 10 cm . B. 12 cm . C. 15 cm . D. 20 cm .

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây cũng là bài toán liên quan đến lực đàn hồi, do có tỉ số $\frac{F_{\text{max}}}{F_{\text{min}}} = 4 \neq \infty$ nên $F_{\text{min}} \neq 0$

điều này có nghĩa là lò xo luôn bị dãn khi vật dao động. Khi vật xuống thấp nhất, độ biến dạng lúc đó là lớn nhất nên $F_{\text{max}} = k(\Delta \ell_0 + A)$ còn khi vật lên cao nhất

$F_{\min} = k/\Delta l_0 - A$. Trong tỉ số của 2 lực này sẽ xuất hiện độ giãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng mà ta cần tính.

Ta có $\frac{F_{\max}}{F_{\min}} = \frac{k(\Delta l_0 + A)}{k(\Delta l_0 - A)} = 4 \Rightarrow \Delta l_0 = \frac{5A}{3} = 20\text{cm} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, dao động điều hoà với biên độ 10cm. Lấy $g = \pi^2 = 10 \text{ m/s}^2$. Tỉ số giữa lực đàn hồi cực tiểu và cực đại là 3/7. Tần số dao động của vật là

- A. 0,25 Hz. B. 0,5 Hz. C. 1 Hz. D. 2 Hz.

Bài toán 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 20s. Cho $g = \pi^2 = 10\text{m/s}^2$. Tỉ số độ lớn lực đàn hồi cực đại và lực đàn hồi cực tiểu của lò xo khi dao động là

- A. 7. B. 5. C. 4. D. 3.

Bài toán 3: Con lắc lò xo treo thẳng đứng. Chiều dài tự nhiên của lò xo là 20 cm. Khi vật ở vị trí cân bằng thì độ giãn của lò xo là 4 cm. Lực đàn hồi cực đại và cực tiểu lần lượt là 10 N và 6 N. Chiều dài cực đại và cực tiểu của lò xo trong quá trình dao động là

- A. 25 cm; 24 cm. B. 24 cm; 23 cm. C. 26 cm; 24 cm. D. 25 cm; 23 cm.

Bài toán 4: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, độ cứng của lò xo $k = 50 \text{ N/m}$. Khi vật dao động thì lực kéo cực đại và lực nén cực đại của lò xo lên giá treo lần lượt là 4N và 2N. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Vận tốc cực đại của vật là

- A. $30\sqrt{5} \text{ cm/s}$ B. $40\sqrt{5} \text{ cm/s}$ C. $50\sqrt{5} \text{ cm/s}$ D. $60\sqrt{5} \text{ cm/s}$

Ví dụ 16: Một con lắc lò xo có độ cứng $k = 900 \text{ N/m}$. Vật nặng dao động với biên độ $A = 10 \text{ cm}$, khi vật qua li độ $x = 4 \text{ cm}$ thì động năng của vật bằng

- A. 3,78 J. B. 0,72 J. C. 0,28 J. D. 4,22 J.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Có: $E_0 = E - E_x = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) = 3,78 \text{ J} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Ví dụ 17: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình

$x = 10\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$ với t tính bằng giây. Động năng của vật đó biến thiên với chu kì bằng

- A. 0,5 s. B. 0,25 s. C. 1,5 s. D. 1,0 s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Động năng vật nặng } E_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \phi) = \frac{E}{2} + \frac{E}{2} \cos(2\omega t + 2\phi)$$

$$\text{biến thiên tuần hoàn với } \omega' = 2\omega \text{ nên } T = \frac{T}{2}$$

Vì động năng biến thiên với chu kì bằng nửa chu kì của li độ dao động

$$T = \frac{T}{2} = \frac{2\pi/\omega}{2} = \frac{\pi}{\omega} = \frac{\pi}{4\pi} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ s} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 18: Một con lắc lò xo dao động điều hòa. Biết lò xo có độ cứng 36 N/m và vật nhỏ có khối lượng 100g. Lấy $\pi^2 = 10$. Động năng của con lắc biến thiên theo thời gian với tần số.

A. 6 Hz.

B. 3 Hz.

C. 12 Hz.

D. 1 Hz.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Đáp án A vì } f = 2f = 2 \cdot \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = 2 \cdot \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{36}{0,1}} = 6(\text{Hz})$$

Ví dụ 19: Ở vị trí nào thì động năng của con lắc có giá trị gấp n lần thế năng?

$$\text{A. } x = \frac{A}{n}$$

$$\text{B. } x = \frac{A}{n+1}$$

$$\text{C. } x = \pm \frac{A}{\sqrt{n+1}}$$

$$\text{D. } x = \pm \frac{A}{n+1}$$

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Có } E_d + E_t = E = \frac{1}{2}kA^2. \text{ Khi } E_d = nE_t \Rightarrow nE_t + E_t = \frac{1}{2}kA^2$$

$$\Rightarrow (n+1)E_t = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow (n+1) \cdot \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow \boxed{x = \pm \frac{A}{\sqrt{n+1}}} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng: Một lò xo có khối lượng không đáng kể, độ cứng k. Một đầu giữ cố định, đầu còn lại gắn vật nhỏ có khối lượng m, vật dao động điều hòa với biên độ A. Vào thời điểm động năng của vật bằng 3 lần thế năng của lò xo, độ lớn vận tốc của vật được tính theo biểu thức

$$\text{A. } v = A \sqrt{\frac{k}{4m}}$$

$$\text{B. } v = A \sqrt{\frac{k}{8m}}$$

$$\text{C. } v = A \sqrt{\frac{k}{2m}}$$

$$\text{D. } v = A \sqrt{\frac{3k}{4m}}$$

Ví dụ 20: Một con lắc lò xo bỏ trí nằm ngang, vật m = 100g. Vật dao động với $v = 5\pi \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm/s. Vận tốc trung bình của vật tính từ thời điểm ban đầu đến vị trí động năng bằng $\frac{1}{3}$ thế năng lần thứ 2 là

A. 6,34 cm/s.

B. 21,12 cm/s.

C. 15,74 cm/s.

D. 3,66 cm/s.

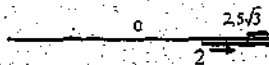
Phân tích và hướng dẫn giải:

Nếu ta xác định được vị trí ban đầu, vị trí ở đó động năng bằng $\frac{1}{3}$ thế năng lần thứ hai và khoảng thời gian chuyển động giữa 2 vị trí đó thì ta sẽ xác định được vận

tốc trung bình $\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t}$ (Vận tốc trung bình = $\frac{\text{Độ dời}}{\text{Khoảng thời gian}}$)

+ Từ $v = 5\pi \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm/s $\Rightarrow x = 5 \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = 5 \cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm

Tại $t=0$
$$\begin{cases} x_1 = 5 \cos\left(-\frac{\pi}{3}\right) = 2,5 \text{ cm} \\ v_1 = 5\pi \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) > 0 \end{cases}$$



+ Khi $W_d = \frac{1}{3} W_t$, vật qua vị trí $x = \pm \frac{A}{\sqrt{n+1}} = \frac{A}{\sqrt{\frac{1}{3}+1}} = \pm \frac{A\sqrt{3}}{2} = \pm 2,5\sqrt{3}$ (cm)

+ Vận tốc trung bình: $\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t} = \frac{2,5\sqrt{3} - 2,5}{\frac{T}{6} + \frac{T}{12}} \approx 3,66 \text{ cm/s} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Ví dụ 21: (Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2009) Một con lắc lò xo hỗ trí nằm ngang, vật nhỏ có khối lượng 50 g dao động điều hòa với phương trình $x = A \cos \omega t$. Thấy rằng cứ sau những khoảng thời gian 0,05 s thì động năng và thế năng lại bằng nhau. Lấy $\pi^2 = 10$. Độ cứng của lò xo là

- A. 25 N/m. B. 200 N/m. C. 100 N/m. D. 50 N/m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Trong khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp động năng bằng thế năng là một phần tư chu kì nên ta sẽ tính được chu kì, từ đó tìm được k hoặc m.

Từ $t_0 = \frac{T}{4} \Rightarrow T = 4t_0 = 0,2 \text{ s}$ mà $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = 50 \text{ N/m} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo được kích thích dao động tự do với chu kỳ $T = 2\text{ s}$. Biết tại thời điểm $t = 0,1\text{ s}$ thì động năng và thế năng bằng nhau lần thứ nhất. Lần thứ hai động năng và thế năng bằng nhau vào thời điểm là

- A. 1,1s B. 1,6s C. 2,1s D. 0,6s

Bài toán 2: Cơ năng của vật $m = 100\text{ g}$ trong con lắc lò xo là $E = 0,8\text{ mJ}$. Biên độ dao động $A = 2\text{ cm}$. Khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp thế năng bằng động năng dao động là

- A. 0,57. B. 0,125s. C. 0,25s. D. 1s.

Bài toán 3: Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ và lò xo nhẹ có độ cứng 100 N/m . Con lắc dao động điều hòa theo phương ngang với phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Mốc thế năng tại vị trí cân bằng. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp con lắc có động năng bằng thế năng là $0,1\text{ s}$. Lấy $\pi^2 = 10$: Khối lượng vật nhỏ bằng

- A. 400 g. B. 40 g. C. 200 g. D. 100 g.

(Trích ĐTTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

Bài toán 4: Biết phương trình dao động $x = A\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)\text{ cm}$. Xác định số lần cơ năng gấp 4 động năng trong $8,4\text{ s}$ đầu? (Đây thuộc dạng bài toán tìm số lần vật đi qua x^* , nhận v^* ,...)

Ví dụ 22: Vật nhỏ của một con lắc lò xo dao động điều hoà theo phương ngang, mốc thế năng tại vị trí cân bằng. Khi gia tốc của vật có độ lớn bằng một nửa độ lớn gia tốc cực đại thì tỉ số giữa động năng và thế năng của vật là

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

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Biết gia tốc thì sẽ biết được li độ $\Rightarrow$ thế năng $\Rightarrow$ động năng $\Rightarrow$ tỉ số giữa chúng

Gia tốc $a = -\omega^2 x$. Gia tốc cực đại $a_{\max} = -\omega^2 A$. Khi $|a| = \frac{1}{2}|a_{\max}|$ thì $|x| = \frac{A}{2}$

$$\text{Có: } \frac{W_d}{W_t} = \frac{W - W_t}{W_t} = \frac{\frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}kx^2}{\frac{1}{2}kx^2} = \frac{\frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}k\left(\frac{A}{2}\right)^2}{\frac{1}{2}k\left(\frac{A}{2}\right)^2} = 3 \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Ở thời điểm độ lớn vận tốc của vật bằng 50% vận tốc cực đại thì tỉ số giữa động năng và cơ năng của vật là

A. $\frac{3}{4}$

B. $\frac{1}{4}$

C. $\frac{4}{3}$

D. $\frac{1}{2}$

Bài toán 2: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010) Một vật dao động điều hòa với biên độ 6 cm. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Khi vật có động năng bằng $\frac{3}{4}$ lần cơ năng thì vật cách vị trí cân bằng một đoạn

A. 6 cm.

B. 4,5 cm.

C. 4 cm.

D. 3 cm.

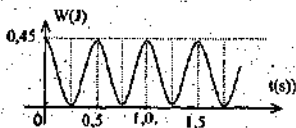
Bài toán 3: Một vật có khối lượng 1 kg dao động điều hòa xung quanh vị trí cân bằng. Đồ thị dao động của thế năng của vật như hình vẽ bên. Cho $\pi^2 \approx 10$ thì biên độ dao động của vật là

A. 60 cm

B. 3,75 cm

C. 15 cm

D. 30 cm



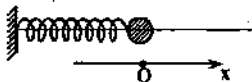
Ví dụ 23: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang, lò xo có chiều dài tự nhiên $l_0 = 20$ cm, độ cứng là $k = 100$ N/m. Vật nặng có khối lượng $m = 100$ g dao động điều hòa với năng lượng $E = 2 \cdot 10^{-2}$ J. Chiều dài cực đại và cực tiểu của lò xo trong quá trình dao động là

A. $l_{\max} = 23$ cm; $l_{\min} = 19$ cm.

B. $l_{\max} = 22$ cm; $l_{\min} = 18$ cm.

C. $l_{\max} = 20$ cm; $l_{\min} = 18$ cm.

D. $l_{\max} = 32$ cm; $l_{\min} = 30$ cm.



Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ $E = \frac{1}{2} k A^2$ suy ra biên độ dao động

$$A = \sqrt{\frac{2E}{k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{100}} = \sqrt{4 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

Ở vị trí cân bằng của vật, lò xo không bị biến dạng nên:

$$l_{\max} = l_0 + A = 20 + 2 = 22 \text{ cm}$$

$$l_{\min} = l_0 - A = 20 - 2 = 18 \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 24: Con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng $m = 400 \text{ g}$ và lò xo có độ cứng k . Kích thích cho vật dao động điều hoà với cơ năng $E = 25 \text{ mJ}$. Khi vật qua li độ -1 cm thì vật có vận tốc -25 cm/s . Độ cứng k của lò xo bằng

- A. 250 N/m . B. 200 N/m . C. 150 N/m . D. 100 N/m .

Phân tích và hướng dẫn giải:

Năng lượng dao động của con lắc $E = \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} mv^2$

$$\Rightarrow k = \frac{2E - mv^2}{x^2} = 250 \text{ N/m} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 25: Con lắc lò xo bỏ trí nằm ngang, vật nhỏ dao động điều hoà với tần số $2,5 \text{ Hz}$. Khi vật có li độ $1,2 \text{ cm}$ thì động năng của vật chiếm 96% cơ năng toàn phần của nó. Tốc độ trung bình trong một chu kì dao động là

- A. 30 cm/s . B. 20 cm/s . C. 12 cm/s . D. 60 cm/s .

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Tốc độ trung bình $v_{tb} = \frac{S}{\Delta t}$, tính trong 1 chu kì thì $v_{tb} = \frac{4A}{T} = 4Af$

+ Theo đề ra, khi vật có li độ $1,2 \text{ cm}$ thì động năng của vật chiếm 96% cơ năng toàn phần của nó, nghĩa là thế năng chỉ bằng 4% hay $0,04$ cơ năng, vậy ta có

$$\frac{1}{2} kx^2 = 0,04 \frac{1}{2} kA^2 \Rightarrow A = \frac{x}{0,2} = \frac{1,2}{0,2} = 6 \text{ cm}$$

Vậy $v_{tb} = 4Af = 4.6.2,5 = 60 \text{ cm/s} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Bài tập vận dụng: Con lắc lò xo gồm vật nặng khối lượng 500 g , dao động điều hoà trên quỹ đạo dài 20 cm . Trong khoảng thời gian 3 phút, vật thực hiện được 540 dao động. Lấy $\pi^2 = 10$. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Tính cơ năng dao động của vật?

Ví dụ 26: Một vật nhỏ có khối lượng $m = 300 \text{ g}$ được treo vào đầu dưới của một lò xo nhẹ có độ cứng $k = 30 \text{ N/m}$ bỏ trí thẳng đứng. Chọn chiều dương hướng xuống và gốc thời gian là lúc quả cầu bắt đầu chuyển động. Hãy viết phương trình dao động của vật trong các cách kích thích sau đây:

- Kéo vật xuống dưới cách VTCB đoạn 4 cm rồi buông nhẹ.
- Truyền cho vật đang đứng yên ở VTCB vận tốc ban đầu 50 cm/s hướng xuống.
- Nâng vật lên trên cách VTCB đoạn 4 cm rồi buông nhẹ.
- Nâng vật lên trên cách VTCB đoạn 4 cm và truyền cho nó vận tốc 40 cm/s hướng lên.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là dạng bài viết phương trình dao động, thực chất là đi tìm A , ω và φ . Để làm tốt bài toán loại này, xin bạn đọc nghiên cứu kỹ các phương pháp đã được trình bày ở phần tóm tắt lý thuyết.

Phương trình dao động của vật có dạng $x = A \cos(\omega t + \varphi)$.

$$\text{Với } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{30}{0,3}} = \sqrt{100} = 10 \text{ rad/s}$$

Ta phải xác định thêm A và φ

Biểu thức vận tốc là: $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$

$$\text{a) Lúc } t = 0 \text{ ta có: } \begin{cases} x_0 = A \cos \varphi = 4 \\ v_0 = -\omega A \sin \varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{4}{A} > 0 \\ \sin \varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varphi = 0 \\ A = \frac{4}{\cos 0} = 4 \text{ cm} \end{cases}$$

Vậy phương trình dao động là: $x = 4 \cos 10t$ cm

$$\text{b) Lúc } t = 0 \text{ ta có: } \begin{cases} x_0 = A \cos \varphi = 0 \\ v_0 = -\omega A \sin \varphi = 50 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ \sin \varphi = -\frac{50}{\omega A} < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varphi = -\frac{\pi}{2} \\ A = 5 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\text{Vậy: } x = 5 \cos\left(10t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ cm}$$

$$\text{c) Lúc } t = 0 \text{ ta có: } \begin{cases} x_0 = A \cos \varphi = -4 \\ v_0 = -\omega A \sin \varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{-4}{A} < 0 \\ \sin \varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varphi = \pi \\ A = 4 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\text{Vậy: } x = 4 \cos(10t + \pi) \text{ cm}$$

$$\text{d) Lúc } t = 0 \text{ ta có: } \begin{cases} x_0 = A \cos \varphi = -4 \\ v_0 = -\omega A \sin \varphi = -40 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{-4}{A} < 0 \\ \sin \varphi = \frac{-40}{-\omega A} = \frac{40}{10A} = \frac{4}{A} > 0 \end{cases}$$
$$\Rightarrow \tan \varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = -1 \Rightarrow \varphi = \frac{3\pi}{4} \Rightarrow A = \frac{-4}{\cos \frac{3\pi}{4}} = \frac{-4}{-\frac{\sqrt{2}}{2}} = 4\sqrt{2} \text{ cm}$$

$$\text{Vậy phương trình dao động của vật là: } x = 4\sqrt{2} \cos\left(10t + \frac{3\pi}{4}\right) \text{ cm.}$$

Ví dụ 27: Con lắc lò xo gồm vật có khối lượng $m = 100\text{g}$, treo vào lò xo có độ cứng $k = 90\text{ N/m}$. Thời điểm ban đầu, kéo vật lệch ra khỏi vị trí cân bằng theo chiều âm một đoạn 10cm , rồi truyền cho vật một vận tốc ban đầu $3\sqrt{3}\text{ m/s}$ theo chiều dương. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 20 \cos\left(30t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm}$

B. $x = 20 \sin\left(30t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm}$

C. $x = 20 \cos\left(30t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm}$

D. $x = 20 \cos\left(30t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{ cm}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động có dạng $x = A \cos(\omega t + \varphi)$.

Có: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{90}{0,1}} = 30 \text{ (rad/s)}$

Tại $t = 0$ có: $\begin{cases} x = A \cos \varphi = -10 \text{ (cm)} \\ v = -A\omega \sin \varphi = 300\sqrt{3} \text{ (cm/s)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A \cos \varphi = -10 \\ A \sin \varphi = -10\sqrt{3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 20 \text{ cm} \\ \varphi = -\frac{2\pi}{3} \end{cases}$

Vậy phương trình dao động là: $x = 20 \cos\left(30t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{ cm}$.

Ví dụ 28: Con lắc lò xo có chiều dài $\ell_0 = 40\text{cm}$, treo thẳng đứng, phía dưới gắn quả nặng m , khi cân bằng lò xo giãn $\Delta \ell_0 = 10\text{cm}$. Kéo vật xuống dưới vị trí cân bằng một đoạn bằng $2\sqrt{3}\text{ cm}$ và truyền cho vật vận tốc $v = 20\text{ cm/s}$ lên trên thẳng đứng. Chọn trục tọa độ thẳng đứng, gốc O trùng VTCB, chiều dương hướng xuống dưới, lấy $g = \pi^2 = 10\text{ m/s}^2$. Gốc thời gian là thời điểm truyền vận tốc. Hãy viết phương trình dao động của vật. Tìm chiều dài ngắn nhất và lớn nhất của lò xo trong quá trình vật dao động?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Giả sử phương trình dao động của vật có dạng $x = A \cos(\omega t + \varphi)$.

Tại VTCB: $F_0 = P \Rightarrow \Delta \ell_0 = \frac{mg}{k} = \frac{m}{k}g = \frac{g}{\omega^2} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta \ell_0}} = \sqrt{\frac{10}{0,1}} = 10 \text{ (rad/s)}$

Tại $t = 0$, có: $\begin{cases} x = A \cos \varphi = 2\sqrt{3} \\ v = -A\omega \sin \varphi = -20 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A \cos \varphi = 2\sqrt{3} \\ A \sin \varphi = \frac{20}{\omega} = 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 4 \text{ cm} \\ \varphi = \frac{\pi}{6} \end{cases}$

Vậy phương trình dao động là: $x = 4 \cos\left(10t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ cm}$

+ Lò xo có chiều dài lớn nhất khi vật nằm ở vị trí biên dưới:

$$\ell_{\max} = (\ell_0 + \Delta\ell_0) + A = 54 \text{ cm}$$

Lò xo có chiều dài ngắn nhất khi vật nằm tại vị trí biên trên:

$$\ell_{\min} = (\ell_0 + \Delta\ell_0) - A = 46 \text{ cm}$$

Ví dụ 29: Vật nặng trong con lắc lò xo dao động với phương trình $x = 20 \cos(10t + \varphi)$ (cm). Thời điểm ban đầu người ta kéo vật lệch khỏi vị trí cân bằng một đoạn x theo chiều dương và truyền cho vật một vận tốc ban đầu $v = 1 \text{ m/s}$ theo chiều âm. Biết khối lượng của vật bằng 100 g . Pha ban đầu của dao động và độ lớn của lực kéo về ban đầu là

A. $\varphi = \frac{\pi}{6}, F = \sqrt{3} \text{ N}$

B. $\varphi = \frac{\pi}{3}, F = \sqrt{3} \text{ N}$

C. $\varphi = \frac{\pi}{6}, F = 3 \text{ N}$

D. $\varphi = \frac{\pi}{3}, F = \sqrt{2} \text{ N}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Từ } A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow x^2 = A^2 - \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow x^2 = 20^2 - \frac{100^2}{10^2} \Rightarrow x = 10\sqrt{3} \text{ cm.}$$

$$\text{+ Tại thời điểm } t = 0, \text{ ta có: } \begin{cases} x = 20 \cos \varphi = 10\sqrt{3} \text{ cm} \\ v = -20 \cdot 10 \cdot \sin \varphi = -100 \text{ cm/s} \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}$$

$$\text{+ Độ cứng của lò xo: } k = m\omega^2 = 0,1 \cdot 10^3 = 10 \text{ N/m.}$$

$$\Rightarrow \text{Độ lớn của lực kéo về ban đầu } F = kx = 10 \cdot 0,1\sqrt{3} = \sqrt{3} \text{ (N)} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 30: Một con lắc lò xo dao động trên mặt phẳng nằm ngang với ma sát không đáng kể, vật nhỏ có khối lượng $m = 500 \text{ g}$. Cơ năng của con lắc $E = 10^{-2} \text{ J}$. Tại thời điểm ban đầu vật có vận tốc $0,1 \text{ m/s}$, gia tốc $a = -2 \text{ m/s}^2$. Biết phương trình dao động viết dưới dạng cosin, pha ban đầu của dao động là

A. $\varphi = -\frac{\pi}{3}$

B. $\varphi = \frac{\pi}{3}$

C. $\varphi = -\frac{\pi}{6}$

D. $\varphi = \frac{\pi}{6}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động có dạng $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

$$\text{Tại thời điểm } t = 0, \text{ ta có: } \begin{cases} v = -A\omega \sin \varphi = 0,1 & (1) \\ a = -A\omega^2 \cos \varphi = -2 & (2) \end{cases}$$

$$\text{Từ biểu thức tính cơ năng: } E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \Rightarrow A\omega = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-2}}{0,5}} = 0,2 \quad (3)$$

$$\text{Từ (1), (3)} \Rightarrow \sin \varphi = -\frac{1}{2}. \text{ Ngoài ra để thỏa mãn (2) thì } \varphi = -\frac{\pi}{6} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 31: Vật nhỏ trong con lắc lò xo dao động điều hòa có cơ năng là $E = 3 \cdot 10^{-5} \text{ J}$. Biết lực phục hồi cực đại tác dụng vào vật là $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$, chu kỳ dao động $T = 2 \text{ s}$. Tại thời điểm ban đầu vật đang chuyển động nhanh dần và đi theo chiều âm, với gia tốc có độ lớn $2\pi^2 \text{ cm/s}^2$. Phương trình dao động của vật là

$$\text{A. } x = 4 \cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm}$$

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

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

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

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

$$\text{Còn ngay: } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ (rad/s).}$$

$$\text{Ta có: } \frac{E}{F_{\max}} = \frac{\frac{1}{2}kA^2}{kA} = \frac{A}{2} = \frac{3 \cdot 10^{-5}}{1,5 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow A = 4 \text{ cm}$$

Theo đề ra, tại thời điểm ban đầu, vật đang chuyển động nhanh dần và đi theo chiều âm nên vật sẽ nằm ở bên phải dương của hệ trục tọa độ, tức là $x > 0 \Rightarrow a = -\omega^2 x < 0$ do đó $a = -2\pi^2 \text{ cm/s}^2$. Vậy tại thời điểm $t = 0$ thì:

$$\begin{cases} v_0 = -A\omega \sin \varphi < 0 \\ a_0 = -A\omega^2 \cos \varphi = -2\pi^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -4\pi \sin \varphi < 0 \\ -4\pi^2 \cos \varphi = -2\pi^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin \varphi > 0 \\ \cos \varphi = \frac{1}{2} \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}$$

$$\Rightarrow \text{Phương trình dao động của vật là: } x = 4 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Ví dụ 32: Con lắc lò xo có $k = 100 \text{ N/m}$, vật nặng $m = 250 \text{ g}$ dao động với biên độ 6 cm . Chọn $t = 0$ lúc vật qua vị trí cân bằng. Quãng đường vật đi được trong $\frac{\pi}{10} \text{ s}$ đầu tiên là

A. 24 cm.

B. 12 cm.

C. 9 cm.

D. 6 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cũng giống như phân dao động điều hòa, để xác định được quãng đường của vật, chúng ta cần xem xét mối tương quan giữa khoảng thời gian và chu kì dao động.

Chu kì dao động của vật: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,25}{100}} = \frac{\pi}{10} \text{ s}$

Nhận thấy khoảng thời gian $t = \frac{\pi}{10} \text{ s}$ đúng bằng chu kì dao động

$\Rightarrow$ Trong khoảng thời gian đó, vật chỉ thực hiện 1 dao động.

$\Rightarrow$ Quãng đường vật đi được là: $S = 4A = 4 \cdot 6 = 24 \text{ cm} \Rightarrow$ Đáp án A.

Câu 33: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, lò xo có $k = 100 \text{ N/m}$, đầu dưới móc vật $m = 100 \text{ g}$. Từ vị trí cân bằng kéo vật xuống dưới sao cho lò xo dãn 3 cm rồi truyền cho vật vận tốc $20\pi\sqrt{3} \text{ cm/s}$ hướng lên. Trong khoảng thời gian $\frac{1}{4}$ chu kì kể từ khi truyền vận tốc, quãng đường vật đi được là

A. 2,54 cm.

B. 4,00 cm.

C. 5,46 cm.

D. 7,28 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Ta có: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{0,1}} = 10\pi \text{ rad/s}$

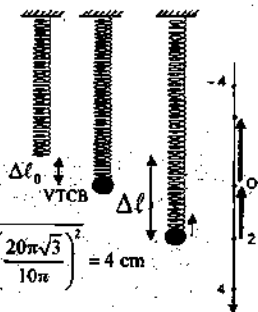
+ Ở vị trí cân bằng, lò xo đã bị dãn một đoạn:

$\Delta \ell_0 = \frac{m \cdot g}{k} = \frac{0,1 \cdot 10}{100} = 0,01 \text{ (m)} = 1 \text{ (cm)}$

nên vị trí kích thích cách VTCB đoạn:

$x = \Delta \ell - \Delta \ell_0 = 3 - 1 = 2 \text{ cm}$

$\Rightarrow$ Biên độ dao động $A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{(2)^2 + \left(\frac{20\pi\sqrt{3}}{10\pi}\right)^2} = 4 \text{ cm}$



+ Thời điểm ban đầu vật xuất phát từ vị trí $x = 2 = \frac{A}{2}$ hướng lên trên về vị trí cân bằng nên đi được đoạn đường $S_1 = 2\text{cm}$ và mất khoảng thời gian $t_1 = \frac{T}{12}$

+ Lượng thời gian còn lại $t_2 = \frac{T}{4} - t_1 = \frac{T}{4} - \frac{T}{12} = \frac{T}{6}$. Với khoảng thời gian $\frac{T}{6}$ này vật sẽ đi từ vị trí cân bằng đến tọa độ $-\frac{A\sqrt{3}}{2} = -2\sqrt{3}$ nên đi thêm được đoạn đường $S_2 = 2\sqrt{3}\text{cm}$

Vậy sau $\frac{T}{4}$, tổng quãng đường vật đi được là $S = S_1 + S_2 = 2 + 2\sqrt{3} \approx 5,46(\text{cm})$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo gồm một lò xo có độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$ và vật có khối lượng $m = 250 \text{ g}$, dao động điều hòa với biên độ $A = 6 \text{ cm}$. Chọn gốc thời gian lúc vật đi qua vị trí cân bằng. Quãng đường vật đi được trong $0,1\pi \text{ s}$ đầu tiên là

- A. 6 cm. B. 24 cm. C. 9 cm. D. 12 cm.

Bài toán 2: Con lắc lò xo bỏ trí nằm ngang, lò xo có độ cứng $k = 2 \text{ N/cm}$, kích thích cho vật dao động điều hòa với phương trình $x = 6\cos(\omega t + \pi) (\text{cm})$. Kể từ

lúc khảo sát dao động, sau khoảng thời gian $t = \frac{4}{30} \text{ s}$ vật đi được quãng đường 9 cm.

Lấy $\pi^2 = 10$. Khối lượng của vật bằng

- A. 0,2 kg. B. 400 g. C. 800 g. D. 1 kg.

Ví dụ 34: Một con lắc lò xo đặt trên mặt phẳng nằm ngang gồm lò xo nhẹ có một đầu cố định, đầu kia gắn với vật nhỏ m_1 . Ban đầu giữ vật m_1 tại vị trí mà lò xo bị nén 8 cm, đặt vật nhỏ m_2 (có khối lượng bằng khối lượng vật m_1) trên mặt phẳng nằm ngang và sát với vật m_1 . Bỏ nhẹ để hai vật bắt đầu chuyển động theo phương của trục lò xo. Bỏ qua mọi ma sát. Ở thời điểm lò xo có chiều dài cực đại lần đầu tiên thì khoảng cách giữa hai vật m_1 và m_2 là

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

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Giai đoạn đầu, dưới tác dụng lực đẩy của lò xo, 2 vật còn tiếp xúc nhau và cùng chuyển động với biên độ $A = 8 \text{ cm}$ với vận

$$\text{tốc góc } \omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} = \sqrt{\frac{k}{2m}} \text{ và khi đến}$$

vị trí cân bằng chúng đạt tốc độ lớn nhất

$$v_{\max} = \omega A$$

+ Ngay sau khi chúng qua vị trí cân bằng,

do thành phần lực tác dụng lên từng vật

khác nhau nên tính chất chuyển động từng vật sẽ không giống nhau, điều này buộc hai vật tách nhau ra:

♦ Vật m_1 tiếp tục dao động với tốc độ lớn nhất $v_1 = v_{\max} = \omega A$ nhưng lúc này

chỉ với tần số góc $\omega' = \sqrt{\frac{k}{m_1}} = \sqrt{\frac{k}{m}} \approx \omega\sqrt{2}$ do đó có biên độ mới A' được tính:

$$\omega A = \omega' A' \text{ suy ra } A' = \frac{\omega}{\omega'} A = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

(Cách khác, theo năng lượng: $\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}kA'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$ cũng được $A' = \frac{A}{\sqrt{2}}$)

♦ Vật m_2 chuyển động thẳng đều với tốc độ $v_2 = v_{\max} = \sqrt{\frac{k}{2m}} A$

Tính từ vị trí cân bằng, ở thời điểm lò xo có chiều dài cực đại lần đầu tiên thì vật m_2 sẽ đi được quãng đường

$$S = v_2 t = v_2 \cdot \frac{T_1}{4} = v_2 \cdot \frac{2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}}{4} = \sqrt{\frac{k}{2m}} A \cdot \frac{2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}{4} = \frac{\pi A}{2\sqrt{2}}$$

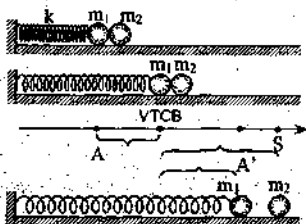
Vậy khoảng cách giữa 2 vật là: $L = S - A' = \frac{\pi A}{2\sqrt{2}} - \frac{A}{\sqrt{2}} \approx 3,2 \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm lò xo có độ cứng 50 N/m một đầu được gắn cố định, đầu dưới gắn 2 vật nặng có khối lượng $m_1 = m_2 = 200 \text{ g}$. Ban đầu hai vật ở vị trí cân bằng, sau đó đột ngột cắt dây nối giữa 2 vật để một vật rời khỏi hệ.

a) Xác định biên độ và chu kì dao động của vật còn lại.

b) Xác định khoảng cách giữa hai vật khi vật còn lại gần với lò xo chuyển động qua vị trí cân bằng.



Bài toán 2: Con lắc lò xo bố trí nằm ngang, một đầu gắn vào điểm cố định H, đầu còn lại gắn với hệ hai vật m_1 và m_2 . Biết lực tương tác cực đại giữa m_1 và m_2 là 9 N và khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp điểm H chịu tác dụng lực kéo $4\sqrt{3}\text{ N}$ là $0,2\text{ s}$. Hãy tính chu kỳ dao động T của hệ hai vật?

Ví dụ 35: Lò xo ban đầu có độ cứng $k_0 = 60\text{ N/m}$, được cắt thành hai lò xo ℓ_1 và ℓ_2 theo tỉ lệ $\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{3}{2}$. Gọi k_1 , k_2 và k_h độ cứng của từng lò xo và của hệ hai lò xo khi mắc chúng song song. Hãy chọn phương án đúng

A. $k_1 = 100\text{ N/m}$; $k_2 = 150\text{ N/m}$; $k_h = 250\text{ N/m}$.
 B. $k_1 = 150\text{ N/m}$; $k_2 = 100\text{ N/m}$; $k_h = 250\text{ N/m}$.
 C. $k_1 = 100\text{ N/m}$; $k_2 = 200\text{ N/m}$; $k_h = 300\text{ N/m}$.
 D. $k_1 = 300\text{ N/m}$; $k_2 = 200\text{ N/m}$; $k_h = 500\text{ N/m}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là dạng bài cắt và ghép lò xo, yêu cầu biết vận dụng công thức tính độ cứng $k = E \frac{S}{\ell}$ và công thức hệ ghép.

+ Độ cứng k_1 , k_2 của từng phần lò xo nhỏ được tính từ hệ:
$$\begin{cases} k_0 \ell_0 = k_1 \ell_1 = k_2 \ell_2 \\ \ell_1 + \ell_2 = \ell_0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow k_0 \ell_0 = k_1 \cdot \frac{3\ell_0}{5} = k_2 \cdot \frac{2\ell_0}{5} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = \frac{5k_0}{3} = \frac{5 \cdot 60}{3} = 100\text{ N/m} \\ k_2 = \frac{5k_0}{2} = \frac{5 \cdot 60}{2} = 150\text{ N/m} \end{cases}$$

+ Độ cứng của hệ 2 lò xo ghép song song:

$$k_h = k_{//} = k_1 + k_2 = 100 + 150 = 250\text{ N/m} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng: Một lò xo có chiều dài tự nhiên ℓ_0 , độ cứng k_0 . Cắt lò xo này thành hai lò xo có chiều dài ℓ_1 , ℓ_2 thì độ cứng tương ứng của chúng là k_1 , k_2 . Biểu thức nào sau đây cho biết giá trị của k_1 , k_2 ?

A. $k_1 = \frac{k_0 \ell_1}{\ell_0}$ và $k_2 = \frac{k_0 \ell_2}{\ell_0}$.

B. $k_1 = \frac{k_0}{\ell_0 - \ell_1}$ và $k_2 = \frac{k_0}{\ell_0 - \ell_2}$.

C. $k_1 = \frac{k_0 \ell_0}{\ell_1}$ và $k_2 = \frac{k_0 \ell_0}{\ell_2}$.

D. $k_1 = \frac{\ell_1 \ell_0}{k_0}$ và $k_2 = \frac{\ell_2 \ell_0}{k_0}$.

Ví dụ 36: Vật nặng trong con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì T . Nếu lò xo bị cắt bớt một nửa thì chu kì dao động của con lắc mới là

A. T .

B. $2T$.

C. $\frac{T}{2}$.

D. $\frac{T}{\sqrt{2}}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Với phần lò xo đã cắt $k' = \frac{k l}{l'} = \frac{k l}{l/2} = 2k$ nên ta có: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}} = \frac{T}{\sqrt{2}}$

$\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một lò xo có chiều dài l_0 , độ cứng $k_0 = 20 \text{ N/m}$ được cắt làm ba đoạn bằng nhau. Lấy một trong ba đoạn rồi móc vật nặng khối lượng $m = 0,6 \text{ kg}$. Sau khi kích thích, chu kì dao động của vật sẽ là

A. $\frac{\pi}{5} \text{ s}$.

B. $\frac{\pi}{6} \text{ s}$.

C. $5\pi \text{ s}$.

D. $6\pi \text{ s}$.

Bài toán 2: Con lắc lò xo gồm vật nặng treo dưới lò xo dài, có chu kì dao động là 2s .

Nếu lò xo bị cắt bớt $\frac{2}{3}$ chiều dài thì chu kì dao động của con lắc mới là bao nhiêu?

Bài toán 3: Một con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì dao động là T . Để nguyên vật nặng, muốn chu kì mới của nó là $0,5T$ thì so với chiều dài ban đầu, cần cắt bớt lò xo đi một lượng

A. 50%.

B. 25%.

C. 40%.

D. 75%.

Ví dụ 37: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang. Vật đang dao động điều hòa với chu kì T , biên độ A , khi vật đi qua vị trí cân bằng thì người ta giữ cố định điểm chính giữa của lò xo lại. Bắt đầu từ thời điểm đó vật sẽ dao động điều hòa với biên độ mới là

A. $2A$.

B. $\frac{A}{2}$.

C. $\frac{A}{\sqrt{2}}$.

D. $A\sqrt{2}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Lúc đầu con lắc dao động với tất cả chiều dài lò xo l có độ cứng k . Cơ năng của vật là $E = \frac{1}{2}kA^2$

+ Về sau con lắc dao động với phần chiều dài $l' = \frac{l}{2}$, nên độ cứng mới $k' = 2k$.

Cơ năng mới của vật là $E' = \frac{1}{2}k'A'^2 = \frac{1}{2}2kA'^2 = kA'^2$

+ Ta biết rằng cơ năng gồm động năng và thế năng, khi qua vị trí cân bằng thì thế năng bằng không, do đó ở VTCB cơ năng bằng động năng. Do động năng ở VTCB trước cũng như sau thời điểm giữ là không đổi nên cơ năng cũng không đổi $E' = E \Rightarrow kA'^2 = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow A' = \frac{A}{\sqrt{2}} \Rightarrow$ Đáp án C.

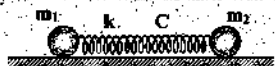
Bài tập vận dụng: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang. Vật đang dao động điều hoà với chu kì T, biên độ A, khi vật đi qua vị trí cân bằng thì người ta giữ cố định một điểm trên lò xo sao cho phần lò xo không tham gia vào sự dao động của vật bằng $\frac{2}{3}$ chiều dài lò xo ban đầu. Kể từ thời điểm đó vật sẽ dao động điều hoà với biên độ mới bằng bao nhiêu?

Ví dụ 38: Cho một lò xo có khối lượng không đáng kể, độ dài tự nhiên $\ell_0 = 1$ m.

Hai vật $m_1 = 600$ g và $m_2 = 1$ kg được gắn vào hai đầu A và B của lò xo.

Chúng có thể di chuyển không ma sát

trên mặt phẳng nằm ngang. Gọi C là một điểm trên lò xo. Giữ cố định C và cho 2 vật dao động điều hoà thì thấy chu kì của chúng bằng nhau. Vị trí điểm C cách điểm A ban đầu một đoạn là



- A. 37,5 cm. B. 62,5 cm. C. 40 cm. D. 60 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khi giữ cố định C, ta có 2 con lắc. Theo đề ra $T_1 = T_2 \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k_1}} = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k_2}}$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{k_1} = \frac{m_2}{k_2} \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow \frac{E \frac{S}{\ell_2}}{E \frac{S}{\ell_1}} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{1000}{600} = \frac{5}{3} \quad (1)$$

+ Mặt khác: $\ell_1 + \ell_2 = \ell_0 = 100$. (2)

Từ (1) và (2) ta được $\ell_1 = 62,5$ cm $\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 39: Hai lò xo có độ cứng $k_1 = 30$ N/m và $k_2 = 20$ N/m. Độ cứng tương đương của hệ hai lò xo khi mắc nối tiếp là

- A. 12 N/m. B. 24 N/m. C. 50 N/m. D. 25 N/m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Độ cứng tương đương k_m của hệ hai lò xo ghép nối tiếp được tính $\frac{1}{k_m} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$

$$\Rightarrow k_m = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} = \frac{30 \cdot 20}{30 + 20} = \frac{600}{50} = 12 \text{ N/m} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 40: Vật nhỏ khối lượng m , khi mắc với lò xo có độ cứng k_1 thì nó dao động với chu kì T_1 . Khi mắc với lò xo có độ cứng k_2 thì nó dao động với chu kì T_2 . Nếu mắc lò xo k_1 nối tiếp k_2 rồi gắn vật m vào thì chu kì dao động của vật là

A. $T = T_1 + T_2$.

B. $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$

C. $T = \sqrt{T_1^2 - T_2^2}$

D. $T = \sqrt{T_2^2 - T_1^2}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Với dạng bài chu kì thay đổi theo độ cứng của từng lò xo, chỉ cần viết công thức tính độ cứng của hệ ghép và công thức tính chu kì cho từng trường hợp, qua các biểu thức đó, dễ dàng thu được mối quan hệ giữa các chu kì với nhau.

+ Các lò xo mắc nối tiếp nên $\frac{1}{k_m} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$ (*)

+ Từ $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1}} \Rightarrow \frac{1}{k_1} = \frac{T_1^2}{4\pi^2 m}$, Tương tự cũng có $\frac{1}{k_2} = \frac{T_2^2}{4\pi^2 m}$ và $\frac{1}{k_m} = \frac{T_m^2}{4\pi^2 m}$

thì thay chúng tương ứng vào (*) ta được: $\frac{T_m^2}{4\pi^2 m} = \frac{T_1^2}{4\pi^2 m} + \frac{T_2^2}{4\pi^2 m}$

$$\Rightarrow T_m = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng: Vật nhỏ khối lượng m , khi mắc với lò xo có độ cứng k_1 thì nó dao động với chu kì T_1 . Khi mắc với lò xo có độ cứng k_2 thì nó dao động với chu kì T_2 . Nếu mắc lò xo k_1 song song k_2 rồi gắn vật m vào thì chu kì dao động của vật được tính theo biểu thức

A. $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$

B. $\frac{1}{T^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$

C. $\frac{1}{T} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}$

D. $\frac{1}{T^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$

→ Như trên ta thấy, 4 đại lượng $T_1, T_2, T_m, T_{//}$ có mối quan hệ với nhau. Vậy, ngược lại, nếu bài toán cho $T_m, T_{//}$ liệu có tìm được T_1, T_2 hay không?

→ **Chú ý:** Nên nhớ các mối liên hệ ở trên để giải nhanh bài toán trắc nghiệm.

Ví dụ 41: Một vật m gắn với một lò xo thì nó dao động với chu kì 2 s. Cắt lò xo này ra làm hai phần bằng nhau rồi mắc song song và treo vật vào thì chu kì dao động của vật là

A. 0,5 s.

B. 1 s.

C. 2 s.

D. 4 s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

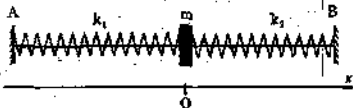
+ Khi chưa cắt lò xo, chu kì của vật $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

+ Khi cắt đôi lò xo, mỗi lò xo nhỏ có độ cứng $k_1 = k_2 = 2k$, chúng lại được ghép song song nên độ cứng của hệ 2 lò xo nhỏ là $k_{//} = k_1 + k_2 = 2k + 2k = 4k$, chu kì mới của

$$\text{vật } T' = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_{//}}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{4k}} = \frac{1}{2}2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{1}{2}T = \frac{1}{2} \cdot 2 = 1\text{s} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Một số ví dụ nâng cao, tham khảo:

Ví dụ 42: Hai lò xo L_1, L_2 có chiều dài tự nhiên $\ell_{01} = 50\text{cm}$, $\ell_{02} = 45\text{cm}$ và độ cứng $k_1 = 100\text{ N/m}$, $k_2 = 150\text{ N/m}$ mắc với vật $m = 100\text{g}$ có kích thước không đáng kể vào hai điểm cố định AB cách nhau 100 cm như hình vẽ. Chọn gốc O trùng VTCB, chiều dương từ A đến B. Kích thích dao động bằng cách kéo vật tới vị trí để lò xo L_1 không biến dạng rồi truyền cho vật vận tốc $v = 1,5\text{ m/s}$ theo chiều từ B đến A. Chọn lúc đó làm gốc thời gian, phương trình dao động của vật là



A. $x = 2\sqrt{2} \cos\left(50t + \frac{3\pi}{4}\right)\text{cm}$.

B. $x = 2\sqrt{2} \cos\left(50t - \frac{\pi}{4}\right)\text{cm}$.

C. $x = 3\sqrt{2} \cos\left(50t + \frac{3\pi}{4}\right)\text{cm}$.

D. $x = 3\sqrt{2} \cos\left(50t - \frac{\pi}{4}\right)\text{cm}$.

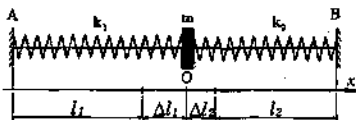
Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

$$\text{Có: } \omega = \sqrt{\frac{k_h}{m}} = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}} = \sqrt{\frac{250}{0,1}} = 50 \text{ (rad/s)}$$

Vì $50 + 45 = 95 < 100$ tức

$\ell_{01} + \ell_{02} < AB$ nên khi vật ở vị trí cân bằng, hai lò xo đều bị dãn những đoạn $\Delta \ell_1$, $\Delta \ell_2$ được tính từ:



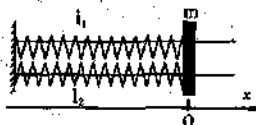
$$\begin{cases} \Delta \ell_1 + \Delta \ell_2 = AB - (\ell_{01} + \ell_{02}) \\ F_1 = F_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta \ell_1 + \Delta \ell_2 = 5 \\ 100\Delta \ell_1 = 150\Delta \ell_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta \ell_1 = 3\text{cm} \\ \Delta \ell_2 = 2\text{cm} \end{cases}$$

Tại $t=0$: $\begin{cases} x = A \cos \varphi = -3\text{cm} \\ v = -A\omega \sin \varphi = -150\text{cm/s} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A \cos \varphi = -3 \\ A \sin \varphi = 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 3\sqrt{2}\text{cm} \\ \varphi = \frac{3\pi}{4} \end{cases}$

Vậy phương trình dao động $x = 3\sqrt{2} \cos\left(50t + \frac{3\pi}{4}\right)\text{cm} \Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 43: Lò xo ban đầu có độ cứng $k_0 = 60\text{ N/m}$, chiều dài $\ell_0 = 50\text{cm}$, được cắt thành hai lò xo ℓ_1 và ℓ_2 theo tỉ lệ $\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{3}{2}$. Sau đó hai lò xo này được ghép với

vật nhỏ có khối lượng $m = 100\text{g}$ như hình vẽ. Chọn gốc O trùng VTGB, chiều dương từ trái qua phải. Kích thích dao động bằng cách kéo vật tới vị trí để lò xo ℓ_2 không bị biến dạng rồi truyền cho vật vận tốc ban đầu $v = 2\sqrt{3}\text{ m/s}$ theo chiều dương. Phương trình dao động của vật là



A. $x = 5 \cos\left(50t + \frac{\pi}{6}\right)\text{cm}$.

B. $x = 5 \cos\left(50t - \frac{2\pi}{3}\right)\text{cm}$.

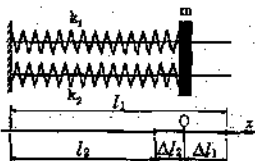
C. $x = 8 \cos\left(50t - \frac{2\pi}{3}\right)\text{cm}$.

D. $x = 8 \cos\left(50t + \frac{\pi}{6}\right)\text{cm}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Dễ dàng tính được: $\ell_1 = 30\text{cm}$; $\ell_2 = 20\text{cm}$ và $k_1 = 100\text{N/m}$, $k_2 = 150\text{N/m}$

+ Vì $\ell_1 > \ell_2$ nên khi vật ở vị trí cân bằng lò xo 1 bị nén $\Delta \ell_1$, và lò xo 2 bị giãn $\Delta \ell_2$ được xác định



$$\begin{cases} \Delta \ell_1 + \Delta \ell_2 = (\ell_1 - \ell_2) \\ F_1 = F_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta \ell_1 + \Delta \ell_2 = 10 \\ 100\Delta \ell_1 = 150\Delta \ell_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta \ell_1 = 6\text{cm} \\ \Delta \ell_2 = 4\text{cm} \end{cases}$$

+ Phương trình dao động của vật có dạng $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

$$\text{Có: } \omega = \sqrt{\frac{k_1}{m}} = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}} = \sqrt{\frac{250}{0,1}} = 50 \text{ (rad/s)}.$$

$$\text{Tại } t = 0 \text{ thì: } \begin{cases} x = A \cos \varphi = -4\text{cm} \\ v = -A\omega \sin \varphi = 200\sqrt{3} \text{ cm/s} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A \cos \varphi = -4 \\ A \sin \varphi = -4\sqrt{3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 8\text{cm} \\ \varphi = -\frac{2\pi}{3} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{Phương trình dao động của vật } x = 8 \cos\left(50t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 44: Con lắc lò xo gồm vật nặng có khối lượng $M = 600\text{g}$ và lò xo có độ cứng $k = 200 \text{ N/m}$ lồng vào một trục thẳng đứng ngược như hình vẽ. Khi vật M đang đứng yên ở vị trí cân bằng thì một vật $m = 200\text{g}$ từ độ cao $h = 20\text{cm}$ so với vật M rơi không vận tốc ban đầu xuống và chạm với vật M . Bỏ qua sức cản không khí, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, coi va chạm là va chạm mềm.

- Tính vận tốc của m ngay trước va chạm và vận tốc của 2 vật ngay sau va chạm.
- Sau va chạm hai vật dao động điều hoà, hãy viết phương trình dao động của hệ 2 vật nếu chọn gốc thời gian là lúc bắt đầu va chạm, gốc tọa độ là vị trí cân bằng của hệ vật $(M + m)$ sau khi va chạm.
- Tìm điều kiện của biên độ dao động của hệ hai vật để vật m không rời khỏi vật M trong quá trình hệ dao động.

Phân tích và hướng dẫn giải:

- a) Gọi v là vận tốc của m ngay trước va chạm, từ định

$$\text{luật bảo toàn cơ năng ta có: } mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

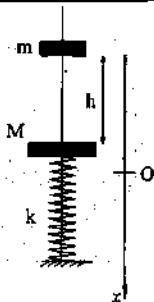
$$\Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,2} = \sqrt{4} = 2 \text{ (m/s)}$$

Gọi V là vận tốc của hệ $(m + M)$ sau va chạm, định luật

$$\text{bảo toàn động lượng cho ta: } mv = (m + M)V$$

Chiếu phương trình này lên trục Ox ta có:

$$mv = (m + M)V \Rightarrow V = \frac{mv}{m + M} = 0,50 \text{ (m/s)}$$



b) Phương trình dao động của hệ có dạng $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

Với: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}} = \sqrt{\frac{20}{0,8}} = 5 \text{ (rad/s)}$

Vị trí kích thích dao động là VTCB của M, cách vị trí cân bằng của hệ vật

$(M+m)$ một đoạn $x = \Delta \ell_{M+m} - \Delta \ell_M = \frac{(M+m)g}{k} - \frac{Mg}{k} = \frac{mg}{k} = \frac{0,2 \cdot 10}{20} = 0,1 \text{ (m)}$

Tại $t = 0$ ta có: $\begin{cases} x = A \cos \varphi = -10 \\ v = -A\omega \sin \varphi = 50 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A \cos \varphi = -10 \\ A \sin \varphi = -10 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 10\sqrt{2} \text{ cm} \\ \varphi = -\frac{3\pi}{4} \end{cases}$

$\Rightarrow$ Phương trình dao động $x = 10\sqrt{2} \cos\left(5t - \frac{3\pi}{4}\right) \text{ cm}$.

c) Các lực tác dụng lên vật m gồm P và N nên ta có: $\vec{N} + \vec{P} = m\vec{a}$.

Chiều lên trục Ox ta được: $-N + P = ma$

$\Rightarrow N = P + mA\omega^2 \cos(\omega t + \varphi) = mg + mA\omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$

Vật m sẽ không rời khỏi vật M $\Leftrightarrow N \geq 0$, điều này sẽ luôn thỏa mãn nếu $N_{\min} \geq 0$.

Do $-1 \leq \cos(\omega t + \varphi) \leq 1 \Rightarrow N_{\min} = mg - mA\omega^2$

Vậy: $mg - mA\omega^2 \geq 0 \Rightarrow A \leq \frac{g}{\omega^2} \Rightarrow A_{\max} = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{5^2} = 0,4 \text{ (m)} = 40 \text{ (cm)}$.

Ví dụ 45: Một con lắc lò xo được treo thẳng đứng gồm vật nặng khối lượng $m = 1 \text{ kg}$, lò xo nhẹ có độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$. Đặt giá B nằm ngang đỡ vật m để lò xo có chiều dài tự nhiên. Cho giá B chuyển động đi xuống với gia tốc $a = 2 \text{ m/s}^2$ không vận tốc ban đầu.

a. Tính thời gian từ khi giá B bắt đầu chuyển động cho đến khi vật rời giá B.

b. Chọn trục tọa độ có phương thẳng đứng, chiều dương hướng xuống, gốc tọa độ tại vị trí cân bằng của vật, gốc thời gian là lúc vật rời giá B. Viết phương trình dao động điều hòa của vật?

Phân tích và hướng dẫn giải:

a. Với vật m, theo hệ quả định luật II Newton ta có: $\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{el}} = m\vec{a}$

Chiều lên trục Ox được: $mg - N - k\Delta l = ma$

Khi vật rời giá thì $N = 0$ suy ra: $\Delta l = \frac{m(g - a)}{k} = 0,08 \text{ m}$

Như vậy quãng đường vật đi được cho đến khi rời giá $S = 0,08 \text{ m}$.

Vì $S = \frac{a t^2}{2}$ nên thời gian cần tìm là $t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = 0,283 \text{ s}$

b. Viết phương trình dao động

• Tần số góc: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10 \text{ rad/s}$

• Khi vật m ở VTCB, lò xo giãn: $\Delta l_0 = \frac{mg}{k} = 0,1 \text{ m}$

Vận tốc của vật khi rời giá là: $v_0 = at = 40\sqrt{2} \text{ cm/s}$

Vị trí của vật khi rời giá là: $x_0 = \Delta l - \Delta l_0 = 0,08 - 0,1 = -0,02 \text{ m} = -2 \text{ cm}$

Nên biên độ của dao động: $A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}} = 6 \text{ cm}$

• Tại $t = 0$ thì $6\cos\varphi = -2$ và $v > 0$ suy ra $\varphi = -1,91 \text{ rad}$

Vậy phương trình dao động là: $x = 6\cos(10t - 1,91) \text{ (cm)}$

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: 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.

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

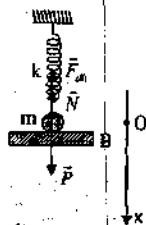
Câu 2: Một con lắc lò xo gồm lò xo nhẹ và vật nhỏ dao động điều hòa theo phương ngang với tần số góc 10 rad/s . Biết rằng khi động năng và thế năng (mốc ở vị trí cân bằng của vật) bằng nhau thì vận tốc của vật có độ lớn bằng $0,6 \text{ m/s}$. Biên độ dao động của con lắc là

- A. 6 cm .
- B. $6\sqrt{2} \text{ cm}$.
- C. 12 cm .
- D. $12\sqrt{2} \text{ cm}$.

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Câu 3: Một con lắc lò xo ($m = 0,2 \text{ kg}$) thẳng đứng dao động điều hòa. Chiều dài tự nhiên của lò xo là $\ell_0 = 30 \text{ cm}$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Khi lò xo có chiều dài $\ell = 28 \text{ cm}$ thì vận tốc vật bằng không và lúc đó lực đàn hồi có độ lớn $F = 2 \text{ N}$. Năng lượng dao động của vật là

- A. $1,5 \text{ J}$.
- B. $0,08 \text{ J}$.
- C. $0,02 \text{ J}$.
- D. $0,1 \text{ J}$.



Câu 4: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm vật nặng có khối lượng $m = 100\text{g}$ và lò xo khối lượng không đáng kể. Chọn gốc tọa độ ở vị trí cân bằng, chiều dương hướng lên. Biết con lắc dao động theo phương trình:

$$x = 4\cos\left(10t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{ cm. Lấy } g = 10\text{m/s}^2. \text{ Độ lớn lực đàn hồi tác dụng vào vật}$$

nặng tại thời điểm vật đã đi được quãng đường $S = 3\text{cm}$ kể từ $t = 0$ là

- A. 0,9N. B. 1,2N. C. 1,6N. D. 2N.

Câu 5: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, đầu dưới móc vật có khối lượng $m = 0,5\text{kg}$. Trong hệ trục tọa độ thẳng đứng, chiều dương hướng xuống dưới,

phương trình dao động của vật có dạng $x = 10\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ cm}$. Lấy

$g = \pi^2 = 10\text{m/s}^2$. Lực đàn hồi (F_{dh}) tác dụng vào giá treo và lực phục hồi (F_{ph}) tác dụng vào vật ở thời điểm $t = 1,25\text{s}$ là

- A. $F_{dh} = 1,5\text{N}$; $F_{ph} = 0\text{N}$. B. $F_{dh} = 2,5\text{N}$; $F_{ph} = 2\text{N}$.
C. $F_{dh} = 7\text{N}$; $F_{ph} = 2\text{N}$. D. $F_{dh} = 2\text{N}$; $F_{ph} = 1,5\text{N}$.

Câu 6: Một lò xo có chiều dài tự nhiên $l_0 = 30\text{cm}$, $k = 100\text{N/m}$, đầu trên cố định, đầu dưới treo vật nhỏ $m = 400\text{g}$. Kéo vật xuống dưới vị trí cân bằng theo phương thẳng đứng $\sqrt{2} \text{ cm}$ và truyền cho vật vận tốc $10\sqrt{5} \text{ cm/s}$ để vật dao động điều hòa. Chọn gốc tọa độ là vị trí cân bằng, chiều dương hướng xuống, $t = 0$ lúc vật qua li độ $x = +1\text{cm}$ và dịch chuyển theo chiều dương. Lấy $\pi^2 = 10$. Tốc độ trung bình của vật trong khoảng thời gian tính từ lúc bắt đầu khảo sát dao động đến lúc lò xo bị dãn 3 cm lần thứ hai là

- A. 12 cm/s. B. 7,5 cm/s. C. 18cm/s. D. 6cm/s.

Câu 7: Một con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với tần số góc $\omega = 20 \text{ rad/s}$ tại vị trí có gia tốc trọng trường $g = 10\text{m/s}^2$. Khi qua vị trí $x = 2 \text{ cm}$ vật có vận tốc $v = 40\sqrt{3} \text{ cm/s}$. Lực đàn hồi cực tiểu của lò xo trong quá trình dao động có độ lớn

- A. $F_{\min} = 0,2 \text{ N}$ B. $F_{\min} = 0,4 \text{ N}$ C. $F_{\min} = 0,1 \text{ N}$ D. $F_{\min} = 0$

Câu 8: Một lò xo khối lượng không đáng kể, có chiều dài tự nhiên $l_0 = 135 \text{ cm}$, được treo thẳng đứng, đầu trên được giữ cố định, đầu còn lại gắn quả cầu nhỏ m . Chọn trục Ox thẳng đứng, gốc tọa độ tại vị trí cân bằng của vật, chiều dương hướng xuống. Biết quả cầu dao động điều hòa với phương trình $x = 8\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)}$ và

trong quá trình dao động tỉ số giữa độ lớn lớn nhất và nhỏ nhất của lực đàn hồi của lò xo là $\frac{7}{3}$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Chiều dài của lò xo tại thời điểm $t = 1,41 \text{ s}$ là

- A. 159 cm. B. 162,12 cm. C. 107,88 cm. D. 147,88 cm.

Câu 9: Một con lắc lò xo nằm ngang được kích thích dao động điều hòa với phương trình $x = 6 \cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm. Kể từ thời điểm ban đầu $t = 0$, vector vận tốc

và gia tốc sẽ cùng chiều dương Ox trong khoảng thời gian

- A. $0 < t < 0,1$ s. B. $0,1\text{s} < t < 0,2$ s. C. $0,2\text{s} < t < 0,3$ s. D. $0,3\text{s} < t < 0,4$ s.

Câu 10: Hai vật m_1 và m_2 được nối với nhau bằng một sợi chỉ, và chúng được treo bởi một lò xo có độ cứng k (lò xo nối với m_1). Khi hai vật đang ở vị trí cân bằng người ta đột ngột cắt đứt sợi chỉ sao cho vật m_2 rơi xuống thì vật m_1 sẽ dao động điều hòa với biên độ

- A. $\frac{m_2 g}{k}$ B. $\frac{(m_1 + m_2)g}{k}$ C. $\frac{m_1 g}{k}$ D. $\frac{|m_1 - m_2|g}{k}$

Câu 11: Hai vật A và B lần lượt có khối lượng là 2m và m được nối với nhau và treo vào một lò xo thẳng đứng bằng các sợi dây mảnh, không dẫn, g là gia tốc rơi tự do. Khi hệ đang đứng yên ở vị trí cân bằng, người ta cắt đứt dây nối hai vật. Gia tốc của A và B ngay sau khi dây đứt lần lượt là

- A. $\frac{g}{2}$ và $\frac{g}{2}$ B. g và $\frac{g}{2}$
C. $\frac{g}{2}$ và g D. g và g



Câu 12: Treo quả cầu bằng đồng vào một lò xo và cho nó dao động điều hòa theo phương thẳng đứng. Người ta đo được chu kì dao động của nó là T_1 . Thay quả cầu trên bằng một quả cầu bằng nhôm cùng kích thước. Người ta đo được chu kì dao động điều hòa của quả cầu này là T_2 . Cho biết khối lượng riêng của đồng và nhôm lần lượt là $\rho_d = 8,9\text{g/cm}^3$, $\rho_{nh} = 2,7 \cdot 10^3\text{kg/m}^3$. Tỉ số của $\frac{T_1}{T_2}$ là

- A. 0,06. B. 3,3. C. 1,8. D. 0,55.

Câu 13: Trong một thang máy đứng yên có treo một con lắc lò xo. Con lắc gồm vật có khối lượng m và lò xo có độ cứng k. Ở thời điểm t nào đó khi con lắc đang dao động, thang máy bắt đầu chuyển động nhanh dần đều theo phương thẳng đứng đi lên. Nhận xét nào sau đây là đúng?

- A. Nếu tại thời điểm t con lắc ở vị trí biên trên thì biên độ dao động giảm đi.
B. Nếu tại thời điểm t con lắc ở vị trí biên dưới thì biên độ dao động tăng lên.
C. Nếu tại thời điểm t con lắc qua vị trí cân bằng thì biên độ dao động sẽ không thay đổi.
D. Nếu tại thời điểm t con lắc qua vị trí cân bằng thì biên độ dao động sẽ tăng lên.

Câu 14: Con lắc lò xo treo thẳng đứng, tại vị trí cân bằng lò xo giãn một đoạn là $\Delta \ell_0$. Kích thích để quả nặng dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với chu kì T . Thời gian lò xo bị nén trong một chu kì là $\frac{T}{4}$. Biên độ dao động của vật bằng

- A. $\frac{3}{\sqrt{2}} \Delta \ell_0$. B. $\sqrt{2} \Delta \ell_0$. C. $\frac{3}{2} \Delta \ell_0$. D. $2 \Delta \ell_0$.

Câu 15: Con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm vật nặng khối lượng $m = 200\text{g}$ treo vào đầu một lò xo nhẹ có độ cứng $k = 50\text{N/m}$. Đầu trên của lò xo được treo cố định bởi một sợi dây mềm. Kéo vật xuống dưới vị trí cân bằng theo phương thẳng đứng một đoạn Δl rồi thả nhẹ cho vật dao động. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Muốn cho vật dao động điều hòa thì

- A. $\Delta l > 5\text{cm}$ B. $\Delta l > 4\text{cm}$ C. $\Delta l \leq 4\text{cm}$ D. $4\text{cm} < \Delta l \leq 5\text{cm}$

Câu 16: Một con lắc lò xo gồm vật M và lò xo có độ cứng k đang dao động điều hòa trên mặt phẳng nằm ngang, nhận với biên độ A_1 . Đúng lúc vật M đang ở vị trí biên thì một vật m có khối lượng bằng khối lượng vật M , chuyển động theo phương ngang với vận tốc v_0 bằng vận tốc cực đại của vật M , đến va chạm với M . Biết va chạm giữa hai vật là đàn hồi xuyên tâm, sau va chạm vật M tiếp tục dao động điều hòa với biên độ A_2 . Tỉ số biên độ dao động $\frac{A_1}{A_2}$ của vật M trước và sau va chạm là

- A. $\frac{1}{2}$. B. $\frac{\sqrt{3}}{2}$. C. $\frac{2}{3}$. D. $\frac{\sqrt{2}}{2}$.

Câu 17: Một con lắc lò xo nằm ngang, vật nhỏ khối lượng m đang dao động điều hòa với biên độ A . Khi vật đang ở li độ $x = A$, người ta nhẹ nhàng thả lên m một vật khác cùng khối lượng và hai vật dính chặt vào nhau. Biên độ dao động mới của con lắc là

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

Câu 18: Một vật nhỏ khối lượng m đặt trên một tấm ván nằm ngang hệ số ma sát nghỉ giữa vật và tấm ván là $\mu = 0,2$. Cho tấm ván dao động điều hòa theo phương ngang với tần số $f = 2\text{Hz}$. Để vật không bị trượt trên tấm ván trong quá trình dao động thì biên độ dao động của tấm ván không được lớn hơn

- A. $1,5\text{cm}$. B. $1,25\text{cm}$. C. $2,15\text{cm}$. D. $2,5\text{cm}$

Câu 19: Trong dao động điều hoà của một vật trong con lắc lò xo, thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp vật đi qua vị trí động năng bằng thế năng là 0,66s. Giả sử tại một thời điểm vật đi qua vị trí có thế năng W_1 , động năng W_2 và sau đó thời gian Δt vật đi qua vị trí có động năng tăng gấp 3 lần, thế năng giảm 3 lần. Giá trị nhỏ nhất của Δt bằng

- A. 0,88s. B. 0,22s. C. 0,44s. D. 0,11s.

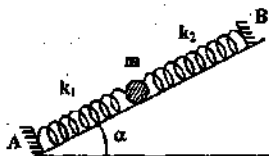
Câu 20: Cơ hệ bố trí như hình vẽ, khối lượng ròng rọc động không đáng kể, bỏ qua mọi ma sát, sau khi kích thích, vật dao động điều hòa với chu kì

- A. $T = \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
 B. $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
 C. $T = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{k}}$
 D. $T = 4\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$



Câu 21: Cơ hệ bố trí như hình vẽ, bỏ qua mọi ma sát, sau khi kích thích, vật dao động điều hòa với tần số góc

- A. $\omega = \sqrt{\frac{(k_1 + k_2)}{k_1 k_2 m}}$
 B. $\omega = \sqrt{\frac{(k_1 + k_2)}{m}}$
 C. $\omega = \sqrt{\frac{(k_1 + k_2)}{m \sin \alpha}}$
 D. $\omega = \sqrt{\frac{k_1 k_2}{(k_1 + k_2) m}}$



Chủ đề 3: CON LẮC ĐƠN

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN

Khi biên độ góc của con lắc nhỏ ($\alpha_0 \leq 10^\circ$), dao động của vật được coi gần đúng là dao động điều hòa. Phương trình dao động có thể viết theo cung $s = S_0 \cos(\omega t + \varphi)$ hoặc theo góc

$$\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

với $s = l\alpha$ và $S_0 = l\alpha_0$.

$$S_0^2 = s^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2$$

$$\alpha_0^2 = \alpha^2 + \frac{v^2}{gl}$$

$$a = -\omega^2 s = -\omega^2 l \alpha$$

a. Dạng bài tính tần số góc, chu kì, tần số khi biết độ dài l , gia tốc g

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Chu kì T con lắc tỉ lệ thuận với $\sqrt{l}$, tỉ lệ nghịch với $\sqrt{g}$

b. Dạng bài thay đổi chiều dài dây treo l

Trong cùng khoảng thời gian t , hai con lắc thực hiện N_1 và N_2 dao động

$$f = \frac{N}{t} \Rightarrow \frac{g}{l} = \omega^2 = (2\pi f)^2 = \left(\frac{2\pi N}{t}\right)^2 \Rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

$$\text{Thay đổi chiều dài con lắc } \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 = \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 = \frac{l_2}{l_1} = \frac{l_1 \pm \Delta l}{l_1}$$

$$l_2 = l_1 \pm \Delta l \Rightarrow T_2^2 = T_1^2 \pm T_2^2$$

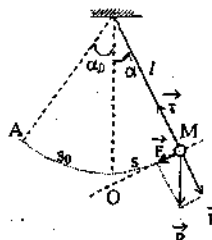
c. Dạng bài tính vận tốc vật ở li độ góc α bất kì

$$v_\alpha = \pm \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$$

Lưu ý: + Nếu $\alpha_0 \leq 10^\circ$ thì có thể tính gần đúng: $v_\alpha = \pm \sqrt{gl(\alpha_0^2 - \alpha^2)}$

+ khi vật qua vị trí cân bằng $v_{\text{TCB}} = v_{\text{max}} = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_0)}$

Và nếu $\alpha_0 \leq 10^\circ$ thì $v_{\text{max}} = \alpha_0 \sqrt{gl} = \omega S_0$



d. Dạng bài tính lực căng dây ở li độ góc α bất kì

$$\tau_\alpha = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$$

Lưu ý: Khi qua vị trí cân bằng: $\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1 \Rightarrow \tau_{\max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$

Khi đến vị trí biên: $\alpha = \pm\alpha_0 \Rightarrow \cos\alpha = \cos\alpha_0 \Rightarrow \tau_{\min} = mg\cos\alpha_0$

Nếu α_0 nhỏ thì có thể viết: $\tau_c = mg(1 - 1,5\alpha^2 + \alpha^2)$

$$\Rightarrow \tau_{\max} = mg(1 + \alpha_0^2) \text{ và } \tau_{\min} = mg\left(1 - \frac{\alpha_0^2}{2}\right)$$

e. Dạng bài liên quan đến năng lượng dao động. Tính động năng, thế năng

Động năng: $E_d = \frac{1}{2}mv_c^2 = mgl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$

Thế năng: $E_{tx} = mgh_\alpha = mgl(1 - \cos\alpha)$ Với $h_\alpha = l(1 - \cos\alpha)$

(Chọn mốc thế năng khi vật ở vị trí cân bằng) ...

Cơ năng: $E = E_d + E_t = mgl(1 - \cos\alpha_0) = E_{d\max} = E_{t\max}$

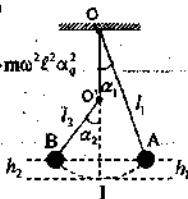
Do α_0 nhỏ nên cơ năng có thể viết:

$$E = \frac{1}{2}m\omega^2 S_0^2 = \frac{1}{2} \frac{mg}{l} S_0^2 = \frac{1}{2} mgl\alpha_0^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 l^2 \alpha_0^2$$

f. Độ cao con lắc vướng đinh so với VTCB

$$h_1 = l_1(1 - \cos\alpha_1), \quad h_2 = l_2(1 - \cos\alpha_2)$$

Vì cơ năng không đổi nên $h_1 = h_2 \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{1 - \cos\alpha_2}{1 - \cos\alpha_1}$



g. Dạng bài liên quan đến sự nhanh chậm của đồng hồ quả lắc

Về tư duy:

+ Chu kì của con lắc đơn $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ tỉ lệ thuận với căn bậc hai của chiều dài,

mà chiều dài sợi dây phụ thuộc vào nhiệt độ $l = l_0(1 + \alpha t)$. Nếu đồng hồ dùng con lắc đơn làm hệ đếm thời gian, khi nhiệt độ thay đổi sẽ làm chu kì thay đổi, đồng hồ sẽ bị chạy nhanh lên hoặc chậm lại.

+ Chu kì tỉ lệ nghịch với căn bậc hai của gia tốc rơi tự do, gia tốc phụ thuộc vào vị trí $g_h = G \frac{M}{(R+h)^2}$ nên khi thay đổi vị trí, chu kì cũng sẽ thay đổi.

Về phương pháp giải: Gọi T_0, T_s là chu kì chạy đúng và sai của đồng hồ.

Nếu $T_s > T_0$, đồng hồ chạy chậm lại.

Nếu $T_s < T_0$, đồng hồ chạy nhanh lên.

Về các công thức tính nhanh lượng sai:

• Lượng thời gian sai lệch Δt trong thời gian t do thay đổi độ cao: $\Delta t = \frac{t \cdot h_{cao}}{R}$

• Lượng thời gian sai lệch Δt trong thời gian t do thay đổi độ sâu: $\Delta t = \frac{t \cdot h_{sâu}}{2R}$

• Lượng sai lệch Δt trong thời gian t do thay đổi nhiệt độ: $\Delta t = \frac{t \cdot \alpha}{2} |t_1^\circ - t_2^\circ|$

• Muốn trên núi cao đồng hồ vẫn đúng như khi ở mặt đất có nhiệt độ t_1° thì

$$T_1 = T_2 \Rightarrow \sqrt{\frac{l_1}{g_1}} = \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow \sqrt{\frac{l}{l_1}} = \sqrt{\frac{g}{g_1}} \Rightarrow \frac{\alpha}{2} (t_1^\circ - t_2^\circ) = \frac{h}{R}$$

h. Dạng bài liên quan đến biến thiên chu kì nhỏ của con lắc đơn

$$\frac{dT}{T} = \frac{dl}{2l} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha \cdot dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R} + \frac{dh_{sâu}}{2R} \quad (*)$$

Với dT , dl , dg , dt , dh là các biến thiên nhỏ của chu kì, chiều dài, gia tốc, nhiệt độ, độ cao.

Giá trị $\frac{dT}{T}$ phụ thuộc vào 5 số hạng:

$\frac{dl}{2l}$ là do cắt ghép cơ học (nối dài thêm hoặc cắt bớt đi)

$\frac{dg}{2g}$ là do thay đổi vị trí; $\frac{\alpha \cdot dt}{2}$ là do thay đổi nhiệt độ

$\frac{dh_{cao}}{R}$ là do thay đổi độ cao; $\frac{dh_{sâu}}{2R}$ là do thay đổi độ sâu

Dùng biểu thức (*) để tính nhanh với chú ý rằng, đại lượng nào không thay đổi thì biến thiên của nó bằng 0.

Chẳng hạn, nếu không có biến thiên độ cao, độ sâu thì $dh_{cao} = 0$ và $dh_{sâu} = 0$, lúc

$$\text{đó } \frac{dT}{T} = \frac{dl}{2l} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha \cdot dt}{2}$$

⇒ **Chú ý:** Bài toán ở mục g liên quan đến sự nhanh chậm của đồng hồ, nếu dùng công

thức $\frac{dT}{T} = \frac{dl}{2l} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha \cdot dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R} + \frac{dh_{sâu}}{2R}$ sẽ tổng quát và cho kết quả nhanh hơn.

i. Dạng bài liên quan đến sự trùng phùng của hai con lắc

Hai con lắc dao động với chu kì khác nhau T_1 và T_2 . Khi vật nặng của hai con lắc cùng qua vị trí cân bằng và chuyển động cùng chiều thì ta nói xảy ra trùng phùng. Khoảng thời gian t giữa hai lần trùng phùng liên tiếp được xác định theo

$$\text{biểu thức } t = \frac{T_1 T_2}{|T_1 - T_2|} \text{ hoặc } t = bT_1 = aT_2 \text{ trong đó } \frac{T_1}{T_2} = \text{Phân số tối giản} = \frac{a}{b}$$

k. Dạng bài liên quan đến con lắc đơn chịu thêm ngoại lực

Khi con lắc đơn chịu thêm các lực khác như lực điện trường, lực từ, lực quán tính... lúc này con lắc đơn sẽ dao động với chu kì mới và có thể có vị trí cân bằng mới.

- Vị trí cân bằng mới có phương dây treo trùng với phương của trọng lực hiệu dụng

$$\vec{P}_{\text{m}} = \vec{P} + \vec{F}$$

- Chu kì mới $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}}$. Trong đó g' là gia tốc hiệu dụng: $\vec{g}' = \vec{g} + \vec{a}$

* Lực điện trường khi vật nặng nhiễm điện q đặt trong điện trường E .

+ Điện trường thẳng đứng:

$$\text{Nếu } \vec{F} \uparrow \vec{P}: P_1 = P + F; \left(\frac{T_1}{T_0}\right)^2 = \frac{g}{g_1} = \frac{P}{P+F}$$

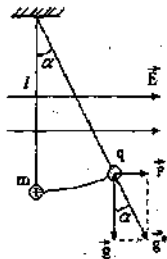
$$\text{Nếu } \vec{F} \downarrow \vec{P}: P_2 = P - F; \left(\frac{T_2}{T_0}\right)^2 = \frac{g}{g_2} = \frac{P}{P-F}$$

+ Điện trường nằm ngang:

$$g' = \frac{P'}{m} = \frac{\sqrt{P^2 + F^2}}{m} = \sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2}$$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\frac{g}{\cos \alpha}}} = T_0 \sqrt{\cos \alpha}$$

$$\text{Với } \tan \alpha = \frac{F}{mg}$$



* Lực quán tính khi con lắc đặt trong thang máy hoặc trên xe chuyển động có gia tốc a . Ngoài trọng lực $\vec{P}$ vật còn chịu thêm lực quán tính $\vec{F}_q = -m\vec{a}$.

+ Chuyển động nhanh dần đều $\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{v}$ ($\vec{v}$ có hướng chuyển động)

+ Chuyển động chậm dần đều $\vec{a} \uparrow \downarrow \vec{v}$

• Nếu đặt trong thang máy $\Rightarrow g' = g \pm a$.

• Nếu đặt trong ô tô chuyển động ngang $\Rightarrow g' = \sqrt{g^2 + a^2}$

• Lực đẩy Acsimet $\vec{F}$ luôn thẳng đứng hướng lên khi bài toán tính đến lực này, biểu thức tính $F = DgV$

Ở đó: D là khối lượng riêng của chất lỏng hay chất khí.

V là thể tích của phần chất lỏng hay chất khí bị vật nặng chiếm chỗ.

Trong trường hợp này $g' = g - a$ với $a = \frac{F}{m}$.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Con lắc đơn dao động điều hòa với chu kì $T = 2s$ tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,81 m/s^2$. Chiều dài con lắc là

- A. 0,994 m. B. 96,6 cm. C. 9,81 m. D. 0,2 m.

Phân tích và hướng dẫn giải

Đây là bài toán mở đầu ở mức độ làm quen công thức $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, trong biểu thức này có 3 đại lượng, vì vậy biết 2 đại lượng bất kì ta sẽ tìm được đại lượng còn lại.

Từ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow l = \frac{T^2}{4\pi^2} \cdot g = 0,994 \text{ m} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

→ Dùng con lắc đơn có cho ta một cách đo gia tốc trọng trường được không?

Ví dụ 2: Hai con lắc đơn có chu kì $T_1 = 2 \text{ s}$ và $T_2 = 2,5 \text{ s}$. Chu kì của con lắc đơn có dây treo dài bằng hiệu chiều dài dây treo của hai con lắc trên là

- A. 2,25 s. B. 1,5 s. C. 1,0 s. D. 0,5 s.

Phân tích và hướng dẫn giải

Vì chu kì T của con lắc đơn tỉ lệ thuận với $\sqrt{l}$, nên khi chiều dài thay đổi thì chu kì cũng thay đổi theo.

Với l_1 ta có $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \Rightarrow \frac{l_1}{g} = \frac{T_1^2}{4\pi^2}$. Tương tự với l_2 có $\frac{l_2}{g} = \frac{T_2^2}{4\pi^2}$

Vì $T_2 > T_1$ nên $l_2 > l_1 \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{l_2 - l_1}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{T_2^2 - T_1^2}{4\pi^2}} = \sqrt{T_2^2 - T_1^2} = 1,5 \text{ s} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

– Ở phần lý thuyết, có công thức tính nhanh, khi $l_3 = l_1 \pm l_2$ thì $T_3^2 = T_1^2 \pm T_2^2$.

Vậy nếu cho T_1 và T_3 , liệu có tính được T_2 ?

– Khi $l_3 = l_1, l_2$ hoặc $l_3 = \frac{l_1}{l_2}$, đề nghị bạn đọc viết tiếp mối liên hệ giữa T_1

hoặc T_3 với T_1 và T_2 . Sau đó nên nhớ các mối liên hệ trên để giải quyết nhanh các bài toán trắc nghiệm.

Bài tập vận dụng: Tại cùng 1 nơi có gia tốc trọng trường g , hai con lắc đơn chiều dài lần lượt là l_1 và l_2 , có chu kỳ dao động riêng lần lượt là T_1 và T_2 , chu kỳ dao động riêng của con lắc thứ ba có chiều dài bằng tích chiều dài của hai con lắc nói trên là

A. $T = \frac{T_1}{T_2}$ B. $T = \frac{\sqrt{gT_1}}{2\pi T_2}$ C. $T = \frac{\sqrt{gT_1T_2}}{2\pi}$ D. $T = T_1.T_2$.

Ví dụ 3: 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 32 cm 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. 30 cm. B. 40 cm. C. 50 cm. D. 60 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$ (1), $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}$ (2) và $n_1T_1 = n_2T_2$ (3).

Từ (1), (2) và (3) ta được: $\frac{\sqrt{l_1}}{l_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{l_1}{l_1 - 32} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 = \left(\frac{20}{12}\right)^2$

$\Rightarrow l_1 = 50 \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Chú ý: Vì biến thiên lớn nên không được áp dụng công thức (*) mục h.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn có độ dài l . Trong khoảng thời gian Δt nó thực hiện 12 dao động. Khi giảm độ dài của nó bớt 16 cm, trong cùng khoảng thời gian trên, con lắc thực hiện 20 dao động. Tính độ dài ban đầu của con lắc.

A. 30 cm. B. 25 cm. C. 40 cm. D. 35 cm.

Bài toán 2: (Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2009) 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; thay đổi chiều dài con lắc một đoạn 44 cm thì cũng trong khoảng thời gian ấy, nó thực hiện 50 dao động. Chiều dài ban đầu của con lắc là

A. 144 cm. B. 60 cm. C. 80 cm. D. 100 cm.

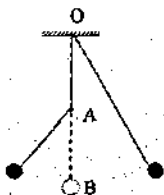
Ví dụ 4: Một con lắc đơn dao động điều hoà với chu kì dao động T . Nếu tại điểm A là trung điểm của đoạn OB người ta đóng một cái đinh để chặn một bên của dây thì chu kì dao động T' mới của con lắc là

A. $T' = T$.

B. $T' = T \left(\frac{\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \right)$.

C. $T' = \frac{T}{\sqrt{2}}$.

D. $T' = \frac{T}{2}$.



Phân tích và hướng dẫn giải

Khi con lắc bị chặn một bên, trong một chu kì, con lắc sẽ trải qua 4 giai đoạn, trong đó có:

2 giai đoạn xung quanh điểm treo O, mỗi giai đoạn là $\frac{T_0}{4}$

2 giai đoạn xung quanh điểm treo A, mỗi giai đoạn là $\frac{T_A}{4}$

$$\Rightarrow \text{Chu kì } T' = 2 \cdot \frac{T_0}{4} + 2 \cdot \frac{T_A}{4}$$

+ Giả sử con lắc không bị chặn, con lắc sẽ dao động với điểm treo O nên có chiều dài ℓ và chu kì $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = T$

+ Giả sử dây treo con lắc bị vướng vào điểm A, lúc này điểm treo sẽ là A, chiều dài của con lắc còn lại chỉ là $\frac{\ell}{2}$ nên sẽ có chu kì $T_A = 2\pi\sqrt{\frac{\ell/2}{g}} = \frac{T_0}{\sqrt{2}} = \frac{T}{\sqrt{2}}$

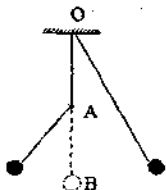
$$\text{Vậy chu kì sẽ là: } T' = 2 \cdot \frac{T_0}{4} + 2 \cdot \frac{T_A}{4} = \frac{1}{2}(T_0 + T_A) = \frac{1}{2}\left(T + \frac{T}{\sqrt{2}}\right) = T \left(\frac{\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \right)$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

→ Nếu điểm A không phải là trung điểm của OB mà cách O một đoạn bất kì cho trước thì có tính được chu kì không?

→ Nếu sợi dây mà vướng vào đinh thì chu kì được tính như thế nào? Qua đó cần phân biệt hai hiện tượng: dây treo bị vướng vào đinh và dây treo bị đinh chặn một bên.

Bài tập vận dụng: Một con lắc đơn dao động điều hoà với chu kì dao động T . Nếu tại điểm A là trung điểm của đoạn OB người ta đóng một cái đinh và sợi dây của con lắc bị vướng vào chiếc đinh này, chu kì dao động T' mới của con lắc là



- A. $T' = T$.
 B. $T' = T \left(\frac{\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \right)$.
 C. $T' = \frac{T}{\sqrt{2}}$.
 D. $T' = \frac{T}{2}$.

Ví dụ 5: Biết khối lượng Trái Đất gấp 81 lần khối lượng Mặt Trăng và bán kính Trái Đất gấp 3,7 lần bán kính Mặt Trăng. Ở mặt đất, con lắc đơn dao động với chu kì 2s. Hỏi rằng khi đưa con lắc đó lên Mặt Trăng (coi chiều dài dây treo không đổi) thì nó dao động với chu kì bao nhiêu?

Phân tích và hướng dẫn giải

Ở lớp 10 ta đã biết, gia tốc trọng trường được tính theo biểu thức $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$.

Nên ở trên bề mặt Trái Đất và bề mặt Mặt Trăng, giá trị của chúng lần lượt sẽ là

$$g_1 = \frac{GM_1}{R_1^2} \text{ và } g_2 = \frac{GM_2}{R_2^2}.$$

Chu kì ở Trái Đất: $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{\ell R_1^2}{GM_1}}$ còn ở Mặt Trăng: $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell R_2^2}{GM_2}}$

$$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{R_1^2 M_2}{R_2^2 M_1}} = \frac{R_1}{R_2} \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = 3,7 \sqrt{\frac{1}{81}} = 0,411 \Rightarrow T_2 = \frac{T_1}{0,411} = 4,86s.$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Gia tốc trọng trường trên Mặt Trăng nhỏ hơn gia tốc trọng trường trên mặt đất 6 lần. Kim phút của đồng hồ quả lắc chạy một vòng ở mặt đất hết 1 giờ. Ở Mặt Trăng kim phút quay một vòng hết

- A. 6 h. B. $\frac{1}{6}$ h. C. 2 h 27 ph. D. $\frac{1}{6}$ h.

Bài toán 2: Người ta đưa một đồng hồ quả lắc từ Mặt Trăng đưa về Trái Đất mà không điều chỉnh lại. Cho biết gia tốc rơi tự do trên Mặt Trăng nhỏ hơn trên Trái Đất 6 lần. Theo đồng hồ này thì thời gian Trái Đất tự quay một vòng là bao nhiêu?

- A. 9 giờ 47 phút 52 giây. B. 58 giờ 47 phút 16 giây.
 C. 14 giờ 12 phút 8 giây. D. 40 giờ 47 phút 52 giây.

Ví dụ 6: Một con lắc đơn dao động nhỏ ở nơi có $g = 10 \text{ m/s}^2$ với chu kì $T = 2 \text{ s}$ trên quỹ đạo dài 24 cm. Tần số góc và biên độ góc có giá trị bằng

- A. $\omega = 2\pi \text{ rad/s}$; $\alpha_0 = 0,24 \text{ rad}$. B. $\omega = 2\pi \text{ rad/s}$; $\alpha_0 = 0,12 \text{ rad}$.
C. $\omega = \pi \text{ rad/s}$; $\alpha_0 = 0,24 \text{ rad}$. D. $\omega = \pi \text{ rad/s}$; $\alpha_0 = 0,12 \text{ rad}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Bài toán ở mức độ làm quen các công thức tính đại lượng đặc trưng cho dao động, là cơ sở để viết phương trình dao động của vật.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ rad/s}$$

$$\text{+ Với con lắc đơn, lại có } \omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow \text{chiều dài con lắc } l = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{\pi^2} = 1 \text{ m}$$

$$\text{+ Biên độ dài } S_0 = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \text{Biên độ góc } \alpha_0 = \frac{S_0}{l} = \frac{0,12}{1} = 0,12 \text{ rad} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Ví dụ 7: Con lắc đơn có chiều dài $l = 20 \text{ cm}$. 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 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Phương trình dao động của con lắc là

- A. $s = 20 \sin 7t \text{ (cm)}$. B. $s = 2 \cos \left(7t + \frac{\pi}{2} \right) \text{ (cm)}$.
C. $s = 20 \sin \left(7t - \frac{\pi}{2} \right) \text{ (cm)}$. D. $s = 2 \cos \left(7t - \frac{\pi}{2} \right) \text{ (cm)}$.

Hướng dẫn:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{9,8}{0,2}} = \sqrt{49} = 7 \text{ rad/s}$$

+ Vị trí kích thích $s = l \cdot \alpha = 20 \cdot 0 = 0$, thay số vào phương trình $S_0^2 = s^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$ thu được $S_0 = 2 \text{ cm}$.

$$\text{+ Tại } t = 0 \text{ có } \begin{cases} s_0 = 2 \cos \varphi = 0 \\ v_0 = -14 \sin \varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$\text{Vậy } s = 2 \cos \left(7t - \frac{\pi}{2} \right) \text{ (cm)} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

→ Bài toán viết phương trình dao động của con lắc đơn có khác gì với viết phương trình dao động điều hòa nói chung và phương trình dao động của con lắc lò xo hay không? Cần phải nắm vững thêm những kiến thức cơ sở nào?

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn có dây treo dài 20 cm. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc 0,1 rad rồi cung cấp cho nó vận tốc $10\sqrt{2}$ cm/s hướng theo phương vuông góc sợi dây. Bỏ qua mọi ma sát, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$ 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.

Bài toán 2: Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ bằng kim loại có khối lượng $m = 100 \text{ g}$ treo vào điểm A cố định bằng một sợi dây mảnh dài 1 m. Đưa quả cầu ra khỏi vị trí cân bằng đến khi dây treo nghiêng với phương thẳng đứng góc $\alpha_0 = 9^\circ$ rồi buông ra nhẹ nhàng cho dao động điều hòa. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$ và $\pi^2 = 10$. Chọn $t = 0$ lúc buông vật, chiều dương là chiều kéo vật ra lúc đầu. Phương trình dao động của con lắc là

- A. $\alpha = \frac{1}{20} \sin \sqrt{2}t \text{ (rad)}$ B. $\alpha = \frac{\pi}{20} \cos \pi t \text{ (rad)}$
 C. $\alpha = \frac{1}{20} \cos \pi t \text{ (rad)}$ D. $\alpha = \frac{\pi}{20} \sin \left(\sqrt{2}t - \frac{\pi}{2} \right) \text{ (rad)}$

Ví dụ 8: Một con lắc đơn có dây treo dài 1 m và vật có khối lượng 1 kg dao động với biên độ góc $5,73^\circ$. Chọn góc thế năng tại vị trí cân bằng của vật, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Cơ năng của con lắc là

- A. 0,1 J. B. 0,01 J. C. 0,05 J. D. 0,5 J.

Phân tích và hướng dẫn giải

Cơ năng của con lắc có thể tính theo nhiều cách khác nhau:

$$E = E_d + E_t = E_{d\max} = E_{t\max}$$

Nếu α_0 nhỏ thì có thể tính theo: $E = \frac{1}{2} m \omega^2 S_0^2 = \frac{1}{2} \frac{mg}{\ell} S_0^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 \ell^2 \alpha_0^2$

Tuy nhiên, ở bài toán này ta tính cơ năng thông qua thế năng cực đại nhanh hơn:

$$E = E_{t\max} = mg\ell(1 - \cos \alpha_0). \text{ Thay số ta được } E = 0,05 \text{ J} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng: Hai con lắc đơn dao động điều hòa tại cùng một nơi trên Trái Đất, có năng lượng dao động bằng 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. Biên độ dài của con lắc thứ nhất là 2 cm. Biên độ dài của con lắc thứ hai là

- A. 4 cm B. $4\sqrt{2}$ cm C. $2\sqrt{2}$ cm D. $\sqrt{2}$ cm.

Ví dụ 9: Một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc $\alpha_0 = 5^\circ$. Với li độ góc α bằng bao nhiêu thì động năng của con lắc gấp 2 lần thế năng?

- A. $\alpha = \pm 3,45^\circ$ B. $\alpha = 2,89^\circ$ C. $\alpha = \pm 2,89^\circ$ D. $\alpha = 3,45^\circ$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cách 1: Chọn gốc thế năng là vị trí mà vật ở vị trí vật thấp nhất.

Từ định luật bảo toàn cơ năng, ta có $E_d + E_t = E_{\max}$ (1)

Theo đề ra, tại li độ góc α thì $E_d = 2E_t$, thay vào (1) được: $3E_t = E_{\max}$

$$\Rightarrow 3mgh = mgh_0 \Rightarrow 3h = h_0 \Rightarrow 3.l(1 - \cos\alpha) = l(1 - \cos\alpha_0)$$

$$\cos\alpha = \frac{2 + \cos\alpha_0}{3} \text{ thay số ta được } \alpha = \pm 2,89^\circ \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Cách 2: Cũng tương tự như phần bài tập của con lắc lò xo, khi động năng bằng n

$$\text{lần thế năng thì vật qua vị trí } \alpha = \pm \frac{\alpha_0}{\sqrt{n+1}} = \pm \frac{5}{\sqrt{2+1}} = \pm \frac{5}{\sqrt{3}} = \pm 2,89^\circ$$

Ví dụ 10: 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. $-\frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$

(Trích DTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Vị trí có động năng bằng thế năng được xác định } \alpha = \pm \frac{\alpha_0}{\sqrt{n+1}} = \pm \frac{\alpha_0}{\sqrt{1+1}} = \pm \frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$$

Vật đang chuyển động nhanh dần theo chiều dương, nói cách khác là vật đang chuyển động về vị trí cân bằng theo chiều dương $\Rightarrow$ vật phải thuộc về phần âm

$$\text{của hệ trục tọa độ } \Rightarrow \alpha = -\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn dao động điều hoà với biên độ góc α_0 . Con lắc có thế năng bằng động năng của nó khi vật ở vị trí có li độ góc

A. $\alpha = \pm \frac{1}{2\sqrt{2}} \alpha_0$

B. $\alpha = \pm \frac{1}{2} \alpha_0$

C. $\alpha = \pm \frac{1}{4} \alpha_0$

D. $\alpha = \pm \frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$

Bài toán 2: Hai con lắc đơn có cùng khối lượng vật nặng, chiều dài dây treo lần lượt là $l_1 = 81\text{cm}$, $l_2 = 64\text{cm}$ dao động với biên độ góc nhỏ tại cùng một nơi với cùng một năng lượng dao động. Biên độ góc của con lắc thứ nhất là $\alpha_{01} = 5^\circ$, biên độ góc α_{02} của con lắc thứ hai là

A. $5,625^\circ$

B. $3,951^\circ$

C. $6,328^\circ$

D. $4,445^\circ$

Ví dụ 11: Một con lắc đơn chiều dài l , dao động điều hoà tại một nơi có gia tốc rơi tự do g với biên độ góc α_0 . Lúc vật đi qua vị trí có li độ góc α , nó có vận tốc là v . Biểu thức nào sau đây đúng?

A. $\frac{v^2}{g l} = \alpha_0^2 - \alpha^2$

B. $\alpha^2 = \alpha_0^2 - g/v^2$

C. $\alpha_0^2 = \alpha^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

D. $\alpha^2 = \alpha_0^2 - \frac{v^2 g}{l}$

Phân tích và hướng dẫn giải

Từ định luật bảo toàn cơ năng cho ta phương trình

$$E_d + E_t = E_{\max}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 + mgh = mgh_0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 + mg l(1 - \cos \alpha) = mg l(1 - \cos \alpha_0)$$

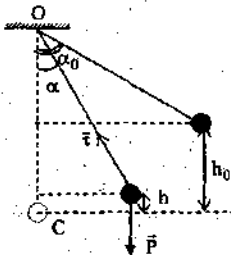
$\Rightarrow$ Vận tốc vật khi ở li độ góc α bất kì:

$$v^2 = 2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)$$

Vì con lắc đơn dao động điều hoà nên các góc α_0 và α đều nhỏ $\Rightarrow$ có thể lấy gần đúng:

$$\cos \alpha_0 = 1 - 2 \sin^2 \frac{\alpha_0}{2} \approx 1 - \frac{\alpha_0^2}{2} \quad \text{và} \quad \cos \alpha = 1 - 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$$

$$\Rightarrow v^2 = 2gl \left(\frac{\alpha_0^2}{2} - \frac{\alpha^2}{2} \right) = gl(\alpha_0^2 - \alpha^2) \Rightarrow \text{Đáp án A}$$



Để hiểu nguồn gốc và cách thiết lập, ví dụ trên được trình bày theo tinh thần diễn giải. Tuy nhiên, để làm nhanh, các bạn chỉ cần nhớ công thức góc $v^2 = 2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)$ rồi biến đổi gần đúng trường hợp góc nhỏ.

Bài tập vận dụng: Con lắc đơn có chiều dài 1 m, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, chọn góc thế năng ở vị trí cân bằng. Con lắc dao động với biên độ $\alpha_0 = 9^\circ$. Giá trị vận tốc của vật tại vị trí mà ở đó động năng bằng thế năng là

A. 0,35 m/s.

B. $\frac{9}{\sqrt{2}} \text{ cm/s}$.

C. $9\sqrt{5} \text{ m/s}$.

D. 9,88 m/s.

Ví dụ 12: Câu trả lời nào là đúng khi nói về lực căng của dây treo con lắc đơn?

- A. Như nhau tại mọi vị trí.
- B. Lớn nhất tại vị trí cân bằng và lớn hơn trọng lượng của con lắc.
- C. Lớn nhất tại vị trí cân bằng và nhỏ hơn trọng lượng của con lắc.
- D. Nhỏ nhất tại vị trí cân bằng và bằng trọng lượng con lắc.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta biết rằng lực căng của dây treo được tính: $\tau_0 = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$

$\Rightarrow$ Các vị trí khác nhau thì góc α khác nhau nên lực căng của sợi dây sẽ khác nhau.

Khi vật qua vị trí cân bằng, $\alpha = 0 \Rightarrow (\cos\alpha)_{\max} = 1 \Rightarrow$ lực căng của sợi dây đạt cực đại $\tau_{\max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$. Dễ thấy $(3 - 2\cos\alpha_0) > 1$ nên $\tau_{\max} > mg \Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 13: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo $\ell = 43,2$ cm, vật có khối lượng m dao động ở nơi có gia tốc trọng trường coi gần đúng bằng 10 m/s^2 với biên độ góc α_0 sao cho $\tau_{\max} = 4\tau_{\min}$. Khi lực căng sợi dây $\tau = 2\tau_{\min}$ thì tốc độ của vật là

- A. 1 m/s.
- B. 1,2 m/s.
- C. 1,6 m/s.
- D. 2 m/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$+ \text{ Từ biểu thức tính lực căng: } \tau_0 = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0) \Rightarrow \begin{cases} \tau_{\max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0) \\ \tau_{\min} = mg\cos\alpha_0 \end{cases}$$

$$\text{Theo đề ra } \tau_{\max} = 4\tau_{\min} \Rightarrow mg(3 - 2\cos\alpha_0) = 4mg\cos\alpha_0 \Rightarrow \cos\alpha_0 = \frac{1}{2}$$

$$+ \text{ Khi } \tau = 2\tau_{\min} \text{ có } mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0) = 2mg\cos\alpha_0 \Rightarrow \cos\alpha = \frac{4}{3}\cos\alpha_0 = \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2}{3}$$

$$+ \text{ Tốc độ vật khi đó là } v = \sqrt{2g\ell(\cos\alpha - \cos\alpha_0)} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,432 \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2} \right)} = 1,2 \text{ m/s}$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

$\rightarrow$ Cho vận tốc v_0 , liệu có tìm được lực căng τ_0 không và ngược lại?

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo $\ell = 100$ cm, vật có khối lượng $m = 50$ g dao động ở nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ với biên độ góc $\alpha_0 = 30^\circ$. Khi $\alpha = 8^\circ$ thì tốc độ của vật và lực căng sợi dây là

- A. 1,65 m/s và 0,706 N.
- B. 1,56 m/s và 0,607 N.
- C. 1,56 m/s và 0,706 N.
- D. 1,65 m/s và 0,607 N.

Bài toán 2: Một con lắc đơn có dây treo dài 1m và vật có khối lượng 100 g. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc 60° rồi thả nhẹ. Bỏ qua ma sát, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Lực căng dây khi vật qua vị trí cân bằng là

- A. 0,5 N. B. 1 N. C. 2 N. D. 3 N.

Bài toán 3: Một con lắc đơn có dây treo dài $l = 0,4 \text{ m}$, vật nặng khối lượng $m = 200 \text{ g}$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Kéo con lắc để dây treo lệch khỏi phương thẳng đứng góc $\alpha = 60^\circ$ rồi buông nhẹ. Lúc lực căng của dây treo là 4 N thì vận tốc của vật bằng

- A. 2 m/s. B. 2,5 m/s. C. 3 m/s. D. 4 m/s.

Bài toán 4: Một con lắc đơn có chiều dài $l = 50 \text{ cm}$, khối lượng $m = 250 \text{ g}$. Tại vị trí cân bằng ta truyền cho vật nặng vận tốc $v = 1 \text{ m/s}$ theo phương ngang, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Lực căng sợi dây khi vật ở vị trí cao nhất là

- A. 2,25 N. B. 2,35 N. C. 3,15 N. D. 3,25 N.

Bài toán 5: Con lắc đơn dao động với phương trình li độ dài $s = 2\cos 7t \text{ (cm)}$ (t đo bằng giây), tại nơi có gia tốc trọng trường $9,8 \text{ (m/s}^2)$. Tỉ số giữa lực căng sợi dây và trọng lực tác dụng lên quả cầu ở vị trí cân bằng là

- A. 1,08. B. 0,98. C. 1,01. D. 1,05.

Bài toán 6: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010) Một con lắc đơn đang dao động điều hòa 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. $3,3^\circ$. B. $6,6^\circ$. C. $5,6^\circ$. D. $9,6^\circ$.

Ví dụ 14: Một con lắc đơn gồm một vật nhỏ được treo vào đầu dưới của một sợi dây không giãn, 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 $0,1 \text{ rad}$ 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 bằng

- A. 0,1. B. 0. C. 10. D. 5,73.

Phân tích và hướng dẫn giải

Gia tốc của vật tại 1 điểm gồm 2 thành phần vuông góc nhau $\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$, nên độ

$$\text{lớn } a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$$

Trong đó gia tốc tiếp tuyến: $a_t = -\omega^2 s$

$$\text{và gia tốc hướng tâm: } a_n = \frac{v^2}{l} = 2g(\cos \alpha - \cos \alpha_0)$$

$$\text{nên } a = \sqrt{a_n^2 + a_{\tau}^2} = \sqrt{(-\omega^2 s)^2 + [2g(\cos\alpha - \cos\alpha_0)]^2}$$

$$+ \text{ Tại VTCB thì } a_{\text{VTCB}} = \sqrt{(-\omega^2 \cdot 0)^2 + [2g(\cos 0 - \cos\alpha_0)]^2}$$

$$a_{\text{VTCB}} = 2g(1 - \cos\alpha_0)$$

$$+ \text{ Tại biên thì } a_B = \sqrt{(-\omega^2 S_0)^2 + [2g(\cos\alpha_0 - \cos\alpha_0)]^2} = \omega^2 S_0$$

$$a_0 = \omega^2 S_0 = \frac{g}{\ell} \alpha_0 \ell = g \alpha_0$$

$$\text{Vậy } \frac{a_{\text{VTCB}}}{a_B} = \frac{2g(1 - \cos\alpha_0)}{g\alpha_0} = \frac{2(1 - \cos 0,1)}{0,1} = 0,099 \approx 0,1 \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng: Một con lắc đơn có chiều dài 1m, dao động điều hoà tại nơi có gia tốc trọng trường là $10 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Góc lớn nhất và dây treo hợp với phương thẳng đứng là $\alpha_0 = 0,1 \text{ (rad)}$. Tại vị trí dây treo hợp với phương thẳng đứng góc $\alpha = 0,01 \text{ (rad)}$ thì gia tốc của vật có độ lớn là

- A. $0,1 \text{ (m/s}^2\text{)}$. B. $0,0989 \text{ (m/s}^2\text{)}$. C. $0,17 \text{ (m/s}^2\text{)}$. D. $0,14 \text{ (m/s}^2\text{)}$.

Ví dụ 15: Chọn câu sai khi nói về tần số dao động điều hòa của con lắc đơn?

- A. Tần số không đổi khi khối lượng con lắc thay đổi.
B. Tần số tăng khi nhiệt độ giảm.
C. Tần số giảm khi biên độ giảm.
D. Tần số giảm khi đưa con lắc lên cao.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$- \text{ Tần số của con lắc đơn } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

- Tần số f không phụ thuộc vào khối lượng m của vật.

- Khi nhiệt độ t giảm $\Rightarrow$ chiều dài $l = l_0(1 + \alpha t)$ giảm $\Rightarrow$ tần số f tăng.

- Trong giới hạn để con lắc đơn dao động điều hòa, tần số f không phụ thuộc biên độ.

$$- \text{ Gia tốc trọng trường } g = G \frac{M}{(R+h)^2} \Rightarrow \text{ khi đưa lên cao, gia tốc trọng trường}$$

giảm $\Rightarrow$ tần số giảm $\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 16: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ trên mặt đất, rồi ở độ cao h và sau khoảng thời gian t đồng hồ chạy nhanh (hay chậm) và sai một lượng thời gian $\Delta\tau$ bằng bao nhiêu?

A. Nhanh, $\Delta\tau = t \frac{h}{R}$

B. Nhanh, $\Delta\tau = t \frac{2h}{R}$

C. Chậm, $\Delta\tau = t \frac{2h}{R}$

D. Chậm, $\Delta\tau = t \frac{h}{R}$

Hướng dẫn:

• Để hiểu bản chất, ta làm như sau:

Ta có: $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_0}}$ với $g_0 = G \frac{M}{R^2}$ và $T_h = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_h}}$, $g_h = G \frac{M}{(R+h)^2}$

$$\Rightarrow \frac{T_h}{T_0} = \sqrt{\frac{g_0}{g_h}} = \sqrt{\frac{(R+h)^2}{R^2}} = \frac{R+h}{R} = 1 + \frac{h}{R} \Rightarrow T_h = \left(1 + \frac{h}{R}\right) T_0$$

Thấy ngay $T_h > T_0$ nên đồng hồ chạy chậm.

Lượng chậm trong 1 giây là: $\delta = \frac{T_h - T_0}{T_h} = \frac{\frac{h}{R} T_0}{T_h} \approx \frac{h}{R}$ (vì $T_h \approx T_0$)

Lượng chậm trong khoảng thời gian t giây: $\Delta\tau = t\delta$ nên $\Delta\tau = t \frac{h}{R} \Rightarrow$ **Đáp án D.**

• Để làm nhanh, ta có thể làm như sau:

Từ công thức $\frac{dT}{T} = \frac{dl}{2l} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha dt}{2} + \frac{dh_{\text{m}}}{2R} + \frac{dh_{\text{m}}}{2R}$, do chỉ có sự biến thiên độ cao nên

ta có $\frac{dT}{T} = \frac{dh_{\text{m}}}{R}$ hay viết lại là $\frac{\Delta\tau}{t} = \frac{h}{R} > 0$ nên đồng hồ chạy chậm $d\tau = t \frac{h}{R}$.

⇒ **Chú ý:** Nếu thấy $\frac{\Delta\tau}{t} < 0$ hoặc $\Delta\tau < 0$ thì kết luận đồng hồ chạy nhanh

Ví dụ 17: Người ta đưa 1 đồng hồ quả lắc từ mặt đất lên độ cao $h = 0,5\text{km}$, coi nhiệt độ không thay đổi. Biết bán kính Trái đất là 6400km . Mỗi ngày đêm đồng hồ chạy

A. nhanh 7,56s.

B. chậm 7,56s.

C. chậm 6,75s.

D. nhanh 6,75s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Do độ cao h tăng $\Rightarrow g = G \frac{M}{(R+h)^2}$ giảm, làm cho chu kì $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ tăng lên.

$\Rightarrow$ Đồng hồ sẽ chạy chậm.

Lượng chậm trong một ngày đêm $t = 86400$ s là:

$$\Delta\tau = t \cdot \frac{h}{R} = 86400 \cdot \frac{0,5}{6400} = 6,75s. \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Cách giải khác: Từ $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g} + \frac{a \cdot dt}{2} + \frac{dh_{ao}}{R} + \frac{dh_{so}}{2R} \Rightarrow \frac{dT}{T} = \frac{dh_{ao}}{R} \Rightarrow \frac{\Delta\tau}{t} = \frac{h}{R}$
 $\Rightarrow d\tau = t \cdot \frac{h}{R} = 86400 \cdot \frac{0,5}{6400} = 6,75s (> 0)$ nên chạy chậm 6,75s

Bài tập vận dụng: Coi Trái Đất hình cầu bán kính 6400 km. Một đồng hồ quả lắc chạy đúng ở trên mặt đất với chu kì $T_0 = 2$ s. Khi đưa đồng hồ lên cao 2500 m thì mỗi ngày đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?

A. Chậm 67,5 s. B. Chậm 33,75 s. C. Nhanh 33,75 s. D. Nhanh 67,5 s.

Ví dụ 18: Đồng hồ quả lắc đặt trên mặt đất chạy đúng với chu kì T_0 , nếu đưa đồng hồ xuống độ sâu h' so với mặt đất và giữ cho nhiệt độ không đổi thì đồng hồ chạy nhanh hay chậm một lượng bao nhiêu sau khoảng thời gian t ?

A. Chạy nhanh $t \cdot \frac{h}{R}$

B. Chạy chậm $t \cdot \frac{h}{R}$

C. Chạy nhanh $t \cdot \frac{h}{2R}$

D. Chạy chậm $t \cdot \frac{h}{2R}$

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Tại mặt đất, gia tốc trọng trường $g_0 = G \frac{M}{R^2}$ và chu kì $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g_0}}$

+ Tại độ sâu h' so với mặt đất, có $g_h = G \frac{M}{(R-h')^2}$ và $T_h = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g_h}}$

$$\Rightarrow \frac{T_h}{T_0} = \sqrt{\frac{g_0}{g_h}} = \sqrt{\left(\frac{R-h'}{R}\right)^2 \cdot \frac{M}{M}} = \sqrt{\frac{(R-h')^2}{R^2} \cdot \frac{D \cdot \frac{4}{3}\pi R^3}{D \cdot \frac{4}{3}\pi (R-h')^3}} = \sqrt{\frac{R}{R-h'}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_h}{T_0} = \sqrt{\frac{1}{1-\frac{h'}{R}}} = \left(1 - \frac{h'}{R}\right)^{-\frac{1}{2}} \approx 1 + \frac{h'}{2R} \Rightarrow T_h = T_0 + \frac{h'}{2R} \cdot T_0$$

$T_h > T_0 \Rightarrow$ Đồng hồ chạy chậm.

+ Thời gian đồng hồ chạy chậm trong 1 chu kì: $\Delta T = T_h - T_0 = \frac{h'}{2R} T_0$

Thời gian đồng hồ chạy chậm sau khoảng thời gian t :

$$\frac{t}{T_0} \Delta T = \frac{t}{T_0} \cdot \frac{h T_0}{2R} = t \frac{h}{2R} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

⇒ **Chú ý:** Đang ở mặt đất, nếu đưa con lắc lên cao h hoặc xuống độ sâu h' so với bề mặt Trái Đất, đồng hồ đều chạy CHẠM. Nhưng lượng chậm sau khoảng thời gian t tính khác nhau: Lên độ cao h , đồng hồ chạy chậm $t \frac{h}{R}$.

Xuống độ sâu h' , đồng hồ chạy chậm $t \frac{h}{2R}$.

Ví dụ 19: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ trên mặt đất ở nhiệt độ 25°C . Biết hệ số nở dài của dây treo con lắc $\alpha = 2 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$. Khi nhiệt độ ở đó là 20°C thì sau một ngày đêm, đồng hồ chạy như thế nào?

A. Chậm 8,64 s. B. Nhanh 8,64 s. C. Chậm 4,32 s. D. Nhanh 4,32 s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Ở nhiệt độ $t_1 = 25^\circ\text{C}$ có chiều dài $l_1 = l_0(1 + \alpha t_1)$ và chu kì T_1 .

+ Ở nhiệt độ $t_2 = 20^\circ\text{C}$, có chiều dài $l_2 = l_0(1 + \alpha t_2)$ và chu kì T_2 .

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \sqrt{\frac{(1 + \alpha t_2)}{(1 + \alpha t_1)}} = (1 + \alpha t_2)^{\frac{1}{2}} (1 + \alpha t_1)^{-\frac{1}{2}}$$

Do αt_1 và αt_2 đều rất nhỏ so với 1 nên $\frac{T_2}{T_1} \approx \left[1 + \frac{1}{2} \alpha (t_2 - t_1) \right]$

Vì $t_2 < t_1 \Rightarrow T_2 < T_1 \Rightarrow$ Đồng hồ chạy nhanh lên.

Trong trường hợp tổng quát, lượng sai trong t giây là:

$$\Delta \tau = \frac{t}{T_2} \Delta T = \frac{t}{T_2} |T_2 - T_1| = t \frac{1}{2} \alpha |t_1 - t_2|$$

Ở bài toán này, trong 1 ngày đêm $t = 86400 \text{ s}$, lượng nhanh là:

$$\Delta \tau = 86400 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-5} |25 - 20| = 4,32 \text{ s} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

⇒ **Chú ý:** Ta có thể giải nhanh bài toán trên như sau:

Do nhiệt độ t giảm $\Rightarrow$ chiều dài dây treo $l = l_0(1 + \alpha t)$ giảm $\Rightarrow$ chu kì $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

giảm xuống $\Rightarrow$ Đồng hồ sẽ chạy nhanh. Lượng nhanh là:

$$\Delta \tau = t \frac{1}{2} \alpha |t_1 - t_2| = 86400 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-5} |25 - 20| = 4,32 \text{ s} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Hoặc nhanh hơn nữa nếu dùng công thức $\frac{dT}{T} = \frac{dl}{l} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha dt}{2} + \frac{dh_{\text{cao}}}{R} + \frac{dh_{\text{dạ}}}{2R}$

Ví dụ 20: Một đồng hồ quả lắc có chu kì $T_0 = 2\text{ s}$ ở nhiệt độ 0°C . Biết hệ số giãn nở vì nhiệt của dây treo làm con lắc đơn $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ độ}^{-1}$, lấy $g = \pi^2 \text{ m/s}^2$. Giả sử nhiệt độ tăng lên 25°C , thời gian con lắc chạy sai trong một giờ và chiều dài dây treo của con lắc lúc đó là

A. nhanh 0,54s; $\ell = 1,0003\text{m}$.

B. chậm 0,54s; $\ell = 1,0003\text{m}$.

C. nhanh 12,96s; $\ell = 1,0003\text{m}$.

D. chậm 0,54s; $\ell = 1,03\text{m}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Nhiệt độ t tăng làm chiều dài dây treo $\ell = \ell_0(1 + \alpha t)$ tăng $\Rightarrow$ chu kì $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$

tăng lên $\Rightarrow$ Đồng hồ sẽ chạy chậm. Lượng chậm là:

$$3600 \cdot \frac{1}{2} \alpha |\Delta t| = 3600 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 25 = 0,54\text{s}$$

+ Tại nhiệt độ 0°C , có: $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell_0}{g}} \Rightarrow \ell_0 = \frac{T_0^2}{4\pi^2} \cdot g = \frac{2^2}{4\pi^2} \cdot \pi^2 = 1\text{m}$

Vậy chiều dài dây treo ở 25°C là:

$$\ell = \ell_0(1 + \alpha t) = 1 \cdot (1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 25) = 1,0003 \text{ (m)} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn dây treo làm bằng kim loại. Ở 0°C chu kì $T_0 = 2\text{ s}$, hệ số nở dài $\alpha = 2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Ở 20°C chu kì là

A. 2,004s.

B. 2,4s.

C. 2,04s.

D. 2,0004s.

Bài toán 2: Một con lắc đơn có dây treo bằng kim loại, hệ số giãn nở của kim loại này là $\alpha = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ độ}^{-1}$, con lắc đơn dao động tại một điểm cố định trên mặt đất, có chu kì $T = 2\text{ s}$ lúc ở 10°C . Nếu nhiệt độ tăng thêm 20°C thì chu kì

A. tăng $2,8 \cdot 10^{-4}\text{ s}$.

B. giảm $2,8 \cdot 10^{-4}\text{ s}$.

C. tăng $4,2 \cdot 10^{-4}\text{ s}$.

D. giảm $4,2 \cdot 10^{-4}\text{ s}$.

Bài toán 3: Một đồng hồ dùng con lắc đơn làm hệ đếm giây. Dây treo vật bằng kim loại có hệ số giãn nở $\alpha = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ độ}^{-1}$. Biết đồng hồ chạy đúng ở 25°C . Hỏi rằng nếu nhiệt độ giảm xuống còn 10°C thì mỗi ngày đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?

A. Nhanh 14,32s.

B. Chậm 11,66s.

C. Chậm 14,32s.

D. Nhanh 11,66s.

Bài toán 4: Trong quá trình hoạt động của mình, nếu nhiệt độ của môi trường là t_1 , mỗi ngày đồng hồ quả lắc sẽ chạy nhanh Δt , còn nếu nhiệt độ của môi trường là t_2 , mỗi ngày đồng hồ sẽ chạy chậm $3\Delta t$. Đồng hồ trên đã được thiết kế để chạy đúng giờ ở

A. $\frac{(3t_1 + t_2)}{4}$

B. $\frac{(t_1 + t_2)}{2}$

C. $\frac{(2t_1 + t_2)}{3}$

D. $2t_2 - t_1$

Ví dụ 21: Một đồng hồ quả lắc, chạy đúng giờ khi đặt trên mặt đất và ở nhiệt độ $t_1 = 25^\circ\text{C}$. Cho biết hệ số giãn nở vì nhiệt của dây treo là $\alpha = 10^{-4} \text{ độ}^{-1}$, bán kính Trái Đất $R = 6400\text{km}$. Nếu đưa đồng hồ lên độ cao $6,4\text{km}$ so với bề mặt Trái Đất và nhiệt độ ở đó là -10°C thì mỗi ngày đêm đồng hồ sẽ chạy

A. nhanh 237,6s

B. chậm 237,6s

C. nhanh 64,8s

D. chậm 64,8s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Riêng sự giảm nhiệt độ từ 25°C xuống -10°C làm đồng hồ chạy *nhANH* một

lượng: $86400 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{-4} \cdot 35 = 151,2\text{s}$

+ Khi đưa con lắc lên độ cao h , riêng sự thay đổi này làm đồng hồ chạy *chẬM* một

lượng: $86400 \cdot \frac{6,4}{6400} = 86,4\text{s}$

+ Như vậy trong một ngày đêm, đồng hồ chạy nhanh: $151,2 - 86,4 = 64,8\text{s}$.

$\Rightarrow$ **Đáp án C.**

Bài tập vận dụng: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ trên mặt đất ở nhiệt độ 17°C . Đưa đồng hồ lên đỉnh núi cao $h = 640\text{m}$ thì đồng hồ vẫn chỉ đúng giờ. Biết hệ số nở dài dây treo con lắc $\alpha = 4 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Bán kính Trái Đất là 6400km . Nhiệt độ trên đỉnh núi là

A. $17,5^\circ\text{C}$.

B. $14,5^\circ\text{C}$.

C. 12°C .

D. 7°C .

Ví dụ 22: Một đồng hồ quả lắc, chạy đúng giờ khi đặt trên mặt đất và ở nhiệt độ $t_1 = 25^\circ\text{C}$. Cho biết hệ số giãn nở vì nhiệt của dây treo là $\alpha = 10^{-4} \text{ độ}^{-1}$, bán kính Trái Đất $R = 6400\text{km}$. Nếu đưa con lắc xuống độ sâu $6,4 \text{ km}$ so với bề mặt Trái Đất và nhiệt độ ở đó là 45°C thì mỗi ngày đêm con lắc chạy

A. nhanh 129,6s.

B. nhanh 43,2s.

C. chậm 86,4s.

D. chậm 129,6s.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Riêng sự tăng nhiệt độ từ 25°C tới 45°C làm đồng hồ chạy *chẬM* một lượng:

$$86400 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{-4} \cdot 20 = 86,4\text{s}$$

+ Khi đưa con lắc xuống độ sâu h , làm đồng hồ chạy *chẬM* một lượng:

$$86400 \cdot \frac{6,4}{2 \cdot 6400} = 43,2\text{s}$$

Tóm lại: Trong một ngày đêm, đồng hồ chạy chậm $86,4 + 43,2 = 129,6 \text{ (s)}$.

$\Rightarrow$ **Đáp án D.**

Bài tập vận dụng: Đem một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ trên mặt đất ở nhiệt độ 20°C xuống đáy một hầm mỏ ở độ sâu $h = 500\text{ m}$ thì thấy nó vẫn chạy đúng giờ. Biết bán kính Trái Đất là $R = 6400\text{ km}$, hệ số nở dài của thanh treo con lắc là $\lambda = 5 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ ở đáy hầm mỏ này là

- A. $1,60^{\circ}\text{C}$. B. $18,4^{\circ}\text{C}$. C. $21,6^{\circ}\text{C}$. D. $23,2^{\circ}\text{C}$.

Ví dụ 23: Một con lắc đơn dao động tại địa điểm A với chu kì 2 s. Đưa con lắc tới địa điểm B thì thực hiện 100 dao động hết 201 s. Coi nhiệt độ hai nơi này bằng nhau. So với gia tốc trọng trường tại A, gia tốc trọng trường tại B

- A. tăng 0,1%. B. giảm 0,1%. C. tăng 1%. D. giảm 1%.

Phân tích và hướng dẫn giải

– Theo đề ra có $T_B = 2,01\text{ s}$

$$\text{– Từ: } T_A = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_A}} \text{ và } T_B = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_B}} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{g_B}{g_A}}$$

$$\Rightarrow \frac{g_B}{g_A} = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2 \Rightarrow g_B = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2 g_A = \left(\frac{2}{2,01}\right)^2 g_A = 0,99 g_A$$

Vì $g_B < g_A$ nên gia tốc trọng trường tại B giảm so với gia tốc trọng trường tại A.

$$\text{Có } \Delta g = \frac{g_A - g_B}{g_A} = 0,01 = 1\% \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

⚡ **Chú ý:** Bài toán trên có thể giải theo cách khác như sau:

$$\text{+ Từ công thức phân li thuyết } \frac{dT}{T} = \frac{dl}{2l} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R} + \frac{dh_{sâu}}{2R}$$

Ở bài toán này, không có biến thiên do cắt ghép cơ học nên $dl = 0$, không có biến thiên nhiệt độ nên $dt = 0$, không có biến thiên độ cao nên $dh_{cao} = 0$, không có biến

thiên độ sâu nên $dh_{sâu} = 0$. Chỉ có biến thiên do vị trí, vì vậy $\frac{dT}{T} = -\frac{dg}{2g}$

$$\Rightarrow \frac{dg}{g} = -2 \frac{dT}{T} = -2 \frac{0,01}{2} = -0,01 = -1\% \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Và tương tự, bạn đọc hãy vận dụng công thức trên để giải lại các ví dụ từ 16 đến 22 sẽ thấy nhanh chóng hơn, chẳng hạn, ở ví dụ 21 do chỉ có 2 sự biến thiên nên

$$\frac{dT}{T} = \frac{\alpha dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R}, \quad dT = \left[\frac{\alpha dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R} \right] \cdot T = \left[\frac{10^{-4} \cdot (-35)}{2} + \frac{6,4}{6400} \right] \cdot 86400 = -64,8\text{ s}$$

Vậy đồng hồ chạy nhanh 64,8s.

Ví dụ 24: Một đồng hồ đếm giây đặt trên mặt đất, mỗi ngày đếm chậm 130 s. Phải điều chỉnh độ dài của con lắc thế nào so với độ dài hiện trạng để đồng hồ chạy đúng?

- A. Tăng 0,2%. B. Tăng 0,3%. C. Giảm 0,2%. D. Giảm 0,3%.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Đồng hồ đang chậm, muốn đồng hồ chạy đúng thì chu kì phải giảm $\Rightarrow$ Chiều dài giảm.

+ Từ $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R} + \frac{dh_{sâu}}{2R}$, vì không có sự biến thiên vị trí, nhiệt độ

độ cao và độ sâu, chỉ có biến thiên chiều dài nên $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell}$

$\Rightarrow$ độ giảm chiều dài là $\frac{d\ell}{\ell} = 2 \frac{dT}{T} = 2 \frac{130}{86400} = 0,003 = 0,3\% \Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 25: Một đồng hồ quả lắc có chu kì $T = 2$ s ở Hà Nội với $g_1 = 9,7926 \text{ m/s}^2$ và ở nhiệt độ $t_1 = 10^\circ\text{C}$. Biết hệ số giãn nở của thanh treo $\alpha = 2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Chuyển đồng hồ vào Thành phố Hồ Chí Minh ở đó $g_2 = 9,7867 \text{ m/s}^2$ và nhiệt độ $t_2 = 33^\circ\text{C}$. Muốn đồng hồ vẫn chạy đúng trong điều kiện mới thì phải tăng hay giảm độ dài con lắc một lượng bao nhiêu?

- A. Giảm 1,05 mm. B. Giảm 1,55 mm. C. Tăng 1,05 mm. D. Tăng 1,55 mm.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Từ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow$ chiều dài $l = \frac{g_1 T^2}{4\pi^2} = 0,9922 \text{ m}$

+ Ta có $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R} + \frac{dh_{sâu}}{2R}$. Do $dh_{cao} = 0$, $dh_{sâu} = 0$ và $dT = 0$

nên $\frac{1}{2} \frac{d\ell}{\ell} = \frac{1}{2} \frac{dg}{g} - \frac{\alpha dt}{2} \Rightarrow d\ell = \left[\frac{dg}{g} - \alpha dt \right] \ell$, thay số ta được:

$d\ell = \left[\frac{9,7867 - 9,7926}{9,7926} - 2 \cdot 10^{-5} (33 - 10) \right] 0,9922 = -1,05 \cdot 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 26: Một đồng hồ quả lắc được điều khiển bởi một con lắc đơn mà thanh treo nhẹ làm bằng chất có hệ số nở dài $\alpha = 2 \cdot 10^{-5} \text{ độ}^{-1}$. Đồng hồ chạy đúng giờ khi nhiệt độ môi trường $t_1 = 30^\circ\text{C}$. Do sơ suất khi bảo dưỡng đồng hồ, người thợ đã làm thay đổi chiều dài của con lắc nên khi nhiệt độ là $t_2 = 20^\circ\text{C}$ thì mỗi ngày đồng hồ chạy chậm 6,045 s. Hỏi người thợ lúc đó đã làm chiều dài tăng hay giảm bao nhiêu phần trăm?

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Mỗi ngày đêm, đồng hồ chạy chậm $6,045 \text{ s} \Rightarrow \frac{dT}{T} = \frac{6,045}{86400} \approx 0,7 \cdot 10^{-4}$

+ Sự thay đổi chu kì của con lắc do 2 nguyên nhân: do nhiệt độ và do điều chỉnh chiều dài nên $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} + \frac{\alpha \cdot dt}{2}$

$$\Rightarrow \frac{d\ell}{\ell} = 2 \frac{dT}{T} - \alpha \cdot dt = 2,0 \cdot 7 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-5} \cdot (20 - 30) = 3,4 \cdot 10^{-4} = 0,034\% > 0$$

Vậy người thợ đã làm tăng chiều dài của con lắc một lượng 0,034%.

Ví dụ 27: Một đồng hồ quả lắc được điều khiển bởi con lắc đơn chạy đúng giờ. Nếu chiều dài giảm 0,02% và gia tốc trọng trường tăng 0,01% thì sau một tuần đồng hồ chạy nhanh hay chậm một lượng bao nhiêu?

Phân tích và hướng dẫn giải

Cũng từ công thức $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha \cdot dt}{2} + \frac{dh_{\text{cao}}}{R} + \frac{dh_{\text{thấp}}}{2R}$. Do bài toán này chỉ có

biến thiên nhỏ của chiều dài và gia tốc nên $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g}$

$$\text{Ta có: } \frac{dT}{T} = \frac{1}{2} \frac{d\ell}{\ell} - \frac{1}{2} \frac{dg}{g} = \frac{1}{2} \left(-\frac{0,02}{100} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{0,01}{100} \right) = -\frac{0,015}{100} = -15 \cdot 10^{-4} < 0$$

$\Rightarrow T_2 < T_1 \Rightarrow$ đồng hồ chạy nhanh.

+ Lượng nhanh: $dT = 15 \cdot 10^{-4} \cdot T = 15 \cdot 10^{-4} \cdot 7 \cdot 86400 = 90,72 \text{ s}$.

Ví dụ 28: Hai con lắc đơn dao động với các chu kì $T_1 = 6,4 \text{ s}$ và $T_2 = 4,8 \text{ s}$. Khoảng thời gian giữa hai lần chúng cùng đi qua vị trí cân bằng và chuyển động về cùng một phía (trùng phùng) liên tiếp là

A. 11,2 s.

B. 5,6 s.

C. 30,72 s.

D. 19,2 s.

Phân tích và hướng dẫn giải

Khoảng thời gian giữa 2 lần trùng phùng liên tiếp $t = \frac{T_1 T_2}{|T_1 - T_2|} = \frac{6,4 \cdot 4,8}{6,4 - 4,8} = 19,2 \text{ s}$

$\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng: Hai con lắc đơn treo cạnh nhau có chu kì dao động nhỏ là 8s và 10s. Kéo hai con lắc lệch một góc nhỏ như nhau rồi đồng thời buông nhẹ thì hai con lắc sẽ đồng thời trở lại vị trí này sau thời gian

A. 40 s

B. 32 s

C. 20 s

D. 50 s

Ví dụ 29: Một con lắc lò xo và con lắc đơn, khi ở dưới mặt đất cả hai con lắc dao động với chu kì $T = 2s$. Đưa cả 2 con lắc lên đỉnh núi (coi nhiệt độ không thay đổi) thì hai con lắc dao động lệch chu kì nhau. Thỉnh thoảng chúng lại cùng đi qua vị trí cân bằng và chuyển động về cùng một phía, khoảng thời gian giữa hai lần như vậy là 8 phút 20 giây. Chu kì của con lắc đơn trên đỉnh núi là.

- A. 2,008 s. B. 1,992 s. C. 2,010 s. D. 1,990 s.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Do chu kì của con lắc lò xo chỉ phụ thuộc vào k và m nên khi lên đỉnh núi, chu kì của nó vẫn là 2 s, vậy số dao động mà nó thực hiện được giữa hai lần trùng

phùng liên tiếp là $n = \frac{t}{T} = \frac{500}{2} = 250$

+ Ta biết rằng, chu kì của con lắc đơn phụ thuộc vào gia tốc g , khi độ cao h tăng thì g giảm, nên trên đỉnh núi chu kì của nó tăng và sẽ lớn hơn 2 s, tức là lớn hơn chu kì của con lắc lò xo, vì vậy số dao động của nó trong khoảng thời gian giữa hai lần trùng phùng liên tiếp sẽ nhỏ hơn số dao động của con lắc lò xo 1 đơn vị và bằng $n' = 250 - 1 = 249$

+ Lại có $t = n'.T' \Rightarrow$ chu kì con lắc đơn $T' = \frac{t}{n'} = \frac{500}{249} = 2,008 \text{ s} \Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 30: Biết gia tốc trọng trường là g . Một đồng hồ quả lắc treo trên trần của một chiếc thang máy, khi thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc a thì chu kì dao động của con lắc đơn tính như thế nào?

Phân tích và hướng dẫn giải

Khi thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc a , vật chịu thêm lực quán tính hướng xuống dưới ($\vec{F}_{qt} = m\vec{a}_{qt} = -m\vec{a}$) nên $\vec{F}_{qt}$ cùng chiều với $\vec{P}$

Gia tốc hiệu dụng $g_M = g + a_{qt} = g + a \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_M}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g+a}}$

Ví dụ 31: Con lắc đơn được treo ở trần một thang máy. Khi thang máy đứng yên, con lắc dao động điều hoà với chu kì T . Khi thang máy đi lên thẳng đứng, chậm dần đều với gia tốc $a = \frac{g}{2}$ thì con lắc dao động với chu kì T' bằng

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

Phân tích và hướng dẫn giải

Khi thang máy đi lên chậm dần đều với gia tốc a , vật chịu thêm lực quán tính hướng lên trên ($\vec{F}_{qt} = m \cdot \vec{a}_{\text{thang}} = -m \cdot \vec{a}$) nên $\vec{F}_{qt}$ ngược chiều với $\vec{P}$

Gia tốc hiệu dụng $g_{\text{hd}} = g - a = g - 0,5g = 0,5g$

$$\Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{\text{hd}}}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{0,5g}} = T\sqrt{2} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Lấy $g = \pi^2 = 10 \text{ m/s}^2$. Treo con lắc đơn có độ dài $l = 100 \text{ cm}$ trong thang máy, cho thang máy chuyển động nhanh dần đều đi lên với gia tốc $a = 2 \text{ m/s}^2$ thì chu kỳ dao động của con lắc đơn

A. tăng 11,8%.

B. giảm 16,67%.

C. giảm 8,71%

D. tăng 25%

Bài toán 2: Một con lắc đơn treo vào một thang máy, khi thang máy đứng yên thì con lắc dao động với chu kỳ 1s, khi thang máy chuyển động thì con lắc dao động với chu kỳ 0,96s. Thang máy chuyển động

A. nhanh dần đều đi lên.

B. nhanh dần đều đi xuống.

C. chậm dần đều.

D. thẳng đều.

Ví dụ 32: Con lắc đơn được treo ở trần một ô tô. Khi ô tô đứng yên, con lắc dao động điều hoà với chu kỳ T . Khi ô tô chuyển động nhanh dần đều theo phương ngang với gia tốc có độ lớn $a = \frac{g}{2}$ thì con lắc dao động với chu kỳ bằng

A. $0,5T$

B. $T\sqrt{3}$

C. $\frac{T}{\sqrt{2}}$

D. $0,95T$

Phân tích và hướng dẫn giải

Khi chịu thêm lực quán tính theo phương ngang, ở VTCB, dây treo bị lệch so với

phương thẳng đứng góc α với $\tan \alpha = \frac{F}{P} = \frac{a}{g} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 26,5^\circ$.

$$\Rightarrow T' = T \sqrt{\cos \alpha} = T \sqrt{\cos 26,5^\circ} \approx 0,95T \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Ví dụ 33: Một con lắc đơn được treo vào trần một ô tô đang chuyển động trên mặt đường nằm ngang. Thấy rằng:

- Khi xe chuyển động thẳng đều thì chu kỳ dao động là T_1 .

- Khi xe chuyển động thẳng nhanh dần đều với gia tốc a thì chu kỳ dao động là T_2 .

- Khi xe chuyển động thẳng chậm dần đều với gia tốc a thì chu kỳ dao động là T_3 .

Biểu thức nào sau đây đúng?

A. $T_2 < T_1 < T_3$. B. $T_2 = T_1 = T_3$. C. $T_2 = T_3 > T_1$. D. $T_2 = T_3 < T_1$.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Khi xe chuyển động thẳng đều, không có lực quán tính, chu kì $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (1)

+ Khi xe chuyển động thẳng biến đổi đều theo phương ngang. Với cùng gia tốc a , dù nhanh dần hay chậm dần thì $g' = \sqrt{g^2 + a^2}$, nên chu kì đều bằng nhau và bằng

$$T_2 = T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + a^2}}} \quad (2)$$

+ Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn có chu kì dao động $T = 2$ s. Nếu treo con lắc vào trần một toa xe đang chuyển động nhanh dần đều trên mặt đường nằm ngang thì thấy rằng ở vị trí cân bằng mới, dây treo con lắc hợp với phương thẳng đứng một góc $\varphi = 30^\circ$. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tìm chu kì dao động mới của con lắc trong toa xe và gia tốc của toa xe?

A. 1,86 s; $5,77 \text{ m/s}^2$.

B. 1,86 s; 10 m/s^2 .

C. 2 s; $5,77 \text{ m/s}^2$.

D. 2 s; 10 m/s^2 .

Bài toán 2: 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 hòa 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 hòa của con lắc là 3,15 s. Khi thang máy đứng yên thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là

A. 2,96 s.

B. 2,84 s.

C. 2,61 s.

D. 2,78 s.

Bài toán 3: Một con lắc đơn được treo vào trần một toa của đoàn tàu hỏa. Khi tàu đứng yên, con lắc dao động bé với chu kì T . Hãy tính chu kì dao động bé T' của con lắc khi đoàn tàu này chuyển động với tốc độ không đổi v trên một đường ray nằm trên mặt phẳng nằm ngang có dạng một cung tròn bán kính cong R . Cho biết gia tốc trọng trường là g ; bán kính cong R là rất lớn so với chiều dài con lắc và khoảng cách giữa hai thanh ray. Bỏ qua mọi sự mất mát năng lượng.

Ví dụ 34: Một con lắc đơn dao động nhỏ với chu kì T_0 . Cho quả cầu con lắc tích điện dương và dao động nhỏ trong điện trường có đường sức hướng xuống thẳng đứng, chu kì con lắc khi đó so với T_0 như thế nào?

A. Nhỏ hơn T_0 .

B. Lớn hơn T_0 .

C. Không xác định được.

D. Bằng T_0 .

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Khi chưa có lực điện trường: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (1)

+ Khi có lực điện trường hướng xuống cùng chiều trọng lực P thì

$$g_M = g + a = g + \frac{qE}{m} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \frac{qE}{m}}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) dễ dàng nhận thấy $T < T_0 \Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 35: Đặt con lắc đơn trong điện trường đều có E theo phương thẳng đứng hướng từ trên xuống dưới và có độ lớn $E = 10^4 \text{ V/m}$. Biết khối lượng của quả cầu là $m = 20\text{g}$, quả cầu được tích điện $q = -12 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, chiều dài dây treo $\ell = 1\text{m}$, lấy $g = \pi^2 = 10 \text{ m/s}^2$. Chu kì dao động của con lắc là

A. $\frac{\pi}{4} \text{ s}$.

B. $\frac{\pi}{2} \text{ s}$.

C. $\pi \text{ s}$.

D. $2\pi \text{ s}$.

Hướng dẫn:

Vì $q < 0$ nên $\vec{F} \uparrow \vec{E}$

$$\Rightarrow \vec{F} \uparrow \vec{P} \Rightarrow g = g - a = g - \frac{|q|E}{m} = 10 - \frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4}{0,02} = 4 \text{ (m/s}^2\text{)}.$$

$$\text{Chu kì dao động: } T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{4}} = \pi \text{ (s)} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 36: Một con lắc đơn dài $\ell = 25\text{cm}$, hòn bi có $m = 10\text{g}$ và mang điện tích $q = 10^{-4} \text{ C}$. Treo con lắc vào giữa hai bản kim loại thẳng đứng, song song, cách nhau $d = 22\text{cm}$. Đặt vào hai bản hiệu điện thế một chiều $U = 88\text{V}$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Chu kì dao động điều hòa với biên độ góc nhỏ của nó là

A. $T = 0,983\text{s}$.

B. $T = 0,389\text{s}$.

C. $T = 0,659\text{s}$.

D. $T = 0,956\text{s}$.

Hướng dẫn:

$$\text{Ta có } F = |q| \cdot E = |q| \cdot \frac{U}{d} = 10^{-4} \cdot \frac{88}{22 \cdot 10^{-2}} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

$$P = mg = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 10 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

$$\text{Do } \vec{F} \perp \vec{P} \text{ nên } P' = \sqrt{P^2 + F^2} = 10,77 \cdot 10^{-2} \text{ N} \Rightarrow g' = \frac{P'}{m} = 10,77 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Lúc đó } T' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g'}} = 2,314\sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-2}}{10,77}} = 0,956 \text{ s} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Ví dụ 37: Con lắc đơn có chiều dài dây treo $\ell = 1\text{m}$, vật nhỏ có khối lượng $m = 20\text{g}$, lấy $g = \pi^2 = 10 \text{ m/s}^2$. Tích điện $q = -2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{C}$ cho vật rồi đặt con lắc vào trong điện trường đều có $\vec{E}$ nằm theo phương ngang với $E = 10^4 \text{ V/m}$. Chu kì dao động mới của con lắc là

A. $\frac{\pi}{\sqrt{2}} \text{ s}$

B. $\frac{\pi}{\sqrt{5}} \text{ s}$

C. $\frac{\pi}{\sqrt{10}} \text{ s}$

D. $\frac{\pi}{\sqrt{20}} \text{ s}$

Phân tích và hướng dẫn giải

Khi đặt trong điện trường, ở VTGB, dây treo bị lệch so với phương thẳng đứng một góc α được xác định qua:

$$\tan \alpha = \frac{F}{P} = \frac{|q|E}{mg} = \frac{|-2\sqrt{3} \cdot 10^{-5}| \cdot 10^4}{0,02 \cdot 10} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{3}$$

Vậy $T = T \sqrt{\cos \alpha} = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g} \cos \frac{\pi}{3}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{20}} = \frac{\pi}{\sqrt{5}} \text{ s} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Bài tập vận dụng: Có ba con lắc cùng chiều dài dây treo, cùng khối lượng. Con lắc thứ nhất và con lắc thứ hai mang điện tích q_1 và q_2 , con lắc thứ ba không mang điện tích. Chu kì dao động điều hoà của chúng trong điện trường có phương thẳng đứng lần lượt là T_1 , T_2 và T_3 với $T_1 = \frac{1}{3} T_3$, $T_2 = \frac{2}{3} T_3$. Biết rằng

$q_1 + q_2 = 7,4 \cdot 10^{-8} \text{ (C)}$. Điện tích q_1 là

A. 10^{-8}C

B. $6,4 \cdot 10^{-8} \text{C}$

C. $6,8 \cdot 10^{-8} \text{C}$

D. $-5,6 \cdot 10^{-8} \text{C}$

Ví dụ 38: Con lắc đơn được treo trong điện trường đều có cường độ không đổi và hướng thẳng đứng. Cho vật tích điện Q thì thấy tỉ số giữa chu kì dao động nhỏ khi điện trường hướng lên hoặc hướng xuống là $\frac{T_1}{T_2} = \frac{9}{11}$. Điện tích Q là điện tích

A. dương

B. âm

C. dương hoặc âm.

D. có dấu không thể xác định được.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Do $\frac{T_1}{T_2} = \frac{9}{11} \Rightarrow T_1 < T_2 \Rightarrow 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g_1}} < 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g_2}} \Rightarrow g_1 > g_2$

Điều này chỉ xảy ra khi $g_1 = g + a$ và $g_2 = g - a$

+ Vì $g_1 = g + a$ nên $\vec{F}_1 \uparrow \uparrow \vec{P} \Rightarrow \vec{F}_1 \uparrow \downarrow \vec{E} \Rightarrow Q$ là điện tích âm $\Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo 50 cm và vật nhỏ có khối lượng 0,01 kg mang điện tích $q = +5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ 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 $E = 10^4 \text{ V/m}$ và hướng thẳng đứng xuống dưới. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\pi = 3,14$. Chu kì dao động điều hoà của con lắc là

- A. 0,58 s. B. 1,40 s. C. 1,15 s. D. 1,25 s.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Bài toán 2: Một hòn bi nhỏ khối lượng m treo ở đầu một sợi dây và dao động nhỏ tại nơi có gia tốc trọng trường g . Chu kì dao động thay đổi bao nhiêu lần nếu hòn bi được tích một điện tích $q > 0$ và đặt trong một điện trường đều có vectơ cường độ E thẳng đứng hướng xuống dưới sao cho $qE = 3mg$.

- A. tăng 2 lần. B. giảm 2 lần. C. tăng 3 lần. D. giảm 3 lần.

Bài toán 3: Một con lắc đơn gồm một quả cầu kim loại nhỏ, khối lượng $m = 1 \text{ g}$, tích điện dương $q = 5,66 \cdot 10^{-7} \text{ C}$, được treo vào một sợi dây mảnh dài $l = 1,40 \text{ m}$ trong điện trường đều có phương nằm ngang, $E = 10000 \text{ V/m}$, tại một nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,79 \text{ m/s}^2$. Ở VTCB, phương của dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc

- A. $\alpha = 30^\circ$ B. $\alpha = 20^\circ$ C. $\alpha = 10^\circ$ D. $\alpha = 60^\circ$

Bài toán 4: Một con lắc đơn ở mặt đất dao động nhỏ chu kì là 2 s. Đặt con lắc vẫn ở ngay mặt đất, nhưng cho quả cầu mang điện tích q đưa vào trong vùng điện trường đều $\vec{E}$, hướng xuống có độ lớn $E = 9810 \text{ V/m}$ thì nó có chu kì giống như khi ở độ cao 6,4 km. Cho biết $R = 6400 \text{ km}$, $m = 100 \text{ g}$ và ở mặt đất $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Điện tích q bằng

- A. $-3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. B. $2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$. C. $-2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$. D. $3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$.

Bài toán 5: Một con lắc đơn tạo bởi một quả cầu kim loại khối lượng 1g buộc vào một sợi dây mảnh cách điện, sợi dây có hệ số nở dài $2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, dao động điều hòa tại nơi có gia tốc trọng trường $9,8 \text{ m/s}^2$, trong điện trường đều hướng thẳng đứng từ trên xuống với $E = 100 \text{ V/m}$. Nếu tăng nhiệt độ thêm 10° C và truyền điện tích q cho quả cầu thì chu kì dao động của con lắc vẫn không đổi. Điện lượng của quả cầu là

- A. 20 (nC). B. 2 (nC). C. -20 (nC). D. -2 (nC).

Ví dụ 39: Hai con lắc đơn giống hệt nhau, các quả cầu dao động có kích thước nhỏ làm bằng chất có khối lượng riêng $D = 8450 \text{ (kg/m}^3\text{)}$. Dùng các con lắc nói trên để điều khiển các đồng hồ quả lắc. Đồng hồ thứ nhất đặt trong không khí và đồng hồ thứ hai đặt trong chân không. Biết khối lượng riêng của không khí là $\rho = 1,3 \text{ (kg/m}^3\text{)}$. Biết các điều kiện khác giống hệt nhau khi hai đồng hồ hoạt động. Nếu xem đồng hồ đặt trong chân không chạy đúng thì đồng hồ đặt trong không khí chạy nhanh hay chậm bao nhiêu sau một ngày đêm?

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Chu kì dao động trong chân không là $T_{\text{ck}} = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$

+ Chu kì dao động khi thêm có lực đẩy Archimedes là $T_{\text{kk}} = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g - \frac{\rho g}{D}}}$

$$\Rightarrow \frac{\Delta T}{T_{\text{ck}}} = \frac{T_{\text{kk}} - T_{\text{ck}}}{T_{\text{ck}}} = \frac{T_{\text{kk}}}{T_{\text{ck}}} - 1 = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{\rho}{D}}} - 1 = \left(1 - \frac{\rho}{D}\right)^{-\frac{1}{2}} - 1 \approx \frac{1}{2} \frac{\rho}{D}$$

$$\frac{\Delta T}{T_{\text{ck}}} = \frac{1}{2} \frac{\rho}{D} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1,3}{8450} = \frac{1,3}{16900} > 0 \Rightarrow \text{đồng hồ chạy chậm.}$$

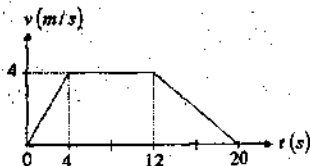
+ Thời gian chạy chậm sau 1 ngày đêm sẽ là:

$$\Delta \tau = \left| \frac{\Delta T}{T} \right| \cdot t = \left| \frac{\Delta T}{T} \right| \cdot 86400 = \frac{1,3}{16900} \cdot 86400 \approx 6,65 \text{ (s)}$$

Chú ý: Vì đây có sự biến thiên nhỏ của gia tốc, do đó nên dùng công thức tổng quát $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{\ell} - \frac{dg}{2g} + \frac{a \cdot dt}{2} + \frac{dv_{\text{cao}}}{R} + \frac{dv_{\text{thấp}}}{2R} = -\frac{dg}{2g} = \frac{a}{2g} = \frac{\rho}{2D}$ sẽ cho lời giải ngắn gọn hơn.

Ví dụ 40: Một thang máy đi xuống có đồ thị vận tốc như hình vẽ.

Trong thang máy có treo một đồng hồ quả lắc. Cho biết đồng hồ chạy đúng giờ khi nó đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều. Coi dao động của con lắc đơn cầu tạo nên đồng hồ là dao động điều hoà. Cho $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Hãy tính thời gian chỉ sai của đồng hồ kể từ khi thang máy bắt đầu chuyển động cho đến khi dừng lại?



Phân tích và hướng dẫn giải

♦ Chu kì dao động khi đồng hồ chạy đúng: $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

+ Giai đoạn 1 (4 giây đầu tiên): Chuyển động nhanh dần đều xuống dưới với gia tốc 1 m/s^2 . Chu kì dao động khi đó $T' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g-1}}$.

$\Rightarrow \frac{\Delta T}{T} = \frac{T'}{T} - 1 = \sqrt{\frac{g}{g-1}} - 1 \approx 0,0553 > 0 \Rightarrow$ đồng hồ chạy chậm. Thời gian chạy chậm trong giai đoạn này là $t_1 = \left| \frac{\Delta T}{T} \right| \cdot 4 = 0,0553 \cdot 4 = 0,2212 \text{ (s)}$

+ Giai đoạn 2 (8 giây tiếp theo): Chuyển động thẳng đều xuống dưới, chu kì dao động bằng chu kì khi đứng yên nên đồng hồ chạy đúng.

+ Giai đoạn 3 (8 giây cuối cùng): Chuyển động chậm dần đều xuống dưới với gia tốc $0,5 \text{ m/s}^2$. Chu kì dao động khi đó: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g+0,5}}$.

$\Rightarrow \frac{\Delta T}{T} = \frac{T'}{T} - 1 = \sqrt{\frac{g}{g+0,5}} - 1 \approx -0,0246 < 0 \Rightarrow$ đồng hồ chạy nhanh. Thời gian chạy nhanh trong giai đoạn này là $t_2 = \left| \frac{\Delta T}{T} \right| \cdot 8 = 0,0246 \cdot 8 = 0,1968 \text{ (s)}$

Vậy cả quá trình đồng hồ chạy chậm một lượng:

$$\Delta t = 0,2212 - 0,1968 \approx 0,0244 \text{ (s)}$$

Ví dụ 41: Một con lắc đơn đang dao động điều hòa trong một thang máy đứng yên tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ với năng lượng dao động 150 mJ , thì thang máy bắt đầu chuyển động nhanh dần đều xuống dưới với gia tốc $2,5 \text{ m/s}^2$. Biết rằng thời điểm thang máy bắt đầu chuyển động là lúc con lắc có vận tốc bằng không, con lắc sẽ tiếp tục dao động điều hòa trong thang máy với năng lượng

A. 201 mJ .

B. 141 mJ .

C. 112 mJ .

D. $83,8 \text{ mJ}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Lúc đầu dao động với tần số góc ω , biên độ dài S_0 nên có cơ năng: $E = \frac{1}{2} m \omega^2 S_0^2$

Về sau dao động với tần số góc ω' , biên độ dài S_0 nên có cơ năng: $E' = \frac{1}{2} m \omega'^2 S_0^2$

(Do thời điểm thang máy bắt đầu chuyển động là lúc con lắc có vận tốc bằng không nên biên độ dài S_0 không thay đổi)

$$\Rightarrow \frac{E}{E} = \frac{\omega^2}{\omega^2} \Rightarrow E = \left(\frac{g}{g} \right) E = \left(\frac{g-a}{g} \right) E = \left(\frac{9,8-2,5}{9,8} \right) \cdot 150 = 112(\text{mJ})$$

⇒ Đáp án C.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Một viên đạn có khối lượng 5g bay theo phương ngang với vận tốc 400m/s đến gặp vào một quả cầu bằng gỗ khối lượng 500g được treo trên một sợi dây nhẹ, mềm và không giãn. Kết quả làm cho dây treo quả cầu bị lệch đi một góc 10° so với phương đứng. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Chu kì dao động của quả cầu sau đó là

- A. 3,62s. B. 7,21s. C. 14,25s. D. 18,37s.

Câu 2: Một con lắc đơn có $l = 61,25\text{cm}$ treo tại nơi có $g = 9,8\text{m/s}^2$. Kéo con lắc khỏi phương thẳng đứng đoạn 3cm, về phía phải, rồi truyền cho nó vận tốc 16cm/s theo phương vuông góc với sợi dây về vị trí cân bằng. Coi đoạn trên là đoạn thẳng. Vận tốc của con lắc khi vật qua VTCB là

- A. 20cm/s. B. 30cm/s. C. 40cm/s. D. 50cm/s.

Câu 3: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về dao động của con lắc đơn (bỏ qua lực cản của môi trường)?

- A. Khi vật nặng ở vị trí biên, cơ năng của con lắc bằng thế năng của nó.
B. Chuyển động của con lắc từ vị trí biên về vị trí cân bằng là nhanh dần.
C. Khi vật nặng đi qua vị trí cân bằng, thì trọng lực tác dụng lên nó cân bằng với lực căng của dây.
D. Với dao động nhỏ thì dao động của con lắc là dao động điều hòa.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Câu 4: Cho một con lắc đơn treo ở đầu một sợi dây mảnh dài bằng kim loại, vật nặng làm bằng chất có khối lượng riêng $D = 8 (\text{g/cm}^3)$. Khi dao động nhỏ trong bình chân không thì chu kì dao động là 2 (s). Cho con lắc đơn dao động trong bình chứa một chất khí thì thấy chu kì tăng một lượng 250 (μs). Khối lượng riêng của chất khí đó là

- A. 0,004 (g/cm^3). B. 0,002 (g/cm^3). C. 0,04 (g/cm^3). D. 0,02 (g/cm^3).

Câu 5: Một con lắc đơn dao động điều hoà với biên độ góc α_0 . Trong quá trình dao động, tỉ số giữa lực căng dây cực đại và lực căng dây cực tiểu là 1,04. Giá trị của biên độ góc α_0 là

- A. $8,8^\circ$ B. $8,3^\circ$ C. $9,8^\circ$ D. $9,3^\circ$

Câu 6: Một con lắc đơn được tích điện $q > 0$ đặt trong điện trường đều $\vec{E}$ hướng thẳng đứng xuống dưới. Cho con lắc dao động điều hoà với biên độ góc nhỏ. Biết rằng khi chưa đặt vào điện trường, chu kì của con lắc $T_0 = 2s$. Sau khi đưa vào vùng có điện trường, trong một chu kì nó chạy sai $0,002s$; Biết khối lượng của vật nặng $m = 100\text{ g}$; cường độ điện trường $E = 9,8 \cdot 10^3\text{ V/m}$; $g = 9,8\text{ m/s}^2$. Điện tích q bằng

- A. $2 \cdot 10^{-7}\text{ C}$ B. $3 \cdot 10^{-6}\text{ C}$ C. $4 \cdot 10^{-6}\text{ C}$ D. $2 \cdot 10^{-6}\text{ C}$

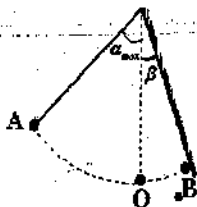
Câu 7: Một con lắc đơn gồm một quả cầu có khối lượng $m = 0,2\text{ kg}$ treo vào đầu một sợi dây không giãn, khối lượng không đáng kể có chiều dài $l = 0,5\text{ m}$. Con lắc dao động điều hoà quanh vị trí cân bằng của nó. Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$. Xác định độ lớn của lực hồi phục khi vật đi qua vị trí có li độ $s = 3\text{ cm}$.

- A. $0,12\text{ N}$ B. $2,12\text{ N}$ C. 2 N D. $2,06\text{ N}$

Câu 8: Cho cơ hệ như hình vẽ, con lắc đơn có chiều dài 1 m . Biên độ góc của dao động $\alpha_{\max} = 0,1\text{ (rad)}$. Trong quá trình dao động, vật nặng va chạm đàn hồi với bức tường nghiêng góc $\beta = 0,05\sqrt{2}\text{ rad}$.

Lấy $g = \pi^2 = 9,85\text{ (m/s}^2)$. Chu kì dao động của vật là

- A. $1,5\text{ s}$ B. $1,25\text{ s}$
C. $1,33\text{ s}$ D. $1,83\text{ s}$



Câu 9: Cơ hệ như hình vẽ gồm 2 con lắc:

Con lắc lò xo có $k = 100\text{ N/m}$, $m_1 = 100\text{ g}$.

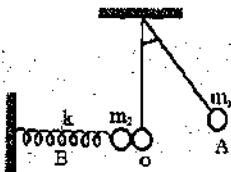
Con lắc đơn có $l = 25\text{ cm}$ và m_2 giống hệt m_1 .

Kéo m_1 lệch góc nhỏ rồi buông nhẹ,

khi qua vị trí cân bằng, m_1 va chạm đàn hồi với m_2 .

Lấy $g = \pi^2\text{ (m/s}^2)$. Chu kỳ của hệ là

- A. $1,02\text{ s}$ B. $1,20\text{ s}$
C. $0,60\text{ s}$ D. $0,81\text{ s}$



Chủ đề 1: TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

Các loại dao động: *Tự do, tắt dần, duy trì, cưỡng bức*

Sự cộng hưởng dao động

A. TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

1. Phương pháp Frexnen

Phương pháp được xây dựng dựa trên mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều

+ Một dao động $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ có thể biểu diễn bằng vector quay $\vec{A}$ có:

- Góc tại O
- Độ dài tỉ lệ với A
- Tạo với trục Δ một góc bằng pha ban đầu φ .



+ Ngược lại, nếu biết các đặc điểm của vector

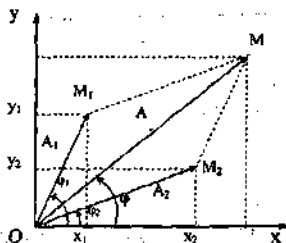
quay $\vec{A}$ thì sẽ biết được phương trình dao động điều hoà.

2. Vận dụng để tìm dao động tổng hợp

Để tìm dao động tổng hợp của hai dao động cùng phương: $x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$

$$\text{và } x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$$

người ta biểu diễn các dao động x_1, x_2 trên bằng các vector quay $\vec{A}_1, \vec{A}_2$ tương ứng. Khi



$\vec{A}_1, \vec{A}_2$ quay thì hình bình hành OM_1MM_2 không biến dạng và quay với vận tốc ω .

⇒ Đầu mút vector tổng $\vec{A}$ chuyển động tròn đều với vận tốc ω

⇒ Dao động tổng hợp sẽ dao động điều hoà nên có phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Biên độ A và pha ban đầu φ của dao động tổng hợp được tính thông qua công thức:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (1)$$

$$\tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} \quad (2)$$

Những lưu ý quan trọng khi làm bài tập

✳ **Chú ý 1:** Độ lệch pha giữa 2 dao động: $\Delta\varphi = (\omega t + \varphi_1) - (\omega t + \varphi_2) = \varphi_1 - \varphi_2$

– Nếu $\varphi_1 - \varphi_2 > 0$ thì dao động x_1 được xem là sớm (nhanh) pha hơn dao động x_2 hoặc dao động x_2 trễ (chậm) pha so với dao động x_1 .

– Nếu 2 dao động thành phần cùng pha $\Delta\varphi = 2k\pi$ thì $A = A_{\max} = A_1 + A_2$

ngược pha $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$ thì $A = A_{\min} = |A_1 - A_2|$

⇒ Trong mọi trường hợp, giá trị của A thuộc khoảng:

$$|A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$$

✳ **Chú ý 2:** Khi gặp bài toán tìm phương trình dao động tổng hợp của 2 dao động thành phần, tức là bài toán đi tìm A và φ , thì không nhất thiết phải áp dụng các công thức (1) và (2) ở phần lý thuyết nêu trên. Mà tùy từng bài toán cụ thể, có thể tìm A và φ nhanh như sau:

+ Sử dụng công thức cộng lượng giác khi 2 biên độ thành phần bằng nhau $A_1 = A_2$

+ Sử dụng giản đồ vectơ nếu độ lệch pha giữa 2 dao động rơi vào $0; \pm\pi; \pm\pi/2$.

Khi đó tính A và φ thuận tùy theo hình học phẳng.

✳ **Chú ý 3:** Khi một vật tham gia đồng thời 3 dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số. Để tìm phương trình của dao động tổng hợp, ta sẽ chọn 2 dao động đặc biệt để tổng hợp trước, sự đặc biệt ở đây được lựa chọn theo thứ tự ưu tiên sau: cùng pha, ngược pha, vuông góc. Sau đó mới tổng hợp với dao động còn lại.

✳ **Chú ý 4:** Khi một vật tham gia đồng thời nhiều dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$; $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$..., nhưng giữa chúng không có sự đặc biệt về biên độ hay sự lệch pha như những trường hợp đã xét ở trên. Lúc này để tìm A và φ thì tốt nhất ta dùng công thức tính nhanh tổng quát sau:

$$+ \quad A_x = A \cos \varphi = A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2 + \dots$$

$$+ \quad A_y = A \sin \varphi = A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2 + \dots$$

$$\text{Khi đó: } A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \quad \text{và} \quad \tan \varphi = \frac{A_y}{A_x}$$

Nhưng cần chú ý rằng để lấy nghiệm đúng của φ , ta cần cẩn thận xem dấu của A_x và A_y như sau:

Nếu $\left. \begin{matrix} A_x > 0 \\ A_y > 0 \end{matrix} \right\} \Rightarrow \varphi$ thuộc góc phần tư thứ nhất của vòng tròn lượng giác.

$\left. \begin{matrix} A_x < 0 \\ A_y > 0 \end{matrix} \right\} \Rightarrow \varphi \in \text{II}; \quad \left. \begin{matrix} A_x < 0 \\ A_y < 0 \end{matrix} \right\} \Rightarrow \varphi \in \text{III}; \quad \left. \begin{matrix} A_x > 0 \\ A_y < 0 \end{matrix} \right\} \Rightarrow \varphi \in \text{IV}$

Chú ý 5: Khi một vật tham gia đồng thời nhiều dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$; $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$..., cần tìm li độ, gia tốc, thế năng của vật tại thời điểm t nào đó. Gặp bài toán này, không cần thiết phải đi tìm phương trình của dao động tổng hợp, để làm nhanh, chỉ cần thay giá trị của t vào từng phương trình dao động thành phần sẽ thu được giá trị đại số của chúng, cuối cùng tính tổng $x = x_1 + x_2 + \dots$ hay $a = a_1 + a_2 + \dots$, vv.

Chú ý 6: Nếu gặp bài toán cho phương trình dao động thành phần thứ nhất và phương trình dao động tổng hợp. Tìm phương trình dao động thành phần thứ 2. Ta nên làm như sau: Viết $x_1 + x_2 = x \Rightarrow x_2 = x - x_1 = x + (-x_1) = x + x_1$ rồi tổng hợp như cách thông thường.

Ví dụ 1: Một vật đồng thời thực hiện hai dao động điều hoà cùng phương có phương trình: $x_1 = 3 \cos\left(8t + \frac{5\pi}{6}\right)$ (cm) và $x_2 = 4 \sin\left(8t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Biên độ dao

động tổng hợp là

- A. 7 cm. B. 3,5 cm. C. 5 cm. D. 1 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nhìn vào đề bài ta thấy hai dao động thành phần có biên độ khác nhau nên sẽ không giải theo cách dùng công thức cộng lượng giác

+ Viết lại $x_2 = 4 \sin\left(8t + \frac{\pi}{3}\right) = 4 \cos\left(8t + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right) = 4 \cos\left(8t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm)

+ Nhận thấy hai dao động thành phần ngược pha $\left(\Delta\varphi = \frac{\pi}{6} - \frac{5\pi}{6} = -\pi\right)$ nên biên

độ dao động tổng hợp là: $A = A_2 - A_1 = 4 - 3 = 1 \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Bài tập vận dụng: Phương trình dao động của một vật có dạng $x = A \sin \omega t + A \cos \omega t$. Biên độ dao động của vật là

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

Ví dụ 2: Vật thực hiện đồng thời hai dao động cùng phương cùng tần số theo phương trình $x_1 = 4\sin(\pi t + \alpha)$ (cm) và $x_2 = 4\sqrt{3}\cos(\pi t)$ (cm). Biên độ dao động tổng hợp đạt giá trị lớn nhất khi

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

Phân tích và hướng dẫn giải:

Muốn biên độ dao động tổng hợp đạt giá trị lớn nhất $A = A_{\max}$ thì hai dao động thành phần phải cùng pha, muốn vậy ta phải viết lại 1 trong 2 dao động để chúng có cùng hàm sin hoặc cosin.

+ Viết lại $x_2 = 4\sqrt{3}\cos(\pi t) = 4\sqrt{3}\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

+ Để $A = A_{\max}$ thì hai dao động thành phần phải cùng pha $\Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Ví dụ 3: Một chất điểm tham gia đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, có phương trình lần lượt là: $x_1 = 7\cos\left(6\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm) và $x_2 = 3\cos(6\pi t + \varphi)$ (cm).

Biên độ của dao động tổng hợp có thể nhận giá trị nào?

- A. 2 cm. B. 5 cm. C. 12 cm. D. 15 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì biên độ của dao động tổng hợp chỉ có thể thuộc khoảng

$$|A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$$

Trong bài toán này ta có $4 \text{ cm} \leq A \leq 10 \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Ví dụ 4: Một vật đồng thời thực hiện hai dao động điều hoà cùng phương, biểu thức có dạng $x_1 = \sqrt{3}\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm) và $x_2 = \cos\left(2\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$ (cm). Phương trình dao động tổng hợp là

- A. $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). B. $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).
C. $x = \sqrt{3}\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). D. $x = \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động tổng hợp có dạng $x = A \cdot \cos(2\pi t + \varphi)$

Nhận thấy $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{2}$ nên có thể xử lý bài toán trên theo 2 cách:

Dùng công thức hoặc dùng hình vẽ để tính A và φ .

Cách 1: Dùng công thức: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)} = 2 \text{ cm}$

$$\text{và } \tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} = \frac{\sqrt{3} \sin \frac{\pi}{6} + 1 \cdot \sin \frac{2\pi}{3}}{\sqrt{3} \cos \frac{\pi}{6} + 1 \cdot \cos \frac{2\pi}{3}} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

Vậy phương trình dao động tổng hợp là $x = 2 \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right) (\text{cm}) \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Cách 2: Dùng hình vẽ

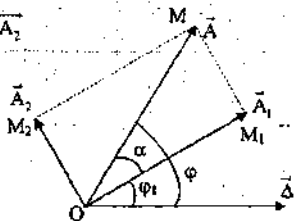
Vì $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{2}$ nên $\vec{A}_1 \perp \vec{A}_2$

Tam giác M_1MO vuông tại M_1 nên:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 2 \text{ cm}$$

$$\tan \alpha = \frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6}$$

$$\Rightarrow \varphi = \varphi_1 + \alpha = \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$



Ngoài 2 cách trên, ta có cách thứ 3 nhanh và đơn giản hơn nhiều, đó là việc sử dụng máy tính cầm tay Casio fx 570 - ES để tìm dao động tổng hợp (được trình bày ở phần sau)

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một chất điểm tham gia đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số $x_1 = 2 \sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right) (\text{cm})$ và $x_2 = \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) (\text{cm})$.

Pha của dao động tổng hợp là

A. $\varphi = -\frac{\pi}{3} \text{ rad.}$ B. $\varphi = \frac{2\pi}{3} \text{ rad.}$ C. $\varphi = \frac{\pi}{3} \text{ rad.}$ D. $\varphi = \frac{\pi}{6} \text{ rad.}$

Bài toán 2: Cho hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số, cùng biên độ và có các pha ban đầu là $\frac{\pi}{3}$ và $-\frac{\pi}{6}$. Pha ban đầu của dao động tổng hợp hai dao động trên bằng

A. $-\frac{\pi}{2}$.

B. $\frac{\pi}{4}$.

C. $\frac{\pi}{6}$.

D. $\frac{\pi}{12}$.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

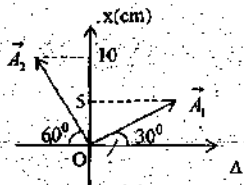
Bài toán 3: Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương cùng tần số có giản đồ vector như hình vẽ. Biên độ dao động tổng hợp là

A. 5 cm.

B. 15,28 cm.

C. 20,82 cm.

D. $\sqrt{125}$ cm.



Ví dụ 5: Một vật khối lượng $m = 200$ g thực hiện đồng thời hai dao động cùng phương $x_1 = 5 \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm) và $x_2 = 2 \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). Lấy $\pi^2 = 10$. Gia tốc của vật ở thời điểm $t = 0,25$ s là

A. $-1,4 \text{ m/s}^2$.

B. $1,4 \text{ m/s}^2$.

C. $2,8 \text{ m/s}^2$.

D. $-2,8 \text{ m/s}^2$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì hai dao động thành phần cùng pha nên chỉ cần sử dụng công thức cộng lượng giác thông thường ta có:

$$x = x_1 + x_2 = 5 \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right) + 2 \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right) = 7 \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)}$$

Tại $t = 0,25$ s có $x = 7 \cos\left(2\pi \cdot 0,25 - \frac{\pi}{6}\right) = 7 \cos \frac{\pi}{3} = 3,5$ cm

Lúc đó $a = -\omega^2 \cdot x = -(2\pi)^2 \cdot 3,5 = -140 \text{ cm/s}^2 = -1,4 \text{ m/s}^2 \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Ví dụ 6: Trong con lắc lò xo, vật có khối lượng $m = 200$ g đồng thời thực hiện hai dao động điều hoà cùng phương có phương trình $x_1 = 6 \cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm) và $x_2 = 6 \cos 5\pi t$ (cm). Lấy $\pi^2 = 10$. Thế năng của vật tại thời điểm $t = 1$ s là

A. 90 mJ.

B. 180 mJ.

C. 900 J.

D. 180 J.

Hướng dẫn giải:

Dễ dàng tìm được phương trình dao động tổng hợp: $x = 6\sqrt{2} \cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

Tại thời điểm $t = 1$ s có $x = 6\sqrt{2} \cos\left(5\pi \cdot 1 - \frac{\pi}{4}\right) = -6$ cm

$\Rightarrow$ Thế năng của vật:

$$E_t = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} \pi m \omega^2 x^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot (5\pi)^2 \cdot (0,06)^2 = 0,09 \text{ J} = 90 \text{ mJ} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Chú ý: Với 2 ví dụ ở trên, không nhất thiết phải tìm phương trình dao động tổng hợp, mà chỉ cần thay giá trị t vào biểu thức $x = x_1 + x_2$ sẽ nhận được giá trị cụ thể của x . Từ x sẽ tính tiếp được gia tốc $a = -\omega^2 x$ hoặc thế năng $E_t = \frac{1}{2} kx^2$.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Chuyển động của một vật là tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương. Hai dao động này có phương trình lần lượt là $x_1 = 4 \cos\left(10t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

và $x_2 = 3 \cos\left(10t - \frac{3\pi}{4}\right)$ (cm). Độ lớn vận tốc của vật khi qua vị trí cân bằng là

- A. 100 cm/s. B. 50 cm/s. C. 80 cm/s. D. 10 cm/s.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Bài toán 2: Một chất điểm thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương $x_1 = 8 \cos 2\pi t$ (cm); $x_2 = 6 \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Vận tốc cực đại của vật là

- A. 20π (cm/s). B. 60 (cm/s). C. 4π (cm/s). D. 120 (cm/s).

Ví dụ 7: Một vật thực hiện đồng thời hai dao động thành phần cùng phương có dạng $x_1 = 6 \cos\left(20t - \frac{\pi}{6}\right)$ (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. Biên độ A_2 bằng

- A. 6 cm. B. 8 cm. C. 12 cm. D. 20 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Từ } v_{\max} = A\omega \Rightarrow A = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{1,2\sqrt{3}}{20} = 0,06\sqrt{3} \text{ m} = 6\sqrt{3} \text{ cm}$$

Ta có: $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \Delta\varphi$

$$\Leftrightarrow (6\sqrt{3})^2 = 6^2 + A_2^2 + 2.6.A_2 \cos \frac{2\pi}{3} \Rightarrow A_2^2 - 6A_2 - 72 = 0.$$

Chỉ lấy nghiệm dương nên $A_2 = 12\text{cm} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Ví dụ 8: Một vật tham gia đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương với $x_1 = 4 \cos\left(5\sqrt{2}t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm) và $x_2 = A_2 \cos(5\sqrt{2}t + \pi)$ (cm), trong đó t tính bằng giây. Biết độ lớn vận tốc của vật tại thời điểm động năng bằng thế năng là 40 cm/s. Biên độ dao động thành phần A_2 là

- A. 4 cm. B. $4\sqrt{2}$ cm. C. $\sqrt{3}$ cm. D. $4\sqrt{3}$ cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi động năng bằng thế năng ta có: $2E_k = E$

$$\Rightarrow 2 \cdot \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow A^2 = \frac{2mv^2}{k} = 2 \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow A = 8 \text{ cm}.$$

Nhận thấy 2 dao động thành phần vuông pha nên

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 \Rightarrow A_2 = \sqrt{A^2 - A_1^2} = \sqrt{8^2 - 4^2} = 4\sqrt{3} \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Ví dụ 9: Một vật có khối lượng $m = 200\text{g}$ thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương có phương trình dao động $x_1 = 3 \cos\left(15t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm và $x_2 = A_2 \cos\left(15t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm. Biết cơ năng dao động tổng hợp của vật $E = 0,06075\text{J}$.

Biên độ A_2 bằng

- A. 1 cm. B. 3 cm. C. 4 cm. D. 6 cm

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Từ: } E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2E}{m\omega^2}} = \sqrt{\frac{2.0,06075}{0,2.15^2}} = 3\sqrt{3}.10^{-2}\text{m} = 3\sqrt{3}\text{cm}$$

$$\text{Mặt khác: } A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\Delta\varphi) \Rightarrow 27 = 3^2 + A_2^2 + 2.3.A_2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow A_2^2 + 3A_2 - 18 = 0. \text{ Chỉ lấy nghiệm dương nên } A_2 = 3\text{cm} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 10: Dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình li độ $x = 3\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ (cm). Biết dao động thứ nhất có phương trình li độ $x_1 = 5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). Dao động thứ hai có phương trình li độ là

A. $x_2 = 8\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).

B. $x_2 = 2\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).

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

D. $x_2 = 8\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ (cm).

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Hướng dẫn:

Cách 1: Nhận thấy dao động x_1 ngược pha với dao động tổng hợp x nên biên độ của dao động thành phần x_2 là $A_2 = A + A_1 = 3 + 5 = 8$ (cm). Pha của x_2 cùng pha với x nên bằng $-\frac{5\pi}{6}$. Vậy $x_2 = 8\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ cm $\Rightarrow$ Đáp án D.

Cách 2: Từ $x_1 + x_2 = x \Rightarrow x_2 = x - x_1 = x + (-x_1)$

$$x_2 = 3\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right) + \left(-5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)\right)$$

$$x_2 = 3\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right) + 5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6} + \pi\right)$$

$$x_2 = 3\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right) + 5\cos\left(\pi t + \frac{7\pi}{6}\right) = 8\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right) \text{ cm}$$

Cách 3: Sử dụng máy tính cầm tay Casio fx 570 - ES (được trình bày ở phần sau)

Ví dụ 11: Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương có phương trình $x_1 = 6\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm), $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$ (cm). Biết phương trình dao động tổng hợp $x = 6\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). Giá trị A_2 và φ_2 là

A. $A_2 = 12\text{cm}, \varphi_2 = \frac{\pi}{3}$

B. $A_2 = 6\text{cm}, \varphi_2 = \frac{\pi}{2}$

C. $A_2 = 6\text{cm}, \varphi_2 = \frac{\pi}{3}$

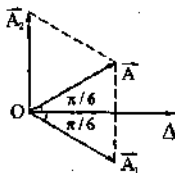
D. $A_2 = 12\text{cm}, \varphi_2 = \frac{\pi}{2}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Gián đồ vector của bài toán như trên hình vẽ.

Do $A = A_1 = 6\text{cm}$, dễ dàng nhận thấy góc tại đỉnh O bằng 60° và tam giác OAA_1 là tam giác đều.

Từ đó suy ra $A_2 = 6\text{cm}$ và $\varphi_2 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$



Ví dụ 12: Hai chất điểm M_1, M_2 dao động điều hòa trên cùng một trục Ox với phương trình lần lượt là $x_1 = 5\cos(10\pi t)\text{cm}$ và $x_2 = 5\sin\left(10\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)\text{cm}$.

Phương trình của $(x_1 - x_2)$ là

A. $5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm}).$

B. $5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm}).$

C. $5\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm}).$

D. $5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm}).$

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\begin{aligned}
 + \text{Coi } x_2 &= -x_2 = -5\sin\left(10\pi t - \frac{5\pi}{6}\right) = 5\sin\left(10\pi t - \frac{5\pi}{6} + \pi\right) \\
 &= 5\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = 5\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})
 \end{aligned}$$

+ Lúc đó:

$$(x_1 - x_2) = x_1 + x_2 = 5\cos(10\pi t) + 5\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = 5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{6}\right)\text{cm}$$

$\Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Lưu ý: Bài toán trên sẽ đơn giản nếu biết sử dụng máy tính Casio fx 570 - ES

Bài tập vận dụng: Một vật đồng thời thực hiện hai dao động điều hoà cùng

phương $x_1 = A_1\cos\left(20t + \frac{\pi}{6}\right)\text{cm}$ và $x_2 = 3\cos\left(20t + \frac{5\pi}{6}\right)\text{cm}$. Biết vận tốc cực

đại của vật là $v_{\max} = 140\text{ cm/s}$. Biên độ A_1 của dao động thứ nhất và pha ban đầu của vật là

A. $8\text{ cm}, 32^\circ$.

B. $8\text{ cm}, 52^\circ$.

C. $5\text{ cm}, 32^\circ$.

D. $5\text{ cm}, 52^\circ$.

Ví dụ 12: Một vật đồng thời thực hiện ba dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số, biểu thức có dạng $x_1 = 2\sqrt{3}\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm); $x_2 = 4\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm) và $x_3 = 8\cos(2\pi t - \pi)$ (cm). Phương trình của dao động tổng hợp là

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

C. $x = 6\sqrt{2}\sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). D. $x = 6\cos\left(2\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$ (cm).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nhận thấy 3 dao động thành phần không có dấu hiệu nào đặc biệt, vì vậy ta dùng công thức tổng quát để tính.

Ta có: $A_x = A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2 + A_3\cos\varphi_3 = 2\sqrt{3}\cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) + 4\cos\left(-\frac{\pi}{3}\right) + 8\cos(-\pi)$

$$A_x = 2\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 4 \cdot \frac{1}{2} + 8(-1) = -3$$

Và $A_y = A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2 + A_3\sin\varphi_3 = 2\sqrt{3}\sin\left(-\frac{\pi}{6}\right) + 4\sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) + 8\sin(-\pi)$

$$= 2\sqrt{3} \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) + 4 \cdot \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + 8 \cdot 0 = -3\sqrt{3}$$

Nên $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{(-3)^2 + (-3\sqrt{3})^2} = 6$ cm

$$\tan\varphi = \frac{A_y}{A_x} = \frac{-3\sqrt{3}}{-3} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi = -\frac{2\pi}{3}$$

Vậy $x = 6\cos\left(2\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$ (cm) $\Rightarrow$ Đáp án D.

Lưu ý: Bài toán trên cũng sẽ đơn giản nếu biết sử dụng máy tính fx 570 – ES

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một vật thực hiện đồng thời ba dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số có phương trình: $x_1 = 5\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$; $x_2 = 5\cos\left(\omega t + \frac{5\pi}{6}\right)$ và $x_3 = 5\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

Dao động tổng hợp của chúng có dạng

A. $x = 5\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ B. $x = 0$

C. $x = 5\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ D. $x = 5\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$

Bài toán 2: Một vật thực hiện đồng thời ba dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số có phương trình $x_1 = 4.\sin(2\pi t + \frac{\pi}{4})$ (cm); $x_2 = 4.\sin(2\pi t + \frac{11\pi}{12})$ (cm) và $x_3 = 6.\sin(2\pi t - \frac{5\pi}{12})$ (cm). Phương trình dao động tổng hợp của vật là

A. $x = 2\sin(2\pi t + \frac{\pi}{4})$ (cm).

B. $x = 2\sin(2\pi t - \frac{5\pi}{12})$ (cm).

C. $x = 3.\sin(2\pi t + \pi)$ (cm).

D. $x = 4.\sin(2\pi t - \frac{\pi}{2})$ (cm).

Bài toán 3: Biên độ của hai dao động thành phần là 3cm và 5cm. Biên độ của dao động tổng hợp bằng 7cm. Tìm độ lớn của sự lệch pha của 2 dao động thành phần.

☛ **Hướng dẫn sử dụng máy tính Casio fx 570 - ES để giải quyết các bài toán tổng hợp dao động một cách nhanh chóng**

Giả sử có hai dao động thành phần cùng phương:
$$\begin{cases} x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1) \\ x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2) \end{cases}$$

Để tìm nhanh A và φ của phương trình dao động tổng hợp $x = A \cos(\omega t + \varphi)$, bằng máy tính fx 570 ES ta có thể thực hiện như sau:

+ Bước 1: Bấm **MODE** **2** để chọn hàm phức CMLPX

+ Bước 2: Chọn chế độ nhập góc (pha ban đầu) dưới dạng độ hoặc rad. Vì pha ban đầu có đơn vị là radian nên ta sẽ chọn cách nhập theo rad, muốn vậy chỉ cần bấm **Shift** **MODE** **4**. Trên màn hình sẽ thể hiện R

+ Bước 3: Nhập các giá trị và hiển thị kết quả

$$A_1 \text{ Shift } (-) \varphi_1 + A_2 \text{ Shift } (-) \varphi_2 \text{ Shift } \boxed{2} \boxed{3} \boxed{=}$$

Vấn dụng 1:
$$\begin{cases} x_1 = \sqrt{3} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)} \\ x_2 = \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)} \end{cases}$$

Bấm: $\sqrt{3}$ **Shift** **(-)** $\frac{\pi}{3}$ **+** **1** **Shift** **(-)** $-\frac{\pi}{6}$ **Shift** **2** **3** **=** kết quả $2\angle\frac{\pi}{6}$

Vậy $A = 2$ cm và $\varphi = \frac{\pi}{6}$ rad nên dao động tổng hợp $x = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm)

$$x_1 = \frac{\sqrt{2}}{3} \cos(7\pi t) \text{ (cm)}$$

Vấn dụng 2:
$$\begin{cases} x_2 = 2 \cos\left(7\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)} \\ x_3 = \sqrt{2} \cos\left(7\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)} \end{cases}$$

Bấm: $\frac{\sqrt{2}}{3}$ Shift (-) 0 + 2 Shift (-) $\frac{\pi}{4}$ + $\sqrt{2}$ Shift (-) $-\frac{\pi}{2}$ Shift 2 3 = $4 \cdot \frac{\sqrt{2}}{3}$

Vậy $A = 4 \frac{\sqrt{2}}{3}$ cm và $\varphi = 0 \Rightarrow$ dao động tổng hợp $x = \frac{4\sqrt{2}}{3} \cos 7\pi t$ (cm)

Vấn dụng 3:
$$\begin{cases} x_1 = 3 \cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)} \\ x_2 = 3\sqrt{3} \cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)} \end{cases}$$

Bấm: 3 Shift (-) $\frac{\pi}{4}$ + $3\sqrt{3}$ Shift (-) $-\frac{\pi}{4}$ Shift 2 3 = $6 \angle -\frac{\pi}{12}$

Vậy phương trình dao động tổng hợp là $x = 6 \cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{12}\right)$ (cm)

□ Sau khi đã bấm máy thành thạo, ta có thể giải lại các ví dụ 4, 10, 11, 12, 13.

Chẳng hạn, ở ví dụ 10, ta bấm:

3 Shift (-) $-\frac{5\pi}{6}$ 5 Shift (-) $\frac{\pi}{6}$ Shift 2 3 = kết quả $8 \angle -\frac{5}{6}\pi$

Vậy $x_2 = 8 \cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ cm $\Rightarrow$ Đáp án D.

B. CÁC LOẠI DAO ĐỘNG

1. Dao động tự do

Dao động mà chu kì dao động của vật chỉ phụ thuộc các đặc tính của hệ dao động, không phụ thuộc các yếu tố bên ngoài được gọi là dao động tự do. Chu kì dao động tự do gọi là chu kì dao động riêng.

Con lắc lò xo là một ví dụ vì $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ chỉ phụ thuộc vào các đặc tính bên

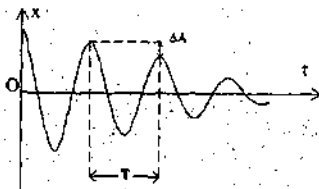
trong của hệ đó là k và m , không phụ thuộc vào các yếu tố nào bên ngoài.

2. Dao động tắt dần

a. Định nghĩa: Là dao động mà biên độ giảm dần theo thời gian.

b. Nguyên nhân

Do lực ma sát của môi trường lên cơ hệ. Lực này thực hiện công âm làm cơ năng của con lắc giảm dần. Ma sát càng lớn, dao động sẽ ngừng lại (tắt) càng nhanh.



c. Chú ý khi làm bài tập

+ Liên hệ giữa độ giảm cơ năng và độ giảm biên độ: $\frac{\Delta E}{E} \approx 2 \cdot \frac{\Delta A}{A}$

+ Vật nặng trong con lắc lò xo dao động tắt dần với biên độ ban đầu A , hệ số

ma sát μ . Độ giảm biên độ sau mỗi chu kì là $\Delta A = \frac{4\mu mg}{k} = \frac{4\mu g}{\omega^2}$.

+ Để tính được thời gian và quãng đường từ lúc khảo sát (vật ở biên) đến lúc dừng lại ta làm như sau:

- Tính độ giảm biên độ sau $\frac{1}{2}$ chu kì: $\Delta A_{1/2} = \frac{\Delta A}{2} = \frac{2\mu mg}{k} = \frac{2\mu g}{\omega^2} = \frac{2F_c}{k}$

- Xác định số nửa chu kì vật thực hiện được, đó là giá trị N nguyên thỏa

$$\text{mãn biểu thức: } \left(\frac{A}{\Delta A_{1/2}} - \frac{1}{2} \right) \leq N < \left(\frac{A}{\Delta A_{1/2}} + \frac{1}{2} \right)$$

- Thời gian của dao động $t = N \cdot \frac{T}{2}$

- Quãng đường đi được $S = N(2A_1 - N\Delta A_{1/2})$

3. Dao động duy trì

a. Định nghĩa: Là dao động có biên độ không đổi theo thời gian

b. Nguyên tắc duy trì dao động

Về nguyên tắc phải tác dụng vào con lắc một lực tuần hoàn với tần số bằng tần số riêng. Lực này phải nhỏ để không làm biến đổi tần số riêng của con lắc, cung cấp cho nó một năng lượng đúng bằng phần năng lượng tiêu hao sau mỗi nửa chu kì.

4. Dao động cưỡng bức

a. Định nghĩa

Là dao động luôn chịu tác dụng của một ngoại lực biến thiên tuần hoàn, biểu thức lực có dạng $F = F_0 \cos(\omega t + \varphi)$.

b. Đặc điểm: Có 2 đặc điểm chính:

* Về tần số: Trong khoảng thời gian ban đầu nhỏ, dao động của vật là một dao động phức tạp vì đó là sự tổng hợp của dao động riêng và dao động do ngoại lực gây ra. Sau khoảng thời gian nhỏ này, dao động riêng bị tắt hẳn, chỉ còn lại dao động do tác dụng của ngoại lực gây ra, đó là *dao động cưỡng bức*, và *dao động cưỡng bức* này có tần số bằng tần số của lực cưỡng bức.

* Về biên độ: Dao động cưỡng bức có biên độ phụ thuộc vào F_0 , vào ma sát và đặc biệt phụ thuộc vào độ chênh lệch giữa tần số f của lực cưỡng bức và tần số riêng f_0 của hệ. Nếu tần số f càng gần với tần số riêng f_0 thì biên độ của dao động cưỡng bức càng tăng, và nếu $f \approx f_0$ thì xảy ra cộng hưởng.

Chú ý: Dao động duy trì và dao động cưỡng bức có sự khác biệt như sau:

+ Về sự bù đắp năng lượng:

- Tự dao động: cung cấp một lần năng lượng, sau đó hệ tự bù đắp năng lượng từ từ cho con lắc.

- Dao động cưỡng bức: bù đắp năng lượng cho con lắc từ từ trong từng chu kì và do ngoại lực thực hiện thường xuyên.

+ Về tần số:

- Tự dao động: dao động duy trì theo tần số f_0 của hệ.

- Dao động cưỡng bức: dao động duy trì theo tần số f của ngoại lực.

c. Sự cộng hưởng

- **Định nghĩa:** Cộng hưởng là hiện tượng biên độ dao động cưỡng bức tăng nhanh đột ngột đến một giá trị cực đại khi tần số f của lực cưỡng bức bằng tần số riêng f_0 của hệ.

- **Đặc điểm:** Hiện tượng thể hiện rõ nét nếu lực cản của môi trường nhỏ.

- **Ứng dụng của cộng hưởng:**

*** Cộng hưởng có lợi:**

– Với một lực nhỏ có thể tạo dao động có biên độ lớn, ví dụ một em nhỏ cần đưa võng cho người lớn, sức của em bé có hạn nên không thể đẩy võng lên cao ngay được, nhưng nếu em bé đẩy võng bằng những xung nhịp mà tần số bằng tần số riêng của võng thì có thể đưa võng lên rất cao.

– Bàn đàn dây đàn phát ra âm rất nhỏ, nhờ bầu đàn đóng vai trò hộp cộng hưởng mà âm phát ra to hơn.

*** Cộng hưởng có hại:** Mọi vật đàn hồi đều là hệ dao động và đều có tần số riêng của nó. Đó có thể là chiếc cầu, bệ máy, khung xe, thành tàu... Nếu vì một lý do nào đó chúng dao động cộng hưởng với một vật dao động khác, điều này làm chúng rung lên rất mạnh và có thể bị gãy, đổ.

Ví dụ 1: Một vật khối lượng m treo vào lò xo có độ cứng k . Kích thích cho vật dao động với biên độ 3 cm thì chu kỳ dao động của nó là $T = 0,3$ s. Nếu kích thích cho vật dao động với biên độ 6 cm thì chu kỳ dao động của nó là:

A. 0,15s.

B. 0,3s.

C. 0,6s.

D. 0,173s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Con lắc lò xo có chu kỳ chỉ phụ thuộc vào các đặc trưng của hệ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ nên là một hệ dao động tự do $\Rightarrow$ **Đáp án B.**

Ví dụ 2: Một con lắc dao động tắt dần chậm. Cứ sau mỗi chu kỳ biên độ giảm 3%. Phần năng lượng của con lắc mất đi trong một dao động toàn phần là bao nhiêu?

A. 3%.

B. 6%.

C. 9%.

D. 94%.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có $A_2 = A_1 - \frac{3}{100}A_1 = 0,97A_1$ nên phần năng lượng mất đi là:

$$\frac{\frac{1}{2}mv^2 A_1^2 - \frac{1}{2}mv^2 A_2^2}{\frac{1}{2}mv^2 A_1^2} \cdot 100\% = \frac{A_1^2 - A_2^2}{A_1^2} \cdot 100\% = [1 - (0,97)^2] \cdot 100\% = 5,91\%$$

$\Rightarrow$ **Đáp án B.**

Ví dụ 3: Cơ năng của một dao động tắt dần chậm giảm 5% sau mỗi chu kỳ. Sau mỗi chu kỳ biên độ giảm

A. 5%.

B. 2,5%.

C. 10%.

D. 2,24%.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Ta có: } 5\% = \frac{\frac{1}{2}m\omega^2 A^2 - \frac{1}{2}m\omega^2 A'^2}{\frac{1}{2}m\omega^2 A^2} \cdot 100\% = \frac{A^2 - A'^2}{A^2} \cdot 100\%$$

$$5 = \frac{(A - A')(A + A')}{A \cdot A} \cdot 100 \approx \frac{\Delta A \cdot 2A}{A \cdot A} \cdot 100 = \frac{\Delta A \cdot 2}{A} \cdot 100$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta A}{A} = \frac{5}{2 \cdot 100} = \frac{2,5}{100} = 2,5\% \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Chú ý: Hãy nhớ công thức liên hệ giữa độ giảm cơ năng và độ giảm biên độ

độ $\frac{\Delta E}{E} \approx 2 \cdot \frac{\Delta A}{A}$ để giải các bài toán xuôi ngược như ví dụ 2 và 3 cho nhanh.

Ví dụ 4: Một con lắc dao động tắt dần chậm. Cứ sau mỗi chu kì, biên độ giảm 2% so với lượng còn lại. Sau 5 chu kì, so với năng lượng ban đầu, năng lượng còn lại của con lắc bằng

A. 74,4%.

B. 18,47%.

C. 25,6%.

D. 81,53%.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Ta có } A' = A - \frac{2}{100}A = 0,98A, \text{ nên } \frac{E'}{E} = \frac{\frac{1}{2}m\omega^2 A'^2}{\frac{1}{2}m\omega^2 A^2} = \left[\frac{A'}{A}\right]^2 = \left[\frac{0,98A}{A}\right]^2 = 0,96$$

Như vậy sau 1 chu kì, năng lượng còn lại $E' = 0,96E$

Do cứ sau mỗi chu kì biên độ lại giảm 2% so với lượng còn lại, nên một cách tương tự, ta có:

$$E'' = 0,96E' = 0,96 \cdot 0,96E = (0,96)^2 E$$

$$E''' = 0,96E'' = 0,96 \cdot (0,96)^2 E = (0,96)^3 E$$

$$\text{Vậy sau 5 chu kì } E^{(5)} = (0,96)^5 E = 0,8153E = 81,53\%E \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Bài toán bạn đọc tự giải: Một con lắc lò xo đang dao động tắt dần với cơ năng ban đầu của nó là 8 J, sau ba chu kì đầu tiên biên độ của nó giảm đi 10%. Phần cơ năng chuyển thành nhiệt sau khoảng thời gian đó là

A. 6,3 J.

B. 7,2 J.

C. 1,52 J.

D. 2,7 J.

Ví dụ 5: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang, vật nặng có khối lượng $m = 50 \text{ g}$, lò xo có độ cứng là $k = 50 \text{ N/m}$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Biết rằng biên độ dao động giảm đi $\Delta A = 1 \text{ mm}$ sau mỗi lần qua vị trí cân bằng. Hệ số ma sát μ giữa vật và mặt phẳng ngang là

A. 0,01.

B. 0,03.

C. 0,05.

D. 0,1.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Giữa hai lần vật đi qua VTCB, quãng đường vật đi được $S = A + A'$ nên công của lực ma sát là $A_{ms} = F_{ms} \cdot S = \mu P (A + A') = \mu mg (A + A')$.

+ Độ giảm cơ năng: $\Delta E = \frac{1}{2} k A^2 - \frac{1}{2} k A'^2 = \frac{1}{2} k (A^2 - A'^2) = \frac{1}{2} k \Delta A (A + A')$

+ Vì độ giảm cơ năng đúng bằng công của lực ma sát $\Delta E = A_{ms}$ nên

$$\frac{1}{2} k \Delta A (A + A') = \mu mg (A + A') \Rightarrow \mu = \frac{k \Delta A}{2mg}$$

Thay số ta được: $\mu = \frac{50 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot 10} = 0,05 \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Ví dụ 6: Con lắc lò xo nằm ngang gồm vật nặng có khối lượng $m = 400 \text{ g}$, lò xo có độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$. Kéo vật khỏi vị trí cân bằng một đoạn 3 cm rồi thả nhẹ để vật dao động. Hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng ngang là $\mu = 0,005$, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Biên độ dao động còn lại sau chu kì đầu tiên là

A. $A_1 = 2,99 \text{ cm}$.

B. $A_1 = 2,96 \text{ cm}$.

C. $A_1 = 2,92 \text{ cm}$.

D. $A_1 = 2,89 \text{ cm}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Độ giảm biên độ sau mỗi chu kì: } \Delta A = \frac{4 \mu mg}{k} = \frac{4 \cdot 0,005 \cdot 0,4 \cdot 10}{100} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Vậy $A_1 = A_0 - \Delta A = 3 - 0,08 = 2,92 \text{ (cm)} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Bài toán bạn đọc tự giải: Một vật khối lượng 100 g nối với một lò xo có độ cứng 100 N/m . Đầu còn lại của lò xo gắn cố định, sao cho vật có thể dao động trên mặt phẳng nằm ngang. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn 8 cm rồi buông nhẹ. Lấy gia tốc trọng trường 10 m/s^2 . Khi hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng nằm ngang là $0,2$. Biên độ dao động của vật sau 5 chu kì dao động là

A. 2 cm .

B. 6 cm .

C. 5 cm .

D. 4 cm .

Ví dụ 7: Con lắc lò xo bỏ trí nằm ngang, gồm vật nhỏ có khối lượng $m = 100\text{g}$, lò xo có độ cứng $k = 10\text{ N/m}$. Ban đầu kéo vật rời vị trí cân bằng một đoạn $9,5\text{ cm}$ rồi buông nhẹ để vật dao động. Biết hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng ngang $\mu = 0,1$. Lấy gia tốc trọng trường $g = 10\text{ m/s}^2$. Hãy tính thời gian và quãng đường vật chuyển động từ lúc vật bắt đầu dao động đến lúc vật dừng lại.

Phân tích và hướng dẫn giải:

• Độ giảm biên độ sau một nửa chu kì là: $\Delta A_{1/2} = \frac{2\mu mg}{k} = 0,02(\text{m})$

• Số nửa chu kì vật thực hiện được là giá trị N nguyên thỏa mãn:

$$\left(\frac{A}{\Delta A_{1/2}} - \frac{1}{2} \right) \leq N < \left(\frac{A}{\Delta A_{1/2}} + \frac{1}{2} \right) \Rightarrow \left(\frac{9,5}{2} - \frac{1}{2} \right) \leq N < \left(\frac{9,5}{2} + \frac{1}{2} \right)$$

$$\Rightarrow 4,25 \leq N < 5,25$$

Chọn $N = 5$ nên trước khi dừng, vật thực hiện được 5 nửa chu kì, vậy:

$$\text{Thời gian của chuyển động } t = N \cdot \frac{T}{2} = 5 \cdot \pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 5 \cdot \pi \sqrt{\frac{0,1}{10}} = 0,5\pi(\text{s})$$

$$\text{Quãng đường đi được } S = N(2A_1 - N \Delta A_{1/2}) = 5(2 \cdot 9,5 - 5 \cdot 2) = 45(\text{cm})$$

• Bài toán trên là một dạng bài toán hay về dao động tắt dần, để hiểu được cách tính như vậy, cần phải có thời gian để suy nghĩ và xây dựng biểu thức tính, ở đây tôi chỉ nêu cách tính nhanh để các em làm bài thi trắc nghiệm.

Bài toán bạn đọc tự giải: Một con lắc lò xo đặt nằm ngang gồm một vật có khối lượng $m = 100\text{g}$ gắn vào một lò xo có độ cứng $k = 10\text{ N/m}$. Hệ số ma sát trượt giữa vật và sàn là $0,1$. Ban đầu đưa vật đến vị trí lò xo bị nén 9 cm và thả nhẹ. Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$. Tính thời gian, quãng đường vật đi được cho tới khi dừng lại?

Ví dụ 8: Một con lắc lò xo bỏ trí nằm ngang, vật nặng có khối lượng $m = 100\text{ g}$, lò xo có độ cứng là $k = 160\text{ N/m}$. Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$. Khi vật đang ở vị trí cân bằng, người ta truyền cho vật vận tốc $v_0 = 2\text{ m/s}$ theo phương ngang để vật dao động. Do giữa vật và mặt phẳng ngang có lực ma sát với hệ số ma sát $\mu = 0,01$ nên dao động của vật sẽ tắt dần. Tìm tốc độ trung bình của vật trong suốt quá trình vật chuyển động?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Muốn tìm được tốc độ trung bình, trước hết cần phải tìm thời gian và quãng đường mà vật đi được cho tới khi dừng lại, ta có 2 cách tính:

Cách 1: Tính chính xác

Vị trí biên đầu tiên được tính theo định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{1}{2}kA_0^2 + \mu mg A_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow A_0 = 4,99(\text{cm})$$

Độ giảm biên độ sau $\frac{1}{2}$ chu kì là $\Delta A_{1/2} = \frac{2\mu mg}{k} = 0,0125(\text{cm})$

Số nửa chu kì vật thực hiện được là giá trị N nguyên thỏa mãn:

$$\left(\frac{A_0}{\Delta A_{1/2}} - \frac{1}{2} \right) \leq N < \left(\frac{A_0}{\Delta A_{1/2}} + \frac{1}{2} \right) \Rightarrow 398,7 \leq N < 399,7$$

Chọn $N = 399$ nên tính từ vị trí biên ban đầu, trước khi dừng, vật thực hiện được 399 nửa chu kì, suy ra:

$$\text{Thời gian của chuyển động } t = \frac{T}{4} + N \cdot \frac{T}{2} = 31,36(\text{s})$$

Quãng đường đi được:

$$S = A_0 + N(2A_0 - N\Delta A_{1/2}) = 4,99 + 1992 = 1996,99(\text{cm})$$

$$\text{Lúc này, tốc độ trung bình } \bar{v} = \frac{S}{t} = \frac{1996,99}{31,36} \approx 63,679 \text{ cm/s}$$

Cách 2: Tính gần đúng

$$\diamond \text{ Biên độ ban đầu } A_0 = \frac{v_0}{\omega} = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \approx 2 \sqrt{\frac{100 \cdot 10^{-3}}{160}} \approx 0,05(\text{m}) = 5(\text{cm})$$

$\diamond$ Độ giảm cơ năng sau mỗi chu kì bằng độ lớn công của lực ma sát nên

$$\Delta E = \frac{1}{2}k(A^2 - A'^2) \approx \frac{1}{2}k\Delta A \cdot 2A = A_m \approx \mu mg \cdot \lambda. \text{ Từ đây tính được độ giảm}$$

$$\text{biên độ sau mỗi chu kì: } \Delta A = \frac{4\mu mg}{k} = 0,25 \cdot 10^{-3}(\text{m}) = 0,025(\text{cm})$$

$$\diamond \text{ Số dao động mà vật thực hiện được: } N = \frac{A_0}{\Delta A} = \frac{5}{0,025} = 200 \text{ nên tổng thời gian}$$

$$\text{từ lúc dao động đến lúc dừng lại } t = N \cdot T = N \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 200 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{100 \cdot 10^{-3}}{160}} \approx 31,4\text{s}$$

♦ Độ giảm cơ năng bằng độ lớn công của lực ma sát trong suốt quá trình dao động đó nên: $\Delta E = \frac{1}{2}k(A_0^2 - 0) = \frac{1}{2}kA_0^2 = A_{ms} = \mu mg S_{\Sigma}$. Từ biểu thức này, tính được tổng quãng đường vật đi được: $S_{\Sigma} = \frac{kA_0^2}{2\mu mg} = 20 \text{ (m)}$

♦ Tốc độ trung bình $\bar{v} = \frac{S_{\Sigma}}{t} = \frac{20}{31,4} = 0,637 \text{ m/s}$

Lưu ý: Cách tính 2 là không đúng với hiện tượng vật lý, tuy nhiên nó cho kết quả gần đúng với cách tính 1, ta chỉ có thể áp dụng cách 2 khi sự tắt dần là rất chậm ($\Delta A = 0,025 \text{ cm}$ rất nhỏ so với $A_0 = 5 \text{ cm}$) và 4 phương án trắc nghiệm A B C D mà bài toán đưa ra lệch nhau nhiều. Đây cũng là 1 kỹ thuật làm bài thi trắc nghiệm: Giải theo con đường sai để từ đó chọn phương án đúng!

Bài toán bạn đọc tự giải:

Bài toán 1: Con lắc lò xo đặt nằm ngang, gồm vật nặng có khối lượng $m = 200 \text{ g}$, lò xo có độ cứng $k = 160 \text{ N/m}$. Ban đầu kích thích cho vật dao động với biên độ $A_0 = 4 \text{ cm}$. Hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng ngang là $\mu = 0,005$, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tìm số dao động vật thực hiện cho đến lúc dừng lại?

Bài toán 2: Vật nặng trong con lắc lò xo có $m = 100 \text{ g}$, khi vật đang ở vị trí cân bằng người ta truyền cho nó một vận tốc ban đầu 2 m/s . Do ma sát vật dao động tắt dần. Nhiệt lượng toả ra môi trường khi dao động tắt hẳn là

A. 200 J. B. 0,2 J. C. 0,1 J. D. 0,02 J.

Bài toán 3: Một vật dao động tắt dần với biên độ ban đầu là $0,97 \text{ cm}$. Sau khi ra đến biên lần thứ nhất có biên độ là $0,91 \text{ cm}$. Hãy cho biết vật ra vị trí biên bao nhiêu lần rồi dừng lại?

Bài toán 4: Một con lắc lò xo dao động trên mặt phẳng nghiêng một góc 60° so với phương ngang. Độ cứng của lò xo $k = 400 \text{ N/m}$, vật có khối lượng $m = 100 \text{ g}$, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, hệ số ma sát giữa vật và mặt sàn là $\mu = 0,02$. Lúc đầu đưa vật tới vị trí cách vị trí cân bằng 4 cm rồi buông nhẹ. Tìm quãng đường vật đi được từ lúc bắt đầu dao động đến lúc dừng lại?

Bài toán 5: Một con lắc lò xo thẳng đứng gồm lò xo nhẹ có độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$, một đầu cố định, một đầu gắn vật nặng khối lượng $m = 0,5 \text{ kg}$. Ban đầu kéo vật theo phương thẳng đứng khỏi vị trí cân bằng 5 cm rồi buông nhẹ cho vật dao động. Trong quá trình dao động vật luôn chịu tác dụng của lực cản có độ lớn bằng $1/100$ trọng lực tác dụng lên vật. Coi biên độ của vật giảm đều trong từng chu kỳ, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Số lần vật qua vị trí cân bằng kể từ khi thả vật đến khi nó dừng hẳn là bao nhiêu?

Ví dụ 9: Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng $0,02 \text{ kg}$ và lò xo có độ cứng $k = 1 \text{ N/m}$. Vật nhỏ được đặt trên giá đỡ cố định nằm ngang dọc theo trục lò xo. Hệ số ma sát trượt giữa giá đỡ và vật nhỏ là $0,1$. Ban đầu giữ vật ở vị trí lò xo bị nén 10 cm rồi buông nhẹ để con lắc dao động tắt dần. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tốc độ lớn nhất vật nhỏ đạt được trong quá trình dao động là

- A. $10\sqrt{30} \text{ cm/s}$. B. $20\sqrt{6} \text{ cm/s}$. C. $40\sqrt{2} \text{ cm/s}$. D. $40\sqrt{3} \text{ cm/s}$.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Sau khi buông, vật được tăng tốc nhờ hợp lực theo phương ngang (lực đẩy của lò xo và lực ma sát trượt), vận tốc của vật cực đại tại vị trí x mà ở đó hợp lực này

bằng không tức 2 lực này cân bằng nhau $kx = \mu mg \Rightarrow x = \frac{\mu mg}{k} = 0,02(\text{m})$

Theo định luật bảo toàn cơ năng ta có

$$\frac{1}{2} kx_0^2 - \left[\text{Động cơ năng ta có} \right] \quad (x)$$

$$\Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{k}{m}(x_0^2 - x^2) - 2\mu mg(x_0 - x)} = 40\sqrt{2} \text{ cm/s} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài toán bạn đọc tự giải:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng $0,2 \text{ kg}$ và lò xo có độ cứng 20 N/m . Vật nhỏ được đặt trên giá đỡ cố định nằm ngang dọc theo trục lò xo. Hệ số ma sát trượt giữa giá đỡ và vật nhỏ là $0,1$. Ban đầu giữ vật ở vị trí lò xo bị nén 5 cm rồi buông nhẹ để con lắc dao động tắt dần. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Vật đạt tốc độ lớn nhất sau khi đi được quãng đường là

- A. 3 cm . B. 4 cm . C. 2 cm . D. 1 cm .

Bài toán 2: Một con lắc lò xo gồm một vật có khối lượng 100 g gắn vào lò xo có độ cứng $0,01 \text{ N/cm}$ dao động tắt dần chậm từ thời điểm $t = 0$ với biên độ ban đầu là 10 cm . Trong quá trình dao động, lực cản tác dụng vào vật có độ lớn không đổi 10^{-3} N . Tính tốc độ lớn nhất của vật sau thời điểm $t = 21,4 \text{ s}$?

Bài toán 3: Một con lắc lò xo đặt nằm ngang gồm một vật có khối lượng $m = 100 \text{ g}$ gắn vào một lò xo có độ cứng $k = 10 \text{ N/m}$. Hệ số ma sát trượt giữa vật và sàn là $0,1$. Ban đầu đưa vật đến vị trí lò xo bị nén một đoạn và thả nhẹ. Khi vật đi qua điểm M, tốc độ của vật đạt cực đại lần thứ nhất và bằng 60 cm/s . Hỏi vật sẽ đi qua điểm M mấy lần nữa và hãy tính tốc độ của vật mỗi khi nó đi qua M?

Bài toán 4: Một con lắc lò xo dao động trên mặt phẳng nằm ngang. Ban đầu, kéo vật đến vị trí lò xo bị dãn $9,5 \text{ cm}$ và buông nhẹ thì sau khi đi được quãng đường $8,5 \text{ cm}$, vật đạt được tốc độ cực đại là 85 cm/s . Bỏ qua lực cản của không khí tác dụng vào vật. Hãy tính thời gian và quãng đường vật chuyển động từ lúc bắt đầu dao động đến lúc vật dừng lại?

Ví dụ 10: Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng 0,2 kg và lò xo có độ cứng 20 N/m. Vật nhỏ được đặt trên giá đỡ cố định nằm ngang dọc theo trục lò xo. Hệ số ma sát trượt giữa giá đỡ và vật nhỏ là 0,01. Từ vị trí lò xo không bị biến dạng, truyền cho vật vận tốc ban đầu 1 m/s thì thấy con lắc dao động tắt dần trong giới hạn đàn hồi của lò xo. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính độ lớn của lực đàn hồi cực đại của lò xo trong quá trình dao động?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Chọn trục tọa độ Ox trùng với trục của lò xo, gốc tọa độ O (cũng là gốc thế năng) tại vị trí lò xo không biến dạng, chiều dương là chiều chuyển động ban đầu của con lắc. Độ lớn của lực đàn hồi của lò xo đạt giá trị cực đại trong $1/4$ chu kỳ đầu tiên, khi đó vật ở vị trí biên.

Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có: $W_{đ0} = W_{t\max} + |A_{ms}|$
 hay $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kA_{\max}^2 + \mu mgA_{\max} \Rightarrow \frac{k}{m}A_{\max}^2 + 2\mu gA_{\max} - v_0^2 = 0$.

Thay số: $100A_{\max}^2 + 0,2A_{\max} - 1 = 0 \Rightarrow A_{\max} = 0,099 \text{ m}$
 $\Rightarrow F_{\max} = kA_{\max} = 1,98 \text{ N}$.

Ví dụ 11: Một chiếc xe chạy trên con đường lát gạch, cứ sau 15 m trên đường lại có một rãnh nhỏ. Biết chu kỳ dao động riêng của khung xe trên các lò xo giảm xóc là 1,5 s. Hỏi vận tốc xe bằng bao nhiêu thì xe bị xóc mạnh nhất?

- A. 54 km/h. B. 27 km/h. C. 34 km/h. D. 36 km/h.

Hướng dẫn giải:

Chu kỳ của ngoại lực tác dụng lên xe $T = \frac{L}{v}$.

Chu kỳ dao động riêng $T_0 = 1,5 \text{ s}$.

Xe bị xóc mạnh nhất khi $T = T_0 \Rightarrow \frac{L}{v} = T_0 \Rightarrow v = \frac{L}{T_0} = \frac{15}{1,5} = 10 \text{ (m/s)} \Rightarrow \text{Chọn D}$.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn có độ dài $l = 16 \text{ cm}$ được treo trong toa tàu ở ngay vị trí phía trên của trục bánh xe. Chiều dài mỗi thanh ray là 12 m. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$ và $\pi^2 = 10$, coi tàu chuyển động thẳng đều. Con lắc sẽ dao động mạnh nhất khi vận tốc đoàn tàu là

- A. 15 m/s. B. 1,5 cm/s. C. 1,5 m/s. D. 15 cm/s.

Bài toán 2: Trong trò chơi đánh đu ở các hội xuân, từng cặp người tham gia chơi sẽ tác dụng lực lên chiếc đu một cách tuần hoàn để đưa đu lên cao bằng cách nhún người trên đu. Giả sử hệ người đu giống như một con lắc đơn có chiều dài dây treo là $l = 5 \text{ m}$, gia tốc trọng trường nơi treo đu là $9,8 \text{ m/s}^2$. Để đưa được đu lên độ cao cực đại mỗi phút hai người chơi đu sẽ phải nhún

- A. 40 lần. B. 27 lần. C. 13 lần. D. 5 lần.

Ví dụ 12: Một con lắc lò xo gồm vật nặng có khối lượng $m = 100 \text{ g}$, lò xo có độ cứng $k = 40 \text{ N/m}$. Tác dụng vào vật một lực tuần hoàn biên độ F_0 và tần số $f_1 = 4 \text{ Hz}$ thì biên độ dao động ổn định của hệ là A_1 . Nếu giữ nguyên biên độ F_0 nhưng tăng tần số đến giá trị $f_2 = 5 \text{ Hz}$ thì biên độ dao động ổn định của hệ là A_2 . Chọn phương án đúng?

- A. $A_2 > A_1$ B. $A_2 = A_1$ C. $A_2 < A_1$ D. $A_2 \geq A_1$

Hướng dẫn:

+ Tần số dao động riêng của con lắc lò xo $f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{40}{0,1}} = 3,18 \text{ Hz}$

+ Do $|f_2 - f_0| > |f_1 - f_0|$ nên $A_2 < A_1 \Rightarrow$ Đáp án C.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Một vật khối lượng m treo vào lò xo có độ cứng k . Kích thích cho vật dao động với biên độ 3 cm thì chu kì dao động của nó là $T = 0,3 \text{ s}$. Nếu kích thích cho vật dao động với biên độ 6 cm thì chu kì dao động của nó là

- A. 0,3 s. B. 0,15 s. C. 0,6 s. D. 0,173 s.

Câu 2: 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.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Câu 3: Trong các đại lượng không thay đổi theo thời gian trong dao động tắt dần có

- A. động năng. B. cơ năng. C. biên độ. D. tần số.

Câu 4: Một vật tham gia đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số và đồng pha. Nếu chỉ tham gia dao động thứ nhất, vật đạt được vận tốc cực đại v_1 . Nếu chỉ tham gia dao động thứ hai, vật đạt được vận tốc cực đại v_2 . Khi tham gia đồng thời hai dao động, vật đạt được vận tốc cực đại là

- A. $v = v_1 + v_2$. B. $v = \frac{v_1 + v_2}{2}$. C. $v > v_1 + v_2$. D. $v < v_1 + v_2$.

Câu 5: Hai chất điểm dao động điều hoà trên cùng một trục Ox , phương trình dao động lần lượt là: $x_1 = 10 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$ và $x_2 = 10\sqrt{2} \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{12}\right) \text{ (cm)}$. Hai chất điểm cách nhau 5 cm ở thời điểm lần thứ 2 kể từ thời điểm ban đầu là

A. 11/24 s. B. 1/9 s. C. 1/8 s. D. 5/24 s.

- A. $\frac{11}{24} \text{ s}$. B. $\frac{1}{9} \text{ s}$. C. $\frac{1}{8} \text{ s}$. D. $\frac{5}{24} \text{ s}$.

Câu 6: Ba con lắc lò xo được treo thẳng đứng cách đều nhau theo thứ tự 1, 2, 3. Vị trí cân bằng của ba vật dao động cùng nằm trên một đường thẳng. Chọn trục Ox có phương thẳng đứng, gốc tọa độ ở vị trí cân bằng, phương trình lần lượt của chúng là $x_1 = 3\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm), $x_2 = 1,5\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm) và $x_3 = A_3\cos(5\pi t + \varphi_3)$ (cm). Hãy tìm A_3 và φ_3 để ba vật khi dao động chúng luôn luôn nằm trên một đường thẳng?

Câu 7: Vật tham gia đồng thời hai dao động điều hoà: $x_1 = 4\cos\left(10t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm, $x_2 = A_2\cos(10t + \varphi_2)$. Phương trình tổng hợp $x = 2\cos(10t + \varphi)$ cm. Biết $\varphi - \varphi_2 = \frac{\pi}{2}$. Tìm A_2 và φ .

Câu 8: Một con lắc đơn có chiều dài 0,992 (m), quả cầu nhỏ có khối lượng 25 (g). Cho nó dao động tại nơi có gia tốc trọng trường $9,8 \text{ m/s}^2$ với biên độ góc 4° , trong môi trường có lực cản tác dụng. Biết con lắc đơn chỉ dao động được 50 (s) thì ngừng hẳn. Xác định độ hao hụt cơ năng trung bình sau một chu kì.

- A. 20 μJ . B. 22 μJ . C. 23 μJ . D. 24 μJ .

Câu 9: 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.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Chủ đề 5: SÓNG CƠ HỌC

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN

1. Định nghĩa và đặc điểm của sóng cơ học

* Sóng cơ học là quá trình lan truyền các dao động cơ học theo thời gian trong môi trường vật chất.

* Một đặc điểm quan trọng: Khi sóng truyền qua, các phần tử của môi trường chỉ dao động quanh vị trí cân bằng của chúng mà không chuyển dời theo sóng, chỉ có pha dao động của chúng được truyền đi.

2. Phân loại

Gồm sóng dọc và sóng ngang:

Sóng ngang: là sóng có phương dao động của các phần tử môi trường vuông góc với phương truyền sóng.

Sóng ngang xuất hiện trên mặt chất lỏng và trong lòng chất rắn.

Sóng dọc: là sóng có phương dao động của các phần tử môi trường trùng với phương truyền sóng.

Sóng dọc có thể xuất hiện ở 3 thể rắn, lỏng và khí.

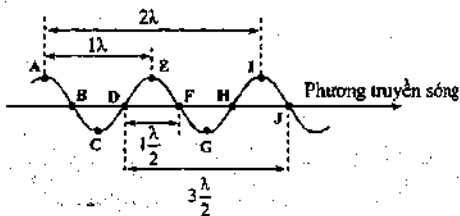
3. Các đại lượng đặc trưng cho sóng

* Chu kì T của sóng là chu kì dao động chung của các phần tử vật chất khi có sóng truyền qua và bằng chu kì dao động của nguồn sóng.

* Tần số f của sóng

$$f = \frac{1}{T}$$

* Biên độ sóng a tại một điểm là biên độ dao động của phần tử vật chất tại điểm đó khi sóng truyền qua. $a_{\text{sóng}} = a_{\text{dao động}}$



* Vận tốc truyền sóng v là vận tốc truyền pha dao động (khác với vận tốc của các phần tử dao động). Chính là quãng đường sóng truyền đi được trong một đơn vị thời gian. Trong một môi trường xác định $v = \text{const}$.

* Bước sóng λ là khoảng cách giữa hai điểm gần nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động cùng pha. Bước sóng cũng là quãng đường mà sóng truyền được trong một chu kì.

* Năng lượng của sóng là năng lượng dao động của một đơn vị thể tích môi trường khi có sóng truyền qua. Năng lượng của sóng tỉ lệ với bình phương biên độ sóng.

$E = \frac{1}{2} D a^2 A^2$. Một nguồn điểm, năng lượng E_N lan truyền theo các cách khác nhau thì biên độ giảm khác nhau:

- Nếu lan truyền trên mặt phẳng (sóng phẳng): năng lượng sóng trải dài theo chu vi đường tròn nên $E_R = \frac{E_N}{2\pi R}$ do đó biên độ sóng giảm tỉ lệ nghịch với $\sqrt{R}$.

- Nếu lan truyền trong không gian (sóng cầu): năng lượng sóng trải dài theo mặt cầu ngày càng mở rộng $E_R = \frac{E_N}{4\pi R^2}$ do đó biên độ sóng giảm tỉ lệ nghịch với R .

- Nếu lan truyền trên một đường thẳng, năng lượng sóng không đổi nên biên độ sóng không đổi.

Công thức liên hệ giữa chu kì T (hoặc tần số f), vận tốc v và bước sóng λ

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

* Năng lượng sóng E : $E_{\text{sóng}} = E_{\text{đt}} = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$

4. Phương trình sóng

Giả sử phương trình sóng tại nguồn O có dạng $u_0 = a \cos \omega t$ thì phương trình sóng tại một điểm M cách O một khoảng d_M là:

$$u_M = a \cos \omega \left(t - \frac{d_M}{v} \right) = a \cos \left(\omega t - 2\pi \frac{d_M}{\lambda} \right)$$

Ý nghĩa của phương trình sóng u_M :

- Tại một điểm xác định trong môi trường $\Rightarrow d_M = \text{const}$. Lúc đó u_M là một hàm biến thiên điều hoà theo thời gian t với chu kì T .

- Tại một thời điểm xác định $\Rightarrow t = \text{const}$, $d_M = x$. Lúc đó u_M là một hàm biến thiên điều hoà trong không gian theo biến x với chu kì λ .

5. Độ lệch pha

Độ lệch pha dao động giữa hai điểm M, N bất kì trong môi trường truyền sóng

cách nguồn O lần lượt là d_M và d_N :
$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{d_M - d_N}{\lambda} = 2\pi \frac{MN}{\lambda}$$

- Hai dao động cùng pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = k2\pi$ ($k \in \mathbb{Z}$)

- Hai dao động ngược pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = (2k+1)\pi$ ($k \in \mathbb{Z}$)

- Hai dao động vuông pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$ ($k \in \mathbb{Z}$)

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Một người quan sát 1 chiếc phao trên mặt biển thấy nó nhô cao lên 5 lần trong 8 giây và thấy khoảng cách 2 ngọn sóng kề nhau là 0,2 m. Vận tốc truyền sóng biển bằng

A. 10 cm/s.

B. 20 cm/s.

C. 40 cm/s.

D. 60 cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khoảng thời gian giữa 5 lần nhô là 4 chu kì $\Rightarrow 4T = 8 \Rightarrow T = 2$ s.

Khoảng cách 2 ngọn sóng kề nhau là 0,2 m $\Rightarrow \lambda = 0,2$ m.

Từ $\lambda = vT \Rightarrow$ Vận tốc $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,2}{2} = 0,1$ m/s = 10 cm/s $\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 2: Nguồn sóng trên mặt nước tạo dao động với tần số 10 Hz, gây ra các sóng có biên độ 0,5 cm. Biết khoảng cách giữa 7 gợn sóng liên tiếp là 30 cm. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là

A. 150 cm/s.

B. 100 cm/s.

C. 25 cm/s.

D. 50 cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khoảng cách giữa 7 gợn sóng liên tiếp là 6 bước sóng $\Rightarrow 6\lambda = 30 \Rightarrow \lambda = 5$ cm.

Vận tốc truyền sóng $v = \lambda.f = 5.10 = 50$ cm/s $\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng: Sóng truyền tại mặt chất lỏng với vận tốc truyền sóng 0,9 m/s, khoảng cách giữa hai gợn sóng liên tiếp là 2 cm. Tần số của sóng là

A. 0,45 Hz.

B. 1,8 Hz.

C. 45 Hz.

D. 90 Hz.

Ví dụ 3: Tại một điểm trên mặt chất lỏng có một nguồn dao động với tần số 120 Hz, tạo ra sóng ổn định trên mặt chất lỏng. Xét 5 gợn lồi liên tiếp trên một phương truyền sóng, ở về một phía so với nguồn, gợn thứ nhất cách gợn thứ năm 0,5 m. Tốc độ truyền sóng là

- A. 12 m/s. B. 15 m/s. C. 30 m/s. D. 25 m/s.

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khoảng cách từ gợn lồi thứ nhất đến gợn lồi thứ năm là 4 bước sóng $\Rightarrow 4\lambda = 0,5$
 $\Rightarrow \lambda = 0,125 \text{ m}$.

+ Vận tốc truyền sóng $v = \lambda f = 0,125 \cdot 120 = 15 \text{ m/s} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Ví dụ 4: Trên mặt một chất lỏng có một sóng cơ, người ta quan sát được khoảng cách giữa 15 đỉnh sóng liên tiếp là 3,5 m và thời gian sóng truyền được khoảng cách đó là 7 s. Xác định bước sóng, chu kì và tần số của sóng đó.

Hướng dẫn:

Ta có: $\lambda = \frac{3,5}{14} = 0,25 \text{ m}$; $v = \frac{3,5}{7} = 0,5 \text{ (m/s)}$ và $T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0,25}{0,5} = 0,5 \text{ (s)} \Rightarrow f = 2 \text{ Hz}$

Bạn đọc cũng có thể giải bài toán trên theo cách khác

Ví dụ 5: Một người ngồi ở bờ biển quan sát thấy khoảng cách giữa hai ngọn sóng liên tiếp bằng 10m. Ngoài ra người đó đếm được 20 ngọn sóng đi qua trước mặt trong 76s. Tính vận tốc truyền sóng trên mặt nước?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khi người đó quan sát được 20 ngọn sóng đi qua thì sóng đã thực hiện được quãng đường là 19λ . Thời gian tương ứng để sóng lan truyền được quãng đường trên là $19T$, theo bài ta có $19T = 76 \Rightarrow T = 4 \text{ (s)}$

+ Khoảng cách giữa hai ngọn sóng liên tiếp chính là bước sóng $\lambda = 10 \text{ (m)}$

$\Rightarrow$ Tốc độ truyền sóng $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ (m/s)}$

Ví dụ 6: Người ta cho nước nhỏ đều đặn lên điểm O nằm trên mặt nước phẳng lặng với tốc độ 90 giọt trong 1 phút. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước $v = 60 \text{ cm/s}$. Khoảng cách giữa hai sóng tròn liên tiếp là

- A. 20 cm. B. 30 cm. C. 40 cm. D. 50 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Nước nhỏ giọt đều đặn làm cho phần tử nước ở O dao động cưỡng bức với tần

$$\text{số } f = \frac{90}{60} = 1,5 \text{ Hz}$$

+ Điểm O là nguồn phát sóng trên mặt nước, do đó trên mặt nước có những gợn sóng tròn tâm O. Khoảng cách giữa hai gợn lồi liên tiếp là một bước sóng

$$\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{60}{1,5} = 40 \text{ cm.} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 7: Một sóng cơ học có biên độ A, bước sóng λ . Biết vận tốc dao động cực đại của phần tử môi trường bằng 3 lần tốc độ truyền sóng, biểu thức liên hệ nào sau đây là đúng?

- A. $\lambda = 3\pi A/2$. B. $\lambda = 2\pi A$. C. $\lambda = 3\pi A/4$. D. $\lambda = 2\pi A/3$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Đáp án D vì } \lambda = v_{\text{max}} \cdot T = \frac{v_{\text{max}}}{f} \cdot T = \frac{\omega A}{3} \cdot T = \frac{2\pi}{T} A \cdot T = \frac{2\pi A}{3}$$

Ví dụ 8: Sóng truyền tại mặt chất lỏng với bước sóng 0,8 cm. Phương trình dao động tại nguồn O có dạng $u_0 = 5\cos\omega t$ (mm). Phương trình dao động tại điểm M cách O một đoạn 5,4 cm theo phương truyền sóng là

- A. $u_M = 5\cos(\omega t + \pi/2)$ (mm). B. $u_M = 5\cos(\omega t + 13,5\pi)$ (mm).
C. $u_M = 5\cos(\omega t - 13,5\pi)$ (mm). D. $u_M = 5\cos(\omega t - 10,8\pi)$ (mm).

Hướng dẫn giải:

Vì phương trình nguồn có dạng: $u_0 = 5\cos\omega t$ nên phương trình sóng tại điểm M cách O một khoảng d_M là:

$$u_M = 5\cos\left(\omega t - 2\pi \frac{d_M}{\lambda}\right) = 5\cos\left(\omega t - 2\pi \frac{5,4}{0,8}\right) = 5\cos(\omega t - 13,5\pi) \text{ (mm)}$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 9: Một sóng cơ lan truyền trên một đường thẳng từ điểm O đến điểm M cách O một đoạn d. Biết tần số f, bước sóng λ và biên độ a của sóng không đổi trong quá trình sóng truyền. Nếu phương trình dao động của phần tử vật chất tại điểm M có dạng $u_M(t) = a \sin 2\pi f t$ thì phương trình dao động của phần tử vật chất tại O là

A. $u_O(t) = a \sin 2\pi \left(f t - \frac{d}{\lambda} \right)$.

B. $u_O(t) = a \sin 2\pi \left(f t + \frac{d}{\lambda} \right)$.

C. $u_O(t) = a \sin \pi \left(f t - \frac{d}{\lambda} \right)$.

D. $u_O(t) = a \sin \pi \left(f t + \frac{d}{\lambda} \right)$.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nguồn O dao động trước nên sớm pha hơn điểm M một lượng $2\pi \frac{d}{\lambda}$, vậy phương trình dao động của phần tử vật chất tại O là:

$$u_O(t) = a \sin \left(\omega t + 2\pi \frac{d}{\lambda} \right) = a \sin 2\pi \left(f t + \frac{d}{\lambda} \right) \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 10: Một dây đàn hồi rất dài và được kéo căng. Gắn một đầu của nó với nguồn O dao động có biên độ $a = 5\text{cm}$, chu kì $T = 0,5\text{s}$ theo phương vuông góc với phương sợi dây. Biết tốc độ truyền sóng trên dây $v = 40\text{cm/s}$ và tại thời điểm ban đầu nguồn gây dao động đang đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm. Dao động tại điểm M trên dây cách O một khoảng 50cm có phương trình là

A. $u_M = 5 \cos(4\pi t + 0,5\pi) (\text{cm})$.

B. $u_M = 5 \cos(4\pi t - 5\pi) (\text{cm})$.

C. $u_M = 5 \cos(4\pi t - 5,5\pi) (\text{cm})$.

D. $u_M = 5 \cos(4\pi t - 4,5\pi) (\text{cm})$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Trước tiên ta phải viết phương trình dao động của nguồn O: $u_O = a \cos(\omega t + \varphi)$

Có $a = 5\text{cm}$ và $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi (\text{rad/s})$.

Tại thời điểm ban đầu $t = 0$: $\begin{cases} u_O = a \cos \varphi = 0 \\ v_O = -a\omega \sin \varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$

Vậy $u_O = 5 \cos \left(4\pi t + \frac{\pi}{2} \right) (\text{cm})$.

+ Lúc đó phương trình dao động tại M có dạng: $u_M = 5 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2} - 2\pi \frac{d}{\lambda}\right)$

$$u_M = 5 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2} - 2\pi \frac{d}{v.T}\right) = 5 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2} - 2\pi \frac{50}{40.0,5}\right)$$

$$u_M = 5 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2} - 5\pi\right) = 5 \cos(4\pi t - 4,5\pi)(\text{cm}) \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: A và B là hai điểm nằm trên cùng một phương truyền sóng. Sóng truyền từ B đến A với tốc độ 8m/s. Phương trình dao động của A và B lần lượt là $u_A = 6 \cos(20\pi t - 3\pi/2)\text{cm}$ và $u_B = 6 \cos(20\pi t - \pi/2)\text{cm}$. Khoảng cách gần nhất giữa A và B là

- A. 20 cm. B. 80 cm. C. 40 cm. D. 10 cm.

Bài toán 2: Một sóng ngang truyền từ M đến O rồi đến N cùng trên một phương truyền sóng với tốc độ 18m/s, MN = 3m, MO = NO. Phương trình sóng tại O là

$$u_O = 5 \cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm}). \text{ Hãy tìm phương trình sóng tại M và N?}$$

Bài toán 3: Một sóng ngang truyền từ M đến N cùng trên một phương truyền sóng với tốc độ 18m/s, MN = 3m. Phương trình sóng tại M và N là

$$u_M = 5 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm}) \text{ và } u_N = 5 \cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm}). \text{ Hãy tìm phương trình}$$

sóng tại O là trung điểm của MN?

Ví dụ 11: Nguồn sóng đặt tại O dao động theo phương trình $u_O = a \cos \omega t$, điểm M nằm cách O một đoạn bằng x. Dao động tại O và M cùng pha nếu:

- A. $x = k\lambda, k \in \mathbb{Z}$ B. $x = (2k+1)\frac{\lambda}{2}, k \in \mathbb{Z}$
C. $x = 0,5k\lambda, k \in \mathbb{Z}$ D. $x = 2k\lambda, k \in \mathbb{Z}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình nguồn $u_O = a \cos \omega t \Rightarrow$ Tại điểm M có: $u_M = a \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{d_M}{\lambda}\right)$

Độ lệch pha giữa O và M: $\Delta\phi = 2\pi \frac{d_M}{\lambda}$

Vì cùng pha nên $\Delta\phi = 2k\pi \Rightarrow 2\pi \frac{d_M}{\lambda} = 2k\pi \Rightarrow d_M = k\lambda, k \in \mathbb{Z} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Ví dụ 12: Một nguồn sóng cơ truyền dọc theo một đường thẳng, nguồn dao động với phương trình $u_O = A \cos \omega t$. Một điểm M trên phương truyền sóng cách nguồn $d_M = \frac{\lambda}{3}$ tại thời điểm $t = \frac{T}{2}$ có li độ $u_M = 2$ cm. Coi biên độ sóng không bị suy giảm, biên độ sóng A là

- A. 2 cm. B. $2\sqrt{2}$ cm. C. $2\sqrt{3}$ cm. D. 4 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Vì phương trình nguồn có pha ban đầu bằng 0 nên phương trình sóng tại điểm M cách O một khoảng d_M có dạng: $u_M = A \cos \left(\omega t - 2\pi \frac{d_M}{\lambda} \right)$.

+ Thay $u_M = 2$ cm, $t = \frac{T}{2}$ và $d_M = \frac{\lambda}{3}$ vào phương trình trên ta được:

$$2 = A \cos \left(\omega \frac{T}{2} - 2\pi \frac{\lambda/3}{\lambda} \right) \Rightarrow 2 = A \cos \left(\pi - \frac{2\pi}{3} \right) = A \cos \left(\frac{\pi}{3} \right) = A \cdot \frac{1}{2}$$

$\Rightarrow A = 4$ cm $\Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 13: Một nguồn sóng dao động với phương trình $u_O = 10 \cos \left(4\pi t + \frac{\pi}{3} \right)$ (cm).

Biết $v = 12$ cm/s. Điểm M cách nguồn một khoảng 8 cm, tại thời điểm $t = 0,5$ s li độ sóng của điểm M là

- A. 5 cm. B. -5 cm. C. 7,5 cm. D. 0.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Sau khoảng thời gian $t = 0,5$ s sóng chỉ mới truyền đến điểm cách nguồn một khoảng $S = v \cdot t = 12 \cdot 0,5 = 6$ cm. Điểm M ở khoảng cách xa hơn nên chưa nhận được sóng truyền tới.

+ Vì điểm M chưa dao động nên li độ của điểm M tại thời điểm $t = 0,5$ s bằng 0.

$\Rightarrow$ Đáp án D.

Chú ý: Khi gặp loại bài toán này, điều đầu tiên ta phải kiểm tra xem, sau khoảng thời gian t , sóng truyền được đến đâu. Nếu quãng đường lớn hơn 8 cm thì lúc đó mới viết phương trình tại M rồi thay t vào.

Ví dụ 14: Biên độ của một sóng cầu tại một điểm cách nguồn 2 m là 9 mm, biên độ dao động của môi trường tại điểm cách tâm phát sóng cầu 5 m là

A. 1,4 mm.

B. 22 mm.

C. 5,7 mm.

D. 3,6 mm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Nguồn sóng có năng lượng E_N , năng lượng sóng trải đều trên các mặt cầu ngày càng nở rộng. Tại một điểm trên mặt cầu cách nguồn khoảng r sẽ nhận được năng

lượng $E = \frac{E_N}{S} = \frac{E_N}{4\pi r^2}$ và dao động với biên độ A nên $\frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2 = \frac{E_N}{4\pi r^2}$

+ Viết cho hai điểm của bài toán ta có
$$\begin{cases} \frac{1}{2} \rho \omega^2 A_1^2 = \frac{E_N}{4\pi r_1^2} \\ \frac{1}{2} \rho \omega^2 A_2^2 = \frac{E_N}{4\pi r_2^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{A_2^2}{A_1^2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

$$\Rightarrow A_2 = \frac{r_1}{r_2} A_1 = \frac{2}{5} \cdot 9 = 3,6 \text{ mm} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Bài tập vận dụng: Một nguồn phát sóng trên mặt chất lỏng có năng lượng $E_0 = 0,9 \text{ W}$, phát một sóng có dạng hình tròn. Tính năng lượng sóng tại một điểm M cách nguồn 3m?

Ví dụ 15: Một nguồn phát sóng cơ học dao động với phương trình

$u_0 = 10 \cos\left(\frac{\pi}{3} t + \varphi\right) \text{ cm}$. Điểm M trên phương truyền sóng cách nguồn phát sóng

một khoảng d , tại thời điểm t_1 , đang đi qua vị trí có li độ $u_1 = 6 \text{ cm}$ theo chiều âm. Sau thời điểm trên 9s thì điểm M sẽ đi qua vị trí có li độ

A. $u_2 = 3 \text{ cm}$ theo chiều âm.

B. $u_2 = -6 \text{ cm}$ theo chiều dương.

C. $u_2 = -3 \text{ cm}$ theo chiều âm.

D. $u_2 = 6 \text{ cm}$ theo chiều dương.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Chu kỳ sóng: } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi/3} = 6 \text{ s.}$$

Nhận thấy khoảng thời gian 9s đúng bằng 1,5 lần chu kỳ dao động. Theo tính chất của dao động điều hòa, sau khoảng thời gian bằng bán nguyên chu kỳ thì li độ và

vận tốc đổi dấu, vì vậy nếu $\begin{cases} u_{1M} = 6 \text{ cm} \\ v_1 < 0 \end{cases}$ thì $\begin{cases} u_{2M} = -6 \text{ cm} \\ v_2 > 0 \end{cases} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Bài tập vận dụng: Một sóng cơ học có phương trình dao động tại một điểm M là

$u = 4 \sin \frac{\pi}{6} t$ (mm). Tại thời điểm t_1 , li độ của M là $2\sqrt{3}$ mm. Li độ của điểm M sau đó 3 giây tiếp theo là

- A. 2 mm. B. 3 mm. C. -2 mm. D. ± 2 mm.

Ví dụ 16: Chọn câu sai. Khi khoảng cách giữa hai điểm trên cùng một phương truyền sóng bằng

- A. một bước sóng thì hai điểm đó dao động cùng pha.
B. một số nguyên lần bước sóng thì hai điểm đó dao động cùng pha.
C. một nửa bước sóng thì hai điểm đó dao động ngược pha.
D. một số nguyên nửa bước sóng thì hai điểm đó dao động ngược pha.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nếu khoảng cách giữa hai điểm trên cùng một phương truyền sóng bằng một số nguyên lần của nửa bước sóng thì chúng dao động cùng pha $\Rightarrow$ **Đáp án D.**

Ví dụ 17: Một thanh thép đàn hồi dao động với tần số $f = 16$ Hz, gắn một quả cầu nhỏ vào thanh thép. Khi thanh thép dao động, trên mặt nước có một nguồn sóng tại tâm O. Trên nửa đường thẳng đi qua O người ta thấy 2 điểm M, N cách nhau 6 cm dao động cùng pha. Biết tốc độ lan truyền của sóng $0,4 \text{ m/s} \leq v \leq 0,6 \text{ m/s}$. Tốc độ truyền sóng là

- A. 42 cm/s. B. 48 cm/s. C. 56 cm/s. D. 60 cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì M, N dao động cùng pha nên khoảng cách giữa chúng thỏa mãn $\Delta d = k\lambda$

$$\text{Mà } \lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \Delta d = k \frac{v}{f} \Rightarrow v = \frac{\Delta d \cdot f}{k} = \frac{6 \cdot 16}{k} \Rightarrow v = \frac{96}{k} (*)$$

Theo đề ra $40 \leq v \leq 60 \Rightarrow 40 \leq \frac{96}{k} \leq 60 \Rightarrow 1,6 \leq k \leq 2,4$. Vì k nguyên nên chỉ

nhận $k = 2$, thay giá trị này vào (*) thu được $v = 48 \text{ cm/s} \Rightarrow$ **Đáp án B.**

Ví dụ 18: Một sóng cơ học có vận tốc truyền sóng $v = 500 \text{ cm/s}$ và tần số trong khoảng từ 10 Hz đến 20 Hz. Biết hai điểm M và N trên phương truyền sóng nằm một phía so với nguồn cách nhau một khoảng 0,5 m luôn dao động ngược pha. Bước sóng bằng

- A. 43,33 cm. B. 38,33 cm. C. 33,33 cm. D. 26,33 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Độ lệch pha dao động giữa hai điểm M, N nằm trên phương truyền sóng

$$\Delta \varphi = 2\pi \frac{d_M - d_N}{\lambda} = 2\pi \frac{\Delta d}{\lambda}$$

+ Hai dao động ngược pha, tức $\Delta\varphi = (2k+1)\pi \Rightarrow 2\pi \frac{\Delta d}{\lambda} = (2k+1)\pi$
 $\Rightarrow \frac{2\Delta d \cdot f}{v} = 2k+1 \Rightarrow f = \frac{(2k+1)v}{2\Delta d} = \frac{(2k+1)500}{2 \cdot 50} = 5(2k+1)$
 Do $10\text{Hz} \leq f \leq 20\text{Hz}$ nên $10 \leq 5(2k+1) \leq 20 \Rightarrow 0,5 \leq k \leq 1,5 \Rightarrow k=1$
 Khi đó $f = \frac{(2k+1)v}{2\Delta d} = \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 0,5} = 15\text{Hz} \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{500}{15} = \frac{100}{3} = 33,33 \text{ (cm)}$.
 $\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 19: Một sóng cơ học truyền dọc theo trục Ox, tại một điểm M cách nguồn d (m) dao động với phương trình $u = 4\cos\left(\frac{\pi}{4}t - \frac{3\pi}{4}d\right)$ (cm), t là thời gian tính bằng giây. Biết pha ban đầu của nguồn bằng 0. Tốc độ truyền sóng là

A. 3 m/s. B. $\frac{1}{3}$ m/s. C. 1 m/s. D. 0,5 m/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Tần số góc $\omega = \frac{\pi}{4} \text{ rad/s} \Rightarrow$ chu kỳ $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi/4} = 8 \text{ s}$

+ Vì pha ban đầu của nguồn bằng 0 $\Rightarrow$ pha của điểm M là $-2\pi \frac{d}{\lambda}$

$\Rightarrow -\frac{3\pi}{4}d = -2\pi \frac{d}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{8}{3} \text{ m}$

+ Tốc độ $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8/3}{8} = \frac{1}{3} \text{ m/s} \Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 20: Phương trình dao động tại M cách nguồn O một khoảng $d = 12 \text{ cm}$ có dạng $u_M = 5\cos\left(5\pi t - \frac{17\pi}{30}\right)$ (cm). Biết rằng lúc $t = 0$ phần tử vật chất ở nguồn O đi qua vị trí cân bằng và theo chiều dương. Bước sóng và tốc độ truyền của sóng này là

A. $\lambda = 3,6 \text{ m}; v = 9 \text{ m/s}$.

B. $\lambda = 2,4 \text{ m}; v = 6 \text{ m/s}$.

C. $\lambda = 9 \text{ m}; v = 3,6 \text{ m/s}$.

D. $\lambda = 36 \text{ m}; v = 4,5 \text{ m/s}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Phương trình dao động của nguồn O có dạng $u_M = 5\cos(5\pi t + \varphi)$ (cm).

Vì tại $t = 0$ phần tử vật chất ở nguồn O đi qua vị trí cân bằng và theo chiều dương nên có $\varphi = -\frac{\pi}{2}$, vậy ta có $u_M = 5\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

+ Lúc đó phương trình dao động tại M có dạng $u_M = 5\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$ (cm).

Đổi chiều với phương trình đề ra $u_M = 5\cos\left(5\pi t - \frac{17\pi}{30}\right)$ (cm) suy ra

$$\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi d}{\lambda} = -\frac{17\pi}{30} \Rightarrow \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{15} \Rightarrow \lambda = 30d = 30.12 = 360 \text{ cm} = 3,6 \text{ m}$$

+ Tần số góc $\omega = 5\pi \text{ rad/s} \Rightarrow$ chu kỳ $T = 0,4 \text{ s}$

+ Tốc độ truyền sóng $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{3,6}{0,4} = 9 \text{ m/s}$

+ Với bước sóng và tốc độ tính được ở trên $\Rightarrow$ Đáp án A.

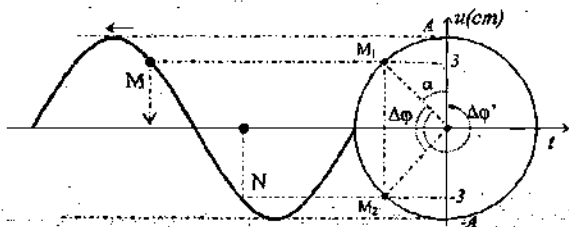
Bài tập vận dụng: Phương trình dao động tại M cách nguồn O một khoảng $d = 18 \text{ cm}$ có dạng $u_M = 2\cos(5\pi t - 2,5\pi)$ (cm). Biết rằng lúc $t = 0$ phần tử vật chất ở nguồn O đi qua vị trí cân bằng và theo chiều âm. Tốc độ truyền sóng bằng

- A. 45 cm/s. B. 30 cm/s. C. 36 cm/s. D. 40 cm/s.

Ví dụ 21: Hai điểm M, N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau $\lambda/3$, sóng có biên độ A, chu kỳ T. Sóng truyền từ N đến M. Giả sử tại thời điểm t_1 , có $u_M = +3\text{cm}$ và $u_N = -3\text{cm}$. Ở thời điểm t_2 liền sau đó có $u_M = +A$. Hãy xác định biên độ sóng A và thời điểm t_2 .

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có độ lệch pha giữa M và N là: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta d}{\lambda} = \frac{2\pi}{3}$



Theo hình vẽ ta suy ra $\alpha = \frac{\pi}{6}$

Cũng từ hình vẽ ta có biên độ sóng là: $A = \frac{u_M}{\cos \alpha} = 2\sqrt{3} \text{ (cm)}$

Ở thời điểm t_1 , li độ của điểm M đang giảm. Đến thời điểm t_2 liền sau đó, li độ tại M là $u_M = +A$. Muốn vậy bán kính nối M phải quét một góc $\Delta\varphi' = 2\pi - \alpha = \frac{11\pi}{6}$

$$\text{Vì } \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\Delta\varphi'}{\omega} \text{ nên } t_2 = t_1 + \frac{\Delta\varphi'}{\omega} = t_1 + \frac{\frac{11\pi}{6}}{\frac{2\pi}{T}} = t_1 + \frac{11}{12}T$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Sóng có tần số 20 Hz truyền trên mặt thoáng nằm ngang của một chất lỏng, với tốc độ 2m/s, gây ra các dao động theo phương thẳng đứng của các phần tử chất lỏng. Hai điểm M và N thuộc mặt thoáng chất lỏng, nằm trên cùng một phương truyền sóng, cách nhau 22,5cm. Biết điểm M nằm gần nguồn sóng hơn. Tại thời điểm t, điểm M hạ xuống thấp nhất. Sau thời điểm đó, khoảng thời gian ngắn nhất để điểm N sẽ hạ xuống thấp nhất là

- A. $\frac{7}{160}$ s. B. $\frac{3}{20}$ s. C. $\frac{1}{80}$ s. D. $\frac{3}{80}$ s.

Bài toán 2: Sóng có tần số 20 Hz truyền trên mặt thoáng nằm ngang của một chất lỏng, với tốc độ 2m/s, gây ra các dao động theo phương thẳng đứng của các phần tử chất lỏng. Hai điểm M và N thuộc mặt thoáng chất lỏng, nằm trên cùng một phương truyền sóng, cách nhau 22,5cm. Biết điểm M nằm gần nguồn sóng hơn. Tại thời điểm t, điểm N hạ xuống thấp nhất. Sau thời điểm đó, khoảng thời gian ngắn nhất để điểm M sẽ hạ xuống thấp nhất là

- A. $\frac{7}{160}$ s. B. $\frac{3}{20}$ s. C. $\frac{1}{80}$ s. D. $\frac{3}{80}$ s.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Một sóng ngang truyền trên sợi dây đàn hồi rất dài với tần số 500 Hz, người ta thấy hai điểm A, B trên sợi dây cách nhau 200 cm dao động cùng pha và trên đoạn dây AB có hai điểm khác dao động ngược pha với A. Tốc độ truyền sóng trên dây là

- A. $v = 500$ cm/s. B. $v = 1000$ m/s. C. $v = 500$ m/s. D. $v = 250$ cm/s.

Câu 2: Một dây đàn hồi rất dài có đầu A dao động với tần số f có giá trị trong khoảng từ 22 Hz đến 26 Hz và theo phương vuông góc với sợi dây. Vận tốc truyền sóng trên dây là 3 m/s. Một điểm M trên dây và cách A một đoạn 28 cm,

người ta thấy M luôn dao động lệch pha với A một góc $\Delta\varphi = (2k + 1)\frac{\pi}{2}$ với

$k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ Bước sóng của sóng trên dây là

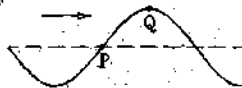
- A. 11,5 cm. B. 13,64 cm. C. 0,124 m. D. 0,131 m.

Câu 3: Một sóng truyền theo chiều từ P đến Q nằm trên cùng một đường truyền sóng. Hai điểm đó cách nhau một khoảng bằng $5/4$ bước sóng. Nhận định nào sau đây đúng?

- A. Khi P có thế năng cực đại thì Q có động năng cực tiểu
- B. Khi P ở li độ cực đại dương thì Q có vận tốc cực đại dương
- C. Khi P có vận tốc cực đại dương thì Q ở li độ cực đại dương
- D. Li độ dao động của P và Q luôn luôn bằng nhau về độ lớn nhưng ngược dấu.

Câu 4: Hình bên biểu diễn sóng ngang truyền trên một sợi dây, theo chiều từ trái sang phải.

Tại thời điểm như biểu diễn trên hình, điểm P có li độ bằng không, còn điểm Q có li độ cực đại. Vào thời điểm đó hướng chuyển động của P và Q lần lượt sẽ là



- A. đi xuống; đứng yên.
- B. đứng yên; đi xuống.
- C. đứng yên; đi lên.
- D. đi lên; đứng yên.

Câu 5: Một sóng cơ có bước sóng λ , tần số f và biên độ a không đổi, lan truyền trên một đường thẳng từ điểm M đến điểm N cách M một đoạn $\frac{7\lambda}{3}$. Tại một thời điểm nào đó, tốc độ dao động của M bằng $2\pi fa$, lúc đó tốc độ dao động của điểm N bằng

- A. $\sqrt{2} \pi fa$.
- B. πfa .
- C. 0.
- D. $\sqrt{3} \pi fa$.

Câu 6: Trên mặt hồ đủ rộng, một cái phao nhỏ nổi trên mặt nước tại một ngọn sóng dao động với phương trình $u = 5\cos(4\pi t + \pi/2)$ cm. Vào buổi tối, người ta chiếu sáng mặt hồ bằng những chớp sáng đều đặn cứ 0,5(s) một lần. Khi đó người quan sát sẽ thấy cái phao

- A. dao động với biên độ 5cm nhưng tiến dần ra xa nguồn.
- B. dao động tại một vị trí xác định với biên độ 5cm.
- C. dao động với biên độ 5cm nhưng tiến dần lại gần nguồn.
- D. đứng yên.

Câu 7: Sóng cơ ngang có biên độ a truyền lần lượt qua các điểm theo đúng thứ tự A, O và B trên một sợi dây đàn hồi dài nằm ngang với $AO = 2,5$ m, $OB = 0,5$ m. Điểm A dao động ngược pha với B và khi B có tốc độ dao động cực đại thì tốc độ dao động của O bằng 0.

1. Tính bước sóng. Biết trên AB chỉ có một điểm dao động cùng pha với O.
2. Khi O dao động được đoạn đường $6a$ thì sóng truyền được một đoạn bao nhiêu?
3. Nếu phương trình sóng tại điểm O là $u = a\cos(10\pi t + \pi/6)$ (cm), hãy viết phương trình sóng tại A và B.

Câu 8: Lúc $t = t_1$ sóng ngang có $\lambda = 2$ m mới truyền đến A làm cho điểm A bắt đầu dao động đi lên. Điểm O cách A 2,5 m lần đầu tiên lên đến vị trí cao nhất là ở thời điểm $t = t_1 + 0,3$ s.

1. Tìm tốc độ truyền sóng, chu kỳ sóng và khoảng thời gian hai lần liên tiếp A qua VTCB.
2. Tại thời điểm $t = t_2$ các điểm O và B (B nằm trong AO và $BO = \lambda/4$) ở trên vị trí cân bằng lần lượt là 0,75 cm và 1 cm và đều đang đi lên. Tìm biên độ sóng và li độ tại O ở thời điểm $t = t_2 + 1/30$ s.

Câu 9: Có hai điểm A và B trên cùng một phương truyền của sóng trên mặt nước, cách nhau $\lambda/4$. Khi mặt thoáng ở A và ở B đang cao hơn vị trí cân bằng lần lượt 3,0 mm và 4,0 mm với A đang đi lên còn ở B đang đi xuống. Coi biên độ sóng không đổi. Biên độ sóng a và chiều truyền sóng là

- A. $a = 5$ mm, truyền từ A đến B. B. $a = 5$ mm, truyền từ B đến A.
C. $a = 7$ mm, truyền từ B đến A. D. $a = 7$ mm, truyền từ A đến B.

Câu 10: Hai điểm M, N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau $\lambda/3$. Tại thời điểm t_1 có $u_M = +3$ cm và $u_N = -3$ cm. Biên độ sóng bằng

- A. $A = 2\sqrt{3}$ cm B. $A = 3\sqrt{3}$ cm C. $A = 3$ cm D. $A = \sqrt{6}$ cm

Câu 11: Hai điểm M, N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau $\lambda/3$, sóng có biên độ A, tại thời điểm $t_1 = 0$ có $u_M = +3$ cm và $u_N = -3$ cm. Tìm thời điểm t_2 liên sau đó có $u_M = +A$, biết sóng truyền từ M đến N.

- A. $\frac{11T}{12}$ B. $\frac{T}{12}$ C. $\frac{T}{6}$ D. $\frac{T}{3}$

Câu 12: Hai điểm M, N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau $\lambda/3$, sóng có biên độ A, tại thời điểm t_1 có $u_M = +3$ cm và $u_N = -3$ cm. Tìm thời điểm t_2 liên sau đó có $u_M = +A$, biết sóng truyền từ N đến M.

- A. $\frac{11T}{12}$ B. $\frac{T}{12}$ C. $\frac{T}{6}$ D. $\frac{T}{3}$

Chủ đề 6: SÓNG ÂM

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN

1. Sóng âm

Là sóng cơ học mà tai con người có thể cảm nhận được. Sóng âm có tần số nằm trong khoảng từ 16Hz đến 20.000Hz.

2. Dao động âm

Là dao động cơ học có tần số trong khoảng nói trên. Nguồn âm là bất kì vật nào phát ra sóng âm.

3. Môi trường truyền âm – Vận tốc âm

* Môi trường truyền âm có thể là rắn, lỏng, hoặc khí. Sóng âm không truyền được trong chân không.

Những vật liệu như bông, nhung, những tấm xốp truyền âm kém, chúng được dùng để làm vật liệu cách âm.

* Vận tốc truyền âm phụ thuộc vào tính đàn hồi, mật độ và nhiệt độ của môi trường. Nói chung vận tốc âm trong chất rắn lớn hơn vận tốc âm trong chất lỏng, vận tốc âm trong chất lỏng lớn hơn vận tốc âm trong chất khí.

Vì sóng âm là một loại sóng cơ học nên nó cũng có các đặc trưng như những loại sóng cơ học khác, tức là cũng gây ra các hiện tượng phản xạ, giao thoa,... Tuy nhiên do còn có sự cảm nhận riêng của tai con người nên sóng âm còn có thêm các đặc trưng sinh lý mà chúng có liên quan mật thiết với các đặc trưng vật lý.

4. Các đặc trưng vật lý (khách quan) của âm thanh

a. Tần số âm: Từ 16 Hz đến 20000Hz.

b. Cường độ âm và mức cường độ âm

+ Cường độ âm I tại một điểm là năng lượng truyền trong một đơn vị thời gian qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm tại điểm đó.

Biểu thức tính:
$$I = \frac{E}{S.t} = \frac{E}{4\pi r^2 t} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

Đơn vị: W/m^2 .

+ Mức cường độ âm L là đại lượng đo bằng loga thập phân của tỉ số giữa cường độ âm I tại điểm đang xét và cường độ âm chuẩn I_0 ($I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ ứng với tần số $f = 1000 \text{ Hz}$).

$$L(\text{B}) = \lg \frac{I}{I_0}. \text{ Đơn vị của } L \text{ là ben (B).}$$

Nếu dùng đơn vị deciben ($1 \text{ dB} = 0,1 \text{ B}$) thì: $L(\text{dB}) = 10 \lg \frac{I}{I_0}$

Chú ý:

- Định luật bảo toàn năng lượng $\Rightarrow W = I_1 S_1 = I_2 S_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$

- Từ $L = 10 \lg \left(\frac{I}{I_0}\right) \Rightarrow I = I_0 10^{\left(\frac{L}{10}\right)}$ và $L_2 - L_1 = 10 \lg \frac{I_2}{I_0} - 10 \lg \frac{I_1}{I_0} = 10 \lg \frac{I_2}{I_1}$

Tức là khi cường độ âm I tăng (giảm) 10^x thì mức cường độ âm L sẽ cộng (trừ) thêm $10x$ dB.

c. **Âm cơ bản và họa âm:** Một nhạc cụ phát ra một âm tần số f_0 (âm cơ bản hay họa âm thứ nhất) thì bao giờ cũng phát ra đồng thời các họa âm thứ 2, 3, ... có tần số $2f_0, 3f_0, \dots$. Do hiện tượng đó, âm phát ra là sự tổng hợp của âm cơ bản và các họa âm, tuy nó có tần số của âm cơ bản f_0 nhưng đường biểu diễn của nó không còn đường sin điều hòa mà là một đường phức tạp có chu kì, ta gọi nó là đồ thị dao động của âm.

5. Các đặc trưng sinh lí (chủ quan) của âm thanh

a. **Độ cao:** Là một đặc trưng sinh lí của âm, phụ thuộc vào tần số âm

âm cao (thanh) là âm có tần số âm lớn.

âm thấp (trầm) là âm có tần số âm nhỏ.

Độ thấp hay cao của âm còn được hiểu qua sự trầm hay bổng của âm.

b. **Âm sắc:** Là một đặc trưng sinh lí của âm, phụ thuộc vào tần số âm, biên độ sóng âm và các thành phần cấu tạo của âm, tức là phụ thuộc đồ thị dao động của âm.

c. **Độ to:** Là một đặc trưng sinh lí của âm, phụ thuộc vào mức cường độ âm L .

- Giá trị cường độ âm I bé nhất mà tai người còn cảm nhận được gọi là ngưỡng nghe. Giá trị của ngưỡng nghe phụ thuộc vào tần số.

- Giá trị I nào đó đủ lớn làm tai nghe có cảm giác nhức nhối, đau đớn thì gọi là ngưỡng đau. Ngưỡng đau không phụ thuộc vào tần số, $I \sim 10 \text{ W/m}^2 \Leftrightarrow L \sim 130 \text{ dB}$.

- Miền I nằm trong khoảng ngưỡng nghe và ngưỡng đau gọi là miền nghe được.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Phát biểu nào dưới đây không đúng?

- A. Sóng âm chỉ truyền được trong không khí.
- B. Sóng đàn hồi có tần số lớn hơn 20000 Hz gọi là sóng siêu âm.
- C. Sóng đàn hồi có tần số nhỏ hơn 16 Hz gọi là sóng hạ âm.
- D. Sóng âm và các sóng cơ học có cùng bản chất vật lí.

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Sóng âm là sóng cơ học có tần số trong khoảng từ 16 Hz đến 20000 Hz mà tai con người có thể cảm nhận được.
- Sóng có tần số lớn hơn 20000 Hz gọi là sóng siêu âm.
- Sóng có tần số nhỏ hơn 16 Hz gọi là sóng hạ âm.
- Môi trường để truyền âm có thể là rắn, lỏng, hoặc khí. Sóng âm không truyền được trong chân không.

⇒ **Đáp án A.**

Ví dụ 2: Một lá thép rung động với chu kì 160 ms. Âm thanh do nó phát ra sẽ

- A. nghe được. B. là sóng ngang. C. là sóng siêu âm. D. không nghe được.

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Ta biết rằng sóng âm trong không khí thuộc loại sóng dọc.
- Tần số sóng mà lá thép dao động tạo ra $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{160 \cdot 10^{-3}} = 6,25 \text{ Hz}$

⇒ **Đáp án D.**

Ví dụ 3: Một lá thép mỏng, một đầu cố định, đầu còn lại được kích thích để dao động với chu kì không đổi và bằng 0,08 s. Âm do lá thép phát ra là

- A. âm mà tai người nghe được. B. nhạc âm.
- C. hạ âm. D. siêu âm.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Vi } f = \frac{1}{0,08} = 12,5 \text{ Hz} < 16 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 4: Một người đứng gần chân núi bắn một phát súng, sau 6,5 s thì nghe tiếng vang từ núi vọng lại. Biết vận tốc sóng âm trong không khí là 340 m/s. Khoảng cách từ chân núi đến người đó là

- A. 1105 m. B. 2210 m. C. 1150 m. D. 552,5 m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Sóng âm phải đi quãng đường dài gấp hai lần khoảng cách từ người đến chân núi.

$$t = \frac{S}{v} = \frac{2L}{v} \Rightarrow L = \frac{t \cdot v}{2} = \frac{6,5 \cdot 340}{2} = 1105 \text{ m} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 5: Một người lấy búa gõ vào đường ray. Ở một vị trí cách đó 1 km, một người khác áp tai vào đường ray nghe thấy tiếng búa gõ này. Nhưng sau 2,83 s thì người đó lại nghe thấy âm thanh này lần thứ hai đó không khí truyền tới. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 330 m/s. Hãy tính tốc độ truyền âm trong thép làm đường ray?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Thời gian truyền âm trong không khí lâu hơn so với trong thép nên ta có:

$$\Delta t = t_{\text{kk}} - t_{\text{t}} = \frac{d}{v_{\text{kk}}} - \frac{d}{v_{\text{t}}} \Rightarrow v_{\text{t}} = \frac{d \cdot v_{\text{kk}}}{d - v_{\text{kk}} \cdot \Delta t} = 4992 \text{ m/s.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Nếu khoảng thời gian từ khi nhìn thấy tiếng sét đến khi nghe thấy tiếng sấm là 1 phút thì khoảng cách từ nơi sét đánh đến người quan sát là bao nhiêu? Biết vận tốc truyền âm trong không khí là $v = 340 \text{ m/s}$.

- A. 10 km. B. 20 km. C. 40 km. D. 50 km.

Bài toán 2: Một người lấy búa gõ mạnh vào một đầu của một ống kim loại bằng thép có chiều dài L. Người khác ở đầu kia của ống nghe thấy hai âm do sóng truyền dọc theo ống và sóng truyền qua không khí cách nhau một khoảng thời gian là 1 giây. Biết vận tốc truyền âm trong kim loại và trong không khí lần lượt là $v_{\text{kt}} = 5900 \text{ m/s}$ và $v_{\text{kk}} = 340 \text{ m/s}$. Chiều dài L của ống là

- A. 200 m. B. 280 m. C. 360 m. D. 400 m.

Bài toán 3: Hai nhân viên đường sắt đứng cách nhau 1100m, một người lấy búa gõ mạnh vào đường ray, người kia áp tai vào đường ray thì nghe được hai âm, một âm truyền trong thép đến trước và sau đó 3000ms thì có âm khác truyền từ không khí đến. Biết vận tốc truyền âm trong không khí là 340,0m/s, vận tốc truyền âm trong thép là

- A. 5500m/s. B. 4700m/s. C. 3350m/s. D. 2120m/s.

Ví dụ 6: Độ cao của âm là một đặc tính sinh lí phụ thuộc vào

- A. tần số âm. B. vận tốc âm. C. vận tốc âm. D. năng lượng âm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Độ cao của âm phụ thuộc vào đặc trưng vật lí đó là tần số $\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 7: Âm sắc là một đặc trưng sinh lý của âm, được hình thành dựa vào các đặc tính vật lý của âm là

- A. biên độ và tần số. B. tần số và bước sóng.
C. biên độ và bước sóng. D. tần số và cường độ.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Âm sắc là một đặc trưng sinh lý của âm, phụ thuộc vào tần số âm, biên độ sóng âm và các thành phần cấu tạo của âm $\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 8: Hai họa âm liên tiếp do một dây đàn phát ra có tần số hơn kém nhau là 56 Hz. Họa âm thứ ba có tần số là

- A. 28 Hz. B. 56 Hz. C. 84 Hz. D. 168 Hz.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Theo đề ra, có $n f - (n - 1)f = 56 \Rightarrow$ tần số âm cơ bản $f = 56$ Hz

$\Rightarrow$ Tần số họa âm thứ ba $f_3 = 3f = 3.56 = 168$ Hz $\Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 9: Đơn vị của cường độ âm là

- A. dB. B. J/(s.m²). C. J.s/m². D. N/m².

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cường độ âm I tại một điểm là năng lượng truyền trong một đơn vị thời gian qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm tại điểm đó.

Biểu thức tính $I = \frac{E}{S.t} = \frac{E}{4\pi r^2 t} = \frac{P}{4\pi r^2}$. Đơn vị của I là W/m²

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng: 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. độ to của âm. B. cường độ âm.
C. độ cao của âm. D. mức cường độ âm.

Ví dụ 10: Một người đứng cách nguồn âm một khoảng là d thì cường độ âm là I .

Khi người đó tiến ra xa nguồn âm thêm một đoạn 30 m thì cường độ âm giảm chỉ còn bằng $\frac{1}{4} I$. Khoảng cách d ban đầu là

- A. 7,5 m. B. 15 m. C. 30 m. D. 60 m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Cường độ âm tại vị trí ban đầu cách nguồn âm một khoảng d là: $I = \frac{P}{4\pi d^2}$ (1)

- Cường độ âm tại vị trí sau cách nguồn âm một khoảng $(d + 30)$ là

$$I' = \frac{P}{4\pi (d+30)^2} \quad (2)$$

- Từ (1) và (2), theo đề ra ta có: $\frac{I}{I'} = \frac{(d+30)^2}{d^2} = 4 \Rightarrow d = 30 \text{ m} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một người đứng cách nguồn âm một khoảng là d thì cường độ âm là I . Khi người đó tiến ra xa nguồn âm thêm một đoạn 40 m thì cường độ âm giảm chỉ còn bằng $\frac{1}{9} I$. Khoảng cách d ban đầu là

- A. 10 m. B. 20 m. C. 30 m. D. 60 m.

Bài toán 2: 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 $\frac{r_1}{r_2}$ bằng

- A. 4. B. $\frac{1}{2}$. C. $\frac{1}{4}$. D. 2.

Ví dụ 11: Cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$. Cường độ âm tại một điểm trong môi trường truyền âm là 10^{-5} W/m^2 . Mức cường độ âm tại điểm đó bằng

- A. 50 dB. B. 60 dB. C. 70 dB. D. 80 dB.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có $L = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \frac{10^{-5}}{10^{-12}} = 10 \lg 10^7 = 10 \cdot 7 \cdot \lg 10 = 70 \text{ dB} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Bài tập vận dụng: Cường độ âm chuẩn $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$. Mức cường độ âm tại một điểm có giá trị $L = 40 \text{ dB}$, cường độ âm I tại điểm đó là

- A. 10^{-6} W/m^2 . B. 10^{-7} W/m^2 . C. 10^{-8} W/m^2 . D. 10^{-9} W/m^2 .

Ví dụ 12: Hai âm có mức cường độ âm chênh lệch nhau 20 dB. Tỉ số cường độ âm của chúng là

- A. 10. B. 20. C. 100. D. 1000.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có $L = 10 \lg \frac{I}{I_0}$, với I_1 thì $L_1 = 10 \lg \frac{I_1}{I_0}$ (1)

với I_2 thì $L_2 = 10 \lg \frac{I_2}{I_0}$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow L_2 - L_1 = 10 \lg \frac{I_2}{I_0} - 10 \lg \frac{I_1}{I_0} = 10 \lg \frac{I_2}{I_1}$

Vì $L_2 - L_1 = 20 \Rightarrow 20 = 10 \lg \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \lg \frac{I_2}{I_1} = 2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^2 = 100 \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Chú ý: Bài toán trên được trình bày theo tính toán điển giải, để chọn đáp án nhanh, ta cần nhớ rằng, khi cường độ âm I tăng (giảm) 10^n lần thì mức cường độ âm L sẽ cộng (trừ) thêm $10n$ dB.

+ Thực vậy, ở câu trắc nghiệm trên, do cường độ âm chênh lệch nhau 20 dB tức là bằng 10.2 nên cường độ âm chênh lệch nhau $10^2 = 100$.

+ Một ví dụ khác: Giả sử lúc đầu, âm đang có cường độ âm là I_1 và mức cường độ âm $L_1 = 56$ dB, về sau, nếu cho cường độ âm tăng lên sao cho $I_2 = 1000I_1$ thì mức cường độ âm L_2 bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn giải:

Vì $I_2 = 1000I_1 = 10^3 I_1$ nên $L_2 = L_1 + 10.3 = 56 + 30 = 86$ dB

+ Vận dụng: Tiếng la hét 100 dB có cường độ lớn gấp tiếng nói thầm 20 dB bao nhiêu lần?

- A. 5 lần. B. 80 lần. C. 10^6 lần. D. 10^8 lần.

Bài tập vận dụng: Hai âm có mức cường độ âm hơn kém nhau 30 dB. Tỷ số cường độ âm của chúng là

- A. 30. B. 100. C. 300. D. 1000.

Ví dụ 13: 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 100 m, mức cường độ âm là 20 dB. Xác định vị trí điểm B để tại đó mức cường độ âm bằng 0.

Hướng dẫn:

Ta có: $L_A - L_B = 10 \lg \frac{I_A}{I_0} - 10 \lg \frac{I_B}{I_0} = 10 \lg \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow 20 - 0 = 10 \lg \frac{I_A}{I_B}$

$$\Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^2 \Rightarrow \frac{\frac{P}{4\pi r_A^2}}{\frac{P}{4\pi r_B^2}} = 10^2 \Rightarrow \frac{r_B^2}{r_A^2} = 10^2 \Rightarrow r_B = 10r_A = 10.100 = 1000 \text{ (m)}$$

Bài tập vận dụng: Một sóng âm truyền trong không khí. Mức cường độ âm tại điểm M và tại điểm N lần lượt là 40 dB và 80 dB. Biết cường độ âm tại M là 0,05 W/m². Tính cường độ âm tại điểm N?

Ví dụ 14: Ba điểm O, A, B 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 A là 60 dB, tại B là 20 dB. Mức cường độ âm tại trung điểm M của đoạn AB là

- A. 26 dB. B. 17 dB. C. 34 dB. D. 40 dB.

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Hướng dẫn:

+ Hiệu mức cường độ âm tại A và B là $L_A - L_B = 10 \lg \frac{I_A}{I_B}$

$$\Rightarrow 40 = 10 \lg \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^4 \Rightarrow \frac{P/4\pi r_A^2}{P/4\pi r_B^2} = 10^4 \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 100 \text{ hay } r_B = 100r_A$$

+ Vì M là trung điểm của AB nên tọa độ của M thỏa mãn phương trình

$$r_M = \frac{r_A + r_B}{2} = \frac{101r_A}{2} \Rightarrow \frac{r_M}{r_A} = \frac{101}{2} \text{ Lúc đó } \frac{I_M}{I_A} = \left(\frac{r_A}{r_M}\right)^2 = \left(\frac{2}{101}\right)^2$$

$$+ \text{Ta có } L_A - L_M = 10 \lg \frac{I_A}{I_M} \Rightarrow L_M = 60 - 10 \lg \left(\frac{101}{2}\right)^2 = 26 \text{ dB} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng: Ba điểm A, O, B cùng nằm trên một đường thẳng. Tại O đặt một nguồn điểm phát sóng âm. Biết mức cường độ âm tại A là 60dB, tại B là 20dB. Mức cường độ âm tại trung điểm M của đoạn AB bằng bao nhiêu?

Ví dụ 15: Loa của một máy thu thanh có công suất $P = 2W$.

- Tính mức cường độ âm do loa tạo ra tại một điểm cách máy 4m.
- Để tại điểm ấy mức cường độ âm chỉ còn 70 dB, phải giảm nhỏ công suất của loa bao nhiêu lần?

Hướng dẫn:

$$a) \text{ Ta có } L_1 = 10 \lg \frac{I_1}{I_0} = 10 \lg \frac{P}{4\pi r^2 I_0} = 10 \lg \frac{2}{4\pi 4^2 \cdot 10^{-12}} = 100(\text{dB})$$

b) Vì mức cường độ âm giảm đi $100 - 70 = 30 = 10.3$ nên cường độ âm phải giảm đi 10^3 lần $\Rightarrow$ phải giảm nhỏ công suất của loa 1000 lần

Ví dụ 16: Mức cường độ âm do nguồn S gây ra tại điểm M là L ; cho nguồn S tiến lại gần M một khoảng D thì mức cường độ âm tăng thêm 7 dB.

- Tính khoảng cách từ S đến M biết $D = 62 \text{ m}$.
- Biết mức cường độ âm tại M là 73 dB. Tính công suất của nguồn.

Hướng dẫn:

$$a) \text{ Ta có: } L - L_M = 10 \lg \frac{I}{I_0} - 10 \lg \frac{I_M}{I_0} = 10 \lg \frac{I}{I_M} = 10 \lg \frac{\frac{P}{4\pi r^2}}{\frac{P}{4\pi r_M^2}} = 10 \lg \frac{SM^2}{(SM-D)^2}$$

$$\Rightarrow 7 = 10 \lg \frac{SM^2}{(SM-D)^2} \Rightarrow \frac{SM^2}{(SM-D)^2} = 10^{0.7} \Rightarrow SM = \frac{\sqrt{5}D}{\sqrt{5}-1} = 112(\text{m})$$

$$b) L_M = 10 \lg \frac{I_M}{I_0} = 10 \lg \frac{P}{4\pi SM^2 I_0} \Rightarrow P = 4\pi SM^2 I_0 \cdot 10^{7.3} = 3,15(\text{W})$$

Ví dụ 17: Ở khoảng cách $SM = 2\text{m}$ trước một nguồn âm có mức cường độ âm là $L_M = 50\text{dB}$.

- a) Hãy tính mức cường độ âm L_N tại điểm N cách S một đoạn $SN = 8\text{m}$.
 b) Một người đứng cách nguồn âm trên một khoảng 120m thì không còn nghe thấy âm do S phát ra nữa. Tìm ngưỡng nghe của tai người đó, biết cường độ âm chuẩn $I_0 = 10^{-12}\text{W/m}^2$.
 c) Coi nguồn S là nguồn đẳng hướng. Hãy tính công suất phát âm của nguồn.

Hướng dẫn:

$$a) \text{ Có: } L_M - L_N = 10 \lg \frac{I_M}{I_0} - 10 \lg \frac{I_N}{I_0} = 10 \lg \frac{I_M}{I_N} = 10 \lg \frac{\frac{P}{4\pi r_M^2}}{\frac{P}{4\pi r_N^2}} = 20 \lg \frac{r_N}{r_M}$$

$$\Rightarrow L_N = L_M - 20 \lg \frac{r_N}{r_M} = 50 - 20 \lg \frac{8}{2} = 38(\text{dB})$$

b) Gọi A là điểm cách nguồn 120m , tương tự ta có:

$$L_A = L_M - 20 \lg \frac{r_A}{r_M} = 50 - 20 \lg \frac{120}{2} = 14,4(\text{dB})$$

$$\text{Mà } L_A = 10 \lg \frac{I_A}{I_0} \Rightarrow I_A = 10^{1.44} I_0 = 27,5 \cdot 10^{-12} (\text{W/m}^2)$$

$$c) \text{ Từ } I_A = \frac{P}{4\pi r_A^2} \Rightarrow P = I_A \cdot 4\pi r_A^2 = 27,5 \cdot 10^{-12} \cdot 4,3 \cdot 14,120^2 \approx 5 \cdot 10^{-2} (\text{W})$$

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Trong một buổi hòa nhạc, giả sử 5 chiếc kèn đồng giống nhau phát sóng âm có mức cường độ âm 50dB. Để có mức cường độ âm 60dB thì cần số chiếc kèn đồng là

- A. 6 B. 50 C. 60 D. 10

Câu 2: Nguồn âm S phát ra một âm có công suất P không đổi, truyền đẳng hướng về mọi phương. Tại điểm A cách S một đoạn $R_A = 1\text{ m}$, mức cường độ âm là 70 dB. Giả sử môi trường không hấp thụ âm. Mức cường độ âm tại điểm B cách nguồn một đoạn 10 m là

- A. 30 dB. B. 40 dB. C. 50 dB. D. 60 dB.

Câu 3: Một người nghe một đoạn nhạc có tần số khoảng 1000Hz, tại điểm cách nguồn âm 10m thì có mức cường độ âm là 60 dB. Công suất của nguồn âm là

- A. $P = 60\text{ W}$ B. $P = 10\text{ W}$ C. $P = 126\text{ W}$ D. $P = 1,26\text{ W}$

Câu 4: Với tần số âm chuẩn, giá trị nào của mức cường độ âm tại người có cảm giác khó chịu?

- A. Trên 40 dB. B. Trên 60 dB. C. Trên 130 dB. D. Trên 180 dB.

Câu 5: Với máy dò dùng sóng siêu âm, chỉ có thể phát hiện được các vật có kích thước cỡ bước sóng siêu âm. Cho biết tốc độ âm thanh trong không khí là 340m/s. Siêu âm với một máy dò có tần số 5MHz. Với máy dò này có thể phát hiện được những vật đặt trong không khí có kích thước cỡ bao nhiêu mm?

- A. 0,34 mm. B. 0,034 mm. C. 0,05 mm. D. 0,068 mm.

Câu 6: Phát biểu nào dưới đây không đúng?

- A. Với âm có $f = 1000\text{ Hz}$, $I = 10^{-12}\text{ W/m}^2$ thì tai nghe to.
B. Với âm có $f = 50\text{ Hz}$, $I = 10^{-7}\text{ W/m}^2$ thì tai mới bắt đầu nghe.
C. Với âm có f bất kì, $I = 10\text{ W/m}^2$ thì tai nghe có cảm giác đau nhức.
D. Với âm có $f = 1000\text{ Hz}$, $I = 10^{-7}\text{ W/m}^2$ thì tai nghe to.

Câu 7: Tại một điểm nghe được đồng thời hai âm: âm truyền tới có mức cường độ âm 55dB, âm phản xạ có mức cường độ âm 40dB. Mức cường độ âm toàn phần tại điểm đó bằng bao nhiêu?

Câu 8: Một hòn đá rơi tự do xuống một giếng mỏ. Sau khi rơi được một thời gian $t = 6\text{ s}$ ta nghe thấy tiếng hòn đá đập vào đáy giếng. Biết vận tốc truyền âm là 330 m/s. Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$. Tìm độ sâu của giếng?

Câu 9: Đặt 2 nguồn âm giống nhau tại O thì tại A cách O một đoạn 20 m có mức cường độ âm $L_A = 3\text{ B}$. Gọi M là trung điểm của OA thì $L_M = ?$ Nếu tại O mà đặt n nguồn âm mà thấy $L_M = 4,6\text{ B}$ thì $n = ?$

Chủ đề 7: GIAO THOA SÓNG. SÓNG DỪNG

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN

1. Giao thoa sóng

1. Định nghĩa giao thoa sóng

Giao thoa sóng là sự tổng hợp hai hay nhiều sóng kết hợp trong không gian, trong đó có những chỗ biên độ sóng tổng hợp được tăng cường hoặc giảm bớt.



2. Sóng kết hợp

* Hai nguồn kết hợp là hai nguồn có: cùng tần số, cùng pha hoặc có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

* Hai sóng kết hợp là hai sóng do hai nguồn kết hợp phát ra.

3. Phương trình sóng tổng hợp tại M và các trường hợp đặc biệt

a. Tổng quát cho hai nguồn có độ lệch pha bất kì:

Phương trình sóng tại hai nguồn cùng phương S_1, S_2 cách nhau một khoảng ℓ

$$u_1 = a \cos(\omega t + \varphi_1) \text{ và } u_2 = a \cos(\omega t + \varphi_2)$$

Phương trình sóng tại M do hai sóng từ hai nguồn truyền tới:

$$u_{1M} = a \cos(\omega t + \varphi_1 - 2\pi \frac{d_1}{\lambda}) \text{ và } u_{2M} = a \cos(\omega t + \varphi_2 - 2\pi \frac{d_2}{\lambda})$$

Phương trình giao thoa sóng tại M: $u_M = u_{1M} + u_{2M}$

$$u_M = 2a \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2} \right] \cos \left[\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \right]$$

Biên độ dao động tại M: $A_M = 2a \left| \cos \left(\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2} \right) \right|$ với $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$.

Trên đoạn nối từ S_1 đến S_2 , số cực đại, cực tiểu giao thoa đi qua chính là số giá trị nguyên thỏa mãn các bất phương trình:

$$* -\frac{\ell}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} < k < +\frac{\ell}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \quad (k \in \mathbb{Z}) \Rightarrow \text{Số cực đại}$$

$$* -\frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} < k < \frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \quad (k \in \mathbb{Z}) \Rightarrow \text{Số cực tiểu}$$

b. Nếu hai nguồn kết hợp cùng pha

– Độ lệch pha $\Delta\varphi = 0$ hoặc $\Delta\varphi = 2k\pi$

– Phương trình sóng tổng hợp tại M:

$$u_M = 2a \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right] \cos \left[\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \right]$$

$$\Rightarrow \text{Biên độ sóng tổng hợp tại M: } A = 2a \left| \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right] \right|$$

+ Điểm M có biên độ tổng hợp cực đại $A_{\max} = 2a$ khi $\left| \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right| = 1$

$$\Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda = 2k \frac{\lambda}{2} \quad (*) \quad (\text{chẵn của nửa bước sóng})$$

Quỹ tích của những điểm thoả mãn (*) với k là những số nguyên sẽ lập nên họ hypebol nhận S_1, S_2 làm tiêu điểm.

Số cực đại chính là số giá trị k nguyên xuất phát từ hệ phương trình:

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = k\lambda \\ d_1 + d_2 = S_1 S_2 = \ell \end{cases}$$

$$\Rightarrow d_2 = \frac{\ell + k\lambda}{2}$$

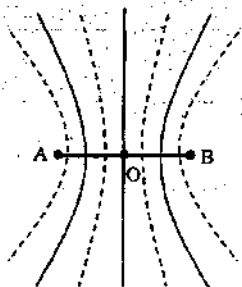
Theo hình học, và nếu không tính cực đại ở hai nguồn thì $0 < d_2 < \ell$

$$\text{nên } 0 < \frac{\ell + k\lambda}{2} < \ell \Rightarrow \boxed{-\frac{\ell}{\lambda} < k < \frac{\ell}{\lambda}}$$

Số giá trị k nguyên tính được bao giờ cũng là số lẻ.

+ Điểm M có biên độ tổng hợp cực tiểu $A = 0$ khi $\left| \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right| = 0$

$$\Rightarrow d_2 - d_1 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (**) \quad (\text{lẻ của nửa bước sóng})$$



Quý tích của những điểm thỏa mãn (**) với k nguyên cũng lập nên họ hypebol nhận S_1, S_2 làm tiêu điểm xen kẽ với họ hypebol của (*).

Số cực tiểu chính là số giá trị k nguyên xuất phát từ hệ phương trình

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \\ d_1 + d_2 = S_1 S_2 = \ell \end{cases}$$

$$\Rightarrow d_2 = \frac{\ell + (2k+1)\frac{\lambda}{2}}{2}$$

Nếu không tính cực tiểu ở hai nguồn thì $0 < d_2 < \ell$ nên theo trên ta có

$$0 < \frac{\ell + (2k+1)\frac{\lambda}{2}}{2} < \ell \Rightarrow -\frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{2}$$

Số giá trị k nguyên tính được bao giờ cũng là số chẵn.

Chú ý:

– Cực đại trung tâm trùng với trung trực của đoạn $S_1 S_2$ nhận làm trục đối xứng của họ hypebol.

– Trong đoạn nối tâm hai nguồn sóng S_1, S_2 , khoảng cách giữa các vân $A_{\max}$ hoặc vân $A_{\min}$ liên tiếp bằng nhau và bằng $\frac{\lambda}{2}$.

c. Nếu hai nguồn kết hợp ngược pha

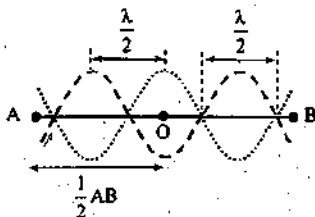
– Độ lệch pha $\Delta\varphi = \pi$ hoặc $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$

– Phương trình sóng tổng hợp tại M:

$$u_M = 2a \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\pi}{2} \right] \cos \left[\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \right]$$

$$\Rightarrow \text{Biên độ sóng tổng hợp tại M: } A = 2a \left| \cos \left[\pi \frac{d_1 - d_2}{\lambda} + \frac{\pi}{2} \right] \right|$$

⊙ Hình ảnh giao thoa cũng như điều kiện cực đại – cực tiểu, cách tính số các cực đại – cực tiểu hoàn toàn ngược lại với trường hợp cùng pha.



d. Nếu hai nguồn dao động vuông pha

- Độ lệch pha $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$ hoặc $\Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$

- Biên độ dao động của điểm M: $A_M = 2a \left| \cos \left(\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\pi}{4} \right) \right|$

- Số điểm (đường) dao động cực đại bằng số điểm (đường) dao động cực tiểu (không tính hai nguồn) vì chúng được tính theo:

$$-\frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{4} < k < \frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{4} \quad (\text{cực đại})$$

$$-\frac{\ell}{\lambda} + \frac{1}{4} < k < \frac{\ell}{\lambda} + \frac{1}{4} \quad (\text{cực tiểu})$$

4. Những điều cần lưu ý

- Khi gặp bài toán giao thoa, trước hết phải xem kỹ độ lệch pha của 2 nguồn bằng bao nhiêu để áp dụng đúng các công thức phù hợp cho trường hợp đó.

- Với bài toán tìm số đường dao động cực đại và không dao động giữa hai điểm M, N cách hai nguồn lần lượt là d_{1M} , d_{2M} , d_{1N} , d_{2N} ?

Cách làm: Tính $\Delta d_M = d_{1M} - d_{2M}$; $\Delta d_N = d_{1N} - d_{2N}$ (giả sử $\Delta d_M < \Delta d_N$)

+ Nếu gặp hai nguồn dao động cùng pha:

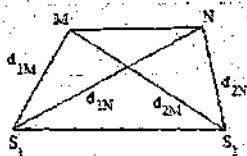
Cực đại: $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$

Cực tiểu: $\Delta d_M < (k + 0,5)\lambda < \Delta d_N$

+ Nếu gặp hai nguồn dao động ngược pha:

Cực đại: $\Delta d_M < (k + 0,5)\lambda < \Delta d_N$

Cực tiểu: $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$



Số giá trị nguyên của k thoả mãn các biểu thức trên là số đường cần tìm.

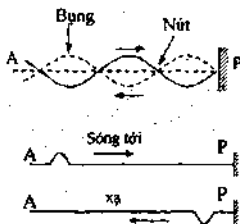
II. Sóng dừng

1. Định nghĩa

Sóng có các nút và bụng sóng cố định trong không gian gọi là sóng dừng.

2. Tính chất

+ Sóng dừng là trường hợp đặc biệt của giao thoa sóng: đó là sự giao thoa của hai sóng kết hợp truyền ngược chiều nhau trên cùng một phương truyền sóng.

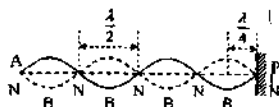


+ Khoảng cách giữa 2 nút sóng hay giữa 2 bụng sóng bất kì:

$$d_{BB} = d_{NN} = k \frac{\lambda}{2}, \quad k = 1, 2, 3 \dots$$

+ Khoảng cách giữa 1 nút sóng với 1 bụng bất kì:

$$d_{NB} = (2k+1) \frac{\lambda}{4}, \quad k = 0, 1, 2 \dots$$



+ Thời gian hai lần dây duỗi thẳng liên tiếp: $\Delta t = \frac{T}{2}$

+ Bề rộng một bụng sóng là $4a$

3. Phương trình sóng tại một điểm M bất kì cách điểm phản xạ cố

định B một đoạn d là: $u_M = 2a \cdot \sin \frac{2\pi d}{\lambda} \cdot \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} \right)$

$\Rightarrow$ Biên độ dao động tại M: $A_M = 2a \left| \sin \frac{2\pi d}{\lambda} \right|$

$$+ A_{M_{\max}} = 2a \Leftrightarrow d = (2k+1) \frac{\lambda}{4}; \quad k \in \mathbb{Z}$$

$$+ A_{M_{\min}} = 0 \Leftrightarrow d = k \frac{\lambda}{2}; \quad k \in \mathbb{Z}$$

4. Điều kiện để có sóng dừng trên dây

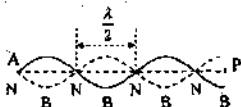
* Dây cố định hai đầu: $l = k \frac{\lambda}{2}$ với số bụng là k, số nút là k + 1

$$- \text{Số bó sóng } k \text{ tỉ lệ với tần số } f: l = k \frac{\lambda}{2} = k \frac{v}{2f} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{f_1}{f_2}$$

- Bước sóng dài nhất $\lambda_{\max} = 2l$ khi $k = 1$ (chỉ có 1 bó sóng)

* Dây cố định một đầu, một đầu tự do:

$$l = (2k-1) \frac{\lambda}{4} \quad \text{với số bụng bằng số nút bằng } k.$$



5. Một số lưu ý:

+ Một sợi dây nối với nguồn xoay chiều tần số f , dây đặt trong khoảng giữa hai bán của một nam châm hình chữ U thì dây sẽ dao động với tần số cũng là f .

+ Một sợi dây thép căng thẳng, đặt gần một đầu nam châm điện thẳng, nếu dòng điện qua nam châm có tần số f thì dây sẽ dao động với tần số $2f$.

+ Tần số do đàn phát ra (hai đầu dây cố định $\Rightarrow$ hai đầu là nút sóng):

$$f = k \frac{v}{2l} \quad (k \in \mathbb{N})$$

+ Tần số do ống sáo phát ra (một đầu bịt kín, một đầu để hở $\Rightarrow$ một đầu là nút sóng, một đầu là bụng sóng): $f = (2k-1) \frac{v}{4l} \quad (k \in \mathbb{N})$



B. VÍ DỤ MINH HOẠ

Ví dụ 1: Hai nguồn O_1 và O_2 gây ra hai sóng, kết hợp dao động vuông góc với mặt chất lỏng có phương trình: $u_1 = u_2 = a \cos \omega t$. Điểm M trên mặt chất lỏng cách hai nguồn O_1 và O_2 lần lượt d_1, d_2 . Biên độ sóng tổng hợp tại M là

A. $A = 2a \left| \cos \left(\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} \right) \right|$ B. $A = 2a \left| \cos \frac{d_1 - d_2}{\lambda} \right|$

C. $A = 2a \left| \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right|$ D. $A = 2a \left| \cos 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right|$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Dao động tổng hợp tại M:

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2a \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\Delta \varphi}{2} \right] \cos \left[\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \right]$$

$$\Rightarrow \text{Biên độ } A = 2a \left| \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\Delta \varphi}{2} \right] \right|$$

Vì hai nguồn cùng pha, $\Delta \varphi = 0$ nên $A = 2a \left| \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right] \right| \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa trên mặt nước, hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 dao động với phương trình $u_1 = 1,5\cos\left(50\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ cm và $u_2 = 1,5\cos\left(50\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$ cm.

Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 1 m/s. Tại điểm M trên mặt nước cách S_1 một đoạn $d_1 = 10$ cm và cách S_2 một đoạn $d_2 = 17$ cm sẽ có biên độ sóng tổng hợp bằng

- A. $1,5\sqrt{3}$ cm. B. 3 cm. C. $1,5\sqrt{2}$ cm. D. 0.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Bước sóng } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{100}{25} = 4 \text{ cm}$$

Độ lệch pha của 2 nguồn $\Delta\varphi = \pi$ nên biên độ sóng tổng hợp tại M là:

$$A = 2a \left| \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2} \right] \right| = 2a \left| \cos \left[\pi \frac{d_1 - d_2}{\lambda} + \frac{\pi}{2} \right] \right|$$

$$\text{Thay số: } A = 2 \cdot 1,5 \left| \cos \left[\pi \frac{17 - 10}{4} + \frac{\pi}{2} \right] \right| = 3 \left| \cos \frac{9\pi}{4} \right| = 1,5\sqrt{2} \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng: Thực hiện giao thoa sóng cơ với 2 nguồn kết hợp cùng pha S_1 và S_2 phát ra 2 sóng có cùng biên độ 1cm, bước sóng $\lambda = 20$ cm. Tại điểm M cách S_1 một đoạn 50 cm và cách S_2 một đoạn 10 cm có biên độ sóng tổng hợp là

- A. 2 cm. B. 0 cm. C. $\sqrt{2}$ cm. D. $\frac{\sqrt{2}}{2}$ cm.

Ví dụ 3: Hai điểm S_1, S_2 trên mặt một chất lỏng dao động cùng pha với pha ban đầu bằng 0, biên độ 1,5cm và tần số $f = 20$ Hz. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là 1,2m/s. Điểm M cách S_1, S_2 các khoảng lần lượt bằng 30 cm và 36 cm dao động với phương trình:

- A. $u = 1,5 \cos(40\pi t - 11\pi)$ (cm). B. $u = 3 \cos(40\pi t - 11\pi)$ (cm).
C. $u = -3 \cos(40\pi t + 10\pi)$ (cm). D. $u = 3 \cos(40\pi t - 10\pi)$ (cm).

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Bước sóng } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{120}{20} = 6 \text{ cm}$$

$$\text{Luôn có: } u_M = 2a \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2} \right] \cos \left[\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \right]$$

Trong bài này, do 2 nguồn cùng pha và pha ban đầu bằng 0 nên:

$$u_M = 2a \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right] \cos \left[\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} \right]. \text{ Thay số:}$$

$$u_M = 2.1,5 \cos \left[\pi \frac{36 - 30}{6} \right] \cos \left[2\pi.20t - \pi \frac{30 + 36}{6} \right] = 2.1,5 \cos(\pi) \cos(40\pi t - 11\pi)$$

$$u_M = -3 \cos(40\pi t - 11\pi) = 3 \cos(40\pi t - 10\pi) \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Ví dụ 4: Tại hai điểm A và B trên mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng cùng phương $u_A = 4 \cos \omega t$ (cm) và $u_B = 2 \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{3} \right)$ (cm); coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Biên độ sóng tổng hợp tại trung điểm của đoạn AB là

- A. 0. B. 5,3 cm. C. 4 cm. D. 6 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Nguồn } \begin{cases} u_A = 4 \cos \omega t \\ u_B = 2 \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{3} \right) \end{cases} \text{ lần truyền tới M } \begin{cases} u_{AM} = 4 \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda} \right) \\ u_{BM} = 2 \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{3} - \frac{2\pi d_2}{\lambda} \right) \end{cases}$$

Điểm M thực hiện 2 dao động thành phần, theo lý thuyết tổng hợp dao động ta có

$$\text{biên độ } A_M = \sqrt{4^2 + 2^2 + 2.4.2 \cos \left(\frac{\pi}{3} + \frac{2\pi}{\lambda} (d_1 - d_2) \right)} = 5,3 \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Trên mặt nước hai nguồn sóng A, B dao động theo phương thẳng đứng với các phương trình lần lượt là: $u_1 = 2 \cos(\omega t - 5\pi/6)$ cm; $u_2 = \cos(\omega t + \pi/6)$ cm. Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Tại điểm M trên mặt nước thỏa mãn điều kiện $MA - MB = \lambda$ (với λ là bước sóng). Biên độ dao động tổng hợp tại M là

- A. 3 cm. B. 2 cm. C. 1 cm. D. 8 cm.

Bài 2: Trên mặt chất lỏng có hai nguồn sóng A và B giống nhau, dao động điều hòa với biên độ a , tạo ra trên bề mặt hai sóng kết hợp truyền đi với biên độ không đổi với bước sóng là 24 cm. Một điểm M nằm trên mặt chất lỏng dao động với biên độ là $a\sqrt{2}$. Trong các giá trị sau đây, hiệu số $MB - MA$ có thể có giá trị

- A. 12 cm. B. 32 cm. C. 20 cm. D. 30 cm.

Bài 3: Trên mặt nước hai nguồn sóng A, B đều có phương trình $u = 5\cos\omega t$ (cm). Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi và bước sóng là 2 cm. Điểm M trên mặt nước nằm trong vùng giao thoa cách A và B lần lượt là $AM = 4,75$ cm; $BM = 3,25$ cm. Chọn câu đúng.

- A. Điểm M dao động với biên độ cực đại.
- B. Điểm M dao động cùng pha với các nguồn.
- C. Điểm M dao động với biên độ cực tiểu.
- D. Điểm M dao động ngược pha với các nguồn.

Bài 4: Trên mặt nước hai nguồn sóng A, B đều có phương trình $u = 5\cos\omega t$ (cm). Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi và bước sóng là 2 cm. Điểm M trên mặt nước nằm trong vùng giao thoa cách A và B lần lượt là $AM = 3,75$ cm; $BM = 3,25$ cm. Chọn câu đúng.

- A. Có những thời điểm mà M và B cùng qua vị trí cân bằng của chúng.
- B. Điểm M dao động cùng pha với các nguồn.
- C. Khi tốc độ dao động của M cực tiểu thì tốc độ dao động của A cực đại.
- D. Điểm M dao động ngược pha với các nguồn.

Bài 5: Trên mặt nước hai nguồn sóng kết hợp A, B dao động với phương trình $u = 5\cos 200\pi t$ cm. Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi và tốc độ truyền sóng trên mặt nước 0,25 m/s. Hai điểm M, N trên mặt nước với $AM = 4$ cm; $BM = 3$ cm; $AN = 4,25$ cm; $BN = 4,5$ cm. So sánh trạng thái dao động của các nguồn với trạng thái dao động của hai điểm M, N.

- A. N cùng pha với các nguồn, M dao động cực đại.
- B. M cùng pha với các nguồn, N không dao động.
- C. N ngược pha với các nguồn, M không dao động.
- D. M ngược pha với các nguồn, N không dao động.

Ví dụ 5: Hai nguồn sóng cơ O_1 và O_2 cách nhau 20 cm dao động theo phương trình $u_1 = u_2 = 1,5\cos 40\pi t$ (cm) lan truyền trong một môi trường với $v = 1,2$ m/s. Điểm M trên đoạn O_1O_2 và cách O_1 đoạn 9,5 cm dao động với vận tốc cực đại bằng

- A. $60\pi\sqrt{3}$ cm/s.
- B. $60\pi\sqrt{2}$ cm/s.
- C. 60π cm/s.
- D. 0.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Tần số góc $\omega = 40\pi \text{ rad/s} \Rightarrow f = 20 \text{ Hz} \Rightarrow \text{bước sóng } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{120}{20} = 6 \text{ cm}$

+ Phương trình dao động tại M: $u_M = 2a \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right] \cos \left[\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} \right]$

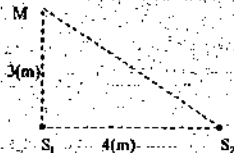
$$u_M = 2,1,5 \cos \left[\pi \frac{10,5 - 9,5}{6} \right] \cos \left[40\pi t - \pi \frac{20}{6} \right] = 2,1,5 \cos \left[\frac{\pi}{6} \right] \cos \left[40\pi t - \pi \frac{10}{3} \right]$$

$$\Rightarrow u_M = 1,5\sqrt{3} \cos \left[40\pi t - \pi \frac{10}{3} \right] \text{ cm}$$

+ Vận tốc dao động cực đại của M: $v_{\max} = \omega A = 40\pi \cdot 1,5\sqrt{3} = 60\pi\sqrt{3} \text{ cm/s}$

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng: Hai nguồn sóng S_1, S_2 trên mặt nước tạo ra các sóng có bước sóng bằng 2 m và biên độ A. Hai nguồn được đặt cách nhau 4 m trên mặt nước như hình vẽ. Biết rằng dao động của hai nguồn cùng pha, cùng tần số và cùng phương dao động. Biên độ dao động tổng hợp tại M cách nguồn S_1 một đoạn 3(m) nhận giá trị nào trong các giá trị sau đây?



A. 2A.

B. 1A.

C. 0.

D. 3A.

Ví dụ 6: Trong hiện tượng giao thoa sóng với hai nguồn đồng pha, những điểm trong vùng giao thoa dao động với biên độ cực đại khi hiệu đường đi của sóng từ hai nguồn là

A. $k \frac{\lambda}{2} \quad (k \in \mathbb{Z})$.

B. $2k \frac{\lambda}{2} \quad (k \in \mathbb{Z})$.

C. $(2k+1) \frac{\lambda}{2} \quad (k \in \mathbb{Z})$

D. $(2k+1) \frac{\lambda}{4} \quad (k \in \mathbb{Z})$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Biên độ } A = 2a \left| \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right|$$

$$\Rightarrow A = A_{\max} = 2a \Leftrightarrow \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} = \pm 1 \Rightarrow \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} = k\pi \text{ với } k \in \mathbb{Z}$$

$$\text{Hay } d_2 - d_1 = k\lambda = 2k \frac{\lambda}{2} \text{ với } k \in \mathbb{Z} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 7: Trong một thí nghiệm giao thoa trên mặt nước, hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 dao động cùng pha với tần số $f = 15 \text{ Hz}$. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 30 cm/s . Gọi d_1 và d_2 lần lượt là khoảng cách từ điểm đang xét đến S_1 và S_2 . Tại điểm nào sau đây dao động sẽ có biên độ cực đại?

A. $d_1 = 25 \text{ cm}; d_2 = 20 \text{ cm}$.

B. $d_1 = 24 \text{ cm}; d_2 = 21 \text{ cm}$.

C. $d_1 = 25 \text{ cm}; d_2 = 21 \text{ cm}$.

D. $d_1 = 26 \text{ cm}; d_2 = 27 \text{ cm}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{30}{15} = 2 \text{ cm}$

Điểm có hiệu khoảng cách tới hai nguồn bằng một số nguyên của bước sóng thì ở đó sẽ có biên độ cực đại. Nhận thấy chỉ có trường hợp C là thỏa mãn, vì $d_1 - d_2 = 25 - 21 = 4 \text{ cm} = 2.2 \text{ cm} = 2\lambda \Rightarrow \text{Đáp án C}$.

Ví dụ 8: Trong hiện tượng giao thoa sóng với hai nguồn đồng pha, những điểm trong vùng giao thoa không dao động khi hiệu đường đi của sóng từ hai nguồn là

A. $k \frac{\lambda}{2} \ (k \in \mathbb{Z})$.

B. $2k \frac{\lambda}{2} \ (k \in \mathbb{Z})$.

C. $(2k+1) \frac{\lambda}{2} \ (k \in \mathbb{Z})$.

D. $(2k+1) \frac{\lambda}{4} \ (k \in \mathbb{Z})$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Biên độ dao động tổng hợp $A = 2a \left| \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right|$

$\Rightarrow A = A_{\min} = 0 \Leftrightarrow \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} = 0 \Rightarrow \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} = (2k+1) \frac{\pi}{2}, k \in \mathbb{Z}$

$\Rightarrow d_2 - d_1 = (2k+1) \frac{\lambda}{2}$ với $k \in \mathbb{Z} \Rightarrow \text{Đáp án C}$.

Bài tập vận dụng: Tại hai điểm A và B khá gần nhau trên mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng theo phương thẳng đứng với các phương trình lần lượt là

$u_1 = a \cos \omega t \text{ (cm)}$ và $u_2 = a \cos(\omega t + \pi) \text{ (cm)}$. Điểm M trên mặt chất lỏng cách A và B những đoạn tương ứng là d_1, d_2 sẽ dao động với biên độ cực đại nếu

A. $d_2 - d_1 = k\lambda \ (k \in \mathbb{Z})$.

B. $d_2 - d_1 = (k + 0,5)\lambda \ (k \in \mathbb{Z})$.

C. $d_2 - d_1 = (2k+1)\lambda \ (k \in \mathbb{Z})$.

D. $d_2 - d_1 = k\lambda/2 \ (k \in \mathbb{Z})$.

Ví dụ 9: Trong thí nghiệm giao thoa của sóng nước, hai nguồn sóng kết hợp tại A và B dao động cùng pha với tần số $f = 15 \text{ Hz}$. Tại điểm M cách A và B lần lượt là $d_1 = 23 \text{ cm}$ và $d_2 = 26,2 \text{ cm}$ sóng có biên độ dao động cực đại, giữa M và đường trung trực của AB còn có một dãy cực đại. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là

- A. 18 cm/s . B. $21,5 \text{ cm/s}$. C. 24 cm/s . D. 25 cm/s .

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Tại M sóng có biên độ cực đại nên thỏa mãn phương trình $d_2 - d_1 = k\lambda$.
- Giữa M và đường trung trực của AB ($k = 0$) còn có một dãy cực đại nữa nên cực đại đi qua M ứng với $k = 2 \Rightarrow 26,2 - 23 = 2\lambda \Rightarrow \lambda = 1,6 \text{ cm}$.
- $\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng $v = \lambda f = 1,6 \cdot 15 = 24 \text{ cm/s} \Rightarrow$ **Đáp án C.**

Ví dụ 10: Trong thí nghiệm giao thoa sóng nước, hai nguồn kết hợp A và B dao động cùng pha với tần số 20 Hz . Người ta thấy điểm M dao động cực đại và giữa M với đường trung trực của AB có một đường không dao động. Hiệu khoảng cách từ M đến A, B là 2 cm . Vận tốc truyền sóng trên mặt nước bằng

- A. 10 cm/s . B. 20 cm/s . C. 30 cm/s . D. 40 cm/s .

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Tại M sóng có biên độ cực đại nên $d_2 - d_1 = k\lambda$.
- Vì giữa M và đường trung trực của AB có một dãy không dao động (đãy cực tiểu) nên cực đại đi qua M ứng với $k = 1 \Rightarrow 2 = 1\lambda \Rightarrow \lambda = 2 \text{ cm}$.
- Vậy vận tốc truyền sóng là $v = \lambda f = 2 \cdot 20 = 40 \text{ cm/s} \Rightarrow$ **Đáp án D.**

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Tiến hành thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt thoáng của một chất lỏng nhờ hai nguồn kết hợp cùng pha S_1 và S_2 . Tần số dao động của mỗi nguồn là $f = 40 \text{ Hz}$. Một điểm M nằm trên mặt thoáng của cách S_2 một đoạn 8 cm và cách S_1 một đoạn 4 cm . Giữa M và đường trung trực S_1S_2 có một gợn lồi dạng hyperbol. Biên độ dao động của M là cực đại. Vận tốc truyền sóng bằng

- A. $1,6 \text{ m/s}$. B. $1,2 \text{ m/s}$. C. $0,8 \text{ m/s}$. D. 40 cm/s .

Bài 2: Tiến hành thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt thoáng của một chất lỏng nhờ hai nguồn kết hợp cùng pha S_1 và S_2 . Tần số dao động của mỗi nguồn là $f = 30 \text{ Hz}$. Cho biết $S_1S_2 = 10 \text{ cm}$. Một điểm M nằm trên mặt thoáng của cách S_2 một đoạn 8 cm và cách S_1 một đoạn 4 cm . Giữa M và đường trung trực S_1S_2 có một gợn lồi dạng hyperbol. Biên độ dao động của M là cực đại. Số điểm dao động cực tiểu trên S_1S_2 là

- A. 12. B. 11. C. 10. D. 9.

Ví dụ 11: Trên mặt chất lỏng có hai tâm dao động S_1 và S_2 cùng phương, cùng phương trình dao động $u = a \cos 2\pi ft$. Khoảng cách giữa hai điểm liên tiếp trên đoạn S_1S_2 dao động với biên độ cực đại là

- A. λ . B. 2λ . C. $\frac{\lambda}{2}$. D. $\frac{\lambda}{4}$.

Hướng dẫn:

Gọi N là một điểm thuộc S_1S_2 , có $d_2 + d_1 = S_1S_2$

Vì tại N có biên độ cực đại nên $d_2 - d_1 = k\lambda$

Cộng vế với vế của hai phương trình trên ta được: $2d_2 = S_1S_2 + k\lambda$

$$\Rightarrow d_2 = \frac{S_1S_2}{2} + k \frac{\lambda}{2}$$

Khoảng cách giữa 2 cực đại lân cận bậc k và bậc (k-1) là

$$\Delta d = \left[\frac{S_1S_2}{2} + k \frac{\lambda}{2} \right] - \left[\frac{S_1S_2}{2} + (k-1) \frac{\lambda}{2} \right] = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 12: Trên mặt chất lỏng có hai tâm dao động S_1 và S_2 có cùng phương, cùng phương trình dao động $u = a \cos 2\pi ft$. Khoảng cách giữa một điểm dao động cực đại trên đoạn S_1S_2 với điểm dao động với biên độ cực tiểu cũng trên S_1S_2 gần nó nhất là

- A. λ . B. 2λ . C. $\frac{\lambda}{2}$. D. $\frac{\lambda}{4}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Xen kẽ giữa 2 cực đại là 1 cực tiểu giao thoa nên khoảng cách giữa cực đại và cực

tiểu liên tiếp là $\Delta d = \frac{\Delta d}{2} = \frac{\frac{\lambda}{2}}{2} = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Ví dụ 13: Xét hiện tượng giao thoa sóng trên mặt chất lỏng với hai nguồn O_1 và O_2 có cùng phương trình dao động $u_0 = 2 \cos 20\pi t$ (cm), đặt cách nhau $O_1O_2 = 15$ cm. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là $v = 60$ cm/s. Số đường dao động cực đại trên mặt chất lỏng bằng

- A. 7. B. 3. C. 9. D. 5.

Hướng dẫn:

Tần số góc $\omega = 20\pi$ rad/s $\Rightarrow f = 10\text{Hz} \Rightarrow$ bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{60}{10} = 6$ cm

Gọi M là một điểm thuộc O_1O_2 , ta có $d_2 + d_1 = O_1O_2$ (1)

Vì tại M có biên độ cực đại nên $d_2 - d_1 = k\lambda$ (2)

Từ (1) và (2) thu được: $2d_2 = O_1O_2 + k\lambda \Rightarrow d_2 = \frac{O_1O_2}{2} + k \frac{\lambda}{2} = 7,5 + k \cdot 3$ (cm)

$$\text{vì } 0 < d_2 < O_1O_2 \Rightarrow 0 < 7,5 + 3k < 15 \Rightarrow -2,5 < k < 2,5$$

Do k nguyên $\Rightarrow k = 0, \pm 1, \pm 2$.

Có 5 giá trị của k , vậy có 5 dãy cực đại qua đoạn $O_1O_2 \Rightarrow$ **Đáp án D.**

Bài tập vận dụng: Hai nguồn kết hợp trên mặt nước cách nhau 40 cm. Trên đường nối hai nguồn, người ta quan sát được 7 điểm dao động với biên độ cực đại (không kể 2 nguồn). Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 60 cm/s. Tần số dao động của nguồn là

A. 9 Hz.

B. 7,5 Hz.

C. 5 Hz.

D. 6 Hz.

Ví dụ 14: Hai nguồn sóng cơ O_1 và O_2 cách nhau 20 cm dao động theo phương trình $x_1 = x_2 = 2\cos 40\pi t$ (cm) lan truyền với $v = 1,2$ m/s. Số điểm không dao động trên đoạn thẳng nối O_1O_2 là

A. 4.

B. 5.

C. 6.

D. 7.

Hướng dẫn:

$$\text{Tần số góc } \omega = 40\pi \text{ rad/s} \Rightarrow f = 20 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Bước sóng } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{120}{20} = 6 \text{ cm}$$

Gọi N là 1 điểm thuộc O_1O_2 , ta có $d_2 + d_1 = O_1O_2$ (1)

$$\text{Vì tại } N \text{ có biên độ cực tiểu nên có } d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \quad (2)$$

$$\text{Cộng vế với vế của phương trình (1) và (2) ta được: } 2d_2 = O_1O_2 + (2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow d_2 = \frac{O_1O_2}{2} + (2k+1)\frac{\lambda}{4} = 10 + (2k+1) \cdot 1,5$$

$$\text{vì } 0 \leq d_2 \leq O_1O_2 \text{ nên } 0 \leq 10 + (2k+1) \cdot 1,5 \leq 20 \Rightarrow -10 \leq (2k+1) \cdot 1,5 \leq 10$$

$$\Rightarrow -3,83 \leq k \leq 2,83. \text{ Vì } k \in \mathbb{Z} \text{ nên } k = -3, -2, -1, 0, 1, 2.$$

Có 6 giá trị của k , vậy có 6 dãy cực tiểu qua đoạn $O_1O_2 \Rightarrow$ **Đáp án C.**

Chú ý: Các bài toán ở trên được trình bày theo tình huống điển giải, bạn đọc có thể chọn đáp án nhanh hơn nếu vận dụng các công thức tính nhanh ở phần lý thuyết.

Ví dụ 15: Ở bề mặt một chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 20 cm. Hai nguồn này dao động theo phương thẳng đứng có phương trình lần lượt là $u_1 = 5\cos 40\pi t$ (mm) và $u_2 = 7\cos(40\pi t + \pi)$ (mm). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 80 cm/s. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng S_1S_2 là

A. 11.

B. 9.

C. 10.

D. 8.

Hướng dẫn:

Tần số góc $\omega = 40\pi \text{ rad/s} \Rightarrow f = 20 \text{ Hz} \Rightarrow$ Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{80}{20} = 4 \text{ cm}$

Đây là 2 nguồn ngược pha, nên số cực đại được xác định qua bất đẳng thức:

$$-\frac{\ell}{\lambda} \cdot \frac{1}{2} < k < \frac{\ell}{\lambda} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow -\frac{20}{4} \cdot \frac{1}{2} < k < \frac{20}{4} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow -5,5 < k < 4,5$$

$\Rightarrow k = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \pm 4; -5$. Có tất cả 10 giá trị nguyên của $k \Rightarrow$ có 10 điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng $S_1S_2 \Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 16: Hai nguồn kết hợp A và B cách nhau một đoạn 7 cm, dao động với tần số 40 Hz, tốc độ truyền sóng là 0,6 m/s. Tìm số điểm dao động cực đại giữa A và B trong các trường hợp hai nguồn dao động

a) cùng pha.

b) ngược pha

Hướng dẫn:

Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{0,6}{40} = 0,015 \text{ (m)} = 1,5 \text{ (cm)}$.

a) Nếu hai nguồn cùng pha: $-\frac{AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda} \Rightarrow -4,7 < k < 4,7$; vì $k \in \mathbb{Z}$ nên k nhận 9 giá trị $\Rightarrow$ số điểm cực đại là 9.

b) Nếu hai nguồn ngược pha: $-\frac{AB}{\lambda} + \frac{\pi}{2\pi} < k < \frac{AB}{\lambda} + \frac{\pi}{2\pi} \Rightarrow -4,2 < k < 5,3$

vì $k \in \mathbb{Z}$ nên k nhận 10 giá trị, do đó số điểm cực đại là 10.

Ví dụ 17: Tại mặt nước nằm ngang có hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 18 cm dao động theo phương thẳng đứng với phương trình lần lượt là:

$$u_1 = a \sin \left(40\pi t + \frac{\pi}{6} \right) \text{ cm và } u_2 = a \sin \left(40\pi t + \frac{\pi}{2} \right) \text{ cm. Biết vận tốc truyền sóng}$$

$v = 120 \text{ cm/s}$. Gọi AB là 2 điểm trên mặt nước sao cho ABS_1S_2 là hình vuông. Trên đoạn AB, số đường dao động cực tiểu là

A. 4.

B. 3.

C. 2.

D. 1.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{v \cdot 2\pi}{\omega} = \frac{120 \cdot 2\pi}{40\pi} = 6 \text{ (cm)}$

+ Phương trình dao động của điểm M là:

$$u_M = 2a \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\Delta \varphi}{2} \right] \cos \left[\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \right]$$

$$u_M = 2a \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\pi}{6} \right] \cos \left[40\pi t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\pi}{3} \right]$$

Nên biên độ của M là $A_M = 2a \left| \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\pi}{6} \right] \right|$

Vì chỉ tính các điểm cực tiểu nên ta cho $A_M = 0 \Rightarrow \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\pi}{6} \right] = 0$

$\Rightarrow \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\pi}{6} = (2k+1) \frac{\pi}{2}$ cuối cùng thu được điều

kiện: $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{3} \right) \lambda = \left(k + \frac{1}{3} \right) 6$

Khi M trùng với B thì:

$$d_{2B} - d_{1B} = S_2B - S_1B = 18\sqrt{2} - 18 = 18(\sqrt{2} - 1)$$

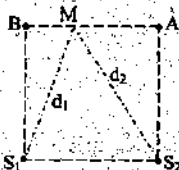
Khi M trùng với A thì:

$$d_{2A} - d_{1A} = S_2A - S_1A = 18 - 18\sqrt{2} = -18(\sqrt{2} - 1)$$

+ Vì chỉ xét M trên đoạn AB nên $d_{2A} - d_{1A} \leq d_2 - d_1 \leq d_{2B} - d_{1B}$

$$\Rightarrow -18(\sqrt{2} - 1) \leq \left(k + \frac{1}{3} \right) 6 \leq 18(\sqrt{2} - 1)$$

$$\Rightarrow -1,57 \leq k \leq 0,9 \Rightarrow k = -1; 0$$



Có tất cả 2 giá trị của k nên có 2 đường dao động cực tiểu $\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 18: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B cách nhau 20cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 2\cos 40\pi t$ 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 BM là

A. 19.

B. 18.

C. 20.

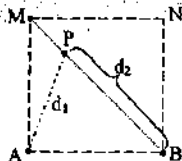
D. 17.

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{v \cdot 2\pi}{\omega} = \frac{30 \cdot 2\pi}{40\pi} = 1,5$ (cm)

+ Ở phần lý thuyết ta biết rằng, khi 2 nguồn ngược pha, điều kiện để có cực đại là:



$$d_2 - d_1 = (2k+1) \frac{\lambda}{2} = (2k+1) \frac{1,5}{2}$$

Vì điểm P chạy trên đoạn MB nên

$$-20 < d_{BP} - d_{AP} \leq 20(\sqrt{2} - 1) \Rightarrow -20 < (2k+1) \frac{1,5}{2} \leq 20(\sqrt{2} - 1)$$

$$\Rightarrow -13,8 < k \leq 5,02 \text{ vì } k \in \mathbb{Z} \text{ nên: } k = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \pm 4; \pm 5; -6; -7; \dots; -13$$

Có 19 giá trị của k , do đó trên đoạn BM có 19 cực đại đi qua $\Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Tại hai điểm A và B trên mặt chất lỏng cách nhau 15 cm có hai nguồn phát sóng kết hợp dao động theo phương trình: $u_1 = a \cos 40\pi t$; $u_2 = b \cos 40\pi t$. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng 40 cm/s. Gọi E, F là hai điểm trên đoạn AB sao cho $AE = EF = FB$. Tìm số cực đại, cực tiểu trên đoạn EF?

Bài toán 2: Tại hai điểm A và B trên mặt nước cách nhau 16 cm có hai nguồn phát sóng kết hợp dao động theo phương trình: $u_1 = a \cos(30\pi t)$; $u_2 = b \cos(30\pi t + \pi/2)$. Bước sóng trên mặt nước 2 cm. Gọi E, F là hai điểm trên đoạn AB sao cho $AE = FB = 2$ cm. Số cực tiểu trên đoạn EF là

- A. 13. B. 11. C. 12. D. 10.

Bài toán 3: Trong hiện tượng giao thoa trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 14,5 cm dao động cùng biên độ, cùng pha. Gọi I là trung điểm của AB, điểm M nằm trên IB gần trung điểm I nhất cách I là 0,5 cm mặt nước luôn đứng yên. Số điểm dao động với biên độ cực đại trong khoảng từ A đến I là

- A. 7. B. 8. C. 14. D. 15.

Bài toán 4: Trên mặt thoáng của chất lỏng, hai nguồn kết hợp A và B dao động ngược pha cách nhau 10 cm. Sóng tạo thành trên mặt chất lỏng lan truyền với bước sóng 0,5 cm. Gọi O là điểm nằm trên đoạn AB sao cho $OA = 3$ cm và M, N là hai điểm trên bề mặt chất lỏng sao cho MN vuông góc với AB tại O và $OM = ON = 4$ cm. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn MN là

- A. 2. B. 3. C. 4. D. 5.

Bài toán 5: Tại hai điểm A, B cách nhau 13 cm trên mặt nước có hai nguồn sóng đồng bộ, tạo ra sóng mặt nước có bước sóng là 1,2 cm. M là điểm trên mặt nước cách A và B lần lượt là 12 cm và 5,0 cm. N đối xứng với M qua AB. Số hyperbol cực đại cắt đoạn MN là

- A. 0. B. 2. C. 3. D. 4.

Bài toán 6: Trên 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 $u_A = 2\cos 40\pi t$ 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 chu vi hình vuông AMNB là

A. 27.

B. 26.

C. 52.

D. 54.

Bài toán 7: Trên mặt nước nằm ngang, có một hình chữ nhật ABCD. Gọi E, F là trung điểm của AD và BC. Trên đường thẳng EF đặt hai nguồn S_1 và S_2 dao động cùng pha theo phương thẳng đứng sao cho đoạn EF nằm trong đoạn S_1S_2 và $S_1E = S_2F$. Bước sóng lan truyền trên mặt nước 1,4 cm. Biết $S_1S_2 = 10$ cm; $S_1B = 8$ cm và $S_2B = 6$ cm. Trên chu vi của hình chữ nhật ABCD, số điểm dao động với biên độ cực đại là

A. 7.

B. 8.

C. 11.

D. 10.

Ví dụ 19: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1, S_2 cách nhau 13 cm dao động cùng pha. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số $f = 50\text{Hz}$, vận tốc truyền sóng $v = 2$ m/s. Một đường tròn bán kính $R = 4\text{cm}$ có tâm tại trung điểm của S_1S_2 , nằm trong mặt phẳng chứa các vân giao thoa. Số điểm dao động cực đại trên đường tròn là

A. 5

B. 8

C. 10

D. 12.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Có: } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{200}{50} = 4\text{cm}.$$

Điều kiện để tại một điểm dao động với biên độ cực đại là $d_2 - d_1 = k\lambda$.

Gọi M, N là 2 giao điểm của đường tròn với đường nối S_1S_2 , theo hình vẽ ta có:

$$d_{2M} - d_{1M} = MS_2 - MS_1 = MN = 2R$$

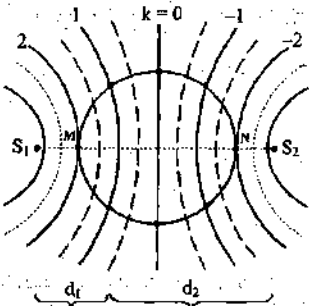
$$d_{2N} - d_{1N} = NS_2 - NS_1 = -MN = -2R$$

Vì chỉ xét trên đoạn MN nên $(d_{1N} - d_{1M}) \leq (d_2 - d_1) \leq (d_{2M} - d_{1M})$

$$\Rightarrow -2R \leq k\lambda \leq 2R \Rightarrow -\frac{2R}{\lambda} \leq k \leq \frac{2R}{\lambda}$$

$$\Rightarrow -2 \leq k \leq 2 \Rightarrow k = 0; \pm 1; \pm 2. \text{ Có 5}$$

giá trị nguyên của k trên đoạn MN, nghĩa là trên đoạn MN có 5 vân cực đại đi qua. Theo hình vẽ, vân trung tâm và hai vân bậc 1 mỗi vân cắt đường tròn tại 2 điểm. Riêng vân bậc 2 tiếp xúc với đường tròn. Vì vậy tính trên chu vi của đường tròn chỉ có 8 điểm dao động với biên độ cực đại $\Rightarrow$ **Đáp án B.**



Bài tập vận dụng: Hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 21 cm dao động cùng pha nhau với cùng tần số 100 Hz. Vận tốc truyền sóng bằng 4 m/s. Bao quanh A và B bằng một vòng tròn có tâm O nằm tại trung điểm AB với bán kính lớn hơn 10 cm. Số vân lồi cắt nửa vòng tròn nằm về một phía của AB là

- A. 9. B. 10. C. 11. D. 12.

Câu hỏi phụ: Nếu thay vòng tròn bằng đường elip nhận A và B làm tiêu điểm thì bài toán có gì khác không?

Trên mặt nước có hai nguồn sóng cơ AB cách nhau 21 cm dao động theo các phương trình $u_1 = a \cos 4\pi t$; $u_2 = b \cos(4\pi t + \pi)$, lan truyền trong môi trường với tốc độ 12 cm/s. Số điểm dao động cực tiểu trên đường elip thuộc mặt nước nhận A, B làm tiêu điểm là

- A. 6. B. 7. C. 14. D. 12.

Ví dụ 20: Trên mặt nước, hai nguồn phát sóng A và B giống nhau cách nhau 12 cm đang dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 1,6 cm. Gọi C là điểm trên mặt nước cách đều hai nguồn và cách trung điểm O của đoạn AB một khoảng 8 cm. Trên đoạn CO, số điểm dao động ngược pha với nguồn là

- A. 2. B. 3. C. 4. D. 5.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Trong bài này, do hai nguồn giống nhau tức cùng pha, để đơn giản, ta cho pha ban đầu của chúng bằng 0, vậy phương trình dao động tổng hợp của điểm M là

$$u_M = 2a \cos \left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right] \cos \left[\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} \right]. \text{ Theo đề ra, do chỉ xét điểm M thuộc}$$

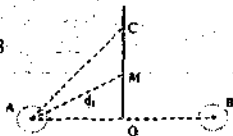
$$\text{đường trung trực nên } d_2 = d_1 \Rightarrow u_M = 2a \cos \left[\omega t - \pi \frac{2d_1}{\lambda} \right]$$

$$\text{Vậy độ lệch pha giữa nguồn và điểm M sẽ là } \Delta\varphi = 0 - \left[-\pi \frac{2d_1}{\lambda} \right] = \pi \frac{2d_1}{\lambda}$$

$$+ \text{ Điểm M dao động ngược pha với nguồn nên } \pi \frac{2d_1}{\lambda} = (2k+1)\pi$$

$$\Rightarrow d_1 = (2k+1) \frac{\lambda}{2} = (2k+1) \frac{1,6}{2} = (2k+1) \cdot 0,8$$

Theo hình vẽ ta thấy $AO \leq d_1 \leq AC$



$$\text{Suy ra } \frac{AB}{2} \leq (2k+1) \cdot 0,8 \leq \sqrt{\left(\frac{AB}{2}\right)^2 + OC^2}$$

$$\Rightarrow 6 \leq (2k+1) \cdot 0,8 \leq 10 \Rightarrow 3,25 \leq k \leq 5,75 \Rightarrow k \text{ chỉ nhận 2 giá trị nguyên 4 và 5}$$

$\Rightarrow$ Trên đoạn CO có 2 điểm dao động ngược pha so với nguồn $\Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trên mặt nước có hai nguồn sóng giống nhau A và B cách nhau 12 cm dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 1,6 cm. Gọi C là điểm trên mặt nước, cách đều hai nguồn và cách trung điểm O của AB một khoảng 8 cm. Số điểm dao động cùng pha với nguồn ở trên đoạn CO là

- A. 2. B. 5. C. 3. D. 4.

Bài toán 2: Trên mặt nước có hai nguồn sóng giống nhau A và B cách nhau 12 cm dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 1,6 cm. Gọi C và D là hai điểm khác nhau trên mặt nước, cách đều hai nguồn và đều cách trung điểm O của AB một khoảng 8 cm. Số điểm dao động cùng pha với nguồn ở trên đoạn CD là

- A. 6. B. 5. C. 3. D. 10.

Bài toán 3: Trên mặt nước có hai nguồn sóng giống nhau A và B cách nhau 12 cm dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 0,8 cm. Gọi C là điểm trên mặt nước, cách đều hai nguồn và cách trung điểm O của AB 8 cm. Số điểm dao động vuông pha với nguồn ở trên đoạn CO là

- A. 5. B. 10. C. 3. D. 4.

Ví dụ 21: Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cách nhau một khoảng là 50 (mm) đều dao động theo phương trình $u = a \sin 200\pi t$ (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. Hỏi điểm gần nhất dao động cùng pha với nguồn trên đường trung trực của $S_1 S_2$ cách nguồn S_1 bao nhiêu?

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$+ \text{Bước sóng: } \lambda = vT = v \cdot \frac{2\pi}{\omega} = 0,8 \cdot \frac{2\pi}{200\pi} = 0,008 \text{ (m)} = 8 \text{ (mm)}$$

Tại một điểm P bất kì ở trên bề mặt nước sẽ nhận được các sóng do S_1 và S_2 gửi

$$\text{khi: } \begin{cases} u_{1P} = a \sin \left(200\pi t - \frac{2\pi d_1}{\lambda} \right) \text{ (mm)} \\ u_{2P} = a \sin \left(200\pi t - \frac{2\pi d_2}{\lambda} \right) \text{ (mm)} \end{cases} \quad \text{nên dao động tổng hợp tại P là:}$$

$$u_P = u_{1P} + u_{2P} = 2a \cos \frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} \sin \left(200\pi t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda} \right) \text{ (mm)}$$

$$+ \text{ Vì P nằm trên trung trục của } S_1S_2 \Rightarrow d_1 = d_2 = d \Rightarrow \cos \frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} = 1 > 0$$

$$\text{nên độ lệch pha của điểm P so với các nguồn là } \Delta\phi_P = \frac{\pi}{\lambda}(d_1 + d_2) = \frac{2\pi d}{\lambda}$$

$$+ \text{ Điểm P dao động cùng pha với các nguồn khi } \Delta\phi_P = 2k\pi$$

$$\text{Vậy ta có } \frac{2\pi d}{\lambda} = 2k\pi \Rightarrow d = k\lambda = 8k \text{ (mm)} \quad (k \in \mathbb{Z}).$$

$$+ \text{ Do P nằm trên đường trung trục nên } d \geq \frac{S_1S_2}{2} \Rightarrow 8k \geq 25 \Rightarrow k \geq 3,125.$$

$$\Rightarrow k_{\min} = 4 \Rightarrow d_{\min} = 4.8 = 32 \text{ (mm)}.$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 50 mm đều dao động theo phương trình $u = a \cos(200\pi t)$ mm trên mặt nước. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước 0,8 m/s và biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Điểm gần nhất dao động ngược pha với các nguồn nằm trên đường trung trục của S_1S_2 cách nguồn S_1 một khoảng bằng

- A. 32 mm. B. 28 mm. C. 24 mm. D. 26 mm.

Bài toán 2: Trên mặt nước có hai nguồn sóng A và B giống nhau và cách nhau 8 cm dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 5 cm. Điểm trên mặt nước thuộc đường trung trục của đoạn thẳng AB dao động cùng pha với hai nguồn cách đường thẳng AB một khoảng nhỏ nhất là

- A. 2 cm. B. 2,8 cm. C. 2,4 cm. D. 3 cm.

Bài toán 3: Ở mặt chất lỏng có hai nguồn sóng A, B cách nhau 18 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình là $u_A = u_B = a \cos 50\pi t$ (với t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng của mặt chất lỏng là 50 cm/s. Gọi O là trung điểm của AB, điểm M ở mặt chất lỏng nằm trên đường trung trực của AB và gần O nhất sao cho phần tử chất lỏng tại M dao động cùng pha với phần tử chất lỏng tại O. Khoảng cách MO là

- A. 10 cm. B. $2\sqrt{10}$ cm. C. $2\sqrt{2}$ cm. D. 2 cm.

Gọi ý: Phương trình tại M và O. $u_M = 2a \cos\left(50\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$; $u_O = 2a \cos(50\pi t - 9\pi)$

$$\Rightarrow \Delta\varphi_{M,O} = 9\pi - \frac{2\pi d}{\lambda} = 2k\pi \Rightarrow d = 9 - 2k > AO = 9 \Rightarrow k < 0$$

$$d_{\min} \Leftrightarrow k_{\max} = -1 \Rightarrow d_{\min} = 11 \Rightarrow MO = \sqrt{d_{\min}^2 - AO^2} = \sqrt{11^2 - 9^2}$$

Ví dụ 22: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1, S_2 cách nhau 40cm dao động cùng pha. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số $f = 10\text{Hz}$, vận tốc truyền sóng $v = 2\text{ m/s}$. Gọi M là điểm nằm trên đường thẳng vuông góc với S_1S_2 tại S_1 ở đó dao động với biên độ cực đại. Đoạn S_1M có giá trị lớn nhất là

- A. 20cm B. 30cm C. 40cm D. 50cm

Phân tích và hướng dẫn giải:

Có: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{200}{10} = 20\text{cm}$.

Để đoạn S_1M có giá trị lớn nhất thì M phải nằm trên vân cực đại bậc 1 như hình vẽ.

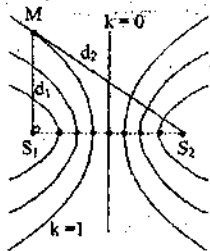
$$\Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda = 1.20 = 20\text{cm} \quad (1)$$

Ngoài ra, do S_1MS_2 là tam giác vuông tại S_1 nên:

$$d_2 = S_2M = \sqrt{(S_1S_2)^2 + (S_1M)^2} = \sqrt{40^2 + d_1^2} \quad (2)$$

Thay (2) vào (1) ta được: $\sqrt{40^2 + d_1^2} - d_1 = 20$

$$\Rightarrow d_1 = 30\text{cm} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$



Ví dụ 23: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1, S_2 cách nhau 100cm dao động cùng pha. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số $f = 10\text{Hz}$, vận tốc truyền sóng $v = 3\text{ m/s}$. Gọi M là điểm nằm trên đường thẳng vuông góc với S_1S_2 tại S_1 ở đó dao động với biên độ cực đại. Đoạn S_1M có giá trị nhỏ nhất là

- A. 5,28 cm. B. 10,56 cm. C. 12cm. D. 30cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{300}{10} = 30\text{cm}$.

Số vân dao động với biên độ cực đại trong đoạn S_1S_2 thỏa mãn điều kiện:

$$-S_1S_2 < d_2 - d_1 = k\lambda < S_1S_2$$

$$\Rightarrow -\frac{S_1S_2}{\lambda} < k < \frac{S_1S_2}{\lambda} \Rightarrow -\frac{100}{30} < k < \frac{100}{30}$$

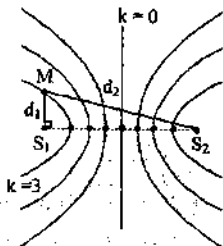
$$\Rightarrow -3,33 < k < 3,33 \Rightarrow k = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3.$$

Đoạn S_1M có giá trị nhỏ nhất thì M phải nằm trên vân cực đại bậc 3 như hình vẽ.

$$\Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda = 3 \cdot 30 = 90\text{cm} \quad (1)$$

Lại có: $d_2 = S_2M = \sqrt{(S_1S_2)^2 + (S_1M)^2} = \sqrt{100^2 + d_1^2} \quad (2)$

Thay (2) vào (1) ta được: $\sqrt{100^2 + d_1^2} - d_1 = 90 \Rightarrow d_1 = 10,56\text{cm} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$



Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trên mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn A, B cách nhau 4 cm dao động cùng phương, phát ra hai sóng kết hợp với bước sóng 1 cm. Nguồn B sớm pha hơn nguồn A là $\pi/2$. Tại một điểm Q trên mặt chất lỏng nằm trên đường thẳng qua A, vuông góc với AB cách A một đoạn x. Nếu Q nằm trên vân cực đại thì x có giá trị lớn nhất là

- A. 31,875 cm. B. 31,545 cm. C. 1,5 cm. D. 0,84 cm.

Bài toán 2: Trong thí nghiệm giao thoa với hai nguồn phát sóng giống nhau tại A, B trên mặt nước. Khoảng cách hai nguồn là $AB = 16$ cm. Hai sóng truyền đi có bước sóng 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. 1,42 cm. B. 1,50 cm. C. 2,15 cm. D. 2,25 cm.

Bài toán 3: Trong thí nghiệm giao thoa với hai nguồn phát sóng giống nhau tại A, B trên mặt nước. Khoảng cách hai nguồn là $AB = 16$ cm. Hai sóng truyền đi có bước sóng 3 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 xa nhất từ C đến điểm dao động với biên độ cực đại nằm trên xx' là

- A. 24,25 cm. B. 12,45 cm. C. 22,82 cm. D. 28,75 cm.

Bài toán 4: Tại hai điểm A và B trên mặt nước cách nhau 8 cm có hai nguồn kết hợp dao động với phương trình $u_1 = a \cos 40\pi t$ và $u_2 = b \cos 40\pi t$, biết 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. Tìm khoảng cách lớn nhất giữa CD và AB sao cho trên đoạn CD chỉ có 3 điểm dao động với biên độ cực đại?

- A. 3,3 cm. B. 6 cm. C. 8,9 cm. D. 9,7 cm.

Ví dụ 24: (Trích bài toán của tác giả CHU VĂN BIẾN) Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước hai nguồn giống hệt nhau A và B cách nhau 10 cm, tạo ra sóng trên mặt nước với bước sóng 2 cm. Điểm M trên đường tròn đường kính AB (không nằm trên trung trực của AB) thuộc mặt nước gần đường trung trực của AB nhất dao động với biên độ cực đại, M cách A một đoạn nhỏ nhất là

- A. 5,0 cm. B. $5\sqrt{2}$ cm. C. 8,0 cm. D. 6,0 cm.

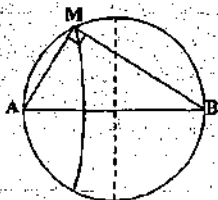
Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Muốn gần trung trực nhất thì M phải nằm trên vân cực đại bậc 1 và muốn M gần A thì M phải như hình vẽ. Ta có $MB - MA = k\lambda = 1.2 = 2$ (*)

+ Mặt khác lại có: $MA^2 + MB^2 = AB^2 = 10^2$ (**)

Từ (*) và (**) ta được: $MA = 6$ cm

$\Rightarrow$ Đáp án D.



Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước hai nguồn giống hệt nhau A và B cách nhau 5 cm, tạo ra sóng trên mặt nước với bước sóng 2 cm. Điểm M trên đường tròn đường kính AB thuộc mặt nước gần đường trung trực của AB nhất dao động với biên độ cực tiểu. M cách A một đoạn nhỏ nhất là

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

Bài toán 2: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước hai nguồn giống hệt nhau A và B cách nhau 9 cm, tạo ra sóng trên mặt nước với bước sóng 2 cm. Điểm M trên đường tròn đường kính AB thuộc mặt nước xa đường trung trực của AB nhất dao động với biên độ cực đại. M cách A một đoạn nhỏ nhất là

- A. 1,2 cm. B. 0,5 cm. C. 1,8 cm. D. 0,95 cm.

Bài toán 3: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn A, B cách nhau 20 cm dao động cùng biên độ, cùng pha, cùng tần số 50 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1,5 m/s. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, điểm dao động với biên độ cực đại cách đường thẳng AB một đoạn xa nhất một đoạn là

- A. 19,97 cm. B. 19,75 mm. C. 20 cm. D. 11,9 cm.

Bài toán 4: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn A, B cách nhau 20 cm dao động cùng biên độ, cùng pha, cùng tần số 50 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1,5 m/s. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, điểm dao động với biên độ cực đại cách đường thẳng AB một đoạn gần nhất là

- A. 18,67 mm. B. 17,96 mm. C. 19,97 mm. D. 15,39 mm.

Bài toán 5: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 20 cm dao động điều hòa theo phương thẳng đứng, cùng pha, cùng tần số 40 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1,2 m/s. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, điểm nằm trên đường tròn dao động với biên độ cực đại cách đường trung trực của AB gần nhất một khoảng là

- A. 27,75 mm. B. 26,1 mm. C. 19,76 mm. D. 32,4 mm.

Bài toán 6: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 20 cm dao động điều hòa cùng pha, cùng tần số $f = 40$ Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1,2 m/s. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, điểm nằm trên đường tròn dao động với biên độ cực đại cách xa đường trung trực của AB nhất một khoảng là

- A. 34,5 cm. B. 26,1 cm. C. 21,7 cm. D. 19,7 cm.

Ví dụ 25: Hai mũi nhọn S_1, S_2 ban đầu cách nhau 8 cm gắn ở đầu một cần rung có tần số $f = 100$ Hz, được đặt chạm nhẹ vào mặt nước. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $v = 0,8$ m/s.

a) Gõ nhẹ cần rung cho hai điểm S_1, S_2 dao động theo phương thẳng đứng với phương trình dạng $u = a \cdot \cos 2\pi ft$. Viết phương trình dao động của điểm M_1 cách đều S_1, S_2 một khoảng $d = 8$ cm.

b) Tìm trên đường trung trực của S_1, S_2 điểm M_2 gần M_1 nhất và dao động cùng pha với M_1 .

c) Cố định tần số rung, thay đổi khoảng cách $S_1 S_2$. Để lại quan sát được hiện tượng giao thoa ổn định trên mặt nước, phải tăng khoảng cách $S_1 S_2$ một đoạn ít nhất bằng bao nhiêu? Với khoảng cách ấy thì giữa S_1, S_2 có bao nhiêu điểm có biên độ cực đại. Coi rằng khi có giao thoa ổn định thì hai điểm $S_1 S_2$ là hai điểm có biên độ cực tiểu.

Phân tích và hướng dẫn giải:

a) Với $d_1 + d_2 = 16\text{cm} = 20\lambda$ và $d_2 - d_1 = 0$, phương trình dao động sóng tổng hợp

$$\text{tại } M_1: u_{M_1} = 2a \left| \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right| \cos \left[200\pi t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda} \right] = 2a \cos[200\pi t - 20\pi]$$

b) Xét hai điểm M_1 và M_2 cùng pha với M_1 và ở hai bên gần M_1 , ta có:

$$S_1M_2 = d + \lambda = 8 + 0,8 = 8,8\text{ cm}$$

$$S_1M_1 = d - \lambda = 8 - 0,8 = 7,2\text{ cm}$$

Theo Pitago ta được:

$$IM_2 = \sqrt{S_1M_2^2 - S_1I^2} = \sqrt{8,8^2 - 4^2} = 7,84(\text{cm})$$

$$IM_1 = \sqrt{S_1M_1^2 - S_1I^2} = \sqrt{7,2^2 - 4^2} = 5,99(\text{cm})$$

$$IM_1 = S_1I\sqrt{3} = 4\sqrt{3} = 6,93(\text{cm})$$

$$\text{Suy ra: } M_1M_2 = 7,84 - 6,93 = 0,91(\text{cm})$$

$$M_1M_2 = 6,93 - 5,99 = 0,94(\text{cm})$$

Như vậy điểm M_2 gần M_1 hơn, và cách M_1 một đoạn 0,91 (cm)

c) Ban đầu ta đã có: $S_1S_2 = 8\text{cm} = 10\lambda = 20 \cdot \frac{\lambda}{2}$

(chẵn của nửa bước sóng) (1)

Sau khi tăng khoảng cách, khi hệ sóng đã ổn định thì hai điểm S_1, S_2 là hai tiêu điểm của các hypecboi và ở rất gần chúng xem gần đúng là đường yên. Mặt khác do trung điểm I của S_1S_2 luôn nằm trên vân giao thoa cực đại, vì vậy ở khoảng cách mới ta có: S_1I

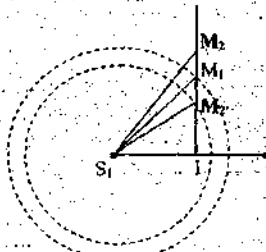
$$= S_2I = k \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = (2k+1) \frac{\lambda}{4}$$

$$\Rightarrow S_1S_2 = 2S_1I = (2k+1) \frac{\lambda}{2} \quad (\text{lẻ của nửa bước sóng}) \quad (2)$$

So sánh (2) với (1), ta chỉ cần tăng thêm $1 \cdot \frac{\lambda}{2}$ tức là $\frac{0,8}{2} = 0,4\text{cm}$

Và khi đó trên S_1S_2 có 21 điểm có biên độ cực đại.

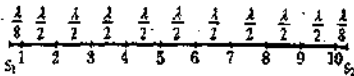
Ví dụ 26: Trong một môi trường vật chất đàn hồi có hai nguồn S_1, S_2 cách nhau 9,5 cm phát dao động cùng phương, cùng tần số $f = 100\text{ Hz}$, cùng biên độ dao động và có pha lệch nhau không đổi theo thời gian. Khi đó tại vùng giữa S_1, S_2 người ta quan sát thấy xuất hiện 10 vân dao động cực đại và những vân này cắt đoạn S_1S_2 thành 11 đoạn mà hai đoạn gần các nguồn chỉ dài bằng một phần tư các đoạn còn lại. Tính bước sóng và vận tốc truyền sóng trong môi trường đó.



Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khoảng cách giữa hai điểm dao động cực đại liên tiếp trên S_1S_2 bằng nửa bước sóng.

+ Giữa 10 điểm dao động cực đại liên tiếp trên S_1S_2 có 9 khoảng $\frac{\lambda}{2}$.



+ Hai đoạn gần các nguồn chỉ dài bằng một phần tư các đoạn còn lại, tức là bằng $\frac{1}{4} \cdot \frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{8}$.

$$\text{Do đó } S_1S_2 = 9 \cdot \frac{\lambda}{2} + 2 \cdot \frac{\lambda}{8} \Rightarrow \lambda = \frac{8S_1S_2}{38} = \frac{8 \cdot 9,5}{38} = 2 \text{ (cm)}$$

$$\text{Lúc đó vận tốc truyền sóng: } v = \lambda f = 200 \text{ (cm/s)} = 2 \text{ (m/s)}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trên mặt nước hai nguồn sóng A, B cách nhau 3 cm dao động với phương trình $u_1 = u_2 = a \cos 100\pi t$. Một hệ vân giao thoa xuất hiện gồm một vân cực đại là trung trực của đoạn AB và 14 vân cực đại dạng hypecbol mỗi bên. Biết khoảng cách từ các nguồn đến cực đại gần nhất đo dọc theo đoạn thẳng AB đều là 0,1 cm. Tính tốc độ truyền pha dao động trên mặt nước.

- A. 30 cm/s. B. 10 cm/s. C. 25 cm/s. D. 20 cm/s.

Bài toán 2: Trong một môi trường vật chất đàn hồi có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 3,6 cm, cùng tần số 50 Hz. Khi đó tại vùng giữa hai nguồn người ta quan sát thấy xuất hiện 5 dãy dao động cực đại và cắt đoạn AB thành 6 đoạn mà hai đoạn gần các nguồn chỉ dài bằng một phần tư các đoạn còn lại. Tìm tốc độ truyền sóng?

Bài toán 3: Hai nguồn phát sóng S_1, S_2 trên mặt chất lỏng dao động theo phương vuông góc với bề mặt chất lỏng với cùng tần số 50 Hz và cùng pha ban đầu, coi biên độ sóng không đổi. Trên đoạn thẳng S_1S_2 , người ta thấy hai điểm cách nhau 9 cm dao động với biên độ cực đại. Cho tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng thuộc khoảng $1,5 \text{ m/s} < v < 2,25 \text{ m/s}$. Tìm tốc độ truyền sóng?

Bài toán 4: Hai nguồn phát sóng S_1, S_2 trên mặt chất lỏng dao động theo phương vuông góc với bề mặt chất lỏng với cùng tần số 50 Hz và cùng pha ban đầu, coi biên độ sóng không đổi. Trên đoạn thẳng S_1S_2 , điểm M dao động cực đại cách một điểm N dao động cực tiểu là 9 cm. Cho tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng thuộc khoảng $1,8 \text{ m/s} < v < 2,25 \text{ m/s}$. Tìm tốc độ truyền sóng?

Ví dụ 27: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn A và B cách nhau 5 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = 4\cos\pi t$ mm và $u_2 = 6\cos\pi t$ mm. Coi biên độ không đổi khi sóng truyền đi và bước sóng 2 cm. Điểm cực đại trên AB cách A gần nhất là

A. 0,7 cm. B. 0,5 cm. C. 0,4 cm. D. 0,2 cm.

A. 0,7 cm. B. 0,5 cm. C. 0,4 cm. D. 0,2 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Vì điểm cần xét thuộc AB nên $d_1 + d_2 = AB \Rightarrow d_2 = AB - d_1 = 5 - d_1$ (*)

+ Mặt khác, điểm cần xét là cực đại nên $d_1 - d_2 = k\lambda = k2 = 2k$ (**)

Từ (*) và (**) ta có: $d_1 = 2,5 + k$

Mà $d_1 > 0$ nên d_1 chỉ đạt nhỏ nhất $d_1 = d_{\min} = 0,5 \Leftrightarrow k = -2 \Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn A và B cách nhau 5,4 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = \cos\pi t$ cm và $u_2 = 0,1\cos\pi t$ cm. Coi biên độ không đổi khi sóng truyền đi và bước sóng 2 cm. Điểm cực tiểu trên AB cách A gần nhất là

A. 0,3 cm. B. 0,5 cm. C. 0,4 cm. D. 0,2 cm.

Bài toán 2: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn A và B cách nhau 5 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = 4\cos\pi t$ mm và $u_2 = 3\cos\pi t$ mm. Gọi O là trung điểm của AB. Coi biên độ không đổi khi sóng truyền đi và bước sóng 2 cm. Điểm cực tiểu trên AO cách A xa nhất là

A. 0,3 cm. B. 0,5 cm. C. 2,0 cm. D. 0,2 cm.

Bài toán 3: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn A và B cách nhau 5,4 cm có phương trình lần lượt là $u_1 = a\cos\pi t$ cm và $u_2 = b\cos(\pi t + \pi)$ cm. Coi biên độ không đổi khi sóng truyền đi và bước sóng 2 cm. Điểm cực tiểu trên AB cách A gần nhất là

A. 0,7 cm. B. 0,5 cm. C. 0,6 cm. D. 0,2 cm.

Bài toán 4: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn A và B cách nhau 5,4 cm có phương trình lần lượt là $u_1 = a\cos(\pi t - \pi/2)$ cm và $u_2 = b\cos(\pi t + \pi/2)$ cm. Coi biên độ không đổi khi sóng truyền đi và bước sóng 2 cm. Điểm cực đại trên AB cách A gần nhất là

A. 0,6 cm. B. 0,5 cm. C. 0,4 cm. D. 0,2 cm.

Bài toán 5: Hai nguồn A và B trên mặt nước dao động cùng pha, O là trung điểm AB dao động với biên độ 2 cm. Điểm M trên đoạn AB dao động với biên độ 1 cm. Biết bước sóng lan truyền là 1,5 cm. Giá trị OM nhỏ nhất là

- A. 0,25 cm. B. 1,5 cm. C. 0,125 cm. D. 0,185 cm.

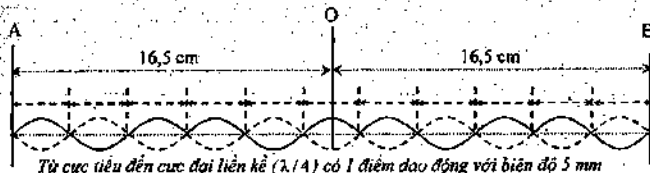
Ví dụ 28: Tại hai điểm A và B trên mặt nước cách nhau 33 cm có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha, cùng biên độ 3 mm, phát sóng với bước sóng là 6 cm. Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Hãy cho biết trên đoạn AB có bao nhiêu điểm dao động với biên độ bằng 5 mm?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khoảng cách từ cực tiểu (biên độ bằng 0) đến cực đại (biên độ bằng 6) liên tiếp là

$$\frac{\lambda}{4} = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ cm. Trong khoảng này có một điểm dao động với biên độ } 5 \text{ mm.}$$

+ Số đoạn $\frac{\lambda}{4}$ có trên AB là $\frac{AB}{\lambda/4} = \frac{33}{1,5} = 22$



Vậy số điểm dao động với biên độ 5 mm trên đoạn AB cũng là 22.

Bài tập vận dụng: Hai nguồn sóng cơ A và B cách nhau 24 cm là hai tâm dao động phát đồng thời 2 sóng, với phương trình dao động lần lượt là $u_1 = -u_2 = 3\cos 40\pi t$ cm, trong đó t đo bằng giây. Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Sóng tạo ra là sóng ngang, lan truyền trong môi trường với tốc độ 1,2 m/s. Số điểm dao động với biên độ $3\sqrt{2}$ cm trên đoạn nối A và B là

- A. 6. B. 8. C. 10. D. 16.

Ví dụ 29: Trên mặt nước có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha cùng biên độ. Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Khoảng cách giữa hai nguồn $S_1S_2 = 9\lambda$. Hỏi trên đoạn nối hai nguồn có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực đại và cùng pha với các nguồn?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Nếu chỉ quan tâm đến cực đại thì số cực đại giữa hai nguồn được tính qua số giá trị k nguyên thỏa mãn: $-\frac{S_1 S_2}{\lambda} < k < \frac{S_1 S_2}{\lambda} \Rightarrow -9 < k < 9 \Rightarrow k = 0; \pm 1; \dots; \pm 8$

$\Rightarrow$ Có tất cả 17 cực đại.

+ Cũng giống như sóng dừng trên dây, 2 bó sóng liên kế nhau sẽ dao động ngược pha nên ở bài toán này hai cực đại liên kế dao động ngược pha nhau.

+ Trung điểm I giữa hai nguồn là cực đại, nhưng cách các nguồn là $4,5\lambda$ nên dao động tại I ngược pha với các nguồn. Xung quanh I , mỗi bên còn 8 cực đại, trong 8 cực đại này có 4 cực đại dao động ngược pha và 4 cực đại dao động ngược pha so với I .

+ Từ đó suy ra, trong 17 cực đại thì chỉ có 8 cực đại cùng pha so với nguồn.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Tại hai điểm A và B trên mặt nước có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha cùng biên độ, bước sóng λ . Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Biết khoảng cách $AB = 8\lambda$. Hỏi trên khoảng AB có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực đại và ngược pha với các nguồn?

A. 7.

B. 8.

C. 9.

D. 17.

Bài toán 2: Tại hai điểm A và B trên mặt nước có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha cùng biên độ, bước sóng λ . Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Biết khoảng cách $AB = 2,5\lambda$. Trên khoảng AB có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực đại và trong số đó có bao nhiêu điểm dao động cùng pha với các nguồn?

A. Có 5 điểm dao động với biên độ cực đại trong đó có 2 điểm dao động cùng pha với các nguồn.

B. Có 5 điểm dao động với biên độ cực đại trong đó có 3 điểm dao động cùng pha với các nguồn.

C. Có 5 điểm dao động với biên độ cực đại và cả 5 điểm đó đều dao động cùng pha với các nguồn.

D. Có 5 điểm dao động với biên độ cực đại và không có điểm nào dao động cùng pha với các nguồn.

Bài toán 3: Hai nguồn sóng kết hợp, cùng pha, dao động theo phương trình $u = \cos 100\pi t$ cm. Hai nguồn cách nhau 0,9 m tốc độ truyền sóng 10 m/s. Trên đường nối có số điểm nhiều nhất dao động với biên độ 2 cm và cùng pha với nhau là

A. 4 điểm.

B. 9 điểm.

C. 3 điểm.

D. 5 điểm.

Ví dụ 30: Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 trên mặt nước dao động cùng pha. Xét về một phía đường trung trực của S_1S_2 thấy điểm M có $MS_1 - MS_2 = 27 \text{ mm}$ và điểm N có $NS_1 - NS_2 = 51 \text{ mm}$ nằm trên 2 vân giao thoa có cùng biên độ dao động. Biết rằng xen kẽ 2 vân này còn có 3 vân cùng loại. Hỏi vân giao thoa qua M là vân nào?

A. Vân cực đại bậc 4.

B. Vân cực tiểu thứ 3.

C. Vân cực tiểu thứ 4.

D. Vân cực đại bậc 6.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Giữa hai vân qua M, N còn có 3 vân cùng loại nên số bậc giao thoa qua 2 điểm này chênh nhau 4. Suy ra hiệu số của hiệu 2 khoảng cách của chúng bằng 4λ , nên

$$\text{ta có } \lambda = \frac{51 - 27}{4} = 6 \text{ mm} \Rightarrow \frac{\lambda}{2} = 3 \text{ mm}$$

$$+ \text{Vân qua M có thể viết } MS_1 - MS_2 = 27 = 9,3 = 9 \cdot \frac{\lambda}{2} = (2,4 + 1) \frac{\lambda}{2}$$

Do hiệu khoảng cách tới hai nguồn bằng số lẻ của nửa bước sóng nên vân giao thoa qua M là vân cực tiểu, vân này ứng với $k = 4 \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 trên mặt nước dao động theo các phương

$$\text{trình } \begin{cases} u_1 = a_1 \sin\left(90\pi t + \frac{\pi}{4}\right) (\text{cm}) \\ u_2 = a_2 \sin\left(90\pi t + \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm}) \end{cases}, \text{ tạo ra một hệ thống vân giao thoa. Quan sát}$$

cho thấy, vân bậc k đi qua điểm P có hiệu số $PS_1 - PS_2 = 13,5 (\text{cm})$, và vân bậc $k+2$ đi qua điểm P' có hiệu số $P'S_1 - P'S_2 = 21,5 (\text{cm})$. Tìm bước sóng và vận tốc truyền sóng trên mặt nước. Các vân nói trên là vân cực đại hay cực tiểu?

Bài toán 2: Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cách nhau 50mm trên mặt thoáng thủy ngân dao động giống nhau $x = a \cdot \cos 60\pi t (\text{mm})$. Xét về một phía đường trung trực của S_1S_2 thấy vân bậc k đi qua điểm M có $MS_1 - MS_2 = 12 \text{ mm}$ và vân bậc $(k+3)$ đi qua điểm M' có hiệu số $M'S_1 - M'S_2 = 36 \text{ mm}$. Tìm bước sóng, vân bậc k là cực đại hay cực tiểu?

A. 8 mm, cực tiểu.

B. 8 mm, cực đại.

C. 24 mm, cực tiểu.

D. 24 mm, cực đại.

Bài toán 3: Hai nguồn S_1, S_2 dao động theo các phương trình $u_1 = a \cos 200\pi t$ (mm); $u_2 = -a \cos 200\pi t$ (mm) trên mặt thoáng của thủy ngân. Xét về một phía đường trung trục của S_1, S_2 ta thấy vân bậc k đi qua điểm M có hiệu số $MS_1 - MS_2 = 12$ (mm) và vân bậc $k + 3$ (cùng loại với vân k) đi qua điểm M' có $M'S_1 - M'S_2 = 36$ (mm). Tìm vận tốc truyền sóng trên mặt thủy ngân, các vân là cực đại hay cực tiểu?

A. 25cm/s, cực tiểu.

B. 80 cm/s, cực tiểu.

C. 25cm/s, cực đại.

D. 80cm/s, cực đại.

Ví dụ 31: Xét hiện tượng sóng dừng trên dây đàn hồi nhẹ AB. Đầu A dao động theo phương vuông góc sợi dây với biên độ a . Khi đầu B cố định, sóng phản xạ tại B

A. cùng pha với sóng tới tại B.

B. ngược pha với sóng tới tại B.

C. vuông pha với sóng tới tại B.

D. lệch pha $\frac{\pi}{3}$ với sóng tới tại B.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi đầu B cố định, B là nút, sóng tới và sóng phản xạ ngược pha $\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 32: Trong hiện tượng sóng dừng trên một sợi dây mà hai đầu giữ cố định, bước sóng bằng

A. một nửa độ dài của sợi dây.

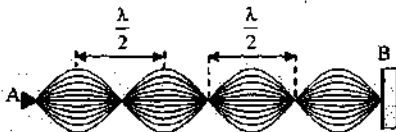
B. độ dài của sợi dây.

C. khoảng cách giữa hai nút sóng hay hai bụng sóng liên tiếp.

D. hai lần khoảng cách giữa hai nút sóng hay hai bụng sóng liên tiếp.

Hướng dẫn:

Khi có sóng dừng trên dây, khoảng cách giữa hai bụng sóng liên tiếp hoặc khoảng cách giữa hai nút liên tiếp (cũng là chiều dài một mũi sóng) bằng nửa bước sóng $\Rightarrow$ Đáp án D.



Ví dụ 33: Một sợi dây dài 1m, hai đầu cố định và rung với bốn mũi. Bước sóng là

A. 2 m.

B. 1 m.

C. 0,5 m.

D. 0,25 m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Điều kiện xảy ra sóng dừng cho ta $l = n \cdot \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{n}$

Với 4 mũi sóng ta có $n = 4$, lúc đó $\lambda = \frac{2l}{n} = \frac{2l}{4} = 0,5 \text{ m} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Bài tập vận dụng: Trên sợi dây AB có hiện tượng sóng dừng như hình vẽ. Tốc độ truyền sóng trên sợi dây là $v = 6 \text{ m/s}$, tần số dao động của sợi dây là 20 Hz. Chiều dài của sợi dây là



- A. 75 cm. B. 55 cm. C. 65 cm. D. 45 cm.

Ví dụ 34: Sóng dừng trên dây AB có chiều dài 32 cm với đầu B cố định. Tần số dao động của dây là 50 Hz, vận tốc truyền sóng trên dây là 4 m/s. Trên dây có
A. 5 nút, 4 bụng. B. 4 nút, 4 bụng. C. 8 nút, 8 bụng. D. 9 nút, 8 bụng.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Bước sóng $\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{4}{50} = 0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$

Điều kiện sóng dừng với đầu B cố định cho ta $l = n \cdot \frac{\lambda}{2} \Rightarrow$ số mũi sóng là $n = \frac{2l}{\lambda}$

Thay số ta được $n = \frac{2 \cdot 32}{8} = 8 \Rightarrow$ số bụng sóng là 8 và số nút là 9 $\Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: (Trích đề thi TS ĐH năm 2010) Một sợi dây AB dài 100 cm căng ngang, đầu B cố định, đầu A gắn với một nhánh của âm thoa dao động điều hòa với tần số 40 Hz. Trên dây AB có một sóng dừng ổn định, A được coi là nút sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là 20 m/s. Kể cả A và B, trên dây có

- A. 3 nút và 2 bụng. B. 7 nút và 6 bụng.
C. 9 nút và 8 bụng. D. 5 nút và 4 bụng.

Bài toán 2: Một sợi dây dài 90cm được thả lỏng, đầu trên cho dao động với tần số $f = 100 \text{ Hz}$, thấy xuất hiện 4 bó sóng nguyên. Tìm tốc độ truyền sóng trên dây?

Ví dụ 35: Sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi dài 1,2m với hai đầu cố định, người ta quan sát thấy ngoài hai đầu dây cố định còn có hai điểm khác trên dây không dao động. Biết khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là 0,05s. Tốc độ truyền sóng trên dây là

- A. 12 m/s. B. 8 m/s. C. 4 m/s. D. 16 cm/s.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Theo đề ra, có tất cả 4 nút, vì vậy trên sợi dây xuất hiện sóng dừng với 3 bụng sóng, lúc đó ta có $l = 3 \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{3} = \frac{2,1,2}{3} = 0,8(\text{m})$

+ Thời gian giữa 2 lần sợi dây duỗi thẳng là nửa chu kì dao động nên chu kì sóng $T = 2t = 2,0,05 = 0,1(\text{s})$.

$\Rightarrow$ Tốc độ truyền sóng $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,8}{0,1} = 8(\text{m/s}) \Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng: Một sợi dây chiều dài ℓ căng ngang, hai đầu cố định. Trên dây đang có sóng dừng với n bụng sóng, tốc độ truyền sóng trên dây là v . Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là

A. $\frac{v}{n\ell}$

B. $\frac{nv}{\ell}$

C. $\frac{\ell}{2nv}$

D. $\frac{\ell}{nv}$

Ví dụ 36: Một dây đàn có chiều dài $l = 80$ cm, khi gảy phát ra âm cơ bản tương ứng có tần số f . Muốn cho dây đàn này phát ra âm cơ bản $f' = 1,2 f$ thì phải bấm phím cho dây ngắn lại còn chiều dài l' bằng

A. 66,7 cm.

B. 33,3 cm.

C. 44,4 cm.

D. 55,5 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Âm cơ bản do dây phát ra ứng với trường hợp trên dây chỉ có 1 bụng. Theo điều kiện để có sóng dừng cho 2 đầu là nút ta có $l = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f}$ (1)

Tương tự, để có tần số f' thì $l' = \frac{\lambda'}{2} = \frac{v}{2f'}$ (2).

Từ (1) và (2) thu được $l' = \frac{f}{f'} l = \frac{f}{1,2f} \cdot 80 = 66,7 \text{ cm} \Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 37: Người ta tạo sóng dừng trên một sợi dây căng ngang giữa hai điểm cố định. Sóng dừng được tạo ra trên dây lần lượt với hai tần số gần nhau nhất 200 Hz và 300 Hz. Tần số kích thích nhỏ nhất mà vẫn tạo ra sóng dừng trên dây là

A. 50 Hz.

B. 100 Hz.

C. 150 Hz.

D. 200 Hz.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Theo điều kiện để có sóng dừng cho 2 đầu là nút $l = n \frac{\lambda}{2} = n \frac{v}{2f} \Rightarrow l = \frac{n}{f} \cdot \frac{v}{2}$. Do

l và v không đổi nên buộc $\frac{n}{f} = \text{const}$. Khi số bó sóng n ít nhất (tức $n = 1$) thì tần số f lúc đó sẽ nhỏ nhất. Vậy ta có $f_{\min} = \frac{v}{2l}$ (1).

Theo đề ra, hai tần số gần nhau nhất là 200 Hz và 300 Hz sẽ ứng với số bó sóng liên tiếp là k và $(k+1)$ nên ta có $l = k \frac{v}{2.200}$ và $l = (k+1) \frac{v}{2.300}$. Từ hai phương trình này sẽ thu được $k = 2$ và $l = \frac{v}{200}$ (2)

Thay (2) vào (1) ta được $f_{\min} = 100 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Chú ý: Đây là dạng bài toán đặc biệt, có 2 tần số liên tiếp mà tỉ số tần số của chúng là 2 số nguyên liên tiếp $\frac{f_1}{f_2} = \frac{200}{300} = \frac{2}{3}$ thì tần số nhỏ nhất vẫn tạo ra sóng dừng trên dây là $f_{\min} = |f_1 - f_2| = |200 - 300| = 100 \text{ Hz}$.

Một bài toán tương tự khác: Sóng dừng được tạo ra trên dây giữa hai điểm cố định lần lượt với hai tần số gần nhau là 45 Hz và 54 Hz. Tìm tần số kích thích nhỏ nhất mà vẫn có thể tạo ra sóng dừng trên dây?

Hướng dẫn giải: Dễ thấy $\frac{f_1}{f_2} = \frac{45}{54} = \frac{5}{6} \Rightarrow f_{\min} = 54 - 45 = 9 \text{ Hz}$

Chú ý: Với trường hợp một đầu là nút, một đầu là bụng. Có 2 tần số liên tiếp mà tỉ số tần số của chúng là 2 số nguyên lẻ liên tiếp $\frac{f_1}{f_2} = \frac{2n+1}{2n+3}$ thì tần số nhỏ nhất vẫn tạo ra sóng dừng trên dây là $f_{\min} = \frac{|f_1 - f_2|}{2}$.

Chẳng hạn: Một sợi dây có đầu trên nối với nguồn dao động, đầu dưới thả lỏng. Sóng dừng được tạo ra trên dây lần lượt với hai tần số gần nhau nhất 200 Hz và 280 Hz. Tần số kích thích nhỏ nhất mà vẫn tạo ra sóng dừng trên dây là

- A. 80 Hz. B. 40 Hz. C. 240 Hz. D. 20 Hz.

Giải: Dễ thấy $\frac{f_1}{f_2} = \frac{200}{280} = \frac{5}{7} \Rightarrow f_{\min} = \frac{280 - 200}{2} = 40 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Chọn B.}$

Ví dụ 38: Cho sợi dây AB chiều dài L , đầu A được nối với nguồn dao động (được xem gần đúng là nút khi tạo sóng dừng). Khi thay đổi tần số dao động của nguồn, thấy rằng tần số nhỏ nhất để tạo ra sóng dừng là 50 Hz, tần số liên kế để vẫn tạo ra sóng dừng là 150 Hz. Chọn câu đúng

- A. Đầu B cố định B. Đề bài đưa ra không thể xảy ra
C. Đầu B tự do. D. Đề bài chưa đủ dữ kiện để kết luận.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Giả sử điểm B là cố định, khi đó điều kiện để có sóng dừng cho 2 đầu là nút

$$L = n \frac{\lambda}{2} = n \frac{v}{2f} \Rightarrow f = n \frac{v}{2L} \Rightarrow f \sim n. \text{ Vì là nhỏ nhất và liên kế nên } n = 1 \text{ và } n = 2$$

suy ra tần số sau phải gấp tần số trước 2 lần, trong khi đó theo đề bài, hai tần số này lại hơn kém nhau 3 lần $\Rightarrow$ giả sử B cố định là sai.

+ Giả sử điểm B là bụng sóng, khi đó điều kiện để có sóng dừng cho 1 đầu nút và

$$1 \text{ đầu bụng là } L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} = (2n-1) \frac{v}{4f} \Rightarrow f = (2n-1) \frac{v}{4L} \Rightarrow f \sim (2n-1). \text{ Vì}$$

là nhỏ nhất và liên kế nên $n = 1$ và $n = 2$ suy ra hai tần số phải gấp 3 lần nhau, theo đề bài, hai tần số này thỏa mãn điều kiện trên $\Rightarrow$ đầu B tự do $\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 39: Một sóng dừng trên sợi dây căng ngang với hai đầu cố định, bụng sóng dao động với biên độ bằng $2a$. Người ta quan sát thấy những điểm có cùng biên độ ở gần nhau cách đều nhau 12 cm . Bước sóng và biên độ dao động của những điểm cùng biên độ nói trên là

A. 48 cm và $a\sqrt{2}$.

B. 24 cm và $a\sqrt{3}$.

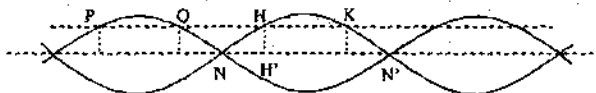
C. 24 cm và a .

D. 48 cm và $a\sqrt{3}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Theo hình vẽ, các điểm P, Q, H, K có cùng biên độ dao động và cách đều nhau

$$PQ = QH = HK = 12 \text{ cm}$$



Mặt khác, theo tính chất của sóng dừng trên dây, ta có $PH = \frac{\lambda}{2}$

$$\Rightarrow \lambda = 2 \cdot PH = 2(PQ + QH) = 2(12 + 12) = 48 \text{ cm}$$

+ Từ công thức tính biên độ sóng dừng $A = 2a \left| \cos \left(2\pi \frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2} \right) \right|$

- Tại nút thì biên độ bằng 0 $\Rightarrow d = k \frac{\lambda}{2}$

Điểm H' cách nút N một khoảng $NH' = \frac{QH}{2} = \frac{\lambda/4}{2} = \frac{\lambda}{8}$

Vậy tại H' có $d = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{8}$, thay giá trị này vào biểu thức tính biên độ ta được

$$A = 2a \left| \cos \left(2\pi \frac{k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{8}}{\lambda} + \frac{\pi}{2} \right) \right| = 2a \left| \cos \left(k\pi + \frac{3\pi}{4} \right) \right| = 2a \frac{\sqrt{2}}{2} = a\sqrt{2} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Sóng dừng trên một sợi dây có biên độ ở bụng là 5cm. Giữa hai điểm M, N có biên độ 2,5cm cách nhau 20cm các điểm luôn dao động với biên độ nhỏ hơn 2,5cm. Tìm bước sóng?

Bài toán 2: Sóng dừng trên dây có dạng $u = a \sin kx \cos \omega t$ (cm), ($a > 0$). Biết rằng những điểm trên sợi dây có biên độ dao động $a_1 = 3,5$ cm ($a_1 < a$) nằm cách đều nhau một khoảng là 15cm. Biên độ dao động của các điểm bụng sóng bằng:

- A. 7cm. B. $3,5\sqrt{2}$ cm C. $3,5\sqrt{5}$ cm D. $3,5\sqrt{3}$ cm

Ví dụ 40: Một sợi dây đàn hồi AB có chiều dài $l = 60$ cm và hai đầu cố định. Khi được kích thích dao động, trên dây hình thành sóng dừng với 4 bó sóng và biên độ tại bụng sóng là 2cm. Tính biên độ dao động tại một điểm M cách nguồn phát sóng tới tại A một khoảng là 50cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Ta có: $l = 4 \cdot \frac{\lambda}{2} = 60\text{cm} \Rightarrow \lambda = 30\text{cm}$

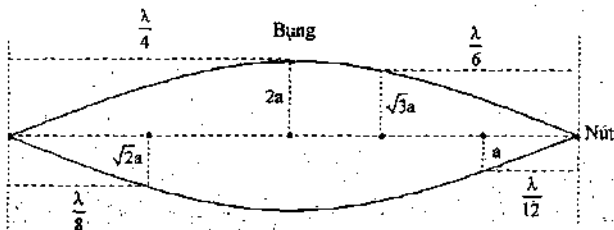
+ Vì M cách nguồn A 50cm nên M cách điểm phản xạ B là $d = 60 - 50 = 10\text{cm}$

$$\text{Nên biên độ } A = 2a \left| \cos \left(2\pi \frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2} \right) \right| = 2 \left| \cos \left(2\pi \frac{10}{30} + \frac{\pi}{2} \right) \right| = \sqrt{3}\text{cm}$$

Bài tập vận dụng: Một sợi dây đàn hồi AB có chiều dài $l = 60$ cm hai đầu dây cố định. Khi được kích thích dao động, trên dây hình thành sóng dừng với 4 bó sóng và biên độ tại bụng sóng là 4cm. Tại M gần nguồn phát sóng tới tại A nhất có biên độ dao động là $2\sqrt{3}$ cm. Tính đoạn MA? Và để làm được, ta cần chú ý sau:

⚡ **Chú ý quan trọng:** Từ công thức $A = 2a \left| \cos \left(2\pi \frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2} \right) \right|$ ta có thể nêu mối liên

hệ giữa vị trí và biên độ của một số điểm đặc biệt theo hình vẽ sau:



Điều này có nghĩa là: nếu $d = \frac{\lambda}{8}$ thì ở đó dao động với biên độ $\sqrt{2}a$ và ngược lại.

Chúng ta nên nhớ các trường hợp đặc biệt trên để giải các bài toán xuôi ngược cho nhanh.

Tương tự: Một sợi dây đàn hồi $OM = 90\text{cm}$ được căng nằm ngang. Khi M được kích thích trên dây hình thành 3 bó sóng, biên độ tại bụng là 3cm . Tại N gần O nhất có biên độ dao động là $1,5\text{cm}$. Hãy tính ON? DS: 5cm .

Ví dụ 41: 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, C là trung điểm của AB, với $AB = 10\text{ cm}$. 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 phần tử tại C là $0,2\text{ s}$. Tốc độ truyền sóng trên dây là

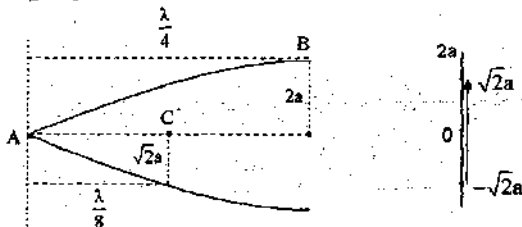
- A. 2 m/s . B. $0,5\text{ m/s}$. C. 1 m/s . D. $0,25\text{ m/s}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có $AB = 10 = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 40\text{cm}$

Gọi biên độ của bụng B là $2a$. Vì C là trung điểm của AB nên cách nút A một

đoạn $\frac{AB}{2} = \frac{\lambda}{8}$ nên C dao động với biên độ $\sqrt{2}a$



ta có $0,2 = 2 \cdot \frac{T}{8} \Rightarrow T = 0,8s \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = 50\text{cm/s} = 0,5\text{m/s} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Ví dụ 42: Một sóng dừng trên một sợi dây có dạng:

$$u = 2 \sin\left(\frac{\pi}{4}x\right) \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm}) \text{ với } x \text{ đo bằng centimet, } t \text{ đo bằng giây.}$$

- Tính vận tốc truyền sóng dọc theo sợi dây?
- Xác định những vị trí trên dây có biên độ dao động bằng 1 cm?

Phân tích và hướng dẫn giải:

a) Từ biểu thức $u = 2 \sin\left(\frac{\pi}{4}x\right) \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm}) \Rightarrow$ biên độ $A = 2 \left| \sin\left(\frac{\pi}{4}x\right) \right|$

Tại những điểm là nút thì $A = 0$ nên $2 \left| \sin\left(\frac{\pi}{4}x\right) \right| = 0 \Rightarrow \frac{\pi}{4}x = k\pi \Rightarrow x_k = 4k$

Vì khoảng cách giữa 2 nút liên tiếp là $\frac{\lambda}{2}$ nên: $\frac{\lambda}{2} = x_{k+1} - x_k = 4(k+1) - 4k = 4$

$\Rightarrow \lambda = 8 \text{ cm}$. Lại có $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{20\pi}{2\pi} = 10 \text{ Hz}$. Vậy $v = \lambda \cdot f = 8 \cdot 10 = 80 (\text{cm/s})$

b) Những điểm có biên độ 1 cm thỏa mãn phương trình $2 \left| \sin\left(\frac{\pi}{4}x\right) \right| = 1$

$\Rightarrow \sin\left(\frac{\pi}{4}x\right) = \pm \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\pi}{4}x = \pm \frac{\pi}{6} + k\pi \Rightarrow x_k = \pm \frac{2}{3} + 4k$. Với k là những số nguyên

sao cho $x_k > 0$ và nhỏ hơn chiều dài sợi dây.

Bài tập vận dụng: Một sóng dừng có dạng $u = 0,5 \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \cos\left(\frac{\pi x}{3}\right)$ trên

một sợi dây. Trong đó u là li độ tại thời điểm t của một phần tử trên dây mà vị trí cân bằng của nó cách gốc O một khoảng x (cm). Tìm tốc độ truyền sóng trên dây?

Ví dụ 43: Một nam điện có dòng điện xoay chiều tần số 50Hz đi qua. Đặt nam châm điện phía trên một dây thép AB căng ngang với hai đầu cố định, chiều dài sợi dây 60cm. Ta thấy trên dây có sóng dừng với 2 bó sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là

- A. 60 m/s. B. 60 cm/s. C. 6 m/s. D. 6 cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khi có dòng điện xoay chiều chạy qua, nam châm điện sẽ tác dụng lên dây một lực tuần hoàn

làm dây dao động cưỡng bức. Trong một chu kì, dòng điện đổi chiều 2 lần nên nó hất dây 2 lần, vì vậy tần số dao động của dây bằng 2 lần tần số của dòng điện

$$f = 2.f = 2.50 = 100 \text{ Hz}$$

+ Vì có 2 bó sóng và hai đầu là nút nên $l = 2 \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = l = 60 \text{ cm}$

Vậy $v = \lambda.f = 60.100 = 6000 \text{ cm/s} = 60 \text{ m/s} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Ví dụ 44: Trong hình dưới đây mô tả một thí nghiệm tạo ra sóng dừng trong một cột khí. Một âm thoa được đặt phía trên miệng ống, cho âm thoa dao động với tần số 440 Hz. Chiều dài của cột khí trong ống có thể thay đổi bằng cách thay đổi mực nước trong ống nhờ một khoá nước.

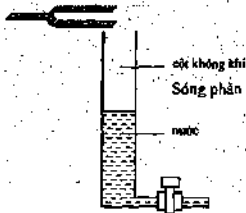
Ống được đổ đầy nước, sau đó cho nước chảy ra khỏi ống. Hai lần cộng hưởng gần nhau nhất xảy ra khi chiều dài của cột khí là 0,16 m và 0,51 m. Tốc độ truyền âm trong không khí bằng

A. 308 m/s.

B. 358 m/s.

C. 338 m/s.

D. 328 m/s.



Hướng dẫn:

+ Khi âm thoa dao động phát ra sóng âm truyền trong cột không khí. Sóng âm truyền đến mặt nước thì bị phản xạ ngược trở lại. Khi đó xảy ra hiện tượng sóng dừng ở cột không khí giống như sóng dừng của sợi dây có một đầu cố định và một đầu tự do.

+ Hai vị trí gần nhau nhất xảy ra hiện tượng cộng hưởng sẽ cách nhau một đoạn bằng

$\frac{\lambda}{2}$ nên: $\lambda = 2(l_1 - l_2) = 2(0,51 - 0,16) = 0,7 \text{ m} \Rightarrow v = \lambda.f = 308 \text{ m/s} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Điều kiện để hai sóng cơ khi gặp nhau, giao thoa được với nhau là hai sóng phải xuất phát từ hai nguồn dao động

- A. cùng biên độ và có hiệu số pha không đổi theo thời gian
- B. cùng tần số, cùng phương
- C. có cùng pha ban đầu và cùng biên độ
- D. cùng tần số, cùng phương và có hiệu số pha không đổi theo thời gian

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Câu 2: Hai nguồn O_1 và O_2 gây ra hai sóng dao động vuông góc với mặt phẳng chất lỏng có phương trình: $u_1 = u_2 = a \cos \omega t$. Bước sóng $\lambda = 0,8$ cm. Một điểm M trên mặt chất lỏng cách hai nguồn những đoạn $d_1 = 7$ cm và $d_2 = 8$ cm. So sánh pha dao động của M với 2 nguồn

- A. trễ pha $\frac{\pi}{4}$
- B. trễ pha $\frac{3\pi}{4}$
- C. nhanh pha $\frac{\pi}{4}$
- D. nhanh pha $\frac{3\pi}{4}$

Câu 3: Trên một sợi dây đàn hồi dài 1,8m, hai đầu cố định, đang có sóng dừng với 6 bụng sóng. Biết sóng truyền trên dây có tần số 100 Hz. Tốc độ truyền sóng trên dây là

- A. 60 m/s.
- B. 10 m/s.
- C. 20 m/s.
- D. 600 m/s.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Câu 4: Một ống sáo có chiều dài 0,6 m được đóng kín ở một đầu. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 300 m/s. Hai tần số âm thấp nhất mà ống sáo phát ra là

- A. 150 Hz và 450 Hz.
- B. 250 Hz và 725 Hz.
- C. 125 Hz và 375 Hz.
- D. 250 Hz và 750 Hz.

Câu 5: Điều nào sau đây không đúng khi nói về sóng dừng

- A. Sóng có các nút và bụng xen kẽ nhau, các nút cách nhau những khoảng cách đều đặn.
- B. Có các phần tử môi trường ở hai bên một nút dao động ngược pha nhau.
- C. Các điểm nằm giữa hai nút liên tiếp dao động cùng pha nhau.
- D. Hình ảnh sóng dừng lặp lại sau mỗi nửa chu kì sóng.

Câu 6: Một dây đàn có chiều dài L được giữ cố định ở hai đầu. Hỏi âm do dây phát ra có bước sóng dài nhất bằng bao nhiêu?

- A. $\frac{L}{4}$.
- B. $\frac{L}{2}$.
- C. L.
- D. 2L.

Câu 7: Một sợi dây có chiều dài 1 m hai đầu cố định. Kích thích cho sợi dây dao động với tần số f thì trên dây xuất hiện sóng dừng. Biết tần số chỉ có thể thay đổi trong khoảng từ 300 Hz đến 450 Hz. Vận tốc truyền dao động là 320 m/s. Tần số f có giá trị bằng

- A. 320 Hz. B. 300 Hz. C. 400 Hz. D. 420 Hz.

Câu 8: Buộc một đầu sợi dây đàn hồi mềm dài 4,0 m vào một bức tường, cho đầu còn lại dao động với tần số 5,0 Hz thì thấy trên sợi dây có một sóng dừng ổn định hai đầu sợi dây là hai nút sóng, ở giữa có một bụng sóng. Cắt sợi dây thành hai phần có độ dài bằng nhau, để có được sóng dừng có một bụng và hai nút là ở hai đầu trên mỗi phần của sợi dây ta phải cho đầu tự do của mỗi phần dao động với tần số

- A. 2,5 Hz. B. 5,0 Hz. C. 10 Hz. D. 20 Hz.

Câu 9: Để tạo sóng dừng có một nút (hai đầu là hai nút sóng, ở giữa có một bụng sóng) trên một sợi dây đàn hồi mềm ta phải buộc chặt một đầu sợi dây này và cho đầu tự do dao động với tần số 10 Hz. Cắt sợi dây này thành hai phần có chiều dài không bằng nhau, để tạo sóng dừng một nút trên phần thứ nhất ta phải cho đầu tự do của nó dao động với tần số 15 Hz. Để tạo sóng dừng một nút trên phần thứ hai ta phải cho đầu tự do của nó dao động với tần số

- A. 5,0 Hz. B. 30 Hz. C. 25 Hz. D. 13 Hz.

Câu 10: Để có sóng dừng một nút (hai đầu là hai nút sóng, ở giữa có một bụng sóng) trên một sợi dây đàn hồi mềm chiều dài l_1 một đầu gắn chặt ta phải cho đầu tự do của nó dao động với tần số 20 Hz. Thay sợi dây trên bằng sợi dây có chiều dài l_2 thì phải cho đầu tự do của nó dao động với tần số 30 Hz thì mới quan sát được sóng dừng một nút. Để có sóng dừng một nút trên sợi dây có chiều dài $l_1 + l_2$ ta phải cho đầu tự do của nó dao động với tần số

- A. 50 Hz. B. 25 Hz. C. 22 Hz. D. 12 Hz.

Câu 11: Một sợi dây AB dài 20cm, hai đầu cố định. Khi xảy ra hiện tượng sóng

dừng các điểm trên dây dao động với $u = 0,5 \sin(0,5\pi x) \cos\left(20t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm, trong

đó x tính bằng cm, t tính bằng giây. Tính số bụng và nút sóng trên đoạn dây (kể cả A, B)?

Câu 12: Dây AB dài 90 cm đầu A cố định và đầu B tự do. Khi tần số $f = 10$ Hz thì trên dây có 8 nút sóng dừng.

a) Tính tốc độ truyền sóng trên dây. Tính khoảng cách từ A đến nút thứ 7.

b) Nếu B cố định và tốc độ truyền sóng không đổi mà muốn có sóng dừng thì phải thay đổi f một lượng nhỏ nhất bao nhiêu?

Câu 13: Sóng dừng trên dây thép dài 1,2 m hai đầu P, Q cố định, được kích thích bởi nam châm điện. Nút A cách bụng B liên kế là 10 cm. Gọi I là trung điểm của AB, thấy rằng khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp I và B có cùng li độ là 0,01 s.

- Tính tần số dao động, tần số của dòng điện và tốc độ truyền sóng trên dây.
- Điểm C trên dây cách A và B lần lượt là 0,625 m và 0,525 m. Tính số nút, số bụng trên từng đoạn PQ, AC và BC.

Câu 14: Trên sợi dây dài 0,9 m với hai đầu A, B cố định có sóng dừng

$$u = 2a \sin(bx) \cos\left(2\pi ft + \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm})$$

- Thấy rằng, nếu f tăng thêm 3 Hz thì số nút trên dây tăng thêm 18 nút. Hãy tính tốc độ truyền sóng.
- Biết khoảng thời gian hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là 0,1 s và tại điểm cách nút 1 cm có biên độ sóng 2 cm. Tính a .
- Thí nghiệm cũng cho thấy những điểm trên dây có cùng biên độ A_0 (với $A_0 < A_{\text{bụng}}$) thì nằm cách đều nhau một khoảng Δx . Hãy tính các giá trị A_0 , Δx và tìm số điểm trên dây có biên độ bằng $0,5 A_0$.
- Tìm điểm gần nút nhất và điểm gần bụng nhất có biên độ dao động 2 cm.

Chủ đề 8: DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Sự đúng – sai trong các tính chất của đoạn mạch xoay chiều R, L, C mắc nối tiếp.

Biểu thức đúng	Biểu thức sai
Tức thời $i = i_R = i_L = i_C$	$i = i_R + i_L + i_C$
Hiệu dụng $I = I_R = I_L = I_C$	
Cực đại $I_0 = I_{0R} = I_{0L} = I_{0C}$	
Tức thời $u = u_R + u_L + u_C$	$u = u_R = u_L = u_C$
Hiệu dụng $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$	$U = U_R + U_L + U_C$
Vector $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$	
$i = \frac{u_R}{R}; I_{0R} = \frac{U_{0R}}{R}; I_{0L} = \frac{U_{0L}}{Z_L};$ $I_{0C} = \frac{U_{0C}}{Z_C}; I_0 = \frac{U_0}{Z}; I = \frac{U}{Z}$ $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$	$U < U_R$ $i = \frac{u_L}{Z_L}; i = \frac{u_C}{Z_C}$ $-\pi \leq \varphi \leq \pi$

2. Phương pháp giản đồ vector: Khi gặp bài toán liên quan đến sự lệch pha giữa các điện áp, để giải bài toán được dễ dàng, ta nên dùng phương pháp giản đồ vector. Và tùy vào từng bài cụ thể, có thể vẽ các vector điện áp nối tiếp nhau dựa theo thứ tự của từng mạch điện hoặc vẽ chung gốc. Muốn có mối liên hệ của đại lượng cần tìm và đại lượng đã cho, thường dùng một số liên hệ sau:

• Nếu là tam giác thường:

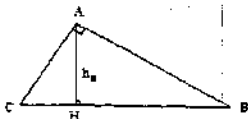
Định lý hàm số cosin: $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos A$

Định lý hàm số sin: $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$

• Nếu là tam giác vuông: Ngoài các hàm sin, cos, tan, cotg, Pitago thông thường còn có:

$$\frac{1}{h^2} = \frac{1}{AC^2} + \frac{1}{AB^2} \quad AC^2 = CH.CB$$

$$AH^2 = HC.HB \quad AC.AB = AH.CB$$



3. Chỉ cần một công thức $i = \frac{U}{Z}$ và một máy tính cầm tay Casio fx 570 - ES là có thể giải quyết một số bài toán điện xoay chiều một cách nhanh chóng. Cách sử dụng và cách bấm máy được trình bày trong cuốn: Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lý 12.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Cường độ dòng điện trong một đoạn mạch có biểu thức $i = 4\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (A). Ở thời điểm $t = \frac{1}{50}$ s, cường độ dòng điện tức thời trong mạch có giá trị

- A. cực đại. B. $2\sqrt{2}$ A và đang giảm.
C. $2\sqrt{2}$ A và đang tăng. D. cực tiểu.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Về mặt hình thức, bài toán này giống như bài toán của dao động điều hòa trong phần dao động cơ học, vì vậy phương pháp giải cũng hoàn toàn tương tự.

Thay $t = \frac{1}{50}$ s vào biểu thức có:

$$i = 4\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right) = 4\sqrt{2} \cos\left(2\pi + \frac{\pi}{3}\right) = 4\sqrt{2} \cos\frac{\pi}{3} = 2\sqrt{2} \text{ (A)}$$

Ngay sau thời điểm này, pha sẽ lớn hơn $\left(2\pi + \frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow i$ giảm $\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Dòng điện xoay chiều có tần số 50 Hz. Trong 1 s nó đổi chiều bao nhiêu lần?

- A. 25 lần. B. 50 lần. C. 100 lần. D. 200 lần.

Bài toán 2: Hiệu điện thế hai đầu một đoạn mạch $u = 310.\sin 100\pi t$ (V). Tại thời điểm nào gần nhất sau đó hiệu điện thế có giá trị 155 V?

- A. $\frac{1}{600}$ s. B. $\frac{1}{300}$ s. C. $\frac{1}{150}$ s. D. $\frac{1}{60}$ s.

Bài toán 3: Điện áp giữa hai đầu một đoạn mạch là $u = 220\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (V), t tính bằng s. Kể từ thời điểm $t = 0$, thời điểm đầu tiên điện áp tức thời có độ lớn bằng giá trị hiệu dụng và đang giảm là

- A. $\frac{1}{400}$ (s). B. $\frac{2}{300}$ (s) C. $\frac{1}{600}$ (s) D. $\frac{3}{400}$ (s).

Bài toán 4: Tại thời điểm t , điện áp $u = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (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. -100V. B. $100\sqrt{3}$ V. C. $-100\sqrt{2}$ V. D. 200 V.

(Trích ĐTTT vào các trường Đại học khối A, 2010)

Ví dụ 2: Một đèn ống huỳnh quang được đặt dưới hiệu điện thế xoay chiều có giá cực đại 127V và tần số 50 Hz. Biết đèn chỉ sáng lên khi hiệu điện thế tức thời đạt vào đèn $|u| \geq 90$ V. Tính trung bình thời gian đèn sáng trong mỗi phút là

- A. 30 s. B. 40 s. C. 20 s. D. 1 s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

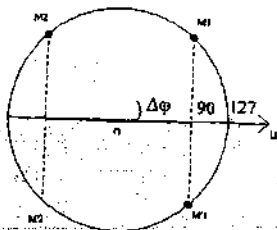
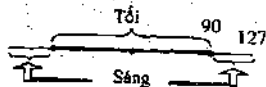
+ Theo hình vẽ:

$$\cos \Delta\varphi = \frac{90}{127} = \frac{90}{90\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\pi}{4}$$

+ Khoảng thời gian đèn sáng trong một nửa chu kỳ chính là thời gian để u tăng từ 90V lên đến 127V rồi quay về 90V. Tương tự bài toán tìm thời gian trong dao động điều hòa ở phần cơ học, ta thấy cung M_1M_2 chắn góc ở tâm

$$\alpha = 2\Delta\varphi = 2\frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \text{ nên khoảng thời gian này}$$

$$\text{bằng } t_{\frac{1}{2}} = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{2}}{2\pi \cdot 50} = \frac{1}{200} \text{ s}$$



Khoảng thời gian đèn sáng trong cả chu kỳ T là $t = 2t_1 = 2 \cdot \frac{1}{200} = \frac{1}{100}$ s (1)

Tần số dòng điện là 50Hz nên trong 1 giây có 50 chu kỳ

⇒ Trong 1 phút có tất cả $60 \cdot 50 = 3000$ chu kỳ. (2)

Từ (1) và (2) ⇒ Thời gian đèn sáng trong 1 phút là: $3000 \cdot \frac{1}{100} = 30$ s

⇒ Đáp án A.

Lưu ý: Để giải bài toán trên nhanh hơn, có thể tham khảo sách: Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một đèn làm việc dưới hiệu điện thế xoay chiều $u = 220\sqrt{2} \sin 120\pi$ (V). Tuy nhiên đèn chỉ sáng khi hiệu điện thế đặt vào đèn có $|u| \geq 155$ V. Hỏi trung bình trong 1 giây có bao nhiêu lần đèn sáng?

- A. 30. B. 60. C. 100. D. 120.

Bài toán 2: Một đèn ống huỳnh quang được đặt dưới hiệu điện thế xoay chiều có giá hiệu dụng 220 V và tần số 50 Hz. Biết đèn chỉ sáng lên khi hiệu điện thế tức thời đặt vào đèn $|u| \geq 110\sqrt{2}$ V. Tính trung bình, thời gian đèn sáng trong mỗi phút là

- A. 30 s. B. 40 s. C. 20 s. D. 10 s.

Bài toán 3: Người ta đặt vào hai đầu một đèn huỳnh quang một hiệu điện thế 200V, 50Hz. Biết rằng đèn chỉ sáng khi hiệu điện thế tức thời hai đầu dây tóc là $100\sqrt{2}$ V. Tỉ số giữa thời gian đèn sáng và thời gian đèn tối là

- A. 1. B. 0,5. C. 2. D. 3.

Bài toán 4: 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. Điện áp hiệu dụng ở hai đầu bóng đèn là

- A. 220V. B. $220\sqrt{3}$ V. C. $220\sqrt{2}$ V. D. 200 V.

Ví dụ 3: Cho mạch điện xoay chiều chỉ chứa tụ điện. Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có dạng $u = U_0 \sin 2\pi f t$ (V). Tại thời điểm t_1 giá trị tức thời của cường độ dòng điện qua tụ và hiệu điện thế 2 đầu đoạn mạch là $(2\sqrt{2}$ A, $60\sqrt{6}$ V). Tại thời điểm t_2 giá trị tức thời của cường độ dòng điện qua tụ và hiệu điện thế 2 đầu đoạn mạch là $(2\sqrt{6}$ A, $60\sqrt{2}$ V). Dung kháng của tụ điện bằng

- A. $20\sqrt{3}$ Ω. B. $20\sqrt{2}$ Ω. C. 30 Ω. D. 40 Ω.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ biểu thức $u = U_0 \sin 2\pi f t \Rightarrow \sin^2 2\pi f t = \left(\frac{u}{U_0}\right)^2$ (*)

Ta biết rằng, dòng điện qua tụ C nhanh pha $\frac{\pi}{2}$ hơn hiệu điện thế nên biểu thức

dòng điện có dạng: $i = I_0 \sin\left(2\pi f t + \frac{\pi}{2}\right) = I_0 \cos 2\pi f t \Rightarrow \cos^2 2\pi f t = \left(\frac{i}{I_0}\right)^2$ (**)

Biểu thức (*) và (**) cho ta: $\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1$. Viết cho 2 thời điểm ta sẽ thu

được hệ 2 phương trình 2 ẩn U_0 và I_0 .

Tại thời điểm t_1 ta có: $\left(\frac{i_1}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u_1}{U_0}\right)^2 = 1 \Rightarrow \left(\frac{2\sqrt{2}}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{60\sqrt{6}}{U_0}\right)^2 = 1$ (1)

Tại thời điểm t_2 ta có: $\left(\frac{i_2}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u_2}{U_0}\right)^2 = 1 \Rightarrow \left(\frac{2\sqrt{6}}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{60\sqrt{2}}{U_0}\right)^2 = 1$ (2)

Giải (1) và (2) ta được $U_0 = 120\sqrt{2}$ V và $I_0 = 4\sqrt{2}$ A.

$\Rightarrow$ dung kháng $Z_C = \frac{U_0}{I_0} = \frac{120\sqrt{2}}{4\sqrt{2}} = 30 \Omega \Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 4: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos\left(2\pi f t + \frac{\pi}{4}\right)$ vào hai đầu một cuộn dây

thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$ H. Ở thời điểm t_1 điện áp giữa hai đầu cuộn cảm là

$50\sqrt{2}$ V thì cường độ dòng điện qua cuộn dây là $\frac{\sqrt{2}}{2}$ A. Còn ở thời điểm t_2 khi

điện áp giữa hai đầu cuộn dây là 80V thì cường độ dòng điện qua nó là 0,6A. Tần số f của dòng điện xoay chiều bằng

A. 40 Hz.

B. 50 Hz.

C. 60 Hz.

D. 120 Hz.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Với mạch chỉ chứa cuộn dây thuần cảm, do có sự lệch pha giữa hiệu điện thế u và cường độ dòng điện i là $\frac{\pi}{2}$ nên ta cũng có biểu thức tương tự như đối với mạch chỉ

$$\text{có tụ } C \text{ ở bài toán trước } \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1$$

Dựa vào biểu thức trên, viết cho 2 thời điểm, ta được hệ 2 phương trình:

$$\begin{cases} \left(\frac{\sqrt{2}/2}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{50\sqrt{2}}{U_0}\right)^2 = 1 \\ \left(\frac{0,6}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{80}{U_0}\right)^2 = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_0 = 100\text{V} \\ I_0 = 1\text{A} \end{cases} \Rightarrow Z_L = \frac{U_0}{I_0} = 100\ \Omega$$

$$\Rightarrow f = \frac{Z_L}{2\pi L} = 50\text{Hz} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng: Đặt vào hai đầu tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F một điện áp xoay chiều ổn định. Khi điện áp tức thời trong mạch là 160V thì cường độ dòng điện tức thời qua mạch là 1,2A. Khi điện áp tức thời trong mạch là $40\sqrt{10}$ V thì cường độ dòng điện tức thời là $\sqrt{2}, 4$ A. Tần số của dòng điện đặt vào hai đầu mạch là

- A. 100Hz. B. 75Hz. C. 200Hz. D. 50Hz.

Ví dụ 5: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V) vào hai đầu một cuộn dây thuần cảm 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).

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Phân tích và hướng dẫn giải:

- ♦ Vì trên đoạn mạch chứa cuộn dây thuần cảm cường độ dòng điện i chậm pha $\frac{\pi}{2}$ so với hiệu điện thế nên biểu thức cường độ dòng điện i có dạng:

$$i = I_0 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right) = I_0 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$$

- ♦ Ta cần đi tìm I_0 dựa vào biểu thức $\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1$ (*)

Thay $\begin{cases} i = 2 \text{ A} \\ u = 100\sqrt{2} \text{ V} \end{cases}$ vào (*) thu được $I_0 = 2\sqrt{3} \text{ A}$

$$U_0 = I_0 \cdot Z_L = I_0 \cdot \omega L = I_0 \cdot 100\pi \cdot \frac{1}{2\pi} = 50I_0$$

Vậy $i = 2\sqrt{3} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (A)} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Đặt điện áp $u = U_0 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (V)}$ vào hai đầu một tụ điện có điện dung $\frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi} \text{ (F)}$. 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. $i = 4\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ (A)}$. B. $i = 5 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ (A)}$.
C. $i = 5 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (A)}$. D. $i = 4\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (A)}$.

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Bài toán 2: 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 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 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. $\frac{u^2}{U_0^2} + \frac{i^2}{I_0^2} = 1$.

(Trích ĐTTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

Bài toán 3: (Trích đề thi tuyển sinh cao đẳng năm 2010) 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. $\frac{U_0}{\sqrt{2}\omega L}$ B. $\frac{U_0}{2\omega L}$ C. $\frac{U_0}{\omega L}$ D. 0.

Bài toán 4: Đặt điện áp $u = U\sqrt{2} \cos \omega t$ 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. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = \frac{1}{4}$ B. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = 1$ C. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = 2$ D. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = \frac{1}{2}$

Ví dụ 6: Một cuộn dây có điện trở thuần r , độ tự cảm L . Mắc cuộn dây vào hiệu điện thế một chiều $U = 10$ V thì cường độ dòng điện qua cuộn dây là 0,4 A. Khi mắc cuộn dây vào hiệu điện thế xoay chiều $u = 100\sqrt{2} \sin 100\pi t$ (V) thì cường độ hiệu dụng qua cuộn dây là 1 A. Độ tự cảm L của cuộn dây có giá trị

- A. 0,308 H. B. 0,968 H. C. 0,488 H. D. 0,729 H.

Phân tích và hướng dẫn giải:

♦ Nguồn một chiều không có sự dao động nên tần số $f = 0 \Rightarrow Z_L = 2\pi fL = 0$ vì vậy tổng trở lúc này chỉ có r , theo định luật Ôm ta có: $r = \frac{U_{DC}}{I_{DC}} = \frac{10}{0,4} = 25 \Omega$ (1)

♦ Với nguồn xoay chiều có $f \neq 0$ nên tổng trở $Z = \sqrt{r^2 + Z_L^2}$ (2)

Mặt khác $Z = \frac{U}{I} = \frac{100}{1} = 100 \Omega$ (3)

♦ Từ (1), (2) và (3) $\Rightarrow 100 = \sqrt{25^2 + Z_L^2} \Rightarrow Z_L = \sqrt{100^2 - 25^2} = \sqrt{9365} = 96,8 \Omega$
 $\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{96,8}{100\pi} = 0,308 \text{ H} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Bài tập vận dụng: Một cuộn dây có điện trở thuần r , độ tự cảm L . Mắc cuộn dây vào hiệu điện thế một chiều $U = 8$ V thì cường độ dòng điện qua cuộn dây là 0,5 A. Khi mắc cuộn dây vào hiệu điện thế xoay chiều $u = 120\sqrt{2} \sin 100\pi t$ (V) thì cường độ hiệu dụng qua cuộn dây là 1,2 A. Độ tự cảm L của cuộn dây có giá trị

- A. 0,238 H. B. 0,314 H. C. 0,488 H. D. 0,729 H.

Ví dụ 7: Hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở $R = 100\Omega$ có biểu thức $u = 100\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (V). Nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở R trong 1 phút là

A. 300 J. B. $600\sqrt{2}$ J. C. 6000 J. D. $300\sqrt{2}$ J.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nhiệt lượng tỏa ra được tính theo định luật Jun – Lenxơ $Q = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$, với I và U là các giá trị hiệu dụng.

Ta có: $I = \frac{U}{R} = \frac{100}{100} = 1 \text{ A} \Rightarrow Q = I^2 R t = 1^2 \cdot 100 \cdot 60 = 6000 \text{ J} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Bài tập vận dụng: Tìm giá trị cực đại của cường độ dòng điện xoay chiều? Biết rằng khi cho nó qua một điện trở $R = 10\Omega$ thì sau khoảng thời gian 1 giờ nó tỏa ra một nhiệt lượng là 72 kJ.

A. $\sqrt{2}$ A. B. $2\sqrt{2}$ A. C. 2 A. D. 1 A.

Ví dụ 8: Dòng điện xoay chiều $i = I_0 \cos \omega t$ trong đoạn mạch có đặc điểm sau: trong thời gian một phần ba đầu của chu kì thì có giá trị hiệu dụng bằng 1 A, trong hai phần ba sau của chu kì thì có giá trị 2 A. Giá trị hiệu dụng của dòng điện này trong một chu kì bằng

A. $\sqrt{2}$ A. B. $\sqrt{5}$ A. C. 1,5 A. D. $\sqrt{3}$ A.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nhiệt lượng tỏa ra trong cả chu kì có thể tính gồm 2 phần: $Q_T = Q_1 + Q_2$

$$\text{Hay } I^2 R T = I_1^2 R \frac{T}{3} + I_2^2 R \frac{2T}{3}$$

$$\Rightarrow I^2 = I_1^2 \frac{1}{3} + I_2^2 \frac{2}{3} \Rightarrow I = \sqrt{1^2 \frac{1}{3} + 2^2 \frac{2}{3}} = \sqrt{5} \text{ A} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Cách khác: Bạn đọc có thể tính cách khác theo định nghĩa $I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Mạch gồm điện trở $R = 100\Omega$ mắc nối tiếp với cuộn dây thuần cảm

$L = \frac{1}{\pi}$ H. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có dạng $u = 400 \cos^2(50\pi t)$ (V).

Cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch có giá trị bằng

A. 1 A. B. 3,26 A. C. $(2 + \sqrt{2})$ A. D. $\sqrt{5}$ A.

Bài toán 2: Mạch gồm điện trở $R = 100 \, \Omega$ mắc nối tiếp với tụ điện $C = \frac{10^{-4}}{\pi} \text{ F}$.

Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có dạng $u = 400 \cos^2(50\pi t) \text{ (V)}$. Cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch có giá trị bằng

- A. 1 A. B. 3,26 A. C. $(2 + \sqrt{2}) \text{ A}$. D. 0

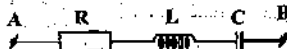
Để giải nhanh cho các bài toán trên, có thể tham khảo sách: Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lý 12.

Bài toán 3: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, trong đó $R = 100 \, \Omega$, $C = \frac{10^{-4}}{\pi} \text{ F}$ và cuộn

dây thuần cảm $L = \frac{1}{\pi} \text{ H}$. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có dạng $u = 400 \cos^2(50\pi t) \text{ (V)}$. Tìm cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch?

Ví dụ 9: Một đoạn mạch gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm

$L = \frac{1}{10\pi} \text{ H}$ mắc nối tiếp với một tụ điện



có điện dung $C = \frac{4 \cdot 10^{-4}}{\pi} \text{ F}$ và một điện

trở R . Cường độ dòng điện chạy qua mạch có phương trình $i = 2 \cos(100\pi t) \text{ (A)}$. Hiệu điện thế cực đại của đoạn mạch là 50 V. Điện trở thuần R của mạch là

- A. 20 Ω . B. 40 Ω . C. 30 Ω . D. 10 Ω .

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Tần số góc $\omega = 100\pi \text{ rad/s}$.

- Cảm kháng $Z_L = \omega L = 100\pi \cdot \frac{1}{10\pi} = 10 \, \Omega$.

- Dung kháng $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi \cdot \frac{4 \cdot 10^{-4}}{\pi}} = 25 \, \Omega$.

- Tổng trở $Z = \frac{U_0}{I_0} = \frac{50}{2} = 25 \, \Omega$

Lại có: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \Rightarrow R = \sqrt{Z^2 - (Z_L - Z_C)^2} = 20 \, \Omega \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Ví dụ 10: Một đoạn mạch gồm một điện trở thuần mắc nối tiếp với một tụ điện. Biết hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu mạch là 100 V, ở hai đầu điện trở là 60 V. Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu tụ điện bằng

- A. 40 V. B. 60 V. C. 80 V. D. 100 V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì mạch chỉ chứa R và C nên tổng trở của mạch là $Z = \sqrt{R^2 + (0 - Z_C)^2}$

Nhân hai vế biểu thức trên với I, ta được: $U = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$

$$\Rightarrow U_C = \sqrt{U^2 - U_R^2} = \sqrt{100^2 - 60^2} = 80 \text{ V} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp. Biết hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng 200 V, tần số 50 Hz. Với $R = 40\sqrt{3} \Omega$, cuộn dây thuần cảm $L = \frac{1}{2\pi} \text{ H}$ và tụ $C = \frac{10^{-3}}{9\pi} \text{ F}$. Cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch bằng

- A. 1,5 A. B. 2,0 A. C. 2,5 A. D. 3,0 A.

Bài toán 2: Cho một đoạn mạch AB gồm R, L, C nối tiếp với L thuần cảm. Khi tần số dòng điện qua mạch bằng 100 Hz thì hiệu điện thế hiệu dụng $U_R = 20 \text{ V}$, $U_C = 10\sqrt{3} \text{ V}$, $U_{AB} = 40 \text{ V}$ và cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch là $I = 0,1 \text{ A}$. Hãy chọn thông tin đúng?

- A. Điện trở thuần $R = 120 \Omega$. B. Độ tự cảm $L = 3\sqrt{3}/\pi \text{ H}$.

- C. Điện dung của tụ $C = \frac{10^{-4}}{2\pi\sqrt{3}} \text{ F}$. D. Tổng trở $Z = 40 \Omega$.

Bài toán 3: Đoạn mạch xoay chiều nối tiếp gồm điện trở thuần R, tụ điện C và cuộn cảm thuần L. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều ổn định thì điện áp hiệu dụng trên R, L và C lần lượt là 50 V, 100 V và 50 V. Thay C bởi tụ điện C' thì điện áp hiệu dụng trên tụ là 30 V, khi đó điện áp hiệu dụng trên R là bao nhiêu?

Nếu bài toán 3 có kết quả bằng 30V là sai. Để giải nhanh bài toán này, có thể tham khảo sách: *Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12*.

Ví dụ 11: Trong mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp. Độ lệch pha giữa hiệu điện thế giữa hai đầu toàn mạch và cường độ dòng điện trong mạch là

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{3}, \text{ điều này chứng tỏ}$$

- A. mạch điện có tính dung kháng. B. mạch điện có tính cảm kháng.
C. mạch điện có tính trở kháng. D. mạch cộng hưởng điện.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Do } \frac{Z_L - Z_C}{R} = \tan \varphi = \tan \frac{\pi}{3} = \sqrt{3} > 0 \Rightarrow Z_L > Z_C \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 12: Đặt hiệu điện thế xoay chiều $u = 120\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (V) vào hai đầu của một cuộn dây không thuần cảm thấy dòng điện trong mạch có biểu thức

$$i = 2 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{12}\right) \text{ (A)}. \text{ Điện trở thuần } r \text{ có giá trị bằng}$$

- A. 60Ω . B. 85Ω . C. 100Ω . D. 120Ω .

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Từ các biểu thức } \begin{matrix} u \\ i \end{matrix} \Rightarrow \begin{cases} U_0: \varphi_u \\ I_0: \varphi_i \end{cases} \Rightarrow (Z; \varphi) \Rightarrow r$$

$$+ \text{ Tổng trở } Z = \frac{U_0}{I_0} = \frac{120\sqrt{2}}{2} = 60\sqrt{2} \Omega$$

$$+ \text{ Độ lệch pha } \varphi \text{ giữa } u \text{ và } i \text{ là } \varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{6} - \left(-\frac{\pi}{12}\right) = \frac{\pi}{4}$$

$$+ \text{ Vì } \cos \varphi = \frac{r}{Z} \Rightarrow \text{Điện trở thuần } r = Z \cos \varphi = 60\sqrt{2} \cdot \cos \frac{\pi}{4} = 60 \Omega \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

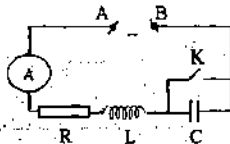
Bài tập vận dụng: Biết $u_{AB} = 150\sqrt{2} \cos(100\pi t)$ (V). Ampe kế lí tưởng.

- Khi K mở thì dòng điện trong mạch là

$$i = 5 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (A)}$$

- Khi K đóng thấy ampe kế chỉ 3 A.

Hãy tìm R, L và C?



Ví dụ 13: Hiệu điện thế xoay chiều đặt vào hai đầu đoạn mạch R, L, C nối tiếp có biểu thức: $u = 400 \cos(100\pi t - \frac{\pi}{12})$ (V).



Biết $R = 100 \, \Omega$, $L = 0,318 \, \text{H}$ và $C = 15,9 \, \mu\text{F}$. Biểu thức cường độ dòng điện qua đoạn mạch là

A. $i = 2\sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$ (A). B. $i = 4\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{6})$ (A).

C. $i = 2\sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ (A). D. $i = 2\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})$ (A).

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Tần số góc $\omega = 100\pi \, \text{rad/s}$.

- Cảm kháng $Z_L = \omega L = 100\pi \cdot 0,318 = 100 \, \Omega$.

- Dung kháng $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi \cdot 15,9 \cdot 10^{-6}} = 200 \, \Omega$.

- Tổng trở $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{100^2 + (100 - 200)^2} = 100\sqrt{2} \, \Omega$.

- Biểu thức dòng điện trong mạch có dạng $i = I_0 \cos(100\pi t + \varphi_i)$.

+ Về giá trị cực đại I_0 , ta có $I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{400}{2\sqrt{2}} = 2\sqrt{2} \, \text{A}$.

+ Về độ lệch pha, có $\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{100 - 200}{100} = -1 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4}$.

Mặt khác $\varphi = \varphi_u - \varphi_i \Rightarrow \varphi_i = \varphi_u - \varphi = -\frac{\pi}{12} - \left(-\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\pi}{6}$.

Vậy biểu thức dòng điện trong mạch là $i = 2\sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$ (A) $\Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Điện áp giữa hai đầu cuộn dây thuần cảm có biểu thức là $u = 220 \cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ V. Cường độ dòng điện tức thời bằng không lần đầu tiên tại thời điểm nào?

Bài toán 2: Đặt $u = 120 \cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ V vào 2 đầu đoạn mạch gồm cuộn cảm thuần mắc nối tiếp $R = 30 \, \Omega$ thì $U_L = 60$ V. Tìm biểu thức dòng điện i qua mạch?

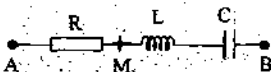
Bài toán 3: Đặt điện áp $u = 240\sqrt{2}\cos 100\pi t$ V vào đoạn mạch RLC mắc nối tiếp.

Biết $R = 60\ \Omega$, cuộn dây thuần cảm có $L = \frac{1,2}{\pi}$ H và tụ $C = \frac{10^{-3}}{6\pi}$ (F). Khi điện áp tức thời giữa hai đầu cuộn cảm bằng 240 V và đang giảm thì điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở và giữa hai bản tụ điện lần lượt bằng bao nhiêu?

Bài toán 4: Cho mạch điện như hình vẽ:

$R = 100\ \Omega$; $L = 0,318$ H; $C = 15,9\ \mu\text{F}$;

$u_{AB} = 200\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V). Tìm biểu



thức cường độ dòng điện trong mạch?

Bài toán 5: Khi đặt hiệu điện thế không đổi 30V vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{1}{4\pi}$ (H) thì dòng điện trong đoạn mạch là dòng điện một chiều có cường độ 1A. Nếu đặt vào hai đầu đoạn mạch này điện áp $u = 150\sqrt{2}\cos 120\pi t$ (V) thì biểu thức của cường độ dòng điện trong đoạn mạch là

A. $i = 5\sqrt{2}\cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A). B. $i = 5\cos\left(120\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A).

C. $i = 5\sqrt{2}\cos\left(120\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A). D. $i = 5\cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A).

Bài toán 6: Cho mạch điện RLC mắc nối tiếp, điện trở $R = 75\ \Omega$, cuộn dây có độ tự cảm $L = \frac{5}{4\pi}$ H, tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-3}}{5\pi}$ F. Dòng điện xoay chiều có biểu

thức $i = 2\cos 100\pi t$ A. Biểu thức tức thời của hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch là

A. $u = 150\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ V. B. $u = 150\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ V.

C. $u = 150\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ V. D. $u = 150\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ V.

Chú ý: Ngoài cách làm để hiệu vật lý, các bài toán trên và một số bài toán khác có thể giải nhanh bằng máy tính cầm tay Casio fx 570 ES. Chi tiết cách bấm máy được viết trong: *Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lý 12*.

Bài toán 7: Ở mạch điện xoay chiều R, L, C. Biết điện áp toàn mạch có $u_{RL} = 120\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)V$; $R = 80\Omega$; $C = \frac{10^{-3}}{16\pi\sqrt{3}}(F)$; u_{RL} lệch pha $\frac{\pi}{3}$ với i .

Tìm biểu thức điện áp hai đầu mạch?

Bài toán 8: 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. Dòng vốn kể xoay chiều (điện 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 là 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. $\frac{\pi}{6}$ C. $\frac{\pi}{3}$ D. $-\frac{\pi}{3}$

Bài toán 9: Cho mạch điện AB gồm cuộn dây không thuần cảm và tụ điện mắc nối tiếp. Biết hiệu điện thế hiệu dụng $U_{AB} = U_{dây} = U_C$. Độ lệch pha giữa hiệu điện thế hai đầu mạch và dòng điện trong mạch là

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

Bài toán 10: Cho một tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}F$ mắc nối tiếp với một điện trở, hiệu điện thế xoay chiều tần số 50 Hz giữa hai đầu đoạn mạch trễ pha $\frac{\pi}{6}$ so với cường độ dòng điện. Giá trị của điện trở là

- A. $200\sqrt{3}\Omega$ B. $\frac{200}{3}\Omega$ C. $\frac{200}{\sqrt{3}}\Omega$ D. 200Ω

Ví dụ 14: Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch xoay chiều và cường độ dòng điện qua mạch lần lượt có biểu thức là $u = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(V)$ và

$i = 4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(A)$. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là

- A. 200 W B. 400 W C. 600 W D. 100 W.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Từ các biểu thức } \left. \begin{matrix} u \\ i \end{matrix} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{matrix} U; \varphi_u \\ I; \varphi_i \end{matrix} \right\} \Rightarrow (U; I; \varphi) \Rightarrow P$$

Công suất tiêu thụ: $P = UI\cos\varphi = UI\cos\varphi = 100.4.\cos\frac{\pi}{3} = 200 \text{ W} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Bài tập vận dụng: Mắc vào hai đầu một ống dây không thuần cảm có $R = 25 \Omega$ một hiệu điện thế xoay chiều $u = 100\sqrt{2} \sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V). Biết công suất tỏa nhiệt trên ống dây là 100 W. Giá trị của độ tự cảm là

A. $L = \frac{1}{\sqrt{3}\pi}$ H. B. $L = \frac{2}{\sqrt{3}\pi}$ H. C. $L = \frac{\sqrt{3}}{4\pi}$ H. D. $L = \frac{2}{\sqrt{2}\pi}$ H.

Ví dụ 15: Mạch điện gồm điện trở R, cuộn cảm thuần L và tụ điện C mắc nối tiếp.

Hiệu điện thế ở hai đầu mạch $u = 50\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (V). Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn cảm là $U_L = 30$ V và hai đầu tụ điện là $U_C = 60$ V. Hệ số công suất của mạch bằng

A. $\cos\varphi = \frac{6}{5}$ B. $\cos\varphi = \frac{5}{5}$ C. $\cos\varphi = \frac{4}{5}$ D. $\cos\varphi = \frac{3}{5}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Có thể tính $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{I.R}{I.Z} = \frac{U_R}{U}$. Vậy cần tìm U_R dựa theo U , U_L và U_C .

$$\text{Từ } U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} \Rightarrow U_R = \sqrt{U^2 - (U_L - U_C)^2} = 40 \text{ V}$$

$$\text{Lúc đó } \cos\varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{40}{50} = \frac{4}{5} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một đoạn mạch gồm một cuộn dây mắc nối tiếp với một tụ điện đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều 200 V thì điện áp trên cuộn dây và tụ điện là $100\sqrt{3}$ V và 100 V. Hệ số công suất của đoạn mạch là

A. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ B. $\frac{1}{2}$ C. 0. D. 1.

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

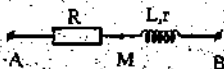
B. $\cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{5}}$, $\cos\varphi_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}$

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

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

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Ví dụ 16: Cho đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở R ghép nối tiếp với cuộn dây không thuần cảm. Biết $u_{AB} = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V),



$U_{AM} = 70V$, $U_{MB} = 150V$. Hệ số công suất của đoạn mạch MB bằng

A. 0,5

B. 0,6

C. 0,7

D. 0,8.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cũng giống ví dụ trước, ta cũng có thể tính $\cos\varphi_{MB} = \frac{r}{Z_{MB}} = \frac{Lr}{LZ_{MB}} = \frac{U_r}{U_{MB}}$. Tuy

nhỉn tìm U_r phải dựa theo hệ phương trình

$$\begin{cases} U = \sqrt{(U_R + U_r)^2 + U_L^2} \\ U_{MB} = \sqrt{U_r^2 + U_L^2} \end{cases}$$

Để đơn giản hơn, bài toán này có thể làm theo phương pháp giản đồ vector. Giản đồ vector của mạch điện như hình vẽ. Nhận

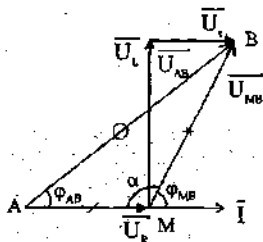
thấy $\varphi_{MB} + \alpha = \pi \Rightarrow \cos\varphi_{MB} = -\cos\alpha$

Áp dụng định lý hàm số cosin cho ΔAMB có:

$$U_{AB}^2 = U_{AM}^2 + U_{MB}^2 - 2U_{AM}U_{MB}\cos\alpha$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \cos\alpha &= \frac{U_{AM}^2 + U_{MB}^2 - U_{AB}^2}{2U_{AM}U_{MB}} \\ &= \frac{70^2 + 150^2 - 200^2}{2 \cdot 70 \cdot 150} = -0,6 \end{aligned}$$

Vậy $\cos\varphi_{MB} = -\cos\alpha = 0,6 \Rightarrow$ Đáp án B.



Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở R ghép nối tiếp với cuộn dây không thuần cảm. Biết $U_{AB} = 200 \text{ V}$, $U_{AM} = 70 \text{ V}$,

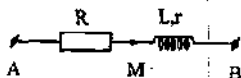
$U_{MB} = 150 \text{ V}$. Hệ số công suất của đoạn mạch AB bằng

A. 0,5.

B. 0,6.

C. 0,7.

D. 0,8.



Bài toán 2: Cho đoạn mạch có hình vẽ như hình vẽ của bài toán 1 nêu trên. Biết hiệu điện thế trên từng đoạn mạch là $U_{AM} = 36 \text{ V}$, $U_{MB} = 40 \text{ V}$, $U_{AB} = 68 \text{ V}$ và cường độ dòng điện qua mạch bằng 2 A . Tìm công suất tiêu thụ P của mạch?

Ví dụ 17: 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

$C = \frac{10^{-3}}{4\pi} \text{ F}$. đoạn mạch MB gồm điện trở thuần R_2 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:

$u_{AM} = 50\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{7\pi}{12}\right) (\text{V})$ và $u_{MB} = 150 \cos 100\pi t (\text{V})$. Hệ số công suất của đoạn mạch AB là

A. 0,86.

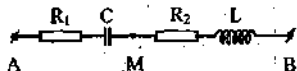
B. 0,84.

C. 0,95.

D. 0,71.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Ta có } Z_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{100\pi \cdot \frac{10^{-3}}{4\pi}} = 40 \Omega$$



$$\text{và } \tan \varphi_{AM} = \frac{-Z_C}{R_1} = \frac{-40}{40} = -1 \Rightarrow \varphi_{AM} = -\frac{\pi}{4}$$

$$\text{Mà } \varphi_{AM} = \varphi_{u_{AM}} - \varphi_i \Rightarrow \text{Pha của dòng điện } \varphi_i = \varphi_{u_{AM}} - \varphi_{AM} = -\frac{7\pi}{12} - \left(-\frac{\pi}{4}\right) = -\frac{\pi}{3}$$

Đến đây, ta có nhiều cách để hoàn thành bài toán:

• **Cách 1:** Tìm pha của điện áp toàn mạch AB theo cách thông thường

$$\tan \varphi_{u_{AB}} = \frac{50\sqrt{2} \sin\left(-\frac{7\pi}{12}\right) + 150 \sin 0}{50\sqrt{2} \cos\left(-\frac{7\pi}{12}\right) + 150 \cos 0} = -0,519 \Rightarrow \varphi_{u_{AB}} = -0,479 \text{ rad}$$

$$\Rightarrow \cos \varphi_{AB} = \cos(\varphi_{u_{AB}} - \varphi_i) = \cos\left(-0,479 + \frac{\pi}{3}\right) = 0,843 \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

♦ Cách 2:

$$\text{Theo tổng hợp dao động ta có } U_{AB} = \sqrt{U_{AM}^2 + U_{MB}^2 + 2U_{AM} \cdot U_{MB} \cos \frac{7\pi}{12}} = 104,8V$$

Theo giản đồ vectơ hình bên thì

$$U_{AB} \cos \varphi_{AB} = U_{AM} \cos \varphi_{AM} + U_{MB} \cos \varphi_{MB}$$

Từ đây ta được $\cos \varphi_{AB} = 0,84$

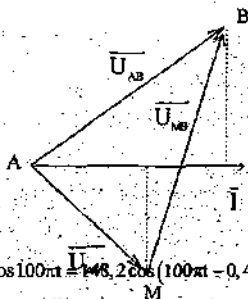
♦ Cách 3: Sử dụng máy tính cầm tay Casio fx 570 ES như phần tổng hợp các dao động đã hướng dẫn ở chủ đề 4, ta sẽ tìm ngay được điện áp toàn mạch AB:

$$u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} = 50\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{7\pi}{12}\right) + 150 \cos 100\pi t = 148,2 \cos(100\pi t - 0,479)$$

Vậy hệ số công suất của đoạn mạch AB là:

$$\cos \varphi_{AB} = \cos(\varphi_{u_{AB}} - \varphi_i) = \cos\left(-0,479 + \frac{\pi}{3}\right) = 0,843 \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Cách 4: Giải nhanh trực tiếp bằng cách sử dụng máy tính Casio 570 ES như đã hướng dẫn ở cuốn sách: Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lý 12.



Ví dụ 18: Trong các dụng cụ tiêu thụ điện như quạt, tủ lạnh, động cơ... người ta phải nâng cao hệ số công suất nhằm

A. tăng công suất tiêu thụ.

B. giảm công suất tiêu thụ.

C. thay đổi tần số của dòng điện.

D. tăng hiệu suất của việc sử dụng điện.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Công suất tiêu thụ $P = UI \cos \varphi$ bao gồm công suất hữu ích (dưới dạng cơ năng, hoá năng...) và một phần hao phí dưới dạng nhiệt (trừ trường hợp bếp điện, bàn là).

+ Phần công suất hữu ích là do nhu cầu tiêu dùng nên có giá trị xác định.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Do tổng trở của cuộn dây $Z_{\omega} = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \text{const}$ nên hiệu điện thế trên hai đầu cuộn dây $U_{\omega} = I \cdot Z_{\omega}$ chỉ đạt cực đại khi $I = I_{\max} \Rightarrow$ trong mạch xảy ra cộng hưởng điện

Khi cộng hưởng điện thì $Z_C = Z_L \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{\sqrt{3} \cdot \pi} \text{ F} \Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 21: Đặt vào mạch điện R, L, C mắc nối tiếp một hiệu điện thế xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng không đổi. Thấy rằng hiệu điện thế hiệu dụng trên các phần tử R, L, C đều bằng nhau và bằng 100 V. Nếu làm ngắn mạch tụ điện (nối cả hai bản cực của nó) thì hiệu điện thế hiệu dụng trên điện trở thuần R là

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

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Từ } Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \Rightarrow U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

- Khi còn đầy đủ 3 phần tử:

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{100^2 + (100 - 100)^2} = 100 \text{ V}$$

và $R = Z_L = Z_C$ (do hiệu điện thế trên các phần tử bằng nhau)

- Khi làm ngắn mạch tụ điện, mạch chỉ còn 2 phần tử R và L, ta có:

$$U = \sqrt{U_{2R}^2 + U_{2L}^2} = \sqrt{2U_{2R}^2} = U_{2R} \cdot \sqrt{2} \quad (\text{do } Z_L = R)$$

$$\Rightarrow U_{2R} = \frac{U}{\sqrt{2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{2} \text{ V} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trong trường hợp nào thì khi tăng dần điện dung C của tụ điện trong đoạn mạch R, L, C mắc nối tiếp, cường độ dòng điện hiệu dụng tăng rồi lại giảm?

- A. $Z_L = Z_C < R$. B. $Z_L > Z_C$. C. $Z_L < Z_C$. D. $Z_L = Z_C = R$.

Bài toán 2: Trong mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp. Biết các giá trị $R = 25 \Omega$, $Z_L = 16 \Omega$ và $Z_C = 9 \Omega$ ứng với tần số f. Thay đổi tần số đến khi tần số có giá trị bằng f_0 thì trong mạch xảy ra cộng hưởng điện. Ta có

- A. $f_0 > f$. B. $f_0 < f$. C. $f_0 = f$. D. Không tồn tại f_0 .

Bài toán 3: Trong mạch RLC nối tiếp, người ta đo được hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai bản tụ $U_C = 45 \text{ V}$ và hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây thuần cảm $U_L = 5 \text{ V}$. Để có cộng hưởng điện, tần số phải

- A. tăng lên 3 lần. B. giảm đi 9 lần. C. tăng lên 9 lần. D. tăng lên 6 lần.

Bài toán 9: Cho một mạch điện RLC mắc nối tiếp. Hiệu điện thế xoay chiều hai đầu đoạn mạch có dạng $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$, tần số f thay đổi được. Khi mạch có tần số f thì $Z_L = 25\Omega$ và $Z_C = 16\Omega$. Khi mạch có tần số $f_0 = 40\text{Hz}$ thì mạch cộng hưởng. Chọn đáp án đúng

A. $L = \frac{1}{4\pi} \text{H}; C = \frac{10^{-2}}{16\pi} \text{F}$.

B. $L = \frac{1}{8\pi} \text{H}; C = \frac{10^{-2}}{8\pi} \text{F}$.

C. $L = \frac{1}{2\pi} \text{H}; C = \frac{10^{-2}}{32\pi} \text{F}$.

D. $L = \frac{1}{\pi} \text{H}; C = \frac{10^{-2}}{64\pi} \text{F}$.

Bài toán 10: Đặt hiệu điện thế $u = 100\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch RLC không phân nhánh với C, R có độ lớn không đổi và $L = \frac{1}{\pi} \text{H}$. Khi đó hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu mỗi phần tử R, L và C có độ lớn như nhau. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là

A. 350 W.

B. 100 W.

C. 200 W.

D. 250 W.

Ví dụ 22: Một mạch điện mắc nối tiếp gồm điện trở R_1 , tụ điện C_1 và cuộn dây thuần cảm L_1 có cùng tần số cộng hưởng với mạch điện mắc nối tiếp khác gồm điện trở R_2 , tụ điện C_2 và cuộn dây thuần cảm L_2 . Bây giờ mắc nối tiếp 2 mạch đó với nhau. Tìm tần số góc khi xảy ra cộng hưởng của mạch mới này?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Gọi ω là tần số góc cộng hưởng chung của 2 mạch, ta có: $\omega^2 = \frac{1}{L_1 C_1} = \frac{1}{L_2 C_2}$

+ Hai mạch mắc nối tiếp nhau thì mạch mới tương đương với mạch RLC với

$R = R_1 + R_2, L = L_1 + L_2$ và $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

+ Thay $C_1 = \frac{1}{\omega^2 L_1}$ và $C_2 = \frac{1}{\omega^2 L_2}$ vào $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ được: $C = \frac{1}{\omega^2 (L_1 + L_2)}$

+ Tần số góc cộng hưởng của mạch điện mới là

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} = \frac{1}{(L_1 + L_2) \cdot \frac{1}{\omega^2 (L_1 + L_2)}} = \omega^2 \quad \text{Vậy } \boxed{\omega_0 = \omega}$$

Ví dụ 23: Hiệu điện thế xoay chiều giữa M, N có tần số 50 Hz và giá trị hiệu dụng 120 V. Biết $R = 60 \Omega$, $C = 30,6 \mu\text{F}$.

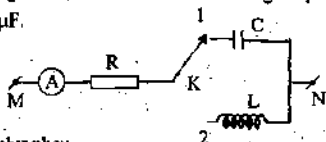
Cuộn dây thuần cảm, ampe kế

li tường $R_A = 0$.

Dù khoá K ở vị trí (1) hay (2) thì người ta thấy số chỉ của ampe kế vẫn như nhau.

Giá trị của L là

- A. 0,33 H. B. 0,44 H. C. 0,55 H. D. 0,66 H.



Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Từ } I_1 = I_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 \Rightarrow \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{R^2 + Z_L^2} \Rightarrow Z_C = Z_L \Rightarrow \frac{1}{\omega C} = \omega L$$

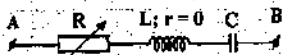
$$\Rightarrow L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{(100\pi)^2 \cdot 30,6 \cdot 10^{-6}} = 0,33 \text{ H} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 24: Hiệu điện thế xoay chiều

$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$ đặt vào hai đầu

đoạn mạch AB gồm các phần tử R, L, C ghép nối tiếp. Biết giá trị của điện trở trong mạch thay đổi được. Để công suất của mạch đạt cực đại thì giá trị điện trở phải là

- A. $R = Z_L + Z_C$. B. $R = Z_C - Z_L$. C. $R = \frac{Z_L Z_C}{Z_L + Z_C}$. D. $R = |Z_L - Z_C|$.



Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Ta có thể viết } P = I^2 R = \frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} R = \frac{U^2}{R + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}$$

$$\text{Theo bất đẳng thức Côsi thì } P = \frac{U^2}{R + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R}} \leq \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}$$

$$\Rightarrow P = P_{\max} \Leftrightarrow R = \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R} \Rightarrow \boxed{R = |Z_L - Z_C|}$$

$\Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 25: Cho đoạn mạch RLC mắc nối tiếp, trong đó điện trở R thay đổi được. Điện áp xoay chiều hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U , tần số f . Tìm điều kiện để khi thay đổi điện trở R , tồn tại hai giá trị R_1, R_2 mạch có cùng công suất. Tìm hệ thức liên hệ giữa R_1, R_2 . Tìm biểu thức liên hệ φ_1 và φ_2 ?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Ta có: $P = I^2 R = \frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} R \Rightarrow PR^2 - U^2 R + P(Z_L - Z_C)^2 = 0 \quad (1)$

+ Khi phương trình (1) có 2 nghiệm R_1, R_2 , theo định lý Vi-ét ta có:

$$R_1 + R_2 = -\frac{b}{a} \text{ nên } \boxed{R_1 + R_2 = \frac{U^2}{P}}$$

$$R_1 R_2 = \frac{c}{a} \text{ nên } \boxed{R_1 R_2 = (Z_L - Z_C)^2}$$

+ Ta có: $\tan \varphi_1 \cdot \tan \varphi_2 = \frac{|Z_L - Z_C|}{R_1} \cdot \frac{|Z_L - Z_C|}{R_2} = \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R_1 R_2} = 1 \Rightarrow \boxed{\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{\pi}{2}}$

Chú ý: Qua hai ví dụ trên ta thấy, để công suất của mạch đạt cực đại thì $R = |Z_L - Z_C|$ và để mạch tiêu thụ công suất P nào đó thì có 2 giá trị thỏa mãn $R_1 R_2 = (Z_L - Z_C)^2$. Như vậy giữa R và R_1, R_2 có mối liên hệ với nhau ở biểu thức

$\boxed{R_1 R_2 = R^2}$. Các em nên nhớ mối liên hệ quan trọng này để làm nhanh các bài toán trắc nghiệm, chẳng hạn: Cho đoạn mạch RLC mắc nối tiếp, trong đó điện trở R thay đổi được. Điện áp xoay chiều hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U , tần số f . Khi thay đổi R thấy tồn tại hai giá trị $R_1 = 25\Omega$ và $R_2 = 36\Omega$ cho mạch cùng công suất. Vậy với giá trị nào của R thì công suất của mạch đạt cực đại? Và các em sẽ chọn ngay phương án có $R = \sqrt{R_1 R_2} = \sqrt{25 \cdot 36} = 30 \Omega$!

Ví dụ 26: Cho mạch điện như hình vẽ. Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch

$$u_{AB} = 100\sqrt{2} \cos 100\pi t \text{ (V)}.$$

Khi $R_1 = 18 \Omega$ hoặc $R_2 = 32 \Omega$

thì công suất tiêu thụ trên đoạn mạch là như nhau. Công suất P của mạch ứng với hai giá trị điện trở đó là



A. 40 W.

B. 120 W.

C. 200 W.

D. 300 W.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ $P = I^2 R = \frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} R \Rightarrow PR^2 - U^2 R + P(Z_L - Z_C)^2 = 0$. Đây là phương trình bậc 2 đối với R , theo định lý Vi-ét, hai nghiệm này phải thỏa mãn

$$R_1 + R_2 = -\frac{b}{a} \text{ nên } R_1 + R_2 = \frac{U^2}{P} \quad (1).$$

Từ (1) suy ra: $P = \frac{U^2}{R_1 + R_2} = \frac{100^2}{18 + 32} = 200 \text{ W} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Chú ý: Nếu nhớ được biểu thức liên hệ ở ví dụ trước

$$R_1 + R_2 = \frac{U^2}{P}$$

thì có ngay

$$P = \frac{U^2}{R_1 + R_2} = \frac{100^2}{18 + 32} = 200 \text{ W} \Rightarrow \text{Chọn C khi làm trắc nghiệm.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: (Trích đề thi tuyển sinh đại học năm 2010) 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. 400 V. B. 200 V. C. 100 V. D. $100\sqrt{2}$ V.

Bài toán 2: Mạch điện gồm một biến trở R mắc nối tiếp với cuộn dây thuần cảm. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế xoay chiều ổn định $u = U_0 \cos 100\pi t$ (V). Thay đổi R ta thấy với hai giá trị $R_1 = 45 \Omega$ và $R_2 = 80 \Omega$ thì mạch tiêu thụ công suất đều bằng 80 W. Khi thay đổi R thì công suất tiêu thụ trên mạch đạt cực đại bằng

- A. 250 W. B. $80\sqrt{2}$ W. C. 100 W. D. $\frac{250}{3}$ W.

Ví dụ 27: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi vào hai đầu đoạn mạch gồm biến trở R mắc nối tiếp với tụ điện. Dung kháng của tụ điện là 100Ω . Khi điều chỉnh R thì tại hai giá trị R_1 và R_2 công suất tiêu thụ của đoạn mạch như nhau. Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện khi $R = R_1$ bằng hai lần điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện khi $R = R_2$. Các giá trị R_1 và R_2 là

- A. $R_1 = 50 \Omega, R_2 = 100 \Omega$. B. $R_1 = 40 \Omega, R_2 = 250 \Omega$.
C. $R_1 = 50 \Omega, R_2 = 200 \Omega$. D. $R_1 = 25 \Omega, R_2 = 100 \Omega$.

(Trích đề thi tuyển sinh đại học năm 2009)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cũng ở ví dụ trước, từ mối liên hệ $R_1 R_2 = (Z_L - Z_C)^2$ áp dụng cho bài toán này có ngay $R_1 R_2 = (Z_C)^2 = 100^2 = 10000$ (1)

$$\text{Theo đề ta } U_{C_1} = 2U_{C_2} \Rightarrow I_1 = 2I_2 \Rightarrow I_1^2 = 4I_2^2 \Rightarrow \frac{1}{R_1^2 + 100^2} = \frac{4}{R_2^2 + 100^2} \quad (2)$$

Từ (2) và (1) cho $R_1 = 50\Omega$; $R_2 = 200\Omega \Rightarrow$ Đáp án C.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho một đoạn mạch điện gồm một biến trở R mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng U ổn định, tần số 50 Hz. Thay đổi R , thấy rằng với hai $P_{AB\max} = P_1$ giá trị của $R_1 \neq R_2$ thì công suất của đoạn mạch đều bằng nhau. Tích $R_1 R_2$ bằng

- A. 10. B. 100. C. 1000. D. 10000.

Bài toán 2: Cho $u_{AB} = 220\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V) đặt vào mạch gồm ba phần tử R , $L = \frac{2}{\pi}$ (H), $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ (F). Khi $R = R_1$ thì công suất tiêu thụ là $P_1 = P_{\max}$. Khi $R = R_2$ hoặc $R = R_3$ thì $P_{AB} = P_2 = P_3 < P_1$. Tìm quan hệ R_1, R_2, R_3

- A. $R_1 = R_2 + R_3$ B. $R_1 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$ C. $R_1^2 = R_2 \cdot R_3$ D. $R_1^2 = 2R_2 \cdot R_3$

Bài toán 3: Đoạn mạch xoay chiều AB chỉ gồm cuộn thuần cảm L , nối tiếp với biến trở R . Hiệu điện thế hai đầu mạch là U_{AB} ổn định, tần số f . Ta thấy có 2 giá trị của biến trở là R_1 và R_2 làm độ lệch pha tương ứng của u_{AB} với dòng điện qua mạch lần lượt là φ_1 và φ_2 . Cho biết $\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{\pi}{2}$. Độ tự cảm L của cuộn dây được xác định bằng biểu thức:

- A. $L = \frac{\sqrt{R_1 R_2}}{2\pi f}$ B. $L = \frac{\sqrt{R_1^2 + R_2^2}}{2\pi f}$ C. $L = \frac{R_1 + R_2}{2\pi f}$ D. $L = \frac{|R_1 - R_2|}{2\pi f}$

Bài toán 4: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, R thay đổi được, cuộn dây thuần cảm, điện áp hai đầu đoạn mạch $u = 50\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Khi $R_1 = 9\Omega$ hoặc $R_2 = 16\Omega$ thì công suất trong mạch như nhau. Hỏi với giá trị nào của R thì công suất mạch cực đại, tìm giá trị cực đại đó?

Ví dụ 28: Cho mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp. Cuộn dây không thuần cảm có điện trở thuần r , điện trở R thay đổi được. Tìm điều kiện của R để công suất trên chính R đạt giá trị cực đại?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Công suất trên R là: $P_R = R \cdot I^2 = \frac{R \cdot U^2}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

Chia tử số và mẫu số cho R ta được: $P_R = \frac{U^2}{\left[R + \frac{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}{R} \right] + 2r}$

Chỉ cần áp dụng bất đẳng thức Côsi cho số hạng $\left[R + \frac{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}{R} \right]$ sẽ thu

được $P_{R\max} = \frac{U^2}{2(R+r)} \Leftrightarrow R = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}$ (Hay $R = Z_{dC}$)

Ví dụ 29: Mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, trong đó cuộn dây không thuần cảm, còn điện trở R thay đổi được. Khi R biến thiên thấy có một giá trị làm $P_R = P_{R\max}$, lúc đó $U = 1,5U_R$. Hệ số công suất của mạch bằng

- A. 0,67 B. 0,75 C. 0,5 D. 0,71

Phân tích và hướng dẫn giải:

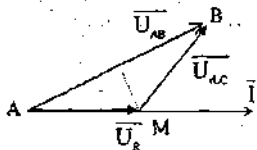
Theo kết quả ví dụ trên $P_R = P_{R\max} \Leftrightarrow R = Z_{dC}$

$\Rightarrow U_R = U_{dC}$

Từ giản đồ véc tơ cho ta:

$\cos \varphi = \frac{0,5U}{U_R} = \frac{0,5 \cdot 1,5U_R}{U_R} = 0,75$

$\Rightarrow$ Đáp án B.



Ví dụ 30: Cho mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp. Cuộn dây không thuần cảm có điện trở thuần r , điện trở R thay đổi được. Khi $R = R_1$ hoặc $R = R_2$ thì mạch tiêu thụ công suất bằng nhau. Điều kiện của R để công suất trong mạch đạt giá trị cực đại là:

- A. $R = \sqrt{(R_1 - r)(R_2 - r)} - r$ B. $R = \sqrt{(R_1 + r)(R_2 + r)} - r$
C. $R = \sqrt{2(R_1 + R_2)r} - r$ D. $R = \sqrt{(R_1 - r)(R_2 - r)} + r$

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Công suất của mạch $P = I^2(R+r) = \frac{U^2}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} (R+r)$

$$\Rightarrow P(R+r)^2 - U^2(R+r) + P(Z_L - Z_C)^2 = 0$$

Theo định lý Vi-ét thì: $(R_1+r) \cdot (R_2+r) = \frac{c}{a} = \frac{P(Z_L - Z_C)^2}{P} = (Z_L - Z_C)^2$ (1)

+ Mặt khác theo bất đẳng thức Côsi: $P = \frac{U^2}{(R+r) + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{(R+r)}} \leq \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}$

$$\Rightarrow P = P_{\max} \Leftrightarrow (R+r) = \frac{(Z_L - Z_C)^2}{(R+r)} \Rightarrow (R+r)^2 = (Z_L - Z_C)^2 \quad (2)$$

+ Từ (1) và (2) ta có $(R+r)^2 = (R_1+r) \cdot (R_2+r)$

$$\Rightarrow R = \sqrt{(R_1+r) \cdot (R_2+r)} - r \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 31: Mạch điện gồm một biến trở R mắc nối tiếp với cuộn dây không thuần cảm $r = 10 \Omega$ và tụ điện C . Thay đổi R ta thấy với hai giá trị $R_1 = 15 \Omega$ và $R_2 = 39 \Omega$ thì mạch tiêu thụ công suất như nhau. Để công suất tiêu thụ trên mạch đạt cực đại thì R bằng

A. 25Ω .

B. 27Ω .

C. 32Ω .

D. 36Ω .

Phân tích và hướng dẫn giải:

Với $R = \sqrt{(R_1+r) \cdot (R_2+r)} - r$ thay số được $R = 25 \Omega \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, R thay đổi được, cuộn dây không thuần cảm có điện trở r . Khi $R_1 = 20 \Omega$ hoặc $R_2 = 110 \Omega$ thì công suất trong mạch như nhau. Khi $R = 50 \Omega$ thì công suất mạch cực đại. Điện trở thuần r của cuộn dây là

A. 15Ω .

B. 20Ω .

C. 10Ω .

D. 8Ω .

Bài toán 2: Đặt điện áp $200 \text{ V} - 50 \text{ Hz}$ vào đoạn mạch $R(L)C$, trong đó $r = 40 \Omega$, $Z_L = 60 \Omega$, $Z_C = 80 \Omega$ và biến trở R thuộc $0 \leq R < \infty$. Khi thay đổi R thì công suất của mạch cực đại bằng

A. 1000 W .

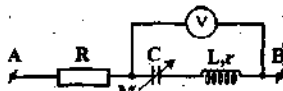
B. 144 W .

C. 800 W .

D. 125 W .

Câu 32: Cho mạch điện có $u_{AB} = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V) với tụ điện C biến thiên, thấy rằng khi $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ (F) thì vôn kế chỉ giá trị nhỏ nhất. Giá trị của L là

- A. $\frac{1}{\pi}$ (H) B. $\frac{2}{\pi}$ (H)
C. $\frac{3}{\pi}$ (H) D. $\frac{4}{\pi}$ (H)



Hướng dẫn:

Số chỉ Vôn kế chính là điện áp trên đoạn mạch MB. Ta có:

$$U_{MN} = I \cdot Z_{MN} = \frac{U}{Z} \cdot Z_{MN} = \frac{U}{\sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \cdot \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$$U_{MN} = \frac{U}{\sqrt{\frac{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}}} = \frac{U}{\sqrt{1 + \frac{R^2 + 2Rr}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}}}$$

Ta thấy U_{MN} nhỏ nhất khi $\left[1 + \frac{R^2 + 2Rr}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}\right]$ lớn nhất, muốn vậy

$r^2 + (Z_L - Z_C)^2$ phải nhỏ nhất, điều này xảy ra khi $(Z_L - Z_C)^2 = 0 \Rightarrow Z_L = Z_C$

$$\Rightarrow L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{\pi} \text{ H} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: Gặp mạch R, C, (L, r) trong đó L biến thiên. Khi điện áp trên mạch chứa C, (L, r) nhỏ nhất, làm tương tự cũng có $Z_L = Z_C$. Lúc này điện áp nhỏ nhất đạt

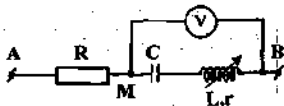
$$\text{được là: } U_{dC \min} = I \cdot Z_{MN} = \frac{U}{Z} \cdot Z_{MN} = \frac{U}{R+r} \cdot r$$

Bài tập vận dụng: Cho mạch điện xoay

chiều có $u_{AB} = 150\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Cuộn dây không thuần cảm có $r = 25 \Omega$ và L biến thiên. Biết điện trở $R = 50 \Omega$, tụ

$C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ (F). Tìm số chỉ nhỏ nhất của

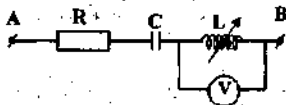
vôn kế và giá trị của L khi đó? Hãy cho biết công suất tiêu thụ của mạch lúc đó là lớn nhất hay nhỏ nhất?



Ví dụ 33: Cho đoạn mạch xoay chiều gồm ba phần tử: Điện trở R , tụ điện C và cuộn dây thuần cảm L mắc nối tiếp, giá trị của L có thể thay đổi được.

Biết hiệu điện thế giữa hai đầu mạch AB là

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



$R = 100 \, \Omega$, $C = \frac{10^{-4}}{2\pi} \, \text{F}$, vôn kế lí tưởng. Khi thay đổi L , thấy có một giá trị làm cho vôn kế chỉ cực đại, giá trị đó của L là

A. $\frac{2,5}{\pi} \, \text{H}$.

B. $\frac{1,5}{\pi} \, \text{H}$.

C. $\frac{\pi}{2,5} \, \text{H}$.

D. $\frac{\pi}{1,5} \, \text{H}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là bài toán thuộc dạng L biến thiên cho U_L cực đại. Có nhiều cách giải cho loại bài toán này, sau đây là cách giải theo phương pháp đại số theo hướng biến đổi U_L theo hàm bậc hai rồi lấy cực trị là tọa độ đỉnh.

Số chỉ vôn kế chính là U_L .

$$\text{Ta có } U_L = I Z_L = \frac{U}{Z} Z_L = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} Z_L = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} Z_L = \frac{U}{\sqrt{Y}}.$$

Vôn kế chỉ cực đại khi Y đạt cực tiểu.

$$\text{Xét } Y = \frac{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}{Z_L^2} = (R^2 + Z_C^2) \left(\frac{1}{Z_L}\right)^2 - 2Z_C \left(\frac{1}{Z_L}\right) + 1$$

$\Rightarrow$ đồ thị Y theo $\frac{1}{Z_L}$ là parabol có phần lõm hướng lên trên

$$\Rightarrow \text{cực tiểu của } Y \text{ ứng với tọa độ đỉnh, lúc đó } \frac{1}{Z_L} = -\frac{b}{2a} = \frac{Z_C}{R^2 + Z_C^2}$$

$$\Rightarrow Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} = 250 \, \Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{250}{100\pi} = \frac{2,5}{\pi} \, \text{H} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Chú ý: Các em nên nhớ kết quả $Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}$ và $U_{L_{\max}} = U \frac{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}$ để giải

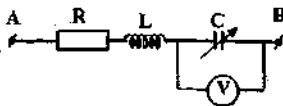
quyết các bài toán xuôi ngược và tính tiền cho bài toán C biến thiên làm $U_{C_{\max}}$.

Ví dụ 34: Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ.

Cuộn dây thuần cảm $L = \frac{1}{\pi}$ H.

Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch AB

có dạng $u = U\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (V).



Khi cho tụ điện C biến thiên, thấy có một giá trị $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F làm số chỉ vôn kế cực đại bằng 150V. Giá trị điện trở R và điện áp hiệu dụng U của mạch lần lượt là

A. $R = 150\Omega$; $U = 75V$.

B. $R = 100\Omega$; $U = 75\sqrt{2}V$.

C. $R = 100\Omega$; $U = 150V$.

D. $R = 150\Omega$; $U = 200V$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là bài toán C biến thiên cho $U_{C_{max}}$ nhưng ở dạng ngược. Cũng tương tự như bài toán L biến thiên cho $U_{L_{max}}$ dù sử dụng phương pháp đại số hay giản đồ

vecto, chúng ta đều thu được kết quả $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$ và $U_{C_{max}} = U \frac{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R}$. Từ

các biểu thức liên hệ này, ta sẽ rút ra được đại lượng cần tìm.

+ Dễ dàng tính được cảm kháng $Z_L = 100\Omega$ và dung kháng $Z_C = 200\Omega$.

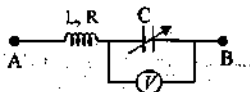
+ Từ $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} \Rightarrow R = \sqrt{Z_C \cdot Z_L - Z_L^2} = \sqrt{200 \cdot 100 - 100^2} = 100\Omega$

+ Từ $U_{C_{max}} = U \frac{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R} \Rightarrow U = \frac{U_{C_{max}} \cdot R}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} = \frac{150 \cdot 100}{\sqrt{100^2 + 100^2}} = 75\sqrt{2}V$.

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho mạch điện như hình vẽ. Hiệu điện thế ở hai đầu đoạn mạch có dạng $u_{AB} = 100\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (V). Cuộn dây không



thuần cảm $L = \frac{\sqrt{3}}{\pi}$ H, $R = 100\Omega$. Cho C thay đổi, số chỉ cực đại của vôn kế có thể đạt được là

A. 200 V.

B. 150 V.

C. 100 V.

D. 250 V.

Bài toán 2: Cho đoạn mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp. Cho biết $R = 60\Omega$, cuộn dây thuần cảm, hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = U_0 \cos 100\pi t$. Khi thay đổi L đến giá trị $L = \frac{1,25}{\pi}$ H thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn dây đạt giá trị cực đại. Tìm giá trị điện dung của C của tụ điện?

A. $C = \frac{10^{-3}}{8\pi}$ F và $C = \frac{10^{-3}}{4,5\pi}$ F

B. $C = \frac{10^{-3}}{4\pi}$ F và $C = \frac{10^{-3}}{4,5\pi}$ F

C. $C = \frac{10^{-3}}{\pi}$ F và $C = \frac{10^{-3}}{8\pi}$ F

D. $C = \frac{10^{-3}}{2\pi}$ F và $C = \frac{10^{-3}}{8\pi}$ F

Bài toán 3: Cho mạch điện RLC mắc nối tiếp, trong đó có tụ điện C thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch trên một hiệu điện thế xoay chiều có biểu thức $u = U\sqrt{2} \cos \omega t$. Khi thay đổi điện dung của tụ điện để hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại và bằng $2U$. Quan hệ giữa Z_L và R là

A. $Z_L = \frac{R}{\sqrt{3}}$

B. $Z_L = 2R$

C. $Z_L = R\sqrt{3}$

D. $Z_L = 3R$

Bài toán 4: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (U không đổi, t tính bằng s) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{1}{5\pi}$ H và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung của tụ điện để điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại. Giá trị cực đại đó bằng $U\sqrt{3}$. Điện trở R bằng

A. 10Ω

B. $20\sqrt{2}\Omega$

C. $10\sqrt{2}\Omega$

D. 20Ω

Ví dụ 35: 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 và U_C lần lượt là 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. $U_C^2 = U_R^2 + U_L^2 + U^2$

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

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

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi bài toán cho độ lệch pha giữa các hiệu điện thế, ta nên giải quyết bài toán theo phương pháp giản đồ vectơ.

Giản đồ vectơ theo cách vẽ nối tiếp cho đoạn mạch LRC với các dữ kiện bài toán như hình vẽ.

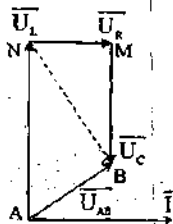
Theo định lý Pitago cho tam giác vuông BAN ta có:

$$U_L^2 = U^2 + U_{\text{NB}}^2 \quad (1)$$

Cũng từ định lý Pitago áp dụng cho tam giác vuông MNB ta lại có: $U_{\text{NB}}^2 = U_R^2 + U_C^2$ (2)

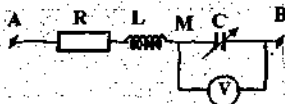
Từ (1) và (2) ta được: $U_L^2 = U^2 + U_R^2 + U_C^2$

→ Đáp án C.



Ví dụ 36: Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ. Cuộn dây thuần cảm.

Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch



AB có dạng $u = 30\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi) \text{ (V)}$.

Khi cho tụ điện C biến thiên, thấy có một giá trị C làm số chỉ vôn kế cực đại và lúc đó thấy điện áp trên cuộn dây $U_L = 32 \text{ V}$. Giá trị cực đại mà vôn kế chỉ là

A. 30 V.

B. 40 V.

C. 50 V.

D. 60 V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là bài toán C biến thiên cho $U_{C_{\text{max}}}$ sử dụng phương pháp đại số hoặc phương pháp giản đồ vectơ đều cho kết quả $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} \Rightarrow U_C = \frac{U_R^2 + U_L^2}{U_L}$ (1).

Để khử U_R trong phương trình (1), có thể dùng một trong hai mối liên hệ sau:

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 \quad (\text{Theo tính chất đoạn mạch RLC nối tiếp})$$

$$U_C^2 = U^2 + U_R^2 + U_L^2 \quad (\text{Theo giản đồ vectơ, khi } U_{C_{\text{max}}} \text{ thì } \vec{U}_{AB} \perp \vec{U}_{AN})$$

Muốn giải nhanh, ta sử dụng mối liên hệ thứ hai, từ mối liên hệ này có ngay

$$U_R^2 + U_L^2 = U_C^2 - U^2 \text{ rồi thay vào (1) được: } U_C = \frac{U_C^2 - U^2}{U_L} \Rightarrow U_C^2 - U_L U_C - U^2 = 0$$

$$\Rightarrow U_C^2 - 32U_C - 30^2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} U_C = -18 \\ U_C = 50 \end{cases} \Rightarrow U_C = 50 \text{ V} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 37: Mạch điện xoay chiều gồm R, C, L ghép nối tiếp. Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U = 100\sqrt{3}$ V vào hai đầu đoạn mạch. Khi L biến thiên, có một giá trị của L làm $U_L^{\max}$, lúc đó thấy $U_C = 200$ V. Hiệu điện thế trên cuộn dây thuần cảm đạt cực đại bằng

- A. 100 V. B. 200 V. C. 300 V. D. $200\sqrt{3}$ V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là bài toán L biến thiên cho $U_L^{\max}$, theo giản đồ

vector thì lúc đó $\vec{U}_{RC} \perp \vec{U}$ nên $AB^2 = MB \cdot NB$

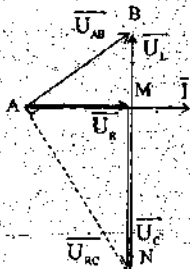
$$\Rightarrow U^2 = (U_C - U_C) \cdot U_L$$

$$\Rightarrow U_L^2 - U_C U_L - U^2 = 0$$

Thay số: $U_L^2 - 200U_L - 3 \cdot 10^4 = 0$

$$\Rightarrow \begin{cases} U_L = -1 \\ U_L = 300 \end{cases} \Rightarrow U_L^{\max} = 300 \text{ V}$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.



Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U = 30\sqrt{2}$ V vào hai đầu đoạn mạch RLC mắc nối tiếp. Biết cuộn dây thuần cảm, có độ tự cảm L thay đổi được. Khi điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây đạt giá trị cực đại thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ điện là 30V. Giá trị hiệu điện thế cực đại hai đầu cuộn dây là

- A. 100V. B. 150V. C. 60V. D. 200V.

Bài toán 2: Cho mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp. Tụ điện có điện dung

$C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F; cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được. Hiệu điện thế xoay chiều đặt vào hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng là 100V, tần số dòng điện $f = 50\text{Hz}$. Khi $L = \frac{5}{4\pi}$ H thì hiệu điện thế hiệu dụng trên cuộn dây đạt giá trị cực đại. Hỏi khi L thay đổi, công suất cực đại là bao nhiêu?

- A. 100W. B. 200W. C. 400W. D. 50W.

Bài toán 3: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm R , tụ 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. 80 V . B. 136 V . C. 64 V . D. 48 V .

Ví dụ 38: Mạch điện xoay chiều gồm tụ điện và cuộn dây mắc nối tiếp. Điện trở thuần và cảm kháng của cuộn dây có giá trị bằng nhau. Điện áp ở hai đầu tụ điện là $40\sqrt{2}\text{ V}$ và chậm pha so với điện áp của mạch là $\frac{\pi}{4}$. Điện áp của mạch có giá trị

- A. 80 V . B. 60 V . C. $40\sqrt{2}\text{ V}$. D. 40 V .

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Vì $U_L = U_C$ nên $\triangle MNB$ vuông cân

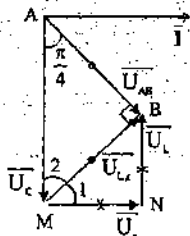
$$\Rightarrow \widehat{M}_1 = \frac{\pi}{4}$$

$$\Rightarrow \widehat{M}_2 = \frac{\pi}{4} \Rightarrow \triangle AMB \text{ vuông cân tại } B$$

+ Theo Pitago ta có $U_C^2 = U_{AB}^2 + U_L^2 = 2U_{AB}^2$

$$\Rightarrow U_{AB} = \frac{U_C}{\sqrt{2}} = \frac{40\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 40\text{ V}$$

$\Rightarrow$ Đáp án D.



Ví dụ 39: Điện áp đoạn mạch xoay chiều $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t (\text{V})$. Mạch điện gồm cuộn dây không thuần cảm mắc nối tiếp tụ điện. Biết độ tự cảm cuộn dây là $0,1\text{ H}$. Điện áp ở hai đầu cuộn dây và tụ điện lần lượt là 160 V và 56 V . Điện trở thuần có giá trị

- A. $7,5\ \Omega$. B. $23,5\ \Omega$. C. $40\ \Omega$. D. $104\ \Omega$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Giản đồ vector của mạch điện như hình vẽ.

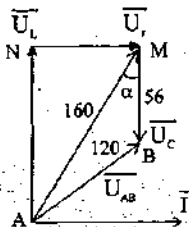
Áp dụng định lý hàm số cosin cho ΔAMB có:

$$U^2 = U_L^2 + U_C^2 - 2U_L U_C \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{U_L^2 + U_C^2 - U^2}{2U_L U_C} = \frac{160^2 + 56^2 - 120^2}{2 \cdot 160 \cdot 56} = 0,8$$

Trong ΔNAM có $\tan \alpha = \frac{U_L}{U_C} = \frac{I r}{I Z_L} = \frac{r}{Z_L}$

$$\Rightarrow r = Z_L \tan \alpha = \omega L \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \omega L \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha} = 23,5 \, \Omega \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$



Ví dụ 40: Mạch điện như hình vẽ.

So với cường độ dòng điện, điện áp ở hai đầu đoạn

mạch AB lệch pha góc φ_{AB} với $\cos \varphi_{AB} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, còn

điện áp ở hai đầu đoạn mạch AM lệch pha góc với

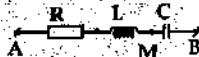
$\cos \varphi_{AM} = \frac{\sqrt{3}}{2}$. Nếu pha ban đầu của dòng điện là 15° thì pha ban đầu của điện áp ở hai đầu đoạn mạch AB là

A. -45° .

B. -30° .

C. 45° .

D. 30° .

**Phân tích và hướng dẫn giải:**

Vì $\cos \varphi_{AM} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ và đoạn mạch AM chỉ có RL nên $\varphi_{AM} = \frac{\pi}{6}$

$$\text{Từ } \cos \varphi_{AB} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \varphi_{AB} = \pm \frac{\pi}{4}$$

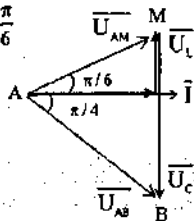
Do $|\varphi_{AB}| > |\varphi_{AM}|$ và từ M đến B chỉ còn tụ điện C

nên chỉ có thể lấy $\varphi_{AB} = -\frac{\pi}{4}$.

Giản đồ vector của mạch điện như hình vẽ.

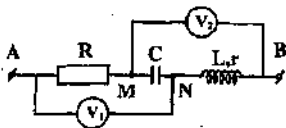
$$\text{Vì } \varphi_{AB} = \varphi_{AB} - \varphi_i \text{ nên } \varphi_{AB} - \varphi_i = -\frac{\pi}{4} \Rightarrow \varphi_{AB} = \varphi_i - \frac{\pi}{4} = 15^\circ - 45^\circ = -30^\circ$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.



Ví dụ 41: Cho mạch điện như hình vẽ.

Điện trở $R = 80 \Omega$, các vôn kế có điện trở rất lớn. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp $u_{AB} = 240\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (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 $\frac{\pi}{2}$, số chỉ của vôn kế V_1 là $80\sqrt{3}$ (V). Tìm L , C , r và số chỉ của vôn kế V_2 ?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cách 1: Sử dụng phương pháp đại số

$$\begin{aligned}
 & \text{Từ } \begin{cases} Z_{AB} = \frac{U_{AB}}{I} \\ Z_{MN} = \frac{U_{V1}}{I} \\ \tan \varphi_{AN} \cdot \tan \varphi_{NB} = -1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sqrt{(80+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{240}{\sqrt{3}} \\ \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{80\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \\ \frac{-Z_C}{80} \cdot \frac{Z_L - Z_C}{r} = -1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r = 40 (\Omega) \\ Z_L = \frac{200}{\sqrt{3}} (\Omega) \\ Z_C = \frac{80}{\sqrt{3}} (\Omega) \end{cases}
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow r = 40 \Omega, L = \frac{2}{\sqrt{3}\pi} \text{ H}, C = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-3}}{8\pi} \text{ F}; \text{ Số chỉ của } V_1: U_{V1} = I Z_{MN} = 160 \text{ V.}$$

Cách 2: Sử dụng phương pháp giản đồ vectơ. Với $U_R = IR = 80\sqrt{3}$ (V) áp dụng định lý hàm số cosin cho tam giác thường ABM ta có:

$$\cos \varphi = \frac{AB^2 + AM^2 - MB^2}{2 \cdot AB \cdot AM} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varphi = 30^\circ$$

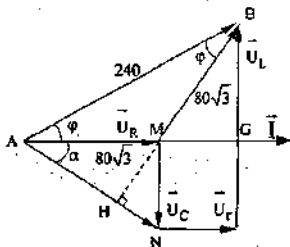
$$\Rightarrow \text{Góc } BAH = 90^\circ - ABH = 60^\circ$$

$$\text{và } \alpha = 60^\circ - \varphi = 30^\circ$$

+ Xét $\triangle AMN$, vuông tại M ta có:

$$\begin{cases} U_C = MN = AM \tan 30^\circ = 80 \text{ (V)} \\ U_{V1} = AN = \frac{AM}{\cos 30^\circ} = 160 \text{ (V)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} U_C = MN = AM \tan 30^\circ = 80 \text{ (V)} \\ U_{V1} = AN = \frac{AM}{\cos 30^\circ} = 160 \text{ (V)} \end{cases}$$



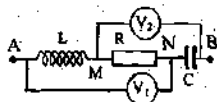
+ Xét $\triangle ABG$ vuông tại G có: $U_L = U_C + GB = U_C + AB \cdot \sin \varphi = 200$ (V).

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

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

Số chỉ vôn kế V_1 là $U_{V_1} = IZ_{AN} = 160 V$.

Bài tập vận dụng: Cho mạch điện xoay chiều như hình vẽ, cuộn dây thuần cảm. 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

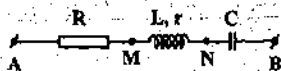
C. 48V

D. 100V

Ví dụ 42: Cho mạch điện như hình vẽ.

Giá trị của các phần tử trong mạch

$$L = \frac{1}{\pi} (H), C = \frac{50}{\pi} (\mu F), R = 2r. \quad \text{Hiệu}$$



điện thế giữa hai đầu đoạn mạch $u = U_0 \cos \left(100\pi t + \frac{\pi}{12} \right) (V)$. Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai điểm A, N là 200V 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 và viết biểu thức dòng điện trong mạch?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cách 1: Sử dụng phương pháp đại số

+ Có ngay $Z_L = 100 \Omega$ và $Z_C = 200 \Omega$. Vì hiệu điện thế tức thời giữa hai đoạn mạch lệch nhau $\frac{\pi}{2}$ nên: $\tan \varphi_{MN} \cdot \tan \varphi_{AB} = -1$

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

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

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

+ Độ lệch pha φ_{AB} giữa u_{AB} so với dòng điện được tính:

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

Mặt khác $\varphi_{AB} = \varphi_u - \varphi_i \Rightarrow \varphi_i = \varphi_u - \varphi_{AB} = \frac{\pi}{12} - \left(-\frac{\pi}{6}\right) = \frac{\pi}{3}$

+ Vậy, biểu thức dòng điện: $i = \sqrt{2} \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (A)}$.

Cách 2: Sử dụng phương pháp giản đồ vectơ.

+ Dễ thấy M là trực tâm của $\triangle ABN$.

+ Ngoài ra vì $Z_C = 2Z_L \Rightarrow U_C = 2U_L \Rightarrow NO = OB$. Do đó, AO là đường trung tuyến của $\triangle ABN$.

Lại có $R = 2r \Rightarrow U_R = 2U_r \Rightarrow MO = \frac{1}{3} AO$.

Chứng tỏ M còn là trọng tâm của $\triangle ABN$.

+ Vì M vừa là trọng tâm vừa là trực tâm của $\triangle ABN$, nên suy ra $\triangle ABN$ đều.

$\Rightarrow U_{AB} = U_{NB} = U_{AN} = 200 \text{ (V)}$.

nên $U_0 = U_{AB} \sqrt{2} = AB \sqrt{2} = 200\sqrt{2} \text{ (V)}$

+ Cường độ hiệu dụng:

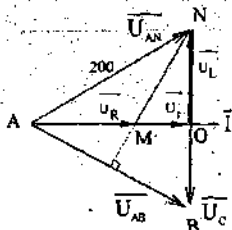
$$I = \frac{U_C}{Z_C} = \frac{NB}{Z_C} = \frac{200}{200} = 1 \text{ (A)}$$

+ Từ giản đồ tính được: $U_R = \frac{2}{3} AO = \frac{2}{3} \cdot 200 \sin 60^\circ = \frac{200}{\sqrt{3}} \text{ (V)}$

$$\Rightarrow R = \frac{U_R}{I} = \frac{200}{\sqrt{3}} \text{ (}\Omega\text{)}, r = \frac{R}{2} = \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ (}\Omega\text{)}$$

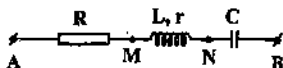
+ Từ giản đồ, dễ dàng nhận thấy i_{AB} sớm pha hơn u_{AB} một góc $\frac{\pi}{6}$.

+ Vậy, biểu thức dòng điện: $i = \sqrt{2} \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (A)}$.



Ví dụ 43: Cho mạch điện như hình vẽ bên.

Điện trở thuần $R = 120\sqrt{3} (\Omega)$,



cuộn dây có điện trở thuần $r = 30\sqrt{3} (\Omega)$.

Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có biểu thức: $u_{AB} = U_0 \cos 100\pi t (V)$, hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai điểm A, N là $U_{AN} = 300 (V)$, và giữa hai điểm M, B là $U_{MB} = 60\sqrt{3} (V)$. Hiệu điện thế tức thời u_{AN} lệch pha so với u_{MB} là $\pi/2$. Xác định U_0 , độ tự cảm L , tụ điện C . Viết biểu thức dòng điện trong mạch?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cách 1: Sử dụng phương pháp đặt số

$$\begin{aligned}
 & \begin{cases} Z_{AN} = \frac{U_{AN}}{I} \\ Z_{MB} = \frac{U_{MB}}{I} \\ \tan \varphi_{AN} \cdot \tan \varphi_{MB} = -1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sqrt{(R+r)^2 + (Z_L)^2} = \frac{U_{AN}}{I} \\ \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{U_{MB}}{I} \\ \frac{Z_L}{R+r} \cdot \frac{Z_L - Z_C}{r} = -1 \end{cases} \\
 & \Rightarrow \begin{cases} \frac{\sqrt{(R+r)^2 + (Z_L)^2}}{\sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U_{AN}}{U_{MB}} \\ \frac{Z_L}{R+r} \cdot \frac{Z_L - Z_C}{r} = -1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{\sqrt{(150\sqrt{3})^2 + (Z_L)^2}}{\sqrt{(30\sqrt{3})^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{300}{60\sqrt{3}} \\ \frac{Z_L}{150\sqrt{3}} \cdot \frac{Z_L - Z_C}{30\sqrt{3}} = -1 \end{cases} \\
 & \Rightarrow \begin{cases} Z_L = 150 (\Omega) \\ Z_C = 240 (\Omega) \end{cases} \Rightarrow \left(I = \frac{U_{AN}}{Z_{AN}} = 1 (A); L = \frac{1,5}{\pi} (H); C = \frac{10^{-3}}{24\pi} (F) \right)
 \end{aligned}$$

$$+ \text{Ta có } U_0 = I \cdot Z_{AB} \sqrt{2} = \sqrt{2} \sqrt{(150\sqrt{3})^2 + (90)^2} = 60\sqrt{42} (V)$$

+ Độ lệch pha φ_{AB} giữa u_{AB} so với dòng điện được tính:

$$\tan \varphi_{AB} = \frac{Z_L - Z_C}{R+r} = \frac{150 - 240}{120\sqrt{3} + 30\sqrt{3}} = -\frac{\sqrt{3}}{5} \Rightarrow \varphi_{AB} \approx -0,106\pi$$

$$\text{Mặt khác } \varphi_{AB} = \varphi_u - \varphi_i \Rightarrow \varphi_i = \varphi_u - \varphi_{AB} = 0 - (-0,106\pi) = 0,106\pi$$

Vậy biểu thức dòng điện là $i = \sqrt{2} \sin(100\pi t + 0,106\pi) (A)$.

Cách 2: Sử dụng phương pháp giải đồ vectơ.

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

+ Kẻ $ME \parallel AN \Rightarrow ME = \frac{1}{5}AN = 60 \text{ (V)}$

+ Xét $\triangle AME$: $\tan \alpha = \frac{ME}{MB} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$

+ Xét $\triangle MOB$: $OB \approx MB \cos \alpha \approx 90 \text{ (V)}$

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

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

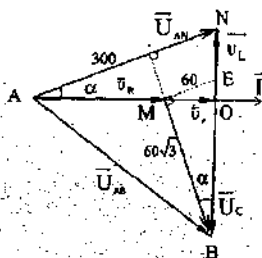
$U_L = 150 \text{ (V)} \Rightarrow Z_L = \frac{U_L}{I} = 150 \text{ (}\Omega\text{)} \approx 100\pi L \Rightarrow L = \frac{1,5}{\pi} \text{ (H)}$

$U_C = OB + U_L = 240 \text{ (V)} \Rightarrow Z_C = 240 \text{ (}\Omega\text{)} \Rightarrow C = \frac{10^{-3}}{24\pi} \text{ (F)}$

+ $U_0 = U_{AB} \sqrt{2} = \sqrt{2} \sqrt{AO^2 + OB^2} = 60\sqrt{42} \text{ (V)}$

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

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

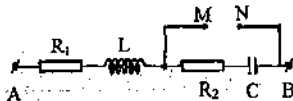


Ví dụ 44: Cho mạch điện như hình vẽ trong đó cuộn dây thuần cảm. Điện áp hai đầu mạch $u_{AB} = U_0 \cos 100\pi t \text{ (V)}$.

+ Khi mắc ampe kế lí tưởng vào hai điểm M, N thì ampe kế chỉ 0,3A, dòng điện trong mạch lệch pha 60° so với u_{AB} và công suất toả nhiệt trong mạch là 18W.

+ Khi thay ampe kế trên bằng vôn kế lí tưởng thì vôn kế chỉ 60V, hiệu điện thế trên vôn kế trễ pha 60° so với u_{AB} .

Tìm U_0, R_1, R_2, L và C ?



Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khi mắc ampe kế li tường vào M, N thì đoạn mạch chứa R_2 và C bị nối tắt, mạch AB chỉ còn lại R_1 nối tiếp L.

$$\text{Từ } P = UI \cos \varphi \Rightarrow U = \frac{P}{I \cos \varphi} = \frac{18}{0,3 \cdot \cos 60^\circ} = 120(\text{V}) \Rightarrow U_0 = 120\sqrt{2}(\text{V})$$

$$\text{Mặt khác: } P = I^2 R_1 = 18 \Rightarrow R_1 = \frac{P}{I^2} = \frac{18}{0,3^2} = 200(\Omega).$$

$$\text{Từ: } \tan \varphi = \frac{Z_L}{R_1} \Rightarrow Z_L = R_1 \tan \varphi = 200\sqrt{3}(\Omega) \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{200\sqrt{3}}{100\pi} = \frac{2\sqrt{3}}{\pi}(\text{H})$$

+ Khi thay ampe kế trên bằng vôn kế li tường thì mạch có đầy đủ 4 phần tử, đọc dễ thấy bài toán có đủ kiện hai điện áp lệch nhau góc 60° nên ta sẽ dùng giản đồ vectơ để giải. Áp dụng định lý hàm số cosin trong tam giác AMB ta có:

$$U_{AM} = \sqrt{U^2 + U_{MB}^2 - 2UU_{MB} \cos MBA}$$

$$\text{Thay số được } U_{AM} = 60\sqrt{3}(\text{V})$$

Cường độ dòng điện lúc này

$$I' = \frac{U_{AM}}{Z_{AM}} = \frac{U_{AM}}{\sqrt{R_1^2 + Z_L^2}} = \frac{60\sqrt{3}}{\sqrt{(200)^2 + (200\sqrt{3})^2}} = 0,15\sqrt{3}(\text{A})$$

$$\text{và ta có hệ: } \begin{cases} Z_{MB} = \sqrt{R_2^2 + Z_C^2} = \frac{U_{MB}}{I'} = \frac{60}{0,15\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}}(\Omega) \end{cases}$$

$$Z_{AB} = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{U}{I'} = \frac{120}{0,15\sqrt{3}} = \frac{800}{\sqrt{3}}(\Omega)$$

$$\text{từ đó thu được } \begin{cases} R_2 = 200(\Omega) \\ Z_C = \frac{200}{\sqrt{3}}(\Omega) \Rightarrow C = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-4}}{2\pi}(\text{F}) \end{cases}$$

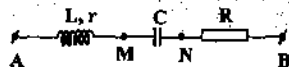
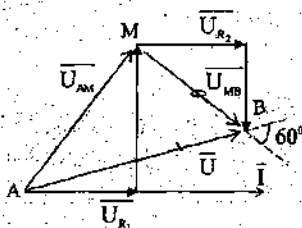
Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho mạch điện như hình vẽ.

Biết $u = U_0 \cos 100\pi t(\text{V})$, $U_{MN} = 120 \text{ V}$,

u_{AM} lệch pha so với u_{MN} là 140° ; u_{AM} lệch

pha so với u_{MB} là 110° ; u_{AM} lệch pha so với u_{AB} là 90° . Cho $R = 40\sqrt{3} \Omega$. Hãy viết u_{NB} và tính r , L, C.



Bài toán 2: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010) Một đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn mạch AM có điện trở thuần 50Ω mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có $L = \frac{1}{\pi}$ H, đoạn mạch MB chỉ có tụ điện với điện dung thay đổi được. Đặt điện áp $u = U_0 \cos 100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch AB. Điều chỉnh C đến giá trị C_1 sao cho điện áp hai đầu đoạn mạch AB lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch AM. Giá trị của C_1 bằng

- A. $\frac{4 \cdot 10^{-5}}{\pi}$ F. B. $\frac{8 \cdot 10^{-5}}{\pi}$ F. C. $\frac{2 \cdot 10^{-5}}{\pi}$ F. D. $\frac{10^{-5}}{\pi}$ F.

Ví dụ 45: 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.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi chưa nối tắt hai đầu tụ điện, mạch có cộng hưởng điện nên:

$$P_{\max} = \frac{U^2}{R_1 + R_2} = 120 \Leftrightarrow U^2 = 120(R_1 + R_2) \quad (a)$$

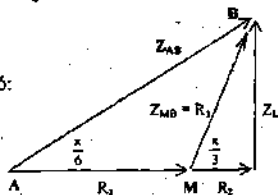
Khi nối tắt hai đầu tụ điện, theo giản đồ véc tơ có:

$$R_2 = Z_{MB} \cos \frac{\pi}{3} = \frac{R_1}{2} \Rightarrow (R_1 + R_2) = 3R_2 \quad (b)$$

$$Z_{AB} = \frac{R_1 + R_2}{\cos \frac{\pi}{6}} = \frac{6R_2}{\sqrt{3}} \quad (c)$$

Thay (a); (b); (c) vào biểu thức tính công suất tiêu thụ trên toàn mạch AB khi này

$$\text{ta được: } P = \frac{U^2}{Z} \cos \varphi = \frac{120 \cdot 3R_2}{\frac{6R_2}{\sqrt{3}}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 90 \text{ (W)}$$



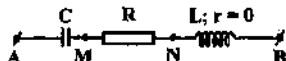
Ví dụ 46: Cho một đoạn mạch điện xoay chiều như hình vẽ. Biết điện áp trên các đoạn mạch

$$u_{AN} = 100\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (V)}.$$

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

$u_{AB} = U_0 \cos(100\pi t + \varphi_0)$ (V). Hãy chọn giá trị đúng của φ_0 ?

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



Phân tích và hướng dẫn giải:

Biểu thức của u_{AN} và u_{MB} cho ta biết:

+ Độ lệch pha giữa chúng là $\frac{\pi}{2} - \left(-\frac{\pi}{6}\right) = \frac{2\pi}{3}$ nên $\overline{U_{MB}}$

hợp với $\overline{U_{AN}}$ góc $\frac{2\pi}{3}$

+ Chúng có cùng biên độ, chúng đều chứa phần tử R nên

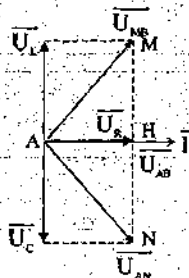
$$U_L = U_C \Rightarrow \overline{U_{AB}} \text{ trùng với } \overline{U_R}.$$

Giản đồ vector của mạch điện như hình vẽ.

Nhận thấy $\overline{U_{AB}}$ là phân giác của góc NAM

$\Rightarrow$ Góc HAM bằng $\frac{\pi}{3}$

$$\Rightarrow \varphi_{u_{MB}} - \varphi_{u_{AB}} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \varphi_{u_{AB}} = \varphi_{u_{MB}} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

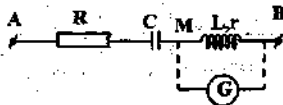


Ví dụ 47: Đặt điện áp giữa hai đầu mạch AB là $u = 120\sqrt{2} \cos \omega t$ (V).

Khi G là ampe kế lí tưởng thì nó chỉ

$\sqrt{3}$ A. Khi thay G bằng vôn kế lí tưởng thì nó chỉ 60 V, lúc đó điện áp giữa hai đầu MB lệch pha 60° so với điện áp giữa hai đầu AB. Tổng trở của cuộn dây là

- A. 40 Ω . B. $40\sqrt{3}$ Ω . C. $20\sqrt{3}$ Ω . D. 60 Ω .



Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khi G là ampe kế lí tưởng thì cuộn dây bị nối tắt, mạch chỉ còn RC nên

$$\sqrt{R^2 + Z_C^2} = \frac{U}{I} = \frac{120}{\sqrt{3}} = 40\sqrt{3} \, \Omega$$

+ Khi G là vôn kế lí tưởng, mạch có đầy đủ 3 phần tử RLC

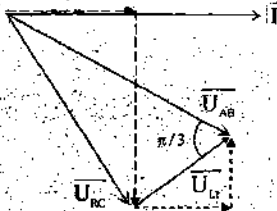
Từ giản đồ, áp dụng định lí hàm số cosin ta có

$$U_{RC}^2 = U_{AB}^2 + U_{Lr}^2 - 2U_{AB}U_{Lr}\cos 60^\circ$$

$$\Rightarrow U_{RC} = 60\sqrt{3}$$

$$\text{Dòng điện lúc này } I' = \frac{U_{RC}}{Z_{RC}} = \frac{60\sqrt{3}}{40\sqrt{3}} = 1,5 \text{ A}$$

$$\Rightarrow Z_{Lr} = \frac{U_{Lr}}{I'} = \frac{60}{1,5} = 40 \, \Omega \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$



Ví dụ 48: Cho một mạch điện L, R, C nối tiếp theo thứ tự trên với cuộn dây thuần cảm. Biết

$$L = \frac{1,0}{\pi} \text{ H, } C = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi} \text{ F, } R \text{ thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện}$$

thế xoay chiều có biểu thức $u_{AB} = U_0 \cos 100\pi t$ (V). Để u_C chậm pha $\frac{2\pi}{3}$ so với u_{AB} thì giá trị điện trở

$$\text{A. } R = 50 \, \Omega. \quad \text{B. } R = 50\sqrt{3} \, \Omega. \quad \text{C. } R = 100 \, \Omega. \quad \text{D. } R = \frac{50\sqrt{3}}{3} \, \Omega.$$

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Ta có: } \omega = 100\pi \text{ rad/s, } Z_L = \omega L = 100 \, \Omega, \quad Z_C = \frac{1}{\omega C} = 50 \, \Omega$$

Cách 1: ♦ Ta biết rằng u_C luôn chậm pha $\frac{\pi}{2}$ so với i (1)

♦ Theo đề ra u_C chậm pha $\frac{2\pi}{3}$ so với u_{AB} (2)

$$\text{Từ (1) và (2)} \Rightarrow u_{AB} \text{ nhanh pha hơn } i \text{ góc } \varphi = \frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{6}$$

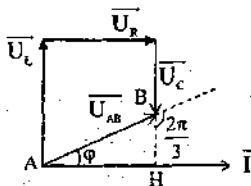
$$\diamond \text{ Do } \tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} \Rightarrow R = \frac{Z_L - Z_C}{\tan \varphi} = \frac{100 - 50}{\tan \frac{\pi}{6}} = 50\sqrt{3} \, \Omega \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Cách 2: Theo giản đồ vector thấy ngay $\varphi = \frac{\pi}{6}$.

Trong tam giác vuông HAB có:

$$\tan \varphi = \frac{HB}{HA} = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

$$\Rightarrow R = \frac{Z_L - Z_C}{\tan \varphi} = \frac{100 - 50}{\tan \frac{\pi}{6}} = 50\sqrt{3} \Omega$$



Ví dụ 49: Cho một mạch điện LRC nối tiếp theo thứ tự trên với cuộn dây thuần cảm. Biết R thay đổi được, $L = \frac{1}{\pi}$ H, $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế xoay chiều có biểu thức: $u = U_0 \cos 100\pi t$ (V). Để u_{RL} lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{RC} thì

- A. $R = 50 \Omega$. B. $R = 100 \Omega$. C. $R = 100\sqrt{2} \Omega$. D. $R = 100\sqrt{3} \Omega$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\omega = 100\pi \text{ rad/s}, Z_L = \omega L = 100 \Omega, Z_C = \frac{1}{\omega C} = 200 \Omega$$

Cách 1: Vì u_{RL} vuông pha so với u_{RC}

$$\Rightarrow \tan \varphi_{RL} \cdot \tan \varphi_{RC} = -1 \Rightarrow \frac{Z_L}{R} \left(\frac{-Z_C}{R} \right) = -1$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{Z_L Z_C} = 100\sqrt{2} \Omega \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

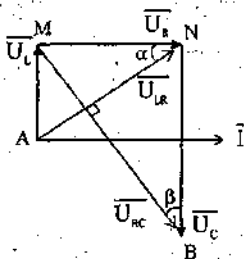
Cách 2: Vì u_{RL} lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{RC} nên trên giản

đồ vector thì $\overline{U_{LR}} \perp \overline{U_{RC}} \Rightarrow \alpha = \beta$ (góc có cạnh tương ứng vuông góc) $\Rightarrow \tan \alpha = \tan \beta$

$$\text{Trong tam giác vuông MAN có } \tan \alpha = \frac{U_L}{U_R} = \frac{Z_L}{R}$$

$$\text{Trong tam giác vuông NMB có } \tan \beta = \frac{U_R}{U_C} = \frac{R}{Z_C}$$

$$\Rightarrow \frac{Z_L}{R} = \frac{R}{Z_C} \Rightarrow R = \sqrt{Z_L Z_C} = 100\sqrt{2} \Omega$$

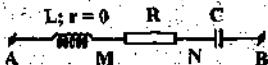


Chú ý:

+ Vì bài toán trên có sự vuông pha (hai vector vuông góc) nên sử dụng phương trình $\tan \varphi_{RL} \cdot \tan \varphi_{RC} = -1$ ở cách 1 cho kết quả nhanh hơn, tuy nhiên nếu gặp bài toán với độ lệch pha bất kì (khác $\frac{\pi}{2}$) thì phương pháp giản đồ vector ở cách 2 cho phép giải toán bằng hình học sẽ đơn giản và hiệu quả hơn rất nhiều.

+ Thông thường thì biểu diễn các vector nối tiếp nhau như hệ thống các bài đã được trình bày sẽ cho hình vẽ đơn giản nên dễ nhìn và dễ giải quyết, tuy nhiên, ở một số mạch LRC mà có sự lệch pha bất chéo ta lại nên vẽ chung gốc như bài toán ngay dưới đây, ở hình vẽ chung gốc đó, sử dụng tính chất $h^2 = b' \cdot c'$ trong tam giác vuông thì sẽ có ngay $R = \sqrt{Z_L \cdot Z_C}$!

Ví dụ 50: Cho đoạn mạch điện xoay chiều như hình vẽ. Biết hiệu điện thế hiệu dụng trên các đoạn mạch $U_{AN} = 200V$, $U_{MB} = 150V$ và biểu thức hiệu điện thế của hai đoạn mạch này lệch nhau 90° .



Cường độ dòng điện trong mạch có biểu thức $i = 2\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (A). Tìm điện trở R và độ tự cảm L ?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi R nằm giữa đoạn mạch và có sự vuông pha giữa hai hiệu điện thế, để bài toán đơn giản, ta biểu diễn giản đồ vector chung gốc như hình vẽ. Lúc đó, sử dụng tính

chất $\frac{1}{h^2} = \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}$ trong tam giác vuông APQ ta có

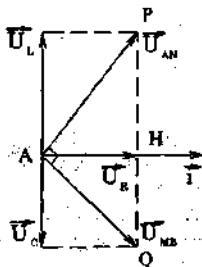
$$\frac{1}{U_R^2} = \frac{1}{U_{AN}^2} + \frac{1}{U_{MB}^2} \text{ Thay số } \frac{1}{U_R^2} = \frac{1}{150^2} + \frac{1}{200^2} \text{ ta được}$$

$$U_R = 120 \text{ V vậy } R = \frac{U_R}{I} = \frac{120}{2} = 60 \Omega$$

+ Theo định lý Pitago, trong tam giác vuông HAP ta có

$$U_L = \sqrt{U_{AN}^2 - U_R^2} = \sqrt{200^2 - 120^2} = 160 \text{ V}$$

$$Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{160}{2} = 80 \Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{80}{100\pi} = \frac{0,8}{\pi} \text{ H}$$

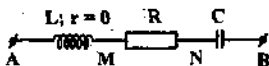


Ví dụ 51: Cho một đoạn mạch điện xoay chiều như hình vẽ.

Biết cường độ dòng điện trong mạch

có biểu thức $i = I_0 \cos 100\pi t$ (A).

Điện áp trên đoạn mạch AN có dạng



$u_{AN} = 100\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V) và lệch pha 90° so với điện áp của đoạn mạch MB. Biểu thức điện áp u_{MB} và hệ số công suất của mạch là

A. $u_{MB} = 100\sqrt{\frac{2}{3}} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V); $\cos \varphi = \sqrt{\frac{3}{7}}$

B. $u_{MB} = 100\sqrt{3} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V); $\cos \varphi = \sqrt{\frac{2}{7}}$

C. $u_{MB} = 100\sqrt{\frac{2}{3}} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V); $\cos \varphi = \sqrt{\frac{3}{7}}$

D. $u_{MB} = 100\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V); $\cos \varphi = \sqrt{\frac{6}{7}}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì điện áp trên đoạn mạch MB lệch pha 90° so với điện áp của đoạn mạch AN

nên biểu thức có dạng $u_{MB} = U_{0MB} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right) = U_{0MB} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$

Trong tam giác vuông APQ có

$$U_{0MB} = U_{0AN} \cdot \tan \hat{P} = 100\sqrt{2} \cdot \tan \frac{\pi}{6} = 100\sqrt{\frac{2}{3}} \text{ V}$$

$$\text{Vậy } u_{MB} = 100\sqrt{\frac{2}{3}} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ V} \quad (1)$$

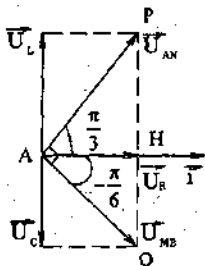
Cũng từ giản đồ vector, dễ dàng tính được:

$$U_R = U_{AN} \cdot \cos \frac{\pi}{3} = 100 \cdot \frac{1}{2} = 50 \text{ V}$$

$$U_L = U_R \cdot \tan \frac{\pi}{3} = 50\sqrt{3} \text{ V}; \quad U_C = U_{MB} \sin \frac{\pi}{6} = \frac{50}{\sqrt{3}} \text{ V}$$

$$\text{Lúc đó } \cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{U_R}{U} = \frac{U_R}{\sqrt{U_R^2 + [U_L - U_C]^2}} = \sqrt{\frac{3}{7}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ Đáp án C.



Ví dụ 52: Mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây thuần cảm, điện trở thuần và tụ điện mắc nối tiếp. Điện áp ở hai đầu cuộn dây và điện trở là 100 V. Điện áp ở hai đầu điện trở và tụ điện là $100\sqrt{2}$ V. Giữa hai điện áp đó có độ lệch pha 105° . Ngoài ra còn có $|U_L - U_C| = 27$ V. Điện áp ở hai đầu cuộn dây và tụ điện lần lượt là

A. 110 V và 83 V.

B. 100 V và 127 V.

C. 83 V và 110 V.

D. 127 V và 100 V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Giản đồ vectơ của mạch điện như hình vẽ.

Áp dụng định lý hàm số cosin cho $\triangle APQ$ có:

$$(U_L + U_C)^2 = U_{LR}^2 + U_{CR}^2 - 2U_{LR}U_{CR}\cos\alpha$$

$$(U_L + U_C)^2 = 100^2 + (100\sqrt{2})^2 - 2 \cdot 100 \cdot 100\sqrt{2} \cdot \cos 105^\circ$$

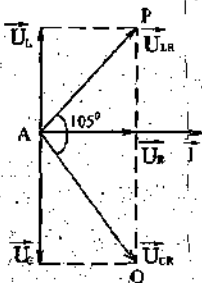
$$\Rightarrow U_L + U_C = 193 \text{ V} \quad (1)$$

Theo đề ra và hình vẽ $\Rightarrow U_C > U_L$ nên biểu

thức $|U_L - U_C| = 27$ V trở thành $U_C - U_L = 27$ V (2)

Từ (1) và (2) thu được $U_L = 83$ V và $U_C = 110$ V

$\Rightarrow$ Đáp án C.



Bài tập vận dụng: Đoạn mạch AB gồm C, R, L. Điểm M nằm giữa C và R. Điểm N nằm giữa R và L. Biết $U_{AN} = 150$ V, $U_{MB} = 200$ V, điện áp tức thời ở hai đoạn mạch AN và MB lệch nhau $98,13^\circ$. Hãy tính điện áp trên R?

Ví dụ 53: Cho một đoạn mạch điện xoay chiều gồm hai trong ba phần tử: Điện trở R, cuộn dây thuần cảm L, hoặc tụ C mắc nối tiếp. Biết hiệu điện thế giữa hai đầu mạch và cường độ dòng điện trong mạch có dạng

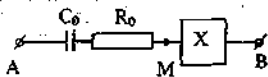
$$u = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (V)}, \quad i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (A)}. \text{ Hai phần tử đó là}$$

A. R và L.

B. R và C.

C. L và C.

D. Không tồn tại.



Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Độ lệch pha } \varphi \text{ giữa } u_{AB} \text{ và } i \text{ là } \varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\frac{\pi}{3} - \left(-\frac{\pi}{6}\right) = -\frac{\pi}{6}$$

Vì u chậm pha so với i $-\frac{\pi}{2} < \varphi < 0$ nên hai phần tử đó là R và C $\Rightarrow$ Đáp án B.

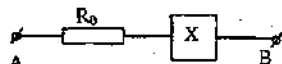
Ví dụ 54: Cho mạch điện xoay chiều AB như hình vẽ.

Hộp kín X chứa một trong ba phần tử R, L, C.

Biết hiệu điện thế u_{AB} nhanh pha $\frac{\pi}{3}$ so

với dòng điện qua mạch. Mạch X chứa các phần tử nào?

- A. L. B. C.
C. Không có khả năng này. D. R.



Phân tích và hướng dẫn giải:

- Nếu hộp kín X chứa R thì hiệu điện thế u_{AB} sẽ cùng pha với dòng điện i .
- Nếu hộp kín X chứa C thì mạch AB gồm R_0 , C sẽ làm hiệu điện thế u_{AB} chậm pha so với cường độ dòng điện i .
- Nếu hộp kín X chứa L thì mạch R_0 , L sẽ cho u_{AB} nhanh pha so với i .

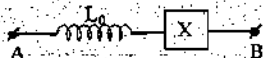
$\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 55: Cho mạch điện như hình vẽ.

X là hộp kín. Phương trình cường độ dòng điện qua mạch và hiệu điện thế hai đầu

đoạn mạch là $i = I_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ (A), $u_{AB} = U_0 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V). X chứa những phần tử nào?

- A. R, L và C. B. R và C. C. R và L. D. C.



Phân tích và hướng dẫn giải:

Độ lệch pha φ giữa u_{AB} và i là $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{3} = -\frac{\pi}{2}$

Vi u vuông pha so với i nên cả mạch AB sẽ không chứa R.

Cũng vì u chậm pha so với i nên mạch có tính dung kháng $\Rightarrow$ Đáp án D.

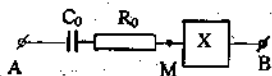
Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trên hình vẽ, X chứa hai trong ba phần tử R, L, C. Đặt vào hai đầu A, B một hiệu điện thế xoay chiều thì

$u_{AM} = U_{0AM} \cos\left(\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$ và

$u_{MB} = U_{0MB} \cos\left(\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$. Hộp X chứa:

- A. R và C. B. L và C. C. R và L. D. R và C hoặc L.



Bài toán 2: Đoạn mạch AM chứa tụ C_0 nối tiếp với đoạn mạch MB chứa hộp đen X. Biết hộp X chỉ chứa một trong ba phần tử: điện trở thuần, cuộn dây, tụ điện. Khi đặt vào hai đầu AB một hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng 220V, người ta đo được $U_{AM} = 120V$ và $U_{MB} = 260V$. Hộp X chứa

- A. cuộn dây không thuần cảm. B. điện trở thuần.
C. tụ điện. D. cuộn dây thuần cảm.

Bài toán 3: Đoạn mạch AM chứa R_0 nối tiếp với đoạn mạch MB chứa hộp đen X. Biết hộp X chỉ chứa một trong ba phần tử: điện trở thuần, cuộn dây, tụ điện. Khi đặt vào hai đầu AB một hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng 200V, người ta đo được $U_{AM} = 120V$ và $U_{MB} = 160V$. Hộp X chứa:

- A. tụ điện hoặc cuộn dây thuần cảm. B. cuộn dây thuần cảm.
C. cuộn dây không thuần cảm. D. điện trở thuần.

Bài toán 4: Cuộn dây không thuần cảm $Z_L = 100\sqrt{3} \Omega$, $r_L = 100 \Omega$.

Đặt vào AB điện áp xoay chiều.

Tại thời điểm t_1 thì u_{AM} cực đại.

tại thời điểm $t_2 = t_1 + \frac{T}{12}$ thì u_{MB} đạt cực đại. Hộp kín X chứa những phần tử nào?

- A. L và C. B. R và C. C. R và L. D. L.

Để biết cách giải nhanh cho bài toán 4, có thể tham khảo sách: Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lý 12.

Ví dụ 56: Cho đoạn mạch RLC có L thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều có tần số 50 Hz. Khi $L = L_1 = \frac{3}{\pi}$ H hoặc $L = L_2 = \frac{1}{\pi}$ H thì dòng điện tức thời i_1, i_2 tương ứng đều lệch pha một góc $\frac{\pi}{4}$ so với hiệu điện thế ở hai đầu đoạn mạch. Điện dung C của tụ trong mạch là

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

Phân tích và hướng dẫn giải:

♦ Để tổng quát, trước hết ta xây dựng biểu thức tính.

Theo đề ra $\varphi_1 = \pm \varphi_2$ nhưng vì $Z_{L_1} \neq Z_{L_2}$ nên chỉ xét $\varphi_1 = -\varphi_2$

$$\Rightarrow \frac{Z_{L_1} - Z_C}{R} = -\frac{Z_{L_2} - Z_C}{R} \Rightarrow \boxed{Z_C = \frac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2}}$$

♦ Thay số

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 50 = 100\pi \text{ rad/s}$$

$$\text{Cảm kháng } Z_L = \omega L_1 = 100\pi \frac{3}{\pi} = 300 \Omega \text{ và } Z_L = \omega L_2 = 100\pi \frac{1}{\pi} = 100 \Omega$$

$$\text{Có } Z_C = \frac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2} = 200 \Omega \Rightarrow C = \frac{10^{-4}}{2\pi} \text{ F} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

⚡Chú ý:

+ Khi gặp bài toán L biến thiên, có 2 giá trị L_1, L_2 cho cùng một cường độ dòng điện, hoặc cho công suất tiêu thụ trong 2 trường hợp bằng nhau, hay bài toán trên là cho cùng độ lớn của sự lệch pha giữa u và i thì dung kháng Z_C tính được bao giờ cũng bằng trung bình cộng của cảm kháng Z_L theo biểu thức

$$Z_C = \frac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2}$$

+ Tương tự, khi gặp bài toán C biến thiên, có 2 giá trị C_1, C_2 làm cho hoặc là

$$I_1 = I_2 \text{ hoặc } P_1 = P_2 \text{ hay hoặc là } |\varphi_1| = |\varphi_2| \text{ thì cũng có: } Z_L = \frac{Z_{C_1} + Z_{C_2}}{2}$$

Vi dụ 57: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, L thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều $u_{AB} = 200\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (V). Khi $L = L_1 = \frac{3\sqrt{3}}{\pi}$ H hoặc $L = L_2 = \frac{\sqrt{3}}{\pi}$ H thì cường độ dòng điện trong mạch có giá trị hiệu dụng bằng nhau nhưng giá trị tức thời lệch pha nhau góc $\frac{2\pi}{3}$. Tính R , C ?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Ta có: $\omega = 100\pi \text{ rad/s}$

$$Z_{L_1} = \omega L_1 = 100\pi \frac{3\sqrt{3}}{\pi} = 300\sqrt{3} \Omega \text{ và } Z_{L_2} = \omega L_2 = 100\pi \frac{\sqrt{3}}{\pi} = 100\sqrt{3} \Omega$$

$$\text{Theo kết quả bài toán trên, ta có } Z_C = \frac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2} = 200\sqrt{3} \Omega$$

$$\Rightarrow C = \frac{10^{-4}}{2\pi\sqrt{3}} \text{ F}$$

+ Cũng vì $\varphi_1 = -\varphi_2$ và 2 dòng điện i_1, i_2 lệch nhau $\frac{2\pi}{3}$ nên mỗi trường hợp, độ

lớn của sự lệch pha giữa u và i chỉ bằng $\frac{2\pi}{3} : 2 = \frac{\pi}{3}$

$$\text{Sử dụng } \tan \varphi_1 = \frac{Z_L - Z_C}{R} \Rightarrow R = \frac{Z_L - Z_C}{\tan \varphi_1} = \frac{300\sqrt{3} - 200\sqrt{3}}{\tan \frac{\pi}{3}} = 100\Omega$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, trong đó C thay đổi được. Đặt vào 2 đầu đoạn mạch hiệu điện thế $u = U\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (V). Khi $C = C_1 = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F hoặc

$C = C_2 = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F thì công suất của mạch bằng nhau nhưng hai dòng điện tức thời lệch pha nhau một góc $\frac{\pi}{3}$. Tính R và L?

Bài toán 2: Mạch xoay chiều nối tiếp có tần số $f = 50\text{Hz}$ gồm cuộn dây thuần cảm L, điện trở thuần $R = 100\Omega$ và tụ điện C. Thay đổi điện dung ta thấy khi $C = C_1$ và $C = \frac{C_1}{2}$ thì mạch có cùng công suất nhưng cường độ dòng điện thì vuông pha với nhau. Độ tự cảm của cuộn dây L là

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

Ví dụ 58: Cho đoạn mạch xoay chiều RLC mắc nối tiếp, giá trị của L có thể thay đổi được. Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch AB là $U = 170\text{V}$, $R = 80\Omega$, $Z_C = 200\Omega$. Khi thay đổi L, thấy có hai giá trị của L để công suất tiêu thụ của mạch là 80 W. Cảm kháng ứng với hai giá trị đó là

A. 350Ω ; 50Ω B. 300Ω ; 250Ω C. 320Ω ; 80Ω D. 250Ω ; 150Ω

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Ta có: } P = I^2 R = \frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} R \Rightarrow PR^2 + P(Z_L - Z_C)^2 = U^2 R$$

$$\Rightarrow PZ_L^2 - 2PZ_C Z_L + PR^2 + PZ_C^2 - U^2 R = 0$$

$$\text{Thay số: } 80Z_L^2 - 2.80.200Z_L + 80.80^2 + 80.200^2 - 170^2.80 = 0 \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 59: Hiệu điện thế xoay chiều đặt vào hai đầu đoạn mạch RLC, biết cuộn dây thuần cảm và giá trị L thay đổi được. Khi $L = L_1 = \frac{2,5}{\pi}$ H hoặc

$L = L_2 = \frac{1,5}{\pi}$ 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. $L = \frac{4}{\pi}$ H B. $L = \frac{2}{\pi}$ H C. $L = \frac{1}{\pi}$ H D. $L = \frac{0,5}{\pi}$ H

Phân tích và hướng dẫn giải:

♦ Để tổng quát, trước hết ta xây dựng biểu thức tính.

+ Đây là bài toán L biến thiên có 2 giá trị L_1, L_2 cho cùng cường độ dòng điện

trong mạch nên $Z_C = \frac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2}$

$$\Rightarrow \frac{1}{\omega C} = \frac{\omega L_1 + \omega L_2}{2} \Rightarrow \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{L_1 + L_2}{2} \quad (1)$$

+ Vì là bài toán L biến thiên cho công suất của mạch cực đại nên trong mạch lúc đó xảy ra cộng hưởng điện $\Rightarrow Z_C = Z_L$

$$\Rightarrow \frac{1}{\omega C} = \omega L \Rightarrow \frac{1}{\omega^2 C} = L \quad (2)$$

+ Đối chiếu (2) và (1) ta được $L = \frac{L_1 + L_2}{2}$

♦ Thay số

$$\text{Với bài toán này ta có } L = \frac{\frac{2,5}{\pi} + \frac{1,5}{\pi}}{2} = \frac{2}{\pi} \text{ H} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

◎ Chú ý:

+ Khi gặp bài toán L biến thiên, có 2 giá trị L_1, L_2 cho cùng một cường độ dòng điện, hoặc công suất tiêu thụ trong 2 trường hợp bằng nhau, hoặc cho cùng độ lớn của sự lệch pha giữa u và i . Tìm L để có cộng hưởng điện ($I = I_{\max}$; $\varphi_u = \varphi_i$;

$\varphi = \varphi_u - \varphi_i = 0$; $(\cos \varphi)_{\max} = 1$; $P = P_{\max}$; $U_R = U_{R \max}$; ...) thì ta chỉ cần nhớ mỗi

liên hệ $L = \frac{L_1 + L_2}{2}$ để làm cho nhanh.

+ Khi gặp bài toán C biến thiên, có 2 giá trị C_1, C_2 làm cho hoặc là $I_1 = I_2$ hoặc $P_1 = P_2$ hay hoặc là $|\varphi_1| = |\varphi_2|$. Tìm C để có cộng hưởng điện thì phương pháp giải

cũng tương tự và thu được $\frac{1}{C} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$ hay $C = \frac{2C_1 C_2}{(C_1 + C_2)}$ (Chỉ giống

cách làm, công thức cuối cùng thu được của C thì khác với công thức tính của L)

Chứng minh: Cho đoạn mạch RLC mắc nối tiếp, tụ có điện dung C thay đổi được.

Khi $C_1 = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ F hoặc $C_2 = \frac{10^{-4}}{1,5\pi}$ F thì công suất của mạch có giá trị bằng nhau.

Để công suất trong mạch cực đại thì giá trị của C phải bằng

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

Hướng dẫn:

Nếu các em nhớ được công thức tính trên thì dễ dàng và nhanh chóng chọn

$$\text{đáp án D vì } C = \frac{2C_1 C_2}{(C_1 + C_2)} = \frac{2 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi} \cdot \frac{10^{-4}}{1,5\pi}}{\left(\frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi} + \frac{10^{-4}}{1,5\pi} \right)} = \frac{10^{-4}}{\pi} \text{ F}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được. Khi $L_1 = \frac{3}{\pi}$ H hoặc $L_2 = \frac{5}{\pi}$ H thì công suất của mạch có giá trị như nhau. Hỏi với giá trị nào của L thì công suất trong mạch cực đại?

- A. $L = \frac{2}{\pi}$ H B. $L = \frac{5}{2\pi}$ H C. $L = \frac{4}{\pi}$ H D. $L = \frac{3}{\pi}$ H

Bài toán 2: (Trích ĐITS vào các trường Đại học khối A, 2010) 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 $\frac{10^{-4}}{4\pi}$ F hoặc $\frac{10^{-4}}{2\pi}$ F thì công suất tiêu thụ trên đoạn mạch đều có giá trị bằng nhau. Giá trị của L bằng

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

Bài toán 3: Cho đoạn mạch RLC có L thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều có tần số 50 Hz. Khi $L = L_1 = \frac{3}{\pi}$ H và $L = L_2 = \frac{1}{\pi}$ H thì dòng điện tức thời i_1, i_2 tương ứng đều lệch pha góc $\frac{\pi}{4}$ so với hiệu điện thế ở hai đầu đoạn mạch. Điện trở của mạch bằng

- A. $R = 80 \Omega$. B. $R = 100 \Omega$. C. $R = 150 \Omega$. D. $R = 220 \Omega$.

Ví dụ 60: Cho đoạn mạch xoay chiều RLC mắc nối tiếp, giá trị của L có thể thay đổi được. Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch AB là $U = 200V$. Điện trở và dung kháng của tụ điện là $R = 120\Omega$, $Z_C = 90\Omega$. Khi thay đổi L, thấy có hai giá trị của L để điện áp trên hai đầu cuộn cảm bằng $175\sqrt{2}V$. Hai giá trị của cảm kháng ứng với hai giá trị của L là

- A. 200Ω ; 300Ω . B. 210Ω ; $308,8\Omega$
C. 205Ω ; $310,8\Omega$. D. 191Ω ; $118,8\Omega$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Ta có: } U_L = IZ_L = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} Z_L \Rightarrow U_L^2 = \frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} Z_L^2$$

$$\Rightarrow (U_L^2 - U^2)Z_L^2 - 2U_L^2 Z_C Z_L + U_L^2 (R^2 + Z_C^2) = 0$$

$$\text{Thay số: } \left((175\sqrt{2})^2 - 200^2 \right) Z_L^2 - 2(175\sqrt{2})^2 \cdot 90 Z_L + (175\sqrt{2})^2 (120^2 + 90^2) = 0$$

$$21250Z_L^2 - 11025000Z_L + 1378125000 = 0$$

Giải ra ta được hai nghiệm 210 và 308,8 $\Rightarrow$ Đáp án B.

$$\text{Cách khác: Từ } U_L = IZ_L; U = IZ \Rightarrow \frac{Z_L}{Z} = \frac{U_L}{U} = \frac{175\sqrt{2}}{200} \Rightarrow \left(\frac{Z_L}{Z} \right)^2 = \frac{49}{32}$$

$$\Rightarrow \frac{Z_L^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{49}{32} \Rightarrow \frac{Z_L^2}{120^2 + (Z_L - 90)^2} = \frac{49}{32} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 61: Cho đoạn mạch RLC có L thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều có tần số f . Khi $L = L_1 = \frac{2}{\pi} H$ hoặc $L = L_2 = \frac{3}{\pi} H$ thì hiệu điện thế trên cuộn dây thuần cảm này là như nhau. Muốn hiệu điện thế trên cuộn dây đạt cực đại thì L phải bằng

A. $L = \frac{2,4}{\pi} H$ B. $L = \frac{2,5}{\pi} H$ C. $L = \frac{1}{\pi} H$ D. $L = \frac{5}{\pi} H$

Phân tích và hướng dẫn giải:

♦ Để tổng quát, trước hết ta xây dựng biểu thức tính.

+ Đây là bài toán L biến thiên, để hiệu điện thế trên cuộn dây thuần cảm đạt cực

đại thì $Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} \Rightarrow L = \frac{R^2 + Z_C^2}{\omega Z_C} = \frac{R^2 + Z_C^2}{\omega \cdot \frac{1}{\omega C}} = [R^2 + Z_C^2] C \quad (1)$

+ Theo đề ra ta có: $U_{L_1} = U_{L_2} \Rightarrow I_1 Z_{L_1} = I_2 Z_{L_2} \Rightarrow \frac{U}{Z_1} Z_{L_1} = \frac{U}{Z_2} Z_{L_2}$

Lược bỏ U $\Rightarrow \frac{\omega L_1}{\sqrt{R^2 + (\omega L_1 - Z_C)^2}} = \frac{\omega L_2}{\sqrt{R^2 + (\omega L_2 - Z_C)^2}}$

Lược bỏ ω , bình phương 2 vế $\Rightarrow \frac{L_1^2}{R^2 + \omega^2 L_1^2 - 2 \frac{L_1}{C} + Z_C^2} = \frac{L_2^2}{R^2 + \omega^2 L_2^2 - 2 \frac{L_2}{C} + Z_C^2}$

Biến đổi ta được $L_1^2 \left[R^2 + \omega^2 L_2^2 - 2 \frac{L_2}{C} + Z_C^2 \right] = L_2^2 \left[R^2 + \omega^2 L_1^2 - 2 \frac{L_1}{C} + Z_C^2 \right]$

$\Rightarrow (L_1^2 - L_2^2) [R^2 + Z_C^2] = \frac{2}{C} (L_1^2 L_2 - L_2^2 L_1)$

$\Rightarrow (L_1 + L_2) (L_1 - L_2) [R^2 + Z_C^2] = \frac{2}{C} L_2 L_1 (L_1 - L_2)$

$\Rightarrow (L_1 + L_2) [R^2 + Z_C^2] = \frac{2}{C} L_2 L_1 \Rightarrow [R^2 + Z_C^2] C = \frac{2 L_1 L_2}{(L_1 + L_2)} \quad (2)$

+ Đổi chiều (2) và (1) ta được $L = \frac{2 L_1 L_2}{(L_1 + L_2)}$

♦ Thay số

$$\text{Với bài toán này ta được } L = \frac{2 \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \frac{3}{\pi}}{\left(\frac{2}{\pi} + \frac{3}{\pi}\right)} = \frac{2,4}{\pi} \text{ H} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

⚡ Chú ý:

+ Vậy, khi nào gặp bài toán cuộn dây thuần cảm với L biến thiên, có 2 giá trị L_1, L_2 cho cùng một hiệu điện thế trên cuộn dây. Để hiệu điện thế trên cuộn dây đạt

cực đại thì L sẽ được tính theo $L = \frac{2L_1L_2}{(L_1 + L_2)}$ hay $\frac{1}{L} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \right)$. Các em nên

nhớ kết quả của bài toán này để làm bài thi trắc nghiệm cho nhanh.

+ Và, khi gặp bài toán C biến thiên, có 2 giá trị C_1, C_2 làm cho hiệu điện thế trên tụ trong hai trường hợp bằng nhau. Tìm C để hiệu điện thế trên tụ đạt cực đại thì phương pháp giải hoàn toàn tương tự, C sẽ được tính theo công thức

$$C = \frac{C_1 + C_2}{2}$$

Chẳng hạn: Cho mạch điện RLC nối tiếp, tụ có điện dung C thay đổi được. Khi

$C_1 = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F hoặc $C_2 = \frac{3 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ F thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ điện có giá trị bằng nhau. Để hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại thì điện dung của tụ điện phải bằng

A. $\frac{2,5 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ F B. $\frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ F C. $\frac{1,5 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ F D. $\frac{4 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ F

Hướng dẫn:

$$\text{Vì } C = \frac{C_1 + C_2}{2} = \frac{\frac{10^{-4}}{\pi} + \frac{3 \cdot 10^{-4}}{\pi}}{2} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi} \text{ F} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng: Đặt điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch RLC nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được. Khi $L = L_1 = 2\text{mH}$ và khi $L = L_2 = 3\text{mH}$ thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn cảm có giá trị bằng nhau. Để điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn cảm đạt cực đại thì giá trị L là

A. $L = 2,5\text{mH}$ B. $L = 0,6\text{mH}$ C. $L = 2,4\text{mH}$ D. $L = 3,6\text{mH}$

Ví dụ 62: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 60 V vào hai đầu đoạn mạch R, L, C mắc nối tiếp thì cường độ dòng điện qua đoạn mạch là $i_1 = I_0 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A). Nếu ngắt bỏ tụ điện C thì cường độ dòng điện qua

đoạn mạch là $i_2 = I_0 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{12}\right)$ (A). Điện áp hai đầu đoạn mạch là

A. $u = 60\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{12}\right)$ (V). B. $u = 60\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V)

C. $u = 60\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{12}\right)$ (V). D. $u = 60\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (V).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Theo đầu bài, khi có tụ điện và khi đã ngắt bỏ tụ điện thì cường độ dòng điện cực đại qua đoạn mạch như nhau nên tổng trở của hai trường hợp không thay đổi.

$$\Rightarrow R^2 + (Z_L - Z_C)^2 = R^2 + Z_L^2$$

$$\Rightarrow (Z_L - Z_C)^2 = Z_L^2$$

$$\Rightarrow (Z_L - Z_C) = \pm Z_L$$

$$\Rightarrow (Z_L - Z_C) = -Z_L \Rightarrow Z_C = 2Z_L \text{ và } \frac{(Z_L - Z_C)}{R} = \frac{-Z_L}{R}$$

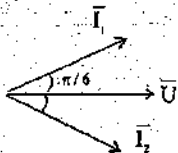
$\Rightarrow \tan \varphi_1 = -\tan \varphi_2 \Rightarrow \varphi_1 = -\varphi_2$ Điều này chứng tỏ dòng điện trong 2 trường hợp phải nằm hai bên đối xứng so với trục $\bar{U}$ như hình vẽ.

Vì hai dòng điện lệch pha nhau $\frac{\pi}{4} - \left(-\frac{\pi}{6}\right) = \frac{\pi}{3}$ nên mỗi dòng điện chỉ lệch với $\bar{U}$

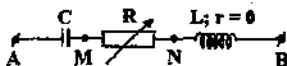
$$\text{góc } \frac{\pi}{3} : 2 = \frac{\pi}{6}$$

Vì lúc đầu còn tụ C mà $Z_C = 2Z_L$ nên i_1 nhanh pha hơn u, nói cách khác u trễ pha hơn i_1 do đó pha ban đầu của u là $\frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{12}$

$$\text{Vậy } u = 60\sqrt{2} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{12}\right) \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$



Ví dụ 63: Đặt điện áp $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch AB như hình vẽ. Hãy tìm các điều kiện để khi R có thay đổi thì điện áp trên từng đoạn mạch MN, AN hay MB là không đổi?



Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Ta có $U_{MN} = U_R = IR = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} R = \frac{U}{\sqrt{1 + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R^2}}}$

Nhận thấy U_R sẽ không phụ thuộc vào R $\Leftrightarrow (Z_L - Z_C) = 0 \Rightarrow \boxed{Z_C = Z_L}$

+ Có: $U_{AN} = U_{RC} = IZ_{RC} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \sqrt{R^2 + Z_C^2}$

$$U_{RC} = \frac{U}{\sqrt{\frac{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}{R^2 + Z_C^2}}} = \frac{U}{\sqrt{1 + \frac{Z_C^2 - 2Z_L Z_C}{R^2 + Z_C^2}}}$$

Để $U_{RC} \not\propto R \Leftrightarrow Z_C^2 - 2Z_L Z_C = 0 \Rightarrow \boxed{Z_L = 2Z_C}$

+ Tương tự: $U_{MB} = U_{RL} = IZ_{RL} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \sqrt{R^2 + Z_L^2}$

$$U_{RL} = \frac{U}{\sqrt{\frac{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}{R^2 + Z_L^2}}} = \frac{U}{\sqrt{1 + \frac{Z_C^2 - 2Z_L Z_C}{R^2 + Z_L^2}}}$$

Để $U_{RL} \not\propto R \Leftrightarrow Z_C^2 - 2Z_L Z_C = 0 \Rightarrow \boxed{Z_C = 2Z_L}$

Câu 64: Đặt điện áp $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AN và NB mắc nối tiếp. Đoạn AN gồm: biến trở R mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, đoạn NB chỉ có tụ điện với điện dung C. Đặt

$\omega_1 = \frac{1}{2\sqrt{LC}}$. Để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch AN không phụ thuộc R thì tần số góc ω bằng

A. $\frac{\omega_1}{2\sqrt{2}}$

B. $\omega_1\sqrt{2}$

C. $\frac{\omega_1}{\sqrt{2}}$

D. $2\omega_1$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có: $U_{AN} = U_{RL} = I \cdot Z_{RL} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \cdot \sqrt{R^2 + Z_L^2}$

$$U_{AN} = \frac{U}{\sqrt{\frac{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}{R^2 + Z_L^2}}} = \frac{U}{\sqrt{1 + \frac{Z_C^2 - 2Z_L Z_C}{R^2 + Z_L^2}}}$$

Để U_{AN} không phụ thuộc vào R khi R biến thiên thì $Z_C^2 - 2Z_L Z_C = 0 \Rightarrow Z_C = 2Z_L$

$$\Rightarrow \frac{1}{\omega C} = 2\omega L \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{2LC}} \text{ mà } \omega_1 = \frac{1}{2\sqrt{LC}} \text{ Đổi chiều ta được } \omega = \omega_1 \sqrt{2}$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 65: 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 V. B. $100\sqrt{2}$ V. C. 100 V. D. $200\sqrt{2}$ V.

(Trích ĐTTT vào các trường Đại học, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$+) \text{ Với } C = C_1 \text{ ta có } U_R = I \cdot R = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_{C_1})^2}} \cdot R = \frac{U}{\sqrt{1 + \frac{(Z_L - Z_{C_1})^2}{R^2}}}$$

U_R không phụ thuộc R khi $Z_L - Z_{C_1} = 0 \Rightarrow Z_L = Z_{C_1}$

$+) \text{ Khi } C = C_1/2 \Rightarrow Z_C = 2Z_L \Rightarrow U_C = 2U_L$

$$\Rightarrow U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{U_R^2 + U_L^2} = U_{AN} = 200V \Rightarrow \text{Đáp án C}$$

Ví dụ 66: Cho đoạn mạch RLC mắc nối tiếp. Hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U = \text{const}$ nhưng ω thay đổi được.

a) Tìm ω để cường độ dòng điện, công suất và hiệu điện thế trên hai đầu điện trở đạt giá trị cực đại.

b) Tìm ω để điện áp hai đầu cuộn cảm đạt giá trị cực đại. Tính giá trị cực đại đó.

c) Tìm ω để điện áp hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại. Tính giá trị cực đại đó.

d) Xác lập mối liên hệ giữa các tần số góc tìm được ở các câu trên.

Phân tích và hướng dẫn giải:

a) Ta có $P = I^2 R$; $U_R = IR$ với $I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}$

Khi ω thay đổi, I , P và U_R đạt giá trị cực đại nếu mạch xảy ra cộng hưởng, lúc đó

$$Z_L = Z_C \Rightarrow \omega_{CH} = \frac{1}{\sqrt{LC}}, \text{ lúc đó } I_{\max} = \frac{U}{R}; P_{\max} = \frac{U^2}{R}; U_R^{\max} = U$$

b) Tìm ω_L để U_L cực đại, tính $U_L^{\max}$?

$$U_L = IZ_L = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} Z_L = \frac{U}{\sqrt{\left(\frac{1}{L^2 C^2}\right) \frac{1}{\omega^4} + \left(\frac{R^2}{L^2} - \frac{2}{LC}\right) \frac{1}{\omega^2} + 1}} = \frac{U}{\sqrt{Y}}$$

Nhận thấy U_L cực đại nếu $Y = \left(\frac{1}{L^2 C^2}\right) \frac{1}{\omega^4} + \left(\frac{R^2}{L^2} - \frac{2}{LC}\right) \frac{1}{\omega^2} + 1$ đạt giá trị cực tiểu

$$\text{tại: } \frac{1}{\omega^2} = \frac{b}{2a} = \frac{(2L - R^2 C)C}{2} \Rightarrow \omega_L = \sqrt{\frac{2}{2LC - R^2 C^2}} = \frac{1}{C} \sqrt{\frac{2}{2L - R^2 C}}$$

$$\text{và } Y_{\min} = \frac{\Delta}{4a} = \frac{\left(\frac{R^2}{L^2} - \frac{2}{LC}\right)^2 - 4 \frac{1}{L^2 C^2}}{4 \frac{1}{L^2 C^2}} = \frac{4R^2 LC - R^4 C^2}{4L^2}$$

$$\Rightarrow U_L^{\max} = \frac{U}{\sqrt{Y_{\min}}} = \frac{U}{\sqrt{\frac{4R^2 LC - R^4 C^2}{4L^2}}} = \frac{2UL}{\sqrt{4R^2 LC - R^4 C^2}} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC - R^2 C^2}}$$

c) Tìm ω_c để U_c cực đại, tính $U_c^{\max}$.

$$\text{Ta có } U_c = IZ_c = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} Z_c = \frac{U}{\sqrt{L^2 C^2 \omega^4 + (R^2 C^2 - 2LC)\omega^2 + 1}} = \frac{U}{\sqrt{Y}}$$

U_c cực đại nếu $Y = L^2 C^2 \omega^4 + (R^2 C^2 - 2LC)\omega^2 + 1$ đạt giá trị cực tiểu tại

$$\omega^2 = -\frac{b}{2a} = -\frac{R^2 C^2 - 2LC}{2L^2 C^2} = \frac{2LC - R^2 C^2}{2L^2 C^2} = \frac{\frac{2L}{C} - R^2}{2L^2}$$

$$\Rightarrow \omega_c = \sqrt{\frac{\frac{2L}{C} - R^2}{2L^2}} = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{\frac{2L}{C} - R^2}{2}}$$

$$+ Y_{\min} = \frac{\Delta}{4a} = -\frac{(R^2 C^2 - 2LC)^2 - 4L^2 C^2}{4L^2 C^2} = \frac{4R^2 LC - R^4 C^2}{4L^2}$$

$$\Rightarrow U_c^{\max} = \frac{U}{\sqrt{Y_{\min}}} = \frac{U}{\sqrt{\frac{4R^2 LC - R^4 C^2}{4L^2}}} = \frac{2UL}{\sqrt{4R^2 LC - R^4 C^2}} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC - R^2 C^2}}$$

d) Mối liên hệ giữa các tần số góc ω_{CH} , ω_L và ω_c :

$$\text{Từ các biểu thức trên ta thấy: } \omega_L \cdot \omega_c = \frac{1}{C} \sqrt{\frac{2}{\frac{2L}{C} - R^2}} \cdot \frac{1}{L} \sqrt{\frac{\frac{2L}{C} - R^2}{2}} = \frac{1}{LC} = \omega_{CH}^2$$

$$\text{Hay } \omega_{CH} = \sqrt{\omega_L \cdot \omega_c}$$

Ví dụ 67: Đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần R , cuộn thuần cảm L và tụ điện C nối tiếp. Đặt vào mạch điện một điện áp xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng không đổi còn tần số góc ω thay đổi được. Khi $\omega = \omega_1 = 200\pi$ rad/s hoặc $\omega = \omega_2 = 50\pi$ rad/s thì công suất của đoạn mạch bằng nhau. Để công suất của đoạn mạch cực đại thì tần số góc ω phải bằng

- A. 125π rad/s B. 40π rad/s C. 100π rad/s D. 200π rad/s

Phân tích và hướng dẫn giải:

♦ Để tổng quát, trước hết ta xây dựng biểu thức tính.

$$\bullet \text{ Theo đề ra } P_1 = P_2 \Rightarrow I_1^2 R = I_2^2 R \Rightarrow I_1^2 = I_2^2 \Rightarrow Z_1^2 = Z_2^2$$

$$\Rightarrow R^2 + (Z_{L1} - Z_{C1})^2 = R^2 + (Z_{L2} - Z_{C2})^2 \Rightarrow (Z_{L1} - Z_{C1})^2 = (Z_{L2} - Z_{C2})^2$$

Vậy xảy ra 2 khả năng, biến đổi chi tiết ta được

$$\begin{aligned} \begin{cases} \left(\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C} \right) &= \left(\omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C} \right) \\ \left(\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C} \right) &= - \left(\omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C} \right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (\omega_1 L - \omega_2 L) &= \left(\frac{1}{\omega_1 C} - \frac{1}{\omega_2 C} \right) \\ (\omega_1 L + \omega_2 L) &= \left(\frac{1}{\omega_1 C} + \frac{1}{\omega_2 C} \right) \end{cases} \\ \Rightarrow \begin{cases} L(\omega_1 - \omega_2) &= \frac{1}{C} \left(\frac{1}{\omega_1} - \frac{1}{\omega_2} \right) \\ L(\omega_1 + \omega_2) &= \frac{1}{C} \left(\frac{1}{\omega_1} + \frac{1}{\omega_2} \right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L(\omega_1 - \omega_2) &= \frac{1}{C} \left(\frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_1 \omega_2} \right) \\ L(\omega_1 + \omega_2) &= \frac{1}{C} \left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{\omega_1 \omega_2} \right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} LC &= -\frac{1}{\omega_1 \omega_2} \\ LC &= \frac{1}{\omega_1 \omega_2} \end{cases} \end{aligned}$$

Chỉ có trường hợp $LC = \frac{1}{\omega_1 \omega_2}$ (1) là thỏa mãn

• Vì $R = \text{const}$, muốn công suất $P = I^2 R$ đạt cực đại thì I_{max} tức là trong mạch phải xảy ra cộng hưởng điện, lúc đó $Z_L = Z_C \Rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C}$ hay $\omega^2 = \frac{1}{LC}$ (2)

• Từ (2) và (1) có $\omega^2 = \omega_1 \omega_2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$

♦ Thay số: $\omega = \sqrt{\omega_1 \omega_2} = \sqrt{200\pi \cdot 50\pi} = 100\pi \text{ rad/s} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos \omega t$ có U_0 không đổi và ω thay đổi được vào hai đầu đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp. Thay đổi ω thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $\omega = \omega_1$ bằng cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $\omega = \omega_2$. Hệ thức đúng là

A. $\omega_1 + \omega_2 = \frac{2}{LC}$

B. $\omega_1 \omega_2 = \frac{1}{LC}$

C. $\omega_1 + \omega_2 = \frac{2}{\sqrt{LC}}$

D. $\omega_1 \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Bài toán 2: Cho mạch R, L, C tần số của mạch có thể thay đổi được, khi $\omega = \omega_0$ thì công suất tiêu thụ trong mạch đạt giá trị cực đại, khi $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì mạch có cùng một giá trị công suất. Mối liên hệ giữa các giá trị của ω là

A. $\omega_0^2 = \omega_1^2 + \omega_2^2$ B. $\omega_0 = \sqrt{\frac{\omega_1 \omega_2}{\omega_1 + \omega_2}}$ C. $\omega_0^2 = \omega_1 \omega_2$ D. $\omega_0 = \omega_1 + \omega_2$

Bài toán 3: Cho mạch xoay chiều không phân nhánh RLC có tần số dòng điện thay đổi được. Gọi f_0 ; f_1 ; f_2 lần lượt là các giá trị của tần số dòng điện làm cho

$U_{R\max}$; $U_{L\max}$; $U_{C\max}$. Ta có

A. $\frac{f_1}{f_0} = \frac{f_2}{f_0}$

B. $f_0 = f_1 + f_2$

C. $f_0 = \frac{f_1}{f_2}$

D. $f_0 = \frac{f_2}{f_1}$

Ví dụ 68: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos \omega t$ (U_0 không đổi và ω thay đổi được) 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, với $CR^2 < 2L$. Khi $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện có cùng một giá trị. Khi $\omega = \omega_0$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt cực đại. Hệ thức liên hệ giữa ω_1 , ω_2 và ω_0 là

A. $\omega_0 = \frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2)$

B. $\omega_0^2 = \frac{1}{2}(\omega_1^2 + \omega_2^2)$

C. $\omega_0 = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$

D. $\frac{1}{\omega_0^2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2} \right)$

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$+ \text{Từ } U_C = U_{2C} \Rightarrow \frac{1}{C\omega_1} \cdot \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1}\right)^2}} = \frac{1}{C\omega_2} \cdot \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega_2 - \frac{1}{C\omega_2}\right)^2}}$$

$$\Rightarrow C^2 \omega_1^2 R^2 + (CL\omega_1 - 1)^2 = C^2 \omega_2^2 R^2 + (CL\omega_2 - 1)^2$$

$$\Rightarrow (\omega_1^2 - \omega_2^2) C^2 R^2 = (CL\omega_2 - 1)^2 - (CL\omega_1 - 1)^2$$

$$\Rightarrow (\omega_1^2 - \omega_2^2) C^2 R^2 = [CL(\omega_2^2 + \omega_1^2) - 2] \cdot [CL(\omega_2^2 - \omega_1^2)]$$

$$\Rightarrow CR^2 = 2L - CL^2(\omega_2^2 + \omega_1^2) \Rightarrow L^2(\omega_2^2 + \omega_1^2) = \frac{2L - CR^2}{C} \quad (a)$$

$$+ \text{Mặt khác khi } U_{C\max} \text{ thì phải có } \omega_0 = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}} \Leftrightarrow 2L^2 \omega_0^2 = \frac{2L - CR^2}{C} \quad (b)$$

So sánh (a) và (b) ta được $2\omega_0^2 = (\omega_1^2 + \omega_2^2) \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Ghi nhớ:

a) Khi $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện có cùng một giá trị. Khi $\omega = \omega_C$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt cực đại. Hệ thức

liên hệ giữa ω_1 , ω_2 và ω_C là
$$\omega_C^2 = \frac{1}{2}(\omega_1^2 + \omega_2^2)$$

b) Khi $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây thuần cảm có cùng một giá trị. Khi $\omega = \omega_L$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây đạt cực

đại. Hệ thức liên hệ giữa ω_1 , ω_2 và ω_L là
$$\frac{1}{\omega_L^2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2} \right)$$

Ví dụ 69: Lần lượt đặc các điện áp xoay chiều $u_1 = U\sqrt{2}\cos(120\pi t + \varphi_1)$; $u_2 = U\sqrt{2}\cos(120\pi t + \varphi_2)$ và $u_3 = U\sqrt{2}\cos(110\pi t + \varphi_3)$ 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 thì cường độ dòng điện trong đoạn mạch có biểu thức tương ứng là: $i_1 = I\sqrt{2}\cos 100\pi t$; $i_2 = I\sqrt{2}\cos(120\pi t + \frac{2\pi}{3})$ và $i_3 = I'\sqrt{2}\cos(110\pi t - \frac{2\pi}{3})$. So sánh I và I' , ta có:

- A. $I > I'$. B. $I < I'$. C. $I = I'$. D. $I = I'\sqrt{2}$.

Hướng dẫn:

Cùng điện áp u , trường hợp 1 và 2 có cùng giá trị hiệu dụng, chứng tỏ tổng trở trong 2 trường hợp đó bằng nhau:

$$\begin{aligned} \sqrt{R^2 + \left(100\pi L - \frac{1}{100\pi C}\right)^2} &= \sqrt{R^2 + \left(120\pi L - \frac{1}{120\pi C}\right)^2} \\ \Rightarrow 100\pi L - \frac{1}{100\pi C} &= -\left(120\pi L - \frac{1}{120\pi C}\right) \Rightarrow 12000\pi^2 LC = 1 \Rightarrow \frac{1}{LC} = 12000\pi^2 \\ \Rightarrow \omega_{\text{CM}}^2 &= 12000\pi^2 \Rightarrow \omega_{\text{CM}} \approx 110\pi \Rightarrow I' \approx I_{\text{max}} \Rightarrow I < I' \Rightarrow \text{Chọn B.} \end{aligned}$$

Lưu ý: Để giải bài toán trên nhanh hơn, có thể tham khảo sách: Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lý 12.

Bài tập vận dụng: Lần lượt đặt vào hai đầu một đoạn mạch RLC mắc nối tiếp các điện áp u_1, u_2, u_3 có cùng giá trị hiệu dụng nhưng tần số khác nhau, thì cường độ dòng điện trong mạch tương ứng là $i_1 = I_0 \cos(25\pi t + \varphi_1)$; $i_2 = I_0 \cos(40\pi t + \varphi_2)$; $i_3 = I_0 \cos(30\pi t + \varphi_3)$. Hệ thức nào sau đây là đúng?

A. $I > \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

B. $I \leq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

C. $I < \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

D. $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

Ví dụ 70: Một đoạn mạch gồm ba phần tử R, L, C mắc nối tiếp. Biết cường độ dòng điện qua mạch có biểu thức $i = I_0 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A). Tính từ thời điểm cường độ dòng điện qua mạch triệt tiêu, sau khoảng thời gian $1/4$ chu kì thì điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của mạch là

A. 0

B. $\frac{I_0}{100\pi}$ C

C. $\frac{I_0}{25\pi}$ C

D. $\frac{I_0}{50\pi}$ C

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Gọi t_1 là thời điểm cường độ dòng điện qua mạch triệt tiêu, ta có:

$$0 = I_0 \cos\left(100\pi t_1 + \frac{\pi}{6}\right) \Rightarrow \left(100\pi t_1 + \frac{\pi}{6}\right) = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{1}{300} \text{ s}$$

+ Thời điểm t_2 sau t_1 là: $t_2 = t_1 + \frac{1}{4}T = \frac{1}{300} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2\pi}{100\pi} = \frac{1}{120} \text{ s}$

+ Điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của mạch từ thời điểm t_1 đến t_2 là

$$\Delta q = \int_{t_1}^{t_2} i \, dt = \int_{t_1}^{t_2} I_0 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) dt = I_0 \frac{1}{100\pi} \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \Big|_{t_1}^{t_2}$$

$$\Delta q = \frac{I_0}{100\pi} \left[\sin\left(100\pi \cdot \frac{1}{120} + \frac{\pi}{6}\right) - \sin\left(100\pi \cdot \frac{1}{300} + \frac{\pi}{6}\right) \right]$$

$$\Delta q = \frac{I_0}{100\pi} \left[\sin(\pi) - \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \right] = -\frac{I_0}{100\pi} \text{ C} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Một ví dụ khác tương tự: Một dòng điện xoay chiều có biểu thức $i = I\sqrt{2} \sin \omega t$ chạy trong một đoạn mạch không phân nhánh. Tính từ thời điểm có $i = 0$, hãy tìm điện lượng chuyển qua một tiết diện dây dẫn của mạch trong một nửa chu kì đầu tiên.

Ta có: $q = \int_0^{T/2} i \, dt = \int_0^{T/2} I\sqrt{2} \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right) dt$

$$q = -\frac{I\sqrt{2} \cos(2\pi t / T)}{2\pi / T} \Big|_0^{T/2} = -\frac{IT\sqrt{2}}{2\pi} (\cos \pi - \cos 0) = \frac{I\sqrt{2}}{\pi f}$$

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Cho đoạn mạch xoay chiều R, L, C mắc nối tiếp. Giá trị của điện trở, cảm kháng và dung kháng tuân theo biểu thức $R = 2Z_L = 3Z_C$. Kết luận nào sau đây là đúng khi nói về cường độ dòng điện hiệu dụng chạy qua các phần tử trong mạch?

A. $I_R = 2I_L = 3I_C$

B. $3I_R = 2I_L = I_C$

C. $\frac{I_R}{1} = \frac{I_L}{2} = \frac{I_C}{3}$

D. $I_R = I_L = I_C$

Câu 2: Kết luận nào sau đây là đúng khi so sánh tần số f_1 của dòng điện xoay chiều trong đoạn một đoạn mạch và tần số f_2 của điện áp đặt trên hai đầu đoạn mạch đó?

A. $f_1 = 3f_2$

B. $f_1 = 4f_2$

C. $f_1 = f_2$

D. $f_1 = 2f_2$

Câu 3: Kết luận nào sau đây là đúng khi so sánh chu kì biến đổi T_1 của công suất toả nhiệt tức thời của dòng điện điện xoay chiều với chu kì biến đổi T_2 của dòng điện đó?

A. $T_1 < T_2$

B. $T_1 = T_2$

C. $T_1 = 2T_2$

D. $T_1 = 3T_2$

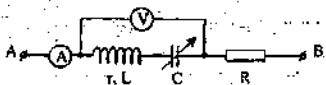
Câu 4: Cho mạch điện, $u_{AB} = U_{AB}\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (V), khi $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ (F) thì vôn kế chỉ giá trị nhỏ nhất. Giá trị của L bằng:

A. $\frac{1}{\pi}$ (H)

B. $\frac{2}{\pi}$ (H)

C. $\frac{3}{\pi}$ (H)

D. $\frac{4}{\pi}$ (H)



Câu 5: Một cuộn dây mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung thay đổi được rồi mắc vào nguồn điện xoay chiều có biểu thức $u = U_0 \cos \omega t$ (V). Thay đổi điện dung của tụ điện để công suất toả nhiệt trên cuộn dây đạt cực đại thì khi đó điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ là $2U_0$. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây lúc này là

A. $3U_0\sqrt{2}$

B. $3U_0$

C. $\frac{3U_0}{\sqrt{2}}$

D. $4U_0\sqrt{2}$

Câu 6: Làm thí nghiệm với cuộn dây không thuần cảm thì thấy rằng khi đặt hai đầu cuộn dây hiệu điện thế một chiều 100V thì số chỉ ampe kế trong mạch là 1A. Thay dòng điện trên bằng dòng điện xoay chiều 200V, 50Hz thì số chỉ ampe kế cũng 1A. Hệ số công suất của mạch điện lúc này là

A. $\cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$

B. $\cos \varphi = 0,5$

C. $\cos \varphi = 1$

D. $\cos \varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$

Câu 7: Trong một hộp kín có chứa một mạch điện gồm hai phần tử mắc nối tiếp. Khi đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng là 100V thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu phần tử 1 là $100\sqrt{2}V$, giữa hai đầu phần tử 2 là 200V. Hai phần tử 1 và 2 tương ứng là

- A. tụ điện và cuộn dây thuần cảm. B. tụ điện và cuộn dây không thuần cảm.
C. điện trở thuần và cuộn dây. D. điện trở thuần và tụ điện.

Câu 8: Cho hai cuộn dây có điện trở thuần (L_1, r_1) và (L_2, r_2) mắc nối tiếp vào hai điểm A, B. Gọi U là hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu AB. U_1, U_2 lần lượt là hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn dây 1 và cuộn dây 2. Để $U = U_1 + U_2$ cần có điều kiện nào sau đây?

- A. $L_1 r_1 = L_2 r_2$. B. $L_1 r_2 = L_2 r_1$. C. $L_1 L_2 = r_1 r_2$. D. $L_1 + L_2 = r_1 + r_2$.

Câu 9: Cho đoạn mạch như hình vẽ. Tổng trở của đoạn mạch là

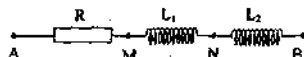


- A. $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{C_1}{\omega C_1}\right)^2}$. B. $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2}\right)^2}$
C. $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C_1} - \frac{1}{\omega C_2}\right)^2}$. D. $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega(C_1 + C_2)}\right)^2}$.

Câu 10: Hai cuộn thuần cảm L_1 và L_2 mắc nối tiếp trong một mạch điện xoay chiều có cảm kháng là

- A. $Z_L = (L_1 - L_2)\omega$. B. $Z_L = (L_1 + L_2)\omega$.
C. $Z_L = (L_1 - L_2)/\omega$. D. $Z_L = (L_1 + L_2)/\omega$.

Câu 11: Mạch điện gồm một điện trở thuần $R = 40\Omega$ mắc nối tiếp với hai cuộn dây thuần cảm như hình bên. Độ tự cảm



$L_1 = \frac{0,1}{\pi}$ (H), $L_2 = \frac{0,3}{\pi}$ (H). Điện áp giữa

hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = 160\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (V). Biểu thức cường độ dòng điện tức thời qua đoạn mạch là

- A. $i = 2\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A). B. $i = 4\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A).
C. $i = 4 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A). D. $i = 4\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A).

Câu 12: Cho một đoạn mạch xoay chiều RLC, mắc nối tiếp (cuộn dây thuần cảm). Biết tần số dòng điện là 50 Hz, $R = 40 (\Omega)$, $L = \frac{1}{5\pi}(\text{H})$, $C_1 = \frac{10^{-3}}{5\pi}(\text{F})$.

Muốn dòng điện trong mạch cực đại thì phải ghép thêm với tụ điện C_1 một tụ điện có điện dung C_2 bằng bao nhiêu và ghép thế nào?

A. Ghép nối tiếp và $C_2 = \frac{3}{\pi} \cdot 10^{-4}(\text{F})$ B. Ghép song song và $C_2 = \frac{5}{\pi} \cdot 10^{-4}(\text{F})$

C. Ghép nối tiếp và $C_2 = \frac{5}{\pi} \cdot 10^{-4}(\text{F})$ D. Ghép song song và $C_2 = \frac{3}{\pi} \cdot 10^{-4}(\text{F})$

Câu 13: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, C thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều $u = U\sqrt{2} \sin 100\pi t$ (V). Khi $C = C_1 = \frac{10^{-4}}{2\pi} \text{ F}$ và

$C = C_2 = \frac{10^{-4}}{\pi} \text{ F}$ thì công suất của mạch bằng nhau nhưng hai dòng điện lệch pha

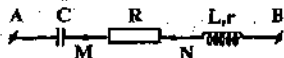
nhau một góc là $\frac{\pi}{3}$. Giá trị của L là

A. $L = \frac{1,5}{\pi} \text{ H}$ B. $L = \frac{1,0}{\pi} \text{ H}$ C. $L = \frac{2,5}{\pi} \text{ H}$ D. $L = \frac{2,0}{\pi} \text{ H}$

Câu 14: Một đoạn mạch điện xoay chiều có

dạng như hình vẽ. Biết hiệu điện thế u_{AN} và

u_{MB} lệch pha nhau 90° . Mối liên hệ giữa R, r,



L và C là

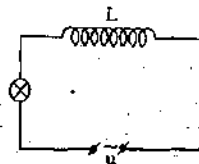
A. $R = C \cdot r \cdot L$ B. $r = C \cdot R \cdot L$ C. $L = C \cdot R \cdot (R + r)$ D. $C = L \cdot R \cdot r$

Câu 15: Cho mạch điện xoay chiều AB gồm hai đoạn mạch nhỏ AM và MB mắc nối tiếp nhau. Đoạn mạch AM gồm điện trở R_1 mắc nối tiếp với cuộn thuần cảm L.

Đoạn mạch MB gồm điện trở R_2 mắc nối tiếp với tụ điện C. Khi đặt vào AB một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U thì thấy rằng $U^2 = U_{AM}^2 + U_{MB}^2$. Tìm biểu thức đúng?

A. $C = L \cdot R_1 \cdot R_2$ B. $L = C \cdot R_1 \cdot R_2$ C. $L \cdot C = R_1 \cdot R_2$ D. $L \cdot R_1 = C \cdot R_2$

Câu 16: Người ta làm thí nghiệm với mạch điện như hình vẽ. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều thì bóng đèn sáng bình thường. Hiện tượng gì xảy ra khi cho thêm lõi sắt vào bên trong cuộn cảm?



- A. Độ sáng của bóng đèn giảm.
- B. Độ sáng của bóng đèn tăng.
- C. Bóng đèn sáng loé lên rồi tắt.
- D. Bóng đèn tắt.

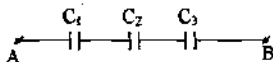
Câu 17: Đặt điện áp $u = U_0 \cos \omega t$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R , tụ điện và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thay đổi được. Biết dung kháng của tụ điện bằng $R\sqrt{3}$. Điều chỉnh L để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại, khi đó

- A. Điện áp giữa hai đầu điện trở lệch pha $\pi/6$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.
 - B. Điện áp giữa hai đầu tụ điện lệch pha $\pi/6$ 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 $\pi/6$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.
- Câu 18:** 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 19: Đặt một điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch AB như hình vẽ. Hệ thức nào sau đây là sai?



- A. $u_{AB} = u_1 + u_2 + u_3$.
- B. $\bar{U}_{AB} = \bar{U}_1 + \bar{U}_2 + \bar{U}_3$.
- C. $U_{AB} = U_1 + U_2 + U_3$.
- D. $U_{AB}^2 = U_1^2 + U_2^2 + U_3^2$.

Câu 20: Đặt một điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch AB như hình vẽ. Hệ thức nào sau đây là sai?



- A. $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB}$.
- B. $\bar{U}_{AB} = \bar{U}_{AM} + \bar{U}_{MB}$.
- C. $U_{AB} = U_{AM} + U_{MB}$.
- D. $U_{AB}^2 = U_{AM}^2 + U_{MB}^2$.

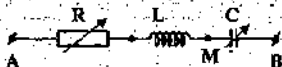
Câu 21: Chọn câu sai: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp:

- A. Thay đổi C thấy tồn tại hai giá trị C_1, C_2 mạch có cùng công suất. Giá trị của C để mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng (hoặc công suất, dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại) là: $\frac{1}{C} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$.
- B. Thay đổi L thấy tồn tại hai giá trị L_1, L_2 mạch có cùng công suất. Giá trị của L để mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng (hoặc công suất, dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại) là: $L = \frac{1}{2} (L_1 + L_2)$.
- C. Thay đổi ω sao cho khi $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì mạch có cùng công suất. Công suất trong mạch đạt giá trị cực đại khi $\omega = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$.
- D. Thay đổi R thấy khi $R = R_1$ hoặc $R = R_2$ thì mạch tiêu thụ công suất bằng nhau. Mạch tiêu thụ công suất cực đại khi $R = \frac{1}{2} (R_1 + R_2)$.

Câu 22: Cho mạch điện như hình vẽ.

$$u_{AB} = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t \text{ (V)},$$

thuần cảm.



1. Đặt $R = 30\Omega$, khi $C = C_1 = \frac{1}{9\pi} \text{ mF}$ hoặc $C = C_2 = \frac{1}{3\pi} \text{ mF}$ thì độ lệch pha giữa

dòng điện i và hiệu điện thế u_{AB} có độ lớn như nhau. Hãy viết i cho mỗi trường hợp. Nhận xét và vẽ đồ thị biểu diễn sự thay đổi của cường độ hiệu dụng qua mạch theo C khi C tăng liên tục từ C_1 đến C_2 .

2. C bằng bao nhiêu để khi R thay đổi thì hiệu điện thế hiệu dụng A và M không đổi.

Câu 23: Đặt điện áp $u_{AB} = U\sqrt{2}\cos 100\pi t \text{ (V)}$ vào hai đầu đoạn mạch gồm R, L, C ghép nối tiếp. Nếu dùng ampe kế lí tưởng nối với hai đầu cuộn dây thuần cảm thì ampe kế chỉ 1A và hệ số công suất của mạch là 0,8. Nếu thay ampe kế bằng vôn kế lí tưởng thì vôn kế chỉ 200V, hệ số công suất của mạch lúc đó là 0,6.

Hãy tìm R, L, C và U?

(Đáp số: $R = 128\Omega$ $U = 160V$)

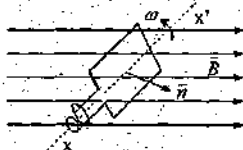
Chủ đề 9: CÁC LOẠI MÁY ĐIỆN

A. HỆ THỐNG VÍ DỤ MINH HOẠ

Ví dụ 1: Tóm tắt những kiến thức cơ bản và nêu các công thức cần thiết về máy phát điện xoay chiều một pha.

Trả lời:

Máy phát điện xoay chiều một pha hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Cấu tạo của máy gồm khung dây quay quanh trục xx' trong từ trường đều.



Để đưa điện ra ngoài, hai đầu của khung nối với hai vành khuyên đặt đồng trục với khung dây, khi khung dây quay, hai vành quay theo, ti lên hai vành khuyên là hai chổi quét đặt cố định. Hệ thống vành khuyên và chổi quét gọi là bộ góp.

Bộ phận tạo ra từ trường gọi là phần cảm. Phần tạo ra dòng điện gọi là phần ứng. Về nguyên lý, phần cảm cũng như phần ứng có thể là đứng yên hoặc chuyển động. Bộ phận đứng yên gọi là stato, còn bộ phận chuyển động gọi là rôto. *Nếu máy phát mà phần ứng là stato thì không cần bộ góp.*

- **Từ thông:** Từ thông gửi qua một khung dây diện tích S gồm N vòng dây quay đều với vận tốc góc ω quanh trục xx' trong một từ trường đều $\vec{B} \perp xx'$ được tính:

$$\phi = NBS \cos \alpha = \phi_0 \cos(\omega t + \varphi) \text{ (Wb)}$$

- **Suất điện động cảm ứng do máy phát tạo ra**

$$e = -\dot{\phi} = NBS\omega \sin(\omega t + \varphi) = E_0 \sin(\omega t + \varphi) \text{ (V)}$$

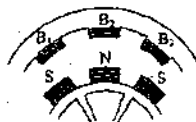
với $E_0 = NBS\omega$ được gọi là suất điện động cực đại.

- **Hiệu điện thế cung cấp cho mạch ngoài:** Nếu bỏ qua điện trở trong của máy phát hoặc mạch ngoài để hở thì: $u = e \Rightarrow u = U_0 \sin(\omega t + \varphi)$

Tần số của dòng điện do máy phát điện xoay chiều phát ra được tính bởi

$$\text{công thức } f = \frac{np}{60}$$

Trong đó: p là số cặp cực, n là tốc độ quay của rôto.



Ví dụ 2: Chọn câu trả lời sai

Trong máy phát điện xoay chiều một pha

- A. hệ thống vành khuyên và chổi quét được gọi là bộ góp.
- B. phần cảm là bộ phận đứng yên.
- C. phần tạo ra dòng điện là phần ứng.
- D. phần tạo ra từ trường gọi là phần cảm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Trong máy phát điện, phần tạo ra từ trường gọi là phần cảm, phần tạo ra dòng điện gọi là phần ứng. Phần cảm cũng như phần ứng có thể là bộ phận đứng yên hay chuyển động $\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 3: Máy phát điện xoay chiều một pha có rôto là một nam châm điện có 10 cặp cực. Để phát ra dòng xoay chiều có tần số 50 Hz, vận tốc góc của rôto bằng

- A. 300 vòng/phút.
- B. 500 vòng/phút.
- C. 3000 vòng/phút.
- D. 1500 vòng/phút.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Tần số của máy phát được tính $f = \frac{np}{60}$

$$\Rightarrow \text{tốc độ quay } n = \frac{60.f}{p} = \frac{60.50}{10} = 300 \text{ vòng/phút} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng:

Câu 1: Chọn câu sai khi nói về hoạt động của máy phát điện xoay chiều một pha.

- A. Máy phát điện xoay chiều có rôto là phần ứng lấy điện ra mạch ngoài nhờ hai vành khuyên và hai chổi quét.
- B. Hai vành khuyên và hai chổi quét có tác dụng làm các dây lấy dòng điện ra ngoài không bị xoắn lại.
- C. Hai chổi quét nối với hai đầu mạch ngoài và trượt trên hai vành khuyên khi rôto quay.
- D. Khi máy phát có phần cảm là rôto thì cần phải dùng bộ góp điện để đưa điện ra mạch ngoài.

Câu 2: Rôto của máy phát điện xoay chiều một pha là phần cảm có 4 cặp cực quay với vận tốc góc là bao nhiêu (tính theo đơn vị rad/s) để tần số của dòng điện tạo ra bởi máy phát là 50 Hz?

- A. 50.
- B. 78,5.
- C. 12,5.
- D. 100π .

Ví dụ 4: Một khung dây dẫn có diện tích $S = 50 \text{ cm}^2$ gồm 150 vòng dây quay đều với vận tốc 3000 vòng/phút trong một từ trường đều B vuông góc trục quay Δ và có độ lớn $B = 0,02 \text{ T}$. Từ thông cực đại gửi qua khung dây là

- A. 0,015 Wb. B. 0,15 Wb. C. 1,5 Wb. D. 15 Wb.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ thông cực đại gửi qua khung chứa N vòng là:

$$\Phi_0 = NBS = 150 \cdot 0,02 \cdot 50 \cdot 10^{-4} = 150 \cdot 10^{-4} = 0,015 \text{ Wb} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 5: Một khung dây dẫn quay đều quanh trục quay xx' với vận tốc 150 vòng/phút trong một từ trường đều có cảm ứng từ B vuông góc trục quay của khung. Từ thông cực đại gửi qua khung là $\frac{10}{\pi}$ Wb. Suất điện động hiệu dụng trong khung bằng

- A. 25 V. B. $25\sqrt{2}$ V. C. 50 V. D. $50\sqrt{2}$ V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

– Khung quay với vận tốc 150 vòng/phút tức là 2,5 vòng/giây $\Rightarrow f = 2,5 \text{ Hz}$

$\Rightarrow$ tần số góc $\omega = 2\pi f = 5\pi \text{ rad/s}$.

– Biểu thức suất điện động cảm ứng do máy phát phát tạo ra

$$e = NBS\omega \cos(\omega t + \varphi).$$

$\Rightarrow$ Suất điện động cực đại $E_0 = NBS\omega = \Phi_0 \omega = \frac{10}{\pi} 5\pi = 50 \text{ V}$.

– Suất điện động hiệu dụng $E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{50}{\sqrt{2}} = 25\sqrt{2} \text{ V} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Máy phát điện xoay chiều có 10 cặp cực, phần ứng gồm 10 cuộn dây mắc nối tiếp, mỗi cuộn có 20 vòng dây. Từ thông cực đại do phần cảm sinh ra đi qua mỗi vòng dây có giá trị cực đại $\frac{10}{\pi} \text{ mWb}$. Rôto quay với vận tốc 300 vòng/phút. Suất điện động cực đại do máy phát tạo ra là

- A. 100 V. B. 400V. C. 200 V. D. $200\sqrt{2}$ V.

Bài toán 2: Một khung dây dẫn phẳng dẹt hình chữ nhật có 500 vòng dây, diện tích mỗi vòng là 220 cm^2 . Khung quay đều với tốc độ 50 vòng/giây quanh một trục đối xứng nằm trong mặt phẳng của khung dây, trong một từ trường đều có vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với trục quay và có độ lớn $\frac{\sqrt{2}}{5\pi} \text{ T}$. Suất điện động cực đại trong khung dây bằng

- A. $110\sqrt{2} \text{ V}$. B. $220\sqrt{2} \text{ V}$. C. 110 V . D. 220 V .

(Trích ĐTTT vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

Ví dụ 6: Một máy phát điện xoay chiều một pha có phần ứng gồm bốn cuộn dây giống nhau mắc nối tiếp. Suất điện động xoay chiều do máy phát sinh ra có tần số 50 Hz và giá trị hiệu dụng $100\sqrt{2} \text{ V}$. Từ thông cực đại qua mỗi vòng của phần ứng là $\frac{5}{\pi} \text{ mWb}$. Số vòng dây trong mỗi cuộn dây của phần ứng là

- A. 71 vòng. B. 200 vòng. C. 100 vòng. D. 400 vòng.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Từ biểu thức suất điện động hiệu dụng của máy $E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}}$ ta có số vòng

dây của cả máy phát $N = \frac{\sqrt{2}E}{BS\omega} = \frac{\sqrt{2}E}{\Phi_m \cdot \omega} = \frac{\sqrt{2} \cdot 100\sqrt{2}}{\frac{5}{\pi} \cdot 10^{-3} \cdot 2\pi \cdot 50} = 400$ vòng. Do máy có 4

cuộn dây giống nhau nên số vòng dây ở mỗi cuộn là $N_1 = \frac{N}{4} = \frac{400}{4} = 100$ vòng

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Bài tập vận dụng: Một máy phát điện xoay chiều một pha 2 cặp cực với 4 cuộn dây có suất điện động hiệu dụng 220 V , tần số 50 Hz. Biết từ thông cực đại qua mỗi vòng dây là 5 mWb . Vận tốc quay của rôto và số vòng dây của mỗi cuộn dây trong phần ứng là

- A. 1500 vòng/phút và 49,5 vòng. B. 25 vòng/giây và 99 vòng.
C. 50 vòng/giây và 99 vòng. D. 3000 vòng/phút và 49,5 vòng.

Ví dụ 7: Từ thông qua một vòng dây dẫn là $\Phi = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{\pi} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (Wb).

Biểu thức của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong vòng dây này là

A. $e = -2 \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (V).

B. $e = 2\pi \sin 100\pi t$ (V).

C. $e = -2 \sin 100\pi t$ (V).

D. $e = 2 \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (V).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đáp án D vì $e = -\dot{\Phi}_{(t)} = -\left[\frac{2 \cdot 10^{-2}}{\pi} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)\right]_{(t)} = 2 \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (V).

Ví dụ 8: Một khung dây dẫn hình chữ nhật có 100 vòng, diện tích mỗi vòng 600 cm^2 , quay đều quanh trục đối xứng của khung với vận tốc góc 120 vòng/phút trong một từ trường đều có cảm ứng từ bằng $0,2 \text{ T}$. Trục quay vuông góc với các đường cảm ứng từ. Chọn gốc thời gian lúc vector pháp tuyến của mặt phẳng khung dây ngược hướng với vector cảm ứng từ. Biểu thức suất điện động cảm ứng trong khung là

A. $e = 48\pi \sin\left(40\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (V).

B. $e = 4,8\pi \sin(4\pi t + \pi)$ (V).

C. $e = 48\pi \sin(4\pi t + \pi)$ (V).

D. $e = 4,8\pi \sin\left(40\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (V).

Phân tích và hướng dẫn giải:

$f = 2 \text{ Hz} \Rightarrow \omega = 4\pi \text{ rad/s}$

+ Theo đề ra, từ thông qua mỗi vòng dây là $\Phi = BS \cos(\omega t + \pi)$.

+ Suất điện động cảm ứng trong khung là $e = -N \cdot \dot{\Phi}$

$\Rightarrow e = N\omega BS \sin(\omega t + \pi) = 4,8 \sin(4\pi t + \pi)$ (V) $\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một khung dây quay trong từ trường đều có các vector cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với trục quay của khung với tốc độ góc bằng 1800 vòng/phút. Tại thời điểm ban đầu, vector pháp tuyến của mặt phẳng khung dây hợp với $\vec{B}$ một góc 30° . Từ thông cực đại qua khung dây là $0,01 \text{ Wb}$. Biểu thức của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung là

A. $e = 0,6\pi \cos\left(60\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ V.

B. $e = 0,6\pi \cos\left(30\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ V.

C. $e = 0,6\pi \cos\left(60\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$ V.

D. $e = 6\pi \cos\left(30\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ V.

Bài toán 2: Một khung dây dẫn phẳng quay đều với tốc độ góc ω quanh một trục cố định nằm trong mặt phẳng khung dây, trong một từ trường đều có vectơ cảm ứng từ vuông góc với trục quay của khung. Suất điện động cảm ứng trong khung có biểu thức $e = E_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$. Tại thời điểm $t = 0$, vectơ pháp tuyến

của mặt phẳng khung dây hợp với vectơ cảm ứng từ một góc bằng

- A. 45° . B. 180° . C. 90° . D. 150° .

Bài toán 3: Một con lắc đơn gồm một dây kim loại nhẹ có chiều dài của dây $l = 1\text{m}$ đầu trên M giữ cố định, đầu dưới N treo quả cầu nhỏ bằng kim loại. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng góc $\alpha_0 = 0,1\text{rad}$ rồi buông nhẹ cho vật dao động. Đặt con lắc trong từ trường đều $B = 0,5\text{T}$ sao cho $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng dao động của con lắc. Điện áp cực đại giữa M và N là

- A. $0,111\text{ V}$. B. $0,039\text{ V}$. C. $0,079\text{ V}$. D. $0,055\text{ V}$.

Có thể tham khảo lời giải bài toán 4 trong sách hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lý 12.

Ví dụ 9: 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 rôto của máy quay đều với tốc độ n vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là 1A . Khi rôto của máy quay đều với tốc độ $3n$ vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là $\sqrt{3}\text{ A}$. Nếu rôto của máy quay đều với tốc độ $2n$ vòng/phút thì cảm kháng của đoạn mạch AB là

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

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$+ \text{Như đã biết } U = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}} = \frac{NBS2\pi f}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}\pi NBSp}{60} n \quad \text{và} \quad Z_L = 2\pi f L = \frac{\pi L p}{30} n$$

nên cả U và Z_L đều tỉ lệ thuận với tốc độ quay n .

$$+ \text{ Khi quay với tốc độ } n: U_1^2 = I_1^2 (R^2 + Z_L^2) = R^2 + Z_L^2 \quad (1)$$

Khi quay với tốc độ $3n$ thì $U_1^2 = I_1^2(R^2 + Z_{L_1}^2)$, với $U_1 = 3U_1$ và $Z_{L_1} = 3Z_{L_1}$ ta có thể viết $\Rightarrow 9U_1^2 = 3(R^2 + 9Z_{L_1}^2)$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra $Z_{L_1} = \frac{R}{\sqrt{3}}$

+ Khi quay với tốc độ $2n$ thì $Z_{L_1} = 2Z_{L_1}$ nên $Z_{L_1} = \frac{2R}{\sqrt{3}} \Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một đoạn mạch gồm điện trở thuần $R = 200 \Omega$ mắc nối tiếp với tụ điện C. Nối 2 đầu đoạn mạch với 2 cực của một máy phát điện xoay chiều một pha, bỏ qua điện trở các cuộn dây trong máy phát. Khi rôto của máy quay đều với tốc độ 200 vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là 2A. Khi rôto của máy quay đều với tốc độ 400 vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là $4\sqrt{2}$ A. Nếu rôto của máy quay đều với tốc độ 800 vòng/phút thì dòng điện qua mạch RC lúc đó bằng bao nhiêu?

Bài toán 2: Cho mạch điện RC với $R = 15\Omega$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một máy phát điện xoay chiều một pha. Khi rôto quay với tốc độ n vòng/phút thì cường độ $I_1 = 1(A)$. Khi rôto quay với tốc độ $2n$ vòng/phút thì cường độ $I_2 = \sqrt{6}(A)$. Nếu rôto quay với tốc độ $3n$ vòng/phút thì dung kháng của tụ là:

- A. $2\sqrt{5}\Omega$. B. $18\sqrt{5}\Omega$. C. 3Ω . D. $\sqrt{5}\Omega$.

Ví dụ 10: Thế nào là dòng điện xoay chiều ba pha? Nêu cách tạo và cách mắc.

Trả lời:

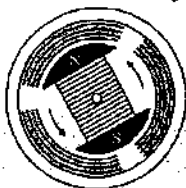
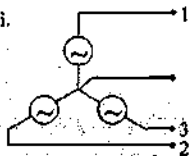
– Dòng điện xoay chiều ba pha: Là hệ thống gồm ba dòng điện xoay chiều gây bởi 3 suất điện động có cùng tần số, cùng biên độ nhưng lệch nhau về pha là $\frac{2\pi}{3}$,

hay về thời gian là $\frac{1}{3}$ chu kì.

$$e_1 = E_0 \cos \omega t$$

$$e_2 = E_0 \cos(\omega t - \frac{2\pi}{3})$$

$$e_3 = E_0 \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3})$$



– Dòng 3 pha được tạo bởi máy phát 3 pha. Hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Cấu tạo của máy gồm hai phần chính:

+ Phần cảm: là rôto, thường là nam châm điện.

+ Phản ứng: là stato, gồm ba cuộn dây giống hệt nhau quấn quanh lõi thép, chúng được đặt lệch nhau $\frac{1}{3}$ vòng tròn trên thân stato.

- Có 2 cách mắc mạch điện ba pha:

* **Mắc hình sao:** Mắc 4 dây gồm 3 dây pha (dây nóng) và một dây trung hoà (dây nguội). Tải tiêu thụ không cần đối xứng.

Công thức liên hệ: $U_d = \sqrt{3} U_p$ và $I_d = I_p$.

Dòng điện trong dây trung hòa được tính từ biểu thức vector $\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3$

* **Mắc hình tam giác:** Mắc 3 dây. Tải tiêu thụ phải đối xứng.

Công thức liên hệ: $U_d = U_p$ và $I_d = \sqrt{3} I_p$.

- Ưu điểm của dòng xoay chiều 3 pha

+ Tiết kiệm được số đường dây dẫn tải điện khi truyền tải điện năng từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ.

+ Tạo từ trường quay để cho các động cơ công suất lớn hoạt động.

Ví dụ 11: Ở một mạng điện ba pha mắc hình sao, hiệu điện thế giữa dây pha và dây trung hoà $U_p = 127$ V. Hiệu điện thế giữa hai dây pha (U_d) bằng

A. 381 V.

B. 220 V.

C. 73,3 V.

D. 127 V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Trong cách mắc hình sao $U_d = \sqrt{3} U_p \Rightarrow U_d = \sqrt{3} U_p = \sqrt{3} \cdot 127 = 220$ V $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 12: Ở một mạng điện ba pha mắc hình tam giác, cường độ dòng điện dây là $I_d = 6$ A. Cường độ dòng điện pha là

A. 6 A.

B. $6\sqrt{2}$ A.

C. $6\sqrt{3}$ A.

D. $2\sqrt{3}$ A.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì trong cách mắc hình tam giác $I_d = \sqrt{3} I_p \Rightarrow I_p = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = \frac{6}{\sqrt{3}} = 2\sqrt{3}$ A $\Rightarrow$ Chọn D.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Ở một mạng điện ba pha mắc hình tam giác, cường độ dòng điện dây $I_d = 6$ A. Cường độ dòng điện pha là

A. 6 A.

B. $6\sqrt{2}$ A.

C. $6\sqrt{3}$ A.

D. $2\sqrt{3}$ A.

Bài toán 2: Trong một máy phát điện xoay chiều ba pha, khi suất điện động ở một pha đạt giá trị cực đại $e_1 = E_0$ thì các suất điện động kia đạt các giá trị nào?

Ví dụ 13: Một máy phát điện xoay chiều ba pha mắc theo hình sao có hiệu điện thế pha là 220 V. Các tải tiêu thụ mắc theo hình tam giác, ở mỗi pha có điện trở thuần là 12Ω và cảm kháng là 16Ω . Cường độ dòng điện qua mỗi pha của tải tiêu thụ bằng

A. 11 A.

B. 19 A.

C. 22 A.

D. 12,5 A.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Tổng trở của mỗi pha:

$$Z_F = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20\Omega$$

Cường độ dòng điện qua mỗi pha của tải:

$$I_F = \frac{U_F}{Z_F} = \frac{U_d}{20} \quad (1)$$

Vì các tải mắc theo hình tam giác nên $U_F = U_d$ (2)

Mặt khác do máy phát mắc theo hình sao nên $U_d = \sqrt{3}U_{\text{rpp}}$ (3)

Từ (2) và (3) suy ra hiệu điện thế pha của tải tiêu thụ gấp $\sqrt{3}$ lần hiệu điện thế pha của máy phát: $U_F = \sqrt{3}U_{\text{rpp}}$, thay vào (1) ta được:

$$I_F = \frac{U_F}{Z_F} = \frac{\sqrt{3}U_{\text{rpp}}}{20} = \frac{\sqrt{3} \cdot 220}{20} = 11\sqrt{3} \approx 19(A) \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 14: Một máy phát điện ba pha mắc hình sao có hiệu điện thế dây 220V. Các tải mắc theo hình sao, ở pha 1 và 2 cùng mắc một bóng đèn có điện trở 38Ω, pha thứ 3 mắc đèn 24Ω. Dòng điện trong dây trung hoà nhận giá trị:

- A. 0. B. 1,95 (A). C. 3,38 (A). D. 13,9 (A).

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Dòng điện qua từng pha, có: $I_1 = I_2 = \frac{220}{38} = \frac{110}{19} \text{ A}$ và $I_3 = \frac{220}{24} = \frac{55}{6} \text{ A}$

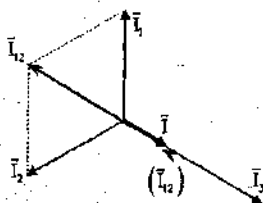
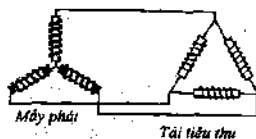
+ Vì ba tải đều mắc điện trở nên các vector thành phần $\vec{I}_1, \vec{I}_2, \vec{I}_3$ cùng pha so với suất điện động tương ứng của chúng, do đó 3 vector thành phần $\vec{I}_1, \vec{I}_2, \vec{I}_3$ cũng từng cặp hợp với nhau 120° như hình vẽ.

+ Dòng điện trong dây trung hòa được tính từ biểu thức vector

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 = (\vec{I}_1 + \vec{I}_2) + \vec{I}_3 = \vec{I}_{12} + \vec{I}_3$$

Từ hình vẽ, dễ dàng tìm được $I_{12} = \frac{110}{19} \text{ A}$ và $\vec{I}_{12}$ ngược chiều với $\vec{I}_3$ do đó

$$I = I_3 - I_{12} = \frac{55}{6} - \frac{110}{19} = \frac{385}{114} \approx 3,38 \text{ A} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$



➤ **Chú ý:** Khi gặp dạng bài toán này, bắt buộc phải tính được độ lớn dòng điện trong từng pha. Bám theo từng loại đối tượng (R , L hay C) của từng pha để vẽ các vectơ dòng tương ứng. Chọn 2 vectơ dòng tổng hợp trước rồi sau đó tổng hợp với vectơ dòng còn lại, độ lớn của vectơ dòng tổng hợp chính là cường độ dòng điện trong dây trung hòa cần tìm.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một máy phát điện ba pha mắc hình sao có hiệu điện thế dây 220V. Các tải mắc theo hình sao, ở pha 1 và 2 cùng mắc một bóng đèn có điện trở 100Ω , pha thứ 3 mắc cuộn dây thuần cảm có $Z_L = 100\Omega$. Hãy tính cường độ dòng điện trong dây trung hoà?

Bài toán 2: Một máy phát điện ba pha mắc hình sao có hiệu điện thế dây 220V. Các tải mắc theo hình sao, ở pha 1, 2 và 3 đều có một bóng đèn điện trở 100Ω , riêng pha thứ 3 mắc thêm tụ điện có $Z_C = 100\Omega$ nối tiếp bóng đèn. Tính cường độ dòng điện trong dây trung hoà?

Bài toán 3: Một máy phát điện ba pha mắc hình sao có hiệu điện thế dây 220V. Các tải mắc theo hình sao, ở pha 1 và 2 cùng mắc một bóng đèn có điện trở 100Ω , pha thứ 3 mắc cuộn dây không thuần cảm có $Z_L = 80\Omega$ và $r = 60\Omega$. Hãy tính cường độ dòng điện trong dây trung hoà?

Bài toán 4: Một máy phát điện ba pha mắc hình sao có hiệu điện thế pha 100V. Các tải mắc theo hình sao, ở pha 1 mắc điện trở $R = 100\Omega$, ở pha 2 mắc tụ điện có $Z_C = 100\Omega$, ở pha 3 mắc một cuộn dây thuần cảm có $Z_L = 100\Omega$. Hãy tính cường độ dòng điện trong dây trung hoà?

Bài toán 5: Một máy phát điện ba pha mắc hình sao có hiệu điện thế pha 200V. Các tải mắc theo hình sao, ở pha 1 và 2 cùng mắc một bóng đèn có điện trở 100Ω , pha thứ 3 mắc tụ điện. Biết dòng điện trong dây trung hoà là 2,82A. Tìm dung kháng của tụ điện? (Từ đó bạn hãy rút ra cách làm các bài toán ngược tương tự)

Ví dụ 15: Tóm lược nguyên tắc, cấu tạo và đặc điểm của động cơ không đồng bộ 3 pha.

Trả lời:

- Nguyên tắc hoạt động: Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và sử dụng từ trường quay.

- Động cơ không đồng bộ 3 pha có cấu tạo gồm 2 phần:

+ *Stator*: giống stator của máy phát điện xoay chiều 3 pha.

+ Roto: dạng hình trụ có tác dụng như một cuộn dây quấn quanh lõi thép.

- Khi đưa dòng xoay chiều 3 pha vào 3 cuộn dây, cảm ứng từ do từng cuộn dây tạo ra tại O: $B_1 = B_m \cos \omega t$ $B_2 = B_m \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right)$ $B_3 = B_m \cos \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)$ nên

cảm ứng từ tổng hợp tại O: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$ có độ lớn $B = \frac{3}{2} B_m$ và có dấu nút quay xung quanh O với tốc độ góc ω . Tuy nhiên rôto của động cơ lại quay với tốc độ nhỏ hơn tốc độ này, vì thế người ta gọi nó là động cơ không đồng bộ.

Ví dụ 16: Người ta gọi là động cơ không đồng bộ ba pha vì

- A. pha của ba dòng điện trong ba cuộn dây là khác nhau.
- B. ba cuộn dây trong động cơ không giống nhau.
- C. tốc độ quay của rôto không bằng tốc độ quay của từ trường quay.
- D. dòng điện trong ba cuộn dây không đạt cực đại cùng một lúc.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì tốc độ quay của rôto không bằng tốc độ quay của từ trường quay $\Rightarrow$ **Đáp án C**

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Bỏ thí nghiệm như hình bên, nam châm chữ U có thể quay quanh một trục, khung dây kín đặt trong lòng nam châm chữ U và cũng có thể quay quanh một trục. Quay nam châm chữ U sao cho tốc độ quay ổn định với với vận tốc góc ω_0 thì khung dây



- A. quay với vận tốc góc $\omega = \omega_0$.
- B. quay với vận tốc góc $\omega < \omega_0$.
- C. quay với vận tốc góc $\omega > \omega_0$.
- D. đứng yên.

Bài toán 2: Trong động cơ không đồng bộ ba pha, khi từ trường của một cuộn hướng ra ngoài và đạt giá trị cực đại là B_0 thì từ trường của hai cuộn còn lại như thế nào?

- A. Bằng $\frac{1}{2} B_0$ và hướng vào trong.
- B. Bằng $\frac{1}{2} B_0$ và hướng ra ngoài.
- C. Bằng $\frac{1}{3} B_0$ và hướng vào trong.
- D. Bằng $\frac{1}{3} B_0$ và hướng ra ngoài.

Bài toán 3: Gọi B_0 là cảm ứng từ cực đại của một trong ba cuộn dây ở động cơ không đồng bộ ba pha, cảm ứng từ tổng hợp của từ trường quay tại tâm stato có trị số bằng bao nhiêu?

- A. $B = 3B_0$. B. $B = 1,5B_0$. C. $B = B_0$. D. $B = 0,5B_0$.

Ví dụ 17: Một động cơ không đồng bộ ba pha, có ba cuộn dây giống hệt nhau mắc hình sao. Mạch điện ba pha dùng để chạy động cơ này phải dùng số dây dẫn là

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

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì ba cuộn dây của tải giống nhau nên tạo thành mạch ba pha đối xứng
 $\Rightarrow$ dòng điện trong dây trung hòa bằng không $\Rightarrow$ không cần dây trung hòa
 $\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 18: Một động cơ không đồng bộ ba pha đấu theo hình tam giác vào một mạng điện ba pha có hiệu điện thế dây 220 V. Biết dòng điện dây là 10 A và hệ số công suất $\cos\varphi = 0,8$. Động cơ tiêu thụ công suất là

- A. 1760 W. B. $1,76\sqrt{3}$ kW. C. 5,28 kW. D. 2,64 kW.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì công suất tiêu thụ của động cơ:

$$P = 3U_p I_p \cos\varphi = 3U_d \frac{I_d}{\sqrt{3}} \cos\varphi = 3 \cdot 220 \cdot \frac{10}{\sqrt{3}} \cdot 0,8 = 1760\sqrt{3} \text{ W} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một động cơ không đồng bộ ba pha có hiệu điện thế định mức mỗi pha là 220 V. Biết công suất của động cơ là 10,56 kW và hệ số công suất bằng 0,8. Cường độ dòng điện hiệu dụng qua mỗi cuộn dây của động cơ là

- A. 60 A. B. 50 A. C. 20 A. D. 6 A.

Bài toán 2: Một động cơ không đồng bộ ba pha có hiệu điện thế định mức mỗi pha bằng 380V; hệ số công suất là $k = 0,85$. Điện năng tiêu thụ của động cơ trong 1 ngày là 232,56 kWh. Cường độ hiệu dụng của mỗi cuộn dây trong động cơ là

- A. 30 A. B. 50 A. C. 10 A. D. 6 A.

Ví dụ 19: Một động cơ điện sản ra một công suất 16 kW cho bên ngoài sử dụng. Hiệu suất của động cơ là 80%. Trong một giờ điện năng tiêu thụ của động cơ là

- A. 16000 kJ. B. 72000 kJ. C. 80000 kJ. D. 20000 kJ.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Động cơ cung cấp cho bên ngoài công suất cơ học 16 kW chỉ bằng 80% của công suất điện mà động cơ đã tiêu thụ, vì vậy công suất điện mà động cơ đã tiêu

$$\text{thụ là } P_n = \frac{P_d}{H} \cdot 100\% = \frac{16}{80\%} \cdot 100\% = 20 \text{ kW}$$

+ Từ $P_n = \frac{A}{t}$ ta có điện năng mà động cơ tiêu thụ trong một giờ là:

$$A = P_n \cdot t = 20 \cdot 10^3 \cdot 3600 = 72 \cdot 10^6 \text{ W} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 20: Động cơ điện tiêu thụ công suất 10 kW và cung cấp cho bên ngoài năng lượng 9000 J trong 1s. Dòng điện qua động cơ là 10 A. Điện trở thuần của cuộn dây trong động cơ là

- A. 100 Ω . B. 10 Ω . C. 90 Ω . D. 9 Ω .

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Công suất cơ học có ích mà động cơ cung cấp cho bên ngoài:

$$P_n = \frac{A_n}{t} = \frac{9000}{1} = 9000 \text{ W}$$

+ Vì công suất tiêu thụ toàn phần của động cơ chuyển hóa thành công cơ học có ích và công suất hao phí $P_{hp} = P_n + P_{tr}$ nên ta tính được công suất hao phí vì nhiệt là $P_{tr} = P_n - P_n = 10.000 - 9000 = 1000 \text{ W}$

+ Mặt khác, hao phí vì nhiệt $P_{tr} = I^2 R$ nên điện trở thuần của cuộn dây trong

$$\text{động cơ là } R = \frac{P_{tr}}{I^2} = \frac{1000}{10^2} = 10 \Omega \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng: Một động cơ điện xoay chiều tiêu thụ công suất 1500 W và có hiệu suất 80%. Công cơ học do động cơ sinh ra trong 1 giờ là

- A. $21,6 \cdot 10^5 \text{ J}$. B. $216 \cdot 10^5 \text{ J}$. C. $4,32 \cdot 10^5 \text{ J}$. D. $0,216 \cdot 10^5 \text{ J}$.

Ví dụ 21: Một động cơ điện có ghi 220V – 176W, $\cos \varphi = 0,8$ được mắc vào mạch điện có điện áp hiệu dụng 380V. Để động cơ hoạt động bình thường, phải mắc nối tiếp động cơ với một điện trở thuần có giá trị là

- A. 180 Ω . B. 300 Ω . C. 220 Ω . D. 176 Ω .

Phân tích và hướng dẫn giải:

Gián đồ vector cho mạch điện gồm điện trở R mắc nối tiếp với động cơ (L,r) như hình vẽ.

Trên hình vẽ này:

+ U_{AB} là điện áp đặt vào mạch nên $U_{AB} = 380V$

+ U_{MB} là điện áp đặt vào động cơ, để động cơ hoạt động bình thường thì $U_{MB} = 220V$

+ Góc α và φ_{MB} bù nhau $\Rightarrow \cos \alpha = -\cos \varphi_{MB}$

Như vậy, theo giản đồ vector này thì trong tam giác AMB đã biết hai cạnh U_{AB} , U_{MB} và góc α .

Áp dụng định lí hàm số cosin cho ΔAMB ta có:

$$U_{AB}^2 = U_R^2 + U_{MB}^2 - 2U_R U_{MB} \cos \alpha \Rightarrow 380^2 = U_R^2 + 220^2 - 2U_R \cdot 220 \cdot (-0,8)$$

$$\Rightarrow U_R \approx 180V. \text{ Để tính R ta cần tìm I.}$$

Vì dòng điện qua R cũng là dòng qua động cơ nên $I = \frac{P}{U_{MB} \cos \varphi_{MB}} = \frac{176}{220 \cdot 0,8} = 1 \text{ A}$

Vậy điện trở thuần cần tìm $R = \frac{U_R}{I} = \frac{180}{1} = 180 \Omega \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Bài tập vận dụng: Trích ĐTTT. ĐH khối A, 2010. Trong giờ học thực hành, học sinh mắc nối tiếp một quạt điện xoay chiều với điện trở R rồi mắc hai đầu đoạn mạch này vào điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 380V. Biết quạt này có các giá trị định mức: 220V – 88W và khi hoạt động đúng công suất định mức thì độ lệch pha giữa điện áp ở hai đầu quạt và cường độ dòng điện qua nó là φ , với $\cos \varphi = 0,8$. Để quạt điện này chạy đúng công suất định mức thì R bằng

- A. 180 Ω . B. 354 Ω . C. 276 Ω . D. 361 Ω .

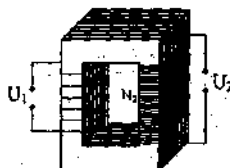
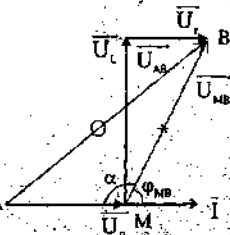
Vi dụ 22: Tóm tắt lí thuyết về máy biến thế và sự truyền tải điện năng

Hướng dẫn:

– Máy biến thế hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, cấu tạo gồm 2 phần:

+ Một lõi thép gồm nhiều lá thép kỹ thuật mỏng ghép cách điện với nhau nhằm hạn chế dòng điện Fuco.

+ Hai cuộn dây làm bằng đồng, điện trở rất nhỏ, quấn trên lõi thép; số vòng của hai cuộn dây là khác nhau. Cuộn dây nối với mạng điện xoay chiều gọi là cuộn sơ cấp, có N_1 vòng. Cuộn dây nối với tải tiêu thụ gọi là cuộn thứ cấp, có N_2 vòng dây.



- Sự biến đổi hiệu điện thế và cường độ dòng điện trong máy biến thế

Gọi U_1, I_1, N_1, P_1 lần lượt là hiệu điện thế, cường độ dòng điện, số vòng dây, công suất của cuộn sơ cấp.

U_2, I_2, N_2, P_2 là hiệu điện thế, dòng điện, số vòng dây, công suất của cuộn thứ cấp.

Ta có $P_1 = U_1 I_1$; $P_2 = U_2 I_2$ và hiệu suất của máy biến thế $H = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%$

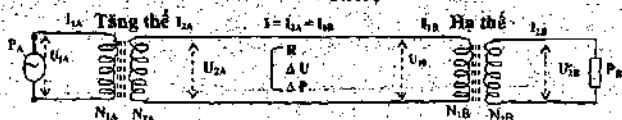
Trường hợp lí tưởng $H = 100\%$ thì $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$

+ Nếu $N_1 < N_2 \Rightarrow U_1 < U_2$: máy tăng thế.

+ Nếu $N_1 > N_2 \Rightarrow U_1 > U_2$: máy hạ thế.

- Truyền tải điện năng đi xa: Gọi P là công suất điện cần truyền tải từ nơi sản xuất tới nơi tiêu thụ, U là hiệu điện thế ra ở máy phát điện, I là cường độ dòng điện

trên đường dây. Ta có $P = UI \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cos \varphi}$



$\Rightarrow$ Công suất hao phí trên đường dây: $\Delta P = I^2 R = \frac{P^2}{U^2 \cos^2 \varphi} R$

Thường xét $\cos \varphi = 1$ khi đó $\Delta P = \frac{P^2}{U^2} R$

Độ giảm thế trên đường dây tải điện: $\Delta U = IR$

Hiệu suất trong việc truyền tải điện năng: $H = \frac{P - \Delta P}{P} \cdot 100\%$

Ví dụ 23: Trong máy biến thế

- cuộn sơ cấp là cuộn nối với nguồn điện cần biến đổi hiệu điện thế.
- cuộn thứ cấp là cuộn nối với nguồn điện cần biến đổi hiệu điện thế.
- cuộn sơ cấp là cuộn nối với tải tiêu thụ của mạch ngoài.
- hao phí của máy biến thế chủ yếu là do bức xạ điện từ.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Trong máy biến thế, cuộn sơ cấp là cuộn dây nối với mạng điện xoay chiều cần biến đổi hiệu điện thế. Cuộn dây còn lại nối với tải tiêu thụ gọi là cuộn thứ cấp. Hao phí chủ yếu ở máy biến thế là hao phí do dòng điện Fuco trong lõi và tỏa nhiệt trên các cuộn dây $\Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng: Máy biến thế có thể dùng biến đổi hiệu điện thế của nguồn điện nào sau đây?

- A. Ác quy.
C. Pin.

- B. Nguồn điện xoay chiều.
D. Nguồn điện một chiều.

Ví dụ 24: Số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp của một máy biến thế thể lần lượt là N_1 và N_2 . Nếu dòng điện chạy trong cuộn sơ cấp là I_1 thì cường độ dòng điện ở trong cuộn thứ cấp là

- A. $I_2 = \frac{N_1}{N_2} I_1$ B. $I_2 = \frac{N_2}{N_1} I_1$ C. $I_2 = \sqrt{\frac{N_1}{N_2}} I_1$ D. $I_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 I_1$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức máy biến thế $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow I_2 = \frac{N_1}{N_2} I_1 \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Ví dụ 25: Một máy biến thế có số vòng cuộn sơ cấp lớn hơn số vòng cuộn thứ cấp. Máy biến thế có tác dụng

- A. giảm cường độ dòng điện, tăng hiệu điện thế.
B. giảm cường độ dòng điện, giảm hiệu điện thế.
C. tăng cường độ dòng điện, tăng hiệu điện thế.
D. tăng cường độ dòng điện, giảm hiệu điện thế.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Từ: } \left. \begin{array}{l} \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \\ N_1 > N_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} U_1 > U_2 \\ I_2 > I_1 \end{array} \right. \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Bài tập vận dụng: Một máy biến thế có số vòng dây của cuộn dây sơ cấp nhỏ hơn số vòng dây của cuộn thứ cấp. Máy biến thế này có tác dụng nào sau đây?

- A. Giảm cường độ dòng điện và tăng hiệu điện thế.
B. Tăng cường độ dòng điện và giảm hiệu điện thế.
C. Giảm cả cường độ dòng điện lẫn hiệu điện thế.
D. Tăng cả cường độ dòng điện và hiệu điện thế.

Ví dụ 26: Cuộn sơ cấp của máy biến thế có $N_1 = 2200$ vòng mắc vào mạng điện 110V. Để có thể thắp sáng bình thường bóng đèn 3 V thì số vòng của cuộn thứ cấp phải là

- A. 80. B. 60. C. 45. D. 50.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Muốn đèn sáng bình thường phải có $U_2 = 3 \text{ V}$.

$$\text{Từ } \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow N_2 = \frac{U_2}{U_1} N_1 = \frac{3}{110} \cdot 2200 = 60 \text{ vòng} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Số vòng dây của cuộn sơ cấp của một máy biến thế là $N_1 = 1000$. Nếu đặt vào hai đầu của cuộn sơ cấp một hiệu điện thế xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng là 2 kV thì hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn thứ cấp là 100 V. Số vòng dây của cuộn thứ cấp là

- A. 50. B. 100. C. 200. D. 500.

Bài toán 2: Một máy biến thế lí tưởng, khi cuộn sơ cấp (gọi là cuộn 1) nối với nguồn điện xoay chiều $U_1 = 110V$ thì điện áp đo được ở cuộn thứ cấp (cuộn 2) là $U_2 = 220V$. Nếu nối cuộn 2 với nguồn U_1 thì hiệu điện thế đo được ở cuộn 1 là

- A. 110V. B. 45V. C. 440V. D. 55V.

Bài toán 3: Mắc cuộn thứ nhất của một máy biến áp vào một nguồn điện xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$ thì điện áp hiệu dụng trong cuộn thứ hai để hở là 20 V. Mắc cuộn thứ hai vào nguồn điện xoay chiều đó thì điện áp hiệu dụng trong cuộn thứ nhất để hở 7,2 V. Bỏ qua điện trở thuần trong các cuộn dây của máy biến áp. Điện áp hiệu dụng của nguồn điện bằng

- A. 144V. B. 12V. C. 5,2V. D. 13,6V.

Bài toán 4: Một máy biến áp có hiệu suất bằng 1, số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp lần lượt là 1000 vòng và 50 vòng. Điện áp hiệu dụng ở cuộn sơ cấp 220V, cường độ dòng điện là 0,18A. Hệ số công suất của mạch sơ cấp và mạch thứ cấp lần lượt là 1 và 0,9. Cường độ hiệu dụng ở mạch thứ cấp là

- A. 6A. B. 8A. C. 2A. D. 4A.

Ví dụ 27: Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp của một máy biến áp lí tưởng (bỏ qua hao phí) một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thứ cấp để hở là 100V. Ở cuộn thứ cấp, nếu giảm bớt n vòng dây thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của nó là U , nếu tăng thêm n vòng dây thì điện áp đó là $2U$. Nếu tăng thêm $3n$ vòng dây ở cuộn thứ cấp thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của cuộn này bằng

- A. 100V. B. 200V. C. 220V. D. 110V.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức máy biến thế $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow U_2 = \frac{N_2}{N_1} U_1$ viết cho các trường hợp có:

$$100 = \frac{N_2}{N_1} U_1 \quad (1) \quad U = \frac{N_2 - n}{N_1} U_1 \quad (2)$$

$$2U = \frac{N_2 + n}{N_1} U_1 \quad (3) \quad U_{2x} = \frac{N_2 + 3n}{N_1} U_1 \quad (4)$$

Từ (2) và (3) suy ra $n = \frac{N_2}{3}$, thay giá trị này vào (4) được $U_{2x} = \frac{2N_2}{N_1} U_1$, rồi đối chiếu với (1) ta có $U_{2x} = 2 \cdot \frac{N_2}{N_1} U_1 = 2 \cdot 100 = 200V \Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng: Một máy biến áp lí tưởng, cuộn sơ cấp được nối với một nguồn điện xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi, điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp để hở là 100V. Khi tăng số vòng dây của cuộn cuộn sơ cấp thêm n vòng thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn thứ cấp để hở là U . Khi giảm số vòng dây của cuộn cuộn sơ cấp đi n vòng thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn thứ cấp để hở là $2U$. Khi tăng số vòng dây của cuộn sơ cấp lên $3n$ vòng thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn thứ cấp để hở là

- A. 50V. B. 100V. C. 25V. D. 45V.

Câu 28: 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. 40 vòng dây. B. 84 vòng dây. C. 100 vòng dây. D. 60 vòng dây.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Gọi số vòng cuộn sơ cấp là N_1 , số vòng cuộn thứ cấp ban đầu là N_2 . Ta có hệ:

$$\begin{cases} \frac{N_2}{N_1} = 0,43 \\ \frac{N_2 + 24}{N_1} = 0,45 \end{cases} \quad \text{giải ra ta được} \quad \begin{cases} N_1 = 1200 \\ N_2 = 516 \end{cases}$$

Theo đề ra, số vòng cuộn thứ cấp cần có là $N_2 = \frac{N_1}{2} = \frac{1200}{2} = 600$ vòng

Vì vậy tổng số vòng cần bổ sung là: $\Delta N = 600 - 516 = 84$ vòng. Nhưng học sinh này trước đó đã quấn 24 vòng rồi nên chỉ cần cuộn thêm $84 - 24 = 60$ vòng nữa.
 $\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng: Một máy biến áp lí tưởng có số vòng dây ở cuộn sơ cấp không đổi nhưng số vòng dây ở cuộn thứ cấp thay đổi được. Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp một điện áp xoay chiều không đổi. Nếu tăng số vòng dây ở cuộn thứ cấp thêm 100 vòng thì điện áp ở hai đầu cuộn thứ cấp thay đổi 20% so với lúc đầu. Số vòng dây ở cuộn thứ cấp lúc đầu là

- A. 2000 vòng B. 1000 vòng C. 800 vòng D. 500 vòng

Ví dụ 29: Máy biến thế có 110 vòng ở cuộn sơ cấp và 220 vòng ở cuộn thứ cấp. Cuộn dây sơ cấp có điện trở thuần $r = 3 \Omega$ và cảm kháng $Z_L = 4 \Omega$. Cuộn thứ cấp để hở. Nối hai đầu cuộn sơ cấp với hiệu điện thế 40 V thì hiệu điện thế hai đầu cuộn thứ cấp là

- A. 80 V. B. 72 V. C. 64 V. D. 32 V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Tổng trở của cuộn sơ cấp $Z_1 = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \Omega$. Phân tích điện áp hiệu dụng ở cuộn sơ cấp làm hai thành phần U_{L1} và U_{r1} . Chính U_{L1} là suất điện động tự cảm $\mathcal{E}_1$ xuất hiện ở cuộn sơ cấp: $\mathcal{E}_1 = I_1 \cdot Z_L = \frac{U_1}{Z} \cdot Z_L = \frac{40}{5} \cdot 4 = 32 \text{ V}$

Do cuộn thứ cấp để hở nên $U_2 = \mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1 \cdot \frac{N_2}{N_1} = 32 \cdot \frac{220}{110} = 64 \text{ V} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một máy biến thế có $N_1 = 1000$ vòng, $N_2 = 2000$ vòng. Hiệu điện thế hiệu dụng của cuộn sơ cấp là $U_1 = 110 \text{ V}$ và của cuộn thứ cấp khi để hở là $U_2 = 216 \text{ V}$. Tỉ số giữa điện trở thuần và cảm kháng của cuộn sơ cấp là

- A. 0,19. B. 0,16. C. 0,13. D. 0,08.

Bài toán 2: Một máy biến áp có số vòng cuộn thứ cấp gấp đôi số vòng cuộn sơ cấp. Cuộn sơ cấp có độ tự cảm $L = 0,1/\pi \text{ (H)}$ và điện trở trong $r = 10 \Omega$. Nối cuộn sơ cấp với nguồn có $f = 50 \text{ Hz}$ và hiệu điện thế hiệu dụng U . Cho rằng từ thông không bị thất thoát ra ngoài lõi. Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn thứ cấp để hở là

- A. $2U$. B. U . C. $U\sqrt{2}$. D. $0,5U$.

Ví dụ 30: Biện pháp nào sau đây thường được chọn để làm giảm hao phí điện năng trên đường dây khi tải điện đi xa?

- A. Tăng tiết diện của dây. B. Giảm chiều dài của dây.
C. Chọn dây có điện trở suất nhỏ. D. Tăng hiệu điện thế ở nơi truyền đi.

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Công suất hao phí trên đường dây $\Delta P = RI^2 = R \frac{P^2}{U^2 \cos^2 \varphi}$

- Điện trở thuần của đường dây $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$

- Việc giảm R bằng cách chọn dây có điện trở suất nhỏ, hoặc tăng tiết diện dây hoặc giảm chiều dài của dây sẽ tốn kém hoặc không thể thực hiện được. Cách phù hợp nhất để làm giảm hao phí điện năng trên đường dây là tăng hiệu điện thế U ở nơi truyền đi $\Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Ví dụ 31: Với cùng công suất, khi tăng hiệu điện thế hiệu dụng ở nơi truyền đi lên 20 lần thì công suất hao phí điện năng trên đường dây giảm bao nhiêu lần?

- A. 20 lần. B. 400 lần. C. 100 lần. D. 40 lần.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có công suất hao phí điện năng trên đường dây $\Delta P = R \frac{P^2}{U^2}$

Nếu U tăng 20 lần thì ΔP sẽ giảm 400 lần $\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng: Khi hiệu điện thế ở hai đầu dây tải tăng 50 lần thì công suất hao phí trên đường dây

- A. giảm 50 lần. B. tăng 50 lần. C. tăng 2500 lần. D. giảm 2500 lần.

Ví dụ 32: Máy phát điện xoay chiều có công suất 3 MW, dòng điện mà nó phát ra sau khi được tăng thế lên đến 100 kV và truyền đi xa bằng một đường dây có điện trở tổng cộng 50 Ω . Công suất hao phí điện năng trên đường dây là

- A. 600 W. B. $45 \cdot 10^8$ W. C. 4,5 kW. D. 45 kW.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì công suất hao phí $\Delta P = R \frac{P^2}{U^2} = 50 \frac{(3 \cdot 10^6)^2}{(100 \cdot 10^3)^2} = 45000 \text{ W} \Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 33: Người ta cần tải đi một công suất 200 kW dưới hiệu điện thế 2 kV. Hiệu số chỉ của các công tơ điện ở trạm phát và ở nơi thu sau một ngày đêm lệch nhau 600 kWh. Hiệu suất của quá trình tải điện là

- A. 87,5%. B. 92,5%. C. 75%. D. 80%.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Công suất hao phí trong quá trình tải điện:

$$\Delta P = \frac{\Delta A}{t} = \frac{600 \cdot 10^3 \cdot 3600}{24 \cdot 3600} = 25 \cdot 10^3 \text{ W} = 25 \text{ kW}$$

+ Hiệu suất của quá trình tải điện:

$$H = \frac{P_a}{P_p} = \frac{P_p - \Delta P}{P_p} = \frac{200 - 25}{200} = 0,875 = 87,5\% \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng: Công suất truyền đi của một trạm phát điện là 200 kW. Hiệu số chỉ của các công tơ điện ở trạm phát và ở nơi thu sau một ngày đêm lệch nhau 480 kWh. Hiệu suất tải điện là

- A. 95%. B. 70%. C. 90%. D. 80%.

Ví dụ 34: Một trạm phát điện, có hiệu điện thế 500V truyền đi một công suất $P = 50\text{kW}$ trên một đường dây có điện trở tổng cộng là $R = 4\Omega$ tới tải tiêu thụ.

a) Tính công suất hao phí trên đường dây, độ giảm thế, hiệu suất của sự truyền tải điện năng và hiệu điện thế tại nơi tiêu thụ.

b) Nếu trước khi đưa lên đường dây tải điện, người ta nối hai cực của máy phát điện với một máy biến thế lý tưởng có tỉ số các vòng dây của cuộn sơ cấp trên cuộn thứ cấp 0,1 để tăng áp. Hãy tính lại công suất hao phí trên đường dây, độ giảm thế, hiệu suất của sự truyền tải điện năng và hiệu điện thế tại nơi tiêu thụ.

Phân tích và hướng dẫn giải:

a) Khi chưa dùng máy tăng thế, hiệu điện thế đưa lên đường dây là 500V.

+ Công suất hao phí trên đường dây:

$$P_{hp} = \frac{P^2}{U^2} R = \frac{50000^2}{500^2} 4 = 40.000 (\text{W}) = 40 (\text{kW})$$

$$+ \text{Hiệu suất truyền tải: } H = \frac{P - P_{hp}}{P} = \frac{50000 - 40000}{50000} = 0,20 = 20 (\%)$$

$$+ \text{Độ giảm thế trên đường dây: } \Delta U = IR = \frac{P}{U} R = \frac{50000}{500} 4 = 400 (\text{V})$$

$$+ \text{Hiệu điện thế tại nơi tiêu thụ điện: } U' = U - \Delta U = 500 - 400 = 100 (\text{V})$$

b) Khi dùng máy tăng thế với tỉ số số vòng dây theo đề ra, hiệu điện thế đưa lên đường dây được tăng lên 10 lần, tức là 5000V, tương tự ta có:

+ Công suất hao phí trên đường dây:

$$P_{hp} = \frac{P^2}{U^2} R = \frac{50000^2}{5000^2} 4 = 400 (\text{W}) = 0,4 (\text{kW})$$

$$\text{Hiệu suất truyền tải: } H = \frac{P - P_{hp}}{P} = \frac{50000 - 400}{50000} = 0,992 = 99,2 (\%)$$

$$\text{Độ giảm thế trên đường dây: } \Delta U = IR = \frac{P}{U} R = \frac{50000}{5000} 4 = 40 (\text{V})$$

$$\text{Hiệu điện thế tại nơi tiêu thụ điện: } U' = U - \Delta U = 5000 - 40 = 4960 (\text{V})$$

⇒ Qua bài toán trên, chúng ta có thể hiểu được vai trò, tác dụng của máy tăng thế trong việc truyền tải điện năng đi xa.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một trạm phát điện truyền đi một công suất 10^4 W trên dây dẫn có điện trở $R = 8 \Omega$. Điện áp từ trạm phát điện là $U = 10^3 \text{ V}$. Hiệu suất tải điện là

- A. 30%. B. 40%. C. 50%. D. 20%.

Bài toán 2: Người ta cần truyền một công suất điện $P = 2 \text{ MW}$ đến nơi tiêu thụ bằng đường dây 1 pha, hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu đường dây truyền tải 10 kV . Mạch điện có hệ số công suất $k = 0,9$. Muốn cho hiệu suất truyền tải đạt trên 90% thì điện trở của đường dây phải thỏa mãn

- A. $R \leq 4,05 \Omega$ B. $R < 2,05 \Omega$ C. $R < 6,05 \Omega$ D. $R < 8,05 \Omega$.

Bài toán 3: Điện năng được truyền tới nơi tiêu thụ cách nhà máy 10 km . Dây dẫn làm bằng kim loại có điện trở suất $\rho = 2,5 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$, tiết diện dây $S = 1,2 \text{ cm}^2$, hệ số công suất của mạch điện là $k = 0,9$. Điện áp hiệu dụng và công suất truyền đi ở trạm phát điện tương ứng là 10 kV và 5 MW . Hiệu suất của sự truyền tải điện năng là

- A. 90,75%. B. 88,14%. C. 74,28%. D. 87,14%.

Ví dụ 35: Điện năng từ một máy phát điện được truyền đi dưới hiệu điện thế 2 kV . Hiệu suất của quá trình tải điện là 80%. Muốn hiệu suất tải điện tăng lên đến 95% thì phải tăng hiệu điện thế lên đến giá trị

- A. $2,5 \text{ kV}$. B. 3 kV . C. 4 kV . D. 5 kV .

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$+ \text{Ta có: } H = \frac{P_{\text{ti}}}{P_{\text{p}}} = \frac{P_{\text{p}} - \Delta P}{P_{\text{p}}} = 1 - \frac{\Delta P}{P_{\text{p}}} = 1 - \frac{\frac{P_{\text{p}}^2 R}{U^2}}{P_{\text{p}}} = 1 - \frac{P_{\text{p}} R}{U^2}. \text{ Suy ra } U^2 = \frac{P_{\text{p}} R}{(1-H)}$$

$$+ \text{Viết cho 2 trường hợp ta có } U_1^2 = \frac{P_{\text{p}} R}{(1-H_1)} \text{ và } U_2^2 = \frac{P_{\text{p}} R}{(1-H_2)} \Rightarrow \frac{U_2^2}{U_1^2} = \frac{(1-H_1)}{(1-H_2)}$$

$$\Rightarrow U_2 = U_1 \sqrt{\frac{(1-H_1)}{(1-H_2)}} = 2 \sqrt{\frac{(1-0,8)}{(1-0,95)}} = 2,2 = 4 \text{ kV} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

✎ **Chú ý:** Nên nhớ biểu thức liên hệ

$$\boxed{\frac{U_2^2}{U_1^2} = \frac{(1-H_1)}{(1-H_2)}}$$

để làm các bài toán xuôi

ngược khác cho nhanh.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Điện năng được truyền đi xa với công suất không đổi P và hiệu điện thế hiệu dụng $U = 10\text{kV}$, hiệu suất của quá trình truyền tải $H = 80\%$. Để hiệu suất của quá trình truyền tải đạt được là 95% , thì phải tăng hiệu điện thế lên đến giá trị

- A. 20kV . B. 25kV . C. 30kV . D. 25kV .

Bài toán 2: Trong quá trình truyền tải điện năng đi xa cần tăng điện áp của nguồn lên bao nhiêu lần để giảm công suất hao phí trên đường dây đi 100 lần. Giả thiết công suất nơi tiêu thụ nhận được không đổi, điện áp tức thời u cùng pha với dòng điện tức thời i . Biết ban đầu độ giảm điện thế trên đường dây bằng 15% điện áp của tải tiêu thụ.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Bài 1: Máy biến thế có $N_1 = 2000$ vòng, $N_2 = 400$ vòng. Trong 1 phút, từ thông biến thiên qua tiết diện thẳng của lõi thép là 10Wb . Tính suất điện động xuất hiện ở 2 cuộn.

Bài 2: Một dòng điện xoay chiều một pha, công suất 22 MW được truyền bằng đường dây cao thế 110kV qua 1 khoảng cách 50km . Dây truyền bằng đồng, tiết diện tròn, điện trở suất $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$. Mong muốn sự hao tổn không được vượt quá 10% công suất cung cấp.

- Điện trở dây không vượt quá giới hạn nào?
- Đường kính của dây không được nhỏ hơn giới hạn nào?

Bài 3: Điện năng được truyền tải từ trạm tăng thế đến trạm hạ thế nhờ các dây dẫn có điện trở tổng cộng là $R = 15\Omega$ (bỏ qua tác dụng của cảm kháng và dung kháng trên đường dây). Ở đầu ra của cuộn thứ cấp của máy hạ thế ta cần một công suất 11kW với cường độ dòng điện hiệu dụng 100A cho phụ tải thuần trở. Biết rằng tỉ số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp của máy hạ thế bằng 10 . Bỏ qua mọi hao phí ở các máy biến thế.

- Tính hiệu điện thế hiệu dụng ở 2 đầu cuộn thứ cấp và cường độ dòng điện trong mạch sơ cấp của máy hạ thế.
- Tính hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu đoạn thứ cấp của máy tăng thế.

c) Nếu tại nơi đặt máy hạ thế ta vẫn cần một dòng điện có công suất và cường độ như cũ nhưng không dùng các máy tăng thế và hạ thế thì sự hao phí công suất trên đường dây sẽ là bao nhiêu và tăng lên bao nhiêu lần so với khi dùng các máy biến thế.

Bài 4: Một đường điện xoay chiều ba pha 4 dây a, b, c, d. Một bóng đèn khi mắc vào giữa dây a và dây b hoặc giữa dây b và dây c hoặc giữa dây b và dây d thì sáng bình thường. Đèn đèn đó mắc vào giữa dây a và dây c thì

- A. đèn sáng bình thường.
- B. đèn sáng yếu hơn bình thường.
- C. bóng đèn hỏng vì điện áp cao.
- D. bóng đèn không sáng vì điện áp thấp.

Bài 5: Khi đặt đầu bút thử bút điện lần lượt vào từng cực của một ổ cắm điện xoay chiều 220 V, ta thấy ở một cực, đèn hiệu của bút điện sáng lên (cực này gọi là pha nóng N), còn ở cực còn lại thì đèn hiệu của bút điện không sáng (gọi là pha nguội Z), điều đó cho thấy rằng

- A. điện thế pha nóng N luôn lớn hơn điện thế pha nguội Z.
- B. pha nóng N có sự chênh lệch điện áp so với người cầm bút thử điện.
- C. pha nóng N có điện thế luôn lớn hơn điện thế của người cầm bút thử điện.
- D. pha nguội Z có điện thế luôn không đổi và bằng 0 so với pha nóng N.

Bài 6: 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, $I_3 = 1,2\text{A}$. Cường độ dòng điện qua cuộn sơ cấp là

- A. $I_1 = 0,035\text{A}$.
- B. $I_1 = 0,045\text{A}$.
- C. $I_1 = 0,023\text{A}$.
- D. $I_1 = 0,055\text{A}$.

Bài 7: Mắc cuộn thứ nhất của một máy biến áp vào một nguồn điện xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$ thì điện áp hiệu dụng trong cuộn thứ hai để hở là 20 V. Mắc cuộn thứ hai vào nguồn điện xoay chiều đó thì điện áp hiệu dụng trong cuộn thứ nhất để hở 7,2 V. Bỏ qua điện trở thuần trong các cuộn dây của máy biến áp. Điện áp hiệu dụng của nguồn điện bằng

- A. 144V.
- B. 12V.
- C. 5,2V.
- D. 13,6 V.

Chú đề 10: DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN

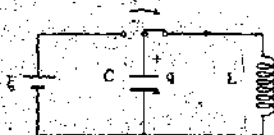
I. Dao động điện từ

1. Sự biến thiên

a) Điện tích. Điện tích giữa hai bản tụ C biến thiên điều hoà theo phương trình:

$q = Q_0 \cos(\omega t + \varphi)$. Trong đó tần số góc

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$



b) Suất điện động cảm ứng trong cuộn dây L thuần cảm.

$$e = u = \frac{q}{C} = \frac{Q_0}{C} \cos(\omega t + \varphi). \text{ Với } u \text{ là hiệu điện thế tức}$$

thời giữa hai bản tụ.

c) Cường độ dòng điện

Cường độ dòng điện chạy trong cuộn dây L biến thiên điều hoà:

$$i = q' = -\omega Q_0 \sin(\omega t + \varphi) \\ = \omega Q_0 \sin(\omega t + \varphi + \pi) = I_0 \sin(\omega t + \varphi + \pi)$$

Trong đó $I_0 = \omega Q_0$ là cường độ dòng điện cực đại.

2. Năng lượng trong mạch dao động

a) Chọn điều kiện ban đầu thích hợp ta có $q = Q_0 \sin \omega t$

- Năng lượng điện trường trong tụ điện:

$$W_C = \frac{1}{2} C u^2 = \frac{q^2}{2C} = \frac{Q_0^2}{2C} \cos^2 \omega t = \frac{Q_0^2}{4C} + \frac{Q_0^2}{4C} \cos(2\omega t)$$

- Năng lượng từ trường trong cuộn dây:

$$W_L = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{Q_0^2}{2C} \sin^2 \omega t = \frac{Q_0^2}{4C} - \frac{Q_0^2}{4C} \cos(2\omega t)$$

- Năng lượng điện từ trong mạch dao động:

$$W = W_L + W_C = \frac{Q_0^2}{2C} = \text{const}$$



b) Kết luận

- Năng lượng của mạch dao động gồm năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện, năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm.
- Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên tuần hoàn cùng tần số $\omega' = 2\omega \Rightarrow f' = 2f$ và $T' = \frac{T}{2}$.
- Tại mọi thời điểm, tổng năng lượng điện trường và năng lượng từ trường là không đổi. Năng lượng của mạch dao động được bảo toàn.

II. Điện từ trường – sóng điện từ

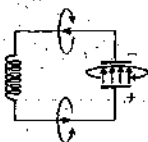
1. Điện từ trường

a. Giả thuyết của Macxoen

- Khi từ trường biến thiên theo thời gian, nó sinh ra điện trường xoáy có đường sức điện bao quanh đường cảm ứng từ (điện trường tĩnh có đường sức hở).
 - Khi điện trường biến thiên theo thời gian, nó sinh ra từ trường có đường cảm ứng từ bao quanh đường sức điện.
- $\Rightarrow$ Không thể có điện trường hoặc từ trường tồn tại riêng biệt, độc lập nhau. Điện trường và từ trường là hai mặt thể hiện khác nhau của một trường duy nhất là trường điện từ.

b. Dòng điện dịch: Khi tụ điện tích điện hoặc phóng điện, giữa hai bản cực có điện trường biến thiên sinh ra từ trường xoáy như dòng điện chạy trong dây dẫn đi qua tụ điện.

- Vậy dòng điện dịch là khái niệm chỉ sự biến thiên của điện trường giữa các bản tụ điện (nơi không có dây dẫn) tương đương với dòng chạy trong dây dẫn và cũng sinh ra từ trường biến thiên.



- Dòng điện dẫn và dòng điện dịch tạo thành dòng điện khép kín trong mạch.

2. Sóng điện từ

a) Định nghĩa: là quá trình lan truyền trong không gian của điện từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

b) Tính chất

* Truyền trong mọi môi trường vật chất, kể cả trong chân không. Vận tốc trong chân không là $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

* Là sóng ngang, các vectơ $\vec{E}$ và $\vec{B}$ vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng $\vec{v}$. Ba vectơ $\vec{E}$, $\vec{B}$, $\vec{v}$ tại một điểm tạo thành tam diện thuận.

* Trong sóng điện từ, tại một điểm dao động điện trường và từ trường luôn đồng pha.

* Cũng có các tính chất giống như sóng cơ học, chúng có thể phản xạ, khúc xạ, giao thoa...

* Khi truyền trong không gian, sóng điện từ mang theo năng lượng tỉ lệ với lũy thừa bậc 4 của tần số.

c) Sóng vô tuyến: là sóng điện từ có tần số hàng nghìn Hz trở lên.

- Tầng điện li là tầng khí quyển tính từ độ cao khoảng 80km trở lên, ở đó chứa nhiều hạt tích điện.

+ Với sóng trung (bước sóng từ 1000 m xuống 100 m): Ban ngày bị hấp thụ mạnh nên không truyền đi xa. Ban đêm sóng ít bị hấp thụ, phản xạ tốt ở tầng điện li nên sóng có thể truyền đi xa. Vì vậy ban đêm nghe đài sóng trung rõ hơn ban ngày.

+ Với sóng ngắn (λ từ 100 m xuống 10 m): có năng lượng lớn, bị tầng điện li phản xạ mạnh xuống đất, rồi từ mặt đất phản xạ lên tầng điện li, quá trình cứ tiếp tục như vậy. Do đó một đài phát sóng ngắn có công suất lớn có thể truyền sóng tới mọi điểm trên Trái Đất.

+ Với sóng cực ngắn (λ từ 10 m xuống 0,01 m): Không bị tầng điện li hấp thụ hay phản xạ, nó xuyên qua tầng điện li nên nó chủ yếu được dùng trong thông tin vũ trụ.

Đặc biệt: Vô tuyến truyền hình dùng các sóng cực ngắn, không truyền được xa trên mặt đất, không bị tầng điện li hấp thụ hay phản xạ, nó xuyên qua tầng điện li. Muốn truyền hình đi xa, người ta phải đặt các đài tiếp sóng trung gian, hoặc dùng vệ tinh nhân tạo để thu rồi phát trở về Trái Đất.

⇒ **Chú ý:** Sóng dài và cực dài (bước sóng 100km – 1km) năng lượng thấp, bị các vật trên mặt đất hấp thụ mạnh nhưng nước lại hấp thụ ít, do đó sóng dài và cực dài được dùng trong thông tin liên lạc dưới nước.

3. Phát và thu sóng điện từ

a. Mạch dao động kín và hở

- Mạch LC là mạch dao động kín: không phát sóng điện từ.
- Nếu bán cực tụ điện bị lệch: có sóng điện từ thoát ra.
- Thực tế dùng anten: ở giữa là cuộn dây, ở trên hở, đầu dưới nối đất.

b. Phát và thu sóng điện từ

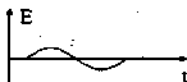
- Phát sóng: kết hợp máy phát dao động điều hòa và anten. Mạch hoạt động gây ra điện từ trường biến thiên, anten phát sóng điện từ cùng tần số f .
- Thu sóng: kết hợp anten với mạch dao động có tụ điện điện dung thay đổi. Điều chỉnh C để mạch cộng hưởng tần số f cần có, gọi là chọn sóng.
- Bước sóng của sóng điện từ mà mạch phát ra hay thu được:

$$\lambda = c.T = \frac{c}{f} = 2\pi c \sqrt{LC} \quad \text{với } c = 3.10^8 \text{ m/s}$$

c. Nguyên tắc chung của việc thông tin truyền thanh bằng sóng vô tuyến

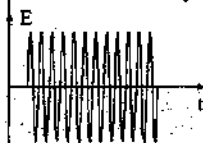
– Dùng micro để biến dao động âm thành dao động điện: sóng âm tần.

Đồ thị $E(t)$ của sóng âm tần



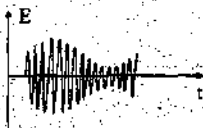
– Dùng sóng vô tuyến điện từ cao tần có bước sóng từ vài m đến vài trăm m để tải các thông tin gọi là sóng mang.

Đồ thị $E(t)$ của sóng mang chưa bị biến điệu



– Phải biến điện sóng điện từ. Dùng mạch biến điệu để “trộn” sóng âm tần với sóng mang.

Đồ thị $E(t)$ của sóng mang đã được biến điệu về biên độ



– Ở nơi thu, dùng mạch tách sóng để tách sóng âm tần ra khỏi sóng cao tần để đưa ra loa.

– Khi tín hiệu thu được có cường độ nhỏ, ta phải khuếch đại chúng bằng các mạch khuếch đại.

d. Các bộ phận chính trong mạch phát – thu sóng vô tuyến.

– Sơ đồ khối của mạch phát sóng vô tuyến gồm 5 bộ phận cơ bản: micro; bộ phát sóng cao tần; mạch biến điệu; mạch khuếch đại và anten.

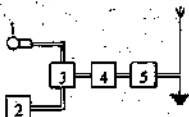
(1): Tạo ra dao động điện từ âm tần.

(2): Phát sóng điện từ có tần số cao (cỡ MHz).

(3): Trộn dao động điện từ cao tần với dao động điện từ âm tần.

(4): Khuếch đại dao động điện từ cao tần đã được biến điệu.

(5): Tạo ra điện từ trường cao tần lan truyền trong không gian.



– Sơ đồ khối của một máy thu vô tuyến cũng gồm 5 bộ phận cơ bản: anten; mạch khuếch đại dao động điện từ cao tần; mạch tách sóng; mạch khuếch đại dao động điện từ âm tần và loa.

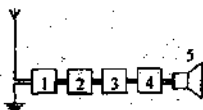
(1): Thu sóng điện từ cao tần biến điệu.

(2): Khuếch đại dao động điện từ cao tần từ anten gửi tới.

(3): Tách dao động điện từ âm tần ra khỏi dao động điện từ cao tần.

(4): Khuếch đại dao động điện từ âm tần từ mạch tách sóng gửi đến.

(5): Biến dao động điện thành dao động âm.



III. Các công thức và những điều cần lưu ý

1. Các biểu thức quan hệ U_0 , I_0 , u , i giúp tính nhanh

$$\text{Từ } W = W_L + W_C = W_{L\max} = W_{C\max} \Rightarrow \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2}$$

$$\text{Tính nhanh năng lượng điện, năng lượng từ: } \begin{cases} W_L = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{C}{2} (U_0^2 - u^2) \\ W_C = \frac{1}{2} Cu^2 = \frac{L}{2} (I_0^2 - i^2) \end{cases}$$

$$\text{Tính nhanh giá trị cực đại } I_0, U_0: \begin{cases} I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}} = \sqrt{i^2 + \frac{C}{L} u^2} \\ U_0 = I_0 \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{u^2 + \frac{L}{C} i^2} \end{cases}$$

Tính nhanh giá trị tức thời u , q , i :

$$\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{q}{Q_0}\right)^2 = 1 \quad \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1$$

$$u = \sqrt{\frac{L}{C} (I_0^2 - i^2)} = \sqrt{U_0^2 - \frac{L}{C} i^2} \quad i = \sqrt{\frac{C}{L} (U_0^2 - u^2)} = \sqrt{I_0^2 - \frac{C}{L} u^2}$$

Khi năng lượng điện gấp n lần năng lượng từ $W_e = nW_t$ thì dòng điện tức thời, hiệu điện thế và điện tích được tính:

$$i = \pm \frac{I_0}{\sqrt{n+1}}; \quad u = \pm \sqrt{\frac{n}{n+1}} U_0 \quad \text{và} \quad q = \pm \sqrt{\frac{n}{n+1}} Q_0$$

$$\text{Do } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{I_0}{Q_0} \text{ nên chu kì có thể tính theo: } T = 2\pi \frac{Q_0}{I_0}$$

2. Bộ tụ ghép

Mạch có L và C_1 : phát ra f_1

Mạch có L và C_2 : phát ra f_2

$$C_1 \text{ nt } C_2: f_n^2 = f_1^2 + f_2^2 \quad \text{hoặc} \quad \frac{1}{T_n^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} \quad \text{và} \quad \lambda_n = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}}$$

$$C_1 // C_2: \frac{1}{f_n^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \quad \text{hoặc} \quad T_n^2 = T_1^2 + T_2^2 \quad \text{và} \quad \lambda_n = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}$$

3. Bộ tụ xoay

$$a. \lambda = cT = c2\pi\sqrt{LC} \rightarrow \left(\frac{\lambda}{\lambda_0}\right)^2 = \frac{C_{x_1}}{C_0} \rightarrow \begin{cases} \text{nt: } C_m < C_0 \Leftrightarrow \lambda_1 < \lambda_0 \\ \text{//: } C_m > C_0 \Leftrightarrow \lambda_1 > \lambda_0 \end{cases}$$

$$\text{Tụ xoay } C_x // C_0: \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_0}\right)^2 = \frac{C_{x_1} + C_0}{C_0}$$

b. Công thức tính điện dung của tụ điện $C_x = \frac{\epsilon S}{4\pi kd}$ với d là khoảng cách giữa hai

bản tụ. Có: $C_x = a\varphi + b$

$$\bullet \quad \varphi = \varphi_{\min} \Rightarrow C_x = a\varphi_{\min} + b$$

$$\bullet \quad \varphi = \varphi_{\max} \Rightarrow C_x = a\varphi_{\max} + b$$

$$\Rightarrow C_x \text{ có giá trị biến thiên: } (a\varphi_{\min} + b) \leq C_x \leq (a\varphi_{\max} + b)$$

4. Sự tương tự giữa dao động điện 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_d	$W_t (W_C)$
W_t	$W_d (W_L)$

Dao động cơ	Dao động điện
$x'' + \omega^2 x = 0$	$q'' + \omega^2 q = 0$
$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
$x = A \cos(\omega t + \varphi)$	$q = q_0 \cos(\omega t + \varphi)$
$v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$	$i = q' = -\omega q_0 \sin(\omega t + \varphi)$
$A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2$	$q_0^2 = q^2 + \left(\frac{i}{\omega}\right)^2$
$F = -kx = -m\omega^2 x$	$u = \frac{q}{C} = L\omega^2 q$
$W_d = \frac{1}{2}mv^2$	$W_t = \frac{1}{2}Li^2$
$W_t = \frac{1}{2}kx^2$	$W_d = \frac{q^2}{2C}$

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm

$L = \frac{1}{\pi}$ mH và một tụ điện có điện dung $C = \frac{4}{\pi}$ nF. Sau khi kích thích cho mạch

dao động, chu kì dao động của mạch là

- A. $4 \cdot 10^{-4}$ s. B. $2 \cdot 10^{-6}$ s. C. $4 \cdot 10^{-5}$ s. D. $4 \cdot 10^{-6}$ s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì chu kì $T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{\pi} \cdot 10^{-3} \cdot \frac{4}{\pi} \cdot 10^{-9}} = 4 \cdot 10^{-6}$ s $\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng: Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 4 μ H và một tụ điện có điện dung biến đổi từ 10 pF đến 640 pF. Lấy $\pi^2 = 10$.

Chu kì dao động riêng của mạch này có giá trị

- A. từ $2 \cdot 10^{-8}$ s đến $3,6 \cdot 10^{-7}$ s. B. từ $4 \cdot 10^{-8}$ s đến $2,4 \cdot 10^{-7}$ s.
C. từ $4 \cdot 10^{-8}$ s đến $3,2 \cdot 10^{-7}$ s. D. từ $2 \cdot 10^{-8}$ s đến $3 \cdot 10^{-7}$ s.

(Trích ĐTTT vào các trường Đại học khối A, 2010)

Ví dụ 2: Một mạch dao động LC gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm

$L = \frac{1}{2\pi}$ H và một tụ điện có điện dung C. Tần số dao động riêng của mạch là 0,5 MHz.

Giá trị của điện dung là

- A. $C = \frac{1}{2\pi}$ μ F. B. $C = \frac{2}{\pi}$ pF. C. $C = \frac{2}{\pi}$ μ F. D. $C = \frac{1}{2\pi}$ pF.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Chọn đáp án B vì $C = \frac{1}{4f^2\pi^2L} = \frac{1}{4 \cdot (0,5 \cdot 10^6)^2 \cdot \pi^2 \cdot \frac{1}{2\pi}} = \frac{2}{\pi} \cdot 10^{-12}$ F = $\frac{2}{\pi}$ pF

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L không đổi và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung của tụ điện đến giá trị C_1 thì tần số dao động riêng của mạch là f_1 . Để tần số dao động riêng của mạch là $\sqrt{5} f_1$ thì phải điều chỉnh điện dung của tụ điện đến giá trị

- A. $5C_1$ B. $\frac{C_1}{5}$ C. $\sqrt{5} C_1$ D. $\frac{C_1}{\sqrt{5}}$

(Trích ĐTTT vào các trường Đại học khối A, 2010)

Bài toán 2: Một mạch dao động gồm một cuộn dây thuần cảm và một tụ điện phẳng. Khi khoảng cách giữa các bản tụ giảm đi 2 lần thì chu kì dao động trong mạch

- A. tăng 2 lần. B. giảm 2 lần. C. tăng $\sqrt{2}$ lần. D. giảm $\sqrt{2}$ lần.

Bài toán 3: Cho mạch dao động điện từ gồm cuộn cảm thuần và một tụ điện có điện dung thay đổi được. Khi điện dung của tụ là C_1 thì chu kì của mạch là $10\mu\text{s}$, khi tụ có điện dung C_2 thì chu kì của mạch là $20\mu\text{s}$. Khi tụ điện có điện dung $C_3 = C_1 + 2C_2$ thì chu kì của mạch bằng

- A. $22,2\mu\text{s}$. B. $30\mu\text{s}$. C. $14,1\mu\text{s}$. D. $15\mu\text{s}$.

Ví dụ 3: Trong mạch dao động LC lí tưởng. Biểu thức nào sau đây là đúng về mối liên hệ giữa U_0 và I_0 ?

- A. $I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$ B. $U_0 = I_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$ C. $U_0 = I_0 \sqrt{LC}$ D. $I_0 = U_0 \sqrt{LC}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Trong mạch dao động LC, năng lượng điện trường và năng lượng từ biến thiên và chuyển hóa cho nhau $\Rightarrow W_{\text{đm}} = W_{\text{tđm}} \Rightarrow \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}LI_0^2$

$$\Rightarrow U_0 = I_0 \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ hoặc } I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một mạch dao động gồm cuộn dây có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thực hiện dao động điện từ tự do. Điện tích cực đại trên mỗi bản tụ là Q_0 và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là I_0 . Chu kì dao động điện từ của mạch là

- A. $T = 2\pi \frac{Q_0}{I_0}$ B. $T = 2\pi Q_0 I_0$ C. $T = 2\pi \frac{I_0}{Q_0}$ D. $T = 2\pi LC$

Bài toán 2: Trong mạch dao động LC, khi hoạt động thì điện tích cực đại của tụ điện là $Q_0 = 1\mu\text{C}$ và cường độ dòng điện cực đại ở cuộn dây là $I_0 = 10\text{A}$. Tần số dao động của mạch là

- A. $1,6\text{ MHz}$. B. 16 MHz . C. $1,6\text{ kHz}$. D. 16 kHz .

Bài toán 3: Một mạch dao động gồm một tụ điện có điện dung $C = 25\mu\text{F}$ và cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L . Hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ là $U_0 = 5\text{V}$. Biết cường độ dòng điện cực đại trong mạch là 1A , tần số dao động của mạch là

- A. $f = 4\text{ kHz}$ B. $f = \frac{4}{\pi}\text{ kHz}$ C. $f = \frac{1}{\pi}\text{ kHz}$ D. $f = 1\text{ kHz}$

Ví dụ 4: Một mạch dao động điện từ LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm $5\ \mu\text{H}$ và tụ điện có điện dung $5\ \mu\text{F}$. Trong mạch có dao động điện từ tự do. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp mà điện tích trên một bản tụ điện có độ lớn cực đại là

- A. $5\pi \cdot 10^{-6}\text{s}$. B. $2,5\pi \cdot 10^{-6}\text{s}$. C. $10\pi \cdot 10^{-6}\text{s}$. D. 10^{-6}s .

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp điện tích trên tụ có độ lớn cực đại (biên) là:

$$T = \frac{T}{2} = \frac{2\pi\sqrt{LC}}{2} = \pi\sqrt{LC} = \pi\sqrt{5 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6}} = 5\pi \cdot 10^{-6}\text{s} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng: (Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2010) Một mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ. Tại thời điểm $t = 0$, điện tích trên một bản tụ điện cực đại. Sau khoảng thời gian ngắn nhất Δt thì điện tích trên bản tụ này bằng một nửa giá trị cực đại. Chu kì dao động riêng của mạch dao động này là

- A. $4\Delta t$. B. $6\Delta t$. C. $3\Delta t$. D. $12\Delta t$.

Ví dụ 5: Một mạch dao động điện từ LC lí tưởng. Lúc đầu tụ được tích điện cực đại $Q_0 = 10^{-8}\text{C}$. Thời gian ngắn nhất để tụ phóng hết điện tích là $2\mu\text{s}$. Cường độ dòng điện hiệu dụng phóng qua cuộn dây là

- A. $55,5\text{ mA}$. B. $5,55\text{ mA}$. C. $11,1\text{ mA}$. D. $22,2\text{ mA}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Thời gian ngắn nhất để tụ phóng hết điện tích là $\frac{T}{4}$, do đó $T = 8 \cdot 10^{-6}\text{s}$

$$+ \text{Ta có } I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{\omega Q_0}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi Q_0}{\sqrt{2}T} = \frac{2,3,14 \cdot 10^{-8}}{\sqrt{2} \cdot 8 \cdot 10^{-6}} = 5,55 \cdot 10^{-3}\text{ A} = 5,55\text{ mA}$$

$\Rightarrow$ **Đáp án B.**

Bài tập vận dụng: Một tụ điện có $C = 1\ \mu\text{F}$ được tích điện với hiệu điện thế cực đại U_0 . Sau đó cho tụ điện phóng điện qua một cuộn dây thuần cảm có hệ số tự cảm $L = 9\text{ mH}$. Coi $\pi^2 = 10$. Để hiệu điện thế trên tụ điện bằng một nửa giá trị cực đại thì khoảng thời gian ngắn nhất kể từ thời điểm nối tụ với cuộn dây là

- A. $1,5 \cdot 10^{-9}\text{s}$. B. $0,75 \cdot 10^{-9}\text{s}$. C. $5 \cdot 10^{-9}\text{s}$. D. 10^{-9}s .

Ví dụ 6: Một mạch dao động LC có cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 2 \text{ mH}$ và tụ điện có điện dung $C = 5 \text{ }\mu\text{F}$. Biết hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ là 10 mV . Năng lượng điện từ của mạch là

- A. $25 \cdot 10^{-6} \text{ mJ}$. B. $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ mJ}$. C. $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ mJ}$. D. $2,5 \cdot 10^{-7} \text{ mJ}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Có } W = W_d + W_l = W_{d\max} = W_{l\max}.$$

Vi bài toán cho biết C và hiệu điện thế cực đại U_0 nên ta tính năng lượng điện từ của mạch thông qua năng lượng điện cực đại.

$$W = W_{d\max} = \frac{1}{2} C U_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot (10 \cdot 10^{-3})^2 = 2,5 \cdot 10^{-10} \text{ J} \Rightarrow \text{Đáp án D}$$

Ví dụ 7: Mạch dao động gồm một tụ điện có điện dung $10 \text{ }\mu\text{F}$ và một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 0,1 \text{ H}$. Khi hiệu điện thế ở hai đầu tụ điện là 4 V thì cường độ dòng điện trong mạch là $0,02 \text{ A}$. Hiệu điện thế cực đại trên bản tụ là

- A. 4 V . B. 5 V . C. $2\sqrt{5} \text{ V}$. D. $5\sqrt{2} \text{ V}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì $W = W_d + W_l = W_{d\max} = W_{l\max}$ và bài toán cho biết C, U_0 nên ta viết

$$W_d + W_l = W_{d\max} \Rightarrow \frac{1}{2} C u^2 + \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} C U_0^2$$

$$\Rightarrow U_0 = \sqrt{u^2 + \frac{L}{C} i^2} = \sqrt{4^2 + \frac{0,1}{10 \cdot 10^{-6}} (0,02)^2} = 2\sqrt{5} \text{ (V)} \Rightarrow \text{Đáp án C}$$

Bài tập vận dụng: Một mạch dao động điện từ điều hoà LC với $L = 0,1 \text{ H}$ và $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$. Tại thời điểm dòng điện trong mạch $i = 30 \text{ mA}$ thì hiệu điện thế giữa 2 bản tụ điện là $u_c = 4 \text{ V}$. Cường độ dòng điện cực đại trong mạch là

- A. 40 mA . B. 50 mA . C. 60 mA . D. 80 mA .

Ví dụ 8: Mạch dao động LC, tụ điện có điện dung $C = 5 \text{ }\mu\text{F}$, cuộn dây thuần cảm. Biết hiệu điện thế cực đại tại hai đầu tụ điện là $U_0 = 4 \text{ V}$. Tìm năng lượng từ trường trong mạch tại thời điểm hiệu điện thế ở hai đầu tụ điện bằng 2 V .

- A. $3 \cdot 10^{-5} \text{ J}$. B. $3 \cdot 10^{-6} \text{ J}$. C. $2 \cdot 10^{-5} \text{ J}$. D. $2 \cdot 10^{-4} \text{ J}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Ta có: } W = W_d + W_l \Rightarrow W_l = W - W_d$$

$$\Rightarrow W_l = \frac{1}{2} C U_0^2 - \frac{1}{2} C u^2 = \frac{1}{2} C (U_0^2 - u^2) = 3 \cdot 10^{-5} \text{ (J)} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng: Một mạch dao động LC có điện trở thuần không đáng kể, tụ điện có điện dung $5\mu\text{F}$. Dao động điện từ 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. $4 \cdot 10^{-5}\text{ J}$. B. $5 \cdot 10^{-5}\text{ J}$. C. $9 \cdot 10^{-5}\text{ J}$. D. 10^{-5} J .

Ví dụ 9: Cho mạch dao động điện từ LC lí tưởng. Biết điện tích cực đại trên tụ là $Q_0 = 2 \cdot 10^{-9}\text{ C}$ và cường độ dòng điện qua cuộn dây $I_0 = 10\text{ mA}$. Khi điện tích tức thời trên tụ là $q = 1,2 \cdot 10^{-9}\text{ C}$ thì độ lớn cường độ dòng điện tức thời qua cuộn dây là

- A. 2 mA B. 4 mA C. 6 mA D. 8 mA

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Từ } \begin{cases} q = Q_0 \cos(\omega t + \varphi) \\ i = q' = -I_0 \sin(\omega t + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{q}{Q_0}\right)^2 = 1$$

$$\text{Thay số ta có } \left(\frac{i}{10}\right)^2 + \left(\frac{1,2 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 10^{-9}}\right)^2 = 1 \Rightarrow i = 8\text{ mA} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Bài tập vận dụng: Trong mạch dao động LC có dao động điện từ riêng với tần số góc 10^4 rad/s . Điện tích cực đại trên tụ điện là 10^{-9} C . Khi cường độ dòng điện trong mạch bằng $5 \cdot 10^{-6}\text{ A}$ thì điện tích trên tụ điện là

- A. $2 \cdot 10^{-10}\text{ C}$. B. $4 \cdot 10^{-10}\text{ C}$. C. $3 \cdot 10^{-10}\text{ C}$. D. $3,7 \cdot 10^{-10}\text{ C}$.

Ví dụ 10: Xét hai mạch dao động điện từ lí tưởng. Chu kì dao động riêng của mạch thứ nhất là T_1 , của mạch thứ hai là $T_2 = 2T_1$. Ban đầu điện tích trên mỗi bản tụ điện có độ lớn cực đại Q_0 . Sau đó mỗi tụ điện phóng điện qua cuộn cảm của mạch. Khi điện tích trên mỗi bản tụ của hai mạch đều có độ lớn bằng q ($0 < q < Q_0$) thì tỉ số độ lớn cường độ dòng điện trong mạch thứ nhất và độ lớn cường độ dòng điện trong mạch thứ hai là

- A. 2. B. 4. C. $\frac{1}{2}$. D. $\frac{1}{4}$

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Với mạch 1: $\left(\frac{q_1}{Q_0}\right)^2 + \left(\frac{i_1}{I_{01}}\right)^2 = 1$ và mạch 2 cũng có: $\left(\frac{q_2}{Q_0}\right)^2 + \left(\frac{i_2}{I_{02}}\right)^2 = 1$

+ Do $|q_1| = |q_2| = q > 0 \Rightarrow \left(\frac{i_1}{I_{01}}\right)^2 = \left(\frac{i_2}{I_{02}}\right)^2 \Rightarrow \frac{|i_1|}{|i_2|} = \frac{I_{01}}{I_{02}} = \frac{\omega_1 Q_0}{\omega_2 Q_0} = \frac{T_2}{T_1} = 2$

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng: Một mạch dao động gồm cuộn dây có độ tự cảm $L = 1\text{ mH}$ và tụ điện có điện dung $C = 0,1\text{ }\mu\text{F}$ thực hiện dao động điện từ tự do. Khi cường độ dòng điện tức thời trong mạch là $i = 6 \cdot 10^{-3}\text{ A}$ thì điện tích trên hai bản của tụ điện là $q = 8 \cdot 10^{-8}\text{ C}$. Điện tích cực đại của tụ điện là

- A. $Q_0 = 10^{-8}\text{ C}$ B. $Q_0 = 10^{-7}\text{ C}$ C. $Q_0 = 1,4 \cdot 10^{-8}\text{ C}$ D. $Q_0 = 2 \cdot 10^{-7}\text{ C}$.

Ví dụ 11: Cho mạch dao động điện từ LC lí tưởng. Biết hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ $U_0 = 4\text{ V}$ và cường độ dòng điện qua cuộn dây $I_0 = 20\text{ mA}$. Khi cường độ dòng điện tức thời qua cuộn dây là 16 mA thì điện áp tức thời giữa hai bản tụ là

- A. 2 V B. $2,4\text{ V}$ C. 3 V D. $3,6\text{ V}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có $\begin{cases} u = U_0 \cos(\omega t + \varphi) \\ i = -I_0 \sin(\omega t + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1$

Thay số thu được $\left(\frac{16}{20}\right)^2 + \left(\frac{u}{4}\right)^2 = 1 \Rightarrow u = 2,4\text{ V} \Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trong một mạch dao động LC không có điện trở thuần, có dao động điện từ tự do. Hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ và cường độ dòng điện cực đại qua mạch lần lượt là U_0 và I_0 . Tại thời điểm cường độ dòng điện trong mạch có giá trị $\frac{1}{2} I_0$ thì độ lớn hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện là

- A. $\frac{1}{2} U_0$ B. $\frac{\sqrt{3}}{4} U_0$ C. $\frac{3}{4} U_0$ D. $\frac{\sqrt{3}}{2} U_0$.

Bài toán 2: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 50 mH và tụ điện có điện dung C. Trong mạch đang có dao động điện từ tự do với cường độ dòng điện $i = 0,12\cos 2000t$ (i tính bằng A, t tính bằng s). Ở thời điểm mà cường độ dòng điện trong mạch bằng một nửa cường độ hiệu dụng thì hiệu điện thế giữa hai bản tụ có độ lớn bằng

- A. $1,2\sqrt{3}$ V. B. $5\sqrt{14}$ V. C. $6\sqrt{2}$ V. D. $3\sqrt{14}$ V.

Ví dụ 12: Cho mạch dao động điện từ gồm một tụ $C = 5 \mu\text{F}$ và cuộn dây thuần cảm $L = 50 \text{ mH}$. Sau khi kích thích cho mạch dao động, thấy hiệu điện thế cực đại trên tụ điện đạt giá trị 6 V. Hỏi lúc hiệu điện thế tức thời trên tụ điện là 4 V thì cường độ dòng điện i qua cuộn dây khi đó nhận giá trị bao nhiêu?

- A. $i = 3\sqrt{2} \cdot 10^{-3} \text{ A}$ B. $i = 2\sqrt{5} \cdot 10^{-2} \text{ A}$
C. $i = 2 \cdot 10^{-2} \text{ A}$ D. $i = \sqrt{2} \cdot 10^{-3} \text{ A}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Có } \frac{1}{2}Cu^2 + \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}CU_0^2 \Rightarrow i^2 = \frac{C}{L}(U_0^2 - u^2)$$

$$\Rightarrow i = \sqrt{\frac{C}{L}(U_0^2 - u^2)} = \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{-6}}{50 \cdot 10^{-3}}(6^2 - 4^2)} = 2\sqrt{5} \cdot 10^{-2} \text{ A} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 13: Trong mạch dao động LC lí tưởng, cứ sau những khoảng thời gian như nhau t_0 thì năng lượng trong cuộn cảm và tụ điện lại bằng nhau. Chu kì dao động riêng của mạch là

- A. $\frac{t_0}{2}$ B. $\frac{t_0}{4}$ C. $2t_0$ D. $4t_0$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Trong một chu kì dao động điện từ, có bốn lần năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường. Khoảng thời gian giữa hai lần bằng nhau liên tiếp bằng một phần tư chu kì $\Rightarrow T = 4t_0 \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Ví dụ 14: Mạch dao động LC lí tưởng với cuộn dây có $L = 0,2 \text{ H}$, tụ điện có điện dung $C = 5 \mu\text{F}$. Giả sử thời điểm ban đầu tụ điện có điện tích cực đại Q_0 . Hỏi sau khoảng thời gian nhỏ nhất bằng bao nhiêu thì năng lượng từ trường gấp 3 lần năng lượng điện trường?

- A. $\frac{\pi \cdot 10^{-3}}{3} \text{ s}$ B. $\frac{\pi \cdot 10^{-3}}{6} \text{ s}$ C. $\frac{\pi \cdot 10^{-3}}{2} \text{ s}$ D. $\frac{\pi \cdot 10^{-3}}{4} \text{ s}$

Hướng dẫn giải:

$$T_2 \text{ có: } W = W_0 + W_1 = 3W_0 + W_0 = 4W_0 \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} = 4 \cdot \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \Rightarrow q = \pm \frac{Q_0}{2}.$$

Vậy thời gian ngắn nhất để năng lượng từ trường gấp 3 lần năng lượng điện trường chính là thời gian để điện tích của tụ biến thiên từ giá trị $q = Q_0$ đến giá trị $q = \frac{Q_0}{2}$ lần đầu tiên, cũng tương tự như bài toán vật dao động điều hòa, thời gian

$$\text{đề vật từ A về } \frac{A}{2} \text{ bằng } \frac{T}{6} \text{ nên ta được: } t = \frac{T}{6} = \frac{2\pi\sqrt{LC}}{6} = \frac{\pi \cdot 10^{-3}}{3} \text{ (s)} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một tụ điện có điện dung $10 \mu\text{F}$ được tích điện đến một hiệu điện thế xác định. Sau đó nối hai bản tụ điện vào hai đầu một cuộn cảm thuần có độ tự cảm 1 H . Bỏ qua điện trở của các dây nối, lấy $\pi^2 = 10$. Sau khoảng thời gian ngắn nhất là bao nhiêu (kể từ lúc nối), điện tích trên tụ điện có giá trị bằng một nửa giá trị ban đầu?

- A. $\frac{3}{400} \text{ s}$ B. $\frac{1}{300} \text{ s}$ C. $\frac{1}{1200} \text{ s}$ D. $\frac{1}{600} \text{ s}$

Bài toán 2: Một mạch dao động LC lí tưởng có chu kì dao động là T . Tại một thời điểm điện tích trên tụ điện bằng $8 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ và đang có xu hướng giảm, sau đó một khoảng thời gian $\Delta t = 3T/4$ thì cường độ dòng điện tức thời trong mạch bằng $1,6\pi \cdot 10^{-3} \text{ A}$. Tìm chu kì T ?

Để biết cách giải cho bài toán 2, có thể tham khảo sách: **Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12.**

Ví dụ 15: Mạch dao động lí tưởng LC, cường độ 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 cuộn dây là

- A. 18 mA B. 9 mA C. 12 mA D. 3 mA

Hướng dẫn giải:

Để dễ dàng chứng minh được, khi năng lượng điện trường gấp n lần năng lượng từ trường $W_0 = nW_1$ thì dòng điện tức thời, hiệu điện thế và điện tích được tính theo

$$\text{các biểu thức: } i = \pm \frac{I_0}{\sqrt{n+1}}; \quad u = \pm \sqrt{\frac{n}{n+1}} U_0 \text{ và } q = \pm \sqrt{\frac{n}{n+1}} Q_0.$$

$$\text{Với bài toán này ta có: } i = \pm \frac{I_0}{\sqrt{n+1}} = \pm \frac{36}{\sqrt{3+1}} = \pm 18 (\text{mA}) \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng: Trong mạch dao động LC lí tưởng có một dao động điện từ tự do với tần số riêng $f_0 = 1 \text{ MHz}$. Năng lượng từ trường trong mạch có giá trị bằng nửa giá trị cực đại của nó sau những khoảng thời gian là

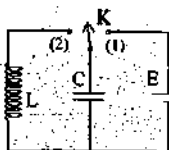
A. $0,25 \mu\text{s}$

B. $0,5 \mu\text{s}$

C. $0,2 \mu\text{s}$

D. $1 \mu\text{s}$

Ví dụ 16: Cho mạch dao động LC lí tưởng như hình vẽ. Tự điện có điện dung $20 \mu\text{F}$, cuộn dây có độ tự cảm $0,2 \text{ H}$, suất điện động của nguồn điện là 5 V . Ban đầu khóa K ở chốt (1), sau khi tụ điện đã tích đầy điện, chuyển khóa K sang chốt (2), trong mạch có dao động điện từ.



1. Tính cường độ dòng điện cực đại qua cuộn dây.
2. Tính cường độ dòng điện qua cuộn dây tại thời điểm điện tích trên tụ chỉ bằng một nửa giá trị điện tích của tụ khi khóa K còn ở (1).
3. Tính hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện khi một nửa năng lượng điện trên tụ điện đã chuyển thành năng lượng từ trong cuộn dây.

Phân tích và hướng dẫn giải:

1. Khi khóa K ở chốt (1), tụ điện được tích năng lượng điện $W = \frac{1}{2} CE^2$

Khi khóa K chuyển sang chốt (2), năng lượng W trên là năng lượng toàn phần của dao động trong mạch, vì vậy ta có:

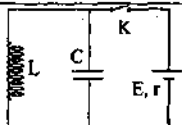
$$\frac{1}{2} LI_0^2 = \frac{1}{2} CE^2 \Rightarrow I_0 = E \sqrt{\frac{C}{L}} = 5 \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6}}{0,2}} = 0,05 \text{ A}$$

2. Với $q = \frac{1}{2} Q_0 = \frac{1}{2} CE$, từ công thức tính năng lượng điện từ:

$$\frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} LI_0^2 \Rightarrow i = \sqrt{I_0^2 - \frac{q^2}{LC}} = \sqrt{I_0^2 - \frac{1}{4} \frac{C}{L} E^2} \text{ thay số được } i = 43 \text{ mA}$$

3. Khi một nửa năng lượng điện trường đã chuyển thành năng lượng từ trường, ta có $W_e = W_t = \frac{1}{2} W$, hay $\frac{1}{2} Cu^2 = \frac{1}{2} \frac{1}{2} CE^2 \Rightarrow u = \frac{E}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 3,54 \text{ V}$

Ví dụ 17: Cho mạch điện như hình vẽ bên. Cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 4.10^{-3} \text{H}$, tụ điện có điện dung $C = 0,1 \mu\text{F}$, nguồn điện có suất điện động $E = 6 \text{mV}$ và điện trở trong $r = 2 \Omega$. Ban đầu khóa k đóng, khi dòng điện đã chạy ổn định trong mạch, ngắt khóa k .



1. Tính cường độ dòng điện cực đại qua cuộn dây. Hãy so sánh hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện với suất điện động của nguồn cung cấp ban đầu.
2. Tính điện tích trên tụ điện khi năng lượng từ trong cuộn dây gấp 3 lần năng lượng điện trường trong tụ điện.

Phân tích và hướng dẫn giải:

1. Ban đầu khóa K đóng, dòng điện qua cuộn dây $I_0 = \frac{E}{r} = \frac{6}{2} = 3 \text{mA}$

Vi điện trở cuộn dây bằng không nên hiệu điện thế hai đầu cuộn dây cũng chính là hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện bằng 0, do đó tụ điện chưa tích điện. Năng lượng trong mạch LC hoàn toàn ở dạng năng lượng từ trường trong cuộn dây:

$$W = \frac{1}{2} L I_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 4.10^{-3} \cdot 0,003^2 = 1,8.10^{-8} \text{J}$$

Khi ngắt khóa K , mạch dao động với năng lượng toàn phần bằng W , ta có:

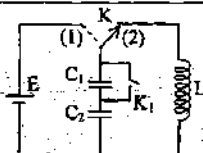
$$\frac{1}{2} C U_0^2 = \frac{1}{2} L \left(\frac{E}{r} \right)^2 \Rightarrow \frac{U_0}{E} = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{4.10^{-3}}{10^{-5}}} = 10$$

Vậy, hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện trong quá trình dao động lớn gấp 10 lần suất điện động của nguồn điện cung cấp.

2. Theo đề ra $W_t = 3W_e = \frac{3}{4} W \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{3}{4} W$

$$\text{Vậy } q = \sqrt{\frac{3}{2} C W} = \sqrt{\frac{3}{2} \cdot 10^{-5} \cdot 1,8.10^{-8}} = 5,2.10^{-7} \text{C}$$

Ví dụ 18: Trong mạch dao động như hình vẽ, bộ tụ điện gồm 2 tụ C_1, C_2 giống nhau được cấp năng lượng $W_0 = 10^{-6} \text{J}$ từ nguồn điện một chiều có suất điện động $E = 4 \text{V}$. Chuyển K từ (1) sang (2). Cứ sau những khoảng thời gian như nhau $t_1 = 10^{-6} \text{s}$ thì năng lượng điện trường trong tụ điện và năng lượng từ trường trong cuộn cảm bằng nhau.



1. Xác định cường độ dòng điện cực đại trong cuộn dây.
2. Đóng K_1 vào lúc cường độ dòng điện cuộn dây đạt cực đại. Tính lại hiệu điện thế cực đại trên cuộn dây.

Phân tích và hướng dẫn giải:

1. Khoảng thời gian liên tiếp giữa 2 lần năng lượng điện trường và năng lượng từ trường bằng nhau $t_1 = T/4$, vậy chu kì của mạch LC là $T = 4t_1 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ s}$

$$\text{Từ } W_0 = \frac{1}{2} C E^2 \Rightarrow C = \frac{2W_0}{E^2} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{4^2} = 0,125 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

Do C_1 và C_2 và $C_1 = C_2$ nên $C_1 = C_2 = 2C = 0,25 \cdot 10^{-6} \text{ F}$

$$\text{Từ } T = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 C} = \frac{16 \cdot 10^{-12}}{4\pi^2 \cdot 0,125 \cdot 10^{-6}} = 3,24 \cdot 10^{-6} \text{ H}$$

$$\text{Mặt khác } W_0 = \frac{1}{2} L I_0^2 \Rightarrow I_0 = \sqrt{\frac{2W_0}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-4}}{3,24 \cdot 10^{-6}}} = 0,785 \text{ A}$$

2. Do đóng K_1 vào lúc cường độ dòng điện qua cuộn dây đạt cực đại nên năng lượng trên các tụ điện bằng không, mặc dù tụ C_1 bị loại khỏi hệ dao động nhưng năng lượng của mạch không bị C_1 lấy đi, vì vậy sau khi đóng K_1 năng lượng điện từ của mạch mới vẫn bằng W_0 .

$$\text{Do còn } C_2 \text{ nên } \frac{1}{2} C_2 U_0^2 = W_0 \Rightarrow U_0 = \sqrt{\frac{2W_0}{C_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-4}}{0,25 \cdot 10^{-6}}} = 2,83 \text{ V}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Hai tụ điện $C_1 = 3C_0$ và $C_2 = 6C_0$ mắc nối tiếp. Nối hai đầu bộ tụ với pin có suất điện động $E = 3 \text{ V}$ để nạp điện cho các tụ rồi ngắt ra và nối với cuộn dây thuần cảm L tạo thành mạch dao động điện từ tự do. Tại thời điểm dòng điện qua cuộn dây có độ lớn bằng một nửa giá trị dòng điện cực đại, người ta dùng một dây dẫn điện để nối tắt hai cực của tụ C_1 . Hiệu điện thế cực đại trên tụ C_2 của mạch dao động sau đó là

A. $\frac{3\sqrt{3}}{2} \text{ V}$. B. $\sqrt{3} \text{ V}$. C. $\frac{\sqrt{6}}{2} \text{ V}$. D. $\sqrt{6} \text{ V}$.

Bài toán 2: Mạch dao động điện từ lý tưởng gồm cuộn cảm thuần và hai tụ điện giống nhau mắc nối tiếp. Hai bản của một tụ được nối với nhau bằng khóa K . Ban đầu khóa K mở, cung cấp năng lượng cho mạch dao động thì điện áp cực đại giữa hai đầu cuộn dây là $8\sqrt{6} \text{ V}$. Sau đó vào đúng thời điểm dòng điện qua cuộn dây có cường độ bằng giá trị hiệu dụng thì đóng khóa K . Điện áp cực đại giữa hai đầu cuộn dây sau khi đóng khóa K là

A. 12 V . B. 16 V . C. $12\sqrt{3} \text{ V}$. D. $14\sqrt{6} \text{ V}$.

Ví dụ 19: Mạch dao động điện từ gồm một cuộn dây mắc với một tụ điện. Biết dòng điện cực đại qua cuộn dây là I_0 . Nếu chỉ tính đến hao phí vì nhiệt do cuộn dây có điện trở R thì công suất cần cung cấp cho mạch để mạch hoạt động ổn định được tính theo biểu thức nào?

- A. $P = \frac{1}{2} I_0^2 R$. B. $P = I_0^2 R$. C. $P = 2 I_0^2 R$. D. $P = \frac{1}{\sqrt{2}} I_0^2 R$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Để duy trì dao động trong mạch thì phải cung cấp cho mạch công suất đúng bằng công suất hao phí vì nhiệt $P_{cc} = P_{bp} = I^2 R = \frac{I_0^2}{2} R \Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 20: Cho mạch dao động LC, tụ điện có $C = 1 \mu\text{F}$, cuộn dây không thuần cảm có $L = 1 \text{ mH}$ và điện trở thuần $r = 0,5 \Omega$. Điện áp cực đại hai đầu tụ điện $U_0 = 8 \text{ V}$. Cho rằng năng lượng mạch bức xạ sóng điện từ ra bên ngoài không đáng kể. Để duy trì dao động trong mạch, cần cung cấp công suất bằng

- A. 8 mW . B. 16 mW . C. 24 mW . D. 32 mW .

Hướng dẫn giải

$$\text{Từ } \frac{1}{2} C U_0^2 = \frac{1}{2} L I_0^2 \Rightarrow I_0^2 = \frac{C U_0^2}{L} = \frac{10^{-6} \cdot 8^2}{10^{-3}} = 64 \cdot 10^{-3}$$

Công suất cần cung cấp cho mạch là:

$$P = I^2 r = \left(\frac{I_0}{\sqrt{2}} \right)^2 r = \frac{64 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot 0,5 = 16 \cdot 10^{-3} (\text{W}) = 16 (\text{mW}) \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Mạch dao động điện từ LC gồm một cuộn dây có độ tự cảm 50 mH và tụ điện có điện dung $5 \mu\text{F}$. Nếu mạch có điện trở thuần $10^{-2} \Omega$, để duy trì dao động trong mạch với hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là 12 V thì phải cung cấp cho mạch một công suất trung bình bằng

- A. 72 mW . B. $72 \mu\text{W}$. C. $36 \mu\text{W}$. D. 36 mW .

Bài toán 2: Một mạch dao động gồm một cuộn cảm $275 \mu\text{H}$ có điện trở thuần r và một tụ điện 4200 pF . Bỏ qua mất mát do bức xạ sóng điện từ. Để duy trì dao động trong mạch với hiệu điện thế cực đại trên tụ điện là 6 V cần phải cung cấp cho mạch một công suất $137 \mu\text{W}$. Tìm điện trở thuần r của cuộn dây?

Câu 21: Nếu nối hai đầu đoạn mạch gồm cuộn cảm thuần L mắc nối tiếp với điện trở thuần $R = 1\Omega$ vào hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động không đổi và điện trở trong r thì trong mạch có dòng điện không đổi cường độ I . Dùng nguồn điện này để nạp điện cho một tụ điện có điện dung $C = 2 \cdot 10^{-6} \text{F}$. Khi điện tích trên tụ điện đạt giá trị cực đại, ngắt tụ điện khỏi nguồn rồi nối tụ điện với cuộn cảm thuần L thành một mạch dao động thì trong mạch có dao động điện từ tự do với chu kỳ bằng $\pi \cdot 10^{-6} \text{s}$ và cường độ dòng điện cực đại bằng 8I . Giá trị của r bằng

A. $0,25\Omega$.

B. 1Ω .

C. $0,5\Omega$.

D. 2Ω .

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khi cuộn dây nối với nguồn có suất điện động $\mathcal{E}$, theo định luật Ôm cho toàn

mạch ta có: $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \Rightarrow \mathcal{E} = I(R+r)$

+ Khi dùng nguồn này nạp điện cho tụ thì điện tích cực đại của tụ điện:

$$Q_0 = C.U_0 = C\mathcal{E} = CI(R+r)$$

+ Khi nối tụ với cuộn dây thành mạch dao động thì chu kỳ dao động: $T = 2\pi \sqrt{\frac{Q_0}{I_0}}$

Thay các giá trị đã cho, ta được: $\pi \cdot 10^{-6} = 2\pi \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot I \cdot (1+r)}{8I}} \Rightarrow 1 = \frac{(1+r)}{2}$

$\Rightarrow r = 1\Omega \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Ví dụ 22: Một khung dao động gồm tụ điện có điện dung $C = 10 \text{ pF}$ và cuộn dây thuần cảm có hệ số tự cảm $L = 10 \text{ mH}$. Tụ điện được tích điện đến hiệu điện thế 12 V . Sau đó cho tụ điện phóng điện trong mạch. Lấy $\pi^2 = 10$ và gốc thời gian là lúc tụ điện bắt đầu phóng điện. Biểu thức điện tích trên tụ điện là

A. $q = 1,2 \cdot 10^{-10} \sin(10^6 \pi t + \pi/2) \text{ (C)}$.

B. $q = 1,2 \cdot 10^{-7} \sin 10^6 \pi t \text{ (C)}$.

C. $q = 1,2 \cdot 10^{-7} \sin(10^6 \pi t + \pi/2) \text{ (C)}$.

D. $q = 1,2 \cdot 10^{-10} \sin 10^3 \pi t \text{ (C)}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình điện tích giữa hai bản tụ điện có dạng: $q = Q_0 \sin(\omega t + \varphi)$

$$\text{Có } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{10 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-12}}} = \frac{10^7}{\sqrt{10}} = \pi \cdot 10^6 \text{ (rad/s)}$$

$$\text{và } Q_0 = CU_0 = 10 \cdot 10^{-12} \cdot 12 = 1,2 \cdot 10^{-10} \text{ C}$$

$$\text{Lúc } t = 0 \text{ thì } q = Q_0 \sin(\varphi) = Q_0 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$\text{Vậy } q = 1,2 \cdot 10^{-10} \sin(10^6 \pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ (C)} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng: Một tụ điện của một mạch dao động có điện dung 1800 pF ; cuộn cảm của mạch có độ tự cảm $2 \mu\text{H}$. Để tạo ra dao động điện từ trong mạch, ban đầu người ta nạp điện cho tụ điện sao cho điện áp cực đại giữa hai bản tụ điện bằng 1 mV . Bỏ qua điện trở của các dây nối và điện trở của cuộn cảm. Lấy gốc thời gian là lúc điện áp trên tụ điện đạt giá trị cực đại. Phương trình của cường độ dòng điện trong mạch là

- A. $i = 30 \cos(1,6 \cdot 10^7 t) (\mu\text{A})$. B. $i = 30 \cos\left(1,6 \cdot 10^7 t + \frac{\pi}{3}\right) (\mu\text{A})$.
 C. $i = 30 \cos\left(1,6 \cdot 10^7 t + \frac{\pi}{2}\right) (\mu\text{A})$. D. $i = 3 \cos\left(1,6 \cdot 10^7 t - \frac{\pi}{6}\right) (\mu\text{A})$.

Ví dụ 23: 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.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nếu điện tích trên bản tụ là $q = Q_0 \cos(\omega t + \varphi)$ thì cường độ dòng điện chạy qua cuộn dây L là: $i = q' = -\omega Q_0 \sin(\omega t + \varphi) = \omega Q_0 \sin(\omega t + \varphi + \pi) = \omega Q_0 \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$.

$\Rightarrow$ trong các phương án trên, chỉ có phương án D là thỏa mãn $\Rightarrow$ **Đáp án D.**

Ví dụ 24: Khi nói về dao động điện từ trong mạch dao động LC lí tưởng, phát biểu nào sau đây không đúng?

- A. Cường độ dòng điện qua cuộn cảm và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện biến thiên điều hòa theo thời gian với cùng tần số.
 B. Năng lượng điện từ của mạch gồm năng lượng từ trường và năng lượng điện trường.
 C. Điện tích của một bản tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch biến thiên điều hòa theo thời gian lệch pha nhau $\pi/2$.
 D. Năng lượng từ trường và năng lượng điện trường của mạch luôn cùng tăng hoặc luôn cùng giảm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì năng lượng từ trường và năng lượng điện trường của mạch biến thiên và chuyển hóa cho nhau $\Rightarrow$ **Đáp án D.**

Ví dụ 25: Mạch dao động LC₁ dao động với tần số f₁. Với mạch dao động LC₂ thì tần số là f₂. Nếu tụ C₁ mắc song song với tụ C₂ rồi mắc với cuộn cảm L thì tần số của mạch dao động được tính theo biểu thức nào?

- A. $f = f_1 + f_2$ B. $\frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$ C. $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$ D. $f^2 = f_1^2 + f_2^2$

Hướng dẫn giải:

Với mạch dao động LC₁ ta có: $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}} \Rightarrow LC_1 = \frac{1}{4\pi^2 f_1^2}$

Với mạch dao động LC₂ ta có: $f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}} \Rightarrow LC_2 = \frac{1}{4\pi^2 f_2^2}$

Với mạch dao động gồm L mắc với bộ tụ (C₁ // C₂) ta có:

$$f_{//} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{//}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_1 + C_2)}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1 + LC_2}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{1}{4\pi^2 f_1^2} + \frac{1}{4\pi^2 f_2^2}}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f_{//}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Chú ý: + Từ $\frac{1}{f_{//}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \Rightarrow T_{//}^2 = T_1^2 + T_2^2$

Nếu (C₁ nt C₂) thì $f_n^2 = f_1^2 + f_2^2$ và $\frac{1}{T_n^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$

+ Chúng ta có thể sử dụng các phương trình trên để làm các bài toán ngược, chẳng hạn bài toán cho f_{//} và f_m cần tìm f₁, f₂. Chỉ cần giải hệ phương trình

2 ẩn: $\begin{cases} \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} = \frac{1}{f_{//}^2} \\ f_1^2 + f_2^2 = f_m^2 \end{cases}$ thì sẽ thu được f₁, f₂.

Ví dụ 26: Một mạch dao động gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L và hai tụ điện có điện dung C₁ và C₂. Khi mắc cuộn dây riêng với từng tụ C₁, C₂ thì chu kì dao động của mạch tương ứng là T₁ = 0,3 ms và T₂ = 0,4 ms. Chu kì dao động của mạch khi mắc đồng thời cuộn dây với C₁ song song C₂ là

- A. 0,5 ms. B. 0,7 ms. C. 1 ms. D. 0,24 ms.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Theo các biểu thức ở trên ta có: $T_{//} = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = 0,5 \text{ ms} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trong 1 mạch dao động điện từ, khi ghép tụ C_1 với cuộn cảm L thì tần số dao động trong mạch là $f_1 = 7,5 \text{ MHz}$, khi mắc tụ C_2 thay cho tụ C_1 vào mạch dao động thì tần số dao động điện từ trong mạch là $f_2 = 10 \text{ MHz}$. Tần số dao động trong mạch khi mắc C_1 song song C_2 rồi mắc vào L là

- A. 12,5 MHz. B. 6 MHz. C. 15 MHz. D. 17,5 MHz.

Bài toán 2: Trong một mạch dao động điện từ, khi cuộn cảm L ghép với bộ tụ (C_1 nt C_2) thì tần số dao động trong mạch $f_m = 10 \text{ kHz}$, khi cuộn cảm L ghép với bộ tụ ($C_1 // C_2$) thì tần số dao động trong mạch $f_n = 4,8 \text{ kHz}$. Biết $C_1 > C_2$. Hỏi rằng khi cuộn cảm L ghép riêng với tụ C_1 thì tần số dao động trong mạch nhận giá trị nào?

- A. 6 kHz. B. 8 kHz. C. 5,2 kHz. D. 14,8 kHz.

Ví dụ 27: Mạch dao động L_1C có tần số dao động f_1 . Với mạch dao động L_2C thì tần số dao động là f_2 . Khi mạch dao động gồm bộ cuộn cảm (L_1 nối tiếp L_2) mắc với tụ điện C thì tần số dao động sẽ tính theo biểu thức

- A. $f = f_1 + f_2$ B. $\frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$ C. $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$ D. $f^2 = f_1^2 + f_2^2$

Hướng dẫn giải

Với mạch dao động L_1C có: $L_1C = \frac{1}{4\pi^2 f_1^2}$ và L_2C cũng có: $L_2C = \frac{1}{4\pi^2 f_2^2}$

Với mạch dao động gồm (L_1 nối tiếp L_2) mắc với tụ C ta có:

$$f_m = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_m C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2)C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C + L_2 C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{1}{4\pi^2 f_1^2} + \frac{1}{4\pi^2 f_2^2}}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f_m^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Chú ý: + Theo bài toán trên, khi (L_1 nt L_2) thì $\frac{1}{f_m^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \Rightarrow T_m^2 = T_1^2 + T_2^2$

Vậy nếu ($L_1 // L_2$) thì $f_n^2 = f_1^2 + f_2^2$ và $\frac{1}{T_n^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$

$$+ \text{Sử dụng hệ } \begin{cases} \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} = \frac{1}{f_m^2} \\ f_1^2 + f_2^2 = f_n^2 \end{cases} \text{ khi gặp bài toán cho } f_m, f_n \text{ để tìm } f_1 \text{ và } f_2.$$

Ví dụ 28: Trong mạch dao động, khi mắc cuộn dây có độ tự cảm L_1 với tụ điện có điện dung C thì tần số dao động của mạch là $f_1 = 120 \text{ kHz}$. Khi mắc cuộn dây có độ tự cảm L_2 với tụ điện có điện dung C thì tần số dao động của mạch là $f_2 = 160 \text{ kHz}$. Khi mắc L_1 nối tiếp L_2 rồi mắc với tụ điện có điện dung C thì tần số dao động của mạch lúc đó sẽ là:

- A. 96 kHz. B. 100 kHz. C. 150 kHz. D. 200 kHz.

Hướng dẫn giải:

Theo biểu thức được thiết lập ở ví dụ trên $\frac{1}{f_m^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$ ta có

$$f_m = \frac{f_1 f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}} = \frac{120^2 \cdot 160^2}{\sqrt{120^2 + 160^2}} = 96 \text{ (kHz)} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 29: Khi cho một dòng điện xoay chiều chạy qua một dây dẫn thẳng, xung quanh dây dẫn sẽ

- A. có điện trường. B. có từ trường.
C. có điện từ trường. D. không tồn tại trường vật chất nào.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Xung quanh dây dẫn mang dòng điện có từ trường. Dòng điện xoay chiều có giá trị cường độ dòng điện thay đổi nên từ trường xung quanh dây dẫn biến thiên. Sự biến thiên của từ trường sẽ sinh ra điện trường xoáy

$\Rightarrow$ xung quanh dây dẫn có điện từ trường $\Rightarrow$ **Đáp án C.**

Ví dụ 30: Chọn phát biểu sai khi nói về điện từ trường

- A. Điện trường và từ trường là hai mặt thể hiện khác nhau của một loại trường duy nhất gọi là điện từ trường.
B. Điện trường biến thiên nào cũng sinh ra từ trường biến thiên và ngược lại.
C. Không thể có điện trường và từ trường tồn tại độc lập.
D. Nam châm vĩnh cửu là một trường hợp ngoại lệ ở đó chỉ có từ trường.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nếu nam châm được coi là "chuyển động" trong một hệ quy chiếu nào đó thì xung quanh nam châm sẽ có điện từ trường $\Rightarrow$ **Đáp án D.**

Ví dụ 31: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về sóng điện từ?

- A. Sóng điện từ là sóng ngang.
- B. Khi sóng điện từ lan truyền, vector cường độ điện trường luôn vuông góc với vector cảm ứng từ.
- C. Khi sóng điện từ lan truyền, vector cường độ điện trường luôn cùng phương với vector cảm ứng từ.
- D. Sóng điện từ lan truyền được trong chân không.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì sóng điện từ là sóng ngang. Các vector $\vec{E}$ và $\vec{B}$ vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng $\vec{v}$ (Ba vector $\vec{E}$, $\vec{B}$, $\vec{v}$ tại một điểm tạo thành tam diện thuận) $\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 32: Tầng điện li là tầng khí quyển:

- A. ở độ cao 30km trở lên, chứa các hạt mang điện.
- B. ở độ cao 100km trở lên, chứa các ion.
- C. ở độ cao 80km trở lên, chứa nhiều hạt mang điện và các loại ion.
- D. ở độ cao 150km trở lên, chứa nhiều hạt mang điện và các loại ion.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Tầng điện li là tầng khí quyển ở độ cao 80km trở lên, ở đó chứa nhiều hạt mang điện và các loại ion $\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 33: Chọn phát biểu sai khi nói về sóng vô tuyến

- A. Trong thông tin vô tuyến, người ta sử dụng những sóng có tần số hàng nghìn Hec trở lên, gọi là sóng vô tuyến.
- B. Sóng dài và cực dài có bước sóng từ 10^7 m đến 10^5 m.
- C. Sóng trung có bước sóng từ 10^3 m đến 10^2 m.
- D. Sóng cực ngắn có bước sóng từ 10 m đến 10^{-2} m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì sóng dài và cực dài có bước sóng từ 1km đến 100km $\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 34: Để thông tin liên lạc giữa các phi hành gia trên vũ trụ với trạm điều hành dưới mặt đất người ta đã sử dụng sóng vô tuyến có bước sóng thuộc khoảng

A. 100km – 1km.	B. 1000km – 100km.
C. 100 m – 10 m.	D. 10 m – 0,01 m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Sử dụng sóng cực ngắn $\Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 35: Một mạch dao động LC có cuộn thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{10^{-3}}{\pi}$ H và

một tụ điện có điện dung $C = \frac{1}{\pi}$ nF. Bước sóng điện từ mà mạch đó có thể phát ra là

- A. 6 m. B. 60 m. C. 600 m. D. 6 km.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Bước sóng điện từ mà mạch đó có thể phát ra được tính

$$\lambda = cT = \frac{c}{f} = 2\pi c \sqrt{LC} = 2\pi \cdot 3 \cdot 10^8 \sqrt{\frac{10^{-3}}{\pi} \cdot \frac{1}{\pi} \cdot 10^{-9}} = 600 \text{ m} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 36: Một mạch dao động điện từ LC có điện tích cực đại trên bản tụ là $1 \mu\text{C}$ và dòng điện cực đại qua cuộn dây là $0,314$ A. Sóng điện từ do mạch dao động này phát ra thuộc loại

- A. sóng dài và cực dài. B. sóng trung.
C. sóng ngắn. D. sóng cực ngắn.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Ta có } I_0 = \omega Q_0 = 2\pi f Q_0 \Rightarrow f = \frac{I_0}{2\pi Q_0} \quad (1) \text{ và } \lambda = cT = \frac{c}{f} \quad (2).$$

$$\text{Từ (1) và (2)} \Rightarrow \text{bước sóng điện từ } \lambda = c \frac{2\pi Q_0}{I_0} = 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{0,314} = 6000 \text{ m.}$$

Giá trị tính được thuộc vùng sóng dài và cực dài $\Rightarrow$ **Đáp án A.**

Ví dụ 37: Khi ghép tụ C_1 với cuộn cảm L thì thu được bước sóng $\lambda_1 = 100$ m, khi mắc tụ C_2 thay cho tụ C_1 vào mạch dao động thì thu được $\lambda_2 = 75$ m. Vậy nếu mắc C_1 nối tiếp C_2 vào mạch dao động thì thu được bước sóng là

- A. 40 m. B. 60 m. C. 80 m. D. 120 m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Nhu đã biết khi } (C_1 // C_2) \text{ thì } \frac{1}{f_n^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \text{ và } T_n^2 = T_1^2 + T_2^2$$

$$\text{khi } (C_1 \text{ nt } C_2) \text{ thì } f_m^2 = f_1^2 + f_2^2 \text{ và } \frac{1}{T_m^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$$

Mà $\lambda = cT = \frac{c}{f}$ (λ tỉ lệ thuận với T , tỉ lệ nghịch với f) nên dễ dàng suy ra

$$\lambda_m^2 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2 \text{ và } \frac{1}{\lambda_m^2} = \frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2}$$

Với bài toán C_1 nối tiếp C_2 này, áp dụng $\frac{1}{\lambda_m^2} = \frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2}$ ta được:

$$\lambda_m = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}} = \frac{100.75}{\sqrt{100^2 + 75^2}} = 60 \text{ m} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 38: Trong mạch chọn sóng, cùng dùng một tụ điện C , khi mắc nó với cuộn dây có độ tự cảm L_1 thì mạch thu được bước sóng $\lambda_1 = 80 \text{ m}$. Khi mắc nó với cuộn dây có độ tự cảm L_2 thì mạch lại thu được bước sóng $\lambda_2 = 60 \text{ m}$. Nếu mắc tụ đó với bộ cuộn cảm gồm L_1 nối tiếp L_2 nói trên thì mạch thu được bước sóng là

- A. 140 m. B. 100 m. C. 20 m. D. 70 m.

Hướng dẫn giải:

Như đã biết khi (L_1 nt L_2) thì $\frac{1}{f_m^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$ và $T_m^2 = T_1^2 + T_2^2$

khi ($L_1 // L_2$) thì $f_m^2 = f_1^2 + f_2^2$ và $\frac{1}{T_m^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$

Mà $\lambda = cT = \frac{c}{f}$ (λ tỉ lệ thuận với T , tỉ lệ nghịch với f) nên dễ dàng suy ra

$$\lambda_m^2 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2 \text{ và } \frac{1}{\lambda_m^2} = \frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2}$$

Với bài toán L_1 nối tiếp L_2 này, áp dụng $\lambda_m^2 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2$ ta được:

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2} = \sqrt{80^2 + 60^2} = 100(\text{m}) \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 39: Một mạch dao động LC gồm cuộn thuần cảm và một tụ điện có điện dung $C = 12 \text{ nF}$. Để bước sóng mà dao động tự do của mạch thu được giảm hai lần thì phải mắc thêm một tụ điện C_0 như thế nào và có điện dung bao nhiêu?

- A. $C_0 = 36 \text{ nF}$, nối tiếp với C . B. $C_0 = 4 \text{ nF}$, nối tiếp với C .
C. $C_0 = 16 \text{ nF}$, song song với C . D. $C_0 = 4 \text{ nF}$, song song với C .

Phân tích và hướng dẫn giải:

Với tụ C có $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$ và với bộ tụ C_b cũng có $\lambda_b = 2\pi c\sqrt{LC_b}$

$$\text{Vì } \lambda_b = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow C_b = \frac{C}{4} \Rightarrow C_b < C \Rightarrow C_0 \text{ ghép nối tiếp với } C$$

$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C_b} \Rightarrow C_0 = \frac{CC_b}{C - C_b} = 4 \text{ nF} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng: Mạch dao động dùng để chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm tụ điện có điện dung C_0 và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L . Máy này thu được sóng điện từ có bước sóng 20 m. Để thu được sóng điện từ có bước sóng 60 m, phải mắc song song với tụ điện C_0 của mạch dao động một tụ điện có điện dung

- A. $C = C_0$ B. $C = 2C_0$ C. $C = 3C_0$ D. $C = 4C_0$

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Ví dụ 40: Mạch chọn sóng LC gồm cuộn dây có độ tự cảm L , tụ điện có điện dung C biến đổi được. Để mạch thu được sóng điện từ có bước sóng từ λ_1 đến λ_2 (với $\lambda_1 < \lambda_2$) thì điện dung của tụ điện nằm trong khoảng nào sau đây?

- A. $\frac{\lambda_1^2}{3 \cdot 10^8 \cdot 4\pi^2 L} \leq C \leq \frac{\lambda_2^2}{3 \cdot 10^8 \cdot 4\pi^2 L}$ B. $\frac{\lambda_1^2}{9 \cdot 10^{16} \cdot 2\pi L} \leq C \leq \frac{\lambda_2^2}{9 \cdot 10^{16} \cdot 2\pi L}$
 C. $\frac{\lambda_1^2}{3 \cdot 10^8 \cdot 2\pi L} \leq C \leq \frac{\lambda_2^2}{3 \cdot 10^8 \cdot 2\pi L}$ D. $\frac{\lambda_1^2}{9 \cdot 10^{16} \cdot 4\pi^2 L} \leq C \leq \frac{\lambda_2^2}{9 \cdot 10^{16} \cdot 4\pi^2 L}$

Hướng dẫn giải

Với C_1 có $\lambda_1 = 2\pi c\sqrt{LC_1} \Rightarrow C_1 = \frac{\lambda_1^2}{9 \cdot 10^{16} \cdot 4\pi^2 L}$. Với C_2 cũng có $C_2 = \frac{\lambda_2^2}{9 \cdot 10^{16} \cdot 4\pi^2 L}$

Vậy khoảng biến thiên điện dung là $\frac{\lambda_1^2}{9 \cdot 10^{16} \cdot 4\pi^2 L} \leq C \leq \frac{\lambda_2^2}{9 \cdot 10^{16} \cdot 4\pi^2 L} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Bài tập vận dụng: Mạch chọn sóng của một máy thu gồm cuộn cảm $L = 0,4 \text{ mH}$ và một tụ xoay C_x . Biết rằng mạch này có thể thu được dải sóng ngắn có bước sóng từ $\lambda_1 = 10 \text{ m}$ đến $\lambda_2 = 60 \text{ m}$. Miền biến thiên điện dung của tụ xoay C_x là

- A. $0,14 \text{ pF} \leq C_x \leq 5,04 \text{ pF}$ B. $0,07 \text{ pF} \leq C_x \leq 2,5 \text{ pF}$
 C. $0,7 \text{ pF} \leq C_x \leq 25 \text{ pF}$ D. $7 \text{ pF} \leq C_x \leq 252 \text{ pF}$

Ví dụ 41: Mạch chọn sóng gồm cuộn dây có độ tự cảm L , tụ điện có điện dung C biến thiên từ 56 pF đến 667 pF . Muốn mạch thu được sóng điện từ có bước sóng từ 40 m đến 2600 m thì cuộn cảm trong mạch phải có độ tự cảm nằm trong giới hạn nào?

- A. $4 \mu\text{H} \leq L \leq 1,43 \cdot 10^3 \mu\text{H}$ B. $4 \mu\text{H} \leq L \leq 2,86 \cdot 10^3 \mu\text{H}$
 C. $8 \mu\text{H} \leq L \leq 2,86 \cdot 10^3 \mu\text{H}$ D. $8 \mu\text{H} \leq L \leq 1,43 \cdot 10^3 \mu\text{H}$

Hướng dẫn giải

Bước sóng mạch thu được: $\lambda = cT = c.2\pi\sqrt{LC}$

+ Ta có $\lambda_{\min} = c.2\pi\sqrt{L_{\min}C_{\min}}$

$$\Rightarrow L_{\min} = \frac{\lambda_{\min}^2}{c^2.4\pi^2.C_{\min}} = \frac{40^2}{(3.10^8)^2.4\pi^2.(56.10^{-12})} = 8.10^{-4}(\text{H}) = 8(\mu\text{H}).$$

+ Và $\lambda_{\max} = cT_{\max} = c.2\pi\sqrt{L_{\max}C_{\max}}$

$$\Rightarrow L_{\max} = \frac{\lambda^2}{c^2.4\pi^2.C_{\max}} = \frac{2600^2}{(3.10^8)^2.4\pi^2.(667.10^{-12})} = 2,86.10^{-3}(\text{H}) = 2,86.10^3(\mu\text{H}).$$

Vậy độ tự cảm phải thuộc khoảng $8\mu\text{H} \leq L \leq 2,86.10^3\mu\text{H} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Bài tập vận dụng: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện, cuộn thuần cảm có độ tự cảm thay đổi từ 1mH đến 25mH. Để mạch thu được các sóng điện từ có bước sóng từ 120m đến 1200m thì tụ điện phải có điện dung biến đổi từ

A. 4pF đến 16pF.

B. 4pF đến 400pF.

C. 16pF đến 160nF.

D. 400pF đến 160nF.

Ví dụ 42: Một mạch dao động LC gồm cuộn thuần cảm và một bộ tụ điện. Bộ tụ điện gồm tụ có điện dung C_0 ghép song song với một tụ xoay C_x . Khi điện dung C_x biến đổi từ 10pF đến 250 pF thì mạch bắt được sóng có bước sóng từ 10m đến 30m. Điện dung C_0 và độ tự cảm của mạch là

A. 20 pF; 1,3μH.

B. 30 pF; 0,925μH.

C. 20 pF; 0,925 μH.

D. 30 pF; 1,3μH.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Vì C_0 và C_x ghép song song nên $C_1 = C_0 + C_{x1}$ và $C_2 = C_0 + C_{x2}$

+ Từ biểu thức $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$ ta có $\lambda_1 = 2\pi c\sqrt{LC_1}$ và $\lambda_2 = 2\pi c\sqrt{LC_2}$

$$\text{suy ra } \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow \frac{30}{10} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = 9 \Rightarrow \frac{C_0 + C_{x2}}{C_0 + C_{x1}} = 9$$

$$\Rightarrow 8C_0 = C_{x2} - 9C_{x1} \Rightarrow C_0 = 20\text{pF}$$

+ Từ $\lambda_1 = 2\pi c\sqrt{LC_1} = 2\pi c\sqrt{L(C_0 + C_{x1})} \Rightarrow L = 0,925\mu\text{H} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Ví dụ 43: Mạch chọn sóng của máy thu vô tuyến điện gồm cuộn dây thuần cảm và một tụ xoay. Tụ xoay từ góc 0° đến 120° thì điện dung biến thiên từ 10pF đến 250pF . Khi góc xoay của tụ ở 8° thì mạch thu được sóng điện từ có bước sóng là 10m . Biết rằng điện dung của tụ tỉ lệ bậc nhất với góc xoay. Muốn bắt được sóng có bước sóng 20m thì tụ cần xoay thêm một góc

- A. 47° . B. 39° . C. 31° . D. 55° .

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Điện dung C của tụ xoay tỉ lệ bậc nhất với góc xoay α theo hệ số tỉ lệ k .

Khi ở 0° thì điện dung đã có giá trị $C_0 = 10\text{pF}$ nên có thể viết $C = 10 + k\alpha$

Thay $C = 250\text{pF}$ ứng với $\alpha = 120^\circ$ ta có $250 = 10 + k120 \Rightarrow k = 2$.

Vậy khi ở góc α bất kì, giá trị điện dung là $C = 10 + 2\alpha$

+ Từ biểu thức $\lambda = 2\pi c \sqrt{LC}$ ta có $\lambda_1 = 2\pi c \sqrt{LC_1}$ và $\lambda_2 = 2\pi c \sqrt{LC_2}$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} = \frac{20}{10} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = 4 \Rightarrow \frac{10 + 2\alpha_2}{10 + 2 \cdot 8^\circ} = 4 \Rightarrow \alpha_2 = 47^\circ$$

+ Vậy tụ phải xoay thêm một góc $\Delta\alpha = \alpha_2 - \alpha_1 = 47^\circ - 8^\circ = 39^\circ \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Ví dụ 44: Một tụ xoay có điện dung biến thiên liên tục và tỉ lệ thuận với góc quay từ giá trị $C_1 = 10\text{pF}$ đến $C_2 = 370\text{pF}$ tương ứng khi góc quay của các bản tụ tăng dần từ 0° đến 180° . Tụ điện được mắc với một cuộn dây có hệ số tự cảm $L = 2\mu\text{H}$ để tạo thành mạch chọn sóng của máy thu. Để thu được sóng điện từ có bước sóng $\lambda = 18,84\text{m}$ thì góc xoay của tụ phải nhận giá trị

- A. $\alpha = 30^\circ$. B. $\alpha = 20^\circ$. C. $\alpha = 40^\circ$. D. $\alpha = 60^\circ$.

Hướng dẫn giải

Để thu được sóng điện từ có bước sóng $\lambda = 18,84\text{m}$ thì

$$C = \frac{\lambda^2}{c^2 \cdot 4\pi^2 L} = \frac{(18,84)^2}{(3 \cdot 10^8)^2 \cdot 4\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = 50 \cdot 10^{-12} (\text{F}) = 50 (\text{pF}).$$

Và để $C = 50\text{pF}$, phải xoay bản tụ một góc $\alpha = \frac{180(50-10)}{370-10} = 20^\circ \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Bài tập vận dụng: Mạch chọn sóng của máy thu vô tuyến điện gồm cuộn dây thuần cảm $L = 2 \cdot 10^{-5}$ (H) và một tụ điện xoay có điện dung biến thiên từ 10pF đến 500pF khi góc xoay biến thiên từ 0° đến 180° . Khi góc xoay của tụ bằng 90° thì mạch thu được sóng điện từ có bước sóng

- A. 107,522 m B. 188,4 m C. 134,544 m D. 26,644 m

Ví dụ 45: 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 (gọi là 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. Khi dao động âm tần có tần số 1000 Hz thực hiện một dao động toàn phần thì dao động cao tần thực hiện được số dao động toàn phần là

- A. 800 B. 1000 C. 625 D. 1600

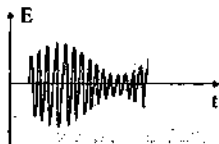
(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Hướng dẫn giải

$$\text{Từ } f_a = \frac{N_a}{t} \Rightarrow N_a = f_a \cdot t = f_a \cdot T_m = f_a \cdot \frac{1}{f_m} = 800 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{1000} = 800 \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng: Trong việc truyền thanh bằng sóng trung 800 kHz, người ta sử dụng cách biến điệu biên độ. Số chu kì dao động điện cao tần trong một chu kì dao động điện âm tần 500 Hz là

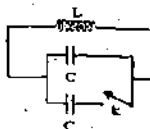
- A. 1600 chu kì.
B. 625 chu kì.
C. 1,6 chu kì.
D. 0,625 chu kì.



B. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Một mạch dao động gồm cuộn thuần cảm L và hai tụ C giống nhau mắc như hình vẽ. Mạch đang hoạt động thì ta đóng khóa k . Chu kỳ dao động của mạch sẽ

- A. không thay đổi B. giảm 0,5 lần
C. tăng $\sqrt{2}$ lần. D. giảm $\sqrt{2}$ lần.



Câu 2: Trong dao động điện từ vào dao động cơ học, cặp đại lượng cơ – điện nào sau đây có vai trò không tương đương nhau?

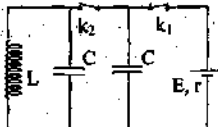
- A. tọa độ x và điện tích q .
B. vận tốc v và điện áp u .
C. khối lượng m và độ tự cảm L .
D. độ cứng k và nghịch đảo của điện dung.

Câu 3: Mạch dao động LC lí tưởng có $L = 8 \mu\text{H}$ và $C = 2 \mu\text{F}$ được mắc vào nguồn điện một chiều như hình vẽ. Biết suất điện động và điện trở trong của nguồn lần lượt là 4 V và 2Ω . Ban đầu khóa K đóng, khi dòng điện trong mạch ổn định thì người ta ngắt khóa K . Dòng điện qua cuộn cảm bằng 0 sau một khoảng thời gian ngắn nhất bằng

- A. $3\pi \cdot 10^{-6} \text{ s}$. B. $4\pi \cdot 10^{-6} \text{ s}$. C. $2\pi \cdot 10^{-6} \text{ s}$. D. $\pi \cdot 10^{-6} \text{ s}$.



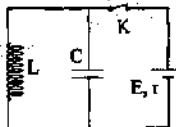
Câu 4: Cho mạch điện như hình vẽ, $E = 4 \text{ V}$, $r = 4 \Omega$, hai tụ điện C giống nhau, cuộn dây có độ tự cảm $L = 10^{-4} \text{ H}$. Ban đầu các tụ điện chưa tích điện, đóng cả hai khóa k_1 và k_2 . Khi dòng điện trong mạch đã ổn định, ngắt khóa k_1 để có dao động điện từ với hiệu điện thế cực đại giữa hai đầu cuộn dây đúng bằng suất điện động E của nguồn. Bỏ qua điện trở thuần của cuộn dây, dây nối và các khóa k_1, k_2 .



1. Xác định C của mỗi tụ điện và cường độ dòng điện cực đại qua cuộn dây.

2. Khi năng lượng trong cuộn dây bằng năng lượng trên bộ tụ điện, ngắt k_2 . Xác định hiệu điện thế cực đại giữa hai đầu cuộn dây sau đó.

Câu 5: Một khung dao động gồm một tụ điện và một cuộn dây thuần cảm được nối với một bộ pin điện trở trong r qua một khóa điện k . Ban đầu khóa k đóng. Khi dòng điện đã ổn định, người ta mở khóa và trong khung có dao động điện với chu kì T . Biết rằng hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện lớn gấp n lần suất điện động của bộ pin, hãy tính theo T và n điện dung C của tụ điện và độ tự cảm L của cuộn dây?



Câu 6: Một nguồn phát sóng vô tuyến đặt tại O, phát ra một sóng có tần số 10 MHz, biên độ 200 V/m. Vận tốc sóng là 3.10^8 m/s. Vector điện trường tại O có phương song song với trục Oz; vector từ cảm có độ lớn 2.10^{-4} T và có phương song song với trục Ox của hệ tọa độ Oxyz vuông góc. Lấy pha dao động ban đầu bằng không. Phương trình truyền của sóng điện từ theo phương Oy là

A. $E = 200 \cos 2\pi \left(t - \frac{y}{3.10^8} \right)$ (V/m) và $B = 2.10^{-4} \cos 2.10^7 \pi \left(t - \frac{y}{3.10^8} \right)$ (T).

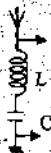
B. $E = 200 \cos 2.10^7 \pi \left(t - \frac{y}{3.10^8} \right)$ (V/m) và $B = 2.10^{-4} \cos 2.10^7 \pi \left(t - \frac{y}{3.10^8} \right)$ (T).

C. $E = 200 \cos 20\pi \left(t - \frac{y}{3.10^8} \right)$ (V/m) và $B = 2.10^{-4} \cos 20\pi \left(t - \frac{y}{3.10^8} \right)$ (T).

D. $E = 200 \cos 2.10^7 \pi \left(t - \frac{y}{3.10^8} \right)$ (V/m) và $B = 200 \cos 2.10^7 \pi \left(t - \frac{y}{3.10^8} \right)$ (T).

Câu 7: Mạch dao động ở hình vẽ bên dùng để thu các sóng trung. Để có thể thu được các sóng dài thì phải:

- Mắc nối tiếp thêm một tụ điện với tụ cho sẵn.
- Thay tụ cho sẵn bằng một tụ có điện dung lớn hơn.
- Thay cuộn dây bằng một cuộn dây khác có số vòng ít hơn.
- Không cần thay đổi gì cả.



Câu 8: Mạch dao động để chọn sóng của một máy thu thanh gồm một cuộn dây có độ tự cảm $L = 11,3 \mu\text{H}$ và tụ điện có điện dung $C = 1000 \text{ pF}$.

- Mạch điện nối trên có thể thu được sóng có bước sóng λ_0 bằng bao nhiêu?
- Để thu được đài sóng từ 20m đến 50m, người ta phải ghép thêm một tụ xoay C_v với tụ C nối trên, tìm khoảng giá trị của C_v .
- Để thu được sóng 25m, 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, biết các bản tụ di động có thể xoay từ 0 đến 180° ?

Câu 9: Một ăng ten ra đa phát ra những sóng điện từ đến một máy bay đang bay về phía ra đa. Thời gian từ lúc ăng ten phát đến lúc nhận sóng phản xạ trở lại là $120 \mu\text{s}$. Ăng ten quay với tốc độ góc $0,5$ vòng/s. Ở vị trí của đầu vòng quay tiếp theo ứng với hướng của máy bay, ăng ten lại phát sóng điện từ, thời gian từ lúc phát đến lúc nhận lần này là $117 \mu\text{s}$. Tính tốc độ trung bình của máy bay. Biết vận tốc ánh sáng trong không khí bằng $c = 3.10^8$ m/s.

- A. 810 km/h. B. 1200 km/h. C. 970 km/h. D. 850 km/h.

"Niềm tin chiến thắng sẽ đưa ta đến bến bờ vinh..."

MỤC LỤC

Lời nói đầu.....	
Chủ đề 1: DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ	5
A. Lý thuyết cơ bản.....	5
B. Các dạng bài tập thường gặp và phương pháp giải.....	7
Chủ đề 2: CON LẮC LÒ XO	54
A. Lý thuyết và các dạng toán thường gặp.....	54
B. Hệ thống ví dụ minh họa.....	89
C. Bài tập tự luyện tổng hợp.....	91
Chủ đề 3: CON LẮC ĐƠN	96
A. Lý thuyết cơ bản.....	96
B. Ví dụ minh họa.....	100
C. Bài tập tự luyện tổng hợp.....	127
Chủ đề 4: TỔNG HỢP DAO ĐỘNG VÀ CÁC LOẠI DAO ĐỘNG	129
A. Tổng hợp dao động.....	129
B. Các loại dao động.....	142
C. Bài tập tự luyện tổng hợp.....	152
Chủ đề 5: SÓNG CƠ HỌC	154
A. Lý thuyết cơ bản.....	154
B. Ví dụ minh họa.....	158
C. Bài tập tự luyện tổng hợp.....	166
Chủ đề 6: SÓNG ÂM	169
A. Lý thuyết cơ bản.....	169
B. Ví dụ minh họa.....	171
C. Bài tập tự luyện tổng hợp.....	178
Chủ đề 7: GIAO THOA SÓNG, SÓNG DỪNG	179
A. Lý thuyết cơ bản.....	179
B. Ví dụ minh họa.....	184
C. Bài tập tự luyện tổng hợp.....	219
Chủ đề 8: DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU	222
A. Các dạng bài và những điều cần lưu ý.....	222
B. Ví dụ minh họa.....	223
C. Bài tập tự luyện tổng hợp.....	290
Chủ đề 9: CÁC LOẠI MÁY ĐIỆN	295
A. Hệ thống ví dụ minh họa.....	295
B. Bài tập tự luyện tổng hợp.....	317
Chủ đề 10: DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ	319
A. Lý thuyết cơ bản.....	319
B. Ví dụ minh họa.....	328
C. Bài tập tự luyện tổng hợp.....	349

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Giám đốc ĐINH NGỌC BẢO

Tổng biên tập ĐINH VĂN VANG

Chịu trách nhiệm nội dung và bản quyền :

CÔNG TY TNHH SÁCH SƯ PHẠM

Biên tập nội dung :

NGUYỄN MAI DUNG

Trình bày bìa :

PHẠM VIỆT QUANG

Chế bản :

PHÒNG CHẾ BẢN - CÔNG TY CỔ PHẦN HỌC LIỆU SƯ PHẠM

CẨM NANG ÔN LUYỆN THI ĐẠI HỌC, CAO ĐẲNG MÔN VẬT LÝ (Tập 1)

In 2000 bản, khổ 17×24cm, tại Công ty Cổ phần in Khoa học Kỹ thuật.

Số đăng ký KHXB : 64 - 2011/CXB/1024 -01/DHSP ngày 11/1/2011.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 3 năm 2011.

NGUYỄN ANH VINH

CẨM NANG

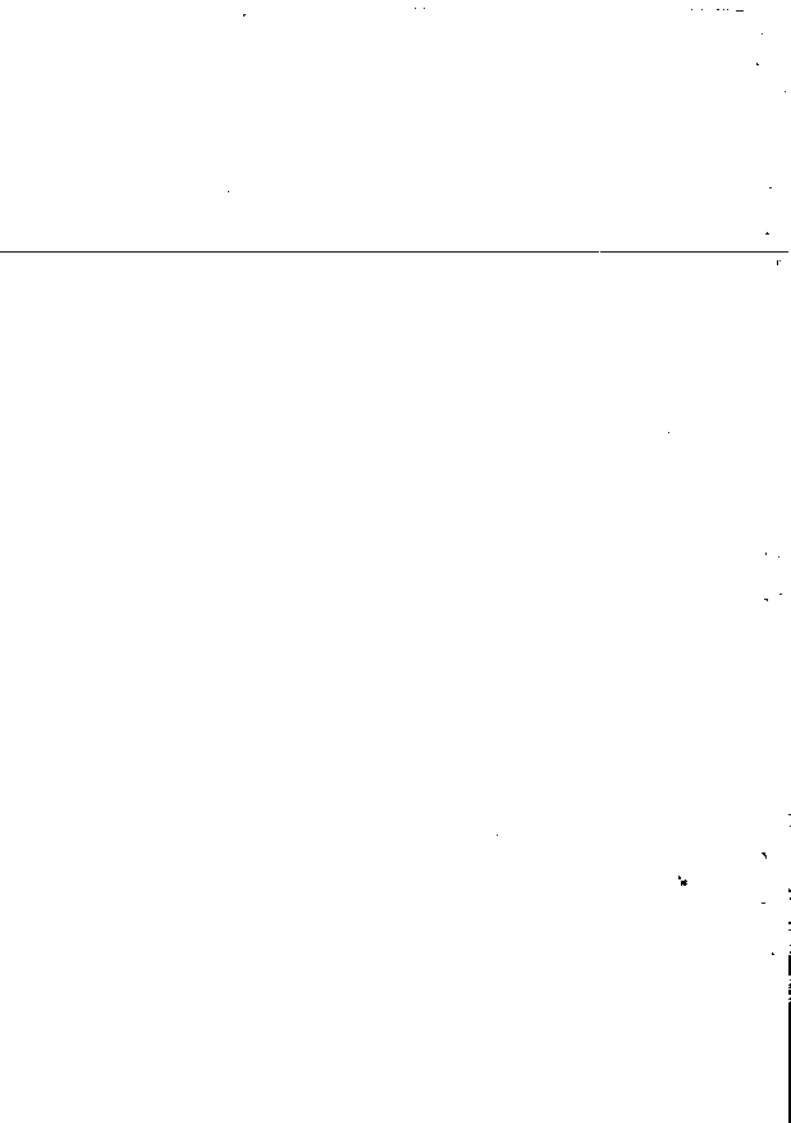
Ôn luyện thi Đại học

Môn **VẬT LÝ**

Tập 2

(Tái bản lần thứ nhất)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM



Lời nói đầu

Ai cũng biết, thi cử phải có đỗ - có trượt.

Về điều không ai muốn: **Trượt**

Sẽ có cảm giác như thế nào khi bị trượt? Bạn sẽ xấu hổ với mọi người hay xấu hổ với bản thân? Bạn sẽ đổ lỗi ấy cho ai hay oán trách nguyên nhân:

- Ít may mắn hay số phận.
- Sức khỏe có hạn hay là khả năng học chậm chạp, tư duy kém.
- Chăm học nhưng học không có phương pháp. Ít ạch, học trước quên sau.
- Thông minh, học được nhưng cầu thả, hấp tấp, thường tính nhầm, chọn sai.
- Không tìm được thầy dạy tốt, không có tài liệu hay.
- Lười học, ham chơi hay đề thi quá khó.
- Điều kiện gia đình hay chuyện riêng tư.
- ...

Dù bạn có viện dẫn nguyên nhân nào đi nữa, thì lúc đó cũng đã muộn và thiệt thòi chỉ dành cho bạn. Bây giờ, điều tốt nhất là hãy tìm ra điểm yếu, sai lầm của mình để rồi chỉnh sửa, uốn nắn và khắc phục kịp thời trước khi mùa thi đến. Một sự thay đổi hợp lý trong cách nhìn nhận và làm việc sẽ giúp bạn tốt hơn. Hãy cố gắng và chúc thành công!

TÁC GIẢ

Đường đi khó không phải vì ngăn sông cách núi mà vì lòng người ngại núi e sông



Biến học mệnh mong lấy chuyên cần làm bến - Mây xanh không lối lấy chỉ cò dưng nên

Để cuốn sách ngày càng hữu ích, rất cần sự chỉ bảo, khích lệ của các thầy, cô và các em học sinh, thư xin gửi về :

+ Nguyễn Anh Vinh

Bộ môn Thiên văn học – Tổ vật lý đại cương – Khoa Vật lý

Trường Đại học sư phạm Hà Nội

+ Email: vinhastro@hnue.edu.vn

NHỮNG ĐIỀU NÊN TRÁNH TRONG QUÁ TRÌNH HỌC VÀ THI

1. Quên đổi đơn vị

Ví dụ 1: Một con lắc đơn có dây treo dài 1 m và vật có khối lượng 1 kg dao động với biên độ góc $\alpha_0 = 5,73^\circ$. Chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng của vật, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tìm cơ năng của con lắc.

– Cách 1: Tính theo thế năng cực đại:

$$E = E_{\text{max}} = mgh_{\text{max}} = mg\ell(1 - \cos \alpha_0) = 1 \cdot 10 \cdot 1(1 - \cos 5,73^\circ) = 0,05 \text{ J}$$

– Cách 2: Vì biên độ góc nhỏ nên tính theo biểu thức của dao động điều hòa:

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 S_0^2 = \frac{1}{2} m \frac{g}{\ell} S_0^2 = \frac{1}{2} mg \ell \alpha_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 10 \cdot 1 \cdot (5,73)^2 = 164,16 \text{ J}$$

Với cách 1, dưới hàm lượng giác, α_0 có thể để ở đơn vị độ hay radian. Nhưng với cách 2 thì phải đổi $\alpha_0 = 5,73^\circ = 5,73 \cdot \frac{\pi}{180} = 0,1 \text{ rad}$, vì chưa đổi nên cách 2 đã sai.

Ví dụ 2: Chất phóng xạ Pôlôni $^{210}_{84}\text{Po}$ phóng ra tia α và biến thành hạt nhân chì Pb. Biết chu kì bán rã của Pôlôni là 138 ngày và ban đầu có 168mg Pôlôni. Tính độ phóng xạ ban đầu H_0 .

Đổi đơn vị đúng:

– Số hạt nhân Po ban đầu: $N_0 = \frac{m_0}{M_{\text{Po}}} N_A = \frac{168 \cdot 10^{-3}}{210} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 4,82 \cdot 10^{20}$ hạt

– Hằng số phóng xạ: $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{138,86400} = 5,81 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$

– Độ phóng xạ ban đầu: $H_0 = \lambda N_0 = 5,81 \cdot 10^{-6} \cdot 4,82 \cdot 10^{20} = 28 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$

Nếu tính theo đơn vị Curi thì $H_0 = \frac{28 \cdot 10^{12}}{3,7 \cdot 10^{10}} = 756,7 \text{ Ci}$

Không đổi đơn vị:

– Số hạt nhân Po ban đầu: $N_0 = \frac{m_0}{M_{\text{Po}}} N_A = \frac{168}{210} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 4,82 \cdot 10^{23}$

– Hằng số phóng xạ: $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{138} = 5,02 \cdot 10^{-3}$

Cá N_0 và λ tính sai nên sẽ cho kết quả H_0 sai.

Thực tế thấy rằng, rất nhiều bạn khi thay số, không bao giờ quan tâm đến đơn vị đo, một số khác tuy có nghĩ đến nhưng lại không biết đổi như thế nào, chẳng hạn: $1\text{cm}^2 = ?\text{m}^2$, $1\text{MeV} = ?\text{J}$, $1\text{Bq} = ?\text{Ci}$, ...

Lời khuyên: Chỉ cần dành một chút thời gian để xem lại hệ thống đơn vị chuẩn và cách kiểm tra thứ nguyên thì sẽ tránh được lỗi không đáng có này.

2. Hiểu sai hiện tượng, bản chất

Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng $0,02\text{ kg}$ và lò xo có độ cứng $k = 1\text{ N/m}$. Vật nhỏ được đặt trên giá đỡ cố định nằm ngang dọc theo trục lò xo. Hệ số ma sát trượt giữa giá đỡ và vật nhỏ là $0,1$. Ban đầu giữ vật ở vị trí lò xo bị nén 10 cm rồi buông nhẹ để con lắc dao động tắt dần. Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$. Tốc độ lớn nhất vật nhỏ đạt được trong quá trình dao động là bao nhiêu?

Nếu hiểu đúng thì sẽ tìm vị trí mà lực đàn hồi cân bằng với lực ma sát lần đầu tiên (hoặc $a_t = 0$), ở đó sẽ tính ra $v_{\text{max}} = 40\sqrt{2}\text{ cm/s}$. Nếu chỉ nghĩ tốc độ lớn nhất khi vật qua vị trí cân bằng như dao động thông thường thì sẽ sai. Một biểu thức liên hệ tuy đơn giản $\lambda = v.T = \frac{v}{f}$ nhưng rất cần người học phải biết phân biệt mối

quan hệ phụ thuộc giữa chúng. Và, đề thi môn vật lí luôn mong muốn đánh giá, phân loại được các thí sinh về khả năng nắm bắt, hiểu và vận dụng được các kiến thức liên quan đến hiện tượng bản chất vật lí chứ không nặng về kĩ thuật tính toán.

3. Nhầm lẫn nội dung bài toán

Một ví dụ nhỏ: Mạch xoay chiều gồm R , L , C ghép nối tiếp. Trường hợp nào sau đây điện áp hai đầu mạch sẽ cùng pha với điện áp hai đầu điện trở R :

A. Thay đổi f để $U_{C\text{max}}$

B. Thay đổi L để $U_{L\text{max}}$

C. Thay đổi C để $U_{R\text{max}}$

D. Thay đổi R để $U_{C\text{max}}$

Trong vòng 20 giây có thể chọn đúng được đáp án của bài toán trên, nếu còn lưỡng lự hoặc chọn sai thì các em cần phải xem lại hệ thống kiến thức có vấn đề của mình.

So với các phần khác, có thể nói rằng, các bài toán phần điện xoay chiều rất đa dạng. Tần số f , điện dung C , độ tự cảm L hay điện trở R , mỗi một đại lượng, khi chúng biến thiên sẽ cho một tính chất nhỏ nhất, lớn nhất của điện áp, dòng điện, công suất... khác nhau. Để tránh nhầm lẫn, các em có thể lập ra một bảng riêng, đối chiếu sẽ phân biệt được sự khác nhau có tính quy luật của chúng.

4. Nhầm lẫn công thức tính

Nhiều biểu thức có dạng giống nhau như:

$$\text{Tốc độ trung bình} = \frac{\text{Quãng đường}}{\text{Khoảng thời gian}}$$

$$\text{Vận tốc trung bình} = \frac{\text{Độ dời}}{\text{Khoảng thời gian}}$$

Vì vậy khi bài toán hỏi đại lượng nào đó, chúng ta rất dễ nhầm lẫn khi không hiểu không nhớ biểu thức tính. Một ví dụ cụ thể: Trong mạch dao động, khi mắc cuộn dây có độ tự cảm L_1 với tụ điện có điện dung C thì tần số dao động của mạch là $f_1 = 120 \text{ kHz}$. Khi mắc cuộn dây có độ tự cảm L_2 với tụ điện C thì tần số dao động của mạch là $f_2 = 160 \text{ kHz}$. Khi mắc L_1 nối tiếp L_2 rồi mắc với tụ điện C thì tần số dao động của mạch là:

A. 96 kHz.

B. 100 kHz.

C. 150 kHz.

D. 200 kHz.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{f_{\text{m}}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \\ f_{\text{m}}^2 = f_1^2 + f_2^2 \end{array} \right. \text{ hay } \left\{ \begin{array}{l} f_{\text{m}}^2 = f_1^2 + f_2^2 \\ \frac{1}{f_{\text{m}}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \end{array} \right., \text{ chúng ta sẽ áp dụng biểu thức tính nào cho}$$

bài toán trên?

Cũng vì không phân biệt được đâu là công thức L ghép với các C , đâu là công thức cho C ghép với các L nên sẽ rơi vào 1 trong 2 tình huống:

+ Xây dựng lại công thức tính (tất nhiên sẽ làm mất thời gian của câu khác)

+ Không nhớ, chấp nhận 50% - 50%.

Để tránh sự cố như vậy, khi học, các em nên xây dựng và thống kê riêng các bài toán hệ ghép, chẳng hạn:

- Bài toán con lắc lò xo, một lò xo k ghép với các vật m khác nhau.
- Bài toán con lắc đơn có các chiều dài ℓ khác nhau.
- Bài toán con lắc lò xo, một vật m ghép với các lò xo có k khác nhau.
- Bài toán mạch dao động LC, một tụ điện C ghép với các cuộn cảm L khác nhau
- Bài toán mạch dao động LC, một cuộn cảm L ghép với các tụ điện C khác nhau

Sau khi viết công thức tần số, so sánh, đối chiếu chúng, để thấy:

- Công thức của 2 bài toán a và b có dạng tương tự nhau.

- Công thức của 2 bài toán c và d có dạng giống nhau và ngược với bài toán e.

Từ việc nhớ công thức với tần số, ta dễ dàng viết công thức cho chu kỳ, bước sóng...

5. Cầu thả trong tư duy

Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm vật nhỏ có $m = 250\text{g}$ treo phía dưới một lò xo nhẹ có $k = 100\text{ N/m}$. Từ vị trí cân bằng, kéo vật xuống dưới một đoạn sao cho lò xo giãn $7,5\text{ cm}$ và thả nhẹ cho vật dao động điều hòa. Tìm biên độ A ?

Một số em khi đọc bài toán này, nói ngay rằng, bài toán khó gì đâu, có ngay $A = 7,5\text{ cm}$. Người cẩn thận thì khác, họ làm như sau:

– Ở VTCB, lò xo đã bị giãn một đoạn: $\Delta \ell_0 = \frac{mg}{k} = \frac{0,25 \cdot 10}{100} = 0,025\text{m} = 2,5\text{cm}$

– Ở vị trí kích thích, lò xo giãn $7,5\text{ cm}$ nên so với vị trí cân bằng, vị trí vật được kích thích có $v = 0$ chỉ cách một đoạn $7,5 - 2,5 = 5\text{ cm}$ nên biên độ $A = 5\text{ cm}$. Mặc dù hơi dài nhưng đây mới là cách làm đúng, dài ở đây là do tôi viết đầy đủ, thực tế bạn này chỉ nghĩ và viết tắt nên sẽ làm ngắn và mất ít thời gian hơn tôi.

Nhân tiện đây, cho phép tôi được xin lỗi bạn đọc, vì nhiều bài toán trong bộ sách này tôi đã trình bày quá dài với mục đích để các bạn hiểu rõ từng bước của tư duy và của từng bước trong phương pháp giải, rất mong các bạn thông cảm vì văn viết của tôi quá kém. Nhưng điều quan trọng hơn là, qua sự dài dòng đó, các bạn phải hiểu được cách giải và biết tóm lược lại để cho cách giải ngắn gọn hơn, thậm chí còn đưa ra cho mình một cách giải khác tối ưu hơn.

6. Lười tư duy nhanh

Trái ngược với sự cầu thả ở trên, có bạn lại quá cẩn thận hoặc mất nhiều thời gian khi chỉ làm bài toán đơn giản, chẳng hạn: Một con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì dao động là T . Để nguyên vật nặng, muốn chu kì mới của nó là $0,5T$ thì so với chiều dài ban đầu, cần cắt bớt lò xo đi một lượng

A. 50%.

B. 25%.

C. 40%.

D. 75%.

– Cẩn thận, bạn ấy viết:
$$\begin{cases} T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \\ T' = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k'}} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{T}{T'} = \sqrt{\frac{k'}{k}} \Rightarrow k' = 4k \Rightarrow E \frac{S}{\ell} = 4E \frac{S}{\ell} \Rightarrow \ell' = \frac{\ell}{4}$$

$$\Rightarrow \Delta \ell = \ell - \ell' = \ell - \frac{\ell}{4} = \frac{3\ell}{4} \Rightarrow \frac{\Delta \ell}{\ell} = \frac{\frac{3\ell}{4}}{\ell} = \frac{3}{4} = 0,75 = 75\%$$

– Một bạn khác lại dùng tư duy nhanh để giải như sau:

Do $T \sim \sqrt{\frac{1}{k}}$ mà T giảm 2 lần nên k tăng 4 lần, vậy phải giữ lại $\frac{1}{4}$ chiều dài ban

đầu, tức là phải bỏ đi $\frac{3}{4}$ hay 75%.

Bạn hãy thử tư duy nhanh một bài toán khác, bài này được trích từ đề thi vào các trường cao đẳng năm 2009: Một đồng vị phóng xạ có chu kì bán rã T . Cứ sau một khoảng thời gian bằng bao nhiêu thì số hạt nhân bị phân rã trong khoảng thời gian đó bằng ba lần số hạt nhân còn lại của đồng vị ấy?

A. $0,5T$.

B. $3T$.

C. $2T$.

D. T .

Bạn sẽ thấy thú vị khi giải nhanh được các bài toán nhỏ kiểu như trên? Và để tránh viết nháp nhiều thì tư duy nhanh là một trong những kĩ năng cần thiết, bạn nên tập cách tư duy nhanh nhưng chắc chắn này, dần dần sẽ quen, nhuần nhuyễn là có thể áp dụng vào một số khâu của bài toán lớn và sẽ rút ngắn được thời gian làm bài thi trắc nghiệm.

7. Lạm dụng trong việc sử dụng máy tính cầm tay

– Có bạn dùng máy cho cả các phép tính: $7 + 3 = ; \cos \frac{\pi}{3} = ; \dots$

– Khi đọc đề bài toán, trong đầu thì chưa hình thành được phương pháp để giải, chưa có phương trình liên hệ giữa đại lượng cần tìm với đại lượng đã cho, vậy mà tay đã cầm máy tính, có lẽ máy tính sẽ “suy nghĩ” cách làm cho bạn ấy chẳng?

Trái ngược với những bạn quá lạm dụng máy tính, cũng phải đáng trách những bạn không biết khai thác các tính năng quý báu của máy tính để giải quyết một số bài toán tổng hợp dao động hay điện xoay chiều, chẳng biết dùng máy tính để hỗ trợ việc giải phương trình, hệ phương trình hay các phép tính phức tạp khác.

Chắc chắn không thể nào liệt kê hết các khuyết điểm của mỗi người được, tôi chỉ xin nêu một vài nhược điểm chung ở trên, coi đó là tiền đề để mỗi người chúng ta nhìn nhận, sửa chữa và tìm ra cho mình một thói quen tốt.

Rèn giũa trong quá trình học sẽ cho bài thi đạt kết quả như mong muốn của bạn.

Chủ đề 11: TÁN SẮC ÁNH SÁNG

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

1. Hiện tượng tán sắc ánh sáng

Sự phân tích chùm sáng phức tạp thành những thành phần đơn sắc khác nhau gọi là sự tán sắc ánh sáng.

– Tán sắc ánh sáng xảy ra trên bề mặt phân cách giữa hai môi trường, khi ánh sáng chiếu xiên góc với mặt phân cách. Nó xảy ra với lăng kính, thấu kính, ...

– Trong hiện tượng tán sắc thì tia đỏ lệch ít nhất còn tia tím lệch nhiều nhất. Nguyên nhân của hiện tượng tán sắc ánh sáng là do trong ánh sáng trắng có nhiều ánh sáng đơn sắc, mà vận tốc của chúng trong cùng một môi trường lại khác nhau,

đến tới chiết suất của môi trường trong suốt $n = \frac{c}{v}$ phụ thuộc vào tần số của từng

ánh sáng đơn sắc, chính vì vậy các tia mới lệch khác nhau. Ánh sáng có tần số càng nhỏ (bước sóng càng dài) thì chiết suất của môi trường càng bé. Chiết suất, môi trường tăng dần từ màu đỏ đến màu tím theo thứ tự

$n_{đỏ} < n_{đỏ\text{ cam}} < n_{vàng} < n_{lục} < n_{lam} < n_{chàm} < n_{tím}$ (mà $n = \frac{c}{v} \Rightarrow v_{đỏ} > v_{đỏ\text{ cam}} > \dots > v_{tím}$)

– Chiết suất của một môi trường được tính theo: $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$ (A và B là hằng số).

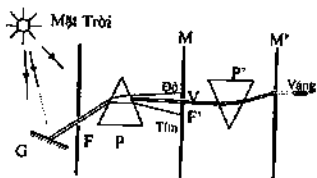
– Cầu vồng là kết quả tán sắc ánh sáng Mặt Trời chiếu qua các giọt nước mưa,

– Màu sắc sắc sỡ của viên kim cương là do hiện tượng tán sắc ánh sáng.

– Hiện tượng tán sắc ánh sáng được ứng dụng trong máy quang phổ để phân tích thành phần cấu tạo của chùm ánh sáng do các nguồn sáng phát ra.

2. Ánh sáng đơn sắc

Là ánh sáng có tần số và màu sắc nhất định, nó không bị tán sắc khi đi qua lăng kính. Tần số của ánh sáng qui định màu sắc của nó. Ánh sáng trắng gồm vô số ánh sáng đơn sắc khác nhau trong đó có 7 màu cơ bản.



– Khi ánh sáng truyền từ môi trường này sang môi trường khác, do tần số không đổi nên màu sắc không đổi, mặc dù vận tốc và bước sóng thay đổi.

– Mỗi ánh sáng đơn sắc có màu sắc nhất định, ở trong các môi trường khác nhau thì bước sóng khác nhau, **trong chân không** bước sóng của chúng thuộc khoảng:

Màu ánh sáng	Bước sóng λ (μm)	Màu ánh sáng	Bước sóng λ (μm)
Đỏ	$0,640 \div 0,760$	Lam	$0,450 \div 0,510$
Cam	$0,590 \div 0,650$	Chàm	$0,430 \div 0,460$
Vàng	$0,570 \div 0,600$	Tím	$0,380 \div 0,440$
Lục	$0,500 \div 0,575$	Cần nhớ để làm bài toán về màu sắc	

3. Các công thức quang hình liên quan

– Định luật khúc xạ: $\frac{\sin i}{\sin r} = n_2 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{\text{vật}}}{n_1}$ với $\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$

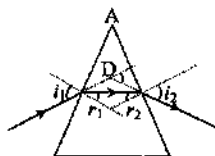
– Điều kiện để có hiện tượng phản xạ toàn phần:

+ Ánh sáng đi từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường chiết quang kém.

+ Góc tới phải lớn hơn hoặc bằng góc tới giới hạn

phản xạ toàn phần $i \geq i_{\text{gh}}$. Trong đó $\sin i_{\text{gh}} = \frac{n_2}{n_1}$

– Lăng kính: $\begin{cases} \sin i_1 = n \cdot \sin r_1; \sin i_2 = n \cdot \sin r_2 \\ A = r_1 + r_2; D = i_1 + i_2 - A \end{cases}$



Chú ý:

+ Khi góc tới i và góc chiết quang A đều nhỏ thì: $D \approx (n - 1)A$

+ Khi có góc lệch cực tiểu $D = D_{\text{min}}$ thì tia ló và tia tới đối xứng nhau qua

mặt phân giác của góc chiết quang A , tức là $i_1 = i_2$ và $r_1 = r_2 = \frac{A}{2}$

$$\Rightarrow D_{\text{min}} = 2i_1 - A \text{ và } \sin \frac{D_{\text{min}} + A}{2} = n \sin \frac{A}{2}$$

– Thấu kính: Tiêu cự f của thấu kính được tính: $\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{\text{TK}}}{n_{\text{MT}}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$. Trong đó:

+ R_1, R_2 là bán kính các mặt cong của thấu kính ($R > 0$ cho mặt cong lồi; $R < 0$ nếu mặt cong lõm; $R = \infty$ nếu là mặt phẳng).

+ n_{TK} và n_{MT} là chiết suất của chất làm thấu kính và chiết suất của môi trường nơi đặt thấu kính.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang $A = 5^\circ$, có chiết suất đối với ánh sáng đỏ và ánh sáng tím lần lượt là $n_d = 1,643$ và $n_t = 1,685$. Cho một chùm sáng trắng hẹp rơi vào một mặt bên của lăng kính dưới góc tới i nhỏ. Độ rộng góc γ của quang phổ của ánh sáng Mặt Trời cho bởi lăng kính này là

- A. $\gamma = 2,5^\circ$. B. $\gamma = 0,042^\circ$. C. $\gamma = 0,21^\circ$. D. $\gamma = 5^\circ$.

Phân tích, hướng dẫn:

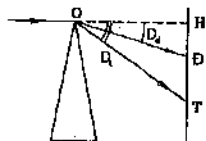
Đây là hiện tượng tán sắc ánh sáng. Do góc chiết quang A và góc tới i đều nhỏ nên góc lệch được tính gần đúng: $D = A(n - 1)$

- Tia đỏ lệch ít nhất với góc lệch

$$D_d = A(n_d - 1)$$

- Tia tím lệch nhiều nhất với góc lệch

$$D_t = A(n_t - 1)$$



Theo hình vẽ, độ rộng góc của quang phổ của ánh sáng Mặt Trời là góc hợp bởi tia tím và tia đỏ $\gamma = D_t - D_d = A(n_t - n_d) = 5(1,685 - 1,643) = 0,21^\circ \Rightarrow$ **Đáp án C.**

Bài tập vận dụng: Một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang $A = 4^\circ$, 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 song song, 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 xấp xỉ bằng

- A. $1,416^\circ$. B. $0,336^\circ$. C. $0,168^\circ$. D. $13,312^\circ$.

(Trích ĐTTT vào các trường Đại học khối A, 2010)

Ví dụ 2: Một lăng kính có góc chiết quang $A = 8^\circ$. Chiếu một tia sáng trắng vào mặt bên, gần góc chiết quang của lăng kính theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang. Sau lăng kính, người ta đặt màn quan sát song song với mặt phân giác của lăng kính và cách mặt phân giác này 1,5m. Biết chiết suất của lăng kính đối với tia đỏ là 1,50 và đối với tia tím là 1,54. Độ rộng của quang phổ liên tục trên màn quan sát là

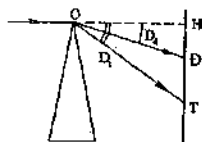
- A. 8,42mm. B. 7,63mm. C. 6,28mm. D. 5,34 mm.

Phân tích, hướng dẫn:

+ So với phương tia tới OH, tia đỏ OD bị lệch một góc: $D_0 = A(n - 1) = 8.(1,5 - 1) = 4^\circ$

+ Tia tím OT lệch so với phương tia tới OH một góc:

$$D_t = A(n - 1) = 8.(1,54 - 1) = 4,32^\circ$$



Bề rộng quang phổ trên màn là miền DT, ta có:

$$DT = TH - DH = OH \cdot \tan D_t - OH \cdot \tan D_0 = OH(\tan D_t - \tan D_0)$$

Thay số ta được: $DT = 1,5(\tan 4,32^\circ - \tan 4^\circ) = 8,42 \cdot 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Lăng kính có góc chiết quang $A = 5^\circ$, màn đặt sau lăng kính và cách lăng kính một khoảng $d = 2\text{m}$. Chiều tia sáng trắng đến lăng kính theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang. Biết chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng đỏ là $n_d = 1,5$ và đối với ánh sáng tím là $n_t = 1,54$. Bề rộng quang phổ trên màn là

- A. 0,4m. B. $6,98 \cdot 10^{-3} \text{ m}$. C. 0,2m. D. $3,49 \cdot 10^{-3} \text{ m}$.

Bài 2: Chiều một chùm tia sáng trắng song song, hẹp vào mặt bên của một lăng kính có góc chiết quang $A = 8^\circ$ theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang. Biết chiết suất của lăng kính đối với tia đỏ là $n_d = 1,5$ còn đối với tia tím là $n_t = 1,584$. Màn M đặt song song và cách mặt phân giác một đoạn d , trên màn người ta thu được dải màu có bề rộng 10 mm. Khoảng cách d bằng

- A. 0,85 m. B. 0,91 m. C. 1,2 m. D. 1,3 m.

Ví dụ 3: Một tia sáng vàng được chiếu vào mặt bên của một lăng kính dưới góc tới nhỏ. Biết vận tốc của tia vàng trong lăng kính là $1,98 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Sau khi qua lăng kính, tia ló lệch so với tia tới một góc bằng 5° . Góc chiết quang của lăng kính bằng

- A. $6,8^\circ$. B. $7,5^\circ$. C. $9,7^\circ$. D. $11,8^\circ$.

Phân tích, hướng dẫn:

Ta có: $n = \frac{c}{v} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,98 \cdot 10^8} \approx 1,5152$

Vì góc chiết quang A và góc tới i là những góc nhỏ nên góc lệch lúc đó là:

$$D = (n - 1)A \Rightarrow A = \frac{D}{n - 1} = \frac{5}{0,5152} = 9,7^\circ \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 4: Một lăng kính tam giác ABC đều, đặt trong không khí. Khi chiếu ánh sáng đơn sắc với góc tới bằng góc ló thì góc lệch $D \approx 30^\circ$. Chiết suất tỉ đối của chất làm lăng kính với môi trường là

A. 1,61.

B. 1,31.

C. 1,51.

D. 1,41.

Phân tích, hướng dẫn:

Khi góc tới bằng góc ló thì góc lệch đạt cực tiểu $D_{\min} = 30^\circ$.

$$\text{Từ } \sin \frac{D_{\min} + A}{2} = n \sin \frac{A}{2} \Rightarrow n = \frac{\sin \frac{D_{\min} + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{\sin \frac{30^\circ + 60^\circ}{2}}{\sin \frac{60^\circ}{2}} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}$$

$\Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 5: Một lăng kính có $A = 75^\circ$. Chiếu tới mặt bên một chùm tia đơn sắc với góc tới $i = 45^\circ$. Biết chiết suất $n = \sqrt{2}$. Góc lệch D của tia sáng qua lăng kính bằng

A. 75° .

B. 60° .

C. 45° .

D. 30° .

Phân tích, hướng dẫn:

$$+ \text{Từ } \sin i_1 = n \sin r_1 \Rightarrow \sin r_1 = \frac{\sin i_1}{n} = \frac{\sin 45^\circ}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow r_1 = 30^\circ$$

$$+ A = r_1 + r_2 \Rightarrow r_2 = A - r_1 = 75^\circ - 30^\circ = 45^\circ$$

$$+ \sin i_2 = n \sin r_2 \Rightarrow \sin i_2 = \sqrt{2} \sin 45^\circ = 1 \Rightarrow i_2 = 90^\circ$$

$$\text{Lúc đó góc lệch } D = i_1 + i_2 - A = 45^\circ + 90^\circ - 75^\circ = 60^\circ \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 6: Lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$ và chiết suất $n = \sqrt{2}$ đối với ánh sáng đơn sắc. Góc lệch đạt giá trị cực tiểu khi góc tới

A. $i = 60^\circ$.

B. $i = 30^\circ$.

C. $i = 45^\circ$.

D. $i = 15^\circ$.

Phân tích, hướng dẫn:

Khi có góc lệch cực tiểu xảy ra, tia ló và tia tới đối xứng nhau qua mặt phân giác của góc chiết quang $A \Rightarrow r_1 = r_2 = \frac{A}{2} = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ$

$$\text{Từ } \sin i_1 = n \sin r_1 \Rightarrow \sin i_1 = \sqrt{2} \sin 30^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow i_1 = 45^\circ \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 7: Một lăng kính có chiết suất n . Khi chiếu tới mặt bên một chùm tia đơn sắc với góc tới $i_1 = 60^\circ$ thì $i_2 = 30^\circ$ và góc lệch $D = 45^\circ$. Chiết suất n bằng

A. 0,88. B. 1,8. C. 1,3. D. 2,5.

Phân tích, hướng dẫn:

+ Từ $D = i_1 + i_2 - A \Rightarrow A = i_1 + i_2 - D = 45^\circ$

+ Từ $\sin i_1 = n \sin r_1 \Rightarrow \sin r_1 = \frac{\sin i_1}{n} = \frac{\sin 60^\circ}{n} = \frac{\sqrt{3}}{2n}$

+ Từ $\sin i_2 = n \sin r_2 \Rightarrow \sin r_2 = \frac{\sin i_2}{n} = \frac{\sin 30^\circ}{n} = \frac{1}{2n} \Rightarrow \cos r_2 = \frac{\sqrt{4n^2 - 1}}{2n}$

+ Từ $A = r_1 + r_2 \Rightarrow r_1 = A - r_2 \Rightarrow \sin r_1 = \sin(A - r_2)$

$$\Rightarrow \sin r_1 = \sin A \cdot \cos r_2 - \cos A \cdot \sin r_2$$

Thay vào ta có: $\frac{\sqrt{3}}{2n} = \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{\sqrt{4n^2 - 1}}{2n} - \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{1}{2n} \Rightarrow n = 1,8 \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

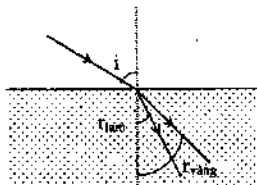
Ví dụ 8: Chiếu xiên một chùm sáng hẹp gồm hai ánh sáng đơn sắc là vàng và lam từ không khí tới mặt nước thì

- A. chùm sáng bị phản xạ toàn phần.
- B. so với phương tia tới, tia khúc xạ vàng bị lệch ít hơn tia khúc xạ lam.
- C. tia khúc xạ chỉ là ánh sáng vàng, còn tia sáng lam bị phản xạ toàn phần.
- D. so với phương tia tới, tia khúc xạ lam bị lệch ít hơn tia khúc xạ vàng.

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Phân tích, hướng dẫn:

+ Ánh sáng đi từ môi trường chiết suất nhỏ sang môi trường chiết suất lớn nên không xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần, vậy phương án A và C đều sai, cả hai tia đều đi tiếp vào trong nước nhưng bị khúc xạ theo định luật $\frac{\sin i}{\sin r} = n \Rightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n}$.



+ Do chiết suất của nước đối với các màu xếp theo

thứ tự: $n_{\text{đỏ}} < n_{\text{da cam}} < n_{\text{vàng}} < n_{\text{lục}} < n_{\text{lam}} < n_{\text{chàm}} < n_{\text{tím}} \Rightarrow \sin r_{\text{vàng}} > \sin r_{\text{lam}}$

$\Rightarrow r_{\text{vàng}} > r_{\text{lam}}$. Theo hình vẽ, so với phương của tia tới thì tia vàng lệch ít hơn

$\Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Bàn thêm: Ta có thể tư duy tương tự như bài toán với lăng kính, so với phương tia tới, tia đỏ lệch ít nhất, sự lệch tăng dần cho cam, vàng, lục, lam, chàm, tím. Vì vậy có thể chọn nhanh đáp án B do phương án A và C đã sai.

Bài tập vận dụng: Chiều chùm sáng trắng hẹp từ không khí vào nước thì chùm tia khúc xạ bị tán sắc, khi đó góc khúc xạ của tia đỏ là r_d và của tia tím là r_t . Trường hợp nào sau đây là đúng?

A. $r_d > r_t$

B. $r_d < r_t$

C. $r_d = r_t$

D. $r_d \geq r_t$

Ví dụ 9: Chiếu một tia sáng trắng từ không khí vào khối thủy tinh với góc tới 80° . Biết chiết suất của thủy tinh với ánh sáng đỏ là 1,6444 và với ánh sáng tím là 1,6852. Góc lớn nhất giữa các tia khúc xạ là

A. $2,03^\circ$.

B. $1,33^\circ$.

C. $1,03^\circ$.

D. $0,93^\circ$.

Phân tích, hướng dẫn:

Khi ánh sáng trắng chiếu xiên góc tới mặt phân cách giữa hai môi trường thì ánh sáng bị tán sắc.

Do tia đỏ bị lệch ít nhất nên góc khúc xạ của nó là lớn nhất, từ định luật khúc xạ

$$\text{ánh sáng ta có: } \frac{\sin r_d}{\sin i} = \frac{n_{\text{kk}}}{n_d} \Rightarrow \sin r_d = \frac{1 \cdot \sin 80^\circ}{1,6444} = 0,05989 \Rightarrow r_d = 36,79^\circ$$

Do tia tím bị lệch nhiều nhất nên góc khúc xạ của nó là nhỏ nhất, ta có:

$$\frac{\sin r_t}{\sin i} = \frac{n_{\text{kk}}}{n_t} \Rightarrow \sin r_t = \frac{1 \cdot \sin 80^\circ}{1,6852} = 0,05844 \Rightarrow r_t = 35,76^\circ$$

Góc lớn nhất giữa các tia khúc xạ chính là góc hợp bởi tia đỏ và tia tím:

$$\Delta r = r_d - r_t = 1,03^\circ \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Chiếu một tia sáng đơn sắc từ không khí vào thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$ dưới góc tới 30° . Góc khúc xạ bằng

A. $19,5^\circ$

B. $48,6^\circ$

C. 58°

D. $24,5^\circ$.

Bài 2: Chiếu một tia sáng đơn sắc từ không khí vào một môi trường có chiết suất $n = \sqrt{3}$ thì tia khúc xạ và tia phản xạ vuông góc nhau. Góc tới bằng

A. 60°

B. 30°

C. 45°

D. 35° .

Ví dụ 10: Một cái bể sâu 1,5m, chứa đầy nước. Người ta chĩa và để một tia sáng hẹp từ Mặt Trời rơi vào mặt nước dưới góc tới $i = 60^\circ$. Biết chiết suất của nước đối với ánh sáng đỏ và ánh sáng tím lần lượt là 1,328 và 1,343. Bề rộng của quang phổ do sự tán sắc ánh sáng tạo ra ở đáy bể là

- A. 18,25 mm. B. 15,73 mm. C. 24,7 mm. D. 21,5 mm.

Phân tích, hướng dẫn:

Dưới đáy bể, bề rộng quang phổ là đoạn TĐ.

Theo hình vẽ ta có: $TĐ = HĐ - HT = OH \cdot \tan r_d - OH \cdot \tan r_t$

Vậy muốn tìm được đoạn TĐ, ta cần phải đi tìm r_d và r_t

Với tia đỏ, theo định luật khúc xạ: $\frac{\sin i}{\sin r_d} = \frac{n_d}{n_1} = \frac{1,328}{1}$

$$\Rightarrow \sin r_d = \frac{\sin i}{1,328} = \frac{\sin 60^\circ}{1,328} = 0,652 \Rightarrow r_d = 40,70^\circ$$

$$\text{Tương tự với tia tím: } \frac{\sin i}{\sin r_t} = \frac{n_t}{n_1} = \frac{1,343}{1} \Rightarrow \sin r_t = 0,6445 \Rightarrow r_t = 40,15^\circ$$

$$\text{Vậy: } TĐ = OH \cdot [\tan r_d - \tan r_t] = 1,5 [\tan 40,70^\circ - \tan 40,15^\circ] = 0,0247(\text{m})$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

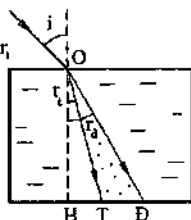
Bài tập vận dụng:

Bài 1: Chiếu chùm ánh sáng trắng, hẹp từ không khí vào bể đựng chất lỏng có đáy phẳng, nằm ngang với góc tới $i = 60^\circ$. Biết chiết suất của chất lỏng đối với ánh sáng tím $n_1 = 1,70$ và đối với ánh sáng đỏ $n_d = 1,68$. Do hiện tượng tán sắc mà bề rộng của dải màu thu được ở đáy bể là 1,5 cm. Độ sâu của nước trong bể là

- A. 0,75m. B. 1,0m. C. 1,5m. D. 2m.

Bài 2: Một bản thủy tinh phẳng, hai mặt song song, bề dày $d = 4\text{cm}$ đặt nằm ngang. Chiếu vào mặt trên của bản một tia sáng gồm các thành phần có bước sóng λ_1 đến λ_2 dưới góc tới 45° . Chiết suất của bản đối với thành phần đơn sắc λ_1 và λ_2 lần lượt là $n_1 = 1,414$ và $n_2 = 1,46$. Độ rộng của vết sáng ở mặt dưới của bản là

- A. 0,22 cm. B. 0,82 cm. C. 1,2 cm. D. 1,34 cm.



Ví dụ 11: Biết chiết suất của thấu kính đối với ánh sáng đỏ là 1,5 và với ánh sáng tím là 1,6. Tỷ số giữa tiêu cự của thấu kính đối với ánh sáng đỏ và đối với ánh sáng tím là

A. 1,34.

B. 1,07

C. 0,83.

D. 1,2.

Phân tích, hướng dẫn:

Thấu kính có chiết suất n_{TK} khi đặt trong môi trường có chiết suất n_{MT} thì tiêu cự f

$$\text{của nó được tính: } \frac{1}{f} = \left(\frac{n_{TK}}{n_{MT}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

Áp dụng đối với ánh sáng đỏ:

$$\frac{1}{f_d} = \left(\frac{n_{TK}}{n_{MT}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = (1,5 - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = 0,5 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (1)$$

Đối với ánh sáng tím:

$$\frac{1}{f_t} = \left(\frac{n_{TK}}{n_{MT}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = (1,6 - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = 0,6 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (2)$$

Từ (1) và (2), suy ra: $\frac{f_d}{f_t} = \frac{0,6}{0,5} = 1,2. \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Ví dụ 12: Khi chiếu một chùm sáng màu đỏ song song với trục chính của một thấu kính hội tụ, chùm sáng ló ra hội tụ tại một điểm cách quang tâm một đoạn 50 cm. Khi chiếu một chùm sáng màu tím song song với trục chính của thấu kính trên thì chùm sáng hội tụ tại một điểm T. Biết chiết suất của chất làm thấu kính đối với ánh sáng đỏ là 1,6 còn đối với ánh sáng tím là 1,64. Kết luận nào sau đây là đúng khi nói về vị trí điểm sáng tím T?

A. Điểm sáng T nằm trước điểm sáng đỏ và cách một đoạn 2,5 cm.

B. Điểm sáng T nằm trước điểm sáng đỏ và cách một đoạn 3,12 cm.

C. Điểm sáng T nằm sau điểm sáng đỏ và cách một đoạn 2,5 cm.

D. Điểm sáng T nằm sau điểm sáng đỏ và cách một đoạn 3,12 cm.

Phân tích, hướng dẫn:

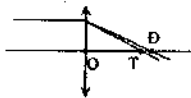
Do các tia đỏ hội tụ tại điểm cách quang tâm một đoạn 50 cm nên tiêu cự của thấu kính đối với ánh sáng đỏ này là $f_d = 50$ cm.

Áp dụng công thức tính tiêu cự, với ánh sáng đỏ: $\frac{1}{f_d} = (n_d - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$

và với ánh sáng tím: $\frac{1}{f_t} = (n_t - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$

Chia vế với vế ta được $\frac{f_1}{f_d} = \frac{(n_d - 1)}{(n_t - 1)} = \frac{0,6}{0,64}$

$$\Rightarrow f_t = \frac{0,6}{0,64} f_d = 46,88 \text{ cm}$$



Như vậy, điểm T sẽ gần quang tâm O của thấu kính hơn, theo đường truyền của tia sáng thì điểm sáng tím T nằm trước điểm sáng đỏ và cách điểm sáng đỏ một đoạn $50 - 46,88 = 3,12 \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Khi cho một chùm sáng trắng truyền tới một thấu kính theo phương song song với trục chính của thấu kính thì sau thấu kính, trên trục chính, gần thấu kính nhất sẽ là điểm hội tụ của ánh sáng

- A. đỏ. B. da cam. C. vàng. D. tím.

Bài 2: Một thấu kính hội tụ, hai mặt cầu giống nhau với bán kính 20cm. Chiết suất của thấu kính đối với ánh sáng đỏ là $n_d = 1,50$ và đối với ánh sáng tím là $n_t = 1,54$. Khoảng cách giữa tiêu điểm đối với tia đỏ và tiêu điểm đối với tia tím là

- A. 1,56 cm. B. 1,48 cm. C. 1,36cm. D. 1,28 cm.

Ví dụ 13: Một thấu kính bằng thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$ khi đặt trong không khí có độ tụ 5 điốp. Khi nhúng nó trong nước có chiết suất $n_n = \frac{4}{3}$ thì tiêu cự của thấu kính này là

- A. 40 cm. B. 60 cm. C. 80 cm. D. 120 cm.

Phân tích, hướng dẫn:

Ta có: $D_1 = \left(\frac{n_k}{n_{m1}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = (n_k - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ (1)

Tương tự: $D_2 = \left(\frac{n_k}{n_{m2}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ (2)

Lập tỉ số $\frac{(2)}{(1)}$ ta có: $\frac{D_2}{D_1} = \frac{n_k - n_{m2}}{n_{m2}(n_k - 1)} = \frac{1}{4} \Rightarrow D_2 = 0,25D_1 = 1,25 \text{ điốp}$

$\Rightarrow f_2 = \frac{1}{D_2} = 0,8 \text{ m} = 80 \text{ cm} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Ví dụ 14: Khi ánh sáng truyền trong nước có chiết suất tuyệt đối $n = 1,33$ thì có bước sóng $0,45\mu\text{m}$. Khi truyền trong không khí, vẫn ánh sáng đỏ nhưng bước sóng bằng

- A. $0,34\mu\text{m}$. B. $0,48\mu\text{m}$. C. $0,53\mu\text{m}$. D. $0,60\mu\text{m}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Ánh sáng truyền trong nước có bước sóng $\lambda' = \frac{v_n}{f} = \frac{c}{nf} = \frac{\lambda}{n}$. Vậy khi ánh sáng

đó truyền trong không khí sẽ có bước sóng là $\lambda = n\lambda' = 1,33 \cdot 0,45 \approx 0,60\mu\text{m}$

$\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Vận tốc truyền của ánh sáng trong chân không là $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Nước có chiết suất là $n = \frac{4}{3}$. Vận tốc truyền của ánh sáng trong nước là

- A. $2,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. B. $2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. C. $1,33 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. D. $0,25 \cdot 10^7 \text{ m/s}$.

Bài 2: Ánh sáng đỏ có bước sóng trong thủy tinh cao và trong chân không lần lượt là $0,4333\mu\text{m}$ và $0,6563\mu\text{m}$. Vận tốc truyền ánh sáng đỏ trong thủy tinh cao là

- A. $1,98 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. B. $5,11 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. C. $3,12 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. D. $2,34 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Ví dụ 15: Khi cho một tia sáng đơn sắc đi từ nước vào một môi trường trong suốt A, người ta đo được vận tốc truyền của ánh sáng đã bị giảm đi một lượng $\Delta v = 10^8 \text{ m/s}$. Biết chiết suất tuyệt đối của nước đối với tia sáng trên có giá trị $n_0 = 1,33$. Môi trường trong suốt A có chiết suất tuyệt đối bằng

- A. 1,6. B. 2,2. C. 2,4. D. 3,2.

Phân tích, hướng dẫn:

Trong môi trường nước, vận tốc truyền sáng $v_n = \frac{c}{n_n}$.

Trong môi trường trong suốt A, vận tốc truyền sáng $v = \frac{c}{n}$

Theo đề ra $\Delta v = v_n - v \Rightarrow v = v_n - \Delta v$ nên có thể viết $\frac{c}{n} = \frac{c}{n_n} - \Delta v$

Từ đó suy ra: $n = \frac{cn_n}{c - n_n \Delta v} = 2,4 \Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 16: Biết rằng ánh sáng đỏ có bước sóng dài nhất là $0,76\mu\text{m}$ và ánh sáng tím có bước sóng ngắn nhất là $0,4\mu\text{m}$. Dải sáng nhìn thấy có tần số

- A. từ $3,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ đến $6,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. B. từ $2,35 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ đến $5,55 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.
C. từ $3,95 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ đến $7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. D. từ $4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ đến $7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Với bước sóng ngắn nhất của ánh sáng tím, tần số là: $f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3.10^8}{0,4.10^{-6}} = 7,5.10^{14} \text{ Hz}$

Với bước sóng dài nhất của ánh sáng đỏ: $f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3.10^8}{0,76.10^{-6}} = 3,95.10^{14} \text{ Hz}$

Vậy dải sáng nhìn thấy có tần số từ $3,95.10^{14} \text{ Hz}$ đến $7,5.10^{14} \text{ Hz} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Ví dụ 17: Chọn câu sai trong các câu sau:

- A. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi qua lăng kính.
- B. Mỗi ánh sáng đơn sắc khác nhau có màu sắc nhất định khác nhau.
- C. Ánh sáng trắng là tập hợp của 7 ánh sáng đơn sắc: Đỏ, da cam, vàng, lục, lam, chàm, tím.
- D. Lăng kính có khả năng làm tán sắc ánh sáng.

Hướng dẫn:

Chọn **Đáp án C** vì ánh sáng trắng gồm vô số màu đơn sắc.

Chú ý: Ở trên là một ví dụ thuần túy lý thuyết, để làm tốt những câu loại này, các em nên xem lại các khái niệm, đặc điểm, các hiện tượng và bản chất của chúng.

Ví dụ 18: (Ví dụ này chỉ dành cho những bạn học theo chương trình nâng cao)

Sự phụ thuộc của chiết suất vào môi trường trong suốt, vào bước sóng ánh sáng

được theo công thức $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$. Đối với nước, ứng với tia đỏ $\lambda_d = 0,759\mu\text{m}$ chiết suất là 1,329, còn ứng với tia tím $\lambda_t = 0,405\mu\text{m}$ thì có chiết suất 1,343. Hằng số A và B có giá trị là

- A. $A = 1,3234; B = 0,0032$.
- B. $A = 13,234; B = 0,0032$.
- C. $A = 13,234; B = 0,032$.
- D. $A = 1,3234; B = 0,32$.

Hướng dẫn:

Áp dụng công thức $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$ viết cho 2 trường hợp:

$$+ \text{Đối với ánh sáng đỏ: } 1,329 = A + \frac{B}{0,759^2} \quad (1)$$

$$+ \text{Đối với ánh sáng tím: } 1,343 = A + \frac{B}{0,405^2} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta được: $A = 1,3234; B = 0,0032 \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Chọn đáp án sai khi nói về hiện tượng tán sắc ánh sáng.

- A. Hiện tượng tán sắc ánh sáng là hiện tượng khi chùm sáng trắng đi qua lăng kính thì chùm sáng ló không những bị lệch về phía đáy lăng kính mà còn bị tách ra thành nhiều chùm sáng có màu sắc khác nhau.
- B. Hiện tượng tán sắc ánh sáng không xảy ra đối với ánh sáng đơn sắc.
- C. Hiện tượng tán sắc ánh sáng được áp dụng vào phép phân tích quang phổ để xác định thành phần của các chất dựa vào quang phổ của chúng.
- D. Hiện tượng tán sắc ánh sáng là hiện tượng khi chùm sáng trắng đi qua lăng kính thì chùm sáng ló không những bị lệch về phía đáy lăng kính mà còn bị tách ra thành một chùm sáng có bảy màu sắc tách biệt nhau.

Câu 2: Khi nói về ánh sáng trắng và ánh sáng đơn sắc, đáp án nào sau đây là không đúng?

- A. Ánh sáng trắng là tập hợp của vô số các ánh sáng đơn sắc khác nhau có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.
- B. Chiết suất của chất làm lăng kính là như nhau đối với các ánh sáng đơn sắc khác nhau.
- C. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.
- D. Khi các ánh sáng đơn sắc đi qua một môi trường trong suốt thì chiết suất của môi trường đối với ánh sáng đỏ là nhỏ nhất, đối với ánh sáng tím là lớn nhất.

Câu 3: Lăng kính làm bằng thủy tinh, các tia sáng đơn sắc màu lục, tím và đỏ có chiết suất lần lượt là n_1 , n_2 và n_3 . Trường hợp nào sau đây là đúng?

- A. $n_1 > n_2 > n_3$ B. $n_1 < n_2 < n_3$ C. $n_2 > n_1 > n_3$ D. $n_2 > n_3 > n_1$

Câu 4: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2003) Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về ánh sáng đơn sắc?

- A. Chiết suất của một môi trường trong suốt đối với ánh sáng đỏ lớn hơn chiết suất của môi trường đó đối với ánh sáng tím.
- B. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.
- C. Trong cùng một môi trường truyền, vận tốc ánh sáng tím nhỏ hơn vận tốc ánh sáng đỏ.
- D. Trong chân không, các ánh sáng đơn sắc khác nhau truyền đi với cùng vận tốc.

Câu 5: Chiều chùm ánh sáng trắng hẹp qua một lăng kính. Đặt màn M phía sau lăng kính, ta sẽ thu được

- A. dải màu sắc như màu cầu vồng.
- B. các vạch sáng tối xen kẽ nhau.
- C. vạch sáng màu trắng.
- D. các vạch sáng màu đỏ và tím.

Câu 6: Chiều chùm sáng đỏ qua lăng kính. Đặt màn M phía sau sẽ thu được

- A. hệ thống những vạch đỏ xen kẽ những vạch tối.

B. dải sáng đỏ.

C. các vạch đỏ và tím xen kẽ nhau.

D. dải sáng trắng.

Câu 7: Chiều chùm ánh sáng trắng qua lăng kính. Tia sáng có góc lệch lớn nhất là

- A. tia đỏ.
- B. tia lục.
- C. tia da cam.
- D. tia tím.

Câu 8: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009) Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng bị tán sắc khi đi qua lăng kính.

B. Ánh sáng trắng là hỗn hợp của vô số ánh sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

C. Chỉ có ánh sáng trắng mới bị tán sắc khi truyền qua lăng kính.

D. Tổng hợp các ánh sáng đơn sắc sẽ luôn được ánh sáng trắng.

Câu 9: Chiều một chùm sáng trắng vuông góc vào mặt nước của bể nước. Quan sát thấy dưới đáy bể nước có

A. một dải màu sắc như màu cầu vồng.

B. vệt sáng màu trắng.

C. vệt sáng màu đỏ.

D. các vạch sáng trắng xen kẽ các vạch tối.

Câu 10: Nguyên nhân của hiện tượng tán sắc ánh sáng là sự phụ thuộc của chiết suất môi trường vào

A. bước sóng của ánh sáng.

B. màu sắc của môi trường.

C. màu của ánh sáng.

D. lăng kính mà ánh sáng đi qua.

Câu 11: Ánh sáng trắng là hỗn hợp của

A. nhiều ánh sáng đơn sắc có màu từ đỏ đến tím.

B. 7 ánh sáng đơn sắc có màu sắc như màu cầu vồng.

C. 3 ánh sáng đơn sắc có màu: đỏ, da cam và lục.

D. 5 ánh sáng đơn sắc trở lên.

Câu 12: Chiều ánh sáng Mặt Trời qua lăng kính. Đặt màn quan sát phía sau lăng kính sẽ thấy bao nhiêu tia sáng đơn sắc giữa tia sáng đỏ và tia tím?

- A. 5 tia. B. 7 tia. C. 3 tia. D. vô số.

Câu 13: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2007) Trong các phát biểu sau đây, phát biểu nào là sai?

- A. Ánh sáng trắng là tổng hợp (hỗn hợp) của nhiều ánh sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ đỏ tới tím.
B. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.
C. Hiện tượng chùm sáng trắng, khi đi qua một lăng kính, bị tách ra thành nhiều chùm sáng có màu sắc khác nhau là hiện tượng tán sắc ánh sáng.
D. Ánh sáng do Mặt Trời phát ra là ánh sáng đơn sắc vì nó có màu trắng.

Câu 14: Ứng dụng của hiện tượng tán sắc ánh sáng là

- A. để phân tích một chùm sáng đa sắc do các vật sáng phát ra thành các thành phần đơn sắc.
B. để nghiên cứu đường đi của các tia sáng đơn sắc.
C. chụp điện, chiếu điện để chẩn đoán bệnh hoặc tìm chỗ xương gãy... trong y học.
D. để sấy, sưởi các sản phẩm nông nghiệp.

Câu 15: Một ánh sáng đơn sắc đi từ môi trường không khí vào môi trường nước thì tần số và bước sóng của ánh sáng thay đổi như thế nào?

- A. Tần số giảm, bước sóng giảm.
B. Tần số không thay đổi, bước sóng giảm.
C. Tần số không thay đổi, bước sóng tăng.
D. Cả tần số và bước sóng đều tăng.

Câu 16: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2008) Ánh sáng đơn sắc có tần số 5.10^{14} Hz truyền trong chân không với bước sóng 600 nm. Chiết suất tuyệt đối của một môi trường trong suốt ứng với ánh sáng này là 1,52. Tần số của ánh sáng trên khi truyền trong môi trường trong suốt này

- A. nhỏ hơn 5.10^{14} Hz còn bước sóng bằng 600 nm.
B. lớn hơn 5.10^{14} Hz còn bước sóng nhỏ hơn 600 nm.
C. vẫn bằng 5.10^{14} Hz còn bước sóng nhỏ hơn 600 nm.
D. vẫn bằng 5.10^{14} Hz còn bước sóng lớn hơn 600 nm.

Câu 17: Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng

- A. có bước sóng không đổi khi truyền từ môi trường này sang môi trường khác.
- B. không bị tán sắc mà chỉ bị lệch khi đi qua lăng kính.
- C. có vận tốc không đổi khi truyền từ môi trường này sang môi trường khác.
- D. bị tách thành một dải màu biến thiên từ đỏ đến tím khi đi qua lăng kính.

Câu 18: Vận tốc truyền ánh sáng trong một môi trường là

- A. như nhau đối với mọi loại ánh sáng.
- B. khác nhau với các loại ánh sáng khác nhau.
- C. khác nhau với các loại ánh sáng khác nhau, vận tốc của ánh sáng đỏ là lớn nhất và của ánh sáng tím là nhỏ nhất.
- D. khác nhau với các loại ánh sáng khác nhau, vận tốc của ánh sáng đỏ là nhỏ nhất và của ánh sáng tím là lớn nhất.

Câu 19: Khi ánh sáng Mặt Trời chiếu qua lớp kính cửa sổ chúng ta không quan sát thấy hiện tượng tán sắc vì

- A. kính cửa sổ là loại thủy tinh có chiết suất như nhau đối với mọi ánh sáng đơn sắc.
- B. kính cửa sổ không phải là lăng kính.
- C. các tia sáng qua cửa sổ bị tán sắc nhưng các tia ló chồng chất lên nhau, tổng hợp trở lại thành ánh sáng trắng.
- D. ánh sáng trắng ngoài trời là những sóng không kết hợp nên chúng không bị tán sắc.

Câu 20: Ánh sáng trắng qua lăng kính thủy tinh bị tán sắc, ánh sáng màu đỏ bị lệch ít hơn ánh sáng màu tím là do

- A. chiết suất của thủy tinh đối với ánh sáng đỏ nhỏ hơn đối với ánh sáng tím nên góc lệch của tia đỏ nhỏ hơn góc lệch của tia tím.
- B. chiết suất của thủy tinh đối với ánh sáng đỏ lớn hơn đối với ánh sáng tím.
- C. tần số của ánh sáng đỏ lớn hơn tần số của ánh sáng tím.
- D. vận tốc ánh sáng đỏ trong thủy tinh lớn hơn vận tốc ánh sáng tím.

Câu 21: (Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2008) Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về ánh sáng đơn sắc?

- A. Chiết suất của một môi trường trong suốt đối với ánh sáng đỏ lớn hơn chiết suất của môi trường đó đối với ánh sáng tím.
- B. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.
- C. Trong cùng một môi trường truyền, vận tốc ánh sáng tím nhỏ hơn vận tốc ánh sáng đỏ.
- D. Trong chân không, các ánh sáng đơn sắc khác nhau truyền đi với cùng vận tốc.

Câu 22: Cho lăng kính có góc chiết quang A đặt trong không khí. Chiếu chùm tia sáng đơn sắc màu lục theo phương vuông góc mặt bên thứ nhất thì tia ló ra khỏi lăng kính nằm sát mặt bên thứ hai. Nếu chiếu tia sáng gồm 3 ánh sáng đơn sắc: cam, chàm, tím vào lăng kính theo phương như trên thì các tia ló ra khỏi lăng kính ở mặt bên thứ hai

- A. chỉ có tia cam. B. gồm hai tia chàm và tím.
C. chỉ có màu tím. D. gồm cam và tím.

Câu 23: Một tia sáng đi qua lăng kính ló ra chỉ có một màu duy nhất thì có thể kết luận:

- A. Ánh sáng qua lăng kính là ánh sáng đa sắc.
B. Ánh sáng qua lăng kính là ánh sáng đơn sắc.
C. Ánh sáng qua lăng kính là ánh sáng bị tán sắc.
D. Lăng kính không có khả năng tán sắc ánh sáng.

Câu 24: Trong một thí nghiệm người ta chiếu một chùm ánh sáng đơn sắc song song hẹp vào cạnh của một lăng kính có góc chiết quang $A = 8^\circ$ theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang. Đặt một màn ảnh E song song và cách mặt phẳng phân giác của góc chiết quang 1m. Trên màn E ta thu được hai vết sáng. Sử dụng ánh sáng vàng, chiết suất của lăng kính là 1,65 thì khoảng cách giữa hai vết sáng trên màn là

- A. 9,07 cm. B. 8,46 cm. C. 8,02 cm. D. 7,68 cm.

Câu 25: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009) Phát biểu nào sau đây là đúng?

- A. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng bị tán sắc khi đi qua lăng kính.
B. Ánh sáng trắng là hỗn hợp của vô số ánh sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.
C. Chỉ có ánh sáng trắng mới bị tán sắc khi truyền qua lăng kính.
D. Tổng hợp các ánh sáng đơn sắc sẽ luôn được ánh sáng trắng.

Câu 26: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2007) Bước sóng của một trong các bức xạ màu lục có trị số là

- A. 0,55 nm. B. 0,55 mm. C. 0,55 μ m. D. 55 nm.

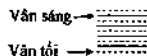
1D	2B	3C	4A	5A	6B	7D	8B	9B	10C
11A	12D	13D	14A	15B	16C	17B	18C	19C	20A
21A	22A	23B	24A	25B	26C				

Chủ đề 12: GIAO THOA VỚI ÁNH SÁNG ĐƠN SẮC

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

• Hiện tượng giao thoa ánh sáng là hiện tượng trong vùng hai chùm sáng kết hợp gặp nhau xuất hiện những vân sáng, vân tối xen kẽ.

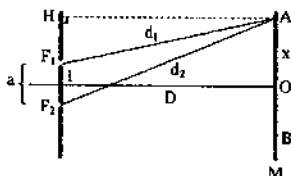
• Nguồn sáng kết hợp là những nguồn phát ánh sáng có cùng tần số và có độ lệch pha không đổi theo thời gian.



• Khi hai chùm sáng kết hợp gặp nhau chúng sẽ giao thoa với nhau. Những điểm hai sóng gặp nhau, nếu đồng pha thì chúng sẽ tăng cường lẫn nhau và tạo thành các vân sáng. Những điểm ngược pha thì chúng triệt tiêu lẫn nhau và tạo thành vân tối. Hiện tượng giao thoa ánh sáng là một bằng chứng khẳng định ánh sáng có tính chất sóng

• Hiệu đường đi của hai tia sáng từ hai nguồn kết hợp đến cùng một điểm M trên

màn quan sát: $d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$.



- Khoảng vân là khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp hay hai vân tối liên tiếp:

$$i = x_i^{k+1} - x_i^k = x_i^{k+1} - x_i^k = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \boxed{i = \frac{\lambda D}{a}}$$

- Tại M là vị trí vân sáng $\Leftrightarrow d_2 - d_1 = k\lambda = 2k \frac{\lambda}{2}$ với $k \in \mathbb{Z}$.

Vân sáng bậc k cách vân trung tâm: $x_i^k = k \frac{\lambda D}{a}$ hoặc $x_i^k = ki = 2k \frac{i}{2}$

- Tại M là vị trí vân tối $\Leftrightarrow d_2 - d_1 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$ với $k \in \mathbb{Z}$.

Vân tối thứ (k + 1) cách vân trung tâm: $x_i^k = (2k + 1) \frac{\lambda D}{2a}$ hoặc $x_i^k = (2k + 1) \frac{i}{2}$

Công thức tính số vân giao thoa quan sát được

* Số vân sáng tính cho cả trường giao thoa:

- Cách làm 1: Cho $x_s = k \frac{\lambda D}{a}$ thuộc khoảng $-\frac{PQ}{2} \leq x_s \leq \frac{PQ}{2}$ ta sẽ thu được bất phương trình $n \leq k \leq m$, có bao nhiêu số giá trị k nguyên thì sẽ có bấy nhiêu vạch sáng. Cách làm này là tổng quát nhất, có thể dùng nó để tìm số vạch sáng giữa 2 điểm M, N bất kì trên trường giao thoa vì chỉ cần cho $x_N \leq x_s \leq x_M$

M, N cùng phía với vân trung tâm thì x_N và x_M cùng dấu.

M, N khác phía với vân trung tâm thì x_N và x_M khác dấu.

- Cách làm 2: $N_s = 2 \cdot \left[\frac{PQ}{2i} \right] + 1$ với PQ là độ rộng của trường giao thoa

Trong đó $\left[\frac{PQ}{2i} \right]$ là phần nguyên của $\frac{PQ}{2i}$, ví dụ $\left[\frac{PQ}{2i} \right] = [3,8] = 3$.

* Số vân tối tính cho cả trường giao thoa:

- Cách làm 1: Do $x_t = (k \pm \frac{1}{2}) \frac{\lambda D}{a}$ nên số vạch tối là số giá trị k nguyên thỏa mãn:

$$-\frac{PQ}{2} \leq (k \pm \frac{1}{2}) \frac{\lambda D}{a} \leq \frac{PQ}{2}$$

- Cách làm 2: Tính trực tiếp $N_t = 2 \left[\frac{PQ}{2i} + 0,5 \right]$

- Cách làm 3: Tính thông qua số vạch sáng $N_s = 2 \cdot \left[\frac{PQ}{2i} \right] + 1$

Nếu phần thập phân của $\frac{PQ}{2i}$ ở trên nhỏ hơn 0,5 thì số vạch tối $N_t = N_s - 1$

Nếu phần thập phân của $\frac{PQ}{2i}$ lớn hơn hoặc bằng 0,5 thì số vạch tối $N_t = N_s + 1$

⚡ **Chú ý:** Ngoài các phép tính cơ bản nêu trên, còn một số cách tính nhanh khác:

- Số vân sáng, vân tối trên đoạn MN, với hai điểm M, N trên trường giao thoa nằm hai bên so với vân sáng trung tâm:

$$+ \text{Số vân sáng: } N_s = \left[\frac{OM}{i} \right] + \left[\frac{ON}{i} \right] + 1$$

$$+ \text{Số vân tối: } N_t = \left[\frac{OM}{i} + 0,5 \right] + \left[\frac{ON}{i} + 0,5 \right]$$

- Số vân sáng, vân tối giữa hai điểm M, N (M và N không rơi vào vân sáng) trên trường giao thoa, nằm cùng một bên so với vân sáng trung tâm:

$$+ \text{Số vân sáng: } N_s = \left[\frac{OM}{i} \right] - \left[\frac{ON}{i} \right]$$

$$+ \text{Số vân tối: } N_T = \left[\frac{OM}{i} + 0,5 \right] - \left[\frac{ON}{i} + 0,5 \right]$$

- Tại M, N đều là vân sáng: $N_s = \frac{MN}{i} + 1$ và $N_T = N_s - 1$

- Tại M, N đều là vân tối: $N_s = \frac{MN}{i}$ và $N_T = N_s + 1$

- Tại M là vân sáng, tại N là vân tối: $N_s = N_T = \frac{MN}{i} + 0,5$

Một số vấn đề cần lưu ý:

- Giữa N vân sáng liên tiếp có $(N - 1)$ khoảng vân.

- Khoảng cách từ vân sáng đến tối liên tiếp là $\frac{i}{2}$

- Vân tối thứ k nằm giữa vân sáng $(k - 1)$ và vân sáng k.

- Khi nhúng vào trong nước, khoảng vân giảm n lần so với khi đặt ngoài không

$$\text{khí } i' = \frac{i}{n}$$

- Trên đường đi của nguồn S_1 đặt bản mỏng có độ dày e chiết suất n, thì đường đi tia sáng qua bản mỏng "dài" hơn so với khi không có bản mỏng là $e(n - 1)$. Nên

hiệu quang trình lúc đó $d_2 - d_1 = \frac{ax}{D} - e(n - 1)$, hiện tượng giao thoa vẫn xảy ra,

khoảng vân không thay đổi nhưng vân trung tâm dịch một đoạn trên màn

$$x = \frac{(n - 1)eD}{a} \text{ về phía có bản mỏng.}$$

+ Đặt hai bản như nhau trên đường truyền của S_1, S_2 thì hệ vân không dịch chuyển.

+ Đặt hai bản khác nhau, độ dịch chuyển sẽ là $|x_1 - x_2|$

- Nếu dịch chuyển nguồn S theo phương song song với S_1, S_2 một khoảng b thì hệ thống vân trên màn dịch chuyển theo chiều ngược lại một đoạn $x = \frac{bD}{d}$.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

1. Các dạng bài toán về khoảng vân, vị trí vạch sáng vạch tối.

Ví dụ 1: Trong một thí nghiệm Y-âng, khoảng cách giữa hai khe là $a = 2\text{mm}$. Khoảng cách giữa hai khe sáng đến màn quan sát là $D = 1,2\text{m}$. Ánh sáng do hai khe phát ra có bước sóng $\lambda = 0,6\mu\text{m}$. Ở phía trên vân sáng trung tâm, vân sáng bậc 1 cách vân tối thứ 3 một đoạn là

- A. $0,5\text{mm}$. B. $0,54\text{mm}$. C. $0,34\text{mm}$. D. $0,18\text{mm}$.

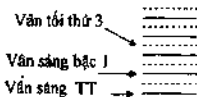
Phân tích, hướng dẫn:

Với dạng bài toán này, chúng ta tìm khoảng vân, tìm vị trí vân sáng vân tối theo yêu cầu đề ra, căn cứ vào vị trí của chúng so với vân trung tâm ta sẽ xác định được khoảng cách giữa chúng.

- Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = 0,36\text{mm}$.

- Vị trí vân sáng bậc 1: $x_{s1} = k \cdot i = 1 \cdot i = 0,36\text{mm}$.

- Vị trí vân tối thứ 3: Có 2 cách viết cho cùng kết quả



+ Nếu viết theo cách $x_t^j = (2k+1) \frac{i}{2}$ thì ta phải lấy $(k+1) = 3$, tức là $k = 2$, ta

sẽ có vị trí vân tối thứ 3 là: $x_t^3 = (2 \cdot 2 + 1) \frac{i}{2} = 5 \cdot \frac{0,36}{2} = 0,9\text{mm}$

+ Nếu viết theo cách $x_t^k = (2k-1) \frac{i}{2}$ thì sẽ lấy $k = 3$:

$$x_t^3 = (2k-1) \frac{i}{2} = (2 \cdot 3 - 1) \frac{0,36}{2} = 0,9\text{mm}$$

Vì chúng cùng nằm một bên so với vân trung tâm nên vân sáng bậc 1 cách vân tối thứ 3 một đoạn là: $x_t^3 - x_{s1} = 0,9 - 0,36 = 0,54\text{mm} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm của Y-âng về giao thoa ánh sáng, biết khoảng cách giữa hai khe hẹp là 3mm , khoảng cách từ hai khe hẹp đến màn quan sát là 2m . Thấy rằng khoảng cách giữa vân sáng bậc 2 và vân sáng bậc 4 nằm khác phía so với vân sáng trung tâm là 3mm . Ánh sáng đơn sắc trong thí nghiệm có bước sóng bằng

- A. $0,45\mu\text{m}$. B. $0,58\mu\text{m}$. C. $0,64\mu\text{m}$. D. $0,75\mu\text{m}$.

Phân tích, hướng dẫn:

- Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a}$

- Về 2 phía so với vân trung tâm nên vị trí vân sáng bậc 2 và vân sáng bậc 4 lần lượt phải viết là $x_{22} = 2.i = 2.\frac{\lambda D}{a}$ và $x_{44} = -4.i = -4.\frac{\lambda D}{a}$. Từ đó ta khoảng cách

giữa chúng: $x_{44} - x_{22} = 2.\frac{\lambda D}{a} + 4.\frac{\lambda D}{a} = 6.\frac{\lambda D}{a}$

- Theo đề ra ta được: $6.\frac{\lambda D}{a} = 3.10^{-3} \text{ m} \Rightarrow \lambda = 0,75\mu\text{m} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm Y-âng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5mm, khoảng cách giữa hai khe đến màn là 2m, ánh sáng dùng trong thí nghiệm có $\lambda = 0,5\mu\text{m}$. Xét hai điểm M và N đối xứng với vân trung tâm trên màn cách nhau 12mm. Kết luận nào sau đây đúng?

A. Tại M là vân sáng, tại N là vân sáng.

B. Tại M là vân sáng, tại N là vân tối.

C. Tại M là vân tối, tại N là vân sáng.

D. Tại M là vân tối, tại N là vân tối.

Phân tích, hướng dẫn:

- Hai điểm M và N đối xứng nhau nên chúng đều cách vân sáng trung tâm một khoảng là: $x = \frac{MN}{2} = 6\text{mm}$.

- Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = 2\text{mm}$

- Ta thấy $\frac{x}{i} = \frac{6}{2} = 3$ nên tại M và N đều là các vân sáng bậc 3 $\Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Ví dụ 4: Một khe hẹp F phát ánh sáng đơn sắc bước sóng $\lambda = 600 \text{ nm}$ chiếu sáng hai khe F_1, F_2 song song với F và cách nhau 1 mm. Vân giao thoa được quan sát trên một màn M song song với mặt phẳng chứa F_1, F_2 và cách nó 3 m. 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.

Phân tích, hướng dẫn:

Cũng giống như ví dụ trước, đây là dạng bài cho tọa độ của một điểm, hỏi có vân gì đi qua, để biết được ta chỉ cần xem tỉ số $\frac{x}{i}$ nhận giá trị nào.

- Khoảng vân $i = \frac{\lambda D}{a} = 1,8 \text{ mm}$.

- Ta thấy $\frac{6,3}{1,8} = 3,5$ là một số bán nguyên nên tại vị trí cách vân trung tâm 6,3 mm là một vân tối.

Mặt khác $x_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)i = 6,3$ nên $k + \frac{1}{2} = 3,5 \Rightarrow k = 3$. Vậy tại vị trí cách vân trung tâm 6,3 mm là một vân tối thứ 4 $\Rightarrow$ Đáp án A.

⚡ **Chú ý:** Chúng ta cũng có thể xét tỉ số $\frac{x}{i/2}$.

Nếu được số nguyên chẵn thì ở đó có vạch sáng.

Nếu được số nguyên lẻ thì ở đó có vạch tối.

Ví dụ 5: Hai nguồn kết hợp cùng pha S_1 và S_2 được coi là các nguồn sáng điểm, đặt cách nhau một khoảng $m = 2 \text{ mm}$ phát ra ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$ như hình bên. Màn quan sát cách hai nguồn một khoảng

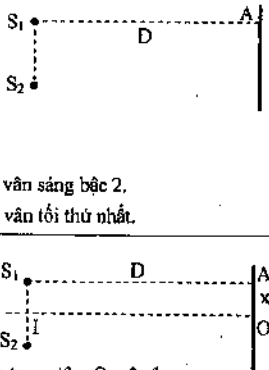
$D = 2 \text{ m}$. Kết luận nào sau đây là đúng?

A. A là vân sáng bậc 1.

B. A là vân sáng bậc 2.

C. A là vân tối thứ 2.

D. A là vân tối thứ nhất.



Phân tích, hướng dẫn:

- Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 2}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \text{ mm}$.

- Trung trục S_1S_2 cắt màn tại O, điểm A cách vân trung tâm O một đoạn:

$$x_A = \frac{m}{2} = 1 \text{ mm}$$

- Ta thấy $x_A = 2 \cdot 0,5 = 2 \cdot i = k \cdot i \Rightarrow k = 2$ nên A là vân sáng bậc 2 $\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, người ta sử dụng ánh sáng đỏ có bước sóng $\lambda_d = 0,76 \mu\text{m}$. Nếu thay ánh sáng đỏ bằng ánh sáng tím có bước sóng $\lambda_t = 0,38 \mu\text{m}$ thì khoảng vân thay đổi như thế nào?

- A. tăng 2 lần. B. giảm 2 lần. C. tăng 4 lần. D. giảm 4 lần.

Bài 2: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng của Y-âng, ánh sáng đơn sắc $\lambda = 0,42 \cdot 10^{-6} \text{ m}$. Khi thay ánh sáng khác có bước sóng λ' thì khoảng vân tăng 1,5 lần. Bước sóng λ' là

- A. $0,42 \mu\text{m}$. B. $0,63 \mu\text{m}$. C. $0,36 \mu\text{m}$. D. $0,24 \mu\text{m}$.

Bài 3: Trong thí nghiệm Y-âng hai khe cách nhau $0,5 \text{ mm}$, màn quan sát cách hai khe một đoạn 1 m . Tại vị trí M trên màn, cách vân sáng trung tâm một đoạn $4,4 \text{ mm}$ là vân tối thứ 6. Bước sóng λ của ánh sáng đơn sắc được sử dụng trong thí nghiệm là

- A. $0,6 \mu\text{m}$. B. $0,5 \mu\text{m}$. C. $0,75 \mu\text{m}$. D. $0,4 \mu\text{m}$.

Bài 4: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng hai khe Y-âng, khoảng cách hai khe là $a = 1 \text{ mm}$, khoảng cách hai khe đến màn $D = 1 \text{ m}$. Vị trí vân sáng thứ 4 đến vân sáng thứ 10 cùng một phía so với vân trung tâm cách nhau $2,4 \text{ mm}$. Bước sóng của ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm là

- A. $0,4 \mu\text{m}$. B. $0,45 \mu\text{m}$. C. $0,68 \mu\text{m}$. D. $0,72 \mu\text{m}$.

Bài 5: Bố trí thí nghiệm Y-âng như hình bên. Hai nguồn kết hợp cùng pha S_1 và S_2 được coi là các nguồn sáng điểm. Hình ảnh giao thoa sẽ thay đổi như thế nào nếu ta cho hai nguồn S_1 và S_2 dịch chuyển lại gần nhau?

- A. Không thay đổi.
B. Các vân giao thoa sẽ tách xa nhau hơn.
C. Các vân giao thoa sẽ dịch chuyển lại gần nhau hơn.
D. Các vân giao thoa tách xa nhau đến một giá trị nào đó thì dừng lại.



Ví dụ 6: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe hẹp S_1, S_2 cách nhau một khoảng $a = 2 \text{ mm}$. Màn M để hứng vân giao thoa ở cách mặt phẳng chứa hai khe một khoảng $D = 1 \text{ m}$. Người ta đo được khoảng cách giữa 5 vân sáng liên tiếp là $1,2 \text{ mm}$. Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm bằng bao nhiêu?

- A. $0,4 \mu\text{m}$. B. $0,48 \mu\text{m}$. C. $0,6 \mu\text{m}$. D. $0,76 \mu\text{m}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Ta biết rằng, giữa N vân sáng liên tiếp có $(N - 1)$ khoảng vân.

- Với bài toán này, giữa 5 vân sáng liên tiếp sẽ có 4 khoảng vân $\Rightarrow 4i = 1,2$
 $\Rightarrow i = 0,3 \text{ mm}$.

- Từ $i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ia}{D} = \frac{0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{1} = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 0,6 \mu\text{m}$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng hai khe Y-âng, khoảng cách hai khe là a , khoảng cách hai khe đến màn $D = 2,4\text{m}$. Khi chiếu bức xạ $\lambda_1 = 0,5\mu\text{m}$ thì giữa 15 vân sáng liên tiếp cách nhau 3cm , nhưng khi chiếu bức xạ có bước sóng λ_2 thì trong 3cm chỉ có 11 vân sáng liên tiếp. Bước sóng của bức xạ λ_2 là

- A. $0,4\mu\text{m}$. B. $0,6\mu\text{m}$. C. $0,65\mu\text{m}$. D. $0,70\mu\text{m}$.

Phân tích, hướng dẫn:

- Đối với bức xạ $\lambda_1 = 0,5\mu\text{m}$ ta có $14 \cdot i_1 = 3$

- Đối với bức xạ λ_2 ta cũng có $10 \cdot i_2 = 3$

- Từ 2 phương trình trên ta được: $\frac{i_2}{i_1} = \frac{14}{10} \Rightarrow \lambda_2 = \lambda_1 \frac{14}{10} = 0,7 \mu\text{m}$

$\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Trong một thí nghiệm Y-âng, hai khe hẹp F_1, F_2 cách nhau một khoảng $a = 1,2\text{mm}$. Màn M để hứng vân giao thoa ở cách mặt phẳng chứa hai khe một khoảng $D = 0,9\text{m}$. Người ta quan sát được 9 vân sáng. Khoảng cách giữa tâm hai vân sáng ngoài cùng là $3,6\text{mm}$. Tần số của bức xạ sử dụng trong thí nghiệm này là

- A. $f = 5 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$. B. $f = 5 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$. C. $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. D. $f = 5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009) Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa với ánh sáng đơn sắc, khoảng cách giữa hai khe là 1mm , khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2m và khoảng vân là $0,8 \text{ mm}$. Cho $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Tần số ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm là

- A. $5,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. B. $4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. C. $7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. D. $6,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

2. Các dạng bài toán về số vạch sáng, vạch tối

Ví dụ 8: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, người ta chiếu sáng hai khe hẹp bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,5\mu\text{m}$. Khoảng cách giữa hai khe hẹp là $0,5\text{ mm}$, khoảng cách từ hai khe hẹp đến màn quan sát bằng 2 m . Thấy rằng khoảng cách giữa hai vân sáng ngoài cùng trên màn quan sát là 19 mm . Số vân sáng quan sát được trên màn bằng

A. 9 vân.

B. 8 vân.

C. 7 vân.

D. 6 vân.

Phân tích, hướng dẫn: Bài toán này làm theo cách tính 1

- Khoảng vân $i = \frac{\lambda D}{a} = 2.10^{-3}\text{ m} = 2\text{ mm}$.

- Vị trí của vân sáng trên màn: $x = k \frac{\lambda D}{a} = ki$

- Vì: $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ nên ta có $-\frac{L}{2i} \leq k \leq \frac{L}{2i} \Rightarrow -\frac{19}{4} \leq k \leq \frac{19}{4} \Rightarrow -4,75 \leq k \leq 4,75$

Mặt khác $k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k = 0, \pm 1, \dots, \pm 4$. Thấy rằng có tất cả 9 giá trị nguyên của k nên có 9 vân sáng quan sát được trên màn $\Rightarrow$ **Đáp án A.**

Ví dụ 9: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, người ta chiếu sáng hai khe hẹp bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,5\mu\text{m}$. Khoảng cách giữa hai khe hẹp $a = 0,5\text{ mm}$, khoảng cách từ hai khe hẹp đến màn quan sát $D = 2\text{ m}$. Khoảng cách giữa hai vân sáng ngoài cùng trên màn quan sát bằng 19 mm . Số vân tối quan sát được trên màn là

A. 9 vân.

B. 10 vân.

C. 7 vân.

D. 6 vân.

Phân tích, hướng dẫn: Bài toán này làm theo cách tính 1

- Khoảng vân $i = \frac{\lambda D}{a} = 2.10^{-3}\text{ m} = 2\text{ mm}$.

- Vị trí của vân tối trên màn: $x = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a} = \left(k + \frac{1}{2}\right) i$

Vì $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2} \Rightarrow -\frac{L}{2i} \leq k + \frac{1}{2} \leq \frac{L}{2i} \Rightarrow -\frac{19}{4} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{19}{4} - \frac{1}{2} \Rightarrow -5,25 \leq k \leq 4,25$

Mặt khác $k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k = 0, \pm 1, \dots, \pm 4, -5$. Thấy có 10 giá trị nguyên của k nên có 10 vân tối quan sát được trên màn $\Rightarrow$ **Đáp án B.**

Ví dụ 10: Thực hiện giao thoa ánh sáng bằng khe Y-âng với ánh sáng đơn sắc có $\lambda = 0,7 \mu\text{m}$, khoảng cách giữa hai khe S_1, S_2 là $a = 0,35 \text{ mm}$; khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát $D = 1 \text{ m}$; bề rộng của vùng có giao thoa là $13,5 \text{ mm}$. Số vân sáng, số 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. 8 vân sáng, 7 vân tối.

Phân tích, hướng dẫn:

Như phần tóm tắt lý thuyết, bài toán số vạch sáng – vạch tối có nhiều cách tính, hai ví dụ trước được tìm theo cách thứ nhất. Để bạn đọc có nhiều phương án để kiểm tra độ an toàn của đáp số, từ bài toán này xin giải theo các cách khác.

– Khoảng vân $i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,7 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{0,35 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2 \text{ mm}$

– Số vạch sáng $N_s = 2 \cdot \left[\frac{PQ}{2i} \right] + 1 = 2 \cdot \left[\frac{13,5}{2,2} \right] + 1 = 2 \cdot [3,375] + 1 = 7$.

– Do phần thập phân của $\frac{PQ}{2i}$ là 0,375 nhỏ hơn 0,5 nên số vạch tối $N_t = N_s - 1 = 6$

$\Rightarrow$ Số vạch sáng là 7 và số vạch tối là 6 $\Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009) Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là $0,5 \text{ mm}$, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn là 2 m . Ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm có bước sóng $0,5 \mu\text{m}$. 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.

Ví dụ 11: Trong một thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe $S_1 S_2$ bằng 1 mm , khoảng cách từ hai khe tới màn quan sát là 2 m . Chiếu vào hai khe ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,656 \mu\text{m}$. Biết bề rộng trường giao thoa $L = 2,9 \text{ cm}$. Số vân sáng và vân tối quan sát được trên màn là

- A. $N_s = 22$ vân; $N_t = 23$ vân. B. $N_s = 22$ vân; $N_t = 21$ vân.
C. $N_s = 23$ vân; $N_t = 22$ vân. D. $N_s = 23$ vân; $N_t = 24$ vân.

Phân tích, hướng dẫn:

- Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,656.10^{-3} \cdot 2.10^3}{1} = 1,312(\text{mm})$

- Số vân sáng quan sát trên cả trường giao thoa:

$$N_s = 2 \cdot \left[\frac{L}{2i} \right] + 1 = 2 \cdot \left[\frac{29}{2 \cdot 1,312} \right] + 1 = 23 \text{ vân.}$$

- Số vân tối quan sát trên cả trường giao thoa:

$$N_T = 2 \left[\frac{L}{2i} + 0,5 \right] = 2 \left[\frac{29}{2 \cdot 1,312} + 0,5 \right] = 22 \text{ vân.}$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 12: Trong một thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, hai khe cách nhau 2mm, khoảng cách từ hai khe tới màn quan sát là 2m. Ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$. Cho M và N là hai điểm nằm trong trường giao thoa, chúng nằm khác phía nhau so với vân chính giữa, có $OM = 12,3\text{mm}$, $ON = 5,2\text{mm}$. Số vân sáng và số vân tối trong đoạn MN là

A. 35 vân sáng, 35 vân tối.

B. 36 vân sáng, 36 vân tối.

C. 35 vân sáng, 36 vân tối.

D. 36 vân sáng, 35 vân tối.

Phân tích, hướng dẫn:

Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,5.10^{-3} \cdot 2.10^3}{2} = 0,5\text{mm}$

Số vân sáng trong đoạn MN: $N_s = \left[\frac{OM}{i} \right] + \left[\frac{ON}{i} \right] + 1 = \left[\frac{12,3}{0,5} \right] + \left[\frac{5,2}{0,5} \right] + 1 = 35 \text{ vân.}$

Số vân tối trong đoạn MN:

$$N_T = \left[\frac{OM}{i} + 0,5 \right] + \left[\frac{ON}{i} + 0,5 \right] = \left[\frac{12,3}{0,5} + 0,5 \right] + \left[\frac{5,2}{0,5} + 0,5 \right] = 35 \text{ vân.}$$

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 13: Trong một thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, hai khe cách nhau 2mm, khoảng cách từ hai khe tới màn quan sát là 2m. Ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$. Cho M và N là hai điểm nằm trong trường giao thoa, nằm cùng phía nhau so với vân chính giữa, với $OM = 12,3\text{mm}$ và $ON = 5,2\text{mm}$. Trong đoạn MN, có

A. 15 vân sáng, 15 vân tối.

B. 15 vân sáng, 14 vân tối.

C. 14 vân sáng, 15 vân tối.

D. 14 vân sáng, 14 vân tối.

Phân tích, hướng dẫn:

– Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^3}{2} = 0,5 \text{ mm}$

– Số vân sáng trong đoạn MN là:

$$N_s = \left[\frac{OM}{i} \right] - \left[\frac{ON}{i} \right] = \left[\frac{12,3}{0,5} \right] - \left[\frac{5,2}{0,5} \right] = 14 \text{ vân.}$$

– Số vân tối trong đoạn MN là:

$$N_T = \left[\frac{OM}{i} + 0,5 \right] - \left[\frac{ON}{i} + 0,5 \right] = \left[\frac{12,3}{0,5} + 0,5 \right] - \left[\frac{5,2}{0,5} + 0,5 \right] = 15 \text{ vân.}$$

⇒ **Đáp án C.**

Bài tập vận dụng: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, các khe S_1 và S_2 được chiếu sáng bởi ánh sáng đơn sắc bước sóng $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$. Khoảng cách giữa hai khe $a = 1 \text{ mm}$. Khoảng cách giữa mặt phẳng chứa hai khe và màn quan sát E là $D = 3 \text{ m}$. Xét trong miền giao thoa có bề rộng là $12,75 \text{ mm}$ thì số vân sáng quan sát được là

A. 8 vân.

B. 9 vân.

C. 12 vân.

D. 10 vân.

Ví dụ 14: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, người ta đo được khoảng vân là $1,12 \text{ mm}$. Gọi M, N là hai điểm nằm cùng một phía với vân trung tâm O với $OM = 5,6 \text{ mm}$ và $ON = 12,88 \text{ mm}$. Số vân tối có trên khoảng MN là

A. 5.

B. 6.

C. 7.

D. 8.

Phân tích, hướng dẫn:

– Với điểm M ta có $\frac{x_M}{i} = \frac{5,6}{1,12} = 5 \Rightarrow$ Tại M là một vân sáng bậc 5. Vậy vân tối gần M nhất trong khoảng MN là vân tối thứ 6.

– Với điểm N: $\frac{x_N}{i} = \frac{12,88}{1,12} = 11,5 = \left(k + \frac{1}{2} \right) \Rightarrow k = 11$. Vậy tại N là vân tối thứ 12.

– Trên khoảng MN có các vân tối thứ 6, 7, 8, 9, 10, 11. Tức là có 6 vân tối

⇒ **Đáp án B.**

Chú ý: Các ví dụ từ 10 đến 14 đã giải nhanh nhờ các công thức thu gọn, bạn đọc có thể dùng cách 1 để hiểu và kiểm tra lại kết quả của các bài toán đó.

Bài toán bạn đọc tự giải

Bài 1: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, người ta đo được khoảng vân là $1,12 \text{ mm}$. Gọi M, N là hai điểm nằm cùng một phía với vân trung tâm O với $OM = 5,6 \text{ mm}$ và $ON = 12,88 \text{ mm}$. Số vân sáng có trên đoạn MN là

- A. 5. B. 6. C. 7. D. 8.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010) Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,6 \mu\text{m}$. Khoảng cách giữa hai khe là 1 mm , khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là $2,5 \text{ m}$, bề rộng miền giao thoa là $1,25 \text{ cm}$. Tổng số vân sáng và vân tối có trong miền giao thoa là

- A. 19 vân. B. 17 vân. C. 15 vân. D. 21 vân.

Bài 3: Trong một thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe S_1, S_2 bằng 1 mm , khoảng cách từ hai khe tới màn quan sát $D = 2 \text{ m}$. Chiếu vào hai khe S_1, S_2 đồng thời hai bức xạ có bước sóng λ . Trong trường giao thoa $L = 2,4 \text{ cm}$ trên màn, đếm được 17 vạch sáng, trong đó có 2 vạch sáng nằm ở ngoài cùng của trường giao thoa, bước sóng λ bằng

- A. $0,45 \mu\text{m}$ B. $0,55 \mu\text{m}$ C. $0,65 \mu\text{m}$ D. $0,75 \mu\text{m}$.

3. Các dạng bài toán về hiệu quang trình. Điều kiện để có vạch sáng vạch tối trên màn

Ví dụ 15: Trong thí nghiệm Y-âng, vân sáng bậc hai xuất hiện ở trên màn mà hiệu đường đi của ánh sáng từ hai nguồn đến vị trí đó bằng $1,2 \mu\text{m}$. Bước sóng của ánh sáng trong thí nghiệm là

- A. $0,4 \mu\text{m}$. B. $0,5 \mu\text{m}$. C. $0,6 \mu\text{m}$. D. $0,7 \mu\text{m}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Hiệu đường đi của 2 tia sáng từ 2 nguồn đến một điểm M trên màn: $d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$.

Tại M là vân sáng $\Leftrightarrow d_2 - d_1 = k\lambda$. Tại M là vân tối $\Leftrightarrow d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$.

Với bài toán này, ở đó có vân sáng bậc hai nên: $d_2 - d_1 = k\lambda = 2\lambda$.

$\Rightarrow 1,2 = 2\lambda \Rightarrow \lambda = 0,6 \mu\text{m} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Bài tập vận dụng

Bài 1: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

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. $2,5\lambda$.

B. 3λ .

C. $1,5\lambda$.

D. 2λ .

Bài 2: Trong thí nghiệm giao thoa với khe Y-âng khoảng cách giữa hai nguồn là a , khoảng cách từ hai nguồn đến màn là D , x là tọa độ của một điểm trên màn so với vân sáng chính giữa, hiệu quang trình $d_2 - d_1$ được xác định bằng công thức

A. $\frac{aD}{x}$.

B. $\frac{2ax}{D}$.

C. $\frac{ax}{2D}$.

D. $\frac{ax}{D}$.

Bài 3: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009)

Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng gồm các bức xạ có bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 750 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 675 \text{ nm}$ và $\lambda_3 = 600 \text{ nm}$. Tại điểm M trong vùng giao thoa trên màn mà hiệu khoảng cách đến hai khe bằng $1,5 \mu\text{m}$ có vân sáng của bức xạ

A. λ_2 và λ_3 .

B. λ_3 .

C. λ_1 .

D. λ_2 .

4. Các dạng bài toán về sự thay đổi khoảng vân do sự thay đổi khoảng cách hay môi trường

Ví dụ 16: Thực hiện thí nghiệm giao thoa ánh sáng trong không khí, khi thay đổi môi trường không khí bằng môi trường có chiết suất n thì khoảng vân

A. không thay đổi.

B. tăng n lần.

C. giảm n lần.

D. tăng $2n$ lần.

Phân tích, hướng dẫn:

– Trong không khí, bước sóng của ánh sáng $\lambda = \frac{c}{f}$

– Trong môi trường chiết suất n , bước sóng của ánh sáng là $\lambda' = \frac{v}{f} = \frac{c}{nf} = \frac{\lambda}{n}$

– Vì bước sóng bị giảm đi n lần và $i \sim \lambda$, nên khoảng vân cũng sẽ bị giảm đi n lần

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng về giao thoa ánh sáng đơn sắc. Khi tiến hành trong không khí người ta đo được khoảng vân là 2mm. Đưa toàn bộ hệ thống trên vào trong một chất lỏng có chiết suất n , thì khoảng vân đo được là 1,5mm. Tính chiết suất n .

A. $\frac{4}{3}$

B. $\frac{5}{3}$

C. 1,5

D. 1.32

Bài 2: Khi thực hiện giao thoa với ánh sáng đơn sắc trong không khí, tại điểm A trên màn ảnh ta được vân sáng bậc 3. Giả sử thực hiện giao thoa với ánh sáng đơn sắc đó trong nước có chiết suất $n = 4/3$ thì tại điểm A trên màn ta thu được

A. vẫn là vân sáng bậc 3.

B. vân sáng bậc 4.

C. vân tối thứ 3.

D. vân tối thứ 4.

Bài 3: Trong một thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng. Hai điểm M và N nằm đối xứng nhau với vân sáng trung tâm. Ban đầu đặt hệ giao thoa trong không khí tại điểm M có vân sáng bậc 10. Về sau đặt hệ giao thoa vào môi trường có chiết suất $n = 1,4$ thì số vân sáng và tối quan sát được trong đoạn MN là

A. 28 vân sáng, 26 vân tối.

B. 29 vân sáng, 28 vân tối.

C. 27 vân sáng, 29 vân tối.

D. 26 vân sáng, 27 vân tối.

Ví dụ 17: Một khe hẹp F phát ánh sáng đơn sắc bước sóng $\lambda = 600\text{nm}$ chiếu sáng hai khe F_1, F_2 cách nhau 1,2mm. Lúc đầu, vân giao thoa được quan sát trên một màn M song song với mặt phẳng chứa F_1, F_2 và cách nó 75 cm. Về sau, muốn quan sát được vân giao thoa có khoảng vân 0,5mm thì cần phải dịch chuyển màn quan sát so với vị trí đầu như thế nào?

A. ra xa hai khe F_1, F_2 thêm một đoạn 0,5m.

B. lại gần hai khe F_1, F_2 thêm một đoạn 0,25m.

C. ra xa hai khe F_1, F_2 thêm một đoạn 0,25m.

D. lại gần hai khe F_1, F_2 thêm một đoạn 0,45m.

Phân tích, hướng dẫn: Tính D' rồi so sánh với D để rút ra đáp án

– Ứng với khoảng vân i' thì khoảng cách D' được xác định theo: $i' = \frac{\lambda D'}{a}$

$$\Rightarrow D' = \frac{i' \cdot a}{\lambda} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2 \cdot 10^{-3}}{600 \cdot 10^{-9}} = 1 \text{ m}$$

– Vì lúc đầu $D = 75\text{cm} = 0,75\text{m}$ nên phải dịch chuyển màn quan sát ra xa thêm một đoạn $D' - D = 0,25\text{m} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Bài tập vận dụng: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng khe Y-âng, dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,5.10^{-6}\text{m}$. Khoảng cách giữa hai khe đến màn là $D = 2\text{m}$. Giữ nguyên khoảng cách giữa hai khe, thay λ bằng $\lambda' = 0,4.10^{-6}\text{m}$. Để khoảng vân không đổi thì khoảng cách giữa hai khe đến màn D' lúc này phải là

A. 2,4m. B. 2,5m. C. 3,4mm. D. 3,5mm.

Ví dụ 18: Giao thoa bằng khe Y-âng với ánh sáng đơn sắc. Khi khoảng cách từ hai khe đến màn là D thì tại điểm M trên màn có vân sáng bậc 8. Nếu tịnh tiến màn xa hai khe thêm một đoạn 80 cm dọc theo trục của hai khe thì điểm M trở thành vân tối thứ 6. Khoảng cách D nói trên bằng

A. 150cm B. 176cm. C. 200cm. D. 220cm.

Phân tích, hướng dẫn:

- Lúc đầu, điểm M là vân sáng bậc 8 nên: $OM = 8i = 8 \frac{\lambda D}{a}$

- Sau khi dịch chuyển, điểm M trở thành vân tối thứ 6 nên: $OM = 5,5i' = 5,5 \frac{\lambda D'}{a}$

- Từ 2 phương trình trên ta được: $l = \frac{8D}{5,5D'} \Rightarrow 8D = 5,5D' = 5,5(D + 80)$

$\Rightarrow 2,5D = 440 \Rightarrow D = 176\text{cm}$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, khi màn cách hai khe một đoạn D_1 thì người ta nhận được một hệ vân. Dời màn đến vị trí D_2 người ta thấy hệ vân trên màn có vân tối thứ $k-1$ trùng với vân sáng thứ k của hệ vân lúc đầu. Tỉ số $\frac{D_2}{D_1}$ bằng

A. $\frac{k}{2k-1}$

B. $\frac{2k}{2k-1}$

C. $\frac{2k-1}{k}$

D. $\frac{2k}{2k-3}$

Ví dụ 19: Giao thoa bằng ánh sáng đơn sắc với hai khe Y-âng cách nhau 2mm, khoảng cách từ hai khe tới màn quan sát là 2m. Nếu tịnh tiến màn một đoạn 80cm trên trục của hai khe thì khoảng vân tăng thêm một lượng 0,2mm. Bước sóng ánh sáng trong thí nghiệm giao thoa là

A. 0,45 μm .

B. 0,5 μm .

C. 0,6 μm .

D. 0,65 μm .

Phân tích, hướng dẫn:

Lúc đầu, khoảng vân: $i_1 = \frac{\lambda D_1}{a}$. Do khoảng vân tăng lên, mà $i \sim D$ nên màn

phải dịch chuyển ra xa hai khe. Vậy sau khi dịch chuyển màn thêm một đoạn $80\text{cm} = 800\text{mm}$, khoảng vân mới là:

$$i_2 = \frac{\lambda D_2}{a} = \frac{\lambda(D_1 + 800)}{a} = \frac{\lambda D_1}{a} + \frac{800\lambda}{a} = i_1 + \frac{800\lambda}{a}$$

Theo đề ra ta có: $\frac{800\lambda}{a} = 0,2\text{mm} \Rightarrow \frac{800\lambda}{2} = 0,2\text{mm} \Rightarrow \lambda = 0,5 \cdot 10^{-3}\text{mm} = 0,5\mu\text{m}$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 20: Giao thoa bằng khe Y-âng với ánh sáng đơn sắc. Nếu tịnh tiến màn một đoạn 40cm trên trục trung trực của hai khe thì khoảng vân tăng thêm 200 lần bước sóng. Biết bước sóng tính theo đơn vị mm , khoảng cách giữa hai khe là

A. $1,5\text{mm}$.

B. $1,8\text{mm}$.

C. 2mm .

D. $2,5\text{mm}$.

Phân tích, hướng dẫn:

- Lúc đầu, khoảng vân: $i_1 = \frac{\lambda D_1}{a}$

- Vì khoảng vân tăng nên màn phải dịch chuyển ra xa hai khe. Sau khi dịch chuyển màn một đoạn $40\text{cm} = 400\text{mm}$, khoảng vân mới là:

$$i_2 = \frac{\lambda D_2}{a} = \frac{\lambda(D_1 + 400)}{a} = \frac{\lambda D_1}{a} + \frac{400\lambda}{a} = i_1 + \frac{400\lambda}{a}$$

Theo đề ra ta có: $\frac{400\lambda}{a} = 200\lambda \Rightarrow a = 2\text{mm} \Rightarrow$ Đáp án C.

5. Dịch chuyển khe sáng, đặt thêm bản mỏng (nâng cao, tham khảo)

Ví dụ 21: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng. Biết khoảng cách từ hai khe tới màn quan sát $D = 1\text{m}$, khoảng cách từ nguồn S đến hai khe S_1S_2 $D' = 20\text{cm}$. Nếu dịch chuyển nguồn sáng S một đoạn 2mm theo phương vuông góc với trục đối xứng của hệ thì hệ vân trên màn

A. dịch chuyển theo chiều chuyển động của nguồn sáng một đoạn 10mm .

B. dịch chuyển ngược chiều chuyển động của nguồn sáng một đoạn 10mm .

C. dịch chuyển theo chiều chuyển động của nguồn sáng một đoạn 6mm .

D. dịch chuyển ngược chiều chuyển động của nguồn sáng một đoạn 6mm .

Phân tích, hướng dẫn:

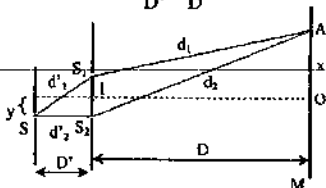
Gọi y là độ dịch chuyển của nguồn sáng S . Theo hình vẽ, điểm A có hiệu quang trình là: $\Delta d = (d'_2 + d_2) - (d'_1 + d_1) = (d'_2 - d'_1) + (d_2 - d_1) = \frac{ay}{D'} + \frac{ax}{D}$

Muốn A là vạch sáng thì:

$$\Delta d = \frac{ay}{D'} + \frac{ax}{D} = k\lambda$$

Và A là vạch sáng trung tâm khi $k = 0$,

$$\text{lúc đó ta có: } \frac{ay}{D'} + \frac{ax}{D} = 0 \Rightarrow x = -\frac{Dy}{D'}$$



Dấu $(-)$ chứng tỏ vân trung tâm sẽ dịch chuyển ngược chiều so với nguồn sáng S

$$\text{một khoảng } x = \left| \frac{Dy}{D'} \right| = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{200} = 10(\text{mm}) \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách hai khe hẹp $a = 0,2 \text{ mm}$, khoảng cách từ màn quan sát đến hai khe hẹp $D = 1 \text{ m}$. Nguồn S cách mặt phẳng chứa hai khe hẹp một đoạn $d = 10 \text{ cm}$. Nếu dịch chuyển nguồn S theo phương S_1S_2 về phía nguồn S_2 một khoảng $b = 2,5 \text{ mm}$ thì độ dịch chuyển của hệ thống vân trên màn bằng

- A. 2,5 cm. B. 1,5 cm. C. 0,5 cm. D. 2 cm.

Ví dụ 22: Trong một thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe sáng $a = 0,5 \text{ mm}$, khoảng cách từ khe S đến mặt phẳng chứa hai khe S_1S_2 $d = 50 \text{ cm}$. Khe S phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,5 \mu\text{m}$ chiếu sáng hai khe hẹp S_1S_2 . Để vân tối đến chiếm chỗ của một vân sáng liền kề, ta phải dịch chuyển khe S theo phương S_1S_2 một đoạn b bằng

- A. 0,75 mm. B. 0,25 mm. C. 0,5 mm. D. 1,25 mm.

Phân tích, hướng dẫn:

– Theo kết quả của ví dụ trước, khi nguồn S dịch chuyển một đoạn b thì vân sáng trung tâm dịch chuyển một đoạn $x = \frac{bD}{d}$.

– Để cho vân tối đến chiếm chỗ của vân sáng liền kề thì hệ vân phải dịch chuyển một đoạn $\frac{i}{2}$, tức là $\frac{bD}{d} = \frac{i}{2} \Rightarrow \frac{bD}{d} = \frac{\lambda D}{2a} \Rightarrow b = \frac{\lambda d}{2a} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Bài tập vận dụng: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng hai khe Y-âng, khoảng cách hai khe là $a = 0,6\text{mm}$, khoảng cách hai khe đến màn $D = 2\text{m}$, khoảng cách giữa hai khe đến nguồn S là $d = 0,8\text{m}$, nguồn S phát ra bước sóng $\lambda = 0,6\mu\text{m}$. Muốn cường độ sáng tại trung tâm O chuyển từ cực đại sang cực tiểu lần đầu, nguồn sáng S phải dịch chuyển theo phương thẳng đứng một đoạn là

- A. 4mm . B. $0,4\text{mm}$. C. 8mm . D. $0,8\text{mm}$.

Ví dụ 23: Trong một thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe sáng $a = 0,5\text{ mm}$, khoảng cách từ khe S đến mặt phẳng chứa hai khe S_1S_2 là $d = 50\text{ cm}$. Khe S phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,5\mu\text{m}$ chiếu sáng hai khe hẹp S_1S_2 . Mở rộng dần khe S về hai phía, tính độ rộng của khe S để hệ vân biến mất?

- A. $0,4\text{ mm}$. B. $0,3\text{ mm}$. C. $0,5\text{ mm}$. D. $0,25\text{ mm}$.

Phân tích, hướng dẫn:

- Khi mở rộng khe S , lúc này ta coi khe S như được hợp bởi vô số khe S' rất hẹp kế tiếp nhau. Mỗi khe S' cho một hệ vân giao thoa mà vân trung tâm O' cách vân trung tâm O một đoạn x . Để hệ vân biến mất thì khe S' cuối cùng (cách S một đoạn b) phải có vân trung tâm O' nằm tại vị trí vân tối thứ nhất của hệ vân O (khi chưa mở rộng). Tức là S' cách S một đoạn b thì O' cách O một đoạn $x = \frac{i}{2}$.

Tương tự bài toán trên ta có: $\frac{bD}{d} = \frac{i}{2} = \frac{\lambda D}{2a} \Rightarrow b = \frac{\lambda d}{2a} = 0,25 \cdot 10^{-3}\text{ m}$.

- Vì khe S phải mở rộng về hai phía, nên độ rộng của khe S phải bằng $2b$ tức là:

$$2 \cdot 0,25 = 0,5\text{ mm}$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 24: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách hai khe hẹp $a = 0,2\text{ mm}$, khoảng cách từ màn quan sát đến hai khe hẹp $D = 1\text{ m}$. Nếu đặt trước một trong hai nguồn sáng một bản mỏng bề dày $e = 0,01\text{ mm}$, chiết suất $n = 1,5$ có hai mặt phẳng song song nhau trước nguồn S_1 thì độ dịch chuyển của hệ thống vân trên màn bằng

- A. $0,5\text{ cm}$. B. $1,5\text{ cm}$. C. 2 cm . D. $2,5\text{ cm}$.

Phân tích, hướng dẫn:

- Gọi t là khoảng thời gian để ánh sáng truyền từ khe S_1 đến màn quan sát, ta có:

$$t = \frac{e}{v} + \frac{d_1 - e}{c}, \text{ vì } v = \frac{c}{n} \text{ và } \frac{e}{v} \text{ là thời gian}$$

ánh sáng truyền qua bản mỏng nên

$$t = \frac{ne}{c} + \frac{d_1 - e}{c} \Rightarrow d^* = ct = d_1 + e(n-1)$$

Vậy quãng đường ánh sáng truyền từ nguồn S_1 đến màn quan sát là $d_1 + e(n-1)$.

Ta thấy bản mỏng có tác dụng làm chậm sự truyền sáng hay làm kéo dài đường đi của tia sáng thêm một đoạn $e(n-1)$.

- Xét điểm O' cách điểm O một đoạn là x , hiệu đường đi của ánh sáng truyền từ nguồn S qua S_1 và S_2 đến màn quan sát là:

$$\Delta d = (SS_2 + d_2) - [SS_1 + d_1 + e(n-1)] = d_2 - d_1 - e(n-1)$$

Muốn O' là vân trung tâm mới của hệ giao thoa thì: $\Delta d = k\lambda = 0$

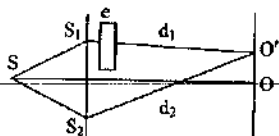
$$\Rightarrow d_2 - d_1 = e(n-1)$$

Mặt khác, khi chưa có bản mỏng thì: $d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$

$$\text{Vậy ta có } \frac{ax}{D} = (n-1)e \Rightarrow \text{Độ dịch chuyển } x = \frac{(n-1)eD}{a}$$

$$\text{Thay số: } x = \frac{(1,5-1)0,01 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{0,2 \cdot 10^{-3}} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 2,5 \text{ cm}$$

$\Rightarrow$ Đáp án D.



Ví dụ 25: Thí nghiệm giao thoa ánh sáng đơn sắc với khe Y-âng, biết khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 bằng 0,5mm, khoảng cách từ hai khe tới màn quan sát $D = 2\text{m}$. Ban đầu người ta thấy khoảng cách giữa 6 vân sáng liên tiếp cạnh nhau là 1,2cm. Về sau, nếu phía sau khe S_1 người ta chắn một tấm thủy tinh phẳng rất mỏng có chiết suất $n = 1,5$ thì thấy vân sáng chính giữa lúc này bị dịch chuyển đến vị trí của vân sáng bậc 20 ban đầu. Chiều dày e của bản thủy tinh là

- A. 28 μm . B. 32 μm . C. 24 μm . D. 48 μm .

Phân tích, hướng dẫn:

- Ban đầu chưa đặt bản mỏng, giữa 6 vân sáng cạnh nhau có 5 khoảng vân nên ta

$$\text{có: } 5i = 1,2\text{cm} \Rightarrow i = \frac{1,2}{5} = 0,24\text{cm} = 2,4\text{mm}$$

$$\Rightarrow \text{Bước sóng } \lambda = \frac{ia}{D} = \frac{2,4 \cdot 0,5}{2 \cdot 10^3} = 0,6 \cdot 10^{-3} (\text{mm}) = 0,6 (\mu\text{m})$$

- Về sau, đặt bản mỏng, do vận tốc ánh sáng khi truyền qua bản mỏng $v = \frac{c}{n}$ nhỏ

hơn vận tốc khi ánh sáng truyền qua không khí nên thời gian ánh sáng đi qua bản mỏng sẽ lâu hơn so với trường hợp ánh sáng truyền trong không khí, chúng sai

lệch một lượng $\Delta t = \frac{e}{v} - \frac{e}{c} = \frac{ne}{c} - \frac{e}{c} = \frac{e(n-1)}{c}$. Điều này tương đương với việc bản mỏng đã kéo dài quãng đường d_1 thành d_1^* , và ta có thể viết:

$$d_1^* = d_1 + \Delta d = d_1 + \Delta t \cdot c = d_1 + \frac{e(n-1)}{c} \cdot c = d_1 + e(n-1)$$

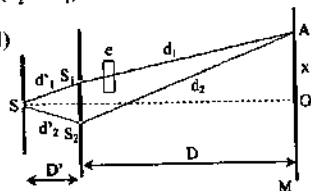
Tại điểm A có hiệu quang trình:

$$\Delta d = (d_1^* + d_2) - (d_1' + d_2') = (d_1^* - d_1') + (d_2 - d_2')$$

$$\Delta d = 0 + (d_2 - d_1 - e(n-1)) = \frac{ax}{D} - e(n-1)$$

Nếu tại A có vân sáng thì $\Delta d = k\lambda$,
với vân sáng trung tâm thì $k = 0$

$$\Rightarrow \frac{ax}{D} - e(n-1) = k\lambda = 0$$



Từ đây suy ra vân sáng trung tâm bị dịch một đoạn $x = \frac{(n-1)eD}{a}$

Mặt khác, theo đề ra ta có: $x = 20i = 48(\text{mm})$

$$\text{Vậy } \frac{(n-1)eD}{a} = x = 48 \Rightarrow e = \frac{ax}{(n-1)D} = \frac{0,5 \cdot 48}{(1,5-1) \cdot 2 \cdot 10^3} = 24 \cdot 10^{-3} (\text{mm}) = 24 (\mu\text{m})$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Bài tập vận dụng: Trong một thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe sáng $a = 1,2 \text{ mm}$, khoảng cách từ hai khe sáng đến màn $D = 2 \text{ m}$. Đặt sau một trong hai khe sáng một bản mỏng song song có chiết suất $n = 1,5$ thì độ dời của vân trung tâm là 5 mm . Bản mỏng song song có độ dày e bằng

A. $6 \mu\text{m}$.

B. $7 \mu\text{m}$.

C. $8 \mu\text{m}$.

D. $9 \mu\text{m}$.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Khoảng cách từ vân sáng thứ 5 đến vân tối thứ 9 ở cùng một bên vân sáng trung tâm là

- A. 14,5i. B. 4,5i. C. 3,5i. D. 5,5i.

Câu 2: Khoảng cách từ vân sáng bậc 3 đến vân tối thứ 5 ở hai bên so với vân sáng chính giữa là

- A. 6,5i. B. 7,5i. C. 8,5i. D. 9,5i.

Câu 3: Trong một thí nghiệm Y-âng, khoảng cách giữa hai khe là $a = 5\text{mm}$. Khoảng cách giữa hai khe sáng đến màn quan sát là $D = 1,2\text{m}$. Ánh sáng do hai khe phát ra có bước sóng $\lambda = 0,6\mu\text{m}$. Ở phía trên vân sáng trung tâm, vân sáng bậc 1 cách vân tối thứ 3 một đoạn là

- A. 0,432mm. B. 0,216mm. C. 0,34mm. D. 0,14mm.

Câu 4: Thực hiện thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa 6 vân sáng liên tiếp là 2,5 mm. Khoảng cách giữa vân sáng bậc 2 đến vân tối bậc 4 nằm hai bên vân trung tâm là

- A. 2,75 mm. B. 1,75 mm. C. 4,50 mm. D. 3,25 mm.

Câu 5: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe Y-âng cách nhau 2mm, hình ảnh giao thoa được hứng trên màn cách hai khe 1m. Sử dụng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ . Khoảng vân đo được là 0,2mm. Thay bức xạ trên bằng bức xạ có bước sóng $\lambda' > \lambda$ thì tại vị trí của vân sáng bậc 3 của bức xạ λ có một vân sáng của bức xạ λ' . Bức xạ λ' có giá trị bằng

- A. 0,48 μm . B. 0,52 μm . C. 0,58 μm . D. 0,60 μm .

Câu 6: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe Y-âng cách nhau 3mm, khoảng cách từ hai khe đến màn hứng vân giao thoa là 2m. Ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm có bước sóng $\lambda = 0,60\mu\text{m}$. Thí nghiệm được thực hiện trong nước có chiết suất $n = \frac{4}{3}$ thì khoảng vân quan sát trên màn là

- A. 0,2mm. B. 0,5mm. C. 0,4mm. D. 0,3mm.

Câu 7: Trong thí nghiệm Y-âng 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. 0,5 μm . B. 0,46 μm . C. 0,48 μm . D. 0,52 μm .

Câu 8: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe cách nhau 2mm, khoảng cách từ hai khe tới màn là 4m, bước sóng dùng trong thí nghiệm là 0,6μm thì tại vị trí M trên màn cách vân trung tâm một đoạn 7,8mm là

- A. vân tối thứ 6. B. vân sáng bậc 6. C. vân tối thứ 8. D. vân tối thứ 7.

Câu 9: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 2m, khoảng cách giữa hai khe là 1mm. Người ta đo được khoảng cách ngắn nhất giữa vân tối thứ 3 và vân sáng bậc 7 nằm cùng phía so với vân trung tâm là 5,0mm. Bước sóng ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm là

- A. 0,60 μm. B. 0,50 μm. C. 0,71 μm. D. 0,56 μm.

Câu 10: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe bằng 1mm, khoảng cách từ hai khe tới màn quan sát $D = 2\text{m}$. Bề rộng trường giao thoa $L = 2,9\text{cm}$. Chiếu vào hai khe ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,656\mu\text{m}$. Trên màn có số vân sáng và vân tối lần lượt là:

- A. 21; 20. B. 1; 18. C. 23; 22. D. 25; 24.

Câu 11: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng với ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,55\mu\text{m}$, khoảng cách giữa hai khe là 1mm, khoảng cách từ hai khe tới màn là 2m. Giữa hai điểm M và N trên màn nằm khác phía đối với vân trung tâm, cách vân trung tâm lần lượt 0,3mm và 2mm có số vân sáng và vân tối lần lượt là:

- A. 1; 1. B. 2; 2. C. 3; 2. D. 2; 3.

Câu 12: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe S_1, S_2 là 1mm, khoảng cách từ hai khe S_1, S_2 đến màn là 1m, bước sóng ánh sáng dùng trong thí nghiệm là 0,5μm. Hai điểm M và N trên màn ở cùng một phía đối với vân sáng chính giữa, có toạ độ lần lượt là $x_M = 2\text{mm}$ và $x_N = 6,25\text{mm}$. Giữa hai điểm M và N có số vân sáng và vân tối lần lượt là:

- A. 8; 8. B. 8; 9. C. 9; 8. D. 9; 9.

Câu 13: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, tại điểm M trên màn có vân sáng bậc 5. Nhưng nếu tịnh tiến màn một đoạn 20cm theo đường trung trực của hai khe thì tại điểm M lại có vân tối thứ 5. Khoảng cách từ hai khe đến màn trước khi dịch chuyển là

- A. 1,5m. B. 1,8m. C. 2,0m. D. 2,2m.

Câu 14: Các vân giao thoa có khoảng vân i quan sát được trên màn cách các khe Y-âng 1 m khi sử dụng ánh sáng màu vàng có bước sóng 600 nm. Khi sử dụng ánh sáng màu tím có bước sóng 400 nm, để khoảng vân vẫn là i thì phải đặt màn quan sát cách các khe Y-âng bao nhiêu?

- A. 0,75 m. B. 1,50 m. C. 0,67 m. D. 0,33 m.

Câu 15: Khi hệ giao thoa Y-âng đặt trong không khí, gọi M, N là hai điểm đối xứng nhau qua vân sáng trung tâm, người ta thấy M nằm tại vân sáng bậc 6. Về sau, nếu đặt hệ giao thoa trong nước có chiết suất $n = 1,333$ thì trọng đoạn MN có

- A. 14 vân tối, 15 vân sáng. B. 18 vân tối, 19 vân sáng.
C. 12 vân tối, 13 vân sáng. D. 16 vân tối, 17 vân sáng.

Câu 16: Hiện tượng cầu vồng sau cơn mưa là hiện tượng

- A. giao thoa ánh sáng. B. tán sắc ánh sáng.
C. nhiễu xạ ánh sáng. D. tán xạ ánh sáng.

Câu 17: Quan sát một lớp mỏng xà phòng trên mặt nước ta thấy có những quang màu khác nhau (như màu cầu vồng). Đó là do

- A. ánh sáng qua lớp xà phòng bị tán sắc.
B. màng xà phòng có bề dày không bằng nhau, tạo ra những lăng kính có tác dụng làm cho ánh sáng bị tán sắc.
C. màng xà phòng có khả năng hấp thụ và phản xạ khác nhau đối với các ánh sáng đơn sắc trong ánh sáng trắng.
D. mỗi ánh sáng đơn sắc trong ánh sáng trắng sau khi phản xạ ở mặt trên và mặt dưới của màng xà phòng giao thoa với nhau tạo ra những vân màu đơn sắc.

Câu 18: Tìm phát biểu sai về giao thoa ánh sáng của Y- ăng.

- A. Số vân sáng trên màn luôn luôn là số lẻ.
B. Những ánh sáng đơn sắc khác nhau thì vị trí vân trung tâm khác nhau.
C. Khoảng cách hai vân sáng liên tiếp bằng khoảng cách hai vân tối liên tiếp.
D. Bước sóng ánh sáng đơn sắc càng lớn khoảng vân càng lớn.

Câu 19: Giao thoa ánh sáng là sự tổng hợp của hai sóng ánh sáng có điều kiện

- A. phát ra từ hai nguồn ánh sáng trắng.
B. cùng pha, cùng biên độ, độ lệch pha không đổi.
C. phát ra từ hai nguồn đơn sắc khác nhau.
D. cùng phương, cùng tần số, độ lệch pha không đổi.

Câu 20: Khi thực hiện thí nghiệm giao thoa ánh sáng đơn sắc trong bể chứa đầy nước, chiết suất $n = 4/3$, người ta đo được khoảng cách giữa hai vân sáng bậc k là 1,2mm. Nếu rút hết nước trong bể thì khoảng cách giữa hai vân sáng bậc k đó là

- A. 1,2mm. B. 1,6mm.
C. 0,9mm. D. Thiếu dữ kiện để tính.

1C	2B	3B	4A	5D	6D	7A	8D	9D	10C
11B	12D	13B	14B	15D	16B	17D	18B	19D	20B

Chủ đề 13: GIAO THOA VỚI ÁNH SÁNG HỖN HỢP

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

* Để nắm vững chủ đề này, trước hết phải hiểu và thành thạo các bài toán với ánh sáng đơn sắc ở chủ đề 12 và nhớ khoảng bước sóng ứng với từng màu

Màu ánh sáng	Bước sóng λ (μm)
Tím	$0,400 \div 0,760$
Chàm	$0,390 \div 0,650$
Vàng	$0,570 \div 0,600$
Lục	$0,500 \div 0,575$
Lam	$0,450 \div 0,510$
Chàm	$0,430 \div 0,460$
Tím	$0,380 \div 0,440$

* Các bài toán trong chủ đề này gồm:

– Giao thoa với 2 ánh sáng đơn sắc:

- + Bài toán 2 vạch sáng trùng nhau
- + Bài toán 2 vạch tối trùng nhau
- + Bài toán vạch sáng trùng vạch tối

– Giao thoa với ánh sáng trắng:

- + Cho tọa độ một điểm, hỏi có những bức xạ nào cho vạch sáng hoặc tối.
- + Bề rộng quang phổ bậc k, các bài toán xuôi và ngược.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

I. GIAO THOA VỚI HAI BỨC XẠ ĐƠN SẮC λ_1 VÀ λ_2

1. Dạng bài toán liên quan đến 2 vân sáng trùng nhau của 2 bức xạ. Cách tính số vạch trùng nhau và số vạch quan sát được. Bài toán xuôi, ngược.

Phương pháp giải:

- Khi 2 vân sáng của 2 bức xạ trùng nhau thì: $x_{k_1} = x_{k_2} \Rightarrow k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = k_2 \frac{\lambda_2 D}{a}$

$\Rightarrow k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \text{Phân số tối giản} = \frac{a}{b}$

$\Rightarrow$ Có thể viết $\begin{cases} k_1 = an \\ k_2 = bn \end{cases}$ và vị trí trùng $x_n = an \frac{\lambda_1 D}{a}$ hoặc $x_n = bn \frac{\lambda_2 D}{a}$

- Cho x_n nằm trong vùng khảo sát $(-\frac{L}{2} \leq x_n \leq \frac{L}{2})$ hoặc $x_M \leq x_n \leq x_N$ ta sẽ thu được số giá trị nguyên của n , từ đó sẽ biết được số vạch trùng nhau, vị trí trùng nhau.

- Do đã trùng nhau N_n vạch nên số vân sáng quan sát được là: $N = N_1 + N_2 - N_n$

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm Y-âng, người ta dùng hai bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,7 \mu\text{m}$ và λ_2 . Trên màn quan sát, kể từ vân trung tâm, người ta thấy vân sáng bậc 4 của λ_1 trùng với vân sáng bậc 7 của λ_2 . Bước sóng λ_2 là

A. $0,24 \mu\text{m}$.

B. $0,4 \mu\text{m}$.

C. $0,48 \mu\text{m}$.

D. $0,6 \mu\text{m}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Vì chúng trùng nhau nên chúng có cùng tọa độ $x_{k_1}^1 = x_{k_2}^2 \Rightarrow 4i_1 = 7i_2$

$\Rightarrow 4 \frac{\lambda_1 D}{a} = 7 \frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow 4\lambda_1 = 7\lambda_2 \Rightarrow \lambda_1 = 0,4 \mu\text{m} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: (Trích ĐTTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

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. $\frac{3}{2}$.

Bài 2: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng S_1 và S_2 phát ra ánh sáng chứa hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,35 \mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 7 \mu\text{m}$. Tại vân sáng bậc 8 của bức xạ thứ nhất có vân sáng bậc bao nhiêu của bức xạ thứ hai?

- A. không có vân sáng của bức xạ thứ hai.
B. 5.
C. 6.
D. 4.

Ví dụ 2: Trong một 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 tới màn quan sát $D = 2\text{m}$. Chiếu vào hai khe đồng thời hai bức xạ với bước sóng $\lambda_1 = 0,5\mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,75\mu\text{m}$. Xét trên bề rộng trường giao thoa $L = 3,27\text{cm}$, số vân sáng trùng nhau của hai bức xạ là

- A. 10 vân. B. 11 vân. C. 12 vân. D. 13 vân.

Phân tích, hướng dẫn:

Những vị trí vạch sáng trùng nhau sẽ có cùng tọa độ $x_{\lambda_1}^s = x_{\lambda_2}^s$ nên $k_1 i_1 = k_2 i_2$

$$\Rightarrow k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = k_2 \frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{0,75}{0,50} = \text{Phân số tối giản} = \frac{3}{2}$$

Muốn vậy k_1 và k_2 chỉ có thể nhận các giá trị $\begin{cases} k_1 = 3n \\ k_2 = 2n \end{cases}$ với n là những số

nguyên. Nếu tìm được số giá trị nguyên của k_1 hoặc k_2 thì ta sẽ tìm được số vạch trùng nhau. Để làm được điều này, ta chỉ cần cho tọa độ trùng nhau nằm trong vùng khảo sát, thực vậy:

- Tọa độ các vạch trùng nhau: $x_n = x_{\lambda_1}^s = k_1 i_1 = 3n \cdot \frac{\lambda_1 D}{a}$

- Miền khảo sát là từ $-\frac{L}{2}$ đến $\frac{L}{2}$. Vậy $-\frac{L}{2} \leq x_n \leq \frac{L}{2} \Rightarrow -\frac{L}{2} \leq 3n \cdot \frac{\lambda_1 D}{a} \leq \frac{L}{2}$
 $\Rightarrow -5,45 \leq n \leq 5,45 \Rightarrow n = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \pm 4; \pm 5$

Ta thấy có tất cả 11 giá trị nguyên của n , cũng tức là có 11 giá trị của k_1 hoặc k_2 nên trường giao thoa L có 11 vân trùng nhau $\Rightarrow$ **Đáp án B.**

Mở rộng thêm, nếu bài toán yêu cầu tìm bậc trùng nhau của từng bậc xạ và vị trí trùng nhau thì ta có thể lập bảng như sau:

n	0	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5
$k_1 = 3n$	0	± 3	± 6	± 9	± 12	± 15
Bậc trùng của λ_1	Bậc 0	Bậc 3	Bậc 6	Bậc 9	Bậc 12	Bậc 15
$k_2 = 2n$	0	± 2	± 4	± 6	± 8	± 10
Bậc trùng của λ_2	Bậc 0	Bậc 2	Bậc 4	Bậc 6	Bậc 8	Bậc 10
$x_n = k_1 i_1 = k_2 i_2$	0	$\pm 3 \text{ mm}$	$\pm 6 \text{ mm}$	$\pm 9 \text{ mm}$	$\pm 12 \text{ mm}$	$\pm 15 \text{ mm}$

Qua đó chúng ta còn thấy các vân trùng nhau cách đều nhau, 2 vân trùng nhau gần nhau nhất trong bài toán này cách nhau 3mm

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 2m. Nguồn sáng dùng trong thí nghiệm gồm hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 450\text{nm}$ và $\lambda_2 = 600\text{nm}$. 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.

Phân tích, hướng dẫn:

Cách 1:

- Vì các vân sáng trùng nhau nên chúng có cùng tọa độ: $x_{\lambda_1}^k = x_{\lambda_2}^m$

$$\Rightarrow k\lambda_1 = m\lambda_2 \Rightarrow k\lambda_1 = m\lambda_2 \Rightarrow 450k = 600m \Rightarrow k = 4 \frac{m}{3}$$

Để k và m cùng nguyên thì m phải là những số nguyên chia hết cho 3. (*)

Lúc đó tọa độ vạch sáng trùng viết theo tọa độ của bức xạ thứ hai là:

$$x_{\lambda_2}^m = m \frac{\lambda_2 D}{a} = m \frac{600 \cdot 10^{-9} \cdot 2}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 24 \cdot 10^{-4} \text{ m (m)} = 2,4 \text{ mm (mm)}$$

Do chỉ xét trong đoạn MN nên $5,5 \leq x_{\lambda_2}^m \leq 22 \Rightarrow 5,5 \leq 2,4m \leq 22$

$$\Rightarrow 2,29 \leq m \leq 9,17 (**)$$

- Từ (*) và (**) thấy m chỉ có thể nhận 3 số nguyên đó là 3; 6; 9.

$\Rightarrow$ Trên đoạn MN, có 3 vị trí vân sáng trùng nhau của hai bức xạ $\Rightarrow$ Đáp án D.

Cách 2:

Vị trí trùng nhau: $x_* = k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = k_2 \frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{600}{450} = \text{Phân số tối giản} = \frac{4}{3}$

$\Rightarrow \begin{cases} k_1 = 4n \\ k_2 = 3n \end{cases} \Rightarrow \text{Vị trí trùng viết theo } l \text{ trong 2 bức xạ } x_* = ki = 7,2n \text{ (nm)}$

Vì $x_M \leq x_* \leq x_N$ nên $5,5 \leq 7,2n \leq 22 \Rightarrow n = 1; 2; 3 \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 2mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 2m. Nguồn sáng gồm hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,5\mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,4\mu\text{m}$. Trên bề rộng trường giao thoa $L = 13\text{mm}$, số vân sáng quan sát được là

A. 53

B. 60

C. 67

D. 30

Phân tích, hướng dẫn: Có thể nói đây là một trong những dạng bài toán hay, lần lượt ta phải tìm được tổng số vạch sáng do 2 bức xạ tạo ra rồi trừ đi số các vạch đã trùng lên nhau theo biểu thức $N = N_1 + N_2 - N_*$

- Khoảng vân của bức xạ λ_1 : $i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^3}{2} = 0,5\text{mm}$.

Số vân sáng của riêng bức xạ λ_1 tạo ra là:

$$N_1 = 2 \cdot \left[\frac{L}{2i_1} \right] + 1 = 2 \cdot \left[\frac{13}{2 \cdot 0,5} \right] + 1 = 27 \text{ vân}$$

- Khoảng vân của bức xạ λ_2 : $i_2 = \frac{\lambda_2 D}{a} = \frac{0,4 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^3}{2} = 0,4\text{mm}$.

Số vân sáng của riêng bức xạ λ_2 tạo ra là:

$$N_2 = 2 \cdot \left[\frac{L}{2i_2} \right] + 1 = 2 \cdot \left[\frac{13}{2 \cdot 0,4} \right] + 1 = 33 \text{ vân}$$

Vậy, nếu chưa tính đến sự trùng nhau thì tổng số vân sáng do 2 bức xạ độc lập tạo ra là $N_1 + N_2 = 27 + 33 = 60$

- Tiếp theo ta phải đi tìm số vân trùng nhau, tương tự các bài toán trên ta có:

$$x_* = k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = k_2 \frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{0,4}{0,5} = \text{Phân số tối giản} = \frac{4}{5} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 4n \\ k_2 = 5n \end{cases}$$

Với $i_1 = 0,5\text{mm}$ và $x_n = k_1 \cdot i_1 \Rightarrow$ ta có thể viết $x_n = 2 \cdot n$

Vì $-\frac{L}{2} \leq x_n \leq \frac{L}{2}$ nên $-3,25 \leq n \leq 3,25 \Rightarrow n = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3$

Có 7 giá trị nguyên của n nên có 7 vân trùng nhau.

- Cuối cùng thu được số vân sáng thực tế là: $60 - 7 = 53$ vân $\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 5: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc khoảng vân giao thoa trên màn lần lượt là $1,2\text{ mm}$ và $1,8\text{ mm}$. 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 6 mm và 20 mm . Trên đoạn MN, số vân sáng quan sát được là

A. 19.

B. 16.

C. 20.

D. 18.

Phân tích, hướng dẫn:

- Số vân sáng của riêng λ_1 trên đoạn MN được xác định: $6 \leq x = k_1 i_1 = k_1 \cdot 1,2 \leq 20$

$\Rightarrow 5 \leq k_1 \leq 16,7$. Thấy có tất cả 12 giá trị nguyên của k_1 nên có 12 vạch sáng.

- Tương tự, số vân sáng của λ_2 được xác định qua biểu thức: $6 \leq k_2 \cdot 1,8 \leq 20$

$\Rightarrow 3,3 \leq k_2 \leq 11,1$. Thấy có 8 giá trị nguyên của k_2 nên có 8 vạch sáng.

- Ta có $x_n = k_1 i_1 = k_2 i_2 = k_1 \cdot 1,2 = k_2 \cdot 1,8$

$\Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{1,8}{1,2} = \text{Phân số tối giản} = \frac{3}{2} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 3n \\ k_2 = 2n \end{cases}$. Vậy $x_n = 3,6n$

Vì $x_M \leq x_n \leq x_N$ nên $6 \leq 3,6n \leq 20 \Rightarrow 1,7 \leq n \leq 5,6 \Rightarrow n = 2; 3; 4; 5$

Có tất cả 4 giá trị nguyên của n nên có 4 vân sáng trùng nhau

- Số vân sáng thực tế là: $N = N_1 + N_2 - N_n = 12 + 8 - 4 = 16 \Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 6: Thí nghiệm giao thoa ánh sáng với hai khe Y-âng đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc đơn sắc màu đỏ và màu lục thì khoảng vân giao thoa trên màn lần lượt là $1,5\text{ mm}$ và $1,1\text{ mm}$. Hai điểm M và N nằm hai bên vân sáng trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là $6,4\text{ mm}$ và $26,5\text{ mm}$. Trên đoạn MN, số vân sáng màu đỏ quan sát được là

A. 20.

B. 2.

C. 28.

D. 22.

Phân tích, hướng dẫn:

- Chưa tính đến số vân trùng nhau, số vân sáng màu đỏ trên đoạn MN được xác định qua biểu thức: $-6,4 \leq x = k_1 \lambda_1 = k_1 \cdot 1,5 \leq 26,5$

$\Rightarrow -4,3 \leq k_1 \leq 17,6$. Từ -4 đến 17 có tất cả 22 giá trị nguyên nên có 22 vạch sáng.

- Tiếp theo ta phải đi tìm số vân trùng nhau, ta có:

$$x_m = k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{1,1}{1,5} = \text{Phân số tối giản} = \frac{11}{15} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 11n \\ k_2 = 15n \end{cases}$$

$$\text{Vậy } x_m = k_1 \lambda_1 = 11n \cdot 1,5 = 16,5n$$

Vì $x_m \leq x_n \leq x_N$ nên $-6,4 \leq 16,5n \leq 26,5 \Rightarrow -0,4 \leq n \leq 1,6$. Trong khoảng này có 2 giá trị nguyên của n là 0 và 1 nên có 2 vân trùng nhau.

- Số vân sáng màu đỏ thực tế quan sát được là: $22 - 2 = 20$

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng: Thí nghiệm giao thoa ánh sáng với hai khe Y-âng cách nhau 1 mm và cách màn quan sát 2 m. Nguồn sáng dùng trong thí nghiệm gồm hai thành phần đơn sắc đỏ và lục có bước sóng lần lượt là 750 nm và 550 nm. Biết rằng khi hai vân sáng của hai ánh sáng đơn sắc chồng chập lên nhau sẽ cho vân màu vàng. Hai điểm M và N nằm hai bên vân sáng trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là 6,4 mm và 26,5 mm. Trên đoạn MN, số vân màu vàng quan sát được là

A. 1.

B. 2.

C. 3.

D. 4.

Ví dụ 7: Trong một 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 tới màn quan sát $D = 2m$. Chiếu vào hai khe S_1, S_2 đồng thời hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,6\mu m$ và bước sóng λ_2 chưa biết. Trong khoảng rộng $L = 2,4cm$ trên màn, đếm được 33 vạch sáng, trong đó có 5 vạch là kết quả trùng nhau của hai hệ vân, biết 2 trong 5 vạch trùng nhau nằm ở ngoài cùng của trường giao thoa, bước sóng λ_2 là

A. $0,45\mu m$.

B. $0,55\mu m$.

C. $0,65\mu m$.

D. $0,75\mu m$.

Phân tích, hướng dẫn: Có thể coi đây là bài toán ngược với các bài toán đã xét

– Khoảng vân đối với bước sóng λ_1 :

$$i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} = \frac{0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^3}{1} = 1,2(\text{mm})$$

Số vân sáng của riêng bức xạ λ_1 :

$$N_1 = 2 \cdot \left[\frac{L}{2i_1} \right] + 1 = 2 \cdot \left[\frac{24}{2 \cdot 1,2} \right] + 1 = 21$$

– Số vân sáng quan sát được là 33, trong số đó có 5 vân trùng nhau của 2 hệ vân, do đó tổng số vân sáng thực tế do hai bức xạ riêng rẽ phải là: $33 + 5 = 38$

– Số vân sáng của riêng của bức xạ λ_2 là: $N_2 = 38 - N_1 = 38 - 21 = 17$

Do có hai vân trùng nhau nằm ở mép ngoài cùng của khoảng L, do đó:

$$N_2 = 2 \cdot \left[\frac{L}{2i_2} \right] + 1 = 17 \Rightarrow \frac{24}{i_2} = 16 \Rightarrow i_2 = \frac{24}{16} = 1,5(\text{mm})$$

(Hoặc: giữa 17 vân sáng có 16 khoảng vân nên $16i_2 = L \Rightarrow i_2 = 1,5(\text{mm})$)

Lúc đó $\lambda_2 = \frac{i_2 a}{D} = \frac{1,5 \cdot 1}{2 \cdot 10^3} = 0,75 \cdot 10^{-3}(\text{mm}) = 0,75(\mu\text{m}) \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Bài tập vận dụng: Một nguồn sáng điểm nằm cách đều 2 khe lằng và phát ra đồng thời 2 bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,6 \mu\text{m}$ và λ_2 chưa biết. Khoảng cách 2 khe là $0,2\text{mm}$, khoảng cách từ 2 khe đến màn là 1m .

- Tính khoảng vân giao thoa trên màn đối với λ_1 .
- Trong một khoảng rộng $L = 2,4\text{cm}$ trên màn, đếm được 17 vạch sáng, trong đó có 3 vạch là kết quả trùng nhau của 2 hệ vân. Tính bước sóng λ_2 , biết hai trong ba vạch trùng nhau nằm ngoài cùng của khoảng L.

Ví dụ 8: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe lằng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 bằng 1mm , khoảng cách từ hai khe tới màn quan sát $D = 1,5\text{m}$. Chiếu vào hai khe ánh sáng đồng thời hai bức xạ với bước sóng $\lambda_1 = 0,55\mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,66\mu\text{m}$. Khoảng cách nhỏ nhất giữa hai vân sáng trùng nhau là

- A. $5,95\text{mm}$. B. $6,45\text{mm}$. C. $4,74\text{mm}$. D. $4,95\text{mm}$.

phân tích, hướng dẫn:

Theo kết quả của ví dụ số 2, các vạch trùng nhau cách đều nhau nên với bài toán này, ta chỉ cần tính khoảng cách từ vân trung tâm (bậc 0) đến vân trùng bậc thấp nhất.

Ta có: $x_n = k_1 i_1 = k_2 i_2$

$$\Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{0,66}{0,55} = \text{Phân số tối giản} = \frac{6}{5} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 6n \\ k_2 = 5n \end{cases}$$

Chọn $n = 1$ ta được vân trùng liền kề với vân trung tâm và cách vân trung tâm một

đoạn $x_n = k_1 i_1 = 6 \frac{\lambda_1 D}{a} = \frac{0,55 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 10^3}{1} = 6,0,825 = 4,95(\text{mm}) \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008) Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe là 2mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 1,2m. 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.

Bài 2: Trong thí nghiệm Y-âng, hai khe S_1, S_2 được chiếu bởi nguồn S. Biết khoảng cách $S_1 S_2 = 1,5\text{mm}$, khoảng cách từ hai khe đến màn là 3m. Nguồn S phát ra 2 ánh sáng đơn sắc màu tím có $\lambda_1 = 0,4\mu\text{m}$ và màu vàng có $\lambda_2 = 0,6\mu\text{m}$. Khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp có màu giống màu vân sáng quan sát được ở vân trung tâm có giá trị

- A. 0,6mm. B. 2,4mm. C. 1,2mm. D. 4,8mm.

Ví dụ 9: Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1 = 0,48\text{ mm}$ và $i_2 = 0,64\text{ mm}$. Xét tại hai điểm A, B trên màn cách nhau một khoảng 6,72 mm. Tại A cả hai hệ vân đều cho vân sáng, còn tại B hệ i_1 cho vân sáng, hệ i_2 cho vân tối. Trên đoạn AB quan sát được 22 vạch sáng. Hỏi trên AB có mấy vạch sáng là kết quả trùng nhau của hai hệ vân?

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

Phân tích, hướng dẫn: Số vạch sáng trùng bằng tổng số vạch sáng thực từ đi số vạch quan sát được. Đây cũng là một dạng bài toán ngược hay.

Ở chuyên đề giao thoa với ánh sáng đơn sắc, chúng ta đã biết cách tính số vạch sáng của từng bức xạ, ta có:

$$N_1 = \frac{AB}{i_1} + 1 = \frac{6,72}{0,48} + 1 = 15;$$

$$N_2 = \frac{AB}{i_2} + 0,5 = \frac{6,72}{0,64} + 0,5 = 11$$

Vậy số vạch trùng là: $N_{\text{tr}} = (N_1 + N_2) - N = (15 + 11) - 22 = 4 \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Bài tập vận dụng: Trong một thí nghiệm giao thoa lằng thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc, khoảng vân giao thoa lần lượt là $i_1 = 0,21 \text{ mm}$ và i_2 . Xét tại hai điểm A, B trên màn cách nhau một khoảng $3,15 \text{ mm}$ là hai vị trí mà cả hai hệ vân đều cho vân tối tại đó. Trên đoạn AB quan sát được 34 vạch sáng, trong đó có 2 vạch sáng là kết quả trùng nhau của hai vạch sáng của hai hệ vân. Khoảng vân i_2 bằng

- A. $0,32 \text{ mm}$. B. $0,14 \text{ mm}$. C. $0,15 \text{ mm}$. D. $0,18 \text{ mm}$.

Ví dụ 10: Một nguồn sáng điểm phát đồng thời một bức xạ đơn sắc màu đỏ có bước sóng $\lambda_1 = 640 \text{ nm}$ và một bức xạ màu lục, chiếu sáng hai khe Y-âng. Trên màn quan sát thấy giữa hai vân sáng cùng màu với vân trung tâm có 7 vân màu lục. Giữa hai vân sáng này có số vân đỏ là

- A. 6. B. 3. C. 5. D. 8.

Phân tích, hướng dẫn: Bài toán gốc là một bài tự luận trong sách bài tập, thấy hay và cần thiết nên tôi xin chỉnh lí thành bài trắc nghiệm này.

Vì giữa hai vân sáng cùng màu với vân trung tâm có 7 vân màu lục nên vân trùng nhau sẽ là bậc 8 của màu lục, ta có $k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = 8 \frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow k_1 \lambda_1 = 8 \lambda_2$

Vì bước sóng màu đỏ lớn hơn bước sóng màu lục $\lambda_1 > \lambda_2$ nên $k_1 < 8$

Trong các số nguyên từ 1 đến 7, ta chỉ chọn những số không cùng nguyên tố với 8, những số đó là 3, 5 và 7

Nếu $k_1 = 3$ thì $\lambda_2 = \frac{k_1 \lambda_1}{8} = 240 \text{ nm}$. Bước sóng này rơi vào vùng tử ngoại $\Rightarrow$ Loại.

Nếu $k_1 = 5$ thì $\lambda_2 = \frac{k_1 \lambda_1}{8} = 400 \text{ nm}$. Loại vì đây là ánh sáng tím

Nếu $k_1 = 7$ thì $\lambda_2 = \frac{k_1 \lambda_1}{8} = 560 \text{ nm}$. Thỏa mãn vì bước sóng này thuộc vùng lục.

Như vậy vân bậc 8 của ánh sáng lục trùng với vân bậc 7 của ánh sáng đỏ, nên giữa hai vân sáng cùng màu với vân trung tâm có 6 vân màu đỏ $\Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Ví dụ 11: 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 720 nm và bức xạ màu lục có bước sóng λ (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 là

- A. 500 nm. B. 520 nm. C. 540 nm. D. 560 nm.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích, hướng dẫn:

Tương tự ví dụ trước, ta có $k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = 9 \frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow k_1 \lambda_1 = 9 \lambda_2$ (*)

Vì bước sóng màu đỏ lớn hơn bước sóng màu lục $\lambda_1 > \lambda_2$ nên $k_1 < 9$

Trong các số nguyên từ 1 đến 8, ta chỉ chọn những số không cùng nguyên tố với 9, những số đó là 2, 4, 5, 7 và 8

Theo (*) ta có $\lambda_2 = \frac{k_1 \lambda_1}{9} = \frac{k_1 \cdot 720}{9}$

Theo đề ra $500 \leq \lambda_2 \leq 575 \Rightarrow 500 \leq \frac{k_1 \cdot 720}{9} \leq 575 \Rightarrow 6,25 \leq k_1 \leq 7,18 \Rightarrow k_1 = 7$

Vậy $\lambda_2 = \frac{k_1 \cdot 720}{9} = \frac{7 \cdot 720}{9} = 560 \text{ nm} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

2. Dạng bài toán 2 vân tối trùng nhau của 2 bức xạ

Phương pháp giải:

- Khi vân tối của 2 bức xạ trùng nhau thì: $x_i = x_l$,

$$\Rightarrow (2k_1 + 1) \frac{\lambda_1 D}{2a} = (2k_2 + 1) \frac{\lambda_2 D}{2a} \Rightarrow \frac{(2k_1 + 1)}{(2k_2 + 1)} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \text{Phân số tối giản} = \frac{a}{b}$$

Nên có thể viết $\begin{cases} 2k_1 + 1 = a(2n + 1) \\ 2k_2 + 1 = b(2n + 1) \end{cases}$ và vị trí trùng $x_n = x_l = a(2n + 1) \frac{\lambda_1 D}{a}$

- Cho x_n nằm trong vùng khảo sát $(-\frac{L}{2} \leq x_n \leq \frac{L}{2})$ hoặc $x_M \leq x_n \leq x_N$ ta sẽ thu được số giá trị nguyên của n , từ đó sẽ biết được số vạch trùng nhau, vị trí trùng nhau.

Ví dụ 12: Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1 = 0,5 \text{ mm}$ và $i_2 = 0,3 \text{ mm}$. 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

A. 6.

B. 5.

C. 3.

D. 4.

Phân tích, hướng dẫn:

– Khi vân tối của 2 bức xạ trùng nhau thì $x_{i_1} = x_{i_2}$

$$\Rightarrow (2k_1 + 1) \frac{i_1}{2} = (2k_2 + 1) \frac{i_2}{2} \Rightarrow \frac{(2k_1 + 1)}{(2k_2 + 1)} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{0,3}{0,5} = \text{Phân số tối giản} = \frac{3}{5}$$

$$\Rightarrow \text{Có thể viết: } \begin{cases} 2k_1 + 1 = 3(2n + 1) \\ 2k_2 + 1 = 5(2n + 1) \end{cases}$$

$$\text{Vị trí trùng lúc đó là: } x_n = x_{i_1} = 3(2n + 1) \frac{i_1}{2} = 3(2n + 1) \cdot \frac{0,5}{2} = 1,5n + 0,75$$

$$\text{– Vì xét trong vùng giao thoa nên } -\frac{L}{2} \leq x_n \leq \frac{L}{2}$$

$$\text{Suy ra } -\frac{5}{2} \leq 1,5n + 0,75 \leq \frac{5}{2} \Rightarrow -2,16 \leq n \leq 1,17 \Rightarrow n = -2; -1; 0; 1$$

Có tất cả 4 giá trị nguyên của n nên trong trường giao thoa có 4 vị trí vân tối trùng nhau $\Rightarrow$ **Đáp án D.**

Ví dụ 13: Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1 = 0,5 \text{ mm}$ và $i_2 = 0,4 \text{ mm}$. 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 $2,25 \text{ mm}$ và $6,75 \text{ mm}$. Trên đoạn MN, số vị trí vân tối trùng nhau của hai bức xạ là

A. 2.

B. 3.

C. 4.

D. 5.

Phân tích, hướng dẫn:

$$\text{– Vì 2 vân tối của 2 bức xạ trùng nhau nên } x_n = (2k_1 + 1) \frac{i_1}{2} = (2k_2 + 1) \frac{i_2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{(2k_1 + 1)}{(2k_2 + 1)} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{0,4}{0,5} = \text{Phân số tối giản} = \frac{4}{5} \Rightarrow \text{Có thể viết: } \begin{cases} 2k_1 + 1 = 4(2n + 1) \\ 2k_2 + 1 = 5(2n + 1) \end{cases}$$

Vị trí trùng lúc đó là $x_m = x_n = 4(2n+1) \cdot \frac{1}{2} = 4(2n+1) \cdot \frac{0,5}{2} = 2n+1$

– Vì xét trên đoạn MN nên $x_m \leq x_n \leq x_N$

$$\Rightarrow 2,25 \leq 2n+1 \leq 6,75 \Rightarrow 0,625 \leq n \leq 2,875 \Rightarrow n=1; 2$$

Có tất cả 2 giá trị nguyên của n nên trong trường giao thoa có 2 vị trí vân tối trùng nhau $\Rightarrow$ Đáp án A.

Bài toán vận dụng: Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1 = 0,5$ mm và $i_2 = 0,3$ mm. Trên màn quan sát, gọi M, N là hai điểm ở hai phía so với vân trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là 2,5 mm và 6,5 mm. Trên đoạn MN, số vị trí vân tối trùng nhau của hai bức xạ là

A. 6.

B. 5.

C. 3.

D. 4.

3. Dạng bài toán vận dụng của bức xạ này trùng vân tối của bức xạ kia

Phương pháp giải:

– Khi vân sáng của bức xạ này trùng vân tối bức xạ kia, ta có: $x_{s_1} = x_{t_2}$

$$\Rightarrow k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = (2k_2 + 1) \frac{\lambda_2 D}{2a} \Rightarrow \frac{k_1}{(2k_2 + 1)} = \frac{\lambda_2}{2\lambda_1} = \text{Phân số tối giản} = \frac{a}{b}$$

$$\Rightarrow \text{Có thể viết } \begin{cases} k_1 = a(2n+1) \\ (2k_2 + 1) = b(2n+1) \end{cases} \text{ và vị trí trùng } x_m = a(2n+1)i_1$$

– Cho x_m nằm trong vùng khảo sát $(-\frac{L}{2} \leq x_m \leq \frac{L}{2})$ hoặc $x_m \leq x_n \leq x_N$ ta sẽ thu được số giá trị nguyên của n, từ đó sẽ biết được số vạch trùng nhau, vị trí trùng nhau.

Chú ý: Cũng giống như dạng 1, các bài toán dạng 2 và 3 kể cả xuôi lẫn ngược rất phong phú. Về tư duy cách làm là như nhau nên tôi chỉ giới thiệu một số bài toán đặc trưng, các em nên hiểu phương pháp cơ bản làm cơ sở và chuyển sang dạng khác.

Ví dụ 14: Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng, thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc khoảng vân giao thoa trên màn lần lượt là $i_1 = 0,8$ mm và $i_2 = 0,6$ mm. Biết bề rộng trường giao thoa là 9,6 mm. Trên trường giao thoa, số vị trí mà vân sáng hệ 2 trùng với vân tối hệ 1 là

A. 6.

B. 5.

C. 3.

D. 4.

Phân tích, hướng dẫn:

Theo đề ra ta có: $k_2 i_2 = (2k_1 + 1) \frac{i_1}{2} \Rightarrow \frac{k_2}{2k_1 + 1} = \frac{i_1}{2i_2} = \frac{0,8}{2 \cdot 0,6} = \frac{2}{3}$

$$\Rightarrow \begin{cases} k_2 = 2(2n+1) \\ (2k_1 + 1) = 3(2n+1) \end{cases} \Rightarrow x_n = k_2 i_2 = 2(2n+1)0,6$$

$$\text{Vì } -\frac{L}{2} \leq x_n \leq \frac{L}{2} \Rightarrow -4,8 \leq 2(2n+1)0,6 \leq 4,8 \Rightarrow -2,5 \leq n \leq 1,5$$

$\Rightarrow n = -2; -1; 0; 1$. Có tất cả 4 giá trị nguyên của n nên trong trường giao thoa có 4 vị trí mà vân sáng của hệ 2 trùng với vân tối của hệ 1 $\Rightarrow$ **Đáp án D.**

Ví dụ 15: Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1 = 0,3 \text{ mm}$ và $i_2 = 0,4 \text{ mm}$. 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 $2,25 \text{ mm}$ và $6,75 \text{ mm}$. Trên đoạn MN, số vị trí mà vân sáng hệ 1 trùng với vân tối hệ 2 là

A. 4.

B. 5.

C. 3.

D. 2.

Phân tích, hướng dẫn:

Theo đề ra ta có: $k_1 i_1 = (2k_2 + 1) \frac{i_2}{2} \Rightarrow \frac{k_1}{2k_2 + 1} = \frac{i_2}{2i_1} = \frac{0,4}{2 \cdot 0,3} = \frac{2}{3}$

$$\Rightarrow \begin{cases} k_1 = 2(2n+1) \\ 2k_2 + 1 = 3(2n+1) \end{cases} \Rightarrow x_n = k_1 i_1 = 2(2n+1)0,3$$

$$\text{Vì } x_M \leq x_n \leq x_N \Rightarrow 2,25 \leq 2(2n+1)0,3 \leq 6,75 \Rightarrow 1,375 \leq n \leq 5,125$$

$\Rightarrow n = 2; 3; 4; 5$. Có tất cả 4 giá trị nguyên của n nên trong trường giao thoa có 4 vị trí mà vân sáng của hệ 1 trùng với vân tối của hệ 2 $\Rightarrow$ **Đáp án A.**

Bài tập vận dụng: Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1 = 0,5 \text{ mm}$ và $i_2 = 0,4 \text{ mm}$. 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 $2,25 \text{ mm}$ và $6,75 \text{ mm}$. Trên đoạn MN, số vị trí mà vân sáng hệ 1 trùng với vân tối hệ 2 là

A. 6.

B. 5.

C. 3.

D. 2.

II. GIAO THOA VỚI ÁNH SÁNG TRẮNG

Ví dụ 16: Khi thực hiện giao thoa với ánh sáng trắng ta thấy:

- A. Một dải màu liên tục từ đỏ đến tím.
- B. Vân sáng trắng ở chính giữa, hai bên có các dải màu với tím ở trong, đỏ ở ngoài.
- C. Vân sáng trắng ở chính giữa, hai bên có các dải màu với đỏ ở trong, tím ở ngoài.
- D. Các dải trắng xen kẽ với các vạch tối.

Phân tích, hướng dẫn:

– Ở chính giữa, mỗi ánh sáng đơn sắc đều cho một vạch màu riêng, tổng hợp của chúng ta thấy có vạch sáng trắng.

– Do bước sóng của tia tím nhỏ hơn $\Rightarrow$ khoảng vân của tia tím $i = \frac{\lambda D}{a}$ nhỏ hơn và làm cho tia tím gần vạch trung tâm hơn so với tia đỏ (xét cùng một bậc giao thoa).

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng: Trong thí nghiệm Y-áng, các khe S_1 và S_2 được chiếu sáng bởi ánh sáng gồm 3 đơn sắc: đỏ, vàng, lục thì trong quang phổ bậc 1, tính từ vân chính giữa đi ra ta sẽ thấy các đơn sắc theo thứ tự là

- A. vàng, lục, đỏ. B. lục, đỏ, vàng. C. lục, vàng, đỏ. D. đỏ, vàng, lục.

1. Dạng bài toán cho tọa độ điểm M trên màn, hỏi ở đó có những bức xạ nào cho vạch sáng hoặc vạch tối?

Phương pháp giải:

– Nếu tại điểm M có các vân sáng thì $x_M = x_s = k \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{a x_M}{k D}$ (1)

Vì $\lambda_T \leq \lambda \leq \lambda_D \Rightarrow \lambda_T \leq \frac{x_M a}{k D} \leq \lambda_D \Rightarrow k \in \mathbb{Z}$.

Thay k vào (1) để xác định các bức xạ λ cho vân sáng tại M. Số giá trị k nguyên là số bức xạ cho vân sáng.

– Nếu tại điểm M có các vân tối thì $x_M = x_t = (2m+1) \frac{\lambda D}{2a} \Rightarrow \lambda = \frac{a x_M}{(m+0,5) D}$ (2)

Vì $\lambda_T \leq \lambda \leq \lambda_D \Rightarrow \lambda_T \leq \frac{x_M a}{(m+0,5) D} \leq \lambda_D \Rightarrow m \in \mathbb{Z}$.

Thay m vào (2) để xác định các bức xạ λ cho vân tối tại M. Số giá trị m nguyên là số bức xạ cho vân tối.

Ví dụ 17: Một khe F hẹp phát ánh sáng trắng chiếu sáng hai khe F_1, F_2 song song với F và cách nhau 1,2 mm. Màn quan sát M song song với mặt phẳng chứa F_1, F_2 và cách nó 2 m. Cho biết giới hạn phổ khả kiến từ 380 nm đến 760 nm. Tại điểm A trên màn M cách vân trắng trung tâm 4mm có mấy vân sáng? Của những bức xạ nào?

- A. Có 2 vân sáng của $\lambda_1 = 600$ nm và $\lambda_2 = 480$ nm.
 B. Có 3 vân sáng của $\lambda_1 = 600$ nm, $\lambda_2 = 480$ nm và $\lambda_3 = 400$ nm.
 C. Có 3 vân sáng của $\lambda_1 = 380$ nm, $\lambda_2 = 600$ nm và $\lambda_3 = 760$ nm.
 D. Có 3 vân sáng của $\lambda_1 = 380$ nm, $\lambda_2 = 570$ nm và $\lambda_3 = 760$ nm.

Phân tích, hướng dẫn:

Tại điểm M có các vân sáng $\Leftrightarrow x_k = k \frac{\lambda D}{a}$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{x_k a}{k D} = \frac{4.10^{-3} \cdot 1,2 \cdot 10^{-3}}{k \cdot 2} = \frac{2,4}{k} \cdot 10^{-6} \text{ m} = \frac{2,4}{k} \mu\text{m}$$

$$\text{Lại có } \lambda_T \leq \lambda \leq \lambda_D \Rightarrow 0,38 \leq \frac{2,4}{k} \leq 0,76 \Rightarrow 3,2 \leq k \leq 6,3$$

Mà k nguyên nên chỉ nhận ba giá trị 4; 5 và 6 tương ứng với ba bức xạ

$$\lambda_4 = \frac{2,4}{4} = 0,6 \mu\text{m}; \lambda_5 = \frac{2,4}{5} = 0,48 \mu\text{m} \text{ và } \lambda_6 = \frac{2,4}{6} = 0,4 \mu\text{m} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

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 .

Ví dụ 18: 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 người ta khoét một khe hẹp (song song với hai khe) và đặt cửa sổ của máy quang phổ lăng kính tại đó. Hỏi trên màn của máy quang phổ người ta có thể quan sát được bao nhiêu vạch sáng?

- A. 3.
 B. 4.
 C. 5.
 D. 7.

Phân tích, hướng dẫn:

- Bước sóng $0,76\mu\text{m}$ cho vân sáng bậc 4 tại điểm M có tọa độ $x_M = 4 \frac{0,76D}{a}$ (1)

- Gọi λ là bước sóng cũng cho vạch sáng tại M thì $x_M = k \frac{\lambda D}{a}$ (2)

Từ (1) và (2) ta có: $4 \frac{0,76D}{a} = k \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow 4 \cdot 0,76 = k\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{3,04}{k}$

- Do $0,38 \leq \lambda \leq 0,76 \Rightarrow 0,38 \leq \frac{3,04}{k} \leq 0,76 \Rightarrow 4 \leq k \leq 8$

Có 5 giá trị nguyên đó là 4, 5, 6, 7, 8 điều này có nghĩa là có tất cả 5 bức xạ đơn sắc cho vạch sáng tại M. Vì vậy trên màn của máy quang phổ người ta có thể quan sát được 5 vạch sáng $\Rightarrow$ Đáp án C.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe hẹp được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ $0,4\mu\text{m}$ đến $0,75\mu\text{m}$. Khoảng cách giữa hai khe hẹp $a = 2\text{ mm}$, khoảng cách từ hai khe hẹp đến màn quan sát $D = 2\text{ m}$. Tại điểm cách vân sáng trung tâm $3,3\text{ mm}$ có bao nhiêu bức xạ cho vân sáng tại điểm đó?

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

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ $0,38\mu\text{m}$ đến $0,76\mu\text{m}$. Tại vị trí vân sáng bậc 4 của ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,76\mu\text{m}$ còn có bao nhiêu vân sáng nữa của các ánh sáng đơn sắc khác?

- A. 3. B. 8. C. 7. D. 4.

Ví dụ 19: Trong thí nghiệm Y-âng, người ta chiếu sáng hai khe bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ $0,38\mu\text{m}$ đến $0,76\mu\text{m}$. Biết khoảng cách giữa hai khe $S_1S_2 = 1,5\text{ mm}$. Màn quan sát đặt cách hai khe một khoảng $D = 3\text{ m}$. Những bức xạ cho vân tối tại điểm M cách vân sáng trung tâm một đoạn 6 mm là

- A. $0,677\mu\text{m}$; $0,595\mu\text{m}$; $0,472\mu\text{m}$ và $0,464\mu\text{m}$.
B. $0,687\mu\text{m}$; $0,575\mu\text{m}$; $0,482\mu\text{m}$ và $0,430\mu\text{m}$.
C. $0,677\mu\text{m}$; $0,555\mu\text{m}$; $0,472\mu\text{m}$ và $0,410\mu\text{m}$.
D. $0,667\mu\text{m}$; $0,545\mu\text{m}$; $0,462\mu\text{m}$ và $0,400\mu\text{m}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Vị trí vân tối được xác định theo biểu thức: $x_k = (2k+1) \frac{\lambda D}{2a}$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{2x_k a}{(2k+1)D} = \frac{6 \cdot 10^{-6}}{2k+1} \quad (1)$$

$$\text{Mà } 0,38 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m} \Rightarrow 0,38 \cdot 10^{-6} \leq \frac{6 \cdot 10^{-6}}{2k+1} \leq 0,76 \cdot 10^{-6}$$

$\Rightarrow 3,5 \leq k \leq 7,4$, mặt khác $k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k = 4, 5, 6, 7$. Vậy tại điểm cách vân sáng trung tâm một đoạn 6 mm có 4 bức xạ cho vân tối. Thay các giá trị của k vào (1) ta được

$$+ \text{Với } k = 4 \Rightarrow \lambda = \frac{6 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 4 + 1} = 0,667 \mu\text{m} \quad + \text{Với } k = 5 \Rightarrow \lambda = \frac{6 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 5 + 1} = 0,545 \mu\text{m}$$

$$+ \text{Với } k = 6 \Rightarrow \lambda = \frac{6 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 6 + 1} = 0,462 \mu\text{m} \quad + \text{Với } k = 7 \Rightarrow \lambda = \frac{6 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 7 + 1} = 0,400 \mu\text{m}$$

$\Rightarrow$ Đáp án D.

2. Tìm bề rộng vùng quang phổ

Vì $x_k = k \frac{\lambda D}{a}$ nên bề rộng quang phổ bậc k được tính theo biểu thức:

$$\Delta x = x_D - x_T = \frac{kD}{a} (\lambda_D - \lambda_T).$$

Ví dụ 20: Chiếu ánh sáng trắng có bước sóng $0,38 \mu\text{m}$ đến $0,76 \mu\text{m}$ vào khe sáng S trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng. Khoảng cách giữa hai khe hẹp $a = 0,5 \text{ mm}$. Khoảng cách giữa hai khe đến màn quan sát là 2 m . Bề rộng của quang phổ bậc một quan sát được trên màn là

- A. 1,52 mm. B. 2,32 mm. C. 2,56 mm. D. 3,55 mm.

Phân tích, hướng dẫn:

Bề rộng quang phổ bậc k được tính: $\Delta x = x_D - x_T = \frac{kD}{a} (\lambda_D - \lambda_T)$

Với quang phổ bậc 1, $k = 1$ ta có:

$$\Delta x = \frac{D}{a} (\lambda_D - \lambda_T) = \frac{2}{0,5 \cdot 10^{-3}} (0,76 - 0,38) 10^{-6} = 1,52 \cdot 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 21: Trong thí nghiệm Y-âng dùng ánh sáng trắng có bước sóng từ $0,40\mu\text{m}$ đến $0,75\mu\text{m}$. Bề rộng quang phổ bậc 1 là $0,7\text{mm}$. Khi dịch màn ra xa hai khe thêm 40cm thì bề rộng quang phổ bậc 1 là $0,84\text{mm}$. Khoảng cách giữa hai khe S_1, S_2 là

A. 1mm . B. $1,2\text{mm}$. C. $1,5\text{mm}$. D. 2mm .

Phân tích, hướng dẫn:

- Bề rộng vùng quang phổ bậc k : $\Delta x = x_D - x_T = \frac{kD}{a}(\lambda_D - \lambda_T)$

Áp dụng cho vị trí đầu: $\Delta x_1 = \frac{D}{a}(\lambda_D - \lambda_T)$ (*)

Áp dụng cho vị trí đầu: $\Delta x_2 = \frac{(D + 0,4)}{a}(\lambda_D - \lambda_T)$ (**)

Thay các giá trị của bài toán vào (*) và (**) ta sẽ có hệ 2 phương trình 2 ẩn đối với D và a , giải ra thu được $a = 1\text{mm} \Rightarrow$ Đáp án A.

III. GIAO THOA VỚI BA BỨC XẠ ĐƠN SẮC λ_1, λ_2 VÀ λ_3

Tuy phức tạp hơn một chút nhưng phương pháp làm bài toán này cũng tương tự như bài toán giao thoa với 2 ánh sáng đơn sắc, và chúng ta cần nhớ lại cách tìm bội số chung nhỏ nhất của 3 số.

Ví dụ 22: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, nguồn sáng phát ra đồng thời ba bức xạ đơn sắc: $\lambda_1 = 0,7\mu\text{m}$; $\lambda_2 = 0,56\mu\text{m}$; $\lambda_3 = 0,42\mu\text{m}$. Trong khoảng tính từ vân sáng trung tâm đến vân sáng cùng màu với nó có tất cả bao nhiêu vạch sáng?

Phân tích, hướng dẫn:

Vạch sáng cùng màu vân trung tâm thỏa mãn: $x = k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 = k_3\lambda_3$

$\Rightarrow k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 = k_3\lambda_3 \Rightarrow 70k_1 = 56k_2 = 42k_3$ hay $2.5.7k_1 = 2.4.7k_2 = 2.3.7k_3$

Vậy bội số chung nhỏ nhất của các số này là $2.3.4.5.7 = 840$ nên có thể viết $2.5.7k_1 = 2.4.7k_2 = 2.3.7k_3 = 840n$ với n là số nguyên.

- Khi cho $n = 0$ ta có vân sáng trung tâm

- Khi cho $n = 1$ ta có vân sáng cùng màu và liền kề với vân trung tâm, tại vị trí trùng nhau này, bậc của các bức xạ là $k_1 = 12, k_2 = 15$ và $k_3 = 20$.

Như vậy từ vân trung tâm ($n = 0$) đến vân sáng cùng màu và gần với nó ($n = 1$) nếu chưa tính đến sự trùng nhau giữa từng cặp bức xạ, tổng số vạch sáng là:

$$11 + 14 + 19 = 44 \text{ vạch.}$$

Bây giờ ta xét sự trùng nhau của từng cặp bức xạ trên khoảng này:

♦ Giữa λ_1 và λ_2 ta có $k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \Rightarrow 70k_1 = 56k_2 \Rightarrow k_1 = \frac{4}{5}k_2$

Từ 1 đến 14 có 2 giá trị nguyên của k_2 chia hết cho 5 là 5 và 10, vậy có 2 bức xạ trùng nhau giữa λ_1 và λ_2 .

♦ Giữa λ_1 và λ_3 ta có $k_1\lambda_1 = k_3\lambda_3 \Rightarrow 70k_1 = 42k_3 \Rightarrow k_1 = \frac{3}{5}k_3$

Từ 1 đến 19 có 3 giá trị nguyên của k_3 là 5, 10 và 15 đều làm cho k_1 nguyên, vậy có 3 bức xạ trùng nhau giữa λ_1 và λ_3 .

♦ Giữa λ_2 và λ_3 ta có $k_2\lambda_2 = k_3\lambda_3 \Rightarrow 56k_2 = 42k_3 \Rightarrow k_2 = \frac{3}{4}k_3$

Từ 1 đến 19 có 4 giá trị nguyên của k_3 chia hết cho 4, vậy có 4 bức xạ trùng nhau giữa λ_2 và λ_3 .

Tổng số cặp trùng nhau tính được ở trên là: $2 + 3 + 4 = 9$. Vậy số vạch sáng thực cần tìm là: $44 - 9 = 35$ vạch.

Cần lưu ý thêm: Trong 35 vạch này chỉ có $35 - 9 = 26$ vạch đơn sắc gồm:

$$11 - 2 - 3 = 6 \text{ vạch ứng với } \lambda_1$$

$$14 - 2 - 4 = 8 \text{ vạch ứng với } \lambda_2$$

$$19 - 3 - 4 = 12 \text{ vạch ứng với } \lambda_3.$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: 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 $\lambda_1 = 0,42 \mu\text{m}$; $\lambda_2 = 0,56 \mu\text{m}$ và $\lambda_3 = 0,63 \mu\text{m}$. 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 bao nhiêu?

(Các cách và các bước để giải loại bài trên có thể tham khảo thêm sách: *Hướng dẫn ôn tập và PP giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12*)

Bài 2: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng. Nguồn sáng phát ra đồng thời ba bức xạ có các bước sóng 450nm, 600nm và 750nm. Trên màn quan sát đủ rộng, số màu của hệ vân giao thoa là

A. 3.

B. 5.

C. 6.

D. 7.

Bài 3: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng khe Y-âng. Nguồn phát ra ba ánh sáng đơn sắc có bước sóng lần lượt là λ_1 (tím) = 420nm, λ_2 (lục) = 560nm và λ_3 (đỏ) = 700nm. Giữa hai vân sáng liên tiếp có màu giống như màu của vân sáng trung tâm thấy có 8 vân màu lục. Hỏi số vân sáng màu tím và màu đỏ nằm giữa hai vân sáng liên tiếp kế trên là bao nhiêu?

Chủ đề 14: CÁC LOẠI QUANG PHỔ.

TIA HỒNG NGOẠI. TIA TỬ NGOẠI. TIA X

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

1. Các loại quang phổ

	Quang phổ liên tục	Quang phổ vạch phát xạ	Quang phổ vạch hấp thụ
Định nghĩa	Là một dải sáng có màu biến đổi liên tục, không bị gián đoạn.	Hệ thống những vạch màu riêng biệt nằm trên một nền tối. Nói cách khác là các vạch màu riêng lẻ, ngăn cách nhau bằng những khoảng tối.	Hệ thống những vạch tối trên nền quang phổ liên tục. Thực chất là quang phổ liên tục bị thiếu một số vạch màu do bị chất khí (hay hơi kim loại) hấp thụ.
Nguồn và điều kiện phát sinh	Các vật rắn; lỏng; khí hay hơi có tỉ khối lớn bị nung nóng.	Chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích phát sáng.	Chiếu ánh sáng trắng qua một chất hơi bị nung nóng (nhiệt độ chất hơi thấp hơn nhiệt độ nguồn sáng trắng).
Đặc điểm	Phụ thuộc vào nhiệt độ. Không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng.	Quang phổ vạch của những nguyên tố khác nhau thì khác nhau về số lượng, vị trí, màu sắc, độ sáng tỉ đối của các vạch.	Các vạch tối xuất hiện đúng vị trí các vạch màu của quang phổ vạch phát xạ của chất hơi đó.
Ứng dụng	Xác định nhiệt độ của vật phát sáng (đặc biệt các vật ở xa).	Nhận biết sự có mặt của các nguyên tố trong hỗn hợp hay hợp chất.	Biết được thành phần của hợp chất.

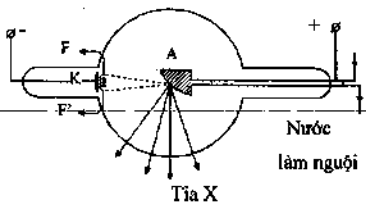
2. Tia hồng ngoại và tia tử ngoại

	Tia hồng ngoại	Tia tử ngoại
Định nghĩa	Là những bức xạ không nhìn thấy được có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ ($\lambda > 0,75\mu\text{m}$).	Bức xạ không nhìn thấy, bước sóng nhỏ hơn bước sóng ánh sáng tím ($\lambda < 0,40\mu\text{m}$).
Bản chất	Là sóng điện từ. Lan truyền với vận tốc ánh sáng.	Là sóng điện từ. Không bị lệch trong điện trường, từ trường
Nguồn phát	Các vật bị nung nóng đều phát ra tia hồng ngoại. Tuy nhiên để phân biệt thì nhiệt độ của vật đó phải lớn hơn nhiệt độ môi trường. Vật ở nhiệt độ thấp chủ yếu phát tia hồng ngoại. <i>Trong bức xạ Mặt Trời có khoảng 50% năng lượng thuộc về các tia hồng ngoại.</i> Nguồn phát tia hồng ngoại thường dùng là các bóng đèn có dây tóc bằng vonfram nóng sáng với công suất từ 250W đến 1000W.	Những vật được nung nóng trên 2000°C đều phát ra tia tử ngoại. Mặt Trời, hồ quang điện, đèn cao áp thủy ngân là những nguồn phát tia tử ngoại. <i>Trong bức xạ Mặt Trời có khoảng 9% năng lượng thuộc vùng tử ngoại.</i>
Tác dụng và ứng dụng	+ Tác dụng nhiệt. + Tác dụng lên kính ảnh hồng ngoại + Bị hơi nước, khí CO_2 hấp thụ mạnh. + Trong công nghiệp, dùng tia hồng ngoại để sấy khô các sản phẩm sơn. + Trong y học dùng để sưởi ấm ngoài da cho máu lưu thông. + Tia hồng ngoại cũng có thể biến điệu được như sóng điện từ cao tần, nên được ứng dụng trong các bộ điều khiển từ xa dùng tia hồng ngoại.	Bị nước, thủy tinh hấp thụ mạnh. Tác dụng rất mạnh lên kính ảnh, làm một số chất hóa học phát quang, làm ion hóa không khí, gây ra phản ứng quang hóa, quang hợp và một số tác dụng sinh học khác. Dùng để phát hiện vết nứt nhỏ, vết xước trên bề mặt sản phẩm tiện, chữa bệnh còi xương, diệt khuẩn, diệt nấm mốc và dùng trong phân tích quang phổ.

3. Tia Rơn-ghen

Định nghĩa: là sóng điện từ có bước sóng ngắn ($\lambda = 10^{-8}$ đến 10^{-11} m).

Cách tạo ra: Các electron từ âm cực 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, gọi là bức xạ hãm hay tia Rơn-ghen.



* Tính chất

- Đâm xuyên mạnh, tỉ lệ nghịch với khối lượng riêng của vật cản.
- Tác dụng mạnh lên kính ảnh.
- Làm phát quang một số chất. Ion hoá chất khí.
- Tác dụng sinh lí, huỷ diệt tế bào.
- Có đầy đủ các tính chất như sóng điện từ.

* Ứng dụng

- Chiếu, chụp điện.
- Đo tìm khuyết tật trong sản phẩm đúc.
- Chữa bệnh ung thư nông.
- Nghiên cứu mạng tinh thể.

4. Thang sóng điện từ

Thang sóng điện từ là tập hợp các loại sóng điện từ được sắp xếp theo thứ tự bước sóng tăng dần.

Tia gamma	Dưới 10^{-12} m
Tia Rơn-ghen	10^{-11} m $\rightarrow$ 10^{-9} m
Tia tử ngoại	10^{-9} m $\rightarrow$ $3,8 \cdot 10^{-7}$ m
Ánh sáng nhìn thấy	$3,8 \cdot 10^{-7}$ m $\rightarrow$ $7,6 \cdot 10^{-7}$ m
Tia hồng ngoại	$7,6 \cdot 10^{-7}$ m $\rightarrow$ 10^{-3} m
Sóng vô tuyến	10^{-1} m trở lên

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Bài tập ở chủ đề này chủ yếu là các bài tập định tính, thuần túy lý thuyết. Các em cần nắm vững các định nghĩa, tính chất, ... để nhanh chóng chọn được đáp án phù hợp với yêu cầu đề ra.

Ví dụ 1: Khi nói về quang phổ liên tục, đáp án nào sau đây là đúng?

- A. Các vật rắn, lỏng hoặc khí có tỉ khối thấp khi bị nung nóng phát ra quang phổ liên tục.
- B. Chỉ có các vật rắn khi bị nung nóng mới phát ra quang phổ liên tục.
- C. Chỉ có vật lỏng hoặc khí có tỉ khối lớn khi bị nung nóng mới phát ra quang phổ liên tục.
- D. Các vật rắn, lỏng hoặc khí có tỉ khối lớn khi bị nung nóng phát ra quang phổ liên tục.

Phân tích, hướng dẫn:

Theo phần lý thuyết ta biết rằng, quang phổ liên tục được tạo ra khi nung nóng các vật rắn, lỏng hoặc khí có tỉ khối lớn $\Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 2: Khi nói về ứng dụng của quang phổ liên tục, đáp án nào sau đây là đúng?

- A. Dùng để xác định được sóng của ánh sáng.
- B. Dùng để xác định nhiệt độ của các vật phát sáng do bị nung nóng.
- C. Dùng để xác định thành phần cấu tạo của các vật phát sáng.
- D. Dùng để xác định khối lượng của các thành phần cấu tạo của các vật phát sáng.

Phân tích, hướng dẫn:

Vì quang phổ liên tục phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn nên có thể dùng quang phổ liên tục để xác định nhiệt độ của các vật phát sáng $\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng:

Câu 1: Quang phổ liên tục là

- A. quang phổ gồm một dải sáng có màu sắc biến đổi liên tục từ đỏ đến tím.
- B. quang phổ gồm một hệ thống các vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền tối.
- C. quang phổ do các chất khí hay hơi bị kích thích bằng cách nung nóng hay phóng tia lửa điện phát ra.
- D. quang phổ do các vật có tỉ khối nhỏ phát ra khi bị nung nóng.

Câu 2: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Quang phổ liên tục

- ☒ A. phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn phát mà không phụ thuộc vào bản chất của nguồn phát.
- ☐ B. phụ thuộc vào bản chất và nhiệt độ của nguồn phát.
- ☐ C. không phụ thuộc vào bản chất và nhiệt độ của nguồn phát.
- ☐ D. phụ thuộc vào bản chất của nguồn phát mà không phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn phát.

Câu 3: Quang phổ liên tục phát ra bởi hai vật 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 cùng nhiệt độ.

Câu 4: Quang phổ liên tục phụ thuộc vào nhiệt độ theo cách nào?

- ☒ A. Ở nhiệt độ càng cao, quang phổ càng mở rộng về miền có bước sóng ngắn.
- ☐ B. Ở nhiệt độ càng cao, quang phổ càng mở rộng về miền có bước sóng dài.
- ☐ C. Ở nhiệt độ càng thấp, quang phổ càng mở rộng về miền có bước sóng ngắn.
- ☐ D. Độ rộng của các vạch quang phổ tỉ lệ thuận với nhiệt độ của nguồn sáng.

Câu 5: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2007)

Quang phổ liên tục của một nguồn sáng J

- ☐ A. phụ thuộc vào cả thành phần cấu tạo và nhiệt độ của nguồn sáng J.
- ☐ B. không phụ thuộc vào cả thành phần cấu tạo và nhiệt độ của nguồn sáng J.
- ☐ C. không phụ thuộc thành phần cấu tạo của nguồn sáng J, mà chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng đó.
- ☐ D. không phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng J, mà chỉ phụ thuộc thành phần cấu tạo của nguồn sáng đó.

Câu 6: Ứng dụng của việc khảo sát quang phổ liên tục là xác định

- ☐ A. thành phần cấu tạo hóa học của một vật nào đó.
- ☐ B. nhiệt độ và thành phần cấu tạo hóa học của một vật nào đó.
- ☐ C. hình dạng và cấu tạo của vật phát sáng.
- ☐ D. nhiệt độ của các vật có nhiệt độ cao và rất cao.

Câu 7: Quang phổ của vật phát sáng nào dưới đây là quang phổ liên tục?

A. Đèn hơi thủy ngân.

B. Đèn hơi natri.

C. Đèn dây tóc nóng sáng.

D. Đèn hơi hiđrô.

(Đáp án: 1A, 2A, 3C, 4A, 5C, 6D, 7C)

Ví dụ 3: Khi nói về quang phổ vạch phát xạ, đáp án nào sau đây là sai?

A. Quang phổ vạch phát xạ bao gồm một hệ thống những vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền tối.

B. Quang phổ vạch phát xạ bao gồm một hệ thống những vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền quang phổ liên tục.

C. Mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố ấy.

D. Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau thì rất khác nhau về số lượng các vạch quang phổ, vị trí các vạch và độ sáng tương đối của các vạch đó.

Phân tích, hướng dẫn:

Quang phổ vạch phát xạ bao gồm một hệ thống những vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền tối, chứ không phải nền quang phổ liên tục $\Rightarrow$ **Đáp án B.**

Ví dụ 4: Khi nói về quang phổ vạch phát xạ, đáp án nào sau đây là đúng?

A. Quang phổ vạch phát xạ do các đám khí hay hơi ở áp suất cao bị kích thích phát sáng phát ra.

B. Quang phổ vạch phát xạ do các vật rắn ở nhiệt độ thấp phát sáng phát ra.

C. Quang phổ vạch phát xạ do các vật lỏng ở nhiệt độ thấp phát sáng phát ra.

☒ D. Quang phổ vạch phát xạ do các đám khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích phát sáng phát ra.

Phân tích, hướng dẫn:

Các đám khí hay hơi ở áp suất thấp khi bị kích thích (đốt nóng hoặc chiếu tia lửa điện) thì phát ra quang phổ gồm các vạch sáng nằm riêng rẽ $\Rightarrow$ **Đáp án D.**

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Quang phổ vạch phát xạ là

☒ A. hệ thống những vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền tối.

B. hệ thống những vạch tối riêng rẽ nằm trên một nền sáng.

C. hệ thống các vạch sáng và dải màu nằm xen kẽ nhau.

D. dải màu biến thiên từ lam đến tím.

Câu 2: Quang phổ vạch phát xạ có đặc điểm nào trong các đặc điểm sau đây?

- ☒ A. Có tính đặc trưng cho từng nguyên tố.
- B. Phụ thuộc kích thước của nguồn phát.
- C. Phụ thuộc nhiệt độ và kích thước của nguồn phát.
- D. phụ thuộc vào áp suất của nguồn phát.

Câu 3: Chọn phát biểu sai về quang phổ vạch phát xạ?

- A. Đó là quang phổ gồm những vạch màu riêng biệt nằm trên một nền tối.
- ☒ B. Quang phổ vạch phát xạ do các chất khí hoặc hơi ở áp suất cao phát sáng khi bị đốt nóng.
- C. Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau thì khác nhau về số lượng vạch, vị trí các vạch và cường độ sáng của các vạch đó.
- D. Dùng để nhận biết thành phần của các nguyên tố có trong một mẫu vật.

Câu 4: Quang phổ vạch phát xạ của Hidrô có bốn màu đặc trưng

- A. đỏ, vàng, lam, tím.
- B. đỏ, lục, chàm, tím.
- ☒ C. đỏ, lam, chàm, tím.
- D. đỏ, vàng, chàm, tím.

Câu 5: Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau không có tính chất nào sau đây?

- A. Số lượng các vạch quang phổ khác nhau.
- ☒ B. Bề rộng các vạch quang phổ khác nhau.
- C. Màu sắc các vạch và vị trí các vạch màu khác nhau.
- D. Độ sáng tỉ đối của các vạch quang phổ khác nhau.

Câu 6: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phát biểu nào sau đây là đúng?

- A. Chất khí hay hơi ở áp suất thấp được kích thích bằng nhiệt hay bằng điện cho quang phổ liên tục.
- B. Chất khí hay hơi được kích thích bằng nhiệt hay bằng điện luôn cho quang phổ vạch.
- C. Quang phổ liên tục của nguyên tố nào thì đặc trưng cho nguyên tố ấy.
- ☒ D. Quang phổ vạch của nguyên tố nào thì đặc trưng cho nguyên tố ấy.

Câu 7: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Quang phổ vạch phát xạ

- A. của các nguyên tố khác nhau, ở cùng một nhiệt độ thì như nhau về độ sáng tỉ đối của các vạch.
- B. là một hệ thống những vạch sáng (vạch màu) riêng lẻ, ngăn cách nhau bởi những khoảng tối.
- C. do các chất rắn, chất lỏng hoặc chất khí có áp suất lớn phát ra khi bị nung nóng.
- D. là một dải có màu từ đỏ đến tím nối liền nhau một cách liên tục.

(Đáp án: 1A, 2A, 3B, 4C, 5B, 6D, 7B)

Ví dụ 5: Khi nói về điều kiện để thu được quang phổ vạch hấp thụ, đáp án nào sau đây là đúng?

- A. Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải cao hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục.
- B. Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải thấp hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục.
- C. Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải bằng nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục.
- D. Nhiệt độ và áp suất của đám khí hay hơi hấp thụ phải thấp hơn nhiệt độ và áp suất của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục.

Phân tích, hướng dẫn:

Muốn thu được quang phổ vạch hấp thụ thì nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải thấp hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục $\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 6: Thế nào là hiện tượng đảo sắc của các vạch quang phổ?

Trả lời:

Trong thí nghiệm tạo ra quang phổ vạch hấp thụ, nếu tắt nguồn sáng trắng, ta thấy nền quang phổ liên tục biến mất, đồng thời các vạch tối của quang phổ hấp thụ biến thành các vạch màu của quang phổ vạch phát xạ của chính đám hơi đó. Hiện tượng này gọi là hiện tượng đảo sắc của các vạch quang phổ. Hiện tượng này chứng tỏ: ở một nhiệt độ nhất định, một đám 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.

Ví dụ 7: Trong phổ phát xạ của Natri chứa vạch màu vàng ứng với bước sóng $\lambda = 0,56 \mu\text{m}$. Trong phổ hấp thụ Natri sẽ thiếu

- ☒ A. ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,56 \mu\text{m}$
- ☐ B. mọi ánh sáng có bước sóng $\lambda > 0,56 \mu\text{m}$.
- ☐ C. mọi ánh sáng có bước sóng $\lambda < 0,56 \mu\text{m}$
- ☐ D. tất cả các ánh sáng khác ngoài sóng có bước sóng $\lambda = 0,56 \mu\text{m}$.

Phân tích, hướng dẫn:

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. Vì vậy, với Natri, khí phát xạ nó phát ra vạch màu vàng ứng với bước sóng $\lambda = 0,56 \mu\text{m}$ thì trong phổ hấp thụ của Natri sẽ thiếu ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,56 \mu\text{m}$.

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2007)

Ở một nhiệt độ nhất định, nếu một đám hơi có khả năng phát ra hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng tương ứng λ_1 và λ_2 (với $\lambda_1 < \lambda_2$) thì nó cũng có khả năng hấp thụ

- A. mọi ánh sáng đơn sắc có bước sóng nhỏ hơn λ_1 .
- B. mọi ánh sáng đơn sắc có bước sóng trong khoảng từ λ_1 đến λ_2 .
- ☒ C. hai ánh sáng đơn sắc đó.
- D. mọi ánh sáng đơn sắc có bước sóng lớn hơn λ_2 .

Ví dụ 8: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về quang phổ vạch phát xạ

- A. Gồm một hệ thống những vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền tối.
- B. Các nguyên tố khác nhau có quang phổ vạch khác nhau.
- C. Do các khí hay hơi ở áp suất thấp khi bị kích thích phát sáng phát ra.
- ☒ D. Đo sự phân bố cường độ sáng của các vạch người ta có thể xác định thành phần hoá học của một chất.

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn đáp án D vì ngoài việc đo sự phân bố cường độ sáng của các vạch còn phải căn cứ vào số lượng các vạch và vị trí của chúng.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Quang phổ vạch hấp thụ là

- A. hệ thống những vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền tối.
- ☒ B. hệ thống những vạch tối riêng rẽ nằm trên một nền sáng.
- C. hệ thống các vạch sáng và dải màu nằm xen kẽ nhau.
- D. dải màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

Bài 2: Khi một vật hấp thụ ánh sáng phát ra từ một nguồn, thì nhiệt độ của vật sẽ

- ☒ A. thấp hơn nhiệt độ của nguồn.
- B. bằng nhiệt độ của nguồn.
- C. cao hơn nhiệt độ của nguồn.
- D. có thể nhận giá trị bất kì.

Bài 3: Trong quang phổ hấp thụ của một khối khí hay hơi thì

- A. vị trí của vạch tối trùng với vị trí các vạch màu của quang phổ liên tục của khối khí hay hơi đó.
- B. vị trí của các vạch màu trùng với vị trí các vạch tối của quang phổ phát xạ của khối khí hay hơi đó.
- ☒ C. vị trí của các vạch tối trùng với vị trí các vạch màu của quang phổ phát xạ của khối khí hay hơi đó.
- D. vị trí của những vạch tối xen kẽ với những vạch sáng.

Bài 4: Khi nói về quang phổ vạch hấp thụ, đáp án nào sau đây là đúng?

- ☒ A. Quang phổ của ánh sáng Mặt Trời mà ta thu được trên Trái Đất là quang phổ vạch hấp thụ.
- B. Quang phổ của ánh sáng Mặt Trời mà ta thu được trên Trái Đất là quang phổ liên tục.
- C. Quang phổ vạch hấp thụ có thể do các vật rắn ở nhiệt độ cao phát sáng phát ra.
- D. Quang phổ vạch hấp thụ có thể do các vật lỏng ở nhiệt độ thấp phát sáng phát ra.

Bài 5: Hiện tượng đảo sắc là

- A. sự dịch chuyển các vạch phổ phát xạ khi nhiệt độ nguồn phát thay đổi.
- B. sự dịch chuyển các vạch phổ hấp thụ khi nhiệt độ nguồn phát thay đổi.
- C. hiện tượng quang phổ liên tục bị mất một số vạch màu nào đó.
- ☒ D. hiện tượng tại một nhiệt độ nhất định đám hơi có khả năng hấp thụ đúng những ánh sáng đơn sắc mà nó có khả năng phát xạ.

Bài 6: (Trích DTTS vào các trường Đại học khối A, 2007)

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. 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.

Bài 7: Hiện tượng đặc biệt liên hệ giữa quang phổ vạch hấp thụ và quang phổ vạch phát xạ của cùng một nguyên tố là hiện tượng

- A.** đảo sắc.
- B. giao thoa ánh sáng.
- C. tán sắc ánh sáng.
- D. nhiễu xạ.

(Đáp án: 1B, 2A, 3C, 4A, 5D, 6D, 7A)

Ví dụ 9: Nêu tên và chức năng của các bộ phận chính trong máy quang phổ.

Trả lời:

– Máy quang phổ là dụng cụ ứng dụng hiện tượng tán sắc ánh sáng để phân tích một chùm sáng phức tạp thành các thành phần đơn sắc.

– Cấu tạo của máy quang phổ gồm 3 bộ phận chính:

+ Ống chuẩn trực nhằm tạo ra chùm sáng song song, ống này có một thấu kính hội tụ L_1 .

+ Bộ phận phân tích chùm sáng song song thành nhiều chùm sáng đơn sắc song song. Nó có thể là lăng kính P hoặc cách tử nhiễu xạ.

+ Buồng ảnh để quan sát hoặc chụp ảnh quang phổ của chùm sáng, gồm thấu kính hội tụ L_2 , phía sau, ở tiêu diện đặt màn ảnh hay kính mờ.

Ví dụ 10: Điều nào sau đây là sai khi nói về máy quang phổ?

- A. Máy quang phổ dùng để phân tích chùm sáng nhiều thành phần thành những thành phần đơn sắc khác nhau.
- B. Ống trực chuẩn của máy quang phổ dùng để tạo ra chùm sáng phân kì.
- C. Lăng kính trong máy quang phổ có tác dụng tán sắc chùm sáng cần phân tích.
- D. Một trong những bộ phận chính của máy quang phổ là buồng ảnh.

Phân tích, hướng dẫn:

Ống chuẩn trực có một thấu kính hội tụ, nguồn sáng đặt tại tiêu điểm vật của thấu kính này, qua thấu kính sẽ tạo ra chùm sáng song song để chiếu vào lăng kính

⇒ **Đáp án B.**

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Nguyên tắc hoạt động của máy quang phổ dựa trên hiện tượng

- A. tán sắc ánh sáng.
- B. khúc xạ ánh sáng.
- C. phản xạ ánh sáng.
- D. giao thoa ánh sáng.

Bài 2: Chùm tia ló ra khỏi lăng kính trong một máy quang phổ là

- A. chùm phân kì màu trắng.
- B. chùm phân kì nhiều màu.
- C. chùm tia có các màu đơn sắc khác nhau song song với nhau.
- D. một tập hợp gồm nhiều chùm tia song song, mỗi chùm có một màu.

Bài 3: Tác dụng của lăng kính trong máy phân tích quang phổ là

- A. làm lệch các tia sáng về phía đáy.
- B. làm tán sắc chùm sáng song song thành nhiều chùm tia đơn sắc song song.
- C. tổng hợp các chùm sáng đơn sắc song song thành chùm sáng trắng.
- D. chuyển chùm sáng song song thành chùm sáng phân kì.

Bài 4: Tác dụng của thấu kính hội tụ trong buồng ảnh của máy phân tích quang phổ là

- A. chuyển chùm sáng phân kì thành chùm sáng hội tụ.
- B. hội tụ các chùm sáng đơn sắc song song đi ra từ lăng kính thành các vạch sáng đơn sắc riêng lẻ trên màn đặt tại tiêu diện.
- C. chuyển chùm sáng hội tụ thành chùm sáng song song.
- D. chuyển các chùm sáng song song thành các chùm hội tụ.

Bài 5: Vạch quang phổ về thực chất là

- A. những vạch sáng, tối trên các quang phổ.
- B. bức xạ đơn sắc, tách ra từ những chùm sáng phức tạp.
- C. ảnh thật của khe máy quang phổ tạo bởi những chùm sáng đơn sắc.
- D. thành phần cấu tạo của mọi quang phổ.

Bài 6: Máy quang phổ càng tốt, nếu chiết suất của chất làm lăng kính

- A. càng lớn.
- B. càng nhỏ.
- C. biến thiên càng nhanh theo bước sóng ánh sáng.
- D. biến thiên càng chậm theo bước sóng ánh sáng.

Bài 7: Ánh sáng nào sau đây khi chiếu vào máy quang phổ sẽ được quang phổ liên tục?

- A. ánh sáng trắng.
- B. ánh sáng đỏ.
- C. ánh sáng gồm ba thành phần đỏ, cam, tím.
- D. ánh sáng tím.

(Đáp án: 1A, 2D, 3B, 4B, 5C, 6C, 7A)

Ví dụ 11: Thế nào là phép phân tích bằng quang phổ và những tiện lợi của nó.

Trả lời:

- Phép phân tích quang phổ là phép phân tích thành phần cấu tạo của các chất dựa vào nghiên cứu quang phổ của chúng.

- Tiện lợi:

+ Trong phép phân tích định tính (chỉ cần nhận biết sự có mặt của các thành phần khác nhau) thì tiện lợi ở chỗ: Đơn giản, cho kết quả nhanh hơn phép phân tích hoá học.

+ Trong phép phân tích định lượng (cần xác định được cả nồng độ của các thành phần trong mẫu) có ưu điểm: Rất nhạy, phát hiện và đo được nồng độ rất nhỏ.

+ Ưu điểm tuyệt đối của phép phân tích quang phổ là: Xác định được các thành phần cấu tạo và nhiệt độ của các vật ở xa như Mặt Trời và các ngôi sao.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Phép phân tích bằng quang phổ thực chất là

- A. phép phân tích thành phần cấu tạo của các chất dựa vào việc nghiên cứu quang phổ của chúng.
- B. phép phân tích ánh sáng trắng.
- C. nguyên tắc dùng để xác định nhiệt độ của các chất.
- D. phép tổng hợp các ánh sáng đơn sắc khác nhau.

Bài 2: Sử dụng phép phân tích quang phổ sẽ xác định được

- A. màu sắc của vật phát sáng.
- B. hình dạng của vật phát sáng.
- C. kích thước, hình dạng của vật phát sáng.
- D. thành phần cấu tạo và nhiệt độ của vật phát sáng.

- Bài 3:** Điều nào sau đây là sai khi nói về ưu thế của phép phân tích quang phổ?
- A. Phép phân tích định tính đơn giản và cho kết quả nhanh hơn phân tích hóa học.
 - B. Phân tích định lượng với độ chính xác cao.
 - C. Phát hiện được cả những tạp chất có nồng độ rất nhỏ.
 - D. Phát hiện tất cả các hợp chất.

(Đáp án: 1A, 2D, 3D)

Ví dụ 12: Khi nói về tia hồng ngoại, đáp án nào sau đây là đúng?

- A. Tia hồng ngoại là những bức xạ có bước sóng nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng nhìn thấy.
- B. Tia hồng ngoại là bức xạ không nhìn thấy có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng màu đỏ.
- C. Tia hồng ngoại không có bản chất sóng điện từ.
- D. Tia hồng ngoại do các vật có nhiệt độ cao phát ra.

Hướng dẫn :

Tia hồng ngoại là bức xạ không nhìn thấy có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng màu đỏ $\Rightarrow$ **Đáp án B.**

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Tia hồng ngoại là bức xạ

- A. có màu hồng nhạt.
- B. không nhìn thấy được.
- C. có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ.
- D. có bước sóng nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng tím.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2008)

Tia hồng ngoại là những bức xạ có

- A. bản chất là sóng điện từ.
- B. khả năng ion hoá mạnh không khí.
- C. khả năng đâm xuyên mạnh, có thể xuyên qua lớp chì dày cỡ cm.
- D. bước sóng nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng đỏ.

Bài 3: Phát biểu nào sai về tia hồng ngoại?

- A. Tia hồng ngoại là một trong những bức xạ mà mắt thường không thể nhìn thấy.
- B. Tia hồng ngoại là bức xạ không nhìn thấy, có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ ($0,75 \mu\text{m}$).
- C. Tia hồng ngoại là một trong những bức xạ do các vật bị nung nóng phát ra.
- D. Tia hồng ngoại không tuân theo các định luật về ánh sáng.

Bài 4: Tia hồng ngoại được phát ra chỉ bởi

- A. các vật nung nóng.
- B. vật có nhiệt độ cao.
- C. các vật có nhiệt độ trên 0°C .
- D. vật có nhiệt độ lớn hơn 0°K .

Bài 5: 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 $0,4\text{ }\mu\text{m}$.
- 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.

Bài 6: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Khi nói về tia hồng ngoại, phát biểu nào sau đây là sai?

- A. Tia hồng ngoại có bản chất là sóng điện từ.
- B. Các vật ở nhiệt độ trên 2000°C chỉ phát ra tia hồng ngoại.
- C. Tia hồng ngoại có tần số nhỏ hơn tần số của ánh sáng tím.
- D. Tác dụng nổi bật của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.

Bài 7: Tác dụng nổi bật của tia hồng ngoại?

- A. Ion hóa môi trường.
- B. Tác dụng nhiệt.
- C. Làm phát quang một số chất.
- D. Tất cả các tác dụng trên.

Bài 8: Ứng dụng nào dưới đây là của tia hồng ngoại?

- A. Dùng để sấy, sưởi.
- B. Dùng để diệt vi khuẩn.
- C. Ứng dụng trong việc kiểm tra khuyết tật của sản phẩm.
- D. Chữa bệnh còi xương.

Bài 9: Hãy chọn đáp án sai khi nói về ứng dụng của tia hồng ngoại.

- A. Tia hồng ngoại dùng để sấy khô, sưởi ấm.
- B. Tia hồng ngoại dùng để chế tạo ống nhòm nhìn vào ban đêm trong ngành quân sự.
- C. Tia hồng ngoại dùng trong cái điều khiển từ xa để điều khiển hoạt động của tivi, và các thiết bị nghe nhìn...
- D. Tia hồng ngoại thường được dùng trong công nghệ sơn, mạ tĩnh điện.

(Đáp án: 1C, 2A, 3D, 4D, 5C, 6B, 7B, 8A, 9D)

Ví dụ 13: Chọn phát biểu sai?

- A. Tia tử ngoại có bản chất là sóng điện từ.
- B. Tia tử ngoại dùng để diệt vi khuẩn, chữa bệnh còi xương.
- C. Tia tử ngoại phát hiện các vết nứt trong kĩ thuật chế tạo máy.
- D. Tia tử ngoại là những bức xạ không nhìn thấy được có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng tím ($0,4\text{ }\mu\text{m}$) được phát ra từ nguồn có nhiệt độ rất cao.

Phân tích, hướng dẫn:

Ta biết rằng bước sóng của tia tử ngoại nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng tím

$\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Nguồn phát ra tia tử ngoại?

- A. Các vật có nhiệt độ cao trên 2000°C .
- B. Các vật có nhiệt độ rất cao.
- C. Hầu như tất cả các vật, kể cả các vật có nhiệt độ thấp.
- D. Một số chất đặc biệt.

Bài 2: (Trích ĐTTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010) Trong các nguồn bức xạ đang hoạt động: hồ quang điện, màn hình máy vô tuyến, lò sưởi điện, lò vi sóng; nguồn phát ra tia tử ngoại mạnh nhất là

- A. màn hình máy vô tuyến.
- B. lò vi sóng.
- C. lò sưởi điện.
- D. hồ quang điện.

Bài 3: Vùng tử ngoại gần là

- A. vùng $1,8\text{ }\mu\text{m} + 2\text{ }\mu\text{m}$.
- B. vùng $0,18\text{ }\mu\text{m} + 0,2\text{ }\mu\text{m}$.
- C. vùng $0,18\text{ }\mu\text{m} + 0,4\text{ }\mu\text{m}$.
- D. vùng $0,18\text{ }\mu\text{m} + 0,55\text{ }\mu\text{m}$.

Bài 4: Tác dụng của tia tử ngoại?

- A. Làm đen kính ảnh, ion hóa không khí, gây ra hiện tượng quang điện ở một số chất.
- B. Làm phát quang một số chất, gây ra một số phản ứng quang hóa, ...
- C. Có một số tác dụng sinh học.
- D. Tất cả các tác dụng trên.

Bài 5: Ứng dụng nào dưới đây là của tia tử ngoại?

- A. Ứng dụng trong việc kiểm tra khuyết tật của sản phẩm.
- B. Sử dụng trong các bộ điều khiển từ xa của tivi.
- C. Sử dụng để làm đèn chiếu sáng của ô tô.
- D. Dùng để sấy, sưởi.

Bài 6: Tia tử ngoại

- A. là bức xạ do vật có khối lượng riêng lớn bị kích thích phát ra.
- B. là một trong những bức xạ mà mắt người có thể thấy được.
- C. không bị thạch anh hấp thụ.
- D. không có tác dụng diệt khuẩn.

Bài 7: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2008)

Khi nói về tia tử ngoại, phát biểu nào dưới đây là sai?

- A. Tia tử ngoại có tác dụng mạnh lên kính ảnh.
- B. Tia tử ngoại có bản chất là sóng điện từ.
- C. Tia tử ngoại có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng tím.
- D. Tia tử ngoại bị thủy tinh hấp thụ mạnh và làm ion hoá không khí.

Bài 8: Khi nói về tia tử ngoại, đáp án nào sau đây là không đúng.

A. Tia tử ngoại là một trong những bức xạ không nhìn thấy có bước sóng nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng tím ($0,4 \mu\text{m}$).

- B. Tia tử ngoại có bản chất sóng điện từ và tác dụng mạnh lên kính ảnh.
- C. Tia tử ngoại bị thủy tinh và nước hấp thụ mạnh.
- D. Tia tử ngoại không bị thủy tinh và nước hấp thụ vì nó có năng lượng lớn.

Câu 9: Hãy chọn đáp án sai khi nói về ứng dụng của tia tử ngoại.

- A. Tia tử ngoại dùng để khử trùng nước, thực phẩm và các dụng cụ y tế.
- B. Tia tử ngoại dùng để chữa bệnh còi xương.
- C. Tia tử ngoại dùng để tìm các vết nứt trên bề mặt kim loại.
- D. Tia tử ngoại kích thích các hạt cây nảy mầm.

Câu 10: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Tia tử ngoại được dùng

- A. để tìm vết nứt trên bề mặt sản phẩm bằng kim loại.
- B. trong y tế để chụp điện, chiếu điện.
- C. để chụp ảnh bề mặt Trái Đất từ vệ tinh.
- D. để tìm khuyết tật bên trong sản phẩm bằng kim loại.

(Đáp án: 1A, 2D, 3C, 4D, 5A, 6C, 7C, 8D, 9D, 10A)

Ví dụ 11: Tia Rơn-ghen có

- A. cùng bản chất với sóng âm.
- B. bước sóng lớn hơn bước sóng của tia hồng ngoại.
- C. cùng bản chất với sóng vô tuyến.
- D. điện tích âm.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích, hướng dẫn:

Theo lí thuyết, tia Rơn-ghen là bức xạ điện từ:

- Có thể truyền được trong chân không nên A sai
- Bước sóng nhỏ hơn bức xạ tử ngoại nên B sai
- Không mang điện tích nên D sai
- Có cùng bản chất với sóng vô tuyến nên C đúng

Ví dụ 12: Điều nào sau đây là **không** đúng khi nói về tính chất của tia Rơn-ghen:

- A. Có tác dụng mạnh lên kính ảnh.
- B. Có tác dụng làm phát quang một số chất.
- C. Dễ dàng đâm xuyên qua lá chì dày vài cm.
- D. Có tác dụng sinh lí như huỷ hoại tế bào, giết vi khuẩn.

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn C vì tia Rơn-ghen không thể truyền qua lá chì dày vài cm.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: 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.

Bài 2: Để tạo ra chùm tia X, chỉ cần phóng một chùm electron có vận tốc lớn, cho đập vào

- A. một vật rắn bất kì.
- B. một vật rắn có nguyên tử lượng lớn.
- C. một vật rắn, lỏng, khí bất kì.
- D. một vật rắn hoặc lỏng bất kì.

Bài 3: Khi nói về tia Rơn-ghen, đáp án nào sau đây là không đúng.

- A. Tia Rơn-ghen là một loại sóng điện từ có bước sóng nhỏ hơn bước sóng của tia tử ngoại và lớn hơn bước sóng của tia gamma.
- B. Tia Rơn-ghen tác dụng mạnh lên kính ảnh, làm phát quang một số chất và có khả năng đâm xuyên mạnh hơn tia tử ngoại.
- C. Tia Rơn-ghen có tác dụng sinh lí và có khả năng ion hóa không khí.
- D. Tia Rơn-ghen là một loại sóng điện từ nhưng nó không có tính chất giao thoa như sóng ánh sáng.

(Đáp án: 1A, 2C, 3D)

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008) Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về quang phổ?

- A. Quang phổ liên tục của nguồn sáng nào thì phụ thuộc thành phần cấu tạo của nguồn sáng ấy.
- B. Mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố đó.
- C. Để thu được quang phổ hấp thụ thì nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải cao hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục.
- D. Quang phổ hấp thụ là quang phổ của ánh sáng do một vật rắn phát ra khi vật đó được nung nóng.

Câu 2: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009) Khi nói về quang phổ, phát biểu nào sau đây là đúng?

- A. Các chất rắn bị nung nóng thì phát ra quang phổ vạch.
- B. Mỗi nguyên tố hóa học có một quang phổ vạch đặc trưng của nguyên tố ấy.
- C. Các chất khí ở áp suất lớn bị nung nóng thì phát ra quang phổ vạch.
- D. Quang phổ liên tục của nguyên tố nào thì đặc trưng cho nguyên tố đó.

Câu 3: Quang phổ do các đèn huỳnh quang phát ra thuộc loại

- A. Quang phổ vạch phát xạ.
- B. Quang phổ hấp thụ.
- C. Quang phổ vạch hấp thụ trên nền quang phổ liên tục.
- D. Quang phổ liên tục.

Câu 4: Tìm phát biểu sai về phép phân tích quang phổ?

- A. Nhờ phân tích quang phổ người ta biết được sự có mặt của các nguyên tố khác nhau trong mẫu vật nghiên cứu.
- B. Quang phổ liên tục có tất cả các vạch màu biến thiên liên tục nên có thể dùng trong phép phân tích quang phổ.
- C. Quang phổ vạch phát xạ có tính đặc trưng cho mỗi nguyên tố nên có thể dùng trong phép phân tích quang phổ.
- D. Quang phổ vạch hấp thụ cũng có tính đặc trưng cho mỗi nguyên tố nên cũng có thể dùng trong phép phân tích quang phổ.

Câu 5: Nếu chùm tia sáng đưa vào ống chuẩn trực của máy quang phổ là do bóng đèn dây tóc nóng sáng phát ra thì quang phổ thu được trong buồng ảnh thuộc loại

- A. Quang phổ vạch.
- B. Quang phổ liên tục.
- C. Quang phổ hấp thụ.
- D. Quang phổ vạch phát xạ.

Câu 6: Quang phổ nào sau đây là quang phổ vạch phát xạ?

- A. Ánh sáng từ chiếc nhẫn nung đỏ.
- B. Ánh sáng của Mặt Trời thu được trên Trái Đất.
- C. Ánh sáng từ bút thử điện.
- D. Ánh sáng từ đèn dây tóc nóng sáng.

Câu 7: Trong nghiên cứu phổ vạch của vật chất bị kích thích phát quang, dựa vào vị trí các vạch, người ta có thể kết luận

- A. về cách hay phương pháp kích thích vật chất dẫn đến phát quang.
- B. về quãng đường đi qua của ánh sáng có phổ đang nghiên cứu
- C. về các hợp chất hoá học tồn tại trong vật chất
- D. về các nguyên tố hoá học cấu thành vật chất.

Câu 8: Đèn hơi natri hấp thụ ánh sáng vàng của đèn dây tóc chiếu tới nó, khi có hiện tượng đảo vạch quang phổ xảy ra thì đèn hơi natri phát xạ ra ánh sáng

- A. vàng.
- B. tím.
- C. đỏ.
- D. dải màu biến thiên từ vàng đến tím.

Câu 9: Tia tử ngoại được dùng

- A. để tìm khuyết tật bên trong sản phẩm bằng kim loại.
- B. để chụp ảnh bề mặt Trái Đất từ vệ tinh.
- C. trong y tế để chụp điện, chiếu điện.
- D. để tìm vết nứt trên bề mặt sản phẩm bằng kim loại.

Câu 10: Tia nào sau đây không do các vật bị nung nóng phát ra?

- A. Tia Rơn-ghen.
- B. Tia tử ngoại.
- C. Tia hồng ngoại.
- D. Ánh sáng nhìn thấy.

Câu 11: Cơ thể con người ở nhiệt độ 37°C phát ra bức xạ nào trong các loại bức xạ sau?

- A. Tia Rơn-ghen.
- B. Bức xạ nhìn thấy.
- C. Tia hồng ngoại.
- D. Tia tử ngoại.

Câu 12: Điều nào là sai khi so sánh tia hồng ngoại và tia tử ngoại?

- A. Cùng bản chất là sóng điện từ.
- B. Tia hồng ngoại và tia tử ngoại đều không nhìn thấy được bằng mắt thường.
- C. Tia hồng ngoại và tia tử ngoại đều có tác dụng lên kính ảnh.
- D. Tia hồng ngoại có bước sóng nhỏ hơn tia tử ngoại.

Câu 13: Trong các loại tia: tia Rơn-ghen, tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia đơn sắc màu lục thì tia có tần số nhỏ nhất là

- A. tia hồng ngoại.
- B. tia đơn sắc màu lục.
- C. tia tử ngoại.
- D. tia Rơn-ghen.

Câu 14: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009) Trong chân không, các bức xạ được sắp xếp theo thứ tự bước sóng giảm dần là:

- A. tia Rơn-ghen, tia tử ngoại, ánh sáng tím, tia hồng ngoại.
- B. tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia Rơn-ghen, tia tử ngoại.
- C. ánh sáng tím, tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.
- D. tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.

Câu 15: Phát biểu nào sau đây **không** đúng? Tia X và tia tử ngoại đều

- A. có bản chất là sóng điện từ.
- B. tác dụng mạnh lên kính ảnh.
- C. kích thích một số chất phát quang.
- D. bị lệch khi đi qua một điện trường mạnh.

Câu 16: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2007)

Tia hồng ngoại và tia Rơn-ghen đều có bản chất là sóng điện từ, có bước sóng dài ngắn khác nhau nên

- A. chúng bị lệch khác nhau trong từ trường đều.
- B. có khả năng đâm xuyên khác nhau.
- C. chúng bị lệch khác nhau trong điện trường đều.
- D. chúng đều được sử dụng trong y tế để chụp X-quang (chụp điện).

Câu 17: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2007)

Các bức xạ có bước sóng trong khoảng từ $3 \cdot 10^{-9}$ m đến $3 \cdot 10^{-7}$ m là

- A. tia tử ngoại.
- B. ánh sáng nhìn thấy.
- C. tia hồng ngoại.
- D. tia Rơn-ghen.

Câu 18: Nhận xét nào sau đây là đúng? Tia hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy được, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen và tia Gamma đều là

- A. sóng cơ học có bước sóng khác nhau.
- B. sóng vô tuyến có bước sóng khác nhau.
- C. sóng điện từ có bước sóng khác nhau.
- D. sóng ánh sáng có bước sóng giống nhau.

Câu 19: Chọn câu sai.

- A. Ngôi sao phát ánh sáng màu xanh vì nhiệt độ ngôi sao lớn hơn so với Mặt Trời.
- B. Tần số của sóng ánh sáng đơn sắc không phụ thuộc vào môi trường.
- C. Chiết suất của môi trường phụ thuộc vào tần số của sóng ánh sáng đơn sắc.
- D. Đối với ánh sáng đơn sắc có bước sóng càng dài thì chiết suất của môi trường càng lớn.

Đáp án

1B	2B	3A	4B	5B	6C	7D	8A	9D	10A
11C	12D	13A	14D	15D	16B	17A	18C	19D	

Chủ đề 15: QUANG ĐIỆN NGOÀI

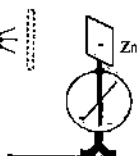
A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

1. Hiện tượng quang điện

a) Thí nghiệm của Héc về hiện tượng quang điện (năm 1887)

Bố trí thí nghiệm như hình vẽ. Chiếu một chùm sáng do hồ quang phát ra vào tấm kẽm tích điện âm gắn vào cần của một tĩnh điện kế, thì 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.



b) Định nghĩa hiện tượng quang điện

Hiện tượng ánh sáng làm bật các electron ra khỏi mặt kim loại gọi là hiện tượng quang điện (hay còn gọi là hiện tượng quang điện ngoài).

Các electron bị bật ra trong hiện tượng này gọi là các electron quang điện hay quang electron.

2. 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 ($\lambda \leq \lambda_0$) mới gây ra được hiện tượng quang điện. *Ánh sáng dù cường độ mạnh đến đâu, nếu không thỏa mãn điều kiện bước sóng ở trên sẽ không gây ra hiện tượng quang điện.*

Giá trị giới hạn quang điện λ_0 của một số kim loại:

Chất	λ_0 (μm)	Chất	λ_0 (μm)
Bạc	0,26	Canxi	0,43
Đồng	0,30	Natri	0,50
Kẽm	0,35	Kali	0,55
Nhôm	0,36	Xesi	0,66

3. Thuyết lượng tử ánh sáng

Vi thuyết sóng điện từ về ánh sáng không giải thích được định luật về giới hạn quang điện nên phải cần thuyết mới phù hợp.

a) Giả thuyết Planck (năm 1900)

Lượng năng lượng mà mỗi lần một nguyên tử hay phân tử hấp thụ hoặc phát xạ có giá trị hoàn toàn xác định và bằng hf. Trong đó f là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hoặc được phát xạ, $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ gọi là hằng số Planck.

– Lượng năng lượng $\boxed{\epsilon = hf}$ gọi là lượng tử năng lượng.

b) Thuyết lượng tử ánh sáng (thuyết photon) của Anh-xtanh (năm 1905)

– Ánh sáng được tạo bởi các hạt gọi là photon.

– Với mỗi ánh sáng đơn sắc có tần số f, các photon đều giống nhau, mỗi photon mang năng lượng $\epsilon = hf$.

– Photon chỉ tồn tại trong trạng thái chuyển động. Trong chân không, photon bay với tốc độ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ dọc theo các tia sáng.

– Mỗi lần một nguyên tử hay phân tử phát xạ hoặc hấp thụ ánh sáng thì chúng phát ra hoặc hấp thụ một photon.

– Khi ánh sáng truyền đi, các lượng tử ánh sáng $\epsilon = hf$ không bị thay đổi và không phụ thuộc vào khoảng cách tới nguồn sáng.

– Tuy mỗi lượng tử ánh sáng $\epsilon = hf$ mang năng lượng rất nhỏ nhưng trong chùm sáng lại có một số rất lớn lượng tử ánh sáng, vì thế ta có cảm giác chùm sáng là liên tục.

c) Giải thích định luật về giới hạn quang điện bằng thuyết lượng tử ánh sáng

Anh-xtanh cho rằng, trong hiện tượng quang điện có sự hấp thụ hoàn toàn photon chiếu tới. Mỗi photon bị hấp thụ sẽ truyền toàn bộ năng lượng ϵ của nó cho một electron. Muốn electron bứt ra khỏi mặt kim loại thì bắt buộc năng lượng

$\epsilon \geq A$ (A là công thoát), tức là $hf \geq A \Rightarrow h \frac{c}{\lambda} \geq A \Rightarrow \lambda \leq \frac{hc}{A}$. Nếu đặt $\frac{hc}{A} = \lambda_0$ thì sẽ thu được $\lambda \leq \lambda_0$ và λ_0 chính là giới hạn quang điện của kim loại.

4. Lượng 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.

5. Các công thức cần lưu ý khi làm bài tập

- Năng lượng photon ánh sáng kích thích $\epsilon = hf = \frac{hc}{\lambda}$

- Liên hệ giữa công thoát A và giới hạn quang điện λ_0 : $\frac{hc}{A} = \lambda_0$

- Công suất bức xạ của nguồn sáng: $P = n_p \epsilon = n_p \frac{hc}{\lambda}$, trong đó n_p là số photon tới bề mặt catốt trong 1s.

- Khi $W_{\max}$ bằng công cản của điện trường thì có sự cân bằng động giữa số electron bật ra và số electron bị hút trở lại. Quãng cầu có điện tích không đổi và có

điện thế cực đại $V_{\max}$ được tính theo công thức: $V_{\max} = \frac{1}{|e|} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right)$

Các hằng số

$$h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Đơn vị

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$$

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Năng lượng của photon ứng với ánh sáng có bước sóng 768 nm là

A. 1,61 eV.

B. 16,1 eV.

C. $1,61 \cdot 10^2$ eV.

D. 0,16 eV.

Phân tích, hướng dẫn giải:

Bài tập loại này tương đối đơn giản, chỉ cần đổi đơn vị cho đúng.

Năng lượng của photon ánh sáng tính theo đơn vị Jun:

$$\epsilon = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{768 \cdot 10^{-9}} = 2,58 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Nếu tính theo đơn vị eV ta có: $\epsilon = \frac{2,58 \cdot 10^{-19} \text{ (J)}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,61 \text{ (eV)} \Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009)

Trong chân không, bức xạ đơn sắc vàng có bước sóng là $0,589 \mu\text{m}$. Lấy $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ và $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Năng lượng của photon 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.

Bài 2: Tia hồng ngoại mà photon của nó có năng lượng vào cỡ 0,04 eV. Bước sóng tương ứng của nó là

- A. $31 \mu\text{m}$. B. $3,1 \mu\text{m}$. C. $0,31 \mu\text{m}$. D. $311 \mu\text{m}$.

Bài 3: Năng lượng của mỗi lượng tử ánh sáng phụ thuộc vào

- A. tần số bức xạ ánh sáng.
B. nhiệt độ của nguồn phát sáng.
C. số lượng tử phát ra từ nguồn sáng.
D. vận tốc ánh sáng.

Bài 4: Năng lượng của mỗi lượng tử ánh sáng phụ thuộc vào

- A. công suất của nguồn phát sáng.
B. bước sóng ánh sáng trong chân không.
C. cường độ chùm sáng.
D. môi trường truyền sáng.

Bài 5: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009)

Với $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ lần lượt là năng lượng của photon ứng với các bức xạ màu vàng, bức xạ tử ngoại và bức xạ hồng ngoại thì

- A. $\epsilon_1 > \epsilon_2 > \epsilon_3$. B. $\epsilon_2 > \epsilon_1 > \epsilon_3$. C. $\epsilon_2 > \epsilon_3 > \epsilon_1$. D. $\epsilon_3 > \epsilon_1 > \epsilon_2$.

Bài 6: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2008)

Khi truyền trong chân không, ánh sáng đỏ có bước sóng $\lambda_1 = 720 \text{ nm}$, ánh sáng tím có bước sóng $\lambda_2 = 400 \text{ nm}$. Cho hai ánh sáng này truyền trong một môi trường trong suốt mà chiết suất tuyệt đối của nó đối với từng ánh sáng lần lượt là $n_1 = 1,33$ và $n_2 = 1,34$. Trong môi trường này, tỉ số năng lượng giữa photon ánh sáng đỏ với năng lượng của photon ánh sáng tím bằng

- A. $\frac{134}{133}$. B. $\frac{133}{134}$. C. $\frac{5}{9}$. D. $\frac{9}{5}$.

Bài 7: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009) Khi nói về thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào sau đây là đúng?

- A. Năng lượng photon càng nhỏ khi cường độ chùm ánh sáng càng nhỏ.
- B. Photon có thể chuyển động hay đứng yên tùy thuộc vào nguồn sáng chuyển động hay đứng yên.
- C. Năng lượng của photon càng lớn khi tần số của ánh sáng ứng với photon đó càng nhỏ.
- D. Ánh sáng được tạo bởi các hạt gọi là photon.

Ví dụ 2: Công thoát electron ra khỏi bề mặt một kim loại $A = 3,3 \cdot 10^{-19}$ J. Giới hạn quang điện của kim loại này là

- A. $0,46 \mu\text{m}$. B. $0,52 \mu\text{m}$. C. $0,6 \mu\text{m}$. D. $0,7 \mu\text{m}$.

Phân tích, hướng dẫn giải:

Giới hạn quang điện của kim loại:

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,3 \cdot 10^{-19}} = 6,0227 \cdot 10^{-7} \text{ m} \approx 0,6 \mu\text{m} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Giới hạn quang điện của một kim loại là $5200 \text{ \AA}$. Công thoát của kim loại này là

- A. $0,38 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. B. $0,38 \cdot 10^{-18} \text{ J}$. C. $0,38 \cdot 10^{-17} \text{ J}$. D. $0,38 \cdot 10^{-16} \text{ J}$.

Bài 2: Kim loại Ca làm catốt cho một tế bào quang điện có giới hạn quang điện $\lambda_0 = 0,75 \mu\text{m}$. Công thoát của kim loại này là

- A. $A = 2,000 \text{ eV}$. B. $A = 1,656 \text{ eV}$. C. $A = 0,7500 \text{ eV}$. D. $1,528 \text{ eV}$.

Bài 3: Giới hạn quang điện của kẽm là $0,36 \mu\text{m}$, công thoát electron của kẽm lớn hơn của natri 1,4 lần. Giới hạn quang điện của natri bằng

- A. $0,257 \mu\text{m}$. B. $0,504 \mu\text{m}$. C. $1,76 \mu\text{m}$. D. $1,04 \mu\text{m}$.

Ví dụ 3: Chiếu một chùm sáng đơn sắc đến bề mặt một kim loại, hiện tượng quang điện không xảy ra. Để hiện tượng quang điện xảy ra ta cần

- A. dùng ánh sáng có cường độ mạnh hơn.
- B. dùng chùm sáng có bước sóng nhỏ hơn.
- C. tăng diện tích kim loại được chiếu sáng.
- D. tăng thời gian chiếu sáng.

Phân tích, hướng dẫn giải:

Để hiện tượng quang điện xảy ra, tức là electron phải bật được ra ngoài kim loại, thì năng lượng ϵ của photon kích thích phải lớn hơn hoặc bằng công thoát A , hay nói theo cách của định luật quang điện I: ánh sáng kích thích phải có bước sóng λ nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện λ_0 . Vì vậy ta cần ánh sáng có bước sóng nhỏ hơn $\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Không có electron bật ra khỏi kim loại khi chiếu một chùm sáng đơn sắc vào nó vì

- A. chùm sáng có cường độ quá nhỏ.
- B. bước sóng của ánh sáng lớn hơn giới hạn quang điện.
- C. kim loại hấp thụ quá ít ánh sáng đó.
- D. công thoát của electron nhỏ hơn năng lượng của photon.

Bài 2: Giới hạn quang điện của kim loại xêđi là $0,66 \mu\text{m}$. Hiện tượng quang điện không xảy ra khi chiếu vào kim loại đó bức xạ

- A. hồng ngoại.
- B. màu vàng có bước sóng $0,58 \mu\text{m}$.
- C. tử ngoại.
- D. màu đỏ có bước sóng $0,65 \mu\text{m}$.

Bài 3: Giới hạn quang điện của natri là $0,50 \mu\text{m}$. Hiện tượng quang điện sẽ không xảy ra khi chiếu vào catốt bằng natri chùm bức xạ là

- A. chùm tia Rơn-ghen.
- B. chùm tia tử ngoại.
- C. chùm ánh sáng nhìn thấy.
- D. chùm tia hồng ngoại.

Bài 4: Chiếu bức xạ có bước sóng λ tới bề mặt một kim loại. Biết công thoát electron khỏi mặt kim loại này là A . Hiện tượng quang điện xảy ra khi

- A. $\lambda \geq \frac{A}{hc}$.
- B. $\lambda \leq \frac{hc}{A}$.
- C. $\lambda < \frac{A}{hc}$.
- D. $\lambda > \frac{hc}{A}$.

Bài 5: Một tấm kim loại có giới hạn quang điện ngoài $\lambda_0 = 0,46 \mu\text{m}$. Hiện tượng quang điện ngoài sẽ xảy ra với nguồn bức xạ

- A. hồng ngoại có công suất 100W .
- B. tử ngoại có công suất $0,1\text{W}$.
- C. có bước sóng $0,64 \mu\text{m}$ có công suất 20W .
- D. hồng ngoại có công suất 1W .

Đáp án: 1B, 2A, 3D, 4A, 5B

Ví dụ 4: Công thoát của electron đối với một kim loại là 2,3eV. Hãy cho biết nếu chiếu lên bề mặt kim loại này lần lượt hai bức xạ có bước sóng là $\lambda_1 = 0,45\mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,56\mu\text{m}$ thì bức xạ nào có khả năng gây ra hiện tượng quang điện đối với kim loại đó

- A. Chỉ có bức xạ có bước sóng λ_2 là có khả năng gây ra hiện tượng quang điện.
- B. Cả hai bức xạ trên đều không thể gây ra hiện tượng quang điện.
- C. Cả hai bức xạ trên đều có thể gây ra hiện tượng quang điện.
- D. Chỉ có bức xạ có bước sóng λ_1 là có khả năng gây ra hiện tượng quang điện.

Phân tích, hướng dẫn giải:

Giới hạn quang điện của kim loại:

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,4 \cdot 10^{-7} \text{m} = 0,54 \mu\text{m}$$

Thấy rằng chỉ có bức xạ $\lambda_1 = 0,45\mu\text{m}$ thỏa mãn định luật quang điện I

⇒ Đáp án D.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Một kim loại có công thoát electron là $7,2 \cdot 10^{-19} \text{J}$. Chiếu lần lượt vào kim loại này các bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,18 \mu\text{m}$; $\lambda_2 = 0,21 \mu\text{m}$, $\lambda_3 = 0,32 \mu\text{m}$ và $\lambda_4 = 0,35 \mu\text{m}$. 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_3 và λ_4 .
- D. λ_2, λ_3 và λ_4 .

Bài 2: Lần lượt chiếu vào bề mặt một tấm kim loại có công thoát $A = 2 \text{ eV}$ các ánh sáng có bước sóng $\lambda_1 = 0,5 \mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,65 \mu\text{m}$. Ánh sáng đơn sắc nào có thể làm các electron trong kim loại đó bật ra ngoài?

- A. Cả λ_1 và λ_2
- B. λ_2
- C. λ_1
- D. Không có bức xạ nào kể trên.

Bài 3: Chiếu một chùm bức xạ đơn sắc vào một tấm kẽm có giới hạn quang điện $0,35\mu\text{m}$. Hiện tượng quang điện sẽ không xảy ra khi chùm bức xạ có bước sóng là

- A. $0,1\mu\text{m}$.
- B. $0,2\mu\text{m}$.
- C. $0,3\mu\text{m}$.
- D. $0,4\mu\text{m}$.

Bài 4: Công thoát của electron ra khỏi vonfram là 4,5eV. Cần chiếu ánh sáng có bước sóng dài nhất là bao nhiêu để gây ra hiện tượng quang điện trên mặt lớp vonfram?

- A. $0,276\mu\text{m}$.
- B. $2,76\mu\text{m}$.
- C. $0,207\mu\text{m}$.
- D. $0,138\mu\text{m}$.

Ví dụ 5: Ba chất bạc, đồng, kẽm tạo thành hợp kim có giới hạn quang điện bằng bao nhiêu?

- A. $0,26 \mu\text{m}$ B. $0,36 \mu\text{m}$ C. $0,30 \mu\text{m}$ D. $0,35 \mu\text{m}$

Phân tích, hướng dẫn giải:

Như đã biết giới hạn quang điện của bạc, đồng và kẽm lần lượt là $0,26 \mu\text{m}$; $0,30 \mu\text{m}$ và $0,35 \mu\text{m}$. Giới hạn quang điện của hợp kim sẽ là giá trị lớn nhất trong các giá trị trên, tức là $0,35 \mu\text{m} \Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 6: Một nguồn laser phát ra ánh sáng đỏ bước sóng bằng 630 nm với công suất $P = 40 \text{ mW}$. Số photon bức xạ ra trong thời gian $t = 10 \text{ s}$ là

- A. $83 \cdot 10^{16}$ B. $76 \cdot 10^{16}$ C. $95 \cdot 10^{16}$ D. $55 \cdot 10^{16}$

Phân tích, hướng dẫn giải:

- Ta có $P = \frac{N \cdot \epsilon}{t}$ suy ra số photon phát ra được xác định: $N = \frac{Pt}{\epsilon} = \frac{P \lambda t}{hc}$

- Thay số $N = \frac{40 \cdot 10^{-3} \cdot 630 \cdot 10^{-9} \cdot 10}{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \approx 95 \cdot 10^{16} \Rightarrow$ Đáp án C.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Công suất phát xạ của một ngọn đèn là 20 W . Biết rằng đèn này phát ra ánh sáng đơn sắc màu lam có bước sóng $0,5 \mu\text{m}$. Số photon phát ra trong mỗi giây là

- A. $6,24 \cdot 10^{18}$ B. $4,96 \cdot 10^{19}$ C. $3,15 \cdot 10^{20}$ D. $5,03 \cdot 10^{19}$

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009)

Một nguồn phát ra ánh sáng có bước sóng $662,5 \text{ nm}$ với công suất phát sáng là $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ W}$. Lấy $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Số photon được nguồn phát ra trong 1 s là

- A. $5 \cdot 10^{14}$ B. $6 \cdot 10^{14}$ C. $4 \cdot 10^{14}$ D. $3 \cdot 10^{14}$

Bài 3: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010) Một nguồn sáng chỉ phát ra ánh sáng đơn sắc có tần số $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Công suất bức xạ điện từ của nguồn là 10 W . Số photon mà nguồn phát ra trong một giây xấp xỉ bằng

- A. $3,02 \cdot 10^{19}$ B. $0,33 \cdot 10^{19}$ C. $3,02 \cdot 10^{20}$ D. $3,24 \cdot 10^{19}$

Bài 4: Độ nhạy của võng mạc của con mắt đối với ánh sáng vàng (tính ở bước sóng $0,6 \mu\text{m}$) là $1,7 \cdot 10^{-18} \text{ W}$. Phải có ít nhất bao nhiêu photon ánh sáng vàng đập vào võng mạc trong một giây mới có thể gây ra cảm giác sáng?

- A. 6 photon/s B. 60 photon/s C. 600 photon/s D. 6000 photon/s

Bài 5: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009)

Công suất bức xạ của Mặt Trời là $3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}$. Năng lượng Mặt Trời tỏa ra trong một ngày là

- A. $3,3696 \cdot 10^{30} \text{ J}$ B. $3,3696 \cdot 10^{29} \text{ J}$ C. $3,3696 \cdot 10^{32} \text{ J}$ D. $3,3696 \cdot 10^{31} \text{ J}$

Ví dụ 7: Một tấm kim loại có giới hạn quang điện là $\lambda_0 = 0,275 \mu\text{m}$ được đặt cô lập về điện. Người ta chiếu sáng nó bằng bức xạ có bước sóng λ thì thấy điện thế cực đại của tấm kim loại này là $2,4 \text{ V}$. Bước sóng λ của ánh sáng kích thích là

- A. $0,2738 \mu\text{m}$ B. $0,1795 \mu\text{m}$ C. $0,4565 \mu\text{m}$ D. $3,259 \mu\text{m}$

Phân tích, hướng dẫn giải:

$$\text{Công thoát: } A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,275 \cdot 10^{-6}} = 7,222 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Theo công thức Anhxtanh: } \frac{hc}{\lambda} = A + |eV_{\max}| \text{ với } V_{\max} = 2,4 \text{ V}$$

Suy ra bước sóng λ của ánh sáng kích thích là:

$$\lambda = \frac{hc}{A + |eV_{\max}|} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{7,222 \cdot 10^{-19} + 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,4} = 0,1795 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 0,1795 \mu\text{m}$$

⇒ Đáp án B.

Ví dụ 8: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008) Khi chiếu lần lượt hai bức xạ có tần số $f_1; f_2$ (với $f_1 < f_2$) 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 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

Phân tích, hướng dẫn giải:

Chọn C vì tính độc lập của hiện tượng và $\epsilon_2 > \epsilon_1$ (do $f_2 > f_1$).

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2007)

Nội dung chủ yếu của thuyết lượng tử trực tiếp nói về

- A. sự hình thành các vạch quang phổ của nguyên tử.
- B. sự tồn tại các trạng thái dừng của nguyên tử hiđrô.
- C. cấu tạo của các nguyên tử, phân tử.
- D. sự phát xạ và hấp thụ ánh sáng của nguyên tử, phân tử.

Câu 2: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Theo thuyết lượng tử ánh sáng thì năng lượng của

- A. một photon bằng năng lượng nghỉ của một electron (electron).
- B. một photon phụ thuộc vào khoảng cách từ photon đó tới nguồn phát ra nó.
- C. các photon trong chùm sáng đơn sắc bằng nhau.
- D. một photon tỉ lệ thuận với bước sóng ánh sáng tương ứng với photon đó.

Câu 3: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

Theo thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào dưới đây là sai?

- A. Ánh sáng được tạo thành bởi các hạt gọi là photon.
- B. Năng lượng của các photon ánh sáng là như nhau, không phụ thuộc tần số của ánh sáng.
- C. Trong chân không, các photon bay dọc theo tia sáng với tốc độ $c = 3.10^8$ m/s.
- D. Photon, nguyên tử phát xạ hay hấp thụ ánh sáng, cũng có nghĩa là chúng phát xạ hay hấp thụ photon.

Câu 4: Giới hạn quang điện của 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 5: Giới hạn quang điện tùy thuộc vào

- A. bản chất kim loại.
- B. hiệu điện thế giữa anốt và catốt của tế bào quang điện.
- C. bước sóng của ánh sáng chiếu vào catốt.
- D. điện trường giữa anốt và catốt.

Câu 6: Chiếu một chùm tia hồng ngoại vào lá kẽm tích điện âm thì:

- A. Điện tích âm của lá kẽm mất đi.
- B. Tấm kẽm sẽ trung hoà về điện.
- C. Điện tích của tấm kẽm không thay đổi.
- D. Tấm kẽm tích điện dương.

Câu 7: Phát biểu nào sau đây sai khi nói về photon ánh sáng?

- A. Năng lượng của photon ánh sáng tỉ lệ lớn hơn năng lượng của photon ánh sáng đỏ.
- B. Photon chỉ tồn tại trong trạng thái chuyển động.
- C. Mỗi photon có một năng lượng xác định.
- D. Năng lượng của các photon của các ánh sáng đơn sắc khác nhau đều bằng nhau.

Câu 8: Hiện tượng quang điện tại bề mặt của một kim loại có thể bị ngừng lại nếu

- A. tăng khoảng cách từ bề mặt kim loại tới nguồn sáng kích thích lên gấp đôi.
- B. giảm tần số của ánh sáng kích thích xuống 2 lần.
- C. tăng tần số của ánh sáng kích thích lên gấp đôi.
- D. giảm cường độ ánh sáng kích thích xuống 2 lần.

Câu 9: Electron quang điện là

- A. các electron bị ánh sáng làm bật ra khỏi bề mặt kim loại trong hiện tượng quang điện.
- B. các electron trên bề mặt tinh thể kim loại.
- C. các electron tự do.
- D. các electron liên kết, nằm sâu trong tinh thể kim loại.

Câu 10: Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về hiện tượng quang điện ngoài?

- A. Là hiện tượng electron bật ra khỏi bề mặt tấm kim loại khi tấm kim loại bị nung nóng đến nhiệt độ rất cao.
- B. Là hiện tượng electron bật ra khỏi bề mặt tấm kim loại khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào nó.
- C. Là hiện tượng electron bật ra khỏi bề mặt tấm kim loại khi tấm kim loại bị nhiễm điện do tiếp xúc với một vật đã bị nhiễm điện khác.
- D. Là hiện tượng electron bật ra khỏi bề mặt tấm kim loại do tấm kim loại cọ sát với vật bằng len, dạ.

Câu 11: Khi nói về thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào dưới đây là sai?

- A. Khi ánh sáng truyền đi, lượng tử ánh sáng không bị thay đổi và không phụ thuộc khoảng cách tới nguồn sáng.
- B. 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.
- 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 12: Công thoát electron của một kim loại là $7,64 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Chiếu lần lượt vào bề mặt tấm kim loại này các bức xạ có bước sóng là $\lambda_1 = 0,18 \mu\text{m}$, $\lambda_2 = 0,21 \mu\text{m}$ và $\lambda_3 = 0,35 \mu\text{m}$. Lấy $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. 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 .

Đáp án: 1D, 2C, 3B, 4A, 5A, 6C, 7D, 8B, 9A, 10B, 11C, 12A

Chú ý: Các em học theo chương trình cơ bản nên học kĩ những nội dung chính trên, ngoài ra có thể tham khảo thêm các ví dụ 1, 18, 19, 20, 21, 22, 23 của phần quang lượng tử theo chương trình nâng cao thuộc chủ đề 22.

Chức năng 16: MẪU BO & QUANG PHỔ HIDRÔ

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

1. Mô hình hành tinh nguyên tử

Năm 1913, nhà vật lý Bo đã đưa ra mẫu nguyên tử gọi là mẫu nguyên tử Bo. Mẫu nguyên tử Bo cũng dựa trên mẫu nguyên tử Rơ-đơ-pho nhưng có thêm hai tiên đề gọi là hai tiên đề Bo.

2. Các tiên đề của Bo về cấu tạo nguyên tử

a) Tiên đề về các trạng thái dừng

Nguyên tử chỉ tồn tại trong một số trạng thái có năng lượng xác định, gọi là các trạng thái dừng. Khi ở trong các trạng thái dừng thì nguyên tử không bức xạ.

Trong các trạng thái dừng của nguyên tử, electron chỉ chuyển động quanh hạt nhân trên những quỹ đạo có bán kính hoàn toàn xác định gọi là các quỹ đạo dừng.

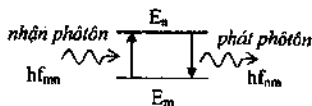
Đối với nguyên tử hiđrô, bán kính các quỹ đạo dừng tăng tỉ lệ với bình phương các số nguyên liên tiếp $r = n^2 \cdot r_0$ với $r_0 = 5.3.10^{-11}$ m gọi là bán kính Bo.

n	1	2	3	4	5	6
Bán kính r	r_0	$4r_0$	$9r_0$	$16r_0$	$25r_0$	$36r_0$
Tên quỹ đạo	K	L	M	N	O	P

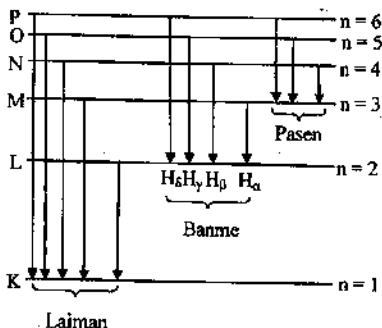
b) Tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử

Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n sang trạng thái dừng có năng lượng E_m thấp hơn, thì nó phát ra một photon có năng lượng đúng bằng hiệu $E_n - E_m$ theo biểu thức: $\varepsilon = hf_{nm} = E_n - E_m$

Ngược lại, nếu nguyên tử đang ở trạng thái dừng có năng lượng E_m mà hấp thụ được một photon có năng lượng đúng bằng hiệu $E_n - E_m$ thì nó chuyển lên trạng thái dừng có năng lượng cao E_n .



3. Hình ảnh quang phổ vạch của hiđrô quan sát được



- Bình thường electron (e) chỉ chuyển động trên quỹ đạo K (trạng thái cơ bản).
- Khi bị kích thích, e nhảy lên quỹ đạo có năng lượng lớn hơn L, M, N, O, P, ... Thời gian ở trạng thái kích thích rất ngắn (10^{-8} s), sau đó e chuyển về các quỹ đạo bên trong và phát ra photon có năng lượng đúng bằng hiệu $\epsilon = hf = E_{cao} - E_{thấp}$.
- Mỗi photon tần số f ứng với vạch ánh sáng có bước sóng $\lambda = \frac{c}{f}$ cho 1 vạch quang phổ.

Quang phổ vạch phát xạ của Hiđrô nằm trong 3 dãy tách rời:

+ **Dãy Lai-man:** nằm trong vùng tử ngoại. Ứng với electron chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo K

Vạch có bước sóng dài nhất λ_{LK} khi e chuyển từ $L \rightarrow K$

Vạch có bước sóng ngắn nhất $\lambda_{\infty K}$ khi e chuyển từ $\infty \rightarrow K$.

+ **Dãy Baume:** Một phần nằm trong vùng tử ngoại, một phần nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy. Ứng với e chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo L

Vùng ánh sáng nhìn thấy có 4 vạch:

Vạch đỏ H_α ứng với e khi chuyển từ $M \rightarrow L$

Vạch lam H_β ứng với e khi chuyển từ $N \rightarrow L$

Vạch chàm H_γ ứng với e khi chuyển từ $O \rightarrow L$

Vạch tím H_δ ứng với e khi chuyển từ $P \rightarrow L$

⚠ **Chú ý:** Vạch có bước sóng dài nhất λ_{ML} khi e chuyển từ $M \rightarrow L$ (vạch đỏ).

Vạch có bước sóng ngắn nhất $\lambda_{\infty L}$ khi e chuyển từ $\infty \rightarrow L$.

+ Dãy Pasen: *Nằm trong vùng hồng ngoại.* Ứng với e chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo M.

Vạch có bước sóng dài nhất λ_{NM} khi e chuyển từ N $\rightarrow$ M.

Vạch có bước sóng ngắn nhất $\lambda_{\infty M}$ khi e chuyển từ $\infty \rightarrow$ M.

4. Các công thức và một số điều cần lưu ý khi làm bài tập

$$\epsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} = E_{cao} - E_{thấp}$$

$$E_n = \frac{-13,6}{n^2} \text{ (eV)} \text{ Với } n = 1 \text{ cho lớp K; } n = 2 \text{ cho lớp L; } n = 3 \text{ cho lớp M, ...}$$

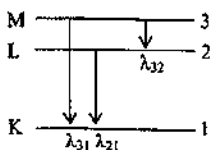
Khi cho bước sóng này, tìm bước sóng khác, ngoài cách tính cơ bản, có thể dùng mối liên hệ sau để tính nhanh: $\frac{1}{\lambda_{13}} = \frac{1}{\lambda_{12}} + \frac{1}{\lambda_{23}}$

Hoặc $f_{13} = f_{12} + f_{23}$ khi tìm mối liên hệ về tần số (biểu thức có dạng giống như phép cộng vectơ).

Khi e chuyển lên mức n, cần tìm số vạch có thể phát ra, có thể làm theo 1 trong 2 cách:

- Vẽ sơ đồ mức năng lượng, vẽ các vạch có thể phát xạ rồi đếm.

- Dùng công thức $N = \frac{n(n-1)}{2}$



VD: Từ mức M về mức K chỉ có $N = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{3(3-1)}{2} = 3$ bức xạ. Giữa chúng có

mối quan hệ $\frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}}$

Khi tìm quỹ đạo, có thể dùng hệ thức: $r_1 = n_1^2 r_0 \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2$
 $r_2 = n_2^2 r_0$

☛ Trong phân phối chương trình, chủ đề này có nội dung kiến thức không nhiều và rất dễ học, mặt khác, trong một đề thi lại có trên hai câu liên quan đến nó. Vì vậy chẳng có lý do gì mà chúng ta lại bỏ đi phần học li nhưng dễ lấy điểm này.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Nguyên tử hiđrô nhận năng lượng kích thích và electron chuyển từ quỹ đạo K lên quỹ đạo M. Khi chuyển về trạng thái cơ bản, nguyên tử hiđrô phát ra những vạch quang phổ nào dưới đây?

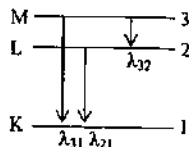
- A. Hai vạch của dãy Lai-man.
- B. Một vạch của dãy Lai-man và một vạch của dãy Ban-me.
- C. Hai vạch của dãy Ban-me.
- D. Một vạch của dãy Ban-me và hai vạch của dãy Lai-man.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Chọn đáp án D vì theo hình vẽ, có 3 sự chuyển trạng thái tạo ra một vạch thuộc dãy Ban-me và hai vạch thuộc dãy Lai-man.

Bài tập vận dụng: Dãy Pa-sen được hình thành khi nguyên tử từ các mức có năng lượng cao chuyển về mức

- A. L.
- B. N.
- C. M.
- D. K.



Ví dụ 2: Một đám nguyên tử hiđrô 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 bao nhiêu vạch?

- A. 3.
- B. 1.
- C. 6.
- D. 4.

(Trích ĐITS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Phân tích, hướng dẫn:

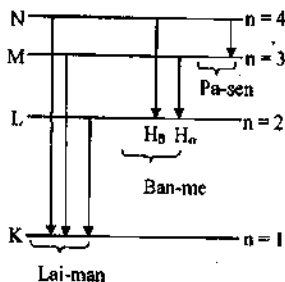
– Cách 1: Sơ đồ chuyển mức hình bên có tất cả 6 sự chuyển mức $\Rightarrow$ số vạch là 6 $\Rightarrow$ Đáp án C.

– Cách 2: Dùng công thức $N = \frac{n(n-1)}{2}$

Mức N ứng với $n = 4$ nên tổng số vạch:

$$N = \frac{4(4-1)}{2} = 6 \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

⚡ **Chú ý:** Với cách tìm thứ 2 sẽ giúp ta tính nhanh tổng số các vạch chứ không biết cụ thể số vạch của từng dãy. Để hiểu cách tính nhanh, ta xét thêm các ví dụ:



Nếu từ mức M – tương ứng với $n = 3$ chuyển về thì tổng số vạch $N = \frac{3(3-1)}{2} = 3$

Nếu từ mức P – tương ứng với $n = 6$ chuyển về thì số tổng vạch $N = \frac{6(6-1)}{2} = 15$.

Bài tập vận dụng: Trong quang phổ phát xạ của nguyên tử hiđrô chỉ thu được 9 vạch. Trong các trạng thái sau, trạng thái kích thích cao nhất của nguyên tử hiđrô có thể là

A. N.

B. O.

C. M.

D. L.

Ví dụ 3: Trong quang phổ của hiđrô, biết bước sóng của các vạch đầu tiên trong dãy Lai-man $\lambda_{21} = 0,1216 \mu\text{m}$, dãy Ban-me là $\lambda_{32} = 0,6563 \mu\text{m}$. Bước sóng λ_{31} của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Lai-man là:

A. 0,2643 μm

B. 0,1026 μm

C. 0,1346 μm

D. 0,3185 μm .

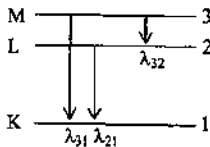
Phân tích, hướng dẫn:

Ta có: $\frac{hc}{\lambda_{21}} = E_2 - E_1$ và $\frac{hc}{\lambda_{32}} = E_3 - E_2$

$$\frac{hc}{\lambda_{31}} = E_3 - E_1 = (E_3 - E_2) + (E_2 - E_1) = \frac{hc}{\lambda_{32}} + \frac{hc}{\lambda_{21}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}} \Rightarrow \lambda_{31} = \frac{\lambda_{32} \lambda_{21}}{\lambda_{32} + \lambda_{21}} = 0,1026 \mu\text{m}$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.



Bài tập vận dụng: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Theo tiên đề của Bo, khi electron trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo L sang quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng λ_{21} , khi electron chuyển từ quỹ đạo M sang quỹ đạo L thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng λ_{32} và khi electron chuyển từ quỹ đạo M sang quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng λ_{31} . Biểu thức xác định λ_{31} là

A. $\lambda_{31} = \frac{\lambda_{32} \lambda_{21}}{\lambda_{21} - \lambda_{32}}$.

B. $\lambda_{31} = \frac{\lambda_{32} \lambda_{21}}{\lambda_{32} + \lambda_{21}}$.

C. $\lambda_{31} = \lambda_{32} + \lambda_{21}$.

D. $\lambda_{31} = \lambda_{32} - \lambda_{21}$.

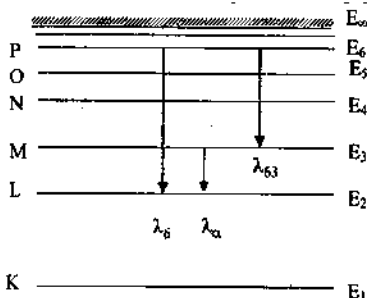
Ví dụ 4: Trong quang phổ của nguyên tử hiđrô, vạch thứ nhất và vạch thứ tư của dãy Ban-me có bước sóng tương ứng là $\lambda_\alpha = 0,6563$ và $\lambda_\beta = 0,4102\mu\text{m}$. Bước sóng của vạch thứ ba trong dãy Pa-sen là

- A. $1,0939\mu\text{m}$. B. $0,9879\mu\text{m}$. C. $1,6364\mu\text{m}$. D. $1,0862\mu\text{m}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây cũng là bài toán tìm mối liên hệ giữa các bước sóng, xin trình bày thêm để bạn đọc hiểu rõ hơn cách làm loại bài toán này

Theo sơ đồ chuyển mức năng lượng của nguyên tử hiđrô ta thấy:



- Vạch thứ tư của dãy Ban-me ứng với sự chuyển mức năng lượng P về mức năng lượng L (mức năng lượng E_6 về mức

năng lượng E_2) nên ta có: $\epsilon_{62} = \frac{hc}{\lambda_{62}} = \frac{hc}{\lambda_\beta} = E_6 - E_2$

- Vạch thứ nhất của dãy Ban-me ứng với sự chuyển mức năng lượng M về mức năng lượng L (mức năng lượng E_3 về mức E_2) nên: $\epsilon_{32} = \frac{hc}{\lambda_{32}} = \frac{hc}{\lambda_\alpha} = E_3 - E_2$

- Vạch thứ ba trong dãy Pa-sen ứng với sự chuyển mức năng lượng P về mức năng lượng M (mức năng lượng E_6 về mức E_3) nên ta có: $\epsilon_{63} = \frac{hc}{\lambda_{63}} = E_6 - E_3$

Có thể bớt và thêm E_2 vào phương trình trên để viết thành:

$$\frac{hc}{\lambda_{63}} = E_6 - E_3 = E_6 - E_2 + E_2 - E_3 = (E_6 - E_2) + (E_2 - E_3)$$

$$\frac{hc}{\lambda_{63}} = \frac{hc}{\lambda_{62}} - \frac{hc}{\lambda_{32}} = \frac{hc}{\lambda_\beta} - \frac{hc}{\lambda_\alpha} \Rightarrow \lambda_{63} = \frac{\lambda_\alpha \lambda_\beta}{\lambda_\alpha - \lambda_\beta} = 1,0939\mu\text{m}$$

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Gọi λ_α và λ_β là hai bước sóng ứng với hai vạch H_α và H_β của dãy Balme. λ_1 là bước sóng dài nhất trong dãy Pasen. Giữa λ_α , λ_β và λ_1 có mối liên hệ nào dưới đây?

- A. $\lambda_1 = \lambda_\beta - \lambda_\alpha$ B. $\lambda_1 = \lambda_\alpha + \lambda_\beta$ C. $\frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{\lambda_\alpha} + \frac{1}{\lambda_\beta}$ D. $\frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{\lambda_\beta} - \frac{1}{\lambda_\alpha}$

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Trong quang phổ của nguyên tử hiđrô, nếu biết bước sóng dài nhất của vạch quang phổ trong dãy Laiman là λ_1 và bước sóng của vạch kề với nó trong dãy này là λ_2 thì bước sóng λ_α của vạch quang phổ H_α trong dãy Banme là

- A. $(\lambda_1 + \lambda_2)$. B. $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}$. C. $(\lambda_1 - \lambda_2)$. D. $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$.

Bài 3: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2007)

Trong quang phổ vạch của hiđrô (quang phổ của hiđrô), bước sóng của vạch thứ nhất trong dãy Laiman ứng với sự chuyển của electron từ quỹ đạo L về quỹ đạo K là $0,1217\mu\text{m}$, vạch thứ nhất của dãy Banme ứng với sự chuyển từ quỹ đạo M về L là $0,6563\mu\text{m}$. Bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Lai-man ứng với sự chuyển từ quỹ đạo M về quỹ đạo K bằng

- A. $0,1027\mu\text{m}$. B. $0,5346\mu\text{m}$. C. $0,7780\mu\text{m}$. D. $0,3890\mu\text{m}$.

Bài 4: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009) Đối với nguyên tử hiđrô, các mức năng lượng ứng với các quỹ đạo dừng K, M có giá trị lần lượt là: $-13,6\text{eV}$; $-1,51\text{eV}$. Cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ và $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Khi electron 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. $102,7\mu\text{m}$. B. $102,7\text{ mm}$. C. $102,7\text{ nm}$. D. $102,7\text{ pm}$.

Bài 5: Cho biết tần số sóng của hai vạch đầu tiên trong dãy Laiman là f_1 và f_2 . Tần số sóng f của vạch đầu tiên trong dãy Banme là

- A. $f = f_2 - f_1$. B. $f = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$. C. $f = f_1 + f_2$. D. $f = f_1 - f_2$.

Bài 6: Cho biết tần số sóng của vạch cuối cùng trong dãy Ban-me là f_1 , tần số sóng của vạch đầu tiên trong dãy Lai-man là f_2 . Tần số sóng f của vạch cuối cùng trong dãy Lai-man là

- A. $f = f_2 - f_1$. B. $f = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2}$. C. $f = f_1 + f_2$. D. $f = f_1 - f_2$.

Bài 7: Vạch quang phổ có tần số nhỏ nhất trong dãy Ban-me là tần số f_1 . Vạch có tần số nhỏ nhất trong dãy Lai-man là tần số f_2 . Vạch quang phổ trong dãy Lai-man sát với vạch có tần số f_2 sẽ có tần số bằng

- A. $f_1 f_2$. B. $f_1 + f_2$. C. $\frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$. D. $\frac{f_1 + f_2}{f_1}$.

Bài 8: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2008) Biết hằng số Plăng $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ J.s và độ lớn của điện tích nguyên tố là $1,6 \cdot 10^{-19}$ 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. $2,571 \cdot 10^{13}$ Hz. B. $4,572 \cdot 10^{14}$ Hz. C. $3,879 \cdot 10^{14}$ Hz. D. $6,542 \cdot 10^{12}$ Hz.

Ví dụ 5: Trong nguyên tử hiđrô, bán kính Bo $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11}$ m. Bán kính quỹ đạo dừng N là

- A. $47,7 \cdot 10^{-11}$ m. B. $21,2 \cdot 10^{-11}$ m. C. $84,8 \cdot 10^{-11}$ m. D. $132,5 \cdot 10^{-11}$ m.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích, hướng dẫn:

- Bán kính quỹ đạo được xác định theo biểu thức: $r = n^2 r_0$
 - Quỹ đạo dừng N ứng với $n = 4$
 - Vậy bán kính quỹ đạo dừng N là $r = n^2 r_0 = 4^2 \cdot 5,3 \cdot 10^{-11} = 84,8 \cdot 10^{-11}$ m
- ⇒ Đáp án C.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Cho bán kính quỹ đạo Bo thứ nhất $0,53 \cdot 10^{-10}$ m. Bán kính quỹ đạo Bo thứ 5 là

A. $2,65 \cdot 10^{-10}$ m. B. $0,106 \cdot 10^{-10}$ m. C. $10,25 \cdot 10^{-10}$ m. D. $13,25 \cdot 10^{-10}$ m.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Theo mẫu nguyên tử Bo, bán kính quỹ đạo K của electron trong nguyên tử hiđrô là r_0 . Khi electron 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. $16r_0$.

Bài 3: Trong nguyên tử hiđrô, bán kính quỹ đạo Bohr thứ ba là $4,77 \text{ \AA}$. Hỏi bán kính bằng $19,08 \text{ \AA}$ là bán kính quỹ đạo Bohr thứ mấy?

A. 4

B. 5

C. 6

D. 7

Ví dụ 6: Biết mức năng lượng ứng với quỹ đạo dừng n trong nguyên tử hiđrô:

$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}$; $n = 1, 2, 3, \dots$ Khi hiđrô ở trạng thái cơ bản được kích thích chuyển lên trạng thái có bán kính quỹ đạo tăng lên 9 lần. Khi chuyển dời về mức cơ bản thì phát ra bước sóng của bức xạ có năng lượng lớn nhất là

A. $0,103 \text{ }\mu\text{m}$.

B. $0,203 \text{ }\mu\text{m}$.

C. $0,13 \text{ }\mu\text{m}$.

D. $0,23 \text{ }\mu\text{m}$.

Phân tích, hướng dẫn:

- Bán kính quỹ đạo được xác định theo biểu thức: $r = n^2 r_0$

Vì bán kính quỹ đạo tăng lên 9 lần nên $n = 3$.

- Bước sóng của bức xạ có năng lượng lớn nhất ứng với sự chênh lệch năng lượng nhiều nhất, tức là chuyển từ mức 3 về mức 1 nên:

$$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = E_3 - E_1 = \left[-\frac{13,6}{3^2} + \frac{13,6}{1^2} \right] \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow \lambda = 0,103 \text{ }\mu\text{m} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Tần số nhỏ nhất của photon trong dãy Pasen là tần số của photon của bức xạ khi electron chuyển từ quỹ đạo

A. P về quỹ đạo N.

B. O về quỹ đạo M.

C. N về quỹ đạo M.

D. N về quỹ đạo K.

Bài 2: Các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô ở trạng thái dừng được xác định bằng công thức $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$, với n là số nguyên $n = 1, 2, 3, \dots$ ứng với các mức

năng lượng K, L, M, ... Tần số của bức xạ có bước sóng dài nhất ở dãy Banme là

A. $0,456 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$. B. $0,613 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$. C. $0,463 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$. D. $0,92 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$.

Bài toán 3: Các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô ở trạng thái dừng được xác định bằng công thức $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$, với $n = 1, 2, 3, \dots$ ứng với các mức năng

lượng K, L, M ... Bước sóng của vạch đỏ trong dãy Ban-me bằng

A. $0,792 \text{ }\mu\text{m}$.

B. $0,560 \text{ }\mu\text{m}$.

C. $0,658 \text{ }\mu\text{m}$.

D. $0,678 \text{ }\mu\text{m}$.

Ví dụ 7: Nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản có mức năng lượng bằng $-13,6 \text{ eV}$. Để chuyển lên trạng thái dừng có mức năng lượng $-3,4 \text{ eV}$ thì nguyên tử hiđrô phải hấp thụ một photon có năng lượng

- A. $10,2 \text{ eV}$. B. $-10,2 \text{ eV}$. C. 17 eV . D. 4 eV .

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn đáp án A vì theo tiên đề Bo về cơ chế hấp thụ, để chuyển mức, năng lượng của photon cần hấp thụ phải bằng hiệu 2 mức năng lượng.

Bài tập vận dụng: Một electron có động năng $12,4 \text{ eV}$ đến va chạm với nguyên tử Hiđrô đứng yên, ở trạng thái cơ bản. Sau va chạm nguyên tử hiđrô vẫn đứng yên nhưng chuyển lên mức kích thích đầu tiên. Động năng của electron còn lại là

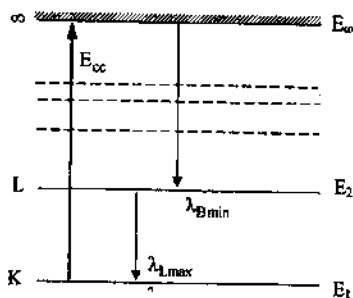
- A. $10,2 \text{ eV}$. B. $2,2 \text{ eV}$. C. $1,2 \text{ eV}$. D. 12 eV .

Ví dụ 8: Trong quang phổ hiđrô, bước sóng dài nhất của dãy Laiman là $\lambda_1 = 0,1216 \mu\text{m}$, bước sóng ngắn nhất của dãy Banme là $\lambda_2 = 0,3650 \mu\text{m}$. Khi nguyên tử hiđrô đang ở trạng thái cơ bản, để ion hoá nguyên tử hiđrô cần phải cung cấp một năng lượng là

- A. $21,79 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. B. $13,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. C. $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J}$. D. $2,18 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Phân tích, hướng dẫn:

– Bình thường nguyên tử trung hòa về điện, để ion hóa nguyên tử hiđrô cần phải cung cấp cho electron một năng lượng để nó thoát ra khỏi nguyên tử, nói cách khác là nó chuyển động rất xa hạt nhân $r = n^2 r_0 = \infty$. Do đó năng lượng cần cung cấp phải đưa nguyên tử hiđrô từ mức cơ bản (mức K) lên mức năng lượng cao nhất (mức ∞), vậy $E_\infty = E_\infty - E_K$



– Dựa theo dữ kiện bài toán, ta có thể viết: $E_\infty = E_\infty - E_K = E_\infty - E_L + E_L - E_K$

$$\text{Hay } E_{\infty} = (E_{\infty} - E_L) + (E_L - E_K) = \frac{hc}{\lambda_{\text{Serin}}} + \frac{hc}{\lambda_{\text{Laiman}}}$$

$$E_{\infty} = 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \left[\frac{1}{0,365 \cdot 10^{-6}} + \frac{1}{0,1216 \cdot 10^{-6}} \right] = 21,79 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

⇒ Đáp án A.

⚡ **Chú ý:** Năng lượng ion hóa nguyên tử Hidrô từ trạng thái cơ bản có giá trị khoảng $21,79 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ hay $13,6 \text{ eV}$.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Bước sóng ngắn nhất của vạch quang phổ có thể có được của dãy Laiman là $91,34 \text{ nm}$. Nguyên tử Hidrô đang ở trạng thái cơ bản, để ion hoá nguyên tử Hidrô cần phải cung cấp một năng lượng E là

- A. $0,136 \cdot 10^{-14} \text{ eV}$ B. $0,2176 \cdot 10^{-17} \text{ J}$ C. $0,136 \cdot 10^{-13} \text{ eV}$ D. $0,136 \cdot 10^{-14} \text{ J}$

Bài 2: Các mức năng lượng của nguyên tử Hidrô ở trạng thái dừng được xác định bằng công thức $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$, với n là số nguyên. Khi nguyên tử Hidrô đang ở mức năng lượng M, để ion hoá nguyên tử Hidrô cần phải cung cấp một năng lượng là

- A. $13,6 \text{ eV}$. B. $1,51 \text{ eV}$. C. $0,85 \text{ eV}$. D. $0,54 \text{ eV}$

Ví dụ 9: Vận tốc của electron trong nguyên tử hidrô khi nguyên tử ở trạng thái dừng thứ 2 bằng

- A. $2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. B. $2,6 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. C. $1,5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. D. $1,1 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Bán kính quỹ đạo dừng thứ 2 của electron trong nguyên tử hidrô được xác định $r_n = n^2 r_0$, trong đó $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ và $n = 2 \Rightarrow r_2 = 4,3 \cdot 10^{-11} = 21,2 \cdot 10^{-12} \text{ m}$

+ Lực Coulông giữa electron và hạt nhân giữ vai trò lực hướng tâm làm electron chuyển động tròn xung quanh hạt nhân $k \frac{e^2}{r_2^2} = \frac{mv^2}{r_2}$

$$\Rightarrow v = e \sqrt{\frac{k}{mr_2}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 21,2 \cdot 10^{-12}}} = 1,1 \cdot 10^6 \text{ m/s} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Ví dụ 10: Nguyên tử hiđrô gồm một hạt nhân và một electron quay xung quanh nó. Lực tương tác giữa electron và hạt nhân là lực tương tác điện. Biết các hằng số $k = 9.10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$; $q = 1,6.10^{-19} \text{C}$; $m_e = 9,1.10^{-31} \text{kg}$; $h = 6,625.10^{-34} \text{J.s}$. Vận tốc của electron khi nó chuyển động trên quỹ đạo có bán kính $r_0 = 5,3.10^{-11} \text{m}$ và số vòng quay của electron trong một đơn vị thời gian lần lượt là

A. $v = 1,2.10^5 \text{ m/s}$; $f = 5,6.10^{14} \text{ vòng/giây}$.

B. $v = 3,2.10^6 \text{ m/s}$; $f = 6,5.10^{15} \text{ vòng/giây}$.

C. $v = 2,2.10^6 \text{ m/s}$; $f = 6,6.10^{15} \text{ vòng/giây}$.

D. $v = 4,2.10^6 \text{ m/s}$; $f = 7,6.10^{15} \text{ vòng/giây}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Lực điện trường giữa hạt nhân và electron: $F = k \frac{|q_1 \cdot q_2|}{R^2} = k \frac{e^2}{r_0^2}$.

- Lực hướng tâm được xác định theo công thức $F_{ht} = m \frac{v^2}{r_0}$

- Vì lực điện trường giữ vai trò lực hướng tâm nên ta có $k \frac{e^2}{r_0^2} = m \frac{v^2}{r_0}$

$\Rightarrow v = e \sqrt{\frac{k}{mr_0}}$. Thay số được $v = 2,2.10^6 \text{ m/s}$.

- Số vòng quay của electron trong một đơn vị thời gian:

$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{v}{2\pi r_0} = 6,6.10^{15} \text{ vòng/giây}$.

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 11: Cho một chùm sáng trắng đi qua một bình khí hiđrô nung nóng ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của nguồn phát ánh sáng trắng rồi chiếu qua một máy quang phổ. Trên màn ảnh của máy quang phổ, trong vùng nhìn thấy sẽ có

A. 4 vạch màu. B. 4 vạch đen. C. 12 vạch đen. D. 7 vạch màu.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Quang phổ thu được là quang phổ vạch hấp thụ của hiđrô, trên nền quang phổ liên tục sẽ có 4 vạch đen tương ứng với vị trí 4 vạch màu khi nguyên tử hiđrô phát xạ $\Rightarrow$ Đáp án B.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Bài 1: Khi nói về hai tiên đề của Bo, đáp án nào sau đây là sai?

- A. Nguyên tử chỉ tồn tại trong những trạng thái có năng lượng xác định, gọi là trạng thái dừng. Trong các trạng thái dừng, nguyên tử không bức xạ.
- B. Nguyên tử chỉ tồn tại trong những trạng thái có năng lượng xác định, gọi là trạng thái dừng. Trong các trạng thái dừng, nguyên tử không hấp thụ, không bức xạ.
- C. Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_m sang trạng thái dừng có năng lượng E_n với $E_m > E_n$ thì nguyên tử phát ra một photon có năng lượng đúng bằng hiệu $E_m - E_n$.
- D. Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n sang trạng thái dừng có năng lượng E_m với $E_m > E_n$ thì nguyên tử hấp thụ một photon có năng lượng đúng bằng hiệu $E_m - E_n$.

Bài 2: Khi nói về quang phổ của nguyên tử hiđrô, đáp án nào sau đây là không đúng?

- A. Quang của nguyên tử hiđrô là quang phổ vạch phát xạ.
- B. Các vạch trong quang phổ của hiđrô sắp xếp thành những dãy xác định (dãy Laiman thuộc vùng tử ngoại; dãy Banme có một phần nằm trong vùng tử ngoại và một phần nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy; dãy Pasen thuộc vùng hồng ngoại), tách rời hẳn nhau.
- C. Trong dãy Banme có 4 vạch nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy đó là các vạch đỏ, lam, chàm và tím.
- D. Trong dãy Banme có 4 vạch nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy đó là các vạch đỏ, da cam, vàng và tím.

Bài 3: Khi nói về sự tạo thành các vạch trong dãy Laiman của quang phổ hiđrô, đáp án nào sau đây là đúng?

- A. Các vạch trong dãy Laiman được tạo thành khi các electron chuyển từ các quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo L.
- B. Năng lượng chuyển mức của electron từ quỹ đạo L về quỹ đạo K là nhỏ nhất.
- C. Các vạch trong dãy Laiman sắp xếp một cách liên tục, giữa chúng không có ranh giới rõ rệt.
- D. Số vạch trong dãy Laiman của nguyên tử hiđrô là hữu hạn.

Bài 4: Khi nói về sự tạo thành các vạch thuộc dãy Balme, đáp án nào sau là không đúng?

- A. Các vạch trong dãy Balme được tạo thành khi các electron chuyển mức từ các quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo L.
- B. Các vạch đỏ (H_{α}), vạch lam (H_{β}) tương ứng với sự chuyển mức của electron từ quỹ đạo M, N về quỹ đạo L.
- C. Các vạch chàm (H_{γ}), vạch tím (H_{δ}) tương ứng với sự chuyển mức của electron từ quỹ đạo O, P về quỹ đạo L.
- D. Các vạch trong dãy Balme chủ yếu thuộc vùng ánh sáng hồng ngoại và 4 vạch trong vùng ánh sáng nhìn thấy.

Bài 5: Các vạch trong dãy Balme

- A. thuộc vùng hồng ngoại.
- B. một phần nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy, một phần nằm trong vùng hồng ngoại.
- C. thuộc vùng tử ngoại.
- D. một phần nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy, một phần nằm trong vùng tử ngoại.

Bài 6: Câu nào sau đây là không đúng khi nói về các vạch quang phổ trong dãy Balme của quang phổ nguyên tử Hidrô.

- A. Các vạch trong dãy Balme tương ứng với các tần số khác nhau.
- B. Các vạch trong dãy Balme được tạo thành khi các electron chuyển từ các quỹ đạo từ bên ngoài về quỹ đạo L.
- C. Trong dãy Balme có 4 vạch trong vùng ánh sáng nhìn thấy.
- D. Các vạch còn lại trong dãy Balme thuộc vùng hồng ngoại.

Bài 7: Một nguyên tử muốn phát ra một photon thì

- A. nguyên tử đó phải ở trạng thái cơ bản.
- B. nguyên tử nhận kích thích nhưng vẫn còn ở trạng thái cơ bản.
- C. electron chuyển từ quỹ đạo có mức năng lượng cao xuống quỹ đạo có mức năng lượng thấp hơn.
- D. nguyên tử phải có động năng lớn.

Bài 8: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Đối với nguyên tử hiđrô, khi electron chuyển từ quỹ đạo M về quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng $0,1026\text{ }\mu\text{m}$. Lấy $h = 6,625 \cdot 10^{-34}\text{ J.s}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$ và $c = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$. Năng lượng của photon này bằng

- A. 1,21 eV
B. 11,2 eV.
C. 12,1 eV.
D. 121 eV.

Bài 9: Các bước sóng dài nhất thuộc dãy Laiman và Banme lần lượt là $\lambda_{21} = 0,1218\text{ }\mu\text{m}$ và $\lambda_{32} = 0,6563\text{ }\mu\text{m}$. Cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34}\text{ J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$. Năng lượng của photon khi electron chuyển từ quỹ đạo M về quỹ đạo K là

- A. $19,3 \cdot 10^{-20}\text{ J}$
B. $16,3 \cdot 10^{-19}\text{ J}$
C. $12,1 \cdot 10^{-19}\text{ J}$
D. $19,3 \cdot 10^{-19}\text{ J}$

Bài 10: Biết mức năng lượng ứng với quỹ đạo dừng n trong nguyên tử hiđrô

$E_n = -\frac{13,6}{n^2}(\text{eV})$ với $n = 1, 2, 3, \dots$ Năng lượng ion hoá của nguyên tử hiđrô từ trạng thái cơ bản là

- A. $8,352 \cdot 10^{-18}\text{ J}$
B. $13,684 \cdot 10^{-18}\text{ J}$
C. $2,176 \cdot 10^{-18}\text{ J}$
D. $0,957 \cdot 10^{-18}\text{ J}$

Bài 11: Trong quang phổ của nguyên tử hiđrô, vạch có tần số nhỏ nhất của dãy Laiman là $f_1 = 8,22 \cdot 10^{14}\text{ Hz}$, vạch có tần số lớn nhất của dãy Banme là $f_2 = 2,46 \cdot 10^{15}\text{ Hz}$. Năng lượng cần thiết để ion hoá nguyên tử hiđrô từ trạng thái cơ bản là

- A. $21,74 \cdot 10^{-19}\text{ J}$
B. $16 \cdot 10^{-19}\text{ J}$
C. $13,6 \cdot 10^{-19}\text{ J}$
D. $10,85 \cdot 10^{-19}\text{ J}$.

Bài 12: Trong quang phổ của nguyên tử hiđrô, vạch thứ nhất và vạch thứ tư của dãy Banme có bước sóng tương ứng là $\lambda_{\alpha} = 0,6563$ và $\lambda_{\delta} = 0,4102\text{ }\mu\text{m}$. Bước sóng của vạch thứ ba trong dãy Pasen là

- A. $1,0939\text{ }\mu\text{m}$.
B. $0,9863\text{ }\mu\text{m}$.
C. $1,8363\text{ }\mu\text{m}$.
D. $1,0982\text{ }\mu\text{m}$.

Chủ đề 17: TIA RÖN-GEN

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

Về đặc điểm, bản chất và ứng dụng của tia Rơn-ghen đã được xét ở chủ đề trước, chủ đề này chỉ xét thêm các bài toán xuôi, ngược liên quan đến điện áp U_{AK} , động năng của electron, bước sóng ngắn nhất (hoặc $f_{\max}$) mà ống Rơn ghen phát ra, đó là những bài toán thường thấy trong các đề tuyển sinh đại học.

$$W_{dA} = e \cdot U_{AK} \quad (\text{Vì coi động năng tại catốt } W_{dK} = 0)$$

$$W_{dA} = Q + \varepsilon_X, \text{ khi bỏ qua nhiệt lượng } Q \text{ thì: } \boxed{\varepsilon_{X_{\max}} = e \cdot U_{AK}} \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{hc}{eU_{AK}}$$

B. VÍ DỤ MINH HỌA

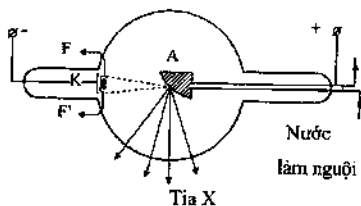
Ví dụ 1: Vì sao ở ống Rơn-ghen, hiệu điện thế U_{AK} phải lớn hơn áp suất trong ống phải nhỏ?

Trả lời:

Để có tia Rơn-ghen, cần sự tương tác của electron từ bên ngoài với các electron lớp trong của nguyên tử và hạt nhân. Muốn vậy electron phải có động năng đủ lớn để có khả năng xuyên sâu vào cấu trúc nguyên tử.

Do đó hiệu điện thế phải lớn để đủ tăng tốc cho electron, còn áp suất phải nhỏ để hạn chế sự va chạm của các nguyên tử khí trong ống với electron- một nguyên nhân làm mất mát động năng electron trên đường về đối catốt.

Chú ý: Khi electron đã có động năng đủ lớn để có thể đâm xuyên thì nó làm cho mọi chất nó gặp phát ra tia X (chỉ trừ những khí nhẹ nằm ở đầu bảng hệ thống tuần hoàn).



Ví dụ 2: Gọi hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống Rơn-ghen là U_{AK} . Coi động năng ban đầu của các electron bật ra tại catốt vô cùng nhỏ. Hãy xây dựng công thức tính bước sóng nhỏ nhất của tia Rơn-ghen mà ống Rơn-ghen phát ra.

Phân tích và hướng dẫn giải:

– Theo định lí về độ biến thiên động năng, độ biến thiên động năng của electron bằng công của lực điện trường nên ta có: $W_{dA} - W_{dK} = e \cdot U_{AK}$

Do bài toán coi động năng tại catốt vô cùng nhỏ, $W_{dK} = 0$ nên $W_{dA} = e \cdot U_{AK}$ (*)

– Mặt khác, theo định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng, động năng của electron sẽ chuyển thành năng lượng tia X và làm nóng catốt, nên $W_{dA} = Q + \varepsilon_X$

– Nếu toàn bộ động năng W_{dA} này chuyển hóa thành năng lượng ε_X của tia X (không có phần nhiệt lượng làm nóng catốt, $Q = 0$) thì lúc đó năng lượng ε_X là lớn nhất $\varepsilon_{Xmax} = W_{dA}$

$$\Rightarrow \boxed{\varepsilon_{Xmax} = |e \cdot U_{AK}|} \quad (**) \quad \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_{min}} = |e \cdot U_{AK}| \Rightarrow \boxed{\lambda_{min} = \frac{hc}{|e \cdot U_{AK}|}}$$

Ví dụ 3: Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống Rơn-ghen là 12 kV. Coi động năng ban đầu của các electron bật ra tại catốt vô cùng nhỏ. Bước sóng nhỏ nhất của tia Rơn-ghen mà ống Rơn-ghen phát ra bằng

A. $1,035 \cdot 10^{-8}$ m. B. $1,035 \cdot 10^{-9}$ m. C. $1,035 \cdot 10^{-10}$ m. D. $1,035 \cdot 10^{-11}$ m.

Phân tích, hướng dẫn:

$$\text{Ta có: } \lambda_{min} = \frac{hc}{|e \cdot U_{AK}|} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 12 \cdot 10^3} = 1,035 \cdot 10^{-10} \text{ (m)} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Ống Rơn-ghen có hiệu điện thế đặt vào hai cực $U_{AK} = 10$ kV. Bước sóng ngắn nhất của tia X ống phát ra là

A. $0,5 \cdot 10^{-10}$ m. B. $0,62 \cdot 10^{-10}$ m. C. $0,83 \cdot 10^{-10}$ m. D. $1,242 \cdot 10^{-10}$ m.

Bài 2: Ống Rơn-ghen có hiệu điện thế giữa anốt và catốt là 12 kV. Để có tia X cứng hơn, cụ thể là làm bước sóng ngắn nhất nhỏ giảm đi 1,5 lần thì hiệu điện thế giữa anốt và catốt lúc đó phải là

A. 12 kV. B. 15 kV. C. 16 kV. D. 18 kV.

Bài 3: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2007)

Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của một ống Rơn-ghe-n là 18,75 kV. Biết độ lớn điện tích electron, vận tốc ánh 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 electron. Bước sóng nhỏ nhất của tia Rơn-ghe-n 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.

⚡ **Chú ý:** Cần nhớ các biểu thức (*) và (**) ở trên để vận dụng giải nhanh cho 2 bài toán xuôi – ngược:

- Cho U_{AK} , cần tìm v_{Amax} , λ_{min} , f_{max} .
- Cho λ_{min} (f_{max}), cần tìm U_{AK} , v_{Amax} .

Sau đây xét thêm một vài ví dụ nữa

Ví dụ 4: Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của một ống tia Rơn-ghe-n là 200kV. Coi rằng vận tốc ban đầu của electron bằng không. Tần số lớn nhất của tia Rơn-ghe-n mà ống đó có thể phát ra là

- A. 16.10^{18} Hz. B. 28.10^{18} Hz. C. 37.10^{18} Hz. D. 48.10^{18} Hz.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Theo ví dụ trên ta có: $e \cdot U_{AK} = h \cdot f_{x_{max}} \Rightarrow h \cdot f_{x_{max}} = |e \cdot U_{AK}|$

$\Rightarrow f_{x_{max}} = \frac{|e \cdot U_{AK}|}{h}$, thay số ta được $f_{x_{max}} = 48.10^{18}$ Hz $\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của một ống Rơn-ghe-n là $U = 25$ kV. Coi vận tốc ban đầu của chùm electron 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 Rơn-ghe-n 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.

Ví dụ 5: Một ống Rơn-ghe-n khi làm việc phát ra chùm tia mà trong đó có thành phần bước sóng ngắn nhất bằng $3,5.10^{-11}$ m. Hiệu điện thế đặt vào hai đầu ống bằng

- A. 25 kV. B. 35 kV. C. 40 kV. D. 45 kV.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có: $\epsilon_{x_{\min}} = |e \cdot U_{AK}| = \frac{hc}{\lambda_{\min}} = |e \cdot U_{AK}| \Rightarrow U_{AK} = \frac{hc}{e \cdot \lambda_{\min}}$

Thay số ta được: $U_{AK} = 35\text{kV} \Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng: Đèn ống Rơn-ghe-n có thể phát ra bức xạ có tần số lớn nhất bằng 10^{18}Hz thì hiệu điện thế đặt vào hai đầu của một ống phải là

- A. 3,72 kV. B. 4,14 kV. C. 5,26 kV. D. 7,35 kV.

Ví dụ 6: Bước sóng ngắn nhất của tia Rơn-ghe-n phát ra từ một ống Rơn-ghe-n bằng $\lambda = 2 \cdot 10^{-11}\text{m}$. Coi rằng vận tốc ban đầu của electron bằng không. Động năng cực đại của electron trước khi đập vào đối catốt là

- A. 10^{-14}J . B. $2 \cdot 10^{-14}\text{J}$. C. $3 \cdot 10^{-14}\text{J}$. D. $4 \cdot 10^{-14}\text{J}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có: $W_{dA} = e \cdot U_{AK} = \epsilon_{x_{\max}}$

Thay số ta được: $W_{dA_{\max}} = \frac{hc}{\lambda_{\min}} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^{-11}} = 9,937 \cdot 10^{-15} \approx 10^{-14}\text{J}$

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 7: Một ống Rơn-ghe-n phát ra tia X có bước sóng ngắn nhất là $1,875 \cdot 10^{-10}\text{m}$. Để tăng độ cứng của tia X, nghĩa là giảm bước sóng của nó, người ta cho hiệu điện thế giữa hai cực của ống tăng thêm một lượng $\Delta U = 3,3\text{kV}$. Bước sóng ngắn nhất của tia X do ống phát ra khi đó là

- A. $1,25 \cdot 10^{-10}\text{m}$. B. $1,83 \cdot 10^{-10}\text{m}$. C. $2,5 \cdot 10^{-10}\text{m}$. D. $3,67 \cdot 10^{-10}\text{m}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Ta đã biết $\epsilon_{x_{\min}} = |e \cdot U_{AK}|$ hay $\frac{hc}{\lambda_{\min}} = |e \cdot U_{AK}|$

- Khi ống Rơn-ghe-n phát ra bước sóng ngắn nhất $1,875 \cdot 10^{-10}\text{m}$ thì

$$U_{AK} = \frac{hc}{e \cdot \lambda_{\min}} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,875 \cdot 10^{-10}} = 6,625 \cdot 10^3 (\text{V}) = 6,625 (\text{kV})$$

- Tăng hiệu điện thế thêm một lượng ΔU thì $U'_{AK} = U_{AK} + \Delta U = 9,925\text{kV}$ lúc đó

ta có $\lambda'_{\min} = \frac{hc}{U'_{AK} \cdot e} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{9,925 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,252 \cdot 10^{-10}\text{m} \Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 8: Vận tốc của electron khi đập vào anốt của một ống Rơn-ghe-n là 45.10^6 m/s . Để tăng vận tốc này thêm 5.10^6 m/s thì phải tăng hiệu điện thế đặt vào ống một lượng

A. $\Delta U = 1450 \text{ V}$. B. $\Delta U = 4500 \text{ V}$. C. $\Delta U = 1350 \text{ V}$. D. $\Delta U = 6200 \text{ V}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Theo các ví dụ trên ta có $\frac{1}{2}mv^2 = eU \Rightarrow U = \frac{1}{2e}mv^2$

– Khi electron có vận tốc 45.10^6 m/s thì hiệu điện thế đặt vào ống là

$$U = \frac{1}{2e}mv^2 = \frac{1}{2.1,6.10^{-19}} \cdot 9,1.10^{-31} \cdot (45.10^6)^2 = 5759 \text{ V}$$

– Khi electron có vận tốc $v' = 45.10^6 \text{ m/s} + 5.10^6 \text{ m/s} = 50.10^6 \text{ m/s}$ thì hiệu điện thế đặt vào ống là $U' = \frac{1}{2e}mv'^2 = \frac{1}{2.1,6.10^{-19}} \cdot 9,1.10^{-31} \cdot (50.10^6)^2 = 7109 \text{ V}$

Vậy phải tăng hiệu điện thế đặt vào ống một lượng $\Delta U = U' - U = 1350 \text{ V}$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

* Ta thấy rằng, để bài toán ngắn gọn hơn, nên tính gộp:

$$\Delta U = U' - U = \frac{1}{2e}m(v'^2 - v^2) = 1350 \text{ V}.$$

Ví dụ 9: Cường độ dòng chạy qua một ống Rơn-ghe-n là 2 A . Số electron đến đối catốt trong 4 s là

A. $2,5.10^{19}$. B. $3,5.10^{19}$. C. 5.10^{19} . D. 10^{20} .

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức: $I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t} \Rightarrow n = \frac{It}{e}$

Thay số ta được $n = \frac{2.4}{1,6.10^{-19}} = 5.10^{19} \Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 10: Một ống Rơn-ghe-n trong mỗi giây bức xạ ra $N = 3.10^{14}$ photon. Những photon có năng lượng trung bình ứng với bước sóng 10^{-10} m . Hiệu điện thế đặt vào hai đầu ống là 50 kV . Cường độ dòng điện chạy qua ống là $1,5.10^{-3} \text{ A}$. Người ta gọi tỉ số giữa năng lượng bức xạ dưới dạng tia Rơn-ghe-n và năng lượng tiêu thụ của ống Rơn-ghe-n là hiệu suất của ống. Hiệu suất của trường hợp này là

A. 0,2%. B. 0,8%. C. 3%. D. 60%.

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Công suất điện mà ống tiêu thụ được tính: $P = UI$.

- Năng lượng trung bình của mỗi photon $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$.

- Trong một giây có N photon được phát xạ nên công suất phát xạ của chùm tia

Ron-ghe-n là $P' = N\varepsilon = N \frac{hc}{\lambda}$

- Theo định nghĩa ta có hiệu suất của ống: $H = \frac{P'}{P} = \frac{Nhc}{\lambda UI} = 8.10^{-3} = 0,8\%$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 11: Trong một ống Ron-ghe-n, khi hiệu điện thế giữa anốt và catốt là 1,2 kV thì cường độ dòng điện đi qua ống là 0,8mA. Đối catốt là một bản platin có diện tích 1cm^2 , dày 2mm, có khối lượng riêng $D = 21.10^3\text{kg/m}^3$ và nhiệt dung riêng $c_p = 0,12\text{kJ/kg.K}$. Nhiệt độ của bản platin sẽ tăng thêm 500°C sau khoảng thời gian là

A. 162,6s.

B. 242,6s.

C. 222,6s.

D. 262,6s.

Phân tích, hướng dẫn:

- Nhiệt lượng làm nóng bản platin được tính: $Q = mc_p\Delta t = DVc_p\Delta t = D.S.d.c_p\Delta t$

Thay số vào ta được $Q = 252\text{J}$.

- Trong 1s, số electron đến đối catốt là $n = \frac{I}{e} \Rightarrow$ Số electron đến đối catốt trong t giây bằng: $t \cdot \frac{I}{e}$.

- Mỗi electron đến đập vào đối catốt có động năng: $W_d = eU_{AK} \Rightarrow$ Tổng động năng của các electron đập đến catốt trong t giây là $t \cdot \frac{I}{e} \cdot eU_{AK}$

- Theo định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng ta có:

$$Q = t \cdot \frac{I}{e} \cdot eU_{AK}.$$

Với Q đã tính được ở trên, từ đó ta tính được $t \approx 262,6\text{s}$

$\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng: Khi hiệu điện thế giữa anốt và catốt là 1,2kV thì cường độ dòng điện qua ống Rơn-ghe-ni là 2mA. Nếu toàn bộ động năng của electron biến đổi thành nhiệt đốt nóng đối catốt thì nhiệt lượng toả ra ở đối catốt trong 5 phút là

A. 800J.

B. 900J.

C. 700J.

D. 1200J.

Ví dụ 12: Ống Rơn-ghe-ni phát ra tia X có tần số lớn nhất bằng $5 \cdot 10^{18}$ Hz. Dòng quang điện qua ống bằng 8mA. Nếu đối catốt của ống Rơn-ghe-ni được làm nguội bằng một dòng nước chảy luân phiên bên trong thì thấy nhiệt độ của nước ở lối ra cao hơn nhiệt độ lối vào là 10^0 C. Coi động năng của chùm electron đều chuyển thành nhiệt làm nóng đối catốt. Biết nhiệt dung riêng và khối lượng riêng của nước là $C = 4186 \text{ J/kg} \cdot \text{độ}$; $D = 10^3 \text{ kg/m}^3$. Lưu lượng nước chảy trong ống bằng

A. $1 \text{ cm}^3/\text{s}$.

B. $2 \text{ cm}^3/\text{s}$.

C. $3 \text{ cm}^3/\text{s}$.

D. $4 \text{ cm}^3/\text{s}$.

Phân tích, hướng dẫn:

– Nếu gọi L là lưu lượng dòng nước thì lượng nước chảy qua ống trong 1s được tính: $M = L \cdot D$

– Trong 1s nhiệt lượng mà dòng nước thu vào:

$$Q = M \cdot C \cdot (t_2 - t_1) = L \cdot D \cdot C \cdot \Delta t$$

– Nếu bỏ qua phần nhiệt làm nóng đối catốt thì động năng của một electron quang điện là $\frac{1}{2}mv^2 = hf_{\max}$

– Trong 1s, số electron đập tới đối catốt là $n = \frac{I}{|e|}$

– Tổng động năng của dòng electron: $n \cdot \frac{1}{2}mv^2 = \frac{I}{|e|} hf_{\max}$

– Theo đề ra, động năng của dòng electron được chuyển hoàn toàn thành nhiệt mà dòng nước hấp thụ, do đó:

$$\frac{I}{|e|} hf_{\max} = Q = L \cdot D \cdot C \cdot \Delta t$$

Từ đây rút ra lưu lượng dòng nước $L \approx 4 \text{ cm}^3/\text{s} \Rightarrow$ Đáp án D.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Bài 1: Chọn phát biểu sai về ống Rơn-ghen?

- A. Là một bình cầu thủy tinh (hay thạch anh) bên trong chứa khí có áp suất rất thấp (10^{-3} mmHg).
- B. Catốt hình chòm cầu.
- C. Đôi catốt làm bằng một kim loại khó nóng chảy dễ hứng chùm tia catốt và được nối với anốt bằng một dây dẫn.
- D. Catốt làm bằng kim loại có nguyên tử lượng lớn.

Bài 2: Tia X cứng và tia X mềm có sự khác biệt cơ bản về

- A. bản chất và năng lượng.
- B. bản chất và bước sóng.
- C. bản chất, năng lượng và bước sóng.
- D. năng lượng và tần số.

Bài 2: Điện áp giữa anốt và catốt của một ống tia Rơn-ghen là $U = 25$ kV. Coi vận tốc ban đầu của chùm electron phát ra từ catốt bằng 0. Biết hằng số Plăng $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ Js. Điện tích nguyên tố bằng $1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Tần số lớn nhất của tia X do ống này có thể phát ra là

A. $6,038 \cdot 10^{18}$ Hz.	B. $60,38 \cdot 10^{16}$ Hz.
C. $6,038 \cdot 10^{17}$ Hz.	D. $60,38 \cdot 10^{18}$ Hz.

Bài 3: Tần số lớn nhất trong chùm bức xạ phát ra từ ống Rơn-ghen là $4 \cdot 10^{18}$ Hz. Xác định hiệu điện thế giữa hai cực của ống?

A. 9,73 kV.	B. 23,5 kV.
C. 16,6 kV.	D. 31,4 kV.

Bài 4: Hiệu điện thế giữa hai anốt và catốt của một ống tia Rơn-ghen là 200 kV. Động năng của electron khi đến đôi catốt bằng

A. $1,6 \cdot 10^{-13}$ (J).	B. $3,2 \cdot 10^{-10}$ (J).
C. $3,2 \cdot 10^{-14}$ (J).	D. $1,6 \cdot 10^{-14}$ (J).

Chủ đề 18: QUANG ĐIỆN TRONG, QUANG PHÁT QUANG & LAZE

I. HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

1. Chất quang dẫn và hiện tượng quang điện trong

a) **Chất quang dẫn:** Một số chất bán dẫn, khi không được chiếu sáng thì chúng là chất dẫn điện kém, nhưng khi được chiếu sáng bằng ánh sáng thích hợp thì chúng lại là chất dẫn điện tốt. Những chất như vậy được gọi là chất quang dẫn.

b) **Hiện tượng quang điện trong:** Là hiện tượng khi chiếu ánh sáng thích hợp vào khối chất bán dẫn, làm giải phóng các electron liên kết để cho chúng trở thành các electron dẫn đồng thời tạo ra các lỗ trống cùng tham gia vào quá trình dẫn điện. Vì electron vẫn nằm trong khối chất bán dẫn nên hiện tượng này được gọi là hiện tượng quang điện trong. Cách gọi này nhằm để phân biệt với hiện tượng quang điện ngoài.

c) **Năng lượng kích hoạt:** là năng lượng cần thiết để giải phóng một electron liên kết thành electron dẫn.

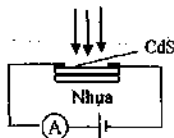
Chất	A (eV)	λ_0 (μm)	Chất	A (eV)	λ_0 (μm)
Ge	0,66	1,88	PbTe	0,25	4,97
Si	1,12	1,11	CdS	0,72	0,90
PbS	0,30	4,14	CdTe	1,51	0,82
PbSe	0,22	5,56			

Do chỉ cần làm electron thoát ra khỏi liên kết, không cần bật ra ngoài khỏi chất nên năng lượng kích thích nhỏ $\Rightarrow$ hiện tượng quang điện trong có thể xảy ra ngay cả với ánh sáng kích thích là các tia hồng ngoại - trong khi đó hiện tượng quang điện ngoài cần phải có ánh sáng kích thích là tia tử ngoại, Rơn-ghe-n hay Gamma.

2. Quang điện trở

Quang điện trở là một điện trở làm bằng chất quang dẫn. Nó có cấu tạo gồm một sợi dây bằng chất quang dẫn gắn trên một đế cách điện.

Hình vẽ bên mô tả cấu tạo một quang điện trở làm bằng chất bán dẫn cadimi sunfua CdS phủ trên tấm nhựa cách điện và có 2 điện cực bằng kim loại.



- Điện trở của quang trở có thể thay đổi từ vài mega ohm khi không được chiếu sáng xuống đến vài chục ohm khi được chiếu ánh sáng thích hợp.
- Quang điện trở được ứng dụng trong các mạch điều khiển tự động.

3. Pin quang điện (pin Mặt Trời)

- Pin quang điện là nguồn điện, biến đổi trực tiếp quang năng thành điện năng.
- Hiệu suất của pin quang điện vào khoảng 10%.
- Cấu tạo: Pin có một tấm bán dẫn loại n, bên trên có phủ một lớp mỏng bán dẫn loại p. Trên cùng là một lớp kim loại mỏng, dưới cùng là một đế kim loại. Các kim loại này đóng vai trò các điện cực trợ. Lớp tiếp xúc p-n gọi là lớp chặn, ngăn không cho electron khuếch tán từ n sang p và lỗ trống từ p sang n.
- Hoạt động: Khi chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp, ở lớp bán dẫn loại p sẽ giải phóng ra các cặp electron và lỗ trống. Electron dễ dàng đi qua lớp chặn xuống bán dẫn loại n, còn lỗ trống thì bị giữ lại trong lớp p. Kết quả lớp kim loại mỏng phía trên trở thành điện cực dương, đế kim loại là điện cực âm. Suất điện động của pin vào khoảng 0,5 V đến 0,8 V.
- Pin quang điện được ứng dụng trong các máy đo ánh sáng, vệ tinh nhân tạo, máy tính bỏ túi,... Được lắp đặt và sử dụng ở miền núi, hải đảo, những nơi xa nhà máy điện.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: So sánh hiện tượng quang điện trong và hiện tượng quang điện ngoài?

Trả lời:

Có hai điểm giống và khác nhau:

- Cả hai hiện tượng có điểm giống nhau là các photon của ánh sáng kích thích đều làm bứt các electron khỏi liên kết nhưng chúng lại khác nhau ở chỗ:
 - + Hiệu ứng quang điện ngoài bứt electron ra khỏi kim loại.

+ Hiệu ứng quang điện trong chỉ bắt electron khỏi liên kết và electron tạo ra này không thoát khỏi khối bán dẫn.

– Cả hai hiện tượng có điểm giống nhau là các photon của ánh sáng kích thích đều phải có bước sóng thích hợp, tức là đều có bước sóng giới hạn λ_0 nhưng lại khác nhau là năng lượng cần để bứt electron khỏi liên kết trong bán dẫn khá nhỏ so với công thoát kim loại. Vì vậy giới hạn quang điện λ_0 của hiệu ứng quang điện bên trong có thể thuộc vùng hồng ngoại.

Ví dụ 2: Để một chất bán dẫn trở thành vật dẫn thì

- A. 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. 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.
- C. 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.
- D. 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.

Phân tích, hướng dẫn:

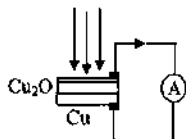
Theo định luật quang điện 1, để một chất bán dẫn trở thành vật dẫn thì bức xạ điện từ chiếu vào phải có bước sóng nhỏ hơn một giá trị λ_0 tương đương bức xạ điện từ chiếu vào chất bán dẫn phải có tần số lớn hơn một giá trị $f_0 \Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 3: Mô tả cấu tạo và sự hoạt động của pin quang điện dùng bán dẫn Cu_2O

Trả lời:

Hình vẽ bên mô tả pin quang điện làm bằng đồng ôxít. Ta thấy một điện cực bằng đồng, phía trên có phủ lớp đồng ôxít Cu_2O .

Phun lớp kim loại rất mỏng (tối mức cho ánh sáng truyền qua được) để làm điện cực thứ hai. Ở chỗ tiếp xúc giữa Cu và Cu_2O xuất hiện lớp đặc biệt: Chỉ cho electron chạy qua theo chiều từ Cu_2O sang Cu.



Khi ánh sáng thích hợp chiếu vào lớp Cu_2O làm electron liên kết giải phóng thành electron dẫn và một phần electron đó khuếch tán sang cực Cu. Cực Cu thừa electron nhiễm điện âm, Cu_2O nhiễm điện dương. Giữa 2 cực hình thành một suất điện động. Nối 2 cực bởi dây dẫn qua điện kế thì nó chỉ dòng điện có chiều từ Cu_2O sang Cu.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Câu 1: 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 chất bán dẫn tăng lên khi chiếu ánh sáng thích hợp vào chất bán dẫn.

Câu 2: Hiện tượng quang dẫn là hiện tượng

- A. xuất hiện dòng quang điện khi một mẫu bán dẫn nào đó được rọi sáng bằng ánh sáng kích thích.
- B. điện trở mẫu bán dẫn tăng khi được rọi sáng bằng ánh sáng thích hợp.
- C. điện trở mẫu bán dẫn giảm mạnh khi được rọi sáng bằng ánh sáng thích hợp.
- D. điện trở mẫu bán dẫn tăng mạnh khi được rọi sáng bằng ánh sáng thích hợp.

Câu 3: 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. $\frac{hA}{c}$ C. $\frac{c}{hA}$ D. $\frac{A}{hc}$

Câu 4: Tìm phát biểu sai về hiện tượng quang điện trong?

- A. Một số chất bán dẫn như $CdTe$, CdS , $PbTe$, $PbSe$... bình thường là chất cách điện và trở thành chất dẫn điện khi bị chiếu sáng.
- B. Khi không bị chiếu sáng, các electron ở trạng thái liên kết với các nút mạng. Không có electron tự do, vật dẫn điện bằng lỗ trống.
- C. Khi bị chiếu sáng thích hợp mỗi photon truyền toàn bộ năng lượng cho một electron liên kết, electron được giải phóng đồng thời với một lỗ trống xuất hiện.
- D. Giới hạn quang điện trong ở các chất bán dẫn lớn hơn giới hạn quang điện ngoài ở các kim loại.

Câu 5: Phát biểu nào sau đây sai khi nói về hiện tượng quang dẫn?

- A. Hiện tượng giảm mạnh điện trở của chất bán dẫn khi bị chiếu ánh sáng thích hợp gọi là hiện tượng quang dẫn.
- B. Trong hiện tượng quang dẫn, electron được giải phóng trở thành electron tự do chuyển động trong khối chất bán dẫn đó.
- C. Một trong những ứng dụng quan trọng của hiện tượng quang dẫn là chế tạo quang trở.
- D. Trong hiện tượng quang dẫn, năng lượng cần thiết để giải phóng electron liên kết thành electron dẫn là rất lớn.

Câu 6: Quang điện trở được chế tạo từ

- A. kim loại và có đặc điểm là điện trở suất của nó giảm khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào.
- B. chất bán dẫn và có đặc điểm là dẫn điện kém khi không bị chiếu sáng và trở nên dẫn điện tốt khi được chiếu sáng thích hợp.
- C. chất bán dẫn và có đặc điểm là dẫn điện tốt khi không bị chiếu sáng và trở nên dẫn điện kém được chiếu sáng thích hợp.
- D. kim loại và có đặc điểm là điện trở suất của nó tăng khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào.

Câu 7: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Pin quang điện là nguồn điện, trong đó

- A. hóa năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.
- B. quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.
- C. cơ năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.
- D. nhiệt năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.

Câu 8: Pin quang điện là nguồn điện hoạt động dựa trên hiện tượng

- A. huỳnh quang.
- B. tán sắc ánh sáng.
- C. quang – phát quang.
- D. quang điện trong.

Câu 9: Pin quang điện hoạt động trên nguyên tắc nào dưới đây?

- A. Sự tạo thành hiệu điện thế điện hoá ở hai điện cực.
- B. Sự tạo thành hiệu điện thế giữa hai đầu dây kim loại có nhiệt độ khác nhau.
- C. Sự tạo thành hiệu điện thế tiếp xúc giữa hai kim loại.
- D. Hiện tượng quang dẫn xảy ra trong một số chất bán dẫn.

Câu 10: Điều nào sau đây là đúng khi nói về pin quang điện?

- A. Pin quang điện là một nguồn điện trong đó trong đó nhiệt năng biến thành điện năng.
- B. Pin quang điện hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.
- C. Pin quang điện là một nguồn điện trong đó quang năng biến đổi trực tiếp thành điện năng.
- D. Pin quang điện được chế tạo dựa trên hiện tượng quang điện ngoài.

Câu 11: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2007) Phát biểu nào là sai?

- A. Điện trở của quang trở giảm mạnh khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào.
- B. Nguyên tắc hoạt động của tất cả các tế bào quang điện đều dựa trên hiện tượng quang dẫn.
- C. Trong pin quang điện, quang năng biến đổi trực tiếp thành điện năng.
- D. Có một số tế bào quang điện hoạt động khi được kích thích bằng ánh sáng nhìn thấy.

Đáp án: 1C, 2C, 3A, 4D, 5D, 6B, 7B, 8D, 9D, 10C, 11B.

II. HIỆN TƯỢNG QUANG – PHÁT QUANG

A. NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Khái niệm về sự phát quang

Hiện tượng xảy ra ở một số chất, nó hấp thụ ánh sáng bước sóng này để rồi phát ra ánh sáng có bước sóng khác, gọi là hiện tượng quang – phát quang. Chất có khả năng phát quang gọi là chất phát quang.

2. Hai loại phát quang: Huỳnh quang và lân quang

– Sự huỳnh quang: sự phát quang có thời gian phát quang ngắn (dưới 10^{-8} s). Nó thường xảy ra với *chất lỏng và chất khí*

– Sự lân quang: là sự phát quang có thời gian phát quang dài (10^{-8} s trở lên); nó thường xảy ra với *chất rắn*.

3. Đặc điểm: Đặc điểm nổi bật của các sự quang phát quang là bước sóng λ' của ánh sáng phát quang bao giờ cũng lớn hơn bước sóng λ của ánh sáng mà chất phát quang hấp thụ $\lambda' > \lambda$

(Còn có thể viết theo năng lượng $\epsilon' < \epsilon$ hoặc tần số $f' < f$).

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Ánh sáng lân quang là ánh sáng

- A. được phát ra bởi cả chất rắn, chất lỏng và chất khí
- B. hầu như tắt ngay sau khi tắt ánh sáng kích thích.
- C. có thể tồn tại trong thời gian dài hơn 10^{-8} s sau khi kích thích.
- D. có tần số lớn hơn tần số ánh sáng kích thích.

Phân tích, hướng dẫn giải:

Chọn C vì lân quang do chất rắn phát ra, có thể tồn tại trong thời gian dài hơn 10^{-8} s sau khi tắt ánh sáng kích thích, tần số nhỏ hơn tần số ánh sáng kích thích.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Chọn câu đúng. Ánh sáng huỳnh quang

- A. tồn tại một thời gian sau khi tắt ánh sáng kích thích.
- B. hầu như tắt ngay sau khi tắt ánh sáng kích thích.
- C. có bước sóng nhỏ hơn bước sóng ánh sáng kích thích.
- D. do các tinh thể phát ra, sau khi được kích thích bằng ánh sáng thích hợp.

Bài 2: Ánh sáng lân quang

- A. được phát ra bởi chất rắn, chất lỏng lẫn chất khí.
- B. hầu như tắt ngay sau khi tắt ánh sáng kích thích.
- C. có thể tồn tại rất lâu sau khi tắt ánh sáng kích thích.
- D. có bước sóng nhỏ hơn bước sóng ánh sáng kích thích.

Ví dụ 2: Một chất phát quang có khả năng phát ra ánh sáng màu vàng lục khi được kích thích phát sáng. Hỏi khi chiếu vào chất đó ánh sáng đơn sắc nào dưới đây thì chất đó sẽ phát quang?

A. Vàng	B. Lục
C. Đỏ	D. Da cam

Phân tích, hướng dẫn giải:

Do $\lambda' > \lambda$ hay $\lambda < \lambda'$ nên chọn B để ánh sáng kích thích có bước sóng nhỏ hơn ánh sáng phát ra.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Gọi f là tần số ánh sáng kích thích chiếu tới chất phát quang, f' là tần số ánh sáng do chất phát quang phát ra sau khi bị kích thích thì

A. $f' < f$.

B. $f' > f$.

C. $f' = f$.

D. $f' = 2f$.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009)

Khi chiếu vào một chất lỏng ánh sáng chàm thì ánh sáng huỳnh quang phát ra không thể là

A. ánh sáng tím.

B. ánh sáng vàng.

C. ánh sáng đỏ.

D. ánh sáng lục.

Bài 3: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

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. $0,55 \mu\text{m}$.

B. $0,45 \mu\text{m}$.

C. $0,38 \mu\text{m}$.

D. $0,40 \mu\text{m}$.

Ví dụ 3: Dung dịch fluorêxêin hấp thụ ánh sáng có bước sóng $0,49 \mu\text{m}$ và phát ra ánh sáng có bước sóng $0,52 \mu\text{m}$. Người ta gọi hiệu suất của sự phát quang là tỉ số giữa năng lượng ánh sáng phát quang và năng lượng ánh sáng hấp thụ. Biết hiệu suất của sự phát quang của dung dịch này là 75%. Số photon bị hấp thụ dẫn đến sự phát quang là

A. 66,8%.

B. 75%.

C. 79,6%.

D. 82,7%.

Phân tích, hướng dẫn:

– Gọi N là số photon chiếu tới.

N' là số photon phát xạ (N' cũng chính là số photon bị hấp thụ).

– Theo định nghĩa hiệu suất của sự phát quang, ta có: $H = \frac{N' \cdot \frac{hc}{\lambda'}}{N \cdot \frac{hc}{\lambda}} = \frac{N' \cdot \lambda}{N \cdot \lambda'}$

$$\Rightarrow \frac{N'}{N} = H \frac{\lambda}{\lambda'} = 75\% \cdot \frac{0,52}{0,49} = 79,6\% \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Câu 1: Ánh sáng phát quang của một chất có bước sóng $0,4\text{ }\mu\text{m}$. Ánh sáng kích thích chiếu vào chất đó để chất đó phát quang có bước sóng

- A. $0,6\text{ }\mu\text{m}$. B. $0,3\text{ }\mu\text{m}$. C. $0,4\text{ }\mu\text{m}$. D. $0,5\text{ }\mu\text{m}$.

Câu 2: Một chất phát quang có khả năng phát ra ánh sáng màu vàng lục khi được kích thích phát sáng. Hỏi khi chiếu vào chất đó ánh sáng đơn sắc nào dưới đây thì chất đó sẽ phát quang?

- A. Vàng B. Lục C. Đỏ D. Da cam

Câu 3: Ứng dụng nào sau đây không phải là ứng dụng của hiện tượng phát quang?

- A. Đèn ống thấp sáng trong các gia đình.
B. Màn hình tivi.
C. Sơn quét trên các biển báo giao thông.
D. Đèn dây tóc thấp sáng trong các gia đình.

Câu 4: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010) Khi chiếu chùm tia tử ngoại vào một ống nghiệm đựng dung dịch fluorescein thì thấy dung dịch này phát ra ánh sáng màu lục. Đó là hiện tượng

- A. phản xạ ánh sáng. B. quang – phát quang.
C. hóa – phát quang. D. tán sắc ánh sáng.

Câu 5: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009) Dùng thuyết lượng tử ánh sáng không giải thích được

- A. hiện tượng quang – phát quang.
B. hiện tượng giao thoa ánh sáng.
C. nguyên tắc hoạt động của pin quang điện.
D. hiện tượng quang điện ngoài.

Câu 6: Chọn câu sai.

- A. Sự phát quang là một dạng phát ánh sáng phổ biến trong tự nhiên.
B. Khi vật hấp thụ năng lượng dưới dạng nào đó thì nó phát ra ánh sáng, đó là phát quang.
C. Các vật phát quang cho một quang phổ như nhau.
D. Sau khi ngừng kích thích, sự phát quang một số chất còn kéo dài một thời gian nào đó.

Đáp án: 1B, 2B, 3D, 4B, 5B, 6C.

II. SƠ LƯỢC VỀ LAZE

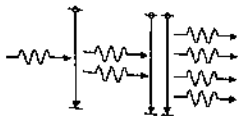
A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

1. Cấu tạo và hoạt động của 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.

Sự phát xạ cảm ứng:

Nếu một nguyên tử đang ở trong trạng thái kích thích, sẵn sàng phát ra một photon có năng lượng $\epsilon = hf$, bắt gặp một photon có năng lượng ϵ' đúng bằng hf , bay lướt qua nó, thì lập tức nguyên tử này cũng phát ra photon ϵ . Photon ϵ có cùng năng lượng và bay cùng phương với photon ϵ' . Ngoài ra, sóng điện từ ứng với photon ϵ hoàn toàn cùng pha và dao động trong một mặt phẳng song song với mặt phẳng dao động của sóng điện từ ứng với photon ϵ' .



– **Cấu tạo của laze:** Tùy vào vật liệu phát xạ, người ta đã tạo ra laze khí, laze rắn và laze bán dẫn.

Laze rubi (hồng ngọc) gồm một thanh rubi hình trụ, hai mặt được mài nhẵn vuông góc với trục của thanh. Mặt 1 mạ bạc trở thành một gương phẳng có mặt phản xạ quay vào trong. Mặt 2 là mặt bán mạ (phản xạ 50% cường độ chùm sáng) có mặt phản xạ quay vào trong.



2. Một số đặc điểm của tia laze

- Tia laze là chùm sáng kết hợp (vì các photon cùng tần số và pha).
- Tia laze có tính đơn sắc.
- Chùm tia laze là chùm sáng song song (có tính định hướng cao).
- Chùm tia laze có cường độ lớn.

3. Một vài ứng dụng của laze

- Trong y học, laze dùng như một dao mổ trong các phẫu thuật tinh vi như mắt, mạch máu, ... Ngoài ra laze dùng để chữa một số bệnh ngoài da nhờ vào tác dụng nhiệt.
- Trong thông tin liên lạc, laze dùng trong liên lạc vô tuyến, điều khiển các con tàu vũ trụ, truyền thông tin bằng cáp quang, ...

- Trong công nghiệp, laze dùng để cắt, khoan, tái, ... rất chính xác.
- Trồng trọt địa, laze dùng trong các công việc đo khoảng cách, tam giác đạc, ngắm đường thẳng, ...
- Laze còn được dùng trong các đầu đọc đĩa CD, bút trò bảng, trong thí nghiệm về quang học, ...

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Theo lý thuyết về phát xạ cảm ứng, nếu nguyên tử đang ở trạng thái kích thích mà bắt gặp một photon có năng lượng ϵ' bay lướt qua nó thì lập tức nguyên tử đó phát ra một photon có năng lượng ϵ . Kết luận nào sau đây là đúng?

- A. $\epsilon = 2\epsilon'$ B. $\epsilon < \epsilon'$ C. $\epsilon = \epsilon'$ D. $\epsilon > \epsilon'$

Phân tích, hướng dẫn giải:

Chọn C vì trong phát xạ cảm ứng $\epsilon = \epsilon'$.

Ví dụ 2: 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.

Phân tích, hướng dẫn giải:

Căn cứ vào các tính chất của tia laze, chọn D.

Ví dụ 3: Người ta dùng chùm tia laze có công suất $P = 10\text{W}$ để nấu chảy khối thép có khối lượng 1kg . Nhiệt độ ban đầu của khối thép $t_0 = 30^\circ$, nhiệt dung riêng của thép $c = 448\text{J/kg}\cdot^\circ\text{C}$, nhiệt nóng chảy của thép $L = 270\text{kJ/kg}$, điểm nóng chảy của thép $T_c = 1535^\circ\text{C}$. Coi rằng không bị mất nhiệt lượng ra môi trường. Thời gian làm nóng chảy hoàn toàn khối thép là

- A. 94424s. B. 9442s. C. 944s. D. 94s.

Phân tích, hướng dẫn:

- Nhiệt lượng cần thiết để đưa khối thép lên điểm nóng chảy:

$$Q_1 = mc(T_c - t_0) = 1.448.(1535 - 30) = 674240 \text{ J.}$$

- Nhiệt lượng cần thiết để chuyển khối thép từ thể rắn sang thể lỏng ở điểm nóng chảy: $Q_2 = m.L = 1.270.10^3 = 270000 \text{ J.}$

- Tổng nhiệt lượng để nấu chảy hoàn toàn khối thép: $Q = Q_1 + Q_2 = 944240 \text{ J.}$

- Thời gian cần để nấu chảy khối thép: $t = \frac{Q}{P} = \frac{944240}{10} = 94424\text{s} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Ví dụ 4: Người ta dùng một laze có đường kính chùm sáng $d = 1\text{mm}$ và công suất $P = 10\text{W}$ chiếu liên tục để khoan một tấm thép. Biết tấm thép dày $e = 2\text{mm}$ ở nhiệt độ ban đầu $t_1 = 30^\circ\text{C}$. Thép có khối lượng riêng $D = 7800\text{kg/m}^3$, nhiệt dung riêng $c = 448\text{J/kg}\cdot^\circ\text{C}$, nhiệt nóng chảy $L = 270\text{kJ/kg}$ và điểm nóng chảy $T_c = 1535^\circ\text{C}$. Để khoan thủng tấm thép, thời gian chiếu tia laze tối thiểu là

- A. 0,51 s. B. 0,83s. C. 0,33s. D. 1,16s.

Phân tích, hướng dẫn:

- Thể tích hình trụ của lỗ khoan: $V = \frac{\pi d^2}{4} e = \frac{3,14 \cdot (10^{-3})^2}{4} \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 1,57 \cdot 10^{-9} \text{m}^3$

$\Rightarrow$ Khối lượng thép cần nấu chảy: $m = D \cdot V = 122,46 \cdot 10^{-7} \text{kg}$.

- Để đưa khối thép lên điểm nóng chảy, cần cấp nhiệt lượng:

$$Q_1 = C \cdot m [T_c - t_1] = 8,256 \text{J}$$

- Để đưa khối thép chuyển từ thể rắn sang lỏng cần cấp nhiệt lượng:

$$Q_2 = m \cdot L = 3,306 \text{J}$$

- Tổng nhiệt lượng cần thiết để nấu chảy hoàn toàn lỗ khoan:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 11,562 \text{J}$$

- Vì bỏ qua mất mát nhiệt cho xung quanh nên thời gian tối thiểu để khoan thủng

lỗ thép là: $t = \frac{Q_1 + Q_2}{P} = 1,1562\text{s} \approx 1,16\text{s} \Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 5: Biết nước có nhiệt dung riêng $c = 4,18\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$, nhiệt hóa hơi $L = 2260\text{kJ/kg}$, khối lượng riêng $D = 1000\text{kg/m}^3$. Để làm bốc hơi hoàn toàn 1mm^3 nước ở nhiệt độ ban đầu 37°C trong khoảng thời gian 10s bằng một laze thì laze này phải có công suất bằng

- A. 4,5W. B. 3,5W. C. 2,5W. D. 1,5W.

Phân tích, hướng dẫn:

- Khối lượng của 1mm^3 nước: $m = VD = 10^{-9} \cdot 1000 = 10^{-6} \text{kg}$.

- Nhiệt lượng cần cung cấp để đưa 1mm^3 nước từ 37°C lên điểm hóa hơi:

$$Q_1 = mc(T_c - t_0) = 10^{-6} \cdot 4,18 \cdot 10^3 \cdot (100 - 37) = 263,34 \cdot 10^{-3} \text{J}$$

- Sau đó, nhiệt lượng cần cung cấp để chuyển 1mm^3 nước từ thể lỏng sang thể hơi:

$$Q_2 = m \cdot L = 10^{-6} \cdot 2260 \cdot 10^3 = 226 \cdot 10^{-2} \text{J}$$

- Nhiệt lượng tổng cộng để chuyển toàn bộ 1mm^3 nước từ thể lỏng sang thể hơi là:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 2523,34 \cdot 10^{-2} \text{J}$$

- Công suất của laze: $P = \frac{Q}{t} = \frac{2523,34 \cdot 10^{-2}}{10} = 2,5\text{W} \Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 6: Người ta dùng một loại laser CO_2 có công suất $P = 10\text{W}$ để làm dao mổ. Khi tia laser được chiếu vào vị trí cần mổ sẽ làm cho nước ở phần mô chỗ đó bốc hơi và mô bị cắt. Nhiệt độ cơ thể bệnh nhân là 37°C . Biết nhiệt dung riêng và nhiệt hoá hơi của nước lần lượt là $c = 4,18\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$ và $L = 2260\text{kJ/kg}$. Tính trong 1s, thể tích nước mà tia laser có thể làm bốc hơi được là

A. $2,742\text{ mm}^3$. B. $3,963\text{ mm}^3$. C. $3,654\text{ mm}^3$. D. $4,245\text{ mm}^3$.

Phân tích, hướng dẫn:

- Theo kết quả của ví dụ trên, khi 1 mm^3 nước từ thể lỏng chuyển hoàn toàn sang thể hơi thì cần một nhiệt lượng tổng cộng: $Q = Q_1 + Q_2 = 2523,34 \cdot 10^{-2}\text{ J}$.

- Với công suất 10W , trong 1s vùng mô sẽ nhận được nhiệt lượng từ tia laser:

$$Q' = P \cdot t = 10 \cdot 1 = 10\text{ J}.$$

- Số mm^3 nước có thể bốc hơi trong 1s sẽ là:

$$n = \frac{Q'}{Q} = \frac{10}{2523,34 \cdot 10^{-2}} = 3,963\text{ mm}^3 \Rightarrow \text{Đáp án B}.$$

Ví dụ 7: Người ta dùng một loại laser CO_2 có công suất $P = 10\text{W}$ để làm dao mổ. Khi tia laser được chiếu vào vị trí cần mổ sẽ làm cho nước ở phần mô chỗ đó bốc hơi và mô bị cắt. Nhiệt độ cơ thể bệnh nhân là 37°C . Nhiệt dung riêng và nhiệt hoá hơi của nước lần lượt là $c = 4,18\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$ và $L = 2260\text{kJ/kg}$. Biết chùm laser có bán kính $r = 0,1\text{mm}$ và di chuyển với vận tốc $v = 0,5\text{cm/s}$ trên bề mặt của mô mềm. Chiều sâu cực đại của vết cắt là

A. 1mm .

B. 2mm .

C. 3mm .

D. 4mm .

Phân tích, hướng dẫn:

- Theo kết quả ví dụ trên, trong 1s thể tích nước có thể bốc hơi là $V' = 3,963\text{ mm}^3$.

- Vì chùm laser di chuyển với vận tốc $v = 0,5\text{cm/s}$ trên bề mặt của mô mềm nên trong 1s nó dịch chuyển được một đoạn $L' = v \cdot t = 0,5 \cdot 1 = 0,5\text{ cm} = 5\text{mm}$.

- Vì chùm laser có bán kính $r = 0,1\text{mm}$ nên khi dịch chuyển, trong 1s nó sẽ tạo ra vùng cắt có diện tích: $S = 2r \cdot L' = 2 \cdot 0,1 \cdot 5 = 1\text{ mm}^2$.

- Mà $V' = S \cdot h$ nên độ sâu vết cắt $h = \frac{V'}{S} = \frac{3,963}{1} = 3,963\text{ mm} \approx 4\text{mm}$

$\Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 8: Để đo khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng, người ta dùng một loại laser phát ra những xung ánh sáng chiếu về phía Mặt Trăng và đo khoảng thời gian giữa thời điểm xung được phát ra và thời điểm một máy thu đặt ở Trái Đất nhận được xung phản xạ trở về. Thấy rằng khoảng thời gian này là 2,667s. Kết quả cho biết khoảng cách giữa Trái Đất và Mặt Trăng là

- A. 200.000 km. B. 300.000 km. C. 400.000 km. D. 500.000 km.

Phân tích, hướng dẫn:

Khoảng thời gian $t = 2,667\text{s}$ là tính cho cả đi lẫn về. Nếu gọi L là khoảng cách giữa Trái Đất và Mặt Trăng thì $L = c \cdot \frac{t}{2} = 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{2,667}{2} = 4 \cdot 10^8 \text{ m} \Rightarrow$ Đáp án C.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Câu 1: Bước sóng của ánh sáng laser bán dẫn trong không khí là 600nm. Biết chiết suất của nước là $n = \frac{4}{3}$, bước sóng của tia laser trong nước là

- A. 600nm. B. 800nm. C. 476nm. D. 450nm

Câu 2: Nguyên tắc hoạt động của laser dựa vào

- A. hiện tượng cảm ứng điện từ. B. sự phát quang của một số chất.
C. hiện tượng tán sắc ánh sáng. D. sự phát xạ cảm ứng.

Câu 7: Laser rubi không hoạt động theo nguyên tắc nào dưới đây?

- A. Dựa vào sự phát xạ cảm ứng.
B. Tạo ra sự đảo lộn mật độ.
C. Dựa vào sự tái hợp giữa electron và lỗ trống.
D. Sử dụng buồng cộng hưởng.

Câu 3: Sự phát xạ cảm ứng là gì?

- A. Đó là sự phát ra photon bởi một nguyên tử.
B. Đó là sự phát xạ của một số 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 photon có cùng tần số.

Câu 4: Một photon có năng lượng 1,79 eV bay qua hai nguyên tử có mức kích thích 1,79 eV, nằm trên cùng phương của photon tới. Các nguyên tử này có thể ở trạng thái cơ bản hoặc trạng thái kích thích. Gọi x là số photon có thể thu được sau đó, theo phương của photon tới. Đáp án sai là

- A. $x = 0$. B. $x = 1$. C. $x = 2$. D. $x = 3$.

Câu 5: Ứng dụng nào sau đây không phải là ứng dụng của tia laze?

- A. Sử dụng trong thông tin liên lạc.
B. Sử dụng làm dao mổ trong phẫu thuật.
C. Sử dụng trong đầu đọc ổ CD.
D. Sử dụng làm đèn pin và đèn chiếu sáng của xe ô tô.

Câu 6: Một laze He - Ne phát ánh sáng có bước sóng 632,8nm và có công suất đầu ra là 2,3 mW. Số photon phát ra trong mỗi phút là

- A. $22 \cdot 10^{15}$. B. $44 \cdot 10^{15}$. C. $44 \cdot 10^{16}$. D. $44 \cdot 10^{14}$.

Câu 7: Một laze rubi phát ánh sáng có bước sóng 694,4 nm. Nếu xung laze được phát trong τ (s) và năng lượng giải phóng bởi mỗi xung là $Q = 0,15J$ thì số photon trong mỗi xung là

- A. $5,24 \cdot 10^{17}$. B. $4,24 \cdot 10^{17}$. C. $3,24 \cdot 10^{17}$. D. $2,24 \cdot 10^{17}$.

Câu 8: Một laze có công suất 10W làm bốc hơi một lượng nước ở $30^\circ C$. Biết rằng nhiệt dung riêng của nước là $c = 4,18 kJ/kg \cdot ^\circ C$, nhiệt hóa hơi của nước $L = 2260 kJ/kg$, khối lượng riêng của nước $D = 1000 kg/m^3$. Thể tích nước bốc hơi được trong khoảng thời gian 1s là

- A. $3,4 \cdot 10^{-9} m^3$. B. $4,4 \cdot 10^{-9} m^3$. C. $5,4 \cdot 10^{-9} m^3$. D. $6,4 \cdot 10^{-9} m^3$.

IV. SỰ HẤP THỤ ÁNH SÁNG. MÀU SẮC CỦA CÁC VẬT

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

1. Hiện tượng hấp thụ ánh sáng

Khi một chùm ánh sáng đi qua một môi trường vật chất bất kì, thì cường độ sáng bị giảm. Một phần năng lượng của chùm sáng đã bị tiêu hao và biến thành năng lượng khác. Đó là hiện tượng hấp thụ ánh sáng.

Cường độ I của chùm sáng đơn sắc truyền qua môi trường hấp thụ giảm theo độ dài d của đường đi theo định luật hàm số mũ: $I = I_0 e^{-\alpha d}$

Với I_0 là cường độ của chùm sáng tới môi trường, α được gọi là hệ số hấp thụ của môi trường.

2. Sự hấp thụ lọc lựa. Kính màu

a) Sự hấp thụ lọc lựa

Khi ánh sáng trắng đi qua những chất khác nhau, quang phổ của nó mất đi những bước sóng khác nhau. Điều đó chứng tỏ, ánh sáng có bước sóng khác nhau bị môi trường hấp thụ nhiều ít khác nhau. Người ta gọi hiện tượng này là sự hấp thụ lọc lựa.

Những chất hầu như không hấp thụ ánh sáng trong miền nào của quang phổ thì được gọi là gần trong suốt trong miền đó.

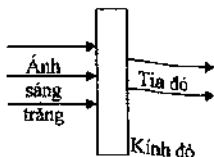
Những vật không hấp thụ ánh sáng trong miền nhìn thấy của quang phổ được gọi là vật trong suốt không màu. Những vật hấp thụ hoàn toàn mọi ánh sáng nhìn thấy thì sẽ có màu đen.

Những vật hấp thụ lọc lựa ánh sáng trong miền nhìn thấy thì được gọi là vật trong suốt có màu.

Khi cho chùm ánh sáng trắng đi qua bình đựng hơi natri, ta thấy trên nền quang phổ liên tục của ánh sáng trắng thu được nhờ máy quang phổ, có một vạch đen kép, tương ứng với hai bước sóng $\lambda_1 = 5890 \text{ \AA}$ và $\lambda_2 = 5896 \text{ \AA}$ đã bị mất (do bị hơi natri hấp thụ).

b) Kính màu

Kính lọc sắc đỏ ít hấp thụ ánh sáng màu đỏ, nhưng hấp thụ rất mạnh ánh sáng màu xanh, màu tím và hầu hết các bức xạ còn lại của ánh sáng trắng. Nếu chiếu ánh sáng trắng vào kính lọc sắc đỏ, thì nó chỉ cho các tia đỏ truyền qua, các bức xạ còn lại bị nó hấp thụ gần như hoàn toàn. Kết quả là phía sau ta nhìn thấy kính lọc sắc có màu đỏ. Nếu chiếu vào tấm kính đỏ ánh sáng màu tím chẳng hạn, ánh sáng này sẽ bị tấm kính đỏ hấp thụ gần như hoàn toàn, và lúc này ta nhìn thấy tấm kính có màu đen.



3. Sự phản xạ lọc lựa

Khi chiếu một chùm ánh sáng trắng vào một vật nào đó. Chùm sáng phản xạ từ vật bị khuyết một số photon có năng lượng xác định. Điều đó chứng tỏ ánh sáng có bước sóng khác nhau được phản xạ nhiều ít khác nhau từ vật. Đó là phản xạ lọc lựa. Phổ của ánh sáng phản xạ phụ thuộc phổ của ánh sáng tới và tính chất quang học của bề mặt phản xạ.

Phổ của ánh sáng tán xạ phụ thuộc phổ của ánh sáng tới và tính chất quang học của bề mặt tán xạ.

4. Màu sắc các vật

Nếu vật có khả năng phản xạ tất cả ánh sáng có bước sóng khác nhau chiếu vào nó, thì theo hướng phản xạ ta sẽ nhìn thấy vật có màu trắng. Nếu vật hấp thụ tất cả các ánh sáng có bước sóng khác nhau chiếu tới, thì theo hướng phản xạ ta nhìn thấy nó có màu đen. Vật hấp thụ đa số bức xạ chính trong quang phổ của ánh sáng trắng, nó sẽ có màu xám. Các vật thể có màu sắc là do vật được cấu tạo từ những vật liệu xác định và vật hấp thụ một số bước sóng ánh sáng và phản xạ, tán xạ những bước sóng khác.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Cường độ của chùm sáng đơn sắc truyền qua môi trường hấp thụ

- A. giảm tỉ lệ với độ dài đường đi của tia sáng.
- B. giảm tỉ lệ nghịch với độ dài đường đi của tia sáng.
- C. giảm tỉ lệ với bình phương độ dài đường đi của tia sáng.
- D. giảm theo định luật hàm mũ của độ dài đường đi của tia sáng.

Phân tích, hướng dẫn giải:

Chọn D vì $I = I_0 e^{-\alpha d}$.

Ví dụ 2: Khi cho ánh sáng truyền qua một môi trường vật chất thì cường độ chùm sáng

- A. không thay đổi.
- B. tăng.
- C. giảm.
- D. tăng đến một giá trị cực đại, sau đó giảm.

Phân tích, hướng dẫn giải:

Khi ánh sáng truyền qua một môi trường vật chất thì một phần năng lượng của chùm sáng đã bị môi trường hấp thụ nên cường độ chùm sáng giảm $\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 3: (Bài toán này dành cho học sinh theo chương trình nâng cao) Chiếu một chùm sáng đơn sắc vuông góc với một tấm thủy tinh có độ dày d . Thấy rằng cường độ của chùm sáng ló bằng k lần cường độ chùm sáng tới. Coi rằng ánh sáng không bị phản xạ ở mặt trước và mặt sau tấm thủy tinh. Hệ số hấp thụ của thủy tinh đối với ánh sáng đơn sắc này tính theo biểu thức:

- A. $\alpha = \frac{\ln k}{d}$.
- B. $\alpha = -d \ln k$.
- C. $\alpha = \frac{d}{\ln k}$.
- D. $\alpha = -\frac{\ln k}{d}$.

Phân tích, hướng dẫn giải:

- Từ định luật về sự hấp thụ ánh sáng $I = I_0 e^{-\alpha d} \Rightarrow \frac{I}{I_0} = e^{-\alpha d}$

- Mặt khác, theo đề ra: $\frac{I}{I_0} = k$

Vậy có thể viết $k = e^{-\alpha d} \Rightarrow \alpha = -\frac{\ln k}{d} \Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng: Chiếu một chùm sáng có cường độ I_0 vào môi trường vật chất có bề dày d , có hệ số hấp thụ α sao cho $\alpha d = 0,693 (\approx \ln 2)$. Sau khi đi qua môi trường này chùm sáng có cường độ là

A. $\frac{I_0}{e}$

B. $\frac{I_0}{\ln 2}$

C. $\frac{I_0}{2}$

D. $I_0 \ln 2$

Ví dụ 4: (Bài toán dành cho HS theo CT nâng cao) Chiếu một chùm sáng đơn sắc vuông góc với một tấm thủy tinh có độ dày $d = 2\text{mm}$. Cường độ của chùm sáng ló bằng 0,8 cường độ chùm sáng tới. Coi hệ số phản xạ ở mặt trước và mặt sau tấm thủy tinh bằng 0,04 thì hệ số hấp thụ của thủy tinh đối với ánh sáng đơn sắc này là

A. 71m^{-1}

B. 72m^{-1}

C. 73m^{-1}

D. 74m^{-1}

Phân tích, hướng dẫn giải:

- Gọi I_1 là cường độ chùm sáng tới bề mặt tấm thủy tinh, do bị phản xạ 0,04 I_1 ở mặt trước nên phần còn lại và bắt đầu đi tiếp trong tấm thủy tinh $I_0 = 0,96 I_1$.

- Gọi I là cường độ chùm sáng truyền qua tấm thủy tinh.

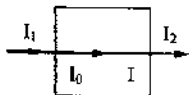
Vì bị thủy tinh hấp thụ nên $I = I_0 e^{-\alpha d} = (0,96 I_1) e^{-\alpha d}$.

- Gọi I_2 là cường độ ánh sáng sau khi truyền qua tấm thủy tinh. Do bị phản xạ 0,04 I ở mặt thứ 2 nên

$$I_2 = 0,96 I = 0,96 (0,96 I_1) e^{-\alpha d} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 0,96 \cdot 0,96 \cdot e^{-\alpha \cdot 2 \cdot 10^{-3}}$$

Mặt khác, theo đề ra $\frac{I_2}{I_1} = 0,8 \Rightarrow 0,8 = 0,96 \cdot 0,96 \cdot e^{-\alpha \cdot 2 \cdot 10^{-3}}$

$$\text{Từ đó tính được } \alpha = \frac{\ln\left(\frac{0,8}{0,96^2}\right)}{2 \cdot 10^{-3}} \approx 71\text{m}^{-1} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$



Ví dụ 5: Chiếu ánh sáng đơn sắc màu tím tới một vật có màu đỏ ta sẽ quan sát thấy vật đó có màu

A. đỏ.

B. tím.

C. lam.

D. đen.

Phân tích, hướng dẫn giải:

Ánh sáng màu tím bị vật màu đỏ hấp thụ, do đó ta nhìn thấy vật màu đen.

⇒ Đáp án D.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Câu 1: Hấp thụ lọc lựa ánh sáng là

A. hấp thụ một phần ánh sáng chiếu qua làm cường độ chùm sáng giảm đi.

B. hấp thụ toàn bộ màu sắc nào đó khi ánh sáng đi qua.

C. mỗi bước sóng bị hấp thụ một phần, bước sóng khác nhau, hấp thụ không giống nhau.

D. tất cả các đáp án trên.

Câu 2: Màu sắc các vật là do vật

A. hấp thụ ánh sáng chiếu vào.

B. phản xạ ánh sáng chiếu vào.

C. cho ánh sáng truyền qua.

D. hấp thụ một số bước sóng ánh sáng và phản xạ, tán xạ những bước sóng khác.

Câu 3: Kết luận nào sau đây là sai khi nói về sự hấp thụ có tính lọc lựa?

A. Các ánh sáng có bước sóng khác nhau thì bị môi trường hấp thụ nhiều hay ít khác nhau.

B. Những chất hầu như không hấp thụ ánh sáng trong miền nào của quang phổ được gọi là gần trong suốt với miền quang phổ đó.

C. Những vật hấp thụ hoàn toàn mọi ánh sáng nhìn thấy gọi là trong suốt với miền ánh sáng nhìn thấy.

D. Những vật hấp thụ lọc lựa ánh sáng trong miền nhìn thấy thì được gọi là vật trong suốt có màu.

Câu 4: Hệ số hấp thụ của môi trường phụ thuộc vào

A. bước sóng ánh sáng chiếu tới môi trường.

B. cường độ I của chùm sáng đơn sắc khi truyền qua môi trường.

C. cường độ I_0 của chùm sáng đơn sắc chiếu tới môi trường.

D. độ dài d của đường đi tia sáng.

Câu 5: Chiếu ánh sáng trắng tới một vật có màu đỏ ta sẽ quan sát thấy vật đó có màu

A. đỏ.

B. tím.

C. lam.

D. đen.

Chủ đề 19: THUYẾT TƯƠNG ĐỐI

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

1. Các tiên đề Anh-xtanh

* **Tiên đề I** (nguyên lý tương đối): Hiện tượng vật lý diễn ra như nhau trong các hệ quy chiếu quán tính, hay phương trình biểu diễn hiện tượng vật lý trong các hệ quy chiếu quán tính có cùng một dạng.

* **Tiên đề II** (nguyên lý về sự bất biến của vận tốc ánh sáng): Vận tốc của ánh sáng trong chân không có cùng độ lớn bằng c trong mọi hệ quy chiếu quán tính, không phụ thuộc vào phương truyền và vận tốc của nguồn sáng hay máy thu.

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s} \approx 300\,000 \text{ km/s}.$$

2. Hệ quả

- Sự co của độ dài: Gọi ℓ_0 là chiều dài của một thanh khi chưa chuyển động, độ

dài dọc theo phương chuyển động khi thanh chuyển động là $\ell = \ell_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < \ell_0$.

Độ co chiều dài $\Delta \ell = \ell_0 - \ell$

- Sự giãn của thời gian: Trong hệ quán tính K' (đang chuyển động với tốc độ v đối với hệ quán tính K) có một hiện tượng diễn ra, tính theo đồng hồ gắn với K' thì hiện tượng ấy diễn ra trong khoảng thời gian Δt_0 . Nhưng nếu tính theo đồng hồ gắn với hệ K đứng yên thì khoảng thời gian xảy ra hiện tượng đó lại là Δt được

$$\text{tính theo: } \Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} > \Delta t_0$$

3. Hệ thức Anh-xtanh giữa năng lượng và khối lượng

a) Khối lượng tương đối tính

Gọi m_0 là khối lượng nghỉ, khối lượng tương đối tính của chất diềm chuyển

$$\text{động là } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

b) Hệ thức giữa năng lượng và khối lượng $E = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} c^2$

Theo hệ thức này, khi vật có khối lượng m thì nó cũng có một năng lượng E , và ngược lại, khi vật có năng lượng E thì nó có khối lượng m . Hai đại lượng này luôn tỉ lệ với nhau. Khi năng lượng thay đổi lượng ΔE thì khối lượng cũng thay đổi một lượng Δm tương ứng và ngược lại $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$

Hệ thức $E = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} c^2$ ở trên được gọi là hệ thức Anh-xanh.

- Khi $v = 0$ thì $E = E_0 = m_0 c^2$. Và E_0 được gọi là năng lượng nghỉ (ứng với khi vật đứng yên).

- Khi $v \ll c$ (ứng với các trường hợp của cơ học cổ điển), hay $\frac{v}{c} \ll 1$, ta có:

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \approx 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}, \text{ do đó } E \approx m_0 c^2 + \frac{1}{2} m_0 v^2. \text{ Như vậy, khi vật chuyển động,}$$

năng lượng toàn phần của nó bao gồm năng lượng nghỉ và động năng. Đối với hệ kín, khối lượng nghỉ và năng lượng nghỉ tương ứng không nhất thiết được bảo toàn, nhưng vẫn có định luật bảo toàn của năng lượng toàn phần E , bao gồm năng lượng nghỉ và động năng.

Động năng của vật: $W_d = \frac{1}{2} m_0 v^2 = E - m_0 c^2 = mc^2 - m_0 c^2 = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$

+ Hệ thức giữa năng lượng và động lượng của vật: $E^2 = m_0^2 c^4 + p^2 c^2$.

+ Theo thuyết lượng tử ánh sáng, photon ứng với bức xạ đơn sắc có bước sóng λ và tần số f có năng lượng: $\epsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} = m_{ph} c^2$. Trong đó m_{ph} là khối lượng tương đối tính của photon. Gọi m_{0ph} là khối lượng nghỉ của photon, ta có: $m_{0ph} = m_{ph} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. Với $v = c$ thì $m_{0ph} = 0$, vậy khối lượng nghỉ của photon bằng 0.

+ Động lượng tương đối tính của photon: $p = m_{ph} c = \frac{\epsilon}{c} = \frac{h}{\lambda}$.

B. VÍ DỤ MINH HOẠ

Ví dụ 1: Một chiếc thước có chiều dài riêng 30 cm chuyển động với tốc độ $v = 0,6 c$. Độ co chiều dài theo phương chuyển động là

- A. 24 cm. B. 6 cm. C. 4 cm. D. 26cm.

Phân tích, hướng dẫn:

Độ dài của thước dọc theo phương chuyển động của nó là:

$$\ell = \ell_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 30 \cdot \sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}} = 24 \text{ cm}$$

Vậy trong hệ quy chiếu gắn với thước chuyển động, chiều dài của thước đã bị co một đoạn $\Delta \ell = \ell_0 - \ell = 30 - 24 = 6 \text{ cm} \Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Một cái thước thẳng có chiều dài 2 m chuyển động với tốc độ $v = 0,8c$ trong một hệ quy chiếu quán tính K. Độ dài của thanh đo được trong hệ quy chiếu K là

- A. 1,6 m. B. 0,6 m. C. 1,2 m. D. 0,8 m.

Bài 2: 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. 10cm. B. 12cm. C. 15cm. D. 18cm.

Bài 3: Một cái thước thẳng có chiều dài 3 m chuyển động trong một hệ quy chiếu quán tính. Một người quan sát viên đứng yên trong hệ quy chiếu quán tính thấy cái thước có chiều dài 2,4 m. Hệ quy chiếu quán tính chuyển động với tốc độ bằng

- A. 0,5 c. B. 0,6 c. C. 0,7 c. D. 0,8 c.

Bài 4: Một vật chuyển động với tốc độ 0,8c trong một hệ quy chiếu quán tính thì chiều dài của vật bị co lại 0,4 m. Chiều dài của vật là

- A. 1 m. B. 2 m. C. 3 m. D. 4 m.

(Đáp án : 1C, 2D, 3B, 4A)

Ví dụ 2: Sau 2 giờ tính theo đồng hồ chuyển động với tốc độ $v = 0,6 c$ thì đồng hồ này chạy chậm hơn đồng hồ gắn với quan sát viên đứng yên là

- A. 30 min. B. 20 min. C. 10 min. D. 5 min.

Phân tích, hướng dẫn:

$$\text{Ta có } \Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{2}{\sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}}} = 2,5 \text{ h}$$

Như vậy, cùng một hiện tượng, đồng hồ gắn với hệ quán tính K' đang chuyển động thì cho biết diễn ra trong 2 giờ nhưng trong hệ quán tính K đang đứng yên lại diễn ra trong 2,5 giờ $\Rightarrow$ đồng hồ chuyển động đã chạy chậm hơn đồng hồ đứng yên một lượng là $2,5 - 2 = 0,5 \text{ h} = 30 \text{ min} \Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: 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.

Bài 2: Một đồng hồ chuyển động với tốc độ $v = 0,8c$. Sau 1 giờ tính theo đồng hồ chuyển động thì đồng hồ này chạy chậm hơn đồng hồ gắn với quan sát viên đứng yên một lượng là

- A. 20 phút. B. 30 phút. C. 40 phút. D. 50 phút.

Bài 3: Hạt mezôn π^+ chuyển động với vận tốc $v = 0,99999999c$ và có thời gian sống $\Delta t_0 = 2,2 \cdot 10^{-8} \text{ s}$. Theo thuyết tương đối hẹp thì thời gian sống của hạt đó là

- A. $1,54 \cdot 10^{-4} \text{ s}$. B. $15,4 \cdot 10^{-5} \text{ s}$. C. $154 \cdot 10^{-5} \text{ s}$. D. $0,154 \cdot 10^{-5} \text{ s}$.

(Đáp án : 1C, 2C, 3B)

Ví dụ 3: Một người có khối lượng nghỉ $m_0 = 60 \text{ kg}$ chuyển động với tốc độ $0,8c$. Khối lượng tương đối tính của người này là

- A. 50 kg. B. 100 kg. C. 80 kg. D. 120 kg.

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn B vì $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{60}{\sqrt{1 - \frac{(0,8c)^2}{c^2}}} = 100 \text{ kg}.$

Bài tập vận dụng: (Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Một vật có khối lượng nghỉ 60 kg chuyển động với tốc độ $0,6c$ (c là tốc độ ánh sáng trong chân không) thì khối lượng tương đối tính của nó là

- A. 75 kg. B. 80 kg. C. 60 kg. D. 100 kg.

Ví dụ 4: Năng lượng toàn phần của một vật đứng yên có khối lượng 1 kg bằng
 A. $9 \cdot 10^{16} \text{ J}$. B. $9 \cdot 10^6 \text{ J}$. C. $9 \cdot 10^{10} \text{ J}$. D. $9 \cdot 10^{11} \text{ J}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Từ hệ thức $E = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} c^2$. Do vật đứng yên, $v = 0$ nên năng lượng toàn

phần E chỉ bằng năng lượng nghỉ của vật $E = m_0 c^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ J} \Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 5: Một vật có khối lượng nghỉ là 1kg. Động năng của vật bằng $6 \cdot 10^{16} \text{ J}$.
 Tốc độ của vật bằng

A. 0,6c. B. 0,7c. C. 0,8c. D. 0,9c.

Phân tích, hướng dẫn:

Động năng của vật: $W_d = E - m_0 c^2 = mc^2 - m_0 c^2 = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$

Thay số: $6 \cdot 10^{16} = 1 \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) \Rightarrow \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) = \frac{2}{3}$

$\Rightarrow v = 0,8c \Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 6: Một vật có khối lượng nghỉ 2kg chuyển động với tốc độ $v = 0,6c$. Động năng của vật bằng

A. $2,5 \cdot 10^{16} \text{ J}$. B. $4,5 \cdot 10^{16} \text{ J}$. C. 10^{16} J . D. $2,25 \cdot 10^{16} \text{ J}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Động năng của vật: $W_d = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) = 2 \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \left(\frac{1}{0,8} - 1 \right) = 4,5 \cdot 10^{16} \text{ J}$.

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

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. $0,225m_0c^2$.

Ví dụ 7: Một hạt có động năng bằng năng lượng nghỉ của nó. Vận tốc của hạt là

- A. $2,6 \cdot 10^8$ m/s. B. $2,3 \cdot 10^8$ m/s. C. $1,5 \cdot 10^8$ m/s. D. $2,0 \cdot 10^8$ m/s.

Phân tích, hướng dẫn:

Từ $E = E_0 + W_d$, theo đề ra $W_d = E_0$ nên $E = 2E_0 \Rightarrow mc^2 = 2m_0c^2$

$$\Rightarrow \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 2m_0 \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c \approx 2,6 \cdot 10^8 \text{ m/s} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 8: Vận tốc của 1 electron tăng tốc qua hiệu điện thế 10^5 V là

- A. $0,4 \cdot 10^8$ m/s. B. $0,8 \cdot 10^8$ m/s. C. $1,2 \cdot 10^8$ m/s. D. $1,6 \cdot 10^8$ m/s.

Phân tích, hướng dẫn:

$$\text{Ta có } W_d = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} - 1 \right) m_0 c^2 = eU, \text{ với } \beta = \frac{v}{c}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} = 1 + \frac{eU}{m_0 c^2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{1 - \beta^2} = \frac{1}{1 + \frac{eU}{m_0 c^2}} \Rightarrow 1 - \beta^2 = \frac{1}{\left(1 + \frac{eU}{m_0 c^2} \right)^2}$$

$$\Rightarrow \beta^2 = 1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{eU}{m_0 c^2} \right)^2}$$

Thay các giá trị $U = 10^5$ V, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg và $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ta được: $\beta^2 = 0,163432$

$$\Rightarrow \beta = 0,4 \Rightarrow v = 3 \cdot 10^8 \cdot 0,4 = 1,2 \cdot 10^8 \text{ m/s} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 9: Động năng của một electron có động lượng là p sẽ là:

A. $W_d = c\sqrt{p^2 + (mc)^2}$

B. $W_d = c\sqrt{p^2 + (mc)^2} + mc^2$

C. $W_d = c\sqrt{p^2 + (mc)^2} - mc^2$

D. $W_d = \sqrt{p^2 + (mc)^2}$

Từ ví dụ 9 đến ví dụ 15 là dành cho học sinh theo chương trình nâng cao

Phân tích, hướng dẫn:

Từ $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\beta^2}}$ và $p = \frac{mv}{\sqrt{1-\beta^2}}$ ta có: $\left(\frac{E}{c}\right)^2 = \frac{m^2 v^2}{1-\beta^2} + m^2 c^2$

$\Rightarrow \left(\frac{E}{c}\right)^2 = p^2 + (mc)^2 \Rightarrow E = c\sqrt{p^2 + (mc)^2}$

Vậy động năng: $W_d = c\sqrt{p^2 + (mc)^2} - mc^2 \Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 10: Một electron có động lượng p sẽ có vận tốc là

A. $v = \frac{c}{\sqrt{(mc)^2 - p^2}}$

B. $v = \frac{c}{\sqrt{(mc)^2 + p^2}}$

C. $v = \frac{pc}{\sqrt{(mc)^2 - p^2}}$

D. $v = \frac{pc}{\sqrt{(mc)^2 + p^2}}$

Phân tích, hướng dẫn:

Ta có: $\frac{p}{mc} = \frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} \Rightarrow \frac{(mc)^2}{p^2} = \frac{1-\beta^2}{\beta^2} = \frac{1}{\beta^2} - 1 \Rightarrow \frac{1}{\beta^2} = \frac{(mc)^2}{p^2} + 1$

$\Rightarrow \beta = \frac{p^2}{(mc)^2 + p^2} \Rightarrow \frac{v}{c} = \frac{p}{\sqrt{(mc)^2 + p^2}} \Rightarrow v = \frac{pc}{\sqrt{(mc)^2 + p^2}} \Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 11: Một hạt có khối lượng nghỉ m và động năng K thì động lượng của nó là

A. $p = \sqrt{\left(\frac{K}{c}\right)^2 - 2mK}$

B. $p = \sqrt{\left(\frac{K}{c}\right)^2 + 2mK}$

C. $p = \sqrt{\left(\frac{K}{c}\right)^2 + mK}$

D. $p = \sqrt{\left(\frac{K}{c}\right)^2 - mK}$

Phân tích, hướng dẫn:

Dựa theo kết quả ở các ví dụ trên, ta có: $E = c\sqrt{p^2 + (mc)^2}$

Mặt khác $K + mc^2 = E$ nên $K + mc^2 = c\sqrt{p^2 + (mc)^2}$

$$\Rightarrow \left(\frac{K}{c} + mc\right)^2 = p^2 + (mc)^2 \Rightarrow \left(\frac{K}{c}\right)^2 + 2mK = p^2 \Rightarrow p = \sqrt{\left(\frac{K}{c}\right)^2 + 2mK}$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 12: Một hạt có động lượng tương đối tính gấp 2 lần động lượng tính theo cơ học Niu-ơn. Vận tốc của hạt là

- A. 2.10^8 m/s. B. $2,3.10^8$ m/s. C. $1,5.10^8$ m/s. D. $2,6.10^8$ m/s.

Phân tích, hướng dẫn:

Theo đề ra ta có $mv = 2m_0v \Rightarrow \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} v = 2m_0 v$

$$\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 2 \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2} c \approx 2,6.10^8 \text{ m/s} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Bài tập vận dụng: Một hạt có động lượng tương đối tính gấp 3 lần động lượng cổ điển (tính theo cơ học Newton). Vận tốc của hạt đó là

- A. $v = \frac{\sqrt{3}}{3} c$. B. $v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$. C. $v = \frac{2\sqrt{2}}{3} c$. D. $v = \frac{2c}{\sqrt{3}}$.

Ví dụ 13: Khối lượng tương đối tính của photon ứng với bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,50 \mu\text{m}$ là

- A. $4,41.10^{-36}$ kg. B. $3,14.10^{-36}$ kg. C. $5,26.10^{-37}$ kg. D. $6,53.10^{-36}$ kg.

Phân tích, hướng dẫn:

Áp dụng công thức $m_p = \frac{h}{c\lambda}$.

Thay số ta được: $m_p = \frac{6,625.10^{-34}}{3.10^8 \cdot 0,5.10^{-6}} \approx 4,41.10^{-36} \text{ kg} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$

Bài tập vận dụng: Khối lượng tương đối tính của một photon là $8,82 \cdot 10^{-36} \text{ kg}$ thì bức xạ ứng với photon đó có bước sóng là

- A. $0,50 \mu\text{m}$. B. $0,25 \mu\text{m}$. C. $0,35 \mu\text{m}$. D. $0,65 \mu\text{m}$.

Ví dụ 14: Một photon ứng với bức xạ $0,5 \mu\text{m}$ thì động lượng tương đối tính của nó là

- A. $1,325 \cdot 10^{-28} \text{ kgm/s}$. B. $13,25 \cdot 10^{-28} \text{ kgm/s}$.
C. $132,5 \cdot 10^{-28} \text{ kgm/s}$. D. $1325 \cdot 10^{-28} \text{ kgm/s}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Áp dụng công thức động lượng tương đối tính của photon:

$$p = m_{\text{rel}} c = \frac{\varepsilon}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

Thay số ta được: $p = \frac{6,625 \cdot 10^{-34}}{0,5 \cdot 10^{-6}} = 13,25 \cdot 10^{-28} \text{ kgm/s} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

Ví dụ 15: Sự hủy của cặp electron-pôzitron ở trạng thái nghỉ sinh ra hai photon có năng lượng bằng nhau. Bước sóng của hai photon sinh ra là

- A. $3,44 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. B. $4,22 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. C. $2,44 \cdot 10^{-12} \text{ m}$. D. $5,22 \cdot 10^{-12} \text{ m}$.

Từ ví dụ 9 đến ví dụ 15 là dành cho học sinh theo chương trình nâng cao

Phân tích, hướng dẫn:

Hai photon sinh ra sau hủy cặp có năng lượng bằng nhau. Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có: $2E_\gamma = E_{e^-} + E_{e^+}$ nên

$$E_\gamma = \frac{1}{2} (m_{e^-} + m_{e^+}) c^2 = m_0 c^2 = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{1,66 \cdot 10^{-27}} \text{ u} c^2$$

$$= 5,48 \cdot 10^{-4} \cdot 931 = 0,511 \text{ MeV}$$

$\Rightarrow$ Bước sóng của các photon

$$\lambda = \frac{hc}{E_\gamma} = \frac{1,9875 \cdot 10^{-25}}{0,511 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} = 2,44 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Câu 1: Chọn phương án đúng.

- A. Các định luật vật lý không chỉ có cùng một dạng trong hệ quy chiếu quán tính mà còn trong mọi hệ quy phi quán tính.
- B. Các định luật vật lý có cùng một dạng như nhau trong mọi hệ quy chiếu.
- C. Các định luật vật lý không cùng một dạng như nhau trong mọi hệ quy chiếu quán tính.
- D. Các định luật vật lý có cùng một dạng như nhau trong mọi hệ quy chiếu quán tính.

Câu 2: Theo hệ quả của thuyết tương đối hẹp, một vật chuyển động với tốc độ càng lớn thì người quan sát đứng yên thấy độ dài của vật

- A. không thay đổi.
- B. càng bé.
- C. càng lớn.
- D. ban đầu tăng, sau đó giảm.

Câu 3: Tốc độ của ánh sáng trong chân không

- A. phụ thuộc vào phương truyền.
- B. phụ thuộc vào tốc độ của nguồn sáng.
- C. phụ thuộc vào phương truyền và tốc độ của nguồn sáng.
- D. không phụ thuộc vào phương truyền và vào tốc độ của nguồn sáng hay máy thu.

Câu 4: Khi nói về các tiên đề của Anhtan, đáp án nào sau đây là không đúng?

- A. Các hiện tượng vật lý xảy ra như nhau đối với mọi hệ quy chiếu quán tính.
- B. Phương trình mô tả các hiện tượng vật lý 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 một giá trị c , không phụ thuộc vào vận tốc của nguồn sáng hay máy thu.
- D. Các hiện tượng vật lý xảy ra như nhau đối với mọi hệ quy chiếu quán tính cũng như không quán tính.

Câu 5: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009)

Một cái thước khi nằm yên dọc theo một trục tọa độ của hệ quy chiếu quán tính K thì có chiều dài riêng là ℓ_0 . Với c là tốc độ ánh sáng trong chân không. Khi thước chuyển động dọc theo trục tọa độ này với tốc độ v thì chiều dài của thước đo được trong hệ K là

- A. $\ell_0 \sqrt{1 + \frac{v^2}{c^2}}$
- B. $\ell_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
- C. $\ell_0 \sqrt{1 - \frac{v}{c}}$
- D. $\ell_0 \sqrt{1 + \frac{v}{c}}$

Câu 6: Một hiện tượng vật lý xảy ra trong hệ quy chiếu quán tính K_1 trong khoảng thời gian t_1 . Một người quan sát viên đứng yên trong hệ quy chiếu quán tính K_2 thấy hiện tượng vật lý xảy ra trong khoảng thời gian t_2 . Biết rằng K_1 chuyển động thẳng đều với vận tốc v so với K_2 . Quan hệ giữa t_1 và t_2 là

- A. $t_1 > t_2$. B. $t_1 < t_2$. C. $t_1 = t_2$. D. $t_1 = 2t_2$.

Câu 7: Khối lượng tương đối tính của vật được xác định

- A. $m = m_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. B. $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v}{c}}}$
 C. $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$. D. $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 + \frac{v^2}{c^2}}}$

Câu 8: Khối lượng có tính chất

- A. tuyệt đối.
 B. tương đối, giá trị của nó không phụ thuộc hệ quy chiếu.
 C. tuyệt đối, giá trị của nó không phụ thuộc hệ quy chiếu.
 D. tương đối, giá trị của nó phụ thuộc hệ quy chiếu.

Câu 9: Một vật có khối lượng nghỉ m_0 chuyển động với tốc độ v sẽ có động năng bằng

- A. $W_d = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + 1 \right)$. B. $W_d = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right)$
 C. $W_d = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + 1 \right)$. D. $W_d = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$

Câu 10: Giả sử Trái Đất bay vào vũ trụ với khoảng cách 60 năm ánh sáng thì cần bay với vận tốc bao nhiêu để khoảng cách này giảm xuống còn 30 năm ánh sáng?

- A. $0,87c$. B. $0,43c$. C. $0,73c$. D. $0,57c$.

Câu 11: Trong hệ quy chiếu phòng thí nghiệm, một hạt muon chuyển động với vận tốc $v = 0,99c$ bay từ vị trí mà nó được sinh ra đến điểm mà nó bị phân rã là $l = 3$ km. Thời gian sống riêng (theo hệ quy chiếu gắn với hạt) của muon này bằng

- A. $2,3 \cdot 10^{-6} \text{ s}$. B. $1,4 \cdot 10^{-6} \text{ s}$. C. $3 \cdot 10^{-6} \text{ s}$. D. $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ s}$.

Chủ đề 20: HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

I. CÁC VẤN ĐỀ VỀ CẤU TẠO, KHỐI LƯỢNG VÀ KÍCH THƯỚC HẠT NHÂN

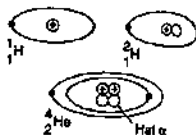
Ví dụ 1: Nêu những nét cơ bản về cấu tạo của hạt nhân nguyên tử và về lực hạt nhân.

Trả lời:

a) 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), được cấu tạo từ những hạt nhỏ hơn gọi là các nuclôn.

Có hai loại nuclôn: hạt prôtôn (${}^1_1\text{p}$) mang điện tích nguyên tố $+1e$ và hạt notron (${}^1_0\text{n}$) không mang điện.



Một nguyên tố có số thứ tự Z trong bảng tuần hoàn thì hạt nhân của nó có Z prôtôn và N notron. Tổng số prôtôn và notron gọi là số khối A : $A = Z + N$.

– Bán kính hạt nhân được xác định theo biểu thức $R = 1,2 \cdot 10^{-15} A^{1/3}$ (m).

– Cách kí hiệu hạt nhân: Ghi nguyên tử số z ở dưới và số khối A ở trên, bên cạnh và trước kí hiệu hoá học ${}^A_Z\text{X}$. Chẳng hạn hạt nhân Natri được viết ${}^{23}_{11}\text{Na}$. Qua kí hiệu này ta biết được $Z = 11$ nên có 11 hạt prôtôn và $23 - 11 = 12$ hạt notron.

b) Lực hạt nhân

Các nuclôn cấu tạo nên hạt nhân liên kết với nhau bởi lực rất mạnh, lực này có bản chất khác với lực hấp dẫn, lực Coulông, lực từ..., đồng thời rất mạnh so với các lực đó, lực này có tên là lực hạt nhân. Lực hạt nhân có bán kính tác dụng trong phạm vi hạt nhân nguyên tử (khoảng 10^{-15} m).

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Khi nói về cấu tạo hạt nhân nguyên tử, đáp án nào sau đây là không đúng?

- A. Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo từ các nuclôn.
- B. Có hai loại nuclôn là prôtôn (p) mang điện tích dương và notron không có điện tích.
- C. Số prôtôn trong hạt nhân đúng bằng số electron ở lớp vỏ nguyên tử.
- D. Có ba loại nuclôn là prôtôn (p) mang điện tích dương, electron mang điện tích âm và notron không có điện tích.

Hạt nhân được cấu tạo từ các proton, các neutron.

B. các proton và các neutron.

D. các proton, neutron và electron.

Khi nói về lực hạt nhân, đáp án nào sau đây là không đúng?

A. Lực hạt nhân là lực tương tác giữa các proton với proton trong hạt nhân.

B. Lực hạt nhân là lực tương tác giữa các proton với neutron trong hạt nhân.

C. Lực hạt nhân là lực tương tác giữa các neutron với neutron trong hạt nhân.

D. Lực hạt nhân chính là lực điện, tuân theo định luật Coulomb.

Ví dụ 2: Đơn vị khối lượng nguyên tử u được định nghĩa và tính như thế nào?

Trả lời:

Những hạt nhỏ bé cấu tạo nên vật chất có khối lượng rất nhỏ, để phù hợp, người ta dùng một đơn vị khác kilôgam, đó là đơn vị khối lượng nguyên tử, kí hiệu là u, nó có trị số bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng của đồng vị $^{12}_6\text{C}$, vì vậy còn được gọi là đơn vị cacbon.

Vì một lượng Cacbon $^{12}_6\text{C}$ nặng 12 gam có chứa $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ nguyên tử, nên một nguyên tử Cacbon nặng $\frac{12}{6,023 \cdot 10^{23}}$ gam. Theo định nghĩa trên thì:

$$1u = \frac{1}{12} m_{C_{12}} = \frac{1}{12} \cdot \frac{12}{6,023 \cdot 10^{23}} \text{ gam} = 1,66055 \cdot 10^{-24} \text{ gam} = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Ngoài ra, một hạt có khối lượng $m = 1u$ sẽ có năng lượng nghỉ

$$E = mc^2 = 1u \times c^2 = \frac{1}{N_A} \text{ gam} \times c^2 = \frac{1}{N_A} 10^{-3} \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ m/s})^2 = 931,5 \text{ MeV}$$

Từ biểu thức trên ta có $1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$

Với đơn vị khối lượng nguyên tử được quy ước như trên, khối lượng của một số hạt sẽ viết như sau:

proton: $m_p = 1,007276u$; neutron: $m_n = 1,008665u$; electron: $m_e = 0,000549u$

Vì u xấp xỉ bằng khối lượng của một nuclôn, nên hạt nhân có số khối A thì có khối lượng xấp xỉ bằng $A(u)$.

Bài tập vận dụng: Nếu tính theo đơn vị u thì khối lượng hạt nhân $^{12}_6\text{C}$ là

A. 12u.

B. 12,01u.

C. 11,996712u.

D. 11,99946u.

Ví dụ 3: Hạt nhân Radium có kí hiệu $^{226}_{88}\text{Ra}$

- Nêu thành phần cấu tạo hạt nhân Radium.
- Biết khối lượng một nguyên tử của Radium là $m = 226,0254\text{u}$. Hãy tính ra kg khối lượng của 1 mol nguyên tử, 1 hạt nhân và 1 mol hạt nhân Radium.
- Tìm khối lượng riêng của hạt nhân, biết bán kính hạt nhân được tính theo công thức $R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$ với $r_0 = 1,4 \cdot 10^{-15}\text{m}$ và A là số khối.

Phân tích, hướng dẫn giải:

- Hạt nhân $^{226}_{88}\text{Ra}$ có 88 proton và $(226 - 88) = 138$ neutron.
- Tính theo đơn vị kg
 - Khối lượng một nguyên tử của Radium
 $m = 226,0254\text{u} = 226,0254 \cdot 1,66055 \cdot 10^{-27} = 375,7 \cdot 10^{-27}\text{kg}$
 - Khối lượng một mol nguyên tử của Radium
 $m_{\text{mol}} = m N_A = 375,7 \cdot 10^{-27} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 226,17 \cdot 10^{-3}\text{kg}$
 - Khối lượng một hạt nhân: $m_{\text{hn}} = m - Z m_e = 226,0254\text{u} - 88 \cdot 0,000549\text{u}$
 $m_{\text{hn}} = 259,977\text{u} = 3,7524 \cdot 10^{-25}\text{kg}$
 - Khối lượng 1mol hạt nhân Radium: $m_{\text{molhn}} = m_{\text{hn}} \cdot N_A = 0,22589\text{kg}$
- Thể tích hạt nhân: $V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi \left(r_0 A^{\frac{1}{3}} \right)^3 = \frac{4}{3} \pi r_0^3 A = 2,59 \cdot 10^{-42}\text{m}^3$

Khối lượng riêng của hạt nhân: $D = \frac{m}{V} = \frac{3,7524 \cdot 10^{-25}}{2,59 \cdot 10^{-42}} = 1,45 \cdot 10^{17}\text{kg/m}^3$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Hạt nhân $^{238}_{92}\text{U}$ cấu tạo gồm

A. 238 proton và 92 neutron.	B. 92 proton và 238 neutron.
C. 238 proton và 146 neutron.	D. 92 proton và 146 neutron.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

So với hạt nhân $^{29}_{14}\text{Si}$, hạt nhân $^{40}_{20}\text{Ca}$ có nhiều hơn

A. 11 neutron và 6 proton.	B. 5 neutron và 6 proton.
C. 6 neutron và 5 proton.	D. 5 neutron và 12 proton.

Bài 3: Hạt nhân liti có 3 proton và 4 neutron. Hạt nhân này có kí hiệu

A. ^7_3Li .	B. ^4_3Li .	C. ^3_4Li .	D. ^3_7Li .

Bài 4: 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.

Ví dụ 4: Bán kính hạt nhân được tính theo công thức: $r = r_0 A^{1/3}$ với r_0 là hằng số,

A là số khối. Hai hạt nhân khác nhau có tỉ số bán kính của chúng là $\frac{r_1}{r_2} = 2$. Tỉ số khối lượng của hai hạt nhân đó bằng

A. 2.

B. 4.

C. 6.

D. 8.

Phân tích, hướng dẫn:

Áp dụng công thức $r = r_0 A^{1/3}$ viết cho 2 hạt nhân $r_1 = r_0 A_1^{1/3}$ và $r_2 = r_0 A_2^{1/3}$

$$\Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^3 = 8 \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Thể tích của hạt nhân $^{238}_{92}\text{U}$ lớn hơn thể tích của hạt nhân heli ^4_2He

A. 595 lần.

B. 59,5 lần.

C. 5,95 lần.

D. 0,595 lần.

Bài 2: Hạt nhân X có bán kính gấp đôi hạt nhân $^{14}_7\text{N}$. Số neutron trong X nhiều hơn số proton là 16 hạt. Hạt nhân X là

A. $_{47}\text{Ag}$.

B. $_{54}\text{Xe}$.

C. $_{48}\text{Cd}$.

D. $_{50}\text{Sn}$.

Ví dụ 5: Cho số Avôgađrô $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Số hạt proton có trong 15,9949g Oxi $^{16}_8\text{O}$ là

A. $6,023 \cdot 10^{23}$ hạt.

B. $48,169 \cdot 10^{23}$ hạt.

C. $8,42 \cdot 10^{23}$ hạt.

D. $0,75 \cdot 10^{23}$ hạt.

Phân tích, hướng dẫn:

Để làm bài toán này ta chỉ cần tìm số mol, số hạt nhân có trong 15,9949g.

Lấy số hạt nhân nhân với số proton có trong một hạt nhân thì sẽ được kết quả.

Trong 15,9949g Oxi, số hạt nhân Oxi là: $n = \frac{15,9949}{16} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 6,021 \cdot 10^{23}$ hạt

Ta biết rằng trong một hạt nhân Oxi có 8 hạt proton, vậy tổng số proton sẽ là:

$$N = 8 \cdot n = 48,169 \cdot 10^{23} \text{ hạt} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Hạt nhân Natri có kí hiệu $^{23}_{11}\text{Na}$ và có khối lượng $m_{\text{Na}} = 22,983734 \text{ u}$, biết $m_p = 1,0073 \text{ u}$, $m_n = 1,0087 \text{ u}$. Hãy tính:

- số hạt neutron có trong hạt nhân Na.
- số nuclôn có trong 11,5 g Na.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2008)

Biết số Avôgađrô $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ hạt/mol và khối lượng của hạt nhân bằng số khối của nó. Số proton có trong 0,27 gam $^{27}_{13}\text{Al}$ là

- A. $6,826 \cdot 10^{22}$ B. $8,826 \cdot 10^{22}$ C. $9,826 \cdot 10^{22}$ D. $7,826 \cdot 10^{22}$.

Ví dụ 6: Đồng vị là gì và ứng dụng của nó?

Trả lời:

a) Đồng vị

* Các hạt nhân có cùng số proton Z , nhưng có số neutron N khác nhau thì nguyên tử của chúng có cùng tính chất hoá học vì có lớp vỏ điện tử giống nhau. Các nguyên tử đó được xếp cùng một vị trí (đồng vị) trong bảng tuần hoàn và gọi là các đồng vị.

* Hầu hết các nguyên tố trong bảng tuần hoàn đều có vài đồng vị trơ lén.

Thí dụ:

– Hidrô có 3 đồng vị: Hidrô thường ^1_1H , Hidrô nặng (đơteri) ^2_1H , Hidrô siêu nặng (tritli) ^3_1H .

– Carbon có 7 đồng vị với số khối từ 10 đến 16, trong đó hai đồng vị $^{12}_6\text{C}$ và $^{13}_6\text{C}$ là bền vững.

* Đồng vị bền là đồng vị mà hạt nhân không có một biến đổi tự phát nào trong suốt thời gian tồn tại.

* Đồng vị phóng xạ là đồng vị mà các hạt nhân của nó có thể phóng ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân của nguyên tố khác.

b) Ứng dụng của đồng vị phóng xạ

– Phương pháp dùng các bon 14 (vì $^{14}_6\text{C}$ phóng xạ β^-) để xác định tuổi các di vật gốc sinh vật.

– Phương pháp nguyên tử đánh dấu: Trong nông nghiệp dùng lân phóng xạ $^{32}_{15}\text{P}$ theo dõi sự di chuyển lân trong cây cối.

– Đồng vị $^{60}_{27}\text{Co}$ phát ra tia gamma có khả năng đâm xuyên mạnh dùng để tìm khuyết tật trong chi tiết máy, diệt vi khuẩn bảo vệ thực phẩm, chữa bệnh ung thư, ...

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Các hạt nhân đồng vị có cùng

- A. số neutron N nhưng khác nhau về số khối A.
- B. số khối A nhưng khác nhau về số neutron N.
- C. số proton Z nhưng khác nhau về số khối A.
- D. số khối A nhưng khác nhau về số proton Z.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2007) Phát biểu nào là sai?

- A. Các đồng vị phóng xạ đều không bền.
- B. Các nguyên tử mà hạt nhân có cùng số proton nhưng có số neutron khác nhau gọi là đồng vị.
- C. Các đồng vị của cùng một nguyên tố có số neutron 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.

Bài 3: Các hạt nhân đồng vị là những hạt nhân có cùng

- A. số nuclôn nhưng khác số proton.
- B. số neutron nhưng khác số proton.
- C. số nuclôn nhưng khác số neutron.
- D. số proton nhưng khác số neutron.

II. BÀI TẬP VỀ ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN SỐ KHỐI VÀ ĐIỆN TÍCH TRONG PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

Ví dụ 1: Hãy trình bày về phản ứng hạt nhân và các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân.

Trả lời:

* Mọi quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân được gọi là phản ứng hạt nhân.

Sơ đồ tổng quát: $A + B \rightarrow C + D$

Trong đó A và B là hai hạt nhân tương tác với nhau, C và D là hạt nhân được tạo thành.

– Trong số các hạt A, B, C, D có thể là hạt sơ cấp như: e, proton, neutron, photon...

– Số hạt nhân trước hoặc sau phản ứng có thể nhiều hoặc ít hơn 2 (chẳng hạn sự phóng xạ).

* Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân ${}_Z^A A + {}_Z^A B \rightarrow {}_Z^A C + {}_Z^A D$ gồm có:

+ Bảo toàn số nuclôn (số khối A): Proton có thể biến thành neutron và ngược lại nhưng số nuclôn ở hai vế bằng nhau: $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$.

+ Bảo toàn điện tích (nguyên tử số Z): Vì các hạt nhân trong phản ứng chỉ tương tác với nhau nên có lập về điện (hệ kín). Và do điện tích của một hệ kín không đổi nên tổng điện tích ở hai vế sẽ phải bằng nhau. Sau khi lược bỏ $1,6 \cdot 10^{-19}$ ở 2 vế, ta có biểu thức thu gọn: $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

+ Định luật bảo toàn động lượng, động lượng của hệ trước và sau phản ứng không đổi: $\vec{p}_A + \vec{p}_B + \vec{p}_C + \vec{p}_D \Leftrightarrow m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B = m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D$

+ Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần

$$\frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 + (m_A + m_B) c^2 = \frac{1}{2} m_C v_C^2 + \frac{1}{2} m_D v_D^2 + (m_C + m_D) c^2$$

Chú ý rằng trong phản ứng hạt nhân không có sự bảo toàn khối lượng.

* Mặc dù có 4 định luật nhưng ở mục 2 này ta chỉ xét 2 định luật đầu nhằm hoàn thành phương trình phản ứng, 2 định luật còn lại sẽ được xét kĩ ở phần cuối.

Ví dụ 2: Cho hạt Proton bắn vào các hạt nhân ${}^9_4\text{Be}$ đang đứng yên, người ta thấy các hạt tạo thành gồm ${}^4_2\text{He}$ và hạt nhân X. Hãy viết phương trình phản ứng và nêu cấu tạo hạt nhân X.

Phân tích, hướng dẫn:

- Phương trình phản ứng hạt nhân: ${}_1^1\text{p} + {}_4^9\text{Be} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_Z^AX$

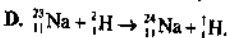
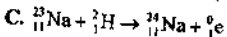
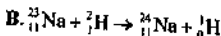
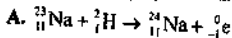
+ Áp dụng định luật bảo toàn điện tích ta có: $1 + 4 = 2 + Z \Rightarrow Z = 3$.

+ Áp dụng định luật bảo toàn số khối ta được: $1 + 9 = 4 + A \Rightarrow A = 6$.

Vậy hạt nhân X có kí hiệu ${}_3^6\text{X}$, và X là hạt nhân ${}_3^6\text{Li}$

- Hạt nhân X có 3 proton và $(6 - 3) = 3$ neutron.

Ví dụ 3: Phản ứng hạt nhân nào dưới đây là đúng?



Phân tích, hướng dẫn:

Chọn D vì phản ứng thỏa mãn cả hai định luật bảo toàn số khối và điện tích.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Cho phương trình phóng xạ: ${}^{10}_5\text{B} + {}^A_Z\text{X} \rightarrow \alpha + {}^4_2\text{Be}$. Trong đó Z, A có giá trị:

- A. Z = 0; A = 1 B. Z = 1; A = 1 C. Z = 1; A = 2 D. Z = 2; A = 4

Bài 2: Trong các phản ứng hạt nhân, đại lượng nào được bảo toàn?

- A. Tổng số proton. B. Tổng số nuclôn.
C. Tổng số neutron. D. Tổng khối lượng các hạt nhân.

III. CÁC VẤN ĐỀ VỀ PHÓNG XẠ

Ví dụ-1: Sự phóng xạ và định luật phóng xạ

Trả lời:

– Phóng xạ là hiện tượng hạt nhân nguyên tử tự động phóng ra những bức xạ (gọi là tia phóng xạ) và biến đổi thành hạt nhân khác. Tia phóng xạ không nhìn thấy, nhưng có thể phát hiện được chúng do chúng có khả năng làm đen kính ảnh, iôn hoá các chất, lệch trong điện trường, từ trường... (Tính chất của các tia phóng xạ sẽ được xét riêng ở ví dụ 26).

Phóng xạ là quá trình làm biến đổi hạt nhân nguyên tử này thành hạt nhân nguyên tử khác, do đó phóng xạ là một phản ứng hạt nhân. So với phản ứng hạt nhân đầy đủ, trong quá trình phóng xạ $A \rightarrow B + C$ thì ở về trái chỉ có một hạt nhân A, gọi là hạt nhân mẹ, B là hạt nhân mới gọi là hạt nhân con còn C là hạt α hoặc β^+ hoặc β^- .

Một đặc điểm quan trọng là: Hiện tượng phóng xạ hoàn toàn do các nguyên nhân bên trong hạt nhân gây ra, tuyệt đối không phụ thuộc vào các tác động bên ngoài. Dù nguyên tử phóng xạ nằm trong hợp chất, chịu áp suất hay nhiệt độ bất kỳ nào thì sự phóng xạ vẫn xảy ra tuân theo định luật phóng xạ:

– Mỗi chất phóng xạ được đặc trưng bởi một thời gian T gọi là chu kỳ bán rã. Cứ sau mỗi chu kỳ này thì $\frac{1}{2}$ số nguyên tử của chất ấy biến đổi thành chất khác.

– Khối lượng chất phóng xạ còn lại tại thời điểm t: $m_t = m_0 e^{-\lambda t} = m_0 2^{-\frac{t}{T}}$

Hoặc số hạt nhân còn lại tại thời điểm t: $N_t = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$ (hạt)

N_0 và m_0 là số nguyên tử và khối lượng tại thời điểm ban đầu (t = 0)

+ Liên hệ giữa số hạt và khối lượng: $N = \frac{m \cdot N_A}{A}$, $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

+ Khối lượng chất phóng xạ đã bị phân rã: $\Delta m = m_0 - m_t = m_0(1 - e^{-\lambda t})$

+ Phần trăm chất phóng xạ bị phân rã: $\frac{\Delta m}{m_0} = 1 - e^{-\lambda t}$

+ Phần trăm chất phóng xạ còn lại: $\frac{m_t}{m_0} = 2^{-\frac{t}{T}} = e^{-\lambda t}$

Thời gian	Còn lại		Phân rã	
0	m_0	100%	0	0
1T	$\frac{1}{2}m_0 = \frac{m_0}{2}$	50%	$m_0 - \frac{m_0}{2} = \frac{m_0}{2}$	50%
2T	$\frac{1}{2}\left(\frac{m_0}{2}\right) = \frac{m_0}{4}$	25%	$m_0 - \frac{m_0}{4} = \frac{3m_0}{4}$	75%
3T	$\frac{1}{2}\left(\frac{m_0}{4}\right) = \frac{m_0}{8}$	12,5%	$m_0 - \frac{m_0}{8} = \frac{7m_0}{8}$	87,5%
...		...	...	...

+ Khối lượng chất mới được tạo thành sau thời gian t

$$m_B = \frac{\Delta N}{N_A} A_B = \frac{A_B N_0}{N_A} (1 - e^{-\lambda t}) = \frac{A_B}{A_A} m_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

Trong đó: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ là số Avôgađrô. A_A , A_B là số khối của chất phóng xạ ban đầu và của chất mới được tạo thành

- Hằng số phóng xạ: $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T} \quad (1)$

* Độ phóng xạ H của một lượng chất phóng xạ là đại lượng đặc trưng cho tính chất phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ, được đo bằng số phân rã trong 1 giây. Đơn vị là Becoren (Bq) hoặc Curi (Ci).

1 Bq = 1 phân rã/giây; 1 Ci = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq.

Độ phóng xạ H giảm theo qui luật: $H_t = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda N_t e^{-\lambda t} = \lambda N_t$

$$\Rightarrow \begin{cases} H_0 = \lambda N_0 \\ H_t = \lambda N_t \end{cases} \quad (2) \text{ và } H_t = H_0 e^{-\lambda t} \text{ (Bq) với } H_0 = \lambda N_0 \text{ là độ phóng xạ ban đầu.}$$

Chú ý:

- Khi tính độ phóng xạ H_t , H_0 ở công thức (2) theo đơn vị Becoren (Bq) thì chu kỳ phóng xạ T ở công thức (1) phải đổi ra đơn vị giây (s).

- Khi khoảng thời gian khảo sát rất bé so với chu kỳ bán rã $t \ll T \Rightarrow \frac{\ln 2}{T} \cdot t \ll 1$

$\Rightarrow \lambda t \ll 1$ thì có thể lấy gần đúng $1 - e^{-\lambda t} \approx \lambda t$ nên số hạt nhân phân rã

$$\Delta N = N_0 - N_t = N_0 (1 - e^{-\lambda t}) \approx N_0 \lambda t = H_0 t$$

Bài toán mẫu: Chất phóng xạ Pôlôni $^{210}_{84}\text{Po}$ phóng xạ tia α và biến thành hạt nhân chì Pb. Biết chu kỳ bán rã của Pôlôni là 138 ngày và ban đầu có 168mg Pôlôni.

1. Viết phương trình phản ứng. Nêu cấu tạo hạt nhân chì. Tính số hạt nhân Po ban đầu.

2. Sau khoảng thời gian $t = 276$ ngày, hãy tính:

- Khối lượng Po bị phân rã.
- Khối lượng Pb được tạo thành.
- Thể tích khí Heli tạo thành ở điều kiện tiêu chuẩn.

3. Sau bao lâu thì:

- Khối lượng Po còn lại là 25mg.
- Khối lượng Po bị phân rã là 100mg.
- Khối lượng Pb được tạo thành là 61,8mg.
- Có 13,44 cm³ khí He tạo thành ở ở điều kiện tiêu chuẩn.
- Tỉ số số hạt nhân chì tạo thành và số hạt nhân Po còn lại là 5/3.
- Tỉ số khối lượng Po còn lại và Pb tạo thành là 2/3.

4. Về độ phóng xạ

- Tính độ phóng xạ ban đầu H_0
- Tìm t để độ phóng xạ giảm 128 lần.

Phân tích, hướng dẫn giải:

1. Phương trình phản ứng $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^{206}_{82}\text{Pb}$

Hạt nhân Pb có 82 proton và $(206 - 82) = 124$ neutron

Số hạt nhân Po ban đầu:

$$N_0 = \frac{m_0}{M_{\text{Po}}} N_A = \frac{168 \cdot 10^{-3}}{210} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 4,82 \cdot 10^{20} \text{ hạt}$$

2. Sau khoảng thời gian $t = 276$ ngày.

a) Khối lượng Po còn lại: $m = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}} = \frac{168}{2^{\frac{276}{138}}} = \frac{168}{2^2} = \frac{168}{4} = 42 \text{ mg}$

Khối lượng Po bị phân rã: $\Delta m = m_0 - m_1 = 168 - 42 = 126 \text{ mg}$.

b) Theo phương trình phóng xạ, cứ 1 hạt nhân Po bị phân rã thì có 1 hạt nhân Pb được tạo thành

$\Rightarrow$ số mol hạt nhân Pb được tạo thành bằng số mol hạt nhân Po bị phân rã

$$n_{\text{Pb}} = \Delta n_{\text{Po}} = \frac{\Delta m_{\text{Po}}}{M_{\text{Po}}} = \frac{126 \cdot 10^{-3}}{210} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Khối lượng Pb được tạo thành:

$$m_{\text{Pb}} = n_{\text{Pb}} \cdot M_{\text{Pb}} = 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 206 = 123,6 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 123,6 \text{ mg}$$

c) Thể tích khí Heli tạo thành ở điều kiện tiêu chuẩn:

$$V_{\text{He}} = n_{\text{He}} \cdot 22,4 = \Delta n_{\text{Po}} \cdot 22,4 = 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 22,4 = 13,44 \cdot 10^{-3} \text{ lít}$$

3. Tìm khoảng thời gian để:

a) Khối lượng Po còn lại là 25mg.

$$\text{Từ } m = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \Rightarrow e^{\frac{\ln 2}{T} t} = \frac{m_0}{m} \Rightarrow \frac{\ln 2}{T} t = \ln \frac{m_0}{m} \Rightarrow t = \frac{\ln \frac{m_0}{m}}{\ln 2} \cdot T$$

$$\text{Thay số ta được: } t = \frac{\ln \frac{168}{25}}{\ln 2} \cdot 138 = 379,3 \text{ ngày}$$

b) Khối lượng Po bị phân rã là 100mg

Từ $\Delta m = m_0 - m$ ta được khối lượng còn lại $m = m_0 - \Delta m = 168 - 100 = 68 \text{ mg}$

$$\text{Tương tự ta có: } t = \frac{\ln \frac{m_0}{m}}{\ln 2} \cdot T = \frac{\ln \frac{168}{68}}{\ln 2} \cdot 138 = 180,1 \text{ ngày}$$

c) Khối lượng Pb được tạo thành là 61,8mg.

$$\text{Số mol Pb được tạo thành } n_{\text{Pb}} = \frac{m_{\text{Pb}}}{M_{\text{Pb}}} = \frac{61,8 \cdot 10^{-3}}{206} = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Số mol hạt nhân nguyên tử Po bị phân rã: } \Delta n_{\text{Po}} = n_{\text{Pb}} = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

- Khối lượng Po bị phân rã $\Delta m_{Po} = \Delta n_{Po} \cdot M_{Po} = 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 210 = 63 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 63 \text{ mg}$

- Khối lượng Po còn lại $m = m_0 - \Delta m = 168 - 63 = 105 \text{ mg}$

- Thời gian cần tìm: $t = \frac{\ln \frac{m_0}{m}}{\ln 2} \cdot T = \frac{\ln \frac{168}{105}}{\ln 2} \cdot 138 = 93,6 \text{ ngày}$

đ) Có $13,44 \text{ cm}^3$ khí Hêli tạo thành ở ở điều kiện tiêu chuẩn.

- Số mol khí Hêli được tạo thành $n_{He} = \frac{V_{He}}{22,4} = \frac{13,44 \cdot 10^{-3}}{22,4} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

- Số mol hạt nhân nguyên tử Po bị phân rã: $\Delta n_{Po} = n_{He} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

- Khối lượng Po bị phân rã $\Delta m_{Po} = \Delta n_{Po} \cdot M_{Po} = 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 210 = 126 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 126 \text{ mg}$

- Khối lượng Po còn lại $m = m_0 - \Delta m = 168 - 126 = 42 \text{ mg}$

- Thời gian cần tìm:

$$t = \frac{\ln \frac{m_0}{m}}{\ln 2} \cdot T = \frac{\ln \frac{168}{42}}{\ln 2} \cdot 138 = 276 \text{ ngày}$$

e) Tỷ số số hạt nhân chì tạo thành và số hạt nhân Po còn lại là 5/3.

- Số hạt nhân Po còn lại: $N_{Po} = N_0 e^{-\lambda t}$

- Theo phương trình phóng xạ, cứ 1 hạt nhân Po bị phân rã thì có 1 hạt nhân Pb được tạo thành $\Rightarrow$ số hạt nhân Pb được tạo thành bằng số hạt nhân Po bị phân rã

$$N_{Pb} = \Delta N_{Po} = N_0 - N_t = N_0 [1 - e^{-\lambda t}]$$

- Lập tỉ số:

$$\frac{N_{Pb}}{N_{Po}} = \frac{N_0 [1 - e^{-\lambda t}]}{N_0 e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t} - 1$$

$$\Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{N_{Pb}}{N_{Po}} + 1 \Rightarrow \lambda t = \ln \left(\frac{N_{Pb}}{N_{Po}} + 1 \right)$$

$$\Rightarrow \frac{\ln 2}{T} t = \ln \left(\frac{N_{Pb}}{N_{Po}} + 1 \right)$$

$$\Rightarrow t = \frac{\ln \left(\frac{N_{Pb}}{N_{Po}} + 1 \right)}{\ln 2} \cdot T = \frac{\ln \left(\frac{5}{3} + 1 \right)}{\ln 2} \cdot 138 = 195,27 \text{ ngày.}$$

f) Tỷ số khối lượng Po còn lại và Pb tạo thành là 2/3

$$\text{Ta có } \frac{2}{3} = \frac{m_{Po}}{m_{Pb}} = \frac{\frac{N_{Po} \cdot M_{Po}}{N_A}}{\frac{N_{Pb} \cdot M_{Pb}}{N_A}} = \frac{N_{Po} \cdot M_{Po}}{N_{Pb} \cdot M_{Pb}} \Rightarrow \frac{N_{Po}}{N_{Pb}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{M_{Pb}}{M_{Po}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{210}{206}$$

$$\Rightarrow t = -\frac{\ln\left(\frac{N_{Po}}{N_{Pb}} + 1\right)}{\ln 2} \cdot T = -\frac{\ln\left(\frac{3}{2} \cdot \frac{210}{206} + 1\right)}{\ln 2} \cdot 138 = 184,73 \text{ ngày.}$$

4. Về độ phóng xạ

a) Tính H_0

$$\text{-- Hằng số phóng xạ: } \lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{138,86400} = 5,81 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{-- Độ phóng xạ ban đầu: } H_0 = \lambda N_0 = 5,81 \cdot 10^{-4} \cdot 4,82 \cdot 10^{26} = 28 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$$

$$\text{Nếu tính theo đơn vị Curi thì } H_0 = \frac{28 \cdot 10^{12}}{3,7 \cdot 10^{10}} = 756,7 \text{ Ci}$$

b) Tìm t để độ phóng xạ giảm 128 lần

$$\text{Từ } H = H_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \Rightarrow e^{-\frac{\ln 2}{T} t} = \frac{H}{H_0} \Rightarrow t = -\frac{\ln \frac{H}{H_0}}{\ln 2} \cdot T = \frac{\ln 128}{\ln 2} \cdot 138 = 966 \text{ ngày.}$$

Ví dụ 2: Ban đầu có 100 g chất phóng xạ Coban $^{60}_{27}\text{Co}$, chu kỳ bán rã $T = 5,33$ năm. Số hạt Coban bị phân rã sau 10 năm là

A. $2,73 \cdot 10^{23}$

B. $2,73 \cdot 10^{23}$

C. $7,3 \cdot 10^{23}$

D. $7,23 \cdot 10^{21}$

Phân tích, hướng dẫn:

$$\text{-- Số hạt Coban ban đầu: } N_0 = \frac{m_0}{A} \cdot N_A = \frac{100}{60} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 10,03 \cdot 10^{23} \text{ hạt.}$$

-- Số hạt Coban còn lại sau 10 năm:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t} = 10,03 \cdot 10^{23} \cdot e^{-\frac{0,693}{5,33} \cdot 10} = 2,73 \cdot 10^{23} \text{ hạt.}$$

-- Số hạt Coban đã bị phân rã là:

$$\Delta N = N_0 - N = 10,03 \cdot 10^{23} - 2,73 \cdot 10^{23} = 7,3 \cdot 10^{23} \text{ hạt} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Cũng có thể giải theo cách khác: Áp dụng định luật phóng xạ để tính được khối lượng còn lại, lấy khối lượng ban đầu trừ đi khối lượng còn lại ta được khối lượng bị phân rã, từ khối lượng bị phân rã ta sẽ tính được số hạt bị phân rã tương ứng.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Một chất phóng xạ có chu kì bán rã $T = 8$ ngày đêm, ban đầu có $m_0 = 200\text{g}$. Sau thời gian $t = 24$ ngày đêm khối lượng chất đó bị phân rã là

- A. $\Delta m = 25\text{g}$. B. $\Delta m = 75\text{g}$. C. $\Delta m = 125\text{g}$. D. $\Delta m = 175\text{g}$.

Bài 2: Chất phóng xạ pôlôni ${}^{210}_{84}\text{Po}$ có chu kì bán rã $T = 138$ ngày. Một lượng pôlôni ban đầu là m_0 , sau 276 ngày chỉ còn lại 10mg. Khối lượng pôlôni ban đầu m_0 là

- A. 10 mg. B. 20 mg. C. 30 mg. D. 40 mg.

Bài 3: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2007)

Ban đầu một mẫu chất phóng xạ nguyên chất có khối lượng m_0 , chu kì bán rã của chất này là 3,8 ngày. Sau 15,2 ngày khối lượng của chất phóng xạ đó còn lại là 2,24 g. Khối lượng m_0 là

- A. 5,60 g. B. 35,84 g. C. 17,92 g. D. 8,96 g.

Ví dụ 3: Chu kì bán rã của một đồng vị phóng xạ bằng T . Tại thời điểm ban đầu có N_0 hạt nhân của đồng vị này. Sau khoảng thời gian $t = 3T$, số hạt nhân còn lại bằng

- A. 75% số hạt nhân ban đầu. B. 50% số hạt nhân ban đầu.
C. 25% số hạt nhân ban đầu. D. 12,5% số hạt nhân ban đầu.

Hướng dẫn giải:

Số hạt còn lại:

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} = \frac{N_0}{2^{\frac{3T}{T}}} = \frac{N_0}{2^3} = \frac{N_0}{8} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{8} = 0,125 = 12,5\%$$

$\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009)

Gọi τ là khoảng thời gian để số hạt nhân của một đồng vị phóng xạ giảm đi bốn lần. Sau thời gian 2τ số hạt nhân còn lại của đồng vị đó bằng bao nhiêu phần trăm số hạt nhân ban đầu?

- A. 25,25%. B. 93,75%. C. 6,25%. D. 13,5%.

Ví dụ 4: Một lượng phóng xạ nào đó, sau thời gian 1 năm thấy số hạt còn lại bằng $\frac{1}{4}$ số hạt ban đầu. Sau thời gian 3 năm, số hạt ban đầu bị giảm đi

- A. 64 lần. B. 32 lần. C. 16 lần. D. 8 lần.

Phân tích, hướng dẫn:

- Áp dụng định luật phóng xạ $N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}$. Thay $t = 1$ năm và $N = \frac{N_0}{4}$ ta được:

$$\frac{N_0}{4} = \frac{N_0}{2^{\frac{1}{T}}} \Rightarrow \frac{1}{T} = 2 \Rightarrow T = \frac{1}{2} \text{ năm.}$$

- Sau thời gian $t' = 3$ năm ta có: $N' = \frac{N_0}{2^{\frac{3}{1/2}}} = \frac{N_0}{2^6} = \frac{N_0}{64} \Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Một chất phóng xạ tại thời điểm ban đầu có N_0 hạt nhân, có chu kì bán rã là T . Sau khoảng thời gian $T/2$, $2T$ và $3T$ thì số hạt nhân còn lại lần lượt là

A. $\frac{N_0}{2}, \frac{N_0}{4}, \frac{N_0}{9}$ B. $\frac{N_0}{\sqrt{2}}, \frac{N_0}{2}, \frac{N_0}{4}$ C. $\frac{N_0}{\sqrt{2}}, \frac{N_0}{4}, \frac{N_0}{8}$ D. $\frac{N_0}{2}, \frac{N_0}{8}, \frac{N_0}{16}$

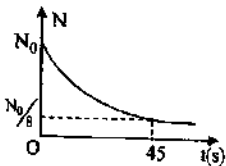
Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Một chất phóng xạ ban đầu có N_0 hạt nhân. Sau 1 năm, còn lại một phần ba số hạt nhân ban đầu chưa phân rã. Sau 1 năm nữa, số hạt nhân còn lại chưa phân rã của chất phóng xạ đó là

A. $\frac{N_0}{16}$ B. $\frac{N_0}{9}$ C. $\frac{N_0}{4}$ D. $\frac{N_0}{6}$

Ví dụ 5: Đồ thị của số hạt nhân Franxi $^{202}_{87}\text{Fr}$ phụ thuộc thời gian như hình vẽ. Để số hạt nhân còn lại bằng $\frac{1}{4}$ số hạt nhân ban đầu thì phải mất khoảng thời gian là

A. 15 s. B. 20 s.
C. 30 s. D. 40 s.



Phân tích, hướng dẫn:

- Từ đồ thị ta thấy, sau thời gian $t = 45\text{s}$ số hạt còn lại bằng $\frac{N_0}{8}$. Áp dụng định

luật phóng xạ $N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}$ ta có $\frac{N_0}{8} = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow 2^{\frac{t}{T}} = 8 \Rightarrow \frac{t}{T} = 3$

$$\Rightarrow \text{chu kì } T = \frac{t}{3} = \frac{45}{3} = 15 \text{ s}$$

$$\text{Để số hạt còn lại bằng } \frac{N_0}{4} \text{ thì } \frac{N_0}{4} = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow 2^{\frac{t}{T}} = 4 \Rightarrow \frac{t}{T} = 2$$

$\Rightarrow$ Khoảng thời gian cần tìm $t = 2T = 2.15 = 30 \text{ s} \Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 6: Một mẫu chất phóng xạ, sau thời gian t_1 còn 20% hạt nhân chưa bị phân rã. Đến thời điểm $t_2 = t_1 + 100 \text{ s}$ số hạt nhân chưa bị phân rã chỉ còn 5%. Chu kỳ bán rã của đồng vị phóng xạ đó là

A. 25s

B. 50s

C. 300s

D. 400s

(Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

Phân tích, hướng dẫn:

$$\text{Từ } N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{N}{N_0}$$

$$\text{Theo bài ra: } 2^{-\frac{t_1}{T}} = \frac{N_1}{N_0} = 20\% = 0,2 \text{ và } 2^{-\frac{t_2}{T}} = \frac{N_2}{N_0} = 5\% = 0,05$$

$$\Rightarrow \frac{2^{-\frac{t_1}{T}}}{2^{-\frac{t_2}{T}}} = 2^{\frac{t_2 - t_1}{T}} = \frac{0,2}{0,05} = 4 = 2^2 \Rightarrow \frac{t_2 - t_1}{T} = 2 \Rightarrow T = \frac{t_2 - t_1}{2} = \frac{t_1 + 100 - t_1}{2} = 50 \text{ s}$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 7: Trong khoảng thời gian 6h, 75% số hạt nhân ban đầu của một đồng vị phóng xạ bị phân rã. Chu kỳ bán rã của đồng vị đó bằng

A. 1h.

B. 3h.

C. 2h.

D. 4h.

Phân tích, hướng dẫn:

$$\text{Số hạt bị phân rã } \Delta N = N_0 - N_t = N_0 \left[1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right] \Rightarrow \frac{\Delta N}{N_0} = \left[1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right]$$

$$\text{Mà } \frac{\Delta N}{N_0} = 75\% = 0,75 \text{ nên } \left[1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right] = 0,75$$

$$\Rightarrow e^{-\frac{\ln 2}{T} t} = 0,25 \Rightarrow -\frac{\ln 2}{T} t = \ln 0,25 \Rightarrow t = 2T \text{ hay } T = \frac{t}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ h}$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Gọi Δt là thời gian để số hạt nhân phóng xạ giảm đi e lần. Hệ thức giữa Δt và hằng số phóng xạ λ là

A. $\Delta t = \frac{2}{\lambda}$

B. $\Delta t = \frac{1}{\lambda}$

C. $\Delta t = \lambda$

D. $\Delta t = 2\lambda$

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009)

Một đồng vị phóng xạ có chu kì bán rã T . Cứ sau một khoảng thời gian bằng bao nhiêu thì số hạt nhân bị phân rã trong khoảng thời gian đó bằng ba lần số hạt nhân còn lại của đồng vị ấy?

A. $0,5T$.

B. $3T$.

C. $2T$.

D. T .

Bài 3: Gọi Δt là khoảng thời gian để số hạt nhân của một lượng chất phóng xạ giảm đi e lần (e là cơ số của loga tự nhiên với $\ln e = 1$), T là chu kì bán rã của chất phóng xạ. Hỏi sau khoảng thời gian $0,51\Delta t$ chất phóng xạ còn lại bao nhiêu phần trăm lượng ban đầu?

Chú ý: Ở một số bài toán đơn giản, chúng ta có thể giải nhanh hơn nếu quan tâm đến bảng các trường hợp đặc biệt sau:

Thời gian	Còn lại		Phân rã	
0	m_0	100%	0	0
$1T$	$\frac{1}{2}m_0 = \frac{m_0}{2}$	50%	$m_0 - \frac{m_0}{2} = \frac{m_0}{2}$	50%
$2T$	$\frac{1}{2}\left(\frac{m_0}{2}\right) = \frac{m_0}{4}$	25%	$m_0 - \frac{m_0}{4} = \frac{3m_0}{4}$	75%
$3T$	$\frac{1}{2}\left(\frac{m_0}{4}\right) = \frac{m_0}{8}$	12,5%	$m_0 - \frac{m_0}{8} = \frac{7m_0}{8}$	87,5%
...		...	...	...

Thực vậy: Ở ví dụ 3: Vì $t = 3T$ nên số hạt còn lại là 12,5%.

Ở ví dụ 7: Số hạt bị phân rã là 75% nên phải sau $2T \Rightarrow 2T = 6 \Rightarrow T = 3h$; ...

Ví dụ 8: Chất phóng xạ Coban $^{60}_{27}\text{Co}$ có chu kỳ bán rã $T = 5,33$ năm. Giả sử tại thời điểm ban đầu có 1kg, sau khoảng thời gian t , lượng Coban bị phóng xạ là 937,5 g. Khoảng thời gian t là

- A. 2,312 năm. B. 21,32 năm. C. 231,2 năm. D. 12,23 năm.

Phân tích, hướng dẫn:

Khối lượng Coban còn lại: $m = m_0 - \Delta m = 1000 - 937,5 = 62,5$ g

Áp dụng định luật phóng xạ $m = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$ ta có:

$$t = -\frac{T}{\ln 2} \ln \frac{m}{m_0} = -\frac{5,33}{\ln 2} \ln \frac{62,5}{1000} = 21,32 \text{ năm} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng: Biết rằng sau thời gian một ngày đêm thì trong $2 \cdot 10^6$ nguyên tử Radon ban đầu có $35 \cdot 10^4$ nguyên tử bị phân rã. Chu kỳ bán rã của radon là

- A. 2,6 ngày đêm. B. 3,6 ngày đêm.
C. 3,4 ngày đêm. D. 4,8 ngày đêm.

Ví dụ 9: Cho phản ứng hạt nhân: $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^A_Z\text{X} + 8\alpha + 6\beta^-$. Ban đầu có 2g $^{238}_{92}\text{U}$ nguyên chất. Biết chu kỳ bán rã của urani là $T = 4,5 \cdot 10^9$ năm. Cho số Avogadro $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ và khi $t \ll T$ thì $1 - e^{-\lambda t} \approx \lambda t$. Số hạt β^- phóng ra trong 1 năm là

- A. $6,2 \cdot 10^{12}$ hạt. B. $4,7 \cdot 10^{11}$ hạt. C. $4,7 \cdot 10^{12}$ hạt. D. $6,2 \cdot 10^{11}$ hạt.

Phân tích, hướng dẫn:

- Số hạt nhân Urani $^{238}_{92}\text{U}$ bị phân rã trong 1 năm: $\Delta N_U = N_0 - N_1 = N_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right)$

Vì $t \ll T$ nên $\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right) \approx \frac{\ln 2}{T} t$ do đó $\Delta N_U = N_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right) \approx N_0 \cdot \frac{\ln 2}{T} t$

- Căn cứ theo phản ứng hạt nhân $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^A_Z\text{X} + 8\alpha + 6\beta^-$ ta thấy cứ 1 hạt nhân U bị phân rã thì có 6 hạt β^- được tạo thành $\Rightarrow$ số hạt nhân β^- tạo thành trong 1 năm là:

$$N_{\beta^-} = 6 \Delta N_U = 6 \cdot N_0 \cdot \frac{\ln 2}{T} t = 6 \cdot \frac{m}{M_U} N_A \cdot \frac{\ln 2}{T} t = 4,7 \cdot 10^{12} \text{ (hạt)} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 10: Ban đầu có một mẫu chất phóng xạ nguyên chất X với chu kì bán rã T. Cứ sau khi một hạt nhân X phóng xạ sẽ tạo thành một hạt nhân Y. Nếu hiện nay trong mẫu chất đó có tỉ lệ số nguyên tử của chất Y và chất X là k thì tuổi của mẫu chất được xác định theo biểu thức:

A. $t = T \frac{\ln(1-k)}{\ln 2}$ B. $t = T \frac{\ln(1+k)}{\ln 2}$ C. $t = T \frac{\ln 2}{\ln(1+k)}$ D. $t = T \frac{2 \ln 2}{\ln(1+k)}$

Phân tích, hướng dẫn:

- Hiện nay, số hạt nhân X còn lại trong mẫu: $N_x = N_0 e^{-\lambda t}$

- Số hạt nhân Y tạo thành bằng số hạt nhân X đã bị phân rã:

$$N_y = \Delta N_x = N_0 - N_t = N_0 (1 - e^{-\lambda t}).$$

Vậy ta có: $\frac{N_y}{N_x} = \frac{N_0 (1 - e^{-\lambda t})}{N_0 e^{-\lambda t}} = \frac{1 - e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} = \frac{1}{e^{-\lambda t}} - \frac{e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t} - 1$

$$\Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{N_y}{N_x} + 1 \text{ hay } e^{\lambda t} = k + 1 \Rightarrow \lambda t = \ln(k + 1) \Rightarrow \frac{\ln 2}{T} t = \ln(k + 1)$$

$$\Rightarrow t = \frac{\ln(k + 1)}{\ln 2} T \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 11: Trong mẫu quặng Urani, người ta thấy có lẫn chì ^{206}Pb với Urani ^{238}U . Biết chu kì bán rã của ^{238}U là $4,5 \cdot 10^9$ năm. Khi tỉ lệ tìm thấy là cứ 10 nguyên tử Urani ^{238}U thì có 2 nguyên tử ^{206}Pb , tuổi của mẫu quặng trên là

A. $11,84 \cdot 10^9$ năm. B. $11,84 \cdot 10^8$ năm. C. $1,184 \cdot 10^8$ năm. D. $1,205 \cdot 10^8$ năm.

Phân tích, hướng dẫn:

- Số hạt nhân U_{238} còn lại: $N_U = N_0 e^{-\lambda t}$ (1)

- Chuỗi phóng xạ thu gọn: $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + 8\ ^4_2\text{He} + 6\ ^0_{-1}\text{e}$

Theo phương trình phóng xạ, cứ 1 hạt nhân U bị phân rã thì có 1 hạt nhân Pb được tạo thành $\Rightarrow$ số hạt nhân Pb được tạo thành bằng số hạt nhân U bị phân rã

$$N_{\text{Pb}} = \Delta N_U = N_0 - N_t = N_0 [1 - e^{-\lambda t}] \quad (2)$$

- Từ (2) và (1) ta có: $\frac{N_{Pb}}{N_U} = \frac{N_0[1 - e^{-\lambda t}]}{N_0 e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t} - 1$

$$\Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{N_{Pb}}{N_U} + 1 \Rightarrow \lambda t = \ln\left(\frac{N_{Pb}}{N_U} + 1\right) \Rightarrow \frac{\ln 2}{T} t = \ln\left(\frac{N_{Pb}}{N_U} + 1\right)$$

$$\Rightarrow t = \frac{\ln 2}{\ln\left(\frac{N_{Pb}}{N_U} + 1\right)} T = \frac{\ln 2}{\ln\left(\frac{2}{10} + 1\right)} T = \frac{\ln 2}{\ln 1,2} 4,5 \cdot 10^9 = 11,84 \cdot 10^9 \text{ năm}$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 12: Một hạt nhân mẹ ${}^A_Z M$ phóng xạ ra tia phóng xạ x nào đó và biến đổi thành hạt nhân con ${}^A_C C$ theo phản ứng: ${}^A_Z M \rightarrow x + {}^A_C C$. Sau một thời gian khối lượng hạt nhân mẹ bị giảm đi là Δm_M . Khối lượng hạt nhân con tạo thành trong khoảng thời gian đó là

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. $m_C = \frac{\Delta m_M}{A_C}$

Phân tích, hướng dẫn:

- Theo phương trình phóng xạ, khi 1 hạt nhân mẹ phân rã thì có 1 hạt nhân con được tạo thành. Do đó số lượng hạt nhân con được tạo ra bằng số lượng hạt nhân

mẹ bị phân rã $N_C = \Delta N_M = \frac{\Delta m_M}{A_M} N_A$

- Khối lượng hạt nhân con $m_C = \frac{N_C}{N_A} M_C$ được viết:

$$m_C = \frac{\Delta N}{N_A} M_C = \frac{\frac{\Delta m_M}{A_M} N_A}{N_A} M_C = \Delta m_M \frac{M_C}{M_M}$$

- Vì $M_M \approx A_M$ và $M_C \approx A_C$ nên $m_C = \Delta m_M \frac{A_C}{A_M} \Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Ban đầu có 100g chất phóng xạ $^{60}_{27}\text{Co}$, chu kỳ bán rã $T = 5,33$ năm. Coban phóng xạ ra hạt α và biến thành Mangan $^{56}_{25}\text{Mn}$. Sau khoảng thời gian 15 năm, số nguyên tử và khối lượng $^{56}_{25}\text{Mn}$ được tạo thành là:

- A. $N = 6,606 \cdot 10^{23}$; $m = 85,77\text{g}$. B. $N = 8,606 \cdot 10^{23}$; $m = 85,77\text{g}$.
C. $N = 6,606 \cdot 10^{23}$; $m = 80,05\text{g}$. D. $N = 8,606 \cdot 10^{23}$; $m = 80,05\text{g}$.

Bài 2: Cho phóng xạ $^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{231}_{90}\text{Po} + ^4_2\text{He}$. Ban đầu có 100 g chất phóng xạ $^{235}_{92}\text{U}$. Sau 3 chu kỳ phóng xạ, thể tích khí He được tạo thành ở điều kiện tiêu chuẩn là

- A. 8,34 lít. B. 5,37 lít. C. 5,57 lít. D. 7,57 lít.

Ví dụ 13: Hạt nhân $^{A_1}_{Z_1}\text{X}$ phóng xạ và biến thành một hạt nhân $^{A_2}_{Z_2}\text{Y}$ bền. Coi khối lượng của hạt nhân X, Y bằng số khối của chúng tính theo đơn vị u. Biết chất phóng xạ $^{A_1}_{Z_1}\text{X}$ có chu kỳ bán rã là T. Ban đầu có một khối lượng chất $^{A_1}_{Z_1}\text{X}$, sau 2 chu kỳ bán rã thì tỉ số giữa khối lượng của chất Y và khối lượng của chất X là

- A. $4 \frac{A_1}{A_2}$. B. $4 \frac{A_2}{A_1}$. C. $3 \frac{A_2}{A_1}$. D. $3 \frac{A_1}{A_2}$.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn C vì:
$$\frac{m_Y}{m_X} = \frac{\frac{N_Y}{N_X} A_2}{\frac{N_X}{N_X} A_1} = \frac{N_Y A_2}{N_X A_1} = \frac{N_0 (1 - 2^{-4}) A_2}{N_0 \cdot 2^{-4} A_1} = \frac{(1 - 2^{-2}) A_2}{2^{-2} A_1} = 3 \cdot \frac{A_2}{A_1}$$

Ví dụ 14: Hạt nhân U238 phân rã thành Pb206 với chu kỳ bán rã $4,47 \cdot 10^9$ năm. Một khối đá được phát hiện có chứa 46,97mg U238 và 2,135mg Pb206. Giả sử lúc khối đá mới hình thành không chứa nguyên tố chì và tất cả lượng chì có mặt trong đó đều là sản phẩm phân rã của U238. Tuổi của khối đá hiện nay là

- A. $2,5 \cdot 10^6$ năm. B. $3 \cdot 10^8$ năm. C. $3,4 \cdot 10^7$ năm. D. $6 \cdot 10^9$ năm.

Phân tích, hướng dẫn:

- Số hạt nhân U_{238} còn lại: $N_U = N_0 e^{-\lambda t}$

- Số hạt nhân Pb tạo thành bằng số hạt nhân U đã bị phân rã: $N_{Pb} = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$

$$\text{Lúc đó: } \frac{N_U}{N_{Pb}} = \frac{N_0 e^{-\lambda t}}{N_0 (1 - e^{-\lambda t})} = \frac{e^{-\lambda t}}{(1 - e^{-\lambda t})}$$

$$\text{Mặt khác: } \frac{N_U}{N_{Pb}} = \frac{\frac{m_U}{M_U} \cdot N_A}{\frac{m_{Pb}}{M_{Pb}} \cdot N_A} = \frac{m_U M_{Pb}}{m_{Pb} M_U} = \frac{46,97.206}{2.135.238} = 19$$

$$\Rightarrow \frac{e^{-\lambda t}}{1 - e^{-\lambda t}} = 19 \Rightarrow e^{-\lambda t} = \frac{19}{20} \Rightarrow t = -\frac{T \ln\left(\frac{19}{20}\right)}{\ln 2} \approx 3.10^4 (\text{năm}) \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng: Ban đầu có m g chất phóng xạ ${}^{60}_{27}\text{Co}$, chu kỳ bán rã $T = 5,33$ năm. Coban phóng xạ ra hạt α và biến thành Mangan ${}^{56}_{25}\text{Mn}$. Để có tỉ số khối lượng ${}^{60}_{27}\text{Co}$ còn lại và khối lượng Mangan ${}^{56}_{25}\text{Mn}$ tạo thành bằng $\frac{15}{14}$ thì mất khoảng thời gian là

- A. 5,33 năm. B. 10,66 năm. C. 21,32 năm. D. 15,33 năm.

Ví dụ 15: Chất Poloni ${}^{210}_{84}\text{Po}$ phóng xạ α và tạo thành chì. Tại thời điểm t_1 tỉ số hạt nhân chì và hạt nhân Po còn lại trong mẫu là 7. Sau 414 ngày kể từ thời điểm t_1 thì tỉ số này là 63. Chu kỳ bán rã của Po là

- A. 137 ngày. B. 126 ngày. C. 138 ngày. D. 142 ngày.

Phân tích, hướng dẫn:

- Số hạt nhân Po còn lại ở thời điểm t_1 là: $N_1 = N_0 e^{-\lambda t_1}$

Theo phương trình phóng xạ ${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{206}_{82}\text{Pb}$ thì cứ 1 hạt nhân ${}^{210}_{84}\text{Po}$ bị phân rã sẽ có 1 hạt nhân Pb được tạo thành $\Rightarrow$ số hạt nhân chì được tạo thành bằng số hạt nhân ${}^{210}_{84}\text{Po}$ bị phân rã, ở thời điểm t_1 số hạt nhân chì là:

$$N_{\text{Pb}} = \Delta N_{\text{Po}} = N_0 - N_1 = N_0 (1 - e^{-\lambda t_1})$$

Ta có tỉ số: $\frac{N_{\text{Pb}}}{N_1} = \frac{1 - e^{-\lambda t_1}}{e^{-\lambda t_1}} = 7 \Rightarrow e^{\lambda t_1} = 8$ (1)

- Tương tự sau khoảng thời gian t , ở thời điểm t_2 ta cũng có tỉ số

$$\frac{N_{\text{Pb}}}{N_2} = \frac{1 - e^{-\lambda t_2}}{e^{-\lambda t_2}} = 63 \Rightarrow e^{\lambda t_2} = 64$$
 (2)

- Chia vế với vế (2) cho (1) ta được: $\frac{e^{\lambda t_2}}{e^{\lambda t_1}} = \frac{64}{8} \Rightarrow e^{\lambda(t_2 - t_1)} = 8$

Vì hai thời điểm t_1 và t_2 lệch nhau $t = 414$ ngày nên $t_2 - t_1 = t$ lúc đó ta có

$$e^{\lambda t} = 8 \Rightarrow \lambda t = \ln 8 \Rightarrow \frac{\ln 2}{T} t = \ln 8 \Rightarrow T = \frac{\ln 2}{\ln 8} \cdot 414 = 138 \text{ ngày.}$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Trong các mẫu quặng urani U^{238} người ta thường thấy có lẫn chì Pb^{206} . Biết chu kì bán rã của U^{238} là $4,5 \cdot 10^{10}$ năm, hãy tính tuổi của quặng trong các trường hợp sau:

- Khi tỉ lệ tìm thấy là cứ 10 nguyên tử urani thì có 2 nguyên tử chì.
- Khi tỉ lệ khối lượng tìm thấy giữa 2 chất đó là 1g chì/5g urani.

Bài 2: Đồng vị phóng xạ $^{210}_{84}\text{Po}$ phóng xạ α và biến đổi thành một hạt nhân chì. Ban đầu mẫu chất Po có khối lượng 1mg. Tại thời điểm t_1 tỉ lệ giữa số hạt nhân chì và số hạt nhân Po trong mẫu là 7:1. Tại thời điểm t_2 sau t_1 là 414 ngày thì tỉ lệ đó là 63:1.

- Viết công thức dịch chuyển phóng xạ và tính chu kì bán rã của Po.
- Biết độ phóng xạ đo được ở thời điểm t_1 là 0,5631Ci, hãy tìm lại số Avôgađrô và tìm thể tích khí hêli tạo thành ở điều kiện tiêu chuẩn ở thời điểm t_1 .

Ví dụ 16: Máy đếm xung của một chất phóng xạ, trong lần đo thứ nhất đếm được 987 hạt phân rã trong khoảng thời gian Δt . Lần đo thứ hai sau lần đo thứ nhất $t = 1$ ngày, cũng trong cùng khoảng thời gian Δt máy lại đếm được 985 phân rã. Chu kì bán rã của chất phóng xạ bằng

- A. 245,7 ngày. B. 341,7 ngày. C. 365,2 ngày. D. 525,3 ngày.

Phân tích, hướng dẫn:

- Gọi N_1 là số hạt chất phóng xạ ở thời điểm đo lần thứ nhất. Số phân rã trong khoảng thời gian Δt ở lần đo đầu tiên là $\Delta N_1 = N_1(1 - e^{-\lambda \Delta t})$.

- Gọi N_2 là số hạt chất phóng xạ ở ngay thời điểm bắt đầu phép đo lần thứ hai, ta có $N_2 = N_1 e^{-\lambda t}$. Số phân rã trong khoảng thời gian Δt ở lần đo thứ hai là $\Delta N_2 = N_2(1 - e^{-\lambda \Delta t}) = N_1 e^{-\lambda t}(1 - e^{-\lambda \Delta t})$

- Lập tỉ số ta có:
$$\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = \frac{N_1(1 - e^{-\lambda \Delta t})}{N_1 e^{-\lambda t}(1 - e^{-\lambda \Delta t})} = e^{\lambda t} \Rightarrow \lambda t = \ln \left(\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{\ln 2}{T} t = \ln \left(\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} \right) \Rightarrow T = \frac{\ln 2}{\ln \left(\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} \right)} \cdot t = \frac{0,693}{\ln \left(\frac{987}{985} \right)} \cdot 1 = 341,7 \text{ ngày}$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng: Một chất phóng xạ, xét trong một đơn vị thời gian, đầu tiên thấy nó phóng ra ΔN_1 phóng xạ. Sau một khoảng thời gian là t , cũng trong cùng đơn vị thời gian như lần đo đầu tiên, người ta thấy chất đó chỉ phóng ra ΔN_2 phân rã. Mối liên hệ giữa ΔN_1 và ΔN_2 là

A. $\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = e^{-\lambda t}$. B. $\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = e^{\lambda t}$. C. $\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = 1 - e^{-\lambda t}$. D. $\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = 1 - e^{\lambda t}$.

Ví dụ 17: Một mẫu chất phóng xạ. Ban đầu, trong khoảng thời gian 2 phút thấy có 196 nguyên tử bị phân rã, nhưng sau đó 8 giờ, cũng trong 2 phút chỉ có 183 nguyên tử bị phân rã. Chu kì bán rã của chất phóng xạ đó là

A. 16 giờ. B. 32 giờ. C. 48,2 giờ. D. 80,8 giờ.

Phân tích, hướng dẫn:

- Số hạt nhân phóng xạ trong $\Delta t = 2$ phút ở thời điểm đo lần thứ nhất:

$$\Delta N_1 = N_0(1 - e^{-\lambda \Delta t}) \quad (1)$$

- Lênh với thời điểm lần thứ nhất $t = 8$ giờ, số hạt nhân phóng xạ trong $\Delta t = 2$ phút ở lần đo thứ hai:

$$\Delta N_2 = N_t - N_{t+\Delta t} = N_0 e^{-\lambda t} - N_0 e^{-\lambda(t+\Delta t)} = N_0(e^{-\lambda t} - e^{-\lambda(t+\Delta t)}) \quad (2)$$

- Từ (1) và (2) ta được: $\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = e^{\lambda t} \Rightarrow \lambda t = \ln \left(\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} \right) \Rightarrow \frac{\ln 2}{T} t = \ln \left(\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} \right)$

$$\Rightarrow T = \frac{\ln 2}{\ln \left(\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} \right)} \cdot t = \frac{\ln 2}{\ln \left(\frac{196}{183} \right)} \cdot 8 = 80,8 \text{ giờ} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Ví dụ 18: Cho biết $^{238}_{92}\text{U}$ và $^{235}_{92}\text{U}$ là các chất phóng xạ với chu kì bán rã lần lượt là $T_1 = 4,5 \cdot 10^9$ năm và $T_2 = 7,13 \cdot 10^8$ năm. Hiện nay trong quặng urani thiên nhiên có lẫn U238 và U235 theo tỉ lệ 160 : 1. Giả thiết rằng ở thời điểm tạo thành Trái Đất tỉ lệ trên là 1:1. Với các thông tin như vậy, có thể xác định được tuổi của Trái Đất bằng bao nhiêu?

Phân tích, hướng dẫn:

- Gọi N_0 là số hạt ban đầu (khi Trái Đất hình thành) của U238 và U235

- Hiện nay, số hạt U238 còn lại: $N_1 = N_0 e^{-\lambda_1 t}$

số hạt U235 còn lại: $N_2 = N_0 e^{-\lambda_2 t}$

$$\Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_0 e^{-\lambda_1 t}}{N_0 e^{-\lambda_2 t}} = e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t}$$

Vi chu kì bán rã của U235 nhỏ hơn, tức là U235 phóng xạ nhanh hơn, do đó số hạt còn lại của nó phải ít hơn số hạt còn lại của U238, theo đề ra ta có:

$$e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} = 160 \Rightarrow (\lambda_2 - \lambda_1)t = \ln 160$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\ln 2}{T_1} - \frac{\ln 2}{T_2} \right) t = \ln 160$$

$$\Rightarrow \ln 2 \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) t = \ln 160$$

$$\Rightarrow \ln 2 \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) t = \ln 160$$

$$\Rightarrow t = \frac{\ln 160}{\ln 2} \cdot \left(\frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \right) = 6,2 \cdot 10^9 \text{ năm}$$

Vậy 6,2 tỉ năm là tuổi của Trái Đất.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Hiện nay trong quặng thiên nhiên có cả U238 và U235 theo tỉ lệ 140:1. Giả thiết ở thời điểm hình thành Trái Đất tỉ lệ trên là 1:1. Biết chu kì bán rã của U238 và U235 là $T_1 = 4,5 \cdot 10^9$ năm, $T_2 = 0,713 \cdot 10^9$ năm. Tuổi của Trái Đất là

- A. $6,04 \cdot 10^9$ năm. B. $5,9 \cdot 10^9$ năm. C. $6,4 \cdot 10^9$ năm. D. $6,2 \cdot 10^8$ năm.

Bài 2: Chu kì bán rã của hai chất phóng xạ A và B lần lượt là 2h và 4h. Ban đầu hai chất A và B có số hạt nhân như nhau. Sau thời gian 8h thì tỉ số hạt nhân nguyên tử giữa A và B còn lại là

- A. $\frac{1}{4}$. B. $\frac{1}{2}$. C. $\frac{1}{3}$. D. $\frac{2}{3}$.

Ví dụ 19: Cho chùm neutron bắn phá đồng vị bền $^{55}_{25}\text{Mn}$ thu được đồng vị phóng xạ $^{56}_{25}\text{Mn}$. Biết đồng vị phóng xạ $^{56}_{25}\text{Mn}$ có chu kì bán rã $T = 2,5$ h và phát xạ ra tia β^- . Sau quá trình bắn phá $^{55}_{25}\text{Mn}$ bằng neutron kết thúc, người ta thấy trong mẫu trên tỉ số giữa số hạt nguyên tử $^{56}_{25}\text{Mn}$ và số hạt nguyên tử $^{55}_{25}\text{Mn}$ bằng 10^{-10} . Sau 10 giờ sau đó tỉ số số hạt nguyên tử của hai loại hạt trên bằng

- A. $1,25 \cdot 10^{-11}$. B. $2,5 \cdot 10^{-11}$. C. $3,125 \cdot 10^{-12}$. D. $6,25 \cdot 10^{-12}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Phương trình chuỗi phản ứng ${}_0^1\text{n} + {}^{55}_{25}\text{Mn} \rightarrow {}^{56}_{25}\text{Mn} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}^{56}_{26}\text{Fe}$

- Sau khi quá trình bắn phá $^{55}_{25}\text{Mn}$ kết thúc thì số lượng hạt nhân $^{56}_{25}\text{Mn}$ sẽ không đổi và có giá trị N_1 .

- Gọi N_2 là số hạt nguyên tử của $^{56}_{25}\text{Mn}$ tại thời điểm đó thì:

$$\frac{N_2}{N_1} = 10^{-10} \Rightarrow N_1 = \frac{N_2}{10^{-10}} = 10^{10} N_2 \quad (1)$$

- Sau $t = 10\text{h} = 4T$, số hạt $^{56}_{25}\text{Mn}$ còn lại: $N_2' = \frac{N_2}{2^4} = \frac{N_2}{16} \quad (2)$

- Từ (1) và (2) suy ra tỉ số số nguyên tử $^{56}_{25}\text{Mn}$ và số nguyên tử $^{55}_{25}\text{Mn}$ tại thời

điểm 10 giờ sau là $\frac{N_2'}{N_1} = \frac{\frac{N_2}{16}}{10^{10} N_2} = 6,25 \cdot 10^{-12} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Ví dụ 20: Khối lượng ban đầu của đồng vị phóng xạ natri $^{23}_{11}\text{Na}$ là 0,248 mg. Chu kỳ bán rã của natri T = 62 s. Độ phóng xạ sau 10 phút là

A. $1,8 \cdot 10^6 \text{Ci}$. B. $2,2 \cdot 10^3 \text{Ci}$. C. $2,2 \cdot 10^6 \text{Ci}$. D. $2,5 \cdot 10^4 \text{Ci}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Đây là bài toán tính độ phóng xạ ở mức độ đơn giản, cần nhớ các công thức và chú ý đổi đơn vị.

- Biểu thức liên hệ giữa số hạt và khối lượng: $N_0 = \frac{m_0}{A} N_A$

- Tại thời điểm t = 10 phút, số hạt còn lại: $N = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$

- Độ phóng xạ tại thời điểm t là:

$$H = \lambda N = \frac{\ln 2}{T} N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t} = \frac{\ln 2}{T} \cdot \frac{m_0}{A} \cdot N_A \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$$

- Thay số $H = \frac{\ln 2}{62} \cdot \frac{0,248 \cdot 10^{-3}}{23} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot e^{-\frac{\ln 2 \cdot 600}{62}} = 8,15 \cdot 10^{13} \text{ (Bq)}$

Đổi ra đơn vị Curi ta có $H = \frac{8,15 \cdot 10^{13} \text{ (Bq)}}{3,7 \cdot 10^{10}} = 2,2 \cdot 10^3 \text{ (Ci)} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$

⚠ **Chú ý:** Ở bài toán này, chu kỳ T đã viết theo đơn vị giây nên không phải đổi. Tuy nhiên, đối với những bài toán khác, nếu chu kỳ mà bài toán cho là phút, giờ, ngày, ... thì bắt buộc phải đổi ra giây khi tính độ phóng xạ theo công thức

$$H = \lambda N = \frac{\ln 2}{T} N.$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Đồng vị Pôlôni $^{210}_{84}\text{Po}$ là chất phóng xạ α , có chu kỳ bán rã là 138 ngày. Cho số Avôgadrô là $6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Độ phóng xạ ban đầu của 2mg Po là

- A. $2,879 \cdot 10^{16} \text{ Bq}$. B. $2,879 \cdot 10^{19} \text{ Bq}$. C. $2,879 \cdot 10^{21} \text{ Bq}$. D. $2,879 \cdot 10^{14} \text{ Bq}$.

Bài 2: Một chất phóng xạ có chu kỳ bán rã T = 10s. Sau 30 s người ta đo được độ phóng xạ của nó là $25 \cdot 10^5 \text{ Bq}$. Độ phóng xạ ban đầu của chất đó là

- A. $2 \cdot 10^5 \text{ Bq}$. B. $\frac{25}{8} \cdot 10^7 \text{ Bq}$. C. $2 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$. D. $2 \cdot 10^7 \text{ Bq}$.

Ví dụ 21: Độ phóng xạ của 3mg $^{60}_{27}\text{Co}$ là 3,41Ci. Cho số $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $\ln 2 = 0,693$; 1 năm = 365 ngày. Chu kì bán rã T của $^{60}_{27}\text{Co}$ là

- A. 15,6 năm. B. 5,25 năm. C. 32 năm. D. 8,4 năm.

Phân tích, hướng dẫn:

$$\text{Độ phóng xạ: } H = \lambda N = \frac{\ln 2}{T} \cdot \frac{m}{M_{\text{Co}}} \cdot N_A \Rightarrow T = \frac{\ln 2}{H} \cdot \frac{m}{M_{\text{Co}}} \cdot N_A$$

Thay số ta có:

$$T = \frac{\ln 2}{H} \cdot \frac{m}{M_{\text{Co}}} \cdot N_A = \frac{\ln 2}{3,41 \cdot 3,7 \cdot 10^{10}} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-3}}{60} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 1,65 \cdot 10^8 \text{ s} = 5,25 \text{ năm}$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 22: Chất phóng xạ có chu kì bán rã T = 2 giờ và đang có độ phóng xạ cao hơn mức an toàn cho phép là 64 lần. Để có thể làm việc an toàn với khối chất này, cần phải chờ đợi thêm một khoảng thời gian tối thiểu là

- A. 6 giờ. B. 8 giờ. C. 12 giờ. D. 18 giờ.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Độ phóng xạ ở thời điểm an toàn t là $H_t = H_0 e^{-\lambda t}$

Theo đề bài ta có: $\frac{H_0}{H_t} = 64 = 2^6 = e^{\lambda t} \Rightarrow \lambda t = 6 \Rightarrow t = 12 \text{ giờ} \Rightarrow$ Đáp án C.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Hai mẫu chất phóng xạ X và Y có cùng độ phóng xạ H_0 vào thời điểm $t = 0$, chu kì bán rã của X và Y lần lượt là 2h và 3h. Độ phóng xạ tổng cộng của chúng sau 6h là

- A. $\frac{H_0}{8}$. B. $\frac{3H_0}{8}$. C. $\frac{3H_0}{16}$. D. $\frac{H_0}{4}$.

Bài 2: Một chất phóng xạ, phóng ra tia α có chu kì phóng xạ T rất lớn. Độ phóng xạ ban đầu $H_0 = 6,03 \cdot 10^{16} \text{ Bq}$. Sau khoảng thời gian $t = 10^5 \text{ s}$, thể tích khí Heli được sinh ra ở điều kiện tiêu chuẩn là

- A. 22,4 lít. B. 2,24 lít. C. 0,224 lít. D. 0,0224 lít.

(Bài 2 này phải dùng công thức gần đúng $1 - e^{-\lambda t} \approx \lambda t$ như ở ví dụ 18)

Bài 3: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về độ phóng xạ (hoạt độ phóng xạ)?

- A. Độ phóng xạ là đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ.
- B. Đơn vị đo độ phóng xạ là Becoren.
- C. Với mỗi lượng chất phóng xạ xác định thì độ phóng xạ tỉ lệ với số nguyên tử của lượng chất đó.
- D. Độ phóng xạ của một lượng chất phóng xạ phụ thuộc nhiệt độ của lượng chất đó.

Ví dụ 23: Một lượng chất phóng xạ $^{222}_{86}\text{Rn}$ có khối lượng ban đầu là 1 mg. Sau 15,2 ngày, so với ban đầu, độ phóng xạ giảm 93,75%. Độ phóng xạ của lượng $^{222}_{86}\text{Rn}$ còn lại bằng

- A. $3,4 \cdot 10^{11}$ Bq.
- B. $3,88 \cdot 10^{11}$ Bq.
- C. $3,58 \cdot 10^{11}$ Bq.
- D. $5,03 \cdot 10^{11}$ Bq.

Phân tích, hướng dẫn:

- Độ phóng xạ giảm 93,75% nên độ phóng xạ còn lại

$$H_t = (100\% - 93,75\%)H_0 = 6,25\%H_0 = \frac{6,25}{100}H_0 = \frac{1}{16}H_0 = \frac{H_0}{16}$$

- Mà $H_t = \frac{H_0}{2^{\frac{t}{T}}}$ nên khi thay vào phương trình trên ta được $2^{\frac{t}{T}} = 16 \Rightarrow \frac{t}{T} = 4$

$$\Rightarrow T = \frac{t}{4} = 3,8 \text{ ngày.}$$

- Độ phóng xạ còn lại $H_t = \frac{1}{16}H_0 = \frac{1}{16}\lambda \cdot N_0 = \frac{1}{16} \cdot \frac{\ln 2}{T} \cdot \frac{m_0}{A} \cdot N_A$

$$H_t = \frac{1}{16} \cdot \frac{0,693}{3,8 \cdot 86400} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-3}}{222} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,58 \cdot 10^{11} \text{ Bq} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Một lượng chất phóng xạ X nào đó. Sau 30 ngày độ phóng xạ giảm đi 75% so với ban đầu. Chu kì bán rã của chất phóng xạ X là

- A. 60 ngày.
- B. 15 ngày.
- C. 30 ngày.
- D. 45 ngày.

Bài 2: Xác định hằng số phóng xạ của Co^{55} biết rằng số nguyên tử của đồng vị này cứ mỗi giờ giảm đi 3,8%.

Ví dụ 24: Một tượng gỗ cổ có độ phóng xạ β^- bằng 0,77 độ phóng xạ của khúc gỗ cùng khối lượng vừa mới chặt. Biết chu kỳ bán rã của ^{14}C là 5600 năm. Tuổi của tượng này là

A. 2800 năm. B. 1420 năm. C. 2110 năm. D. 700 năm.

Phân tích, hướng dẫn:

$$\text{Từ } H = H_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \Rightarrow t = -\frac{T}{\ln 2} \ln \frac{H}{H_0} = -\frac{5600}{0,693} \ln \frac{0,77 H_0}{H_0} \approx 2112 \text{ năm} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Sử dụng phương pháp Cacbon 14 trong khảo cổ học. Đo độ phóng xạ của một tượng gỗ cổ khối lượng M là 4Bq. Đo độ phóng xạ của mẫu gỗ cùng khối lượng M của một cây vừa mới chặt là 5Bq. Biết chu kỳ bán rã của $\text{C}14$ là $T = 5600$ năm. Tuổi của bức tượng cổ là

- A. 1802 năm. B. 1830 năm. C. 3819 năm. D. 3818 năm.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Biết đồng vị phóng xạ ^{14}C có chu kỳ bán rã 5730 năm. Giả sử một mẫu gỗ cổ có độ phóng xạ 200 phân rã/phút và một mẫu gỗ khác cùng loại, cùng khối lượng với mẫu gỗ cổ đó, lấy từ cây mới chặt, có độ phóng xạ 1600 phân rã/phút. Tuổi của mẫu gỗ cổ đã cho là

- A. 1910 năm. B. 2865 năm. C. 11460 năm. D. 17190 năm.

Bài 3: Phân tích một mẫu gỗ cổ có tuổi bằng 2858,6 năm, người ta thấy có 29,8% đồng vị phóng xạ $\text{C}14$ đã bị phân rã.

a) Tính chu kỳ bán rã của $\text{C}14$.

b) Tính tuổi của một pho tượng cổ bằng gỗ biết rằng độ phóng xạ của nó bằng 0,38 lần độ phóng xạ của một mẫu gỗ tươi mới chặt có khối lượng bằng hai lần khối lượng của pho tượng cổ này.

Bài 4: Có hai mẫu chất phóng xạ A và B như nhau, chúng cùng một chất liệu, cùng khối lượng, cùng chu kỳ bán rã T , chỉ khác tuổi. Tại thời điểm nào đó, hai mẫu lần lượt có độ phóng xạ x và y . Nếu A có tuổi lớn hơn B thì hiệu số tuổi giữa chúng là

- A. $\frac{T \ln \frac{x}{y}}{\ln 2}$ B. $\frac{\ln \frac{x}{y}}{T}$ C. $\frac{\ln \frac{y}{x}}{T}$ D. $\frac{T \ln \frac{y}{x}}{\ln 2}$

Ví dụ 25: Người ta tiêm vào máu một người một lượng nhỏ dung dịch chứa chất phóng xạ $^{24}_{11}\text{Na}$ có độ phóng xạ $4 \cdot 10^3$ Bq. Sau 5 giờ, người ta lấy 1 cm^3 máu người đó thì độ phóng xạ của lượng máu này là 0,53 Bq. Biết chu kì bán rã của $^{24}_{11}\text{Na}$ là 15 giờ. Thể tích máu của người được tiêm khoảng

- A. 4000 cm^3 . B. 5000 cm^3 . C. 6000 cm^3 . D. 8000 cm^3 .

Phân tích, hướng dẫn:

– Gọi V là tổng thể tích máu của người này, khi phân bố đều, độ phóng xạ ban đầu tính cho 1 cm^3 sẽ là $H_0 = \frac{4 \cdot 10^3}{V}$

– Sau 5 giờ, độ phóng xạ còn lại cũng tính cho 1 cm^3 là $H_t = \frac{H_0}{2^{\frac{t}{T}}}$ thay số ta có

$$0,53 = \frac{4 \cdot 10^3 / V}{2^{\frac{5}{15}}} \Rightarrow V = 6000 \text{ cm}^3 \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 26: Bản chất và tính chất của các loại tia phóng xạ. Các quy tắc dịch chuyển.

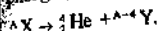
Trả lời:

Cho các tia phóng xạ đi qua điện trường giữa hai bản của một tụ điện. Ta có thể xác định được bản chất các tia phóng xạ. Một chất phóng xạ chỉ phóng ra một trong ba loại tia α , β^- hay β^+ (có thể kèm theo tia γ)

a) Tia alpha (α) Tia α thực chất là chùm hạt nhân của nguyên tử Heli ^4_2He. Các tính chất: – Lệch về bản âm của tụ điện (do có điện tích $+2e$) + Phóng ra với vận tốc khoảng 10^7 m/s, nó làm ion hóa môi trường và mất dần năng lượng.	b) Tia beta (β): Có 2 loại: * β^-: Lệch về bản dương của tụ điện, thực chất là dòng các electron: $^A_Z\text{X} \rightarrow ^0_{-1}\text{e} + ^A_Z\text{Y}$. So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con tiến 1 ô trong bảng tuần hoàn và có cùng số khối. Thực chất của phóng xạ β^- là trong hạt nhân 1 neutron biến thành 1 proton, 1 $\bar{\nu}$ và 1 phản neutrino $\bar{\nu}$: $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$	c) Tia gamma (γ) Có bản chất sóng điện từ như tia Ronghen nhưng có bước sóng ngắn hơn, vì vậy có các tính chất như tia Ronghen nhưng mạnh hơn. Đặc biệt là khả năng đâm xuyên lớn, có thể đi qua lớp chì dày hàng chục cm và gây nguy hiểm đối với cơ thể con người.

Khả năng đâm xuyên yếu, đi được vài cm trong không khí. Không xuyên qua được tấm thủy tinh mỏng.

+ Phương trình phóng xạ:



Số với hạt nhân mẹ, hạt nhân con lùi 2 ô trong bảng HTTH và có số khối nhỏ hơn 4 đơn vị.

$\bar{\nu}$ là phản neutrino, không mang điện, có số khối $A = 0$, chuyển động với vận tốc ánh sáng.

* β^+ : Lệnh về bản âm của tụ điện, thực chất là chùm hạt có khối lượng như e nhưng mang điện tích $+e$, gọi là electron dương hay pôzitron (loại này hiếm thấy hơn ${}^0_{-1}e$).

Khi phóng xạ β^+ hạt nhân con lùi 1 ô. Thực chất là sự biến đổi 1 prôtôn thành 1 notron, 1 pôzitron và 1 neutrino: $p \rightarrow n + e^+ + \nu$

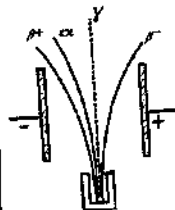
Các tính chất của tia β :

* Phóng ra với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng.

* Khả năng đâm xuyên mạnh hơn tia α , nó đi được vài mét trong không khí, vài mm trong kim loại.

* Phóng xạ gamma: không có sự biến đổi hạt nhân, chỉ có sự chuyển trạng thái từ mức năng lượng cao E_2 xuống mức năng lượng thấp E_1 và phát bức xạ: $hf = E_2 - E_1$

Bức xạ gamma luôn đi kèm theo sau sự phóng xạ α hoặc β .



Ví dụ 27: Hạt nhân ${}^{238}_{92}\text{U}$ sau chuỗi phóng xạ α , β cuối cùng cho đồng vị bền của chì ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Số hạt α , β phát ra là:

A. 8 hạt α và 10 hạt β^+ .

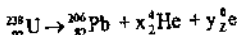
B. 8 hạt α và 6 hạt β^- .

C. 4 hạt α và 2 hạt β^- .

D. 8 hạt α và 8 hạt β^- .

Phân tích, hướng dẫn:

Gọi x và y lần lượt là số hạt α và β phát ra trong chuỗi phóng xạ, ta có phương trình:



Áp dụng định luật bảo toàn số nuclôn và định luật bảo toàn điện tích ta có:

$$\begin{cases} 238 = 206 + 4x \\ 92 = 82 + 2x + yZ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4x = 32 \\ 2x + yZ = 10 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 8 \\ y = 6, Z = -1 \end{cases} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Cho phản ứng hạt nhân: ${}^{235}_{92}\text{U} + n \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^{91}_{41}\text{Nb} + 3n + 7p^-$.

A và Z có giá trị là

A. $A = 142$; $Z = 56$.

B. $A = 139$; $Z = 58$.

C. $A = 133$; $Z = 58$.

D. $A = 138$; $Z = 58$.

Bài 2: Đồng vị phóng xạ ${}^{27}_{14}\text{Si}$ chuyển thành ${}^{27}_{13}\text{Al}$ đã phóng ra hạt

A. α .

B. pôzitron (β^+).

C. electron (β^-).

D. prôtôn.

Bài 3: Khi bắn phá hạt nhân đồng vị ${}^{14}_7\text{N}$ bằng neutron thì tạo ra đồng vị Bo ${}^{11}_5\text{B}$.

Còn một hạt nữa sinh ra trong phản ứng này là

A. neutron.

B. prôtôn.

C. hạt α .

D. notrinô.

Bài 4: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2008) Trong quá trình phân rã hạt nhân ${}^{238}_{92}\text{U}$ thành hạt nhân ${}^{234}_{92}\text{U}$ đã phóng ra một hạt α và hai hạt

A. neutron.

B. electron.

C. pôzitron.

D. prôtôn.

Bài 5: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Hạt nhân ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ biến đổi thành hạt nhân ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ do phóng xạ

A. α và β^- .

B. β^- .

C. α .

D. β^+ .

Bài 6: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009)

Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về hiện tượng phóng xạ?

A. Trong phóng xạ α , hạt nhân con có số neutron nhỏ hơn số neutron của hạt nhân mẹ.

B. Trong phóng xạ β^- , hạt nhân mẹ và hạt nhân con có số khối bằng nhau, số prôtôn khác nhau.

C. Trong phóng xạ β , có sự bảo toàn điện tích nên số prôtôn được bảo toàn.

D. Trong phóng xạ β^+ , hạt nhân mẹ và hạt nhân con có số khối bằng nhau, số neutron khác nhau.

Bài 7: Trong các loại tia phóng xạ sau, tia đâm xuyên yếu nhất là tia nào?

A. Tia α

B. Tia β^+

C. Tia β^-

D. Tia γ

Bài 8: Điều nào sau đây sai khi nói về tia α ?

- A. Tia α thực chất là hạt nhân nguyên tử heli.
- B. Khi đi qua điện trường giữa hai bản tụ điện, tia α bị lệch về phía bản âm của tụ điện.
- C. Tia α phóng ra từ hạt nhân với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng.
- D. Tia α chỉ đi được tối đa 8cm trong không khí.

Bài 9: Trong các loại tia phóng xạ, tia nào không mang điện?

- A. Tia α
- B. Tia β^+
- C. Tia β^-
- D. Tia γ

Bài 10: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

Khi nói về tia α , phát biểu nào sau đây là sai?

- A. Tia α phóng ra từ hạt nhân với tốc độ bằng 2000 m/s.
- B. Khi đi qua điện trường giữa hai bản tụ điện, tia α bị lệch về phía bản âm của tụ điện.
- C. Khi đi trong không khí, tia α làm ion hóa không khí và mất dần năng lượng.
- D. Tia α là dòng các hạt nhân heli (${}^4_2\text{He}$).

Bài 11: Cho một phản ứng hạt nhân là phóng xạ β^+ : ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z-1}\text{Y} + e^+ + \nu$. Kết luận nào sau đây là đúng?

- A. Hạt nhân Y đứng sau hạt nhân X một ô trong bảng hệ thống tuần hoàn.
- B. Hạt nhân Y có số khối và nguyên tử số: ${}^{A-1}_{Z+1}\text{Y}$.
- C. Trong phản ứng có sự biến đổi của một hạt prôtôn: $p \rightarrow n + e^+ + \bar{\nu}$.
- D. Hạt nhân Y và X là hai hạt nhân đồng vị.

Bài 12: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2007)

Phóng xạ β^- là

- A. phản ứng hạt nhân thu năng lượng.
- B. phản ứng hạt nhân không thu và không toả năng lượng.
- C. sự giải phóng electron từ lớp electron ngoài cùng của nguyên tử.
- D. phản ứng hạt nhân toả năng lượng.

Đáp án: 1B, 2B, 3C, 4B, 5C, 6C, 7A, 8C, 9D, 10A, 11C, 12D.

IV. BÀI TẬP VỀ ĐỘ HỤT KHỐI, NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT, NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT RIÊNG. PHẢN ỨNG THU – TỎA NĂNG LƯỢNG

Ví dụ 1: Trình bày về độ hụt khối, năng lượng liên kết, năng lượng liên kết riêng.

Trả lời:

- Khi các nuclôn tồn tại riêng rẽ, tổng khối lượng của chúng $m_0 = Z.m_p + N.m_n$ thì khi chúng liên kết lại thành hạt nhân khối lượng m , người ta thấy rằng $m < m_0$. Hiệu $m_0 - m = \Delta m$ được gọi là độ hụt khối hạt nhân.

- Vì $m < m_0$ nên theo hệ thức Anhtanh thì năng lượng nghỉ của hạt nhân $E = m.c^2$ sẽ nhỏ hơn năng lượng nghỉ của các nuclôn tồn tại riêng rẽ $E_0 = m_0.c^2$. Do đó, khi các nuclôn liên kết lại thành một hạt nhân thì có một năng lượng

$$W_{lk} = E_0 - E = (m_0 - m).c^2 = \Delta m.c^2 \text{ được toả ra.}$$

Ngược lại, muốn phá vỡ một hạt nhân thành các nuclôn riêng rẽ, phải tốn một năng lượng đúng bằng W_{lk} để thắng lực liên kết giữa các nuclôn.

Chính vì vậy $W_{lk} = \Delta m.c^2$ được gọi là năng lượng liên kết của hạt nhân.

Hạt nhân có độ hụt khối Δm càng lớn thì có W_{lk} càng lớn.

- Vì W_{lk} là năng lượng liên kết hạt nhân nên W_{lk} tính cho cả A nuclôn, nếu tính cho 1 nuclôn, ta có $\varepsilon = \frac{W_{lk}}{A}$, và ε được gọi là năng lượng liên kết riêng. Hạt nhân

nào có năng lượng liên kết riêng ε càng lớn thì càng bền vững.

Khi gặp bài toán cho một nhóm vài hạt nhân, cần xác định xem hạt nhân nào bền vững nhất, để kết luận chính xác, chúng ta bắt buộc phải tính được năng lượng liên kết riêng của từng hạt nhân rồi so sánh.

Thực tế thấy rằng hạt nhân có năng lượng liên kết riêng lớn nhất vào khoảng 8,8MeV/nuclôn. Những hạt nhân có số khối A nằm trong khoảng từ 50 đến 95 có thể coi là bền hơn so với những hạt nhân khác. Vì vậy, trong một đề thi có câu: Trong bốn hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$, $^{137}_{55}\text{Cs}$, $^{56}_{26}\text{Fe}$, ^4_2He . Hỏi hạt nhân nào là bền vững hơn cả thì không cần tính năng lượng liên kết riêng của từng hạt nhân nữa, mà chỉ cần chọn đáp án $^{56}_{26}\text{Fe}$.

Ví dụ 2: Khối lượng của hạt nhân $^{10}_4\text{Be}$ là 10,0113u, khối lượng của neutron là $m_n = 1,0086\text{u}$, khối lượng của proton là $m_p = 1,0072\text{u}$ và $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{10}_4\text{Be}$ là

- A. 64,366 MeV/nucleon. B. 6,4332 MeV/nucleon.
C. 0,064332 MeV/nucleon. D. 643,32 keV/nucleon.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích, hướng dẫn:

- Tổng khối lượng các hạt nucleon: $m_0 = Z.m_p + N.m_n = 4.m_p + 6.m_n = 10,0804 \text{ u}$
- Độ hụt khối của hạt nhân: $\Delta m = m_0 - m = 10,0804 \text{ u} - 10,0113 \text{ u} = 0,0691 \text{ u}$
- Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{10}_4\text{Be}$:

$$W_{lk} = \Delta m.c^2 = 0,0691 \text{ u}c^2 = 0,0691. 931,5 \text{ MeV} = 64,366 \text{ MeV}$$

- Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{10}_4\text{Be}$:

$$\varepsilon = \frac{W_{lk}}{A} = \frac{64,366}{10} = 6,4366 \text{ MeV/nucleon} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Hạt nhân Thôri $^{230}_{90}\text{Th}$ có khối lượng $m = 229,9737\text{u}$. Khối lượng của proton $m_p = 1,0073\text{u}$, neutron $m_n = 1,0087\text{u}$, cho $1\text{u} = 931 \text{ MeV}/c^2$. Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{230}_{90}\text{Th}$ này là

- A. 6,7 MeV/nucleon. B. 5,7 MeV/nucleon.
C. 7,7 MeV/nucleon. D. 4,7 MeV/nucleon.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Cho khối lượng của proton; neutron; $^{40}_{18}\text{Ar}$; ^7_3Li lần lượt là: 1,0073 u; 1,0087 u; 39,9525 u; 6,0145 u và $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. So với năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ^7_3Li thì năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{40}_{18}\text{Ar}$

- 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.

Ví dụ 4: Hạt nhân $^{16}_8\text{O}$ có năng lượng liên kết riêng 8MeV/nucleon. Biết khối lượng của neutron $m_n = 1,008665u$, của proton $m_p = 1,007276u$ và $1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. Khối lượng m của hạt nhân $^{16}_8\text{O}$ là

- A. 15,9901u. B. 15,8572u. C. 16,0025u. D. 16u.

Phân tích, hướng dẫn:

– Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{16}_8\text{O}$:

$$W_k = \varepsilon \cdot A = 8 \cdot 16 = 128 \text{ MeV} = [Zm_p + (A - Z)m_n - m]c^2$$

Khối lượng m của hạt nhân $^{16}_8\text{O}$ là:

$$m = 8m_p + (16 - 8)m_n - \frac{W_k}{c^2} = 8(1,007276 + 1,008665)u - 128 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$m = 16,127528u - 128 \cdot \frac{1}{931,5} u = 15,9901u \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: (Trích ĐTTT vào các trường Cao đẳng khối A, 2007)

Năng lượng liên kết riêng là năng lượng liên kết

- A. tính cho một nucleon. B. tính riêng cho hạt nhân ấy.
C. của một cặp proton - proton. D. của một cặp proton - neutron.

Bài 2: Biểu thức để xác định năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ^A_ZX là

A. $W_{lk} = \frac{1}{Z} [Zm_p + (A - Z)m_n - m_X] \cdot c^2$

B. $W_{lk} = A \cdot [Zm_p + (A - Z)m_n - m_X] \cdot c^2$

C. $W_{lk} = \frac{1}{A} [Zm_p + (A - Z)m_n - m_X] \cdot c^2$

D. $W_{lk} = [Zm_p + (A - Z)m_n - m_X] \cdot c^2$

Bài 3: Năng lượng liên kết của hạt α là 28,4MeV, của hạt $^{23}_{11}\text{Na}$ là 186,6MeV. Hạt $^{23}_{11}\text{Na}$ bền vững hơn hạt α là do

- A. hạt nhân nào có năng lượng liên kết lớn hơn thì bền vững hơn.
B. α là đồng vị phóng xạ còn $^{23}_{11}\text{Na}$ là đồng vị bền.
C. hạt nhân có số khối càng lớn thì càng bền vững.
D. hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.

Bài 4: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

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.

Bài 5: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

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 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.

Bài 6: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2007)

Cho: $m_e = 12,00000 \text{ u}$; $m_p = 1,00728 \text{ u}$; $m_n = 1,00867 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,66058 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Năng lượng tối thiểu để tách hạt nhân $^{12}_6\text{C}$ thành các nuclôn riêng biệt bằng

- A. 72,7 MeV.
- B. 89,4 MeV.
- C. 44,7 MeV.
- D. 8,94 MeV.

Bài 7: Cho $m_n = 1,0087 \text{ u}$; $m_p = 1,0073 \text{ u}$. Hạt α có khối lượng $4,0015 \text{ u}$. Năng lượng tỏa ra khi tạo thành 1 mol heli là

- A. $2,73 \cdot 10^{12} \text{ J}$.
- B. $3,65 \cdot 10^{12} \text{ J}$.
- C. $2,17 \cdot 10^1 \text{ J}$.
- D. $1,58 \cdot 10^{12} \text{ J}$.

Ví dụ 5: Khi nào phản ứng hạt nhân tỏa hay thu năng lượng?

Trả lời:

Xét phản ứng hạt nhân: $A + B \rightarrow C + D$

Tổng khối lượng trước phản ứng: $M_0 = m_A + m_B$

Tổng khối lượng sau phản ứng: $M = m_C + m_D$

Do độ hụt khối của các hạt nhân là khác nhau, khiến tổng khối lượng M của các hạt nhân sau phản ứng có thể khác tổng khối lượng M_0 của các hạt nhân trước phản ứng.

* Nếu $M_0 > M$ thì tổng khối lượng giảm nên phản ứng tỏa năng lượng: $\Delta E = (M_0 - M)c^2$ dưới dạng động năng các hạt nhân sinh ra hoặc năng lượng photon tia gamma.

Vậy: phản ứng hạt nhân toả năng lượng nếu như các hạt sinh ra có tổng khối lượng nhỏ hơn các hạt ban đầu, các hạt sinh ra có độ hụt khối lớn hơn nên chúng bền vững hơn.

Có 2 loại phản ứng hạt nhân toả năng lượng (gọi là năng lượng hạt nhân):

– Sự phân hạch: Một hạt nhân rất nặng như urani, plutôni... hấp thụ một neutron chậm và vỡ thành hai hạt nhân có số khối trung bình.

– Phản ứng nhiệt hạch: Hai hạt nhân rất nhẹ như hiđrô, hêli... kết hợp với nhau thành hạt nhân nặng hơn.

* Nếu $M_0 < M$ thì tổng khối lượng tăng nên phản ứng phải thu năng lượng. Song muốn phản ứng xảy ra phải cung cấp năng lượng dưới dạng động năng của các hạt A và B. Năng lượng W cần cung cấp cho phản ứng bao gồm $\Delta E = (M - M_0)c^2$ cộng với động năng K_d của các hạt mới sinh ra: $W = \Delta E + K_d$

Vậy: Phản ứng hạt nhân thu năng lượng nếu như các hạt sinh ra có tổng khối lượng lớn hơn các hạt ban đầu, các hạt sinh ra có độ hụt khối nhỏ hơn nên chúng kém bền vững hơn.

Chú ý: Để biết phản ứng thu – toả năng lượng, ngoài cách tính trên còn có những cách tính nhanh khác, xem liệt kê ở ví dụ số 9.

Ví dụ 6: Cho phản ứng hạt nhân: $T + D \rightarrow \alpha + n$.

Cho biết: $m_T = 3,016u$; $m_D = 2,0136u$; $m_\alpha = 4,0015u$; $m_n = 1,0087u$; $1u = 931 \text{ MeV}/c^2$.

Khẳng định nào sau đây liên quan đến phản ứng hạt nhân trên là đúng?

A. Toả 18,06 MeV	B. Thu 18,06 MeV.
C. Toả 11,02 MeV.	D. Thu 11,02 MeV.

Phân tích, hướng dẫn:

– Khối lượng trước phản ứng: $M_0 = m_T + m_D = 5,0296u$

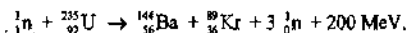
– Khối lượng sau phản ứng: $M = m_\alpha + m_n = 5,0102u$

– Thấy $M_0 > M \Rightarrow$ phản ứng toả năng lượng. $\Delta M = M_0 - M = 0,0194u$

– Năng lượng do phản ứng toả ra:

$$\Delta E = \Delta M \cdot c^2 = 0,0194u \cdot c^2 = 0,0194 \cdot 931 \text{ MeV} = 18,06 \text{ MeV} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng: Cho phản ứng hạt nhân phân hạch Urani 235 như sau



Biết $1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. Độ hụt khối của phản ứng bằng

A. 0,3148u.	B. 0,2147u.	C. 0,2848u.	D. 0,2248u.

Ví dụ 7: Cho phản ứng hạt nhân: ${}_1^1n + {}_3^6\text{Li} \rightarrow \text{T} + \alpha + 4,8 \text{ MeV}$.

Cho biết $m_n = 1,0087\text{u}$; $m_T = 3,016\text{u}$; $m_\alpha = 4,0015\text{u}$; $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. Khối lượng của hạt nhân Li có giá trị bằng

- A. 6,1139u. B. 6,0839u. C. 6,411u. D. 6,0139u.

Phân tích, hướng dẫn:

Ta có $\Delta E = (m_n + m_{\text{Li}} - m_T - m_\alpha)c^2$. Vì phản ứng tỏa năng lượng nên

$$4,8 = (1,0087 + m_{\text{Li}} - 3,016 - 4,0015) \cdot 931,5 \Rightarrow m_{\text{Li}} = 6,0139\text{u} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Cho phản ứng: $n + {}_3^6\text{Li} \rightarrow \text{T} + \alpha + 4,8 \text{ MeV}$. Năng lượng tỏa ra khi phân tích hoàn toàn 1g Li là

- A. $4,13 \cdot 10^{23} \text{ MeV}$. B. $2,41 \cdot 10^{23} \text{ MeV}$.
C. $4,82 \cdot 10^{23} \text{ MeV}$. D. $5,64 \cdot 10^{23} \text{ MeV}$.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

Cho phản ứng hạt nhân: ${}_1^3\text{H} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n} + 17,6 \text{ MeV}$. Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được 1g khí heli xấp xỉ bằng

- A. $4,24 \cdot 10^8 \text{ J}$. B. $4,24 \cdot 10^5 \text{ J}$. C. $5,03 \cdot 10^{11} \text{ J}$. D. $4,24 \cdot 10^{11} \text{ J}$.

Ví dụ 8: Cho phản ứng hạt nhân: ${}_1^2\text{D} + {}_1^3\text{T} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$.

Biết độ hụt khối khi tạo thành các hạt nhân ${}_1^2\text{D}$, ${}_1^3\text{T}$, ${}_2^4\text{He}$ lần lượt là: $\Delta m_D = 0,0024\text{u}$; $\Delta m_T = 0,0087\text{u}$; $\Delta m_{\text{He}} = 0,0305\text{u}$. Cho $1\text{u} = 931 \text{ MeV}/c^2$. Năng lượng tỏa ra của phản ứng là

- A. 1,806 MeV. B. 18,06 MeV. C. 180,6 MeV. D. 18,06 eV.

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn B vì $\Delta E = [(m_D + m_T) - (m_{\text{He}} + m_n)]c^2$

$$= [(m_p + m_n - \Delta m_D) + (m_p + 2m_n - \Delta m_T) - (2m_p + 2m_n - \Delta m_{\text{He}}) - m_n]c^2$$

$$= [\Delta m_{\text{He}} - (\Delta m_D + \Delta m_T)]c^2$$

$$= [0,0305 - (0,0024 + 0,0087)] \cdot 931 \text{ MeV} = 18,06 \text{ MeV}.$$

Chú ý: Bài toán này có thể làm nhanh hơn nếu áp dụng cách tính thứ 2 ở ví dụ 9.

Ví dụ 9: Cho phản ứng hạt nhân: $D + D \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0n$. Cho biết độ hụt khối của D là $0,0024\text{u}$ và tổng năng lượng nghỉ của các hạt trước phản ứng nhiều hơn tổng năng lượng nghỉ của các hạt sau phản ứng là $3,25\text{ MeV}$. Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}^3_2\text{He}$ là

- A. $7,235\text{ MeV}$. B. $6,482\text{ MeV}$. C. $7,7188\text{ MeV}$. D. $12,964\text{ eV}$.

Phân tích, hướng dẫn:

– Theo đề ra ta có: $\left[(2m_D) - (m_{{}^3_2\text{He}} + m_n) \right] c^2 = 3,25 (*)$

– Ta biết rằng năng lượng của phản ứng hạt nhân ${}_Z^AX_1 + {}_Z^AX_2 \rightarrow {}_Z^AX_3 + {}_Z^AX_4$ có thể tính theo nhiều cách khác nhau:

$$\Delta E = \begin{cases} \bullet [(m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)] c^2 \\ \bullet [(\Delta m_1 + \Delta m_2) - (\Delta m_3 + \Delta m_4)] c^2 \\ \bullet (W_{k1} + W_{k2}) - (W_{k3} + W_{k4}) \\ \bullet (A_1 \varepsilon_1 + A_2 \varepsilon_2) - (A_3 \varepsilon_3 + A_4 \varepsilon_4) \\ \bullet (K_1 + K_2) - (K_3 + K_4) \end{cases}$$

Với phản ứng $D + D \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0n$. Theo cách tính thứ 3 thì (*) có thể viết dưới

dạng khác $(W_{k_{{}^3_2\text{He}}} + W_{k_n}) - (2W_{kD}) = 3,25$

$$\Rightarrow W_{k_{{}^3_2\text{He}}} = 3,25 + 2W_{kD} - W_{k_n} \Rightarrow W_{k_{{}^3_2\text{He}}} = 3,25 + 2\Delta m_D c^2 - \Delta m_n c^2$$

Thay số: $W_{k_{{}^3_2\text{He}}} = 3,25 + 2 \cdot 0,0024 \cdot 931 - 0 = 7,7188\text{ MeV} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Ví dụ 10: Xem rằng bari đầu hạt nhân ${}^{12}_6\text{C}$ đứng yên. Cho biết $m_C = 12,0000\text{u}$, $m_\alpha = 4,0015\text{u}$. Năng lượng tối thiểu cần thiết để chia hạt nhân ${}^{12}_6\text{C}$ thành 3 hạt α là

- A. $6,7 \cdot 10^{-13}\text{ J}$. B. $7,7 \cdot 10^{-13}\text{ J}$. C. $8,2 \cdot 10^{-13}\text{ J}$. D. $5,6 \cdot 10^{-13}\text{ J}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Ta có: $\Delta E = (3m_\alpha - m_C) c^2$

$$\Rightarrow \Delta E = (3 \cdot 4,0015 - 12) \cdot 9,10^{16} \Rightarrow \Delta E = 6,7 \cdot 10^{-13} (\text{J}) \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 11: Cho các năng lượng liên kết riêng của hạt α là 7,1 MeV, của U234 là 7,63 MeV, của Th230 là 7,7 MeV. Một hạt nhân urani U234 phóng xạ tia α tạo thành đồng vị thori Th230. Năng lượng toả ra là

- A. 8,98 MeV. B. 13,98 MeV. C. 17,7 MeV. D. 12,96 eV.

Phân tích, hướng dẫn:

– Phóng xạ ${}_{92}^{234}\text{U} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{90}^{230}\text{Th}$

– Ở phần công thức tổng hợp trong ví dụ số 9, theo cách tính thứ 4:

$\Delta E = (A_1\varepsilon_1 + A_2\varepsilon_2) - (A_1\varepsilon_1 + A_2\varepsilon_2)$ vận dụng cho bài toán này, ta có ngay:

$$\Delta E = (A_{\text{He}}\varepsilon_{\text{He}} + A_{\text{Th}}\varepsilon_{\text{Th}}) - (A_{\text{U}}\varepsilon_{\text{U}})$$

Thay số được: $\Delta E = (4.7,1 + 7.7,230) - 234.7,63 = 13,98 \text{ MeV} \Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 12: Một hạt nhân có khối lượng $m = 5,0675.10^{-27} \text{ kg}$ đang chuyển động với động năng 4,78 MeV. Động lượng của hạt nhân là

- A. $3,875.10^{-20} \text{ kg.m/s}$ B. $7,75.10^{-20} \text{ kg.m/s}$.
C. $8,8.10^{-20} \text{ kg.m/s}$. D. $2,4.10^{-20} \text{ kg.m/s}$.

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn C vì $p = \sqrt{2mK} = \sqrt{2.5,0675.10^{-27}.4,78.1,6.10^{-13}} = 8,8.10^{-20} \text{ kg.m/s}$.

Ví dụ 13: Dùng hạt prôtôn có động năng $K_p = 8 \text{ MeV}$ bắn vào các hạt nhân ${}^9_4\text{Be}$ đang đứng yên, người ta thấy các hạt Heli sinh ra sau phản ứng chuyển động theo phương vuông góc với phương chuyển động của các hạt prôtôn.

- Viết phương trình phản ứng hạt nhân. Biết khối lượng của các hạt nhân $m_{\text{He}} = 4,0015u$; $m_{\text{Be}} = 9,0124u$; $m_X = 6,0145u$; $m_p = 1,007276u$. Hãy cho biết phản ứng này thu hay toả bao nhiêu năng lượng.
- Hãy tính động năng của hạt Heli và của hạt nhân X được sinh ra sau phản ứng. Xác định góc tạo bởi phương chuyển động của hai hạt nhân đó.

Phân tích, hướng dẫn:

1. Phương trình phản ứng hạt nhân: ${}^1_1\text{H} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^6_2\text{X}$

– Từ định luật bảo toàn điện tích và bảo toàn số khối ta tính được $Z = 3$ và $A = 6$, hạt nhân con là ${}^6_3\text{Li} \Rightarrow$ Phản ứng hoàn chỉnh: ${}^1_1\text{H} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^6_3\text{Li}$

$$\text{Ta có: } \Delta E = \Delta M \cdot c^2 = (M_0 - M)c^2 = [(m_H + m_{Be}) - (m_{He} + m_{Li})]c^2$$

$$\Delta E = [(1,007276 + 9,0124) - (4,0015 + 6,0145)]uc^2$$

$$\Delta E = 3,42 \text{ MeV (Phản ứng tỏa năng lượng)}$$

2. Tính động năng K_{He} và động năng K_{Li}

- Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần, ta có:

$$K_H + K_{Be} + (m_H + m_{Be})c^2 = K_{He} + K_X + (m_{He} + m_{Li})c^2$$

$$\Rightarrow K_{He} + K_{Li} = K_H + \Delta E$$

$$\text{nên } K_{He} + K_{Li} = 8 + 3,42 = 11,42 \text{ MeV} \quad (1)$$

Nếu chỉ dùng phương trình (1) thì không thể tìm được hai ẩn K_{He} và K_{Li} vậy cần tìm thêm phương trình nữa.

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng, ta có: $\vec{p}_H + \vec{p}_{Be} = \vec{p}_{He} + \vec{p}_{Li}$

Vì hạt ${}^9_4\text{Be}$ đang đứng yên $\vec{p}_{Be} = \vec{0}$ nên $\vec{p}_H = \vec{p}_{He} + \vec{p}_{Li}$.

Mặt khác, do $\vec{p}_H \perp \vec{p}_{He}$ nên các vectơ động lượng được biểu diễn như hình vẽ.

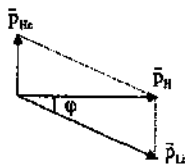
Theo hình vẽ này ta có: $p_H^2 + p_{He}^2 = p_{Li}^2$

Thay $p^2 = 2mK$ tương ứng ta được:

$$2m_H K_H + 2m_{He} K_{He} = 2m_{Li} K_{Li}$$

$$m_H K_H + m_{He} K_{He} = m_{Li} K_{Li}$$

$$1,007276.8 + 4,0015.K_{He} = 6,0145.K_{Li}$$



$$\Rightarrow 4,0015.K_{He} - 6,0145.K_{Li} = -8,0582 \quad (2)$$

- Từ (1) và (2) ta có hệ:

$$\begin{cases} K_{He} + K_{Li} = 11,42 \\ 4,0015.K_{He} - 6,0145.K_{Li} = -8,0582 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} K_{He} = 6,053 \text{ MeV} \\ K_{Li} = 5,367 \text{ MeV} \end{cases}$$

Cũng theo hình vẽ ta có:

$$\tan \varphi = \frac{p_{He}}{p_H} = \sqrt{\frac{2m_{He}K_{He}}{2m_H K_H}} = \sqrt{\frac{4,0015.6,053}{1,007276.8}} = 1,734 \Rightarrow \varphi = 60^\circ$$

Vậy góc hợp bởi $\vec{p}_{He}$ và $\vec{p}_{Li}$ cần tìm là: $90 + 60 = 150^\circ$.

Ví dụ 14: Dùng một prôtôn có động năng $5,58\text{MeV}$ bắn phá hạt nhân $^{23}_{11}\text{Na}$ đứng yên sinh ra hạt α và hạt nhân X.

- Viết phương trình phản ứng.
- Biết khối lượng của từng hạt nhân $m_H = 1,0073\text{u}$; $m_{Na} = 22,9850\text{u}$; $m_X = 19,9869\text{u}$; $m_\alpha = 4,0015\text{u}$. Phản ứng toả hay thu bao nhiêu năng lượng?
- Biết động năng của các hạt α là $6,6\text{MeV}$. Tính động năng của hạt nhân X.
- Tính góc tạo bởi phương chuyển động của hạt α và hạt prôtôn.

Phân tích, hướng dẫn:

1. Dễ dàng thu được phương trình phản ứng: $^1_1\text{H} + ^{23}_{11}\text{Na} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^{20}_{10}\text{Ne}$

2. Phản ứng toả hay thu bao nhiêu năng lượng?

Ta có: $\Delta E = \Delta M.c^2 = [(m_H + m_{Na}) - (m_{He} + m_{Ne})]c^2$

$$\Delta E = 0,0039.\text{uc}^2 = 0,0039.931,5\text{MeV} = 3,63\text{MeV}$$

Thấy $\Delta E > 0$ nên phản ứng toả năng lượng.

3. Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần, tổng động năng của hạt prôtôn và năng lượng mà phản ứng toả ra bằng tổng động năng của các hạt sản phẩm: $K_H + \Delta E = K_{He} + K_{Ne}$

$$\Rightarrow K_{Ne} = K_H + \Delta E - K_{He} = 5,58 + 3,63 - 6,6 = 2,61\text{MeV}$$

4. Cần phải vẽ hình để tính góc tạo bởi phương của hạt α và hạt prôtôn.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng, ta có: $\vec{p}_H + \vec{p}_{Na} = \vec{p}_{He} + \vec{p}_{Ne}$

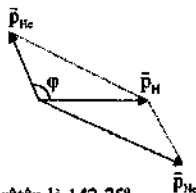
Vì hạt $^{23}_{11}\text{Na}$ đang đứng yên $\vec{p}_{Na} = \vec{0}$ nên $\vec{p}_H = \vec{p}_{He} + \vec{p}_{Ne}$. Theo quy tắc hình bình hành, các vectơ động lượng được biểu diễn như hình vẽ. Theo hình vẽ này, áp dụng định lí hàm số cosin ta có:

$$p_{Ne}^2 = p_\alpha^2 + p_H^2 - 2p_\alpha.p_H \cos \varphi$$

$$\Rightarrow \cos \varphi = \frac{p_\alpha^2 + p_H^2 - p_{Ne}^2}{2p_\alpha.p_H} = \frac{2m_\alpha K_\alpha + 2m_H K_H - 2m_{Ne} K_{Ne}}{2\sqrt{2m_\alpha K_\alpha} \cdot 2m_H K_H}$$

Thay số ta được: $\cos \varphi = -0,796 \Rightarrow \varphi = 142,75^\circ$

Vậy góc tạo bởi phương chuyển động của hạt α và hạt prôtôn là $142,75^\circ$.



Bài tập vận dụng:

Bài 1: Một proton có động năng $K_p = 1,5 \text{ MeV}$ bắn vào hạt nhân ${}^7_3\text{Li}$ đang đứng yên thì sinh ra 2 hạt nhân X có bản chất giống nhau và không kèm theo bức xạ gamma. Cho biết khối lượng của các hạt nhân $m_L = 7,0144 \text{ u}$; $m_p = 1,0073 \text{ u}$; $m_X = 4,0015 \text{ u}$. Động năng của mỗi hạt nhân X là

- A. $9,5 \text{ MeV}$. B. $9,6 \text{ MeV}$. C. $9,7 \text{ MeV}$. D. $4,5 \text{ MeV}$.

Bài 2: Bắn hạt α vào hạt nhân ${}^{14}_7\text{N}$ đứng yên, ta có phản ứng sau $\alpha + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + p$. Giả sử các hạt sinh ra có cùng một vận tốc. Tính động năng các hạt sinh ra theo động năng W_α của hạt α . Cho khối lượng các hạt nhân bằng số khối của chúng tính theo đơn vị u.

- A. $W_p = \frac{1}{81} W_\alpha$; $W_O = \frac{17}{81} W_\alpha$. B. $W_p = \frac{17}{81} W_\alpha$; $W_O = \frac{1}{81} W_\alpha$.
C. $W_p = \frac{1}{18} W_\alpha$; $W_O = \frac{17}{18} W_\alpha$. D. $W_p = \frac{17}{18} W_\alpha$; $W_O = \frac{1}{18} W_\alpha$.

Ví dụ 15: Hạt nhân ${}^{234}_{92}\text{U}$ đứng yên phát ra hạt α .

- Viết phương trình phân rã.
- Cho biết khối lượng của từng hạt nhân $m_U = 233,9004 \text{ u}$; $m_{Th} = 229,8837 \text{ u}$; $m_\alpha = 4,0015 \text{ u}$. Hãy tính động năng và vận tốc của các hạt sinh ra.

Phân tích, hướng dẫn:

- Phương trình phân rã: ${}^{234}_{92}\text{U} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{230}_{90}\text{Th}$
- Năng lượng phản ứng tỏa ra:

$$\Delta E = \Delta M c^2 = (M_0 - M)c^2 = [m_U - (m_{He} + m_{Th})]c^2 = 14,15 \text{ MeV}$$

- Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần, năng lượng mà phản ứng tỏa ra chuyển hóa thành động năng của các hạt sản phẩm: $\Delta E = K_\alpha + K_{Th}$

$$\Rightarrow K_\alpha + K_{Th} = 14,15 \quad (1)$$

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng, ta có: $\vec{p}_U = \vec{p}_\alpha + \vec{p}_{Th}$

$$\Rightarrow \vec{0} = \vec{p}_\alpha + \vec{p}_{Th} \Rightarrow \vec{p}_\alpha = -\vec{p}_{Th} \Rightarrow p_\alpha^2 = p_{Th}^2 \Rightarrow 2m_\alpha K_\alpha = 2m_{Th} K_{Th}$$

$$\Rightarrow m_\alpha K_\alpha = m_{Th} K_{Th} \text{ hay } 4,0015 K_\alpha = 229,8837 K_{Th} \quad (2)$$

- Từ (1) và (2) ta có hệ
$$\begin{cases} K_\alpha + K_{Th} = 14,15 \\ 4,00151K_\alpha = 229,8837K_{Th} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} K_{Th} = 0,242 \text{ MeV} \\ K_\alpha = 13,900 \text{ MeV} \end{cases}$$

Vận tốc của các hạt sinh ra:

$$v_\alpha = \sqrt{\frac{2K_\alpha}{m_\alpha}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 13,900 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{4,00151 \cdot 1,66055 \cdot 10^{-27}}} = 6,694 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$v_{Th} = \sqrt{\frac{2K_{Th}}{m_{Th}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,242 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{229,8837 \cdot 1,66055 \cdot 10^{-27}}} = 0,002 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Hạt nhân mẹ $^{226}_{88}\text{Ra}$ đứng yên biến đổi thành một hạt α và một hạt nhân con $^{222}_{86}\text{Rn}$. Cho $m_{Ra} = 225,977u$; $m_{Rn} = 221,970u$; $m_\alpha = 4,0015u$. Động năng của hạt nhân Rn và hạt α là

- A. $W_{Rn} = 90\text{MeV}$; $W_\alpha = 503\text{MeV}$.
- B. $W_{Rn} = 540 \cdot 10^{29} \text{ MeV}$; $W_\alpha = 303,03 \cdot 10^{29} \text{ MeV}$.
- C. $W_{Rn} = 3,05\text{MeV}$; $W_\alpha = 0,09\text{MeV}$.
- D. $W_{Rn} = 0,09\text{MeV}$; $W_\alpha = 5,03\text{MeV}$.

Bài 2: Một hạt nhân đứng yên phóng xạ hạt α . Kết luận nào sau đây là đúng khi nói về động năng của hạt α ?

- A. Luôn nhỏ hơn động năng của hạt nhân sau phân rã.
- B. Bằng động năng của hạt nhân sau phân rã.
- C. Luôn lớn hơn động năng của hạt nhân sau phân rã.
- D. Chỉ có thể nhỏ hơn hoặc bằng động năng của hạt nhân sau phân rã.

Ví dụ 16: Hạt nhân phóng xạ pôlôni $^{210}_{84}\text{Po}$ đứng yên phát ra tia α và sinh ra hạt nhân con X. Gọi K là động năng, v là vận tốc, m là khối lượng của các hạt. Biểu thức nào sau đây là đúng?

- A. $\frac{K_X}{K_\alpha} = \frac{v_\alpha}{v_X} = \frac{m_X}{m_\alpha}$
- B. $\frac{K_\alpha}{K_X} = \frac{v_X}{v_\alpha} = \frac{m_X}{m_\alpha}$
- C. $\frac{K_\alpha}{K_X} = \frac{v_\alpha}{v_X} = \frac{m_\alpha}{m_X}$
- D. $\frac{K_\alpha}{K_X} = \frac{v_X}{v_\alpha} = \frac{m_X}{m_\alpha}$

Phân tích, hướng dẫn:

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng, ta có: $\vec{0} = \vec{p}_\alpha + \vec{p}_X$

$$\Rightarrow \vec{p}_\alpha = -\vec{p}_X \Rightarrow p_\alpha = p_X \Rightarrow \begin{cases} m_\alpha v_\alpha = m_X v_X \\ \sqrt{2m_\alpha K_\alpha} = \sqrt{2m_X K_X} \end{cases} \Rightarrow \frac{K_\alpha}{K_X} = \frac{m_X}{m_\alpha} = \frac{v_\alpha}{v_X}$$

$\Rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Một hạt nhân có số khối A, đang đứng yên, phát ra hạt α với tốc độ v. Lấy gần đúng khối lượng các hạt nhân theo số khối A khi tính theo đơn vị u. Tốc độ giật lùi của hạt nhân con là

A. $\frac{2v}{A-4}$

B. $\frac{4v}{A+4}$

C. $\frac{v}{A-4}$

D. $\frac{4v}{A-4}$

Bài 2: Hạt nhân mẹ A có khối lượng m_A đang đứng yên phân rã thành hạt nhân con B và hạt α có khối lượng m_B và m_α , có vận tốc $\vec{v}_B$ và $\vec{v}_\alpha$. Hướng và độ lớn của vận các hạt tạo thành sau phân rã

A. cùng phương, cùng chiều, độ lớn tỉ lệ nghịch với khối lượng.

B. cùng phương, ngược chiều, độ lớn tỉ lệ nghịch với khối lượng.

C. cùng phương, cùng chiều, độ lớn tỉ lệ thuận với khối lượng.

D. cùng phương, ngược chiều, độ lớn tỉ lệ thuận với khối lượng.

Ví dụ 17: Hạt nhân A có khối lượng m_A , đang đứng yên, phóng xạ thành hai hạt nhân B (có khối lượng m_B) và hạt nhân C (có khối lượng m_C) theo phương trình phóng xạ: $A \rightarrow B + C$. Nếu động năng của hạt B là K_B và phản ứng toả ra năng lượng ΔE thì

A. $\Delta E = K_B \frac{m_B + m_C}{m_C}$

B. $\Delta E = K_B \frac{m_B + m_C}{m_B}$

C. $\Delta E = K_B \frac{m_B}{m_B + m_C}$

D. $\Delta E = K_B \frac{m_B}{m_C}$

Phân tích, hướng dẫn:

- Theo định luật bảo toàn năng lượng toàn phần ta có: $\Delta E = K_B + K_C$ (1)

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có: $\vec{p}_B + \vec{p}_C = \vec{0}$

$$\Rightarrow \vec{p}_B = -\vec{p}_C \Rightarrow p_B^2 = p_C^2 \Rightarrow 2m_B K_B = 2m_C K_C \Rightarrow K_C = \frac{m_B}{m_C} K_B \quad (2)$$

- Thay (2) vào (1) ta có:

$$\Delta E = K_B + \frac{m_B}{m_C} K_B = K_B \left(1 + \frac{m_B}{m_C} \right) = K_B \frac{m_B + m_C}{m_C}$$

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập vận dụng: Coi khối lượng hạt nhân gần bằng số khối của nó. Khi Atatin $^{211}_{85}\text{At}$ phóng xạ tia α để biến thành hạt nhân bitmut (Bi), phần năng lượng tỏa ra chuyển thành động năng của hạt α là

- A. 50%. B. 69%. C. 87%. D. 98%.

Ví dụ 18: Hạt nhân $^{226}_{88}\text{Ra}$ đứng yên phóng xạ α và biến đổi thành hạt nhân X, biết động năng $K_\alpha = 4,8 \text{ MeV}$. Lấy khối lượng hạt nhân (tính bằng u) bằng số khối của chúng, năng lượng tỏa ra trong phản ứng trên bằng

- A. 1,231 MeV. B. 2,596 MeV. C. 4,886 MeV. D. 9,667 MeV.

Phân tích, hướng dẫn:

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng, ta có:

$$0 = \vec{p}_\alpha + \vec{p}_X \Rightarrow p_\alpha = p_X$$

$$\Rightarrow p_\alpha^2 = p_X^2 \Rightarrow 2m_\alpha K_\alpha = 2m_X K_X \Rightarrow K_X = \frac{m_\alpha K_\alpha}{m_X}$$

- Năng lượng tỏa ra dưới dạng động năng của các hạt là:

$$\Delta E = K_X + K_\alpha = K_\alpha \left(1 + \frac{m_\alpha}{m_X} \right) = 4,886 (\text{MeV})$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Hạt nhân phóng xạ $^{234}_{92}\text{U}$ đứng yên phát ra hạt α theo phương trình

$^{234}_{92}\text{U} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^A_Z\text{X}$. Năng lượng tỏa ra của phản ứng này là 14,15 MeV. Xem khối lượng hạt nhân gần đúng bằng số khối tính theo đơn vị u. Động năng của hạt α là

- A. 13,72 MeV. B. 12,91 MeV. C. 13,91 MeV. D. 12,79 MeV.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

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 . Tỷ số giữa động năng của hạt nhân B và động năng của hạt α ngay sau phân rã bằng

- A. $\frac{m_\alpha}{m_B}$. B. $\left(\frac{m_B}{m_\alpha}\right)^2$. C. $\frac{m_B}{m_\alpha}$. D. $\left(\frac{m_\alpha}{m_B}\right)^2$.

Bài 3: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Hạt nhân $^{210}_{84}\text{Po}$ 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.

Ví dụ 19: Người ta dùng proton có động năng $K_H = 5,45 \text{ MeV}$ để bắn phá hạt nhân beri ^9_4Be đứng yên. Hai hạt sinh ra là heli và X. Hạt nhân heli có vận tốc vuông góc với vận tốc proton và có động năng $K_{He} = 4 \text{ MeV}$. Động năng của hạt nhân X là

- A. 3,575 MeV. B. 3,825 MeV. C. 3,175 MeV. D. 3,325 MeV.

Phân tích, hướng dẫn:

Phản ứng hạt nhân: $p + ^9_4\text{Be} \rightarrow ^4_2\text{He} + X$

Từ định luật bảo toàn động lượng, ta có: $\vec{p}_p = \vec{p}_{He} + \vec{p}_X$

Trên hình vẽ, động lượng của hạt nhân X nằm ở cạnh huyền của tam giác vuông nên ta có:

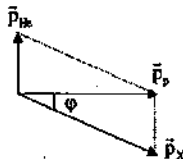
$$\Rightarrow p_X^2 = p_{He}^2 + p_p^2$$

$$\Rightarrow 2m_X K_X = 2m_{He} K_{He} + 2m_H K_H$$

$$\Rightarrow K_X = \frac{m_H K_H + m_{He} K_{He}}{m_X}$$

$$\Rightarrow K_X = \frac{5,45 + 16}{6} = 3,575 \text{ MeV}$$

$\Rightarrow$ Đáp án A.



Bài tập vận dụng:

Bài 1: Cho hạt neutron có động năng $K_n = 1,1 \text{ MeV}$ bắn phá hạt Liti (${}^6\text{Li}$) đứng yên sinh ra hạt α và hạt X có vận tốc vuông góc với nhau. Biết phản ứng thu năng lượng $\Delta E = 0,8 \text{ MeV}$ và khối lượng hạt nhân xấp xỉ bằng số khối A. Động năng của hạt X là

- A. $0,1 \text{ MeV}$. B. $0,2 \text{ MeV}$. C. $0,3 \text{ MeV}$. D. $0,4 \text{ MeV}$.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Dùng một proton có động năng $5,45 \text{ MeV}$ bắn vào hạt nhân ${}^9\text{Be}$ 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 proton 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. $3,125 \text{ MeV}$. B. $4,225 \text{ MeV}$. C. $1,145 \text{ MeV}$. D. $2,125 \text{ MeV}$.

Bài 3: Bắn một hạt proton có khối lượng m_p vào hạt nhân Li đang đứng yên. Phản ứng tạo ra hai hạt nhân X giống hệt nhau có khối lượng m_X bay ra với cùng độ lớn vận tốc v_X và cùng hợp với phương ban đầu của proton một góc 45° . Vận tốc của hạt proton là

- A. $v_p = \frac{m_X v_X}{m_p \sqrt{2}}$. B. $v_p = \frac{2m_X v_X}{m_p}$. C. $v_p = \frac{m_X v_X}{m_p}$. D. $v_p = \frac{m_X v_X \sqrt{2}}{m_p}$.

Bài 4: Cho hạt proton có động năng $K_p = 1,8 \text{ MeV}$ bắn vào hạt nhân ${}^7\text{Li}$ đứng yên, sinh ra hai hạt α có cùng độ lớn vận tốc và không sinh ra tia γ . Cho: $m_p = 1,0073 \text{ u}$; $m_\alpha = 4,0015 \text{ u}$; $m_{\text{Li}} = 7,0144 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}/c^2 = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. Độ lớn vận tốc của các hạt mới sinh ra bằng bao nhiêu?

- A. $2,18734615 \text{ m/s}$. B. $15207118,6 \text{ m/s}$.
C. $21506212,4 \text{ m/s}$. D. $30414377,3 \text{ m/s}$.

Ví dụ 20: Phân hạch là gì? Nêu các đặc điểm của phân hạch. So sánh phân hạch với phóng xạ.

Trả lời:

- Phân hạch là hiện tượng một hạt nhân (loại rất nặng) hấp thụ một neutron chậm (có động năng nhỏ hơn $0,1 \text{ eV}$) rồi vỡ ra thành hai hạt nhân có số khối trung bình.
- Hai đặc điểm quan trọng:
 - + Sinh ra 2 đến 3 neutron.
 - + Tỏa ra một năng lượng lớn.

Thí dụ: $^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow ^{236}_{92}\text{U} \rightarrow ^A\text{X} + ^{A'}\text{X}' + k {}^1_0\text{n} + 200 \text{ MeV}$.

Trong đó: X và X' là các hạt nhân trung bình, có số khối A và A' từ 80 đến 160.

– Giữa phân hạch với phóng xạ có:

* Hai điểm giống nhau

– đều có sự biến đổi một hạt nhân ban đầu thành các hạt nhân khác. Chúng đều là các phản ứng hạt nhân.

– đều là các quá trình kèm theo sự toả năng lượng dưới dạng động năng của các hạt sinh ra và năng lượng bức xạ gamma.

* Hai điểm khác nhau

– Hiện tượng phóng xạ không chịu tác động của các yếu tố bên ngoài, tốc độ phân rã của mỗi chất hoàn toàn do nguyên nhân bên trong quyết định.

Trong khi đó, tốc độ của quá trình phân hạch phụ thuộc vào lượng neutron chậm có trong khối chất, do đó tốc độ này có thể không chế được.

– Đối với mỗi chất phóng xạ, thành phần của tia phóng xạ là hoàn toàn ổn định còn cấu tạo và khối lượng của 2 hạt nhân vỡ ra trong sự phân hạch không hoàn toàn xác định.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

Phóng xạ và phân hạch hạt nhân

- A. đều có sự hấp thụ neutron 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 toả năng lượng.

Bài 2: Đồng vị có thể hấp thụ một neutron chậm là

- A. $^{238}_{92}\text{U}$.
- B. $^{234}_{92}\text{U}$.
- C. $^{235}_{92}\text{U}$.
- D. $^{236}_{92}\text{U}$.

Bài 3: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về phản ứng phân hạch?

- A. Urani phân hạch có thể tạo ra 3 neutron.
- B. Urani phân hạch khi hấp thụ neutron chuyển động nhanh.
- C. Urani phân hạch toả ra năng lượng rất lớn.
- D. Urani phân hạch vỡ ra thành hai hạt nhân có số khối từ 80 đến 160.

Ví dụ 21: Một tàu phá băng nguyên tử có công suất 18 MW. Biết rằng, khi một hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$ phân hạch sẽ toả năng lượng 200 MeV. Coi hiệu suất của quá trình chuyển đổi và sử dụng năng lượng nhiệt hạch là 25%.

- Để tàu hoạt động liên tục trong 60 ngày cần bao nhiêu khối lượng nhiên liệu?
- Tìm khối lượng dầu cần thiết để thay thế lượng nhiên liệu $^{235}_{92}\text{U}$ trên, biết hiệu suất khi sử dụng dầu là 40% và năng suất toả nhiệt của dầu là $C = 3.10^7 \text{ J/kg}$.

Phân tích, hướng dẫn:

- Tìm khối lượng $^{235}_{92}\text{U}$ cần thiết.

– Do hiệu suất của quá trình chuyển đổi và sử dụng năng lượng nhiệt hạch là 25% nên năng lượng toàn phần mà phản ứng phân hạch Urani cần cung cấp trong

60 ngày là: $A = \frac{P.t}{H} = \frac{18.10^6.60.86400}{25\%} = 373248.10^9 \text{ J}$

– Để tạo ra năng lượng toàn phần trên, số nguyên tử $^{235}_{92}\text{U}$ cần phân hạch là:

$$N = \frac{A}{q_1} = \frac{373248.10^9}{200.1.6.10^{-13}} = \frac{373248.10^9}{3.2.10^{-11}} = 11664.10^{21} \text{ hạt.}$$

– Khối lượng $^{235}_{92}\text{U}$ cần thiết: $m = \frac{N}{N_A} A = \frac{11664.10^{21}}{6.02.10^{23}}.235 = 4553.2 \text{ g} \approx 4,55 \text{ kg}$

- Tìm khối lượng dầu hòa để thay thế tương đương.

– Vì hiệu suất khi đốt dầu $H' = 40\%$ nên năng lượng toàn phần mà dầu cần cung

cấp cũng trong 60 ngày là: $A' = \frac{P.t}{H'} = \frac{18.10^6.60.86400}{40\%} = 23328.10^{10} \text{ (J)}$

– Khối lượng dầu hỏa cần thiết: $m = \frac{A'}{C} = \frac{23328.10^{10}}{3.10^7} = 7776.10^3 \text{ kg.}$

Xăng, dầu, than đá sẽ ngày càng cạn kiệt. So sánh hai khối lượng m' và m tính được ở trên, chúng ta sẽ hiểu được tại sao nhân loại lại quan tâm đến các phương pháp an toàn nhằm điều khiển và sử dụng năng lượng hạt nhân.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Cho phản ứng phân hạch: $^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{94}_{38}\text{Sr} + ^{140}_{54}\text{Xe} + 2^1_0\text{n} + 185\text{MeV}$. Năng lượng toàn phần toả ra khi 1kg $^{235}_{92}\text{U}$ bị phân hạch hoàn toàn là

- A. $0,758.10^{16} \text{ J}$. B. $7,58.10^{16} \text{ J}$. C. $75,8.10^{12} \text{ J}$. D. 758.10^{16} J .

Bài 2: Năng lượng trung bình toả ra khi phân hạch một hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$ là 200MeV. Một nhà máy điện nguyên tử dùng nguyên liệu urani trên có công suất 500MW, hiệu suất 20%. Khối lượng urani tiêu thụ hàng năm của nhà máy trên là

- A. 865,12kg. B. 926,74kg. C. 961,76kg. D. 982,35kg.

Bài 3: Một nhà máy điện nguyên tử có công suất $P = 5 \text{ MW}$, hoạt động với hiệu suất 17%. Sau thời gian một ngày đêm sẽ có một khối lượng bao nhiêu $^{235}_{92}\text{U}$ bị phân hạch nếu cho rằng cứ mỗi phân hạch giải phóng $3,2 \cdot 10^{-11} \text{ J}$.

- A. 32 g. B. 31 g. C. 34 g. D. 42 g.

Bài 4: Tính hiệu suất của động cơ của một chiếc tàu dùng năng lượng nguyên tử nếu công suất của nó là $P = 3,2 \cdot 10^4 \text{ W}$ và trong một ngày đêm nó cho phân hạch hết $m = 200 \text{ g}$ đồng vị $^{235}_{92}\text{U}$. Mỗi phân hạch giải phóng một năng lượng 200MeV.

- A. 12%. B. 34%. C. 27%. D. 17%.

Ví dụ 22: Nếu phản ứng dây chuyền và điều kiện để phản ứng xảy ra?

Trả lời:

– Trong sự phân hạch, một phần neutron sinh ra bị mất mát vì nhiều nguyên nhân (thoát ra ngoài, bị các hạt nhân loại khác hấp thụ...) nhưng nếu sau mỗi phân hạch vẫn còn lại trung bình s neutron ($s > 1$) để gây ra s phân hạch mới, và sinh ra s^2 neutron, rồi s^3 , s^4 ... neutron. Kết quả là số phân hạch xảy ra liên tiếp và tăng lên rất nhanh. Đó là phản ứng hạt nhân dây chuyền; s gọi là hệ số nhân neutron.

– Với $s < 1$ thì hệ thống gọi là dưới hạn, phản ứng dây chuyền không xảy ra. Để xảy ra phản ứng dây chuyền phải có điều kiện: $s \geq 1$

+ Với $s > 1$ thì hệ thống gọi là vượt hạn: ta có phản ứng dây chuyền thác lũ, năng lượng toả ra rất lớn, không khống chế được (sử dụng để chế tạo bom nguyên tử).

+ Với $s = 1$ thì hệ thống gọi là tới hạn: Phản ứng dây chuyền tiếp diễn nhưng không tăng vọt, năng lượng toả ra không đổi và kiểm soát được. Đó là chế độ làm việc của các lò phản ứng hạt nhân trong các nhà máy điện nguyên tử.

Chú ý: Số neutron bị mất tỉ lệ diện tích mặt ngoài, số neutron sinh ra tỉ lệ với thể tích. Vì vậy phải có 1 thể tích đủ lớn (tức khối lượng m đủ lớn). Để có $s \geq 1$ ta cần có khối lượng tối thiểu $m \geq m_0$ (khối lượng tới hạn), ví dụ ^{235}U đã làm giàu thì $m_0 = 15 \text{ kg}$.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009) Trong sự phân hạch của hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$, gọi k là hệ số nhân neutron. 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.

Bài 2: Chọn câu sai. Phản ứng dây chuyền

- A. là phản ứng phân hạch liên tiếp xảy ra.
- B. luôn kiểm soát được.
- C. xảy ra khi số neutron trung bình nhận được sau mỗi phân hạch lớn hơn 1.
- D. xảy ra khi số neutron trung bình nhận được sau mỗi phân hạch bằng 1.

Bài 3: Chọn câu sai.

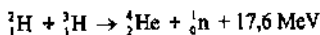
- A. Phản ứng hạt nhân dây chuyền được thực hiện trong các lò phản ứng hạt nhân.
- B. Lò phản ứng hạt nhân có các thanh nhiên liệu (urani) đã được làm giàu đất xen kẽ trong chất làm chậm neutron.
- C. Trong lò phản ứng hạt nhân có các thanh điều khiển để đảm bảo cho hệ số nhân neutron lớn hơn 1.
- D. Có các ống tải nhiệt và làm lạnh để truyền năng lượng của lò ra chạy tua bin.

Ví dụ 23: Phản ứng nhiệt hạch là gì? Các đặc điểm của nhiệt hạch. Điều kiện để phản ứng nhiệt hạch xảy ra.

Trả lời:

– Phản ứng nhiệt hạch là phản ứng kết hợp hai hạt nhân rất nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn.

Thí dụ: $^2_1\text{H} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^3_2\text{He} + ^1_0\text{n} + 3,25 \text{ MeV}$



– Là một phản ứng toả năng lượng. Tuy một phản ứng nhiệt hạch toả năng lượng ít hơn một phản ứng phân hạch nhưng tính theo khối lượng nhiên liệu thì phản ứng nhiệt hạch toả năng lượng nhiều hơn.

- Các phản ứng kết hợp rất khó xảy ra vì các hạt nhân tích điện dương nên đẩy nhau. Muốn chúng tiến lại gần nhau và kết hợp được thì chúng phải có động năng rất lớn để thắng lực đẩy Coulomb. Muốn có động năng rất lớn thì phải có nhiệt độ rất cao. Vì thế nên gọi là phản ứng nhiệt hạch.

- Hai lí do khiến con người quan tâm đến năng lượng nhiệt hạch:

+ Năng lượng nhiệt hạch là nguồn năng lượng vô tận cho con người, vì nhiên liệu của phản ứng nhiệt hạch là Đơteri, Tơriti có rất nhiều trong nước sông, nước biển.

+ Về mặt sinh thái, phản ứng nhiệt hạch "sạch" hơn phản ứng phân hạch vì ít có bức xạ hay cặn bã phóng xạ.

Bài tập vận dụng:

Bài 1: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2007)

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.

Bài 2: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2008)

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.

Bài 3: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

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.

Bài 4: Chọn câu sai.

- A. Nguồn gốc năng lượng Mặt Trời và các vì sao là do chuỗi liên tiếp các phản ứng nhiệt hạch xảy ra.
- B. Trên Trái Đất con người đã thực hiện được phản ứng nhiệt hạch- cụ thể là trong bom gọi là bom H.
- C. Nguồn nhiên liệu để thực hiện phản ứng nhiệt hạch rất dễ kiếm, vì đó là deuteri và triti có sẵn trên núi cao.
- D. phản ứng nhiệt hạch có ưu điểm rất lớn là toả ra năng lượng lớn và bảo vệ môi trường tốt vì chất thải rất sạch, không gây ô nhiễm môi trường.

Ví dụ 24: Công suất phát xạ của Mặt Trời $P = 3,9 \cdot 10^{26}$ W. Mỗi ngày đêm khối lượng Mặt Trời giảm đi một lượng bằng

- A. $3,744 \cdot 10^{14}$ kg. B. $3,34 \cdot 10^{14}$ kg.
- C. $3,74 \cdot 10^4$ kg. D. $3,744 \cdot 10^{10}$ kg.

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn đáp án A vì $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = \frac{P \cdot t}{c^2} = \frac{3,9 \cdot 10^{26} \cdot 86400}{(3 \cdot 10^8)^2} = 3,744 \cdot 10^{14}$ kg.

BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Bài 1: Biết số Avôgađrô $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Trong 59,50 g $^{238}_{92}\text{U}$ có số neutron xấp xỉ là

- A. $2,38 \cdot 10^{23}$. B. $2,20 \cdot 10^{25}$. C. $1,19 \cdot 10^{25}$. D. $9,21 \cdot 10^{24}$.

(Trích ĐTTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009)

Bài 2: Cho một phản ứng hạt nhân là phóng xạ β^- : $^A_Z\text{X} \rightarrow ^0_{-1}\text{e} + \text{Y}$. Kết luận nào sau đây là sai?

- A. Hạt nhân Y đứng sau hạt nhân X một ô trong bảng tuần hoàn.
- B. Hạt nhân Y có số khối và nguyên tử số: $^A_{Z+1}\text{Y}$.
- C. Trong phản ứng có sự biến đổi của một hạt neutron: $n \rightarrow p + ^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu}$.
- D. Trong phản ứng có sự biến đổi của một hạt prôtôn: $p \rightarrow n + ^0_{-1}\text{e} + \nu$.

Bài 3: Trong phóng xạ β^+ , so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn thì hạt nhân con có vị trí

- A. lùi một ô.
- B. lùi hai ô.
- C. tiến một ô.
- D. tiến hai ô.

Bài 4: Trong phóng xạ β^+ , có sự biến đổi nào dưới đây:

- A. $p \rightarrow n + e^+ + \bar{\nu}$
- B. $p \rightarrow n + e^+$
- C. $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$
- D. $p \rightarrow n + e^+ + \nu$

Bài 5: Các tia nào không bị lệch trong điện trường và từ trường?

- A. Tia γ và tia
- B. Tia γ và tia Rơn-ghen.
- C. Tia α và tia β .
- D. Tia α và tia γ .

Bài 6: Các tia được sắp xếp theo khả năng xuyên thấu tăng dần khi ba tia này xuyên qua không khí là

- A. γ, β, α .
- B. α, β, γ .
- C. α, γ, β .
- D. β, γ, α .

Bài 7: Khi nói về tia α , phát biểu nào dưới đây là đúng?

- A. Tia α là dòng các hạt prôtôn.
- B. Trong chân không, tia α có vận tốc bằng 3.10^8 m/s.
- C. Tia α là dòng các hạt trung hòa về điện.
- D. Tia α có khả năng ion hóa không khí.

Bài 8: Hạt nhân ${}_{92}^{238}\text{U}$ sau chuỗi phóng xạ α, β cuối cùng cho đồng vị bền của chì ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Số hạt α, β phát ra là

- A. 8 hạt α và 8 hạt β^- .
- B. 8 hạt α và 6 hạt β^- .
- C. 4 hạt α và 2 hạt β^- .
- D. 8 hạt α và 10 hạt β^+ .

Bài 9: Có một loại phân rã phóng xạ thường xuất hiện ngay sau các phản ứng hạt nhân, phân rã này không làm thay đổi cấu tạo của hạt nhân mà chỉ giải phóng năng lượng khỏi hạt nhân. Phân rã đó là

- A. phân rã anpha.
- B. phân rã beta.
- C. sự phát xạ nơtron.
- D. phân rã gamma.

Bài 10: Ban đầu có một mẫu ^{210}Po nguyên chất, sau một thời gian nó phóng xạ α và chuyển thành hạt nhân chì ^{206}Pb bán rã với chu kỳ bán rã 138 ngày. Xác định tuổi của mẫu chất trên biết rằng thời điểm khảo sát thì tỉ số giữa khối lượng của Pb và Po có trong mẫu là 0,4.

- A. 50 ngày B. 35 ngày C. 68 ngày D. 75 ngày

Bài 11: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Một chất phóng xạ có chu kỳ bán rã là 3,8 ngày. Sau thời gian 11,4 ngày thì độ phóng xạ (hoạt độ phóng xạ) của lượng chất phóng xạ còn lại bằng bao nhiêu phần trăm so với độ phóng xạ của lượng chất phóng xạ ban đầu?

- A. 25%. B. 75%. C. 12,5%. D. 87,5%.

Câu 12: Hạt nhân ^{226}Ra phóng xạ ra hạt α với chu kỳ bán rã khá lớn. Ban đầu độ phóng xạ của khối chất là 2,5Ci. Thể tích khí Heli tạo thành trong điều kiện tiêu chuẩn trong thời gian 15 ngày là

- A. $4,125 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3$. B. $3,875 \cdot 10^{-5} \text{ dm}^3$.
C. $4,538 \cdot 10^{-6} \text{ dm}^3$. D. $4,459 \cdot 10^{-6} \text{ dm}^3$.

Câu 13: Khối lượng của hạt nhân ^9Be là 10,0113 (u), khối lượng của neutron là $m_n = 1,0086\text{u}$, khối lượng của proton là $m_p = 1,0072\text{u}$. Độ hụt khối của hạt nhân ^9Be là

- A. 0,0663u. B. 0,9110u. C. 0,0691u. D. 0,0811u.

Câu 14: Biết khối lượng của proton; neutron; hạt nhân ^{16}O lần lượt là 1,0073 u; 1,0087 u; 15,9904 u và $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. Năng lượng liên kết của hạt nhân ^{16}O xấp xỉ bằng

- A. 14,25 MeV. B. 18,76 MeV. C. 128,17 MeV. D. 190,81 MeV.

(Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2009)

Câu 15: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về độ phóng xạ (hoạt độ phóng xạ)?

- A. Độ phóng xạ là đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ.
B. Đơn vị đo độ phóng xạ là becquerel.
C. Với mỗi lượng chất phóng xạ xác định thì độ phóng xạ tỉ lệ với số nguyên tử của lượng chất đó.
D. Độ phóng xạ của một lượng chất phóng xạ phụ thuộc nhiệt độ của lượng chất đó.

Câu 16: Cho phản ứng hạt nhân thu năng lượng: $A + B \rightarrow C + D$, gọi $m_0 = m_A + m_B$; $m = m_C + m_D$ là tổng khối lượng nghỉ của các hạt nhân tương tác và tổng khối lượng nghỉ của các hạt nhân sản phẩm. W_d là tổng động năng của các hạt nhân sản phẩm. Năng lượng cần phải cung cấp cho các hạt nhân A, B dưới dạng động năng là

A. $E = \frac{(m - m_0)}{c^2} + W_d$.

B. $E = (m + m_0)c^2 + W_d$.

C. $E = (m + m_0)c^2 + W_d$.

D. $E = (m - m_0)c^2 + W_d$.

Câu 17: Chất phóng xạ $^{210}_{84}\text{Po}$ phát ra tia α và biến đổi thành $^{206}_{82}\text{Pb}$. Biết khối lượng các hạt là $m_{\text{Pb}} = 205,9744 \text{ u}$, $m_{\text{Po}} = 209,9828 \text{ u}$, $m_\alpha = 4,0026 \text{ u}$. Năng lượng tỏa ra khi 10g Po phân rã hết là

A. $5,2 \cdot 10^{10} \text{ J}$.

B. $2,5 \cdot 10^{10} \text{ J}$.

C. $3,7 \cdot 10^{10} \text{ J}$.

D. $1,8 \cdot 10^{10} \text{ J}$.

Câu 18: Cho phản ứng hạt nhân: $^1_1\text{T} + ^2_1\text{D} \rightarrow ^4_2\text{He} + \text{X}$. Lấy độ hụt khối của hạt nhân T, hạt nhân D, hạt nhân He lần lượt là $0,009106 \text{ u}$; $0,002491 \text{ u}$; $0,030382 \text{ u}$ và $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. Năng lượng tỏa ra của phản ứng xấp xỉ bằng

A. $15,017 \text{ MeV}$.

B. $200,025 \text{ MeV}$.

C. $17,498 \text{ MeV}$.

D. $21,076 \text{ MeV}$.

Câu 19: Cho phản ứng hạt nhân: $\text{T} + \text{D} \rightarrow \alpha + \text{n}$. Biết năng lượng liên kết riêng của hạt nhân T là $\epsilon_T = 2,823 \text{ (MeV)}$, năng lượng liên kết riêng của α là $\epsilon_\alpha = 7,0756 \text{ (MeV)}$ và độ hụt khối của D là $0,0024 \text{ u}$. Lấy $1 \text{ u}c^2 = 931 \text{ (MeV)}$. Hỏi phản ứng tỏa bao nhiêu năng lượng?

A. $16,95 \text{ MeV}$.

B. $17,6 \text{ MeV}$.

C. $17,498 \text{ MeV}$.

D. $17,83 \text{ MeV}$.

Câu 20: Cho phản ứng nhiệt hạch: $^3_1\text{H} + ^3_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^1_0\text{n} + 17,5 \text{ MeV}$. Biết rằng $m_\alpha = 4,0015 \text{ u}$. Năng lượng tỏa ra khi 1kg heli được tạo thành là

A. $2,63 \cdot 10^{27} \text{ MeV}$.

B. $263 \cdot 10^{27} \text{ MeV}$.

C. $26,3 \cdot 10^{27} \text{ MeV}$.

D. $0,263 \cdot 10^{27} \text{ MeV}$.

Câu 21: Cho phản ứng phân hạch ${}_0^1n + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{53}^{138}\text{I} + {}_{39}^{94}\text{Y} + k {}_0^1n$. Năng lượng toả ra khi 1kg urani ${}_{92}^{235}\text{U}$ bị phân hạch hoàn toàn theo phản ứng trên theo đơn vị J là

- A. $W = 1,727 \cdot 10^{19} \text{ J}$. B. $W = 7,127 \cdot 10^{10} \text{ J}$.
C. $W = 1,727 \cdot 10^{10} \text{ J}$. D. $W = 7,217 \cdot 10^{13} \text{ J}$.

Câu 22: Chất phóng xạ ${}_{84}^{210}\text{Po}$ phát ra tia α và biến đổi thành ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Biết khối lượng các hạt là $m_{\text{Pb}} = 205,9744 \text{ u}$, $m_{\text{Po}} = 209,9828 \text{ u}$, $m_{\alpha} = 4,0026 \text{ u}$. Giả sử hạt nhân mẹ ban đầu đứng yên và sự phân rã không phát ra tia γ thì động năng của hạt α là

- A. 5,3 MeV. B. 4,7 MeV.
C. 5,8 MeV. D. 6,0 MeV.

Câu 23: Hạt nhân phóng xạ ${}_{90}^{230}\text{U}$ đang đứng yên phát ra hạt α theo phương trình phân rã ${}_{90}^{230}\text{U} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_Z^AX + 4,91\text{MeV}$. Biết năng lượng toả ra của phản ứng dưới dạng động năng của các hạt. Coi khối lượng hạt nhân lấy gần đúng bằng số khối tính theo đơn vị u. Động năng của các hạt được sinh ra sau phản ứng là

- A. $\begin{cases} K_X = 0,085\text{MeV} \\ K_{\text{He}} = 4,825\text{MeV} \end{cases}$ B. $\begin{cases} K_X = 4,825\text{MeV} \\ K_{\text{He}} = 0,085\text{MeV} \end{cases}$
C. $\begin{cases} K_X = 4,25\text{MeV} \\ K_{\text{He}} = 0,66\text{MeV} \end{cases}$ D. $\begin{cases} K_X = 0,66\text{MeV} \\ K_{\text{He}} = 4,25\text{MeV} \end{cases}$

Câu 24: Dùng proton có động năng 5,45MeV bắn phá hạt nhân ${}^9\text{Be}$ đứng yên tạo ra hai hạt nhân mới là hạt nhân ${}^6\text{Li}$ hạt nhân X. Biết động năng của hạt X là 5,06 MeV. Cho khối lượng của các hạt nhân: $m_{\text{Be}} = 9,01219\text{u}$; $m_p = 1,0073\text{u}$; $m_{\text{Li}} = 6,01513\text{u}$; $m_X = 4,0015\text{u}$; Động năng của hạt nhân Li bằng

- A. 4,9 MeV. B. 2,4 MeV.
C. 6,8 MeV. D. 3,1 MeV.

Câu 25: Một nhà máy điện nguyên tử có công suất phát điện $182 \cdot 10^7 \text{ W}$, dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân ${}^{235}\text{U}$ với hiệu suất 30%. Trung bình mỗi hạt ${}^{235}\text{U}$ phân hạch toả ra năng lượng 200MeV. Tính trong một năm (365 ngày), để hoạt động, nhà máy cần một khối lượng ${}^{235}\text{U}$ nguyên chất là

- A. 2333 kg. B. 3461 kg.
C. 4527 kg. D. 744 kg.

Chủ đề 21: TỬ VI MÔ ĐÊN VI MÔ

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

1. Các hạt sơ cấp

a) Hạt sơ cấp

Các hạt sơ cấp là các hạt có kích thước và khối lượng nhỏ, chẳng hạn như electron, proton, neutron, meson, muon, pion,....

b) Đặc trưng của hạt sơ cấp

* Khối lượng nghỉ m_0

Photon có khối lượng nghỉ bằng không. Ngoài photon, trong tự nhiên còn có các hạt khác có khối lượng nghỉ gần bằng không, như hạt neutrino ν , hạt graviton.

* Điện tích

Tính theo đơn vị đo là điện tích nguyên tố e , hạt sơ cấp có thể có điện tích $Q = +1$ hoặc $Q = -1$, hoặc $Q = 0$.

Q được gọi là số lượng tử điện tích, biểu thị tính gián đoạn của độ lớn điện tích các hạt.

* Spin

Đặc trưng cho chuyển động quay nội tại, mỗi hạt sơ cấp có momen động lượng riêng và momen từ riêng. Các momen này được đặc trưng bằng số lượng tử spin, ký hiệu là s .

* Thời gian sống trung bình

Trong số các hạt sơ cấp, chỉ có 4 hạt gồm: electron, proton, photon, neutrino là không phân rã thành các hạt khác, gọi là các hạt bền. Neutron sống được khoảng 932s, các hạt không bền khác sống rất ngắn, chỉ từ 10^{-24} s đến 10^{-6} s.

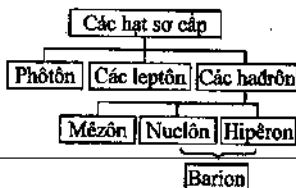
c) Phản hạt

Phần lớn các hạt sơ cấp đều tạo thành cặp, mỗi cặp gồm hai hạt có khối lượng nghỉ m_0 và spin s như nhau, chúng có điện tích Q bằng nhau về độ lớn nhưng trái dấu. Trong mỗi cặp, có một hạt và một phản hạt của hạt đó.

Các hạt sơ cấp	
Fermion (fermion)	Boson (boson)
$s = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \dots$	$s = 0, 1, 2, \dots$

d) Phân loại hạt sơ cấp

- * Photon: (lượng tử ánh sáng) có $m_0 = 0$
- * Lepton: gồm các hạt nhẹ như electron, muon (μ^+ , μ^-), các hạt tau (τ^+ , τ^-)...
- * Hadrôn: gồm 2 loại



+ Mêzôn: gồm các hạt có khối lượng trung bình trong khoảng $200 + 900 m_e$, gồm hai nhóm: mêzôn π và mêzôn K.

+ Barion: gồm các hạt nặng có khối lượng bằng hoặc lớn hơn khối lượng proton. Có hai nhóm barion là nuclôn và hipêrôn, cùng các phản hạt của chúng. Năm 1964 người ta phát hiện một hipêrôn mới có tên là hạt ômega trừ (Ω^-).

e) Tương tác của các hạt sơ cấp

Xếp theo thứ tự từ nhỏ đến lớn, gồm 4 loại:

- * Tương tác hấp dẫn. Đó là tương tác giữa các hạt vật chất có khối lượng khác không.
- * Tương tác yếu. Đó là tương tác giữa các hạt trong phân rã β .
- * Tương tác điện từ. Là tương tác giữa photon và các hạt mang điện và giữa các hạt mang điện với nhau. Tương tác này là bản chất của các lực Cu-lông, lực điện từ, lực Lo-ren,...

Tương tác điện từ mạnh hơn tương tác hấp dẫn 10^{37} lần và mạnh hơn tương tác yếu 10^{12} lần.

- * Tương tác mạnh. Đó là tương tác giữa các hadrôn. Một trường hợp riêng của tương tác mạnh là lực hạt nhân.

Tương tác mạnh lớn hơn tương tác điện từ khoảng 10^2 lần.

f) Hạt quac (quark)

- Tất cả các hadrôn đều cấu tạo từ các hạt nhỏ hơn, gọi là quac (quark).
- Có 6 hạt quac kí hiệu là u, d, s, c, b và t. Cùng với các quac, có 6 phản quac với điện tích có dấu ngược lại. Điều kì lạ là điện tích các hạt quac bằng $\pm \frac{e}{3}, \pm \frac{2e}{3}$.
- Các barion là tổ hợp của ba quac.

2. Mặt Trời – Hệ Mặt Trời

a) Hệ Mặt Trời

* Hệ Mặt Trời bao gồm:

– Mặt Trời ở trung tâm của Hệ.

– 8 hành tinh lớn quay xung quanh theo thứ tự gồm:

+ Thủy Tinh (Sao Thủy)

+ Kim Tinh (Sao Kim)

+ Trái Đất

+ Hỏa Tinh (Sao Hỏa)

+ Mộc Tinh (Sao Mộc)

+ Thổ Tinh (Sao Thổ)

+ Thiên Vương tinh (Thiên tinh)

+ Hải Vương tinh (Hải tinh).

– Các hành tinh tí hon gọi là tiểu hành tinh, các sao chổi.

* Tất cả các hành tinh đều chuyển động quanh Mặt Trời theo cùng một chiều, và gần như trong cùng một mặt phẳng. Mặt Trời và các hành tinh đều tự quay quanh mình nó và đều quay theo chiều thuận (trừ Kim Tinh).

Để đo khoảng cách từ các hành tinh đến Mặt Trời, người ta dùng đơn vị thiên văn, 1 đvtv bằng khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trời, xấp xỉ 150 triệu kilômét. Thời gian ánh sáng từ Mặt Trời đến Trái Đất mất khoảng 8 phút 20 giây.

Thiên thể	Thủy tinh	Kim tinh	Trái Đất	Hỏa tinh
Khoảng cách đến Mặt Trời (đvtv)	0,39	0,72	1	1,52
Bán kính (km)	2440	6056	6375	3395
Khối lượng (so với Trái Đất)	0,052	0,82	1	0,11
Khối lượng riêng (10^3kg/m^3)	5,4	5,3	5,5	3,9
Chu kì tự quay	59 ngày	243 ngày	23g56ph	24g37ph
Chu kì chuyển động quanh Mặt Trời	87,0 ngày	224,7 ngày	365,25 ngày	1,88 năm
Số vệ tinh đã biết	0	0	1	2

Thiên thể	Mộc tinh	Thổ tinh	Thiên Vương tinh	Hải Vương tinh
Khoảng cách đến Mặt Trời (đvtv)	5,2	9,54	19,19	30,07
Bán kính (km)	71,490	60,270	25,760	25,270
Khối lượng (so với Trái Đất)	318	95	15	17
Khối lượng riêng (10^3 kg/m^3)	1,3	0,7	1,2	1,7
Chu kì tự quay	9g50ph	14g14ph	17g14ph	16g11ph
Chu kì chuyển động quanh Mặt Trời	11,86 năm	29,46 năm	84,00 năm	164,80 năm
Số vệ tinh đã biết	> 30	19	15	> 8

b) Mặt Trời

Khối lượng của Mặt Trời lớn hơn khối lượng của Trái Đất 333000 lần, tức là bằng $1,99.10^{30} \text{ kg}$. Mặt Trời có bán kính khoảng 7.10^5 km ($> 109 R_{\text{Trái Đất}}$)

* Cấu trúc của Mặt Trời

- Quang cầu: Nhìn từ Trái Đất ta thấy Mặt Trời có dạng một đĩa sáng tròn. Khối cầu nóng sáng này được gọi là quang cầu.

Khối lượng riêng trung bình của quang cầu là 1400 kg/m^3 . Nhiệt độ hiệu dụng của quang cầu vào khoảng 6000 K. Mặt Trời là một ngôi sao màu vàng.

- Khí quyển: Bao quanh quang cầu có khí quyển Mặt Trời, được cấu tạo chủ yếu bởi hiđrô, heli... Khí quyển được phân ra hai lớp:

+ Sắc cầu là lớp khí nằm sát mặt quang cầu có độ dày trên 10000 km và có nhiệt độ khoảng 4500 K.

+ Nhật hoa ở trạng thái ion hóa mạnh, nhiệt độ khoảng 1 triệu độ, nhật hoa có hình dạng thay đổi theo thời gian.

* Năng lượng của Mặt Trời

Mặt Trời liên tục bức xạ năng lượng ra xung quanh với công suất bức xạ khoảng $3,9.10^{26} \text{ W}$.

Mặt Trời duy trì được năng lượng bức xạ của mình là do trong lòng Mặt Trời đang diễn ra các phản ứng nhiệt hạch với 75% H và 23% He.

*** Sự hoạt động của Mặt Trời**

Quang cầu sáng không đều, có cấu tạo dạng hạt, gồm những hạt sáng biến đổi trên nền tối. Tùy theo từng thời kì còn xuất hiện nhiều dấu vết khác như: vết đen, bùng sáng, tai lửa.

Năm Mặt Trời có nhiều vết đen nhất xuất hiện được gọi là Năm Mặt Trời hoạt động. Năm Mặt Trời có ít vết đen xuất hiện nhất gọi là Năm Mặt Trời tĩnh.

Sự hoạt động của Mặt Trời có rất nhiều ảnh hưởng đến Trái Đất.

- Làm nhiễu loạn thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến ngắn.
- Làm cho từ trường Trái Đất biến thiên, gây ra bão từ.
- Ảnh hưởng đến trạng thái thời tiết trên Trái Đất, quá trình phát triển của các sinh vật, tình trạng sức khỏe của con người sống trên Trái Đất.

c) Trái Đất

* Cấu tạo: Trái Đất có dạng phỏng cầu, bán kính ở xích đạo bằng 6378km, bán kính ở hai cực bằng 6357km. Khối lượng riêng trung bình là 5520 kg/m^3 . Trái Đất có một lõi bán kính vào khoảng 3000km, có cấu tạo bởi chủ yếu là sắt, niken. Bao quanh lõi là lớp trung gian, và phía ngoài là lớp vỏ dày khoảng 35km được cấu tạo chủ yếu bởi đá granit. Vật chất ở trong vỏ có khối lượng riêng 3300 kg/m^3 .

*** Từ trường của Trái Đất. Vành đai phóng xạ**

- Từ trường Trái Đất có tính chất như từ trường của một nam châm, trục từ của nam châm này nghiêng góc $11^\circ 5'$ so với trục địa cực Bắc - Nam và có thay đổi theo thời gian.
- Từ trường Trái Đất tác dụng lên các dòng hạt tích điện phóng ra từ Mặt Trời và từ vũ trụ làm cho các hạt này "tập trung" vào các khu vực ở trên cao so với mặt đất, tạo thành hai vành đai bao quanh Trái Đất, gọi là "vành đai phóng xạ".

*** Mặt Trăng - vệ tinh của Trái Đất:**

- Mặt Trăng cách Trái Đất 384000km có bán kính 1738km, có khối lượng $7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$. Gia tốc trọng trường trên Mặt Trăng là $1,63 \text{ m/s}^2$.

- Mặt Trăng chuyển động quanh Trái Đất với chu kì 27,32 ngày. Trong khi chuyển động quanh Trái Đất, Mặt Trăng còn quay quanh trục của nó với chu kì đúng bằng chu kì chuyển động quanh Trái Đất. Hơn nữa, do chiều tự quay cùng chiều với chiều quay quanh Trái Đất, nên Mặt Trăng luôn hướng một nửa nhất định của nó về phía Trái Đất.

- Trên Mặt Trăng không có khí quyển. Bề mặt Mặt Trăng được phủ một lớp vật chất xốp. Trên bề mặt Mặt Trăng có các dãy núi cao, có các vùng bằng phẳng được gọi là biển, đặc biệt là có rất nhiều lỗ tròn ở trên các đỉnh núi.

Nhiệt độ trong một ngày đêm trên Mặt Trăng chênh lệch nhau rất lớn; ở vùng xích đạo của Mặt Trăng, nhiệt độ lúc giữa trưa là trên 100°C nhưng lúc nửa đêm lại là -150°C .

- Mặt Trăng ảnh hưởng hiện tượng thủy triều trên Trái Đất.

d) Sao chổi

Sao chổi là loại "hành tinh" chuyển động quanh Mặt Trời theo những quỹ đạo elip rất dẹt. Sao chổi có kích thước và khối lượng nhỏ, được cấu tạo bởi các chất dễ bốc hơi như tinh thể băng, amoniac, metan... thuộc loại thiên thể không bền vững.

4. Các sao

a) Định nghĩa

Sao là một khối khí nóng sáng, giống như Mặt Trời. Vì các sao ở xa nên ta thấy chúng như những điểm sáng.

b) Độ sáng của các sao

- Độ sáng của một ngôi sao là độ rọi sáng lên con người của mắt ta.

- Độ sáng của các sao rất khác nhau.

c) Các loại sao đặc biệt

- Sao biến quang, là sao có độ sáng thay đổi, có hai loại:

+ Sao biến quang do che khuất.

+ Sao biến quang do nén dãn

- Sao mới, là sao có độ sáng tăng đột ngột lên hàng ngàn, hàng vạn lần, sau đó từ từ giảm.

- Punxa, sao neutron.

- Sao neutron được cấu tạo bởi các hạt neutron với mật độ cực kì lớn 10^{14}g/cm^3 .

- Punxa (pulsar) là lõi sao neutron (với bán kính 10km) tự quay với vận tốc có thể tới 640 vòng/s và phát ra sóng điện từ mạnh.

B. VÍ DỤ MINH HOẠ

Ví dụ 1: Nói điện tích của hạt sơ cấp $Q = +1$ có nghĩa là điện tích của nó bằng

- A. $+1C$. B. $+e$. C. $+1\text{ mC}$. D. $+1\mu C$.

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn B vì Q là số lượng tử điện tích tính theo đơn vị đo là điện tích nguyên tố e .

Ví dụ 2: Các loại hạt sơ cấp là

- A. photon, lepton, meson và hadron. B. photon, lepton, meson và baryon.
C. photon, lepton, hadron và baryon. D. photon, lepton, nucleon và hipêron.

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn B.

Ví dụ 3: Hạt nào sau đây không phải là hạt sơ cấp?

- A. electron (e^-). B. proton (p). C. positron (e^+). D. alpha (α).

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn D.

Ví dụ 4: Electron là hạt sơ cấp thuộc loại

- A. hipêron B. nucleon. C. meson. D. lepton.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn D.

Ví dụ 5: Lực tương tác giữa các nucleon trong hạt nhân với nhau thuộc loại

- A. lực tương tác yếu B. lực điện từ
C. lực tương tác mạnh D. lực hấp dẫn

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn C.

Ví dụ 6: Với các hành tinh sau của hệ Mặt Trời: Hỏa tinh, Kim tinh, Mộc tinh, Thổ tinh, Thủy tinh; tính từ Mặt Trời, thứ tự từ trong ra là:

- A. Hỏa tinh, Mộc tinh, Kim tinh, Thủy tinh, Thổ tinh.
- B. Kim tinh, Mộc tinh, Thủy tinh, Hỏa tinh, Thổ tinh.
- C. Thủy tinh, Kim tinh, Hỏa tinh, Mộc tinh, Thổ tinh.
- D. Thủy tinh, Hỏa tinh, Thổ tinh, Kim tinh, Mộc tinh.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn C.

Ví dụ 7: Trái Đất chuyển động quanh Mặt Trời theo quỹ đạo gần tròn có bán kính vào khoảng

- A. 15.10^5 km .
- B. 15.10^6 km .
- C. 15.10^7 km .
- D. 15.10^8 km .

Phân tích, hướng dẫn:

Trái Đất là hành tinh thứ 3 cách Mặt Trời 150 triệu kilômét (1 đơn vị thiên văn)

⇒ Chọn C.

Ví dụ 8: Thời gian ánh sáng từ Mặt Trời đến Mộc tinh mất khoảng

- A. 8 phút 20 giây.
- B. 43 phút 20 giây.
- C. 12 phút 40 giây.
- D. 6 phút.

Phân tích, hướng dẫn:

– Trái Đất cách Mặt Trời 1 đơn vị thiên văn. Thời gian ánh sáng từ Mặt Trời đến Trái Đất mất khoảng 8 phút 20 giây (tức 500s).

– Mộc tinh cách Mặt Trời 5,2 đơn vị thiên văn do đó thời gian ánh sáng từ Mặt Trời đến Mộc tinh phải nhiều hơn thời gian ánh sáng từ Mặt Trời đến Trái Đất 5,2 lần. Vì vậy, thời gian cần xác định là:

$$5,2 \times 500 = 2600 \text{ s hay } 43 \text{ phút } 20 \text{ giây}$$

⇒ Chọn B.

» **Chú ý:** Để ước lượng được khoảng cách từ Mặt Trời đến các hành tinh, ta có thể dùng kinh nghiệm sau:

– Lấy dãy số có quy luật:

0	3	6	12	24	48	96	...

– Cộng thêm mỗi số với 4

4	7	10	16	28	52	100	...

– Rồi chia chúng cho 10, ta sẽ được gần đúng khoảng cách từ Mặt Trời đến các hành tinh tính theo đơn vị thiên văn

0,4	0,7	1	1,6	2,8	5,2	10	...

Và đây là giá trị đúng của chúng:

Thủy Tinh	Kim Tinh	Trái Đất (500s)	Hỏa Tinh	Các tiểu hành tinh	Mộc Tinh	Thổ Tinh	...
0,39	0,72	1	1,52	2,8	5,2	9,54	...

Lưu ý với số 24, tức ở khoảng cách 2,8 đvtv chỉ có nhiều các hành tinh tí hon chuyển động. Mộc tinh phải nằm tương ứng với số 48 tức $(48 + 4):10 = 5,2$ đvtv.

Ví dụ 9: Chu kì hoạt động của Mặt Trời trung bình là

A. 10 năm.

B. 11 năm.

C. 12 năm.

D. 13 năm.

Phân tích, hướng dẫn:

Năm Mặt Trời có vết đen xuất hiện nhiều nhất được gọi là Năm Mặt Trời hoạt động, chu kì hoạt động này có trị số trung bình là 11 năm

⇒ Chọn B.

Ví dụ 10: Thiên hà của chúng ta là loại

A. xoắn ốc.

B. elip.

C. đĩa dẹt.

D. không xác định.

Phân tích, hướng dẫn:

Chọn A.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Chú ý: Các bài 4, 5, 6 và 7 là dành cho HS theo chương trình nâng cao

Bài 1: Để phân loại các hạt sơ cấp, người ta căn cứ vào

- A. độ lớn của điện tích của các hạt sơ cấp.
- B. khối lượng nghỉ của các hạt sơ cấp.
- C. momen động lượng riêng của các hạt sơ cấp.
- D. thời gian sống trung bình của các hạt sơ cấp.

Bài 2: Các hadrôn là tập hợp

- A. các mêzôn và các barion.
- B. các mêzôn và các leptôn.
- C. các photon và các barion.
- D. các photon và các leptôn.

Bài 3: Các hạt sơ cấp bền là

- A. prôtôn; êlectron; photon; notron.
- B. prôtôn; êlectron; photon; notrinô.
- C. prôtôn; êlectron; notron; notrinô.
- D. prôtôn; notron; photon; notrinô.

Bài 4: Kết luận nào sau đây là sai khi nói về spin của hạt sơ cấp?

- A. Mỗi hạt sơ cấp đều có momen spin đặc trưng cho chuyển động nội tại của nó.
- B. Spin được đặc trưng bằng số lượng tử spin, kí hiệu là s .
- C. Spin là momen động lượng riêng của hạt sơ cấp.
- D. Tất cả các hạt sơ cấp đều có spin bằng 1 hoặc bằng 0.

Bài 5: Hạt nào sau đây có spin $s = 1$?

- A. photon.
- B. êlectron.
- C. prôtôn.
- D. barion.

Bài 6: Điện tích của các hạt quark bằng

- A. $\pm e$.
- B. $\pm 2e$.
- C. $\pm \frac{e}{2}$.
- D. $\pm \frac{e}{3}$ và $\pm \frac{2e}{3}$.

Bài 7: Hạt nào sau đây là tổ hợp của 3 quac?

- A. photon.
- B. leptôn.
- C. mêzôn.
- D. barion.

Bài 8: Lực hạt nhân xuất hiện trong

- A. tương tác yếu.
- B. tương tác hấp dẫn.
- C. tương tác mạnh.
- D. tương tác điện từ.

Bài 9: Trong số các hành tinh sau đây của hệ Mặt Trời: Hải Vương tinh, Thiên Vương tinh, Thổ tinh, Thủy tinh; hành tinh gần Mặt Trời nhất là

- A. Hải Vương tinh.
- B. Thổ tinh.
- C. Thiên Vương tinh.
- D. Thủy tinh.

Bài 10: Trong số các hành tinh sau đây của hệ Mặt Trời: Thủy tinh, Trái Đất, Thổ tinh, Mộc tinh, hành tinh xa Mặt Trời nhất là

- A. Trái Đất.
- B. Thủy tinh.
- C. Thổ tinh.
- D. Mộc tinh.

Bài 11: Thiên thể không phải là hành tinh trong hệ Mặt Trời là

- A. Kim tinh.
- B. Trái Đất.
- C. Mộc tinh.
- D. Mặt Trăng.

Bài 12: Người ta dựa vào đặc điểm nào dưới đây để phân các hành tinh trong hệ Mặt Trời làm hai nhóm?

- A. Khoảng cách đến Mặt Trời.
- B. Nhiệt độ bề mặt hành tinh.
- C. Số vệ tinh nhiều hay ít.
- D. Khối lượng.

Bài 13: Trong hệ Mặt Trời, hành tinh có khối lượng lớn nhất là

- A. Hỏa tinh.
- B. Mộc tinh.
- C. Thổ tinh.
- D. Thiên vương tinh.

Bài 14: Trong hệ Mặt Trời, hành tinh không có vệ tinh là

- A. Kim tinh.
- B. Trái Đất.
- C. Hỏa tinh.
- D. Mộc tinh.

Bài 15: Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về cấu trúc của Mặt Trời?

Mặt Trời cấu tạo gồm hai phần là

- A. Sắc cầu và nhật hoa.
- B. Quang cầu và khí quyển Mặt Trời.
- C. Sắc cầu và khí quyển Mặt Trời.
- D. Quang cầu và nhật hoa.

Bài 16: Khối lượng Mặt Trời có giá trị khoảng

- A. $2 \cdot 10^{28}$ kg.
- B. $2 \cdot 10^{29}$ kg.
- C. $2 \cdot 10^{30}$ kg.
- D. $2 \cdot 10^{31}$ kg.

Bài 17: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về cấu tạo của Trái Đất?

- A. Trái Đất có dạng hình cầu hơi dẹt ở hai cực.
- B. Bán kính của Trái Đất ở xích đạo lớn hơn bán kính của Trái Đất ở hai cực.
- C. Bán kính của Trái Đất bằng nhau ở mọi vị trí.
- D. Trái Đất có một cái lõi được cấu tạo chủ yếu là sắt và niken.

Bài 18: Khối lượng Trái Đất có giá trị khoảng

- A. 6.10^{23} kg.
- B. 6.10^{24} kg.
- C. 6.10^{25} kg.
- D. 6.10^{26} kg.

Bài 19: Mặt Trăng không giữ được khí quyển vì

- A. Mặt Trăng chuyển động quanh Trái Đất.
- B. lực hấp dẫn của Mặt Trăng nhỏ.
- C. Mặt Trăng tự quay quanh mình nó.
- D. bề mặt Mặt Trăng được phủ một lớp vật chất xốp.

Bài 20: Có khoảng gần 50% diện tích bề mặt Mặt Trăng không thể được quan sát từ Trái Đất, nguyên nhân của hiện tượng này là chu kì tự quay của Mặt Trăng quanh trục

- A. của nó trùng với chu kì tự quay của Trái Đất.
- B. của nó trùng với chu kì quay của nó quanh Trái Đất.
- C. bằng đúng một tháng âm lịch.
- D. bằng đúng một tháng dương lịch.

Bài 21: Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về sao chổi?

- A. Sao chổi là loại hành tinh giống như Trái Đất.
- B. Sao chổi có kích thước lớn hơn kích thước Trái Đất nhưng nhỏ hơn kích thước của Mặt Trời.
- C. Chu kì chuyển động của sao chổi quanh Mặt Trời bằng chu kì chuyển động của Trái Đất.
- D. Sao chổi có kích thước nhỏ và được cấu tạo bởi các chất dễ bốc hơi.

Bài 22: Khi đến gần Mặt Trời đuôi sao chổi

- A. ngắn lại và hướng ra xa Mặt Trời.
- B. dài ra và hướng ra xa Mặt Trời.
- C. ngắn lại và hướng về phía Mặt Trời.
- D. dài ra và hướng về phía Mặt Trời.

Bài 23: Năng lượng phát ra từ các ngôi sao là do

- A. các phản ứng hóa học giữa các phân tử phát ra.
- B. phản ứng phân hạch.
- C. phản ứng nhiệt hạch.
- D. sự va chạm giữa các nguyên tử.

Bài 24: Trong các sao sau đây, sao nào bức xạ năng lượng dưới dạng những xung sóng điện từ?

- A. Sao siêu mới.
- B. Sao biến quang.
- C. Sao neutron.
- D. Sao mới.

Bài 25: Thiên hà được cấu tạo bởi hệ thống

- A. nhiều loại sao.
- B. nhiều loại hành tinh.
- C. nhiều tinh vân.
- D. gồm nhiều loại sao và tinh vân.

Bài 26: Thiên Hà của chúng ta

- A. có dạng xoắn ốc.
- B. có đường kính khoảng 100 nghìn năm ánh sáng.
- C. có hệ Mặt Trời là trung tâm.
- D. có khối lượng bằng khoảng 150 tỉ lần khối lượng Mặt Trời.

Bài 27: Loại thiên thể nào sau đây, nằm ngoài thiên hà, phát xạ rất mạnh các sóng vô tuyến và tia X?

- A. Punxa.
- B. Sao siêu mới.
- C. Quaza.
- D. Lỗ đen.

Bài 28: Khi nhiên liệu trong Mặt Trời cạn kiệt thì

- A. Mặt Trời chuyển thành sao lùn.
- B. Mặt Trời biến mất.
- C. Mặt Trời chuyển thành sao punxa.
- D. Mặt Trời chuyển thành lỗ đen.

Bài 29: Mặt Trời thuộc loại.

- A. Sao chất trắng.
- B. Sao kênh đỏ.
- C. Sao neutron.
- D. Sao trung bình giữa chất trắng và kênh đỏ.

Chủ đề 22: PHẦN DÀNH CHO HỌC SINH THEO CHƯƠNG TRÌNH NÂNG CAO

Phần 1: CƠ HỌC VẬT RẮN

A. CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

1. Đặc điểm của vật rắn quay quanh một trục cố định

- Mọi điểm của vật đều có cùng một góc quay trong cùng một khoảng thời gian.
- Vị trí của một vật rắn quay quanh một trục cố định được xác định bằng tọa độ góc φ của vật.

2. Vận tốc góc

- Vận tốc góc tức thời (gọi tắt là vận tốc góc) của vật rắn quay quanh một trục bằng đạo hàm bậc nhất theo thời gian của tọa độ góc của vật rắn: $\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \varphi'(t)$.
- Vận tốc góc là một đại lượng đại số: ω có giá trị dương khi vật rắn quay theo chiều dương quy ước và ngược lại.

3. Gia tốc góc

- Gia tốc góc tức thời (gọi tắt là gia tốc góc) của vật rắn quay quanh một trục bằng đạo hàm bậc nhất theo thời gian của vận tốc góc của vật rắn $\gamma = \frac{d\omega}{dt}$.

4. Các công thức của chuyển động quay biến đổi đều

$$+ \gamma = \text{const.}$$

$$+ \omega = \omega_0 + \gamma t$$

$$+ \varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \gamma t^2$$

$$+ \omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma(\varphi - \varphi_0)$$

5. Vận tốc và gia tốc của một điểm của vật rắn chuyển động quay

- Gia tốc của một điểm chuyển động tròn đều bao gồm gia tốc hướng tâm $\overline{a_n}$ và gia tốc tiếp tuyến $\overline{a_{\tau}}$.
- Gia tốc hướng tâm đặc trưng cho biến đổi vận tốc về phương.
- Gia tốc tiếp tuyến đặc trưng cho biến đổi vận tốc về độ lớn.

$$\overline{a} = \overline{a_{\tau}} + \overline{a_n} \text{ với: } a_{\tau} = R \cdot \frac{d\omega}{dt} = R \cdot \gamma \text{ và } a_n = R \cdot \omega^2 = \frac{v^2}{R}$$

6. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Trong chuyển động quay có vận tốc góc ω và gia tốc góc γ .

Chuyển động quay nào sau đây là nhanh dần?

A. $\omega = 3 \text{ rad/s}$ và $\gamma = 0$.

B. $\omega = 3 \text{ rad/s}$ và $\gamma = -0,5 \text{ rad/s}^2$.

C. $\omega = -3 \text{ rad/s}$ và $\gamma = -0,5 \text{ rad/s}^2$.

D. $\omega = -3 \text{ rad/s}$ và $\gamma = 0,5 \text{ rad/s}^2$.

Phân tích, hướng dẫn

Chọn C vì vận tốc góc ω và gia tốc góc γ cùng dấu trong chuyển động quay nhanh dần.

Ví dụ 2: Một bánh xe quay nhanh dần đều từ trạng thái đứng yên, sau 2 s bánh xe đạt vận tốc góc 10 rad/s . Góc mà bánh xe quay được trong thời gian đó là

A. 10 rad .

B. 5 rad .

C. 4 rad .

D. 15 rad .

Phân tích, hướng dẫn

$$\text{Có } \gamma = \frac{\omega - \omega_0}{t - t_0} = \frac{10 - 0}{2} = 5 \text{ rad/s}^2.$$

$$\text{Từ } \omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma(\varphi - \varphi_0)$$

$$\Rightarrow (\varphi - \varphi_0) = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\gamma} = \frac{10^2 - 0^2}{2 \cdot 5} = 10 \text{ rad} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 3: Để đo gia tốc góc của một chiếc máy mài trong giai đoạn tăng tốc, một người đếm số vòng của nó quay được trong một giây. Giả sử máy quay nhanh dần đều và giây đầu tiên người đó thấy máy quay được một vòng. Hỏi trong giây thứ hai máy quay được bao nhiêu vòng?

A. 1 vòng

B. 2 vòng

C. 3 vòng

D. 4 vòng

Phân tích, hướng dẫn

$$\text{Do } \omega_0 = 0 \text{ nên góc quay } \varphi - \varphi_0 = \frac{1}{2} \gamma t^2$$

$$\text{Số vòng quay } n = \frac{\varphi - \varphi_0}{2\pi} = \frac{1}{4\pi} \gamma t^2 \Rightarrow \text{số vòng quay tỉ lệ với } t^2.$$

Theo đề ra, trong 1 s quay được 1 vòng nên trong 2 s quay được 4 vòng.

$\Rightarrow$ Số vòng quay trong giây thứ 2 là: $4 - 1 = 3$ vòng $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 4: Một bánh xe có đường kính 50 cm quay nhanh dần đều, trong 4 s vận tốc góc tăng từ 120 vòng/phút lên 360 vòng/phút. Gia tốc hướng tâm của điểm M ở vành bánh xe sau khi tăng tốc được 2 s là

- A. 157,9 m/s². B. 162,7 m/s². C. 183,6 m/s². D. 196,5 m/s².

Phân tích, hướng dẫn

$$\text{Có } \omega_0 = 4\pi \text{ rad/s và } \omega = 12\pi \text{ rad/s} \Rightarrow \gamma = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{12\pi - 4\pi}{4} = 2\pi \text{ rad/s}^2.$$

Sau 2 s, vận tốc góc bằng $\omega = \omega_0 + \gamma t = 4\pi + 2\pi \cdot 2 = 8\pi \text{ rad/s}$

$$\text{Gia tốc hướng tâm } a_{ht} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = \omega^2 \frac{d}{2} = (8\pi)^2 \frac{0,5}{2} = 157,9 \text{ m/s}^2 \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 5: Một bánh xe có đường kính 50 cm quay nhanh dần đều, trong 4 s vận tốc góc tăng từ 120 vòng/phút lên 360 vòng/phút. Gia tốc tiếp tuyến của điểm M ở vành bánh xe là

- A. 1,00π m/s². B. 0,25π m/s². C. 0,50π m/s². D. 0,75π m/s².

Phân tích, hướng dẫn

$$\text{Gia tốc góc } \gamma = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{12\pi - 4\pi}{4} = 2\pi \text{ rad/s}^2$$

Gia tốc tiếp tuyến $a_n = R\gamma = 0,25 \cdot 2\pi = 0,5\pi \text{ m/s}^2 \Rightarrow \text{Chọn C.}$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Từ trạng thái nghỉ, một đĩa bắt đầu quay quanh trục cố định của nó với gia tốc không đổi. Sau 10 s, đĩa quay được một góc 50 rad. Góc mà đĩa quay được trong 10 s tiếp theo là

- A. 50 rad. B. 150 rad. C. 100 rad. D. 200 rad.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Bài 2: Một vật rắn quay nhanh dần đều quanh một trục cố định, trong 3,14 s tốc độ góc của nó tăng từ 120 vòng/phút đến 300 vòng/phút. Lấy $\pi = 3,14$. Gia tốc góc của vật rắn có độ lớn là

- A. 3 rad/s². B. 12 rad/s². C. 8 rad/s². D. 6 rad/s².

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

B. PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LỰC HỌC CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

1. Momen lực đối với trục quay

- Đối với vật rắn quay quanh trục cố định: lực chỉ có tác dụng làm vật quay khi giá của lực không đi qua trục quay hoặc không song song với trục quay.
- Momen lực là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay vật của lực. Momen của lực $\vec{F}$ đối với trục quay Δ có độ lớn bằng: $M = F.d$

Với

F : độ lớn lực tác dụng lên vật.

d : cánh tay đòn của lực $\vec{F}$, là khoảng cách giữa đường tác dụng của lực $\vec{F}$ và trục quay Δ .

Momen lực là một đại lượng đại số, momen lực có giá trị dương khi lực có xu hướng làm vật quay theo chiều (+) và ngược lại.

2. Momen quán tính của chất điểm đối với một trục

- Momen quán tính của chất điểm đối với một trục đặc trưng cho mức quán tính (sức ỳ) của chất điểm đó đối với chuyển động quay quanh trục đó $I = m.r^2$
- Đơn vị: m [kg]; r [m]; I [kg.m^2]

3. Momen quán tính của vật rắn đối với một trục

Momen quán tính của vật rắn là đại lượng vô hướng, có tính cộng được, phụ thuộc vào hình dạng, kích thước, phân bố khối lượng của vật và tùy thuộc trục quay.

$$I = \sum m_i r_i^2$$

4. Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định

$$M = I . \gamma$$

Với:

+ M : momen lực [N.m]

+ $I = m.r^2$: momen quán tính của vật đối với trục quay [kg.m^2].

+ γ : gia tốc góc [rad/s^2]

5. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Cánh tay đòn của lực F đối với tâm quay O là khoảng cách từ

- A. O đến điểm đặt của lực F . B. O đến giá của lực F .
C. O đến ngọn của vector lực F . D. điểm đặt của lực F đến trục quay.

Phân tích, hướng dẫn

Chọn B vì cánh tay đòn của lực F đối với tâm quay O là khoảng cách từ O đến giá của lực F .

Ví dụ 2: Hệ cơ học gồm một thanh AB có chiều dài l , khối lượng không đáng kể, đầu A của thanh được gắn chặt điểm có khối lượng m và đầu B của thanh được gắn chặt điểm có khối lượng $3m$. Momen quán tính của hệ đối với trục vuông góc với AB và đi qua trung điểm của thanh là

- A. $4 ml^2$. B. $3 ml^2$. C. $2 ml^2$. D. $1 ml^2$.

Phân tích, hướng dẫn

Chọn D vì $I = I_1 + I_2 = (m_1 R_1^2 + m_2 R_2^2) = (m + 3m) \left(\frac{l}{2} \right)^2 = 1 ml^2$

Ví dụ 3: Một thanh mảnh có khối lượng $m = 3 \text{ kg}$, chiều dài $l \text{ m}$. Đối với trục quay đi qua khối tâm và vuông góc với thanh, momen quán tính của thanh bằng

- A. 3 kgm^2 . B. $1,5 \text{ kgm}^2$. C. $0,5 \text{ kgm}^2$. D. $0,25 \text{ kgm}^2$.

Phân tích, hướng dẫn

Chọn D vì $I = \frac{1}{12} m l^2 = \frac{1}{12} 3 \cdot 1^2 = 0,25 \text{ kgm}^2$.

Ví dụ 4: Một ròng rọc có bán kính 10 cm và momen quán tính đối với trục quay là $I = 10^{-2} \text{ kgm}^2$. Ban đầu ròng rọc đang đứng yên, tác dụng vào ròng rọc một lực không đổi $F = 2 \text{ N}$ tiếp tuyến với vành ngoài của nó. Gia tốc góc của ròng rọc bằng

- A. 20 rad/s^2 . B. 14 rad/s^2 . C. 28 rad/s^2 . D. 10 rad/s^2 .

Phân tích, hướng dẫn

Momen lực $M = FR = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ N.m}$

Từ phương trình cơ bản của chuyển động quay $M = I \gamma$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{M}{I} = \frac{0,2}{10^{-2}} = 20 \text{ rad/s}^2 \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 5: Một đĩa mỏng, phẳng, đồng chất, bán kính 2 m có thể quay được xung quanh một trục đi qua tâm và vuông góc với mặt phẳng đĩa. Tác dụng vào đĩa một momen lực 960 Nm không đổi, đĩa chuyển động quay quanh trục với gia tốc góc 3 rad/s^2 . Khối lượng của đĩa là

- A. $m = 960 \text{ kg}$. B. $m = 240 \text{ kg}$. C. $m = 160 \text{ kg}$. D. $m = 80 \text{ kg}$.

Phân tích, hướng dẫn

$$\text{Có } I = \frac{M}{\gamma} = \frac{960}{3} = 320 \text{ kg.m}^2. \text{ Mặt khác } I = \frac{1}{2}mR^2 \Rightarrow m = \frac{2I}{R^2} = \frac{2.320}{2^2} = 160 \text{ kg}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Bài tập vận dụng: Một vật rắn đang quay đều quanh trục cố định Δ với tốc độ góc 30 rad/s thì chịu tác dụng của một momen hãm có độ lớn không đổi nên quay chậm dần đều và dừng lại sau 2 phút. Biết momen của vật rắn này đối với trục Δ là 10 kg.m^2 . Momen hãm có độ lớn bằng

- A. $2,0 \text{ N.m}$. B. $2,5 \text{ N.m}$. C. $3,0 \text{ N.m}$. D. $3,5 \text{ N.m}$.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

C. MOMEN ĐỘNG LƯỢNG CỦA VẬT RẮN

1. Momen động lượng của vật rắn

– Momen động lượng của vật rắn đối với một trục quay bằng tích số của momen quán tính của vật đối với trục đó và vận tốc góc của vật quay quanh trục đó.

$L = I \cdot \omega$, trong đó:

+ I : momen quán tính (kg.m^2)

+ ω : vận tốc góc (rad/s)

+ L : momen động lượng ($\text{kg.m}^2/\text{s}$)

– Momen động lượng luôn cùng dấu với vận tốc góc.

2. Định lý biến thiên momen động lượng

Độ biến thiên momen động lượng của một vật rắn trong một khoảng thời gian bằng tổng các xung của momen lực tác dụng lên vật trong khoảng thời gian đó.

$$\Delta L = M \cdot \Delta t.$$

Với

+ ΔL : độ biến thiên momen động lượng ($\text{kg.m}^2/\text{s}$)

+ $M \cdot \Delta t$: xung của momen lực.

3. Định luật bảo toàn momen động lượng

Khi tổng đại số các momen ngoại lực vật lên một vật rắn đối với một trục bằng không (hay các momen ngoại lực triệt tiêu nhau), thì momen động lượng của vật rắn đối với trục đó là không đổi. $I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$

Trường hợp đặc biệt: Khi momen quán tính đối với trục quay không đổi thì vật rắn không quay hoặc quay đều quanh trục đó.

4. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một thanh nhẹ dài 1 m quay đều trong mặt phẳng ngang xung quanh trục thẳng đứng đi qua trung điểm của thanh. Hai đầu thanh có hai chất điểm có khối lượng 2 kg và 3 kg. Vận tốc của mỗi chất điểm là 5 m/s. Momen động lượng của thanh bằng

- A. 12,5 kgm²/s. B. 10,0 kgm²/s. C. 6,25 kgm²/s. D. 15,0 kgm²/s.

Phân tích, hướng dẫn

Chọn A vì $L = I\omega = (m_1 R_1^2 + m_2 R_2^2) \frac{v}{R} = (m_1 + m_2) R v = 12,5 \text{ kgm}^2/\text{s}$.

Ví dụ 2: Một đĩa mài có momen quán tính đối với trục quay của nó là 1,2 kgm/s². Lúc đầu đĩa đứng yên. Tác dụng vào đĩa một momen lực không đổi 1,6 Nm. Momen động lượng của đĩa tại thời điểm $t = 33 \text{ s}$ bằng

- A. 33,0 kgm²/s. B. 66,0 kgm²/s. C. 52,8 kgm²/s. D. 70,4 kgm²/s.

Phân tích, hướng dẫn

Phương trình cơ bản của chuyển động quay cho $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{1,6}{1,2} = \frac{4}{3} \text{ rad/s}^2$.

Vận tốc góc tại thời điểm $t = 33 \text{ s}$ là $\omega = \omega_0 + \gamma t = 0 + \frac{4}{3} \cdot 33 = 44 \text{ rad/s}$

$\Rightarrow$ Momen động lượng của đĩa $L = I\omega = 1,2 \cdot 44 = 52,8 \text{ kgm}^2/\text{s}$. $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: Coi Trái Đất là một quả cầu đồng tính có khối lượng $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, bán kính $R = 6400 \text{ km}$. Momen động lượng của Trái Đất trong sự quay quanh trục của nó là

- A. $7,15 \cdot 10^{33} \text{ kgm}^2/\text{s}$. B. $5,83 \cdot 10^{31} \text{ kgm}^2/\text{s}$.
C. $6,28 \cdot 10^{32} \text{ kgm}^2/\text{s}$. D. $5,18 \cdot 10^{30} \text{ kgm}^2/\text{s}$.

Phân tích, hướng dẫn

$$\text{Có } I = \frac{2}{5}MR^2 \text{ và } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

Momen động lượng của Trái Đất trong sự quay quanh trục của nó là

$$L = I\omega = \frac{4\pi}{5T}MR^2 = \frac{4,3,14}{5,86400} 6,10^{24} (6400 \cdot 10^3)^2 = 71,5 \cdot 10^{33} \text{ kgm}^2/\text{s}$$

⇒ Chọn A.

Ví dụ 4: Hai đĩa mỏng nằm ngang có cùng trục quay thẳng đứng đi qua tâm của chúng. Đĩa 1 có momen quán tính I_1 đang quay với tốc độ ω_0 , đĩa 2 có momen quán tính I_2 ban đầu đang đứng yên (bỏ qua ảnh hưởng của ngoại lực). Thả nhẹ đĩa 2 xuống đĩa 1, sau một khoảng thời gian ngắn hai đĩa cùng quay với tốc độ góc là

A. $\omega = \frac{I_1}{I_2} \omega_0$.

B. $\omega = \frac{I_1}{I_1 + I_2} \omega_0$.

C. $\omega = \frac{I_2}{I_1} \omega_0$.

D. $\omega = \frac{I_2}{I_1 + I_2} \omega_0$.

Phân tích, hướng dẫn

Do momen ngoại lực bằng không nên momen động lượng của hệ được bảo toàn

$$\Rightarrow I_1\omega_0 = (I_1 + I_2)\omega \Rightarrow \omega = \frac{I_1}{I_1 + I_2} \omega_0 \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 5: Một đĩa đặc có bán kính 0,25 m, đĩa có thể quay xung quanh trục đối xứng đi qua tâm và vuông góc với mặt phẳng đĩa. Đĩa chịu tác dụng của một momen lực không đổi $M = 3 \text{ Nm}$. Sau 2 s kể từ khi đĩa bắt đầu quay, vận tốc góc của đĩa đạt 24 rad/s. Momen động lượng của đĩa tại thời điểm $t = 2 \text{ s}$ bằng

A. 8 kgm²/s.

B. 2 kgm²/s.

C. 6 kgm²/s.

D. 4 kgm²/s.

Phân tích, hướng dẫn

$$\text{Gia tốc góc } \gamma = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{24 - 0}{2} = 12 \text{ rad/s}^2.$$

$$\text{Có } I = \frac{M}{\gamma} = \frac{3}{12} = 0,25 \text{ kg.m}^2 \text{ nên } L = I\omega = 0,25 \cdot 24 = 6 \text{ kgm}^2/\text{s}$$

⇒ Chọn C.

D. ĐỘNG NĂNG CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

1. Động năng của vật rắn quay quanh một trục

Động năng của vật rắn quay quanh một trục bằng tổng động năng của tất cả các phần tử tạo nên vật; được đo bằng nửa tích số của momen quán tính của vật và bình phương vận tốc góc của vật đối với trục quay đó.

$$W_d = \frac{1}{2} I \omega^2$$

Đơn vị của W_d (J)

Với: $I = \sum I_i = \sum m_i r_i^2$ là momen quán tính của vật rắn đối với trục quay

2. Định lý biến thiên động năng

Độ biến thiên động năng của một vật bằng tổng công của các lực tác dụng lên vật: $\Delta W_d = A$.

Đối với vật quay quanh một trục: $\Delta W_d = \frac{1}{2} I (\omega_2^2 - \omega_1^2)$

3. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một bánh xe có momen quán tính đối với trục quay cố định là 12 kgm^2 quay đều với tốc độ 30 vòng/phút. Động năng của bánh xe là

- A. $E_d = 38,9 \text{ J}$. B. $E_d = 59,2 \text{ J}$. C. $E_d = 80,4 \text{ J}$. D. $E_d = 98,3 \text{ J}$.

Phân tích, hướng dẫn

Có $\omega = 30 \text{ vòng/phút} = \frac{30 \cdot 2\pi}{60} = \pi \text{ rad/s}$.

$\Rightarrow$ Động năng $E_d = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot \pi^2 = 59,2 \text{ J} \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 2: Một momen lực có độ lớn 3 Nm tác dụng vào một bánh xe có momen quán tính đối với trục bánh xe là 2 kgm^2 . Bánh xe quay nhanh dần đều từ trạng thái nghỉ. Động năng của bánh xe ở thời điểm $t = 10 \text{ s}$ là

- A. $E_d = 225 \text{ J}$. B. $E_d = 60 \text{ J}$. C. $E_d = 956 \text{ J}$. D. $E_d = 246 \text{ J}$.

Phân tích, hướng dẫn

– Phương trình cơ bản của chuyển động quay cho gia tốc góc

$$\gamma = \frac{M}{I} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ rad/s}^2.$$

– Vận tốc góc tại $t = 10 \text{ s}$ là:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t = 0 + 1,5 \cdot 10 = 15 \text{ rad/s}.$$

– Động năng $E_d = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 15^2 = 225 \text{ J}$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 3: Công để tăng tốc một cánh quạt từ trạng thái nghỉ đến khi có tốc độ góc 200 rad/s là 3000 J . Momen quán tính của cánh quạt bằng

A. 3 kgm^2 .

B. $0,075 \text{ kgm}^2$.

C. $0,3 \text{ kgm}^2$.

D. $0,15 \text{ kgm}^2$.

Phân tích, hướng dẫn

Độ biến thiên động năng bằng công của ngoại lực: $\Delta E_d = A$

$$\frac{1}{2} I \omega^2 - \frac{1}{2} I \omega_0^2 = A$$

Do $\omega_0 = 0$ nên $\frac{1}{2} I \omega^2 = A$

$$\Rightarrow I = \frac{2A}{\omega^2} = \frac{2 \cdot 3000}{200^2} = 0,15 \text{ kgm}^2$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Bài tập vận dụng: Một bánh đà có momen quán tính đối với trục quay cố định của nó là $0,4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. Để bánh đà tăng tốc từ trạng thái đứng yên đến tốc độ góc ω phải tốn công 2000 J . Bỏ qua ma sát. Giá trị của ω là

A. 100 rad/s .

B. 50 rad/s .

C. 200 rad/s .

D. 10 rad/s .

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Câu 1: Kim giờ của một chiếc đồng hồ có chiều dài bằng $\frac{3}{4}$ chiều dài kim phút. Coi như các kim quay đều. Tỷ số tốc độ dài của đầu kim phút và đầu kim giờ là

- A. 16. B. 12. C. $\frac{1}{12}$. D. 24.

Câu 2: Mômen quán tính của một vật rắn đối với một trục quay cố định

- A. Có giá trị dương hoặc âm tùy thuộc vào chiều quay của vật rắn.
B. Phụ thuộc vào momen của ngoại lực gây ra chuyển động quay của vật rắn.
C. Đặc trưng cho mức quán tính của vật rắn trong chuyển động quay quanh trục ấy.
D. Không phụ thuộc vào sự phân bố khối lượng của vật rắn đối với trục quay.

Câu 3: Một vật rắn quay nhanh dần đều quanh một trục cố định, trong 3,14 s tốc độ góc của nó tăng từ 120 vòng/phút đến 300 vòng/phút. Lấy $\pi = 3,14$. Gia tốc góc của vật rắn có độ lớn là

- A. 3 rad/s². B. 12 rad/s². C. 8 rad/s². D. 6 rad/s².

Câu 4: Một bánh xe chịu tác dụng của mômen lực M_1 không đổi. Trong 5 s đầu tốc độ góc biến đổi từ 0 đến 10 rad/s. Ngay sau đó M_1 ngừng tác dụng bánh xe ngừng hẳn sau 50 s. Giả sử momen của lực ma sát không đổi trong suốt quá trình quay. Số vòng quay tổng cộng là

- A. 20. B. 29,5. C. 43,5. D. 54,6.

Câu 5: Từ trạng thái nghỉ, một đĩa bắt đầu quay quanh trục cố định của nó với gia tốc không đổi. Sau 10 s, đĩa quay được một góc 50 rad. Góc mà đĩa quay được trong 10 s tiếp theo là

- A. 50 rad. B. 150 rad. C. 100 rad. D. 200 rad.

Câu 6: Một đĩa phẳng đang quay quanh trục cố định đi qua tâm và vuông góc với mặt phẳng đĩa với tốc độ góc không đổi. Một điểm bất kì nằm ở mép đĩa

- A. không có cả gia tốc hướng tâm và gia tốc tiếp tuyến.
B. chỉ có gia tốc hướng tâm mà không có gia tốc tiếp tuyến.
C. chỉ có gia tốc tiếp tuyến mà không có gia tốc hướng tâm.
D. có cả gia tốc hướng tâm và gia tốc tiếp tuyến.

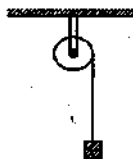
Câu 7: Một vật rắn quay quanh một trục cố định đi qua vật có phương trình chuyển động $\varphi = 10 + t^2$ (φ tính bằng rad, t tính bằng giây). Tốc độ góc và góc mà vật quay được sau thời gian 5 s kể từ thời điểm $t = 0$ lần lượt là

- A. 10 rad/s và 25 rad. B. 5 rad/s và 25 rad.
C. 10 rad/s và 35 rad. D. 5 rad/s và 35 rad.

Câu 8: Một vật rắn quay quanh một trục cố định dưới tác dụng của momen lực không đổi và khác không. Trong trường hợp này, đại lượng thay đổi là

- A. momen quán tính của vật đối với trục đó.
B. khối lượng của vật
C. momen động lượng của vật đối với trục đó.
D. gia tốc góc của vật.

Câu 9: Một ròng rọc có trục quay nằm ngang cố định, bán kính R , khối lượng m . Một sợi dây không đàn có khối lượng không đáng kể, một đầu quấn quanh ròng rọc, đầu còn lại treo một vật khối lượng cũng bằng m . Biết dây không trượt trên ròng rọc. Bỏ qua ma sát của ròng rọc với trục quay và sức cản của môi trường. Cho momen quán tính của ròng rọc đối với trục quay là $\frac{mR^2}{2}$ và gia tốc rơi tự do g . Gia tốc của vật khi được thả rơi là



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

Câu 10: Người ta treo hai quả nặng có khối lượng $m_1 = 2\text{ kg}$ và $m_2 = 3\text{ kg}$ vào hai đầu một sợi dây vắt qua một ròng rọc cố định nằm ngang, khối lượng không đáng kể. Lấy gia tốc trọng trường $g = 10\text{ m/s}^2$. Giả thiết sợi dây không đàn và không trượt trên ròng rọc. Gia tốc của các quả nặng là

- A. 2 m/s^2 B. 1 m/s^2 C. 3 m/s^2 D. $0,5\text{ m/s}^2$

Câu 11: Một bàn tròn phẳng nằm ngang bán kính $0,5\text{ m}$ có trục quay cố định thẳng đứng đi qua tâm bàn. Momen quán tính của bàn đối với trục quay này là 2 kg.m^2 . Bàn đang quay đều với tốc độ góc $2,05\text{ rad/s}$ thì người ta đặt nhẹ một vật nhỏ khối lượng $0,2\text{ kg}$ vào mép bàn và vật dính chặt vào đó. Bỏ qua ma sát ở trục quay và sức cản của môi trường. Tốc độ góc của hệ (bàn và vật) bằng

- A. $0,25\text{ rad/s}$ B. 1 rad/s C. $2,05\text{ rad/s}$ D. 2 rad/s

Phần 2: HIỆU ỨNG ĐÓP-PLE

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

– Hiệu ứng Đốp – ple là sự thay đổi tần số của âm thanh do một máy thu ghi nhận được khi máy thu hoặc nguồn âm hoặc cả hai chuyển động tương đối với nhau.

– Xét trong một môi trường nào đó, âm có tần số f , vận tốc truyền sóng v . Khi có sự chuyển động tương đối, tần số mà máy thu ghi được là f' . Xảy ra các trường hợp sau:

* Nguồn âm đứng yên, người quan sát (hoặc máy thu) chuyển động

– Khi người quan sát (hoặc máy thu) chuyển động lại gần với vận tốc v_M .

$$f' = \frac{v + v_M}{v} f \quad (f' > f)$$

– Khi người quan sát (hoặc máy thu) chuyển động ra xa với vận tốc v_M .

$$f' = \frac{v - v_M}{v} f \quad (f' < f)$$

* Nguồn âm chuyển động, người quan sát (hoặc máy thu) đứng yên

– Khi nguồn âm chuyển động lại gần với vận tốc v_S : $f' = \frac{v}{v - v_S} f \quad (f' > f)$

– Khi nguồn âm chuyển động ra xa với vận tốc v_S : $f' = \frac{v}{v + v_S} f \quad (f' < f)$

B. VÍ DỤ MINH HOẠ

Ví dụ 1: Trong trường hợp nào sau đây thì âm do máy thu ghi nhận được có tần số lớn hơn tần số âm do nguồn âm phát ra?

- A. Máy thu chuyển động cùng chiều và cùng tốc độ với nguồn âm.
- B. Máy thu chuyển động ra xa nguồn âm đứng yên.
- C. Nguồn âm chuyển động ra xa máy thu đứng yên.
- D. Máy thu chuyển động lại gần nguồn âm đứng yên.

Phân tích, hướng dẫn

Chọn D vì chỉ khi nào nguồn âm và máy thu tiến lại gần nhau thì $f' > f$.

Ví dụ 2: Một chiếc ô tô đang chạy với vận tốc 36km/h hướng về phía một cảnh sát giao thông. Nếu ô tô phát ra một tiếng còi có tần số 800 Hz và biết tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s thì người cảnh sát giao thông đang đứng yên sẽ nhận được tần số là

A. 777 Hz.

B. 824,24 Hz.

C. 823,52 Hz.

D. 776 Hz.

Phân tích, hướng dẫn

Vì đây là trường hợp nguồn âm chuyển động lại gần đối với người quan sát (hoặc máy thu) đứng yên nên ta có $f' = \frac{v}{v - v_s} f$ (*).

Đổi $v_s = 36\text{km/h} = 10\text{m/s}$

$$\Rightarrow f' = \frac{340}{340 - 10} \cdot 800 = 824,24 \text{ Hz}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 3: Một máy dò tốc độ nằm yên phát ra sóng âm có tần số 140 kHz về phía một chiếc xe ô tô đang chạy lại gần với vận tốc 108km/h. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s. Tần số của sóng phản xạ trở lại máy dò là

A. 196 kHz.

B. 137 kHz.

C. 152 kHz.

D. 167,1 kHz.

Phân tích, hướng dẫn

Hiện tượng trên có thể coi gồm 2 giai đoạn:

Đầu tiên chiếc xe ô tô đóng vai trò là máy thu chuyển động lại gần nguồn phát đứng yên. Tần số mà ô tô thu được là:

$$f' = \frac{v + v_M}{v} f = \frac{340 + 30}{340} \cdot 140 = 152,35 \text{ kHz}$$

Tiếp theo âm phản xạ trên ô tô, lúc này ô tô đóng vai trò nguồn phát sóng có tần số $f' = 152,35 \text{ kHz}$ về phía máy thu ở chỗ người quan sát đứng yên, vì $v_s = v_M$ nên máy thu sẽ thu được tần số là

$$f'' = \frac{v}{v - v_s} f' = \frac{v}{v - v_M} f' = \frac{340}{340 - 30} \cdot 152,35 = 167,1 \text{ kHz}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 4: Một người cảnh sát giao thông đứng bên đường phát ra một hồi còi có tần số 850 Hz về phía một ô tô vừa đi qua trước mặt. Máy thu của người cảnh sát nhận được âm phản xạ có tần số 720 Hz. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s. Tốc độ của ô tô bằng

- A. 101 km/h. B. 120 km/h. C. 90 km/h. D. 80 km/h.

Phân tích, hướng dẫn

Vì người cảnh sát thổi còi lúc ô tô đi ngang qua trước mặt nên hiệu ứng Dop-ple xảy ra trong quá trình ô tô đi ra xa người cảnh sát.

Lúc đầu ô tô đóng vai trò máy thu chuyển động nên nhận được tần số là

$$f' = \frac{v - v_M}{v} f \quad (1)$$

Tiếp theo, âm phản xạ trên ô tô, lúc này ô tô đóng vai trò nguồn phát sóng có tần số f' về phía máy thu ở chỗ người quan sát đứng yên, máy thu sẽ thu được tần số

$$\text{là } f'' = \frac{v}{v + v_s} f' = \frac{v}{v + v_M} f' \quad (2)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow v_M = \frac{f - f''}{f + f''} \cdot v = \frac{850 - 720}{850 + 720} \cdot 340 \approx 28 \text{ m/s} = 101 \text{ km/h} \Rightarrow \text{Chọn A.}$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Để kiểm chứng hiệu ứng Dop-ple, người ta bố trí trên một đường ray thẳng một nguồn âm chuyển động đều với tốc độ 30 m/s, phát ra âm với tần số xác định và một máy thu âm đứng yên. Biết âm truyền trong không khí với tốc độ 340 m/s. Khi nguồn âm lại gần thì máy thu đo được tần số âm là 740 Hz. Khi nguồn âm ra xa thì máy thu đo được tần số âm là

- A. 820 Hz. B. 560 Hz. C. 620 Hz. D. 780 Hz.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Bài 2: Người ta xác định tốc độ của một nguồn âm bằng cách sử dụng thiết bị đo tần số âm. Khi nguồn âm chuyển động thẳng đều lại gần thiết bị đang đứng yên thì thiết bị đo được tần số âm là 724 Hz, còn khi nguồn âm chuyển động thẳng đều với cùng tốc độ đó ra xa thiết bị thì thiết bị đo được tần số âm là 606 Hz. Biết nguồn âm và thiết bị luôn cùng nằm trên một đường thẳng, tần số của nguồn âm phát ra không đổi và tốc độ truyền âm trong môi trường bằng 338 m/s. Tốc độ của nguồn âm này là

- A. $v \approx 30 \text{ m/s}$. B. $v \approx 25 \text{ m/s}$. C. $v \approx 40 \text{ m/s}$. D. $v \approx 35 \text{ m/s}$.

Phần 3: GIAO THOA ÁNH SÁNG VỚI CÁC DỤNG CỤ QUANG HỌC

Ví dụ 1: Trong một thí nghiệm với hai gương Frex-nen, góc giữa hai gương $\alpha = 20^\circ$, nguồn điểm S cách cạnh chung C của hai gương một khoảng $d = 20$ cm. Màn M đặt song song với cạnh C và với đường nối hai ảnh S_1, S_2 của S và cách cạnh C một khoảng $d' = 1$ m. Ánh sáng đơn sắc do nguồn S phát ra có bước sóng $\lambda = 0,6 \mu\text{m}$.

Cho $i \approx 3.10^{-4}$ rad. Khoảng vân i và số vân sáng quan sát được trên màn là

A. $i = 0,4 \text{ mm}$ và 27 vân.

B. $i = 0,3 \text{ mm}$ và 39 vân.

C. $i = 2,4 \text{ mm}$ và 19 vân.

D. $i = 0,3 \text{ mm}$ và 41 vân.

Phân tích, hướng dẫn:

– S qua hai gương phẳng G_1, G_2 cho hai ảnh ảo S_1, S_2 . Hai ảnh này có vai trò tương đương như 2 khe S_1, S_2 trong giao thoa với khe Y-âng.

– Khoảng cách giữa S_1, S_2 là:

$$a = S_1 S_2 = 2.CS_1 \cdot \sin \alpha$$

$$\approx 2.CS_1 \cdot \alpha = 2d\alpha$$

$$= 2.200.20.3.10^{-4}$$

$$= 2,4 \text{ mm}.$$

– Khoảng vân i :

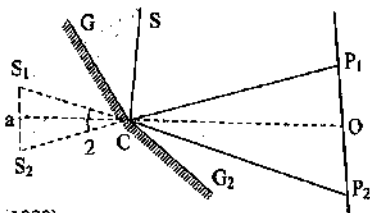
$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{\lambda(d+d')}{a} = \frac{0,6.10^{-3}(200+1000)}{2,4} = 0,3 \text{ mm}. \quad (1)$$

– Độ rộng trường giao thoa: $L = P_1 P_2 = 2d'\alpha = 2.1000.20.3.10^{-4} = 12 \text{ mm}.$

– Số vân sáng quan sát được trên màn:

$$N_s = 2 \cdot \left[\frac{P_1 P_2}{2i} \right] + 1 = 2 \cdot \left[\frac{12}{2.0,3} \right] + 1 = 2[20] + 1 = 41 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ Đáp án D.



Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa với thấu kính Bi-ê, hai nửa thấu kính cách nhau $b = 1$ mm và cách màn $L = 2,6$ m. Nguồn sáng cách thấu kính $d = 25$ cm phát ra ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,7$ mm. Tiêu cự của thấu kính đối với ánh sáng trên là $f = 13$ cm. Khoảng vân là

A. $0,56 \text{ mm}.$

B. $0,10 \text{ mm}.$

C. $0,78 \text{ mm}.$

D. $0,66 \text{ mm}.$

Phân tích, hướng dẫn:

– Nguồn sáng F qua hai nửa thấu kính cho hai ảnh thật F_1, F_2 như hình vẽ. Chúng thỏa mãn là 2 nguồn kết hợp và cách thấu kính một đoạn:

$$d' = \frac{df}{d-f} = \frac{25 \cdot 13}{25-13} = 27 \text{ cm}$$

nên chúng cách màn: $D = L - d' = 2,6 - 0,27 = 2,33 \text{ m}$

– Hai tam giác FO_1O_2 và FF_1F_2 đồng dạng nên có: $\frac{FF_1F_2}{O_1O_2} = \frac{FH}{FO} \Rightarrow \frac{a}{b} = \frac{d+d'}{d}$

$\Rightarrow$ Khoảng cách giữa F_1 và F_2 : $a = \frac{(d+d')b}{d}$. Hai ảnh thật F_1, F_2 có vai trò tương đương như 2 khe S_1, S_2 trong giao thoa với khe Y–âng.

– Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{\lambda Dd}{(d+d')b} = \frac{0,7 \cdot 10^{-6} \cdot 2,33 \cdot 0,25}{0,52 \cdot 10^{-3}} = 7,8 \cdot 10^{-4} \text{ m} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa với thấu kính Bi-ê, hai nửa thấu kính cách nhau b và cách màn L . Nguồn sáng cách thấu kính d phát ra ánh sáng trắng có bước sóng $0,38 \mu\text{m} < \lambda < 0,75 \mu\text{m}$. Tiêu cự của thấu kính đối với ánh sáng trên là f . Tại vân sáng bậc 2 của bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,7 \mu\text{m}$ có các bức xạ bị tắt gồm

A. $0,5 \mu\text{m}$ và $0,4 \mu\text{m}$.

B. $0,56 \mu\text{m}$ và $0,46 \mu\text{m}$.

C. $0,56 \mu\text{m}$ và $0,4 \mu\text{m}$.

D. $0,56 \mu\text{m}$ và $0,55 \mu\text{m}$.

Phân tích, hướng dẫn:

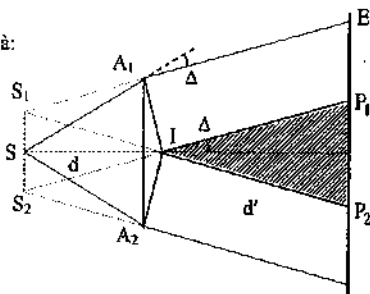
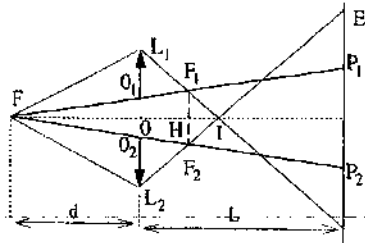
– Vị trí vân sáng bậc 2 của bức xạ λ_1 là:

$$x_{\lambda_1} = 2 \frac{\lambda_1 D}{a}$$

– Vị trí của các vân tối:

$$x_i = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a}$$

– Vì chúng trùng nhau nên $x_i = x_{\lambda_1}$



$$\Rightarrow 2 \frac{\lambda_1 D}{a} = (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{2\lambda_1}{k + 0,5} \quad (*)$$

$$\text{Nhưng } 0,38\mu\text{m} < \lambda < 0,75\mu\text{m} \Rightarrow 0,38\mu\text{m} < \frac{2\lambda_1}{k + 0,5} < 0,75\mu\text{m} \Rightarrow 1,4 < k < 3,2$$

$\Rightarrow k$ chỉ có thể nhận 2 và 3.

$$\text{Thay } k \text{ vào } (*) \text{ ta thu được 2 bức xạ: } \lambda = \frac{2\lambda_1}{2 + 0,5} = 0,56\mu\text{m} \text{ và } \lambda = \frac{2\lambda_1}{3 + 0,5} = 0,4\mu\text{m}$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 3: Hai lăng kính A_1, A_2 giống hệt nhau, làm bằng thủy tinh, chiết suất $n = 1,5$, có góc chiết quang A bằng 20° , được ghép chung đáy. Một nguồn sáng điểm S đặt trong mặt phẳng của đáy B cách hai lăng kính một khoảng $d = 0,5\text{m}$ phát ánh sáng đơn sắc bước sóng $\lambda = 0,6\mu\text{m}$. Một màn E cách hai lăng kính một khoảng $d' = 0,7\text{m}$. Cho $1' \approx 3.10^{-4}\text{rad}$, số vân có thể quan sát được trên màn là

A. 17 vân.

B. 15 vân.

C. 16 vân.

D. 14 vân.

Phân tích, hướng dẫn:

– Các tia sáng đi từ S , sau khi đi qua lăng kính A_1 bị lệch một góc $\Delta = (n-1)A$ về phía đáy của lăng kính. Hai ảnh ảo S_1, S_2 của S qua hai lăng kính được dựng như hình vẽ, chúng là hai nguồn kết hợp, hai chùm sáng do chúng phát ra có phần chung là P_1P_2 nên trên màn E sẽ có hiện tượng giao thoa trong khoảng P_1P_2 .

Theo hình vẽ: $a = S_1S_2 = 2.IS.\tan\Delta \approx 2d(n-1)A$

$$\Rightarrow a = 2.50.(1,5 - 1)20.3.10^{-4} = 0,3\text{cm} = 3\text{mm} \Rightarrow i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{\lambda(d+d')}{a} \approx 0,24\text{mm}$$

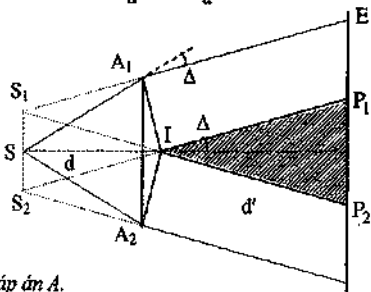
$$\text{Lại có: } \frac{P_1P_2}{S_1S_2} = \frac{d'}{d}$$

$$\Rightarrow P_1P_2 \approx S_1S_2 \cdot \frac{d'}{d} = a \cdot \frac{d'}{d} = 4,2\text{mm}$$

– Số vân sáng quan sát được trên màn:

$$N_s = 2 \cdot \left[\frac{P_1P_2}{2i} \right] + 1 = 2 \left[\frac{4,2}{2.0,24} \right] + 1$$

$$= 2[8,75] + 1 = 2.8 + 1 = 17 \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$



Ví dụ 4: Hai lăng kính A_1, A_2 có góc chiết quang A đều bằng 30° , có đáy B chung, được làm bằng thủy tinh, chiết suất $n = 1,5$. Một nguồn sáng điểm S đặt trong mặt phẳng của đáy B cách hai lăng kính một khoảng $d = 0,25\text{m}$ phát ánh sáng trắng có bước sóng $0,4\mu\text{m} < \lambda < 0,75\mu\text{m}$. Một màn E cách hai lăng kính một khoảng $d' = 0,6\text{m}$. Xác định vị trí vân sáng bậc 5 của ánh sáng màu vàng có bước sóng $\lambda_v = 0,59\mu\text{m}$ và các bức xạ cho vân sáng trùng với nó?

A. $x = 1,1\text{mm}$; 4 vân.

B. $x = 5\text{mm}$; 5 vân.

C. $x = 6\text{mm}$; 6 vân.

D. $x = 1,7\text{mm}$; 7 vân.

Phân tích, hướng dẫn:

– Tương tự bài toán trên ta có:

$$\begin{aligned} a &= S_1 S_2 = 2JS_2 \tan \Delta \approx 2d(n-1)A \\ &= 2.0,25.(1,5-1)30.3.10^{-4} = 2,25\text{mm} \end{aligned}$$

– Khoảng vân của ánh sáng màu vàng:

$$i = \frac{\lambda_v D}{a} = \frac{\lambda_v (d+d')}{a} \approx 0,22\text{mm}$$

$\Rightarrow$ Vị trí vân sáng vàng bậc 5 là:

$$x = 5i = 5 \frac{\lambda_v D}{a} = 1,1\text{mm}.$$

– Vị trí của các vân sáng: $x_k = k \frac{\lambda D}{a}$.

Để các vân sáng trùng với vân vàng bậc 5 thì:

$$x_k = k \frac{\lambda D}{a} = 5 \frac{\lambda_v D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{5\lambda_v}{k}.$$

Theo đề bài $0,4\mu\text{m} < \lambda < 0,75\mu\text{m}$

$$\Rightarrow 0,4\mu\text{m} < \frac{5\lambda_v}{k} < 0,75\mu\text{m}$$

$$\Rightarrow 3,9 < k < 7,3 \Rightarrow k = 4, 5, 6, 7$$

$\Rightarrow$ Có 4 vân sáng trùng với vân sáng vàng bậc 5

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Phần 4: QUANG LƯỢNG TỬ

A. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ LƯU Ý

1. Thí nghiệm với tế bào quang điện

Bình chân không nhỏ có anốt (A) là lưới kim loại, catốt (K) là chòm cầu có phủ kim loại cần nghiên cứu.

a) Dòng quang điện:

Khi chiếu vào catốt ánh sáng có bước sóng thích hợp, trong mạch sẽ xuất hiện một dòng điện gọi là dòng quang điện. Dòng quang điện này có chiều từ anốt sang catốt, nó là các dòng electron quang điện bay từ catốt sang anốt dưới tác dụng của điện trường giữa anốt và catốt.

b) Về bước sóng ánh sáng:

Đối với mỗi kim loại dùng làm catốt, ánh sáng kích thích phải có bước sóng nhỏ hơn hoặc bằng một giá trị giới hạn λ_0 nào đó thì mới gây ra hiện tượng quang điện (Nếu ánh sáng kích thích có bước sóng lớn hơn thì dù chùm sáng rất mạnh cũng không gây ra hiện tượng quang điện).

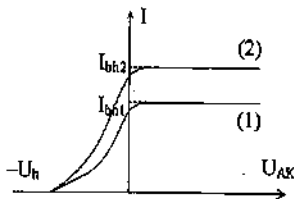
c) Đường đặc trưng vôn – ampe:

Kết quả thí nghiệm cho phép ta vẽ được sự phụ thuộc của cường độ dòng quang điện I vào hiệu điện thế U_{AK} giữa anốt và catốt. Đường này gọi là đường đặc trưng vôn – ampe, nó có đặc điểm:

- Lúc $U_{AK} > 0$: Bắt đầu tăng U_{AK} thì dòng quang điện cũng tăng. Tới một giá trị nào đó thì I đạt tới một giá trị bão hoà I_{bh} . Nếu tiếp tục tăng U_{AK} thì I không tăng nữa.
- Lúc $U_{AK} < 0$: Dòng quang điện không triệt tiêu ngay. Phải đặt giữa anốt và catốt một hiệu điện thế âm $-U_h$ nào đó thì I mới triệt tiêu hoàn toàn. U_h được gọi là hiệu điện thế hãm.

d) Về độ lớn của I_{bh} :

Cường độ dòng quang điện bão hoà tỉ lệ thuận với cường độ của chùm ánh sáng kích thích (đường (2) trên hình ứng với trường hợp cường độ của chùm ánh sáng kích thích đã được tăng lên so với đường (1)).



e) Về độ lớn của U_h :

Thí nghiệm cho thấy giá trị của hiệu điện thế hãm U_h không phụ thuộc vào cường độ của chùm sáng kích thích mà chỉ phụ thuộc bước sóng của chùm sáng kích thích và bản chất kim loại dùng làm catốt.

2. Ba định luật quang điện. Thuyết lượng tử

a) Ba định luật quang điện

*** Định luật quang điện I:** Đối với mỗi kim loại dùng làm catốt có một bước sóng giới hạn λ_0 nhất định gọi là giới hạn quang điện. Hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi bước sóng λ của ánh sáng kích thích nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện $\lambda \leq \lambda_0$.

*** Định luật quang điện II:** Với ánh sáng kích thích có bước sóng thoả mãn định luật quang điện I thì cường độ dòng quang điện bão hoà tỉ lệ thuận với cường độ của chùm sáng kích thích.

*** Định luật quang điện III:** Động năng ban đầu cực đại của các quang electron không phụ thuộc vào cường độ của chùm sáng kích thích, mà chỉ phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng kích thích và bản chất kim loại dùng làm catốt.

b) Thuyết photon của Anhxtanh

Chùm ánh sáng được coi như một chùm hạt, mỗi hạt được gọi là một photon, mang một lượng tử năng lượng $\epsilon = hf$. Các photon chuyển động với vận tốc ánh sáng. Với ánh sáng có tần số đã cho, cường độ chùm sáng tỉ lệ với số photon trong chùm. Mỗi photon bị electron hấp thụ thì photon sẽ truyền toàn bộ năng lượng của nó cho electron. Đối với electron nằm ngay trên bề mặt kim loại thì một phần năng lượng này chuyển thành công A (gọi là công thoát) để tách electron ra khỏi kim loại, phần còn lại chuyển thành động năng ban đầu. So với động năng ban đầu mà các electron nằm ở lớp sâu thu được khi bật ra khỏi kim loại thì động năng ban đầu này là cực đại. Do vậy ta có: $hf = h\frac{c}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2$.

c) Giải thích các định luật quang điện bằng thuyết lượng tử ánh sáng

*** Giải thích định luật I:** Để xảy ra hiện tượng quang điện, photon của ánh sáng kích thích phải có năng lượng: $\epsilon = hf$ hay $\frac{hc}{\lambda} \geq A \Rightarrow \lambda \leq \frac{hc}{A}$ hay $\lambda \leq \lambda_0 = \frac{hc}{A}$

*** Giải thích định luật II:** Với cường độ chùm sáng kích thích càng lớn thì trong một đơn vị thời gian số photon đến đập vào mặt catốt càng nhiều, số electron bị bật ra càng nhiều làm cho cường độ dòng quang điện bão hoà càng lớn.

*** Giải thích định luật III:** Theo công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện:

$$h\frac{c}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = h\frac{c}{\lambda} - A$$

$\Rightarrow$ Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện chỉ phụ thuộc vào tần số f (hoặc bước sóng λ) của ánh sáng kích thích và công thoát A (bản chất kim loại làm catốt).

3. Một số lưu ý

– Electron chuyển động vuông góc với đường sức từ, electron sẽ chuyển động tròn đều trong đó lực từ f đóng vai trò lực hướng tâm F_m

Từ $f = F_m \Rightarrow$ quan hệ giữa các đại lượng: $B|q|R = mv$.

– Electron bay trong môi trường có cả điện trường lẫn từ trường mà

$\vec{v} \perp \vec{E} \perp \vec{B}$, nếu vẫn chuyển động thẳng đều thì $F_{điện} = f_{Loren} \Rightarrow E = \frac{U}{d} = Bv$.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Kim loại dùng làm catốt của tế bào quang điện có công thoát electron là 2,5 eV. Chiếu vào catốt bức xạ có tần số $f = 1,5 \cdot 10^{15}$ Hz. Động năng ban đầu cực đại của các electron quang điện là

A. 7,4eV.

B. 9,7eV.

C. 3,7 eV.

D. 6,0eV.

Phân tích, hướng dẫn giải:

Năng lượng của photon ánh sáng tính theo đơn vị Jun:

$$\varepsilon = hf = 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 1,5 \cdot 10^{15} = 9,9375 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Nếu tính theo đơn vị eV ta có: $\varepsilon = \frac{9,9375 \cdot 10^{-19} \text{ (J)}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,21 \text{ (eV)}$.

$\Rightarrow$ Động năng cực đại của các electron quang điện là:

$$W_{đ_{max}} = \varepsilon - A = 6,21 - 2,5 = 3,71 \text{ (eV)}.$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Bài tập vận dụng: (Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2007)

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 Planck lần lượt là $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ và $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$. 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 electron (electron) quang điện là

A. $1,70 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

B. $70,00 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

C. $0,70 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

D. $17,00 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Ví dụ 2: Tính vận tốc ban đầu cực đại của electron quang điện biết hiệu điện thế hãm là 12 V.

- A. $1,03 \cdot 10^5$ m/s B. $1,45 \cdot 10^6$ m/s C. $2,89 \cdot 10^5$ m/s D. $2,05 \cdot 10^6$ m/s

Phân tích, hướng dẫn giải:

Từ biểu thức liên hệ giữa hiệu điện thế hãm và động năng cực đại:

$$e.U_h = W_{d_{\max}} \text{ mà } W_{d_{\max}} = \frac{mv_{0_{\max}}^2}{2}$$

$$\text{nên } v_{0_{\max}} = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U_h}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 12}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 2,05 \cdot 10^6 \text{ (m/s)} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$$

Bài tập vận dụng: Chiếu ánh sáng đơn sắc vào catốt của một tế bào quang điện thì có hiện tượng quang điện xảy ra. Dòng quang điện triệt tiêu nhờ một hiệu điện thế hãm có giá trị 1,9V. Vận tốc ban đầu cực đại của các electron quang điện là

- A. $v_{0_{\max}} = 5,2 \cdot 10^5$ m/s. B. $v_{0_{\max}} = 6,2 \cdot 10^5$ m/s.
C. $v_{0_{\max}} = 7,2 \cdot 10^5$ m/s. D. $v_{0_{\max}} = 8,2 \cdot 10^5$ m/s.

Ví dụ 3: Chiếu ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,66 \mu\text{m}$ vào catốt của tế bào quang điện thì phải đặt hiệu điện thế hãm 0,69 V để vừa đủ triệt tiêu dòng quang điện. Công thoát của kim loại làm catốt là

- A. $2,5 \cdot 10^{-20}$ J. B. 2,3 eV. C. 1,19 eV. D. $2,5 \cdot 10^{-18}$ J.

Phân tích, hướng dẫn giải:

Từ công thức Anhxtanh: $\epsilon = A + W_{d_{\max}}$

$$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = A + e.U_h \Rightarrow A = \frac{hc}{\lambda} - e.U_h$$

Thay số ta được:

$$A = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,66 \cdot 10^{-6}} - 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,69 = 19,07 \cdot 10^{-20} \text{ (J)}$$

Nếu tính theo eV thì:

$$A = \frac{19,07 \cdot 10^{-20} \text{ (J)}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,19 \text{ (eV)} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Chiếu ánh sáng có bước sóng $0,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ vào catốt của một tế bào quang điện có công thoát A. Hiệu điện thế hãm làm triệt tiêu dòng quang điện có giá trị 1,47V. Cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Công thoát A của kim loại làm catốt là

- A. 3,5eV. B. 4,5eV. C. 4,7eV. D. 5,5eV.

Bài 2: (Trích ĐTTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2008) Trong thí nghiệm với tế bào quang điện, khi chiếu chùm sáng kích thích vào catốt thì có hiện tượng quang điện xảy ra. Để triệt tiêu dòng quang điện, người ta đặt vào giữa anốt và catốt một hiệu điện thế gọi là hiệu điện thế hãm. Hiệu điện thế hãm này có độ lớn

- A. làm tăng tốc electron (electron) quang điện đi về anốt.
B. phụ thuộc vào bước sóng của chùm sáng kích thích.
C. không phụ thuộc vào kim loại làm catốt của tế bào quang điện.
D. tỉ lệ với cường độ của chùm sáng kích thích.

Ví dụ 4: Khi chiếu vào catốt bằng natri của tế bào quang điện một bức xạ có bước sóng $\lambda = \frac{\lambda_0}{2}$ thì hiệu điện thế hãm $U_h = 2,48 \text{ V}$. Giới hạn quang điện của natri bằng

- A. 0,3 μm . B. 0,4 μm . C. 0,5 μm . D. 0,6 μm .

Phân tích và hướng dẫn giải:

Theo công thức Anhtanh: $\varepsilon = A + W_{\text{đm}} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + e \cdot U_h$

$$\text{Vì } \lambda = \frac{\lambda_0}{2} \text{ nên } \frac{2hc}{\lambda_0} = \frac{hc}{\lambda_0} + e \cdot U_h$$

$$\Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{e \cdot U_h} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,48} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ (m)} = 0,5 (\mu\text{m})$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 5: Catốt của tế bào quang điện có công thoát $A_0 = 4,5 \text{ eV}$. Chiếu bức xạ có bước sóng λ_1 thì electron bật ra có vận tốc ban đầu cực đại là v_{01} . Nếu chiếu bức xạ có bước sóng λ_2 bằng nửa λ_1 thì vận tốc tăng gấp đôi. Bước sóng λ_1 là

- A. 0,45 μm . B. 0,65 μm . C. 0,37 μm . D. 0,54 μm .

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Đối với bức xạ λ_1 ta có: $\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2} m_e v_{01\max}^2$

- Đối với bức xạ λ_2 ta có: $\frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2} m_e v_{02\max}^2$

Từ hai biểu thức trên ta được: $\frac{hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_1} = \frac{1}{2} m_e (v_{02\max}^2 - v_{01\max}^2)$

Thay $\lambda_2 = \frac{1}{2} \lambda_1$ và $v_{02\max} = 2v_{01\max}$ ta được: $\frac{2hc}{3\lambda_1} = A_0$

$\Rightarrow \lambda_1 = \frac{2hc}{3A_0} = 0,37\mu\text{m} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Ví dụ 6: Chiếu lần lượt hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,35\mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,54\mu\text{m}$ vào tấm kim loại thì thấy vận tốc ban đầu cực đại của các điện tử bật ra ứng với hai bức xạ trên gấp hai lần nhau. Giới hạn quang điện của kim loại trên là

A. $\lambda_0 = 0,4593\mu\text{m}$.

B. $\lambda_0 = 0,5593\mu\text{m}$.

C. $\lambda_0 = 0,6593\mu\text{m}$.

D. $\lambda_0 = 0,7593\mu\text{m}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Từ công thức Anhxtanh $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2} m v_{0\max}^2$ thấy rằng với λ nhỏ thì $v_{0\max}$ lớn.

Vậy $\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2} m (2v_{0\max 2})^2 = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2} m 4v_{0\max 2}^2$ (1)

$\frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2} m (v_{0\max 2})^2$ (2)

(1) và (2) $\Rightarrow \frac{1}{\lambda_0} = \frac{4}{3\lambda_2} - \frac{1}{3\lambda_1}$

Thay số: $\frac{1}{\lambda_0} = \frac{4}{3 \cdot 0,54} - \frac{1}{3 \cdot 0,35} \Rightarrow \lambda_0 = 0,6593\mu\text{m}$

$\Rightarrow \text{Đáp án C.}$

Bài tập vận dụng:

Bài 1: (Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2007) 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 electron quang điện bứt ra từ catốt lần lượt là v_1 và v_2 với $v_2 = 3v_1/4$. Giới hạn quang điện λ_0 của kim loại làm catốt này là

- A. $1,45 \mu\text{m}$. B. $0,90 \mu\text{m}$. C. $0,42 \mu\text{m}$. D. $1,00 \mu\text{m}$.

Bài 2: Chiếu lần lượt hai bức xạ $\lambda_1 = 600\text{nm}$ và $\lambda_2 = 0,25\mu\text{m}$ vào catốt của một tế bào quang điện. Hiệu điện thế hãm có độ lớn gấp đôi nhau, cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{Js}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$. Giới hạn quang điện của kim loại đó là

- A. $0,555\mu\text{m}$. B. $0,5\mu\text{m}$. C. $0,6\mu\text{m}$. D. $1,5\mu\text{m}$.

Ví dụ 7: Giới hạn quang điện của một kim loại là $\lambda_0 = 0,45 \mu\text{m}$. Chiếu vào kim loại đó chùm sáng có bước sóng $\lambda_1 = 0,4 \mu\text{m}$ thì vận tốc ban đầu cực đại của quang electron là v_1 . Nếu thay bằng chùm sáng có bước sóng $\lambda_2 = 0,3 \mu\text{m}$ thì vận tốc ban đầu cực đại của quang electron là v_2 . Tỉ số $\frac{v_2}{v_1}$ là

- A. 1,33. B. 0,75. C. 2. D. 0,5.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức $\frac{hc}{\lambda} = A + W_{\text{đmax}} \Rightarrow$ động năng $W_{\text{đmax}} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} = hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$

Viết cho hai bức xạ ta có
$$\begin{cases} W_1 = hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0} \right) \\ W_2 = hc \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_0} \right) \end{cases} \Rightarrow \frac{W_1}{W_2} = \frac{hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0} \right)}{hc \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_0} \right)}$$

$$\Rightarrow \frac{W_1}{W_2} = \frac{\lambda_0 - \lambda_1}{\lambda_0 - \lambda_2} \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{0,45 - 0,4}{0,45 - 0,3} \cdot \frac{0,3}{0,4} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{W_1}{W_2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 8: Chiếu lần lượt 3 bức xạ có bước sóng theo tỉ lệ $\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 6 : 3 : 4$ vào một tấm kim loại thì nhận được vận tốc ban đầu cực đại của quang electron theo tỉ lệ $v_1 : v_2 : v_3 = 1 : 3 : k$. Trong đó k bằng

- A. $\sqrt{2}$. B. $\sqrt{3}$. C. 2. D. $\sqrt{5}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức $\frac{hc}{\lambda} = A + W_{\text{đmax}}$ viết gọn hơn $\varepsilon = A + W$

– Đối với bức xạ λ_1 làm chuẩn ta có: $\varepsilon_1 = A + W_1$ (1)

– Đối với bức xạ λ_2 ta có: $\varepsilon_2 = A + W_2$

Nhưng vì
$$\begin{cases} \lambda_1 : \lambda_2 = 6 : 3 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{3}{6}\lambda_1 = \frac{1}{2}\lambda_1 \Rightarrow \varepsilon_2 = 2\varepsilon_1 \\ v_1 : v_2 = 1 : 3 \Rightarrow \frac{W_1}{W_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9} \Rightarrow W_2 = 9W_1 \end{cases}$$

nên có thể viết lại $2\varepsilon_1 = A + 9W_1$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra
$$\begin{cases} \varepsilon_1 = 8W_1 \\ A = 7W_1 \end{cases}$$
 (3)

– Đối với bức xạ λ_3 mà $\lambda_1 : \lambda_3 = 6 : 4 \Rightarrow \lambda_3 = \frac{4}{6}\lambda_1 = \frac{2}{3}\lambda_1 \Rightarrow \varepsilon_3 = \frac{3}{2}\varepsilon_1$ nên có thể

viết $\frac{3}{2}\varepsilon_1 = A + W_3 \Rightarrow W_3 = \frac{3}{2}\varepsilon_1 - A$ (4)

Thay (3) vào (4) ta được $W_3 = \frac{3}{2}.8W_1 - 7W_1 = 5W_1$

$\Rightarrow \frac{v_1}{v_3} = \sqrt{\frac{W_1}{W_3}} = \sqrt{\frac{1}{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = \frac{1}{k} \Rightarrow k = \sqrt{5} \Rightarrow \text{Đáp án D.}$

Vi dụ 9: Chiếu ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,40 \mu\text{m}$ vào catốt của một tế bào quang điện làm bằng kim loại có công thoát $A = 2,48 \text{ eV}$. Nếu hiệu điện thế giữa anốt và catốt là $U_{AK} = 4 \text{ V}$ thì động năng lớn nhất của quang electron khi đập vào anốt là

A. $52,12 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. B. $6,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. C. $64 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. D. $45,72 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Năng lượng của photon ánh sáng tính theo đơn vị Jun:

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,4 \cdot 10^{-6}} = 4,969 \cdot 10^{-19} \text{ (J)}.$$

Công thoát $A = 2,48 \text{ eV} = 2,48 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,968 \cdot 10^{-19} \text{ (J)}.$

Từ $\varepsilon = A + W_{d_{\max}} \Rightarrow$ Động năng ban đầu cực đại khi electron vừa bứt ra khỏi catốt

$$\text{là: } W_{d_{\max}} = \varepsilon - A = 4,969 \cdot 10^{-19} - 3,968 \cdot 10^{-19} = 1,001 \cdot 10^{-19} \text{ (J)}.$$

Áp dụng định lí về độ biến thiên động năng $W_d - W_{d_0} = |e| \cdot U_{AK}$

ta được động năng cực đại của quang electron khi đập vào anốt là:

$$W_{d_{\max}} = |e| \cdot U_{AK} + W_{d_{\min}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 + 1,001 \cdot 10^{-19}$$

$$W_{d_{\max}} \approx 7,4 \cdot 10^{-19} \text{ (J)}$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 10: Khi chiếu vào catốt của một tế bào quang điện bằng xêri một bức xạ λ , người ta thấy vận tốc của quang electron cực đại tại anốt là $8 \cdot 10^5$ m/s nếu hiệu điện thế giữa anốt và catốt $U_{AK} = 1,2$ V. Hiệu điện thế hãm U_h đối với bức xạ trên là

A. 0,62 V.

B. 1,2 V.

C. -1,2 V.

D. 3,02 V.

Phân tích, hướng dẫn giải:

- Động năng cực đại của quang electron khi đập vào anốt:

$$W_{d_{\max}} = \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (8 \cdot 10^5)^2}{2} = 29,12 \cdot 10^{-20} \text{ (J)}.$$

- Từ định lí về độ biến thiên động năng $W_d - W_{d_0} = |e| \cdot U_{AK} \Rightarrow$ Động năng ban đầu cực đại khi vừa bứt ra khỏi catốt

$$W_{d_{\min}} = W_{d_{\max}} - |e| \cdot U_{AK} = 29,12 \cdot 10^{-20} - 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,2 = 0,992 \cdot 10^{-19} \text{ (J)}$$

$$\text{Mà } W_{d_{\min}} = e \cdot U_h \Rightarrow U_h = \frac{W_{d_{\min}}}{e} = \frac{0,992 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,62 \text{ (V)}$$

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 11: Công thoát electron của một kim loại dùng làm catốt của tế bào quang điện là $A = 3,5 \text{ eV}$. Chiếu vào catốt chùm sáng có bước sóng biến thiên từ $0,25 \mu\text{m}$ đến $0,68 \mu\text{m}$. Tính hiệu điện thế cần đặt vào giữa anốt và catốt để dòng quang điện triệt tiêu?

A. $U_{AK} \geq -1,2$ V

B. $U_{AK} \leq -1,47$ V

C. $U_{AK} \geq -1,47$ V

D. $U_{AK} \leq -1,2$ V

Phân tích, hướng dẫn giải:

Dòng quang điện là dòng chuyển dời của các electron từ catốt đến anốt. Để triệt tiêu dòng điện này, ta chỉ cần làm cho các electron có động năng lớn nhất không thể đến anốt là được. Theo công thức Anhxtanh $\frac{hc}{\lambda} = A + W_{\text{đmax}}$ thì những electron có động năng lớn nhất khi bước sóng của ánh sáng kích thích là nhỏ nhất $\Rightarrow$ Trọng chùm sáng có bước sóng biến thiên từ $0,25 \mu\text{m}$ đến $0,68 \mu\text{m}$, ta chỉ cần tìm U_h ứng với $\lambda = 0,25 \mu\text{m}$.

Năng lượng của photon ánh sáng tính theo đơn vị Jun:

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,25 \cdot 10^{-6}} = 79,5 \cdot 10^{-20} \text{ (J)}.$$

Theo công thức Anhxtanh $\varepsilon = A + W_{\text{đmax}} \Rightarrow \varepsilon = A + e \cdot U_h$

$$\Rightarrow U_h = \frac{\varepsilon - A}{e} = \frac{79,5 \cdot 10^{-20} - 3,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,47 \text{ (V)}.$$

Vậy để triệt tiêu dòng quang điện, hiệu điện thế giữa anốt và catốt phải là:

$$U_{AK} \leq -1,47 \text{ V} \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Chú ý: Chỉ cần khảo sát bước sóng nhỏ nhất cho các bài tìm $v_{\text{đmax}}$ hoặc hiệu điện thế hãm.

Bài tập vận dụng: Chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào catốt của tế bào quang điện người ta thấy có dòng quang điện xuất hiện. Vận tốc ban đầu của các electron quang điện có giá trị từ 0 đến $4 \cdot 10^5 \text{ m/s}$. Để triệt tiêu hoàn toàn dòng quang điện phải đặt giữa anốt và catốt của tế bào quang điện một hiệu điện thế

A. $U_{AK} = 0,455 \text{ V}.$

B. $U_{AK} = -0,455 \text{ V}.$

C. $U_{AK} = 0,9 \text{ V}.$

D. $U_{AK} = -0,9 \text{ V}.$

Ví dụ 12: Chiếu đồng thời hai bức xạ có bước sóng $0,452 \mu\text{m}$ và $0,243 \mu\text{m}$ vào catốt của một tế bào quang điện. Kim loại làm catốt có giới hạn quang điện là $0,5 \mu\text{m}$. Lấy $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ và $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. Vận tốc ban đầu cực đại của các electron quang điện bằng

A. $2,29 \cdot 10^4 \text{ m/s}.$ B. $9,24 \cdot 10^3 \text{ m/s}.$ C. $9,61 \cdot 10^5 \text{ m/s}.$ D. $1,34 \cdot 10^6 \text{ m/s}.$

(Trích ĐTTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Phân tích, hướng dẫn giải:

Mặc dù có hai bức xạ, nhưng để tìm vận tốc ban đầu cực đại của các electron quang điện, tương tự lập luận ở bài toán trên, ở đây ta chỉ cần tính với bức xạ có bước sóng ngắn – đó là $\lambda = 0,243 \mu\text{m}$.

$$\text{Theo công thức Anhxtanh } \frac{hc}{\lambda} = A + W_{\text{đmax}} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{mv_{\text{đmax}}^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_{\text{đmax}} = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{9,1 \cdot 10^{-31}} \left(\frac{1}{0,243 \cdot 10^{-6}} - \frac{1}{0,5 \cdot 10^{-6}} \right)}$$

$$\Rightarrow v_{\text{đmax}} = 9,61 \cdot 10^5 \text{ m/s} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Ví dụ 13: Chiều ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,3 \mu\text{m}$ vào catốt của một tế bào quang điện, dòng quang điện bão hòa có giá trị $1,8 \text{ mA}$. Biết hiệu suất lượng tử của hiện tượng quang điện $H = 1\%$. Công suất bức xạ mà catốt nhận được là

A. $1,49 \text{ W}$.

B. $0,149 \text{ W}$.

C. $0,745 \text{ W}$.

D. $7,45 \text{ W}$.

Phân tích, hướng dẫn giải:

Năng lượng của photon ánh sáng:

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,3 \cdot 10^{-6}} = 6,625 \cdot 10^{-19} \text{ (J)}.$$

$$\text{Từ } I = \frac{q}{t} = \frac{N_e \cdot e}{t} = n_e \cdot e$$

$\Rightarrow$ Số electron bật ra và đến được anốt trong một giây là:

$$n_e = \frac{I}{e} = \frac{1,8 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,125 \cdot 10^{16}$$

$$\text{Từ } H = \frac{n_p}{n_e} \cdot 100\%$$

$\Rightarrow$ Số photon chiếu tới catốt trong một giây là:

$$n_p = \frac{n_e}{H} \cdot 100\% = \frac{1,125 \cdot 10^{16}}{1\%} \cdot 100\% = 1,125 \cdot 10^{18}$$

Công suất bức xạ mà catốt nhận được là:

$$P = n_p \cdot \varepsilon = 1,125 \cdot 10^{18} \cdot 6,625 \cdot 10^{-19} = 7,45 \cdot 10^{-1} \text{ (W)} \Rightarrow \text{Đáp án C.}$$

Bài tập vận dụng: Chiếu vào bề mặt catốt của tế bào quang điện ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,25\mu\text{m}$. Biết cường độ dòng quang điện bão hòa $I_{bh} = 10\text{mA}$ và hiệu suất của hiện tượng quang điện là 20%. Công suất của chùm sáng bằng

- A. 0,08 W. B. 0,12 W. C. 0,248 W. D. 0,336 W.

Ví dụ 14: Chiếu ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,45\mu\text{m}$ có công suất bức xạ $P = 5\text{mW}$ vào catốt một tế bào quang điện. Cường độ dòng quang điện bão hòa là $I_{bh} = 1\text{mA}$. Hiệu suất quang điện là

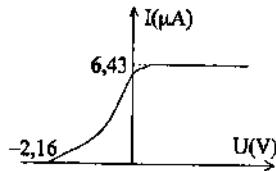
- A. $H = 35,5\%$. B. $H = 48,3\%$. C. $H = 55,2\%$. D. $H = 53,5\%$.

Hướng dẫn:

- Số photon đập vào catốt trong mỗi giây là: $n_p = \frac{P\lambda}{hc} = 11,32 \cdot 10^{15}$ hạt
- Số electron bật ra khỏi catốt trong mỗi giây: $n_e = \frac{I_{bh}}{e} = 6,25 \cdot 10^{15}$ hạt
- Hiệu suất quang điện: $H = \frac{n_e}{n_p} \cdot 100\% = 55,2\%$

$\Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 15: Một bức xạ đơn sắc có bước sóng λ và công suất P , khi chiếu vào bề mặt catốt của một tế bào quang điện thì người ta thu được đường đặc trưng như hình vẽ bên. Biết kim loại làm catốt có công thoát $A = 3,62 \cdot 10^{-19}\text{J}$ và hiệu suất quang điện của tế bào là $H = 0,01\%$. Công suất P của nguồn sáng là:



- A. $0,284 \cdot 10^{-2}\text{W}$. B. $0,284\text{W}$. C. $0,659 \cdot 10^{-2}\text{W}$. D. $2,84\text{W}$.

Phân tích, hướng dẫn giải:

- Từ các thông tin trên đường đặc trưng Vôn – Ampe của tế bào quang điện ta có: $I_{bh} = 6,43 \cdot 10^{-6}\text{A}$ và $U_k = 2,16\text{V}$.
- Từ $I = \frac{q}{t} = \frac{N_e \cdot e}{t} = n_e \cdot e \Rightarrow$ số electron bật ra và đến được anốt trong một giây là:

$$n_e = \frac{I}{e} = \frac{6,43 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 4,019 \cdot 10^{13}$$

Từ $H = \frac{n_e}{n_p} \cdot 100\% \Rightarrow$ số photon chiếu tới catôt trong một giây là:

$$n_p = \frac{n_e}{H} \cdot 100\% = \frac{4,019 \cdot 10^{13}}{0,01\%} \cdot 100\% = 4,019 \cdot 10^{17}$$

- Theo công thức Anhxtanh $\varepsilon = A + W_{\text{đmax}} \Rightarrow$ Năng lượng photon

$$\varepsilon = A + e \cdot U_h = 3,62 \cdot 10^{-19} + 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,16 = 7,076 \cdot 10^{-19} \text{ (J)}.$$

- Công suất nguồn sáng chiếu tới catôt là:

$$P = n_p \cdot \varepsilon = 4,019 \cdot 10^{17} \cdot 7,076 \cdot 10^{-19} = 28,4 \cdot 10^{-2} \text{ (W)}$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Vi dụ 16: Một tế bào quang điện mà catôt làm bằng xêđi có giới hạn quang điện $\lambda_0 = 650\text{nm}$. Chiếu vào catôt ánh sáng với công suất $P = 1\text{mW}$. Khi đó hiệu điện thế hãm đối với tế bào quang điện là $0,07\text{V}$. Biết rằng cứ mỗi photon đến catôt sẽ giải phóng 1 electron ra khỏi bề mặt catôt. Cường độ dòng bão hoà qua tế bào quang điện bằng

- A. $2,3 \cdot 10^{-4} \text{ A}$. B. $3,2 \cdot 10^{-4} \text{ A}$. C. $4,6 \cdot 10^{-4} \text{ A}$. D. $5,1 \cdot 10^{-4} \text{ A}$.

Phân tích, hướng dẫn giải:

- Cường độ dòng quang điện sẽ đạt bão hoà khi toàn bộ electron quang điện bật ra đều bay hết về anôt, ta có $I_{\text{bh}} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{e \cdot N_e}{\Delta t}$

- Công suất chiếu sáng là năng lượng photon đến catôt tính trong một đơn vị thời gian, ta có $P = \frac{\varepsilon \cdot N_p}{\Delta t} = \frac{hf \cdot N_p}{\Delta t}$

- Theo đầu bài thì cứ mỗi photon đến thì giải phóng một electron quang điện nên: $N_e = N_p$.

- Từ các biểu thức trên rút ra $I_{\text{bh}} = e \frac{P}{hf}$

$$\text{Mặt khác } hf = A + \frac{1}{2}mv_{\text{đmax}}^2 = h \frac{c}{\lambda_0} + eU_h \text{ nên } I_{\text{bh}} = \frac{eP\lambda_0}{hc + eU_h\lambda_0}$$

Thay số ta được $I_{\text{bh}} \approx 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ A} \Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 17: Chiếu vào catốt của một tế bào quang điện một bức xạ bước sóng λ với công suất P , ta thấy cường độ dòng quang điện bão hoà có giá trị I . Nếu tăng công suất bức xạ này thêm 20% thì thấy cường độ dòng quang điện bão hoà tăng 10%. Hiệu suất lượng tử sẽ

- A. tăng 8,3%. B. giảm 8,3%. C. tăng 15%. D. giảm 15%.

Phân tích, hướng dẫn giải:

$$\left. \begin{array}{l} H = \frac{n_e}{n_p} \\ \text{Ta có: } n_e = \frac{I}{e} \\ n_p = \frac{P}{\varepsilon} \end{array} \right\} \Rightarrow H = \frac{\varepsilon I}{e P} \Rightarrow \begin{cases} H = \frac{\varepsilon I}{e P} \\ H' = \frac{\varepsilon I'}{e P'} \end{cases}$$

$$\text{Theo đề ra } \begin{cases} P' = P + \frac{20}{100}P = 1,2P \\ I' = I + \frac{10}{100}I = 1,1I \end{cases} \Rightarrow H' = \frac{\varepsilon I'}{e P'} = \frac{\varepsilon 1,1I}{e 1,2P} = \frac{11}{12}H$$

$$\text{Nhận thấy } H' < H \Rightarrow \text{Hiệu suất giảm } \frac{\Delta H}{H} = \frac{H - H'}{H} = \frac{H - \frac{11}{12}H}{H} = \frac{1}{12} = 8,3\%$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Chú ý: Bài toán trên có thể giải nhanh theo lập luận sau:

- Vì số photon tỉ lệ với công suất chùm sáng nên khi công suất chùm sáng tăng thêm 20% thì số photon cũng tăng thêm 20% $\Rightarrow n_p' = n_p + \frac{20}{100}n_p = 1,2n_p$.

- Và vì cường độ dòng quang điện bão hoà tăng 10% nên số electron cũng tăng 10% $\Rightarrow n_e' = n_e + 0,1n_e = 1,1n_e$.

$$\text{Hiệu suất } H' = \frac{n_e'}{n_p'} = \frac{1,1n_e}{1,2n_p} = \frac{11}{12}H$$

$$\text{Nhận thấy } H' < H \Rightarrow \text{Hiệu suất giảm } \frac{\Delta H}{H} = \frac{H - H'}{H} = \frac{H - \frac{11}{12}H}{H} = \frac{1}{12} = 8,3\%$$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 18: Chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,546 \mu\text{m}$ lên một tấm kim loại có giới hạn quang điện λ_0 . Dùng màn chắn tách ra một chùm hẹp các electron quang điện và cho chúng bay vào từ trường đều theo hướng vuông góc với các đường cảm ứng từ có $B = 10^{-4} \text{ T}$. Biết bán kính cực đại của quỹ đạo của các electron là $R = 23,32 \text{ mm}$. Giới hạn quang điện λ_0 là

- A. $0,76 \mu\text{m}$. B. $0,6 \mu\text{m}$. C. $0,69 \mu\text{m}$. D. $0,12 \mu\text{m}$.

Phân tích, hướng dẫn giải:

Khi bay vào vùng từ trường đều theo hướng vuông góc với các đường cảm ứng từ, lực do từ trường tác dụng lên electron buộc electron chuyển động tròn đều. Lực Lorentz đóng vai trò lực hướng tâm nên ta có $f = F_{\text{ht}}$

$$\Rightarrow eBv \cdot \sin\alpha = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow eB = \frac{mv}{R} \quad (*)$$

Vì bán kính của các electron này cực đại nên chúng có vận tốc ban đầu cực đại

$$\Rightarrow v_{0\text{max}} = \frac{eBR_{\text{max}}}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-4} \cdot 23,32 \cdot 10^{-3}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 4,1 \cdot 10^5 (\text{m/s})$$

Thay các giá trị vào công thức Anhxtanh $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{0\text{max}}^2$ cuối cùng ta thu được: $\lambda_0 = 0,69 \mu\text{m} \Rightarrow$ Đáp án C.

Chú ý: Cần nhớ công thức trung gian (*) ở trên để vận dụng giải nhanh cho nhiều bài toán xuôi ngược thường gặp như: Bài toán cho λ , λ_0 , B. Tìm R_{max} ; Bài toán cho λ_0 , B, R_{max} . Tìm λ ; ...

Ví dụ 19: Chiếu bức xạ vào catốt một tế bào quang điện có electron (e) quang điện bật ra. Muốn triệt tiêu dòng quang điện cần một hiệu điện thế hãm $U_h = 1,3\text{V}$. Nếu cho e bay vào vùng từ trường đều có cường độ từ trường $B = 6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ vuông góc với đường sức từ trường thì e chuyển động tròn đều với bán kính là

- A. $R = 0,64 \text{ m}$. B. $R = 0,064 \text{ m}$. C. $R = 0,64 \text{ cm}$. D. $R = 0,064 \text{ cm}$.

Phân tích, hướng dẫn giải:

- Điều kiện để triệt tiêu dòng quang điện:

$$U_h |e| = \frac{1}{2} m_e v_{0\text{max}}^2 \Rightarrow v_{0\text{max}} = \sqrt{\frac{2U_h |e|}{m_e}} = 6,76 \cdot 10^5 \text{ m/s}.$$

- Khi e bay trong từ trường theo quỹ đạo tròn, lực Lorentz đóng vai trò là lực

hướng tâm. Ta có: $B|e|v_{0\text{max}} = \frac{m_e v_{0\text{max}}^2}{R_{\text{max}}} \Rightarrow R_{\text{max}} = \frac{m_e v_{0\text{max}}}{B|e|} = 0,064 \text{ m} \Rightarrow$ Đáp án B.

Bài tập vận dụng: Khi chiếu một bức xạ có bước sóng $0,546 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ vào bề mặt catốt của một tế bào quang điện. Dùng màn chắn tách ra một chùm hẹp các electron quang điện có vận tốc cực đại và hướng nó vào một từ trường đều cảm ứng từ $B = 10^{-4} \text{ T}$ vuông góc với phương vận tốc ban đầu của electron, quỹ đạo electron đi trong từ trường là đường tròn có bán kính cực đại R_{max} . Biết vận tốc ban đầu cực đại của electron bằng $0,41 \cdot 10^6 \text{ m/s}$, điện tích và khối lượng của electron $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. Bán kính cực đại R_{max} bằng

- A. 2,202cm. B. 2,332cm. C. 2,202mm. D. 2,332mm.

Ví dụ 20: Chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,48 \mu\text{m}$ lên một tấm kim loại có công thoát $A = 2,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Dùng màn chắn tách ra một chùm hẹp các electron quang điện và hướng chúng bay theo chiều vector cường độ điện trường có $E = 1000 \text{ V/m}$. Quỹ đạo tối đa mà electron chuyển động được theo chiều vector cường độ điện trường là

- A. 0,11cm. B. 0,37cm. C. 0,83cm. D. 1,3cm.

Phân tích, hướng dẫn giải:

- Từ công thức Anhtanh $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2$ ta được vận tốc bật ra của electron:

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{\frac{2hc}{\lambda} - 2A}{m}} = \sqrt{\frac{\frac{2 \cdot 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,48 \cdot 10^{-6}} - 2 \cdot 2,4 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 0,62 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

- Vì electron mang điện tích âm nên lực điện tác dụng lên nó ngược chiều với vector cường độ điện trường. Lực này ngược chiều với chiều chuyển động và không đổi nên làm cho electron chuyển động chậm dần đều với gia tốc:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1000}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,76 \cdot 10^{14} \text{ m/s}^2$$

- Do vận tốc giảm dần, sau khi đi được đoạn đường S thì vận tốc bằng 0, từ công thức $v_f^2 - v_0^2 = 2aS$ ta có quãng đường đi được là:

$$S = \frac{v_f^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0^2 - (0,62 \cdot 10^6)^2}{2 \cdot (-1,76 \cdot 10^{14})} = 0,109 \cdot 10^{-2} \text{ m} \approx 0,11 \text{ cm}$$

⇒ Đáp án A.

Ví dụ 21: Một tế bào quang điện có anốt và catốt đều là những bản kim loại phẳng, đặt song song, đối diện nhau và cách nhau một khoảng d . Giữa anốt và catốt đặt một hiệu điện thế U_{AK} sao cho $U_{AK} > 0$, sau đó chiếu vào một điểm cố định ở giữa trên catốt một bức xạ λ . Gọi U_h là hiệu điện thế hãm với bức xạ này. Trên anốt, bán kính lớn nhất mà electron đập vào là

A. $R = d \frac{U_h}{U_{AK}}$ B. $R = 2d \sqrt{\frac{U_h}{U_{AK}}}$ C. $R = d \sqrt{\frac{U_{AK}}{U_h}}$ D. $R = 2d \sqrt{\frac{U_{AK}}{U_h}}$

Phân tích, hướng dẫn giải:

Sau khi bật ra khỏi catốt, electron có thể bay theo mọi phương, chúng chuyển động theo những đường parabol khác nhau. Những electron nào bay ra theo phương song song với hai bản sẽ cho tầm xa lớn nhất. Với những electron này, chuyển động của nó được phân tích thành 2 thành phần:

– Thành phần Oy chuyển động nhanh dần đều với phương trình:

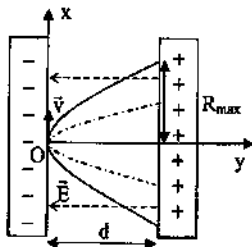
$$y = v_{Oy} \cdot t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2} = \frac{Ft^2}{m \cdot 2} = \frac{eEt^2}{2m} = \frac{eU_{AK}t^2}{2md}$$

Khi đến bản dương thì $y = d$ nên $d = \frac{eU_{AK}t^2}{2md} \Rightarrow t = d \sqrt{\frac{2m}{eU_{AK}}}$

– Thành phần Ox chuyển động thẳng đều với phương trình $x = v_{Ox} \cdot t = v \cdot t$

Bán kính là tầm xa mà electron đạt được: $R = x = v \cdot t = v \cdot d \sqrt{\frac{2m}{eU_{AK}}} = d \sqrt{\frac{2mv^2}{eU_{AK}}}$

Mặt khác $\frac{mv^2}{2} = eU_h$ nên $R = d \sqrt{\frac{2mv^2}{eU_{AK}}} = d \sqrt{\frac{2 \cdot 2eU_h}{eU_{AK}}} = 2d \sqrt{\frac{U_h}{U_{AK}}} \Rightarrow$ Đáp án B.



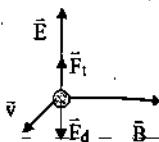
Ví dụ 22: Vùng không gian có cả điện trường đều $\vec{E}$ và từ trường đều $\vec{B}$ vuông góc với nhau với độ lớn $E = 10^6$ V/m, $B = 0,2$ T. Chiếu bức xạ có bước sóng λ lên một tấm kim loại có công thoát $A = 3$ eV. Dùng màn chắn tách ra một chùm hẹp các electron quang điện có vận tốc lớn nhất và hướng chúng bay theo phương vuông góc với từ trường $\vec{B}$ thì thấy chúng chuyển động không bị lệch hướng. Bước sóng λ của ánh sáng kích thích bằng

A. $0,168 \mu\text{m}$ B. $0,0168 \mu\text{m}$ C. $0,36 \mu\text{m}$ D. $0,48 \mu\text{m}$

Phân tích, hướng dẫn giải:

– Để electron không bị lệch hướng trong môi trường có cả điện trường và từ trường thì lực điện trường và lực Lorenxơ tác dụng vào electron phải ngược chiều và có độ lớn bằng nhau, vậy ta có:

$$eE = eBv_{0\max} \Rightarrow v_{0\max} = \frac{E}{B} = \frac{10^6}{0,2} = 5.10^6 \text{ m/s}$$



~ Từ công thức Anhxtanh: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2$ ta có bước

sóng λ của ánh sáng kích thích bằng

$$\lambda = \frac{2hc}{2A + mv_{0\max}^2} = \frac{2.6,626.10^{-34}.3.10^8}{2.3.1,6.10^{-19} + 9,1.10^{-31}(5.10^6)^2} = 1,68.10^{-8} \text{ m} = 0,0168 \mu\text{m}$$

⇒ Đáp án B.

Bài tập vận dụng: Chiếu một bức xạ điện từ vào tấm vonfram thì thấy hiện tượng quang điện xảy ra. Cho các electron quang điện có động năng ban đầu cực đại bay vào vùng không gian có điện trường đều và từ trường đều có hướng vuông góc với nhau thì thấy rằng electron không bị lệch trong khi chuyển động. Biết cường độ điện trường bằng 10 kV/m, cảm ứng từ bằng 10mT và công thoát của vonfram $A = 7,2.10^{-19} \text{ J}$. Bước sóng của bức xạ điện từ kích thích bằng

- A. 0,17 μm . B. 0,34 μm . C. 0,51 μm . D. 0,68 μm .

Ví dụ 23: Chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda = 4850 \text{ \AA}$ vào catốt một tế bào quang điện có công thoát $A_0 = 2,1 \text{ eV}$, electron bật ra cho bay vào vùng điện trường của một tụ điện và từ trường với vector vận tốc $\vec{v}_{0\max}$ vuông góc với vector cường độ điện trường $\vec{E}$ và vector cảm ứng từ $\vec{B}$, cảm ứng từ có cường độ từ trường $B = 10^{-4} \text{ T}$ thì electron vận chuyển động thẳng đều. Biết 2 bản cực tụ điện cách nhau $d = 1 \text{ cm}$. Hiệu điện thế 2 bản tụ điện là

- A. 0,4V. B. 4V. C. 0,2V. D. 2V.

Phân tích, hướng dẫn giải:

– Theo công thức Anhxtanh: $\frac{hc}{\lambda} = A_0 + \frac{1}{2}m_e v_{0\max}^2 \Rightarrow v_{0\max} = 0,4.10^5 \text{ m/s}$

– Khi electron vận chuyển động thẳng đều trong vùng có cả điện trường và từ trường thì lực điện trường và lực Lorenxơ phải cân bằng nhau:

$$\frac{U}{d}|e| = B.v_{0\max}|e| \Rightarrow U = B.v_{0\max}.d = 0,4 \text{ V} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Bài 1: Chiếu bức xạ có bước sóng λ vào catốt của tế bào quang điện có công thoát $A = 2,5\text{eV}$. Vận tốc ban đầu cực đại của electron quang điện bật ra từ catốt là $v_{0\max} = 5,10^5\text{m/s}$ (cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34}\text{J.s}$; $c = 3,10^8\text{m/s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$). Bức xạ trên có bước sóng là

- A. $0,287\mu\text{m}$. B. $0,388\mu\text{m}$. C. $0,487\mu\text{m}$. D. $0,587\mu\text{m}$.

Bài 2: Khi có hiện tượng quang điện xảy ra trong tế bào quang điện, phát biểu nào sau đây là sai?

- A. Giữ nguyên chùm sáng kích thích, thay đổi kim loại làm catốt thì động năng ban đầu cực đại của electron quang điện thay đổi.
B. Giữ nguyên cường độ chùm sáng kích thích và kim loại dùng làm catốt, giảm tần số của ánh sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của electron quang điện giảm.
C. Giữ nguyên tần số của ánh sáng kích thích và kim loại làm catốt, tăng cường độ chùm sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của electron quang điện tăng.
D. Giữ nguyên cường độ chùm sáng kích thích và kim loại dùng làm catốt, giảm bước sóng của ánh sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của electron quang điện tăng.

Bài 3: Trong thí nghiệm với tế bào quang điện, phát biểu nào dưới đây là đúng?

- A. Với các kim loại khác nhau được dùng làm catốt đều có cùng một giới hạn quang điện xác định.
B. Khi có hiện tượng quang điện, cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ nghịch với cường độ của chùm sáng kích thích.
C. Ứng với mỗi kim loại dùng làm catốt, giá trị của hiệu điện thế hãm không phụ thuộc vào tần số ánh sáng kích thích.
D. Công thoát của electron khỏi mặt một kim loại được dùng làm catốt không phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng kích thích.

Bài 4: Chiếu một bức xạ từ có bước sóng $\lambda = 0,546\mu\text{m}$ lên bề mặt kim loại dùng làm catốt của một tế bào quang điện, thu được dòng bão hòa có cường độ $I_0 = 2,10^{-3}\text{A}$. Công suất của bức xạ điện từ là $1,515\text{W}$. Tỉ số giữa số electron bật khỏi catốt và số photon đập vào catốt trong mỗi giây (gọi là hiệu suất lượng tử) có thể nhận giá trị đúng nào trong các giá trị sau?

- A. $H = 0,3 \cdot 10^{-2}$. B. $H = 0,3 \cdot 10^{-4}$. C. $H = 0,5 \cdot 10^{-2}$. D. $H = 0,7 \cdot 10^{-2}$.

Bài 5: Chiều bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,552\mu\text{m}$ với công suất $P = 1,2\text{W}$ vào catot của một tế bào quang điện, dòng quang điện bão hòa có cường độ $I_{bh} = 2\text{mA}$. Cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34}\text{Js}$; $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$. Tính hiệu suất lượng tử của hiện tượng quang điện.

- A. 0,37% B. 0,425% C. 0,55% D. 0,65%

Bài 6: Đối với ánh sáng kích thích có bước sóng $0,40\mu\text{m}$ thì độ nhạy phổ của một tế bào quang điện là $J = 4,8\text{mA/W}$ (nghĩa là, khi chùm sáng tới có công suất 1W thì cường độ dòng quang điện bão hòa bằng $4,8\text{mA}$). Hiệu suất lượng tử của tế bào quang điện là

- A. 3,51%. B. 2,51%. C. 1,51%. D. 1,49%.

Bài 7: Một bóng đèn có công suất $1,5\text{W}$, phát ra bức xạ có bước sóng $0,4\mu\text{m}$ đập vào catot của một tế bào quang điện. Nếu mỗi photon tới làm bức xạ ra 1 quang electron thì cường độ dòng quang điện bão hòa là

- A. 128 mA. B. 279 mA. C. 483 mA. D. 862 mA.

Bài 8: Chiếu lần lượt hai ánh sáng có bước sóng $\lambda_1 = 0,35\mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,54\mu\text{m}$ vào một tấm kim loại, ta thấy tỉ số các vận tốc ban đầu cực đại của các quang electron bằng 2. Công thoát electron của kim loại đó là

- A. 2,1eV. B. 1,9eV. C. 2eV. D. 1,6eV.

Bài 9: Công thoát của electron khỏi kim loại đồng $4,47\text{eV}$. Cho biết hằng số Planck là $h = 6,625 \cdot 10^{-34}\text{Js}$, vận tốc của ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$. Chiếu một bức xạ điện từ có bước sóng $\lambda < \lambda_0$ vào một tấm đồng đặt cô lập thì tấm đồng đạt được hiệu điện thế cực đại là 5V . Bước sóng của bức xạ này là

- A. $\lambda = 1,3\mu\text{m}$. B. $\lambda = 13,1\mu\text{m}$. C. $\lambda = 0,13\mu\text{m}$. D. $\lambda = 131\mu\text{m}$.

Bài 10: Một điện cực phẳng M bằng kim loại có giới hạn quang điện $\lambda_0 = 332\text{nm}$, được rọi bằng bức xạ có bước sóng $\lambda = 83\text{nm}$. Giả sử khi electron vừa bứt ra khỏi M, nó gặp ngay một điện trường cản có $E = 750\text{V/m}$. Electron chỉ có thể rời xa M một khoảng tối đa là

- A. $l = 0,015\text{cm}$. B. $l = 15\text{cm}$. C. $l = 0,15\text{cm}$. D. $l = 1,5\text{cm}$.

Phần 5: THIÊN HÀ. THUYẾT VỤ NỔ LỚN

1. Thiên hà

Các sao tồn tại trong vũ trụ thành những hệ thống tương đối độc lập với nhau. Mỗi hệ thống như vậy gồm hàng trăm tỉ sao, được gọi là thiên hà.

a) Các loại thiên hà

– Thiên hà có hình dạng dẹt như cái đĩa có những cánh tay xoắn ốc, chứa nhiều khí, gọi là thiên hà xoắn ốc.

– Thiên hà hình elip, chứa ít khí và có khối lượng trải ra trên một dải rộng, gọi là thiên hà elip.

– Thiên hà không có hình dạng xác định, trông như những đám mây, gọi là thiên hà không định hình.

b) Thiên hà của chúng ta

– Thiên Hà của chúng ta là loại thiên hà xoắn ốc, có đường kính khoảng 100 nghìn năm ánh sáng và có khối lượng bằng khoảng 150 tỉ lần khối lượng Mặt Trời. Phần giữa phình to, ngoài mép dẹt, bề dày chỗ phồng to nhất vào khoảng 15.000 năm ánh sáng.

– Hệ Mặt Trời nằm trên mặt phẳng qua tâm và vuông góc với trục của Thiên Hà, cách tâm khoảng $\frac{2}{3}$ bán kính của nó.

– Từ Trái Đất, chúng ta chỉ nhìn được hình chiếu của Thiên Hà trên vòm trời, như một dải sáng trải ra trên bầu trời đêm, thường được gọi là dải Ngân Hà.

c) Nhóm thiên hà. Siêu nhóm thiên hà

Các thiên hà có xu hướng hợp lại với nhau thành nhóm gồm từ vài chục đến vài nghìn thiên hà.

Các nhóm thiên hà lại tập hợp thành Siêu nhóm thiên hà hay Đại thiên hà.

2. Thuyết vụ nổ lớn

Thuyết vụ nổ lớn cho rằng Vũ trụ được tạo ra bởi một vụ nổ “cực lớn, mạnh” cách đây khoảng 14 tỉ năm, hiện nay đang dần nở và loãng dần. Vụ nổ nguyên thủy này được đặt tên là Big Bang.

Các sự kiện thiên văn quan trọng ủng hộ sự đúng đắn của thuyết Big Bang:

a) Vũ trụ dân nở

Quan sát được các thiên hà càng xa bao nhiêu, chúng ta càng thăm dò được trạng thái của Vũ trụ trong quá khứ xa xưa bấy nhiêu. Các quan sát thiên văn dựa vào các dụng cụ ngày càng hiện đại cho thấy, số các thiên hà trong quá khứ nhiều hơn hiện nay. Điều đó chứng tỏ rằng, vũ trụ không ở trong trạng thái ổn định mà đã có biến đổi: Vũ trụ trong quá khứ “đặc” hơn bây giờ. Năm 1929, nhà thiên văn học người Mỹ Hóp-bon đã dựa vào hiệu ứng Dop-ple đã phát hiện thấy rằng các thiên hà xa xăm rải rác khắp bầu trời đều lùi ra xa Hệ Mặt Trời của chúng ta. Hơn nữa, ông còn tìm thấy rằng, tốc độ lùi ra xa của thiên hà tỉ lệ với khoảng cách d giữa thiên hà và chúng ta là $v = H.d$ với H là một hằng số, gọi là hằng số Hóp-bon có trị số $H = 1,7.10^{-2}$ m/s. năm ánh sáng (1 năm ánh sáng = $9,46.10^{12}$ km). Đó là bằng chứng chứng tỏ Vũ trụ đang dân nở.

b) Bức xạ “nền” Vũ trụ

Năm 1965 hai nhà vật lí thiên văn người Mỹ, Pen-di-át và Uyn-xon đã tình cờ phát hiện ra một bức xạ “lạ” khi họ đang thử máy thu tín hiệu trên bước sóng 3cm. Sau đó, họ đã khẳng định được rằng bức xạ này được phát đồng đều từ tứ phía trong không trung và tương ứng với bức xạ nhiệt của vật ở khoảng 3K (chính xác là 2,735K); bức xạ này được gọi tắt là bức xạ 3K. Kết quả thu được đã chứng tỏ bức xạ đó là bức xạ được phát ra từ phía từ Vũ trụ nay đã nguội và được gọi là bức xạ “nền” Vũ trụ.

Hai sự kiện thiên văn quan trọng nêu trên và một số sự kiện thiên văn khác đã minh chứng cho tính đúng đắn của Thuyết Big Bang.

Ví dụ: Tốc độ lùi của một thiên hà cách chúng ta một trăm nghìn năm ánh sáng là

- A. 170 m/s. B. 1700 m/s. C. 340 m/s. D. 3400 m/s.

Phân tích, hướng dẫn:

$$\text{Chọn B vì } v = H.d = 1,7.10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s.NAS}} . 100000 \text{NAS} = 1700 \text{m/s}$$

Bài tập vận dụng: Một thiên hà ở xa có tốc độ lùi ra xa Hệ Mặt Trời của chúng ta là 3,4 km/s. Khoảng cách từ thiên hà đó tới Hệ Mặt Trời là

- A. 2.10^5 năm ánh sáng. B. 3.10^5 năm ánh sáng.
C. 4.10^5 năm ánh sáng. D. 5.10^5 năm ánh sáng.

GIỚI THIỆU MỘT SỐ ĐỀ THI

ĐỀ SỐ 01

Câu 1: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = A \cos(\omega t + \varphi)$. Tại thời điểm pha của dao động là $\frac{3\pi}{4}$ thì

- A. vật có vận tốc và gia tốc cùng hướng theo chiều dương của trục toạ độ.
- B. vật có vận tốc và gia tốc cùng hướng ngược chiều dương của trục toạ độ.
- C. vật chuyển động theo chiều dương với gia tốc hướng ngược chiều dương của trục toạ độ.
- D. vật chuyển động ngược chiều dương với gia tốc hướng theo chiều dương của trục toạ độ.

Câu 2: 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. 4 cm.
- B. $4\sqrt{2}$ cm.
- C. $4\sqrt{3}$ cm.
- D. 6 cm.

Câu 3: Con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm vật nặng khối lượng $m = 200\text{g}$ treo vào đầu một lò xo nhẹ có độ cứng $k = 50\text{N/m}$. Đầu trên của lò xo được treo cố định bởi một sợi dây mềm. Kéo vật xuống dưới vị trí cân bằng theo phương thẳng đứng một đoạn Δl rồi thả nhẹ cho vật dao động. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Muốn cho vật dao động điều hòa thì

- A. $\Delta l > 5\text{cm}$.
- B. $\Delta l > 4\text{cm}$.
- C. $\Delta l \leq 4\text{cm}$.
- D. $4\text{cm} < \Delta l \leq 5\text{cm}$.

Câu 4: Một chất điểm dao động điều hoà có vận tốc bằng không tại hai thời điểm liên tiếp là $t_1 = 2,2\text{ s}$ và $t_2 = 2,9\text{ s}$. Tính từ thời điểm ban đầu 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 5: 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. Con lắc nặng tắt dần nhanh hơn.
- B. Con lắc nhẹ tắt dần nhanh hơn.
- C. Biên độ của hai con lắc giảm theo thời gian với tốc độ như nhau.
- D. Biên độ của con lắc nhẹ giảm chậm hơn biên độ của con lắc nặng.

Câu 6: Một con lắc đơn gồm dây treo có chiều dài $l = 1\text{m}$, quả cầu có khối lượng $m = 100\text{ (g)}$ và mang điện tích $q = 2 \cdot 10^{-5}\text{ (C)}$ đặt trong điện trường đều có vector cường độ điện trường hướng theo phương ngang, độ lớn $E = 5 \cdot 10^4\text{ (V/m)}$. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng theo chiều của vector cường độ điện trường sao cho dây treo lệch với phương thẳng đứng một góc 54° rồi buông nhẹ. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Tốc của vật khi đi nó qua vị trí cân bằng là

- A. $0,5\text{ m/s}$
- B. $2,87\text{ m/s}$
- C. $0,73\text{ m/s}$
- D. $0,59\text{ m/s}$.

Câu 7: Một con lắc đơn dao động điều hoà trong điện trường đều có $\vec{E}$ hướng thẳng xuống. Khi vật chưa tích điện thì chu kì dao động là $T_0 = 2\text{s}$, khi vật treo lần lượt tích điện q_1 và q_2 thì chu kì dao động tương ứng là $T_1 = 2,5\text{s}$ và $T_2 = 1,6\text{s}$. Tỉ số $\frac{q_1}{q_2}$ là

- A. $-0,44$.
- B. $-0,54$.
- C. $-0,64$.
- D. $-1,85$.

Câu 8: Cho hai dao động điều hoà cùng phương: $x_1 = 2\cos(4t + \varphi_1)\text{ (cm)}$; $x_2 = 2\cos(4t + \varphi_2)\text{ (cm)}$ với $0 \leq \varphi_2 - \varphi_1 \leq \pi$. Biết phương trình dao động tổng hợp $x = 2\cos\left(4t + \frac{\pi}{6}\right)\text{ (cm)}$. Giá trị của φ_1 là

- A. $\frac{\pi}{6}$.
- B. $-\frac{\pi}{6}$.
- C. $\frac{\pi}{2}$.
- D. $-\frac{\pi}{2}$.

Câu 9: Một vật dao động chịu tác dụng của một ngoại lực biến thiên tuần hoàn theo thời gian thì dao động ổn định của vật có

- A. tần số dao động chỉ phụ thuộc vào cường độ của ngoại lực.
- B. biên độ dao động không phụ thuộc vào ngoại lực.
- C. biên độ dao động phụ thuộc vào cả ngoại lực và đặc tính của hệ.
- D. tần số dao động phụ thuộc vào đặc tính của hệ và của ngoại lực.

Câu 10: Trong một bài hát có câu “cung thanh là tiếng mẹ, cung trầm là giọng cha”, “thanh” và “trầm” là nói đến đặc tính nào của âm?

- A. Độ to của âm
- B. Năng lượng của âm
- C. Âm sắc của âm
- D. Độ cao của âm

Câu 11: Trên mặt hồ đủ rộng, một cái phao nhỏ nổi trên mặt nước tại một ngọn sóng dao động với phương trình $u = 5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm. Vào buổi tối, người ta

chiếu sáng mặt hồ bằng những chớp sáng đều đặn cứ 0,5(s) một lần. Khi đó người quan sát sẽ thấy cái phao

- A. dao động với biên độ 5cm nhưng tiến dần ra xa nguồn.
- B. dao động tại một vị trí xác định với biên độ 5cm.
- C. dao động với biên độ 5cm nhưng tiến dần lại gần nguồn.
- D. đứng yên.

Câu 12: Khi hiện tượng giao thoa xảy ra thì tại một điểm

- A. biên độ dao động tại đó biến thiên tuần hoàn theo thời gian.
- B. độ lệch pha của hai sóng tại đó biến thiên theo thời gian.
- C. pha dao động của phần tử môi trường tại đó biến thiên theo thời gian.
- D. pha dao động của phần tử môi trường tại đó biến thiên điều hoà theo thời gian.

Câu 13: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1, S_2 cách nhau 130cm dao động cùng pha. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số $f = 5\text{Hz}$, vận tốc truyền sóng $v = 150\text{ cm/s}$. Gọi M là điểm nằm trên đường thẳng vuông góc với S_1S_2 tại S_1 ở đó dao động với biên độ cực đại. Đoạn S_1M có giá trị nhỏ nhất là

- A. 10,42cm.
- B. 9,63cm.
- C. 12,24cm.
- D. 15,36cm.

Câu 14: Cho sợi dây AB chiều dài L, đầu A được nối với nguồn dao động (được xem gần đúng là nút khi tạo sóng dừng). Khi thay đổi tần số dao động của nguồn, thấy rằng tần số nhỏ nhất để tạo ra sóng dừng là 100 Hz, tần số liền kề để vẫn tạo ra sóng dừng là 200 Hz. Chọn câu đúng.

- A. Đầu B cố định.
- B. Đầu B tự do.
- C. Trường hợp đề bài đưa ra không thể xảy ra.
- D. Đề bài chưa đủ dữ kiện để kết luận.

Câu 15: Một sóng dừng trên sợi dây căng ngang với hai đầu cố định, bụng sóng dao động với biên độ bằng 16mm. Người ta quan sát thấy những điểm có cùng biên độ ở gần nhau cách đều nhau 10 cm. Bước sóng và biên độ dao động của những điểm cùng biên độ nói trên là

A. 20 cm và $8\sqrt{3}$ mm.

B. 40 cm và $8\sqrt{3}$ mm.

C. 20 cm và $8\sqrt{2}$ mm.

D. 40 cm và $8\sqrt{2}$ mm.

Câu 16: Mạch xoay chiều RLC nối tiếp. Trường hợp nào sau đây điện áp hai đầu mạch cùng pha với điện áp hai đầu điện trở R?

A. Thay đổi C để $U_{R\max}$.

B. Thay đổi L để $U_{L\max}$.

C. Thay đổi f để $U_{C\max}$.

D. Thay đổi R để $U_{C\max}$.

Câu 17: Cho đoạn mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây thuần cảm L , tụ điện C và biến trở R mắc nối tiếp. Khi đặt vào hai đầu mạch một hiệu điện thế xoay chiều

ôn định có tần số f thì thấy $LC = \frac{1}{4\pi^2 f^2}$. Khi thay đổi R thì

A. hệ số công suất trên mạch thay đổi.

B. độ lệch pha giữa u và i thay đổi.

C. công suất tiêu thụ trên mạch thay đổi.

D. hiệu điện thế giữa hai đầu biến trở thay đổi.

Câu 18: Mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần $R = 30\Omega$ mắc nối tiếp với cuộn dây. Đặt vào hai đầu mạch một điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Điện áp 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 . Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch U có giá trị

A. 90 V.

B. $60\sqrt{2}$ V.

C. $60\sqrt{3}$ V.

D. $30\sqrt{6}$ V.

Câu 19: Cho mạch điện gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L mắc nối tiếp với một điện trở thuần R và mắc vào hiệu điện thế xoay chiều. Các giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện trong mạch là 0,5A, của hiệu điện thế trên điện trở và cuộn cảm lần lượt là 85V và 125V. Từ các số liệu trên, ta không thể xác định được những yếu tố nào sau đây?

(1) Điện trở R

(2) Độ tự cảm L

(3) Hiệu điện thế toàn mạch

(4) Hệ số công suất $\cos \varphi$

(5) Tổng trở Z

(6) Pha ban đầu của hiệu điện thế

A. (6).

B. (2), (6).

C. (3), (6).

D. (2), (3), (5).

Câu 20: Lần lượt đặt vào hai đầu một đoạn mạch RLC mắc nối tiếp các điện áp u_1, u_2, u_3 có cùng giá trị hiệu dụng nhưng tần số khác nhau, thì cường độ dòng điện trong mạch tương ứng là $i_1 = I_0 \cos(160\pi t + \varphi_1)$; $i_2 = I_0 \cos(90\pi t + \varphi_2)$; $i_3 = I\sqrt{2} \cos(120\pi t + \varphi_3)$. Hệ thức đúng là

A. $I > \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.

B. $I \leq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.

C. $I < \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.

D. $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.

Câu 21: Đặt vào hai đầu một cuộn dây không thuần cảm một hiệu điện thế xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi_u)$ (V) thì cường độ dòng điện qua mạch có phương trình $i = I\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ (A). Nếu mắc nối tiếp thêm một tụ có điện dung C vào mạch thì cường độ dòng điện là $i' = I\sqrt{2}\cos(\omega t + \pi)$ (A). Giá trị φ_u là

A. $\frac{\pi}{4}$.

B. $\frac{3\pi}{4}$.

C. $-\frac{\pi}{4}$.

D. $-\frac{\pi}{2}$.

Câu 22: Cho đoạn mạch xoay chiều gồm hai phần tử X và Y mắc nối tiếp. Khi đặt vào hai đầu mạch hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng U thì hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu phần tử X là $\sqrt{3}U$, giữa hai đầu phần tử Y là $2U$. Hai phần tử X, Y tương ứng là:

A. Cuộn dây và điện trở thuần.

B. Tụ điện và cuộn dây thuần cảm

C. Tụ điện và điện trở thuần.

D. Tụ điện và cuộn dây không thuần cảm.

Câu 23: Cho mạch điện gồm ba phần tử R, L, C mắc nối tiếp, dòng điện trong mạch có biểu thức: $i = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A). Điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong $\frac{1}{4}$ chu kì kể từ lúc dòng điện bị triệt tiêu là

A. 0

B. $\frac{1}{100\pi}$ C.

C. $\frac{1}{50\pi}$ C.

D. $\frac{1}{150\pi}$ C.

Câu 24: Một máy biến áp có các cuộn dây sơ cấp, thứ cấp đều lí tưởng với số vòng dây tương ứng N_1, N_2 với $\frac{N_1}{N_2} = 10$. Máy biến áp có hiệu suất $H = 95\%$,

cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều chạy ở cuộn thứ cấp $I_2 = 1,9$ (A). Biết hệ số công suất của mạch sơ cấp và thứ cấp đều bằng 1. Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều chạy ở cuộn sơ cấp là

- A. 0,34A. B. 0,2A. C. 3,43A. D. 20A.

Câu 25: Một máy phát điện ba pha mắc hình sao có hiệu điện thế pha 100V. Các tải mắc theo hình sao, ở pha 1 và 2 cùng mắc một bóng đèn có điện trở 100Ω , pha thứ 3 mắc tụ điện có $Z_C = 100\Omega$. Dòng điện trong dây trung hoà nhận giá trị

- A. 0 (A). B. 1,41 (A). C. 1 (A). D. 3 (A).

Câu 26: Hai tụ điện $C_1 = 3C_0$ và $C_2 = 6C_0$ mắc nối tiếp. Nối hai đầu bộ tụ với pin có suất điện động $E = 3V$ để nạp điện cho các tụ rồi ngắt ra và nối với cuộn dây thuần cảm L tạo thành mạch dao động điện từ tự do. Tại thời điểm dòng điện qua cuộn dây có độ lớn bằng một nửa giá trị dòng điện cực đại, người ta dùng một dây dẫn điện để nối tắt hai cực của tụ C_1 . Hiệu điện thế cực đại trên tụ C_2 của mạch dao động sau đó là

- A. $\frac{3\sqrt{3}}{2} V$ B. $\sqrt{3} V$ C. $\frac{\sqrt{6}}{2} V$ D. $\sqrt{6} V$

Câu 27: 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 như nhau.
 B. tại các thời điểm $\frac{T}{4}$ và $\frac{3T}{4}$, dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại, chiều ngược nhau.
 C. tại các thời điểm $\frac{T}{2}$ và T , 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 ngược nhau.

Câu 28: Một mạch dao động LC lí tưởng có tần số dao động riêng $f_0 = 90$ MHz. Mạch này nối với một anten để thu sóng điện từ. Giả sử hai sóng điện từ có cùng năng lượng nhưng có các tần số tương ứng $f_1 = 92$ MHz, $f_2 = 95$ MHz truyền vào anten. Gọi biên độ dao động của mạch ứng với hai tần số này là I_1, I_2 . Biểu thức đúng là

A. $I_1 > I_2$.

B. $I_1 < I_2$.

C. $I_1 = I_2$.

D. $I_1 \leq I_2$.

Câu 29: Một tụ xoay gồm tất cả 19 tấm nhôm đặt song song đan xen nhau, diện tích đối diện giữa hai tấm là $S = 3,14 \text{ cm}^2$. Khoảng cách giữa hai tấm liên tiếp là $d = 1 \text{ mm}$. Cho $k = 9 \cdot 10^9 (\text{Nm}^2/\text{C}^2)$, mắc hai đầu tụ xoay với cuộn cảm $L = 5(\text{mH})$. Khung dao động này có thể thu được sóng điện từ có bước sóng

A. 967 m.

B. 64,5 m.

C. 942 m.

D. 52,3 m.

Câu 30: Một máy phát sóng điện từ đang phát sóng theo phương thẳng đứng hướng lên. Biết tại điểm M trên phương truyền vào thời điểm t, vectơ cảm ứng từ đang cực đại và hướng về phía Tây. Vào thời điểm t thì vectơ cường độ điện trường đang

A. cực đại và hướng về phía Nam.

B. cực đại và hướng về phía Bắc.

C. bằng 0.

D. cực đại và hướng về phía Đông.

Câu 31: Khi chiếu một chùm sáng đỏ xuống bể bơi, người lặn sẽ thấy chùm sáng trong nước có màu gì?

A. Màu da cam, vì bước sóng đỏ dưới nước ngắn hơn trong không khí.

B. Màu thông thường của nước.

C. Vẫn màu đỏ vì tần số của tia sáng màu đỏ trong nước và trong không khí là như nhau.

D. Màu hồng nhạt, vì vận tốc của ánh sáng trong nước nhỏ hơn trong không khí.

Câu 32: Chiếu một tia sáng màu vàng từ thủy tinh tới mặt phân cách với môi trường không khí, người ta thấy tia ló đi là là mặt phân cách giữa hai môi trường. Thay tia sáng vàng bằng một chùm tia sáng song song, hẹp, chứa đồng thời ba ánh sáng đơn sắc: màu đỏ, màu lục và màu tím chiếu tới mặt phân cách trên theo đúng hướng cũ thì chùm tia sáng ló ra ngoài không khí là

A. chùm tia sáng màu lục.

B. hai chùm tia sáng: màu lục và màu tím.

C. ba chùm tia sáng: màu đỏ, màu lục và màu tím.

D. chùm tia sáng màu đỏ.

Câu 33: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng nếu ta làm cho hai nguồn kết hợp lệch pha thì vân sáng trung tâm sẽ

- A. không còn vì không có giao thoa. B. không thay đổi.
C. xê dịch về phía nguồn sớm pha. D. xê dịch về phía nguồn trễ pha.

Câu 34: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, nguồn sáng phát ra đồng thời ba bức xạ đơn sắc: $\lambda_1(\text{đỏ}) = 0,7\mu\text{m}$; $\lambda_2(\text{lục}) = 0,56\mu\text{m}$; $\lambda_3(\text{tím}) = 0,42\mu\text{m}$. Giữa hai vân liên tiếp cùng màu với vân trung tâm có 11 vân màu đỏ, thì có bao nhiêu vân màu lục và màu tím?

- A. 14 lục, 20 tím. B. 14 lục, 19 tím. C. 13 lục, 17 tím D. 15 lục, 20 tím.

Câu 35: Phát biểu nào sau đây về tia hồng ngoại là **không** đúng?

- A. Tia hồng ngoại do các vật nung nóng phát ra.
B. Tia hồng ngoại làm phát quang một số chất.
C. Tác dụng nổi bật nhất của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.
D. Tia hồng ngoại có tần số nhỏ hơn $4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

Câu 36: Đặc điểm quan trọng của quang phổ liên tục là

- A. phụ thuộc vào thành phần cấu tạo và nhiệt độ của nguồn sáng.
B. phụ thuộc vào thành phần cấu tạo nhưng không phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng.
C. không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo nhưng phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng.
D. không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo và cũng không phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng.

Câu 37: Theo quan điểm của thuyết lượng tử ánh sáng, 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 photon trong chùm.
C. Khi ánh sáng truyền đi các photon ánh sáng có năng lượng 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 38: Ba chất bạc, đồng, kẽm tạo thành hợp kim có giới hạn quang điện bằng bao nhiêu?

- A. $0,26 \mu\text{m}$. B. $0,35 \mu\text{m}$. C. $0,30 \mu\text{m}$. D. $0,36 \mu\text{m}$.

Câu 39: Một ống Rơn-ghe-n phát ra tia X có bước sóng ngắn nhất là $3,75.10^{-10}\text{m}$. Để tăng độ cứng của tia X, nghĩa là giảm bước sóng của nó, người ta cho hiệu điện thế giữa hai cực của ống tăng thêm một lượng $\Delta U = 3312\text{V}$. Bước sóng ngắn nhất của tia X do ống phát ra khi đó là

- A. $1,25.10^{-10}\text{m}$. B. $1,87.10^{-10}\text{m}$. C. $1,5.10^{-10}\text{m}$. D. $0,63.10^{-10}\text{m}$.

Câu 40: Biết các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô lần lượt từ thấp đến cao: $E_1 = -13,6\text{eV}$; $E_2 = -3,4\text{eV}$; $E_3 = -1,51\text{eV}$; $E_4 = -0,85\text{eV}$ $E_\infty = 0$. Khi nguyên tử hiđrô đang ở trạng thái cơ bản, nó sẽ hấp thụ photon có năng lượng

- A. $12,09\text{eV}$. B. 6eV . C. 9eV . D. 8eV .

Câu 41: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về quang điện trở?

- A. Bộ phận quan trọng của quang điện trở là một lớp chất bán dẫn có gắn hai điện cực.
B. Quang điện trở thực chất là một điện trở mà giá trị của nó thay đổi khi được chiếu sáng.
C. Quang điện trở có thể dùng thay thế cho các tế bào quang điện.
D. Quang điện trở là một điện trở mà giá trị của nó không thay đổi khi được chiếu sáng.

Câu 42: Xét các bức xạ điện từ chủ yếu phát ra từ các nguồn sau:

1. từ chiếc bàn là đang là quần áo 2. từ chiếc đèn quảng cáo
3. từ máy chiếu tia X 4. từ chiếc điện thoại di động

Hãy sắp xếp các bức xạ đó theo trật tự có tần số giảm dần.

- A. 3, 4, 1, 2. B. 3, 2, 1, 4. C. 4, 1, 3, 2. D. 4, 2, 1, 3.

Câu 43: Phát hiện nhận định sai về laze.

- A. Chùm sáng do laze phát ra có cường độ lớn là do từng photon trong chùm có năng lượng lớn hơn so với năng lượng photon cùng bước sóng phát ra từ nguồn sáng thông thường.
B. Sự phát xạ cảm ứng trong hoạt động của laze là hiện tượng phát sáng của nguyên tử kích thích khi có một photon thích hợp bay qua gần nó.
C. Muốn phát được bức xạ laze thì phải tạo ra được sự đảo lộn mật độ trong môi trường.
D. Laze là máy phát ánh sáng nhờ hiện tượng phát xạ cảm ứng.

Câu 44: Cho giá trị tuyệt đối của điện tích của electron $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, hằng số Planck $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Photon của một bức xạ điện từ có năng lượng 6 MeV. Bức xạ đó thuộc loại

- A. siêu âm. B. từ ngoại. C. Rơn-ghe-n. D. gamma.

Câu 45: Hạt nhân $^{226}_{88}\text{Ra}$ phóng xạ ra hạt α với chu kì bán rã rất lớn. Ban đầu độ phóng xạ của khối chất $^{226}_{88}\text{Ra}$ là 2,5 Ci. Cho $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ hạt/mol. Thể tích khí hêli tạo thành ở điều kiện tiêu chuẩn sau thời gian 15 ngày là

- A. $4,125 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3$. B. $3,875 \cdot 10^{-5} \text{ dm}^3$.
C. $4,538 \cdot 10^{-6} \text{ dm}^3$. D. $4,459 \cdot 10^{-6} \text{ dm}^3$.

Câu 46: Tiêm vào máu của bệnh nhân 10 cm^3 dung dịch có chứa $^{24}_{11}\text{Na}$ có chu kì bán rã $T = 15 \text{ h}$ với nồng độ 10^{-3} mol/lit . Sau 6h lấy 10 cm^3 máu tìm thấy $1,5 \cdot 10^{-8} \text{ mol Na}^{24}$. Coi Na^{24} phân bố đều. Thể tích máu của người được tiêm khoảng

- A. 5 lít. B. 6 lít. C. 4 lít. D. 8 lít.

Câu 47: Trong các kết luận sau, kết luận nào đúng?

- A. U^{235} phân hạch, năng lượng toả ra không phụ thuộc vào động năng của neutron mà nó bắt.
B. Một hạt nhân nặng ở trạng thái ổn định có thể tự nhiên phân hạch.
C. Năng lượng phân hạch là năng lượng nghỉ của các hạt tạo thành.
D. Năng lượng kích hoạt phân hạch bằng năng lượng toả ra sau mỗi phân hạch.

Câu 48: Một vật đứng yên có khối lượng m_0 . Khi vật chuyển động, theo thuyết tương đối, khối lượng của nó có giá trị

- A. vẫn bằng m_0 .
B. nhỏ hơn m_0 .
C. lớn hơn m_0 .
D. nhỏ hơn hoặc lớn hơn, tùy thuộc vào vận tốc của vật.

Câu 49: Các hadrôn là tập hợp

- A. các mezôn và các photon. B. các mezôn và các lepton.
C. các mezôn và các barion. D. các photon và các barion.

Câu 50: Thông tin nào là sai khi nói về hệ Mặt Trời?

- A. Mặt Trời là trung tâm của hệ và là thiên thể duy nhất nóng sáng.
B. Khối lượng của Mặt Trời lớn hơn khối lượng của Trái Đất 333000 lần.
C. Tất cả các hành tinh quay quanh Mặt Trời theo một chiều nhất định.
D. Mặt Trời và các hành tinh đều tự quay quanh mình nó và đều quay theo chiều thuận (trừ Thủy tinh).

ĐỀ SỐ 02

Câu 1: Nền trong quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô có ba vạch phổ có màu, thì chắc chắn

- A. trong đó không có vạch phổ màu đỏ.
- B. trong đó có vạch phổ màu tím.
- C. đó là ba màu đỏ, lam và chàm.
- D. đó là ba màu đỏ, lam và tím.

Câu 2: Một máy biến áp lí tưởng có hiệu suất bằng 1 được nối vào nguồn xoay chiều có điện áp hiệu dụng 5V. Biết số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp lần lượt là 100 vòng và 150 vòng. Do ở cuộn sơ cấp có 10 vòng dây bị quấn ngược nên điện áp thu được ở cuộn thứ cấp là

- A. 7,50V.
- B. 9,37V.
- C. 8,33V.
- D. 7,78V.

Câu 3: Một sóng truyền theo chiều từ M đến N nằm trên cùng một đường truyền sóng. Hai điểm đó cách nhau một khoảng bằng $\frac{3}{4}$ bước sóng. Nhận định nào sau đây đúng?

- A. Khi M có thế năng cực đại thì N có động năng cực tiểu.
- B. Khi M ở li độ cực đại dương thì N có vận tốc cực đại dương.
- C. Khi M có vận tốc cực đại dương thì N ở li độ cực đại dương.
- D. Li độ dao động của M và N luôn luôn bằng nhau về độ lớn.

Câu 4: Mạch RLC nối tiếp theo thứ tự gồm tụ C, biến trở R và thuần cảm L. Đặt vào hai đầu mạch hiệu điện thế xoay chiều $u_{AB} = U_0 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ V. Thay đổi

R ta thấy khi $R = 200\Omega$ thì cường độ dòng điện nhanh pha hơn hiệu điện thế hai đầu mạch, $P = P_{\max} = 100\text{W}$ và $U_{MB} = 200\text{V}$ (M là điểm nằm giữa tụ và điện trở). Dung kháng của tụ có giá trị là

- A. 100Ω .
- B. 200Ω .
- C. 300Ω .
- D. 400Ω .

Câu 5: Vật dao động điều hoà với tần số 2,5 Hz. Tại một thời điểm vật có động năng bằng một nửa cơ năng thì sau thời điểm đó 0,05s động năng của vật

- A. có thể bằng không hoặc bằng cơ năng.
- B. bằng hai lần thế năng.
- C. bằng thế năng.
- D. bằng một nửa thế năng.

Câu 6: Ánh sáng đi từ Mặt Trời đến Hóa tinh hết

- A. 8 giờ 20 phút. B. 8 phút 20 giây. C. 13 giờ 14 phút. D. 13 phút 14 giây.

Câu 7: Một mạch dao động điện từ LC có điện tích cực đại trên bản tụ là $1\mu\text{C}$ và dòng điện cực đại qua cuộn dây là $3,14\text{ A}$. Sóng điện từ do mạch dao động này phát ra thuộc loại

- A. sóng dài và cực dài. B. sóng trung.
C. sóng ngắn. D. sóng cực ngắn.

Câu 8: Một sợi dây dài $2L$, được kéo căng, có các đầu A, B được giữ cố định. Sợi dây được kích thích để tạo sóng dừng trên nó sao cho ngoài hai đầu A và B thì chỉ có điểm chính giữa C của sợi dây là nút sóng. M và N là hai điểm trên dây, nằm hai bên điểm C và cách C một đoạn x ($x < L$) như nhau. Dao động tại các điểm M và N sẽ có biên độ

- A. như nhau và cùng pha. B. khác nhau và cùng pha.
C. như nhau và ngược pha nhau. D. khác nhau và ngược pha nhau.

Câu 9: Chu kì bán rã của hai chất phóng xạ A và B lần lượt là 2h và 4h . Ban đầu hai khối chất A và B có số hạt nhân như nhau. Sau thời gian 8h thì tỉ số giữa số hạt nhân A và B đã phóng xạ là

- A. $\frac{1}{4}$. B. $\frac{3}{4}$. C. $\frac{4}{3}$. D. $\frac{5}{4}$.

Câu 10: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang, vật nặng có khối lượng $m = 100\text{g}$.

Sau khi kích thích, vật dao động có phương trình vận tốc $v = 5\pi \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ cm/s}$.

Vận tốc trung bình của vật tính từ thời điểm ban đầu đến vị trí động năng bằng $\frac{1}{3}$ thế năng lần thứ 2 là

- A. $6,34 \text{ cm/s}$. B. $21,12 \text{ cm/s}$. C. $15,74 \text{ cm/s}$. D. $3,66 \text{ cm/s}$.

Câu 11: Trong nguyên tử hiđrô khi electron nhảy từ quỹ đạo N về quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra bức xạ có bước sóng λ_1 , khi electron nhảy từ quỹ đạo M về quỹ đạo L thì bước sóng của bức xạ được phát ra là λ_2 . Chọn phương án đúng.

- A. $3\lambda_1 = 4\lambda_2$. B. $27\lambda_1 = 4\lambda_2$. C. $25\lambda_1 = 28\lambda_2$. D. $256\lambda_1 = 675\lambda_2$.

Câu 12: Khi một nguồn âm phát ra với tần số f và cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12} (\text{W/m}^2)$ thì mức cường độ âm tại một điểm M cách nguồn khoảng r là 40dB . Giữ nguyên công suất nguồn phát nhưng thay đổi tần số f của nó để cường độ âm chuẩn $I'_0 = 10^{-10} (\text{W/m}^2)$ thì cũng tại điểm M, mức cường độ âm là

- A. 80dB . B. 60dB . C. 40dB . D. 20dB .

Câu 13: Chiều dài con lắc đơn $l = 1\text{m}$. Phía dưới điểm treo O , trên phương thẳng đứng có một chiếc đinh đóng vào điểm O' cách O một khoảng $OO' = 50\text{cm}$. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc $\alpha = 3^\circ$ rồi thả nhẹ. Chiếc đinh chỉ chặn sợi dây. Bỏ qua ma sát. Biên độ dao động ở hai bên vị trí cân bằng là

- A. $A_1 = 5,23\text{mm}$; $A_2 = 3,73\text{mm}$. B. $A_1 = 52,3\text{cm}$; $A_2 = 37,3\text{cm}$.
C. $A_1 = 5,23\text{cm}$; $A_2 = 3,73\text{cm}$. D. $A_1 = 5,23\text{cm}$; $A_2 = 3,37\text{cm}$.

Câu 14: Mạch điện R_1, L_1, C_1 có tần số cộng hưởng f_1 . Mạch điện R_2, L_2, C_2 có tần số cộng hưởng f_2 . Biết $f_2 = f_1$. Mắc nối tiếp hai mạch đó với nhau thì tần số cộng hưởng của mạch sẽ là f . Tần số f liên hệ với f_1 theo biểu thức

- A. $f = 3f_1$. B. $f = f_1$. C. $f = 1,5f_1$. D. $f = 2f_1$.

Câu 15: Gọi λ_1, λ_2 lần lượt là bước sóng trong chân không của các ánh sáng đơn sắc (1) và (2). Nếu $\lambda_1 > \lambda_2$ thì

- A. ánh sáng (1) có tần số lớn hơn.
B. chiết suất của nước đối với ánh sáng (1) lớn hơn.
C. photon của ánh sáng (1) có năng lượng lớn hơn.
D. trong nước, ánh sáng (1) có vận tốc lan truyền lớn hơn.

Câu 16: Một âm thoa có tần số 440Hz (phát âm la), đặt sát miệng một bình trụ đựng nước có mực nước cách miệng bình sao cho âm thanh phát ra từ miệng bình là to nhất. Biết vận tốc truyền âm trong không khí bằng 330m/s . Hỏi cần rót thêm vào bình một cột nước có chiều cao tối thiểu bằng bao nhiêu thì âm thanh trở nên nhỏ nhất?

- A. $37,5\text{cm}$. B. $27,5\text{cm}$. C. $18,75\text{cm}$. D. $17,85\text{cm}$.

Câu 17: Một động cơ không đồng bộ ba pha hoạt động bình thường khi hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu mỗi cuộn dây là 220V . Trong khi đó chỉ có một mạng điện xoay chiều ba pha do một máy phát tạo ra, suất điện động hiệu dụng ở mỗi pha là 127V . Để động cơ hoạt động bình thường thì ta phải mắc theo cách nào sau đây?

- A. Ba cuộn dây của máy phát theo hình tam giác, ba cuộn dây của động cơ theo hình sao.
B. Ba cuộn dây của máy phát theo hình tam giác, ba cuộn dây của động cơ theo hình tam giác.
C. Ba cuộn dây của máy phát theo hình sao, ba cuộn dây của động cơ theo hình sao.
D. Ba cuộn dây của máy phát theo hình sao, ba cuộn dây của động cơ theo hình tam giác.

Câu 18: Có hai vật dao động điều hoà cùng biên độ A, với tần số 3Hz và 6Hz. Lúc đầu hai vật đồng thời xuất phát từ vị trí có li độ $\frac{A\sqrt{2}}{2}$. Khoảng thời gian ngắn nhất để hai vật có cùng một li độ là

- A. $\frac{1}{36}$ s. B. $\frac{1}{72}$ s. C. $\frac{1}{27}$ s. D. $\frac{1}{18}$ s.

Câu 19: Phóng xạ gamma

- A. không làm giảm khối lượng mẫu phóng xạ vì nó không bức xạ ra vật chất.
 B. làm thay đổi điện tích của mẫu vì các tia phóng xạ gamma đều có mang điện, bằng chứng là nó có khả năng ion hóa môi trường.
 C. không nguy hiểm vì nó chỉ phát xạ ra sóng điện từ có bước sóng rất ngắn.
 D. làm khối lượng của mẫu phóng xạ giảm một lượng nhỏ.

Câu 20: Con lắc lò xo treo thẳng đứng. Vật m đang đứng yên, truyền cho vật m vận tốc v hướng thẳng đứng xuống thì sau $\Delta t = \frac{\pi}{20}$ s vật dừng lại lần đầu và khi đó lò xo bị dãn 15cm. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Biên độ dao động của vật là

- A. 15cm. B. 10cm. C. 5cm. D. 7,5cm.

Câu 21: Một mạch điện xoay chiều gồm điện trở R, cuộn thuần cảm L và tụ điện C nối tiếp. Dòng điện trong mạch hiện tại đang trễ pha so với điện áp hai đầu đoạn mạch một góc nhỏ hơn $\frac{\pi}{2}$. Giữ nguyên R và C, tăng L, kết luận nào dưới đây là sai?

- A. Hệ số công suất của đoạn mạch giảm.
 B. Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch giảm.
 C. Hiệu điện thế hiệu dụng trên tụ điện giảm.
 D. Công suất trên đoạn mạch tăng.

Câu 22: Dùng proton bắn vào hạt nhân ${}^9_4\text{Be}$ đứng yên để gây phản ứng: $p + {}^9_4\text{Be} \rightarrow X + {}^6_3\text{Li}$. Biết động năng của các hạt p, X, ${}^6_3\text{Li}$ lần lượt là 5,45 MeV, 4 MeV và 3,575 MeV. Coi khối lượng các hạt tính theo u gần bằng số khối của nó. Góc hợp bởi hướng chuyển động của các hạt p và X gần đúng bằng

- A. 45° . B. 120° . C. 60° . D. 90° .

Câu 23: Một hiệu điện thế xoay chiều có biên độ và tần số không đổi đặt vào hai đầu của một đoạn mạch gồm một biến trở và một tụ điện. Khi tăng dần giá trị điện trở của biến trở từ rất nhỏ đến rất lớn thì nhiệt lượng toả ra trên biến trở trong một đơn vị thời gian sẽ biến đổi như thế nào?

- A. giảm dần đến một giá trị nhỏ nhất sau đó lại tăng lên.
- B. tăng dần đến một giá trị lớn nhất rồi giảm dần.
- C. giảm dần.
- D. tăng dần.

Câu 24: Một nguồn sóng dao động với phương trình $u_o = 5\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm).

Biết $v = 10\text{cm/s}$. Điểm M cách nguồn một khoảng 20cm, tại thời điểm $t = 1,5\text{s}$ li độ sóng của điểm M là

- A. 2,5 cm.
- B. 0.
- C. $-2,5\sqrt{2}$ cm.
- D. -2,5 cm.

Câu 25: Một đoạn mạch gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}\text{H}$ và điện trở thuần $R = 100\Omega$ mắc nối tiếp. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp một chiều 50V. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là

- A. 25W.
- B. 6,25W.
- C. 12,5W.
- D. 50W.

Câu 26: Quang phổ vạch phát xạ của natri có hai vạch vàng với bước sóng 0,5890 μm và 0,5896 μm . Quang phổ vạch hấp thụ của natri sẽ thiếu vắng

- A. hai ánh sáng có bước sóng 0,5890 μm và 0,5896 μm .
- B. mọi ánh sáng có bước sóng nhỏ hơn 0,5890 μm .
- C. mọi ánh sáng có bước sóng lớn hơn 0,5896 μm .
- D. mọi ánh sáng có bước sóng trong khoảng từ 0,5890 μm và 0,5896 μm .

Câu 27: Từ thông qua một vòng dây dẫn là $\Phi = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{\pi} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (Wb).

Biểu thức của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong vòng dây này là

- A. $e = 5\pi \sin 100\pi t$ (V).
- B. $e = 5 \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V).
- C. $e = -5 \sin 100\pi t$ (V).
- D. $e = -5 \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V).

Câu 28: Phát biểu nào sau đây về đặc điểm của tia Rơn-ghen là **không** đúng?

Tia Rơn-ghen

A. có khả năng đâm xuyên mạnh.

B. tác dụng mạnh lên kính ảnh.

C. có thể đi qua lớp chì dày vài cm.

D. có khả năng làm ion hoá không khí và làm phát quang một số chất.

Câu 29: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, tại điểm M trên màn có vân sáng bậc 5. Di chuyển màn ra xa thêm 20cm, tại điểm M có vân tối thứ 5. Khoảng cách từ màn quan sát đến hai khe trước khi dịch chuyển là

A. 1,6m.

B. 2m.

C. 1,8m.

D. 2,2m.

Câu 30: Tại 2 điểm O_1 , O_2 cách nhau 20 cm trên mặt chất lỏng có 2 nguồn phát sóng dao động theo phương thẳng đứng với phương trình:

$$u_1 = u_2 = 5 \cos(100\pi t) \text{ (mm)}.$$

Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 2(m/s). Số đường hypebol trên đoạn O_1O_2 dao động với biên độ cực đại (không kể O_1 , O_2) là

A. 11.

B. 10.

C. 9.

D. 8.

Câu 31: Mạch điện R, L, C mắc nối tiếp. Hiệu điện thế xoay chiều đặt vào hai đầu mạch có giá trị hiệu dụng U. Khi thay đổi C thì thấy hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại $U_{C \max} = 2U$. Mối quan hệ giữa cảm kháng Z_L của cuộn dây (thuần cảm) và điện trở R là

A. $Z_L = R$.

B. $Z_L = 2R$.

C. $Z_L = \frac{R}{\sqrt{3}}$.

D. $Z_L = \sqrt{3}R$.

Câu 32: Kích thích các nguyên tử hiđrô lên mức năng lượng thứ 10 (coi trạng thái cơ bản là mức năng lượng thứ nhất), các nguyên tử này không tồn tại lâu ở trạng thái này mà nhanh chóng chuyển về các trạng thái có năng lượng thấp hơn. Phân tích quang phổ của bức xạ thu được từ quá trình phát xạ trên ta thấy có tất cả

A. 10 vạch phổ.

B. 9 vạch phổ.

C. 45 vạch phổ.

D. 55 vạch phổ.

Câu 33: Chọn câu sai. Khi khoảng cách giữa hai điểm trên cùng một phương truyền sóng bằng

- A. một bước sóng thì hai điểm đó dao động cùng pha.
- B. một số nguyên lần bước sóng thì hai điểm đó dao động cùng pha.
- C. một nửa bước sóng thì hai điểm đó dao động ngược pha.
- D. một số nguyên nửa bước sóng thì hai điểm đó dao động ngược pha.

Câu 34: Một mạch điện xoay chiều gồm có R, L, C mắc nối tiếp: $C = \frac{10^{-4}}{3\pi}$ F,

cuộn dây lí tưởng có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$ H. Nguồn điện xoay chiều đặt vào hai đầu của mạch điện có hiệu điện thế cực đại $U_0 = 200$ V, tần số $f = 50$ Hz. Biết cường độ dòng điện tức thời chạy trong mạch sớm pha $\frac{\pi}{6}$ so với hiệu điện thế tức thời ở hai đầu đoạn mạch. Công suất tiêu thụ điện của mạch điện này là

- A. $10\sqrt{3}$ W.
- B. $12,5\sqrt{3}$ W.
- C. $25\sqrt{3}$ W.
- D. $37,5\sqrt{3}$ W.

Câu 35: 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 36: Mạch điện xoay chiều phân tử X nối tiếp phân tử Y. Biết X, Y là một trong ba phần tử điện trở R, tụ điện C và cuộn dây. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế $u = U\sqrt{6} \cos 100\pi t$ (V) thì điện áp hiệu dụng trên hai phần tử X, Y đo được lần lượt là $U_X = \sqrt{2} U$, $U_Y = U$. Hai phần tử X, Y là

- A. C và R.
- B. cuộn dây không thuần cảm và R.
- C. cuộn dây thuần cảm và C.
- D. cuộn dây không thuần cảm và C.

Câu 37: Tia tử ngoại **không** có tính chất nào sau đây?

- A. Có thể gây ra hiện tượng quang điện.
- B. Không bị nước hấp thụ.
- C. Làm ion hoá không khí.
- D. Tác dụng lên kính ảnh.

Câu 38: Cho biết: hằng số Plăng $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ J.s, tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Một nguồn phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,45 \mu\text{m}$. Công suất của nguồn là 24W. Số photon mà nguồn phát ra trong mỗi giây là

- A. $5,43 \cdot 10^{19}$.
- B. $5,43 \cdot 10^{20}$.
- C. $3,26 \cdot 10^{20}$.
- D. $3,26 \cdot 10^{19}$.

Câu 39: Tìm kết luận sai.

Một con lắc đơn có chiều dài l đang dao động điều hoà. Khi con lắc đi qua vị trí cân bằng thì người ta giữ cố định hẳn điểm chính giữa của dây. Sau đó

- A. lực căng của dây treo lúc qua vị trí cân bằng tăng lên.
- B. năng lượng dao động của con lắc giữ nguyên giá trị cũ.
- C. dao động của con lắc có thể không phải là điều hoà.
- D. chu kì dao động giảm đi hai lần.

Câu 40: Cuộn dây thuần cảm $L = 20\text{mH}$ mắc nối tiếp với tụ $C = 5 \cdot 10^{-6}$ F để mắc vào nguồn điện không đổi $U = 4\text{V}$. Sau đó nhấc mạch ra khỏi nguồn rồi nối hai đầu mạch lại với nhau để tạo ra mạch dao động LC. Chọn thời điểm nối hai đầu mạch là gốc thời gian. Phương trình sự biến thiên của điện tích q trong mạch là

- A. $q = 2 \cdot 10^{-5} \cos\left(1000\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ C.
- B. $q = 4 \cdot 10^{-5} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ C.
- C. $q = 4 \cdot 10^{-5} \cos 1000t$ C.
- D. $q = 2 \cdot 10^{-5} \cos 1000\pi t$ C.

Câu 41: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 là 1mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là $D = 2\text{m}$. Chiếu vào hai khe S_1, S_2 đồng thời hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,6 \mu\text{m}$ và bước sóng λ_2 chưa biết. Trong khoảng rộng $L = 2,4\text{cm}$ trên màn quan sát được 33 vạch sáng, trong đó có 5 vạch là kết quả trùng nhau của hai hệ vân. Biết 2 trong 5 vạch trùng nhau nằm ở ngoài cùng của trường giao thoa. Bước sóng λ_2 là

- A. $0,45 \mu\text{m}$.
- B. $0,55 \mu\text{m}$.
- C. $0,75 \mu\text{m}$.
- D. $0,65 \mu\text{m}$.

Câu 42: Trong một ống Ronghen, vận tốc của electron khi tới anốt là 50000 km/s. Để giảm vận tốc này 8000 km/s thì phải giảm hiệu điện thế hai đầu ống bao nhiêu? Cho biết độ lớn điện tích và khối lượng của electron là $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

A. $\Delta U = 2100 \text{ V}$.

B. $\Delta U = 2000 \text{ V}$.

C. $\Delta U = 1800 \text{ V}$.

D. $\Delta U = 6972 \text{ V}$.

Câu 43: Gọi f là tần số ánh sáng kích thích chiếu tới chất phát quang, f' là tần số ánh sáng do chất phát quang phát ra sau khi bị kích thích thì

A. $f' < f$.

B. $f' > f$.

C. $f' = f$.

D. $f' = 2f$.

Câu 44: Hiệu suất của quá trình truyền tải điện năng trên dây dẫn bằng nhôm là 92,0%. Biết điện trở suất của đồng nhỏ hơn điện trở suất của nhôm 1,47 lần, nếu dùng dây dẫn bằng đồng cùng kích thước với dây dẫn bằng nhôm trên để thay dây nhôm truyền tải điện thì hiệu suất truyền tải điện sẽ là

A. 92,5%.

B. 93,3%.

C. 94,6%.

D. 97,5%.

Câu 45: Mắc nối tiếp một bóng đèn sợi đốt và một tụ điện rồi mắc vào mạng điện xoay chiều thì đèn sáng bình thường. Nếu mắc thêm một tụ điện nối tiếp với tụ điện ở mạch trên thì

A. đèn sáng kém hơn trước.

B. độ sáng của đèn không thay đổi.

C. đèn sáng hơn hoặc kém sáng hơn tùy thuộc vào điện dung của tụ điện đã mắc thêm.

D. đèn sáng hơn trước.

Câu 46: Chọn câu sai.

A. Phản ứng hạt nhân dây chuyền được thực hiện trong các lò phản ứng hạt nhân.

B. Lò phản ứng hạt nhân có các thanh nhiên liệu (urani) đã được làm giàu đặt xen kẽ trong chất làm chậm neutron.

C. Trong lò phản ứng hạt nhân có các thanh điều khiển để đảm bảo cho hệ số nhân neutron lớn hơn 1.

D. Có các ống tải nhiệt và làm lạnh để truyền năng lượng của lò ra chạy tua bin.

ĐỀ SỐ 03

Câu 1: Một chất điểm M chuyển động tròn đều với tốc độ $0,75 \text{ m/s}$ trên đường tròn có đường kính bằng $0,5\text{m}$. Hình chiếu M' của điểm M lên đường kính của đường tròn dao động điều hoà. Biết rằng tại thời điểm ban đầu, M' đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm. Tại thời điểm $t = 8\text{s}$ hình chiếu M' qua li độ

- A. $-10,17 \text{ cm}$ theo chiều dương. B. $-22,64\text{cm}$ theo chiều âm.
C. $22,64 \text{ cm}$ theo chiều dương. D. $22,64\text{cm}$ theo chiều âm.

Câu 2: Đoạn mạch AM chứa cuộn dây không thuần cảm có $Z_L = 50\sqrt{2} \Omega$ và $r_0 = 100 \Omega$ được mắc nối tiếp với đoạn mạch MB chứa hộp kín X. Điện áp xoay chiều đặt vào hai đầu đoạn mạch AB có dạng $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi) (\text{V})$. Tại thời điểm t_1 thì thấy điện áp trên đoạn AM cực đại, tại thời điểm $t_2 = t_1 + \frac{T}{6}$ thì điện áp trên đoạn MB đạt cực đại. Hộp kín X chứa

- A. L và C. B. R và C. C. R và L. D. R.

Câu 3: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, người ta đo được khoảng vân là $1,12 \text{ mm}$. Gọi M, N là hai điểm nằm cùng một phía với vân trung tâm O với $OM = 5,6 \text{ mm}$ và $ON = 12,88\text{mm}$. Số vân tối có trên khoảng MN là

- A. 5. B. 6. C. 7. D. 8.

Câu 4: Một sóng cơ có bước sóng λ , tần số f và biên độ a không đổi, lan truyền trên một đường thẳng từ điểm M đến điểm N cách M một đoạn $\frac{19\lambda}{12}$. Tại một thời điểm nào đó, tốc độ dao động của M bằng $2\pi fa$, lúc đó tốc độ dao động của điểm N bằng

- A. $\sqrt{2} \pi fa$. B. πfa . C. 0. D. $\sqrt{3} \pi fa$.

Câu 5: Con lắc đơn được treo trong điện trường đều có cường độ không đổi và hướng thẳng đứng. Cho vật tích điện Q thì thấy tỉ số giữa chu kì dao động nhỏ khi điện trường hướng lên hoặc hướng xuống là $\frac{T_1}{T_2} = \frac{7}{6}$. Điện tích Q là điện tích

- A. dương. B. âm.
C. dương hoặc âm. D. có dấu không thể xác định được.

Câu 6: Khi nói về quang phổ của nguyên tử hiđrô, đáp án nào sau đây là không đúng?

- A. Quang của nguyên tử hiđrô là quang phổ vạch phát xạ.
- B. Các vạch trong quang phổ của hiđrô sắp xếp thành những dãy xác định (dãy Laiman thuộc vùng tử ngoại; dãy Banme có một phần nằm trong vùng tử ngoại và một phần nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy; dãy Pasen thuộc vùng hồng ngoại), tách rời lẫn nhau.
- C. Trong dãy Banme có 4 vạch nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy đó là các vạch đỏ, lam, chàm và tím.
- D. Trong dãy Banme có 4 vạch nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy đó là các vạch đỏ, da cam, vàng và tím.

Câu 7: Trong mạch điện xoay chiều RLC nối tiếp, $R = 50\Omega$. Khi xảy ra cộng hưởng ở tần số f_1 thì cường độ dòng điện bằng 1A. Tăng tần số của mạch điện lên gấp đôi, nhưng giữ nguyên hiệu điện thế hiệu dụng và các thông số khác của mạch, thì cường độ hiệu dụng bằng 0,8A. Cảm kháng của cuộn dây khi còn ở tần số f_1 là:

- A. 25Ω . B. 50Ω . C. $37,5\Omega$. D. 75Ω .

Câu 8: Một con lắc dao động tắt dần chậm. Cứ sau mỗi chu kì biên độ giảm 3%. Phần năng lượng còn lại của con lắc sau chu kì đầu tiên là

- A. 5,91%. B. 6%. C. 94,09%. D. 94%.

Câu 9: Một mạch dao động gồm một tụ có điện dung $C = 10\mu\text{F}$ và một cuộn cảm có độ tự cảm $L = 1\text{H}$, lấy $\pi^2 = 10$. Khoảng thời gian ngắn nhất tính từ lúc năng lượng điện trường đạt cực đại đến lúc năng lượng từ bằng một nửa năng lượng điện trường cực đại là

- A. $\frac{1}{300}\text{s}$. B. $\frac{1}{400}\text{s}$. C. $\frac{1}{200}\text{s}$. D. $\frac{1}{100}\text{s}$.

Câu 10: Khi cho một tia sáng đi từ nước có chiết suất $n_1 = \frac{4}{3}$ vào một môi trường trong suốt nào đó, người ta nhận thấy vận tốc truyền của ánh sáng bị giảm đi một lượng 10^8 m/s . Chiết suất tuyệt đối của môi trường này bằng

- A. 1,5. B. 2. C. $\sqrt{2}$. D. 2,4.

Câu 11: Có hai mẫu chất phóng xạ A và B như nhau, chúng cùng một chất liệu, cùng khối lượng, cùng chu kì bán rã T, chỉ khác tuổi. Tại thời điểm nào đó, hai mẫu lần lượt có độ phóng xạ x và y. Nếu A có tuổi lớn hơn B thì hiệu số tuổi giữa chúng là

A. $\frac{T \ln \frac{x}{y}}{\ln 2}$ B. $\frac{T \ln \frac{y}{x}}{\ln 2}$ C. $\frac{\ln \frac{y}{x}}{T}$ D. $\frac{\ln \frac{x}{y}}{T}$

Câu 12: Một con lắc đơn gồm một quả cầu có khối lượng $m = 0,2\text{kg}$ treo vào đầu một sợi dây không giãn, khối lượng không đáng kể có chiều dài $l = 0,5\text{m}$. Con lắc dao động điều hoà quanh vị trí cân bằng của nó. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Xác định độ lớn của lực hồi phục khi vật đi qua vị trí có li độ $s = 3\text{cm}$.

A. 0,12N B. 2,12N C. 2N D. 2,06N

Câu 13: Máy quang phổ càng tốt, nếu chiết suất của chất làm lăng kính

- A. càng lớn.
- B. càng nhỏ.
- C. biến thiên càng nhanh theo bước sóng ánh sáng.
- D. biến thiên càng chậm theo bước sóng ánh sáng.

Câu 14: Một sợi dây OM đàn hồi dài 90 cm có hai đầu cố định. Khi được kích thích trên dây hình thành 3 bụng sóng (với O và M là hai nút), biên độ tại bụng là 3 cm. Tại N gần O nhất có biên độ dao động là 1,5 cm. Khoảng cách ON nhận giá trị nào sau đây?

A. 4cm B. 5cm. C. 10cm. D. 7,5cm.

Câu 15: Mạch điện xoay chiều mắc nối tiếp gồm một điện trở thuần $R = 100\Omega$, một tụ điện có điện dung C và một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}(\text{H})$.

Điện áp xoay chiều đặt vào hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = U\sqrt{2} \cos 2\pi ft$, trong đó $U = \text{const}$ còn f thay đổi được. Khi thay đổi tần số f tới giá trị $f_1 = 50\text{Hz}$ hoặc $f_2 = 200\text{Hz}$ thì cường độ dòng điện trong mạch có cùng một giá trị hiệu dụng. Điện dung C của tụ điện là

A. $\frac{10^{-4}}{4\pi}(\text{F})$ B. $\frac{10^{-3}}{2\pi}(\text{F})$ C. $\frac{10^{-4}}{2\pi}(\text{F})$ D. $\frac{10^{-4}}{8\pi}(\text{F})$.

Câu 16: Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = 6\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ cm.

Tính từ lúc bắt đầu khảo sát dao động, lần thứ hai vật có vận tốc $v_2 = -15\pi$ cm/s vào thời điểm

A. $\frac{13}{60}$ s.

B. $\frac{39}{180}$ s.

C. $\frac{5}{60}$ s.

D. $\frac{7}{12}$ s.

Câu 17: Chọn câu đúng khi nói về dòng điện xoay chiều?

A. Có thể dùng dòng điện xoay chiều để mạ điện.

B. Giá trị trung bình của cường độ dòng điện trong một chu kì bằng 0.

C. Điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn có dòng điện xoay chiều chạy qua trong một khoảng thời gian bất kì đều bằng 0.

D. Công suất toả nhiệt trung bình của dòng điện xoay chiều biến thiên điều hoà.

Câu 18: Một tấm kim loại có giới hạn quang điện ngoài $\lambda_0 = 0,46\mu\text{m}$. Hiện tượng quang điện ngoài sẽ xảy ra với nguồn bức xạ

A. hồng ngoại có công suất 100W.

B. tử ngoại có công suất 0,1W.

C. có bước sóng $0,64\mu\text{m}$ có công suất 20W.

D. hồng ngoại có công suất 11W.

Câu 19: Một con lắc lò xo gồm vật M và lò xo có độ cứng k đang dao động điều hoà trên mặt phẳng nằm ngang, nhẵn với biên độ A_1 . Đúng lúc vật M đang ở vị trí biên thì một vật m có khối lượng bằng khối lượng vật M, chuyển động theo phương ngang với vận tốc v_0 bằng vận tốc cực đại của vật M, đến và chạm với M. Biết va chạm giữa hai vật là đàn hồi xuyên tâm, sau va chạm vật M tiếp tục dao động điều hoà với biên độ A_2 . Tỉ số biên độ dao động $\frac{A_1}{A_2}$ của vật M trước và sau

va chạm là

A. $\frac{1}{2}$.

B. $\frac{\sqrt{3}}{2}$.

C. $\frac{2}{3}$.

D. $\frac{\sqrt{2}}{2}$.

Câu 20: Đường kính của hệ Mặt Trời vào cỡ

A. 50 đơn vị thiên văn.

B. 80 đơn vị thiên văn.

C. 100 đơn vị thiên văn.

D. 200 đơn vị thiên văn.

Câu 21: Đặt điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch RLC nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được. Khi $L = L_1 = 4\text{mH}$ và khi $L = L_2 = 6\text{mH}$ thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn cảm có giá trị bằng nhau. Để điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn cảm đạt cực đại thì giá trị L là

- A. $L = 5\text{mH}$. B. $L = 4,8\text{mH}$. C. $L = 2,4\text{mH}$. D. $L = 3,6\text{mH}$.

Câu 22: Ứng dụng nào dưới đây là của tia hồng ngoại?

- A. Dùng để sấy, sưởi.
B. Dùng để diệt vi khuẩn.
C. Ứng dụng trong việc kiểm tra khuyết tật của sản phẩm.
D. Chữa bệnh còi xương.

Câu 23: Hai nguồn kết hợp trên mặt nước cách nhau 40 cm. Trên đường nối hai nguồn, người ta quan sát được 7 điểm dao động với biên độ cực đại (không kể 2 nguồn). Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 60 cm/s. Tần số dao động của nguồn là

- A. 4 Hz. B. 5 Hz. C. 6 Hz. D. 7 Hz.

Câu 24: Một vật có phương trình dao động là $x = A \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$. Tại thời điểm

$t = 1\text{s}$ thì

- A. động năng của vật đạt cực đại. B. động năng của vật đang tăng lên.
C. động năng của vật đạt cực tiểu. D. động năng của vật đang giảm.

Câu 25: Một mạch dao động LC lí tưởng. Biết rằng khoảng thời gian để điện tích trên tụ có độ lớn không vượt quá $\frac{1}{2}$ điện tích cực đại trong nửa chu kì là $4\mu\text{s}$.

Năng lượng điện, năng lượng từ trong mạch biến thiên tuần hoàn với chu kì

- A. $6\mu\text{s}$. B. $24\mu\text{s}$. C. $12\mu\text{s}$. D. $4\mu\text{s}$.

Câu 26: Một con lắc đơn đang dao động điều hòa trong một thang máy đứng yên tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,80\text{m/s}^2$ với năng lượng dao động 150mJ , thì thang máy bắt đầu chuyển động nhanh dần đều xuống dưới với gia tốc $2,50\text{m/s}^2$. Biết rằng thời điểm thang máy bắt đầu chuyển động là lúc con lắc có vận tốc bằng không, con lắc sẽ tiếp tục dao động điều hòa trong thang máy với năng lượng

- A. 201mJ . B. 141mJ . C. 112mJ . D. $83,8\text{mJ}$.

Câu 27: Chọn câu sai. Cho đoạn mạch RLC nối tiếp,

- A. thay đổi C thấy tồn tại hai giá trị C_1, C_2 mạch có cùng công suất. Giá trị của C để điện áp trên tụ đạt giá trị cực đại là $C = \frac{C_1 + C_2}{2}$.
- B. thay đổi L thấy tồn tại hai giá trị L_1, L_2 mạch có cùng công suất. Giá trị của L để mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng (hoặc công suất, dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại) là: $L = \frac{1}{2}(L_1 + L_2)$.
- C. thay đổi ω sao cho khi $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì mạch có cùng công suất. Công suất trong mạch đạt giá trị cực đại khi $\omega = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$.
- D. thay đổi R thấy khi $R = R_1$ hoặc $R = R_2$ thì mạch tiêu thụ công suất bằng nhau. Mạch tiêu thụ công suất cực đại khi $R = \frac{1}{2}(R_1 + R_2)$.

Câu 28: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe S_1, S_2 được chiếu bằng chùm bức xạ có bước sóng λ_1, λ_2 ($\lambda_1 = 0,63\mu\text{m}$). Biết rằng vân tối thứ 3 kể từ vân sáng trung tâm của bước sóng λ_1 trùng với vân tối thứ 4 kể từ vân sáng trung tâm của bước sóng λ_2 . Bước sóng λ_2 của chùm bức xạ là

- A. $0,45\mu\text{m}$. B. $0,48\mu\text{m}$. C. $0,51\mu\text{m}$. D. $0,54\mu\text{m}$.

Câu 29: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang. Vật đang dao động điều hoà với chu kì T, biên độ A, khi vật đi qua vị trí cân bằng thì người ta giữ cố định một điểm trên lò xo sao cho phần lò xo không tham gia vào sự dao động của vật bằng $\frac{2}{3}$ chiều dài lò xo ban đầu. Kể từ thời điểm đó vật sẽ dao động điều hoà với biên độ mới bằng

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

Câu 30: Giả sử lúc đầu, âm đang có cường độ âm là I_1 và mức cường độ âm $L_1 = 46 \text{ dB}$, về sau, nếu cho cường độ âm tăng lên sao cho $I_2 = 2500I_1$ thì mức cường độ âm L_2 là

- A. 70dB. B. 85dB. C. 80dB. D. 75dB.

Câu 31: Người ta trộn lẫn hai nguồn phóng xạ có độ phóng xạ bằng nhau nhưng hằng số phóng xạ $\lambda_1 = 3\lambda_2$. Hằng số phóng xạ của nguồn hỗn hợp sẽ

- A. bằng $1,5\lambda_2$ vì sự trộn lẫn đó không ảnh hưởng đến tốc độ phân rã của các nguyên tử trong các nguồn.
- B. lớn hơn $1,5\lambda_2$ vì sự trộn lẫn sẽ làm tăng nhanh số nguyên tử bị phân rã trong từng nguồn.
- C. có thể lớn hơn $1,5\lambda_2$ hoặc nhỏ hơn $1,5\lambda_2$ vì phụ thuộc vào tỉ số số nguyên tử phóng xạ giữa hai nguồn.
- D. nhỏ hơn $1,5\lambda_2$ vì sự trộn lẫn sẽ kìm hãm tốc độ phân rã của các nguyên tử trong mỗi nguồn.

Câu 32: Hai tụ điện $C_1 = C_2$ mắc song song. Nối hai đầu bộ tụ với ác qui có suất điện động $E = 6V$ để nạp điện cho các tụ rồi ngắt ra và nối với cuộn dây thuần cảm L tạo thành mạch dao động điện từ tự do. Sau khi dao động trong mạch đã ổn định, tại thời điểm dòng điện qua cuộn dây có độ lớn bằng một nửa giá trị dòng điện cực đại, người ta ngắt khóa K để cho mạch nhánh chứa tụ C_2 hở. Kể từ đó, hiệu điện thế cực đại trên tụ còn lại C_1 là

- A. $3\sqrt{3} V$.
- B. $\frac{\sqrt{6}}{2} V$.
- C. $3\sqrt{5} V$.
- D. $\sqrt{6} V$.

Câu 33: Một sợi dây đàn hồi được treo thẳng đứng vào một điểm cố định, đầu dưới của dây để tự do. Người ta tạo ra sóng dừng trên dây với tần số bé nhất là f_1 .

Để có sóng dừng trên dây phải tăng tần số tối thiểu đến giá trị f_2 . Tỉ số $\frac{f_2}{f_1}$ là

- A. 1,5.
- B. 2.
- C. 2,5.
- D. 3.

Câu 34: Cuộn dây có điện trở thuần R , độ tự cảm L mắc vào điện áp xoay chiều $u = 250\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (V) thì cường độ dòng điện hiệu dụng qua cuộn dây là 5A và lệch pha so với u góc 60° . Mắc nối tiếp cuộn dây với đoạn mạch X thì cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch là 3A và điện áp hai đầu cuộn dây vuông pha với điện áp hai đầu X . Công suất tiêu thụ trên đoạn mạch X là

- A. 200W.
- B. 300W.
- C. $200\sqrt{2} W$.
- D. $300\sqrt{3} W$.

Câu 35: Một sóng siêu âm có tần số $3,3 \cdot 10^5$ Hz truyền trong không khí với vận tốc là 330 m/s. Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Tần số của một sóng điện từ, có cùng bước sóng với sóng siêu âm nói trên, có giá trị

- A. $3 \cdot 10^5$ Hz.
- B. $3 \cdot 10^{11}$ Hz.
- C. $3 \cdot 10^3$ Hz.
- D. $3 \cdot 10^7$ Hz.

Câu 36: Mạch điện xoay chiều gồm R, C, L ghép nối tiếp. Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U = 100\sqrt{3}$ V vào hai đầu đoạn mạch. Khi C biến thiên, có một giá trị của C làm $U_C^{\max}$, lúc đó thấy điện áp trên cuộn dây thuần cảm $U_L = 200$ V. Hiệu điện thế trên tụ đạt cực đại bằng

- A. $200\sqrt{3}$ V. B. 200 V. C. 300 V. D. $300\sqrt{3}$ V.

Câu 37: Khi thực hiện giao thoa với ánh sáng đơn sắc trong không khí, tại điểm A trên màn ảnh ta được vân sáng bậc 3. Giả sử thực hiện giao thoa với ánh sáng đơn sắc đỏ trong nước có chiết suất $n = 4/3$ thì tại điểm A trên màn ta thu được

- A. vẫn là vân sáng bậc 3. B. vân sáng bậc 4.
C. vân tối thứ 3. D. vân tối thứ 4.

Câu 38: Cho biết tần số sóng của vạch cuối cùng trong dãy Balmer là f_1 , tần số sóng của vạch đầu tiên trong dãy Lyman là f_2 . Tần số sóng f của vạch cuối cùng trong dãy Lyman là

- A. $f = f_2 - f_1$. B. $f = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$. C. $f = f_1 + f_2$. D. $f = f_1 - f_2$.

Câu 39: Đặt vào hai đầu đoạn mạch RLC mắc nối tiếp một điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2} \cos(2\pi ft)$ (V), với U không đổi còn f thay đổi được. Hiện tượng cộng hưởng điện xảy ra khi

- A. thay đổi độ tự cảm L để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm (thuần) đạt cực đại.
B. thay đổi điện dung C để điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt cực đại.
C. thay đổi R để công suất tiêu thụ trên đoạn mạch đạt cực đại.
D. thay đổi tần số f để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở R đạt cực đại.

Câu 40: Một sóng dừng trên dây có dạng: $u = 2 \sin\left(\frac{\pi}{2}x\right) \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm);

trong đó u là li độ dao động của một điểm có tọa độ x trên dây ở thời điểm t, với x tính bằng cm, t tính bằng s. Vận tốc truyền sóng trên dây là

- A. 40 cm/s. B. 80 cm/s. C. 120 cm/s. D. 160 cm/s.

Câu 41: Một đồng hồ chuyển động với tốc độ $v = 0,8c$. Sau 1 giờ tính theo đồng hồ chuyển động thì đồng hồ này chạy chậm hơn đồng hồ gắn với quan sát viên đứng yên một lượng là

- A. 20 phút. B. 30 phút. C. 40 phút. D. 50 phút.

Câu 42: Một con lắc đơn có chiều dài 1m, dao động điều hoà tại nơi có gia tốc trọng trường là $10 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Góc lớn nhất và dây treo hợp với phương thẳng đứng là $\alpha_0 = 0,1 \text{ (rad)}$. Tại vị trí dây treo hợp với phương thẳng đứng góc $\alpha = 0,01 \text{ (rad)}$ thì gia tốc của con lắc có độ lớn là

- A. $0,1 \text{ (m/s}^2\text{)}$. B. $0,0989 \text{ (m/s}^2\text{)}$. C. $0,17 \text{ (m/s}^2\text{)}$. D. $0,14 \text{ (m/s}^2\text{)}$.

Câu 43: Một hạt nhân có số khối A đang đứng yên, phát ra hạt α với tốc độ v . Lấy gần đúng khối lượng các hạt nhân theo số khối A khi tính theo đơn vị u . Tốc độ giật lùi của hạt nhân con là

- A. $\frac{2v}{A-4}$. B. $\frac{4v}{A+4}$. C. $\frac{4v}{A-4}$. D. $\frac{v}{A-4}$.

Câu 44: Các mức năng lượng của nguyên tử Hidrô ở trạng thái dừng được xác định bằng công thức $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$, với n là số nguyên $n = 1, 2, 3, \dots$ ứng với các mức năng lượng K, L, M, ... Tần số của bức xạ có bước sóng dài nhất ở dãy Balmer là

- A. $0,456 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ B. $0,613 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ C. $0,463 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ D. $0,92 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$.

Câu 45: Trong đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần, tụ điện nối tiếp với cuộn dây, điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở thuần R và giữa hai đầu cuộn dây có các biểu thức lần lượt là $u_R = U_{0R} \cos \omega t \text{ (V)}$ và $u_d = U_{0d} \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \text{ (V)}$.

Kết luận nào sau đây là sai?

- A. Điện áp giữa hai đầu cuộn dây ngược pha với điện áp giữa hai bản của tụ điện.
B. Cuộn dây có điện trở thuần.
C. Cuộn dây là thuần cảm.
D. Công suất tiêu thụ trên mạch khác 0.

Câu 46: Bắn một hạt prôtôn có khối lượng m_p vào hạt nhân Li đang đứng yên. Phản ứng tạo ra hai hạt nhân X giống hệt nhau có khối lượng m_X bay ra với cùng độ lớn vận tốc v_X và cùng hợp với phương ban đầu của prôtôn một góc 45° . Vận tốc của hạt prôtôn là

- A. $v_p = \frac{m_X v_X \sqrt{2}}{m_p}$. B. $v_p = \frac{2m_X v_X}{m_p}$. C. $v_p = \frac{m_X v_X}{m_p}$. D. $v_p = \frac{m_X v_X}{m_p \sqrt{2}}$.

ĐỀ SỐ 04

Câu 1: Cho mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp. Tự điện có điện dung

$C = \frac{10^{-4}}{\pi} \text{ F}$, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được. Hiệu điện thế

xoay chiều đặt vào hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U và tần số $f = 50 \text{ Hz}$.

Khi $L = \frac{5}{4\pi} \text{ H}$ thì hiệu điện thế hiệu dụng trên cuộn dây đạt giá trị cực đại

$U_L^{\max} = 100 \text{ V}$. Khi L thay đổi, công suất của mạch có thể đạt lớn nhất bằng

A. 100W.

B. 200W.

C. 40W.

D. 50W.

Câu 2: Con lắc lò xo bố trí nằm ngang, vật nhỏ dao động điều hoà với tần số 2 Hz. Khi vật có li độ 1,5 cm thì động năng của vật chiếm 91% cơ năng toàn phần của nó. Tốc độ trung bình trong một chu kì dao động là

A. 30 cm/s.

B. 20 cm/s.

C. 40 cm/s.

D. 60 cm/s.

Câu 3: Hai con lắc đơn giống hệt nhau, các quả cầu dao động có kích thước nhỏ làm bằng chất có khối lượng riêng $D = 7250 \text{ (kg/m}^3\text{)}$. Dùng các con lắc nói trên để điều khiển các đồng hồ quả lắc. Đồng hồ thứ nhất đặt trong không khí và đồng hồ thứ hai đặt trong chân không. Khối lượng riêng của không khí là $\rho = 1,3 \text{ (kg/m}^3\text{)}$. Biết các điều kiện khác giống hệt nhau khi hai đồng hồ hoạt động. Nếu xem đồng hồ đặt trong chân không chạy đúng thì đồng hồ đặt trong không khí chạy nhanh hay chậm bao nhiêu sau một ngày đêm?

A. nhanh 7,75s.

B. nhanh 15,5s.

C. chậm 7,75s.

D. chậm 15,5s.

Câu 4: Cho mạch xoay chiều không phân nhánh RLC có tần số dòng điện thay đổi được. Gọi $f_0; f_1; f_2$ lần lượt là các giá trị của tần số dòng điện làm cho

$U_{R\max}; U_{L\max}; U_{C\max}$. Ta có

A. $\frac{f_1}{f_0} = \frac{f_0}{f_2}$.

B. $f_0 = f_1 + f_2$.

C. $f_0 = \frac{f_1}{f_2}$.

D. $f_0 = \frac{f_2}{f_1}$.

Câu 5: Một đồng hồ quả lắc treo vào trần một thang máy. So với trường hợp thang máy đứng yên, đồng hồ sẽ chạy nhanh khi thang máy chuyển động

A. đi xuống tốc độ đều.

B. đi lên tốc độ đều.

C. đi lên nhanh dần đều.

D. đi xuống nhanh dần đều.

Câu 6: Nguyên tử hiđrô nhận năng lượng kích thích và electron chuyển từ quỹ đạo K lên quỹ đạo M. Khi chuyển về trạng thái cơ bản, nguyên tử hiđrô phát ra những vạch quang phổ nào dưới đây?

- A. Hai vạch của dãy Lai-man.
- B. Một vạch của dãy Lai-man và một vạch của dãy Ban-me.
- C. Hai vạch của dãy Ban-me.
- D. Một vạch của dãy Ban-me và hai vạch của dãy Lai-man.

Câu 7: Một khung dây điện phẳng gồm 10 vòng dây hình vuông cạnh 10cm, có thể quay quanh một trục nằm ngang ở trong mặt phẳng của khung, đi qua tâm O của khung và song song với cạnh của khung. Cảm ứng từ B tại nơi đặt khung $B = 0,2T$ và khung quay đều 300 vòng/phút. Biết điện trở của khung là 1Ω và của mạch ngoài là 4Ω . Cường độ cực đại của dòng điện cảm ứng trong mạch là

- A. 0,628A.
- B. 1,256A.
- C. 6,280A.
- D. 1,570A.

Câu 8: Trên mặt nước có 2 nguồn sóng giống hệt nhau A và B cách nhau một khoảng $AB = 24\text{ cm}$. Các sóng có cùng bước sóng $\lambda = 2,5\text{ cm}$. Hai điểm M và N trên mặt nước cùng cách đều trung điểm của đoạn AB một đoạn 16 cm và cùng cách đều 2 nguồn sóng và A và B. Số điểm trên đoạn MN dao động cùng pha với 2 nguồn là

- A. 8.
- B. 7.
- C. 6.
- D. 9.

Câu 9: Một nguồn sáng điểm phát đồng thời một bức xạ đơn sắc màu đỏ có bước sóng $\lambda_1 = 640\text{nm}$ và một bức xạ màu lục, chiếu sáng hai khe Y-âng. Trên màn quan sát thấy giữa hai vân sáng cùng màu với vân trung tâm có 7 vân màu lục. Giữa hai vân sáng này có số vân đỏ là

- A. 6.
- B. 3.
- C. 5.
- D. 8.

Câu 10: Một con lắc lò xo nằm ngang, vật nhỏ khối lượng m đang dao động điều hòa với biên độ A. Khi vật đang ở li độ $x = A$, người ta nhẹ nhàng thả lên m một vật khác cùng khối lượng và hai vật dính chặt vào nhau. Biên độ dao động mới của con lắc là

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

Câu 11: Một mạch dao động LC đang phát sóng trung. Để mạch đó phát được sóng ngắn thì phải

- A. mắc nối tiếp thêm vào mạch một cuộn dây thuần cảm thích hợp.
- B. mắc nối tiếp thêm vào mạch một điện trở thuần thích hợp.
- C. mắc nối tiếp thêm vào mạch một tụ điện có điện dung thích hợp.
- D. mắc song song thêm vào mạch một tụ điện có điện dung thích hợp.

Câu 12: Máy biến thế có 250 vòng ở cuộn sơ cấp và 500 vòng ở cuộn thứ cấp. Cuộn dây sơ cấp có điện trở thuần $r = 6 \Omega$ và cảm kháng $Z_L = 8 \Omega$. Cuộn thứ cấp để hở. Nối hai đầu cuộn sơ cấp với điện áp xoay chiều có giá trị hiệu điện thế hiệu dụng 60 V thì hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp là

- A. 120 V.
- B. 96V.
- C. 30V.
- D. 86V.

Câu 13: Chiếu chùm ánh sáng trắng, hẹp từ không khí vào bề dụng chất lỏng có đáy phẳng, nằm ngang với góc tới $i = 60^\circ$. Biết chiết suất của chất lỏng đối với ánh sáng tím $n_t = 1,70$ và đối với ánh sáng đỏ $n_r = 1,68$. Do hiện tượng tán sắc mà bề rộng của dải màu thu được ở đáy bể là 1,5 cm. Độ sâu của nước trong bể là

- A. 0,75m.
- B. 1,0m.
- C. 1,5m.
- D. 2m.

Câu 14: Một vật nặng M khi treo vào lò xo có độ cứng k_1 thì nó dao động với tần số f_1 , khi treo vào xo có độ cứng k_2 thì nó dao động với tần số f_2 . Dùng hai lò xo trên mắc song song với nhau rồi treo vật M vào thì vật sẽ dao động với tần số là

- A. $\sqrt{f_1^2 + f_2^2}$.
- B. $\sqrt{f_1^2 - f_2^2}$.
- C. $\frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$.
- D. $\frac{f_1 + f_2}{f_1 f_2}$.

Câu 15: Mạch chọn sóng của máy thu vô tuyến điện gồm cuộn dây thuần cảm $L = 2 \cdot 10^{-2} \text{H}$ và một tụ điện xoay có điện dung biến thiên từ 10pF đến 500pF khi góc xoay biến thiên từ 0° đến 180° . Khi góc xoay của tụ bằng 90° thì mạch thu được sóng điện từ có bước sóng là

- A. 128,5m.
- B. 131,9m.
- C. 134,6m.
- D. 138,7m.

Câu 16: Con lắc đơn có khối lượng $m = 100\text{g}$, chiều dài $l = 100\text{cm}$. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng góc α_0 rồi thả không vận tốc ban đầu để khi dao động thì lực căng dây $T_{\max} = 3T_{\min}$. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Vận tốc của vật khi $T = 2T_{\min}$ là

- A. 1 m/s.
- B. 1,2 m/s.
- C. 1,5 m/s.
- D. 2 m/s.

Câu 17: Mạch điện gồm một biến trở R mắc nối tiếp với cuộn dây không thuần cảm $r = 10\Omega$ và tụ điện C . Thay đổi R ta thấy với hai giá trị $R_1 = 26\Omega$ và $R_2 = 54\Omega$ thì mạch tiêu thụ công suất như nhau. Để công suất tiêu thụ trên mạch đạt cực đại thì R bằng

- A. 48Ω . B. 38Ω . C. 40Ω . D. 30Ω .

Câu 18: Tại mặt nước nằm ngang có hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 18 cm dao động theo phương thẳng đứng với phương trình lần lượt là: $u_1 = \cos\left(40\pi t + \frac{\pi}{6}\right)\text{ cm}$

và $u_2 = \cos\left(40\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\text{ cm}$. Vận tốc truyền sóng $v = 120\text{ cm/s}$. Gọi AB là 2 điểm trên mặt nước sao cho ABS_1S_2 là hình vuông. Số đường dao động cực tiểu trên đoạn AB là

- A. 4. B. 3. C. 2. D. 1.

Câu 19: Chiếu một chùm tia hồng ngoại vào lá kẽm tích điện âm thì

- A. điện tích âm của lá kẽm mất đi.
B. tấm kẽm sẽ trung hoà về điện.
C. điện tích của tấm kẽm không thay đổi.
D. tấm kẽm tích điện dương.

Câu 20: Đặt một điện áp xoay chiều có tần số f thay đổi vào hai đầu đoạn mạch RLC nối tiếp thì thấy khi $f = 40\text{ Hz}$ và $f = 90\text{ Hz}$ thì điện áp hiệu dụng đặt vào điện trở R như nhau. Để xảy ra cộng hưởng trong mạch thì tần số phải bằng

- A. $27,7\text{ Hz}$. B. 60 Hz . C. 50 Hz . D. 130 Hz .

Câu 21: Hạt nhân ${}_{92}^{234}\text{U}$ ban đầu đứng yên phóng xạ phát ra hạt α .

Biết $m_U = 233,9904\text{ u}$; $m_{He} = 4,0015\text{ u}$ và $m_{Th} = 229,9737\text{ u}$. Động năng của hạt α là

- A. $32,75 \cdot 10^{-13}\text{ J}$. B. $22,27 \cdot 10^{-13}\text{ J}$. C. $14,92 \cdot 10^{-13}\text{ J}$. D. $14,92\text{ MeV}$.

Câu 22: Chọn câu sai khi nói về sóng dừng xảy ra trên sợi dây.

- A. Khoảng thời gian giữa hai lần sợi dây duỗi thẳng là nửa chu kỳ.
B. Khoảng cách giữa điểm nút và điểm bụng liên kế là một phần tư bước sóng.
C. Khi xảy ra sóng dừng không có sự truyền năng lượng.
D. Hai điểm đối xứng với nhau qua điểm nút luôn dao động cùng pha.

Câu 23: Một vật $m = 200\text{g}$ thực hiện đồng thời hai dao động cùng phương có phương trình dao động $x_1 = 3\cos\left(15t + \frac{\pi}{6}\right)\text{cm}$ và $x_2 = A_2\cos\left(15t + \frac{\pi}{2}\right)\text{cm}$. Biết cơ năng dao động tổng hợp của vật $E = 0,06075\text{J}$. Biên độ A_2 bằng

- A. 1 cm. B. 2 cm. C. 3 cm. D. 4 cm.

Câu 24: Một vật khối lượng 100 g nối với một lò xo có độ cứng 100 N/m . Đầu còn lại của lò xo gắn cố định, sao cho vật có thể dao động trên mặt phẳng nằm ngang. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn 9 cm rồi buông nhẹ. Lấy gia tốc trọng trường 10 m/s^2 . Biết hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng nằm ngang là $0,2$. Biên độ dao động của vật sau 5 chu kì dao động là

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

Câu 25: Một sợi dây căng giữa hai điểm cố định, người ta tạo sóng dừng trên dây. Hai tần số gần nhau nhất cùng tạo ra sóng dừng trên dây là 150Hz và 200Hz . Tần số nhỏ nhất tạo ra sóng dừng trên dây đó là

- A. 125Hz . B. 100Hz . C. 50Hz . D. 75Hz .

Câu 26: Một đoạn mạch gồm điện trở thuần $R = 200\ \Omega$ mắc nối tiếp với tụ điện C . Nối 2 đầu đoạn mạch với 2 cực của một máy phát điện xoay chiều một pha, bỏ qua điện trở các cuộn dây trong máy phát. Khi rôto của máy quay đều với tốc độ 200 vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là I . Khi rôto của máy quay đều với tốc độ 400 vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là $2\sqrt{2}I$. Nếu rôto của máy quay đều với tốc độ 800 vòng/phút thì dung kháng của đoạn mạch là

- A. $Z_C = 100\sqrt{2}\ \Omega$. B. $Z_C = 200\sqrt{2}\ \Omega$.
C. $Z_C = 800\sqrt{2}\ \Omega$. D. $Z_C = 50\sqrt{2}\ \Omega$.

Câu 27: Trong một buổi hòa nhạc, giả sử 5 chiếc kèn đồng giống nhau phát sóng âm có mức cường độ âm 50dB . Để có mức cường độ âm 60dB thì cần số chiếc kèn đồng là

- A. 50. B. 6. C. 60. D. 10.

Câu 28: Điện năng được truyền tới nơi tiêu thụ cách nhà máy 10 km . Dây dẫn làm bằng kim loại có điện trở suất $\rho = 2,5 \cdot 10^{-8}\ \Omega\text{m}$, tiết diện dây $S = 1,2\text{cm}^2$, hệ số công suất của mạch điện là $k = 0,9$. Điện áp hiệu dụng và công suất truyền đi ở trạm phát điện tương ứng là 10kV và 5MW . Hiệu suất của sự truyền tải điện năng bằng

- A. $90,75\%$. B. $88,14\%$. C. $74,28\%$. D. $87,14\%$.

Câu 29: Trong một thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng. Hai điểm M và N nằm đối xứng nhau với vân sáng trung tâm. Ban đầu đặt hệ giao thoa trong không khí tại điểm M có vân sáng bậc 10. Về sau đặt hệ giao thoa vào môi trường có chiết suất $n = 1,4$ thì số vân sáng và tối quan sát được trong đoạn MN là bao nhiêu?

- A. 28 vân sáng, 26 vân tối. B. 29 vân sáng, 28 vân tối.
C. 27 vân sáng, 29 vân tối. D. 26 vân sáng, 27 vân tối.

Câu 30: Sau mỗi giờ, số nguyên tử của đồng vị phóng xạ coban $^{60}_{27}\text{Co}$ giảm 3,8%. Hằng số phóng xạ của coban là

- A. $1,076 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$. B. $2,442 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. C. $7,68 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. D. $2,442 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$.

Câu 31: 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 kim loại đó thì điện thế cực đại của quả cầu là $5V_1$. Hỏi chiếu riêng bức xạ có tần số f vào quả cầu kim loại 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. $3V_1$.

Câu 32: Có khoảng gần 50% diện tích bề mặt Mặt Trăng không thể được quan sát từ Trái Đất, nguyên nhân của hiện tượng này là

- A. chu kì tự quay của Mặt Trăng quanh trục của nó trùng với chu kì tự quay của Trái Đất.
B. chu kì tự quay của Mặt Trăng quanh trục của nó trùng với chu kì quay của nó quanh Trái Đất.
C. chu kì tự quay của Mặt Trăng quanh trục bằng đúng một tháng âm lịch.
D. chu kì tự quay của Mặt Trăng quanh trục bằng đúng một tháng dương lịch.

Câu 33: Chọn câu sai.

- A. Ngôi sao phát ánh sáng màu xanh vì nhiệt độ ngôi sao lớn hơn so với Mặt Trời.
B. Tần số của sóng ánh sáng đơn sắc không phụ thuộc vào môi trường.
C. Chiết suất của môi trường phụ thuộc vào tần số của sóng ánh sáng đơn sắc.
D. Đối với ánh sáng đơn sắc có bước sóng càng dài thì chiết suất của môi trường càng lớn.

Câu 34: Khi mắc lần lượt một điện trở thuần, một tụ điện và một cuộn dây thuần cảm vào một điện áp xoay chiều (có điện áp hiệu dụng U và tần số f) thì cường độ dòng điện hiệu dụng chạy trong các phần tử đó có giá trị lần lượt là $5A$; $1,25A$ và $2,5A$. Nếu đặt vào đoạn mạch gồm điện trở thuần, tụ điện và cuộn dây đó mắc nối tiếp điện áp xoay chiều kể trên thì dòng điện chạy trong mạch có giá trị hiệu dụng là

- A. $1,6A$. B. $\sqrt{5}A$. C. $2\sqrt{5}A$. D. $\sqrt{10}A$.

Câu 35: Một nguồn âm được coi là nguồn điểm phát sóng cầu và môi trường không hấp thụ âm. Tại một vị trí sóng có biên độ $0,12mm$ với cường độ âm tại điểm đó bằng $1,80Wm^{-2}$. Tại vị trí sóng có biên độ bằng $0,36mm$ thì sẽ có cường độ âm bằng

- A. $0,60Wm^{-2}$. B. $2,70Wm^{-2}$. C. $5,40Wm^{-2}$. D. $16,2Wm^{-2}$.

Câu 36: Một mạch điện mắc nối tiếp gồm điện trở R_1 , tụ điện C_1 và cuộn dây thuần cảm L_1 có cùng tần số góc cộng hưởng ω với mạch điện mắc nối tiếp khác gồm điện trở R_2 , tụ điện C_2 và cuộn dây thuần cảm L_2 . Nếu mắc nối tiếp 2 mạch này với nhau thì tần số góc ω_0 khi xảy ra cộng hưởng của mạch mới là

- A. $\omega_0 = \omega$. B. $\omega_0 = 2\omega$. C. $\omega_0 = 0,5\omega$. D. $\omega_0 = 1,5\omega$.

Câu 37: Một electron có động năng $12,4 eV$ đến va chạm với nguyên tử Hidrô đứng yên, ở trạng thái cơ bản. Sau va chạm nguyên tử Hidrô vẫn đứng yên nhưng chuyển lên mức kích thích đầu tiên. Động năng của electron còn lại là

- A. $10,2 eV$. B. $2,2 eV$. C. $1,2 eV$. D. $12 eV$.

Câu 38: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng hai khe Y-âng, khoảng cách hai khe là $a = 0,6mm$, khoảng cách hai khe đến màn $D = 2m$, khoảng cách giữa hai khe đến nguồn S là $d = 0,8m$, bước sóng do nguồn S phát ra có bước sóng $\lambda = 0,6\mu m$. Muốn cường độ sáng tại trung tâm O chuyển từ cực đại sang cực tiểu lần đầu, nguồn sáng S phải dịch chuyển theo phương thẳng đứng một đoạn là

- A. $4mm$. B. $0,4mm$. C. $8mm$. D. $0,8mm$.

Câu 39: Quang phổ nào sau đây là quang phổ vạch phát xạ?

- A. Ánh sáng từ chiếc nhẫn nung đỏ.
B. Ánh sáng của Mặt Trời thu được trên Trái Đất.
C. Ánh sáng từ bút thử điện.
D. Ánh sáng từ đèn dây tóc nóng sáng.

Câu 40: Công thoát electron của một kim loại là $7,64 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Chiếu lần lượt vào bề mặt tấm kim loại này các bức xạ có bước sóng là $\lambda_1 = 0,18 \mu\text{m}$, $\lambda_2 = 0,21 \mu\text{m}$ và $\lambda_3 = 0,35 \mu\text{m}$. Lấy $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. 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 41: Một mạch dao động gồm cuộn dây có độ tự cảm $L = 1 \text{ mH}$ và tụ điện có điện dung $C = 0,1 \mu\text{F}$ thực hiện dao động điện từ tự do. Khi cường độ dòng điện tức thời trong mạch là $i = 6 \cdot 10^{-3} \text{ A}$ thì điện tích trên hai bản của tụ điện là $q = 8 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. Điện tích cực đại của tụ điện là

- A. 10^{-8} C .
- B. 10^{-7} C .
- C. 10^{-8} C .
- D. $2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$.

Câu 42: Để tạo ra chùm tia X, chỉ cần phóng một chùm electron có vận tốc lớn, cho đập vào

- A. một vật rắn bất kì.
- B. một vật rắn có nguyên tử lượng lớn.
- C. một vật rắn, lỏng, khí bất kì.
- D. một vật rắn hoặc lỏng bất kì.

Câu 43: Mạch dao động LC lí tưởng với cuộn dây có $L = 20 \text{ mH}$, tụ điện có điện dung $C = 50 \mu\text{F}$. Chọn thời điểm ban đầu khi dòng điện qua cuộn dây cực đại I_0 . Hỏi sau khoảng thời gian nhỏ nhất là bao nhiêu thì năng lượng điện trường bằng $\frac{3}{4}$ năng lượng điện từ

- A. $\frac{\pi \cdot 10^{-3}}{3} \text{ s}$.
- B. $\frac{\pi \cdot 10^{-3}}{6} \text{ s}$.
- C. $\frac{\pi \cdot 10^{-3}}{2} \text{ s}$.
- D. $\frac{\pi \cdot 10^{-3}}{4} \text{ s}$.

Câu 44: Một nguồn sáng phát ánh sáng đơn sắc, có công suất 1 W , trong mỗi giây phát ra $2,5 \cdot 10^{19}$ photon. Cho biết: $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Bức xạ do đèn phát ra là

- A. hồng ngoại.
- B. tử ngoại.
- C. màu tím.
- D. màu đỏ.

Câu 45: Cho biết tần số sóng của hai vạch đầu tiên trong dãy Lyman là f_1 và f_2 . Tần số sóng f của vạch đầu tiên trong dãy Balmer là

- A. $f = f_1 - f_2$.
- B. $f = f_1 + f_2$.
- C. $f = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2}$.
- D. $f = f_2 - f_1$.

Câu 46: (Đây là bài toán hay của tác giả Chu Văn Biên – ĐH Hồng Đức) Hai tấm kim loại A, B hình tròn được đặt gần nhau, đối diện và cách điện nhau. A được nối với cực âm và B được nối với cực dương của một nguồn điện một chiều. Để làm bứt các electron từ mặt trong của tấm A, người ta chiếu chùm bức xạ đơn sắc công suất 4,9 mW mà mỗi photon có năng lượng $9,8 \cdot 10^{-19}$ (J) vào mặt trong của tấm A này. Biết rằng cứ 100 photon chiếu vào A thì có một electron quang điện được bứt ra. Một số electron này chuyển động được đến B để tạo ra dòng điện qua nguồn có cường độ 1,6 μ A. Phần trăm electron quang điện bứt ra khỏi A không đến được B là

- A. 20%. B. 30%. C. 70%. D. 80%.

Câu 47: Mạch RLC nối tiếp gồm điện trở thuần $R = 100\Omega$, thuần cảm có $L = \frac{1}{\pi}$ H và tụ điện có $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F. Điện áp xoay chiều giữa hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng $U = 200$ V, tần số f thay đổi được. Với giá trị nào của f thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản cực tụ điện có giá trị cực đại?

- A. 25Hz. B. 50Hz. C. $25\sqrt{6}$ Hz. D. $50\sqrt{2}$ Hz.

Câu 48: Tại thời điểm t_1 độ phóng xạ của một mẫu chất là x , ở thời điểm t_2 là y . Nếu chu kì bán rã của mẫu là T thì số hạt phân rã trong khoảng thời gian $t_2 - t_1$ là:

- A. $\frac{(x-y)\ln 2}{T}$. B. $xt_1 - yt_2$.
C. $x - y$. D. $\frac{(x-y)T}{\ln 2}$.

Câu 49: Một vật có khối lượng 400g chịu tác dụng của một lực có dạng $F = -0,6 \cos 5t$ (N) nên dao động điều hòa. Biên độ dao động của vật là

- A. 4 cm. B. 5 cm. C. 6 cm. D. 7 cm.

Câu 50: Vận tốc của electron khi đập vào anốt của một ống Ronghen là $4 \cdot 10^7$ m/s. Để tăng vận tốc này thêm 10^7 m/s thì phải tăng hiệu điện thế đặt vào ống một lượng

- A. 5118V. B. 2560V.
C. 1280V. D. 853V.

ĐỀ SỐ 05

Câu 1: Treo một vật trọng lượng 10N vào một đầu sợi dây nhẹ, không co giãn rồi kéo vật khỏi phương thẳng đứng một góc α_0 và thả nhẹ cho vật dao động. Biết rằng dây treo chỉ chịu được căng lớn nhất là 20N. Để dây không bị đứt, góc α_0 không thể vượt quá

- A. 15° . B. 30° . C. 45° . D. 60° .

Câu 2: Đồng vị Na^{24} phóng xạ β^- với chu kì T, tạo thành hạt nhân con Mg^{24} . Tại thời điểm bắt đầu khảo sát thì tỉ số khối lượng Mg^{24} và Na^{24} là 0,25. Sau thời gian 3T thì tỉ số trên là

- A. 1. B. 8. C. 9. D. 4.

Câu 3: Hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số có phương trình $x_1 = A_1 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$ và $x_2 = A_2 \cos(\omega t - \pi)$ cm. Dao động tổng hợp có phương trình $x = 9 \cos(\omega t + \varphi)$ cm. Để biên độ A_2 có giá trị cực đại thì A_1 có giá trị

- A. $9\sqrt{3}$ cm. B. 7cm. C. $15\sqrt{3}$ cm. D. $18\sqrt{3}$ cm.

Câu 4: Cho đoạn mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây mắc nối tiếp với tụ điện. Độ lệch pha của điện áp giữa hai đầu cuộn dây so với cường độ dòng điện trong mạch là $\frac{\pi}{3}$. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện bằng $\sqrt{3}$ lần điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây. Độ lệch pha của điện áp giữa hai đầu cuộn dây so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch trên là

- A. $-\frac{\pi}{3}$. B. $\frac{\pi}{6}$. C. $-\frac{2\pi}{3}$. D. $\frac{2\pi}{3}$.

Câu 5: Tại một điểm nghe được đồng thời hai âm: âm truyền tới có mức cường độ âm 65dB, âm phản xạ có mức cường độ âm 60dB. Mức cường độ âm toàn phần tại điểm đó là

- A. 5dB. B. 125dB. C. 66,19dB. D. 62,5dB.

Câu 6: Thời gian sống của electron là

- A. 10^{-8} s. B. 900s. C. 5600 năm. D. vô hạn.

Câu 7: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nếu chỉ sử dụng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 480\text{nm}$ hoặc $\lambda_2 = 640\text{nm}$ thì khoảng vân trên màn lần lượt là $1,92\text{mm}$ và $2,56\text{mm}$. Trong vùng giao thoa có độ rộng 3cm (ở hai bên vân sáng trung tâm và cách đều vân sáng trung tâm), số vân sáng có thể quan sát được trên màn nếu sử dụng đồng thời hai ánh sáng trên là

- A. 26. B. 25. C. 23. D. 19.

Câu 8: Hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 50mm lần lượt dao động theo phương trình $u_1 = \cos 200\pi t (\text{cm})$ và $u_2 = \cos(200\pi t + \pi) (\text{cm})$ trên mặt thoáng của thủy ngân. Xét về một phía của đường trung trực của AB, người ta thấy vân bậc k đi qua điểm M có $MA - MB = 12\text{mm}$ và vân bậc $(k + 3)$ (cùng loại với vân bậc k) đi qua điểm N có $NA - NB = 36\text{mm}$. Số điểm cực đại giao thoa trên đoạn AB là

- A. 12. B. 13. C. 11. D. 14.

Câu 9: Cho một mạch điện RLC nối tiếp. Biết R thay đổi được, $L = \frac{0,8}{\pi} (\text{H})$,

$C = \frac{10^{-4}}{\pi} (\text{F})$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều

$u = U_0 \cos 100\pi t (\text{V})$. Để u_{RL} lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với u thì giá trị của R là

- A. 20Ω . B. 40Ω . C. 48Ω . D. 140Ω .

Câu 10: Con lắc đơn treo ở trần một thang máy, đang dao động điều hoà. Khi con lắc về đúng tới vị trí cân bằng thì thang máy bắt đầu chuyển động nhanh dần đều lên trên thì

- A. biên độ dao động giảm. B. biên độ dao động không thay đổi.
C. lực căng dây giảm. D. biên độ dao động tăng.

Câu 11: Điện năng được truyền đi xa từ trạm 1 đến trạm 2 qua đường dây tải điện có điện trở tổng cộng 50Ω . Biết ở trạm 2 điện áp ở hai đầu cuộn sơ cấp và thứ cấp lần lượt là $3,3\text{kV}$ và 220V , cường độ dòng điện qua cuộn thứ cấp là 75A . Bỏ qua hao tổn năng lượng do các máy biến áp và xem hệ số công suất của các mạch đều bằng 1. Điện áp khi đưa lên đường dây là

- A. 3350V . B. 3400V . C. 3050V . D. 3550V .

Câu 12: Một photon ánh sáng đi từ chân không vào bên trong một khối thủy tinh. Năng lượng của photon đó trong khối thủy tinh

- A. được tăng lên vì bước sóng của photon giảm.
- B. bị giảm đi vì vận tốc truyền sáng trong môi trường giảm.
- C. giữ nguyên như cũ vì cả vận tốc ánh sáng lẫn bước sóng ánh sáng đều không đổi.
- D. giữ nguyên như cũ vì tần số ánh sáng không đổi.

Câu 13: Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng $k = 50 \text{ N/m}$ và vật nặng có khối lượng $m = 200\text{g}$ treo thẳng đứng. Từ vị trí cân bằng, người ta đưa vật dọc theo trục lò xo đến vị trí lò xo bị nén đoạn 4 cm rồi buông nhẹ cho vật dao động điều hòa. Lấy $g = \pi^2 (\text{m/s}^2)$. Tính từ thời điểm buông vật, thời điểm đầu tiên lực đàn hồi của lò xo có độ lớn bằng nửa giá trị cực đại và đang giảm là

- A. $0,116\text{s}$.
- B. $0,100\text{s}$.
- C. $0,300\text{s}$.
- D. $0,284\text{s}$.

Câu 14: Hai chiếc bàn ủi (bàn là) $220\text{V}-1100\text{W}$ được mắc vào hai pha của lưới điện ba pha 4 dây, có $U_P = 220\text{V}$. Một nồi cơm điện $220\text{V}-550\text{W}$ được mắc vào pha thứ 3 của lưới điện này, thì cả 3 dụng cụ đều hoạt động bình thường (đúng định mức). Khi đó dòng điện chạy trong dây trong dây trung hòa có giá trị hiệu dụng bằng

- A. $2,5\text{A}$.
- B. $4,17\text{A}$.
- C. $12,5\text{A}$.
- D. $7,5\text{A}$.

Câu 15: Hạt nhân phóng xạ $^{234}_{92}\text{U}$ (đứng yên) phát ra tia α có động năng $K_\alpha = 1,5\text{MeV}$. Biết rằng tỉ số khối lượng của hạt nhân tính theo đơn vị u gần đúng có thể thay bằng tỉ số của số khối. Năng lượng tỏa ra do phân rã của hạt nhân $^{234}_{92}\text{U}$ là

- A. $1,526 \text{ eV}$.
- B. $4,07 \text{ MeV}$.
- C. $1,526 \text{ MeV}$.
- D. $4,07 \text{ eV}$.

Câu 16: Một con lắc lò xo thẳng đứng gồm vật nặng có khối lượng 100g và một lò xo nhẹ có độ cứng $k = 100\text{N/m}$. 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 $1,5 \text{ cm}$ lần thứ hai là

- A. $93,75\text{cm/s}$
- B. $-93,75\text{cm/s}$.
- C. $-56,25\text{cm/s}$.
- D. $56,25\text{cm/s}$.

Câu 17: Một mạch dao động LC lí tưởng, khoảng thời gian để điện tích trên tụ có độ lớn không nhỏ hơn $\frac{1}{2}$ điện tích cực đại trong nửa chu kì là $4\mu\text{s}$. Năng lượng điện, năng lượng từ trong mạch biến thiên tuần hoàn với chu kì là

- A. $12\mu\text{s}$. B. $24\mu\text{s}$. C. $6\mu\text{s}$. D. $4\mu\text{s}$.

Câu 18: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về quang phổ của Mặt Trời?

- A. Quang phổ Mặt Trời mà ta thu được thực ra là quang phổ vạch hấp thụ do phần vỏ của Mặt Trời là các chất tồn tại ở thể khí nóng có áp suất thấp, còn phần lõi có nhiệt độ rất cao (cỡ 10^6 độ).
B. Nghiên cứu các vạch đen trong quang phổ Mặt Trời ta có thể biết thành phần cấu tạo của lớp vỏ Mặt Trời.
C. Trong phổ phát xạ của lõi Mặt Trời chỉ có ánh sáng trông thấy.
D. Phổ phát xạ của lõi Mặt Trời có từ tia hồng ngoại đến tia gamma.

Câu 19: Mạch điện RLC được nối vào một hiệu điện thế xoay chiều cố định. Dung kháng của tụ điện là 40Ω , cảm kháng của cuộn dây là 50Ω . Khi thay đổi độ tự cảm của cuộn dây thuần cảm, người ta nhận được thêm một giá trị nữa của cảm kháng của nó mà công suất tiêu thụ của mạch vẫn bằng giá trị ban đầu. Độ lớn thứ hai của cảm kháng cuộn dây là

- A. 90Ω . B. 20Ω . C. 25Ω . D. 30Ω .

Câu 20: Một vật nhỏ khối lượng m đặt trên một tấm ván nằm ngang hệ số ma sát nghỉ giữa vật và tấm ván là $\mu = 0,2$. Cho tấm ván dao động điều hoà theo phương ngang với tần số $f = 2\text{Hz}$. Để vật không bị trượt trên tấm ván trong quá trình dao động thì biên độ dao động của tấm ván không được lớn hơn

- A. $1,5\text{cm}$. B. $1,25\text{cm}$. C. $2,15\text{cm}$. D. $2,5\text{cm}$.

Câu 21: Nhận xét nào sau đây về hiện tượng quang phát quang là đúng?

- A. Ánh sáng huỳnh quang là ánh sáng tồn tại trong thời gian dài hơn 10^{-8}s sau khi ánh sáng kích thích tắt.
B. Ánh sáng huỳnh quang có bước sóng nhỏ hơn bước sóng ánh sáng kích thích.
C. Ánh sáng lân quang hầu như tắt ngay sau khi tắt ánh sáng kích thích.
D. Ánh sáng lân quang có bước sóng dài hơn bước sóng của ánh sáng kích thích.

Câu 22: Đoạn mạch xoay chiều nối tiếp gồm điện trở thuần R , tụ điện C và cuộn cảm thuần L . Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều ổn định thì điện áp hiệu dụng trên R , L và C lần lượt là 60 V, 120 V và 60 V. Thay C bởi tụ điện C' thì điện áp hiệu dụng trên tụ là 40 V, khi đó, điện áp hiệu dụng trên R là

- A. 53,09 V. B. 13,33 V. C. 40 V. D. $20\sqrt{2}$ V.

Câu 23: Một sóng cơ học lan truyền trên mặt nước với tốc độ 25cm/s. Phương trình sóng tại nguồn là $u = 3\cos\pi t(\text{cm})$. Vận tốc của phần tử vật chất tại điểm M cách O một khoảng 25cm tại thời điểm $t = 2,5\text{s}$ là

- A. 25cm/s. B. 3π cm/s. C. 0. D. -3π cm/s.

Câu 24: Chọn phát biểu sai. Ăng ten

- A. là một dây dẫn dài, giữa có cuộn cảm, đầu trên để hở đầu dưới tiếp đất.
B. là bộ phận nằm ở lõi vào của máy thu và lõi ra của máy phát của hệ thống phát thanh.
C. chỉ thu được sóng điện từ có tần số bằng tần số riêng của nó.
D. là trường hợp giới hạn của mạch dao động hở.

Câu 25: Trong một thí nghiệm giao thoa ánh sáng dùng đồng thời hai ánh sáng đơn sắc chiếu vào khe S . Một người dùng kính lúp quan sát thì thấy trên màn có hai hệ vân giao thoa, đồng thời giữa hai vân sáng cùng màu với vân trung tâm liên tiếp có hai vân sáng thuộc ánh sáng có bước sóng λ_1 và ba vân sáng thuộc ánh sáng có bước sóng λ_2 . Biết một trong hai bức xạ có bước sóng là 500nm, giá trị của λ_1 và λ_2 là:

- A. $\lambda_1 = 666\text{nm}$; $\lambda_2 = 500\text{nm}$. B. $\lambda_1 = 500\text{nm}$; $\lambda_2 = 666\text{nm}$.
C. $\lambda_1 = 500\text{nm}$; $\lambda_2 = 475\text{nm}$. D. $\lambda_1 = 500\text{nm}$; $\lambda_2 = 600\text{nm}$.

Câu 26: Một vật dao động điều hòa với biên độ $A = 10$ cm. Tại thời điểm ban đầu vật có li độ $x = 8$ cm và đang chuyển động theo chiều dương. Đến thời điểm $\frac{T}{4}$ vật đi được quãng đường là

- A. 4 cm. B. 6 cm. C. 8 cm. D. 10 cm.

Câu 27: Gọi f_1 , f_2 , f_3 lần lượt là tần số dòng điện xoay chiều ba pha, tần số của từ trường, tần số của rôto trong động cơ không đồng bộ ba pha. Kết luận nào sau đây là đúng khi nói về mối quan hệ giữa các tần số

- A. $f_1 = f_2 = f_3$. B. $f_1 = f_2 > f_3$. C. $f_1 = f_2 < f_3$. D. $f_1 > f_2 = f_3$.

Câu 28: Trên mặt thoáng của chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp S_1 và S_2 có phương trình dao động lần lượt $u_1 = 2,5 \sin 40\pi t$ (mm) và $u_2 = -2,5 \sin 40\pi t$ (mm). Tốc độ truyền sóng trên mặt thoáng chất lỏng bằng 30 cm/s. Điểm M có hiệu khoảng cách đến hai nguồn bằng 4 cm, biên độ sóng tại M bằng

- A. $5\sqrt{3}$ mm. B. 2,5mm. C. 5mm. D. $2,5\sqrt{3}$ mm.

Câu 29: Trong một thí nghiệm, hiện tượng quang điện xảy ra khi chiếu chùm sáng đơn sắc tới bề mặt tấm kim loại. Nếu giữ nguyên bước sóng ánh sáng kích thích mà tăng cường độ của chùm sáng thì

- A. số electron bật ra khỏi tấm kim loại trong một giây tăng lên.
B. động năng ban đầu cực đại của electron quang điện tăng lên.
C. giới hạn quang điện của kim loại bị giảm xuống.
D. vận tốc ban đầu cực đại của các electron quang điện tăng lên.

Câu 30: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L và một bộ tụ điện gồm tụ điện có điện dung C_0 không đổi mắc song song với tụ xoay C_x . Tụ xoay C_x có điện dung biến thiên từ $C_1 = 10\text{pF}$ đến $C_2 = 250\text{pF}$ khi góc xoay biến thiên từ 0° đến 120° . Mạch thu được sóng điện từ có bước sóng nhỏ nhất là 10m. Cho biết điện dung của tụ xoay là hàm bậc nhất của góc xoay. Để thu được sóng điện từ có bước sóng $\lambda_0 = 20\text{m}$ thì góc xoay của bản tụ phải bằng

- A. 55° . B. 15° . C. 35° . D. 45° .

Câu 31: Dùng thuyết lượng tử ánh sáng không giải thích được

- A. hiện tượng quang - phát quang.
B. hiện tượng giao thoa ánh sáng.
C. nguyên tắc hoạt động của pin quang điện.
D. hiện tượng quang điện ngoài.

Câu 32: Một chất điểm dao động điều hòa, tại thời điểm t_1 chất điểm có li độ $x_1 = 3\sqrt{3}\text{cm}$ và vận tốc $v_1 = 15\pi\text{cm/s}$; tại thời điểm t_2 chất điểm có vận tốc $v_2 = 15\sqrt{3}\text{cm/s}$ và gia tốc $a = -7,5\text{m/s}^2$. Lấy $\pi^2 = 10$. Tần số dao động của chất điểm là

- A. 2,5Hz. B. 1,5Hz. C. 2Hz. D. 3Hz.

Câu 33: Một con lắc đơn được tích điện $q > 0$ đặt trong điện trường đều $\vec{E}$ hướng thẳng đứng xuống dưới. Cho con lắc dao động điều hoà với biên độ góc nhỏ. Biết rằng khi chưa đặt vào điện trường, chu kì của con lắc $T_0 = 2s$. Sau khi đưa vào vùng có điện trường, trong một chu kì nó chạy sai $0,002s$; Biết khối lượng của vật nặng $m = 100\text{ g}$; cường độ điện trường $E = 9,8 \cdot 10^3\text{ V/m}$; $g = 9,8\text{ m/s}^2$. Điện tích q bằng

- A. $2 \cdot 10^{-7}\text{ C}$ B. $3 \cdot 10^{-6}\text{ C}$ C. $4 \cdot 10^{-6}\text{ C}$ D. $2 \cdot 10^{-6}\text{ C}$.

Câu 34: Mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần $R = 30\Omega$ mắc nối tiếp với cuộn dây. Đặt vào hai đầu mạch một điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos(100\pi t)(V)$. Điện áp 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 . Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch có giá trị

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

Câu 35: Xét phản ứng $n + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{89}_{36}\text{Ba} + {}^{90}_{36}\text{Kr} + 3n + 200\text{MeV}$. Điều nào sau đây là sai khi nói về phản ứng này?

- A. Tổng khối lượng các hạt sau phản ứng nhỏ hơn tổng khối lượng hạt ${}^{235}_{92}\text{U}$ và hạt ${}_0^1n$.
 B. Phản ứng này tỏa một năng lượng 200MeV .
 C. Để xảy ra phản ứng thì hạt neutron có động năng cỡ chuyển động nhiệt.
 D. Sẽ có tối thiểu 3 hạt neutron tiếp tục tạo ra sự phân hạch mới.

Câu 36: Tại 2 điểm O_1, O_2 cách nhau 32cm trên mặt chất lỏng có 2 nguồn phát sóng dao động theo phương thẳng đứng với phương trình: $u_1 = 5\cos 100\pi t\text{ (mm)}$; $u_2 = 5\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\text{ (mm)}$. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là 2 m/s .
 Coi biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền sóng. Số điểm trên đoạn O_1, O_2 dao động với biên độ cực đại (không kể O_1, O_2) là

- A. 15. B. 17. C. 16. D. 18.

Câu 37: Trong quang phổ của hiđrô, các vạch trong vùng tử ngoại nằm trong dãy

A. Lai-man.

B. Ban-me.

C. Pa-sen.

D. Lai-man và Ban-me.

Câu 38: Một máy phát điện một chiều một pha có điện trở trong không đáng kể. Nối hai cực của máy với một tụ điện. Khi roto của máy quay với tốc độ n vòng/s thì dòng điện qua tụ có cường độ hiệu dụng là I . Nếu roto quay với tốc độ $2n$ vòng/s thì cường độ hiệu dụng của dòng điện qua tụ là

A. I .

B. $3I$.

C. $2I$.

D. $4I$.

Câu 39: Khi chiếu chùm bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda = 102,5\text{nm}$ qua chất khí hiđrô ở nhiệt độ và áp suất thích hợp thì thấy chất khí đó phát ra ba bức xạ có bước sóng $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$. Cho biết $\lambda_3 = 656,3\text{nm}$. Giá trị của λ_1 và λ_2 lần lượt là:

A. $97,3\text{nm}$ và $121,6\text{nm}$.

B. $102,5\text{nm}$ và $121,6\text{nm}$.

C. $102,5\text{nm}$ và $410,2\text{nm}$.

D. $97,3\text{nm}$ và $410,2\text{nm}$.

Câu 40: Một dây AB dài 90cm có đầu B thả tự do. Tạo ở đầu A một dao động điều hoà ngang có tần số 100Hz ta có sóng dừng, trên dây có 4 múi nguyên. Vận tốc truyền sóng trên dây có giá trị bao nhiêu?

A. 40 m/s .

B. 60 m/s .

C. 30 m/s .

D. 20 m/s .

Câu 41: Điện áp giữa hai đầu một đoạn mạch RLC mắc nối tiếp có biểu thức $u = U\sqrt{2} \cos \omega t$. Cho biết L là cuộn dây thuần cảm có cảm kháng $Z_L = 60\Omega$, điện trở thuần $R = 60\sqrt{3}\Omega$, tụ điện C có điện dung thay đổi được. Thay đổi điện dung C tới giá trị sao cho điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ đạt cực đại. Khi đó, dòng điện chạy qua mạch

A. nhanh pha $\frac{\pi}{3}$ so với điện áp u .

B. nhanh pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp u .

C. chậm pha $\frac{\pi}{3}$ so với điện áp u .

D. chậm pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp u .

Câu 42: Một bức xạ đơn sắc chiếu vào hai khe Y-âng cách nhau $a = 3 \text{ mm}$. Màn hứng vân giao thoa là một phim ảnh, đặt cách hai khe một khoảng $D = 45 \text{ cm}$. Sau khi tráng phim, người ta trông thấy trên phim một loạt vạch đen song song, cách đều nhau một khoảng $0,05 \text{ mm}$. Bức xạ đơn sắc đó là

- A. ánh sáng nhìn thấy. B. tia hồng ngoại.
C. tia X. D. tia tử ngoại.

Câu 43: Hạt nhân $^{63}_{29}\text{Cu}$ có bán kính $4,8 \text{ fm}$ ($1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$). Cho $m_p \approx 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Khối lượng riêng của hạt nhân đồng là

- A. $\approx 2,259 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$. B. $\approx 2,259 \cdot 10^{16} \text{ kg/m}^3$.
C. $\approx 2,259 \cdot 10^{27} \text{ kg/m}^3$. D. $\approx 2,259 \cdot 10^{14} \text{ kg/m}^3$.

Câu 44: Một thấu kính hai mặt lồi bằng thủy tinh, có cùng bán kính 20 cm . Biết chiết suất của thủy tinh đối với ánh sáng đỏ và tím lần lượt bằng $n_d = 1,490$ và $n_t = 1,510$. Khoảng cách giữa các tiêu điểm của thấu kính đối với ánh sáng đỏ và tím là

- A. $\Delta f = 4,26 \text{ mm}$. B. $\Delta f = 8,00 \text{ mm}$.
C. $\Delta f = 10,50 \text{ mm}$. D. $\Delta f = 5,52 \text{ mm}$.

Câu 45: Một cuộn dây mắc nối tiếp với một tụ điện rồi mắc vào điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng bằng U . Khi đó điện áp hiệu dụng trên cuộn dây là $U\sqrt{3}$ và trên tụ là $2U$. Hệ số công suất của đoạn mạch bằng

- A. 0,5. B. $\frac{\sqrt{2}}{2}$. C. $\frac{\sqrt{3}}{2}$. D. $\frac{\sqrt{3}}{4}$.

Câu 46: Thiên Hà của chúng ta có cấu trúc dạng

- A. hình trụ. B. elipxôit. C. xoắn ốc. D. hình cầu.

Câu 47: Sau mỗi giờ, số nguyên tử của đồng vị phóng xạ coban $^{60}_{27}\text{Co}$ giảm 3,8%.

Hằng số phóng xạ của coban là

- A. $1,076 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. B. $2,442 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$.
C. $7,68 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. D. $2,442 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$.

Câu 48: Trong mạch dao động điện từ LC lí tưởng, khi dùng cuộn cảm L_1 thì tần số dao động điện từ trong mạch là $f_1 = 30 \text{ kHz}$, khi dùng cuộn cảm L_2 thì tần số dao động điện từ trong mạch là $f_2 = 40 \text{ kHz}$. Khi dùng cả hai cuộn cảm trên mắc nối tiếp thì tần số dao động điện từ là

A. 35 kHz.

B. 38 kHz.

C. 50 kHz.

D. 24 kHz.

Câu 49: Biết lực tương tác giữa electron và hạt nhân nguyên tử Hidrô là lực Coulông. Tính vận tốc của electron trên quỹ đạo K

A. $2,00 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

B. $2,53 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

C. $0,219 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

D. $2,19 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

Câu 50: Đặt vào hai đầu một hộp kín X (chỉ gồm các phần tử mắc nối tiếp) một

điện áp xoay chiều $u = 50 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) (\text{V})$ thì cường độ dòng điện qua mạch

$i = 2 \cos\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right) (\text{A})$. Nếu thay điện áp trên bằng điện áp khác có biểu thức

$u' = 50\sqrt{2} \cos\left(200\pi t + \frac{2\pi}{3}\right) (\text{V})$ thì cường độ dòng điện qua mạch lúc này là

$i' = \sqrt{2} \cos\left(200\pi t + \frac{\pi}{6}\right) (\text{A})$. Những thông tin trên cho biết X chứa

A. $R = 25\Omega$, $L = \frac{2,5}{\pi} (\text{H})$, $C = \frac{10^{-4}}{\pi} (\text{F})$.

B. $L = \frac{5}{12\pi} (\text{H})$, $C = \frac{1,5}{\pi} \cdot 10^{-4} (\text{F})$.

C. $L = \frac{1,5}{\pi} (\text{H})$, $C = \frac{1,5}{\pi} \cdot 10^{-4} (\text{F})$.

D. $R = 25\Omega$, $L = \frac{5}{12\pi} (\text{H})$.

ĐỀ SỐ 06

Câu 1: Hạt nhân X có bán kính gấp đôi hạt nhân $^{14}_7\text{N}$. Số neutron trong X nhiều hơn số proton là 16 hạt. Hạt nhân X là

- A. $^{48}_{48}\text{Cd}$. B. $^{47}_{47}\text{Ag}$. C. $^{50}_{50}\text{Sn}$. D. $^{54}_{54}\text{Xe}$.

Câu 2: Thực hiện giao thoa với hai nguồn sóng kết hợp O_1, O_2 cùng pha. Điểm I là trung điểm của O_1O_2 , kết luận nào sau đây là đúng?

- A. I luôn dao động cực đại và cùng pha với hai nguồn.
B. I có thể dao động cực tiểu nhưng luôn cùng pha với hai nguồn.
C. I luôn dao động cực đại nhưng có thể không cùng pha với hai nguồn.
D. I luôn dao động cực đại và không bao giờ cùng pha với hai nguồn.

Câu 3: Một máy phát điện xoay chiều một pha có một cặp cực, mạch ngoài được nối với một mạch RLC nối tiếp gồm cuộn thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{10}{25\pi}$ H, tụ

điện C và điện trở R. Khi máy phát điện quay với tốc độ 750 vòng/phút thì dòng điện hiệu dụng qua mạch là $\sqrt{2}$ A; khi máy phát điện quay với tốc độ 1500 vòng/phút thì trong mạch có cộng hưởng và dòng điện hiệu dụng qua mạch là 4A. Giá trị của điện trở thuần R và tụ điện C trong mạch lần lượt là:

- A. $R = 25\Omega$; $C = \frac{10^{-3}}{25\pi}$ F. B. $R = 30\Omega$; $C = \frac{10^{-3}}{\pi}$ F.
C. $R = 25\Omega$; $C = \frac{10^{-3}}{\pi}$ F. D. $R = 30\Omega$; $C = \frac{10^{-3}}{25\pi}$ F.

Câu 4: Một sợi dây đàn hồi có sóng dừng với hai tần số liên tiếp là 30Hz, 50Hz. Dây thuộc loại một đầu cố định hay hai đầu cố định? Tính tần số nhỏ nhất để có sóng dừng.

- A. Một đầu cố định, $f_{\min} = 30\text{Hz}$. B. Một đầu cố định, $f_{\min} = 10\text{Hz}$.
C. Hai đầu cố định, $f_{\min} = 30\text{Hz}$. D. Hai đầu cố định, $f_{\min} = 10\text{Hz}$.

Câu 5: Một bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,44\mu\text{m}$ ở trong thủy tinh (chiết suất của thủy tinh ứng với bức xạ đó bằng 1,5). Bức xạ này có màu

- A. lam. B. chàm. C. đỏ. D. vàng.

Câu 6: 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 điện áp tức thời u cùng pha với dòng điện tức thời i và ban đầu độ giảm điện thế trên đường dây bằng 15% điện áp của tải tiêu thụ

- A. 10. B. 7,5. C. 8,7. D. 9,3.

Câu 7: Sắp xếp nào sau đây đúng theo trình tự giảm dần của chu kì sóng

- A. tia X, tia tử ngoại, tia hồng ngoại, ánh sáng tím.
B. sóng vô tuyến, ánh sáng vàng, ánh sáng tím, tia tử ngoại.
C. sóng vô tuyến, ánh sáng đỏ, tia hồng ngoại, tia gamma.
D. tia hồng ngoại, ánh sáng đỏ, tia X, tia tử ngoại.

Câu 8: Trong mạch RLC nối tiếp, người ta đo được hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai bản tụ $U_C = 45V$ và hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây thuần cảm $U_L = 5V$. Để có cộng hưởng điện, tần số phải

- A. tăng lên 3 lần. B. giảm đi 9 lần.
C. tăng lên 9 lần. D. tăng lên 6 lần.

Câu 9: Hai con lắc lò xo giống nhau có khối lượng vật nặng 10g, độ cứng lò xo $100\pi^2 \text{ N/m}$ dao động điều hòa dọc theo hai đường thẳng song song kề liền nhau (vị trí cân bằng hai vật đều ở gốc tọa độ). 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 nặng gặp nhau liên tiếp là

- A. 0,03s. B. 0,02s. C. 0,04s. D. 0,01s.

Câu 10: Mẫu nguyên tử Bo khác mẫu nguyên tử Rơ-đơ-pho ở điểm nào dưới đây?

- A. Trạng thái có năng lượng ổn định.
B. Hình dạng quỹ đạo của các electron.
C. Mô hình nguyên tử có hạt nhân.
D. Lực tương tác giữa electron và hạt nhân nguyên tử.

Câu 11: Một vật dao động điều hoà trong một chu kì 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 một chu kì là

- A. $\frac{T}{3}$. B. $\frac{T}{2}$. C. $\frac{2T}{3}$. D. $\frac{T}{4}$.

Câu 12: Một đoạn mạch nối tiếp R, L, C có tần số dòng điện $f = 50 \text{ Hz}$, $Z_L = 20\Omega$, Z_C biến đổi được. Cho điện dung C tăng lên 5 lần so với giá trị lúc có cộng hưởng điện thì điện áp ở hai đầu đoạn mạch lệch pha $\frac{\pi}{3}$ so với cường độ dòng điện trong mạch. Giá trị của R là

A. $\frac{16}{3}\Omega$

B. $\frac{\sqrt{16}}{3}\Omega$

C. $\frac{80}{\sqrt{3}}\Omega$

D. $\frac{16}{\sqrt{3}}\Omega$

Câu 13: Tia tử ngoại được dùng

A. để tìm vết nứt trên bề mặt sản phẩm bằng kim loại.

B. trong y tế để chụp điện, chiếu điện.

C. để chụp ảnh bề mặt Trái Đất từ vệ tinh.

D. để tìm khuyết tật bên trong sản phẩm bằng kim loại.

Câu 14: Kể từ thời điểm ban đầu, tỉ lệ về khối lượng của hạt nhân mẹ và hạt nhân con trong một mẫu phóng xạ sẽ bằng tỉ lệ về số khối của chúng sau khoảng thời gian nào?

A. Luôn đúng với mọi thời điểm t.

B. $t = \frac{T}{2}$

C. Tùy thuộc vào loại phóng xạ α , β^+ hay β^- .

D. $t = T$

Câu 15: Con lắc lò xo treo thẳng đứng, tại vị trí cân bằng lò xo giãn một đoạn là $\Delta\ell_0$. Kích thích để quả nặng dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với chu

kì T. Thời gian lò xo bị nén trong một chu kì là $\frac{T}{4}$. Biên độ dao động của vật bằng

A. $\frac{3}{\sqrt{2}}\Delta\ell_0$.

B. $\sqrt{2}\Delta\ell_0$.

C. $\frac{3}{2}\Delta\ell_0$.

D. $2\Delta\ell_0$.

Câu 16: Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C không thay đổi được. Để tần số dao động riêng của mạch tăng $\sqrt{3}$ lần thì có thể mắc thêm tụ điện có điện dung

A. $C' = \frac{C}{3}$ song song với tụ C.

B. $C' = \frac{C}{2}$ song song với tụ C.

C. $C' = 3C$ nối tiếp với tụ C.

D. $C' = \frac{C}{2}$ nối tiếp với tụ C.

Câu 17: Chiều một bức xạ kích thích vào một catốt kim loại, hiện tượng quang điện không xảy ra khi

- A. bước sóng của bức xạ kích thích quá lớn.
- B. bước sóng của bức xạ kích thích quá nhỏ.
- C. năng lượng của các lượng tử trong chùm bức xạ kích thích quá lớn.
- D. tần số của bức xạ kích thích quá lớn.

Câu 18: Một đèn neon được mắc vào mạng điện xoay chiều 220V – 50Hz, đèn sáng mỗi khi điện áp tức thời lớn hơn hoặc bằng $110\sqrt{2}$ V. Biết trong một chu kì đèn sáng hai lần và tắt hai lần. Thời gian đèn sáng trong một chu kì của dòng điện là

- A. $\frac{1}{150}$ s.
- B. $\frac{1}{75}$ s.
- C. $\frac{1}{300}$ s.
- D. $\frac{1}{90}$ s.

Câu 19: Trong một phản ứng hạt nhân không có sự bảo toàn

- A. số proton.
- B. động lượng.
- C. số nucleon.
- D. năng lượng toàn phần.

Câu 20: Cho bán kim loại mà hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi bán được chiếu bằng những chùm photon có năng lượng lớn hơn hoặc bằng 2,5eV. Biết điện tích nguyên tố $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, hằng số Planck $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ Js, vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Xác định giới hạn quang điện của kim loại đó.

- A. 0,4969nm.
- B. 49,69nm.
- C. 0,4969 μ m.
- D. 4,969nm.

Câu 21: Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng $k = 50$ N/m và vật nặng có khối lượng $m = 200$ g treo thẳng đứng. Từ vị trí cân bằng, người ta đưa vật dọc theo trục lò xo đến vị trí lò xo bị nén đoạn 4 cm rồi buông nhẹ cho vật dao động điều hòa. Lấy $g = \pi^2$ (m/s²). Tính từ thời điểm buông vật, thời điểm đầu tiên lực đàn hồi của lò xo có độ lớn bằng nửa giá trị cực đại và đang giảm là

- A. 0,116s.
- B. 0,100s.
- C. 0,300s.
- D. 0,284s.

Câu 22: So với sự phân hạch thì

- A. sản phẩm của phản ứng nhiệt hạch “sạch” hơn.
- B. năng lượng nhiệt hạch nhỏ hơn.
- C. phản ứng nhiệt hạch dễ điều khiển hơn.
- D. nhiên liệu nhiệt hạch hiếm hơn.

Câu 23: Đoạn mạch RLC nối tiếp gồm điện trở $R = 100\Omega$, L là thuần cảm, tụ C biến đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp $u = 100\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (V). Khi điện dung C của tụ tăng 2 lần thì giá trị hiệu dụng của cường độ dòng không đổi nhưng pha của dòng điện thay đổi một góc $\frac{\pi}{2}$. Biểu thức của cường độ dòng điện khi chưa tăng điện dung C là

- A. $i = 2 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A). B. $i = 2 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A).
 C. $i = \cos\left(100\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$ (A). D. $i = \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A).

Câu 24: Laze rubi không hoạt động theo nguyên tắc nào dưới đây?

- A. Dựa vào sự phát xạ cảm ứng.
 B. Tạo ra sự đảo lộn mật độ.
 C. Dựa vào sự tái hợp giữa electron và lỗ trống.
 D. Sử dụng buồng cộng hưởng.

Câu 25: Một con lắc đơn có quả lắc làm bằng hợp kim có khối lượng riêng D . Khi đặt trong chân không con lắc đơn có chu kì dao động bé là T . Khi đặt con lắc đơn trong không khí có khối lượng riêng D' , bỏ qua lực cản của không khí so với lực dây Acsimet, chu kì dao động của con lắc đơn là

- A. $T' = T \sqrt{\frac{D}{D-D'}}$. B. $T' = T \sqrt{\frac{D}{D+D'}}$.
 C. $T' = T \sqrt{\frac{D+D'}{D}}$. D. $T' = T \sqrt{\frac{D-D'}{D}}$.

Câu 26: Cho đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp nhau.

Đoạn mạch AM gồm điện trở $R = 60\Omega$ mắc nối tiếp với tụ $C = \frac{10^{-4}}{0,8\pi}$ (F), đoạn mạch MB chỉ chứa cuộn thuần cảm có độ tự cảm thay đổi được. Đặt giữa hai đầu đoạn mạch AB điện áp xoay chiều có biểu thức không đổi $u = 150\sqrt{2} \cos(100\pi t)$ (V). Điều chỉnh L để u_{AM} và u_{AB} vuông pha nhau. Khi đó điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây bằng

- A. 200V. B. 250V. C. 237V. D. 35V.

Câu 27: Con lắc lò xo dao động điều hoà với biên độ $A = 4\text{ cm}$, chu kì $T = 1,2\text{ s}$. Xét trong cùng khoảng thời gian $0,8\text{ s}$, tốc độ trung bình lớn nhất vật đạt được là

- A. 10 cm/s . B. 15 cm/s . C. 20 cm/s . D. 25 cm/s .

Câu 28: Điều nào sau đây là sai khi nói về ánh sáng đơn sắc?

- A. Đại lượng đặc trưng cho ánh sáng đơn sắc là tần số.
B. Các ánh sáng đơn sắc khác nhau có thể có cùng giá trị bước sóng.
C. Đại lượng đặc trưng cho ánh sáng đơn sắc là bước sóng.
D. Các ánh sáng đơn sắc chỉ có cùng vận tốc trong chân không.

Câu 29: Mạch dao động gồm cuộn dây có độ tự cảm $L = 1,2 \cdot 10^{-4}\text{ H}$ và một tụ điện có điện dung $C = 3\text{ nF}$. Điện trở của mạch là $R = 0,2\ \Omega$. Để duy trì dao động điện từ trong mạch với hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là $U_0 = 6\text{ V}$ thì trong mỗi chu kì dao động, cần cung cấp cho mạch một năng lượng bằng

- A. $1,5\text{ mJ}$. B. $0,09\text{ mJ}$. C. $1,08\pi \cdot 10^{-10}\text{ J}$. D. $0,06\pi \cdot 10^{-10}\text{ J}$.

Câu 30: 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 $1,5\text{ cm}$, là điểm gần O nhất luôn dao động với biên độ cực đại. Trên đường tròn tâm O, đường kính 20 cm , nằm ở mặt nước có số điểm luôn dao động với biên độ cực đại là

- A. 18. B. 16. C. 32. D. 17.

Câu 31: Quá trình biến đổi hạt nhân sau đây ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{91}^{234}\text{X} + Y_1 + Y_2 + Z_1 + Z_2$ thuộc loại nào?

- A. Hai lần phân rã α của U238 , mỗi lần kèm theo một phóng xạ γ .
B. Một lần phân rã α và một lần phân rã β^- của U238 , mỗi lần kèm theo một phóng xạ γ .
C. Hai lần phân rã β^+ và một lần phân rã β^- của U238 kèm theo các phóng xạ γ .
D. Hai lần phân rã β^- và một lần phân rã β^+ của U238 kèm theo các phóng xạ γ .

Câu 32: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox với phương trình:

$x = 5\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right)\text{ cm}$. Quãng đường vật đi được từ thời điểm $t_1 = 2\text{ s}$ đến thời điểm $t_2 = \frac{26,5}{3}\text{ s}$ là

- A. 65 cm . B. 60 cm . C. $67,5\text{ cm}$. D. 70 cm .

Câu 33: Người ta khuyến khích sử dụng các thiết bị điện có hệ số công suất lớn hơn giá trị

A. 0,5.

B. 0,75.

C. 0,85.

D. 0,8.

Câu 34: Quang phổ phát xạ của một môi trường hầu như **không** thay đổi khi

A. tăng nhiệt độ của môi trường.

B. giảm nhiệt độ của môi trường.

C. công suất phát xạ của môi trường thay đổi.

D. khoảng cách từ môi trường phát xạ tới nơi làm thí nghiệm.

Câu 35: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U và tần số f không đổi 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 $C_1 = \frac{10^{-3}}{8\pi} F$ hoặc $C_2 = \frac{10^{-3}}{4\pi} F$ thì công suất tiêu thụ trên đoạn mạch đều bằng

nhau. Để công suất tiêu thụ trên đoạn mạch cực đại thì phải điều chỉnh điện dung của tụ đến giá trị bằng

A. $\frac{10^{-3}}{2\pi} F$.

B. $\frac{10^{-3}}{6\pi} F$.

C. $\frac{3 \cdot 10^{-3}}{8\pi} F$.

D. $\frac{10^{-3}}{3\pi} F$.

Câu 36: Thực hiện giao thoa ánh sáng với hai khe Y-âng cách nhau $a = 1,2\text{mm}$. Màn quan sát cách hai khe một khoảng $D = 1,5\text{m}$. Chiều sáng hai khe bằng ánh sáng trắng có $0,40\mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76\mu\text{m}$. Số tia đơn sắc cho vân tối tại điểm M cách vân trắng chính giữa $4,5\text{mm}$ là

A. 4 tia.

B. 3 tia.

C. 2 tia.

D. 5 tia.

Câu 37: Một con lắc lò xo dao động điều hoà theo phương thẳng đứng, trung bình cứ mỗi phút vật thực hiện được 240 dao động toàn phần. Trong quá trình dao động, lò xo có chiều dài nhỏ nhất là 50cm , chiều dài lớn nhất là 60cm . Chọn gốc toạ độ ở vị trí cân bằng, chiều dương của trục toạ độ hướng xuống dưới, gốc thời gian là lúc lò xo có chiều dài nhỏ nhất. Phương trình vận tốc của vật là

A. $v = 40\pi \cos 8\pi t \text{ (cm/s)}$.

B. $v = 40\pi \sin(8\pi t + \pi) \text{ (cm/s)}$.

C. $v = 40\pi \sin 8\pi t \text{ (cm/s)}$.

D. $v = 80\pi \sin 8\pi t \text{ (cm/s)}$.

Câu 38: Xét ba âm có tần số lần lượt $f_1 = 200\text{Hz}$, $f_2 = 1000\text{Hz}$, $f_3 = 5000\text{Hz}$. Khi cường độ âm của chúng đều lên tới 10W/m^2 , những âm gây cho tai người cảm giác nhức nhối, đau đớn là

A. f_2 .

B. f_2, f_3 .

C. f_1, f_2, f_3 .

D. f_1 .

Câu 39: Chiều lần lượt hai chùm bức xạ có bước sóng λ_1, λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) vào quả cầu cô lập trung hoà về điện thì nó có điện thế cực đại tương ứng V_1, V_2 . Chiều đồng thời hai chùm bức xạ trên vào quả cầu này thì điện thế cực đại của nó là

- A. $V = V_1 + V_2$. B. $V = V_1$. C. $V = V_1 - V_2$. D. $V = V_2$.

Câu 40: Một nguồn âm phát sóng cầu. Khi khoảng cách đến nguồn âm tăng lên 100 lần thì mức cường độ âm giảm đi một nửa. Tìm mức cường độ âm tại vị trí ban đầu (vị trí trước khi tăng khoảng cách).

- A. 80dB. B. 20dB.
C. Thiếu dữ kiện để tính. D. 60dB

Câu 41: Một đoạn mạch xoay chiều gồm một cuộn dây và một tụ điện mắc nối tiếp. Dùng một vôn kế có điện trở rất lớn lần lượt đo hiệu điện thế ở hai đầu cuộn dây, hai đầu tụ điện và hai đầu đoạn mạch thì thấy vôn kế chỉ cùng một giá trị. Hệ số công suất của đoạn mạch là

- A. $\frac{\sqrt{3}}{2}$. B. $\frac{1}{2}$. C. $\frac{\sqrt{2}}{2}$. D. 1.

Câu 42: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ ở Hà Nội với nhiệt độ $t_1 = 25^\circ\text{C}$ và gia tốc trọng trường $g_1 = 9,793\text{m/s}^2$. Biết hệ số giãn nở dài của thanh treo $\alpha = 2 \cdot 10^{-5}\text{K}^{-1}$. Cũng đồng hồ đó, ở thành phố Hồ Chí Minh với $t_2 = 35^\circ\text{C}$ và $g_2 = 9,787\text{m/s}^2$, mỗi tuần đồng hồ chạy

- A. nhanh lên 246s. B. chậm đi 246s.
C. chậm đi 264s. D. nhanh lên 264s.

Câu 43: Một đoạn mạch nối tiếp gồm một điện trở thuần $R = 1000\sqrt{2}\Omega$, một cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = 2\text{H}$ và một tụ điện có điện dung $C = 10^{-6}\text{F}$. Đặt vào hai đầu mạch một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi nhưng tần số góc ω thay đổi được. Để giá trị hiệu dụng của điện áp hai đầu tụ điện cực đại thì giá trị của ω là

- A. 400 rad/s. B. 707 rad/s. C. $2,5 \cdot 10^5$ rad/s. D. 500 rad/s.

Câu 44: Để đo chu kì bán rã của chất phóng xạ, người ta dùng máy đếm xung. Bắt đầu đếm từ $t_0 = 0$ đến $t_1 = 2\text{h}$, máy đếm được X_1 xung, đến $t_2 = 6\text{h}$ máy đếm được $X_2 = 2,3X_1$ xung. Chu kì bán rã của chất phóng xạ đó là

- A. 4h 30phút 9s. B. 4h 2phút 33s.
C. 4h 42phút 33s. D. 4h 12phút 3s.

Câu 45: Mạch dao động LC đang dao động tự do với chu kì là T . Thời gian ngắn nhất kể từ lúc năng lượng từ trường bằng ba lần năng lượng điện trường đến lúc năng lượng từ trường bằng năng lượng điện trường là

- A. $\frac{T}{6}$. B. $\frac{T}{12}$. C. $\frac{T}{16}$. D. $\frac{T}{24}$.

Câu 46: Một con lắc đơn dao động điều hoà với biên độ góc α_0 . Trong quá trình dao động, tỉ số giữa lực căng dây cực đại và lực căng dây cực tiểu là 1,04. Giá trị của biên độ góc α_0 là

- A. $8,8^\circ$. B. $8,3^\circ$. C. $9,8^\circ$. D. $9,3^\circ$.

Câu 47: Chọn câu đúng. Sự hình thành dao động điện từ tự do trong mạch dao động là do

- A. hiện tượng tự cảm.
B. hiện tượng cộng hưởng xảy ra trong mạch dao động.
C. hiện tượng cảm ứng điện từ.
D. nguồn điện không đổi tích điện cho tụ điện.

Câu 48: Nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản được rọi bằng ánh sáng đơn sắc và phát ra 6 vạch quang phổ. Tính năng lượng của photon rọi tới. (Biết mức năng lượng của electron trong nguyên tử hiđrô được tính theo công thức $E_n = -\frac{13,6}{n^2}(\text{eV})$)

- A. $1,36 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. B. $2,04 \cdot 10^{-18} \text{ J}$. C. $1,28 \cdot 10^{-18} \text{ J}$. D. $0,85 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Câu 49: Phát hiện nhận định sai.

- A. Tương tác giữa photon và các hạt mang điện thuộc về tương tác điện từ.
B. Tương tác giữa các nuclôn là thuộc về tương tác mạnh.
C. Những hạt nhân có khả năng phân rã phóng xạ β^- là do các hạt nhân đó có chứa electron.
D. Một trường hợp của tương tác yếu là khi xảy ra phóng xạ β .

Câu 50: Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng, nếu chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,4 \mu\text{m}$ thì trên bề rộng L người ta thấy 31 vân sáng, nếu thay bước sóng λ_1 bằng bức xạ có bước sóng $\lambda_2 = 0,6 \mu\text{m}$ thì người ta thấy có 21 vân sáng. Biết trong cả hai trường hợp thì ở hai điểm ngoài cùng của khoảng L đều là vân sáng. Nếu chiếu đồng thời hai bức xạ thì trên bề rộng L quan sát được

- A. 41 vân sáng. B. 42 vân sáng. C. 43 vân sáng. D. 52 vân sáng.

ĐỀ SỐ 07

Câu 1: Một con lắc lò xo có $k = 100 \text{ N/m}$, $m = 400\text{g}$, được đặt trên một mặt phẳng ngang. Hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng ngang bằng $0,1$. Ban đầu người ta kéo vật dọc theo trục của lò xo ra khỏi vị trí O , tại đó lò xo biến dạng một đoạn 10cm rồi buông nhẹ. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$, bỏ qua sức cản không khí. Tốc độ của vật khi nó qua vị trí O lần thứ hai tính từ lúc buông vật bằng

- A. $0,95\text{m/s}$. B. $1,39\text{m/s}$. C. $0,88\text{m/s}$. D. $1,45\text{m/s}$.

Câu 2: Khi đặt một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi vào cuộn sơ cấp thì điện áp thứ cấp là 20V . Khi tăng số vòng dây thứ cấp 60 vòng thì điện áp thứ cấp là 25V . Khi giảm số vòng dây thứ cấp 90 vòng thì điện áp thứ cấp là

- A. 10V . B. $12,5\text{V}$. C. $17,5\text{V}$. D. 15V .

Câu 3: Chọn câu sai.

- A. Pin quang điện là nguồn điện trong đó quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.
- B. Với pin quang điện ôxit đồng, ánh sáng được chiếu xuyên qua lớp kim loại mỏng vào trong lớp Cu_2O .
- C. Giữa Cu_2O và Cu hình thành ra lớp đặc biệt chỉ cho phép electron khuếch tán từ Cu sang Cu_2O .
- D. Trong pin quang điện ôxit đồng, tấm kim loại mỏng gắn với Cu_2O là điện cực dương, thanh Cu là điện cực âm.

Câu 4: Một chất điểm dao động điều hòa theo phương trình $x = 4 \cos \frac{\pi}{2} t \text{ (cm)}$. Để

các vectơ $\vec{v}$, $\vec{a}$ cùng với chiều dương trục Ox thì thời điểm t phải thuộc khoảng

- A. $1\text{s} < t < 2\text{s}$. B. $2\text{s} < t < 3\text{s}$. C. $0 < t < 1\text{s}$. D. $3\text{s} < t < 4\text{s}$.

Câu 5: Một dây đàn có chiều dài 70 cm , khi gảy nó phát ra âm cơ bản có tần số f . Người chơi bấm phím đàn cho dây ngắn lại để nó phát ra âm mới có họa âm bậc 3 có tần số bằng $3,5f$. Chiều dài của dây còn lại là

- A. 60 cm . B. 30 cm . C. 10 cm . D. 20 cm .

Câu 6: Cho mạch AN gồm điện trở và cuộn thuần cảm mắc nối tiếp với đoạn mạch NB chỉ chứa tụ điện. Đặt vào hai đầu AB điện áp xoay chiều $u_{AB} = 200\sqrt{2} \cos 100\pi t \text{ V}$. Hệ số công suất của toàn mạch là $\cos \varphi_1 = 0,6$ và hệ số công suất của đoạn mạch AN là $\cos \varphi_2 = 0,8$. Điện áp hiệu dụng U_{AN} bằng

- A. 96V . B. 72V . C. 90V . D. 150V .

Câu 7: Con lắc lò xo treo thẳng đứng dao động điều hòa, vật có $m = 400\text{g}$, lò xo có độ cứng $k = 40\text{N/m}$. Khi vận tốc của vật bằng không thì lò xo không biến dạng, lấy $g = 10\text{ m/s}^2$. Khi vật đến vị trí cân bằng, vật có tốc độ là

- A. 10 m/s . B. 10 cm/s C. 100m/s . D. 100 cm/s .

Câu 8: Chọn câu sai.

- A. Mọi bức xạ ở vùng tử ngoại đều bị thạch anh hấp thụ hoàn toàn.
B. Có thể phát và thu tia hồng ngoại theo nguyên tắc phát, thu sóng vô tuyến.
C. Bức xạ điện từ có bước sóng càng ngắn thì có tính đâm xuyên càng mạnh, càng dễ ion hoá không khí, dễ tác dụng lên kính ảnh, dễ làm phát quang các chất.
D. Bức xạ điện từ có bước sóng càng dài thì càng dễ quan sát hiện tượng giao thoa.

Câu 9: Trong dao động điều hoà của một vật thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp vật đi qua vị trí động năng bằng thế năng là $0,66\text{s}$. Giả sử tại một thời điểm vật đi qua vị trí có thế năng W_0 , động năng W_d và sau đó thời gian Δt vật đi qua vị trí có động năng tăng gấp 3 lần, thế năng giảm 3 lần. Giá trị nhỏ nhất của Δt bằng

- A. $0,88\text{s}$. B. $0,22\text{s}$. C. $0,44\text{s}$. D. $0,11\text{s}$.

Câu 10: Sau khi electron bật ra khỏi kim loại, các electron quang điện được cho bay vào từ trường đều có độ lớn cảm ứng từ $B = 6,1 \cdot 10^{-5}\text{T}$ theo phương vuông góc với các đường cảm ứng từ. Biết electron bay với quỹ đạo tròn có bán kính lớn nhất $R = 0,05\text{m}$. Vận tốc của electron ứng với bán kính trên là

- A. $v = 5,36 \cdot 10^7\text{ m/s}$. B. $v = 5,36 \cdot 10^6\text{ m/s}$.
C. $v = 5,36 \cdot 10^3\text{ m/s}$. D. $v = 5,36 \cdot 10^4\text{ m/s}$.

Câu 11: Biện pháp nào sau đây không góp phần tăng hiệu suất của máy biến áp?

- A. dùng lõi sắt có điện trở suất nhỏ.
B. dùng dây có điện trở suất nhỏ làm dây quấn biến áp.
C. dùng lõi sắt gồm nhiều lá sắt mỏng ghép cách điện với nhau.
D. đặt các lá sắt của lõi sắt song song với mặt phẳng chứa các đường sức từ.

Câu 12: Dùng proton có động năng $K_p = 5,54\text{ MeV}$ bắn phá hạt nhân ${}^9\text{Be}$ đứng yên, hạt sinh ra là α và Li. Hạt α có động năng $K_\alpha = 4\text{ MeV}$ và có vận tốc vuông góc với vận tốc của proton. Coi khối lượng các hạt nhân gần bằng số khối. Góc hợp bởi hướng chuyển động của hạt α và hạt Li là

- A. $59,5^\circ$. B. $78,4^\circ$. C. $168,4^\circ$. D. $149,5^\circ$.

Câu 13: Một sợi dây AB dài 20cm, hai đầu cố định. Khi xảy ra hiện tượng sóng dừng các điểm trên dây dao động với phương trình $u = 0,5 \sin(0,5\pi x) \cos\left(20t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm, trong đó x tính bằng cm, t tính bằng giây. Số

điểm bụng và điểm nút sóng trên đoạn dây (kể cả A, B) là

- A. 10 bụng, 11 nút B. 8 bụng, 9 nút
C. 8 bụng, 8 nút D. 9 bụng, 10 nút.

Câu 14: Sắp xếp theo thứ tự khối lượng giảm dần của các hạt cơ bản là:

- A. Barion, lepton, photon, mezon. B. Barion, photon, lepton, mezon.
C. Mezon, barion, photon, lepton. D. Barion, mezon, lepton, photon.

Câu 15: Sóng có tần số 20 Hz truyền trên mặt thoáng nằm ngang của một chất lỏng, với tốc độ 2m/s, gây ra các dao động theo phương thẳng đứng của các phần tử chất lỏng. Hai điểm M và N thuộc mặt thoáng chất lỏng, nằm trên cùng một phương truyền sóng, cách nhau 22,5cm. Biết điểm M nằm gần nguồn sóng hơn. Tại thời điểm t, điểm N hạ xuống thấp nhất. Sau thời điểm đó, khoảng thời gian ngắn nhất để điểm M sẽ hạ xuống thấp nhất là

- A. $\frac{7}{160}$ s. B. $\frac{3}{20}$ s. C. $\frac{1}{160}$ s. D. $\frac{3}{80}$ s.

Câu 16: Một con lắc lò xo gồm vật khối lượng m và lò xo có độ cứng k dao động với tần số $f = 5\text{Hz}$. Giữ nguyên độ cứng k và giảm bớt khối lượng của vật 150g thì chu kì dao động của vật là 0,1s. Lấy $\pi^2 = 10$. Độ cứng của lò xo là

- A. 50N/m. B. 100N/m. C. 200N/m. D. 250N/m.

Câu 17: Dòng điện trong mạch dao động

- A. gồm cả dòng điện dẫn và dòng điện dịch.
B. là dòng điện dẫn.
C. là dòng electron tự do.
D. là dòng điện dịch.

Câu 18: Ở mặt đất, con lắc đơn dao động với chu kì 2s. Biết khối lượng Trái Đất gấp 81 lần khối lượng Mặt Trăng và bán kính Trái Đất gấp 3,7 lần bán kính Mặt Trăng. Đưa con lắc đó lên Mặt Trăng (coi chiều dài không đổi) thì nó dao động với chu kì

- A. 2,43s. B. 43,7s. C. 2,6s. D. 4,86s.

Câu 19: Một đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn mạch AM gồm cuộn dây thuần cảm $L = \frac{0,8}{\pi}$ (H) và điện trở $R = 60\Omega$ mắc nối tiếp. Đoạn mạch MB chỉ có tụ điện $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ (F). Đặt giữa hai đầu đoạn mạch AB một điện áp có giá trị hiệu dụng không đổi và tần số $f = 50\text{Hz}$, sau đó người ta mắc thêm một tụ C' vào đoạn mạch MB sao cho độ lệch pha giữa u_{AM} với i và u_{AB} với i liên hệ với nhau qua hệ thức $\tan\varphi_{AM} \cdot \tan\varphi_{AB} = -1$. Điều đó cho ta biết

A. C' mắc nối tiếp với C và $C' = \frac{0,8 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ (F).

B. C' mắc song song với C và $C' = \frac{0,3 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ (F).

C. C' mắc song song với C và $C' = \frac{0,8 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ (F).

D. C' mắc nối tiếp với C và $C' = \frac{0,3 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ (F).

Câu 20: Một chất điểm dao động điều hòa xung quanh vị trí cân bằng O. Thời điểm ban đầu vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương, đến thời điểm $t_1 = \frac{1}{3}$ s vật chưa đổi chiều chuyển động và có vận tốc bằng $\frac{\sqrt{3}}{2}$ lần vận tốc ban đầu. Đến thời điểm $t_2 = \frac{5}{3}$ s vật đã đi được quãng đường 6 cm. Vận tốc ban đầu của vật là

- A. 2π cm/s. B. 3π cm/s. C. π cm/s. D. 4π cm/s.

Câu 21: Công suất truyền đi của một trạm phát điện là 200 kW. Hiệu số chỉ của các công tơ điện ở trạm phát và ở nơi thu sau một ngày đêm lệch nhau 480 kWh. Hiệu suất tải điện là

- A. 95%. B. 70%. C. 90%. D. 80%.

Câu 22: Trong nguyên tử hiđrô, bán kính quỹ đạo Bohr thứ ba (quỹ đạo M) là $4,77\text{\AA}$. Bán kính bằng $19,08\text{\AA}$ là bán kính quỹ đạo Bohr thứ

- A. sáu. B. bảy. C. năm. D. tư.

Câu 23: Có ba con lắc đơn cùng chiều dài cùng khối lượng cùng được treo trong điện trường đều có $\vec{E}$ thẳng đứng. Con lắc thứ nhất và thứ hai tích điện q_1 và q_2 , con lắc thứ ba không tích điện. Chu kì dao động nhỏ của chúng lần lượt là T_1, T_2, T_3 với $T_1 = \frac{1}{3}T_3; T_2 = \frac{5}{3}T_3$. Tỉ số $\frac{q_1}{q_2}$ là

- A. -12,5. B. -8. C. 12,5. D. 8.

Câu 24: Đồng vị $^{24}_{11}\text{Na}$ có chu kì bán rã $T = 15\text{h}$, $^{24}_{11}\text{Na}$ là chất phóng xạ β^- và tạo thành đồng vị của magiê. Mẫu $^{24}_{11}\text{Na}$ có khối lượng ban đầu $m_0 = 24\text{g}$. Độ phóng xạ ban đầu của $^{24}_{11}\text{Na}$ là

- A. $2,78 \cdot 10^{22}\text{Bq}$. B. $1,67 \cdot 10^{24}\text{Bq}$. C. $3,22 \cdot 10^{17}\text{Bq}$. D. $7,73 \cdot 10^{12}\text{Bq}$.

Câu 25: Mạch dao động dùng để chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm tụ điện có điện dung C_0 và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L . Máy này thu được sóng điện từ có bước sóng 20m . Để thu được sóng điện từ có bước sóng 60m , phải mắc song song với tụ điện C_0 của mạch dao động một tụ điện có điện dung

- A. $2C_0$. B. C_0 . C. $8C_0$. D. $4C_0$.

Câu 26: Chiếu một tia sáng màu vàng từ thủy tinh tới mặt phân cách với môi trường không khí, người ta thấy tia ló đi là là mặt phân cách giữa hai môi trường. Thay tia sáng vàng bằng một chùm tia sáng song song, hẹp, chứa đồng thời ba ánh sáng đơn sắc: màu đỏ, màu lục và màu tím chiếu tới mặt phân cách trên theo đúng hướng cũ thì chùm tia sáng ló ra ngoài không khí là

- A. chùm tia sáng màu lục.
B. hai chùm tia sáng: màu lục và màu tím.
C. ba chùm tia sáng: màu đỏ, màu lục và màu tím.
D. chùm tia sáng màu đỏ.

Câu 27: Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{3}\right)$. Sau thời gian $\frac{7}{12}T$ kể từ thời điểm ban đầu, vật đi được quãng đường 10cm . Biên độ dao động A là

- A. 4cm . B. 6cm . C. $\frac{30}{7}\text{cm}$. D. 5cm .

Câu 28: Đặt điện áp $u = 120 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V) vào hai đầu một đoạn mạch gồm cuộn cảm thuần mắc nối tiếp điện trở thuần $R = 30 \Omega$ thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn cảm là 60 V. Dòng điện tức thời qua đoạn mạch là

- A. $i = 2\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{12}\right)$ (A). B. $i = 2\sqrt{3} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A).
 C. $i = 2\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A). D. $i = 2\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A).

Câu 29: Cho các nguồn sáng gồm

1. dây tóc vonfram nóng sáng nằm trong bóng thủy tinh đã rút không khí đến áp suất rất thấp.
 2. hơi natri (Na) với áp suất rất thấp phát sáng trong ống phóng điện.
 3. đèn hơi thủy ngân có áp suất vài atmôtphe (đèn cao áp) dùng làm đèn đường.
- Những nguồn sáng nào cho quang phổ vạch?

- A. Cả 1 và 2. B. Cả 2 và 3.
 C. Chỉ 2. D. Chỉ 1.

Câu 30: Một mạch RLC nối tiếp, trong đó cuộn dây thuần cảm, điện trở R thay đổi được. Khi cho $R = R_1$ hoặc $R = R_2$ thì công suất của mạch như nhau. Biết $R_2 = 3R_1$. Độ lớn của sự lệch pha giữa u và i khi $R = R_1$ là

- A. $\frac{\pi}{3}$. B. $\frac{\pi}{6}$. C. $\frac{\pi}{4}$. D. $\frac{\pi}{12}$.

Câu 31: Thí nghiệm giao thoa ánh sáng với hai khe Y-âng cách nhau 1 mm và cách màn quan sát 2 m. Nguồn sáng dùng trong thí nghiệm gồm hai thành phần đơn sắc đỏ và lục có bước sóng lần lượt là 750 nm và 550 nm. Biết rằng khi hai vân sáng của hai ánh sáng đơn sắc chồng chập lên nhau sẽ cho vân màu vàng. Hai điểm M và N nằm hai bên vân sáng trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là 6,4 mm và 26,5 mm. Trên đoạn MN, số vân màu vàng quan sát được là

- A. 1. B. 2. C. 3. D. 4.

Câu 32: Đặt vào hai đầu một đoạn mạch gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$ (H) mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ (F) một điện áp

xoay chiều luân có biểu thức $u = U_0 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V). Biết tại thời điểm nào

đó điện áp giữa hai đầu mạch là $100\sqrt{3}$ V thì cường độ dòng điện qua mạch là 1 A. Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch là

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

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

Câu 33: Có 2 chất phóng xạ A và B với hằng số phóng xạ λ_A và λ_B . Số hạt nhân ban đầu trong 2 chất là N_A và N_B . Thời gian để số hạt nhân A và B của hai chất còn lại bằng nhau là

A. $\frac{\lambda_A \lambda_B}{\lambda_A - \lambda_B} \ln \frac{N_A}{N_B}$.

B. $\frac{1}{\lambda_A + \lambda_B} \ln \frac{N_B}{N_A}$.

C. $\frac{1}{\lambda_B - \lambda_A} \ln \frac{N_B}{N_A}$.

D. $\frac{\lambda_A \lambda_B}{\lambda_A + \lambda_B} \ln \frac{N_A}{N_B}$.

Câu 34: Nguồn âm điểm S phát ra sóng âm truyền trong môi trường đẳng hướng. Có hai điểm A và B nằm trên nửa đường thẳng xuất phát từ S. Mức cường độ âm tại A là $L_A = 50$ dB tại B là $L_B = 30$ dB. Bỏ qua sự hấp thụ âm. Mức cường độ âm tại trung điểm C của AB là

A. 47 dB.

B. 35 dB.

C. 40 dB.

D. 45 dB.

Câu 35: Một khung dây hình chữ nhật, kích thước 20 cm x 30 cm, gồm 100 vòng dây, được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ 0,2 T. Trục quay của khung dây vuông góc với vector cảm ứng từ $\vec{B}$. Cuộn dây quay quanh trục với vận tốc 1200 vòng/phút. Chọn gốc thời gian là lúc mặt phẳng khung dây hợp với vector cảm ứng từ góc 30° . Biểu thức của suất điện động cảm ứng trong cuộn dây là:

A. $e = 40\pi \cos\left(40\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ V.

B. $e = 48\pi \cos\left(40\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ V.

C. $e = 40\pi \cos\left(40\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ V.

D. $e = 48\pi \cos\left(40\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$ V.

Câu 36: Một hạt nhân mẹ đang đứng yên thì vỡ thành hai mảnh, các mảnh đều có

- A. động năng bằng không.
- B. khối lượng tổng cộng lớn hơn khối lượng hạt nhân mẹ.
- C. khối lượng tổng cộng bằng khối lượng hạt nhân mẹ.
- D. động năng khác không.

Câu 37: Trong quá trình truyền tải điện năng đi xa, ở cuối nguồn dùng máy hạ thế có tỉ số số vòng dây bằng 2. 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 điện áp tức thời u cùng pha với dòng điện tức thời i và ban đầu độ giảm điện thế trên đường dây bằng 15% điện áp của tải tiêu thụ.

- A. 10.
- B. 7,5.
- C. 8,7.
- D. 9,3.

Câu 38: Biết các mức năng lượng của các trạng thái dừng trong nguyên tử hiđrô có biểu thức $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$. Sự chuyển mức từ mức $N \rightarrow L$ cho bức xạ đơn sắc màu lam. Hãy xác định kiểu chuyển mức để phát ra bức xạ màu đỏ.

- A. $L \rightarrow K$.
- B. $N \rightarrow K$.
- C. $M \rightarrow L$.
- D. $N \rightarrow M$.

Câu 39: Hai nguồn phát sóng kết hợp M, N cách nhau 12cm dao động ngược pha, cùng tần số là 20Hz và cùng biên độ là 5mm. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 0,4 m/s. Số các điểm có biên độ 3mm trên đường nối hai nguồn là

- A. 12.
- B. 26.
- C. 24.
- D. 13.

Câu 40: Đặt điện áp $u = 220\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn AM gồm điện trở thuần R mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần L, đoạn MB chỉ có tụ điện C. Biết điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AM và điện áp giữa hai đầu đoạn mạch MB có giá trị hiệu dụng bằng nhau nhưng lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch AM bằng

- A. $220\sqrt{2}$ V.
- B. $\frac{220}{\sqrt{3}}$ V.
- C. 220 V.
- D. 110 V.

Câu 41: Công thức nào dưới đây cho phép tính bước sóng nhỏ nhất của tia Rơn-ghe-n phát ra từ ống Rơn-ghe-n? (Bỏ qua động năng của các hạt khi bật ra khỏi catốt).

A. $eU = \frac{h}{c\lambda_{\min}}$ B. $eU = \frac{c}{h\lambda_{\min}}$ C. $eU = \frac{hc}{f_{\min}}$ D. $eU = \frac{hc}{\lambda_{\min}}$

Câu 42: Mạch dao động gồm cuộn dây có độ tự cảm $L = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ H}$ và một tụ điện có điện dung $C = 3 \text{ nF}$. Điện trở của mạch là $R = 0,2 \Omega$. Để duy trì dao động điện từ trong mạch với hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là $U_0 = 6 \text{ V}$ thì trong mỗi chu kì dao động, cần cung cấp cho mạch một năng lượng bằng

A. $1,5 \text{ mJ}$ B. $0,09 \text{ mJ}$ C. $1,08\pi \cdot 10^{-10} \text{ J}$ D. $0,06 \pi \cdot 10^{-10} \text{ J}$

Câu 43: Một khe S phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$ chiếu đến hai khe Y-âng S_1, S_2 với $S_1S_2 = 0,5 \text{ mm}$. Mặt phẳng chứa S_1S_2 cách màn một khoảng $D = 1 \text{ m}$. Nguồn S là một khe hẹp, S cách S_1S_2 một khoảng $d = 50 \text{ cm}$. Mở rộng dần khe S, độ rộng tối thiểu của khe S để hệ vân biến mất là

A. 3 mm B. 5 mm C. $0,3 \text{ mm}$ D. $0,5 \text{ mm}$

Câu 44: Vận tốc của sóng điện từ

- A. không phụ thuộc vào môi trường truyền sóng và tần số của sóng.
- B. phụ thuộc vào môi trường truyền sóng và tần số của sóng.
- C. phụ thuộc vào môi trường truyền sóng và bước sóng.
- D. không phụ thuộc vào môi trường truyền sóng nhưng phụ thuộc vào tần số của sóng.

Câu 45: Trong hiện tượng quang điện, sau khi electron bật ra khỏi kim loại, người ta cho electron bay dọc theo điện trường giữa hai bản tụ điện. Biết hai bản tụ đặt cách nhau một khoảng $d = 2 \text{ cm}$, hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện $U = 12 \text{ V}$. Gia tốc của electron là

A. $a = 1,05 \cdot 10^{12} \text{ m/s}^2$ B. $a = 1,05 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2$
C. $a = 1,05 \cdot 10^{11} \text{ m/s}^2$ D. $a = 1,05 \cdot 10^{14} \text{ m/s}^2$

Câu 46: Chọn câu sai.

- A. Tia γ là bức xạ có bước sóng ngắn nhất trong thang sóng điện từ (dưới $0,01 \text{ nm}$), là chùm hạt photon có năng lượng cao, không bị lệch trong điện trường và là tia có khả năng đâm xuyên lớn nhất.
- B. Một chất phóng xạ chỉ có thể phóng được một trong ba loại tia α, β^+ hay β^- . Tia γ chỉ là phóng xạ kèm theo một trong các tia trên.
- C. Thủy tinh gần như trong suốt đối với cả ba loại tia phóng xạ α, β và γ .
- D. Trong các tia phóng xạ, tia γ là tia phóng xạ nguy hiểm nhất.

Câu 47: Một tấm kim loại có giới hạn quang điện $\lambda_0 = 0,275\mu\text{m}$ được rọi đồng thời bởi hai bức xạ, một bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,2\mu\text{m}$ và một bức xạ có tần số $f = 1,67 \cdot 10^{15} \text{Hz}$. Điện thế cực đại của tấm kim loại đạt được là

A. 1,7V.

B. 2,4V.

C. 4,1V.

D. 3,4V.

Câu 48: Hai vật m_1 và m_2 được nối với nhau bằng một sợi chỉ và chúng được treo bởi một lò xo có độ cứng k (lò xo nối với m_1). Khi hai vật đang ở vị trí cân bằng người ta đột ngột cắt sợi chỉ sao cho vật m_2 rơi xuống thì vật m_1 sẽ dao động điều hoà với biên độ

A. $\frac{|m_1 - m_2|g}{k}$.

B. $\frac{(m_1 + m_2)g}{k}$.

C. $\frac{m_1 g}{k}$.

D. $\frac{m_2 g}{k}$.

Câu 49: Trong nguyên tử hiđrô, khi electron nhảy từ quỹ đạo N về quỹ đạo L thì nguyên tử phát ra bức xạ có bước sóng λ_1 , khi electron nhảy từ quỹ đạo O về quỹ đạo M thì nguyên tử phát ra bức xạ có bước sóng λ_2 . Tìm kết luận đúng.

A. $25\lambda_2 = 36\lambda_1$.

B. $25\lambda_1 = 675\lambda_2$.

C. $6\lambda_2 = 5\lambda_1$.

D. $256\lambda_2 = 675\lambda_1$.

Câu 50: Một hạt prôtôn có khối lượng nghỉ $m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$. Nếu năng lượng toàn phần $E = 3E_0$ thì vận tốc và động năng của hạt prôtôn bằng bao nhiêu?

A. $v = 0,943c$; $W_d = 8178,8 \text{MeV}$.

B. $v = 0,394c$; $W_d = 8781,8 \text{MeV}$.

C. $v = 0,493c$; $W_d = 1678,8 \text{MeV}$.

D. $v = 0,943c$; $W_d = 1878,8 \text{MeV}$.

ĐỀ THI TUYỂN SINH ĐẠI HỌC NĂM 2009 – KHỐI A

(Thời gian làm bài: 90 phút)

I. PHẦN CHUNG CHO TẤT CẢ THÍ SINH (40 câu, từ câu 1 đến câu 40)

Câu 1: Một mạch dao động điện từ LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm $5\text{ }\mu\text{H}$ và tụ điện có điện dung $5\text{ }\mu\text{F}$. Trong mạch có dao động điện từ tự do. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp mà điện tích trên một bản tụ điện có độ lớn cực đại là

- A. $5\pi \cdot 10^{-6}\text{ s}$. B. $2,5\pi \cdot 10^{-6}\text{ s}$. C. $10\pi \cdot 10^{-6}\text{ s}$. D. 10^{-6} s .

Câu 2: Khi nói về thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào sau đây là đúng?

- A. Năng lượng photon càng nhỏ khi cường độ chùm ánh sáng càng nhỏ.
B. Photon có thể chuyển động hay đứng yên tùy thuộc vào nguồn sáng chuyển động hay đứng yên.
C. Năng lượng của photon càng lớn khi tần số của ánh sáng ứng với photon đó càng nhỏ.
D. Ánh sáng được tạo bởi các hạt gọi là photon.

Câu 3: Trong sự phân hạch của hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$, gọi k là hệ số nhân neutron. 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 4: Một con lắc lò xo dao động điều hòa. Biết lò xo có độ cứng 36 N/m và vật nhỏ có khối lượng 100 g . Lấy $\pi^2 = 10$. Động năng của con lắc biến thiên theo thời gian với tần số.

- A. 6 Hz . B. 3 Hz . C. 12 Hz . D. 1 Hz .

Câu 5: 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 6: Trên một sợi dây đàn hồi dài 1,8m, hai đầu cố định, đang có sóng dừng với 6 bụng sóng. Biết sóng truyền trên dây có tần số 100 Hz. Tốc độ truyền sóng trên dây là

- A. 60 m/s. B. 10 m/s. C. 20 m/s. D. 600 m/s.

Câu 7: Hạt nào sau đây không phải là hạt sơ cấp?

- A. electron (e^-). B. proton (p). C. pozitron (e^+) D. alpha (α).

Câu 8: 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 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 9: Nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản có mức năng lượng bằng $-13,6$ eV. Để chuyển lên trạng thái dừng có mức năng lượng $-3,4$ eV thì nguyên tử hiđrô phải hấp thụ một photon có năng lượng

- A. 10,2 eV. B. $-10,2$ eV. C. 17 eV. D. 4 eV.

Câu 10: Một đám nguyên tử hiđrô 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 bao nhiêu vạch?

- A. 3. B. 1. C. 6. D. 4.

Câu 11: 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 và U_C lần lượt là 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. $U_C^2 = U_R^2 + U_L^2 + U^2$
C. $U_L^2 = U_R^2 + U_C^2 + U^2$ D. $U_R^2 = U_C^2 + U_L^2 + U^2$

Câu 12: 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 13: Ở bề mặt một chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 20cm. Hai nguồn này dao động theo phương thẳng đứng có phương trình lần lượt là $u_1 = 5\cos 40\pi t$ (mm) và $u_2 = 5\cos(40\pi t + \pi)$ (mm). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 80 cm/s. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng S_1S_2 là

- A. 11. B. 9. C. 10. D. 8.

Câu 14: 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 (điện 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 là 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. $\frac{\pi}{6}$. C. $\frac{\pi}{3}$. D. $-\frac{\pi}{3}$.

Câu 15: Đặt điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp.

Biết $R = 10\Omega$, cuộn cảm thuần có $L = \frac{1}{10\pi}$ (H), tụ điện có $C = \frac{10^{-3}}{2\pi}$ (F) và điện áp

giữa hai đầu cuộn cảm thuần là $u_L = 20\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (V). Biểu thức điện áp giữa hai đầu đoạn mạch là

- A. $u = 40 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (V). B. $u = 40 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (V)
C. $u = 40\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (V). D. $u = 40\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (V).

Câu 16: Chuyển động của một vật là tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương. Hai dao động này có phương trình lần lượt là $x_1 = 4 \cos\left(10t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

và $x_2 = 3 \cos\left(10t - \frac{3\pi}{4}\right)$ (cm). Độ lớn vận tốc của vật ở vị trí cân bằng là

- A. 100 cm/s. B. 50 cm/s. C. 80 cm/s. D. 10 cm/s.

Câu 17: Phát biểu nào sau đây là đúng?

- A. Chất khí hay hơi ở áp suất thấp được kích thích bằng nhiệt hay bằng điện cho quang phổ liên tục.
B. Chất khí hay hơi được kích thích bằng nhiệt hay bằng điện luôn cho quang phổ vạch.
C. Quang phổ liên tục của nguyên tố nào thì đặc trưng cho nguyên tố ấy.
D. Quang phổ vạch của nguyên tố nào thì đặc trưng cho nguyên tố ấy.

Câu 18: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 120V, tần số 50 Hz vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần 30 Ω , cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{0,4}{\pi}$ (H) và tụ điện có điện dung thay đổi được. Điều chỉnh điện dung của tụ

điện thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt giá trị cực đại bằng

- A. 150 V. B. 160 V. C. 100 V. D. 250 V.

Câu 19: Máy biến áp là thiết bị

- A. biến đổi tần số của dòng điện xoay chiều.
B. có khả năng biến đổi điện áp của dòng điện xoay chiều.
C. làm tăng công suất của dòng điện xoay chiều.
D. biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều.

Câu 20: 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 21: Khi đặt hiệu điện thế không đổi 30V vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{1}{4\pi}$ (H) thì dòng điện

trong đoạn mạch là dòng điện một chiều có cường độ 1A. Nếu đặt vào hai đầu đoạn mạch này điện áp $u = 150\sqrt{2} \cos 120\pi t$ (V) thì biểu thức của cường độ dòng điện trong đoạn mạch là

- A. $i = 5\sqrt{2} \cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A). B. $i = 5 \cos\left(120\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A).
C. $i = 5\sqrt{2} \cos\left(120\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A). D. $i = 5 \cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A).

Câu 22: Một con lắc lò xo có khối lượng vật nhô là 50 g. Con lắc dao động điều hòa theo một trục cố định nằm ngang với phương trình $x = A \cos \omega t$. Cứ sau những khoảng thời gian 0,05 s thì động năng và thế năng của vật lại bằng nhau. Lấy $\pi^2 = 10$. Lò xo của con lắc có độ cứng bằng

- A. 50 N/m. B. 100 N/m. C. 25 N/m. D. 200 N/m.

Câu 23: 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. $\frac{\omega^2}{v^2} + \frac{a^2}{\omega^4} = A^2$.

Câu 24: Khi nói về dao động điện từ trong mạch dao động LC lí tưởng, phát biểu nào sau đây sai?

- A. Cường độ dòng điện qua cuộn cảm và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện biến thiên điều hòa theo thời gian với cùng tần số.
- B. Năng lượng điện từ của mạch gồm năng lượng từ trường và năng lượng điện trường.
- C. Điện tích của một bản tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch biến thiên điều hòa theo thời gian lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$.

D. Năng lượng từ trường và năng lượng điện trường của mạch luôn cùng tăng hoặc luôn cùng giảm.

Câu 25: Công thoát electron của một kim loại là $7,64 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Chiếu lần lượt vào bề mặt tấm kim loại này các bức xạ có bước sóng là $\lambda_1 = 0,18 \mu\text{m}$, $\lambda_2 = 0,21 \mu\text{m}$ và $\lambda_3 = 0,35 \mu\text{m}$. Lấy $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. 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 26: Chiếu xiên một chùm sáng hẹp gồm hai ánh sáng đơn sắc là vàng và lam từ không khí tới mặt nước thì

- A. chùm sáng bị phản xạ toàn phần.
- B. so với phương tia tới, tia khúc xạ vàng bị lệch ít hơn tia khúc xạ lam.
- C. tia khúc xạ chỉ là ánh sáng vàng, còn tia sáng lam bị phản xạ toàn phần.
- D. so với phương tia tới, tia khúc xạ lam bị lệch ít hơn tia khúc xạ vàng.

Câu 27: Trong chân không, các bức xạ được sắp xếp theo thứ tự bước sóng giảm dần là:

- A. tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia tử ngoại, tia Ronghen.
- B. tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia Ronghen, tia tử ngoại.
- C. ánh sáng tím, tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia Ronghen.
- D. tia Ronghen, tia tử ngoại, ánh sáng tím, tia hồng ngoại.

Câu 28: Một sóng âm truyền trong không khí. Mức cường độ âm tại điểm M và tại điểm N lần lượt là 40 dB và 80 dB. Cường độ âm tại N lớn hơn cường độ âm tại M

- A. 1000 lần.
- B. 40 lần.
- C. 2 lần.
- D. 10000 lần.

Câu 29: Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm

- A. trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó ngược pha.
- B. gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.
- C. gần nhau nhất mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.
- D. trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

Câu 30: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ $0,38\text{ }\mu\text{m}$ đến $0,76\text{ }\mu\text{m}$. Tại vị trí vân sáng bậc 4 của ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,76\text{ }\mu\text{m}$ còn có bao nhiêu vân sáng nữa của các ánh sáng đơn sắc khác?

- A. 3. B. 8. C. 7. D. 4.

Câu 31: Pin quang điện là nguồn điện, trong đó

- A. hóa năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.
B. quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.
C. cơ năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.
D. nhiệt năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.

Câu 32: Quang phổ liên tục

- A. phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn phát mà không phụ thuộc vào bản chất của nguồn phát.
B. phụ thuộc vào bản chất và nhiệt độ của nguồn phát.
C. không phụ thuộc vào bản chất và nhiệt độ của nguồn phát.
D. phụ thuộc vào bản chất của nguồn phát mà không phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn phát.

Câu 33: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về sóng điện từ?

- A. Sóng điện từ là sóng ngang.
B. Khi sóng điện từ lan truyền, vector cường độ điện trường luôn vuông góc với vector cảm ứng từ.
C. Khi sóng điện từ lan truyền, vector cường độ điện trường luôn cùng phương với vector cảm ứng từ.
D. Sóng điện từ lan truyền được trong chân không.

Câu 34: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là $0,5\text{ mm}$, 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 $\lambda_1 = 450\text{ nm}$ và $\lambda_2 = 600\text{ nm}$. 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 $5,5\text{ mm}$ 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 35: Cho phản ứng hạt nhân: ${}^3_1\text{T} + {}^2_1\text{D} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$. Lấy độ hụt khối của hạt nhân T, hạt nhân D, hạt nhân He lần lượt là $0,009106\text{ u}$; $0,002491\text{ u}$; $0,030382\text{ u}$ và $1\text{ u} = 931,5\text{ MeV}/c^2$. Năng lượng tỏa ra của phản ứng xấp xỉ bằng

- A. $15,017\text{ MeV}$. B. $200,025\text{ MeV}$. C. $17,498\text{ MeV}$. D. $21,076\text{ MeV}$.

Câu 36: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi vào hai đầu đoạn mạch gồm biến trở R mắc nối tiếp với tụ điện. Dung kháng của tụ điện là 100Ω . Khi điều chỉnh R thì tại hai giá trị R_1 và R_2 công suất tiêu thụ của đoạn mạch như nhau. Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện khi $R = R_1$ bằng hai lần điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện khi $R = R_2$. Các giá trị R_1 và R_2 là:

A. $R_1 = 50\Omega, R_2 = 100 \Omega$.

B. $R_1 = 40\Omega, R_2 = 250 \Omega$.

C. $R_1 = 50\Omega, R_2 = 200 \Omega$.

D. $R_1 = 25\Omega, R_2 = 100 \Omega$.

Câu 37: 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 38: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos \omega t$ có U_0 không đổi và ω thay đổi được vào hai đầu đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp. Thay đổi ω thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $\omega = \omega_1$ bằng cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $\omega = \omega_2$. Hệ thức đúng là

A. $\omega_1 + \omega_2 = \frac{2}{LC}$.

B. $\omega_1 \omega_2 = \frac{1}{LC}$.

C. $\omega_1 + \omega_2 = \frac{2}{\sqrt{LC}}$.

D. $\omega_1 \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Câu 39: 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.

Câu 40: Một đồng vị phóng xạ có chu kỳ bán rã T . Cứ sau một khoảng thời gian bằng bao nhiêu thì số hạt nhân bị phân rã trong khoảng thời gian đó bằng ba lần số hạt nhân còn lại của đồng vị ấy?

A. $0,5T$.

B. $3T$.

C. $2T$.

D. T .

II. PHẦN RIÊNG (10 câu)

A. Theo chương trình chuẩn (10 câu, từ câu 41 đến câu 50)

Câu 41: Một mạch dao động điện từ LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần độ tự cảm L và tụ điện có điện dung thay đổi được từ C_1 đến C_2 . Mạch dao động này có chu kì dao động riêng thay đổi được từ

- A. $4\pi\sqrt{LC_1}$ đến $4\pi\sqrt{LC_2}$. B. $2\pi\sqrt{LC_1}$ đến $2\pi\sqrt{LC_2}$.
C. $2\sqrt{LC_1}$ đến $2\sqrt{LC_2}$. D. $4\sqrt{LC_1}$ đến $4\sqrt{LC_2}$.

Câu 42: Khi nói về tia hồng ngoại, phát biểu nào sau đây là sai?

- A. Tia hồng ngoại có bản chất là sóng điện từ.
B. Các vật ở nhiệt độ trên 2000°C chỉ phát ra tia hồng ngoại.
C. Tia hồng ngoại có tần số nhỏ hơn tần số của ánh sáng tím.
D. Tác dụng nổi bật của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.

Câu 43: Đối với nguyên tử hiđrô, khi electron chuyển từ quỹ đạo M về quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng $0,1026\text{ }\mu\text{m}$. Lấy $h = 6,625 \cdot 10^{-34}\text{ J.s}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$ và $c = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$. Năng lượng của photon này bằng

- A. 1,21 eV B. 11,2 eV. C. 12,1 eV. D. 121 eV.

Câu 44: Một vật dao động điều hòa có độ lớn vận tốc cực đại là $31,4\text{ cm/s}$. 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 45: 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 $\frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ (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. $i = 5 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (A). D. $i = 4\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (A).

Câu 46: Từ thông qua một vòng dây dẫn là $\Phi = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{\pi} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (Wb).

Biểu thức của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong vòng dây này là

- A. $e = -2 \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (V). B. $e = 2 \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (V).
C. $e = -2 \sin 100\pi t$ (V). D. $e = 2\pi \sin 100\pi t$ (V).

Câu 47: Một chất phóng xạ ban đầu có N_0 hạt nhân. Sau 1 năm, còn lại một phần ba số hạt nhân ban đầu chưa phân rã. Sau 1 năm nữa, số hạt nhân còn lại chưa phân rã của chất phóng xạ đó là

- A. $\frac{N_0}{16}$ B. $\frac{N_0}{9}$ C. $\frac{N_0}{4}$ D. $\frac{N_0}{6}$

Câu 48: Một con lắc lò xo gồm lò xo nhẹ và vật nhỏ dao động điều hòa theo phương ngang với tần số góc 10 rad/s. Biết rằng khi động năng và thế năng (mốc ở vị trí cân bằng của vật) bằng nhau thì vận tốc của vật có độ lớn bằng 0,6 m/s. Biên độ dao động của con lắc là

- A. 6 cm. B. $6\sqrt{2}$ cm. C. 12 cm. D. $12\sqrt{2}$ cm.

Câu 49: Một sóng âm truyền trong thép với tốc độ 5000 m/s. Nếu độ lệch pha của sóng âm đó ở hai điểm gần nhau nhất cách nhau 1m trên cùng một phương truyền sóng là $\frac{\pi}{2}$ thì tần số của sóng bằng

- A. 1000 Hz B. 2500 Hz. C. 5000 Hz. D. 1250 Hz.

Câu 50: Với các hành tinh sau của hệ Mặt Trời: Hỏa tinh, Kim tinh, Mộc tinh, Thổ tinh, Thủy tinh; tính từ Mặt Trời, thứ tự từ trong ra là:

- A. Hỏa tinh, Mộc tinh, Kim tinh, Thủy tinh, Thổ tinh.
B. Kim tinh, Mộc tinh, Thủy tinh, Hỏa tinh, Thổ tinh.
C. Thủy tinh, Kim tinh, Hỏa tinh, Mộc tinh, Thổ tinh.
D. Thủy tinh, Hỏa tinh, Thổ tinh, Kim tinh, Mộc tinh.

B. Theo chương trình nâng cao (10 câu, từ câu 51 đến câu 60)

Câu 51: Một nguồn phát sóng cơ dao động theo phương trình $u = 4\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm).

Biết dao động tại hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng cách nhau 0,5 m có độ lệch pha là $\frac{\pi}{3}$. Tốc độ truyền của sóng đó là

- A. 1,0 m/s B. 2,0 m/s. C. 1,5 m/s. D. 6,0 m/s.

Câu 52: Một vật rắn quay quanh một trục cố định dưới tác dụng của momen lực không đổi và khác không. Trong trường hợp này, đại lượng thay đổi là

- A. Momen quán tính của vật đối với trục đó.
B. Khối lượng của vật.
C. Momen động lượng của vật đối với trục đó.
D. Gia tốc góc của vật.

Câu 53: Từ trạng thái nghỉ, một đĩa bắt đầu quay quanh trục cố định của nó với gia tốc không đổi. Sau 10 s, đĩa quay được một góc 50 rad. Góc mà đĩa quay được trong 10 s tiếp theo là

- A. 50 rad. B. 150 rad. C. 100 rad. D. 200 rad.

Câu 54: 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 55: Một vật rắn quay nhanh dần đều quanh một trục cố định, trong 3,14 s tốc độ góc của nó tăng từ 120 vòng/phút đến 300 vòng/phút. Lấy $\pi = 3,14$. Gia tốc góc của vật rắn có độ lớn là

A. 3 rad/s². B. 12 rad/s². C. 8 rad/s². D. 6 rad/s².

Câu 56: Lấy chu kỳ bán rã của pôlôni $^{210}_{84}\text{Po}$ là 138 ngày và $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Độ phóng xạ của 42 mg pôlôni là

A. $7 \cdot 10^{12}$ Bq. B. $7 \cdot 10^9$ Bq. C. $7 \cdot 10^{14}$ Bq. D. $7 \cdot 10^{10}$ Bq.

Câu 57: 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 $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ J.s, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s và $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg. Vận tốc ban đầu cực đại của các electron quang điện bằng

A. $2,29 \cdot 10^4$ m/s. B. $9,24 \cdot 10^3$ m/s. C. $9,61 \cdot 10^5$ m/s. D. $1,34 \cdot 10^6$ m/s.

Câu 58: Momen quán tính của một vật rắn đối với một trục quay cố định

- A. Có giá trị dương hoặc âm tùy thuộc vào chiều quay của vật rắn.
- B. Phụ thuộc vào momen của ngoại lực gây ra chuyển động quay của vật rắn.
- C. Đặc trưng cho mức quán tính của vật rắn trong chuyển động quay quanh trục ấy.
- D. Không phụ thuộc vào sự phân bố khối lượng của vật rắn đối với trục quay.

Câu 59: 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 60: Một vật có khối lượng nghỉ 60 kg chuyển động với tốc độ 0,6c (c là tốc độ ánh sáng trong chân không) thì khối lượng tương đối tính của nó là

A. 75 kg. B. 80 kg. C. 60 kg. D. 100 kg.

ĐỀ THI TUYỂN SINH ĐẠI HỌC NĂM 2010 - KHỐI A

(Thời gian làm bài: 90 phút)

I. PHẦN CHUNG CHO TẤT CẢ THÍ SINH (40 câu, từ câu 1 đến câu 40)

Câu 1: 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 $\frac{10^{-4}}{4\pi}$ F hoặc $\frac{10^{-4}}{2\pi}$ F thì công suất tiêu thụ trên đoạn mạch đều có giá trị bằng nhau. Giá trị của L bằng

A. $\frac{1}{2\pi}$ H.

B. $\frac{2}{\pi}$ H.

C. $\frac{1}{3\pi}$ H.

D. $\frac{3}{\pi}$ H.

Câu 2: Một mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Tại thời điểm $t = 0$, điện tích trên một bản tụ điện cực đại. Sau khoảng thời gian ngắn nhất Δt thì điện tích trên bản tụ này bằng một nửa giá trị cực đại. Chu kì dao động riêng của mạch dao động này là

A. $6\Delta t$.

B. $12\Delta t$.

C. $3\Delta t$.

D. $4\Delta t$.

Câu 3: 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 4: Đặt điện áp $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AN và NB mắc nối tiếp. Đoạn AN gồm biến trở R mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm L , đoạn NB chỉ có tụ điện với điện dung C . Đặt $\omega_1 = \frac{1}{2\sqrt{LC}}$. Để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch AN không phụ thuộc

R thì tần số góc ω bằng

A. $\frac{\omega_1}{2\sqrt{2}}$.

B. $\omega_1\sqrt{2}$.

C. $\frac{\omega_1}{\sqrt{2}}$.

D. $2\omega_1$.

Câu 5: Cho ba hạt nhân X, Y và Z có số nucleon 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. X, Y, Z. B. Z, X, Y. C. Y, Z, X. D. Y, X, Z.

Câu 6: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B cách nhau 20cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 2\cos 40\pi t$ 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 dao động với biên độ cực đại nằm trên đoạn BM là

- A. 19. B. 18. C. 20. D. 17.

Câu 7: Theo tiên đề của Bo, khi electron trong nguyên tử hydro chuyển từ quỹ đạo L sang quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng λ_{21} , khi electron chuyển từ quỹ đạo M sang quỹ đạo L thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng λ_{32} và khi electron chuyển từ quỹ đạo M sang quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng λ_{31} . Biểu thức xác định λ_{31} bằng

- A. $\lambda_{32} - \lambda_{21}$. B. $\frac{\lambda_{32} \cdot \lambda_{21}}{\lambda_{32} + \lambda_{21}}$. C. $\lambda_{32} + \lambda_{21}$. D. $\frac{\lambda_{32} \cdot \lambda_{21}}{\lambda_{21} - \lambda_{32}}$.

Câu 8: Êlectron là hạt sơ cấp thuộc loại

- A. hiperôn B. nuclôn. C. mezôn. D. leptôn.

Câu 9: Tại thời điểm t , điện áp $u = 200\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ (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 10: Một kim loại có công thoát electron là $7,2 \cdot 10^{-19}$ J. Chiếu lần lượt vào kim loại này các bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,18 \mu\text{m}$; $\lambda_2 = 0,21 \mu\text{m}$; $\lambda_3 = 0,32 \mu\text{m}$ và $\lambda_4 = 0,35 \mu\text{m}$. 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_3 và λ_4 . D. λ_2, λ_3 và λ_4 .

Câu 11: Tia tử ngoại được dùng

- A. để tìm khuyết tật bên trong sản phẩm bằng kim loại.
B. để tìm vết nứt trên bề mặt sản phẩm bằng kim loại.
C. trong y tế để chụp điện, chiếu điện.
D. để chụp ảnh bề mặt Trái Đất từ vệ tinh.

Câu 12: 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 n vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là $1A$. Khi rôto của máy quay đều với tốc độ $3n$ vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là $3A$. Nếu rôto của máy quay đều với tốc độ $2n$ vòng/phút thì cảm kháng của đoạn mạch AB là

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

Câu 13: Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp của một máy biến áp lí tưởng (bỏ qua hao phí) một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thứ cấp để hở là $100V$. Ở cuộn thứ cấp, nếu giảm bớt n vòng dây thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của nó là U , nếu tăng thêm n vòng dây thì điện áp đó là $2U$. Nếu tăng thêm $3n$ vòng dây ở cuộn thứ cấp thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của cuộn này bằng

- A. $100V$. B. $200V$. C. $220V$. D. $110V$.

Câu 14: 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 15: Khi electron ở quỹ đạo dừng thứ n thì năng lượng của nguyên tử hiđrô được tính theo công thức $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (eV) ($n = 1, 2, 3, \dots$). Khi electron trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo dừng $n = 3$ sang quỹ đạo dừng $n = 2$ thì nguyên tử hiđrô phát ra photon ứng với bức xạ có bước sóng bằng

- A. $0,4861 \mu m$. B. $0,4102 \mu m$. C. $0,4350 \mu m$. D. $0,6576 \mu m$.

Câu 16: Theo mẫu nguyên tử Bo, bán kính quỹ đạo K của electron trong nguyên tử hiđrô là r_0 . Khi electron chuyển từ quỹ đạo N về quỹ đạo L thì bán kính quỹ đạo giảm bớt

- A. $12 r_0$. B. $4 r_0$. C. $9 r_0$. D. $16 r_0$.

Câu 17: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ $380nm$ đến $760nm$. Khoảng cách giữa hai khe là $0,8mm$, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là $2m$. Trên màn, tại vị trí cách vân trung tâm $3mm$ có vân sáng của các bức xạ với bước sóng

- A. $0,48 \mu m$ và $0,56 \mu m$. B. $0,40 \mu m$ và $0,60 \mu m$.
C. $0,40 \mu m$ và $0,64 \mu m$. D. $0,45 \mu m$ và $0,60 \mu m$.

Câu 18: Một con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì T và biên độ 5 cm . Biết trong một chu kì, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không vượt quá 100 cm/s^2 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 .

Câu 19: 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 V .

B. $100\sqrt{2}\text{ V}$.

C. 100 V .

D. $200\sqrt{2}\text{ V}$.

Câu 20: Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm $4\text{ }\mu\text{H}$ và một tụ điện có điện dung biến đổi từ 10 pF đến 640 pF . Lấy $\pi^2 = 10$. Chu kì dao động riêng của mạch này có giá trị

A. từ $2 \cdot 10^{-8}\text{ s}$ đến $3 \cdot 10^{-7}\text{ s}$.

B. từ $4 \cdot 10^{-8}\text{ s}$ đến $3,2 \cdot 10^{-7}\text{ s}$.

C. từ $2 \cdot 10^{-8}\text{ s}$ đến $3,6 \cdot 10^{-7}\text{ s}$.

D. từ $4 \cdot 10^{-8}\text{ s}$ đến $2,4 \cdot 10^{-7}\text{ s}$.

Câu 21: Một sợi dây AB dài 100 cm căng ngang, đầu B cố định, đầu A gắn với một nhánh của âm thoa dao động điều hòa với tần số 40 Hz . Trên dây AB có một sóng dừng ổn định, A được coi là nút sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là 20 m/s . Kể cả A và B, trên dây có

A. 3 nút và 2 bụng.

B. 7 nút và 6 bụng.

C. 9 nút và 8 bụng.

D. 5 nút và 4 bụng.

Câu 22: Ba điểm O, A, B 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 A là 60 dB , tại B là 20 dB . Mức cường độ âm tại trung điểm M của đoạn AB là

A. 26 dB .

B. 17 dB .

C. 34 dB .

D. 40 dB .

Câu 23: 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

$$A. i = \frac{u}{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}$$

$$B. i = u_3 \omega C$$

$$C. i = \frac{u_1}{R}$$

$$D. i = \frac{u_2}{\omega L}$$

Câu 24: Dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình li độ $x = 3 \cos \left(\pi - \frac{5\pi}{6} \right)$ (cm). Biết dao động thứ nhất có phương trình li độ $x_1 = 5 \cos \left(\pi + \frac{\pi}{6} \right)$ (cm). Dao động thứ hai có phương trình li độ là

$$A. x_2 = 8 \cos \left(\pi + \frac{\pi}{6} \right) \text{ (cm)}.$$

$$B. x_2 = 2 \cos \left(\pi + \frac{\pi}{6} \right) \text{ (cm)}.$$

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

$$D. x_2 = 8 \cos \left(\pi - \frac{5\pi}{6} \right) \text{ (cm)}.$$

Câu 25: Phóng xạ và phân hạch hạt nhân đều

A. có sự hấp thụ neutron chậm.

B. là phản ứng hạt nhân thu năng lượng.

C. là phản ứng hạt nhân toả năng lượng.

D. không phải là phản ứng hạt nhân.

Câu 26: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi vào hai đầu đoạn điện trở R mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C . Gọi điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ, 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 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

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

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

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

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

Câu 27: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,6 \mu\text{m}$. Khoảng cách giữa hai khe là 1 mm , khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là $2,5 \text{ m}$, bề rộng miền giao thoa là $1,25 \text{ cm}$. Tổng số vân sáng và vân tối có trong miền giao thoa là

- A. 19 vân. B. 17 vân. C. 15 vân. D. 21 vân.

Câu 28: Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng $0,02 \text{ kg}$ và lò xo có độ cứng 1 N/m . Vật nhỏ được đặt trên giá đỡ cố định nằm ngang dọc theo trục lò xo. Hệ số ma sát trượt giữa giá đỡ và vật nhỏ là $0,1$. Ban đầu giữ vật ở vị trí lò xo bị nén 10 cm rồi buông nhẹ để con lắc dao động tắt dần. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tốc độ lớn nhất vật nhỏ đạt được trong quá trình dao động là

- A. $10\sqrt{30} \text{ cm/s}$. B. $20\sqrt{6} \text{ cm/s}$. C. $40\sqrt{2} \text{ cm/s}$. D. $40\sqrt{3} \text{ cm/s}$.

Câu 29: Xét hai mạch dao động điện từ lí tưởng. Chu kì dao động riêng của mạch thứ nhất là T_1 , của mạch thứ hai là $T_2 = 2T_1$. Ban đầu điện tích trên mỗi bản tụ điện có độ lớn cực đại Q_0 . Sau đó mỗi tụ điện phóng điện qua cuộn cảm của mạch. Khi điện tích trên mỗi bản tụ của hai mạch đều có độ lớn bằng q ($0 < q < Q_0$) thì tỉ số độ lớn cường độ dòng điện trong mạch thứ nhất và độ lớn cường độ dòng điện trong mạch thứ hai là

- A. $\frac{1}{4}$. B. $\frac{1}{2}$. C. 4. D. 2.

Câu 30: 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.

Câu 31: Một chất có khả năng phát ra ánh sáng phát quang với tần số 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. $0,40 \mu\text{m}$. B. $0,45 \mu\text{m}$. C. $0,38 \mu\text{m}$. D. $0,55 \mu\text{m}$.

Câu 32: Hạt nhân $^{210}_{84}\text{Po}$ 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 33: Quang phổ vạch phát xạ

- A. của các nguyên tố khác nhau, ở cùng một nhiệt độ thì như nhau về độ sáng tỉ đối của các vạch.
- B. do các chất rắn, chất lỏng hoặc chất khí có áp suất lớn phát ra khi bị nung nóng.
- C. là một dải có màu từ đỏ đến tím nối liền nhau một cách liên tục.
- D. là một hệ thống những vạch sáng (vạch màu) riêng lẻ, ngăn cách nhau bởi những khoảng tối.

Câu 34: Một đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn mạch AM có điện trở thuần $50\ \Omega$ mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{1}{\pi}$ H, đoạn mạch MB chỉ có tụ điện với điện dung thay đổi được. Đặt điện áp $u = U_0 \cos 100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch AB. Điều chỉnh điện dung của tụ điện đến giá trị C_1 sao cho điện áp hai đầu đoạn mạch AB lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch AM. Giá trị của C_1 bằng

- A. $\frac{4 \cdot 10^{-5}}{\pi}$ F. B. $\frac{8 \cdot 10^{-5}}{\pi}$ F. C. $\frac{2 \cdot 10^{-5}}{\pi}$ F. D. $\frac{10^{-5}}{\pi}$ F.

Câu 35: Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L không đổi và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung của tụ điện đến giá trị C_1 thì tần số dao động riêng của mạch là f_1 . Để tần số dao động riêng của mạch là $\sqrt{5}f_1$ thì phải điều chỉnh điện dung của tụ điện đến giá trị

- A. $\frac{C_1}{5}$. B. $\frac{C_1}{\sqrt{5}}$. C. $5C_1$. D. $\sqrt{5}C_1$.

Câu 36: Điều kiện để hai sóng cơ khi gặp nhau, giao thoa được với nhau là hai sóng phải xuất phát từ hai nguồn dao động

- A. cùng biên độ và có hiệu số pha không đổi theo thời gian.
- B. cùng tần số, cùng phương.
- C. có cùng pha ban đầu và cùng biên độ.
- D. cùng tần số, cùng phương và có hiệu số pha không đổi theo thời gian.

Câu 37: 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. $0,36 m_0 c^2$. B. $1,25 m_0 c^2$. C. $0,225 m_0 c^2$. D. $0,25 m_0 c^2$.

Câu 38: 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 720 nm và bức xạ màu lục có bước sóng λ (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 là

- A. 500 nm. B. 520 nm. C. 540 nm. D. 560 nm.

Câu 39: 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.

Câu 40: Dùng một prôtôn có động năng 5,45 MeV bắn vào hạt nhân ${}^9\text{Be}$ 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 các phản ứng này bằng

- A. 4,225 MeV. B. 1,145 MeV. C. 2,125 MeV. D. 3,125 MeV.

II. PHẦN RIÊNG (10 câu)

A. Theo chương trình chuẩn (10 câu, từ câu 41 đến câu 50)

Câu 41: 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. $2,5\lambda$. B. 3λ . C. $1,5\lambda$. D. 2λ .

Câu 42: 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 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. $i = \frac{U_0}{\omega L} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$. D. $i = \frac{U_0}{\omega L} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$.

Câu 43: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo 50 cm và vật nhỏ có khối lượng 0,01 kg mang điện tích $q = 5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ 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 $E = 10^4 \text{ V/m}$ hướng thẳng đứng xuống dưới. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\pi \approx 3,14$. 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 44: Khi chiếu chùm tia tử ngoại vào một ống nghiệm đựng dung dịch fluorescein thì thấy dung dịch phát ra ánh sáng màu lục. Đó là hiện tượng

- A. tán sắc ánh sáng. B. phản xạ ánh sáng.
C. hoá - phát quang. D. quang - phát quang.

Câu 45: Vật nhỏ của một con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương ngang, mốc thế năng tại vị trí cân bằng. Khi gia tốc của vật có độ lớn bằng một nửa độ lớn gia tốc cực đại thì tỉ số giữa động năng và thế năng của vật là

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

Câu 46: Trong giờ học thực hành, học sinh mắc nối tiếp một quạt điện xoay chiều với điện trở R rồi mắc hai đầu đoạn mạch này vào điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 380V. Biết quạt này có các giá trị định mức: 220V - 88W và khi hoạt động đúng công suất định mức thì độ lệch pha giữa điện áp ở hai đầu quạt và cường độ dòng điện qua nó là φ , với $\cos \varphi = 0,8$. Để quạt điện này chạy đúng công suất định mức thì R bằng

- A. 180 Ω . B. 354 Ω . C. 361 Ω . D. 267 Ω .

Câu 47: Ban đầu có N_0 hạt nhân của một mẫu chất phóng xạ nguyên chất có chu kì bán rã T. Sau khoảng thời gian $t = 0,5T$, kể từ thời điểm ban đầu, số hạt nhân chưa bị phân rã của mẫu chất phóng xạ này là

- A. $\frac{N_0}{\sqrt{2}}$. B. $\frac{N_0}{4}$. C. $N_0\sqrt{2}$. D. $\frac{N_0}{2}$.

Câu 48: 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 (gọi là 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. Khi dao động âm tần có tần số 1000 Hz thực hiện một dao động toàn phần thì dao động cao tần thực hiện được số dao động toàn phần là

- A. 1600. B. 625. C. 800. D. 1000.

Câu 49: Tại một điểm trên mặt chất lỏng có một nguồn dao động với tần số 120 Hz, tạo ra sóng ổn định trên mặt chất lỏng. Xét 5 gợn lồi liên tiếp trên một phương truyền sóng, ở về một phía so với nguồn, gợn thứ nhất cách gợn thứ năm 0,5m. Tốc độ truyền sóng là

- A. 12 m/s. B. 15 m/s. C. 30 m/s. D. 25 m/s.

Câu 50: Cho khối lượng của prôtôn; notron; $^{40}_{18}\text{Ar}$; ^6_3Li lần lượt là: 1,0073u; 1,0087u; 39,952u; 6,0145u và $1\text{ u} = 931,5\text{ MeV}/c^2$. So với năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ^6_3Li thì năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{40}_{18}\text{Ar}$

- A. nhỏ hơn một lượng là 3,42 MeV. B. lớn hơn một lượng là 5,20 MeV.
C. lớn hơn một lượng là 3,42 MeV. D. nhỏ hơn một lượng là 5,20 MeV.

B. Theo chương trình nâng cao (10 câu, từ câu 51 đến câu 60)

Câu 51: Để kiểm chứng hiệu ứng Dop-ple, người ta bố trí trên một đường ray thẳng một nguồn âm chuyển động đều với tốc độ 30 m/s, phát ra âm với tần số xác định và một máy thu âm đứng yên. Biết âm truyền trong không khí với tốc độ 340 m/s. Khi nguồn âm lại gần thì máy thu đo được tần số âm là 740 Hz. Khi nguồn âm ra xa thì máy thu đo được tần số âm là

- A. 820 Hz. B. 560 Hz. C. 620 Hz. D. 780 Hz.

Câu 52: Một động cơ điện xoay chiều khi hoạt động bình thường với điện áp hiệu dụng 220 V thì sinh ra công suất cơ học là 170 W. Biết động cơ có hệ số công suất 0,85 và công suất tỏa nhiệt trên dây quấn động cơ là 17 W. Bỏ qua các hao phí khác, cường độ dòng điện cực đại qua động cơ là

- A. $\sqrt{2}$ A. B. 1 A. C. 2 A. D. $\sqrt{3}$ A.

Câu 53: Một bánh đà có momen quán tính đối với trục quay cố định của nó là $0,4 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Để bánh đà tăng tốc từ trạng thái đứng yên đến tốc độ góc ω phải tốn công 2000 J. Bỏ qua ma sát. Giá trị của ω là

- A. 100 rad/s. B. 50 rad/s. C. 200 rad/s. D. 10 rad/s.

Câu 54: Mạch dao động dùng để chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm tụ điện có điện dung C_0 và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Máy này thu được sóng điện từ có bước sóng 20 m. Để thu được sóng điện từ có bước sóng 60 m, phải mắc song song với tụ điện C_0 của mạch dao động với một tụ điện có điện dung

- A. $C = 2C_0$. B. $C = C_0$. C. $C = 8C_0$. D. $C = 4C_0$.

Câu 55: Chùm tia X phát ra từ một ống tia X (ống Cu-Ilt-giơ) có tần số lớn nhất là $6,4 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$. Bỏ qua động năng các electron khi bứt ra khỏi catốt. Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống tia X là

- A. 2,65 kV. B. 26,50 kV. C. 5,30 kV. D. 13,25 kV.

Câu 56: Trong chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định, momen quán tính của vật đối với trục quay

- A. tỉ lệ momen lực tác dụng vào vật.
B. tỉ lệ với gia tốc góc của vật.
C. phụ thuộc tốc độ góc của vật.
D. phụ thuộc vị trí của vật đối với trục quay.

Câu 57: Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ C đang có có dao động điện từ tự do. Ở thời điểm $t = 0$, hiệu điện thế giữa hai bản tụ có giá trị cực đại là U_0 . Phát biểu nào sau đây là sai?

A. Năng lượng từ trường cực đại trong cuộn cảm là $\frac{CU_0^2}{2}$.

B. Năng lượng từ trường của mạch ở thời điểm $t = \frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$ là $\frac{CU_0^2}{4}$.

C. Hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện bằng 0 lần thứ nhất ở thời điểm $t = \frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$.

D. Cường độ dòng điện trong mạch có giá trị cực đại là $U_0\sqrt{\frac{L}{C}}$.

Câu 58: Một chất điểm khối lượng m , quay xung quanh trục cố định Δ theo quỹ đạo tròn tâm O , bán kính r . Trục Δ qua tâm O và vuông góc với mặt phẳng quỹ đạo. Tại thời điểm t , chất điểm có tốc độ dài, tốc độ góc, gia tốc hướng tâm và động lượng lần lượt là v , ω , a_n và p . Momen động lượng của chất điểm đối với trục Δ được xác định bởi

A. $L = pr$. B. $L = mvr^2$. C. $L = ma_n$. D. $L = mrv$.

Câu 59: Một vật rắn đang quay đều quanh trục cố định Δ với tốc độ góc 30 rad/s thì chịu tác dụng của một momen hãm có độ lớn không đổi nên quay chậm dần đều và dừng lại sau 2 phút. Biết momen của vật rắn này đối với trục Δ là 10 kg.m^2 . Momen hãm có độ lớn bằng

A. $2,0 \text{ N.m}$. B. $2,5 \text{ N.m}$. C. $3,0 \text{ N.m}$. D. $3,5 \text{ N.m}$.

Câu 60: Biết đồng vị phóng xạ $^{14}_6\text{C}$ có chu kì bán rã 5730 năm. Giả sử một mẫu gỗ cổ có độ phóng xạ 200 phân rã/phút và một mẫu gỗ khác cùng loại, cùng khối lượng của mẫu gỗ cổ đó, lấy từ cây mới chặt, có độ phóng xạ 1600 phân rã/phút. Tuổi của mẫu gỗ cổ đã cho là

A. 17190 năm. B. 2865 năm. C. 11460 năm. D. 1910 năm.

ĐỀ THI TUYỂN SINH ĐẠI HỌC NĂM 2011 - KHỐI A

(Thời gian làm bài: 90 phút)

I. PHẦN CHUNG CHO TẤT CẢ THÍ SINH (40 câu, từ câu 1 đến câu 40)

Câu 1: Đặt điện áp $u = U\sqrt{2}\cos 2\pi ft$ (U không đổi, tần số f thay đổi được) 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 . Khi tần số là f_1 thì cảm kháng và dung kháng của đoạn mạch có giá trị lần lượt là 6Ω và 8Ω . Khi tần số là f_2 thì hệ số công suất của đoạn mạch bằng 1. Hệ thức liên hệ giữa f_1 và f_2 là

A. $f_2 = \frac{2}{\sqrt{3}}f_1$. B. $f_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}f_1$. C. $f_2 = \frac{3}{4}f_1$. D. $f_2 = \frac{4}{3}f_1$.

Câu 2: Lần lượt đặt các điện áp xoay chiều $u_1 = U\sqrt{2}\cos(100\pi t + \varphi_1)$; $u_2 = U\sqrt{2}\cos(120\pi t + \varphi_2)$ và $u_3 = U\sqrt{2}\cos(110\pi t + \varphi_3)$ 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 thì cường độ dòng điện trong đoạn mạch có biểu thức tương ứng là: $i_1 = I\sqrt{2}\cos 100\pi t$; $i_2 = I\sqrt{2}\cos\left(120\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$ và $i_3 = I'\sqrt{2}\cos\left(110\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$. So sánh I và I' , ta có:

A. $I = I'$. B. $I = I'\sqrt{2}$. C. $I < I'$. D. $I > I'$.

Câu 3: 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 $0,02\text{ u}$. Phản ứng hạt nhân này

A. thu năng lượng $18,63\text{ MeV}$. B. thu năng lượng $1,863\text{ MeV}$.
C. tỏa năng lượng $1,863\text{ MeV}$. D. tỏa năng lượng $18,63\text{ MeV}$.

Câu 4: Bắn một proton vào hạt nhân ${}^7_3\text{Li}$ 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 proton các góc bằng nhau là 60° . Lấy khối lượng của mỗi hạt nhân tính theo đơn vị u bằng số khối của nó. Tỷ số giữa tốc độ của proton và tốc độ của hạt nhân X là

A. 4. B. $\frac{1}{4}$. C. 2. D. $\frac{1}{2}$.

Câu 5: Khi electron 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 $n = 1, 2, 3, \dots$). Khi electron trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo dừng $n = 3$ về quỹ đạo dừng $n = 1$ thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng λ_1 . Khi electron chuyển từ quỹ đạo dừng $n = 5$ về quỹ đạo dừng $n = 2$ thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng λ_2 . Mối liên hệ giữa hai bước sóng λ_1 và λ_2 là

- A. $27\lambda_2 = 128\lambda_1$. B. $\lambda_2 = 5\lambda_1$. C. $189\lambda_2 = 800\lambda_1$. D. $\lambda_2 = 4\lambda_1$.

Câu 6: Chọn phát biểu sai. Tia γ

- A. không phải là sóng điện từ.
B. có khả năng đâm xuyên mạnh hơn tia X.
C. không mang điện.
D. có tần số lớn hơn tần số của tia X.

Câu 7: Nguyên tắc hoạt động của quang điện trở dựa vào hiện tượng

- A. tán sắc ánh sáng. B. quang điện ngoài.
C. quang điện trong. D. phát quang của chất rắn.

Câu 8: Trong nguyên tử hiđrô, bán kính Bo là $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11}$ m. ở một trạng thái kích thích của nguyên tử hiđrô, electron chuyển động trên quỹ đạo dừng có bán kính là $r = 2,12 \cdot 10^{-10}$ m. Quỹ đạo đó có tên gọi là quỹ đạo dừng

- A. L. B. O. C. N. D. M.

Câu 9: Một khung dây dẫn phẳng quay đều với tốc độ góc ω quanh một trục cố định nằm trong mặt phẳng khung dây, trong một từ trường đều có vector cảm ứng từ vuông góc với trục quay của khung. Suất điện động cảm ứng trong khung có biểu thức $e = E_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$. Tại thời điểm $t = 0$, vector pháp tuyến của mặt phẳng

khung dây hợp với vector cảm ứng từ một góc bằng

- A. 45° . B. 180° . C. 90° . D. 150° .

Câu 10: Một chất điểm dao động điều hòa 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. 5 cm. B. 4 cm. C. 10 cm. D. 8 cm.

Câu 11: Một chất phát quang được kích thích bằng ánh sáng có bước sóng 0,26 μ m thì phát ra ánh sáng có bước sóng 0,52 μ m. Giả sử công suất của chùm sáng phát quang bằng 20% công suất của chùm sáng kích thích. Tỉ số giữa số photon ánh sáng phát quang và số photon ánh sáng kích thích trong cùng một khoảng thời gian là

- A. $\frac{4}{5}$. B. $\frac{1}{10}$. C. $\frac{1}{5}$. D. $\frac{2}{5}$.

Câu 12: Một chất điểm dao động điều hòa theo phương trình $x = 4 \cos \frac{2\pi}{3} t$ (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. 3015 s. B. 6030 s. C. 3016 s. D. 6031 s.

Câu 13: Nếu nối hai đầu đoạn mạch gồm cuộn cảm thuần L mắc nối tiếp với điện trở thuần $R = 1\Omega$ vào hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động không đổi và điện trở trong r thì trong mạch có dòng điện không đổi cường độ I. Dùng nguồn điện này để nạp điện cho một tụ điện có điện dung $C = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$. Khi điện tích trên tụ điện đạt giá trị cực đại, ngắt tụ điện khỏi nguồn rồi nối tụ điện với cuộn cảm thuần L thành một mạch dao động thì trong mạch có dao động điện từ tự do với chu kì bằng $\pi \cdot 10^{-6} \text{ s}$ và cường độ dòng điện cực đại bằng 8I. Giá trị của r bằng

- A. 0,25 Ω . B. 1 Ω . C. 0,5 Ω . D. 2 Ω .

Câu 14: Một lăng kính có góc chiết quang $A = 6^\circ$ (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 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. 4,5 mm. B. 36,9 mm. C. 10,1 mm. D. 5,4 mm.

Câu 15: 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 $\frac{1}{3}$ lần thế năng là

- A. 26,12 cm/s. B. 7,32 cm/s. C. 14,64 cm/s. D. 21,96 cm/s.

Câu 16: 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. 75 W. B. 160 W. C. 90 W. D. 180 W.

Câu 17: Chiếu từ nước ra không khí một chùm tia sáng song song rất hẹp (coi như một tia sáng) gồm 5 thành phần đơn sắc: tím, lam, đỏ, lục, vàng. Tia ló đơn sắc màu lục đi là là mặt nước (sát với mặt phân cách giữa hai môi trường). Không kể tia đơn sắc màu lục, các tia ló ra ngoài không khí là các tia đơn sắc màu:

- A. tím, lam, đỏ. B. đỏ, vàng, lam. C. đỏ, vàng. D. lam, tím.

Câu 18: 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.

Câu 19: Thực hiện thí nghiệm Y-âng về giao thoa với ánh sáng đơn sắc màu lam ta quan sát được hệ vân giao thoa trên màn. Nếu thay ánh sáng đơn sắc màu lam bằng ánh sáng đơn sắc màu vàng và các điều kiện khác của thí nghiệm được giữ nguyên thì

- A. khoảng vân tăng lên. B. khoảng vân giảm xuống.
C. vị trí vân trung tâm thay đổi. D. khoảng vân không thay đổi.

Câu 20: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về sóng điện từ?

- A. Khi sóng điện từ gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì nó có thể bị phản xạ và khúc xạ.
B. Sóng điện từ truyền được trong chân không.
C. Sóng điện từ là sóng ngang nên nó chỉ truyền được trong chất rắn.
D. Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và của từ trường tại một điểm luôn đồng pha với nhau.

Câu 21: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 50 mH và tụ điện có điện dung C. Trong mạch đang có dao động điện từ tự do với cường độ dòng điện $i = 0,12\cos 2000t$ (i tính bằng A, t tính bằng s). ở thời điểm mà cường độ dòng điện trong mạch bằng một nửa cường độ hiệu dụng thì hiệu điện thế giữa hai bản tụ có độ lớn bằng

- A. $12\sqrt{3}$ V. B. $5\sqrt{14}$ V. C. $6\sqrt{2}$ V. D. $3\sqrt{14}$ V.

Câu 22: Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về sóng cơ?

- A. Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.
B. Sóng cơ truyền trong chất rắn luôn là sóng dọc.
C. Sóng cơ truyền trong chất lỏng luôn là sóng ngang.
D. 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 23: ở mặt chất lỏng có hai nguồn sóng A, B cách nhau 18 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình là $u_A = u_B = \cos 50\pi t$ (với t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng của mặt chất lỏng là 50 cm/s. Gọi O là trung điểm của AB, điểm M ở mặt chất lỏng nằm trên đường trung trực của AB và gần O nhất sao cho phần tử chất lỏng tại M dao động cùng pha với phần tử chất lỏng tại O. Khoảng cách MO là

- A. 10 cm. B. $2\sqrt{10}$ cm. C. $2\sqrt{2}$. D. 2 cm.

Câu 24: 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 kỳ dao động điều hòa 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 kỳ dao động điều hòa của con lắc là 3,15 s. Khi thang máy đứng yên thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là

- A. 2,96 s. B. 2,84 s. C. 2,61 s. D. 2,78 s.

Câu 25: Khi nói về hệ Mặt Trời, phát biểu nào sau đây sai?

- A. Sao chổi là thành viên của hệ Mặt Trời.
B. Các hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời theo cùng một chiều.
C. Hành tinh xa Mặt Trời nhất là Thiên Vương tinh.
D. Hành tinh gần Mặt Trời nhất là Thủy tinh.

Câu 26: Dao động của một chất điểm có khối lượng 100 g là tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, có phương trình li độ lần lượt là $x_1 = 5\cos 10t$ và $x_2 = 10\cos 10t$ (x_1 và x_2 tính bằng cm, t tính bằng s). Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Cơ năng của chất điểm bằng

- A. 0,1125 J. B. 225 J. C. 112,5 J. D. 0,225 J.

Câu 27: 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, C là trung điểm của AB, với $AB = 10$ 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 phần tử tại C là 0,2 s. Tốc độ truyền sóng trên dây là

- A. 2 m/s. B. 0,5 m/s. C. 1 m/s. D. 0,25 m/s.

Câu 28: 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. 40 vòng dây. B. 84 vòng dây. C. 100 vòng dây. D. 60 vòng dây.

Câu 29: Chất phóng xạ pôlôni $^{210}_{84}\text{Po}$ phát ra tia α và biến đổi thành chì $^{206}_{82}\text{Pb}$. Cho chu kỳ bán rã của $^{210}_{84}\text{Po}$ là 138 ngày. Ban đầu ($t = 0$) có một mẫu pôlôni nguyên chất. Tại thời điểm t_1 , tỉ số giữa số hạt nhân pôlôni và số hạt nhân chì trong mẫu là $\frac{1}{3}$. Tại thời điểm $t_2 = t_1 + 276$ ngày, tỉ số giữa số hạt nhân pôlôni và số hạt nhân chì trong mẫu là

- A. $\frac{1}{15}$. B. $\frac{1}{16}$. C. $\frac{1}{9}$. D. $\frac{1}{25}$.

Câu 30: Một con lắc lò xo đặt trên mặt phẳng nằm ngang gồm lò xo nhẹ có một đầu cố định, đầu kia gắn với vật nhỏ m_1 . Ban đầu giữ vật m_1 tại vị trí mà lò xo bị nén 8 cm, đặt vật nhỏ m_2 (có khối lượng bằng khối lượng vật m_1) trên mặt phẳng nằm ngang và sát với vật m_1 . Buông nhẹ để hai vật bắt đầu chuyển động theo phương của trục lò xo. Bỏ qua mọi ma sát. ở thời điểm lò xo có chiều dài cực đại lần đầu tiên thì khoảng cách giữa hai vật m_1 và m_2 là

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

Câu 31: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2} \cos 100\pi t$ 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. 80 V. B. 136 V. C. 64 V. D. 48 V.

Câu 32: 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 $\lambda_1 = 0,42\mu\text{m}$, $\lambda_2 = 0,56\mu\text{m}$ và $\lambda_3 = 0,63\mu\text{m}$. Trên màn, trong khoảng giữa hai vân sáng liên tiếp có màu giống màu vân trung tâm, nếu hai vân sáng của hai bức xạ trùng nhau ta chỉ tính là một vân sáng thì số vân sáng quan sát được là

- A. 21. B. 23. C. 26. D. 27.

Câu 33: Đặt điện áp $u = U\sqrt{2} \cos \omega t$ 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. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = \frac{1}{4}$ B. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = 1$ C. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = 2$ D. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = \frac{1}{2}$

Câu 34: Theo thuyết tương đối, một electron có động năng bằng một nửa năng lượng nghỉ của nó thì electron này chuyển động với tốc độ bằng

- A. $2,41 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ B. $2,75 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ C. $1,67 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ D. $2,24 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Câu 35: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos \omega t$ (U_0 không đổi và ω thay đổi được) 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, với $CR^2 < 2L$. Khi $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện có cùng một giá trị. Khi $\omega = \omega_0$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt cực đại. Hệ thức liên hệ giữa ω_1 , ω_2 và ω_0 là

A. $\omega_0 = \frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2)$.

B. $\omega_0^2 = \frac{1}{2}(\omega_1^2 + \omega_2^2)$.

C. $\omega_0 = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$.

D. $\frac{1}{\omega_0^2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2} \right)$.

Câu 36: 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

$C = \frac{10^{-3}}{4\pi} \text{ F}$, đoạn mạch MB gồm điện trở thuần R_2 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:

$u_{AM} = 50\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{7\pi}{12}) \text{ (V)}$ và $u_{MB} = 150 \cos 100\pi t \text{ (V)}$. Hệ số công suất của

đoạn mạch AB là

A. 0,86.

B. 0,84.

C. 0,95.

D. 0,71.

Câu 37: 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 trong thí nghiệm là

A. 0,64 μm .

B. 0,50 μm .

C. 0,45 μm .

D. 0,48 μm .

Câu 38: Hiện tượng quang điện ngoài là hiện tượng electron bị bật ra khỏi tấm kim loại khi

A. chiếu vào tấm kim loại này một chùm hạt nhân heli.

B. chiếu vào tấm kim loại này một bức xạ điện từ có bước sóng thích hợp.

C. cho dòng điện chạy qua tấm kim loại này.

D. tấm kim loại này bị nung nóng bởi một nguồn nhiệt.

Câu 39: Trong mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Thời gian ngắn nhất để năng lượng điện trường giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa giá trị cực đại là $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ s}$. Thời gian ngắn nhất để điện tích trên tụ giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa giá trị đó là

A. $2 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

B. $6 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

C. $12 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

D. $3 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

Câu 40: 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. 4. B. $\frac{1}{2}$. C. $\frac{1}{4}$. D. 2.

II. PHẦN RIÊNG (10 câu)

A. Theo chương trình chuẩn (10 câu, từ câu 41 đến câu 50)

Câu 41: Công thoát electron của một kim loại là $A = 1,88 \text{ eV}$. Giới hạn quang điện của kim loại này có giá trị là

- A. 550 nm. B. 220 nm. C. 1057 nm. D. 661 nm.

Câu 42: Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox. Trong thời gian 31,4 s chất điểm thực hiện được 100 dao động toàn phần. Gốc thời gian là lúc chất điểm đi qua vị trí có li độ 2 cm theo chiều âm với tốc độ là $40\sqrt{3} \text{ cm/s}$. Lấy $\pi = 3,14$. Phương trình dao động của chất điểm là

- A. $x = 6 \cos\left(20t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)}$. B. $x = 4 \cos\left(20t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$.
C. $x = 4 \cos\left(20t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$. D. $x = 6 \cos\left(20t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)}$.

Câu 43: Một con lắc đơn đang dao động điều hòa 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. $3,3^\circ$. B. $6,6^\circ$. C. $5,6^\circ$. D. $9,6^\circ$.

Câu 44: Tia Rơn-ghen (tia X) có

- A. cùng bản chất với tia tử ngoại.
B. tần số nhỏ hơn tần số của tia hồng ngoại.
C. điện tích âm nên nó bị lệch trong điện trường và từ trường.
D. cùng bản chất với sóng âm.

Câu 45: Mạch dao động điện từ LC gồm một cuộn dây có độ tự cảm 50 mH và tụ điện có điện dung 5 μF . Nếu mạch có điện trở thuần $10^{-2} \Omega$, để duy trì dao động trong mạch với hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là 12 V thì phải cung cấp cho mạch một công suất trung bình bằng

- A. 72 mW. B. 72 μW . C. 36 μW . D. 36 mW.

Câu 46: Một máy phát điện xoay chiều một pha có phần ứng gồm bốn cuộn dây giống nhau mắc nối tiếp. Suất điện động xoay chiều do máy phát sinh ra có tần số 50Hz và giá trị hiệu dụng $100\sqrt{2}$ V. Từ thông cực đại qua mỗi vòng của phần ứng là $\frac{5}{\pi}$ mWb. Số vòng dây trong mỗi cuộn dây của phần ứng là

- A. 71 vòng. B. 200 vòng. C. 100 vòng. D. 400 vòng.

Câu 47: Một thiên thạch bay vào bầu khí quyển của Trái Đất, bị ma sát mạnh, nóng sáng và bốc cháy, để lại một vết sáng dài. Vết sáng dài này được gọi là

- A. sao đôi. B. sao siêu mới. C. sao băng. D. sao chổi.

Câu 48: 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. $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{K_1}{K_2}$ B. $\frac{v_2}{v_1} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{K_2}{K_1}$ C. $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{K_1}{K_2}$ D. $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{K_2}{K_1}$

Câu 49: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2} \cos(100\pi t)$ (U không đổi, t tính bằng s) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{1}{5\pi}$ H và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung của

tụ điện để điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại. Giá trị cực đại đó bằng $U\sqrt{3}$. Điện trở R bằng

- A. 10 Ω . B. $20\sqrt{2} \Omega$. C. $10\sqrt{2} \Omega$. D. 20 Ω .

Câu 50: Một sóng hình sin truyền theo phương Ox từ nguồn O với tần số 20 Hz, có tốc độ truyền sóng nằm trong khoảng từ 0,7 m/s đến 1 m/s. Gọi A và B là hai điểm nằm trên Ox, ở cùng một phía so với O và cách nhau 10 cm. Hai phần tử môi trường tại A và B luôn dao động ngược pha với nhau. Tốc độ truyền sóng là

- A. 100 cm/s. B. 80 cm/s. C. 85 cm/s. D. 90 cm/s.

B. Theo chương trình nâng cao (10 câu, từ câu 51 đến câu 60)

Câu 51: Xét 4 hạt : notrinô, notron, prôtôn, êlectron. Các hạt này được sắp xếp theo thứ tự giảm dần của khối lượng nghi:

- A. prôtôn, notron, êlectron, notrinô. B. notron, prôtôn, notrinô, êlectron.
C. notrinô, notron, prôtôn, êlectron. D. notron, prôtôn, êlectron, notrinô.

Câu 52: Đặt một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi lần lượt vào hai đầu điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, tụ điện có điện dung C thì cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch tương ứng là 0,25 A; 0,5 A; 0,2A. Nếu đặt điện áp xoay chiều này vào hai đầu đoạn mạch gồm ba phần tử trên mắc nối tiếp thì cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch là

- A. 0,2 A. B. 0,3 A. C. 0,15 A. D. 0,05 A.

Câu 53: Con lắc vật lý là một vật rắn quay được quanh một trục nằm ngang cố định. Dưới tác dụng của trọng lực, khi ma sát không đáng kể thì chu kỳ dao động nhỏ của con lắc

- A. không phụ thuộc vào gia tốc trọng trường tại vị trí con lắc dao động.
- B. phụ thuộc vào biên độ dao động của con lắc.
- C. phụ thuộc vào khoảng cách từ trọng tâm của vật rắn đến trục quay của nó.
- D. không phụ thuộc vào momen quán tính của vật rắn đối với trục quay của nó.

Câu 54: Một bánh đà đang quay đều quanh trục cố định của nó. Tác dụng vào bánh đà một momen hãm, thì momen động lượng của bánh đà có độ lớn giảm đều từ $3,0 \text{ kg.m}^2/\text{s}$ xuống còn $0,9 \text{ kg.m}^2/\text{s}$ trong thời gian $1,5 \text{ s}$. Momen hãm tác dụng lên bánh đà trong khoảng thời gian đó có độ lớn là

- A. $3,3 \text{ N.m}$.
- B. 14 N.m .
- C. $1,4 \text{ N.m}$.
- D. 33 N.m .

Câu 55: Một vật rắn quay nhanh dần đều quanh một trục cố định. Tại $t = 0$, tốc độ góc của vật là ω_0 . Kể từ $t = 0$, trong 10 s đầu, vật quay được một góc 150 rad và trong giây thứ 10 vật quay được một góc 24 rad . Giá trị của ω_0 là

- A. $2,5 \text{ rad/s}$.
- B. 5 rad/s .
- C. $7,5 \text{ rad/s}$.
- D. 10 rad/s .

Câu 56: Một cái thước khi nằm yên dọc theo một trục tọa độ của hệ quy chiếu quán tính K thì có chiều dài là ℓ_0 . Khi thước chuyển động dọc theo trục tọa độ này với tốc độ bằng $0,8$ lần tốc độ ánh sáng trong chân không thì chiều dài của thước đo được trong hệ K là

- A. $0,8\ell_0$.
- B. $0,6\ell_0$.
- C. $0,36\ell_0$.
- D. $0,64\ell_0$.

Câu 57: Một vật rắn quay quanh một trục cố định, có momen quán tính không đổi đối với trục này. Nếu momen lực tác dụng lên vật khác không và không đổi thì vật sẽ quay

- A. với gia tốc góc không đổi.
- B. với tốc độ góc không đổi.
- C. chậm dần đều rồi dừng hẳn.
- D. nhanh dần đều rồi chậm dần đều.

Câu 58: Một đĩa tròn mỏng đồng chất có đường kính 30 cm , khối lượng 500 g quay đều quanh trục cố định đi qua tâm đĩa và vuông góc với mặt phẳng đĩa. Biết chu kỳ quay của đĩa là $0,03 \text{ s}$. Công cần thực hiện để làm cho đĩa dừng lại có độ lớn là

- A. 820 J .
- B. 123 J .
- C. 493 J .
- D. 246 J .

Câu 59: Một sợi dây đàn hồi căng ngang, hai đầu cố định. Trên dây có sóng dừng, tốc độ truyền sóng không đổi. Khi tần số sóng trên dây là 42 Hz thì trên dây có 4 điểm bụng. Nếu trên dây có 6 điểm bụng thì tần số sóng trên dây là

- A. 252 Hz .
- B. 126 Hz .
- C. 28 Hz .
- D. 63 Hz .

Câu 60: Khi chiếu một bức xạ điện từ có bước sóng $\lambda_1 = 0,30 \mu\text{m}$ 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 $U_{AK} = -2 \text{ V}$ và chiếu vào catốt một bức xạ điện từ khác có bước sóng $\lambda_2 = 0,15 \mu\text{m}$ thì động năng cực đại của electron quang điện ngay trước khi tới anốt bằng

- A. $1,325 \cdot 10^{-18} \text{ J}$.
- B. $6,625 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- C. $9,825 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- D. $3,425 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

ĐÁP ÁN

ĐỀ SỐ 01

1D	2A	3C	4C	5B	6D	7C	8B	9C	10D
11D	12C	13A	14A	15D	16A	17C	18C	19B	20A
21B	22D	23C	24B	25B	26C	27D	28A	29D	30B
31C	32D	33D	34B	35B	36C	37D	38B	39B	40A
41D	42B	43A	44D	45D	46A	47A	48C	49C	50D

ĐỀ SỐ 02

1C	2B	3C	4D	5A	6D	7B	8C	9D	10D
11B	12D	13C	14B	15D	16C	17D	18A	19D	20C
21D	22D	23B	24B	25A	26A	27B	28C	29C	30D
31D	32C	33D	34C	35A	36A	37B	38A	39D	40D
41C	42A	43A	44C	45A	46C	47C	48A	49B	50C

ĐỀ SỐ 03

1D	2B	3B	4D	5A	6D	7A	8C	9B	10D
11B	12A	13C	14B	15A	16A	17B	18B	19D	20C
21B	22A	23B	24D	25C	26C	27D	28A	29D	30C
31A	32C	33D	34D	35B	36C	37B	38C	39D	40A
41C	42D	43C	44A	45B	46A	47D	48D	49A	50C

ĐỀ SỐ 04

1C	2C	3D	4A	5C	6D	7B	8A	9A	10B
11C	12B	13C	14A	15C	16D	17B	18C	19C	20B
21B	22D	23C	24B	25C	26D	27A	28C	29B	30A
31A	32C	33D	34B	35D	36A	37B	38D	39C	40A
41B	42C	43A	44A	45D	46D	47C	48D	49C	50B

ĐỀ SỐ 05

1D	2C	3A	4D	5C	6D	7C	8A	9B	10A
11D	12D	13D	14A	15C	16A	17C	18C	19D	20B
21D	22A	23B	24C	25A	26B	27B	28D	29A	30D
31B	32A	33A	34B	35D	36C	37D	38D	39B	40A
41A	42D	43A	44B	45C	46C	47A	48D	49D	50B

ĐỀ SỐ 06

1A	2C	3B	4B	5C	6C	7B	8A	9B	10A
11C	12D	13A	14D	15B	16D	17A	18B	19A	20C
21D	22A	23D	24C	25A	26B	27B	28C	29C	30A
31B	32C	33C	34D	35B	36A	37C	38C	39B	40A
41A	42B	43D	44C	45D	46D	47A	48B	49C	50A

ĐỀ SỐ 07

1B	2B	3C	4B	5A	6D	7D	8A	9B	10C
11A	12D	13A	14D	15D	16C	17A	18D	19B	20A
21C	22A	23A	24D	25C	26D	27A	28A	29C	30A
31B	32C	33C	34C	35B	36D	37D	38C	39C	40C
41D	42C	43D	44B	45D	46C	47B	48D	49D	50D

ĐỀ THI ĐẠI HỌC NĂM 2009

1A	2D	3B	4A	5A	6A	7D	8A	9A	10C
11C	12D	13C	14A	15B	16D	17D	18B	19B	20D
21D	22A	23C	24D	25A	26B	27A	28D	29B	30D
31B	32A	33C	34D	35C	36C	37C	38B	39D	40C
41B	42B	43C	44A	45B	46B	47B	48B	49D	50C
51D	52C	53B	54A	55D	56A	57C	58C	59C	60A

ĐỀ THI ĐẠI HỌC NĂM 2010

1D	2A	3C	4B	5D	6A	7B	8D	9C	10B
11B	12B	13B	14B	15D	16A	17B	18D	19A	20B
21D	22A	23C	24D	25C	26C	27B	28C	29D	30A
31D	32A	33D	34B	35A	36D	37D	38D	39C	40C
41A	42C	43C	44D	45A	46C	47A	48C	49B	50C
51C	52A	53A	54C	55B	56D	57B	58A	59B	60A

ĐỀ THI ĐẠI HỌC NĂM 2011

1A	2C	3A	4A	5C	6A	7C	8A	9B	10A
11D	12C	13B	14D	15D	16C	17C	18D	19A	20C
21D	22D	23B	24D	25C	26A	27B	28D	29A	30D
31A	32A	33C	34D	35B	36B	37D	38B	39A	40D
41D	42B	43B	44A	45B	46C	47C	48C	49C	50B
51D	52A	53C	54C	55B	56B	57A	58B	59D	60B

Thành công không có dấu chân của sự lười biếng



VINH QUANG DÀNH CHO NGƯỜI CHIẾN THẮNG

MỤC LỤC

Lời nói đầu.....	
Chủ đề 11: TÀN SẮC ÁNH SÁNG.....	10
Chủ đề 12: GIAO THOA VỚI ÁNH SÁNG ĐƠN SẮC.....	27
Chủ đề 3: GIAO THOA VỚI ÁNH SÁNG HỖN HỢP.....	51
Chủ đề 14: CÁC LOẠI QUANG PHỔ. TIA HỒNG NGOẠI. TIA TỬ NGOẠI. TIA X.....	71
Chủ đề 15: QUANG ĐIỆN NGOÀI.....	93
Chủ đề 16: MÃU BO VÀ QUANG PHỔ HIDRÔ.....	105
Chủ đề 17: TIA RÖN-GEN.....	120
Chủ đề 18: QUANG ĐIỆN TRONG, QUANG PHÁT VÀ LAZE.....	128
Chủ đề 19: THUYẾT TƯƠNG ĐỐI.....	147
Chủ đề 20: HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ.....	158
Chủ đề 21: TỪ VỊ MÔ ĐẾN VĨ MÔ.....	218
Chủ đề 22: CHƯƠNG TRÌNH NÂNG CAO.....	231
GIỚI THIỆU ĐỀ THI.....	273

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Giám đốc ĐINH NGỌC BẢO

Tổng biên tập ĐINH VĂN VANG

Chịu trách nhiệm nội dung và bản quyền :

CÔNG TY TNHH SÁCH SƯ PHẠM

Biên tập nội dung :

NGUYỄN MAI DUNG

Trình bày bìa :

PHẠM VIỆT QUANG

Chế bản :

ĐẶNG HUYỀN

CẨM NANG ÔN LUYỆN THI ĐẠI HỌC MÔN VẬT LÝ (Tập 2)

(Tái bản lần thứ nhất)

In 1000 bản, khổ 17×24cm, tại Công ty TNHH in Khuyến Học.

Số đăng ký KHXB : 78 - 2012/CXB/890 - 43/ĐHSP ngày 13/1/2012.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 2 năm 2012.