

TRẦN VĂN DŨNG

Câu hỏi lí thuyết
VẬT LÝ

199 câu hỏi trọng điểm và đáp án

- **ÔN THI HỌC KÌ - TÚ TÀI**
- **TUYỂN SINH ĐẠI HỌC - CAO ĐẲNG**



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn sách này là một tài liệu tham khảo cho các học sinh trung học để học và thực hiện các bài kiểm tra ngày thường hoặc chuẩn bị ôn thi tú tài, thi vào các trường đại học, cao đẳng trong toàn quốc cho các năm sắp tới.

Sách đề cập đến các câu hỏi giáo khoa chính thức, các vấn đề phát triển, mở rộng gồm các tình huống có thể xảy ra trong các kỳ thi.

Sách có thể dùng cho mọi đối tượng : Học sinh học phân ban, chưa phân ban. Hầu hết các phần đều giống nhau. Chỉ chú ý rằng:

- * Học sinh học theo chương trình chưa phân ban có thể không học phần: chuyển động cong, tròn; chuyển động của vật rắn.

- * Học sinh học theo chương trình phân ban có thể không học phần quang hình học.

Tuy nhiên, các học sinh khá giỏi đều có thể học hết các phần để bổ sung kiến thức cho các phần khác trong chương trình. Hơn nữa, để thực hiện các câu hỏi tự chọn một cách tốt đẹp hơn (ví dụ đăng ký thi theo chương trình phân ban nhưng có thể chọn đề quang hình học).

Cuốn sách chắc rằng còn nhiều thiếu sót. Tác giả rất cảm ơn các ý kiến góp ý của độc giả. Hy vọng, cuốn sách sẽ làm bạn đồng hành hữu hiệu trên đường vươn tới cổng trường Đại học và cao đẳng của các bạn.

T.P Hồ Chí Minh

Những ngày đầu mùa mưa 1998

Tác giả



① DÀNH CHO CHƯƠNG TRÌNH CHƯA PHÂN BAN

Chương 1

DAO ĐỘNG CƠ HỌC

A. Các vấn đề chính

- * Dao động điều hòa
- * Khảo sát chuyển động của con lắc lò xo và con lắc đơn
- * Sự tổng hợp các dao động
- * Dao động tự do, tắt dần, duy trì
- * Dao động cưỡng bức. Cộng hưởng

B. Các công cụ toán học cần thiết

- * Phương trình vi phân hạng hai thuần nhất dạng :

$$x'' + \omega^2 x = 0$$

Có các nghiệm riêng là :

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$\text{hoặc } x = B \cos(\omega t + \varphi_2)$$

Và nghiệm tổng quát là tổ hợp tuyến tính của 2 nghiệm trên :

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_1) + B \cos(\omega t + \varphi_2)$$

Trong thực hành, phổ biến nhất là nghiệm dạng

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

- * Phép tính đạo hàm bậc nhất, bậc hai dạng

$$x = A \sin(\omega t + \varphi) \rightarrow x' = A\omega \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\text{và } x'' = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi)$$

- * Các phép biến đổi lượng giác thông thường
- * Cộng vectơ theo qui tắc hình bình hành, tam giác, đa giác
- * Định lý sin và cosin trong tam giác thường
- * Các phép tính gần đúng :

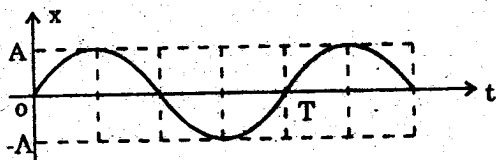
với $\alpha \ll (\alpha < 10^\circ)$ thì : $\sin \alpha \approx \alpha$ (rad)

$$1 - \cos \alpha \approx \frac{\alpha^2}{2}$$

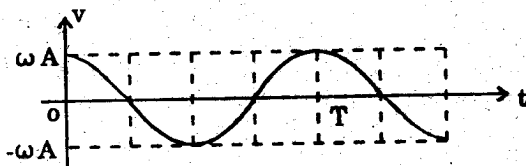
$$a(t) = x''(t) = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$$

* Như vậy khi vật dao động điều hòa thì độ dời, vận tốc và gia tốc đều biến đổi tuần hoàn theo qui luật hình sin, nhưng chúng lệch pha nhau, vận tốc sớm pha hơn độ dời $\frac{1}{4}T$ (hay $\pi/2$); gia tốc ngược pha với độ dời

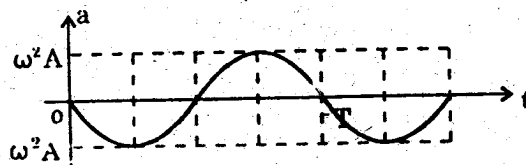
* Các đặc điểm trên được thể hiện qua các đồ thị sau :
(với $\varphi = 0$)



$$x = A \sin \omega t$$



$$v = A\omega \cos \omega t$$



$$a = -A\omega^2 \sin \omega t = -\omega^2 x$$

Câu 2

Định nghĩa dao động cơ điều hòa và viết phương trình của dao động cơ điều hòa. Nêu định nghĩa của các đại lượng trong phương trình. Lập công thức tính vận tốc gia tốc trong dao động cơ điều hòa.

Trình bày mối quan hệ giữa chuyển động tròn đều và dao động cơ điều hòa.

Lời giải

I. Xem câu I

II. Liên hệ giữa chuyển động tròn đều và dao động cơ điều hòa

* Giả sử một chất điểm M chuyển động tròn đều với vận tốc góc ω không đổi trên quỹ đạo tròn tâm O, bán kính A.

* Chọn C làm gốc. Khi $t = 0$; M ở M_0 có $\widehat{M_0OC} = \varphi$

Sau thời gian t chất điểm đến M,

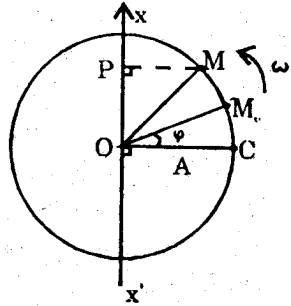
bán kính A quét được một góc ωt

Vị trí M xác định qua góc $(\omega t + \varphi)$

* $h_{ch_{xx}} OM = \overline{OP} = A \sin(\omega t + \varphi)$

* So sánh với phương trình ly độ của một chất điểm dao động điều hòa

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



Ta thấy : hình chiếu của một điểm chuyển động tròn đều lên phương qua O ở trong mặt phẳng của quỹ đạo sẽ thực hiện một dao động điều hòa.

* Liên hệ giữa chuyển động tròn đều và dao động điều hòa thể hiện qua :

+ Khi điểm chuyển động tròn đều thì hình chiếu của nó lên một trục bất kì nằm trong mặt phẳng của quỹ đạo tròn thực hiện một dao động điều hòa.

+ Vì vậy hai loại chuyển động có những đại lượng tương tự (tuy rằng ý nghĩa khác nhau)

Chuyển động tròn đều

Vận tốc góc ω (rad/s)

Chu kỳ quay T (s)

Số vòng quay f (vòng/s)

Vận tốc dài v (m/s)

Gia tốc hướng tâm a (m/s²)

Dao động điều hòa

Tần số góc ω (rad/s)

Chu kỳ dao động T (s)

Tần số dao động f (Hz)

Vận tốc dao động v (m/s)

Gia tốc dao động a (m/s²)

* Cần phân biệt các đại lượng qua ý nghĩa của chúng và chú ý

Hình chiếu của vận tốc dài của chuyển động tròn đều bằng vận tốc dao động của điểm chiếu.

Hình chiếu của gia tốc hướng tâm của chuyển động tròn đều bằng gia tốc dao động của điểm chiếu.

* Đề thi Đại học Quốc gia T.P Hồ Chí Minh (1997 - 1998)

Câu 1 ; Đại học Tài chính kế toán Hà Nội (1997 - 1998)

Câu I (ý 1) ; Đại học Công đoàn Câu I (a) phải trình bày phần II của câu này.

Câu 3

Chuyển động "dung đưa" của cành cây khi có luồng gió thổi qua có phải là dao động tuần hoàn không ? Tại sao ?

Cho một ví dụ về dao động cơ điều hòa, một ví dụ về dao động cơ tuần hoàn ? Thế nào là dao động tự do ? Thế nào là dao động cưỡng bức ?

Lời giải

a/ Chuyển động "dung đưa" của cành cây khi có luồng gió thổi qua thường không phải là dao động tuần hoàn.

+ Cành cây dao động

+ Gió thổi lúc mạnh lúc yếu, theo các phương không đều nên không thể làm cho cành cây chuyển động lặp lại chính xác sau cùng một khoảng thời gian.

+ Cành cây là một hệ phức tạp, dù cho gió có ổn định, đều đặn chỉ theo một phương song chuyển động của cành cây cũng không thể lặp lại chính xác được.

b/ Các ví dụ :

+ Dao động cơ điều hòa : con lắc lò xo (hoặc con lắc đơn) tuân theo quy luật $x = A \sin(\omega t + \varphi)$.

+ Dao động cơ tuần hoàn : pittông của máy nổ (hay của máy hơi nước, đang hoạt động, vì chúng có chu kỳ xác định nhưng không có quy luật $x = A \sin(\omega t + \varphi)$).

+ Dao động tự do là dao động xảy ra do tác dụng của nội lực. Tần số riêng của nó là một hằng số và chỉ được xác định bởi các đặc trưng của hệ dao động.

(Ví dụ : Con lắc đàn hồi, f chỉ phụ thuộc k, m . Con lắc đơn, f chỉ phụ thuộc l, g).

Trong dao động tự do chỉ có biên độ A và pha ban đầu φ là phụ thuộc vào cách kích thích dao động.

+ Dao động cưỡng bức là dao động xảy ra do tác dụng của ngoại lực biến thiên tuần hoàn dạng $F_n = F_0 \sin(\omega t + \varphi)$.

Khi dao động đã ổn định thì tần số của dao động cưỡng bức phải bằng tần số của ngoại lực; còn tần số riêng nói chung khác với tần số cưỡng bức.

Câu 4

Các chuyển động của các vật sau thuộc loại gì ? Cành cây đu đưa, quả lắc đồng hồ, mặt hồ gợn sóng, dây đàn rung, toa tàu nhún, người chơi xà đơn ?

Lời giải

* Cành cây đu đưa khi có gió : xem lập luận câu 3

* Quả lắc đồng hồ đu đưa : thực hiện dao động. Là dao động điều hòa (xét trong một thời gian ngắn). Là dao động tắt dần (xét trong thời gian dài nếu không được bù đắp năng lượng)

* Mặt hồ gợn sóng : mỗi phần tử nước thực hiện dao động. Nói chung dao động này không điều hòa vì sóng phức tạp do nhiều nguyên nhân gây ra theo nhiều hướng bất kỳ.

Trên thế giới có một hồ nước mà mặt nước thực hiện dao động điều hòa trong một năm. Lúc đó hồ nước được coi là một con lắc vật lý.

* Dây đàn rung : Trong thời gian ngắn, mỗi điểm trên dây sẽ thực hiện dao động điều hòa. Toàn bộ dây phát ra sóng âm.

Dao động này là dao động tự do và tắt dần (xét trong thời gian dài)

* Toa tàu nhún : các lò xo dưới toa tàu dao động điều hòa khi tàu gặp các khe hở ở chỗ nối hai thanh ray. Các khe hở này cách nhau đều đặn nên dao động của toa tàu là dao động cưỡng bức, tắt dần ở giữa hai khe.

* Người chơi xà đơn đánh đều thực hiện một dao động điều hòa. Khi đó coi người là một con lắc vật lý. Nếu ngừng đánh người sẽ dao động tắt dần.

Ghi chú : Con người có một bộ phận dao động điều hòa tuyệt vời đó là dây thanh đới. Khi ta nói, khí đi qua họng làm rung thanh đới phát ra dao động điều hòa. Nhờ khoang miệng, dao động ấy cộng hưởng, phóng to âm. Chỉ có điều là dao động điều hòa này có tần số thay đổi liên tục theo ngữ điệu nói.

Câu 5

Lập phương trình chuyển động của con lắc lò xo và con lắc đơn. Phân biệt hai phương trình ? Với điều kiện nào thì hai dao động ấy được coi là dao động tự do ?

Lời giải

I. Con lắc lò xo (con lắc đàn hồi)

1. Định nghĩa : Con lắc lò xo là một cơ hệ gồm một vật nặng khối lượng m có kích thước không đáng kể gắn vào đầu một lò xo có khối lượng rất bé, đầu kia của lò xo cố định.

Tính lý tưởng của con lắc lò xo là ở chỗ : Vật được coi là chất điểm, lò xo không có khối lượng.

Chú ý : lò xo chỉ dao động điều hòa ở trong giới hạn đàn hồi để cho định luật Hooke còn được nghiệm đúng ($F = -kx$)

2. Phương trình dao động

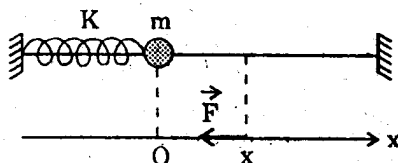
+ Xét con lắc đàn hồi chuyển động theo phương ngang. Quả cầu có khối lượng m , lò xo có độ cứng (hệ số đàn hồi) là k . Quả cầu m trượt không ma sát trên thanh kim loại cứng để cho

$F_{\text{tổng}} = 0$ và trọng lực $\vec{P}$ của quả cầu cân bằng với phản lực $\vec{N}$ của thanh kim loại ($\vec{P} + \vec{N} = \vec{0}$)

+ Cách kích thích : Từ vị trí cân bằng (đầu tiên) kéo quả cầu sang phải một đoạn rồi buông nhẹ quả cầu

+ Xét ở một vị trí bất kỳ của quả cầu có tọa độ x (theo hệ tọa độ đã chọn)

x : là độ dời (lệ độ) của quả cầu tại thời điểm t bất kỳ (x cũng là độ biến dạng của lò xo)



Quả cầu chịu tác dụng của lực đàn hồi $\vec{F}$ của lò xo $F = -kx$. Sử dụng định luật II Newton với a là gia tốc của quả cầu nhận được do tác dụng của lực F : $F = -kx = ma = m\ddot{x}$

Suy ra $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$ (1) và $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$ (1')

+ Phương trình (1) dạng phương trình vi phân hạng hai thuần nhất diễn tả một dao động điều hòa. Nghiệm của nó lấy ở dạng nghiệm riêng :

$$x = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

Với $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ (2') (ω : tần số góc)

+ Theo định nghĩa về dao động điều hòa thì (2) diễn tả một dao động điều hòa. Nó là phương trình cần phải thiết lập.

+ Chu kỳ của dao động điều hòa này xác định qua :

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (3)$$

+ A, φ là hai đại lượng được xác định bởi : cách kích thích, điều kiện ban đầu (hoặc điều kiện biên)

Thường là : $t = 0 \begin{cases} x_0 \\ v_0 \end{cases}$

Hoặc là : $t = 0 \begin{cases} v_0 \\ a_0 \end{cases}$

II. Con lắc đơn (Con lắc dây, con lắc toán học)

1. Định nghĩa

+ Con lắc vật lý là một cơ hệ gồm một vật nặng khối lượng m có kích thước rất nhỏ treo vào một dây dài l có khối lượng không đáng kể và độ đàn không đáng kể.

+ Tính lý tưởng (toán học) của con lắc là ở chỗ vật nặng coi là chất điểm, dây treo không khối lượng và độ đàn bỏ qua.

+ Chỉ xét các dao động bé với góc lệch của dây so với phương thẳng đứng là $\alpha < 10^\circ$

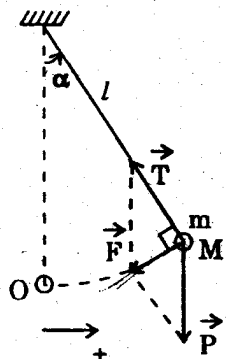
2. Phương trình dao động

+ Xét dao động bé, bỏ qua ma sát và sức cản của không khí.

+ Xét dao động ở một nơi với g không đổi.

+ Cách kích thích : từ vị trí cân bằng (dây treo thẳng đứng); kéo quá cầu sao cho dây treo lệch một góc α bé rồi buông nhẹ.

+ Ở vị trí bất kỳ, độ dời cung của vật $s = \widehat{OM}$ (có dấu đại số) hoặc có li độ góc α , vật chịu hai lực tác dụng : Trọng lực $\vec{P}$ và lực căng dây $\vec{T}$.



Với góc α bé, coi gần đúng $\vec{T} + \vec{P} = \vec{F}$ với $\vec{F}$ theo phương tiếp tuyến của $\widehat{OM}$ và cũng xem $\vec{F}$ trùng với dây cung OM. Sử dụng định luật II Newton và phép tính gần đúng ta có :

$$F = -P \sin \alpha \approx -mg\alpha = -mg \frac{s}{l} = ma = ms''$$

$$\text{Suy ra : } s'' + \frac{g}{l}s = 0 \quad (4) \text{ hay } s'' + \omega^2 s = 0 \quad (4')$$

+ Phương trình (4) hoặc (4') có nghiệm :

$$s = s_0 \sin(\omega t + \varphi) \quad (5)$$

$$\text{Hoặc } \alpha = \frac{s}{l} \text{ ta có : } \alpha = \frac{s_0}{l} \sin(\omega t + \varphi) = \alpha_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

Với $\alpha_0 = \frac{s_0}{l}$ là li độ góc cực đại, s_0 : độ dời cung cực đại (biên độ)

(5) là phương trình cần tìm với ω là tần số góc của dao động xác định xác định qua

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (6)$$

Và chu kỳ dao động là

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (7)$$

+ Các hằng số s_0 , φ được xác định qua cách kích thích, điều kiện ban đầu, điều kiện biên. Thường là :

$$t = 0 \begin{cases} \rightarrow s \\ \rightarrow v \end{cases} \text{ hoặc } \alpha, \text{ hay là } t = 0 \begin{cases} \rightarrow v \\ \rightarrow a \end{cases}$$

+ Vậy khi bỏ qua ma sát và sức cản, với dao động bé con lắc đơn dao động điều hòa với tần số góc $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$

III. So sánh

* Giống nhau

+ Hai phương trình (2) và (5) đều là nghiệm của phương trình có dạng như nhau, dạng

$$x'' + \omega^2 x = 0$$

+ Ý nghĩa các đại lượng giống nhau

+ Điều phản ánh cùng một loại chuyển động là dao động điều hòa, xảy ra với cùng một loại lực có cùng một tính chất (lực phục hồi) nhưng có bản chất khác nhau.

* Khác nhau

+ x : li độ (tính theo đường thẳng) còn s : độ dời cung (tính theo cung)

+ A : biên độ (tính theo đường thẳng) còn s_0 : biên độ cung (tính theo cung)

+ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ phụ thuộc vào k và m chỉ của hệ còn $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$

không phụ thuộc vào m (tính đẳng thời) chỉ phụ thuộc chiều dài l và còn phụ thuộc cả vào g của Trái Đất (hoặc nơi dao động)

+ Trong trường hợp con lắc lò xo $F = -kx$ là lực đàn hồi, luôn luôn tỉ lệ với độ dời còn đối với con lắc đơn hợp lực $\vec{F} = \vec{P} + \vec{N}$ được coi là tỉ lệ với độ dời s chỉ khi $s \ll l$ nên chỉ gần đúng là dao động điều hòa khi biên độ lớn, con lắc đơn không dao động điều hòa.

* Coi là hệ dao động tự do khi hai con lắc đơn và lò xo dao động với lực cản và lực ma sát rất bé (bỏ qua). Khi đó chúng dao động duy trì mãi mãi với chu kỳ riêng $T = \frac{2\pi}{\omega}$

Câu 6

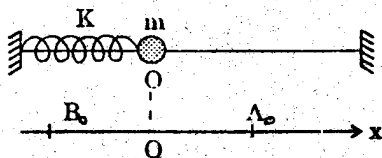
Khảo sát định tính và định lượng sự biến đổi năng lượng trong dao động điều hòa của con lắc lò xo.

Lời giải

I. Khảo sát định tính

* $F_{ms} = 0$; không tiêu hao năng lượng để thắng ma sát

+ Ở O ; lò xo không có thế năng đàn hồi (do chưa biến dạng)



+ Vì dao động theo phương ngang, thế năng hấp dẫn không đổi, nên qui ước thế năng này bằng không.

+ A_0 & B_0 là hai vị trí biên bên phải và bên trái

+ Kéo lò xo dãn, vật m đến A_0 rồi buông nhẹ, ta cung cấp cho con lắc một năng lượng ban đầu dưới dạng thế năng đàn hồi.

+ Ở A_0 : lò xo dãn tối đa nên có thế năng cực đại (động năng bằng 0)

+ A đến O : lực đàn hồi kéo vật m về vị trí cân bằng O, thế năng đàn hồi giảm dần; vận tốc tăng dần nên động năng tăng dần.

Đến O; lò xo không co giãn, thế năng đàn hồi bằng không, động năng cực đại. vậy từ A, đến O; thế năng đàn hồi chuyển dần sang động năng của vật nặng.

+ O đến B₀ : Nhờ động năng cực đại ở O, quả cầu vượt qua O về phía B₀, nén đầu lò xo, thế năng đàn hồi tăng dần. Lực đàn hồi hướng về O ngược chiều chuyển động làm cho vận tốc giảm dần, động năng của quả cầu giảm dần. Động năng của quả cầu chuyển hóa thành thế năng đàn hồi của lò xo. Đến M₀; quả cầu dừng lại nên động năng bằng không còn thế năng đàn hồi cực đại (do lò xo bị nén tối đa).

* Từ B₀ về O và từ O về A xét tương tự

+ Như vậy khi con lắc đàn hồi dao động điều hòa thì có sự chuyển hóa từ động năng của quả cầu sang thế năng đàn hồi của lò xo và ngược lại một cách tuần hoàn

II. Khảo sát định lượng

+ Cơ năng toàn phần của con lắc gồm động năng của quả cầu và thế năng đàn hồi của lò xo

$$E = E_k + E_{\text{đ}} \quad (*)$$

+ Động năng của quả cầu ở vị trí có độ dời x, vận tốc v ở thời điểm t bất kỳ tính theo

$$E_{\text{đ}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2} kA^2 \cos^2(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

Với chú ý $v = x' = A\omega \cos(\omega t + \varphi)$ và $\omega^2 = \frac{k}{m}$

+ Thế năng đàn hồi của lò xo tính theo

$$E_{\text{đ}} = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} kA^2 \sin^2(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

+ Đưa (1) và (2) vào (A) và chú ý $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ ta có :

$$E = \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = \text{const} \quad (3)$$

+ Định luật : Trong quá trình dao động tự do của con lắc đơn thì có sự chuyển hóa từ thế năng sang động năng nhưng cơ năng của cơ hệ được bảo toàn và tỉ lệ với bình phương của biên độ dao động.

+ Chú ý : Cơ năng toàn phần của cơ hệ bảo toàn và bằng năng lượng cung cấp ban đầu (kích thích) cho cơ hệ.

Nếu có sức cản của môi trường thì năng lượng sẽ mất dần, dao động tắt dần. Muốn duy trì dao động phải cung cấp năng lượng phù hợp cơ hệ.

Câu 7

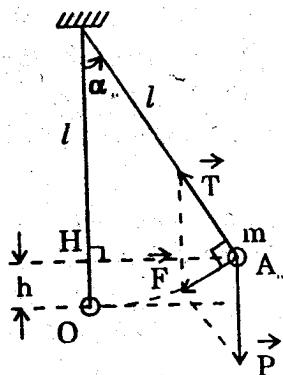
Khảo sát định tính và định lượng sự biến đổi năng lượng của con lắc đơn trong khi dao động. Chứng minh rằng, nếu con lắc đơn dao động điều hòa thì cơ năng của nó không đổi và tỉ lệ thuận với bình phương biên độ dao động.

Lời giải

I. Khảo sát định tính

+ Qui ước thế năng ở vị trí cân bằng O bằng không, dây không đàn nên không có thế năng đàn hồi.

+ Kéo quả cầu đến A, ta cung cấp cho con lắc một năng lượng ở dạng thế năng hấp dẫn. Buông nhẹ vật (động năng bằng 0); con lắc dao động.



+ Từ A, đến O; do có $\vec{F}$, vật chuyển động nhanh dần và hạ thấp độ cao nên động năng của vật tăng dần, thế năng hấp dẫn của vật giảm dần.

Đến O; $F = 0$; thế năng hấp dẫn $E_t = 0$, vận tốc cực đại nên động năng E_d cực đại.

Do quán tính vật vượt qua O sang trái.

+ Từ O lên cao phía trái, quá trình ngược lại, động năng giảm dần, thế năng tăng dần.

+ Vậy khi con lắc đơn dao động, động năng và thế năng chuyển hóa qua lại.

II. Khảo sát định lượng

+ Vì $\vec{T}$ vuông góc với độ dời cung nên công của $\vec{T}$ bằng 0

+ $\vec{P}$: Trọng lực là lực thế nên trọng lực không làm thay đổi cơ năng của vật nặng, nghĩa là thế năng tăng (hoặc giảm) bao nhiêu thì động năng giảm (hoặc tăng) bấy nhiêu.

+ Ở vị trí bất kỳ, cơ năng của con lắc

$$E = E_d + E_t$$

+ Ở vị trí cực đại A_0 thì $E_0 = 0 + E_{t_{\max}}$

$$E_0 = mgh = mgl(1 - \cos\alpha_0)$$

Do $\alpha_0 \ll 1$, $\alpha \ll 1$ nên $1 - \cos\alpha_0 \approx \frac{\alpha_0^2}{2}$; chú ý đến $\alpha_0 = \frac{s_0}{l}$ ta có

$$E_0 = \frac{1}{2} mgl\alpha_0^2 = \frac{1}{2} \frac{mg}{l} s_0^2$$

+ Theo lập luận ở trên thì $E = E_0 = \frac{1}{2} \frac{mg}{l} s_0^2$

$\frac{1}{2} \frac{mg}{l} = \text{const}$ nên trong dao động điều hòa của con lắc đơn

cơ năng toàn phần được bảo toàn và tỉ lệ với bình phương biên độ dao động s_0 .

Câu 8

Tìm vận tốc và lực căng dây của con lắc đơn.

Lời giải

* Các giả thiết: con lắc đơn, dây dài l , dao động ở nơi có gia tốc rơi tự do g . Bỏ qua ma sát. Coi $l = \text{const}$, $g = \text{const}$, lực ma sát và lực cản bằng 0. Góc lệch của dây là α bất kỳ.

* Ở vị trí bất kỳ dây lệch góc α , vật chịu tác dụng của $\vec{P}$ và $\vec{T}$.

Do vật quay quanh O, có vận tốc dài $\vec{v}$ nên phải có lực hướng tâm

$$\vec{F}_{ht}: \vec{F}_{ht} = \vec{T} + \vec{P}_2 \quad (1)$$

Về độ lớn :

$$F_{ht} = T - P_2 \text{ nên } \frac{mv^2}{l} = T - mg \cos \alpha$$

$$\text{Suy ra } T = mg \cos \alpha + \frac{mv^2}{l} \quad (2)$$

* Mặt khác theo định luật bảo toàn cơ năng ta có

$$mg \cdot CH = \frac{mv^2}{2} + mg \cdot CI \text{ (với } E_{tc} = 0)$$

$$CH = l - l \cos \alpha_0 = l(1 - \cos \alpha_0)$$

$$CI = l - l \cos \alpha = l(1 - \cos \alpha)$$

Tổng hợp 3 biểu thức này, biến đổi sơ cấp ta có :

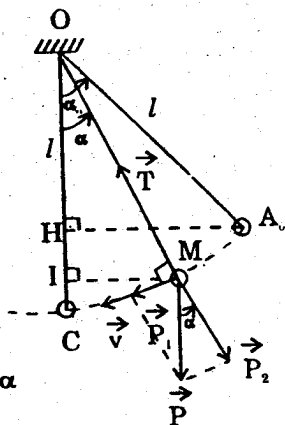
$$v^2 = 2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0) \quad (3)$$

$$\text{hoặc } v = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)} \quad (4)$$

+ Đưa (3) vào (2) ta có :

$$T = mg(3 \cos \alpha - 2 \cos \alpha_0) \quad (5)$$

(3) và (5) là hai biểu thức cần tìm



Câu 9

+ Trình bày về sự lệch pha của hai dao động điều hòa cùng tần số.

+ Trình bày về phương pháp biểu diễn dao động điều hòa bằng vectơ quay. Áp dụng phương pháp này để tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số.

Lời giải

I. Sự lệch pha

+ Giả sử cho hai dao động điều hòa có các phương trình :

$$x_1 = A_1 \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$x_2 = A_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$$

+ Hai dao động này cùng phương, cùng tần số góc, khác nhau về biên độ và pha ban đầu. Do khác về pha ban đầu nên nói chung trạng thái dao động của chúng là khác nhau. Sự khác nhau đó được biểu thị qua đại lượng : độ lệch pha.

+ Độ lệch pha của hai dao động $\Delta\varphi$ được định nghĩa qua :

$$\Delta\varphi = (\omega t + \varphi_1) - (\omega t + \varphi_2)$$

Rõ ràng

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$$

nghĩa là khi hai dao động cùng tần số thì độ lệch pha của chúng bằng độ lệch pha ban đầu và là không đổi.

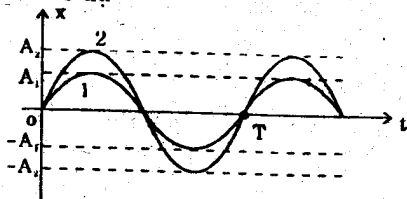
+ Nếu $\Delta\varphi > 0$ thì $\varphi_1 > \varphi_2$, ta nói dao động I sớm pha hơn dao động II

Nếu $\Delta\varphi < 0$ thì $\varphi_1 < \varphi_2$, ta nói dao động I muộn pha (hoặc trễ pha) hơn dao động II

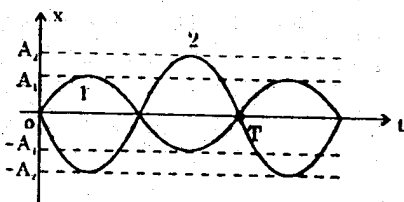
Nếu $\Delta\varphi = 2k\pi$ ($k = 0, 1, 2, \dots$), thì hai dao động cùng pha (hoặc đồng pha)

Nếu $\Delta\varphi = (2k + 1)\pi$ thì hai dao động ngược pha.

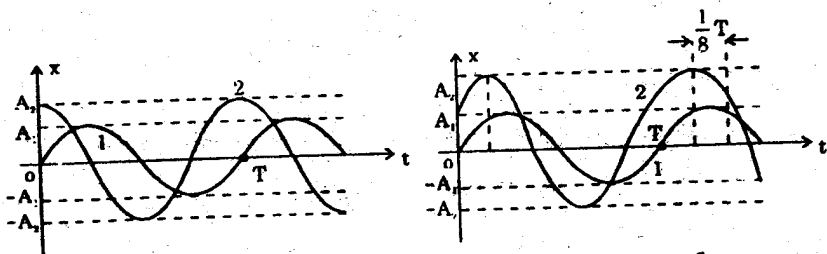
Ví dụ



(1 và 2 cùng pha)



(1 và 2 ngược pha)



(2) sớm pha hơn (1) $\frac{1}{4}T$ hay $\frac{\pi}{2}$ (2) sớm pha hơn (1) $\frac{1}{8}T$ hay $\frac{\pi}{4}$

II. Vectơ quay

* Cơ sở của phương pháp vectơ quay (phương pháp Frexnen) : dựa vào tính chất một dao động điều hòa coi như hình chiếu của một vật chuyển động tròn đều xuống một trục nằm trong mặt phẳng quỹ đạo.

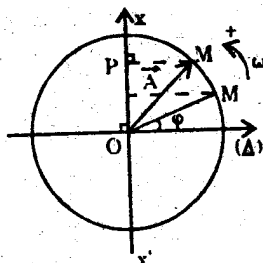
* Cách biểu diễn : dao động $x = A \sin(\omega t + \varphi)$ đặt tương ứng với một vectơ quay $\vec{A}$

* Chọn (Δ) là trục gốc, lấy trục $xx' \perp \Delta$. Δ gọi là trục pha

* Vẽ $\vec{A}$ có $|\vec{A}| = A$ theo tỉ xích chọn trước tùy ý.

* Chọn chiều + là chiều lượng giác

* Góc $\varphi = (\vec{\Delta}, \vec{A})$. Với $x \leftrightarrow \vec{X}$



+ Ta đã biết $x = \overline{OP} = A \sin(\omega t + \varphi)$ khi $\vec{A}$ quay với vận tốc góc $\omega = \text{const}$

+ Nếu $\varphi > 0$ thì $\vec{A}$ vẽ ở $t = 0$ được vẽ ở phía trên trục pha Δ ; nếu $\varphi < 0$ thì vẽ $\vec{A}$ xuống phía dưới trục pha Δ

III. Tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số

+ Tìm phương trình dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa sau

$$x_1 = A_1 \sin(\omega t + \varphi_1) \quad (1)$$

$$x_2 = A_2 \sin(\omega t + \varphi_2) \quad (2)$$

+ Vẽ hai vector $\vec{A}_1, \vec{A}_2$ ở $t = 0$ bằng cách đặt tương ứng

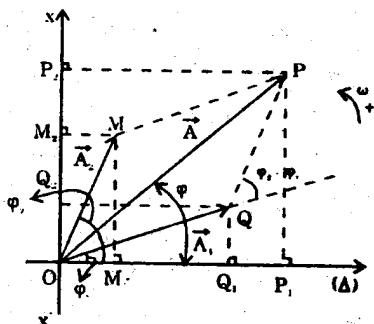
$$x_1 \leftrightarrow \vec{X}_1 = \vec{A}_1 \left(\left| \vec{X}_1 \right| = A_1 \right)$$

$$x_2 \leftrightarrow \vec{X}_2 = \vec{A}_2 \left(\left| \vec{X}_2 \right| = A_2 \right)$$

+ Bằng phương pháp cộng ly độ ta có li độ của dao động tổng hợp là : $x = x_1 + x_2$

Đặt tương ứng $x \leftrightarrow \vec{X} \equiv \vec{A}$

+ Khi hệ vector quay đều với $\omega = \text{const}$ quanh O thì hình dạng của $\square OMPQ$ không đổi $\rightarrow |\vec{A}| = A = \text{const}$ là biên độ của dao động tổng hợp



$$\text{hch}_{xx} \vec{A}_1 + \text{hch}_{xx} \vec{A}_2 = \text{hch}_{xx} \vec{A}$$

Hãy $x = x_1 + x_2$ nên pha ban đầu của dao động tổng hợp φ tính qua :

$$\text{tg} \varphi = \frac{\overline{OP}_2}{\overline{OP}_1} = \frac{\overline{OQ}_2 + \overline{OM}_2}{\overline{OQ}_1 + \overline{OM}_1} = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} \quad (3)$$

Còn biên độ của dao động tổng hợp tính theo

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2 \cos[180^\circ - (\varphi_2 - \varphi_1)] \quad \Rightarrow$$

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (4)$$

Vậy : Phương trình của dao động tổng hợp là

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

Với A tính theo (4) và φ tính theo (3).

Câu 10

Nêu định nghĩa và đặc điểm của dao động cơ cưỡng bức và sự cộng hưởng cơ. Mô tả vắn tắt một thí nghiệm minh họa hai hiện tượng trên. Cho một ví dụ về cộng hưởng có lợi và cộng hưởng có hại.

Lời giải

I. Dao động cơ cưỡng bức

* **Định nghĩa** : Dao động cơ cưỡng bức là dao động do tác dụng của ngoại lực biến thiên tuần hoàn theo thời gian dạng

$$F_{\text{e}} = F_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

Trong đó ω là tần số góc; tần số của ngoại lực (hoặc tần số cưỡng bức)

* **Đặc điểm**

- + Tần số riêng (ω_0) nói chung khác với tần số cưỡng bức (ω)
- + Tần số cưỡng bức bằng tần số của ngoại lực.
- + Biên độ của dao động cưỡng bức phụ thuộc vào sự khác biệt giữa tần số riêng và tần số cưỡng bức. Nếu tần số cưỡng bức càng gần với tần số riêng thì càng tạo điều kiện thuận lợi cho dao động cưỡng bức nên biên độ càng lớn.

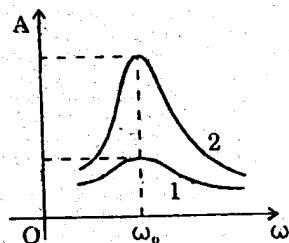
II. Sự cộng hưởng

• * **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 của lực cưỡng bức bằng tần số riêng của cơ hệ

* **Đặc điểm**

+ Hiện tượng cộng hưởng càng rõ nét nếu lực cản của môi trường càng nhỏ

+ Đường cong thực nghiệm cho biết : Đường (1) có A lúc có cộng hưởng có giá trị bé do lực cản của môi trường lớn (Ta có cộng hưởng mờ hay tù).

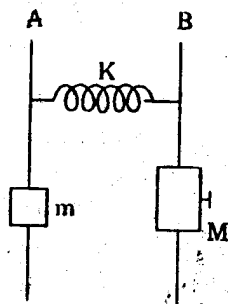


Đường (2) có A lúc có cộng hưởng với giá trị lớn do lực cản bé (ta có cộng hưởng rõ hay cộng hưởng nhọn).

III. Một thí nghiệm minh họa

+ Hai con lắc A và B gồm 2 vật m, M gắn vào các thanh kim loại mảnh, rất nhẹ ($M > m$)

+ Con lắc A có m ở vị trí cố định nên có tần số f, làm con lắc bị cưỡng bức. Con lắc B có M dịch chuyển vị trí được để biến đổi f của con lắc tạo nên ngoại lực cưỡng bức sang con lắc A qua lò xo k.



+ Khi đổi f, ta theo dõi biên độ cưỡng bức của con lắc A thì thấy rằng nếu f càng khác xa f_0 , thì biên độ cưỡng bức càng bé và khi f càng tiến gần đến f_0 , thì biên độ cưỡng bức càng lớn và đạt giá trị cực đại nếu $f = f_0$.

+ Lắp thêm một tấm kim loại mỏng, nhẹ vào con lắc A để tăng lực cản thì biên độ cưỡng bức càng bé.

+ Cũng có thể trình bày thí nghiệm tương tự chỉ khác là treo 2 con lắc gần nhau lên một dây cao su dẹt, to bản, căng ngang (Xem sách giáo khoa lớp 12 ban Khoa học tự nhiên)

IV. Ví dụ :

+ Cộng hưởng có lợi : Em bé có thể đưa vòng cho người lớn lên cao nếu em bé tác dụng lực tuần hoàn có tần số trùng với tần số riêng của vòng.

+ Cộng hưởng có hại : Cầu, bệ máy, khung xe ... đều có tần số riêng f_0 . Khi nó bị cưỡng bức dao động nếu tần số cưỡng bức $f = f_0$, thì chúng dao động với biên độ cực đại nên có thể đổ, hỏng, gãy.

Câu 11: Dao động cơ tắt dần : định nghĩa và nguyên nhân. Để dao động không tắt dần thì về nguyên tắc ta phải làm gì ? Nêu một biện pháp kĩ thuật để duy trì dao động của con lắc đồng hồ và một biện pháp kĩ thuật làm cho dao động của khung xe chóng tắt.

Lời giải

I. Dao động cơ tắt dần

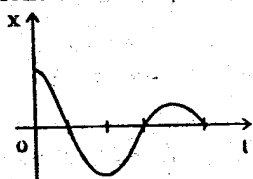
1. Định nghĩa Dao động tắt dần là dao động có "biên độ" giảm dần theo thời gian.

2. Nguyên nhân

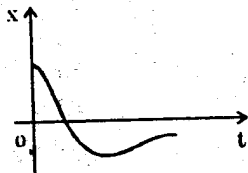
+ Nguyên nhân làm dao động tắt dần là ma sát và sức cản của môi trường.

+ Lực cản và ma sát ngược chiều chuyển động nên sinh công âm. Vì vậy cơ năng của hệ dao động giảm dần để thắng ma sát, phần cơ năng mất đi này biến thành nội năng của hệ và môi trường.

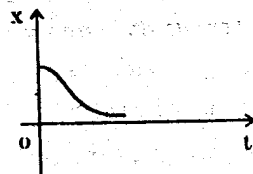
+ Tùy theo ma sát lớn hay bé mà dao động tắt dần nhanh hay chậm. Nếu ma sát quá lớn thì hệ hầu như không dao động (xem các đồ thị kèm theo)



(ma sát còn nhỏ)



(ma sát tăng)



(ma sát rất lớn)

+ Kèm theo sự giảm dần của "biên độ" là sự tăng "chu kỳ" và khái niệm biên độ, chu kỳ mất ý nghĩa nguyên vẹn của nó.

+ Nguyên tắc tạo dao động không tắt là phải tác dụng vào cơ hệ lực biến thiên tuần hoàn. Lực này bù đắp năng lượng bị mất do ma sát để duy trì dao động.

II. Biện pháp kỹ thuật để duy trì dao động

* Trong con lắc đồng hồ, lên dây cót, ta đã tích lũy vào dây cót một thế năng đàn hồi. Do cơ cấu truyền lực qua các bánh xe răng cưa, mỗi khi con lắc đến biên, dây cót giãn ra một chút, một phần thế năng đàn hồi của nó vừa đủ bù đắp phần năng lượng mất đi trong $\frac{1}{2}$ chu kỳ làm cho con lắc đồng hồ dao động duy trì với T không đổi.

* Trong xe ô tô, ô tô sẽ dao động cường bức do xe qua chỗ gồ ghề làm cho nhíp xe dao động.

Để làm tắt nhanh dao động này, người ta gắn vào ô tô một thiết bị gồm một pit tông chuyển động thẳng đứng trong xi lanh chứa đầy dầu. Khung xe dao động pit tông cũng dao động. Dầu nhớt làm dao động pit tông (nên kéo theo dao động khung xe) chóng tắt.

Câu 12

Khảo sát dao động của con lắc lò xo dao động theo phương thẳng đứng.

Lời giải

I. Phương pháp động lực học

+ Lò xo có độ cứng k , khối lượng không đáng kể nên khi treo thẳng đứng nó vẫn không co, dãn (vẫn có độ dài tự nhiên l_0). Vật nặng khối lượng m coi là chất điểm.

+ Chọn trục ox như hình vẽ

+ Khi treo m vào lò xo, lò xo dãn thêm x_0 , vật ở trạng thái cân bằng. Lúc đó vật chịu lực $\vec{P}$ (trọng lực) và lực đàn hồi ban đầu $|\vec{F}_0| = kx_0$

Điều kiện cân bằng ở O là :

$$\vec{P} + \vec{F}_0 = \vec{0}$$

Suy ra : $P - kx_0 = 0$ (1)

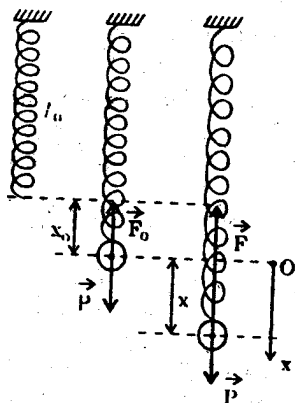
+ Ở vị trí bất kỳ, vật chịu tác

dụng $\vec{P}$ và $\vec{F}$ với $|\vec{F}| = k(x + x_0)$

x : độ dời của vật tính từ vị trí cân bằng, phương trình động lực :

$$P - F = ma = P - k(x + x_0) \quad (2)$$

Vậy, chú ý đến (1), (2) còn lại:



$$-kx = ma = mx'' \rightarrow x'' + \frac{k}{m}x = 0 \quad (3)$$

+ Đặt $\omega^2 = \frac{k}{m}$; (3) trở thành

$$x'' + \omega^2 x = 0 \quad (4)$$

(4) chứng tỏ con lắc đàn hồi dao động điều hòa với tần số

góc $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ cũng giống con lắc dao động theo phương ngang.

II. Phương pháp năng lượng

+ Do không có ma sát và sức cản của môi trường nên năng lượng của con lắc được bảo toàn.

+ Quy ước thế năng hấp dẫn bằng 0 ở cực đại dưới, thế năng đàn hồi bằng 0 khi độ biến dạng $x = 0$.

+ Ở vị trí bất kỳ, vật có độ dời x , có chiều cao so với mốc tính thế năng hấp dẫn là $(A - x)$, lò xo có độ biến dạng là $(x + x_0)$. Cơ năng toàn phần của con lắc là :

$$E = \frac{mv^2}{2} + mg(A - x) + \frac{k(x + x_0)^2}{2} \quad (5)$$

+ Với v là vận tốc của vật nặng ở vị trí bất kỳ, ở vị trí cân bằng $P = kx_0 = mg$ nên $mgx = kx_0x$ (6)

Khai triển (5) :

$$E = \frac{mv^2}{2} + mgA - mgx + kx_0x + \frac{kx^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = \text{const} \quad (7)$$

Đưa (6) vào (7); với $A = \text{const}$, $x_0 = \text{const}$ nên gộp

$mgA + \frac{kx_0^2}{2}$ vào với hằng số bên phải thành hằng số mới, ta có :

$$E_0 = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{const} \quad (8)$$

+ Chú ý $v = v(t)$; $x = x(t)$; đạo hàm (8) theo t ta có

$$mvv' + kxx' = 0 \quad (9)$$

Ý nghĩa cơ học của đạo hàm cho ta : $x' = v$ và $v = x''$, (9)

viết thành

$$mvx'' + kxv = 0 \quad (10)$$

Ở vị trí bất kỳ $v \neq 0$; (10) cho ta :

$$x'' + \frac{k}{m}x = 0 \quad (11)$$

+ Đặt $\omega^2 = \frac{k}{m} > 0$ cuối cùng nhận được phương trình khẳng định cơ hệ dao động điều hòa

$$x'' + \omega^2 x = 0 \quad (12)$$

Ở đây khẳng định một điều : một cơ hệ dao động theo phương thẳng đứng, có thể có cả thế năng đàn hồi và hấp dẫn, nhưng khi giải quyết các bài tập ta chỉ dùng biểu thức (8); trong đó x là độ dời của vật nặng và cũng là độ biến dạng của lò xo (nhưng tính từ vị trí cân bằng). Thành phần thế năng hấp dẫn không còn nữa.

Câu 13

Nghiên cứu sự phụ thuộc chu kỳ dao động vào gia tốc rơi tự do và nhiệt độ.

Lời giải

1. $l = \text{const}$

$g \neq \text{const}$

* Gia tốc rơi tự do phụ thuộc vĩ độ trên trái đất. Các số liệu gia tốc rơi ở từng vĩ độ bài ra sẽ cho, ta chỉ cần dùng công thức :

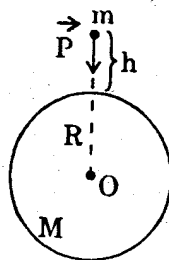
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \text{ để tính.}$$

* Gia tốc rơi tự do phụ thuộc vào độ cao so với mặt đất tiếp lập như sau

Trái Đất : bán kính R , khối lượng M

Vật : Khối lượng m , ở độ cao h vật

chịu trọng lực tác dụng $\vec{P}$ cũng chính là lực vạn vật hấp dẫn nên :



SÓNG CƠ HỌC - ÂM HỌC

A. Các vấn đề cơ bản

- * Sóng cơ học và các đại lượng đặc trưng
- * Các hiện tượng đặc trưng cho sóng cơ học
- * Sóng âm.

B. Các kiến thức cần thiết

- * Phương trình dao động điều hòa
- * Khái niệm pha và độ lệch pha
- * Phép biến đổi lượng giác thông thường
- * Phép tính lôgarit.

C. Các câu hỏi

Câu 16

Sóng cơ học là gì ? Giải thích sự tạo thành sóng trên mặt nước. Vì sao quá trình truyền sóng là một quá trình truyền năng lượng ? Lập phương trình dao động của một điểm trên phương truyền sóng

1. Định nghĩa sóng cơ học

- + Sóng cơ học là những dao động đàn hồi lan truyền trong môi trường vật chất theo thời gian.
- + Quá trình truyền sóng là một quá trình truyền pha dao động, truyền năng lượng dao động.
- + Theo định nghĩa : Sóng cơ học là sóng vật chất. Muốn có sóng cơ học cần phải có nguồn dao động điều hòa (nguồn sóng) và môi trường vật chất để truyền dao động.

2. Giải thích sóng trên mặt nước

- + Giả sử phần tử nước A có dao động điều hòa. Do giữa các phần tử nước có lực liên kết (lực căng mặt ngoài của nước) mà dao động ở A truyền sang phần tử B kế cận ...

$$mvx'' + kxv = 0 \quad (10)$$

Ở vị trí bất kỳ $v \neq 0$; (10) cho ta :

$$x'' + \frac{k}{m} x = 0 \quad (11)$$

+ Đặt $\omega^2 = \frac{k}{m} > 0$ cuối cùng nhận được phương trình khẳng định cơ hệ dao động điều hòa

$$x'' + \omega^2 x = 0 \quad (12)$$

Ở đây khẳng định một điều : một cơ hệ dao động theo phương thẳng đứng, có thể có cả thế năng đàn hồi và hấp dẫn, nhưng khi giải quyết các bài tập ta chỉ dùng biểu thức (8); trong đó x là độ dời của vật nặng và cũng là độ biến dạng của lò xo (nhưng tính từ vị trí cân bằng). Thành phần thế năng hấp dẫn không còn nữa.

Câu 13

Nghiên cứu sự phụ thuộc chu kỳ dao động vào gia tốc rơi tự do và nhiệt độ.

Lời giải

1. $l = \text{const}$

$g \neq \text{const}$

* Gia tốc rơi tự do phụ thuộc vĩ độ trên trái đất. Các số liệu gia tốc rơi ở từng vĩ độ bài ra sẽ cho, ta chỉ cần dùng công thức :

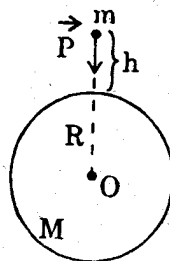
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ để tính.}$$

* Gia tốc rơi tự do phụ thuộc vào độ cao so với mặt đất tiếp lập như sau

Trái Đất : bán kính R , khối lượng M

Vật : Khối lượng m , ở độ cao h vật

chịu trọng lực tác dụng $\vec{P}$ cũng chính là lực vạn vật hấp dẫn nên :



+ Ở mặt đất : $P_0 = mg_0 = G \frac{mM}{R^2}$ (1)

Ở độ cao h : $P = mg = G \frac{mM}{(R+h)^2}$ (2)

+ Chia (2) cho (1) biến đổi sơ cấp, nhận được :

$$g = g_0 \left(\frac{R}{R+h} \right)^2 = g_0 \left(\frac{1}{1 + \frac{h}{R}} \right)^2 \quad (3)$$

Nếu $h \ll R$ hay $\frac{h}{R} \ll 1$ thì dùng phép tính gần đúng ta có

$$g \approx g_0 \left(1 - \frac{2h}{R} \right) \quad (4)$$

* Gia tốc rơi tự do ở các thiên thể khác nhau là khác nhau, số liệu g đã cho thay vào $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ta tính được T .

2. $g = \text{const}, l \neq \text{const}$

* Thanh treo của đồng hồ quả lắc làm bằng kim loại nên tăng giảm chiều dài theo nhiệt độ, với qui luật

$$l = l_0(1 + \alpha t^0) \quad (5)$$

l, l_0 : chiều dài ở nhiệt độ t và t_0 ; α hệ số nở dài $\left(\frac{1}{\text{độ}} \right)$

* Nếu $\alpha t^0 \ll 1$ thì ta dùng phép tính gần đúng.

3. $l \neq \text{const}, g \neq \text{const}$

* Chu kỳ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi l^{\frac{1}{2}} g^{-\frac{1}{2}}$ (6)

Với l và g đều thay đổi.

* Lấy vi phân hai vế (6)

$$dT = 2\pi \left[\frac{1}{2} l^{-\frac{1}{2}} g^{-\frac{1}{2}} dl + \left(-\frac{1}{2} \right) g^{-\frac{3}{2}} l^{\frac{1}{2}} dg \right] \quad (7)$$

Chia (7) cho (6) :

$$\frac{dT}{T} = \frac{1}{2} \frac{dl}{l} - \frac{1}{2} \frac{dg}{g} \quad (8)$$

* Chuyển (8) về dạng số gia ta có :

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} \quad (9)$$

Với $\Delta T = T' - T$; T' & T là chu kỳ mới và chu kỳ cũ

4. Tính T và độ nhanh chậm của đồng hồ

* Gọi T là chu kỳ đúng của đồng hồ

T' là chu kỳ sai (tính theo thời gian đúng)

Độ nhanh chậm của đồng hồ trong 1(s) tính theo nguyên tắc :

$$\frac{\text{chu kỳ sai} - \text{chu kỳ đúng}}{\text{chu kỳ sai}} = \delta$$

Nếu lượng này dương (chu kỳ tăng) thì đồng hồ chạy chậm lại, và âm (chu kỳ giảm) thì đồng hồ chạy nhanh lên.

* Độ nhanh chậm trong một khoảng thời gian $\mathcal{T}$ là α thì

$$\alpha = \delta \cdot \mathcal{T}$$

Câu 14

Tìm chu kỳ dao động khi có gia tốc hiệu dụng ?

Lời giải

1. Có điện trường hoặc từ trường

* Ngoài lực thông thường vật tích điện hoặc bị nhiễm từ sẽ chịu thêm lực điện trường hoặc lực từ. Các lực này gây thêm cho vật gia tốc $\vec{a}$ ngoài $\vec{g}$

* Vì vậy con lắc dao động do gia tốc hiệu dụng $\vec{g}_{hd}$

$$\vec{g}_{hd} = \vec{g} + \vec{a} \quad (1)$$

* Tùy theo giả thiết mà ta tìm $\vec{a}$ và sử dụng các công cụ toán học tương ứng để tìm $\vec{g}_{hd}$ rồi sử dụng công thức tìm T sau:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{hd}}} \quad (2)$$

2. Dao động trong hệ qui chiếu không quán tính

* Đối với con lắc lò xo T không bị hệ qui chiếu làm ảnh hưởng

* Đối với con lắc đơn:

+ Hệ qui chiếu không quán tính là hệ qui chiếu chuyển động có gia tốc $\vec{a}$

+ Ngoài các loại lực thông thường, vật còn chịu thêm lực quán tính và cung cấp cho vật một gia tốc $\vec{a}'$ ngoài $\vec{g}$

$$\vec{F}_{qt} = -m \vec{a} \quad (3) \quad (m : \text{khối lượng của vật})$$

$\vec{F}_{qt}$ không có phản lực và tuân theo định luật II Newton

$$\vec{F}_{qt} = -m \vec{a} = m \vec{a}' \quad (4)$$

Vậy $\vec{a} = -\vec{a}' \quad (5)$

* Con lắc đơn sẽ dao động với:

$$\vec{g}_{hd} = \vec{g} + \vec{a}' \quad (6)$$

Tính được g_{hd} và dùng (2) ta tìm được T

Câu 15

Con lắc trùng phùng là gì? Cách xác định chu kỳ của con lắc trùng phùng?

Lời giải

1. Định nghĩa

+ Con lắc trùng phùng là hệ hai con lắc có chu kỳ khác nhau rất ít.

+ Các lần trùng phùng : là các lần trạng thái dao động của hai con lắc lặp lại như trạng thái đã cho ban đầu nào đó.

+ Thời gian trùng phùng là khoảng thời gian giữa hai lần trùng phùng liên tiếp

2. Tìm chu kỳ

+ Giả sử hai con lắc đơn có chu kỳ T_1 và T_2 cần tìm với $T_1 > T_2$

+ Gọi $\mathcal{T}$ là thời gian trùng phùng, thì ta có

$$\mathcal{T} = nT_1 = (n + 1)T_2$$

(n : số nguyên dương)

+ Bằng thí nghiệm, hoạt nghiệm, ta đo được $\mathcal{T}$ và n (là số dao động toàn phần của con lắc có T_1 trong thời gian $\mathcal{T}$) ; ta tìm được T_1 và T_2 .

SÓNG CƠ HỌC - ÂM HỌC

A. Các vấn đề cơ bản

- * Sóng cơ học và các đại lượng đặc trưng
- * Các hiện tượng đặc trưng cho sóng cơ học
- * Sóng âm.

B. Các kiến thức cần thiết

- * Phương trình dao động điều hòa
- * Khái niệm pha và độ lệch pha
- * Phép biến đổi lượng giác thông thường
- * Phép tính lôgarit.

C. Các câu hỏi

Câu 16

Sóng cơ học là gì ? Giải thích sự tạo thành sóng trên mặt nước. Vì sao quá trình truyền sóng là một quá trình truyền năng lượng ? Lập phương trình dao động của một điểm trên phương truyền sóng

1. Định nghĩa sóng cơ học

- + Sóng cơ học là những dao động đàn hồi lan truyền trong môi trường vật chất theo thời gian.
- + Quá trình truyền sóng là một quá trình truyền pha dao động, truyền năng lượng dao động.
- + Theo định nghĩa : Sóng cơ học là sóng vật chất. Muốn có sóng cơ học cần phải có nguồn dao động điều hòa (nguồn sóng) và môi trường vật chất để truyền dao động.

2. Giải thích sóng trên mặt nước

- + Giả sử phần tử nước A có dao động điều hòa. Do giữa các phần tử nước có lực liên kết (lực căng mặt ngoài của nước) mà dao động ở A truyền sang phần tử B kế cận ...

Các phần tử nước dao động vuông góc với mặt nước (vuông góc với phương truyền sóng); nhưng do có quán tính, các phần tử sau dao động chậm pha hơn phần tử trước.

+ Vậy nguyên nhân gây nên sóng nước là : có nguồn sóng, lực liên kết giữa các phần tử nước và các phần tử nước có trọng lực.

+ Sóng trên mặt nước được coi là sóng ngang vì các phần tử nước dao động vuông góc với phương truyền sóng. Trên mặt nước có những gợn sóng hình tròn đồng tâm tâm là nơi phát sóng, với các vòng gợn lồi (cực đại trên) và vòng gợn lõm (cực đại dưới)

3. Quá trình truyền sóng là một quá trình truyền năng lượng

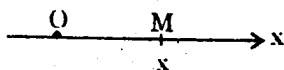
* Chương 1 đã có năng lượng của dao động điều hòa tỉ lệ với bình phương của biên độ dao động ($E \sim A^2$)

* Phần tử nước ở sau đang đứng yên thì $A = 0$, $E = 0$ khi nhận được dao động do phần tử nước truyền đến nó dao động với $A \neq 0$ nên $E \neq 0$. Vậy năng lượng này có được là do năng lượng do sóng mang đến.

* Thế là quá trình truyền sóng quả là một quá trình truyền năng lượng.

4. Lập phương trình sóng

+ Giả sử sóng truyền dọc theo



một phương Ox với vận tốc $\vec{v}$,

bước sóng λ , chu kỳ T, tần số f, tần số góc ω . Coi rằng bỏ qua mất mát năng lượng nên biên độ $A = \text{const}$

+ Phương trình dao động ở nguồn O là

$$u_0 = A \sin \omega t \quad (1)$$

Hãy lập phương trình dao động ở M cách O một khoảng x

+ Sóng truyền từ O đến M mất một khoảng thời gian là $\mathcal{T} = \frac{x}{v}$. Vậy dao động tại M ở thời điểm t cùng pha với dao động

ở O ở thời điểm $(t - \mathcal{T})$ vì vậy phương trình dao động ở M là:

$$u_M = A \sin[\omega(t - \mathcal{T})] = A \sin\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)\right] \quad (2)$$

+ Do $\omega = 2\pi f$ và $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$ nên (2) trở thành

$$u_M = A \sin\left(2\pi ft - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) \quad (3)$$

(3) có thể biểu diễn ở các dạng khác nữa.

+ (3) chứng tỏ ly độ của một điểm bất kỳ trong môi trường có sóng đi qua biến đổi tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ T và tuần hoàn theo không gian với chu kỳ λ

(3) chính là phương của sóng.

Câu 17

Hãy nói về các loại sóng cơ học và các đại lượng đặc trưng cho nó ?

Lời giải

I. Các loại sóng cơ học

1. Sóng ngang

* Sóng ngang là sóng có các phần tử của môi trường dao động vuông góc với phương truyền sóng.

* Ví dụ : sóng trên một dây thừng khi một đầu dao động vuông góc với dây; sóng truyền trên mặt nước khi có nguồn phát sóng dao động vuông góc với mặt nước.

* Nguyên nhân gây ra sóng này là lực liên kết và quán tính của các phần tử môi trường.

2. Sóng dọc

* Sóng dọc là sóng có các phần tử môi trường dao động dọc theo phương truyền sóng.

* Ví dụ : sóng trên một lò xo dài, mỗi khi ta cho một vòng dây đầu dao động điều hòa dọc theo trục của lò xo; sóng âm truyền trong các môi trường.

* Nguyên nhân : như sóng ngang

3. Ở một góc độ khác ta phân sóng cơ học thành các loại :

- * **Sóng thẳng** : Sóng chỉ truyền theo một đường thẳng.
- * **Sóng phẳng** : Sóng có các mặt sóng (các mặt đẳng pha, tập hợp các điểm dao động cùng pha) là mặt phẳng.
- * **Sóng cầu** : Sóng có các mặt đẳng pha là mặt cầu.

II. Các đại lượng đặc trưng của sóng cơ học

1. **Chu kỳ của sóng** : là chu kỳ của một điểm của môi trường dao động điều hòa; T (s)

2. **Tần số của sóng** là tần số của một điểm dao động có sóng đi qua; f (Hz)

3. **Vận tốc của sóng** : là vận tốc truyền pha dao động của sóng, v (m/s).

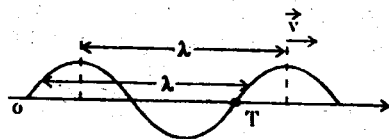
4. **Bước sóng** : λ (m)

* Định nghĩa 1 : Bước sóng là khoảng đường mà sóng truyền đi sau 1 T

* Định nghĩa 2 : Bước sóng là khoảng cách ngắn nhất giữa hai điểm dao động cùng pha

5. Biên độ và năng lượng của sóng

* Biên độ của sóng là biên độ dao động ở điểm đang xét có sóng đi qua. Nói chung biên độ của sóng ở các điểm càng xa nguồn càng giảm dần.



* Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng và năng lượng tỉ lệ thuận với bình phương của biên độ dao động.

* Đối với sóng phẳng năng lượng sóng giảm tỉ lệ với khoảng cách. Đối với sóng cầu năng lượng giảm tỉ lệ với bình phương bán kính. Sóng phẳng nếu bỏ qua mất mát thì coi là $A = \text{const}$ nên năng lượng truyền qua mọi điểm là như nhau.

Câu 18 : Thế nào là hai dao động lệch pha, cùng pha, ngược pha ? Viết phương trình và vẽ đồ thị của hai dao động điều hòa ngược pha.

Phân tích quá trình truyền pha và truyền năng lượng qua ví dụ về sóng mặt nước.

Lời giải

I. Pha và lệch pha

* Hai dao động lệch pha : là hai dao động có cùng chu kỳ nhưng có pha ban đầu khác nhau.

* Cho hai dao động :

$$x_1 = A_1 \sin(\omega t + \varphi_1) \quad (1)$$

$$x_2 = A_2 \sin(\omega t + \varphi_2) \quad (2)$$

Độ lệch pha của 2 dao động :

$$\Delta\varphi = (\omega t + \varphi_1) - (\omega t + \varphi_2) = \varphi_1 - \varphi_2 \neq 0 \quad (3)$$

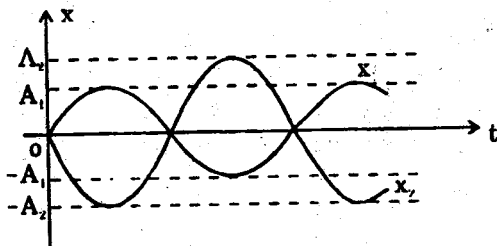
* Hai dao động trên là cùng pha nếu :

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2k\pi \quad (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

* Hai dao động trên là ngược pha nếu :

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = (2k + 1)\pi \quad (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

II. Hai dao động ngược pha.



* Ví dụ : $x_1 = A_1 \sin \omega t$

$x_2 = A_2 \sin(\omega t - \pi)$

Hai dao động có cùng ω , cùng T nhưng $\varphi_1 = 0$, $\varphi_2 = -\pi$ nên $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \pi$. Dao động x_1 sớm pha hơn dao động x_2

$\frac{1}{2}T$ (hay về góc là π); nghĩa là chúng ngược pha nhau

+ Xét về trạng thái dao động của hai con lắc đơn ở trường hợp này thì hai con lắc qua vị trí cân bằng cùng một lúc, theo hai chiều ngược nhau.

III. Sự truyền pha và truyền năng lượng

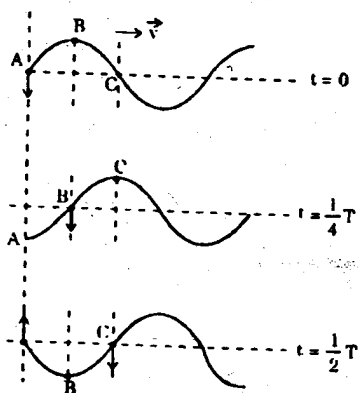
* Sóng nước là sóng ngang; nguồn phát sóng ở A

* Cắt mặt nước bằng mặt phẳng thẳng đứng qua A và chứa phương truyền sóng. Các vết cắt vẽ ở hình ở các thời điểm khác nhau.

* Từ hình vẽ ta thấy pha của dao động ở B lúc $t = \frac{1}{4}T$

và ở C lúc $t = \frac{1}{2}T$ giống pha dao động ở A.

Như vậy pha của dao động đã truyền từ A tới B rồi mới tới C ... Sau các khoảng thời gian $\frac{1}{4}T$.



* Pha dao động truyền dọc phương truyền sóng còn các phần tử của môi trường như (A, B, C ...) chỉ dao động quanh vị trí cân bằng mà không dịch chuyển theo phương truyền sóng.

Thế là : Sự truyền sóng là sự truyền pha.

* Truyền sóng cũng là sự truyền năng lượng (xem câu 16) sóng trên mặt nước truyền về mọi phía trên mặt nước nên năng lượng của sóng tỉ lệ nghịch với quãng đường đi của sóng kể từ tâm phát sóng.

(7) chứng tỏ quỹ tích các điểm có $\mathcal{A}_{\max}$ là các đường hyperbol và do $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ nên họ đường hyperbol này đối xứng qua đường trung trực của S_1S_2 (với $k = 0$). Đó là các đường liên nét trên hình.

* Khi $\mathcal{A}$ cực tiểu; $\mathcal{A}_{\min} = 0$ thì $\left| \cos \frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} \right| = 0$ nên

$$\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + k\pi \rightarrow d_1 - d_2 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\text{Vậy } \delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda = (2k + 1)\frac{\lambda}{2} \quad (8)$$

Trên mặt nước có những điểm đứng yên nếu hiệu đường đi là một số bán nguyên lần bước sóng (hoặc một số lẻ lần nửa bước sóng). Chúng cũng tạo nên họ đường hyperbol (chấm chấm) xen kẽ với những đường có $\mathcal{A}_{\max}$, đối xứng. Giao thoa đặc trưng cho sóng.

II. Ý nghĩa của độ lệch pha

* *Điều kiện để có giao thoa sóng cơ học*

- + Đó là phải có 2 nguồn kết hợp phát ra 2 sóng kết hợp.
- + Hai sóng kết hợp là hai sóng có cùng T và có hiệu số pha $\Delta\varphi = \text{const}$ theo thời gian.

* *Ý nghĩa của độ lệch pha*

- + Hình ảnh của giao thoa phụ thuộc chủ yếu vào độ lệch pha của hai sóng truyền đến một điểm.
- + Theo (4): $\mathcal{A}$ phụ thuộc chủ yếu vào :

$$\cos\left[\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}\right] = \cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right) = \cos\frac{\Delta\varphi}{2} \quad (9)$$

$$\text{Trong đó: } \Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{2\pi d_1}{2\lambda} - \frac{2\pi d_2}{2\lambda} = \pi \frac{(d_1 - d_2)}{\lambda}$$

* $\mathcal{A}_{\max} = |\pm 2A|$ khi $\Delta\varphi = 2k\pi$ (hai dao động thành phần cùng pha), nên $\frac{\Delta\varphi}{2} = k\pi$; $\left|\cos\frac{\Delta\varphi}{2}\right| = 1$

* Ví dụ : $x_1 = A_1 \sin \omega t$

$x_2 = A_2 \sin(\omega t - \pi)$

Hai dao động có cùng ω , cùng T nhưng $\varphi_1 = 0$, $\varphi_2 = -\pi$ nên $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \pi$. Dao động x_1 sớm pha hơn dao động x_2

$\frac{1}{2} T$ (hay về góc là π); nghĩa là chúng ngược pha nhau

+ Xét về trạng thái dao động của hai con lắc đơn ở trường hợp này thì hai con lắc qua vị trí cân bằng cùng một lúc, theo hai chiều ngược nhau.

III. Sự truyền pha và truyền năng lượng

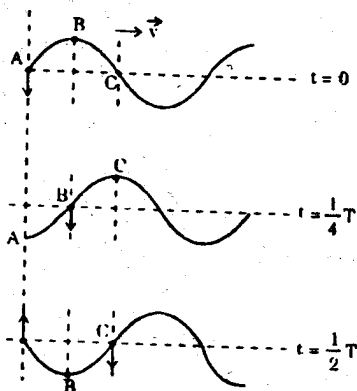
* Sóng nước là sóng ngang; nguồn phát sóng ở A

* Cắt mặt nước bằng mặt phẳng thẳng đứng qua A và chứa phương truyền sóng. Các vết cắt vẽ ở hình ở các thời điểm khác nhau.

* Từ hình vẽ ta thấy pha của dao động ở B lúc $t = \frac{1}{4} T$

và ở C lúc $t = \frac{1}{2} T$ giống pha dao động ở A.

Như vậy pha của dao động đã truyền từ A tới B rồi mới tới C ... Sau các khoảng thời gian $\frac{1}{4} T$.



* Pha dao động truyền dọc phương truyền sóng còn các phần tử của môi trường như (A, B, C ...) chỉ dao động quanh vị trí cân bằng mà không dịch chuyển theo phương truyền sóng.

Thế là : Sự truyền sóng là sự truyền pha.

* Truyền sóng cũng là sự truyền năng lượng (xem câu 16) sóng trên mặt nước truyền về mọi phía trên mặt nước nên năng lượng của sóng tỉ lệ nghịch với quãng đường đi của sóng kể từ tâm phát sóng.

Câu 19

Trình bày hiện tượng giao thoa của sóng nước ? Nêu ý nghĩa của hiện tượng ? Chứng tỏ rằng độ lệch pha là một yếu tố quan trọng trong việc giải thích hiện tượng giao thoa của sóng nước.

Lời giải

I. Hiện tượng giao thoa của sóng nước

1. Thí nghiệm

* Hai quả cầu rất nhỏ gắn vào một cần rung dao động điều hòa, cần rung nằm ngang, để hai quả cầu S_1, S_2 chạm mặt nước.

* S_1 và S_2 là hai nguồn dao động điều hòa, cùng biên độ, cùng tần số, luôn luôn có hiệu số pha $\Delta\varphi = 0 = \text{const}$ theo thời gian.

S_1 và S_2 gọi là hai nguồn kết hợp, chúng tạo nên hai sóng kết hợp có λ như nhau (T như nhau) và có $\Delta\varphi = \text{const}$

* Hai hệ thống sóng nước (sóng ngang) gồm các vòng gợn lồi và lõm lan tỏa trên mặt nước, chồng chất nhau.

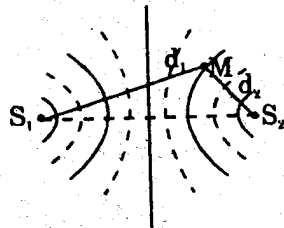
Ta thấy trên mặt nước hình ảnh giao thoa sóng nước :

Các gợn sóng hình hyperbol với vị trí không đổi và số lượng gợn sóng không đổi, đối xứng qua

đường trung trực của đoạn S_1S_2

(Xem hình bên)

* Các gợn sóng hình hyperbol chính là quỹ tích của các điểm trên mặt nước có biên độ dao động tổng hợp bằng 0 hoặc max. Chúng được gọi là các vân giao thoa.



2. Giải thích

* Giả sử S_1 và S_2 có phương trình dao động là :

$$u_0 = A \sin \omega t \quad (1)$$

Coi $A = \text{const}$ theo phương truyền sóng

* Tại M trên mặt nước cách S_1 và S_2 những khoảng d_1 và d_2 có các sóng thành phần do S_1 và S_2 truyền đến là

$$u_1 = A \sin 2\pi \left(ft - \frac{d_1}{\lambda} \right) \quad (2)$$

$$u_2 = A \sin 2\pi \left(ft - \frac{d_2}{\lambda} \right) \quad (3)$$

* u_1 và u_2 cùng phương, cùng tần số, nên dao động tổng hợp tìm được là u theo phương pháp cộng ly độ :

$$u = u_1 + u_2 \quad (4)$$

$$u = A \sin \left(2\pi ft - \frac{2\pi d_1}{\lambda} \right) + A \sin \left(2\pi ft - \frac{2\pi d_2}{\lambda} \right) \Rightarrow$$

$$u = 2A \cos \left[\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} \right] \cdot \sin \left[2\pi ft - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda} \right] \quad (4)$$

* Gọi biên độ của dao động tổng hợp là $\mathcal{A}$

$$\mathcal{A} = \left| 2A \cos \left[\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} \right] \right| \quad (5)$$

Thì (4) cho ta

$$u = \mathcal{A} \sin \left[2\pi ft - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda} \right] \quad (6)$$

* Khi $\mathcal{A}$ cực đại ; $\mathcal{A}_{\max} = 2A$ thì $\left| \cos \frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} \right| = 1$

nên $\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} = k\pi \quad (k = 0, \pm 1, \pm 2 \dots)$ và

$$d_1 - d_2 = k\lambda = 2k \frac{\lambda}{2}$$

Gọi $\delta = d_1 - d_2$: hiệu đường đi từ M trên mặt nước đến 2 nguồn phát S_1S_2 thì :

$$\delta = k\lambda = 2k \frac{\lambda}{2} \quad (7)$$

(7) cho ta : Trên mặt nước sẽ có những điểm có dao động tổng hợp cực đại với hiệu đường đi là một số nguyên lần bước sóng hay một số chẵn lần nửa bước sóng.

(7) chúng tỏ quỹ tích các điểm có $\mathcal{A}_{\max}$ là các đường hyperbol và do $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ nên họ đường hyperbol này đối xứng qua đường trung trực của S_1S_2 (với $k = 0$). Đó là các đường liền nét trên hình.

* Khi $\mathcal{A}$ cực tiểu; $\mathcal{A}_{\min} = 0$ thì $\left| \cos \frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} \right| = 0$ nên

$$\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + k\pi \rightarrow d_1 - d_2 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\text{Vậy } \delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda = (2k + 1)\frac{\lambda}{2} \quad (8)$$

Trên mặt nước có những điểm đứng yên nếu hiệu đường đi là một số bán nguyên lần bước sóng (hoặc một số lẻ lần nửa bước sóng). Chúng cũng tạo nên họ đường hyperbol (chấm chấm) xen kẽ với những đường có $\mathcal{A}_{\max}$, đối xứng. Giao thoa đặc trưng cho sóng.

II. Ý nghĩa của độ lệch pha

* *Điều kiện để có giao thoa sóng cơ học*

- + Đó là phải có 2 nguồn kết hợp phát ra 2 sóng kết hợp.
- + Hai sóng kết hợp là hai sóng có cùng T và có hiệu số pha $\Delta\varphi = \text{const}$ theo thời gian.

* *Ý nghĩa của độ lệch pha*

- + Hình ảnh của giao thoa phụ thuộc chủ yếu vào độ lệch pha của hai sóng truyền đến một điểm.

- + Theo (4): $\mathcal{A}$ phụ thuộc chủ yếu vào :

$$\cos \left[\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} \right] = \cos \left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \right) = \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \quad (9)$$

$$\text{Trong đó: } \Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{2\pi d_1}{2\lambda} - \frac{2\pi d_2}{2\lambda} = \pi \frac{(d_1 - d_2)}{\lambda}$$

* $\mathcal{A}_{\max} = |\pm 2A|$ khi $\Delta\varphi = 2k\pi$ (hai dao động thành phần cùng pha), nên $\frac{\Delta\varphi}{2} = k\pi$; $\left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right| = 1$

- * $\varphi = 0$ khi $\Delta\varphi = (2k + 1)\pi$ (hai dao động ngược pha), nên

$$\frac{\Delta\varphi}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\pi \text{ và } \left|\cos \frac{\Delta\varphi}{2}\right| = 0$$

* Như vậy độ lệch pha là một yếu tố quan trọng để giải thích giao thoa.

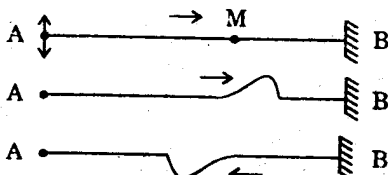
Câu 20

Khái niệm về sóng dừng. Giải thích cách hình thành sóng dừng trên một sợi dây và nêu điều kiện để có sóng dừng. cách xác định vận tốc truyền sóng bằng hiện tượng sóng dừng.

Lời giải

I. Khái niệm về sóng dừng

+ Dây AB dài, thẳng, đầu B buộc chặt, đầu A dao động điều hòa theo phương vuông góc với dây AB



+ Với tần số dao động của A thích hợp ta thấy trên dây có một hình ảnh xác định : có các bụng (dao động mạnh hẳn lên) ; các nút (đứng yên) xen kẽ nhau, các điểm này cố định

+ Sóng có các bụng và các nút cố định trong không gian gọi là sóng dừng

+ Quan sát sóng (biến dạng) tới và sóng (biến dạng) phản xạ ta thấy chúng ngược chiều nhau



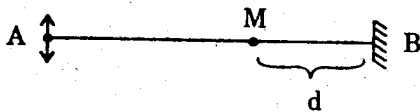
+ Khi có sóng dừng trên dây, ta có các bó sóng ($A \rightarrow C$, $C \rightarrow D$, $D \rightarrow B$...)

II. Giải thích

+ Sóng tới và phản xạ trên dây là sóng ngang

+ Giả sử : đầu B buộc chặt, đầu A dao động bé có phương trình

$$u_a = a \sin 2\pi f t \quad (1)$$



Coi biên độ $a = \text{const}$; f là tần số của sóng

+ $AB = l$; $MA = d$

Phương trình sóng tới ở M là :

$$u_{M+} = a \sin 2\pi f \left(t - \frac{l-d}{v} \right) = a \sin 2\pi \left(ft - \frac{l-d}{\lambda} \right) \quad (2)$$

Phương trình sóng phản xạ tới M là :

$$u_{M-} = -a' \sin 2\pi \left(ft - \frac{l+d}{\lambda} \right) \quad (3)$$

+ Dao động tổng hợp ở M theo phương pháp cộng li độ :

$$u_M = u_{M+} + u_{M-} = a \left[\sin 2\pi \left(ft - \frac{l-d}{\lambda} \right) - \sin 2\pi \left(ft - \frac{l+d}{\lambda} \right) \right]$$

biến đổi lượng giác, cuối cùng nhận được :

$$u_M = 2a \sin \frac{2\pi d}{\lambda} \cos 2\pi \left(ft - \frac{l}{\lambda} \right) \quad (4)$$

+ Gọi $\mathcal{A} = 2a \left| \sin \frac{2\pi d}{\lambda} \right| \quad (5)$

Khi $\mathcal{A}_{\max} = 2a$ thì $\left| \sin \frac{2\pi d}{\lambda} \right| = 1$; $\frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + k\pi$

Suy ra $d = \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda}{2} = (2k+1) \frac{\lambda}{4} \quad (6) \quad (k = 0, 1, 2 \dots)$

Các điểm cách đầu buộc chặt B một khoảng bằng một số bán nguyên lần nửa bước sóng (hoặc một số lẻ lần một phần tư bước sóng) có biên độ dao động tổng hợp cực đại. Ta có các bụng sóng.

+ Khi $\mathcal{A} = 0$ thì $\left| \sin \frac{2\pi d}{\lambda} \right| = 0$ nên $\frac{2\pi d}{\lambda} = k\pi$

Suy ra $d = k \frac{\lambda}{2} = 2k \frac{\lambda}{4} \quad (7) \quad (k = 0, 1, 2 \dots)$

Các điểm cách đầu B một khoảng bằng một số nguyên lần nửa bước sóng (hoặc một số chẵn lần một phần tư bước sóng) hoàn toàn đứng yên. Ta có các nút. B buộc chặt là một nút (với $k=0$)

+ (6) và (7) chứng tỏ các nút và các bụng xen kẽ nhau, cách đều những khoảng $\frac{\lambda}{4}$; hai bụng (hoặc 2 nút gần nhau nhất) cách nhau $\frac{\lambda}{2}$, bề dài của một bó sóng (hoặc một múi sóng) cũng là $\frac{\lambda}{2}$.

* Điều kiện để có sóng dừng (rút ra từ thực nghiệm):

Trên dây không chỉ có hai sóng tới và phản xạ mà có cả một đoàn sóng tới và phản xạ liên tiếp. Các đoàn sóng tới (hoặc phản xạ) tạo thành một sóng duy nhất phù hợp nhau.

+ Một dây đàn hồi có B buộc chặt, A dao động bé (coi là một nút) sẽ có sóng dừng nếu:

$$l = k \frac{\lambda_k}{2} \quad (8) \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

Với $\lambda_k = \frac{2l}{k}$ và tần số $f_k = \frac{v}{\lambda_k}$ ta có:

$$f_k = \frac{v}{2l} k \quad (9)$$

Các f_k gọi là các tần số riêng của dây, tần số cơ bản (với $k = 1$) là

$$f_1 = \frac{v}{2l} \quad (10)$$

III. Đo vận tốc truyền sóng

+ Dùng hiện tượng sóng dừng, từ thí nghiệm, ta đo được λ (bằng cách đo được $\frac{\lambda}{2}$ là độ dài của hai bụng) và đo được tần số f .

+ Dùng công thức $v = \lambda f$ ta tìm được v

+ Ví dụ: dây đàn có hai đầu cố định, quan sát sóng dừng, đếm được số bụng k ; đo được chiều dài dây là l ta có:

$$v = \lambda f = \frac{2l}{k} f$$

Thế nào là dao động âm và sóng âm ? Trình bày quá trình phát âm và truyền âm của một lá thép dao động. Môi trường truyền âm và vận tốc âm. Nêu vai trò của bầu đàn và các dây đàn của đàn ghita.

I. Dao động âm và sóng âm

* Sóng âm : Những sóng đàn hồi có tần số từ 16Hz đến 20.000Hz gọi là sóng âm.

+ Các âm có tần số trên 20.000Hz gọi là siêu âm (tai dơi cảm thu được)

+ Các âm có tần số dưới 16Hz gọi là hạ âm (tai chó cảm thụ được).

II. Quá trình gây cảm giác âm

+ Một lá thép mỏng dac động. Nếu độ dài của tấm thép thích hợp, lá thép là một nguồn phát ra âm mà tai ta nghe rất rõ.

+ Dao động lá thép làm cho không khí xung quanh bị nén, giãn tuần hoàn nên sinh ra một sóng âm (sóng dọc) có cùng tần số với lá thép.

+ Do có môi trường truyền đi mà không khí quanh màng nhĩ dao động; sự thay đổi áp suất khí tác động vào màng nhĩ biến đổi tuần hoàn làm cho màng nhĩ dao động cường bức với tần số f như của lá thép.

+ Tóm lại sơ đồ truyền âm là :

Nguồn âm $\xrightarrow[\text{dàn hồi}]{\text{môi trường}}$ Nguồn thu âm

III. Môi trường truyền âm và vận tốc âm

+ Sóng âm truyền được trong các môi trường vật chất đàn hồi : khí, lỏng, rắn.

+ Các môi trường cách âm : chân không, các vật xốp

+ Vận tốc truyền âm phụ thuộc vào tính đàn hồi và mật độ vật chất của môi trường - vận tốc truyền âm nói chung lớn nhất trong chất rắn, bé nhất trong chất khí. Vận tốc truyền âm trong một môi trường còn phụ thuộc vào nhiệt độ và khối lượng riêng

IV. Vai trò của bầu đàn và dây đàn ở đàn ghita

1. Các dây đàn

+ Tạo ra dao động âm

+ Một dây đàn : tùy theo chiều dài, thiết diện, sức căng dây và vật liệu làm dây mà khi bị kích thích (gảy) nó là nguồn âm phát ra tần số âm f xác định.

+ Dây đàn có thiết diện nhỏ nên nó chỉ tạo nên các dao động xoay trong vùng không khí quanh dây, năng lượng nhỏ, truyền đi không xa.

2. Hộp đàn (bầu đàn)

+ Dây đàn được căng trên mặt gỗ của hộp đàn khi dây đàn dao động, mặt gỗ cũng dao động gây ra các vùng nén giãn rộng sinh ra sóng âm.

+ Bầu đàn có hình dạng đặc trưng cho từng đàn sao cho với bất kỳ sóng âm nào, không theo phương này thì phương khác các sóng âm tạo nên sóng dừng và biên độ dao động cực đại, làm cho âm phát ra nghe lớn hơn.

Vậy bầu đàn có vai trò là một hộp cộng hưởng.

Câu 22

Các đặc trưng sinh lý của âm và sự phụ thuộc của chúng vào các đặc trưng vật lý của âm.

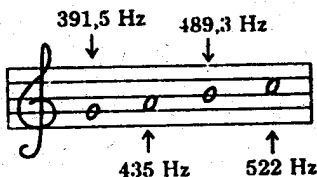
Lời giải

I. Độ cao của âm

+ Độ cao của âm là một đặc trưng sinh lý của âm, phụ thuộc vào đặc trưng vật lý của âm là tần số của âm.

+ Âm cao (thanh) có f lớn, âm thấp (trầm) có tần số bé.

+ Ví dụ : Xem hình vẽ bên



II. Âm sắc

+ Âm sắc là đặc trưng sinh lý của âm phụ thuộc vào các đặc trưng vật lý là tần số âm, biên độ sóng âm, các thành phần cấu tạo nên âm (sắc thái, âm thanh).

+ Nhạc âm là sóng tổng hợp của nhiều sóng âm được phát cùng một lúc có tần số f , $2f$, $3f$, $4f$, ... và biên độ tương ứng A_1 , A_2 , A_3 , A_4 ... khác nhau.

Người ta gọi âm có tần số f là họa âm cơ bản. Các âm có tần số $2f$, $3f$, $4f$... là các họa âm thứ 2, thứ 3, thứ 4 ... Họa âm nào có độ biên độ lớn nhất sẽ quyết định độ cao của âm phát ra.

+ Dao động âm tổng hợp có tính tuần hoàn, dạng càng phức tạp thì số họa âm càng nhiều, âm sắc càng phong phú. Cùng một âm sol do nhiều dụng cụ khác nhau phát ra sắc thái âm thanh mà ta nghe khác nhau (khô khốc, cứng, mềm, mượt mà, duyên dáng ...) là do số họa âm hoàn toàn khác nhau.

+ Mặc khác cùng một âm, số họa âm như nhau nhưng cường độ các họa âm khác nhau, âm sắc khác nhau.

+ Tóm lại : Âm sắc phụ thuộc số các họa âm và cường độ của các họa âm.

+ Chú ý : Các dao động âm tuần hoàn (có chu kỳ xác định) gọi là nhạc âm. Các âm không có T xác định gọi là tạp âm (tiếng động)

III. Độ to của âm

+ Độ to của âm là đặc trưng sinh lý của âm phụ thuộc vào đặc trưng vật lý của âm là cường độ âm và tần số âm.

+ Cường độ âm I là năng lượng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm trong một đơn vị thời gian.

Đơn vị của I là W/m^2

+ Mức cường độ âm L là $L = 10 \lg \frac{I}{I_0}$

Trong đó I : cường độ âm

I_0 : cường độ âm chuẩn

$L = B$ (ben)

Nếu L đo bằng dB thì

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$

+ Ngưỡng nghe : âm có cường độ bé nhất tai còn có cảm giác nghe được. (Do máy thu âm là tai nên ngưỡng nghe còn phụ thuộc tần số). Ví dụ cùng $I = 10^{-7} W/m^2$ tai nghe khá rõ âm $f = 1000Hz$, nghe không rõ âm $f = 50Hz$.

+ Ngưỡng đau : các âm có $I > 10W/m^2$, tai nghe âm có cảm giác đau đớn nhức nhối hoặc ù tai không nghe gì với mọi tần số, ngưỡng đau này còn phụ thuộc tần số.

+ Miền nghe được (trong vùng I từ ngưỡng nghe đến ngưỡng đau) miền tai nghe được. Miền này rộng hẹp tùy thuộc tần số. Tai ta thính nhất chỉ ở một vùng nhất định.

Câu 23

Nêu các định nghĩa : Sóng cơ học, sóng dọc, sóng ngang, các sóng kết hợp, sự giao thoa của các sóng, sóng dừng, chu kỳ của sóng, tần số của sóng, bước sóng, vận tốc truyền sóng, biên độ sóng.

Lời giải

1. Sóng cơ học

Sóng cơ học là những dao động đàn hồi lan truyền trong môi trường vật chất theo thời gian.

2. Sóng dọc

Sóng dọc là sóng có các phần tử môi trường dao động dọc theo phương truyền sóng.

3. Sóng ngang

Sóng ngang là sóng có các phần tử môi trường dao động vuông góc với phương truyền sóng.

4. Sóng kết hợp

Sóng kết hợp là các sóng tạo ra bởi các nguồn kết hợp, tức là các nguồn dao động có cùng tần số và có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

5. Sự giao thoa của các sóng

Sự giao thoa của các sóng là sự tổng hợp của hai hay nhiều sóng kết hợp trong không gian, trong đó có những điểm xác định với biên độ tổng hợp được tăng cường hoặc bị yếu hẳn đi.

6. Sóng dừng

Sóng dừng là sự giao thoa của hai sóng tới và sóng phản xạ cùng trên phương truyền sóng và tạo nên các nút (có biên độ dao động tổng hợp bằng 0) và các bụng (có biên độ dao động tổng hợp cực đại) ở các vị trí xác định.

7. Chu kỳ của sóng

Chu kỳ của sóng là chu kỳ dao động chung của các phần tử vật chất có sóng truyền qua và bằng chu kỳ của nguồn phát sóng.

8. Tần số của sóng

Tần số của sóng là đại lượng nghịch đảo của chu kỳ của sóng.

9. Bước sóng

+ Định nghĩa 1 : Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất dao động cùng pha.

+ Định nghĩa 2 : Bước sóng là quãng đường mà sóng lan truyền trong một chu kỳ.

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

10. Vận tốc truyền sóng

Vận tốc truyền sóng v là vận tốc truyền pha của dao động.

11. Biên độ sóng

Biên độ sóng tại một điểm là biên độ dao động của các phần tử vật chất tại điểm đó khi có sóng đi qua.

Câu 24

a/ Định nghĩa hai sóng kết hợp. Định nghĩa và cho ví dụ về hiện tượng giao thoa của hai sóng kết hợp

b/ Biết rằng một sóng dừng là kết quả của sự giao thoa giữa một sóng tới xác định bởi :

$$x_1 = a_0 \sin \left(\omega t - \frac{2\pi y}{\lambda} \right)$$

và một sóng phản xạ xác định bởi

$$x_2 = -a_0 \sin \left(\omega t + \frac{2\pi y}{\lambda} \right)$$

Trong đó x_1 , x_2 là ly độ tại một điểm trên phương truyền sóng cách nguồn một khoảng y ; a_0 và ω là biên độ và tần số góc dao động của sóng; λ là bước sóng. Hãy thiết lập biểu thức xác định sự phụ thuộc của biên độ dao động tổng hợp $x = x_1 + x_2$ vào khoảng cách y . Từ đó suy ra mối quan hệ giữa λ và khoảng cách giữa hai bụng và hai nút gần nhau nhất, đồng thời giải thích tại sao sóng tổng hợp có tên là sóng dừng.

Lời giải

I. Giao thoa

1. Định nghĩa hai sóng kết hợp

+ Hai sóng kết hợp là hai sóng sinh ra từ hai nguồn kết hợp. Hai nguồn kết hợp là hai nguồn có cùng tần số, có hiệu số pha không đổi theo thời gian.

+ Tính chất quan trọng nhất của hai sóng kết hợp là có thể "giao thoa" được với nhau.

2. Giao thoa của hai sóng kết hợp

+ Định nghĩa : Giao thoa của hai sóng kết hợp là sự tổng hợp của hai sóng này, kết quả là trong không gian có các điểm xác định có biên độ dao động tổng hợp cực đại hoặc bằng 0.

+ Ví dụ : Thí nghiệm giao thoa trên mặt nước, trình bày như câu 19, I, 1

II. Sóng dừng

+ Hai sóng kết hợp :

$$x_1 = a_0 \sin\left(\omega t - \frac{2\pi y}{\lambda}\right) \quad (1)$$

$$x_2 = -a_0 \sin\left(\omega t + \frac{2\pi y}{\lambda}\right) \quad (2)$$

Hai dao động này cùng biên độ, cùng tần số, cùng phương.

+ Sử dụng phương pháp cộng ly độ và biến đổi lượng giác ta có dao động tổng hợp x :

$$\begin{aligned} x &= x_1 + x_2 = a_0 \left[\sin\left(\omega t - \frac{2\pi y}{\lambda}\right) - \sin\left(\omega t + \frac{2\pi y}{\lambda}\right) \right] = \\ &= 2a_0 \cos(\omega t) \sin\left[\left(-\frac{2\pi y}{\lambda} - \frac{2\pi y}{\lambda}\right) / 2\right] = \\ &= -2a_0 \sin\left(\frac{2\pi y}{\lambda}\right) \cos(\omega t) = \end{aligned}$$

$$= -2a_0 \sin\left(\frac{2\pi y}{\lambda}\right) \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow$$

$$x = 2a_0 \sin\left(\frac{2\pi y}{\lambda}\right) \cdot \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \quad (3)$$

+ Biên độ của dao động tổng hợp :

$$A = \left| 2a_0 \sin \frac{2\pi y}{\lambda} \right| \quad (4)$$

+ Có bụng sóng khi $A_{\max} = 2a_0$, với $\left| \sin \frac{2\pi y}{\lambda} \right| = 1$

$$\text{Hay } \frac{2\pi y}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + k\pi, \text{ nên } y = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2} = (2k+1) \frac{\lambda}{4} \quad (5)$$

với $k = 0, 1, 2, 3 \dots$

+ Có nút sóng khi $A = 0$ với $\left| \sin \frac{2\pi y}{\lambda} \right| = 0$ hay

$$\frac{2\pi y}{\lambda} = k\pi, \text{ nên } y = k \frac{\lambda}{2} = 2k \frac{\lambda}{4} \quad (6)$$

+ Vị trí các bụng và các nút chỉ phụ thuộc vào khoảng cách y chứ không phụ thuộc vào thời gian. Trong biểu thức x , pha $\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ chỉ phụ thuộc vào thời gian mà không phụ thuộc vào khoảng cách y . Vậy mọi điểm trong môi trường đều dao động cùng pha, dao động tại chỗ (tựa hồ như không truyền đi). Hình ảnh của sóng dừng hoàn toàn ổn định. Do vậy ta gọi nó là sóng dừng (hay sóng đứng).

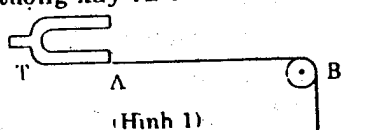
Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất là bụng sóng (hoặc nút sóng) là δ

$$\delta = \left((k+1) + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda}{2} - \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2}$$

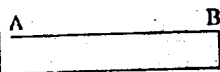
δ : chính là bề dài của một bó sóng hay một múi sóng.

Câu 25

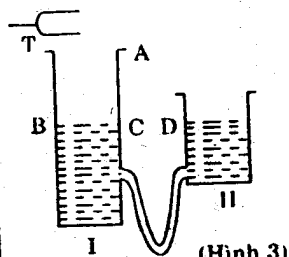
Phân biệt giữa giao thoa và sóng dừng ? Giải thích hiện tượng xảy ra ở các hình vẽ sau :



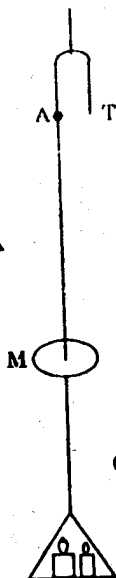
(Hình 1)



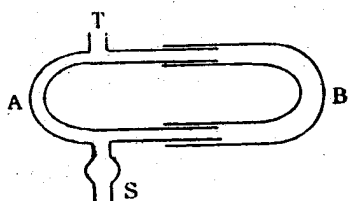
(Hình 2)



(Hình 3)



(Hình 4)



(Hình 5)

Lời giải

I. Phân biệt giao thoa và sóng dừng

1. Giống nhau

+ Chúng đều xảy ra với điều kiện chặt chẽ : giao thoa chỉ xảy ra với hai sóng kết hợp. Sóng dừng chỉ xảy ra với hai đoàn sóng tới và phản xạ kết hợp.

+ Chúng đều là sự chồng chất của hai hay nhiều sóng và kết quả là có nơi biên độ dao động tổng hợp mạnh hẳn lên hoặc yếu hẳn đi. Để dùng phương pháp cộng li độ để tìm dao động tổng hợp của hai sóng thành phần cùng phương, cùng tần số, cùng biên độ.

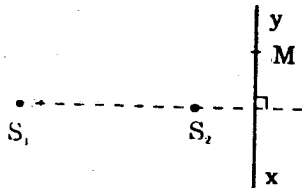
+ Chúng đều cho hình ảnh giao thoa hay sóng dừng ổn định

2. Khác nhau

+ Giao thoa xảy ra trong cả miền không gian, sóng dừng xảy ra chỉ trên một phương.

+ Sóng dừng xảy ra theo một phương cho cả sóng dọc lẫn sóng ngang. Còn giao thoa xảy ra cho sóng ngang ở mọi nơi, sóng dọc chỉ xảy ra theo một phương nối hai nguồn hoặc gần đúng cho lân cận với phương này.

Ví dụ giao thoa có được dọc theo S_1S_2 , đi theo xy có thể là không nhận được giao thoa đối với sóng dọc. Ví dụ ở điểm M xa phương S_1S_2 ; hai sóng dọc truyền đến sẽ có phương khác nhau.



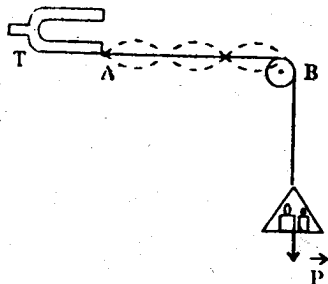
* Giao thoa xảy ra khi có hai sóng kết hợp (do hai nguồn kết hợp gây ra); sóng dừng thì chỉ có một nguồn sóng.

* Vì vậy điều kiện về S_1S_2 và l cũng khác nhau

II. Giải thích

1. Hình 1

* Thí nghiệm sóng dừng trên dây AB. Âm thoa T cố định, khi dao động với tần số cơ bản f , làm đầu A dao động điều hòa bé. Đầu B của dây coi là buộc chặt nhờ được giữ bởi $\vec{P}$



* Thay đổi $\vec{P}$, ta thay đổi lực căng dây làm cho vận tốc truyền sóng trên dây thỏa mãn điều kiện sóng dừng

$$v = \sqrt{\frac{P}{\mu}} \quad (\mu : \text{kg/m là mật độ dài của khối lượng})$$

khi đó điều kiện sóng dừng thỏa mãn

$$l = AB = \frac{v}{2f_k} \cdot k$$

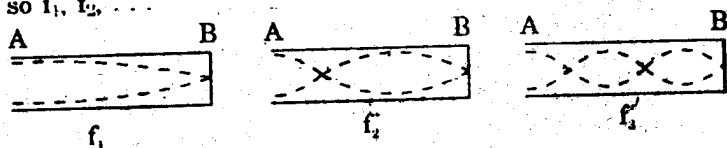
Trên dây sẽ có các bụng, nút và các bó sóng nhìn thấy được.

2. Hình (2)

* Giải thích như hình (1) với lỗ hở nhỏ M coi là nút như B.

3. Hình 2

- * Ống sáo, một đầu bịt chặt, một đầu hở.
- * Khi thổi với chiều dài AB thỏa mãn điều kiện có sóng dừng mà ta có sóng dừng trong cột khí AB trong ống A hở là một bụng, B là một nút, khi đó ta nghe âm phát ra to nhất do A là bụng.
- * Tùy số múi sóng của cột khí trong AB mà âm phát ra có tần số $f_1, f_2, \dots$



4. Hình 3

- * Là thí nghiệm sóng dừng trong cột khí từ A đến C ở bình I.
- * Âm thoa T dao động, sinh ra sóng âm từ A $\rightarrow$ C, sóng này phản xạ trên mặt nước BC và truyền về A.
- * Bằng cách nâng cao hay hạ thấp bình II, theo nguyên tắc bình thông nhau mực nước BC sẽ thay đổi. Lúc nào chiều dài cột khí AC thỏa mãn điều kiện sóng dừng thì A là một bụng và âm nghe to nhất.
- * Bằng cách nghe được âm to nhất liên tiếp, ta đo được λ của sóng âm, biết tần số f , ta tìm được v .

5. Hình 5

- * Cho âm thoa S dao động, âm sẽ truyền qua ống A và ống B tạo thành hai sóng âm theo hai đường khác nhau.
- * Khi đến T, hai sóng dao động cùng phương, sẽ có giao thoa nếu hiệu đường đi phù hợp thì âm ta nghe to nhất ở T.

Chương 3

ĐẠO ĐỘNG ĐIỆN

DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. Các vấn đề cơ bản

- * Cách sản ra dòng điện xoay chiều một pha, ba pha
- * Định luật Ôm cho các loại đoạn mạch
- * Công và công suất của dòng xoay chiều
- * Sử dụng dòng xoay chiều : động cơ điện
- * Chuyển tải dòng xoay chiều bằng máy biến thế

B. Các kiến thức cần dùng

- * Hiện tượng và định luật cảm ứng điện từ
- * Các kiến thức cơ lớp 10
- * Các phép biến đổi lượng giác thông thường
- * Phép tính đạo hàm
- * Biểu diễn vectơ quay

C. Các câu hỏi

Câu 26

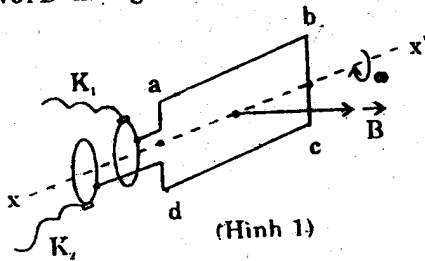
1. Nguyên tắc tạo ra dòng xoay chiều. Hiệu điện thế và cường độ của dòng xoay chiều?
2. Thế nào là cường độ hiệu dụng, hiệu điện thế hiệu dụng ? Vì sao đối với dòng xoay chiều người ta sử dụng các đại lượng này?

Lời giải

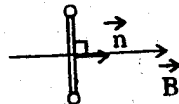
I. Nguyên tắc tạo ra dòng xoay chiều

- * Dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ.
- * Cho một khung dây kim loại $\overrightarrow{abcd}$ quay đều với $\omega = \text{const}$, trong một từ trường đều $\vec{B}$ vuông góc với trục quay của khung dây (xem hình 1)

* Tại $t = 0$, giả sử pháp tuyến dương $\vec{n}$ của mặt khung hợp với $\vec{B}$ một góc 0° ; từ thông của $\vec{B}$ qua khung dây abcd là

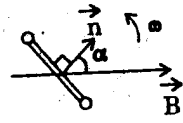


(Hình 1)



(Hình 2)

$t = 0$



(Hình 3)

t bất kỳ

$$\phi_0 = B.S.\cos(\vec{n}, \vec{B}) = BS\cos 0^\circ = BS \quad (1)$$

(Xem H.2)

* Sau khoảng thời gian t ; khung quay được một góc $\alpha = \omega t$; $\vec{n}$ cũng quay được một góc α , từ thông của $\vec{B}$ qua khung (xem H.3) là :

$$\phi = BS\cos(\vec{n}, \vec{B}) = BS\cos\alpha = BS\cos\omega t \quad (2)$$

* Như vậy khi khung quay đều, từ thông của từ trường qua khung biến thiên tuần hoàn theo thời gian. Theo định luật cảm ứng điện từ trong khung có một suất điện động cảm ứng e

$$e = -\frac{d\phi}{dt} = -BS\omega(-\sin\omega t) = BS\omega\sin\omega t \quad (3)$$

* Nếu khung abcd có n vòng dây thì suất điện động cảm ứng là

$$\varepsilon = nBS\omega\sin\omega t \quad (4)$$

gọi $\varepsilon_0 = nBS\omega$: biên độ của suất điện động cảm ứng
ta có $\varepsilon = \varepsilon_0\sin\omega t \quad (5)$

(5) chứng tỏ suất điện động cảm ứng trong khung là một đại lượng biến thiên điều hòa (biến đổi theo qui luật hình sin).

* Sử dụng suất điện động này bằng cách nối hai đầu a, d với hai vành khuyên kim loại đồng trục, cách điện nhau, có hai

thanh quét kim loại K_1, K_2 tỳ vào hai vành khuyên làm hai cực của máy nối K_1, K_2 với mạch ngoài bằng các ống dẫn.

II. Hiệu điện thế và cường độ của dòng điện xoay chiều

* Trong khung (máy) có $\varepsilon_0 = \varepsilon_0 \sin \omega t$ (5) nên nó gây ra ở mạch ngoài hiệu điện thế biến thiên điều hòa với tần số góc là ω

$$u = U_0 \sin(\omega t + \varphi) \quad (6)$$

u : hiệu điện thế tức thời U_0 : hiệu điện thế cực đại, φ là pha ban đầu của hiệu điện thế (tùy thuộc vào điều kiện ban đầu)

* Do u biến thiên điều hòa nên dòng điện trong mạch ngoài cũng biến thiên điều hòa:

$$i = I_0 \sin(\omega t + \varphi') \quad (7)$$

i, I : cường độ dòng tức thời và cực đại, φ' là pha ban đầu của dòng điện.

* Độ lệch pha $\Delta\varphi = \varphi' - \varphi$ tùy thuộc vào tính chất của mạch điện: Nếu $u = U_0 \sin \omega t$ (8); thì:

* Đoạn mạch chỉ có R thì $i = I_0 \sin \omega t$ (9)

* Nếu đoạn mạch chỉ có L thì $i = I_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ (10)

* Nếu đoạn mạch chỉ có C thì $i = I_0 \sin(\omega t + \pi/2)$ (11)

* Nếu đoạn mạch có cả R, L, C nối tiếp nhau, thì

$$i = I_0 \sin(\omega t - \varphi) \quad (12)$$

$$\text{và } \tan \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \quad (13)$$

III. Cường độ hiệu dụng và hiệu điện thế hiệu dụng

+ Dòng điện không đổi có hiệu ứng Jun - Lenxơ

$$Q = I^2 R t \quad (14)$$

+ Dòng điện xoay chiều: $i = I_0 \sin \omega t$ (14)

Do dòng đổi chiều và giá trị liên tục nên không có dụng cụ đo.

Nếu xác định i trong 1 T thì $\bar{i} = 0$.

+ Về nguyên tắc đo được I_0 nhưng do đại lượng này không có ý nghĩa thực tế. Ta chú ý đến đại lượng liên quan đến hiệu quả sử dụng dòng điện xoay chiều, đại lượng này không phụ thuộc chiều, đó là Q .

+ Tính toán lý thuyết và thực nghiệm chứng tỏ nhiệt lượng Q tỏa ra trên R trong t của dòng xoay chiều là :

$$Q = R \frac{I_0^2}{2} t = R \left(\frac{I_0}{\sqrt{2}} \right)^2 t \quad (15)$$

Nếu ta cho dòng điện không đổi I qua R trong t thì nhiệt lượng tỏa ra là: $Q = I^2 R t$ (16)

Hiệu quả sử dụng của hai dòng như nhau nên có thể so sánh

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \quad (17)$$

I xác định theo (17) của dòng xoay chiều gọi là cường độ hiệu dụng.

+ Định nghĩa

Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều bằng cường độ của dòng điện không đổi nếu cho chúng lần lượt qua cùng một điện trở hoạt động R , trong cùng thời gian t thì chúng làm tỏa ra nhiệt lượng như nhau.

+ Tương tự ta có U, E hiệu dụng biểu diễn qua U_0, E_0 cực đại

+ Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch: $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$ (18)

+ Suất điện động hiệu dụng của nguồn xoay chiều:

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} \quad (19)$$

IV. Lý do sử dụng I, U

+ Đối với dòng xoay chiều; i biến thiên nhanh nên khó theo dõi; $i \neq 0$ trong một T sự đổi chiều làm cho kim điện kế (đo dòng 1 chiều) đổi chiều rất nhanh đến mức do quán tính kim đứng yên.

+ Lúc sử dụng dòng xoay chiều, ta chỉ quan tâm đến hiệu quả của nó trong thời gian dài nên không cần quan tâm đến i, I_0 . Ta chỉ quan tâm đến cường độ hiệu dụng I do $Q = I^2 R t$ không phụ thuộc vào chiều dòng điện.

+ Dựa vào nguyên tắc này ta chế tạo ra các dụng cụ đo dòng xoay chiều không phụ thuộc chiều ví dụ : ampe kế nhiệt, vôn kế nhiệt ...

Câu 27

Trình bày định luật Ôm đối với đoạn mạch xoay chiều :

- * Chỉ có điện trở thuần
- * Chỉ có tụ điện
- * Có một điện trở thuần nối tiếp với tụ điện

Các dụng cụ có tụ điện nếu hoạt động liên tục thì tụ điện có nóng lâu không ?

Lời giải

I. Định luật Ôm cho đoạn mạch xoay chiều chỉ có điện trở hoạt động (R)

+ Cho mạch điện xoay chiều như hình vẽ. Giả sử giữa A và B có

$$u = U_{OR} \sin \omega t \quad (1)$$

+ Trong khoảng thời gian rất bé ta có

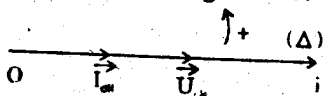
$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_{OR}}{R} \sin \omega t = I_{OR} \sin \omega t \quad (2)$$

$$\text{Với } I_{OR} = \frac{U_{OR}}{R} \quad (3)$$

+ Kết luận : Trong mạch xoay chiều chỉ có điện trở hoạt động, cường độ và hiệu điện thế tức thời cùng pha, cùng tần số.

+ Cách biểu diễn giản đồ vectơ :

Chọn trục gốc (trục pha Δ) là trục Oi ;



các u và i đặt tương ứng với các vectơ $\vec{I}_{OR}$ và $\vec{U}_{OR}$ biểu diễn ở thời điểm có pha ban đầu bằng 0; hai vectơ này cùng hướng.

+ Định luật Ôm : Vì R không làm lệch pha u và i nên định luật Ôm áp dụng được cho :

* Giá trị tức thời : $i = \frac{u}{R}$ (4)

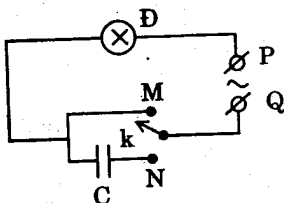
* Giá trị cực đại : $I_{OR} = \frac{U_{OR}}{R}$ (5)

* Giá trị hiệu dụng : $I_{OR} = I_R \sqrt{2}$, $U_{OR} = U_R \sqrt{2}$

nên $I_R = \frac{U_R}{R}$ (6)

II. Định luật Ôm cho đoạn mạch xoay chiều thuần dung kháng

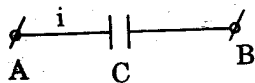
+ Quan hệ giữa u và i : cho mạch như hình bên. Giả sử $k = M$; đèn D sáng bình thường (mạch chỉ có R của đèn) khi chuyển k sang N ; đèn D vẫn sáng, chứng tỏ dòng xoay chiều qua được tụ điện, nhưng D sáng kém hơn mức bình thường.



Vậy tụ điện sinh ra một điện trở đối với dòng xoay chiều (gọi là dung kháng).

+ Nếu mạch xoay chiều chỉ có tụ và coi $R = 0$ (tụ chỉ có dung kháng)

A và B có : $u_C = U_{OC} \sin \omega t$ (7)



Vậy ở thời điểm t , tụ mang điện tích q .

$q = C u_C = C U_{OC} \sin \omega t$ (8)

+ Cường độ dòng qua mạch tính theo :

$i = \frac{dq}{dt} = C \omega U_{OC} \cos(\omega t) = C \omega U_{OC} \sin(\omega t + \pi/2)$ (9)

Gọi dung kháng là $Z = \frac{1}{\omega C}$ và $I_{OC} = C \omega U_{OC} = \frac{U_{OC}}{Z_C}$ (10)

$$\text{thì } i = I_{0C} \sin(\omega t + \pi/2) \quad (11)$$

+ Kết luận : Trong mạch xoay chiều thuần dung kháng hiệu điện thế tức thời ở hai đầu tụ muộn pha (trễ pha) so với dòng tức thời một góc $\pi/2$ (hay $\frac{1}{4}T$)

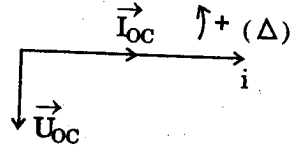
$$\text{Nếu } i = I_{0C} \sin \omega t \quad (12)$$

$$\text{Thì } u_C = U_{0C} \sin \omega t - \pi/2 \quad (13)$$

+ **Giản đồ vector**

Chọn trục gốc là Oi ; đặt tương ứng i và u_C (theo 12 và 13) bởi vector

$\vec{I}_{0C}$ và $\vec{U}_{0C}$ ở thời điểm $t = 0$.



+ Định luật Ôm chỉ áp dụng cho mạch xoay chiều thuần dung kháng.

$$* \text{ Cho giá trị cực đại : } I_{0C} = \frac{U_{0C}}{Z_C} \quad (14)$$

* Cho giá trị tức thời thì không được do i và u_C lệch pha

$$* \text{ Cho giá trị hiệu dụng } I_C = \frac{U_C}{Z_C} \quad (15)$$

Trong đó $Z_C = \frac{1}{\omega C}$ là dung kháng có đơn vị của điện trở (Ω)

Đối với dòng một chiều $\omega \rightarrow 0$ nên $Z_C \rightarrow \infty$, nghĩa là dòng một chiều không qua tụ.

Đối với dòng xoay chiều càng cao tần (ω càng lớn) thì Z_C càng bé nên dòng càng cao tần qua tụ càng dễ dàng.

III. Đoạn mạch xoay chiều có điện trở hoạt động nối tiếp với tụ điện thuần dung kháng

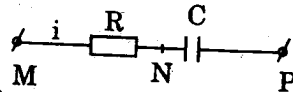
+ Giả sử dòng qua mạch là :

$$i = I_0 \sin \omega t \quad (16)$$

+ Hiệu điện thế hai đầu MN và NP là :

$$u_R = U_{0R} \sin \omega t \quad (17)$$

$$u_C = U_{0C} \sin(\omega t - \pi/2) \quad (18)$$



Trong đó : $U_{OR} = I_o R$

và $U_{OC} = I_o Z_C$

+ Hiệu điện thế giữa MP
(toàn mạch) là u

$$u = u_R + u_C$$

+ Biểu diễn giản đồ vector quay : $u_R \leftrightarrow \vec{U}_{OR}$

$$u_C \leftrightarrow \vec{U}_{OC}$$

$$u \leftrightarrow \vec{U}_o$$

Theo giản đồ thì : $\vec{U}_o = \vec{U}_{OR} + \vec{U}_{OC}$ và $\vec{U}_{OR} \perp \vec{U}_{OC}$

Nên : $u = U \sin(\omega t + \varphi)$ (21)

$$+ \text{ Vậy : } U_o = \sqrt{U_{OR}^2 + U_{OC}^2} = I_o \sqrt{R^2 + Z_C^2} \quad (22)$$

$$\text{Và : } \operatorname{tg} \varphi = \frac{-U_{OC}}{U_{OR}} = -\frac{I_o Z_C}{I_o R} = -\frac{Z_C}{R} = -\frac{1}{R\omega C} \quad (23)$$

+ Ta gọi tổng trở của mạch là $Z =$

$$Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad (24)$$

+ Kết luận : Đoạn mạch R nối tiếp với Z_C có hiệu điện thế biến đổi điều hòa theo (21) có cùng tần số của dòng điện nhưng chậm pha hơn dòng điện một góc $|\varphi|$

+ Định luật Ôm cho đoạn mạch này chỉ áp dụng cho :

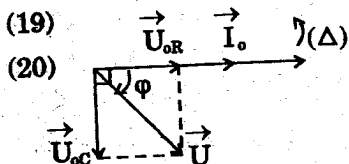
$$* \text{ Giá trị cực đại : } U_o = I_o \cdot Z \quad (25)$$

$$* \text{ Giá trị hiệu dụng : } U = I \cdot Z \quad (26)$$

Z tính theo (24)

IV. Tự có nóng không ?

+ Dung kháng là một loại điện trở làm cho dòng điện thay đổi, làm lệch pha giữa u và i nhưng không thay hiệu ứng Jun-Lenxơ (toả nhiệt Q) nên trên lý thuyết, hoạt động lâu tụ vẫn không nóng.



+ Trong thực tế, hoạt động lâu, tụ vẫn nóng lâu vì lớp điện môi giữa tụ không hoàn toàn cách điện mà có một điện trở nào đó nên tụ vẫn có "dò" điện nên vẫn có tỏa nhiệt $Q = I^2 R_t$.

Câu 28

Trình bày định luật Ôm đối với đoạn mạch xoay chiều :

- * Chỉ có điện trở thuần
- * Chỉ có cuộn dây thuần cảm kháng
- * Chỉ có một điện trở thuần nối tiếp với cuộn dây thuần cảm kháng

Một đèn ống có chấn lưu ghi 220V - 50Hz mà dùng vào mạch xoay chiều 220V - 60Hz thì độ sáng của đèn thay đổi thế nào ?

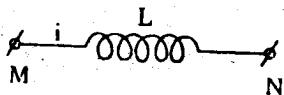
Lời giải

I. Chỉ có điện trở hoạt động (điện trở thuần)

Xin xem câu 27, phần I.

II. Chỉ có cuộn dây thuần cảm kháng

+ Giả sử dòng qua mạch là i tạo bởi u_L giữa hai đầu cuộn dây thuần cảm kháng : Dùng thí nghiệm như với tụ (xem mạch điện phần II câu 27) ta thấy độ tự cảm L tạo nên một điện trở gọi là cảm kháng Z_L .



+ Giả sử $i = I_m \sin \omega t$ (1)

+ Dòng điện qua cuộn dây biến thiên làm cho từ thông của từ trường cuộn dây qua chính nó biến thiên, trong cuộn dây xuất hiện một suất điện động tự cảm $\mathcal{E}_t$:

$$\mathcal{E}_t = -L \frac{di}{dt} = -\omega L I_m \cos(\omega t)$$

$$= -\omega L I_m \sin(\omega t + \pi/2) \quad (2)$$

+ Định luật Ôm tổng quát cho đoạn mạch chứa nguồn $\mathcal{E}_t$, với chú ý điện trở thuần của mạch bằng 0 thì

$$u_L + e = i(R + r) = 0 \rightarrow u_L \quad \text{hai đầu ống dây là :}$$

$$u_L = -e = \omega L I_0 \sin(\omega t + \pi/2) \quad (3)$$

+ Gọi $Z_L = \omega L$ là cảm kháng của cuộn dây, U_{OL} là suất điện động (hiệu điện thế) cực đại thì :

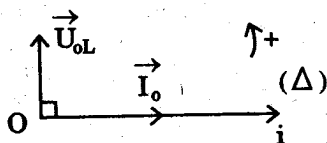
$$u_L = I_0 Z_L \sin(\omega t + \pi/2) = U_{OL} \sin(\omega t + \pi/2) \quad (4)$$

+ Kết luận

Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch chỉ thuần cảm kháng biến đổi điều hòa cùng tần số với dòng điện nhưng sớm pha (nhanh pha) hơn dòng điện một góc $\pi/2$ (hay $\frac{1}{4}T$)

+ Giản đồ vector

$$\begin{array}{l|l} i \leftrightarrow \vec{I}_0 & \text{Biểu diễn} \\ u_L \leftrightarrow \vec{U}_{OL} & \text{lúc } t = 0 \end{array}$$



+ Định luật Ôm chỉ áp dụng cho :

* Giá trị cực đại : $U_{OL} = I_0 Z_L$ (5)

* Giá trị hiệu dụng : $U_L = I Z_L$ (6)

* Không áp dụng cho giá trị tức thời vì u_L và i lệch pha nhau.

+ Cảm kháng $Z_L = \omega L$ (7)

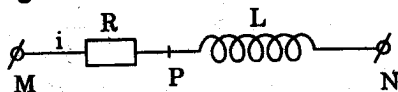
* Nó có đơn vị của một điện trở thường (Ω)

* Nếu là dòng một chiều $\omega \rightarrow 0$ thì $Z_L \rightarrow 0$, nghĩa là dòng một chiều qua cuộn dây dễ dàng. Dòng xoay chiều càng cao tần ($\omega \uparrow$) thì Z_L càng lớn, càng khó qua cuộn dây hơn.

III. Định luật Ôm cho đoạn mạch gồm điện trở thuần nối tiếp với cuộn dây thuần cảm kháng.

+ Giả sử mạch cho như hình

chọn $i = I_0 \sin \omega t$ (8)



+ Khi đó ta có giữa M và P, P và N có hiệu điện thế

$$u_R = U_{OR} \sin \omega t \quad (9) \quad \text{với } U_{OR} = I_0 R \quad (10)$$

$$u_L = U_{OL} \sin(\omega t + \pi/2) \quad (11) \text{ với } U_{OL} = I_o Z_L = I_o \omega L \quad (11)$$

* Đặt tương ứng : $u_R \leftrightarrow \vec{U}_{OR}$; $u_L \leftrightarrow \vec{U}_{OL}$

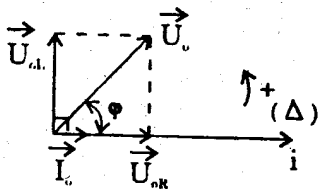
Và MN có hiệu điện thế u thì $u \leftrightarrow \vec{U}_o$, tại $t = 0$

với $u = u_R + u_L \quad (12)$

và $u = U_o \sin(\omega t + \varphi) \quad (13)$

+ Vẽ giản đồ vectơ như hình,

ta xác định:



* $\vec{U}_o = \vec{U}_{OR} + \vec{U}_{OL}$ và $\vec{U}_{OR} \perp \vec{U}_{OL}$ nên :

$$U_o = I_o \sqrt{R^2 + Z_L^2} = I_o \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} = I_o Z \quad (14)$$

Trong đó Z gọi là tổng trở của mạch với :

$$Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} \quad (15)$$

* Góc lệch pha giữa u và i qua :

$$\tan \varphi = \frac{U_{OL}}{U_{OR}} = \frac{I_o Z_L}{I_o R} = \frac{Z_L}{R} \quad (16)$$

* Kết luận

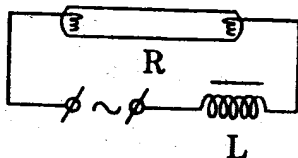
Hiệu điện thế toàn mạch biến đổi điều hòa với cùng tần số với dòng điện và sớm pha hơn dòng một góc φ .

* Định luật Ôm cho mạch đúng cho giá trị hiệu dụng và cực đại :

$$U = IZ \text{ và } U_o = I_o Z$$

IV. Ảnh hưởng của tần số dòng xoay chiều đến độ sáng

+ Biết rằng mạch đèn ống dùng dòng xoay chiều gồm đèn ống (coi là R thuần) nối tiếp với chấn lưu (coi thuần cảm kháng).



Tổng trở của mạch là

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} = \sqrt{R^2 + (2\pi f L)^2} \quad (17)$$

Lời giải

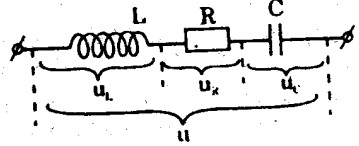
I. Thiết lập

+ Cho mạch điện như hình vẽ :

R : điện trở hoạt động

Ống dây thuần cảm kháng Z_L

Tụ điện thuần dung kháng Z_C



+ Đoạn mạch ngắn, ta coi i qua các yếu tố có cùng pha, như nhau

$$i = I_o \sin \omega t \quad (1)$$

$$\text{Với } u_R = U_{OR} \sin \omega t ; U_{OR} = I_o R \quad (2)$$

$$u_L = U_{OL} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) ; U_{OL} = I_o Z_L \quad (3)$$

$$u_C = U_{OC} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) ; U_{OC} = I_o Z_C \quad (4)$$

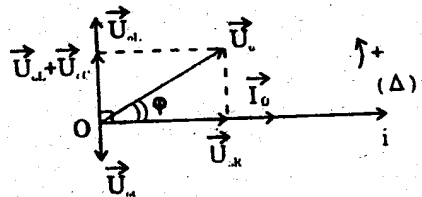
+ Vẽ giản đồ vectơ bằng cách đặt tương ứng

$$i \leftrightarrow \vec{I}_o$$

$$u_R \leftrightarrow \vec{U}_{OR}$$

$$u_L \leftrightarrow \vec{U}_{OL}$$

$$u_C \leftrightarrow \vec{U}_{OC}$$



tại $t = 0$

+ Hiệu điện thế toàn mạch :

$$u = u_R + u_L + u_C \quad (5)$$

nên đặt tương ứng $u \leftrightarrow \vec{U}_o$, với

$$u = U_o \sin(\omega t + \varphi) \quad (6)$$

+ Từ giản đồ vectơ ta có :

$$U_o^2 = U_{OR}^2 + (U_{OL} - U_{OC})^2 = I_o^2 [R^2 + (Z_L - Z_C)^2] \quad (7)$$

$$+ \text{ Ta gọi } Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad (8)$$

là tổng trở của mạch thì :

$$U_o = I_o Z \quad (9)$$

+ Pha ban đầu của hiệu điện thế toàn mạch u là φ tính qua :

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi &= \frac{U_{oL} - U_{oC}}{U_{oR}} = \frac{I_o Z_L - I_o Z_C}{I_o R} = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \\ &= \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \end{aligned} \quad (10)$$

+ Vậy : Hiệu điện thế toàn mạch xoay chiều có L, R, C nối tiếp cùng biến đổi điều hòa cùng tần số với dòng điện và lệch pha với dòng một góc φ tính theo (10) và có biên độ $U_o = I_o Z$ tính theo (9) và (8).

+ Định luật Ôm áp dụng cho mạch này cho các giá trị cực đại và hiệu dụng :

$$U_o = I_o Z, \quad U = IZ$$

$$\text{Với } Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

và không dùng được cho giá trị tức thời vì có lệch pha giữa u và i toàn mạch.

II. Các trường hợp của φ - Cộng hưởng điện

Từ giản đồ vectơ suy ra :

1. u sớm pha hơn i nếu : $\varphi > 0, \operatorname{tg} \varphi > 0$

Theo (10) thì $\omega L > \frac{1}{\omega C}$. Mạch có tính cảm kháng

2. u muộn pha (trễ pha) hơn i nếu : $\varphi < 0, \operatorname{tg} \varphi < 0$

Theo (10) lúc đó $\omega L < \frac{1}{\omega C}$. Mạch có tính dung kháng

3. u và i cùng pha (đồng pha) nếu $\varphi = 0, \operatorname{tg} \varphi = 0$

Theo (10) thì $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ hay $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ hay $\omega^2 LC = 1$

+ Do $\omega L \gg R$ nên theo $\tan \varphi = \frac{\omega L}{R} \rightarrow \infty$ và $\varphi \rightarrow \frac{\pi}{2}$ (u và i vuông pha) khi đó :

$$\text{nếu } i = I_0 \sin(\omega t) \text{ thì } u_L = U_{OL} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$U_{OL} = I_0 Z_L$$

* Giải thích : với dòng xoay chiều, i qua cuộn dây biến thiên. Theo định luật cảm ứng điện từ, trong cuộn dây sẽ có suất điện động tự cảm $\mathcal{E}_{tc}$

$$\mathcal{E}_{tc} = -L \frac{di}{dt}$$

Dùng định luật Ôm cho ống dây : $u + \mathcal{E}_{tc} = Ri$

$$\text{Với } R = 0 \rightarrow u = -\mathcal{E}_{tc} = L \frac{di}{dt}$$

Nếu $R \neq 0$ mà dây để thẳng thì $L = 0$ và $\mathcal{E}_{tc} = 0$, $Z_L = 0$ và $u = Ri$

III. Ảnh hưởng của tụ C

* Với mạch một chiều : tụ điện được nguồn một chiều tích điện, sau đó dòng một chiều không qua tụ.

* Với dòng xoay chiều : C gây ra ba tác dụng :

+ Dòng xoay chiều qua được tụ điện (do sự dao động điều hòa của các electron)

+ Cản trở dòng xoay chiều như là một điện trở $Z_C = \frac{1}{\omega C}$

+ Gây ra sự lệch pha giữa u và i

* Giải thích :

+ Với dòng một chiều, điện môi giữa hai bản tụ có $R = \infty$ nên các điện tích không qua được điện môi.

+ Với dòng xoay chiều : Do điện trường giữa hai bản tụ biến thiên điều hòa, điện trường trong dây nối cũng vậy, nên tụ điện

+ Ta gọi $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$ (8)

là tổng trở của mạch thì :

$$U_o = I_o Z \quad (9)$$

+ Pha ban đầu của hiệu điện thế toàn mạch u là φ tính qua :

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi &= \frac{U_{oL} - U_{oC}}{U_{oR}} = \frac{I_o Z_L - I_o Z_C}{I_o R} = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \\ &= \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \end{aligned} \quad (10)$$

+ Vậy : Hiệu điện thế toàn mạch xoay chiều có L, R, C nối tiếp cũng biến đổi điều hòa cùng tần số với dòng điện và lệch pha với dòng một góc φ tính theo (10) và có biên độ $U_o = I_o Z$ tính theo (9) và (8).

+ Định luật Ôm áp dụng cho mạch này cho các giá trị cực đại và hiệu dụng :

$$U_o = I_o Z, \quad U = IZ$$

Với $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$

và không dùng được cho giá trị tức thời vì có lệch pha giữa u và i toàn mạch.

II. Các trường hợp của φ - Cộng hưởng điện

Từ giản đồ vectơ suy ra :

1. u sớm pha hơn i nếu : $\varphi > 0, \operatorname{tg} \varphi > 0$

Theo (10) thì $\omega L > \frac{1}{\omega C}$. Mạch có tính cảm kháng

2. u muộn pha (trễ pha) hơn i nếu : $\varphi < 0, \operatorname{tg} \varphi < 0$

Theo (10) lúc đó $\omega L < \frac{1}{\omega C}$. Mạch có tính dung kháng

3. u và i cùng pha (đồng pha) nếu $\varphi = 0, \operatorname{tg} \varphi = 0$

Theo (10) thì $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ hay $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ hay $\omega^2 LC = 1$

+ Do $\omega L \gg R$ nên theo $\tan \varphi = \frac{\omega L}{R} \rightarrow \infty$ và $\varphi \rightarrow \frac{\pi}{2}$ (u và i vuông pha) khi đó :

$$\text{nếu } i = I_0 \sin(\omega t) \text{ thì } u_L = U_{OL} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$U_{OL} = I_0 Z_L$$

* Giải thích : với dòng xoay chiều, i qua cuộn dây biến thiên. Theo định luật cảm ứng điện từ, trong cuộn dây sẽ có suất điện động tự cảm $\mathcal{E}_{tc}$

$$\mathcal{E}_{tc} = -L \frac{di}{dt}$$

Dùng định luật Ôm cho ống dây : $u + \mathcal{E}_{tc} = Ri$

$$\text{Với } R = 0 \rightarrow u = -\mathcal{E}_{tc} = L \frac{di}{dt}$$

Nếu $R \neq 0$ mà dây để thẳng thì $L = 0$ và $\mathcal{E}_{tc} = 0$, $Z_L = 0$ và $u = Ri$

III. Ảnh hưởng của tụ C

* Với mạch một chiều : tụ điện được nguồn một chiều tích điện, sau đó dòng một chiều không qua tụ.

* Với dòng xoay chiều : C gây ra ba tác dụng :

+ Dòng xoay chiều qua được tụ điện (do sự dao động điều hòa của các electron)

+ Cản trở dòng xoay chiều như là một điện trở $Z_C = \frac{1}{\omega C}$

+ Gây ra sự lệch pha giữa u và i

* Giải thích :

+ Với dòng một chiều, điện môi giữa hai bản tụ có $R = \infty$ nên các điện tích không qua được điện môi.

+ Với dòng xoay chiều : Do điện trường giữa hai bản tụ biến thiên điều hòa, điện trường trong dây nối cũng vậy, nên tụ điện

$$+ \text{ Ta gọi } Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad (8)$$

là tổng trở của mạch thì :

$$U_o = I_o Z \quad (9)$$

+ Pha ban đầu của hiệu điện thế toàn mạch u là φ tính qua :

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi &= \frac{U_{OL} - U_{OC}}{U_{OR}} = \frac{I_o Z_L - I_o Z_C}{I_o R} = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \\ &= \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \quad (10) \end{aligned}$$

+ Vậy : Hiệu điện thế toàn mạch xoay chiều có L, R, C nối tiếp cùng biến đổi điều hòa cùng tần số với dòng điện và lệch pha với dòng một góc φ tính theo (10) và có biên độ $U_o = I_o Z$ tính theo (9) và (8).

+ Định luật Ôm áp dụng cho mạch này cho các giá trị cực đại và hiệu dụng :

$$U_o = I_o Z, \quad U = IZ$$

$$\text{Với } Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

và không dùng được cho giá trị tức thời vì có lệch pha giữa u và i toàn mạch.

II. Các trường hợp của φ - Cộng hưởng điện

Từ giản đồ vectơ suy ra :

1. u sớm pha hơn i nếu : $\varphi > 0, \operatorname{tg} \varphi > 0$.

Theo (10) thì $\omega L > \frac{1}{\omega C}$. Mạch có tính cảm kháng

2. u muộn pha (trễ pha) hơn i nếu : $\varphi < 0, \operatorname{tg} \varphi < 0$

Theo (10) lúc đó $\omega L < \frac{1}{\omega C}$. Mạch có tính dung kháng

3. u và i cùng pha (đồng pha) nếu $\varphi = 0, \operatorname{tg} \varphi = 0$

Theo (10) thì $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ hay $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ hay $\omega^2 LC = 1$

$$* \omega L = \frac{1}{\omega C} \text{ nên } Z_{\min} = R$$

$$* \text{ Do } U = \text{const}, Z_{\min} = R \text{ nên } I_{\max} = \frac{U}{Z_{\min}} = \frac{U}{R} \quad (11)$$

Ta có hiện tượng cộng hưởng điện cho mạch R, L, C nối tiếp; u và i cùng pha.

* Ý nghĩa của hiện tượng cộng hưởng là ở chỗ $Z_L = Z_C$ nên $U_{OL} = I_{0 \max} Z_L = U_{OC} = I_{0 \max} Z_C$. Với $U_0 = I_{0 \max} R = U_{OR}$. Có thể chọn Z_L và Z_C sao cho $U_{OL} = U_{OC} \gg U_0 = U_{OR}$. Vì vậy dù có cộng hưởng, $I_{\max}$ người ta vẫn không gọi là cộng hưởng dòng; mà vì với một hiệu điện thế toàn mạch nhất định ta có thể lấy ra hai đầu L hoặc C một hiệu điện thế lớn gấp nhiều lần hiệu điện thế toàn mạch; và do vậy ta gọi là cộng hưởng thế.

Lúc có cộng hưởng thế, mạch mang tính thuần điện trở hoạt động.

Câu 31

1/ Trình bày phương pháp vectơ quay và sử dụng nó để tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số.

2/ Áp dụng nó để lập biểu thức định luật Ôm trong đoạn mạch R, L, C nối tiếp có dòng xoay chiều.

Lời giải

1/ Xem câu 9, II, III

2/ Xem câu 30, I

Câu 32

Nêu và giải thích ảnh hưởng của R, L, C trong mạch điện không đổi và trong mạch điện xoay chiều.

Lời giải

I. Ảnh hưởng của R

* Với mạch một chiều, R là yếu tố đặc trưng cho sự cản trở dòng điện của môi trường dẫn điện. Vì vậy R gây ra hiệu ứng Jun - Lenxơ $Q = I^2 R t$.

* Đối với mạch xoay chiều

$$i = I_0 \sin \omega t$$

$$u = U_{0R} \sin \omega t ; U_{0R} = I_0 R$$

R cũng đặc trưng cho sự cản trở dòng xoay chiều, cũng gây tỏa nhiệt $Q = I^2 R t$ (I : cường độ hiệu dụng) và không gây nên sự lệch pha giữa u và i

* Cả hai đều có cùng một ý nghĩa, không phụ thuộc chiều không phụ thuộc ω , U_0 và chỉ phụ thuộc hình dáng kích thước, bản chất của vật dẫn ($R = \rho \frac{l}{s}$)

* Giải thích :

+ Cả hai dòng điện đều là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện tự do.

+ Cả hai đều có nguyên nhân gây ra điện trở như nhau đó là: Sự va chạm của các electron (kim loại) với các ion dương của mạng tinh thể kim loại.

II. Ảnh hưởng của cuộn cảm L

Giả sử cuộn dây có R, L (coi R, L nối tiếp)

* Với dòng một chiều : Dù dây thẳng hay cuốn thành ống, $R = \rho \frac{l}{s} = \text{const}$ và nó gây ra tỏa nhiệt, vì $\omega \rightarrow 0$ nên $Z_L = 0$

* Với dòng xoay chiều :

+ Ngoài R ; do $\omega \neq 0$ nên có thêm Z_L , nên gây ra hai tác dụng: tỏa nhiệt và làm lệch pha giữa u và i.

+ Thường $R \ll Z_L$ nên nếu dây thẳng mà cuốn thành ống thì điện trở của nó tăng lên nhiều lần.

+ Do $\omega L \gg R$ nên theo $\tan \varphi = \frac{\omega L}{R} \rightarrow \infty$ và $\varphi \rightarrow \frac{\pi}{2}$ (u và i vuông pha) khi đó :

$$\text{nếu } i = I_0 \sin(\omega t) \text{ thì } u_L = U_{0L} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$U_{0L} = I_0 Z_L$$

* Giải thích : với dòng xoay chiều, i qua cuộn dây biến thiên. Theo định luật cảm ứng điện từ, trong cuộn dây sẽ có suất điện động tự cảm $\mathcal{E}_{tc}$

$$\mathcal{E}_{tc} = -L \frac{di}{dt}$$

Dùng định luật Ôm cho ống dây : $u + \mathcal{E}_{tc} = Ri$

$$\text{Với } R = 0 \rightarrow u = -\mathcal{E}_{tc} = L \frac{di}{dt}$$

Nếu $R \neq 0$ mà dây để thẳng thì $L = 0$ và $\mathcal{E}_{tc} = 0$, $Z_L = 0$ và $u = Ri$

III. Ảnh hưởng của tụ C

* Với mạch một chiều : tụ điện được nguồn một chiều tích điện, sau đó dòng một chiều không qua tụ.

* Với dòng xoay chiều : C gây ra ba tác dụng :

+ Dòng xoay chiều qua được tụ điện (do sự dao động điều hòa của các electron)

+ Cản trở dòng xoay chiều như là một điện trở $Z_C = \frac{1}{\omega C}$

+ Gây ra sự lệch pha giữa u và i

* Giải thích :

+ Với dòng một chiều, điện môi giữa hai bản tụ có $R = \infty$ nên các điện tích không qua được điện môi.

+ Với dòng xoay chiều : Do điện trường giữa hai bản tụ biến thiên điều hòa, điện trường trong dây nối cũng vậy, nên tụ điện

lúc được tích điện rồi phóng điện một cách tuần hoàn tạo nên dòng xoay chiều.

Nếu $u = U_o \sin \omega t$, $q = CU_o \sin \omega t$

$$\text{thì } i = \frac{dq}{dt} = C\omega U_o \cos \omega t = \frac{U_o}{Z_C} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

Tụ có điện trở $Z_C = \frac{1}{\omega C}$ và làm cho i sớm pha hơn u một góc $\pi/2$.

Câu 33

Phân biệt các loại điện trở R , Z_L , Z_C .

Lời giải

1/ Giống

- * Ba điện trở có cùng thứ nguyên (đơn vị) của điện trở.
- * Cả ba đều gây tác dụng cản trở dòng điện và cùng tham gia vào tổng trở để tính i .

2/ Khác (Xin xem bảng sau)

Điện trở	Công thức	Đơn vị	Tính chất	Làm lệch pha	Định luật Ôm	Giản đồ vectơ
Điện trở hoạt động	$R = \rho \frac{l}{S}$	Ω	Điện trở không làm biến đổi thuận nghịch năng lượng (gây tỏa nhiệt Q)	Không làm lệch pha giữa u và i	$i = \frac{u}{R}$ $I = \frac{U}{R}$ $I_o = \frac{U_o}{R}$	

- * $P = UI\cos\varphi$ được chia làm hai phần :
- + $P_1 = I^2R$: do hiệu ứng tỏa nhiệt Jun - Lenxơ (vô ích) ; P_1 tỉ lệ với I^2 .
- + $P_2 = P - P_1$: phần để sinh công cơ học, phần này không đổi do yêu cầu dùng điện của máy.
- + Ta có $P = P_2 + I^2R = UI\cos\varphi$
- * Với U và P_2 không đổi mà $\cos\varphi$ bé thì phải tăng I , làm cho I^2R tăng (máy nóng hơn - vô ích). Lúc đó ta tăng $\cos\varphi$ và I giảm để máy đỡ nóng, tăng hiệu suất sử dụng.
- * Cách tăng $\cos\varphi$: Với động cơ điện $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$. Để tăng $\cos\varphi$ ta phải giảm Z . Nếu máy chỉ có cuộn dây thì $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2}$ sẽ lớn. Để giảm Z ta mắc thêm một tụ có C thích hợp để dung kháng và cảm kháng bù nhau, $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$ giảm.

Câu 35 :

1/ Trình bày công suất của dòng xoay chiều. Xét các trường hợp riêng :

- + Mạch chỉ có R
- + Mạch chỉ có Z_C
- + Mạch chỉ có Z_L
- + Mạch có R, Z_L, Z_C nối tiếp khi có cộng hưởng điện

2/ Nêu ý nghĩa của hệ số công suất.

Lời giải

Công suất

1/ Công suất của dòng xoay chiều

- + Xem câu 34, I
- + Hoặc dùng phương pháp sau

lúc được tích điện rồi phóng điện một cách tuần hoàn tạo nên dòng xoay chiều.

Nếu $u = U_0 \sin \omega t$, $q = CU_0 \sin \omega t$

thì $i = \frac{dq}{dt} = C\omega U_0 \cos \omega t = \frac{U_0}{Z_C} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$

Tụ có điện trở $Z_C = \frac{1}{\omega C}$ và làm cho i sớm pha hơn u một góc $\pi/2$.

Câu 33

Phân biệt các loại điện trở R , Z_L , Z_C

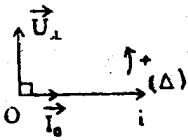
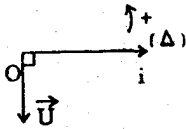
Lời giải

1/ Giống

- * Ba điện trở có cùng thứ nguyên (đơn vị) của điện trở.
- * Cả ba đều gây tác dụng cản trở dòng điện và cùng tham gia vào tổng trở để tính i .

2/ Khác (Xin xem bảng sau)

Điện trở	Công thức	Đơn vị	Tính chất	Làm lệch pha	Định luật Ôm	Giản đồ vectơ
Điện trở hoạt động	$R = \rho \frac{l}{s}$	Ω	Điện trở không làm biến đổi thuận nghịch năng lượng (gây tỏa nhiệt Q)	Không làm lệch pha giữa u và i	$i = \frac{u}{R}$ $I = \frac{U}{R}$ $I_0 = \frac{U_0}{R}$	The diagram shows two horizontal vectors, $\vec{U}$ and $\vec{i}$, both pointing to the right from an origin O. A small upward arrow with a plus sign is above $\vec{U}$, and a small downward arrow with a minus sign is below $\vec{i}$. The angle between them is marked as (Δ) and is equal to 0.

Cảm kháng	$Z_L = \omega L$	Ω	*Không gây tỏa nhiệt Q *Điện trở làm biến đổi thuận nghịch năng lượng	làm u sớm pha hơn i	$I = \frac{U}{Z_L}$ $I_0 = \frac{U_0}{Z_L}$	
dung kháng	$Z_C = \frac{1}{\omega C}$	Ω	*Không gây tỏa nhiệt Q *Điện trở làm biến đổi thuận nghịch năng lượng	làm u muộn pha hơn i	$I = \frac{U}{Z_C}$ $I_0 = \frac{U_0}{Z_C}$	

Chú thích

* Khi dòng xoay chiều qua R, do sự va chạm giữa các electron chuyển dời có hướng với các ion trong mạng tinh thể mà năng lượng của electron bị mất đi nhường cho các ion, các ion + dao động mạnh lên, nội năng của vật dẫn tăng. Năng lượng của dòng xoay chiều chuyển sang nội năng. Nội năng tăng gây tỏa nhiệt ra môi trường ngoài. Nhiệt lượng tỏa này mất đi mà không trả lại cho nguồn xoay chiều. Ta nói R không làm biến đổi thuận nghịch năng lượng.

* Đối với L hoặc C : Không có tỏa nhiệt vô ích. Năng lượng của dòng xoay chiều được tích lũy ở dạng năng lượng từ trường

$$W_L = \frac{LI^2}{2} \text{ hoặc năng lượng điện trường } W_C = \frac{1}{2} CU^2 \text{ ở } \frac{1}{2} T \text{ đầu.}$$

Toàn bộ năng lượng này ở $\frac{1}{2} T$ sau được trả lại nguyên vẹn cho

nguồn xoay chiều. Ta nói L hoặc C tạo nên Z_L hoặc Z_C là điện trở làm biến đổi thuận nghịch năng lượng.

Câu 34

1/ Trình bày công suất của dòng xoay chiều

2/ Vì sao khi chế tạo các dụng cụ tiêu thụ như quạt, tủ lạnh, động cơ ... người ta cố gắng nâng cao hệ số công suất.

Lời giải

I. Công suất của dòng xoay chiều

* Dòng điện một chiều; công suất $P = UI$

* Với dòng xoay chiều, công suất tức thời cũng được tính bằng $p = ui$

* Nếu đoạn mạch chỉ có R thì $P = UI$ (U, I : hiệu điện thế và cường độ dòng điện hiệu dụng)

* Nếu đoạn mạch có thêm các yếu tố Z_L, Z_C thì phép tính và thực nghiệm cho ta

$$P = kUI \quad (1)$$

Trong đó $k < 1$: là một hệ số tỉ lệ, hệ số công suất với

$$k = \cos\varphi = \frac{R}{Z} \quad (2)$$

Như vậy : Công suất của dòng xoay chiều là :

$$P = UI\cos\varphi \quad (3)$$

Công suất này tỉ lệ thuận với tích các hiệu điện thế hiệu dụng, cường độ dòng điện hiệu dụng, hệ số công suất $\cos\varphi$.

* $P = UI$: khi $\cos\varphi = 1$ là công suất cực đại, công suất toàn phần

* Tổng quát $0 < \cos\varphi \leq 1$ nên $0 < P = UI\cos\varphi \leq UI$

II. Việc nâng cao hệ số công suất

* Trong các loại máy dùng dòng xoay chiều có các cuộn dây, tụ điện ... $\cos\varphi < 1$. Người ta cố gắng để nâng cao P bằng cách nâng cao $\cos\varphi$.

- * $P = UI\cos\varphi$ được chia làm hai phần :
- + $P_1 = I^2R$: do hiệu ứng tỏa nhiệt Jun - Lenxơ (vô ích) ; P_1 tỉ lệ với I^2 .
- + $P_2 = P - P_1$: phần để sinh công cơ học, phần này không đổi do yêu cầu dùng điện của máy.
- + Ta có $P = P_2 + I^2R = UI\cos\varphi$
- * Với U và P_2 không đổi mà $\cos\varphi$ bé thì phải tăng I , làm cho I^2R tăng (máy nóng hơn - vô ích). Lúc đó ta tăng $\cos\varphi$ và I giảm để máy đỡ nóng, tăng hiệu suất sử dụng.

* Cách tăng $\cos\varphi$: Với động cơ điện $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$. Để tăng $\cos\varphi$ ta phải giảm Z . Nếu máy chỉ có cuộn dây thì $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2}$ sẽ lớn. Để giảm Z ta mắc thêm một tụ có C thích hợp để dung kháng và cảm kháng bù nhau, $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$ giảm.

Câu 35 :

1/ Trình bày công suất của dòng xoay chiều. Xét các trường hợp riêng :

- + Mạch chỉ có R
- + Mạch chỉ có Z_C
- + Mạch chỉ có Z_L
- + Mạch có R, Z_L, Z_C nối tiếp khi có cộng hưởng điện

2/ Nêu ý nghĩa của hệ số công suất.

Lời giải

Công suất

1/ Công suất của dòng xoay chiều

- + Xem câu 34, I
- + Hoặc dùng phương pháp sau

* Giả sử $i = I_o \sin \omega t$ (1)

$u = U_o \sin(\omega t + \varphi)$ (2)

* Công suất tức thời $p = ui$

$p = I_o U_o \sin(\omega t + \varphi) \sin \omega t$ (3)

* Dùng công thức biến đổi lượng giác ta có :

$p = \frac{1}{2} U_o I_o [\cos \varphi - \cos(2\omega t + \varphi)]$ (4)

* Công suất trung bình trong một chu kỳ $P = \overline{p}$ với chú ý

$\cos(2\omega t + \varphi) = 0$ trong một T nên :

$P = \overline{p} = \frac{1}{2} U_o I_o \cos \varphi = \frac{U_o}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_o}{\sqrt{2}} \cos \varphi = UI \cos \varphi$ (5).

2/ Mạch chỉ có R

* $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{R} = 1$ thì $P = UI$ đạt giá trị cực đại

* $P = UI$ gọi là công suất toàn phần

3/ Mạch chỉ có Z_C

* $Z_C = Z$; $\cos \varphi = \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) = 0$; $P = 0$. Tự điện không tiêu

hao năng lượng của dòng xoay chiều

* Z_C là điện trở biến đổi thuận nghịch năng lượng.

4/ mạch chỉ có Z_L

* $Z_L = Z$; $\cos \varphi = \cos\left(+\frac{\pi}{2}\right) = 0$; $P = 0$. Cuộn dây thuần cảm

kháng không tiêu hao năng lượng của dòng xoay chiều.

* Z_L là điện trở biến đổi thuận nghịch năng lượng.

5/ Mạch có Z_L , Z_C , R nối tiếp (khi có cộng hưởng điện)

* $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$; $0 < \cos \varphi = \frac{R}{Z} \leq 1$, đây là trường hợp

thường gặp $0 < P = UI \cos \varphi \leq UI$

* Công suất của dòng xoay chiều thường bé hơn công suất toàn phần.

3. Vai trò của độ lệch pha

+ Độ lệch pha trên tham gia vào việc tính công suất của dòng xoay chiều

$$P = UI \cos \varphi \quad (5)$$

và
$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} \quad (6)$$

+ Tùy theo mà hệ số công suất lớn hay bé, ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng dòng xoay chiều (xem câu 35, phần II).

Câu 37

Nêu phương pháp xác định u toàn mạch gồm nhiều cuộn dây, nhiều tụ, nhiều điện trở mắc nối tiếp có dòng điện xoay chiều đi qua.

Lời giải

I. Dùng phương pháp giản đồ véc tơ

+ Tìm các giá trị cực đại của các hiệu điện thế, khi biết

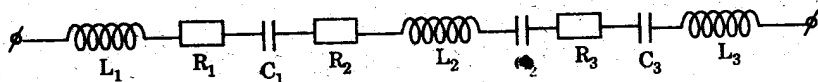
$$i = I \sin \omega t \quad (1)$$

theo định luật Ôm cho giá trị cực đại từng đoạn mạch.

+ Cho các u đặt tương ứng với các $\vec{U}_0$, đã biết pha ban đầu các φ , ta vẽ các vector tương ứng tại các thời điểm $t=0$. Theo quy tắc đa giác tìm được $|\vec{U}_0|$ và φ rồi đặt tương ứng ngược lại :

$$u = U_0 \sin(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

+ Ví dụ : cho mạch xoay chiều, vẽ giản đồ theo cách trên.



* Giả sử $i = I_o \sin \omega t$ (1)

$u = U_o \sin(\omega t + \varphi)$ (2)

* Công suất tức thời $p = ui$

$p = I_o U_o \sin(\omega t + \varphi) \sin \omega t$ (3)

* Dùng công thức biến đổi lượng giác ta có :

$p = \frac{1}{2} U_o I_o [\cos \varphi - \cos(2\omega t + \varphi)]$ (4)

* Công suất trung bình trong một chu kỳ $P = \bar{p}$ với chú ý

$\cos(2\omega t + \varphi) = 0$ trong một T nên :

$P = \bar{p} = \frac{1}{2} U_o I_o \cos \varphi = \frac{U_o}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_o}{\sqrt{2}} \cos \varphi = UI \cos \varphi$ (5).

2/ Mạch chỉ có R

* $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{R} = 1$ thì $P = UI$ đạt giá trị cực đại

* $P = UI$ gọi là công suất toàn phần

3/ Mạch chỉ có Z_C

* $Z_C = Z$; $\cos \varphi = \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) = 0$; $P = 0$. Tự điện không tiêu

hao năng lượng của dòng xoay chiều

* Z_C là điện trở biến đổi thuận nghịch năng lượng.

4/ mạch chỉ có Z_L

* $Z_L = Z$; $\cos \varphi = \cos\left(+\frac{\pi}{2}\right) = 0$; $P = 0$. Cuộn dây thuần cảm

kháng không tiêu hao năng lượng của dòng xoay chiều.

* Z_L là điện trở biến đổi thuận nghịch năng lượng.

5/ Mạch có Z_L, Z_C, R nối tiếp (khi có cộng hưởng điện)

* $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$; $0 < \cos \varphi = \frac{R}{Z} \leq 1$, đây là trường hợp

thường gặp $0 < P = UI \cos \varphi \leq UI$

* Công suất của dòng xoay chiều thường bé hơn công suất toàn phần.

* Khi có cộng hưởng điện $Z_L = Z_C$ và $Z = R$; $\cos\varphi = 1$ nên $P_{\max} = UI$

II. Ý nghĩa của hệ số công suất

* Như trên $P = UI\cos\varphi$. Khi hệ số công suất $\cos\varphi$ càng lớn thì công suất tiêu thụ điện càng lớn

* Chỉ khi $Z = R \rightarrow P_{\max} = UI$

Và khi $\varphi = \pm\pi/2 \rightarrow P = 0$. Dù dòng cung cấp công suất khá lớn (U, I khá lớn) nhưng đoạn mạch không tiêu thụ phần nào công suất đó, dòng điện không có hiệu quả có ích, trong khi vẫn có $Q = I^2Rt$ tỏa ra vô ích trên dây dẫn nhiệt.

* Gọi $P_1 = I^2R$: công suất vô ích

P_2 = công suất hữu ích (năng lượng dòng xoay chiều biến thành năng lượng có ích khác ví dụ cơ năng ...)

$P_2 = \text{const}$, P nhất định thì $I = \frac{P}{U\cos\varphi}$, $U = \text{const}$ nên khi $\cos\varphi$ bé thì I lớn làm cho $P_1 = I^2R$ lớn. Lúc đó nhiệt tỏa ra có thể làm cháy cuộn dây hoặc $U_{OC} = \frac{I_0}{\omega C}$ tăng nhanh có thể làm tụ bị đánh thủng.

* Tăng $\cos\varphi$ để I giảm, P_1 giảm và tránh hư hại mạch. Tăng $\cos\varphi$ làm hiệu quả dùng dòng xoay chiều tốt hơn, mạch an toàn hơn.

Câu 36

Cho biết cường độ dòng điện và hiệu điện thế trong mạch R, L, C nối tiếp: $i = I_0 \sin\omega t$

$$u = U_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

1/ Viết biểu thức tính φ ? Khi nào u sớm pha, cùng pha, trễ pha với i ?

2/ Vẽ đồ thị i và u khi $\varphi = \pi/4$

3/ Vai trò độ lệch pha φ trong việc dùng công suất của dòng xoay chiều.

Lời giải

1/ Biểu thức lệch pha giữa u và i

$$+ \Delta\varphi = (\omega t + \varphi) - \omega t = \varphi \quad (1)$$

$$\text{với } \varphi \text{ tính theo: } \operatorname{tg}\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{\omega L}{\frac{1}{\omega C}} \quad (3)$$

+ Khi $Z_L = Z_C$ hay $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ thì $\operatorname{tg}\varphi = 0$, $\varphi = 0$, ta có u và i cùng pha

+ Khi $Z_L > Z_C$ hay $\omega L > \frac{1}{\omega C}$ thì $\operatorname{tg}\varphi > 0$, $\varphi > 0$, ta có u sớm pha hơn i

+ Khi $Z_L < Z_C$ hay $\omega L < \frac{1}{\omega C}$ thì $\operatorname{tg}\varphi < 0$, $\varphi < 0$, ta có u muộn pha hơn i .

2/ Đồ thị của u và i khi $\varphi = \frac{\pi}{4}$

$$+ \text{Giả sử } i = I_0 \sin \omega t = I_0 \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (3)$$

$$\text{thì } u = U_0 \sin(\omega t + \pi/4) = U_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T} t + \frac{\pi}{4}\right) \quad (4)$$

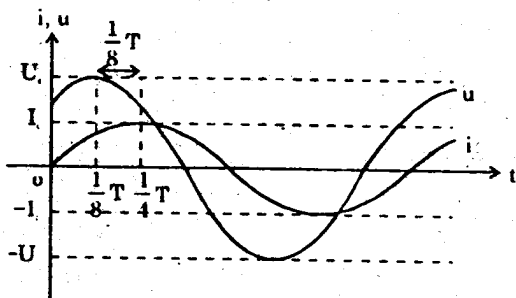
$$\text{Với } U_0 = I_0 Z$$

Nghĩa là u sớm pha hơn i một góc $\frac{\pi}{4}$ hay về thời gian $\frac{1}{8}T$.

+ Ta vẽ đồ thị của i là hàm sin có $\varphi = 0$ là đường hình sin qua gốc tọa độ O . Sau đó vẽ hàm u với đồ thị có U_0 đạt cực đại

trước i đạt cực đại $\frac{1}{8}T$.

+ Cũng có thể tìm giá trị của u và i tại các thời điểm $t = \frac{1}{8}T, \frac{1}{4}T, \dots$ rồi vẽ từng điểm



3. Vai trò của độ lệch pha

+ Độ lệch pha trên tham gia vào việc tính công suất của dòng xoay chiều

$$P = UI \cos \varphi \quad (5)$$

và
$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} \quad (6)$$

+ Tùy theo mà hệ số công suất lớn hay bé, ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng dòng xoay chiều (xem câu 35, phần II).

Câu 37

Nêu phương pháp xác định u toàn mạch gồm nhiều cuộn dây, nhiều tụ, nhiều điện trở mắc nối tiếp có dòng điện xoay chiều đi qua.

Lời giải

I. Dùng phương pháp giản đồ véc tơ

+ Tìm các giá trị cực đại của các hiệu điện thế, khi biết

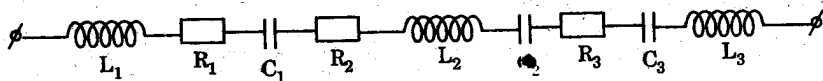
$$i = I \sin \omega t \quad (1)$$

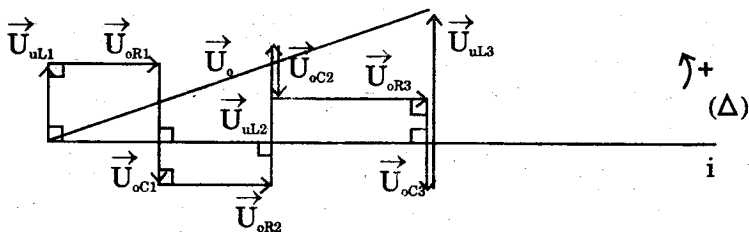
theo định luật Ôm cho giá trị cực đại từng đoạn mạch.

+ Cho các u đặt tương ứng với các $\vec{U}_0$, đã biết pha ban đầu các φ , ta vẽ các vectơ tương ứng tại các thời điểm $t=0$. Theo quy tắc đa giác tìm được $|\vec{U}_0|$ và φ rồi đặt tương ứng ngược lại :

$$u = U_0 \sin(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

+ Ví dụ : cho mạch xoay chiều, vẽ giản đồ theo cách trên.





+ Khi tính U_o dựa vào các hình chiếu của các vectơ (tính φ cũng vậy)

II. Phương pháp rút gọn mạch

+ Do $U_o = \sqrt{AB^2 + OB^2}$ nên

$$\begin{aligned} U_o^2 &= (U_{OR_1} + U_{OR_2} + U_{OR_3})^2 + (U_{OL_1} + U_{OL_2} + U_{OL_3} - U_{OC_1} - U_{OC_2} - U_{OC_3})^2 \\ &= I_o^2 (R_1 + R_2 + R_3)^2 + I_o^2 [(Z_{L_1} + Z_{L_2} + Z_{L_3}) - (Z_{C_1} + Z_{C_2} + Z_{C_3})]^2 \\ &= I_o^2 R^2 + I_o^2 (Z_L - Z)^2 = I_o^2 Z^2 \quad (3) \end{aligned}$$

+ (3) Cho phép ta hiểu

* $R = R_1 + R_2 + R_3$ là điện trở tương đương của mạch nối tiếp các điện trở hoạt động.

$$\begin{aligned} * Z_L &= \omega L = Z_{L_1} + Z_{L_2} + Z_{L_3} = \omega L_1 + \omega L_2 + \omega L_3 = \\ &= \omega (L_1 + L_2 + L_3) \end{aligned}$$

Với $L = L_1 + L_2 + L_3$ là độ tự cảm tương đương của mạch gồm các L_1, L_2, L_3 nối tiếp

$$* Z_C = Z_{C_1} + Z_{C_2} + Z_{C_3} \rightarrow \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2} + \frac{1}{\omega C_3}$$

$$\text{nên } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} ; C \text{ chính là điện dung tương}$$

đương của các tụ C_1, C_2, C_3 nối tiếp

* Như vậy ta rút gọn mạch trên về mạch R, L, C nối tiếp như giáo khoa cơ bản, tính Z.

Rồi tính $U_c = I_c Z$ và tính $\text{tg}\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$

Câu 38

1/ Trình bày nguyên tắc hoạt động và tìm suất điện động của máy phát điện xoay chiều một pha.

2/ Trình bày nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của máy phát điện xoay chiều 3 pha. Vì sao dòng xoay chiều lại được dùng rộng rãi trong thực tế.

Lời giải

I. Nguyên tắc hoạt động và tìm suất điện động của máy phát điện xoay chiều một pha

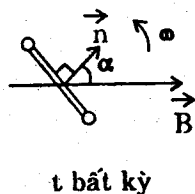
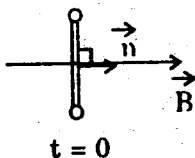
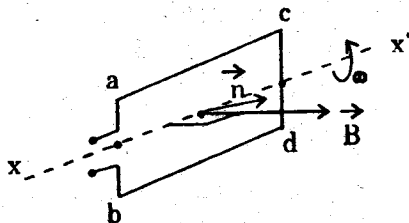
a/ Nguyên tắc hoạt động

+ Máy phát điện kiểu cảm ứng hoạt động nhờ hiện tượng cảm ứng điện từ.

+ Cho một khung dây hình chữ nhật, diện tích mặt khung là S có N vòng dây quay đều với $\omega = \text{const}$ quanh trục đối xứng xx' của khung. Khung đặt trong từ trường $\vec{B}$ đều có $\vec{B} \perp xx'$. Lúc đó từ thông qua khung biến thiên tuần hoàn nên theo định luật cảm ứng điện từ, trong khung có suất điện động cảm ứng xoay chiều

b/ Tìm suất điện động cảm ứng

+ Giả sử $t = 0$; $\vec{B} \perp$ mặt khung (vị trí trung hòa)



Từ thông của từ trường qua khung là

$$\phi_0 = NBS \cos(\vec{n}, \vec{B}) = NBS \cos 0^\circ = NBS \quad (1)$$

+ Sau thời gian t khung quay một góc $\alpha = \omega t$ thì $\vec{n}, \vec{B} = \alpha = \omega t$ và từ thông qua khung là

$$\phi = NBS \cos \alpha = NBS \cos \omega t = \phi_0 \cos \omega t \quad (2)$$

Nghĩa là khi khung quay đều, từ thông qua khung biến đổi điều hòa hình sin (cos)

+ Theo định luật cảm ứng điện từ; Trong khung có suất điện động cảm ứng ε_c .

$$\varepsilon_c = - \frac{d\phi}{dt} = - \frac{d}{dt} (\phi_0 \cos \omega t) = \phi_0 \omega \sin \omega t \quad (3)$$

Gọi $\varepsilon_c = \phi_0 \omega = NSB\omega$ là suất điện động cảm ứng cực đại, ta có :

$$\varepsilon_c = \varepsilon_m \sin \omega t \quad (4)$$

+ Hiệu điện thế ở hai đầu khung ab là u

$$u = \varepsilon_c = \varepsilon_m \sin \omega t \quad (5)$$

u biến đổi theo qui luật dạng sin (hiệu điện thế xoay chiều hình sin).

II. Máy phát điện xoay chiều ba pha

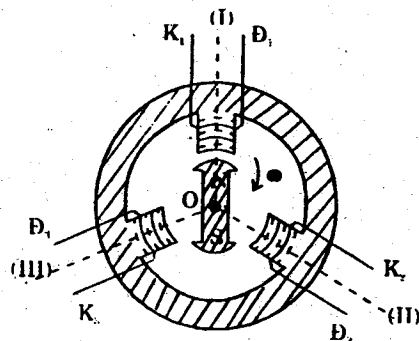
1. Cấu tạo

+ Stato : Gồm các lá sắt mỏng ghép cách điện để tránh dòng Foucault; nằm yên; trên có gắn ba cuộn dây giống hệt nhau đặt cách nhau 120° trên vòng tròn (phần ứng).

+ Rôto : là một nam châm vĩnh cửu hay là một nam châm điện được nuôi bằng dòng một chiều rôto là phần quay đều (phần cảm)

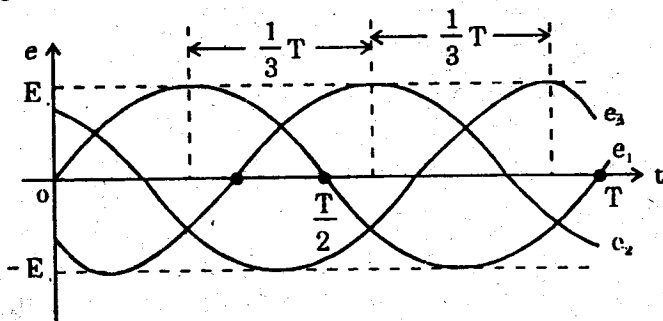
2. Hoạt động

+ Khi Rôto quay đều từ thông của nam châm gửi qua ba cuộn dây có tốc độ biến thiên từ thông như nhau, các cuộn dây giống hệt nhau nên trong ba cuộn dây có ba suất



điện dòng xoay chiều cùng tần số ω , cùng biên độ E_0 như nhau, nhưng lệch pha nhau 120° (hay $\frac{1}{3}T$)

* Thật vậy : Giả sử cực bắc N của nam châm đối diện với cuộn I (vị trí trung hòa), $\phi_{\max}$, $e_1 = 0$. Sau $\frac{1}{3}$ vòng quay ($\frac{1}{3}T$) nữa sự kiện này mới có ở cuộn II. Và sau $\frac{1}{3}T$ chu kỳ sau đó sự kiện này mới có ở cuộn III. Như vậy các suất điện động e_1, e_2, e_3 trong ba cuộn dây I, II, III không triệt tiêu (hay max) một lúc mà trước sau nhau $\frac{1}{3}T$ ($\frac{1}{3}$ vòng quay). Ta nói chúng lệch pha nhau $\frac{1}{3}T$ (xem đồ thị)



$$e_1 = E_0 \sin \omega t$$

$$e_2 = E_0 \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$e_3 = E_0 \sin \left(\omega t + \frac{4\pi}{3} \right)$$

III. Lí do sử dụng rộng rãi dòng xoay chiều

So với dòng một chiều, dòng xoay chiều có nhiều ưu điểm hơn.

* Sử dụng thực tế như thắp sáng, đun nấu, chạy quạt điện ... dòng xoay chiều cho kết quả tốt như dòng điện một chiều.

* Sản xuất dòng xoay chiều dễ sản xuất nhờ máy phát kiểu cảm ứng, đơn giản, ít tốn kém hơn dòng một chiều.

* Hao phí do tải dòng xoay chiều đi xa ít tốn kém hơn dòng một chiều vì có thể dùng máy biến thế để tăng thế khi tải và hạ thế khi sử dụng. Vì vậy việc phân phối điện dễ hơn.

* Khi cần biến dòng xoay chiều thành dòng một chiều cũng dễ dàng nhờ dùng cái chỉnh lưu

* Dòng xoay chiều dễ tăng giảm hiệu điện thế so với dòng một chiều (nhờ máy biến thế)

* Dòng xoay chiều có thể cung cấp một công suất lớn gấp nhiều lần dòng một chiều.

* Dòng xoay chiều có thêm ưu điểm nữa là : Nếu mắc dòng ba pha theo kiểu hình sao hay tam giác thì có thể tiết kiệm dây tải (kính tế hơn) và tạo từ trường quay dễ dàng cho động cơ điện ba pha hoạt động.

Câu 39

Dòng điện xoay chiều ba pha :

1/ Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của máy phát điện xoay chiều ba pha.

2/ Cách mắc mạch điện ba pha.

3/ Dòng ba pha có ưu điểm gì so với dòng một pha.

Lời giải

1/ Máy phát điện xoay chiều 3 pha

(Xem câu 38, phần II)

2/ Cách mắc mạch điện 3 pha

a/ Cách mắc hình sao : (人)

+ Nối đầu cuối của ba cuộn dây ở máy phát vào chung điểm và đưa đi bằng một dây (dây trung hòa)

+ Từ ba điểm đầu của ba cuộn dây ở máy phát lấy ra ba dây tải (dây pha 1, 2, 3)

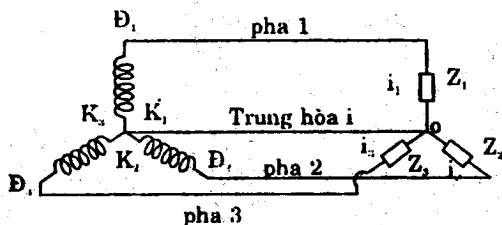
+ Nơi tiêu dùng mắc kiểu hình sao : mỗi tải Z_1, Z_2, Z_3 mắc một đầu vào một dây pha nào đó, đầu còn lại dùng chung dây trung hòa.

* Nếu tải mắc cân đối $Z_1 = Z_2 = Z_3$ thì biên độ ba dòng như nhau.

$$i_1 = I_m \sin \omega t$$

$$i_2 = I_m \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$i_3 = I_m \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)$$



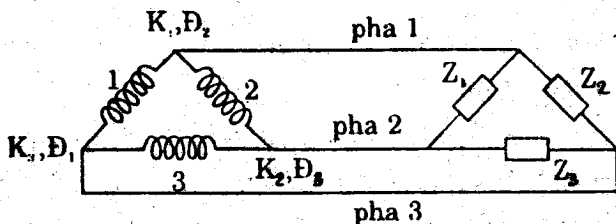
. Dòng điện qua dây trung hòa $i = i_1 + i_2 + i_3 = 0$. Lúc này không cần dây trung hòa.

* Thực ra nơi tiêu dùng không cân đối nên $i \neq 0$ và luôn luôn phải có dây trung hòa

* Điện dân dụng chỉ cần sử dụng một dây pha (dây nóng) và một dây trung hòa (dây nguội).

b/ Cách mắc tam giác (Δ)

* Điểm đầu cuộn một nối với điểm cuối cuộn 2 lấy ra một dây pha 1. Điểm đầu cuộn 2 nối với điểm cuối cuộn 3 lấy ra một dây pha 2. Điểm đầu cuộn 3 nối với điểm cuối cuộn 1 lấy ra một dây pha 3 (ở nơi máy phát). Nơi tiêu thụ cũng mắc theo kiểu tam giác. Mỗi tải dùng hai dây pha.



* Điều kiện $Z_1 = Z_2 = Z_3$ (như dùng chạy động cơ điện không đồng bộ 3 pha)

c/ Chú ý

* Có thể mắc tải Δ vào máy mắc Y và ngược lại

* Trong máy phát mắc Y ta gọi :

U_l (hiệu điện thế pha) : là hiệu điện thế giữa một dây pha và một dây trung hòa

U_l (hiệu điện thế dây) : là hiệu điện thế giữa hai dây pha nào đó.

Bằng cách sử dụng phương pháp biến đổi lượng giác hay phương pháp công vectơ ta tìm được

$$U_l = \sqrt{3} U_p$$

$$U_{AO} = U_{BO} = U_{CO} = U_l$$

$$U_{AB} = U_{AC} = U_{CB} = U_d$$

Ta có :

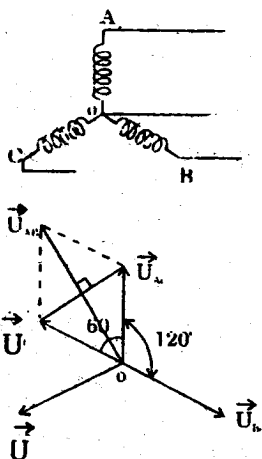
$$\vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AO} + \vec{U}_{OB} = \vec{U}_{AO} + (-\vec{U}_{BO})$$

Từ tổng vectơ ta có :

$$U_{AB} = 2 \cdot U_{AO} \cos 30^\circ = 2 U_{AO} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$U_{AB} = \sqrt{3} U_{AO}$$

$$\text{Vậy } U_d = \sqrt{3} U_l$$



3/ Ưu điểm của dòng ba pha so với dòng một pha

* Tiết kiệm được dây tải và giảm hao phí : tải ba dòng một pha (đáng ra phải sáu dây) thì chỉ cần bốn dây (mắc Y) hoặc ba dây (mắc Δ).

* Tạo được từ trường quay để dùng cho động cơ không đồng bộ ba pha, công suất lớn, dễ sản xuất, dễ đổi chiều quay.

* Với động cơ ba pha dùng dòng ba pha có thể mắc Y hay Δ theo yêu cầu về công suất lớn hay mômen quay lớn.

Câu 40

Trình bày :

- 1- Nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ.
- 2- Nguyên tắc cấu tạo của động cơ không đồng bộ ba pha.
- 3- Ưu điểm của động cơ không đồng bộ ba pha.

So sánh rôto và stato của máy dao điện ba pha và của động cơ không đồng bộ ba pha.

Lời giải

I. Nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ

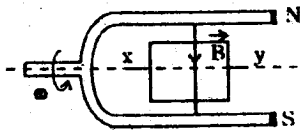
Nguyên tắc tổng quát là : dùng từ trường quay và hiện tượng cảm ứng điện từ.

a/ Tạo từ trường quay dùng cơ năng

+ Dùng cơ năng quay nam châm

NS ta có $\vec{B}$ đều trong nam châm quay

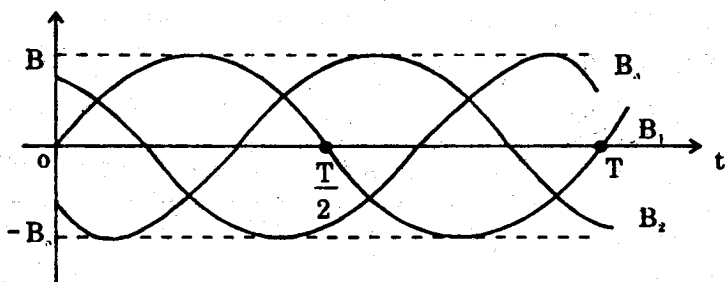
Trong từ trường đều này có một khung dây; khung dây sẽ quay theo từ trường quay nhưng với vận tốc bé hơn.



+ Giải thích : Khi nam châm quay, từ thông qua khung dây biến thiên tuần hoàn, trong khung dây có ϵ , tạo nên I_c . Khung dây có I_c trong từ trường sẽ chịu tác dụng ngẫu lực từ, sinh ra mômen quay làm khung quay. Nếu khung quay cùng vận tốc với nam châm thì từ thông không biến thiên, mô men quay mất, khung quay chậm lại do đó có mômen cản. Khi mômen quay bằng mômen cản thì khung quay đều nhưng với vận tốc bé hơn vận tốc của từ trường quay (không đồng bộ).

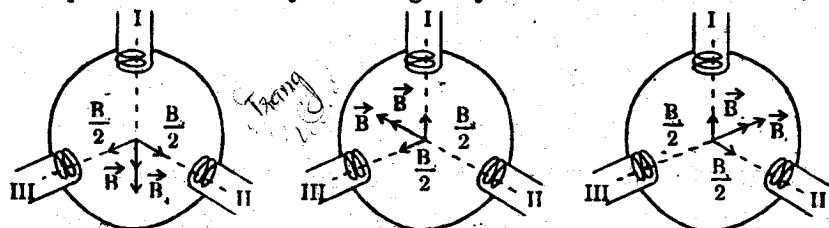
b/ Tạo từ trường quay dùng dòng ba pha

* Cho dòng ba pha vào ba cuộn dây như nhau đặt lệch 120° trên đường tròn. Ba cuộn này tạo nên ba từ trường ở tâm O biến thiên tuần hoàn cùng biên độ B_0 , cùng chu kỳ T nhưng lệch pha $\frac{1}{3}T$ (xem đồ thị)



* Giả sử tại thời điểm nào đó từ trường cuộn 1 cực đại và dương thì từ trường hai cuộn kia bằng nhau $\frac{B_0}{2}$ và âm, chúng hợp nhau 60° , từ trường tổng hợp là $B_q = 3/2 B_0$. Sau $\frac{1}{3}T$ sự kiện lặp lại với cuộn 2 có từ trường B_0 hai cuộn kia $-\frac{B_0}{2}$, $B_q = 3/2 B_0$.

Vậy từ trường tổng hợp luôn có giá trị $B_q = 3/2 B_0$ và $\vec{B}_q$ quay đều quanh O với chu kỳ của dòng xoay chiều (xem các hình sau)



II. Nguyên tắc cấu tạo của động cơ không đồng bộ ba pha

Nguyên tắc cấu tạo của động cơ : gồm hai phần chính

a/ Stato

+ Lõi Fe cố định gồm các lá Fe mỏng để tránh dòng Fucô, trên có gắn ba cuộn dây giống hệt nhau; đặt lệch nhau 120° để cho dòng ba pha đi vào, tạo nên từ trường quay ở tâm O

b/ Rôto

+ Là hình trụ bằng Fe đặt trong từ trường quay do stato gây ra.

* Để tăng mômen quay, giảm tỏa nhiệt vô ích, người ta làm kiểu rô to doán mạch.

c/ Hoạt động

* Khi mắc động cơ vào mạng điện ba pha, các cuộn dây của stato có thể mắc hình sao hoặc tam giác, từ trường quay làm quay Rôto sinh ra cơ năng.

* Để đổi chiều quay, chỉ cần đổi chỗ hai trong ba dây nối động cơ vào mạng điện ba pha.

III. Ưu điểm của động cơ không đồng bộ ba pha

- + Cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo
- + Sử dụng tiện lợi, không cần vành khuyên chổi quét nên rất bền.
- + Có thể thay đổi chiều quay dễ dàng.

IV. So sánh rôto và stato của máy phát điện xoay chiều ba pha và động cơ không đồng bộ ba pha.

+ Giống nhau : đều đứng yên, có ba cuộn dây giống hệt nhau đặt cách nhau 120° trên vòng tròn (stato).

+ Khác nhau : Rôto máy phát điện là một nam châm điện nuôi bằng dòng một chiều, rôto của động cơ là một hình trụ có tác dụng như cuộn dây quấn quanh lõi thép, ở đó tạo nên 1 cảm ứng để có mômen quay.

Câu 41

Máy biến thế.

- 1- Định nghĩa và cấu tạo (nguyên tắc cấu tạo).
- 2- Nguyên tắc hoạt động, sự biến đổi hiệu điện thế và cường độ dòng điện qua máy biến thế.
- 3 Công dụng của máy biến thế.

Lời giải

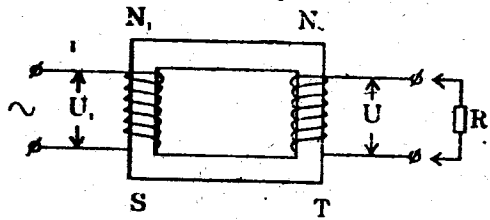
I. Định nghĩa và cấu tạo

+ Định nghĩa

Máy biến thế là một thiết bị để nâng cao hay hạ thấp hiệu điện thế của dòng xoay chiều (việc biến đổi dòng điện chỉ là hệ quả).

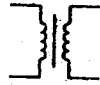
+ Cấu tạo

* Một khung hình chữ nhật hoặc tròn gồm nhiều lá thép mỏng ghép cách điện để tránh dòng Fucô.



Trên khung quấn hai cuộn dây : S cuộn sơ cấp có N_1 vòng nối với nguồn xoay chiều, T cuộn thứ cấp có N_2 vòng để nối với nơi tiêu dùng

* Kí hiệu trong mạch điện của máy biến thế (xem hình bên)



II. - Nguyên tắc hoạt động sự biến đổi của u và i

+ Nguyên tắc hoạt động

* Dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ

* Dòng i_1 biến thiên điều hòa làm cho từ trường của cuộn S biến thiên điều hòa. Lõi Fe nhiễm từ, có từ thông biến thiên tuần hoàn gửi qua cuộn T. Theo định luật cảm ứng điện từ, trong cuộn T xuất hiện một suất điện động cảm ứng xoay chiều và tạo nên dòng xoay chiều ở nơi tiêu thụ B

+ Sự biến đổi u và i

* i_1 biến thiên điều hòa, tần số ω làm cho từ thông của lõi thép gửi qua cuộn thứ, sơ có dạng

$$\phi = \phi_m \sin \omega t \quad (1)$$

* Trong cuộn sơ có suất điện động cảm ứng:

$$e_1 = N_1 e \quad (2)$$

Và trong cuộn thứ có : $e_2 = N_2 e \quad (3)$

Với e là suất điện động cảm ứng trong mỗi vòng dây :

$$e = -\frac{d\phi}{dt} = -\omega\phi_0 \cos\omega t \quad (4)$$

Từ (2) và (3) ta có :

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (5)$$

Vậy tỉ số các suất điện động cảm ứng trong hai cuộn sơ và thứ tỷ lệ thuận với số vòng dây của chúng.

* Với chế độ không có tải, thông thường các điện trở hoạt động có điện trở rất nhỏ.

Ở cuộn sơ cấp : $u_1 + e_1 = I_1 r_1 = 0 \rightarrow u_1 = -e_1 \quad (6)$

Ở cuộn thứ cấp hở : $u_2 + e_2 = 0 \rightarrow u_2 = -e_2 \quad (7)$

Kết hợp (6), (7) chú ý đến (5), ta có

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (8)$$

$$\frac{u_1}{u_2} = \text{const, vậy}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (9)$$

Tỉ số các hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn sơ và thứ tỉ lệ thuận với số vòng dây của chúng.

Nếu $U_1 > U_2$ (khi $N_1 > N_2$) : ta có máy hạ thế

Nếu $U_1 < U_2$ (khi $N_1 < N_2$) : ta có máy tăng thế.

* Với chế độ có tải : mạch thứ cấp kín, bỏ qua hao phí thì

$$\frac{u_1}{u_2} \approx \frac{I_2}{I_1} \quad (10)$$

(Do coi ở cuộn sơ và thứ $\cos\varphi \approx 1$; công suất $P_1 = P_2$ ở cuộn sơ và thứ)

Vậy khi tăng hiệu điện thế lên bao nhiêu lần thì dòng điện giảm đi bấy nhiêu lần.

+ **Chú ý:**

* Dòng sơ cấp và hiệu điện thế hai đầu cuộn thứ cấp có cùng tần số ω .

* Sự hao phí ở máy biến thế là do các yếu tố sau : các cuộn sơ cấp và thứ cấp đều có điện trở hoạt động gây tỏa nhiệt vô ích; Do dòng Phuocô không bị triệt tiêu hết; do năng lượng bức xạ sóng điện từ do mạch không hoàn toàn khép kín.

* Vì có hao phí, máy biến thế đều có hiệu suất bé hơn 1, tuy vậy máy vẫn có hiệu suất cao nhất (98 → 99,5%)

III. Công dụng của máy biến thế

+ Tạo nên U thích hợp cho từng công việc trong sinh hoạt, trong kĩ thuật điện và vô tuyến điện

+ Để truyền tải điện năng đi xa . Tăng thế trước khi tải điện và hạ thế ở nơi tiêu dùng.

Câu 42

1/ Trình bày nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của máy biến thế.

2/ Vai trò của máy biến thế trong việc tải điện năng đi xa và sử dụng điện.

Lời giải

I. Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của máy biến thế

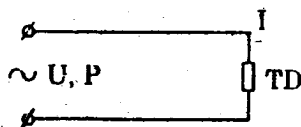
Xem câu 41, phần I,II

II. Vận tải điện năng đi xa

a/ Công suất hao phí trên dây tải điện

* Gọi P : công suất cần tải đi của nhà máy phát điện

U : Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu dây tải



$$I : \text{Cường độ dòng trên dây tải } I = \frac{P}{U}$$

R : Điện trở của dây tải (cả đi lẫn về); dạng

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (\rho : \text{điện trở suất dây tải, } S : \text{thiết diện dây tải, } l$$

chiều dài dây dẫn cả đi lẫn về)

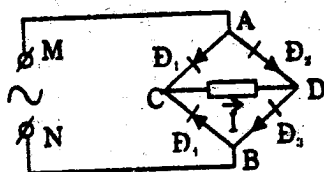
* Sơ đồ chỉnh lưu $\frac{1}{2}T$ như hình vẽ

* Giả sử trong $\frac{1}{2}T$ đầu A (+), B(-) thì $\varphi_p > \varphi_n$; Đ mở, dòng qua R từ M đến N. Trong $\frac{1}{2}T$ sau A (-), B(+) thì $\varphi_p < \varphi_n$, Đ ngắt mạch, dòng không qua R... Vậy dòng sau khi đã chỉnh lưu bị mất đi $\frac{1}{2}T$, $\frac{1}{2}T$ còn lại luôn có chiều từ M $\rightarrow$ N, biến đổi. Dòng sau chỉnh lưu là dòng một chiều, nhấp nháy, ngắt quãng (xem đồ thị)

b/ Chỉnh lưu cả hai nửa chu kỳ

* Sơ đồ chỉnh lưu như hình

* Trong $\frac{1}{2}T$ đầu M(+), N(-) thì Đ₁, Đ₃ mở mạch, dòng qua R từ C đến D. Trong $\frac{1}{2}T$ sau, M(-), N(+)

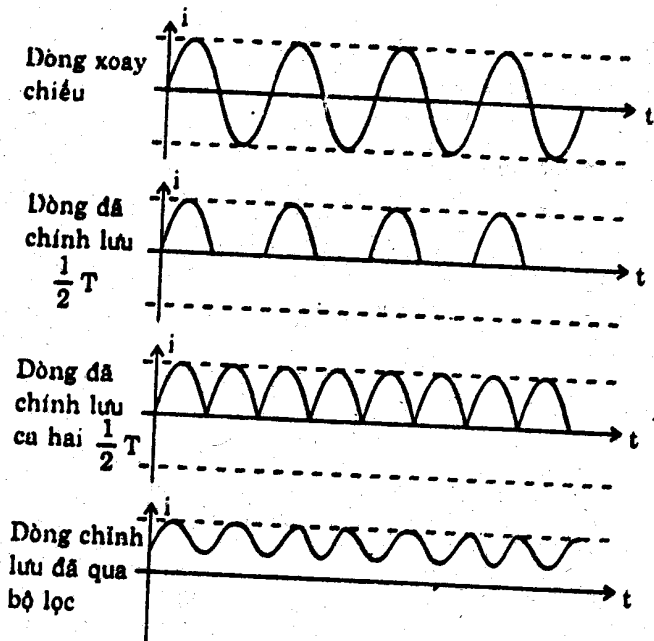


Đ₂ và Đ₄ mở mạch, dòng qua R cũng từ C $\rightarrow$ D...

Bằng cách hai diốt chẵn (hoặc lẻ) mở mạch và hai diốt lẻ (hoặc chẵn) ngắt mạch mà trong $\frac{1}{2}T$ nào cũng có dòng một chiều qua CD từ C đến D.

Dòng xoay chiều sau khi đã chỉnh lưu trở thành dòng một chiều nhấp nháy (không ngắt quãng)

Muốn dòng chỉnh lưu ít nhấp nháy người ta cho dòng đã chỉnh lưu qua bộ lọc (xem đồ thị)



c/ Ưu điểm và nhược điểm của phương pháp chỉnh lưu

+ Ưu điểm :

* Kinh tế nhất, thiết bị dễ chế tạo, ít tổn kém, gọn, vận chuyển dễ dàng.

* Tạo dòng một chiều có công suất lớn

+ Nhược điểm :

* Dòng vẫn bị nhấp nháy, có thể khắc phục một phần lớn nếu qua nhiều bộ lọc.

Câu 45

1/ Trình bày nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của máy phát điện một chiều.

2/ Trình bày phương pháp chỉnh lưu hai nửa chu kỳ bằng điôt ? Tại sao chỉnh lưu lại dùng phổ biến hơn máy phát điện một chiều.

- + Ghép các giản đồ vectơ với nhau cho các nhánh
- + Dựa vào giản đồ vectơ mà tính toán
- + Tóm lại : Xử lý mạch từ đơn giản đến phức tạp dần bằng cách ghép dần giản đồ, từ giản đồ mà tính toán các đại lượng.

Câu 52

Cần lưu ý những gì ở phần dòng điện xoay chiều ?

Giải

1/ Một dòng điện không đổi có thể coi hình thức như một dòng xoay chiều có $\omega = 0$ ($f = 0$) và $T \rightarrow \infty$.

Ví dụ dòng một chiều có thể viết ở dạng sin, cos.

$$I = 30V, \text{ biểu diễn qua } i = 30\cos\omega t \quad (\text{với } \omega = 0)$$

* Khi đó nếu mạch có tụ thì phải xem $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \infty$, dòng một chiều không qua tụ. Cuộn dây $Z_L = \omega L = 0$, $L = 0$, dòng một chiều qua cuộn dây dễ dàng

2/ Tụ điện và cuộn cảm dùng rất rộng rãi trong vô tuyến, điện kĩ thuật. Nếu dòng qua mạch có nhiều dòng nhiều tần số thì:

* Dùng một cuộn cảm thích hợp, có thể cản các dòng có tần số $\omega > \omega_{gh}$ (ω_{gh} : Tần số giới hạn) và chỉ cho các dòng có ω bé hơn đi qua

* Dùng một tụ điện thích hợp có thể cản dòng có tần số bé và cho dòng có $\omega > \omega_{gh}$ đi qua

3/ Trong mạch R, L, C nối tiếp ta có : $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$, nó không cho biết dấu của φ , phải nhìn trên giản đồ mới biết dấu của φ . Công thức này chỉ dùng cho R, L, C nối tiếp. Đối với các đoạn mạch rẽ $\cos\varphi$ tính phức tạp hơn.

$$\text{Khi dùng } \tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} \text{ nó cho biết cả về trị lẫn dấu của } \varphi$$

* Sự hao phí ở máy biến thế là do các yếu tố sau : các cuộn sơ cấp và thứ cấp đều có điện trở hoạt động gây tỏa nhiệt vô ích; Do dòng Phucô không bị triệt tiêu hết; do năng lượng bức xạ sóng điện từ do mạch không hoàn toàn khép kín.

* Vì có hao phí, máy biến thế đều có hiệu suất bé hơn 1, tuy vậy máy vẫn có hiệu suất cao nhất (98 → 99,5%)

III. Công dụng của máy biến thế

+ Tạo nên U thích hợp cho từng công việc trong sinh hoạt, trong kĩ thuật điện và vô tuyến điện

+ Để truyền tải điện năng đi xa . Tăng thế trước khi tải điện và hạ thế ở nơi tiêu dùng.

Câu 42

1/ Trình bày nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của máy biến thế.

2/ Vai trò của máy biến thế trong việc tải điện năng đi xa và sử dụng điện.

Lời giải

I. Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của máy biến thế

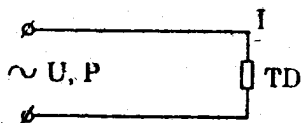
Xem câu 41, phần I,II

II. Vận tải điện năng đi xa

a/ Công suất hao phí trên dây tải điện

* Gọi P : công suất cần tải đi của nhà máy phát điện

U : Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu dây tải



$$I : \text{Cường độ dòng trên dây tải } I = \frac{P}{U}$$

R : Điện trở của dây tải (cả đi lẫn về); dạng

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (\rho : \text{điện trở suất dây tải, } S : \text{thiết diện dây tải, } l$$

chiều dài dây dẫn cả đi lẫn về)

* Công suất hao phí trên dây tải (ở dạng công suất tỏa nhiệt)
 P'

$$P' = I^2 R = \left(\frac{P}{U} \right)^2 R$$

b/ Biện pháp giảm hao phí

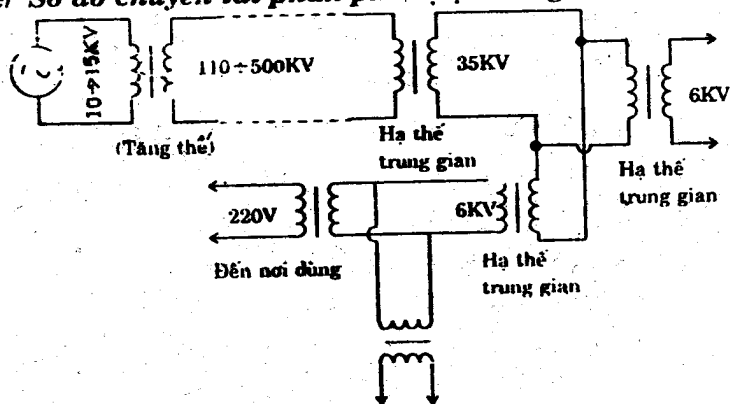
* Giảm P' bằng cách giảm R

+ $l = \text{const}$, giảm ρ , nhưng dùng các loại dây có ρ bé (như vàng, bạc . . .) thì rất đắt, không kinh tế. Biện pháp này chỉ có giới hạn (ví dụ bằng cách dùng dây nhôm)

+ Tăng S , lúc này dây tải to nên nặng, tốn kim loại và chi phí cho các cột để đỡ dây quá đắt. Vì vậy ta chỉ tăng S đến một giới hạn nào đó thôi.

* Biện pháp giảm P' chủ yếu, rẻ hơn, dễ dàng hơn nhờ máy biến thế thể là tăng U ở nơi tải đi và hạ U từng bước ở nơi sử dụng.

c/ Sơ đồ chuyển tải phân phối điện năng



Chuyển tải điện đi càng xa, càng phải tăng thế lên cao.

Câu 43

Tại sao trong thực tế dòng xoay chiều được dùng rộng rãi hơn dòng một chiều? Nêu một số trường hợp trong công nghiệp cần dùng đến dòng một chiều.

Lời giải

I. Thực tế dùng dòng xoay chiều rộng rãi hơn
(Xem câu 38, phần II)

II. Sử dụng dòng một chiều trong công nghiệp

* Dùng để đúc điện, mạ điện, nạp điện cho acquy, sản xuất hóa chất, tinh chế kim loại.

* Trong ngành vô tuyến, trong một số mạch điện tử (máy tính bỏ túi, đồng hồ điện tử, cassette nhỏ ...). Trong một số bộ phận của hiệu điện thế một chiều.

* Cung cấp dòng một chiều cho động cơ điện một chiều do động cơ này có ưu điểm hơn động cơ xoay chiều là có mômen khởi động lớn, đổi vận tốc dễ dàng

Câu 44

1/ Sự cần thiết của dòng một chiều

2/ Trình bày phương pháp chỉnh lưu dòng xoay chiều bằng diốt bán dẫn. Ưu và nhược điểm của phương pháp này.

Lời giải

I. Sự cần thiết của dòng một chiều

* Xem câu 43, phần II

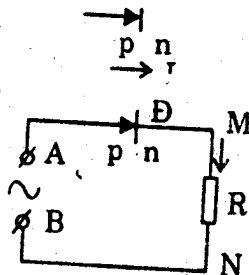
* Vì nhiều công việc cần dùng dòng một chiều nên ngoài việc sản xuất ra các nguồn điện một chiều : pin, acquy, máy phát điện một chiều, chúng đều có công suất nhỏ.

Tất cả các nhà máy điện đều cung cấp cho lưới điện dòng xoay chiều, nên thường biến đổi dòng xoay chiều thành dòng một chiều (chỉnh lưu)

II. Chỉnh lưu bằng diốt bán dẫn

* Diốt là một cái chỉnh lưu chỉ cho dòng điện đi theo một chiều : Khi $\varphi_p > \varphi_n$ ta có một dòng điện thuận (diốt mở mạch). Khi $\varphi_p < \varphi_n$ ta có dòng điện ngược rất bé (coi là bằng không)

a/ Chỉnh lưu nửa chu kỳ



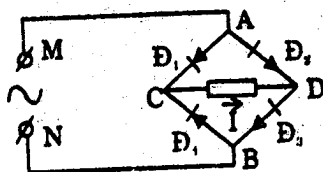
* Sơ đồ chỉnh lưu $\frac{1}{2}T$ như hình vẽ

* Giả sử trong $\frac{1}{2}T$ đầu A (+), B(-) thì $\varphi_p > \varphi_n$; Đ mở, dòng qua R từ M đến N. Trong $\frac{1}{2}T$ sau A (-), B(+) thì $\varphi_p < \varphi_n$, Đ ngắt mạch, dòng không qua R... Vậy dòng sau khi đã chỉnh lưu bị mất đi $\frac{1}{2}T$, $\frac{1}{2}T$ còn lại luôn có chiều từ M $\rightarrow$ N, biến đổi. Dòng sau chỉnh lưu là dòng một chiều, nhấp nháy. ngắt quãng (xem đồ thị)

b/ Chỉnh lưu cả hai nửa chu kỳ

* Sơ đồ chỉnh lưu như hình

* Trong $\frac{1}{2}T$ đầu M(+), N(-) thì Đ₁, Đ₃ mở mạch, dòng qua R từ C đến D. Trong $\frac{1}{2}T$ sau, M(-), N(+)

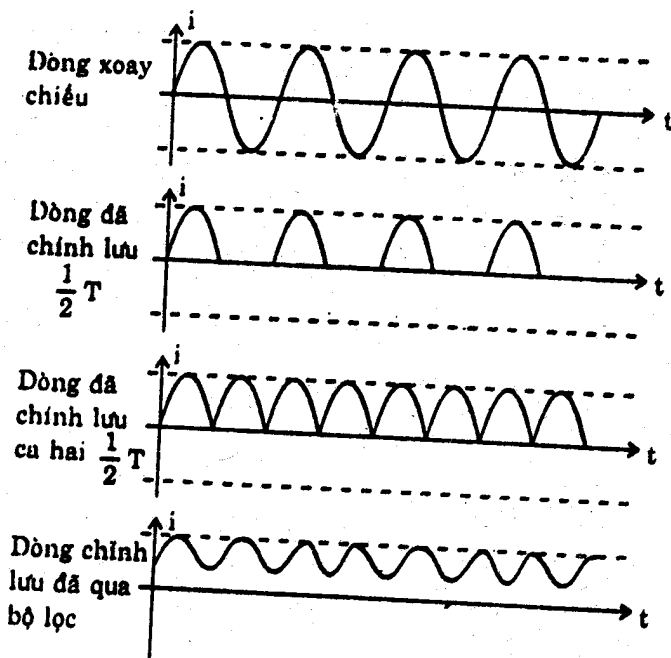


Đ₂ và Đ₄ mở mạch, dòng qua R cũng từ C $\rightarrow$ D...

Bằng cách hai diốt chẵn (hoặc lẻ) mở mạch và hai diốt lẻ (hoặc chẵn) ngắt mạch mà trong $\frac{1}{2}T$ nào cũng có dòng một chiều qua CD từ C đến D.

Dòng xoay chiều sau khi đã chỉnh lưu trở thành dòng một chiều nhấp nháy (không ngắt quãng)

Muốn dòng chỉnh lưu ít nhấp nháy người ta cho dòng đã chỉnh lưu qua bộ lọc (xem đồ thị)



c/ *Ưu điểm và nhược điểm của phương pháp chỉnh lưu*

+ **Ưu điểm :**

* Kinh tế nhất, thiết bị dễ chế tạo, ít tổn kém, gọn, vận chuyển dễ dàng.

* Tạo dòng một chiều có công suất lớn

+ **Nhược điểm :**

* Dòng vẫn bị nhấp nháy, có thể khắc phục một phần lớn nếu qua nhiều bộ lọc.

Câu 45

1/ Trình bày nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của máy phát điện một chiều.

2/ Trình bày phương pháp chỉnh lưu hai nửa chu kỳ bằng diốt ? Tại sao chỉnh lưu lại dùng phổ biến hơn máy phát điện một chiều.

Lời giải

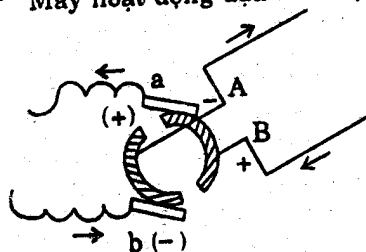
I. Máy phát điện một chiều

a/ Cấu tạo

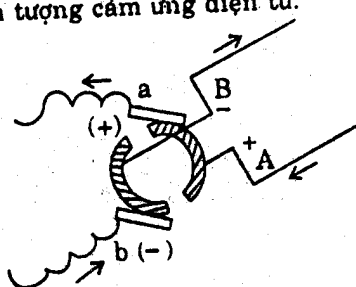
- * Một khung dây quay quanh một trục của khung trong từ trường đều vuông góc với trục quay. (giống máy dao điện một pha)
- * Bộ góp điện gồm hai bán khuyên gắn vào hai đầu khung đồng trục cách điện nhau, với hai thanh quét (làm hai cực của máy) tì vào hai bán khuyên.

b/ Hoạt động

- * Máy hoạt động dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ.



(Hình 1)



(Hình 2)

- * Khung quay đều trong từ trường đều, ϕ qua khung biến đổi điều hòa, theo định luật cảm ứng điện từ, trong khung có một suất điện động cảm ứng.

- * Xem 1.1, H.2 : Dòng trong khung là dòng xoay chiều, dòng điện đi ra mạch tiêu thụ là dòng điện một chiều.

Thật vậy sau $\frac{1}{2}T$ vị trí A, B đổi cho nhau thì vừa A và B đổi dấu, bán khuyên gắn vào chúng cũng đổi vị trí tỳ vào thanh quét. Như vậy hai thanh quét (hai cực của máy) luôn có dấu không đổi a(+), b(-). Vậy dòng ở ngoài là dòng một chiều nhấp nháy.

- * Stato : tạo nên từ trường đều (đứng yên)

Rôto : Khung dây (quay). Để vòng ngoài đỡ nhấp nháy ta dùng nhiều khung dây đặt lệch trong không gian những góc như nhau, nhiều thời góp cách điện gắn trên một trục, nhờ trên mỗi thỏi góp nối điểm đầu cuộn này và cũng nối với cuối cuộn kia làm

cho các dòng cộng với nhau, biên độ tăng lên và đỡ hẳn nhấp nháy.

* Máy có tính thuận nghịch : cho dòng một chiều vào rôto nó trở thành dòng cơ điện một chiều. Từ trường của stato tương tác với dòng điện trong rôto, tạo mô men quay làm quay rôto sinh ra cơ năng.

II. Chính lưu hai nửa chu kỳ bằng diôt

Xem câu 44, phần II, b

III. Lí do dùng chính lưu phổ biến

So với máy phát điện một chiều, chính lưu có ưu điểm hơn:

* Phương pháp chính lưu kinh tế hơn, tiện dụng hơn. Dòng xoay chiều có ở khắp mọi nơi, có cái chính lưu là có ngay dòng một chiều. Máy phát điện một chiều không phải ở đâu cũng có.

* Thiết bị chính lưu dễ chế tạo, ít tổn kém, gọn nhẹ, vận chuyển dễ dàng.

* Chính lưu có thể tạo nên dòng một chiều có công suất lớn. Máy phát điện xoay chiều có yếu điểm là : phức tạp, giá thành cao, không kinh tế và ít tiện lợi. Do có chổi quét tỳ vào cổ góp nên khi rôto quay tạo nên tia lửa điện, mau hỏng, tạo nên sóng điện từ ở từ tia lửa điện làm ảnh hưởng đến các thiết bị điện từ xung quanh (ví dụ radiô, tivi . . .)

Câu 46

Trình bày hiệu biết về:

1- Động cơ điện một pha

2- Các dạng khác của máy biến thế trong thực tế

Giải

I. Động cơ điện một pha

* Động cơ điện một pha là động cơ dùng dòng một pha xoay chiều để biến điện năng xoay chiều thành cơ năng

* Động cơ này cũng sử dụng từ trường quay.

Nhưng do chỉ dùng một dây pha và một dây trung hòa nên người ta cho dòng này rẽ thành hai nhánh để cho qua hai cuộn dây đặt vuông góc với nhau trên stato. Một dòng từ ngoài vào thẳng một cuộn dây, dòng thứ 2 qua một tụ trước khi vào cuộn 2.

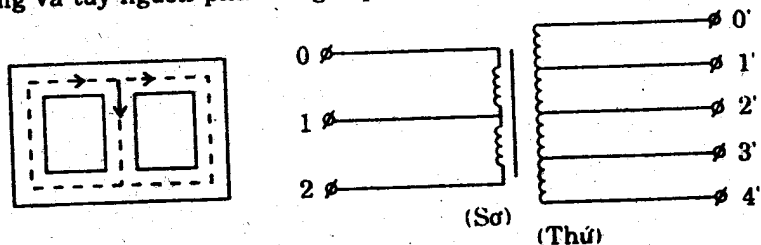
Do vậy, hai từ trường của hai cuộn gây ra ở tâm của stato hai từ trường vuông góc. Từ trường tổng hợp này quay quanh O.

* Chú ý phân biệt động cơ điện một pha (máy quạt) dùng dòng xoay chiều một pha với động cơ điện một chiều (Động cơ trong một số đồ chơi dùng pin; quạt điện một chiều trên cabin của tàu xe) dùng dòng điện một chiều.

II. Các dạng khác của máy biến thế

* Thực tế, khung sắt của máy biến thế làm từ các lá tôn silic, cắt thành nhiều tấm chữ E và ghép lại với nhau, cách điện, vện chặt nhờ vít. Khung này tạo nên mạch từ phân nhánh.

* Các cuộn dây sơ cấp và thứ cấp đều quấn quanh lõi ở giữa. Cuộn sơ có nhiều chốt vào, cuộn thứ cũng có nhiều chốt ra để tiện sử dụng cho nhiều chế độ hiệu thế vào, ra tùy theo thiết bị sử dụng và tùy nguồn phát cung cấp điện cho máy.



Ví dụ : lõi vào cuộn sơ dùng chốt 0 - 1 có $U_1 = 110V$, dùng chốt 0 - 2 có $U_2 = 220V$. Lõi ra ở cuộn thứ dùng 0' - 1' có $U_1 = 6V$; dùng 0' - 2' có $U_2 = 60V$, dùng 0 - 3' có $U_3 = 110V \dots$

* Có thể kèm theo máy người ta lắp thêm bộ phận chỉnh lưu

* Ở máy ổn áp tự động có khác; dù hiệu điện thế lõi vào có tăng giảm, máy làm hiệu điện thế lõi ra thẳng giá trị cần dùng.

Ví dụ: $220V \pm 20V$

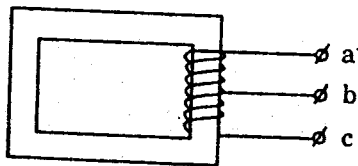
Câu 47

1/ Nêu ý nghĩa của hệ số công suất $\cos\varphi$ của dòng xoay chiều trong các trường hợp $\cos\varphi = 1$; $\cos\varphi = 0$; $0 < \cos\varphi < 1$

(Đề thi TS, đại học quốc gia T.P Hồ chí minh, 1997, Câu 2)

2/ a/ Biến thế : cấu tạo, nguyên tắc hoạt động, quy luật biến đổi hiệu điện thế và dòng điện

b/ Một máy biến thế tự ngẫu như hình trong đó cuộn ab có 2400 vòng. Vòng dây thứ 800 kể từ a nối với c. Sử dụng biến thế này có thể tăng hay giảm hiệu điện thế bao nhiêu lần ?



Giải

1/ Ý nghĩa của $\cos\varphi$

* Giữa hai đầu đoạn mạch xoay chiều có R, L, C nối tiếp thì

$$P = UI\cos\varphi = kUI \quad (1)$$

$k = \cos\varphi$ với φ : góc lệch pha giữa u và i ; $\cos\varphi$ là hệ số công suất của đoạn mạch

$$\text{Với } k = \cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} \quad (2)$$

* Xét 3 trường hợp:

a/ Khi $\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$. Lúc ấy đoạn mạch chỉ chứa R hoặc khi đoạn mạch có R, L, C nối tiếp thỏa mãn điều kiện cộng hưởng $\omega^2 LC = 1$. Khi ấy công suất tiêu thụ trên đoạn mạch là cực đại : $P = UI = I^2 R$. Điều này nói lên : Công suất ở mạch này chỉ có trên R

b/ Khi $\cos\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = \pm \pi/2$. Đoạn mạch chỉ chứa tụ điện hay cuộn thuần cảm kháng, hoặc tụ nối tiếp với cuộn dây có điện trở thuần rất nhỏ. Lúc này công suất tiêu thụ bé nhất, $P = 0$. Đoạn

mạch không tiêu thụ năng lượng của dòng xoay chiều. Ta nói Z_L , Z_C là các loại điện trở biến đổi được thuận nghịch năng lượng.

c/ Khi $0 < \cos\varphi < 1 \Rightarrow 0 < |\varphi| < \pi/2$, đoạn mạch R, L, C nối tiếp thông thường

$$0 < P = UI\cos\varphi < P_{\max} = UI$$

Dòng qua mạch là :

$$I = \frac{P}{U\cos\varphi} > \frac{P}{U}$$

Với $\cos\varphi$ càng bé, I càng lớn (khi U, P không đổi) nên điện năng gây tỏa nhiệt vô ích $I^2 R$ trên dây dẫn càng lớn nên không có lợi. Vậy người ta phải cố gắng tăng $\cos\varphi$.

2/ Biến thế

a/ *Biến thế* (Xem câu 41, phần I, II)

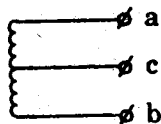
b/ *Bài toán vận dụng*

* Chú ý : Biến thế tự ngẫu là biến thế có cuộn sơ cấp và thứ cấp chung. Thường cực chung của hai cuộn dây là đầu ngoài cùng a hoặc b của cuộn dây. Hai đầu còn lại thì một là của cuộn sơ, một là của cuộn thứ cấp

* Giả thiết : a - b có 2400 vòng = n_{ab}

a - c có 800 vòng = n_{ac}

Vậy c - b có $2400 - 800 = 1600$ vòng = n_{bc}



* Nếu a - b là cuộn sơ

+ a - c là cuộn thứ thì $\frac{U_{ab}}{U_{ac}} = \frac{n_{ab}}{n_{ac}} = \frac{2400}{800} = 3$ lần

Máy là giảm thế 3 lần

+ b - c cuộn thứ thì $\frac{U_{ab}}{U_{bc}} = \frac{n_{ab}}{n_{bc}} = \frac{2400}{1600} = 1,5$ lần

Máy giảm thế 1,5 lần

* Nếu b - c là cuộn sơ

+ a - c là cuộn thứ thì $\frac{U_{bc}}{U_{ac}} = \frac{n_{bc}}{n_{ac}} = \frac{1600}{800} = 2$ lần

Máy giảm thế hai lần

$$+ a - b \text{ cuộn thứ thì } \frac{U_{bc}}{U_{ab}} = \frac{1600}{2400} = \frac{2}{3} \text{ lần}$$

Máy tăng thế 1,5 lần

* Nếu $a - c$ là cuộn sơ

$$+ a - b \text{ là cuộn thứ thì : } \frac{U_{ac}}{U_{ab}} = \frac{800}{2400} = \frac{1}{3} \text{ lần}$$

máy là tăng thế ba lần

$$+ b - c : \text{ cuộn thứ thì } \frac{U_{ac}}{U_{bc}} = \frac{n_{ac}}{n_{bc}} = \frac{800}{1600} = \frac{1}{2}$$

Máy tăng thế hai lần.

* Như vậy biến thế tự ngẫu rất tiện lợi, chỉ cần thay đổi các đầu làm cuộn sơ và thứ là ta đã cho máy là tăng thế hay hạ thế với số lần tùy thuộc vào số vòng dây giữa các chốt sử dụng. Máy càng có nhiều chốt thì càng có nhiều công dụng.

Câu 48

1/ Trình bày vai trò của máy biến thế trong việc chuyển tải điện đi xa và sử dụng điện (Câu I, 1, thi tuyển học viện quan hệ Quốc tế 1997)

2/ Có thể dùng máy biến thế để thay đổi hiệu điện thế một chiều được không? Vì sao?

(Đại học Đà Nẵng Câu II, 4, 1997)

Giải

1/ Vai trò máy biến thế : (Xem câu 42, II)

2/ Dùng máy biến thế thay đổi hiệu điện thế một chiều

* Máy biến thế hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

* Dòng một chiều vào cuộn sơ cấp, tạo nên từ trường trong cuộn sơ, làm nhiễm từ lõi Fe, gửi qua cuộn thứ một từ thông. Nhưng tất cả chúng đều không đổi nên không gây nên hiện tượng cảm ứng điện từ. Do vậy trong cuộn thứ cấp không có dòng điện

cảm ứng thế là không thể dùng máy biến thế biến đổi hiệu điện thế của dòng một chiều được.

* Trong một số máy Romcop để tạo nên tia lửa điện dùng pin (dùng dòng một chiều), dòng một chiều qua một máy tăng thế. Muốn tăng thế được, trước khi vào cuộn sơ, người ta cho dòng một chiều qua cần rung làm biến đổi dòng điện của nó thành dòng biến thiên. có như vậy máy tăng thế mới hoạt động được.

Câu 49

1/ Đằng sau, phía dưới bàn là có ghi 220V ~ 1000W

2/ Trên máy có dán nhãn ghi

Hãy giải thích các số hiệu và kí hiệu ?

T . H . Đ

220V, . 50Hz - $\cos\varphi = 0,85$

Δ , H = 80%

Giải

1/ Bàn là

* 220V - là hiệu điện thế hiệu dụng định mức của bàn là, là hiệu điện thế pha U_p (giữa một pha và dây trung hòa) lấy từ mạch ngoài vào hai đầu dây đốt của bàn là, đó cũng chính là hiệu điện thế hai đầu dây đốt tối đa cho phép.

* ~ : Kí hiệu bàn là dùng dòng xoay chiều để đốt nóng sợi đốt trong bàn là

* 1000W : Là công suất định mức của bàn là, đó cũng chính là công suất tối đa $P = UI = I^2R$ của bàn là.

2/ **Máy** Ví dụ động cơ không đồng bộ ba pha

* T . H . Đ : là nhà máy sản xuất (Trần Hưng Đạo)

* 220V - : là hiệu điện thế U_p dùng cho máy.

* 50Hz : là tần số của dòng xoay chiều dùng cho máy

* $\cos\varphi = 0,85$: là hệ số công suất của máy. Hệ số công suất càng cao, máy càng sử dụng dòng xoay chiều có hệ quả.

* Δ : ba cuộn dây trong stato của động cơ mắc theo kiểu tam giác.

* $H = 80\%$: Hiệu suất của máy. Hiệu suất càng cao máy càng có lợi trong việc tận dụng năng lượng của dòng xoay chiều

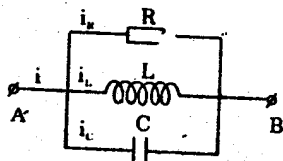
Câu 50

Thiết lập định luật Ôm cho đoạn mạch xoay chiều gồm R, L, C mắc song song.

Giải

1/ Các giả thiết

+ Cho điện trở hoạt động R, cuộn dây thuần cảm kháng L, tụ điện thuần dung kháng C ghép song song (có cùng hiệu điện thế)



$$u = U_o \sin \omega t \quad (1)$$

+ Các dòng điện qua các đoạn mạch rẽ

$$i_R = I_{OR} \sin \omega t \quad (2) \text{ với } I_{OR} = \frac{U_o}{R} \quad (3)$$

$$i_L = I_{OL} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) \quad (4) \text{ với } I_{OL} = \frac{U_o}{Z_L} \quad (5)$$

$$i_C = I_{OC} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (6) \text{ với } I_{OC} = \frac{U_o}{Z_C} \quad (7)$$

+ Hãy tìm $i = ?$

2/ Giản đồ vectơ

$$\text{Với } i = I_o \sin(\omega t + \varphi) \quad (8)$$

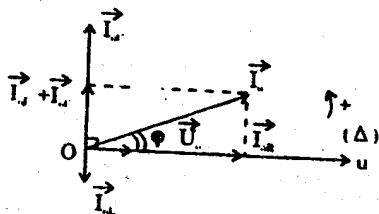
+ Đặt tương ứng : $i_R \leftrightarrow \vec{I}_{OR}$;

$$i_L \leftrightarrow \vec{I}_{OL} ; i_C \leftrightarrow \vec{I}_{OC}$$

Và $i \leftrightarrow \vec{I}_o$ tại thời điểm $t = 0$

+ Vẽ giản đồ vectơ

$$\vec{I}_o = \vec{I}_{OR} + \vec{I}_{OL} + \vec{I}_{OC} \quad (9)$$



3/ Tìm i

+ Từ giản đồ vectơ ta có

$$I_o^2 = I_{OR}^2 + (I_{OC} - I_{OL})^2 \quad (10)$$

+ Đưa (3), (5), (7) vào (10); chú ý gọi Z là tổng trở của toàn mạch và dùng định luật Ôm cho giá trị cực đại của mạch :

$$I_o = \frac{U_o}{Z}; \text{ ta được :}$$

$$\frac{U_o^2}{Z^2} = \frac{U_o^2}{R^2} + U_o^2 \left(\frac{1}{Z_C} - \frac{1}{Z_L} \right)^2$$

$$\text{Suy ra : } \frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{Z_C} - \frac{1}{Z_L} \right)^2} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L} \right)^2} \quad (11)$$

+ Góc lệch pha giữa dòng toàn mạch và hiệu điện thế toàn mạch là φ tính qua :

$$\tan \varphi = \frac{I_{OC} - I_{OL}}{I_{OR}} = \frac{\frac{U_o}{Z_C} - \frac{U_o}{Z_L}}{\frac{U_o}{R}} = R \left(\frac{1}{Z_C} - \frac{1}{Z_L} \right) = R \left(\omega C - \frac{1}{\omega L} \right) \quad (12)$$

$$\text{Vậy : } i = I_o \sin(\omega t + \varphi) \quad (8)$$

Với $I_o = \frac{U_o}{Z}$ và Z tính theo (11); φ tính theo (12)

+ Định luật Ôm cho đoạn mạch R, L, C mắc song song chỉ dùng được cho giá trị cực đại và hiệu dụng

$$I_o = \frac{U_o}{Z} \text{ và } I = \frac{U}{Z}$$

4/ Các trường hợp đặc biệt - cộng hưởng điện

* Nếu $\omega C > \frac{1}{\omega L}$ hay $Z_C < Z_L$ thì $\tan \varphi > 0, \varphi > 0$

Dòng toàn mạch sớm pha hơn hiệu điện thế toàn mạch

* nếu $\omega C < \frac{1}{\omega L}$ hay $Z_C > Z_L$ thì $\tan \varphi < 0, \varphi < 0$

Dòng toàn mạch muộn pha hơn hiệu điện thế toàn mạch .

* Nếu $\omega C = \frac{1}{\omega L}$ hay $Z_C = Z_L$ hay $\omega^2 LC = 1 \dots$ thì $\tan \varphi = 0$;
 $\varphi = 0$, dòng toàn mạch cùng pha với hiệu điện thế toàn mạch. Ta có cộng hưởng điện.

Lúc đó $\omega C \cdot \frac{1}{\omega L} = 0$ và $Z_{\max} = R$

Với $U = \text{const}$; $I = \frac{U}{Z}$ với $Z_{\max}$ nên $I_{\min}$ và

$$I_{\min} = \frac{U}{Z_{\max}} = \frac{U}{R} = I_R$$

* Khi có cộng hưởng, dòng ở mạch chính bé nhất và chỉ bằng dòng qua R

* Để rõ hơn ý nghĩa của hiện tượng cộng hưởng, ta xét

$$I_L = \frac{U}{Z_L} \text{ và } I_C = \frac{U}{Z_C}$$

Với $Z_L = Z_C$, U chung nên: $I_L = I_C = \frac{U}{Z_L} = \frac{U}{Z_C}$

Trong đó $U = \text{const}$, hữu hạn. Nếu ta chọn Z_L và Z_C càng bé thì $I_L = I_C$ càng lớn sao cho:

$$I_L, I_C \gg I = I_R$$

Như vậy dù dòng qua mạch chính là hữu hạn nhưng ta có thể nhận được dòng qua nhánh L và C là khá lớn. Vì vậy người ta gọi hiện tượng cộng hưởng ở mạch song song là cộng hưởng dòng (khác với trong mạch nối tiếp ta có cộng hưởng thế).

Câu 51

Thiết lập định luật Ôm cho mạch rẽ xoay chiều gồm

- 1- R song song với Z_L
- 2- R song song với Z_C
- 3- Z_C song song với Z_L

Giải

1/ Tổng quát

- * Mạch có R, Z_L , Z_C mắc song song

* Nếu $u = U_0 \sin \omega t$ (1)

thì $i = I_0 \sin(\omega t + \varphi)$ (2)

Với $I_0 = \frac{U_0}{Z}$ (3) và $\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{Z_C} - \frac{1}{Z_L}\right)^2}$ (4)

$\tan \varphi = R \left(\frac{1}{Z_C} - \frac{1}{Z_L} \right)$ (5)

2/ R song song với Z_L

* Ta có thể sử dụng các công thức tổng quát ở trên trong trường hợp không có Z_C

* Ta có thể coi mạch có C không cho dòng xoay chiều đi qua (mạch này hở) thì $Z_C \rightarrow \infty$ và $\frac{1}{Z_C} = 0$ ($C \rightarrow 0$)

* Khi đó $u = U_0 \sin \omega t$ (6)

$i = I_0 \sin(\omega t + \varphi)$ (7)

Với $I_0 = \frac{U_0}{Z}$ (8) và $\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{Z_L^2}}$ (9) và $\tan \varphi = -\frac{R}{Z_L}$ (10)

Vậy i muộn pha hơn u một góc $|\varphi|$

3/ R song song với Z_C

* Sử dụng công thức tổng quát ở trên trong trường hợp không có Z_L .

* Coi mạch có L không cho dòng đi qua thì $Z_L \rightarrow \infty$, $L \rightarrow \infty$ và $\frac{1}{Z_L} \rightarrow 0$

* Khi đó: $u = U_0 \sin \omega t$ (11)

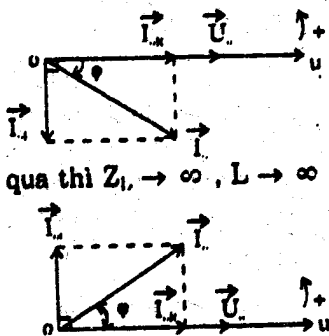
$i = I_0 \sin(\omega t + \varphi)$ (12)

Với $I_0 = \frac{U_0}{Z}$ (13); $\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{Z_C^2}}$ (14); $\tan \varphi = \frac{R}{Z_C}$ (15)

Vậy i sớm pha hơn u một góc $|\varphi|$

4/ Z_C song song với Z_L

* Sử dụng công thức tổng quát ở trên khi coi không có R



* Vậy phải coi dòng không qua R hay $R \rightarrow \infty ; \frac{1}{R} \rightarrow 0$

$$\text{Và } \frac{1}{Z} = \left| \frac{1}{Z_C} - \frac{1}{Z_L} \right| \quad (16)$$

$$\text{tg}\varphi = \frac{1}{Z_C} - \frac{1}{Z_L} \quad (17)$$

$$\text{Với } u = U_m \sin \omega t \quad (18) \text{ thì } i = I_m \sin(\omega t + \varphi) \quad (19)$$

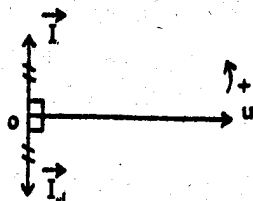
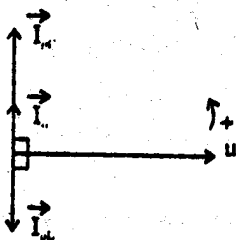
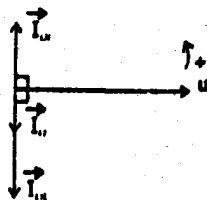
$$\text{Và } I_m = \frac{U_m}{Z} \quad (20)$$

+ Khi $\omega C < \frac{1}{\omega L}$ hay $\frac{1}{Z_C} < \frac{1}{Z_L}$, nên $\text{tg}\varphi < 0$ và i muộn pha hơn u

+ Khi $\omega C > \frac{1}{\omega L}$ hay $\frac{1}{Z_C} > \frac{1}{Z_L}$,

nên $\text{tg}\varphi > 0$ và i sớm pha hơn u

+ Khi $\omega C = \frac{1}{\omega L}$ hay $\frac{1}{Z_C} = \frac{1}{Z_L}$ nên $\text{tg}\varphi = 0$, và i và u cùng pha



5/ Ghi chú

- + Nếu mạch điện là xoay chiều hỗn hợp gồm
- * Nhiều nhánh mắc song song
- * Mỗi nhánh có các R, L, C nối tiếp theo nhiều kiểu, thì cho u toàn mạch xác định i toàn mạch tuần tự
- + Sử dụng mạch nối tiếp với các công thức đã biết, vẽ giản đồ vectơ cho từng nhánh

- + Ghép các giản đồ vectơ với nhau cho các nhánh
- + Dựa vào giản đồ vectơ mà tính toán
- + Tóm lại : Xử lý mạch từ đơn giản đến phức tạp dần bằng cách ghép dần giản đồ, từ giản đồ mà tính toán các đại lượng.

Câu 52

Cần lưu ý những gì ở phần dòng điện xoay chiều ?

Giải

1/ Một dòng điện không đổi có thể coi hình thức như một dòng xoay chiều có $\omega = 0$ ($f = 0$) và $T \rightarrow \infty$.

Ví dụ dòng một chiều có thể viết ở dạng sin, cos.

$$i = 30V, \text{ biểu diễn qua } i = 30\cos\omega t \quad (\text{với } \omega = 0)$$

* Khi đó nếu mạch có tụ thì phải xem $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \infty$, dòng một chiều không qua tụ. Cuộn dây $Z_L = \omega L = 0$, $L = 0$, dòng một chiều qua cuộn dây dễ dàng

2/ Tụ điện và cuộn cảm dùng rất rộng rãi trong vô tuyến, điện kĩ thuật. Nếu dòng qua mạch có nhiều dòng nhiều tần số thì:

* Dùng một cuộn cảm thích hợp, có thể cản các dòng có tần số $\omega > \omega_{gh}$ (ω_{gh} : Tần số giới hạn) và chỉ cho các dòng có ω bé hơn đi qua

* Dùng một tụ điện thích hợp có thể cản dòng có tần số bé và cho dòng có $\omega > \omega_{gh}$ đi qua

3/ Trong mạch R, L, C nối tiếp ta có : $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$, nó không cho biết dấu của φ , phải nhìn trên giản đồ mới biết dấu của φ . Công thức này chỉ dùng cho R, L, C nối tiếp. Đối với các đoạn mạch rẽ $\cos\varphi$ tính phức tạp hơn.

Khi dùng $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$ nó cho biết cả vị trí lẫn dấu của φ

$$4/ \quad Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad \text{của đoạn}$$

mạch R, L, C nối tiếp đối với dòng xoay chiều có tần số góc ω nào đó. Khi có nhiều dòng có nhiều ω thì $R = \text{const}$; Z_L , Z_C đổi tùy theo ω nên làm cho tổng trở khác nhau.

5/ Chỉ dùng máy phát điện ba pha mới tạo nên dòng ba pha. Nếu dùng ba máy phát điện một pha, ghép chúng lại thì ba dòng do chúng phát ra không phải là dòng ba pha vì nói chung ba dòng này không lệch pha nhau 120° (hay $\frac{1}{3}T$)

6/ Về nguyên tắc có thể làm máy phát điện hai pha, bốn pha, năm pha . . . bằng cách đặt trên stato hai, bốn, năm cuộn dây như nhau, đặt lệch đều đặn trên vòng tròn. Thực tế thì người ta không làm vậy vì không có hiệu quả bằng máy phát điện ba pha.

7/ Mạch điện gia đình chỉ dùng một pha và một dây trung hòa nên chỉ dùng dòng một pha, không có ưu điểm đặc biệt như dòng ba pha.

Chương 4

DAO ĐỘNG ĐIỆN TỬ

SÓNG ĐIỆN TỬ

A. Các vấn đề cơ bản

1. Dao động điện từ
2. Điện từ trường và sóng điện từ
3. Sự phát và thu năng lượng

B. Các kiến thức cần dùng

- + Hiện tượng cảm ứng điện từ
- + Năng lượng điện trường và từ trường
- + Dao động điều hòa, tắt dần, cưỡng bức, cộng hưởng
- + Sóng cơ học: các khái niệm
- + Diốt bán dẫn, tác dụng chỉnh lưu của nó
- Triốt (bán dẫn, điện tử)
- + Đạo hàm, phương trình vi phân hạng hai thuần nhất
- + Định luật Ôm

C. Các câu hỏi

Câu 53

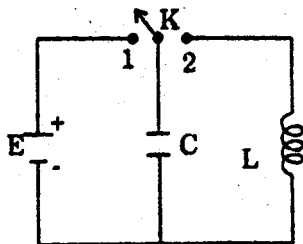
- 1/ Khảo sát sự biến thiên của điện tích trên hai bản tụ điện và sự biến thiên của cường độ dòng điện trong mạch dao động.
- 2/ Khảo sát năng lượng điện từ trong mạch dao động.
- 3/ Vì sao dao động trong mạch lại tắt dần.

Lời giải

I. Sự biến thiên của q và i

a/ Mạch dao động

* Mạch dao động (hoặc khung dao động) gồm tụ điện có điện dung C mắc với một cuộn cảm có độ tự cảm L .



* Mắc mạch như hình vẽ. Lúc đầu đóng K sang 1. Tụ điện được tích điện.

Sau đó đóng K sang 2. Trong mạch sẽ có dao động điện từ.

b/ Sự biến thiên q, i trong mạch dao động

+ Sau khi tụ điện tích điện, đóng K sang 2 khi đó tụ điện phóng điện, điện tích trên tụ biến thiên theo thời gian. Do vậy sinh ra một dòng biến thiên theo thời gian qua cuộn dây, có suất điện động cảm ứng e

$$\left. \begin{array}{l} e = -L \frac{di}{dt} \\ i = \frac{dq}{dt} \end{array} \right\} \rightarrow e = -L \frac{d^2q}{dt^2} = -Lq'' \quad (1)$$

Với $i = i(t)$; $q = q(t)$

+ Giả sử cuộn cảm có $R = 0$. Áp dụng định luật Ôm tổng quát cho cuộn cảm ta có:

$$u_L + e = IR = 0 \quad (2)$$

$$+ \text{Hiệu điện thế giữa hai đầu tụ điện } u_c = \frac{q}{C} = -U_L \quad (3)$$

Vì vậy (2) trở thành:

$$\frac{q}{C} + Lq'' = 0 \text{ hay } q'' + \frac{1}{LC}q = 0 \quad (4)$$

+ Phương trình (4) có $\frac{1}{LC} > 0$, ta đặt:

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \quad (5)$$

$$\text{Lúc đó (4) có dạng: } q'' + \omega_0^2 q = 0 \quad (6)$$

Phương trình (6) chứng tỏ q trên tụ biến đổi điều hòa theo thời gian. Đó là phương trình vi phân hạng hai thuần nhất có nghiệm là:

$$q = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi) \quad (7)$$

Trong đó Q_m là điện tích cực đại trên tụ, φ : pha ban đầu tùy thuộc vào điều kiện ban đầu (tích năng lượng ban đầu cho tụ điện); ω là tần số góc của dao động:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (8)$$

(ω_0 : là tần số dao động riêng của khung dao động chỉ phụ thuộc vào đặc trưng L, C của khung, và không phụ thuộc vào yếu tố ngoài).

+ Cường độ dòng điện qua mạch dao động là i

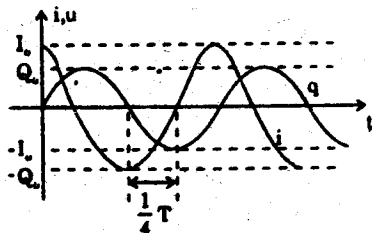
$$i = \frac{dq}{dt} = Q_0 \omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi) = I_0 \sin\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2} + \varphi\right) \quad (9)$$

Trong đó $I_0 = Q_0 \omega_0$ là biên độ của dòng điện

+ Như vậy q trên tụ và i qua mạch đều dao động điều hòa cùng tần số góc ω_0 , lệch pha nhau $\frac{1}{4}T$

Ví dụ $q = Q_0 \sin \omega t$

$$i = I_0 \sin(\omega t + \pi/2)$$



II. Năng lượng trong mạch dao động

+ Năng lượng của mạch dao động ($R = 0$) bao gồm năng lượng điện trường tập trung vào khoảng không gian giữa hai bản tụ và năng lượng từ trường tập trung chủ yếu vào trong lòng của ống dây (Xôlênoit).

+ Năng lượng điện trường:

$$W_d = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{Q_0^2}{2C} \sin^2(\omega t + \varphi) \quad (10)$$

+ Năng lượng từ trường:

$$\begin{aligned} W_t &= \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} L Q_0^2 \omega^2 \cos^2(\omega t + \varphi) = \\ &= \frac{1}{2} L Q_0^2 \cdot \frac{1}{LC} \cos^2(\omega t + \varphi) \end{aligned}$$

$$\text{Vậy: } W_t = \frac{Q_0^2}{2C} \cos^2(\omega t + \varphi) \quad (11)$$

+ Năng lượng tại một thời điểm bất kỳ của mạch dao động

$$W = W_t + W_d = \frac{Q_0^2}{2C} [\cos^2(\omega t + \varphi) + \sin^2(\omega t + \varphi)]$$

$$W = \frac{Q_0^2}{2C} = \text{const} \quad (12)$$

+ **Kết luận:** Với mạch dao động không có điện trở hoạt động theo (10), (11), (12) thì năng lượng của mạch được bảo toàn và năng lượng điện trường và từ trường biến đổi điều hòa theo thời gian và chúng chuyển hóa lẫn nhau (năng lượng từ trường giảm bao nhiêu thì năng lượng điện trường tăng bấy nhiêu và ngược lại)

III. Vì sao dao động của khung dao động tắt dần

+ Mạch dao động thực tế bao giờ cũng có R của cuộn dây. Điện trở R này gây ra hiệu ứng Jun - Lenxơ tỏa nhiệt làm năng lượng của khung giảm dần nên khung dao động tắt dần. R này tương tự như lực ma sát làm cho dao động cơ tắt dần.

+ Năng lượng của mạch còn mất mát do bức xạ sóng điện từ ra không gian xung quanh ống dây.

Câu 54

1/ Nêu định nghĩa dao động cưỡng bức, đặc điểm của nó ? Phát biểu định nghĩa sự cộng hưởng ? Nêu hai ví dụ về cộng hưởng (một cộng hưởng cơ, một cộng hưởng điện).

2/ So sánh dao động của con lắc lò xo và dao động của mạch LC về các phương diện : các đại lượng biến thiên, phương trình dao động riêng, tần số dao động riêng, tác nhân làm tắt dao động, tác nhân cưỡng bức dao động, điều kiện cộng hưởng, điều kiện cộng hưởng nhọn.

Lời giải

I. Các định nghĩa, ví dụ:

+ **Dao động cưỡng bức** là dao động khi hệ chịu tác dụng của một ngoại lực biến thiên tuần hoàn dạng:

$$F_n = F_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

F_0 : Biên độ của ngoại lực, ω tần số của ngoại lực với $\omega = 2\pi f$ nói chung khác với tần số riêng $\omega_0 = 2\pi f_0$ của hệ.

+ **Đặc điểm của dao động cưỡng bức**

* Trong khoảng Δt đầu, dao động của hệ là phức tạp do sự tổng hợp của dao động riêng và dao động do ngoại lực.

* Ta chỉ quan tâm đến giai đoạn cưỡng bức ổn định đó là lúc dao động riêng tắt hẳn, chỉ còn dao động của hệ có tần số f ngoại lực, sự dao động này là điều hòa.

+ **Sự cộng hưởng**

Sự cộng hưởng là hiện tượng mà biên độ của dao động cưỡng bức đạt giá trị cực đại khi tần số cưỡng bức (f) của ngoại lực bằng tần số riêng của hệ (f_0)

+ **Hai ví dụ**

* Một dao động cơ : Nếu $f = f_0$ thì biên độ dao động của cầu, hệ máy khung xe ... đạt giá trị cực đại nên chúng sẽ bị hỏng, gãy...

* Một dao động điện: khi ta thay đổi f_0 của mạch dao động của lối vào máy thu vô tuyến sao cho $f_0 = f$ thì i trong mạch dao động tăng hẳn lên (có cộng hưởng), tín hiệu thu được cần thu là rõ nhất.

II. So sánh:

* Xem bảng so sánh sau:

Đại lượng	Con lắc lò xo	Mạch LC
Đại lượng biến thiên	hoành độ x vận tốc $v = x'$ gia tốc $a = v' = x''$	điện tích của tụ q cường độ dòng $i = q'$ hiệu điện thế u
Phương trình dao động riêng	$x'' + \omega_0^2 x = 0$ $x = A \sin(\omega t + \varphi)$	$q'' + \omega_0^2 q = 0$ $q = Q_0 \sin(\omega t + \varphi)$
Năng lượng dao động riêng	$W = W_t + W_d = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$ $W = \frac{1}{2} m \omega_0^2 A^2 = \frac{1}{2} k A^2$	$W = W_t + W_d = \frac{Li^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$ $W = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} = \frac{1}{2} LI_0^2$

Tác nhân làm tắt dần	Lực ma sát F_{ms} sinh công âm	Điện trở R gây tỏa nhiệt
Tác nhân cưỡng bức	Ngoại lực tuần hoàn $F_n = F_0 \sin(\omega t + \varphi)$	Hiệu điện thế xoay chiều $u = U_0 \sin(\omega t + \varphi)$
Tần số dao động riêng	$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
Điều kiện cộng hưởng	$\omega = \omega_0$	$\omega = \omega_0$
Điều kiện cộng hưởng nhọn	Lực ma sát F_{ms} nhỏ	Điện trở hoạt động R nhỏ

Từ bảng so sánh ta chú ý đến:

- * Hai loại dao động có bản chất khác nhau
- * Tuy vậy chúng có những nét tương tự

$$x \leftrightarrow q; v \leftrightarrow i; m \leftrightarrow L; k \leftrightarrow \frac{1}{C}$$

Vì vậy dựa vào sự tương tự, biết T_0 của con lắc ta tìm được T_0 của mạch dao động:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \quad (\text{công thức Tôm-xơn})$$

- * Có sự giống nhau về ý nghĩa giữa m và L
 m : đặc trưng cho quán tính của vật
 L : đặc trưng cho quán tính của dòng điện.

Câu 55

1/ Phát biểu hai giả thuyết của Macxuen về điện trường biến thiên và từ trường biến thiên? Đặc điểm của điện trường xoáy. Thế nào là dòng điện dịch?

quá trình lan truyền của điện từ trường đã xảy ra với vận tốc $v = c = 3.10^8 \text{ m/s}$ hữu hạn.

* Điện trường tĩnh và từ trường tĩnh chỉ là những trường hợp riêng của trường điện từ.

Câu 56

1/ Giải thích sự hình thành sóng điện từ khi một điện tích điểm dao động điều hòa, từ đó phát biểu thế nào là sóng điện từ.

2/ Nêu các tính chất của sóng điện từ.

Lời giải

I. Sự hình thành sóng điện từ

* Cho một điện tích điểm dao động điều hòa với tần số f ; sự chuyển động của điện tích này sinh ra một dòng điện biến thiên và sinh ra một từ trường biến thiên trong khoảng xung quanh điện tích với tần số f .

* Theo giả thuyết Macxuen, xung quanh từ trường biến thiên này sinh ra điện trường biến thiên ...

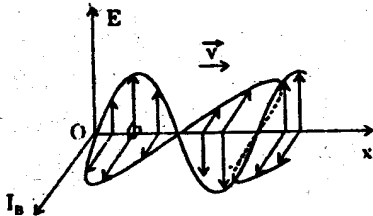
* Quá trình trên cứ tiếp tục mãi tạo nên điện từ trường. Điện từ trường này lan truyền đi xa dưới dạng sóng - Đó là sóng điện từ.

* Định nghĩa : Sóng điện từ là quá trình lan truyền trong không gian của điện từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

II. Tính chất của sóng điện từ

1/ Sóng điện từ có vận tốc lớn. Macxuen chứng minh bằng lý thuyết, vận tốc của sóng điện từ bằng vận tốc ánh sáng trong chân không là $c = 300000 \text{ km/s} = 3.10^8 \text{ m/s}$

2/ Sóng ánh sáng mang năng lượng cũng như sóng điện từ mang năng lượng. Mật độ năng lượng của điện từ trường bằng tổng mật độ năng lượng điện trường và từ trường.



3/ Sóng điện từ là sóng ngang $\vec{E}$ biến thiên vuông góc với $\vec{B}$ biến thiên và chúng vuông góc với phương truyền sóng $\vec{v}$

4/ Sóng điện từ truyền đi trong mọi môi trường (kể cả chân không). Bước sóng của sóng điện từ λ liên hệ với vận tốc, chu kỳ, tần số của sóng điện từ

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

5/ Cũng như sóng cơ học và sóng ánh sáng, sóng điện từ cũng bị phản xạ, khúc xạ, giao thoa, nhiễu xạ ... và cũng tuân theo các định luật tương ứng.

Câu 57

1/ Nêu nguyên nhân tắt dần của dao động điện từ trong mạch dao động và của con lắc đơn. Nguyên tắc tạo dao động duy trì ?

2/ Mô tả sơ đồ nguyên tắc và giải thích hoạt động của một máy phát dao động điều hòa dùng tranzito.

Lời giải

I. Nguyên nhân tắt dần

1/ Dao động điện từ

* Vì cuộn cảm có điện trở (dù nhỏ) nên nó gây hiệu ứng Jun - Lenxơ tỏa nhiệt vô ích làm năng lượng của mạch dao động giảm đi.

* Mạch dao động dùng để bức xạ sóng điện từ (tức là bức xạ năng lượng). Vì vậy năng lượng của mạch dao động thường xuyên giảm dần.

2/ Dao động của con lắc đơn

Do ma sát ở điểm treo, của môi trường, sức cản của môi trường sinh công âm và làm năng lượng của con lắc giảm dần, con lắc dao động tắt dần.

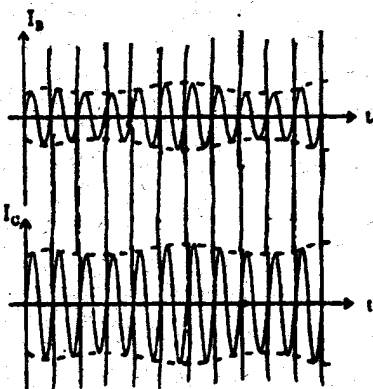
II. Nguyên tắc tạo dao động duy trì

* **Nguyên tắc:** Phải bù đắp năng lượng. Sau một T năng lượng bù đắp phải đúng bằng năng lượng bị mất đi.

* Tính chất quan trọng của tranzito là hệ số khuếch đại β

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \quad (\beta = 20 + 500)$$

Khi I_B biến thiên, I_C biến thiên theo cùng tần số, nhưng $I_C = \beta I_B$. Tùy theo loại tranzito, dòng I_C lớn hơn β lần dòng vào I_B nhiều hay ít



* Bố trí điện trở liên lạc R lớn thích hợp ta có thể tạo nên hiệu điện thế biến thiên ở lối ra U , có biên độ tăng hẳn so với lối vào

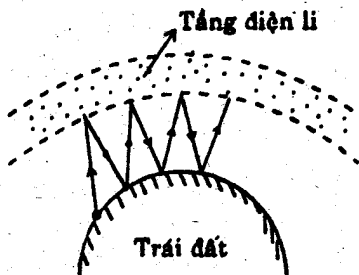
III. Tầng điện ly

+ Do nhiều nguyên nhân tầng khí quyển ở độ cao từ 50km + 300km có một tầng điện ly chứa các điện tích tự do (do không khí bị ion hóa) tầng điện ly này ảnh hưởng lớn đến liên lạc vô tuyến

+ Các sóng dài ($\lambda > 3000m$), sóng trung ($\lambda = 100 + 3000m$) dùng để liên lạc mặt đất, bị phản xạ nhiều lần ở tầng điện ly và mặt đất.

Sóng dài đi qua vật cản tốt (đi vòng) nhưng bị tầng điện ly và mặt đất hấp thụ mạnh nên không liên lạc được ở khoảng cách xa.

Sóng dài và sóng trung có thể liên lạc xa hơn vào ban đêm và mùa đông.



+ Sóng ngắn ($\lambda = 10 + 100m$) lan truyền đi rất xa vòng quanh Trái Đất nhờ phản xạ ở tầng điện ly và trên mặt đất

+ Sóng cực ngắn ($\lambda < 10m$), không thể đi vòng quanh Trái Đất, không bị tầng điện ly hấp thụ. Vì vậy chỉ dùng sóng ngắn liên lạc thẳng trên trái đất (sóng tivi, radar, ...) liên lạc vũ trụ.

Tác nhân làm tắt dần	Lực ma sát F_{ms} sinh công âm	Điện trở R gây tỏa nhiệt
Tác nhân cưỡng bức	Ngoại lực tuần hoàn $F_n = F_0 \sin(\omega t + \varphi)$	Hiệu điện thế xoay chiều $u = U_0 \sin(\omega t + \varphi)$
Tần số dao động riêng	$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
Điều kiện cộng hưởng	$\omega = \omega_0$	$\omega = \omega_0$
Điều kiện cộng hưởng nhọn	Lực ma sát F_{ms} nhỏ	Điện trở hoạt động R nhỏ

Từ bảng so sánh ta chú ý đến:

- * Hai loại dao động có bản chất khác nhau
- * Tuy vậy chúng có những nét tương tự

$$x \leftrightarrow q; v \leftrightarrow i; m \leftrightarrow L; k \leftrightarrow \frac{1}{C}$$

Vì vậy dựa vào sự tương tự, biết T_0 của con lắc ta tìm được T_0 của mạch dao động:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \quad (\text{công thức Tômxơn})$$

- * Có sự giống nhau về ý nghĩa giữa m và L
 m : đặc trưng cho quán tính của vật
 L : đặc trưng cho quán tính của dòng điện.

Câu 55

1/ Phát biểu hai giả thuyết của Macxuen về điện trường biến thiên và từ trường biến thiên? Đặc điểm của điện trường xoáy. Thế nào là dòng điện dịch ?

2/ Thế nào là điện từ trường ?

Lời giải

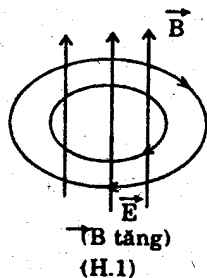
I. Hai giả thuyết

a/ Từ trường biến thiên theo thời gian làm xuất hiện điện trường xoáy.

* Bản chất của hiện tượng cảm ứng điện từ là trong không gian xung quanh từ trường biến thiên theo thời gian xuất hiện điện trường xoáy.

* Điện trường xoáy này gây ra lực điện đẩy các điện tích trong một mạch dịch chuyển tạo nên ϵ_C và I_C (nếu mạch là kín)

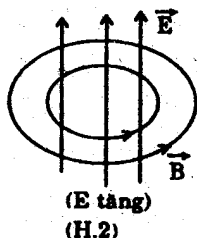
* Mạch dây dẫn trong không gian có từ trường biến thiên chỉ giúp ta thấy rõ có điện trường xoáy. Vậy Macxuen giả thiết rằng: từ trường biến thiên làm xuất hiện điện trường xoáy (xem hình 1)



b/ Điện trường biến thiên làm xuất hiện từ trường:

+ Macxuen cho rằng có một quá trình ngược lại trong mọi trường hợp điện trường biến thiên theo thời gian làm xuất hiện từ trường có các đường cảm ứng từ bao quanh các đường sức của điện trường (xem hình 2)

+ *Chú ý:* hai giả thuyết của Macxuen là hệ quả suy luận lý thuyết của ông. Sau này bằng thực nghiệm người ta chứng minh được hai giả thuyết trên là đúng.



II. Dòng điện dịch

* Dòng điện dẫn: là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện.

* Dòng điện dịch sinh ra ở khoảng giữa hai bản tụ điện khi điện trường của tụ biến thiên. Trong mạch điện LC, dòng điện được khép kín ở các đoạn dây nối và cuộn cảm bởi dòng điện dẫn và dòng điện dịch giữa hai bản tụ điện.

* Dòng điện dịch là một khái niệm để biểu thị sự biến thiên của điện trường, nó tương đương như một dòng điện.

III. Đặc điểm của điện trường xoáy

* Đặc điểm cơ bản là : các đường sức của điện trường xoáy khép kín bao quanh các đường cảm ứng từ.

* Điện trường xoáy luôn gắn liền với từ trường biến thiên.

* Khác với điện trường tĩnh có các đường sức hở, điện trường xoáy có đường sức khép kín

IV. Điện từ trường

* Theo giả thuyết Macxuen giữa điện trường và từ trường có liên hệ mật thiết với nhau.

+ Mỗi biến thiên của từ trường đều sinh ra trong không gian xung quanh một điện trường xoáy, biến thiên và ngược lại, mỗi biến thiên của điện trường cũng sinh ra một từ trường biến thiên trong không gian xung quanh.

+ Từ trường biến thiên càng nhanh thì cường độ điện trường xoáy càng lớn. Ngược lại, điện trường biến thiên càng nhanh thì cảm ứng từ càng lớn

$$\frac{d\vec{B}}{dt} \text{ lớn} \rightarrow \vec{E} \text{ lớn}$$

$$\vec{B} \text{ lớn} \leftarrow \frac{d\vec{E}}{dt} \text{ lớn}$$

* Vậy điện trường và từ trường có thể chuyển hóa lẫn nhau, quan hệ chặt chẽ với nhau, chúng là hai mặt của một trường duy nhất, tổng quát là điện từ trường.

Điện từ trường là một dạng đặc biệt của vật chất, tồn tại khách quan, gồm điện trường và từ trường liên quan chặt chẽ với nhau, đóng vai trò để truyền tương tác giữa các điện tích,

quá trình lan truyền của điện từ trường đã xảy ra với vận tốc $v = c = 3.10^8 \text{ m/s}$ hữu hạn.

* Điện trường tĩnh và từ trường tĩnh chỉ là những trường hợp riêng của trường điện từ.

Câu 56

1/ Giải thích sự hình thành sóng điện từ khi một điện tích điểm dao động điều hòa, từ đó phát biểu thế nào là sóng điện từ.

2/ Nêu các tính chất của sóng điện từ.

Lời giải

I. Sự hình thành sóng điện từ

* Cho một điện tích điểm dao động điều hòa với tần số f ; sự chuyển động của điện tích này sinh ra một dòng điện biến thiên và sinh ra một từ trường biến thiên trong khoảng xung quanh điện tích với tần số f .

* Theo giả thuyết Macxuen, xung quanh từ trường biến thiên này sinh ra điện trường biến thiên ...

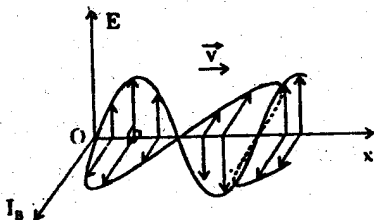
* Quá trình trên cứ tiếp tục mãi tạo nên điện từ trường. Điện từ trường này lan truyền đi xa dưới dạng sóng - Đó là sóng điện từ.

* Định nghĩa : Sóng điện từ là quá trình lan truyền trong không gian của điện từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

II. Tính chất của sóng điện từ

1/ Sóng điện từ có vận tốc lớn. Macxuen chứng minh bằng lý thuyết, vận tốc của sóng điện từ bằng vận tốc ánh sáng trong chân không là $c = 300000 \text{ km/s} = 3.10^8 \text{ m/s}$

2/ Sóng ánh sáng mang năng lượng cũng như sóng điện từ mang năng lượng. Mật độ năng lượng của điện từ trường bằng tổng mật độ năng lượng điện trường và từ trường.



3/ Sóng điện từ là sóng ngang $\vec{E}$ biến thiên vuông góc với $\vec{B}$ biến thiên và chúng vuông góc với phương truyền sóng $\vec{v}$

4/ Sóng điện từ truyền đi trong mọi môi trường (kể cả chân không). Bước sóng của sóng điện từ λ liên hệ với vận tốc, chu kỳ, tần số của sóng điện từ

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

5/ Cũng như sóng cơ học và sóng ánh sáng, sóng điện từ cũng bị phản xạ, khúc xạ, giao thoa, nhiễu xạ ... và cũng tuân theo các định luật tương ứng.

Câu 57

1/ Nêu nguyên nhân tắt dần của dao động điện từ trong mạch dao động và của con lắc đơn. Nguyên tắc tạo dao động duy trì ?

2/ Mô tả sơ đồ nguyên tắc và giải thích hoạt động của một máy phát dao động điều hòa dùng tranzito.

Lời giải

I. Nguyên nhân tắt dần

1/ Dao động điện từ

* Vì cuộn cảm có điện trở (dù nhỏ) nên nó gây hiệu ứng Jun - Lenxơ tỏa nhiệt vô ích làm năng lượng của mạch dao động giảm đi.

* Mạch dao động dùng để bức xạ sóng điện từ (tức là bức xạ năng lượng). Vì vậy năng lượng của mạch dao động thường xuyên giảm dần.

2/ Dao động của con lắc đơn

Do ma sát ở điểm treo, của môi trường, sức cản của môi trường sinh công âm và làm năng lượng của con lắc giảm dần, con lắc dao động tắt dần.

II. Nguyên tắc tạo dao động duy trì

* **Nguyên tắc:** Phải bù đắp năng lượng. Sau một T năng lượng bù đắp phải đúng bằng năng lượng bị mất đi.

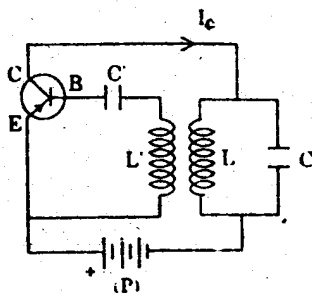
* Có thể cường bức dao động hay tạo nên hệ dao động tự duy trì. Trong vô tuyến điện ta dùng mạch LC có tranzido để tạo nên mạch tự dao động.

III. Máy phát dao động điều hòa

1/ **Cấu tạo** Máy dùng tranzito tạo ra dao động điện từ cao tần duy trì. Máy gồm:

* Khung dây (L, C) và giá trị (L, C) rất nhỏ để tần số f của mạch dao động động lớn, ở đây tạo nên dao động điện từ cao tần

- * Bộ nguồn p : nơi cung cấp năng lượng bù đắp cho (L, C)
- * Một tranzito p - n - p để tự động điều khiển sự bù đắp năng lượng cho (L, C).
- * Cuộn dây L' đặt gần cuộn dây L. Cuộn L' có hai đầu nối qua tụ C' vào cực bazơ (B) và với cực êmetơ (E), tụ C' ngăn không cho dòng điện không đổi từ p đến B



2/ Hoạt động

* Trong mạch (L, C) có dao động điện từ cao tần

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

nhưng dao động này tắt dần.

* Dòng điện biến thiên trong mạch (L, C) tạo từ trường biến thiên gây cảm ứng sang cuộn L'. Trong L' có dòng cảm ứng cùng tần số f, làm cho u_{BE} biến thiên.

* Bằng cách bố trí L và L' thích hợp thì.

+ Khi dòng điện còlectơ I_c tăng thì $u_{BE} > 0$ nên tranzito không cho dòng đi qua. Nguồn p không cung cấp năng lượng cho (L, C)

+ Khi dòng điện còlectơ I_c giảm thì $u_{BE} < 0$ nên tranzito cho dòng qua, I_c lại tăng lên.

Lúc I_c giảm, p cung cấp thêm năng lượng cho mạch (L, C)

* Như vậy tranzito tự động đóng mở mạch tuần hoàn (như một van tự động) làm cho nguồn p cung cấp thêm năng lượng tự động, tuần hoàn, thích hợp cho mạch (L, C). Dao động của mạch (L, C) được duy trì: máy là một mạch tự dao động.

Câu 58

1/ Trình bày cách dùng tranzito để tạo dao động điện từ duy trì và khuếch đại dao động điện từ.

2/ Vai trò của tầng điện ly trong việc truyền sóng điện từ.

(Câu 23, 25 Bộ đề TSDH)

Lời giải

I. Mạch dao động duy trì

(Xem câu 57, phần III)

II. Mạch khuếch đại dao động

1/ Sự cần thiết phải khuếch đại

* Sóng điện từ sinh ra có năng lượng nhỏ, muốn phát đi xa cần phải khuếch đại để tăng thêm năng lượng cho sóng.

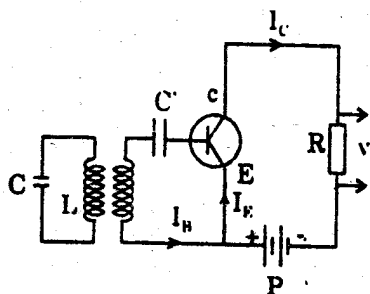
* Năng lượng sóng điện từ phát đi xa, nhiều hướng, nên sóng điện từ ở máy thu thu được là rất bé. Sau khi vào mạch (L, C) tín hiệu bắt được rất yếu vì vậy phải khuếch đại tín hiệu trước khi tách sóng. Sau khi nhận được dao động âm, tín hiệu điện có tần số âm cũng có năng lượng bé nên phải khuếch đại dao động âm...

2/ Nguyên tắc của mạch khuếch đại

* Sơ đồ mạch khuếch đại như hình vẽ

* Mạch (L, C) sinh ra dòng cảm ứng ở cuộn L'. Đó là dòng bazơ I_B biến thiên theo tần số của mạch (L, C)

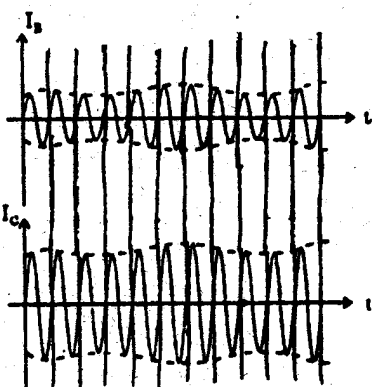
* Quan hệ giữa các dòng bazơ (I_B) dòng êmetơ (I_E) và dòng côlectơ (I_C) là : $I_E = I_B + I_C$



* Tính chất quan trọng của tranzito là hệ số khuếch đại β

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \quad (\beta = 20 + 500)$$

Khi I_B biến thiên, I_C biến thiên theo cùng tần số, nhưng $I_C = \beta I_B$. Tùy theo loại tranzito, dòng I_C lớn hơn β lần dòng vào I_B nhiều hay ít



* Bố trí điện trở liên lạc R_{I_C} lớn thích hợp ta có thể tạo nên hiệu điện thế biến thiên ở lối ra U , có biên độ tăng hẳn so với lối vào

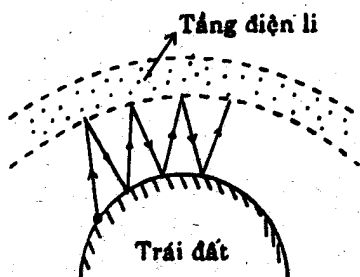
III. Tầng điện ly

+ Do nhiều nguyên nhân tầng khí quyển ở độ cao từ 50km + 300km có một tầng điện ly chứa các điện tích tự do (do không khí bị ion hóa) tầng điện ly này ảnh hưởng lớn đến liên lạc vô tuyến

+ Các sóng dài ($\lambda > 3000m$), sóng trung ($\lambda = 100 + 3000m$) dùng để liên lạc mặt đất, bị phản xạ nhiều lần ở tầng điện ly và mặt đất.

Sóng dài đi qua vật cản tốt (đi vòng) nhưng bị tầng điện ly và mặt đất hấp thụ mạnh nên không liên lạc được ở khoảng cách xa.

Sóng dài và sóng trung có thể liên lạc xa hơn vào ban đêm và mùa đông.



+ Sóng ngắn ($\lambda = 10 + 100m$) lan truyền đi rất xa vòng quanh Trái Đất nhờ phản xạ ở tầng điện ly và trên mặt đất

+ Sóng cực ngắn ($\lambda < 10m$), không thể đi vòng quanh Trái Đất, không bị tầng điện ly hấp thụ. Vì vậy chỉ dùng sóng ngắn liên lạc thẳng trên trái đất (sóng tivi, radar, ...) liên lạc vũ trụ.

Câu 59

Trình bày các nguyên tắc khuếch đại dao động điện từ, biến điệu biên độ dao động điện từ, tách sóng điện từ.

Lời giải

I. Khuếch đại

Xem câu 58, II

II. Biến điệu

1/ Sự cần thiết

* Các tín hiệu (âm thanh) có tần số thấp, bé hơn 20kHz cần phải chuyển đi xa. Nhưng các dao động của tín hiệu này bé, không thể tự mình đi xa.

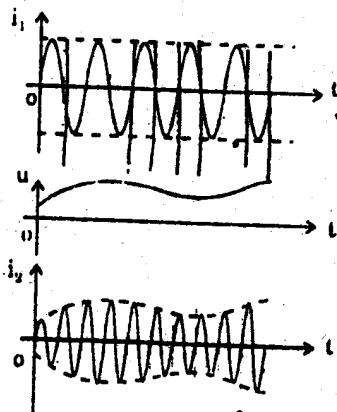
* Sóng điện từ có tần số lớn trên 3MHz có năng lượng lớn, truyền đi xa được.

* Vì vậy ta dùng sóng điện từ để mang tín hiệu đi xa. Muốn vậy ta phải "lồng ghép" tín hiệu vào sóng điện từ tạo nên sóng điện từ biến điệu (sóng mang) rồi mới phát đi.

2/ Cách biến điệu dao động

* Máy phát dao động điều hòa cao tần tạo ra dao động duy trì với dòng i_1 .

* Xen vào cực E, C của tranzito một hiệu điện thế âm tần phát ra micrô có hiệu điện thế âm tần u . Khi đó máy phát cao tần có dòng điện dao động với tần số cao, còn biên độ của nó biến đổi theo tần số âm. Ta có dòng i_2 biến điệu.



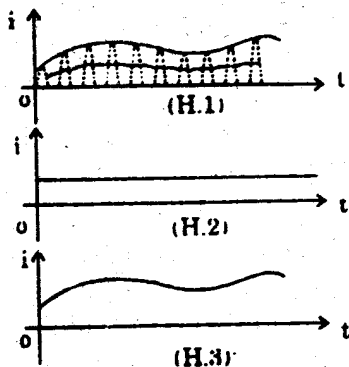
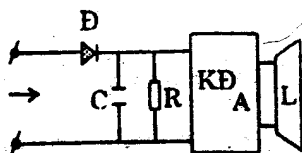
III. Sự tách sóng

* Để nhận được tín hiệu sau cùng (ví dụ: âm thanh) ở máy thu, ta phải tách tín hiệu (sóng âm) ra khỏi dao động cao tần.

* Cho dao động cao tần biến điệu đi qua diốt Đ (như cái chỉnh lưu), ta nhận được dòng một chiều nhấp nháy ngắt quãng.

* Sau đó cho qua bộ lọc C, R. Nhờ bộ lọc này dòng điện qua R coi là biến thiên nhẵn có tần số là tần số âm.

* Dòng qua mạch lọc (R, C) theo đường liền nét (đồ thị H.1). Dòng qua tải R có mạch lọc coi là dòng tổng hợp của dòng một chiều không đổi (H.2) và dòng âm tần (H.3).



Câu 60

Trình bày nguyên tắc phát thu sóng vô tuyến và nguyên tắc hoạt động của máy phát, máy thu sóng vô tuyến.

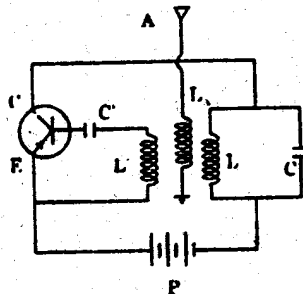
Lời giải

I. Phát và máy phát sóng vô tuyến

1/ Nguyên tắc phát sóng vô tuyến

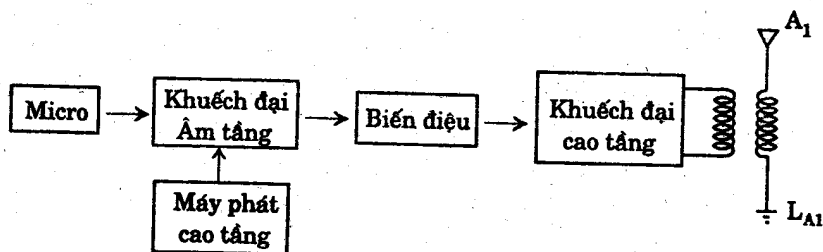
* Phối hợp một máy phát dao động duy trì với một ăngten.

* (L, C) sinh ra dao động điện từ cao tần cảm ứng cho L_A của ăngten tại A một điện từ trường dao động cùng tần số f , từ trường này làm cho trong L_A có suất điện động cảm ứng tạo nên i biến thiên dọc theo ăngten, ăngten phát ra sóng điện từ tần số f .



2/ Nguyên tắc hoạt động của máy phát vô tuyến

* Sơ đồ khối của máy phát vô tuyến



* Micro : biến dao động âm thành dao động điện âm tần f cùng tần số với dao động âm.

* Khuếch đại âm tần : tăng biên độ của dao động âm tần trước khi đưa vào mạch biến điệu.

* Máy phát cao tần : sản ra dao động cao tần f_0 duy trì để đưa vào mạch biến điệu.

* Biến điệu : để "trộn" dao động âm tần f vào dao động cao tần f_0 để có dao động điện từ cao tần biến điệu.

* Khuếch đại cao tần : để tăng biên độ của dao động điện từ cao tần biến điệu, tăng năng lượng của dao động.

* Ăngten A_1 : cảm ứng với cuộn L của mạch khuếch đại rọi bức xạ dao động cao tần biến điệu ra không gian ở dạng sóng điện từ (sóng mang)

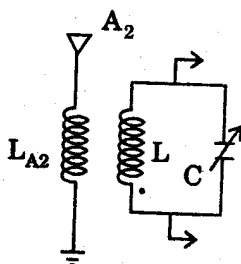
II. Thu và máy thu sóng vô tuyến

1/ Nguyên tắc thu sóng vô tuyến

* Phối hợp một ăngten thu với mạch dao động (L, C) ở lối vào máy thu vô tuyến.

* Ăngten A_2 nhận một lúc rất nhiều sóng điện từ có nhiều tần số cường độ electron trong A_2 bị dao động cưỡng bức với nhiều tần số f_{cb} trong mạch (L, C) cũng có các dao động điện từ cưỡng bức.

* Muốn thu một sóng tần số f_1 , điều chỉnh tụ C làm cho tần số riêng của (L, C) trùng tần số của sóng cần bắt.



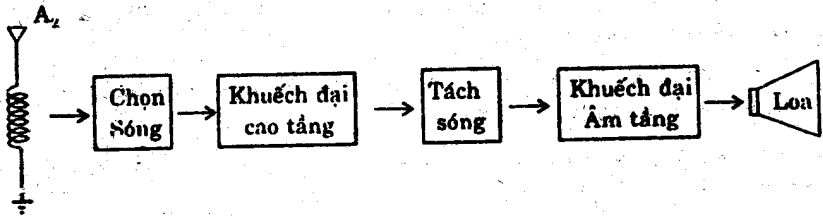
$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = f_1$$

Lúc đó trong (L, C) có cộng hưởng điện, dòng điện biến thiên trong (L, C) lớn nhất. Mạch (L, C) đã "chọn" được sóng

2/ Nguyên tắc hoạt động của máy thu vô tuyến

- * Sơ đồ khối của máy thu vô tuyến (xem hình)

(MÁY THU)



- * Ăngten: để thu sóng điện từ (sóng mang)
- * Mạch chọn sóng: gây cộng hưởng để nhận được sóng mang cần thu
- * Khuếch đại cao tần: tăng biên độ của dao động cao tần biến điệu thu được từ mạch chọn sóng sang
- * Mạch tách sóng: tách dao động âm tần ra khỏi dao động cao tần
- * Khuếch đại dao động âm tần: tăng biên độ của dao động âm tần
- * Loa hoặc ống nghe: biến đổi dao động âm tần thành sóng âm có cùng hình dạng và tần số như sóng âm đưa vào micrô của nơi phát.

Câu 61

1/ Trình bày dao động điện ? Sự khác nhau giữa dao động điện và dao động điện từ?

2/ Trình bày về ăngten, mạch dao động hở và sự khác biệt giữa mạch dao động kín và hở?

Lời giải

I. Dao động điện và dao động điện từ

* Xét mạch xoay chiều R, L, C nối tiếp mắc vào nguồn xoay chiều. Đây chính là một mạch dao động có tần số riêng là

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ hay } f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

* Năng lượng của mạch R, L, C là:

$$W_0 = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{1}{2} Q_0^2 L \omega_0^2$$

Năng lượng này tỉ lệ thuận với bình phương của tần số góc dao động ω_0 .

* Do mạch xoay chiều R, L, C nối tiếp có ω_0 nhỏ nên năng lượng của mạch bé vì vậy dao động điện từ bắt đầu rất nhanh trong mạch (do có R gây tỏa nhiệt).

* Nguồn điện gây dao động cưỡng bức cho mạch R, L, C với tần số góc ω . Năng lượng của nguồn cưỡng bức này lớn gấp nhiều lần năng lượng của dao động điện từ W_0 . Vì vậy dao động ở mạch này chỉ là dao động điện (ta không cần quan tâm đến dao động điện từ của mạch). Nếu $\omega = \omega_0$ thì ta sẽ có cộng hưởng dao động điện từ.

* Dao động điện chỉ có tần số $f_0 = 50\text{Hz}, 60\text{Hz}$ còn dao động điện từ có tần số lớn hơn nhiều. Năng lượng của dao động điện là do nguồn cưỡng bức cung cấp còn năng lượng của dao động điện từ của mạch rất bé; còn năng lượng của dao động điện từ cao tần lớn và dùng để phát được sóng vô tuyến.

II. Mạch dao động hở - Ăngten

1/ Mạch dao động kín

* Cuộn dây có các vòng dây sát nhau, năng lượng từ trường tập trung trong cuộn dây. tụ điện có hai bản rất lớn gần nhau và năng lượng điện trường tập trung giữa hai bản tụ. Điện từ trường như vậy không thể bức xạ đi xa.

* Mạch dao động kín có thông số tập trung: Các độ tự cảm chủ yếu tập trung ở cuộn dây, điện dung của mạch tập trung ở tụ điện.

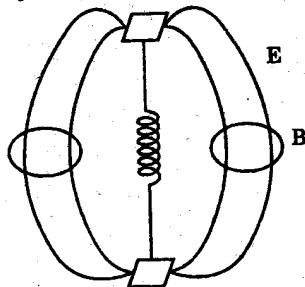
2/ Mạch dao động hở - Ăng ten

* Mạch dao động hở có các vòng dây xa nhau, hai bản tụ xa nhau, điều đó cho phép sóng điện từ bức xạ đi xa.

* Trường hợp giới hạn, hai bản tụ "quay lưng" lại với nhau.

* Thực tế một bản tụ là dây trời, một bản tụ là đất, giữa chúng nối bằng cuộn dây (đó là Ăng ten).

Ăng ten có thể đơn giản hóa là một ống kim loại rỗng hình trụ gồm nhiều đoạn có thể gấp lại hoặc kéo dài ra, thậm chí chỉ là một dây dẫn điện mà thôi.



* Mạch dao động hở có thông số phân bố: Độ tự cảm L của hệ phân bố khắp nơi, điện dung của phân bố khắp nơi trên ăng ten.

3/ Phân biệt mạch dao động kín và hở.

* Giống : chúng đều là mạch dao động và sinh ra điện từ trường.

* Khác:

* Mạch dao động kín có thông số tập trung, mạch dao động hở có thông số phân bố.

* Mạch dao động kín không thể bức xạ sóng điện từ đi xa. Mạch dao động hở bức xạ được sóng điện từ đi xa.

Câu 62

Cần chú ý những vấn đề gì trong phần dao động điện từ và sóng điện từ?

Lời giải

1/ Khi tìm năng lượng của mạch dao động, ta có thể biểu diễn ở dạng khác

$$W_a = W \sin^2 \omega t = \frac{\omega_0}{2} (1 - \cos 2\omega t)$$

$$W_t = W \cos^2 \omega t = \frac{\omega_0}{2} (1 + \cos 2\omega t)$$

Như vậy năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến đổi với tần số 2ω , gấp đôi tần số dao động riêng của mạch dao động, trong lúc đó i , u , q của mạch, của tụ dao động với tần số riêng ω .

2/ Trong mạch R, L, C nối tiếp và trong mạch (L, C) đều có cùng bản chất là dao động điện từ. Nhưng trong mạch R, L, C dùng dòng xoay chiều, dao động điện từ tần số ω tắt dần rất nhanh và chỉ còn dao động điện với tần số cưỡng bức ω của nguồn xoay chiều. Còn trong mạch (L, C) ta dùng dao động điện từ riêng của mạch.

3/ Khi khuếch đại (dù là cho cao tần hay cho âm tần), người ta chỉ làm tăng biên độ chứ không làm thay đổi tần số và quy luật dao động.

4/ Nối đoạn mạch R, L, C nối tiếp vào hiệu điện thế xoay chiều thì mạch kín do có dòng điện dẫn và dòng điện dịch cùng cường độ. Dòng điện dịch qua khoảng giữa hai bản tụ; ta nói dòng xoay chiều "đi qua" tụ điện.

Nếu nối R, L, C vào nguồn một chiều; dòng một chiều không qua tụ, điện trường giữa hai bản tụ không biến thiên nên không có dòng điện dịch. Ta nói tụ không cho dòng một chiều đi qua.

5/ Sóng cơ học là sóng vật chất vì nó phải có môi trường vật chất để truyền sóng (vì môi trường vật chất mới truyền được dao động của các phần tử vật chất, dao động mới tạo nên sóng). Sóng điện từ là sự lan truyền của điện trường, từ trường biến thiên nên không cần môi trường vật chất cũng có thể lan truyền (sóng điện từ lan truyền cả trong chân không).

Câu 63

a/ Mạch dao động L, C:

* Lập biểu thức q của tụ.

* Từ biểu thức q , tìm i trong mạch.

* Viết biểu thức năng lượng điện trường tức thời trong tụ điện và biểu thức năng lượng từ trường tức thời trong ống dây.

b/ Giả sử đoạn mạch RLC có điện trở thuần R, hệ số tự cảm $L = 0,1\text{H}$ và tụ có điện dung $C = 10^{-5}\text{F}$. Đoạn mạch nối với hiệu điện thế xoay chiều tần số 50Hz . Khi đó tần số góc dao động riêng và cường độ của mạch R, L, C nói trên là bao nhiêu?

Nếu đưa lõi sắt vào ống dây thì tần số dao động riêng của mạch tăng hay giảm? Vì sao?

Lời giải

a/ Mạch dao động LC

Xem câu 53, I, II.

b/ Mạch xoay chiều R, L, C

* Tần số cường độ chính là tần số của nguồn xoay chiều

$$f_d = 50\text{Hz}$$

$$\omega_d = 2\pi f_d = 100\pi \text{ rad/s}$$

* Tần số góc của dao động riêng (dao động điện từ là ω_0 , tần số f_0 , là

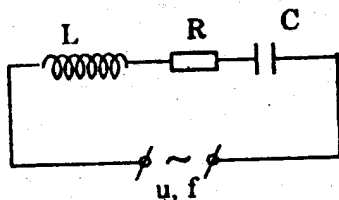
$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{0,1 \cdot 10^{-5}}} = \frac{1}{10^{-3}} = 10^3 \text{ rad/s}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{10^3}{2\pi} \text{ Hz}$$

* Nếu đưa lõi sắt vào ống dây thì do độ tự cảm của ống dây tăng theo

$$L = \mu\mu_0 \frac{N^2}{l} S$$

Với μ_0 , N , l , S không đổi, L tăng lên μ lần



Do $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ nên tần số góc dao động riêng mới giảm đi $\sqrt{\mu}$ lần; $\omega_0 = \frac{\omega_0}{\sqrt{\mu}}$.

Câu 64

a/ Mạch dao động điện từ

- * Biểu thức q trên tụ
- * Biểu thức của năng lượng tức thời của điện trường và từ trường
- * Chứng minh năng lượng điện từ trong mạch dao động được bảo toàn
- * Tại sao gọi $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ là tần số dao động riêng của mạch LC.

b/ Điện từ trường và sóng điện từ

- * Khi nào có điện trường xoáy, khi nào có điện trường tĩnh
- * Sự khác nhau giữa đường sức điện trường xoáy là đường sức của điện trường tĩnh
- * Tác dụng của tầng điện ly đối với sóng điện từ.

Lời giải

a/ Mạch dao động điện từ

- * q, năng lượng : xem câu 53, I, II
- * Gọi $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ là tần số riêng của dao động mạch LC là vì: tần số này chỉ được xác định qua các thông số L, C của mạch mà không phụ thuộc vào các yếu tố bên ngoài.

b/ Điện từ trường và sóng điện từ

- * Sẽ có điện trường xoáy ở một điểm nếu có một từ trường biến thiên theo thời gian ở một điểm bên cạnh.

* Điện trường tĩnh chỉ xuất hiện xung quanh các điện tích hoặc vật tích điện đứng yên.

* Đường sức của điện trường xoáy là những đường cong kín. Đường sức của điện trường tĩnh lại là những đường cong hở (xuất phát từ điện tích dương, kết thúc ở điện tích âm)

* Tác dụng của tầng điện ly đối với sóng điện từ: Xem câu 58,

III.

Câu 65

Phân loại sóng vô tuyến và ứng dụng của từng loại ?

Lời giải

I. Phân loại

* Cơ sở phân loại: dựa vào tần số hay bước sóng

* Sóng vô tuyến dùng trong thông tin liên lạc vô tuyến có tần số từ hàng nghìn Hz trở lên, có λ , f liên hệ qua

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{f}$$

* Sau đây là bảng phân loại

Loại sóng	Tần số	Bước sóng
Sóng dài và cực dài	(3 ÷ 300)kHz	(100 ÷ 1)km
Sóng trung	(0,3 ÷ 3)MHz	(1000 ÷ 100)m
Sóng ngắn	(3 ÷ 30)MHz	(100 ÷ 10)m
Sóng cực ngắn	(30 ÷ 30000)MHz	(10 ÷ 0,01)m

* Sóng càng ngắn thì λ càng bé, f càng lớn và năng lượng của sóng càng lớn.

II. Ứng dụng

* Sóng dài : chỉ dùng thông tin dưới nước vì ít bị nước hấp thụ, ít dùng liên lạc trên mặt đất do năng lượng bé, không truyền xa được.

* Sóng trung truyền được trên bề mặt đất, ban ngày bị tầng điện ly hấp thụ mạnh nên không truyền đi được xa - Ban đêm

sóng trung được tầng điện ly phản xạ và truyền xa dễ hơn ban ngày.

* Sóng ngắn có năng lượng lớn, truyền đi xa trên mặt đất do phản xạ nhiều lần liên tiếp ở tầng điện ly và ở mặt đất, nên sóng dùng để liên lạc vô tuyến cho mọi điểm trên mặt đất.

* Sóng cực ngắn không bị tầng điện ly hấp thụ nên có năng lượng lớn sẽ dùng được liên lạc vũ trụ, liên lạc thẳng trên mặt đất (phát tivi, radar...)

Chương 5

SỰ PHẢN XẠ ÁNH SÁNG VÀ SỰ KHÚC XẠ ÁNH SÁNG

A. Các vấn đề cơ bản

1. Sự truyền ánh sáng. Sự phản xạ ánh sáng
2. Gương phẳng - Gương cầu
3. Sự khúc xạ ánh sáng
4. Phản xạ toàn phần
5. Lăng kính
6. Thấu kính mỏng

B. Các kiến thức cần dùng

1. Định luật phản xạ, khúc xạ ánh sáng (lớp 8)
2. Hàm số lượng giác
3. Phép tính gần đúng
4. Kỹ năng giải lượng giác, phương trình

C. Các câu hỏi

Câu 66

1/ Phát biểu định luật truyền thẳng ánh sáng và nêu nguyên lý về tính thuận nghịch của chiều truyền ánh sáng. Khi một tia sáng trắng truyền theo phương nghiêng từ không khí vào nước thì tia khúc xạ màu tím bị lệch nhiều hơn tia khúc xạ màu đỏ. Vậy khi tia sáng trắng truyền ngược lại thì sao? Giải thích.

2/ Định luật phản xạ ánh sáng? Áp dụng định luật này để:

- a/ Tìm vị trí ảnh của một điểm sáng qua một gương phẳng
- b/ Tìm tia phản xạ của một tia sáng chiếu tới một gương cầu.

Giải

I. Định luật truyền thẳng của ánh sáng

* *Phát biểu:* Trong một môi trường trong suốt, đồng tính và đẳng hướng ánh sáng truyền theo đường thẳng.

- * **Chú ý:** Điều kiện để ánh sáng truyền theo đường thẳng:
- + Môi trường trong suốt: cần thiết để ánh sáng đi qua
- + Môi trường đồng tính: có cùng tính chất ở mọi nơi, t° ... ở mọi nơi là như nhau.

+ **Đẳng hướng:** Tính chất quang học giống nhau theo mọi phương (không có phương ưu tiên).

II. Nguyên lý về tính thuận nghịch của chiều truyền ánh sáng

* **Phát biểu:** Trên một đường truyền của ánh sáng từ điểm A đến điểm B; có thể cho ánh sáng từ A đến B hoặc từ B đến A.

Một cách khác: Các tia tới và tia phản xạ (hoặc tia khúc xạ) có thể thay đổi vai trò cho nhau.

* Tia sáng trắng:

+ Từ không khí vào nước (xem H.1) thì cùng góc tới i , $n_1 < n_2$ (của nước) nên

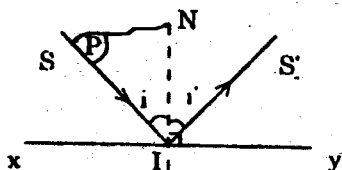
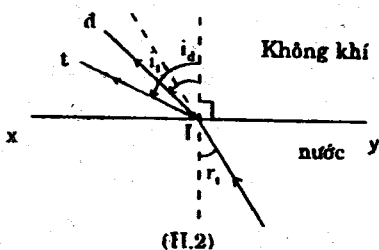
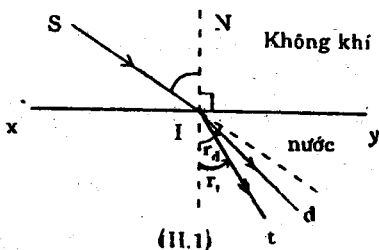
$$r_1 < r_2 < i \rightarrow (i - r_1) > (i - r_2)$$

+ Từ nước vào không khí (xem H.2). Giả sử góc tới của tia trắng bằng r_1 . Theo nguyên lý đảo chiều ánh sáng áp dụng cho tia tím thì góc khúc xạ ra không khí của tia tím là $i_4 = i$. Đối với tia đỏ góc tới $r_1 < r_2$, góc tới của tia đỏ giảm làm cho góc khúc xạ i_4 giảm. Vậy $i_4 < i$ hay $(i_4 - r_1) < (i - r_1)$. Do đó tia khúc xạ màu tím vẫn bị lệch nhiều hơn tia khúc xạ màu đỏ khi ra không khí.

III. Định luật phản xạ ánh sáng

1/ Định luật

* Tia phản xạ nằm trong mặt phẳng tới và ở phía bên kia pháp tuyến so với tia tới



- * Góc phản xạ bằng góc tới: $i = i'$

Trong đó: xy : mặt phản xạ

SI : tia tới; IS' : tia phản xạ

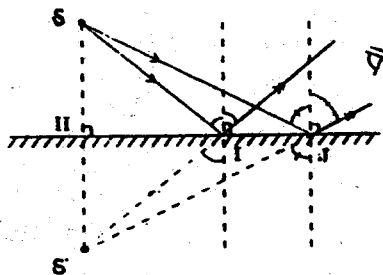
IN : pháp tuyến, I : điểm tới

P : mặt phẳng tới, chứa tia tới SI và pháp tuyến IN

i : góc tới, i' : góc khúc xạ

2/ Ảnh của điểm sáng qua một gương phẳng

* S là một điểm sáng trên vật. Từ S gửi tới gương phẳng một chùm phân kỳ. Sử dụng định luật phản xạ ở I và J , ta vẽ được chùm phản xạ (cùng phân kỳ)



* S' là nơi hội tụ ảo của chùm phản xạ. Đặt mắt hứng chùm phản xạ, mắt sẽ thấy S' . Ảnh S' là ảnh ảo của S tạo qua gương phẳng.

- * Hai tam giác: $\triangle SIJ = \triangle S'IJ$ (IJ chung,

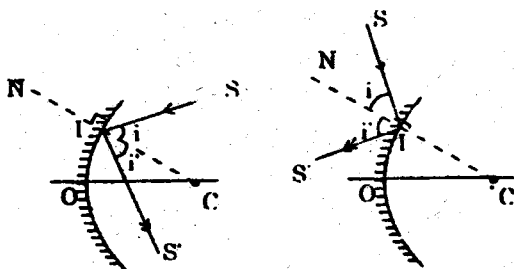
$\hat{S}IJ = \hat{S'I}J = \hat{S}JI = \hat{S'J}I$, suy ra $SI = S'I$, vì vậy $\triangle SIS'$ cân,

IH là phân giác của $\triangle SIS'$, cũng là $HI \perp SS'$. Từ đó ta có $HS = HS'$. Ảnh ảo S' đối xứng với vật thật là điểm sáng S qua gương phẳng

3/ Vẽ tia phản xạ trên gương cầu

* Ở cả hai loại gương cầu lồi và lõm, tia SI là tia tới, CIN là pháp tuyến, i là góc tới

* Ta vẽ tia phản xạ IS' nhờ áp dụng định luật phản xạ tại I . Vẽ góc i' và $i' = i$ trong



mặt phẳng hình vẽ (mặt phẳng tới) ta dựng được tia IS' .

* Khi tia tới SI trùng với phương CI (có phương qua C) thì góc tới $i = 0$ nên $i' = 0$ và tia phản xạ truyền ngược lại cũng qua C (hoặc có phương qua C).

Câu 67

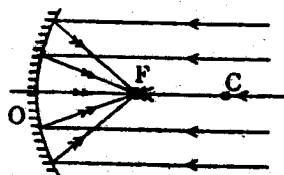
1/ Tiêu điểm chính và các tiêu điểm phụ của một gương cầu: định nghĩa, các đặc điểm, vị trí.

2/ Điều kiện tương điểm là gì? Căn cứ vào điều kiện này để tìm công thức xác định vị trí của tiêu điểm chính của một gương cầu

Lời giải

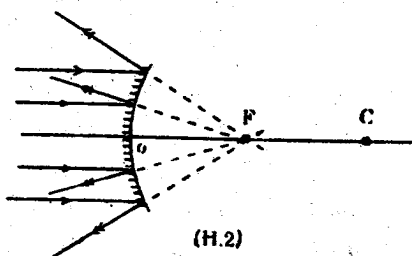
I. Tiêu điểm của gương cầu

a/ **Tiêu điểm chính** : cho chùm tới song song và song song với trục chính, chùm phản xạ hội tụ tại F (F nằm trên trục chính) hoặc đồng qui tại F thì F gọi là tiêu điểm chính (xem hình 1, 2)



(H.1)

b/ **Tiêu điểm phụ** : Cho chùm tới song song, bất kỳ (tức là không song song với trục chính); Chùm phản xạ hội tụ tại F_1 hoặc đồng qui tại F_1 (F_1 không nằm trên trục chính). F_1 gọi là tiêu điểm phụ của gương cầu (xem hình 3, 4)

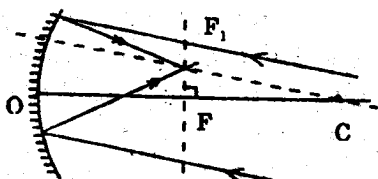


(H.2)

c/ **Đặc điểm, vị trí**

+ Theo nguyên lý đảo chiều của ánh sáng, nếu tia tới qua F (hoặc có phương qua F) thì tia phản xạ song song với trục chính

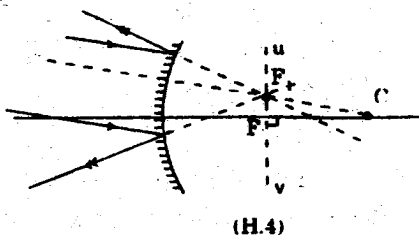
+ Nếu tia tới qua F_1 (hoặc có phương qua F_1) thì tia phản xạ



(H.3)

song song với trục phụ (trục phụ qua F_1 , C)

+ Với gương cầu lõm : F , F_1 là các tiêu điểm thật ở phía trước gương, nơi hội tụ thật của năng lượng ánh sáng của chùm phản xạ từ gương của chùm tới song song



+ Với gương cầu lồi: F , F_1 là ảo, nơi đồng qui của chùm phản xạ thật kéo dài - Dùng mắt mới thấy F , F_1

+ Tiêu điểm chính F nằm trên trục chính (qua C, O) và là trung điểm của $OC = R$. Tiêu điểm phụ F_1 luôn nằm trên tiêu diện (mặt phẳng vuông góc với trục chính và qua F)

II. Điều kiện tương điểm và ứng dụng

+ **Điều kiện tương điểm** (Điều kiện Gao - xơ) điều kiện phải thỏa mãn để ảnh qua gương cầu được rõ nét

* Bán kính mở của gương rất bé so với bán kính cong ($r \ll R$) một cách khác độ cong của gương rất nhỏ

* Góc tới i của các tia sáng rất bé. Cách khác các tia sáng tới khá gần với trục chính.

+ Thể hiện cụ thể của điều kiện này khi xét ảnh của vật là

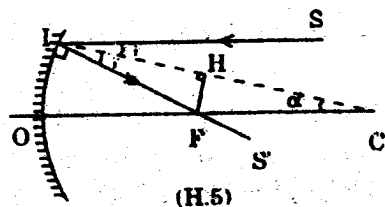
* Cho vật AB là một đoạn thẳng nhỏ

* AB đặt vuông góc với trục chính

+ Điều kiện tương điểm cho phép sử dụng phép tính gần đúng khi tính toán cho gương cầu lõm, khi xác định F và tìm công thức của gương cầu

+ **Vị trí tiêu điểm chính F**

* cho tia tới SI song song với trục chính OC, vẽ tia phản xạ IS' bằng cách dùng định luật phản xạ tại I ($i = i'$) (hình 5)



* Ta có $\alpha = i = i'$ nên ΔIFC cân

* Với $\alpha < \frac{\varphi}{2}$ (φ : góc mở của gương) ta có gần đúng

$$\cos \alpha \approx \cos 0^\circ = 1 \text{ và}$$

$$FC = \frac{CH}{\cos \alpha} = \frac{CI}{2 \cos \alpha} = \frac{R}{2 \cos \alpha} \approx \frac{R}{2} = OF$$

Như vậy F là trung điểm của OC

- * Gọi $f = \overline{OF} = \frac{R}{2}$ là tiêu cự của gương cầu

Ta có:

$$f = \frac{R}{2}$$

* Có thể chứng minh một cách khác: vì có điều kiện tương đương nên ΔIFC cân và $IF = FC$. Và vì SI rất gần trục chính nên I rất gần O nên có thể xem

$$IF \approx OF. \text{ Vậy } IF = FC = OF = \frac{OC}{2} = \frac{R}{2}$$

Câu 68

1/ Trình bày cách vẽ ảnh của một điểm sáng qua các gương cầu trong các trường hợp: điểm sáng nằm ngoài trục chính và trên trục chính.

2/ Chứng minh rằng nếu vật AB là một đoạn thẳng nhỏ, vuông góc với trục chính của gương cầu thì ảnh của nó cũng là một đoạn thẳng vuông góc với trục chính.

3/ Nêu các tính chất của ảnh của một vật phẳng nhỏ đặt vuông góc với trục chính của một gương cầu lõm, lồi.

Lời giải

I. Cách vẽ ảnh

1/ Nguyên tắc : Sử dụng hai trong bốn tia đặc biệt sau:

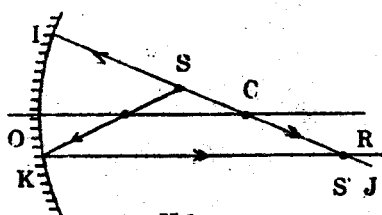
* Tia tới qua tâm C của gương (hoặc có phương qua C); tia phản xạ cũng qua C (hoặc có phương qua C)

* Tia tới song song với trục chính; tia phản xạ qua tiêu điểm chính F (hoặc có phương qua F)

* Tia tới qua F (hoặc có phương qua F); tia phản xạ song song với trục chính.

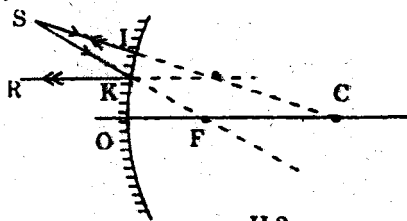
* Tia tới bất kỳ; tia phản xạ qua F_1 (hoặc có phương qua F_1).

2/ Điểm sáng nằm ngoài trục chính



H.1

(Gương cầu lõm)



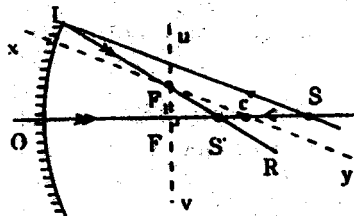
H.2

(Gương cầu lồi)

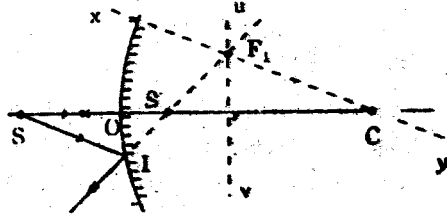
Ở hình 1 và 2: chọn hai tia tới có phương qua C và qua F, các tia phản xạ cũng có phương qua C và song song với trục chính.

Ảnh S' qua gương cầu lõm có thể là ảnh thật hay ảo nhưng ảnh S' qua gương cầu lồi luôn là ảo nếu S là vật thật (xem H.1, H.2)

3/ Điểm sáng nằm trên trục chính



(H.3)



(H.4)

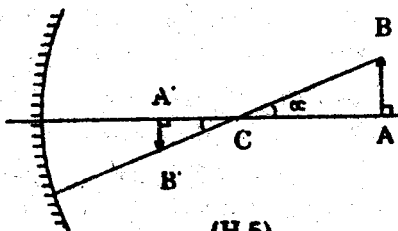
* Cũng lấy tia SO, tia phản xạ OS

* Tia tới SI bất kỳ, tia phản xạ IR qua F_1 hoặc có phương qua F_1 (xem hình 3, 4)

* Ảnh là S' (là ảo nếu là gương cầu lồi khi S là vật thật).

II. Ảnh của một vật AB

* AB : vật, là một đoạn thẳng vuông góc với trục chính. AB bé, A nằm trên trục chính.



(H.5)

* Do điều kiện tương điểm, khi ta quay A đến B ứng với góc α rất bé thì ảnh A' sẽ quay đến B'. Điều đó tương đương với việc quay gương quanh C để gương và trục chính của nó một góc α .

* Như vậy nếu coi AB là vật thì A'B' là ảnh. Các cung $\widehat{AB}$ và $\widehat{A'B'}$ thì coi là bằng cung AB và A'B'

Thế là $AB \perp$ trục chính thì ảnh của nó A'B' qua gương cũng vuông góc với trục chính. (xem H5)

III. Tính chất của ảnh

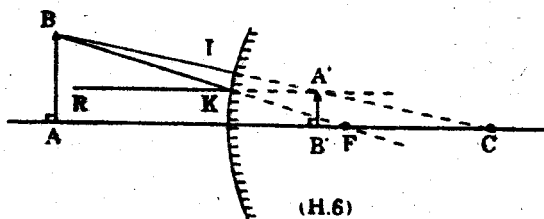
* Chú ý rằng ảnh của một vật là tập hợp các ảnh điểm của các điểm sáng trên vật.

* Vì ảnh một vật AB (phẳng, nhỏ, vuông góc với trục chính A nằm trên trục chính) là A'B' cũng vuông góc với trục chính, A' cũng nằm trên trục chính.

1/ Ảnh của một vật thật qua gương cầu lõm (Xem H.6)

* AB : vật thật, đặt trước gương cầu lõm

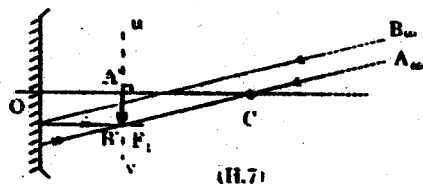
* A'B' là ảnh ảo, trong gương, dùng mắt mới thấy, thuận chiều với vật, bé hơn vật.



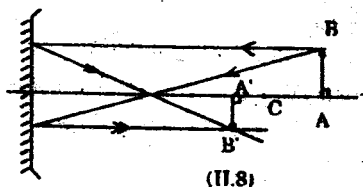
2/ Ảnh của vật thật qua gương cầu lõm

* Gọi khoảng cách từ vật đến gương là d , tiêu cự của gương là f .

* Bằng phép vẽ, ta xác định được tính chất của ảnh qua các hình vẽ sau:

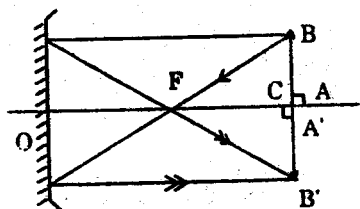


$d = \infty$



$d > 2f$ (A ở ngoài C)

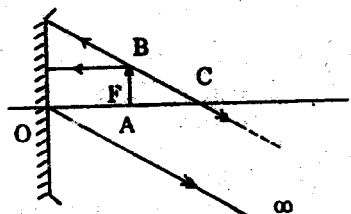
Ảnh $A'B'$ ở trên tiêu điểm,
ngược chiều với vật



(H.9)

$$d = 2f; A = C$$

$A'B'$: Ảnh thật, bằng vật
ngược chiều với vật

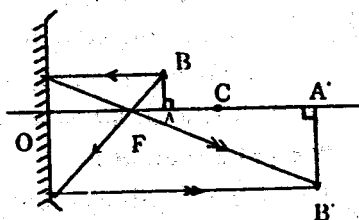


(H.11)

$$d = f; A = F$$

$A'B'$ ở ∞

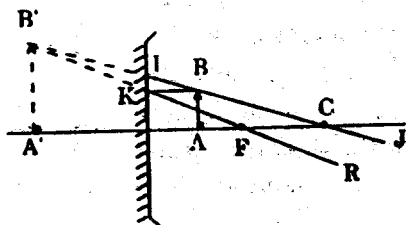
$A'B'$: Ảnh thật, ngoài F,
bé hơn vật, ngược chiều so
với vật



(H.10)

$$f < d < 2f$$

$A'B'$: Ảnh thật, ngược
chiều với vật, lớn hơn vật



(H.12)

$$0 < d < f; A \text{ ở trong } F$$

$A'B'$: Ảnh ảo, thuận chiều
với vật, lớn hơn vật

* Hãy sử dụng H.12 và tưởng tượng rằng khi $A \rightarrow 0$, $d \rightarrow 0$ thì gương của tia BKFR không đổi, độ dốc của tia BIC giảm dần nên B' tiến đến gần gương. Vậy khi $d = 0$ thì $A'B' = AB$ ngay trên gương.

Câu 69

Thiết lập công thức của gương cầu lõm ?

Lời giải**I. Các kí hiệu và giả thiết**

- + Gọi : $f = \overline{OF}$: tiêu cự (m) $\begin{cases} f > 0 : \text{Gương cầu lõm} \\ f < 0 : \text{Gương cầu lồi} \end{cases}$

$\overline{OA} = d$: Khoảng cách từ đỉnh gương đến vật (theo phương của trục chính) $d > 0$ vật thật, $d < 0$ vật ảo

$\overline{OA'} = d'$: Khoảng cách từ đỉnh gương đến ảnh (theo phương của trục chính) $d' > 0$ ảnh thật, $d' < 0$ ảnh ảo

$\overline{AB} = y$: Kích thước của vật (theo phương vuông góc với trục chính)

$\overline{A'B'} = y'$: Kích thước của ảnh (theo phương vuông góc với trục chính)

II. Vật thật, ảnh thật

- + Gương cầu lõm : $f > 0$ nên $OF = f$

Vật thật : $d > 0$ nên $OA = d$

Ảnh thật : $d' > 0$ nên $OA' = d'$

- + Theo định luật phản xạ ở O ta

có $\widehat{BOA} = \widehat{B'OA'}$; xét hai tam giác vuông ABO và A'B'O ta có : $\triangle ABO \sim \triangle A'B'O$ nên

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{d'}{d} \quad (1)$$

- + $\triangle FOI \sim \triangle FA'B'$ và chú ý $OI = AB$ nên:

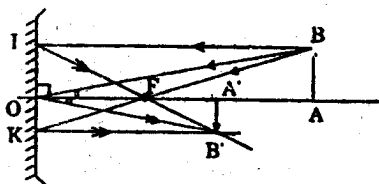
$$\frac{A'B'}{OI} = \frac{FA'}{FO} \rightarrow \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA' - OF}{OF} = \frac{d' - f}{f} \quad (2)$$

- + Phối hợp (1) và (2)

$$\frac{d'}{d} = \frac{d' - f}{f} \rightarrow d'f + df = dd' \quad (3)$$

- + Chia (3) cho $dd'f$, cuối cùng ta có :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (4)$$



+ Sử dụng (1) chuyển về dấu đại số thì:

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = \frac{y'}{y} = -\frac{d'}{d} \quad (5)$$

+ Các công thức (4), (5) và $f = \frac{R}{2}$ giúp ta giải các bài toán về gương cầu.

IV. Vật thật, ảnh ảo

+ Gương cầu lõm $OF = f$

Vật thật $OA = d$

Ảnh ảo $OA' = -d'$

+ $\triangle OA'B' \sim \triangle OAB$ nên:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{-d'}{d} \quad (6)$$

+ $\triangle FA'B' \sim \triangle FOI$ và chú ý $OI = AB$ nên

$$\frac{A'B'}{OI} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{FA'}{FO} = \frac{OF + OA'}{OF} = \frac{f - d'}{f} \quad (7)$$

+ Kết hợp (6) và (7)

$$-\frac{d'}{d} = \frac{f - d'}{f} \rightarrow dd' = df + d'f \quad (8)$$

$$\text{Chia (8) cho } dd'f \text{ cuối cùng ta có } \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (9)$$

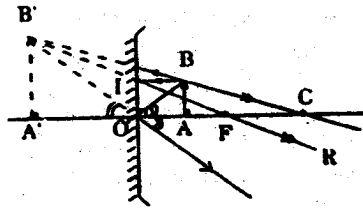
+ Dùng (6), chuyển về biểu thức đại số, chú ý vật và ảnh cùng chiều nên:

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = \frac{y'}{y} = -\frac{d'}{d} \quad (10)$$

Với K là độ phóng đại ảnh.

+ Kết luận: Như vậy dù ảnh là thật hay ảo ta cũng có các công thức gương cầu cùng một dạng:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$$



$$k = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = -\frac{d'}{d}$$

$$f = \frac{R}{2}$$

Với các qui ước dấu đã nêu ở phần trên.

+ Sử dụng các công thức của gương cầu cho gương phẳng với

chú ý : gương phẳng có $R = \infty$, $f = \infty$ nên $\frac{1}{f} = 0$

(9) trở thành :

$$0 = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \rightarrow d' = -d \quad (11)$$

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = -\frac{d'}{d} = +1 \quad (12)$$

(11) và (12) cho biết đối với gương phẳng : Vật và ảnh đối xứng qua gương, trái nhau về tính chất thật, ảo (vật ảo cho ảnh thật, vật thật cho ảnh ảo)

Câu 70

Định nghĩa vật thật, vật ảo, ảnh thật, ảnh ảo ? Về ảnh qua gương cầu khi vật là ảo.

Lời giải

I. Các định nghĩa

1/ **Vật thật** : Vật thật là vật ở trước dụng cụ quang học (tính theo chiều truyền ánh sáng), vật thật tập hợp vô số điểm sáng thật. Điểm sáng thật gửi tới dụng cụ quang học một chùm phân kỳ.

2/ **Vật ảo** :

* **Vật ảo** là vật ở sau dụng cụ quang học. Nó là tập hợp vô số điểm sáng ảo. Một điểm sáng ảo là nơi hội tụ của chùm tới hội tụ mà điểm hội tụ ở sau dụng cụ quang học.

* Chú ý trong quang hệ, có thể lấy ảnh của dụng cụ trước làm vật cho dụng cụ sau. Nó là vật thật nếu nằm trước dụng cụ sau và là vật ảo nếu ở sau dụng cụ sau.

3/ Ảnh thật

- * Ảnh thật là ảnh hứng được bằng màn ảnh
- * Ảnh thật là nơi hội tụ thật của các tia sáng phản xạ (hay khúc xạ), là điểm hội tụ của các chùm phản xạ hội tụ (hay chùm khúc xạ hội tụ)
- * Ảnh thật là ảnh ở trước gương hoặc ở sau kính (tính theo chiều truyền ánh sáng)

4/ Ảnh ảo

- * Ảnh ảo là ảnh không hứng được bằng màn. Dùng mắt nhìn mới thấy ảnh ảo.
- * Ảnh ảo là nơi hội tụ ảo của chùm sáng phản xạ (hoặc chùm ló khúc xạ), là nơi hội tụ của chùm phản xạ (hay khúc xạ) kéo dài
- * Ảnh ảo là ảnh ở trong gương hoặc trong kính

II. Ảnh của vật ảo qua gương cầu

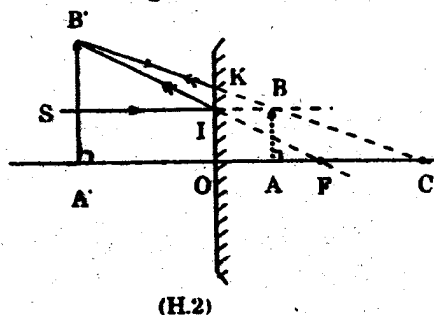
- * **Phương pháp chung** (Xem câu 68, I, 1)

* Gương cầu lõm

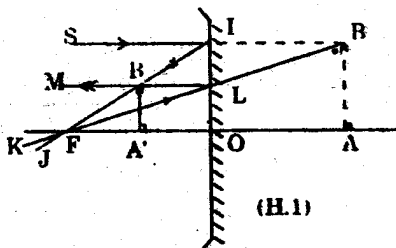
- + Chùm tới KLIS (hội tụ tại B)
- + Chùm phản xạ B'IL. B' là ảnh thật của B

+ Vật ảo cho ảnh qua gương cầu lõm là ảnh thật, thuận chiều với vật và nhỏ hơn vật (H.1)

- * **Gương cầu lồi**

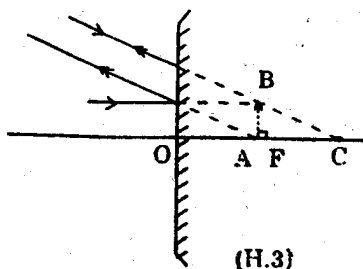


(H.2)

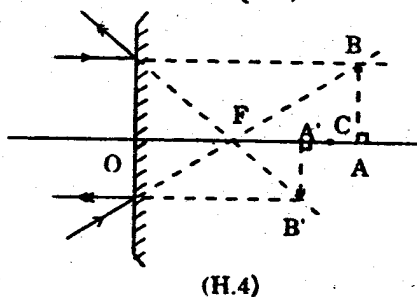


(H.1)

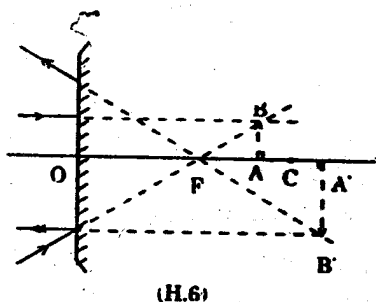
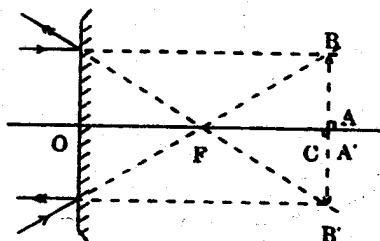
- + Vật ảo, ảnh thật
- + Vật ảo có $A \in OF$
- + $A'B'$ thuận chiều với vật, lớn hơn vật (H.2)



+ AB : vật ảo
A trung F
+ A'B' ở ∞
(H.3)



+ AB: vật ảo, A ở ngoài F
+ A'B' là ảnh ảo, ngược chiều
với vật, lớn hơn, bé hơn hay
bằng vật tùy theo vị trí của
AB (H.4 ; H.5 ; H.6)



Câu 71

Lập công thức của gương cầu lõm, lồi ?

Lời giải

A. Gương cầu lõm

I. Vật thật, ảnh thật: Xem câu 69 I, II

II. Vật thật, ảnh ảo: Xem câu 69, I, III

III. Vật ảo, ảnh thật

- * Vật ảo $d < 0$ nên $OA = -d$
- * Ảnh thật $d' > 0$ nên $OA' = d'$
- * Gương cầu lõm $f < 0$ nên $OF = -f$

* Ảnh và vật cùng chiều nên y', y cùng dấu

* $\Delta OA'B' \sim \Delta OAB$ (H.1) nên:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{d'}{d} \quad (1)$$

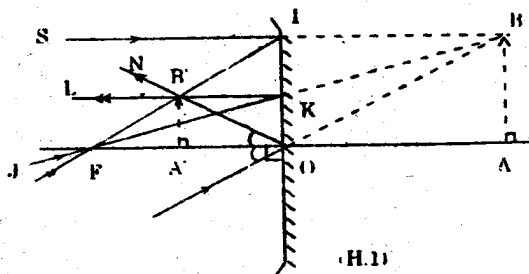
* $\Delta FOI \sim \Delta FA'B'$ và chú ý $AB = OI$

$$\frac{A'B'}{OI} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{FA'}{OF} = \frac{OF - OA'}{OF} = \frac{f - d'}{f} \quad (2)$$

* Từ (1) và (2): $-\frac{d'}{d} = \frac{f - d'}{f} \rightarrow d'f + df = dd' \quad (3)$

Chia (3) cho $dd'f$ ta có: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (4)$

* Chuyển (1) về phương trình đại số: $k = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = \frac{y'}{y} = -\frac{d'}{d} \quad (5)$



B. Gương cầu lồi

I. Vật thật, ảnh ảo (H.2)

* Do vật thật $d > 0$ nên $OA = d$

* Ảnh ảo nên $OA' = -d'$

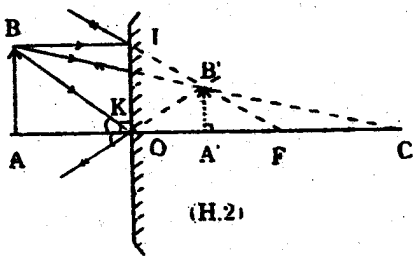
* Gương cầu lồi $f < 0$ nên $OF = -f$

* $\Delta OA'B' \sim \Delta OAB$:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{-d'}{d} \quad (6)$$

* $\Delta OIF \sim \Delta A'B'F$ và chú ý $OI = AB$

$$\begin{aligned} \frac{A'B'}{AB} &= \frac{A'B'}{OI} = \frac{FA'}{OF} = \frac{OF - OA'}{OF} = \frac{-f - (-d')}{f} \\ \rightarrow \frac{A'B'}{AB} &= \frac{f - d'}{f} \quad (7) \end{aligned}$$



* So sánh (6) và (7) ta có : $-\frac{d'}{d} = \frac{f-d'}{f}$

Suy ra $df + d'f = dd'$ (8)

Chia (8) cho dd' nhận được : $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$ (9)

* Chuyển (6) về đại số : $k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{y'}{y} = -\frac{d'}{d}$ (10)

II. Vật ảo, ảnh thật

(H.3)

* Vật ảo nên $d < 0$

$\rightarrow OA = -d$

* Ảnh thật, $d' > 0$

$\rightarrow OA' = d'$

* Gương cầu lõm $f < 0$

nên $OF = -f$

* $\Delta OA'B' \sim \Delta OAB$

ta có : $\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{d'}{-d}$ (11)

* $\Delta FA'B' \sim \Delta FOI$, chú ý $OI = AB$

$\frac{A'B'}{OI} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{FA'}{OF} = \frac{OF + OA'}{OF} = \frac{-f + d'}{-f}$ (12)

* (11) và (12) suy ra : $-\frac{d'}{d} = \frac{-f + d'}{-f}$

Nên $d'f + df = dd'$ (13)

* Chia (13) cho dd' ta có : $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$ (14)

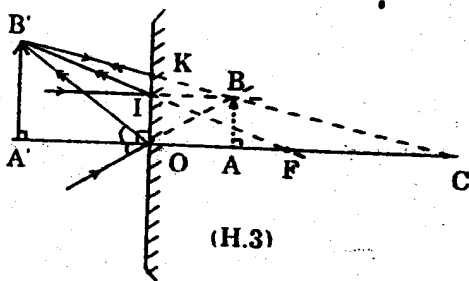
* Chuyển (11) về dấu đại số : $k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{y'}{y} = -\frac{d'}{d}$ (15)

III. Vật ảo, ảnh ảo (H.4)

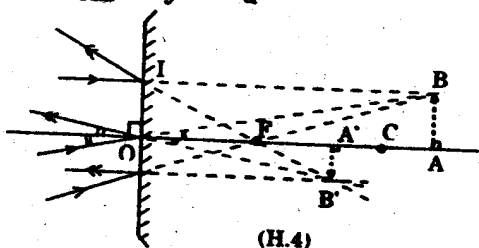
* Vật ảo $d < 0 \rightarrow OA = -d$

* Ảnh ảo $d' < 0 \rightarrow OA' = -d'$

* Gương cầu lõm $f < 0$



(H.3)



(H.4)

nên $OF = -f$

* $\Delta OA'B' \sim \Delta OAB$, ta có: $\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{-d'}{-d} = \frac{d'}{d}$ (16)

* $\Delta FOI \sim \Delta FA'B'$ và chú ý $OI = AB$

$$\frac{A'B'}{OI} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{FA'}{OF} = \frac{OA'-OF}{OF} = \frac{-d'-(-f)}{-f} = \frac{d'-f}{f} \quad (17)$$

* Kết hợp (16) và (17)

$$\frac{d'}{d} = \frac{d'-f}{f} \Rightarrow df + d'f = dd' \quad (18)$$

Chia (18) cho $DD'f$ ta có: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$ (19)

* Chuyển (16) về dấu đại số: $k = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = \frac{y'}{y} = -\frac{d'}{d}$ (20)

cl Nhận xét

+ Hệ công thức của gương cầu: $f = \frac{R}{2}$ (*)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (**)$$

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = -\frac{d'}{d} \quad (***)$$

Với các qui ước dấu: $f > 0, R > 0$: gương cầu lõm

$f < 0, R < 0$: gương cầu lồi

$f = \infty, R = \infty$ (gương phẳng)

$d > 0$: vật thật, $d < 0$: vật ảo

$d' > 0$: ảnh thật, $d' < 0$: ảnh ảo

$k > 0$: ảnh và vật cùng chiều

$k < 0$: ảnh và vật ngược chiều

+ Hệ công thức này bao giờ cũng kèm theo hệ thống qui ước thích hợp

+ Hệ công thức này dùng cho cả gương cầu và gương phẳng, cho gương cầu lõm hoặc lồi, vật thật và vật ảo.

Câu 72

Nghiên cứu vị trí và tính chất của ảnh qua gương cầu bằng phương pháp đồ thị ?

Lời giải

I. Gương cầu lõm

+ Sử dụng công thức $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \rightarrow d' = \frac{df}{d-f}$ (1)

+ Về đồ thị hàm số d' coi nó phụ thuộc d . Đồ thị này có một số tính chất như sau:

- * Là một hyperbol vuông góc có hai nhánh
- * Có hai đường tiệm cận đứng và ngang $d = f$ và $d' = f$
- * Đối xứng qua đường phân giác của góc I và III
- * Đi qua điểm I(2f, 2f) và O(0, 0)
- * Các đường phân giác của các góc có $|d| = |d'|$ chúng chia mặt phẳng làm hai miền: phần chứa trục trung có $|d'| > |d|$ cho ảnh lớn hơn vật (I). Miền (II) chứa trục hoành có $|d'| < |d|$ cho ảnh bé hơn vật.

+ Từ đồ thị ta có vị trí và tính chất của ảnh như sau :

a/ Vật thật, ngoài tiêu điểm

(đồ thị nhánh CID) $d > f$;

$d' > 0 \rightarrow$ ảnh thật

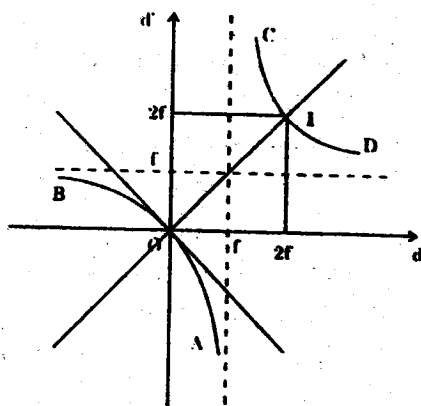
+ $d > 2f$ (nhánh ID), $f < d' < 2f$, ID thuộc miền II nên ảnh bé hơn vật

* $d = 2f$; $d' = 2f$; $|d| = |d'|$ nên ảnh bằng vật (điểm I)

* $f < d < 2f$; $d' > 2f$, CI ở trong miền I nên ảnh lớn hơn vật

* $d \rightarrow \infty$; $d' \rightarrow f$ (vật ở vô cùng, ảnh ở tiêu diện)

$d' \rightarrow f$; $d \rightarrow \infty$ (vật ở tiêu diện, ảnh ở vô cùng)



b/ Vật thật trong tiêu điểm

- * $0 < d < f$, ứng với đồ thị nhánh OA
- * $d \rightarrow f$; $d' \rightarrow -\infty$ (vật ở tiêu diện, ảnh ở vô cùng)
- * $d \rightarrow 0$; $d' \rightarrow 0$ (vật ở trên gương thì ảnh ở trên gương)
- * Trong miền này d' luôn âm, ảnh luôn ảo. Nhánh OA ở miền I nên ảnh lớn hơn vật.

c/ Vật ảo

- * $d < 0$: ứng với đồ thị đoạn OB
- * $0 < d' < f$: ảnh luôn luôn thật
- * Đồ thị ở miền II nên ảnh bé hơn vật

II. Gương cầu lồi

+ Phương pháp vẽ cũng như mục I

+ Vị trí và tính chất của ảnh qua đồ thị

a/ Vật thật

Ứng với đoạn đồ thị OD;
 $d > 0$ thì $f < d' < 0$; ($f < 0$) nên ảnh luôn luôn ảo. OD ở miền II nên ảnh bé hơn vật

b/ Vật ảo trong tiêu điểm

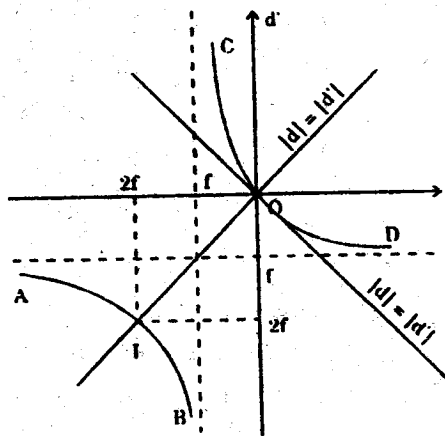
Ứng với đoạn đồ thị OC $f < d < 0$ ($f < 0$); $d' > 0$ ảnh là thật, OC ở miền I nên lớn hơn vật

Khi $d = 0$, $d' = 0$, ảnh và vật ở trên gương.

c/ Vật ảo ngoài tiêu điểm

Ứng với toàn nhánh BID, $d < 0$, $d' < 0$ cho ta ảnh ảo

- * Đoạn AI: $d < 2f$; miền II ảnh bé hơn vật
- * Điểm I: $d = 2f$; $d' = 2f$: ảnh bằng vật
- * Đoạn IB: $2f < d < f$; $d' < 2f$; miền I: ảnh lớn hơn vật.



Câu 73

Nghiên cứu tính chất và vị trí của ảnh qua gương cầu bằng phương pháp đại số ?

Lời giải**I. Gương cầu lõm**

* Sử dụng công thức $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$ (1)

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{d'}{d} \quad (2)$$

Với chú ý $f > 0$

* Vật ngoài tiêu điểm : $d > f > 0$

Từ (1) $\rightarrow d' = \frac{df}{d-f}$; ta có $df > 0$; $d-f > 0$ nên $d' > 0$: ảnh là thật. Do $k = -\frac{d'}{d}$ với $d > 0$, $d' > 0$ nên $k < 0$, ảnh thật ngược chiều với vật.

* Vật thật ở tiêu diện : $d = f$

Ta có : $d - f = 0$ và $d' = \frac{df}{d-f}$; $df = f^2$, $(d-f) \rightarrow 0$ nên $d' \rightarrow \infty$: ảnh ở vô cùng.

* Vật thật trong tiêu điểm : $0 < d < f$

Ta có $df > 0$; $(d-f) < 0$ nên $d' = \frac{df}{d-f} < 0$; ảnh là ảo.
 $k = -\frac{d'}{d}$ với $d > 0$, $d' < 0$ nên $k > 0$, ảnh ảo thuận chiều với vật

* Vật ảo : $d < 0$

Ta có $df < 0$; $(d-f) < 0$ nên $d' = \frac{df}{d-f} > 0$; ảnh là thật;
 $k = -\frac{d'}{d}$ với $d < 0$, $d' > 0 \rightarrow k > 0$ ảnh thật thuận chiều với vật.

II. Gương cầu lõm

* Dùng (1), (2) và $d' = \frac{df}{d-f}$ (3) chú ý $f < 0$

* Vật thật : $d > 0, df < 0; (d-f) > 0$ do $d > 0, -f > 0$

Từ (3) ta có $d' < 0 \rightarrow$ ảnh ảo

$k = -\frac{d'}{d}$ với $d > 0, d' < 0$ nên $k > 0$, ảnh ảo thuận chiều với

vật.

* vật ảo trong tiêu điểm : $f < d < 0; df > 0, (d-f) < 0$

Từ (3) có $d' > 0 \rightarrow$ ảnh thật

$k = -\frac{d'}{d}$ với $d < 0, d' > 0$ nên $k > 0$, ảnh thật thuận chiều

với vật.

* Vật ảo ở tiêu điểm: $d = f; d < 0, f < 0$ nên $df > 0 (d-f) \rightarrow 0$ nên $d' \rightarrow \infty$; ảnh ở vô cùng.

* Vật ảo ngoài tiêu điểm : $d < f < 0; df > 0, d-f < 0$ nên $d' < 0$: ảnh ảo

$k = -\frac{d'}{d}$ với $d < 0, d' < 0$ nên $k < 0$, ảnh ảo ngược chiều với vật.

Câu 74

Thị trường của gương cầu xác định như thế nào ? So sánh thị trường của gương cầu và gương phẳng.

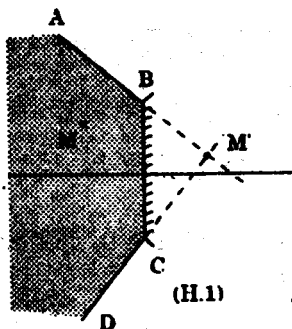
Lời giải

I. Xác định thị trường của gương

+ M : là mắt đặt trước gương

+ Ta xác định ảnh M' của mắt qua gương. M' là ảnh ảo trong gương.

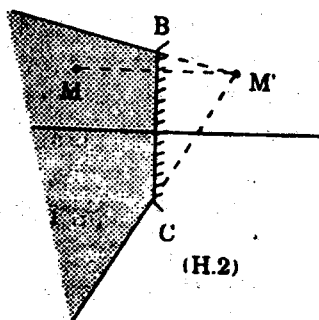
+ Lấy M' làm đỉnh, vẽ một hình nón cắt có các đường



sinh tựa trên chu vi của gương. Khoảng không gian trước gương là hình nón cắt ấy gọi là thị trường của gương (H.1)

+ Các vật nằm trong thị trường này sẽ cho ảnh trong gương mất M có thể thấy được ảnh này trong gương. Vì vậy người ta gọi gương là kính chiếu hậu (kính nhìn sau).

* (H.1) và (H.2) vẽ thị trường của gương cầu lõm (H.1) và của gương phẳng (H.2) có cùng chu vi rìa gương thị trường rộng hay hẹp phụ thuộc loại gương và cả vị trí đặt mắt.



II. So sánh

* Cách xác định thị trường như nhau

* Hai loại gương có cùng kích thước (cùng chu vi rìa gương), nếu đặt mắt ở vị trí như nhau thì qua gương cầu lõm M' ở gần gương hơn nên hình nón cắt lớn hơn. M' ở gương phẳng thì đối xứng với M nên ở xa hơn nên hình nón cắt bé hơn. Vậy thị trường của gương cầu lớn hơn.

* Vì vậy kính chiếu hậu của xe ô tô, mô tô người ta thường làm gương cầu lõm để có thị trường rộng hơn.

Câu 75

Giải thích hiện tượng bóng đen và bán dạ (bóng mờ) ? Trong trường hợp nào sau vật chắn sáng không có bán dạ ? Giải thích cơ sở quang học của cách ngắm bắn súng trường.

Lời giải

I. Bóng đen và bán dạ

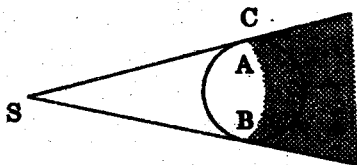
* Cho S là một nguồn sáng điểm

* C là vật chắn sáng (dạng hình cầu)

* Do ánh sáng truyền thẳng; các tia sáng trong chùm SAB bị chắn lại, phía sau C có một miền (gạch chéo) hoàn toàn tối (bóng

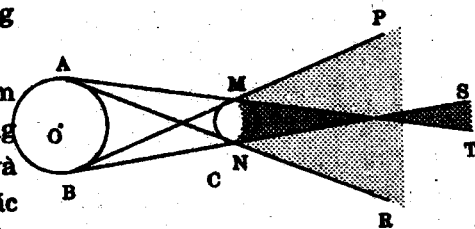
đen). Phía ngoài miền này ánh sáng đạt đến nên hoàn toàn sáng. Ranh giới giữa bóng đen và miền sáng hoàn toàn rõ rệt (H.1).

* Nếu vật sáng có kích thước (hình cầu), vật chắn C hình cầu thì ánh sáng truyền thẳng nên sau vật chắn chia làm 3 miền (H.2)



* MNQ hoàn toàn tối (bóng đen).

* PMQRN' (Miền chấm chấm) là sự chồng chất của bóng tối do các điểm sáng gây ra và phản ánh sáng đạt đến do các điểm sáng khác gây ra. Đó là miền bóng mờ (bán dạ).



* Ngoài MP và NR là hoàn toàn sáng.

* Từ phân tích ở trên ta rút ra sau vật cản không có bán dạ nếu nguồn sáng là điểm.

II. Cách ngắm bắn súng trường.

* Cách ngắm : Chính súng sao cho điểm trên mục tiêu, đầu ruồi và khe thước ngắm cùng nằm trên một đường thẳng.

* Khi nhìn qua khe thước ngắm ta thấy đầu ruồi che khuất mục tiêu. Sở dĩ làm như vậy vì ánh sáng truyền thẳng nên đầu ruồi che khuất điểm mục tiêu cũng là lúc các điểm nói trên nằm trên một đường thẳng.

* Cách sử dụng tia sáng truyền thẳng khi ngắm ở trên làm đạn trúng mục tiêu, khi ta bỏ qua sức cản không khí và tác dụng trọng lực vào đạn.

Câu 76

Giải thích hiện tượng nhật thực và nguyệt thực.

Lời giải

+ Hãy sử dụng (H.2) câu 75.

+ Vật sáng có đường kính AB, vật chắn C. Sau C có bóng đen, bóng mờ và vùng sáng.

I. Nhật thực

* Quan sát được vào ban ngày

* Lúc nhật thực vị trí Mặt Trời, Mặt Trăng, Trái Đất là:

Mặt Trời → Mặt Trăng → Trái Đất

(nguồn sáng) (vật chắn sáng) (vật nhận sáng)

* Mặt Trăng cản trở ánh sáng từ Mặt Trời tới Trái Đất một phần hay toàn phần, ở vùng nào trên Trái Đất sẽ thấy Mặt Trời bị Mặt Trăng che khuất hoàn toàn (nhật thực toàn phần) hay bị Mặt Trăng che khuất một phần (nhật thực bán phần)

II. Nguyệt thực

* Quan sát được vào ban đêm

* Lúc có nguyệt thực, vị trí Mặt Trời, Trái Đất, Mặt Trăng sắp xếp như sau :

Mặt Trời → Trái Đất → Mặt Trăng

(Vật sáng) (vật chắn sáng) (vật nhận sáng)

* Trái đất cản trở ánh sáng từ Mặt Trời đến Mặt Trăng một phần hay toàn phần, ở vùng nào đó trên Trái Đất sẽ thấy Mặt Trăng hoàn toàn tối khi Mặt Trăng nằm trọn trong vùng bóng đen (nguyệt thực toàn phần) hay thấy Mặt Trăng chỉ tối một phần, mờ mờ tùy Mặt Trăng ở vùng bóng tối và bóng mờ (nguyệt thực một phần).

Câu 77

1/ Hiện tượng khúc xạ ánh sáng và định luật khúc xạ ánh sáng. Trong trường hợp nào tia sáng không bị khúc xạ qua mặt ngăn cách hai môi trường.

2/ a/ Các khái niệm chiết suất tỉ đối và tuyệt đối

b/ Biết chiết suất tuyệt đối của nước là $\frac{4}{3}$

α) Chiết suất tỉ đối của thủy tinh đối với nước là $\frac{9}{8}$.

Tìm chiết suất tuyệt đối của thủy tinh.

β) Chiết suất tuyệt đối của kim cương là 2,4. Tìm chiết suất tỉ đối của kim cương đối với nước.

c/ Mối liên hệ giữa chiết suất tỉ đối và chiết suất tuyệt đối với vận tốc ánh sáng trong các môi trường và trong chân không.

Lời giải

i. Hiện tượng khúc xạ ánh sáng

a/ Hiện tượng

* Sự khúc xạ là hiện tượng đổi phương truyền đột ngột của tia sáng khi đi qua mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt.

* Có thể thí nghiệm : cho tia sáng từ không khí vào nước (H.1)

* Cũng có thể làm thí nghiệm chiếu ánh sáng từ không khí vào mặt phẳng của thủy tinh hình bán nguyệt gắn trên bảng chia độ (H.2)

* Gọi SI : tia tới, I : điểm tới, i : góc tới

NIN' : pháp tuyến

(1) : môi trường tới

(2) : môi trường khúc xạ

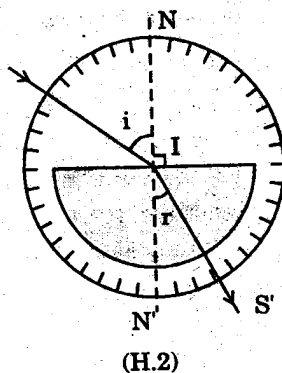
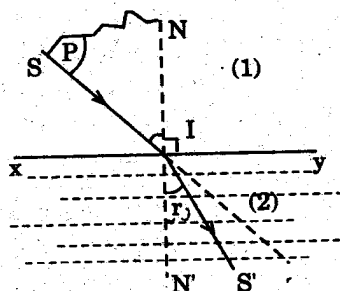
xy : mặt phân cách

P : mặt phẳng tới (chứa tia tới và pháp tuyến)

IS' : tia khúc xạ

r : góc khúc xạ

* Sử dụng một mặt phẳng (P) để biết IS' thuộc mặt phẳng nào, dùng thước đo độ để xác định i, r. Dựa vào một loạt số liệu



về i và r , tìm được mối quan hệ giữa chúng $\rightarrow$ tìm được định luật thực nghiệm.

b/ Định luật khúc xạ ánh sáng

1- Tia khúc xạ nằm trong mặt phẳng tới và bên kia pháp tuyến so với tia tới.

2- Đối với một cặp môi trường trong suốt đã cho, tỷ số giữa góc tới ($\sin i$) và $\sin$ góc khúc xạ ($\sin r$) là một đại lượng không đổi. Đại lượng không đổi này được gọi là chiết suất tỉ đối của môi trường khúc xạ đối với môi trường tới.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21} = \text{const} \quad (1)$$

Chú ý:

* khi $i, r \ll$ thì ta tính gần đúng $\frac{i}{r} = n_{21}$

* Nếu $n_{21} > 1$ ta nói môi trường khúc xạ (2)

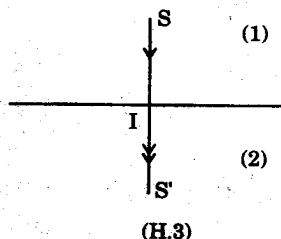
Chiết quang hơn môi trường tới (1)

c/ Hai trường hợp không bị khúc xạ

* Khi $i = 0$, thì $r = 0$ (xem hình 3)

lúc đó ta phải hiểu

$$n_{21} = \lim_{i \rightarrow 0} \frac{\sin i}{\sin r}$$



* Khi $n_{21} = 1$; tính chất chiết quang của hai môi trường như nhau thì $i = r$; ánh sáng truyền thẳng qua mặt phân cách của hai môi trường.

II. Các khái niệm chiết suất

a/ Chiết suất tỉ đối và chiết suất tuyệt đối

* Chiết suất tuyệt đối là chiết suất của các môi trường so với chân không (thường kí hiệu $n_{20} = n$, $n_{10} = n$, ...) chiết suất tuyệt đối của chân không bằng 1, chiết suất tuyệt đối của các môi trường vật chất lớn hơn 1.

* Chiết suất tỉ đối là chiết suất của môi trường này đối với môi trường kia (thường kí hiệu : n_{21} , n_{12} , n_{32} , n_{23} ...) Chiết suất tỉ đối có thể lớn hơn (hay bé hơn) 1.

* Quan hệ:

$$+ \frac{\sin i}{\sin r} = n_{21} \text{ \& \ } \frac{\sin r}{\sin i} = n_{12} \text{ nên } n_{12} = \frac{1}{n_{21}} \quad (2)$$

$$+ n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad (3)$$

b/ Tìm các chiết suất

+ Gọi chiết suất tuyệt đối của nước là $n_n = \frac{4}{3}$

+ Gọi chiết suất tuyệt đối của thủy tinh là n_t

+ Gọi chiết suất tuyệt đối của kim cương là n_k

α) Biết : $n_{t/n} = \frac{9}{8}$. Tìm n_t

$$\text{Ta có : } n_{t/n} = \frac{n_t}{n_n} \rightarrow n_t = n_{t/n} \cdot n_n = \frac{9}{8} \cdot \frac{4}{3} = 1,5$$

β) Biết : $n_k = 2,4$. Tìm $n_{k/n}$

$$\text{Ta có : } n_{k/n} = \frac{n_k}{n_n} = \frac{2,4}{4/3} = 1,8$$

c/ Liên hệ giữa chiết suất và vận tốc ánh sáng

+ Từ thuyết sóng của ánh sáng của Huyghen người ta chứng minh được

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \quad (4)$$

(Trong đó v_1 , v_2 là vận tốc của ánh sáng trong môi trường có chiết suất tương ứng là n_1 , n_2)

Như vậy : chiết suất tuyệt đối của môi trường tỷ lệ nghịch với vận tốc ánh sáng truyền trong môi trường đó.

+ Trong chân không $n_1 = 1$; $v_1 = C = 3.10^8 \text{ m/s}$ trong môi trường có $n_2 = n$; $v_2 = v$ thì theo (4) ta có

$$n_{21} = \frac{n}{1} = \frac{C}{v} \rightarrow n = \frac{C}{v} \quad (5)$$

Như vậy theo (5); $n > 1$, $v < c$ và cho biết : chiết suất tuyệt đối của một môi trường cho biết vận tốc ánh sáng trong môi trường đó bé hơn vận tốc ánh sáng trong chân không bao nhiêu lần.

Câu 78

Lưỡng chất phẳng là gì ? Lập công thức xác định ảnh qua lưỡng chất phẳng.

Lời giải

I. Định nghĩa

* Lưỡng chất phẳng là một cặp môi trường trong suốt với mặt ngăn cách là mặt phẳng

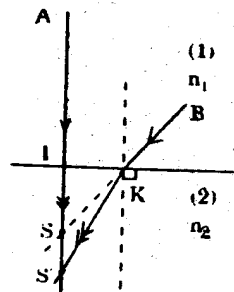
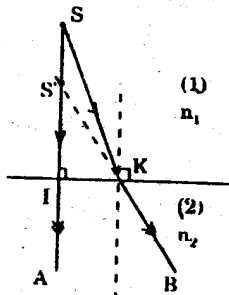
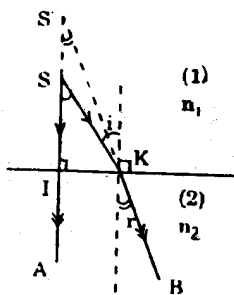
* Ví dụ : không khí và nước, ngăn cách bởi mặt nước phẳng lặng.

II. Tạo ảnh qua lưỡng chất phẳng

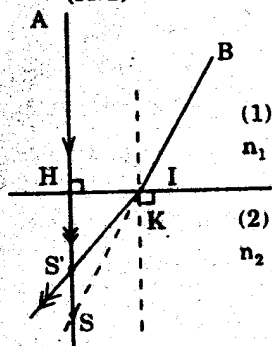
+ Ảnh của một điểm sáng: chọn một chùm sáng phân kỳ từ điểm sáng S; dùng định luật khúc xạ, tìm chùm khúc xạ. Từ đó xác định ảnh. Ảnh thật hay ảo xác định theo định nghĩa (xem câu 70).

+ Ảnh của một điểm sáng ảo: chọn một chùm hội tụ có điểm hội tụ ở môi trường khúc xạ (coi là vật ảo) dùng định luật khúc xạ để vẽ chùm khúc xạ rồi xác định ảnh.

+ Ảnh của vật là tập hợp các ảnh của các điểm sáng thường chỉ xét vật AB là đoạn thẳng song song với mặt phân cách. (Xem các hình 1, 2, 3, 4, 5)



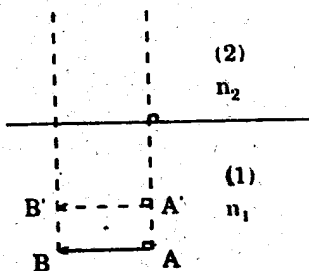
(S: thật, $n_2 > n_1$)
(H.1)



(S: ảo, $n_2 < n_1$)
(H.4)

(S: Thật, $n_1 < n_2$)
(H.2)

(S: Ảo ; $n_2 > n_1$)
(H.3)



AB : vật thật, A'B' : Ảnh ảo
(H.5)

III. Lập công thức xác định ảnh.

+ Sử dụng H.1. Gọi $SI = d$; $S'I = d'$ là khoảng cách từ vật và ảnh đến mặt phân cách giữa hai môi trường.

+ Xét hai $\triangle SIK$ và $\triangle S'IK$:

$\angle ISK = i$ (so le) ; $\angle IS'K = r$ (đồng vị)

$$\frac{\text{tgi}}{\text{tgr}} = \frac{IK}{IS} \text{ và } \frac{\text{tgi}}{\text{tgr}} = \frac{IK}{IS'} \rightarrow \frac{\text{tgi}}{\text{tgr}} = \frac{IS'}{IS} = \frac{d'}{d}$$

+ Do góc nhìn bé; chùm tới rất hẹp tới vuông góc với mặt phân cách nên $i, r \ll \rightarrow$

$$\frac{\text{tgi}}{\text{tgr}} \approx \frac{\sin i}{\sin r} = n_{21} = \frac{1}{n_{12}} = \frac{d'}{d}$$

Vậy : $\boxed{d' = \frac{d}{n_{12}}}$

+ Điểm kiện tương điểm (ảnh rõ nét) là góc mở của chùm sáng phải hẹp, góc nhìn rõ ảnh bé.

+ Ảnh và vật luôn có tính thật ảo ngược nhau.

Câu 79

Bán mặt song song là gì ? Xác định ảnh qua bán mặt song song.

Lời giải

I. Định nghĩa

* Bán mặt song song là một môi trường trong suốt được giới hạn bởi hai mặt phẳng song song

* Bán mặt song song được đặc trưng bởi chiết suất n và bề dày e .

* Ta thường xét bán mặt song song đặt trong không khí ($n > 1$)

II. Vẽ ảnh qua bán mặt song song

1/ Đường đi của một tia sáng (H.1)

+ Sử dụng định luật khúc xạ tại I và J, ta vẽ được đường truyền tia sáng qua bán mặt song song SIJK

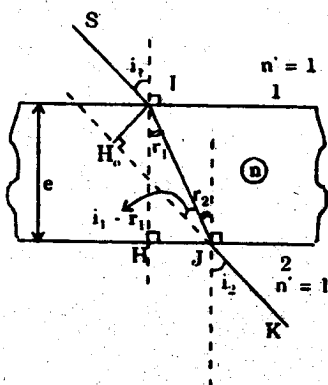
SI, JK : là tia tới và tia ló

i_1, i_2 : là góc tới và góc ló (mặt phẳng hình vẽ là mặt phẳng tới)

+ Với điều kiện : bán đặt trong không khí (hoặc hai bên bán có môi trường như nhau), sử dụng định luật khúc xạ ta có, chú ý $r_1 = r_2$ (so le)

$$\frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{n}{n'} \rightarrow n' \sin i_1 = n \sin r_1 \quad (1)$$

$$\frac{\sin r_2}{\sin i_2} = \frac{n'}{n} \rightarrow n \sin r_2 = n \sin r_1 = n' \sin i_2 \quad (2)$$



Từ (1) và (2) ta có $n \sin i_1 = n \sin i_2$ (3); với i_1 và i_2 đều nhỏ, nên $i_1 = i_2$. Như vậy tia ló JK song song với tia tới SI nhưng bị dời đi một đoạn $d = IH_0$ (d gọi là độ dời ngang)

+ Do $i_1 = i_2$, $r_1 = r_2$ nên $\widehat{IJH} = i_1 - r_1$

$$\Delta IHJ \rightarrow IJ = IH / \cos r_1 = e / \cos r_1 \quad (4)$$

$$\Delta IH_0J \rightarrow IH_0 = d = IJ \sin(i_1 - r_1) \quad (5)$$

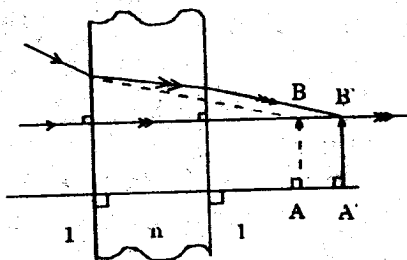
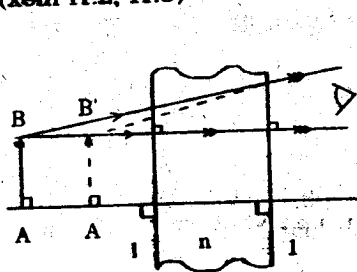
$$(4) + (5) \text{ suy ra } d = \frac{e \sin(i_1 - r_1)}{\cos r_1} \quad (6)$$

+ nếu i_1 và r_1 rất bé, $\sin i_1 \approx i_1$; $\cos i_1 \approx 1$; $\cos r_1 \approx 1$ ta biến đổi và dùng gần đúng sẽ có

$$d \approx e \cdot i_1 \left(1 - \frac{1}{n}\right) \quad (7)$$

2/ Ảnh qua bản mặt song song

- + Chọn chùm sáng tới hẹp, góc tới rất bé để ảnh rõ nét
- + Chọn bản mặt song song đặt trong không khí. Ảnh là ảo và vật là thật hoặc vật ảo ảnh thật
- + Ảnh của một vật là tập hợp các ảnh của các điểm sáng (xem H.2, H.3)



- + Ảnh và vật ngược nhau về tính thật ảo và ở cùng một phía, ảnh thuận chiều, bằng vật và độ dời so với vật một đoạn AA'

III. Độ dời của ảnh

+ Độ dời của ảnh (hay khoảng cách giữa vật và ảnh)

+ Có thể tính theo cách (xem H.4)

$$SS' = IK = \frac{IH_o}{\sin i_1}$$

(H.4)

Với $i_1 \ll$ nên $\sin i_1 \approx i_1$ và $IH_o = d \approx ei_1 \left(1 - \frac{1}{n}\right)$ nên

$$SS' = \frac{ei_1 \left(1 - \frac{1}{n}\right)}{i_1} = e \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

+ Độ dời của ảnh S' so với vật S là

$$SS' = e \left(1 - \frac{1}{n}\right) \quad (8)$$

+ Nếu $n > 1$; ảnh dời theo chiều ánh sáng, tịnh tiến

+ Nếu $n < 1$; ảnh dời ngược lại

+ Cũng có thể tìm SS' theo cách khác (xem H.5)

$$KL = \frac{KJ}{\operatorname{tg} i} \quad \& \quad KI = \frac{KJ}{\operatorname{tg} r}$$

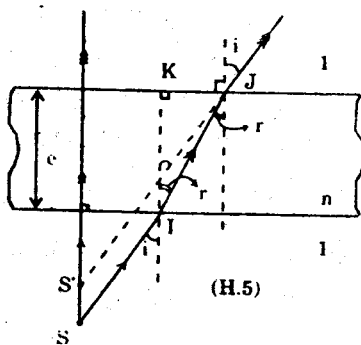
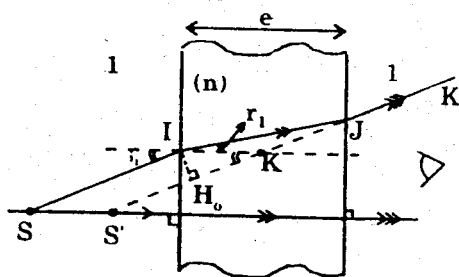
$$\text{Nên } KL = KI \frac{\operatorname{tg} r}{\operatorname{tg} i}$$

$$+ \quad SS' = LI = KI - KL = KI \left(1 - \frac{\operatorname{tg} r}{\operatorname{tg} i}\right)$$

Với $KI = e$ và $i, r \ll$

nên $\frac{\operatorname{tg} i}{\operatorname{tg} r} \approx \frac{\sin i}{\sin r} = n$, do đó

$$SS' = e \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$



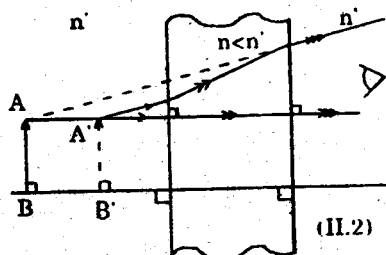
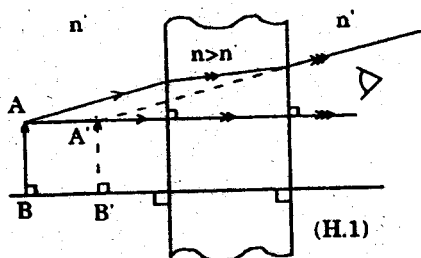
Câu 80

Vẽ ảnh qua bản mặt song song trong các trường hợp mà em có thể biết.

Lời giải

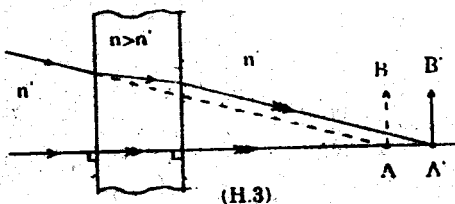
I. Vật thật

+ Phương pháp vẽ (xem câu 79)



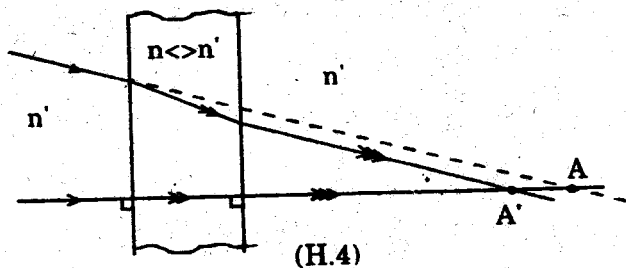
II. Vật ảo

1/ * Chùm tới hội tụ có điểm hội tụ phía sau mặt sau của bản là A. A coi là vật ảo (H.3)

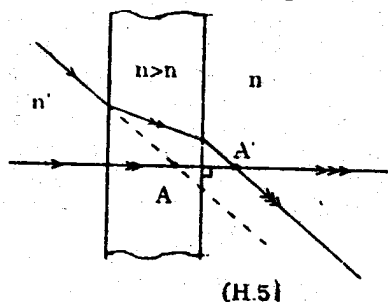


- * Ảnh A' là ảnh thật dịch xa bản mặt song song
- * Nếu AB là vật ảo, A'B' là ảnh thật cùng chiều bằng vật và dịch xa ra.

2/ Nếu $n < n'$ và A là vật ảo thì A' là ảnh thật nhưng dịch vào gần bản (xem H.4)

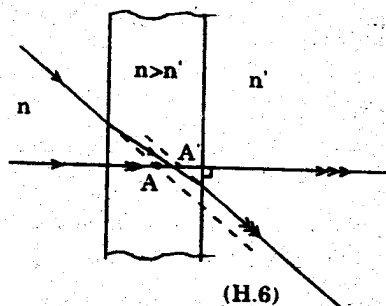


3/ Xem hình 5 và 6



A: Vật ảo, $n > n'$

A': Ảnh thật, dịch xa



A: vật ảo, $n > n'$

A': Ảnh ảo, dịch xa hơn vật

Câu 81

1/ Hiện tượng phản xạ toàn phần và các điều kiện để có hiện tượng đó.

2/ Phân biệt hiện tượng phản xạ toàn phần và phản xạ thường.

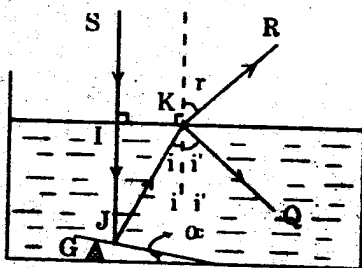
3/ Lăng kính phản xạ toàn phần và ứng dụng của nó.

Lời giải

I. Hiện tượng phản xạ toàn phần

1/ Thí nghiệm

+ Có thể bố trí thí nghiệm như hình 1: ánh sáng tới vuông góc với mặt nước, vào trong nước, phản xạ trên gương phẳng G trong nước, truyền trong nước lên mặt nước và ló ra ngoài (H.1). Ở K có tia KQ phản xạ trở lại môi trường nước. Quan sát phản xạ toàn phần ở K



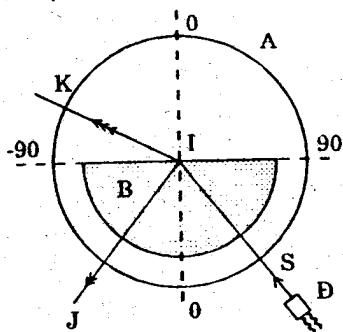
+ Thay đổi α của gương G để cho i từ nhỏ tăng dần lên. Ta thấy

* $i = i < r$

- * i còn nhỏ, KR sáng, KQ mờ
- * i tăng, r tăng theo; KQ sáng dần, KR mờ dần
- * Khi góc $i = i_{gh}$, nào đó để $r = 90^\circ$, tia khúc xạ KR là là trên mặt nước, KQ rất sáng

* Khi $i > i_{gh}$; tia khúc xạ KR biến mất, chỉ còn lại tia phản xạ KQ sáng như tia tới JK ta nói có phản xạ toàn phần. Lúc đó chỉ còn tia phản xạ, không có tia khúc xạ.

+ Có thể bố trí thí nghiệm như hình 2. Tấm thủy tinh hình bán nguyệt gắn trên bảng chia độ. Chiếu tia sáng đơn sắc SI đến I. Quan sát hiện tượng phản xạ toàn phần có thể xảy ra ở I. Trong hai thí nghiệm trên, ta đều phải cho ánh sáng từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường kém chiết quang



(H.2)

2/ Điều kiện để có hiện tượng phản xạ toàn phần

* Tia sáng truyền từ môi trường chiết quang hơn (chiết suất tuyệt đối lớn hơn) sang môi trường kém chiết quang (chiết suất tuyệt đối bé hơn)

* Góc tới lớn hơn hoặc bằng góc giới hạn (i_{gh})

$$i = i_{gh} \text{ khi } r = 90^\circ \rightarrow \sin i_{gh} = \frac{1}{n_{12}}$$

((1) : môi trường tới, (2) : môi trường khúc xạ)

II. Phân biệt phản xạ thường và phản xạ toàn phần

1/ Giống nhau

* Đều là hiện tượng phản xạ, tia sáng truyền trở lại môi trường cũ.

* Đều tuân theo định luật phản xạ

2/ Khác nhau

* Hiện tượng phản xạ thường xảy ra khi tia sáng gặp một mặt phân cách nhẵn của hai môi trường trong suốt, không cần thêm điều kiện gì.

* Hiện tượng phản xạ toàn phần chỉ xảy ra nếu hai điều kiện được thỏa mãn

* Ở phản xạ toàn phần, độ sáng của chùm phản xạ bằng độ sáng của chùm tới, còn phản xạ thường thì yếu hơn

* Khi ánh sáng từ môi trường kém chiết quang sang môi trường chiết quang hơn thì không bao giờ có phản xạ toàn phần và luôn có phản xạ thường.

* Khi ánh sáng từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường kém chiết quang thì :

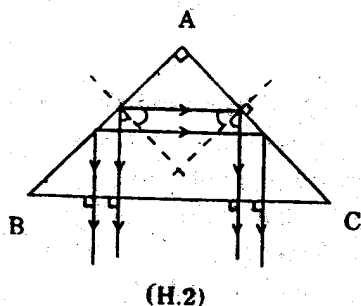
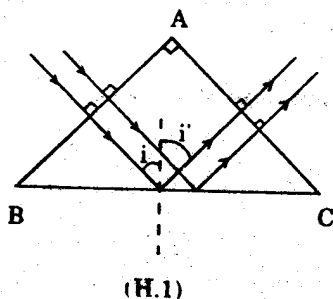
+ Khi $i < i_{gh}$: có phản xạ thường, không có phản xạ toàn phần.

+ Khi $i \geq i_{gh}$: có phản xạ toàn phần và không có phản xạ thường nữa.

III. Lăng kính phản xạ toàn phần

a/ **Định nghĩa** : lăng kính phản xạ toàn phần là một khối thủy tinh hình lăng trụ đứng có thiết diện thẳng là một tam giác vuông cân ABC.

b/ Sự phản xạ toàn phần



* Giả sử chiết suất của lăng kính $n = 1,5$ đặt trong không khí thì

$$\sin i_{\text{gh}} = \frac{1}{n} = \frac{2}{3} \rightarrow i_{\text{gh}} = 41,81^\circ$$

hay $i_{\text{gh}} \approx 41^\circ 49'$

* Nếu ta chiếu ánh sáng tới vuông góc với một mặt thì $i = 45^\circ > i_{\text{gh}}$ nên sẽ có phản xạ toàn phần ở mặt BC (H.1) hoặc có phản xạ toàn phần ở AB và AC (H.2).

* Vậy BC (H.1) hoặc AB & AC (H.2) có vai trò như những gương phẳng

c/ Ứng dụng

* Lăng kính phản xạ toàn phần dùng để thay cho gương phẳng trong một số dụng cụ quang học như : kính tiềm vọng, ống nhòm ... vì có ưu điểm hơn gương phẳng

- * Sáng hơn (phản xạ toàn phần)
- * Bền hơn (vì không cần có lớp mạ sau gương)
- * Lăng kính dùng trong quang phổ tán sắc ánh sáng, trong giác kế đo n của chất lỏng và chất rắn.

Câu 82

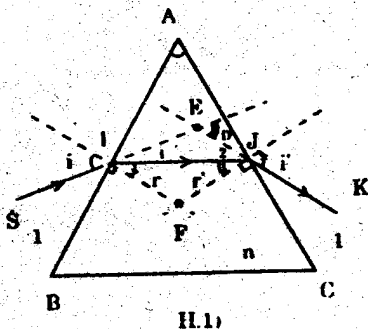
1/ Vẽ và nêu đặc điểm của đường đi một tia sáng đơn sắc và của một tia sáng trắng qua một lăng kính thủy tinh

2/ Góc lệch của một tia sáng đơn sắc qua lăng kính: định nghĩa, lập công thức tính, khái niệm về góc lệch cực tiểu, ý nghĩa của việc đo góc lệch cực tiểu.

Lời giải

I. Đường đi của một tia sáng đơn sắc qua lăng kính

* Xét các tia nằm trong mặt phẳng tới trùng với thiết diện thẳng ABC của lăng kính. Lăng kính có $n > 1$ đặt trong không khí.

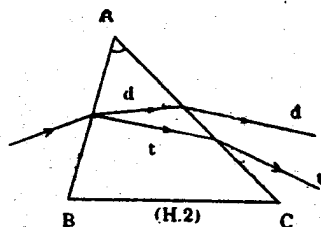


* Sử dụng định luật khúc xạ ở I và J, về tia đơn sắc truyền qua lăng kính ABC là tia SIJK. (Chú ý $i > r$; $i' > r'$)

* Nếu lăng kính đặt trong không khí và tia tới đơn sắc SI chiếu từ đáy lên mặt bên AB thì tia ló JK bị lệch về phía đáy BC

II. Đường đi của tia sáng trắng qua lăng kính

- * Tia sáng trắng qua lăng kính
- + Bị lệch về phía đáy
- + Bị tán sắc: bị tách thành nhiều màu đơn sắc (từ đỏ đến tím). Tia đỏ lệch ít nhất, tia tím lệch nhiều nhất (xem H.2)



* Sở dĩ bị tán sắc là vì chiết suất của lăng kính đối với các màu khác nhau là khác nhau.

III. Góc lệch của tia sáng đơn sắc qua lăng kính

a/ **Định nghĩa** : góc lệch D giữa tia ló và tia tới là góc phải quay tia tới để hướng của nó trùng với hướng của tia ló.

b/ Các công thức

* Sử dụng hình 1

* Định luật khúc xạ ở I và J: $\sin i = n \sin r$ (1)

$\sin i' = n \sin r'$ (2)

* Từ tứ giác AIFJ có $\hat{AIF} = \hat{AJF} = 1v$ nên:

$$\left. \begin{array}{l} \hat{IAJ} + \hat{IFJ} = 180^\circ \\ r + r' + \hat{IFJ} = 180^\circ \end{array} \right\} \rightarrow \hat{IAF} = r + r'$$

hay góc chiết quang A = $r + r'$ (3)

$$\left. \begin{array}{l} i = r + \hat{I}_1 \\ i' = r' + \hat{J}_1 \\ D = \hat{I}_1 + \hat{J}_1 \end{array} \right\} D = (i - r) + (i' - r') = i + i' - (r + r')$$

Do (3) nên $D = i + i' - A$ (4)

* Nếu A, i rất bé thì r, r', i cũng rất bé, dùng gần đúng

$$\sin i \approx i; \sin r \approx r; \sin i' \approx i'; \sin r' \approx r'$$

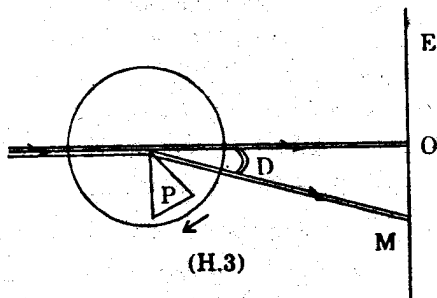
nên
$$\left. \begin{aligned} (1) &\rightarrow i \approx nr \\ (2) &\rightarrow i' \approx nr' \end{aligned} \right\} \rightarrow D = i + i' - A \approx nr + nr' - (r + r') =$$

$$D \approx (n - 1)A \quad (5)$$

$$D = \text{const nếu } i, A \text{ rất bé}$$

c/ Góc lệch cực tiểu

* Chiếu một chùm đơn sắc song song, hẹp vào lăng kính P (xem hình 3); một phần không chạm đỉnh lăng kính đi thẳng cho trên màn E một vết sáng nhỏ O cố định; một phần chạm lăng kính. Phần chạm này ló ra khỏi lăng kính bị lệch về đáy và cho trên E một vết sáng nhỏ M.



* Quay chậm bàn quay, vết sáng O đứng yên, M dịch dần về O (góc lệch D giảm dần) sau đó dừng lại (góc lệch nhỏ nhất) rồi dịch xa dần O (góc lệch D tăng dần)

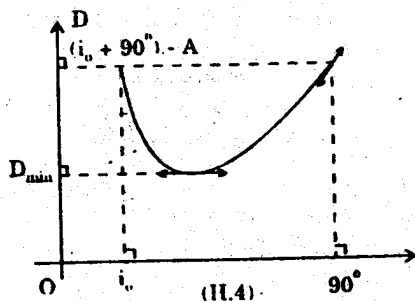
* Khi vết sáng M dừng lại, $D_{\min}$. Lúc đó ta thấy tia tới và tia ló đối xứng nhau qua đường phân giác của góc chiết quang A

* Khảo sát bằng thí nghiệm cũng như lý thuyết (xem H.4)

$i \in [i_0, 90^\circ]$ thì khi i giảm dần từ 90° đến i_0 , D qua giá trị $D_{\min}$

$$\text{Khi đó } i = i'; r = r' = \frac{A}{2},$$

$$\text{nên } D_{\min} = 2i - A \text{ và } i = \frac{A + D_{\min}}{2}.$$



Định luật khúc xạ (n : chiết suất của lăng kính):

$$n = \frac{\sin' \frac{A + D_{\min}}{2}}{\sin \frac{A}{2}} \quad (6)$$

d/ Ý nghĩa việc đo $D_{\min}$

- * Đo được A, $D_{\min}$, ta tìm được n
- * Vậy ta đưa bài toán đo n quang học về bài toán đo góc hình học
- * Đo n này bằng giác kế rất nhanh và khá chính xác.

Câu 83

Chứng minh rằng tia sáng đi theo định luật phản xạ và khúc xạ có đường đi ngắn nhất ?

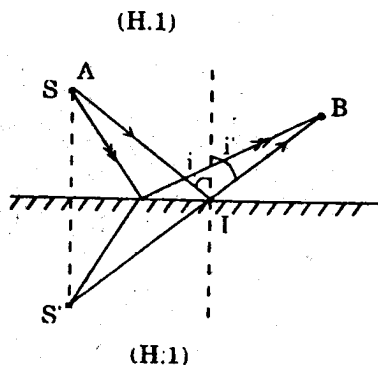
Lời giải

I. Theo định luật phản xạ

+ Vẽ đường đi của tia phản xạ trên gương phẳng từ A đến B (một tia theo định luật phản xạ, một tia không) (xem H.1)

+ Theo định luật phản xạ có tia SIB; S'IB thẳng hàng. Đường đi là $SI + IB = S'I + IB$

+ Nếu không theo định luật phản xạ có tia SJB



Do S và S' đối xứng qua gương nên $SJ = S'J$. Đường đi là $SJ + JB = S'J + JB$

+ Xét $\Delta S'JB$ ta có $S'J + JB > S'I + IB$

Vậy $SI + IB < SJ + JB$ (đpcm)

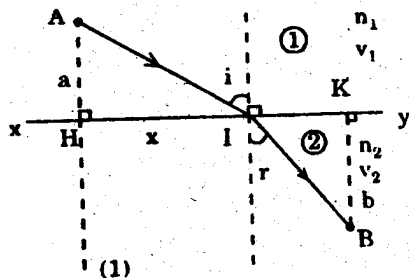
II. Theo định luật khúc xạ

* Cho A $\in$ (1) và B $\in$ (2) cố định. Vẽ tia sáng từ A sang B theo định luật khúc xạ (H.2)

* Thời gian ánh sáng truyền từ A $\rightarrow$ B là t:

$$t = \frac{AI}{v_1} + \frac{IB}{v_2} \quad (1)$$

- * Gọi $AH = a = \text{const}$;
 $BK = b = \text{const}$;
 $HK = p = \text{const}$
 $HI = x$ thì $IK = p - x$.
 Ta có:



$$t = \frac{\sqrt{x^2 + a^2}}{v_1} + \frac{\sqrt{(p-x)^2 + b^2}}{v_2} \quad (2)$$

- * Lấy đạo hàm bậc nhất của t theo x và chú ý :

$$\frac{x}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \sin i; \quad \frac{p-x}{\sqrt{(p-x)^2 + b^2}} = \sin r$$

Ta có:

$$\frac{dt}{dx} = \frac{x}{v_1 \sqrt{x^2 + a^2}} - \frac{p-x}{v_2 \sqrt{(p-x)^2 + b^2}} = \frac{\sin i}{v_1} - \frac{\sin r}{v_2} \quad (3)$$

- * Tia sáng theo định luật khúc xạ thì :

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_2 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{c/v_2}{c/v_1} = \frac{v_1}{v_2} \rightarrow \frac{\sin i}{v_1} = \frac{\sin r}{v_2}$$

Vì vậy (3) $\rightarrow \frac{dt}{dx} = 0$

- * Nếu I dịch một chút; khi i giảm, r tăng theo (3) thì $\frac{dt}{dx} < 0$

và khi i tăng thì r giảm $\frac{dt}{dx} > 0$

Vậy ứng với lúc đi theo định luật khúc xạ ($\frac{dt}{dx} = 0$) ta có t

là cực tiểu (đpcm).

Câu 84

Tìm điều kiện để có tia ló ra khỏi lăng kính ? Vẽ ảnh qua lăng kính.

Lời giải

I. Điều kiện có tia ló

* Gọi γ_0 : góc giới hạn của môi trường lăng kính (H.1)

* Điều kiện có tia ló cho A

+ Để có JR thì $r' \leq \gamma_0$

+ Ở mặt thứ nhất AB luôn có

$$r \leq \gamma_0$$

+ $A = r + r'$ nên luôn có :

$$\boxed{A \leq 2\gamma_0} \quad (1)$$

(1) là điều kiện cần để có tia ló

* Điều kiện để có tia ló của góc tới

+ Vì $r' \leq \gamma_0$ nên $A - r \leq \gamma_0 \rightarrow r \geq A - \gamma_0$ (2)

+ Ở mặt AB : $n \cdot \sin r \geq n \sin(A - \gamma_0)$

Và : $\sin i = n \sin r$

Nên : $\sin i \geq n \sin(A - \gamma_0)$ (3)

+ $i = i_0$ là góc tới mà $\sin i_0 = n \sin(A - \gamma_0)$ thì điều kiện (3) chuyển thành :

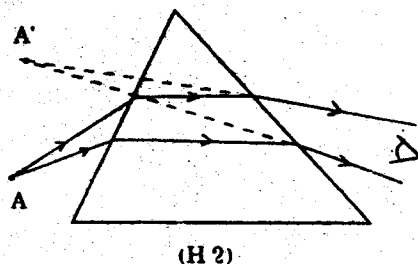
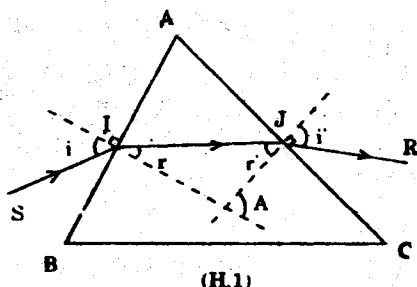
$$\boxed{i \geq i_0} \quad (4)$$

(4) là điều kiện đủ để có tia ló

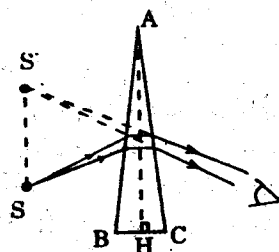
II. Ảnh qua lăng kính

* Giả sử A là một điểm sáng, chọn một chùm sáng phân kỳ hẹp từ A chiếu đến mặt trước của lăng kính hướng từ đáy lên. Chùm ló là chùm phân kỳ lệch về phía đáy lăng kính. Mắt hướng chùm này, mắt nhìn được ảnh ảo A' phía trong lăng kính, lệch lên phía đỉnh. (H.2)

* Nếu vật sáng, thì ảnh là ảo, không đồng dạng với vật và luôn lệch về phía đỉnh lăng kính



* Nếu lăng kính có góc chiết quang A quá bé thì ảnh ảo được xem là nâng lên phía đỉnh theo phương song song với đường phân giác của góc chiết quang (xem H.3)



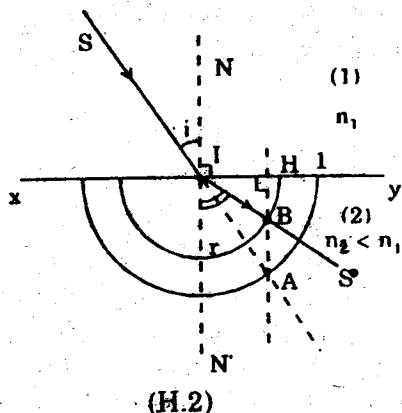
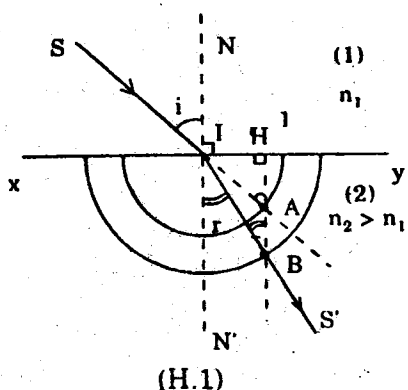
Câu 85

Trình bày phương pháp vẽ tia khúc xạ bằng thước và compa khi biết tia tới và các chiết suất của môi trường tới (n_1) và môi trường khúc xạ (n_2).

Lời giải

* Trong mặt phẳng tới (mặt phẳng hình vẽ); vẽ mặt phân cách xy hai môi trường trong suốt. Vẽ tia tới SI.

* Lấy I làm tâm, vẽ hai nửa vòng tròn nằm trong môi trường khúc xạ có bán kính một đơn vị và bán kính $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ theo tỉ xích đã chọn (xem hình 1 và 2)



* Kéo dài SI cắt đường tròn đơn vị tại A. Từ A vẽ $AH \perp xy$, cắt đường tròn kia ở B.

* Nói I và B ta có tia khúc xạ IS'

* Có thể chứng minh rằng phép vẽ này thỏa mãn định luật khúc xạ ánh sáng ở I. Thật vậy.

+ Xét hai Δ vuông IHA và IHB ta có : $\widehat{IBH} = r$ (so le) ;
 $\widehat{IAH} = i$ (đồng vị)

$$+ \sin i = \frac{IH}{IA} = \frac{IH}{1} \quad (1)$$

$$\sin r = \frac{IH}{IB} = \frac{IH}{n_{21}} \quad (2) \text{ với } IB = n_{21} \text{ (phép vẽ)}$$

+ Từ (1) và (2) suy ra

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \quad (3)$$

(3) chính là định luật khúc xạ ở I

* (H 1) vẽ khi môi trường khúc xạ chiết quang hơn môi trường tới. (H.1) vẽ khi môi trường khúc xạ kém chiết quang hơn môi trường tới.

Câu 86 Giải thích các hiện tượng sau :

1/ Màu trắng bạc trên mình cá có lợi gì cho cá ?

2/ Dưới nút bấc phẳng hình tròn, nổi trên mặt nước của một chậu nước có cắm thẳng đứng tại tâm nút một cái đinh ghim. Vì sao đinh ghim có một độ dài nào đó mặc dù nút bấc không che lấp tầm mắt và dù có nghiêng đầu thế nào khi nhìn vào mặt nước cũng không thấy đinh ghim.

Lời giải

1/ **Màu trắng bạc trên mình cá**

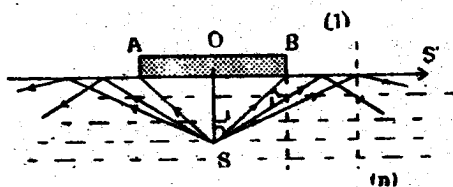
* Các tia sáng từ cá đến mặt nước có góc tới $i \geq \gamma_0$ (γ_0 góc giới hạn của nước) sẽ bị phản xạ toàn phần tại mặt nước.

* Vậy khi các con cá khác nhìn từ dưới nước lên, do kết quả của hiện tượng phản xạ toàn phần mặt nước rất giống một cái gương lấp lánh ánh bạc.

* Màu trắng bạc trên mình cá giúp nó hòa lẫn với mặt nước lấp lánh ánh bạc làm cho các loài cá ăn thịt không phát hiện ra chúng.

2/ Không thấy đỉnh ghim

* Xem chùm sáng xuất phát từ điểm S tại đỉnh ghim. Ánh sáng từ nước (chiết quang hơn) ra không khí (kém chiết quang hơn) nên có thể có phản xạ toàn phần.



* Theo điều kiện của bài ra, mọi tia tới trong vùng đáy AB đều bị nút bắc chắn lại. Tia SB có góc tới bé nhất trong các chùm phía ngoài SB là $i = \gamma_0$, tia khúc xạ S'B là trên mặt nước. Các tia khúc của chùm phía ngoài có $i > \gamma_0$ nên đều có phản xạ toàn phần (không ló ra không khí).

* Như vậy không có tia nào từ S ra không khí cả. Vì vậy dù đặt mắt ở đâu trong không khí ta cũng không thấy được ảnh của S qua lưỡng chất phẳng nước - không khí (nghĩa là không thấy đỉnh ghim OS).

* Có thể xác định điều kiện OS để có hiện tượng đã nêu ra.

$$\text{Góc } i = \gamma_0 \rightarrow \sin i = \sin \gamma_0 \approx \frac{1}{n} = \frac{OB}{SB}$$

OB = R : bán kính nút bắc; SO = h : độ sâu của đỉnh ghim

$$SB = \sqrt{(OS)^2 + (OB)^2} = \sqrt{h^2 + R^2}$$

$$\text{Vậy : } \frac{1}{n} = \frac{R}{\sqrt{h^2 + R^2}} \rightarrow h = R\sqrt{n^2 - 1}$$

* Như vậy để hiện tượng xảy ra, độ dài của đỉnh ghim phụ thuộc vào bán kính của nút bắc và chiết suất của chất lỏng.

Câu 87

- 1/ Giải thích các ảo giác và nêu tác dụng của sợi quang học?
- 2/ Tại sao khi ta nhìn đáy của một hồ chứa nước ta thấy đáy hồ có dạng cong?

Lời giải

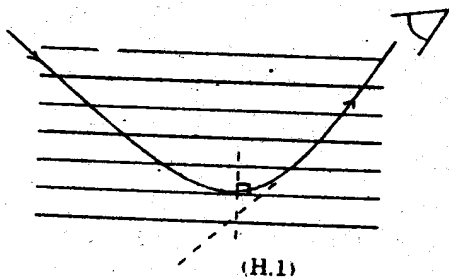
I. Các ảo giác

* Trời nắng, ta nhìn mặt đường ở xa dường như có nước lấp lánh trên đường nhựa. Khi đến thì không thấy có nước nữa.

* Sở dĩ có ảo giác như vậy là vì :

+ Trời nắng, mặt đường nhựa bị ánh sáng đốt nóng, lớp không khí ở gần mặt đường bị nóng, loãng ra, không khí càng lên cao càng ít loãng. Trong phạm vi gần mặt đường các lớp không khí càng lên cao có chiết suất càng lớn.

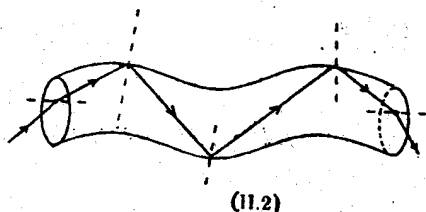
+ Các tia sáng từ trên xuống bị khúc xạ qua các lớp không khí chiết suất khác nhau, càng xuống thấp góc khúc xạ càng tăng đến nơi góc tới thỏa mãn điều kiện phản xạ toàn phần, đi lên dần đến mắt ta làm ta có cảm giác mặt đường như một chiếc gương lấp lánh (hình như có nước trên mặt đường). (xem hình 1).



II. Tác dụng của sợi quang học

+ Sợi quang học là các ống hình trụ trong suốt, dễ uốn, có chiết suất thỏa mãn điều kiện phản xạ toàn phần (H.2)

+ Một tia sáng vào phía trước của ống, qua nhiều lần phản xạ toàn phần ở hai phía của thành ống và ló ra phía sau ống (H.2)



+ Vì có phản xạ toàn phần, năng lượng ánh sáng không mất đi nên tia sáng ló ra hầu như nguyên vẹn.

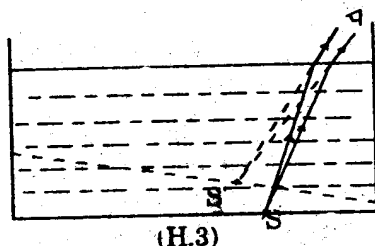
+ Ống quang học như là một "ống dẫn ánh sáng", tín hiệu ánh sáng hoặc các sóng điện từ truyền đi xa rất rõ nét.

III. Đáy hồ có dạng cong

+ Khi xét tạo ảnh qua lưỡng chất phẳng, nếu góc nhìn bé ảnh S' của S bị dịch đi một khoảng SS' và phương dịch vuông góc với mặt phân cách giữa hai môi trường

+ Giả sử ta nhìn đáy hồ qua nước, mắt ở mép hồ thì các điểm ở đáy hồ coi là S . Với góc ló của tia khúc xạ ra không khí bất kì thì S' không dịch theo phương đã nêu mà dịch theo phương nghiêng, không đều.

+ Phép tính chứng tỏ rằng càng xa nơi quan sát, độ dời của ảnh SS' càng tăng nên ta thấy hồ hình như bị nghiêng (mặt nghiêng này chính là ảnh của toàn đáy hồ qua lưỡng chất phẳng) (xem H.3).



Câu 88

1/ Thấu kính là gì ? Giải thích đường đi của một chùm sáng song song với trục chính qua một thấu kính mỏng và qua một thấu kính rìa dày.

2/ Các tiêu điểm chính của một thấu kính. Phân biệt tiêu điểm ảnh và tiêu điểm vật của một thấu kính.

3/ So sánh tác dụng tạo ảnh của một vật thật qua thấu kính hội tụ và qua một gương cầu lõm.

Lời giải

I. Định nghĩa thấu kính

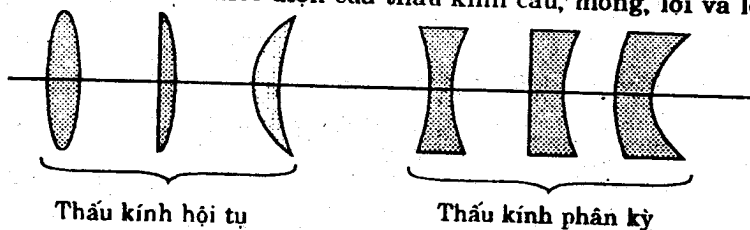
* Thấu kính là một khối chất trong suốt giới hạn bởi hai mặt cong.

* Thấu kính có hai loại (phân loại theo hình dạng của hai mặt cong : Thấu kính cầu có hai mặt giới hạn là các chòm cầu (rìa hình tròn) và thấu kính trụ có hai mặt giới hạn là các mặt trụ. Có thể có một mặt là phẳng.

* Thấu kính có hai loại (phân loại theo tác dụng đối với ánh sáng) : thấu kính lồi (phần giữa dày hơn phần rìa), thấu kính lõm (phần giữa mỏng hơn phần rìa).

* Ta chỉ nghiên cứu thấu kính mỏng đặt trong không khí. Khi đó thấu kính lồi có tác dụng hội tụ ánh sáng nên gọi là thấu kính hội tụ. Thấu kính lõm có tác dụng phân kỳ ánh sáng nên gọi là thấu kính phân kỳ. Ta cũng chỉ xét thấu kính cầu.

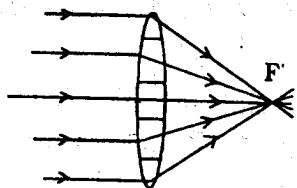
Hình 1 : Vẽ thiết diện của thấu kính cầu, mỏng, lồi và lõm.



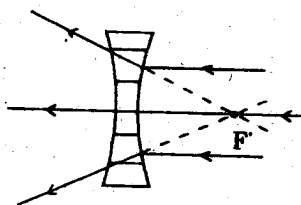
* Trục chính của thấu kính là đường thẳng nối tâm của hai chòm cầu. Nếu có một mặt phẳng thì trục chính là đường thẳng nối tâm của một chòm cầu và vuông góc với mặt phẳng.

II. Đường đi của tia sáng

* Đối với các thấu kính mỏng, ta tưởng tượng thấu kính gồm rất nhiều lăng kính nhỏ. Lăng kính chính giữa coi là một bản mặt song song. Trục chính vuông góc với bản mặt song song này. (xem hình 2a, 2b).



(H.2a)

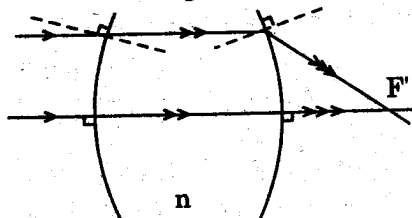


(H.2b)

* Chùm sáng đơn sắc song song và song song với trục chính tới thấu kính. Tia trùng với trục chính vuông góc với bản song song bề ở giữa đi thẳng qua bản này.

* Các tia sáng khác ló ra bị lệch về phía đáy của các lăng kính bé, nên đối với thấu kính hội tụ; chùm tia ló hội tụ tại F' (F' : là tiêu điểm ảnh, chính, thật); với thấu kính phân kỳ nên có F' (F' : tiêu điểm ảnh, chính, ảo).

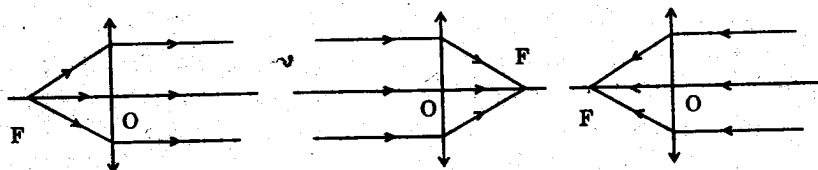
* Nếu thấu kính dày; cũng có thể dùng phương pháp trên hoặc sử dụng định luật khúc xạ để có F' (ví dụ như ở hình 3).



(H.3)

III. Các tiêu điểm chính của thấu kính

+ Với thấu kính hội tụ : chùm tia tới song song với trục chính, chùm ló hội tụ tại F' (xem hình H4b và H4c).

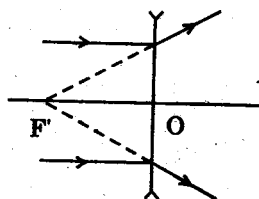


(H.4)

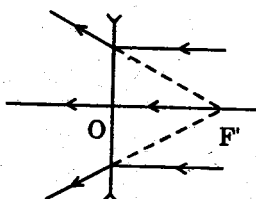
Thấu kính có hai tiêu điểm chính, nằm trên trục chính, đối xứng qua quang tâm (quang tâm O là điểm mà tia sáng bất kỳ qua nó thì đi thẳng). Để phân biệt ta gọi một là tiêu điểm vật F (ở phía ánh sáng tới) và một là tiêu điểm ảnh F' (ở phía sau thấu kính theo chiều ánh sáng tới).

Theo nguyên lý đảo chiều ánh sáng, nếu chùm sáng có các tia sáng qua F thì chùm tia ló (xem H4a) là chùm tia song song với trục chính.

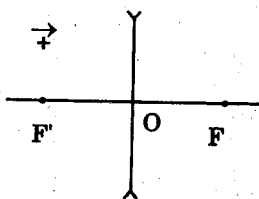
+ Tương tự với thấu kính phân kỳ (xem H5a, H5b)



(H.5a)



(H.5b)



(H.5c)

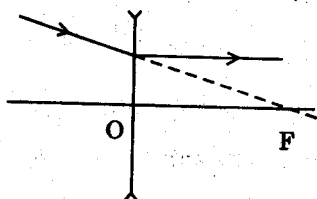
+ Thấu kính phân kỳ cũng có hai tiêu điểm chính đối xứng qua O (xem H.5c). Tiêu điểm vật F phía sau thấu kính, tiêu điểm ảnh F' ở phía trước thấu kính (tính theo chiều truyền ánh sáng). Vị trí F, F' này ngược với thấu kính hội tụ.

Cũng theo nguyên lý đảo chiều ánh sáng; nếu tia sáng tới thấu kính phân kỳ có phương qua F thì tia ló sẽ song song với trục chính (xem H.5a & H.5b)

IV. Ảnh của một vật thật qua thấu kính hội tụ và gương cầu lõm

1/ Gương cầu lõm

(xem câu 68, III, 2)

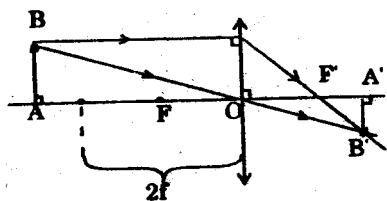


(H.6)

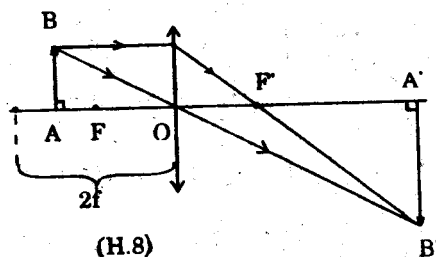
2/ Thấu kính hội tụ

* Cũng chứng minh được rằng với điều kiện tương điểm (ảnh rõ nét), một vật thật AB là một đoạn thẳng nhỏ, vuông góc với trục chính thì cho ảnh A'B' cũng là một đoạn thẳng vuông góc với trục chính, A và A' đều ở trên trục chính. Vì vậy ta chỉ vẽ ảnh của B rồi suy ra toàn ảnh.

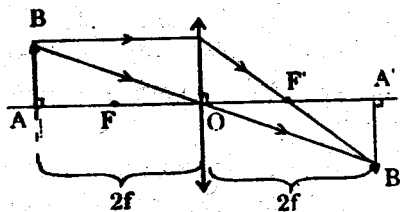
* Các trường hợp ảnh (xin xem các hình H. 7, 8, 9, 10, 11)



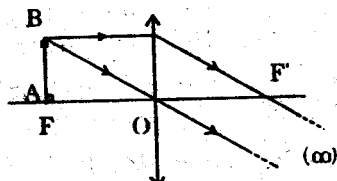
(H.7)



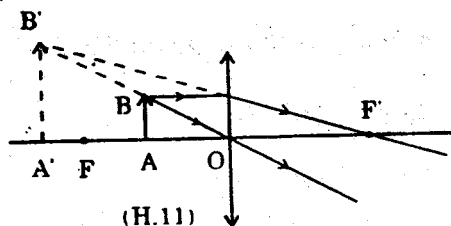
(H.8)



(H.9)



(H.10)



(H.11)

- * Vẽ ảnh một điểm dùng hai trong bốn tia đặc biệt sau:
 - + Tia tới song song với trục chính, tia ló qua F' (hoặc có phương qua F')
 - + Tia tới qua F (hoặc có phương qua F); tia ló song song với trục chính.
 - + Tia qua quang tâm O thì đi thẳng.
 - + Tia tới bất kỳ, tia ló qua tiêu điểm phụ (hoặc có phương qua tiêu điểm phụ). Trục phụ là trục song song với tia tới bất kỳ. Tiêu diện là mặt phẳng qua F' và vuông góc với trục chính. Tiêu điểm phụ là giao của tiêu diện và trục phụ.
- * Vị trí của vật, vị trí và tính chất của ảnh có thể tự rút ra từ hình vẽ. Chú ý $OF = f$ là tiêu cự của thấu kính.

* Đối với gương cầu lõm và thấu kính hội tụ đều có cùng một dạng công thức với quy ước dấu như nhau nên vật thật cho vị trí và tính chất ảnh giống nhau theo bảng dưới đây.

Với d : khoảng cách từ vật đến gương (hoặc thấu kính)

d' : khoảng cách từ ảnh đến gương (hoặc thấu kính)

$OF = f$: tiêu cự của gương (hoặc thấu kính)

	Vị trí vật thật	Vị trí và tính chất ảnh
1.	$d = \infty$	$d' = f$, ảnh thật, rất bé, nằm trên tiêu diện
2.	$d > 2f$	$f < d' < 2f$, ảnh thật, ngược chiều, bé hơn vật
3.	$d = 2f$	$d' = 2f$, ảnh thật, ngược chiều, bằng vật
4.	$f < d < 2f$	$d' > 2f$, ảnh thật, ngược chiều, lớn hơn vật
5.	$0 < d < f$	$d' < 0$, ảnh ảo, cùng chiều, lớn hơn vật
6.	$d = f$	$d' = \infty$, ảnh ở vô cùng
7.	$d = 0$	$d' = 0$, ảnh trùng với vật ở gương hoặc thấu kính

Câu 89

1/ Chứng minh rằng nếu vật AB là một đoạn thẳng nhỏ vuông góc với trục chính của thấu kính thì ảnh A'B' của nó qua thấu kính cũng là một đoạn thẳng vuông góc với trục chính.

2/ Nêu tính chất ảnh của một vật thật qua thấu kính phân kỳ.

Lời giải

I. Chứng minh $AB \perp xy$ thì $A'B' \perp xy$

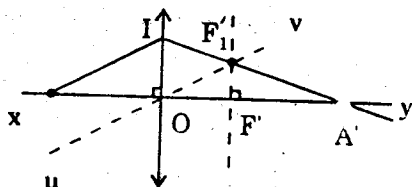
* Cách vẽ ảnh xem câu 88, IV, 2

* Cho $AB \perp xy$; $A \in xy$ (xem

H.1). Cho $OA = d$, $OF' = f$

$OA' = d'$. Tam giác đồng dạng $\Delta OF'A' \sim \Delta AIA'$ (ta có :

$AI \parallel uv$)



(H.1)

nên $\frac{A'F_1}{F_1I} = \frac{OA'}{OA} = \frac{d'}{d}$ (1)

Mặt khác: $\triangle A'F'F'' \sim \triangle A'IO$ nên: $\frac{A'F_1}{F_1I} = \frac{A'F''}{OF''} = \frac{OA' - OF''}{OF''}$

$\rightarrow \frac{A'F_1}{F_1I} = \frac{d - f_1}{f_1}$ (2)

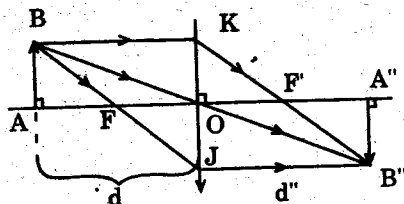
* Từ (1) và (2) suy ra $\frac{d'}{d} = \frac{d' - f}{f} \rightarrow d'f + df = dd'$ (3)

Chia (3) cho dd' ta có: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$ (4)

* Vì $AB \perp xy$ nên $BK = d$,
 $B'J = d''$ (xem hình 2) vẽ ảnh b'
 và kẻ vuông góc từ B' xuống xy
 ta có A'' .

* $\triangle OAB \sim \triangle OA''B'$

nên $\frac{A''B'}{AB} = \frac{OA''}{OA} = \frac{d''}{d}$ (5)



(H.2)

* $\triangle OKF'' \sim \triangle F'A''B'$ và chú ý $OK = AB$ nên:

$\frac{A''B'}{OK} = \frac{A''B'}{AB} = \frac{F'A''}{OF''} = \frac{OA'' - OF''}{OF''} = \frac{d'' - f}{f}$ (6)

* Kết hợp (5), (6), biến đổi phần trên ta có:

$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f'}$ (7)

So sánh (4) và (7) ta có: $d' = d''$, điều đó chứng tỏ

$OA = OA''$ và $A \equiv A''$ và $A''B' = A'B'$. Vậy $A'B'$ cũng vuông góc với trục chính xy .

II. Tính chất của ảnh của một vật thật qua thấu kính phân kỳ

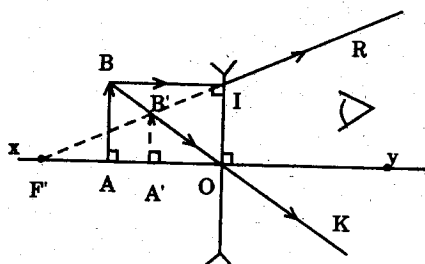
* Vẽ ảnh qua thấu kính phân kỳ bằng cách dùng hai trong 4 tia đã nêu.

* Tia tới $BI \parallel xy$, tia ló IR có đường kéo dài qua F'

* Tia từ B qua O đi thẳng

* Chùm ló phân kỳ, mắt thấy ảnh ảo B' của B (B' là nơi hội tụ ảo của chùm ló).

* $A'B'$ là ảnh ảo, thuận chiều với vật, luôn luôn bé hơn vật và ở gần thấu kính hơn vật (H.3)



(AB là vật thật, qua thấu kính phân kỳ chỉ cho một ảnh $A'B'$ như trên mà thôi).

Câu 90

Vẽ ảnh và nêu tính chất của ảnh của một vật sáng ảo qua thấu kính?

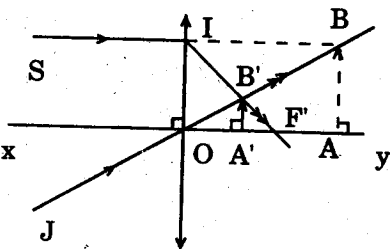
Lời giải

I. Thấu kính hội tụ : Xem (H.1)

* Tia đối SI // xy, tia ló qua F' ; SI có phương qua B.

* Tia tới JO qua quang tâm O, có phương qua B; tia ló đi thẳng qua B.

* Chùm ló luôn hội tụ ở B' (B' : luôn là ảnh thật). Vậy $A'B'$ là ảnh thật, thuận chiều, bé hơn vật (khi AB là vật ảo)



Đối với thấu kính hội tụ, vật ảo, chỉ có một trường hợp ảnh đã nêu.

II. Thấu kính phân kỳ

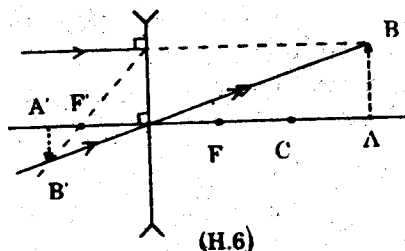
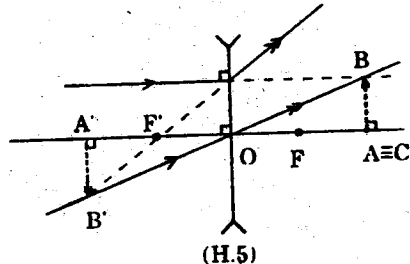
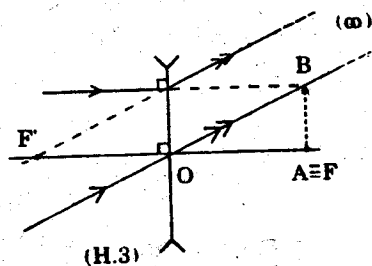
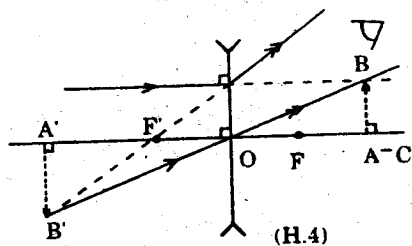
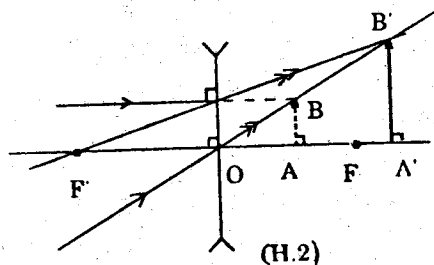
* AB là vật ảo ở sau thấu kính (theo chiều truyền của ánh sáng).

* (H.2) : Vật ảo AB, A trong F. Ảnh $A'B'$ là ảnh thật, thuận chiều và lớn hơn vật.

(H.3); vật ảo AB, $A \equiv F$
ảnh ở ∞ .

* (H.4) : AB vật ảo có
 $A \in FC$; $FC = 2f$; ảnh A'B'
là ảo ngược chiều và lớn
hơn vật

* (H.5): AB vật ảo có
 $A \equiv C$; ảnh A'B' là ảnh ảo
ngược chiều với vật và bằng
vật.



* (H.6) : AB vật ảo có A ngoài C; ảnh A'B' là ảnh ảo ngược
chiều và bé hơn vật.

* Ta thấy khi vật ảo, tính chất của ảnh qua gương cầu lõm và
qua thấu kính phân kỳ giống nhau.

Câu 91

Thiết lập công thức của thấu kính trong trường hợp vật
thật ?

Lời giải

I. Thấu kính hội tụ

1/ Các kí hiệu và qui ước dấu

- + Gọi $\overline{OA} = d$, $OA' = d'$; $\overline{OF} = f$ (tính dọc theo trục chính xy)
- + Gọi $\overline{AB} = y$; $\overline{A'B'} = y'$ (tính theo phương vuông góc với trục chính).

+ $d > 0$: vật thật; $d < 0$: vật ảo

$d' > 0$: ảnh thật; $d' < 0$ ảnh ảo

$f > 0$: thấu kính hội tụ, $f < 0$ thấu kính phân kỳ

2/ Vật thật, ảnh thật (H.1)

* Vật thật, $d > 0$

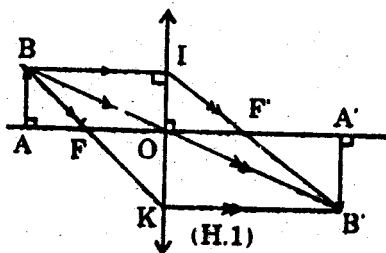
$$\rightarrow OA = d$$

* Ảnh thật $d' > 0$

$$\rightarrow OA' = d'$$

* Thấu kính hội tụ $f > 0$

$$\rightarrow OF = f$$



$$\Delta OA'B' \sim \Delta OAB \text{ nên : } \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{d'}{d} \quad (1)$$

* $\Delta F'OI \sim \Delta F'A'B'$ và $OI = AB$ nên :

$$\frac{A'B'}{OI} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{F'A'}{OF'} = \frac{OA' - OF'}{OF'} = \frac{d' - f}{f} \quad (2)$$

* So sánh (1), (2) biến đổi như các câu trước cuối cùng ta có :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (3)$$

* Chuyển (1) về biểu thức đại số thì độ phóng đại của ảnh là K:

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{y'}{y} = -\frac{d'}{d} \quad (4)$$

3/ Vật thật, ảnh ảo (H.2)

+ Vật thật $d > 0 \rightarrow OA = d$

Ảnh ảo $d' < 0 \rightarrow OA' = -d'$

Thấu kính hội tụ $f > 0$

$$\rightarrow OF' = f$$

+ $\Delta OA'B' \sim \Delta OAB$ nên :

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{-d'}{d} \quad (5)$$

+ $\Delta F'A'B' \sim \Delta F'OI$,

chú ý $AB = OI$ nên :

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{A'B'}{OI} = \frac{A'F'}{OF'} = \frac{OA' + OF'}{OF'} = \frac{-d' + f}{f} \quad (6)$$

+ Kết hợp (5) và (6), biến đổi, cuối cùng ta cũng có

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (7)$$

+ Chuyển (5) và dấu đại số :

$$K = \frac{A'B'}{AB} = \frac{y'}{y} = -\frac{d'}{d} \quad (8)$$

II. Thấu kính phân kỳ

Xem (H.3) ; vật thật $d > 0$

$$\rightarrow OA = d$$

$$\text{Ảnh ảo } d' < 0 \rightarrow OA' = -d' ;$$

thấu kính phân kỳ $f < 0 \rightarrow OF' = -f$.

* $\Delta OA'B' \sim \Delta OAB$

$$\text{nên : } \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{-d'}{d} \quad (9)$$

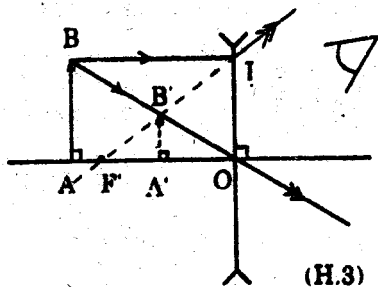
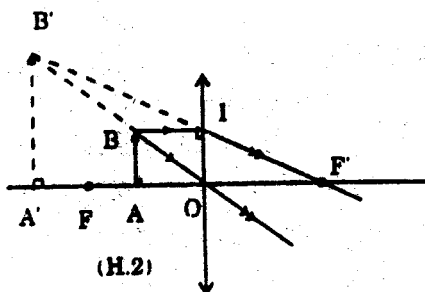
* $\Delta F'OI \sim \Delta F'A'B'$ nên

$$\frac{A'B'}{OI} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{F'A'}{OF'} = \frac{OF' - OA'}{OF'} = \frac{-f - (-d')}{-f}$$

$$\text{Hay : } \frac{A'B'}{AB} = \frac{f - d'}{f} \quad (10) \text{ (chú ý } AB = OI)$$

* Kết hợp (9) và (10), biến đổi ta nhận được :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (11)$$



Và chuyển (9) về dấu đại số $K = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = \frac{y'}{y} = -\frac{d'}{d}$ (12)

Kết luận : Hệ công thức thấu kính

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \text{ và } K = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = -\frac{d'}{d}$$

dùng được cho cả thấu kính hội tụ và phân kỳ, ảnh thật hay ảo. Chúng cũng giống công thức của gương cầu.

Câu 92

Thiết lập công thức của thấu kính khi vật là ảo ?

Lời giải

I. Thấu kính hội tụ

+ Vật ảo nên $d < 0$ và $OA = -d$ (xem câu 90, I)

Ảnh thật nên $d' > 0$ và $OA' = d'$

Thấu kính hội tụ nên $f > 0$ và $OF' = f$

(xem hình 1)

+ $\triangle OA'B' \sim \triangle OAB$:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{d'}{-d} \quad (1)$$

+ $\triangle F'OI \sim \triangle F'A'B'$,

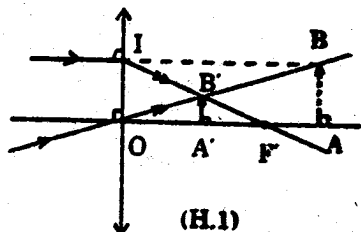
chú ý $OI = AB$

$$\frac{A'B'}{OI} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{A'F'}{OF'} = \frac{OF' - OA'}{OF'} = \frac{f - d'}{f} \quad (2)$$

+ Kết hợp (1) và (2) biến đổi như câu 91 ta có

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (3)$$

Chuyển (1) về dấu đại số : $K = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = -\frac{d'}{d}$ (4)



II. Thấu kính phân kỳ

1/ Vật ảo, ảnh thật : (xem H.2)

+ Vật ảo, $d < 0 \rightarrow OA = -d$

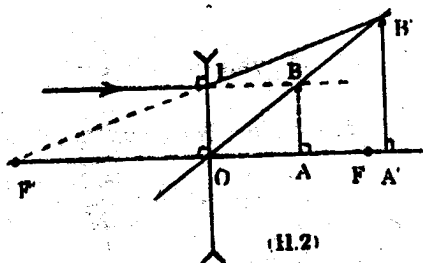
Ảnh thật, $d' > 0 \rightarrow OA' = d'$

Thấu kính phân kỳ $f < 0$

$$\rightarrow OF' = -f$$

+ $\Delta OAB \sim \Delta OA'B'$:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{d'}{-d} \quad (5)$$



+ $\Delta F'OI \sim \Delta F'A'B'$ và chú ý $OI = AB$

$$\frac{A'B'}{OI} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{F'A'}{OF'} = \frac{OF' - OA'}{OF'} = \frac{-f + d'}{-f} \quad (6)$$

+ Kết hợp (5) và (6) biến đổi như trước ta có

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (7)$$

Và (5) về dạng đại số: $K = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{d'}{d} \quad (8)$

2/ Vật ảo, ảnh ảo: (xem H.3)

+ Vật ảo, $d < 0 \rightarrow OA = -d$

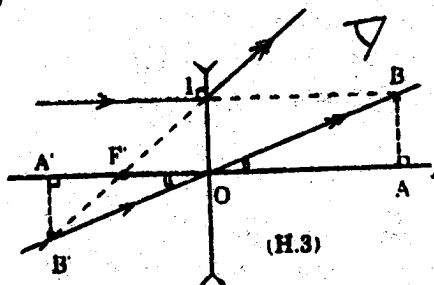
+ Ảnh ảo, $d' < 0 \rightarrow OA' = -d'$

+ Thấu kính phân kỳ,

$$f < 0 \rightarrow OF' = -f$$

+ $\Delta OAB \sim \Delta OA'B'$

nên: $\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{-d'}{-d} = \frac{d'}{d} \quad (9)$



+ $\Delta F'OI \sim \Delta F'A'B'$ và $OI = AB$ nên:

$$\frac{A'B'}{OI} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{F'A'}{OF'} = \frac{OA' - OF'}{OF'} = \frac{-d - (-f)}{-f} = \frac{d - f}{f} \quad (10)$$

+ Kết hợp (9), (10) biến đổi như trên:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (11)$$

+ Chuyển (9) về dạng đại số: $K = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{d'}{d} \quad (12)$

III. Kết luận chung

+ Với qui ước dấu thống nhất; trong mọi trường hợp chuyển dấu đại số về đại lượng hình học, sử dụng hai cặp Δ đồng dạng, ta có công thức thống nhất cho hai loại

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (*)$$

$$K = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{d'}{d} \quad (**)$$

Với qui ước dấu : Thấu kính hội tụ $f > 0$, phân kỳ $f < 0$

Vật thật $d > 0$, vật ảo $d < 0$

Ảnh thật $d' > 0$, Ảnh ảo $d' < 0$

+ Hệ công thức (*) và (**) cũng là dạng chung cho thấu kính và gương. Điều đó cho phép ta dễ nhớ, dễ vận dụng.

Câu 93

Nghiên cứu vị trí và tính chất của ảnh qua thấu kính bằng phương pháp đồ thị ?

Lời giải

Theo nhận xét ở trên (câu 92) độc giả có thể tự làm tương tự như câu 72 với chú ý.

* Đồ thị và kết quả của thấu kính hội tụ như của gương cầu lõm.

* Cùng vậy, thấu kính phân kỳ có đồ thị và kết quả như của gương cầu lồi.

Câu 94

Nghiên cứu vị trí và tính chất của ảnh qua thấu kính bằng phương pháp đại số ?

Lời giải

Tương tự như câu 93, độc giả tự làm với sự tương tự đã nêu.

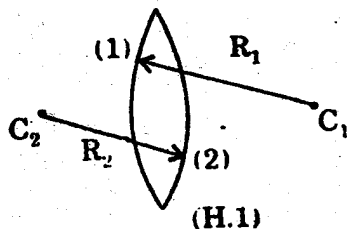
Câu 95

1/ Nêu công thức tính độ tụ của thấu kính theo bán kính cong và chiết suất của thấu kính.

2/ Trình bày và so sánh ba cách đo đơn giản tiêu cự của một thấu kính hội tụ (xem SGK).

Lời giải**I. Công thức D**

+ Bằng cách nghiên cứu lưỡng chất cầu, đưa về trường hợp đặc biệt cho thấu kính chiết suất n , hai bán kính cong R_1 , R_2 đặt trong không khí.



(Xem H.1) ta có công thức độ tụ D của thấu kính.

+ Độ tụ D của thấu kính là đại lượng nghịch đảo của tiêu cự

$$D = \frac{1}{f} \quad (1)$$

Với $f > 0$, $D > 0$ cho thấu kính hội tụ

$f < 0$, $D < 0$ cho thấu kính phân kỳ

+ Chú ý D chỉ có một đơn vị duy nhất là dp (điốp). Khi đó f đo bằng m (mét). Các kính sản xuất bán ở thị trường chỉ có các cỡ: + 0,25dp, + 0,5dp, + 0,75dp, + 1dp, + 1,25dp; - 0,25dp ...

+ Ta cũng có:

$$D = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (2)$$

* Với qui ước dấu:

Các bán kính lấy dấu + nếu mặt là lồi, dấu - nếu mặt là lõm, mặt phẳng có bán kính bằng ∞ .

* Với chú ý: n là chiết suất tuyệt đối của thấu kính, nếu thấu kính đặt trong không khí.

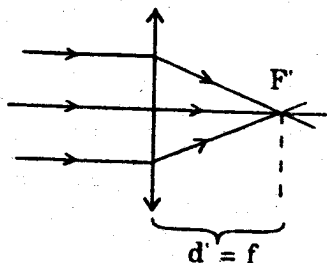
n là chiết suất tương đối của thấu kính với môi trường ở hai bên thấu kính.

II. Ba cách đo f của thấu kính hội tụ

1/ Cách 1 (H.2)

* Hứng chùm sáng mặt trời (chùm song song). Tìm được F' khi đó $d = \infty$; $d' = f = OF'$

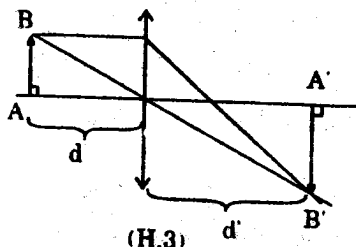
* Cách này kém chính xác nhất là do chỉ có một tiêu chuẩn là kiểm tra ảnh rõ nét, ảnh này lại rất nhỏ nên rất khó phân biệt. Hơn nữa ánh sáng mặt trời là ánh sáng nên do hiện tượng tán sắc qua thấu kính ta sẽ nhận được một vệt sáng tròn nhiều màu rất khó phân biệt ảnh rõ nét.



2/ Cách 2 (H.3)

* Giữ nguyên d thích hợp dịch chuyển màn để hứng được ảnh thật $A'B'$ rõ nét. Do d , d' tìm f theo công thức

$$f = \frac{dd'}{d + d'}$$



3/ Cách 3

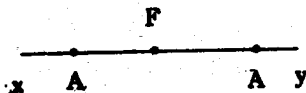
* Di chuyển đồng thời vật sáng và màn ảnh ở hai phía đối với thấu kính sao cho ảnh và vật đối xứng nhau qua thấu kính.

* Khi đó, ảnh bằng vật, ngược chiều và ta có $d = 2f$; $d' = 2f$. Do d hoặc d' suy ra f

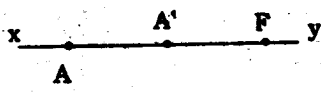
* Cách này chính xác nhất vì có ba tiêu chuẩn để kiểm tra $d = d'$, ảnh bằng vật, ảnh rõ nét.

Câu 96

Trên trục chính của thấu kính, A là điểm sáng thật, A' là ảnh, F là tiêu điểm vật. Xác định vị trí và loại thấu kính (ứng với hình 1 và 2) bằng phép vẽ ?



(H.1)



(H.2)

Lời giải

1/ Đặt $AA' = a$; $AF = b$

$$* \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (1)$$

$$* \quad d + d' = a \quad (2)$$

$$* \quad d - f = b \quad (3)$$

* Đưa (2) và (3) vào (1) biến đổi cuối cùng ta có :

$$\boxed{d^2 = ab \quad (4)}$$

* Dựa vào (4) ta thực hiện phép vẽ sau :

+ Vẽ đường tròn bán kính a (hình 1) hoặc bán kính b (hình 2)

+ Từ F (H.1) hoặc từ A' (H.2) vẽ đường thẳng vuông góc với xy (trục chính), cắt đường tròn trên ở M.

+ Lấy A là tâm vẽ đường tròn bán kính AM, cắt xy tại quang tâm O của thấu kính từ đó biết thấu kính là hội tụ hay phân kỳ (dựa vào phía của A, A' đối với thấu kính).

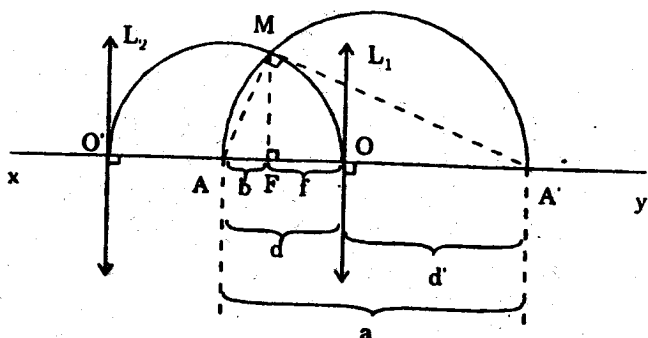
+ Cách vẽ phù hợp với (4) vì $\triangle AMA'$ vuông hay trong $\triangle AMF$ ta luôn có $AM^2 = ab$ mà $AM = AO = d$ nên $d^2 = ab$

2/ Chú ý

+ Mọi trường hợp đều có hai nghiệm (thấu kính 0, 0')

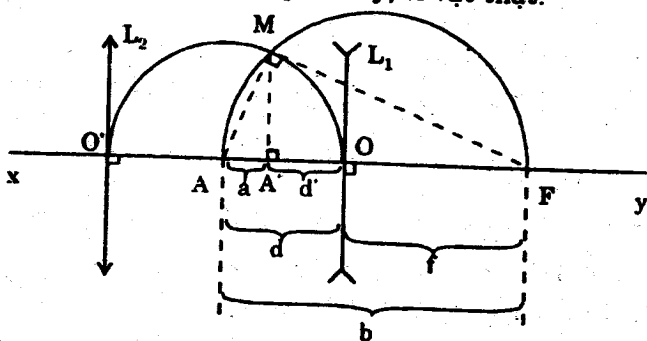
* (H.1) : Thấu kính hội tụ L_1 có vật thật A, ảnh thật A'.

Thấu kính hội tụ L_2 có vật thật A, ảnh ảo A'



(H.1)

* (H.2) : L_1 là thấu kính phân kỳ, A vật thật.



(H.2)

A' : ảnh ảo.

L_2 là thấu kính hội tụ với A vật thật, A' là ảnh ảo.

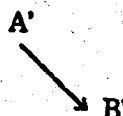
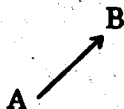
+ nếu cho A, A' và F' thì cách làm là tương tự nhưng đặt : $A'F' = b$, $AA' = a$ và biến đổi để có $d'^2 = ab$.

Câu 97

Cho AB là vật thật, $A'B'$ là ảnh thật qua thấu kính (H.1 và H.2). Xác định vị trí và loại thấu kính.



;



($AB \parallel A'B'$) (H.1)

(H.2)

Lời giải

1/ (H.1)

+ Từ lý thuyết ta suy ra, AB và $A'B'$ song song với nhau nên cùng vuông góc với trục chính.

+ Cũng biết rằng tia sáng qua quang tâm O thì đi thẳng nên vật, ảnh điểm và O nằm trên một đường thẳng - Từ đó suy ra cách vẽ sau đây.

+ Nối B và B' ;

$O \in BB'$.

Nối A và A' ;

$O \in AA'$.

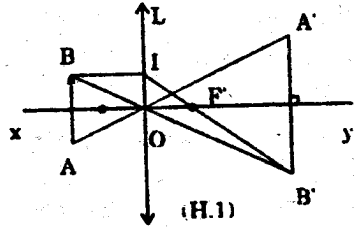
Vậy O là giao của AA' và BB' .

+ Vẽ trục chính xy qua O , vuông góc với AB .

+ Đặt thấu kính L vuông góc với xy . L là thấu kính hội tụ (vật thật, ảnh thật).

+ Vẽ $BI \parallel xy$; tia ló IF' qua B' ; F' là tiêu điểm ảnh.

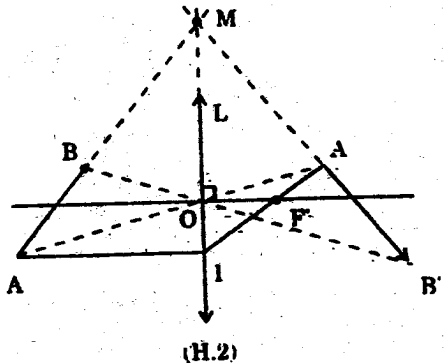
+ Lấy F đối xứng với F' qua O .



2/ (H.2) : Phân tích như trên ta dựng

+ Kẻ đoạn thẳng AA' , BB' giao của chúng là O .

+ Kéo dài AB và $A'B'$ chúng cắt nhau ở M . Điểm M là một điểm trên thấu kính. Đó là vì hai tia sáng từ A và B đến thấu kính mà trùng hướng thì hai tia ló của chúng vừa qua A' & B' và cũng phải trùng hướng.



Về thấu kính qua M và O . Đó là thấu kính hội tụ (vì ảnh và vật đều thật ở hai phía so với thấu kính)

+ Kẻ trục chính xy vuông góc với L .

+ Vẽ AI song song với xy, tia ló phải qua F' và A' . Ta tìm được F' .

+ Lấy F đối xứng với F' qua O .

Câu 98

Có thể dựng ảnh của điểm sáng S trên trục chính của thấu kính hội tụ bằng cách sau. Trên thấu kính lấy đoạn $OM = f$. Vẽ phân giác của góc vuông $\widehat{F'OM}$, cắt đường kéo dài của đường nối SM tại N . Từ N hạ đường vuông góc xuống trục chính, cắt trục chính tại S' . S' là ảnh phải tìm. Chứng minh phép dựng là đúng?

Lời giải

+ Dựng hình như bài ra hướng dẫn

+ Xét các Δ đồng dạng :

$$\triangle SOM \sim \triangle S'SN$$

ta có :

$$\frac{OM}{OS} = \frac{S'N}{SS'} \text{ với } OM = f;$$

$$OS = d;$$

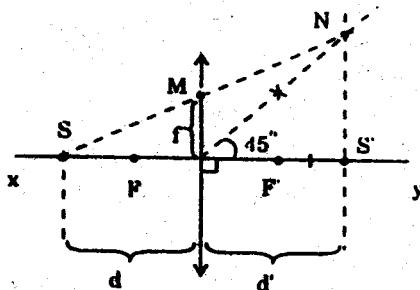
$$S'N = OS' = d'$$

(do $\triangle OS'N$ là vuông cân). Vậy

$$\frac{d}{f} = \frac{d+d'}{d'} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$$

+ Như vậy phép dựng thỏa mãn công thức thấu kính. Do đó phép dựng là đúng.

+ Với thấu kính phân kỳ, ta cũng dựng tương tự nhưng $OM = -f$ và phải vẽ đường phân giác của góc vuông ở phía trước thấu kính.



Câu 99

Hãy nêu các nguyên tắc xác định vị trí và tính chất của ảnh qua quang hệ ghép đồng trục ?

Lời giải

1/ Phương pháp phổ biến là phương pháp tạo ảnh liên tiếp : Lấy ảnh tạo qua dụng cụ 1 làm vật để tạo ảnh qua dụng cụ 2, lấy ảnh tạo qua dụng cụ 2 làm vật để tạo ảnh qua dụng cụ 3, ... cho đến dụng cụ sau cùng.

2/ Sơ đồ tạo ảnh là

$$AB \xrightarrow[d_1]{(1)} A_1B_1 \xrightarrow[d_2]{(2)} A_2B_2 \xrightarrow[d_3]{(3)} \dots \xrightarrow[d_n]{(n)} A_nB_n$$

3/ Các hệ ghép đồng trục ví dụ : Thấu kính và thấu kính, thấu kính và gương có trục chính trùng nhau. Khi thấu kính ghép với gương phẳng thì trục chính của thấu kính vuông góc với mặt gương.

4/ Số lần tạo ảnh : Có bao nhiêu lần phản xạ và khúc xạ qua các dụng cụ thì có bấy nhiêu lần tạo ảnh.

5/ Tạo ảnh qua dụng cụ quang học nào thì sử dụng công thức của dụng cụ quang học đó. Xác định cho đến d_n . Dựa vào dấu của d_n để biết ảnh thật hay ảo qua toàn hệ, dựa vào độ lớn để biết A_nB_n ở đâu, cách dụng cụ thứ (n) bao nhiêu.

6/ Để xác định tính thuận-ngược và độ lớn của ảnh cuối A_nB_n so với vật AB ta tìm độ phóng đại ảnh qua toàn hệ.

7/ Độ phóng đại ảnh qua hệ bằng tích của các độ phóng đại ảnh của từng dụng cụ quang học. Thật vậy :

$$K = \frac{A_nB_n}{AB} = \frac{A_nB_n}{A_{n-1}B_{n-1}} \times \frac{A_{n-1}B_{n-1}}{A_{n-2}B_{n-2}} \times \dots \times \frac{A_2B_2}{A_1B_1} \times \frac{A_1B_1}{AB} =$$

$$= k_n \times k_{n-1} \times \dots \times k_2 \times k_1 = (-1)^n \frac{d_1}{d_1} \cdot \frac{d_2}{d_2} \cdot \dots \cdot \frac{d_n}{d_n}$$

Dấu của $(-1)^n$ là dương nếu n chẵn, là âm nếu n lẻ.

Dấu của k xác định không chỉ qua dấu của $(-1)^n$ mà còn qua các dấu của các đại lượng $d_1, d_1, d_2, d_2, \dots$

- * Nếu $k > 0$; ánh sáng cùng thuận chiều với vật của hệ.
- * Nếu $k < 0$: ngược lại
- * $A_n B_n = |k| \cdot AB$

Câu 100

Tìm công thức xác định độ tụ của hệ các thấu kính ghép sát, đồng trục?

Lời giải

* Giả sử có n thấu kính ghép sát đồng trục (thực tế thì chỉ có hai thấu kính ghép sát, cùng lắm là ba vì nếu có quá nhiều thấu kính thì nó trở thành một thấu kính dày. Ta sẽ có cách xử lý cho thấu kính dày sẽ trình bày sau.)

* Ta có các quang tâm $O_1, O_2, \dots, O_n$ coi là trùng nhau, các thấu kính có trục chính trùng nhau.

* Cho S ở ∞ trên trục chính của hệ thì qua thấu kính 1 ta có:

$$\frac{1}{d} = 0 \text{ và } : \frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_1} \quad (1)$$

* Vì $O_1 O_2 = l_1 = 0$ nên công thức chuyển tiếp cho ta (sử dụng sơ đồ và phương pháp tạo ảnh liên tiếp ở câu 99):

$$d_1 + d_2 = l_1 = 0 \rightarrow d_2 = -d_1 \quad (2)$$

$$\text{Công thức thấu kính 2 là: } \frac{1}{f_2} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d_2'} = -\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2'} \quad (3)$$

* Vì $O_2 O_3 = l_2 = 0$ nên $d_2 + d_3 = l_2 = 0 \rightarrow d_3 = -d_2$ (4) nên công thức thấu kính (3) là:

$$\frac{1}{f_3} = \frac{1}{d_3} + \frac{1}{d_3'} = -\frac{1}{d_2} + \frac{1}{d_3'} \quad (5)$$

* Cứ xét tiếp như trên cho đến thấu kính sau cùng:

$$\frac{1}{f_{n-1}} = \frac{1}{d_{n-1}} + \frac{1}{d_{n-1}'} = -\frac{1}{d_{n-2}} + \frac{1}{d_{n-1}'} \quad (*)$$

$$\text{Và } \frac{1}{f_n} = \frac{1}{d_n} + \frac{1}{d'_n} = -\frac{1}{d_{n-1}} + \frac{1}{d'_n} \quad (**)$$

* Cộng vế theo vế các phương trình (1), (3), (5), ... (*), (**) khử các đại lượng bằng và trái dấu, cuối cùng ta có :

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \dots + \frac{1}{f_n} = \frac{1}{d'_n} \quad (\alpha)$$

* Nếu thay hệ bằng một thấu kính duy nhất tương đương thì gọi f , D là tiêu cự và độ tụ của thấu kính tương đương với hệ thì

$$S \xrightarrow[d = \infty]{(L)} S'_n$$

S'_n chính là F' (tiêu điểm ảnh của hệ) và $d' = d'_n = f$

$$\text{nên } \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{d'_n} \quad (\beta)$$

* So sánh (α) và (β) và chú ý : $D_1 = \frac{1}{f_1}$, $D_2 = \frac{1}{f_2}$, ... ,

$$D_n = \frac{1}{f_n} ; D = \frac{1}{f} ; \text{ta có}$$

$$D = D_1 + D_2 + \dots + D_n = \sum_{i=1}^n D_i \quad (\gamma)$$

* (γ) là định lý độ tụ phải tìm. Ở đây ta phải thực hiện phép tổng đại số (vì có thấu kính hội tụ $D > 0$, phân kỳ $D < 0$)

* Áp dụng định lý này cho phép ta đơn giản hóa phép tính : phải tính nhiều lần do tạo ảnh liên tiếp thì ở đây ta chỉ cần dùng (γ) tìm D , f rồi dùng công thức thấu kính tương đương tạo ảnh một lần thôi.

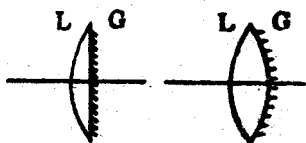
* *Chú ý* : Nếu thấu kính ghép sát nhau, nhưng trục chính song song chứ không trùng nhau thì không được dùng định lý độ tụ trên mà phải dùng phương pháp tạo ảnh liên tiếp ở câu 99 với chú ý $O_1O_2 = O_2O_3 = \dots = l = 0$.

Câu 101

Tìm công thức xác định độ tụ của hệ gồm thấu kính và gương ghép sát, đồng trục ?

Lời giải :

* Sử dụng phương pháp tạo ảnh liên tiếp theo sơ đồ tạo ảnh:



$$S \xrightarrow[d_1]{L(f_L)} S_1 \xrightarrow[d_2]{G(f_G)} S_2 \xrightarrow[d_3]{L(f_L)} S_3$$

* Cho $S \in$ trục chính và ở ∞ ; $d_1 = \infty$; $d'_1 = f_D$; $\frac{1}{d'_1} = 0$

$$\frac{1}{f_L} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{d'_1} \quad (1)$$

* $O_1O_2 = l_1 = 0$; công thức chuyển tiếp : $l_1 = 0 = d'_1 + d_2$

Suy ra : $d_2 = -d'_1$ (2)

Công thức của G cho ta : $\frac{1}{f_G} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d'_2} = -\frac{1}{d'_1} + \frac{1}{d'_2}$ (3)

* $O_2O_1 = l_2 = 0$; $d'_2 + d_3 = 0 \rightarrow d_3 = -d'_2$ (4)

Công thức thấu kính cho ta $\frac{1}{f_D} = \frac{1}{d_3} + \frac{1}{d'_3} = -\frac{1}{d'_2} + \frac{1}{d'_3}$ (5)

* Cộng vế theo vế các phương trình : (1), (3), (5) ta có :

$$2\frac{1}{f_L} + \frac{1}{f_G} = \frac{1}{d'_3} \quad (6)$$

* Ta thay hệ bằng một gương tương đương có độ tụ D_H và tiêu cự f_H (đó là do ánh sáng qua hệ trở lại phía ánh sáng có như là ánh sáng bị phản xạ qua gương) thì $S \xrightarrow[d = \infty]{G_H(f_H)} S_3$

$d = \infty$, $\frac{1}{d} = 0$ và $d' = d_3 = f_H = f$ nên ta có

$$\frac{1}{f_H} = \frac{1}{f} = \frac{1}{d} = \frac{1}{d_3} \quad (7)$$

* So sánh (6) và (7) ta nhận được :

$$\frac{1}{f_H} = \frac{1}{f_G} + 2\frac{1}{f_L} \rightarrow D_H = D_G + 2 D_L \quad (8)$$

* (8) là định lý độ tụ của hệ. (8) là phép tổng đại số : Độ tụ của hệ thấu kính và gương ghép sát, đồng trục bằng tổng đại số độ tụ của gương và hai lần độ tụ của thấu kính.

MẮT VÀ CÁC DỤNG CỤ QUANG HỌC

A- Các vấn đề cơ bản :

- + Mắt
- + Máy ảnh
- + Kính lúp
- + Kính hiển vi
- + Kính thiên văn

B- Các kiến thức cần dùng

- + Cấu tạo sinh lý của mắt
- + Tạo ảnh qua thấu kính và công thức thấu kính
- + Phương pháp tạo ảnh liên tiếp qua hệ quang học
- + Các kiến thức đơn giản về hượng giác.

C- Các câu hỏi

Câu 102

Máy ảnh : Cấu tạo, nguyên tắc hoạt động và cách điều chỉnh máy ảnh lúc chụp ảnh ?

Lời giải

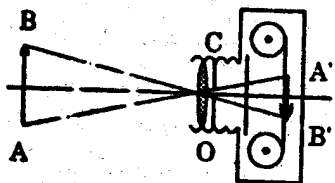
I. Cấu tạo :

* Máy ảnh là một dụng cụ dùng để thu một ảnh thật, nhỏ hơn vật cần chụp trên phim ảnh.

* Các bộ phận chính :

+ Vật kính : là một thấu kính hội tụ (thường là hệ các thấu kính ghép sát có tác dụng như một thấu kính hội tụ) - tiêu cự khoảng 10cm

+ Bường tối phía sau có phim ảnh. Vật kính lắp trước bường tối. Khoảng cách từ vật kính O đến phim có thể thay đổi



+ Sắt vật kính có màn chắn C-giữa có lỗ tròn nhỏ mà đường kính có thể thay đổi để điều chỉnh cường độ ánh sáng vào máy tác động lên phim nhiều hay ít.

+ Cửa sập M chắn trước phim để không cho ánh sáng vào máy lúc không chụp ảnh.

II. Hoạt động và cách điều chỉnh máy

+ Có thể chụp các vật ở xa hay gần (d đổi)

+ Lúc chụp, ảnh của vật phải hiện rõ nét trên phim, nghĩa là công thức $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$ phải thỏa mãn.

+ Vì $f = \text{const}$; $d \neq \text{const}$ nên phải điều chỉnh d' .

Thực tế người ta dịch vật kính O để d , d' đều biến đổi sao cho công thức trên thỏa mãn

+ ở những máy chụp ảnh cơ học, ta điều chỉnh bằng tay và máy còn có máy ngắm chừng để nhận rõ ảnh có rõ nét hay không.

+ Ở các máy chụp ảnh điện tử còn có bộ phận nhận và đo cường độ sáng, chuyển sang mạch vi điện tử tự động chỉnh máy.

+ Chỉ những khi chụp quá xa, người ta mới thay vật kính (đối f) để chụp rõ nét (ống kính tầlê)

Câu 103

Trình bày các hiểu biết về mắt :

1- Cấu tạo của mắt về phương diện quang học

2- Sự điều tiết của mắt

3- Điều kiện để mắt nhìn rõ một vật

Lời giải

I. Cấu tạo của mắt về phương diện quang học

* Về phương diện quang học, mắt tương đương như một máy ảnh- dùng để nhận ánh sáng ở vòng mạc, ảnh thật, nhỏ hơn vật.

* Các môi trường trong suốt có vai trò như vật kính (Thấu kính hội tụ). Quay trục của thấu kính này gần trùng với trục

nhìn của mắt. Quang tâm của thấu kính này là O cố định. Thấu kính có thể đổi f nhờ thủy tinh thể phóng lên nhiều hay ít (nhờ hệ dây chằng kéo nó)

- * Vòng mạc sau đáy mắt là nơi nhận ảnh. Thực ra ánh chỉ hiện lên ở điểm vàng và xung quanh điểm vàng V.

- * Con ngươi đóng vai trò diafram của máy ảnh, để điều chỉnh cường độ ánh sáng vào mắt

II. Sự điều tiết của mắt

- * Để nhận rõ ảnh của vật khi nhìn xa hay gần (đổi) trong lúc $OV = \text{const} = d'$, mắt phải thay đổi độ cong hai mặt của thủy tinh thể để thay đổi f. Đó là sự điều tiết của mắt làm cho công thức $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$ của thấu kính mắt được thoả mãn

- * Có một điểm C_V xa nhất mà mắt còn phân biệt được các chi tiết trên vật (mắt còn nhìn rõ vật). C_V gọi là điểm cực viễn. Mắt thường có $C_V = \infty$. Khi nhìn vật ở C_V mắt không điều tiết (bất kỳ mắt loại gì). Lúc đó thủy tinh thể dẹp nhất.

- * Có một điểm C_C gần mắt nhất mà mắt còn nhìn rõ vật. C_C là điểm cực cận. Khi nhìn vật ở C_C , mắt điều tiết tối đa (thủy tinh thể phóng nhất). Mắt thường có C_C cách mắt $10 + 20\text{cm}$

- * O : quang tâm của mắt

OC_C : Khoảng cực cận (khoảng thấy rõ gần nhất)

OC_V : Khoảng cực viễn

Mắt thường nhìn vật rõ nhất ở khoảng $D = 20 + 25\text{cm}$ (đôi khi người ta cũng lấy $OC_C = D$)

Có khoảng $C_C C_V$ là giới hạn nhìn rõ của mắt

- * Mắt phải điều tiết để cho vật $AB \in C_C C_V$ mới thấy được vật.

III. Điều kiện để mắt nhìn rõ một vật

1) Điều kiện cần

* Theo phân tích ở trên, khả năng điều tiết của mắt là hữu hạn (chỉ từ C_0 đến C_V) vì vậy điều kiện cần để mắt nhìn rõ vật đó là : Vật phải ở trong giới hạn nhìn rõ của mắt ($C_0 C_V$)

* Các khoảng ngoài $C_0 C_V$ là các khoảng mù của mắt (mù trên nguyên tắc chứ không phải mù sinh lý)

2) Điều kiện đủ

* Để có điều kiện đủ ta xét khái niệm góc trông vật

Mắt nhìn vật AB dưới góc trông α

$$\tan \alpha = \frac{AB}{d} = \frac{A'B'}{d'}$$

$$d = \text{const} ; AB = \text{const}.$$

Nếu đưa AB ra càng xa mắt thì α càng giảm (d tăng). Vì $d' = \text{const}$ nên $A'B'$ càng bé. Khi $\alpha = \alpha_{\min} = \varepsilon$ nào đó $A'B'$ bé đến mức A' và B' cùng rơi trên một đầu dây thần kinh thị giác. Lúc đó mắt không còn phân biệt được các chi tiết trên vật AB (mắt không nhìn rõ được vật)

* Vậy điều kiện đủ để mắt nhìn rõ một vật là : Góc trông α lớn hơn (hoặc bằng) ε (ε : gọi là năng suất phân ly của mắt, hoặc là năng suất phân giải của mắt)

3) Kết luận

* Để mắt nhìn rõ một vật phải có :

$$AB \geq C_0 C_V$$

$$\alpha \geq \varepsilon$$

* Dù nhìn qua dụng cụ quang học nào hai điều kiện để mắt nhìn rõ ảnh qua dụng cụ đều phải song song thỏa mãn

Câu 104

So sánh mắt và máy ảnh về phương diện quang học

Lời giải

I. Về chức năng

Giống nhau : cùng thu ảnh thật, bé hơn vật trên màn (phim hay võng mạc)

II. Về cấu tạo

1. **Giống nhau** : có những bộ phận tương tự

* Thủy tinh thể của mắt	↔ Vật kính của máy ảnh
* Võng mạc của mắt	↔ Phim của máy ảnh
* Màng mỏng mắt, con ngươi	↔ Màn chắn có lỗ
* Mi mắt	↔ Cửa sập.

2. Khác nhau

- * Mắt có thể đổi f ; còn f của máy ảnh thường không đổi.
- * $OV = d'$ của mắt không đổi, còn từ O vật kính đến phim của máy ảnh thay đổi.
- * Thủy tinh thể trong môi trường 2 bên có $n \approx 1,33$, Vật kính của thấu kính ở trong không khí

III. Về điều tiết của mắt và điều chỉnh máy ảnh

- * Giống nhau : đều cùng đạt mục đích nhận được ảnh rõ nét
- * Khác nhau : mắt điều chỉnh f (bằng cách đổi độ cong hai mặt của thủy tinh thể) còn máy ảnh điều chỉnh để đổi d' là chủ yếu ($f = \text{const}$)

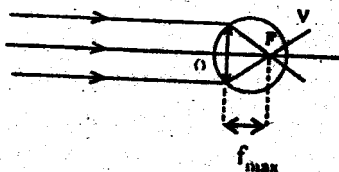
Câu 105

Mắt cận thị, viễn thị là gì ? Cách chữa bằng phương pháp quang học.

Lời giải

I. Mắt cận thị

+ **Định nghĩa** : Mắt cận thị là mắt khi không điều tiết, tiêu điểm của mắt ở trước võng mạc. Vậy chùm sáng song song với trục chính của mắt sẽ có điểm hội tụ trước V

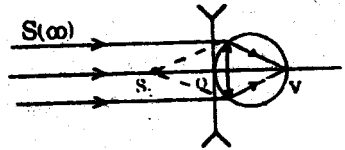


+ Các đặc điểm khác

- * Vậy mắt không nhìn thấy vật ở ∞ hay C_V của mắt cận gần hơn mắt thường (khoảng 2 m trở lại)
- * Tiêu cự cực đại của mắt cận $f_{\max} < OV$
- * Mắt cận có độ tụ lớn hơn mắt thường
- * Mắt cận có điểm C_V gần hơn mắt thường
- * Mắt cận quen nhìn gần
- + Khi vật ở C_C của mắt cận, mắt này không điều tiết, $f_{\max}$, $D_{\min}$.

+ Cách chữa

* Đeo kính phân kỳ để làm cho hệ mắt + kính có $C_V = \infty$. Lúc đó ảnh của vật ở ∞ hiện lên ở C_V của mắt cận, mắt cận nhìn ảnh này mà không điều tiết.



* Coi hệ mắt cận + kính phân kỳ là hệ ghép sát nên theo định lý độ tụ, độ tụ hệ giảm hơn độ tụ mắt cận. Và nếu đeo kính thích hợp, độ tụ hệ bằng độ tụ mắt thường và C_V hệ ở ∞

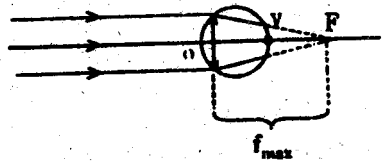
* Từ phân tích ở trên ta có tiêu cự của kính đeo là âm và có độ lớn bằng OC_V của mắt cận :

$$f_K = -OC_V$$

(Theo sơ đồ $S \xrightarrow[S \text{ ở } \infty]{\text{kính}} S_1 \xrightarrow[S_1 = C_V]{\text{mắt cận}} S_2 \text{)}$
 $S_2 = V$

II. Mắt viễn thị

* **Định nghĩa:** Mắt viễn thị là mắt khi không điều tiết, tiêu điểm của mắt nằm sau võng mạc. ($f_{\max} > OV$)



*** Các đặc điểm khác**

- + Điểm C_V của mắt không ở ∞ (ở sau mắt)
- + Mắt viễn nhìn vật ở ∞ phải điều tiết.

+ Độ tụ của mắt viễn bé hơn mắt thường ($OC_v > 25\text{cm}$)

*** Cách chữa**

+ Đeo kính hội tụ để mắt + kính nhìn được vật ở ∞ (kính thích hợp)

+ Kính + mắt viễn coi là hệ thấu kính ghép sát làm cho độ tụ của hệ tăng.

+ Thực tế thử kính cho mắt viễn, người ta cho mắt đeo kính viễn (thấu kính hội tụ) để mắt có $OC_v = 25\text{cm}$. Ảnh qua kính ở C_v của mắt viễn

(Theo sơ đồ: $S \xrightarrow{\text{kính}} S_1 \xrightarrow{\text{mắt viễn}} S_2$)
 $S_1 = C_v$ $S_2 \in V$

Câu 106

Kính lúp: Định nghĩa và cấu tạo? Cách quan sát một vật nhỏ qua kính lúp, vẽ hình. Độ bội giác của kính lúp: Định nghĩa, lập công thức. Phân biệt độ bội giác và độ phóng đại ảnh qua kính lúp

Lời giải

I. Định nghĩa và cấu tạo của kính lúp

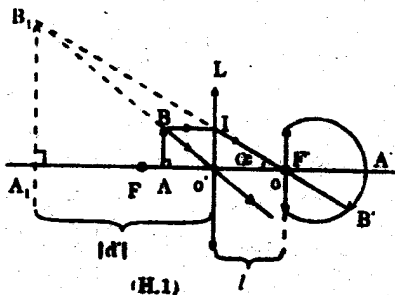
* Kính lúp là một dụng cụ quang học bổ trợ cho mắt khi nhìn các vật nhỏ; nó làm tăng góc trông ảnh bằng cách tạo nên ảnh ảo lớn hơn vật và ảnh đó nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

* Kính lúp đơn giản là một thấu kính hội tụ

II. Cách quan sát vật bằng lúp

+ Xem H.1: Đặt AB sao cho A $\in OF$; A_1B_1 là ảnh ảo lớn hơn vật, thuận chiều với vật

+ Mắt nhìn A_1B_1 . Muốn $A'B'$ ở vòng mạc mắt phải điều tiết và ta phải điều chỉnh để $A_1B_1 \in C_v, C_v$ của mắt.



+ Có thể đổi khoảng cách từ vật và mắt đến lúp hoặc dịch lúp để $A_1 = C_c$: Ta đã ngắm chừng ở điểm cực cận.

+ Điều chỉnh để $A_1 = C_v$: Ta ngắm chừng ở điểm cực viễn

+ Nếu $A_1 B_1$ ở ∞ : Ta ngắm chừng ở ∞ .

III. Độ bội giác của kính lúp

1. Định nghĩa

* Công thức định nghĩa $G = \frac{\alpha}{\alpha_0}$ (1)

* Trong đó α : góc trông ảnh $A_1 B_1$ qua kính lúp
 α_0 : góc nhìn vật AB bằng mắt thường khi
 để vật AB ở C_c .

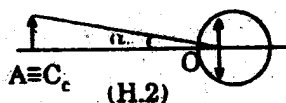
* Vì thông thường α, α_0 bé nên: $G = \frac{\alpha}{\alpha_0} \approx \frac{\text{tg}\alpha}{\text{tg}\alpha_0}$ (2)

và luôn có: $\text{tg}\alpha_0 = \frac{AB}{D}$ (3)

(Đ: khoảng cực cận, thường lấy $D = 20 + 25 \text{ cm}$, có khi ta lấy $OC_c = D$). Xem (H.2)

2. Công thức G của kính lúp

* $\text{tg}\alpha = \frac{A_1 B_1}{|d'| + 1}$ (4) Xem (H.1)



* Đưa (3) và (4) và (2) $\rightarrow G = \frac{A_1 B_1}{AB} \cdot \frac{D}{|d'| + 1}$ (5)

* Chú ý: Độ phóng đại ảnh qua kính lúp là K

$|K| = \frac{A_1 B_1}{AB}$ nên: $G = |K| \frac{D}{|d'| + 1}$ (6)

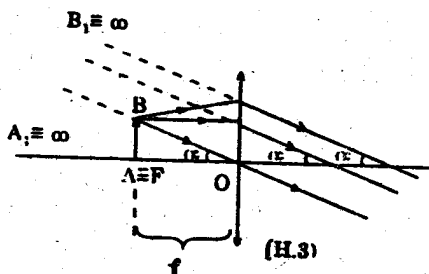
* Như vậy: Độ bội giác G của kính lúp không những phụ thuộc vào mắt người (Đ) mà vào cả cách quan sát ($K, |d'|, 1$)

* Khi ngắm chừng ở C_c thì $|d'| + 1 = D$ và $G = |K|$ (7)

* Khi ngắm chừng ở ∞ thì (xem H.3) mắt đặt ở đâu sau lúp
 đều nhìn $A_1 B_1$ ở ∞ với góc nhìn α và $\text{tg}\alpha = \frac{AB}{f}$

$$\text{và } G_{\infty} = \frac{\text{tg}\alpha}{\text{tg}\alpha_0} = \frac{AB}{f \cdot \frac{AB}{D}} = \frac{D}{f} \quad (8)$$

Ngắm chừng ở ∞ qua lúp có lợi là: mắt thường không điều tiết, mắt đặt tùy ý sau lúp.



IV. Phân biệt G và K

1. Khác

* Về định nghĩa G muốn đánh giá sự phóng đại về góc, còn K muốn đánh giá sự phóng đại về chiều dài

* Về giá trị, nói chung chúng khác nhau và liên hệ với nhau

qua: $G = |k| \frac{D}{|d| + 1}$

2. Giống

Khi ngắm chừng ở C_r thì $G = |k|$

Câu 107

Kính hiển vi: Định nghĩa, nguyên tắc cấu tạo và hoạt động. Vẽ ảnh của vật qua kính hiển vi. Lập công thức tính độ bội giác của kính hiển vi khi ngắm chừng ở vô cực

Lời giải

I. Định nghĩa

Kính hiển vi là dụng cụ quang học để hỗ trợ cho mắt khi nhìn những vật rất nhỏ bằng cách tăng góc trông ảnh với độ bội giác lớn hơn hẳn của kính lúp.

II. Cấu tạo và hoạt động

a/ Cấu tạo

* Có hai bộ phận chính

+ Vật kính L_1 : là một thấu kính hội tụ có tiêu cự rất ngắn (cỡ mm). Ảnh được phóng đại chủ yếu nhờ L_1 , nó tạo nên một ảnh thật A_1B_1 khá lớn của vật AB.

+ Thị kính L_2 là thấu kính hội tụ, f nhỏ (cỡ cm) L_2 như một kính lúp để quan sát A_1B_1 .

* Ngoài ra có thêm kính tụ quang để chiếu sáng vật AB

* Kính hiển vi học sinh thiết kế trong phòng thí nghiệm có thể thay đổi khoảng cách giữa L_1 và L_2 . Kính hiển vi nghề y, được, L_1 và L_2 được gắn chặt, đồng trục, $O_1O_2 = \text{const}$

b/ Hoạt động

* Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[d_1]{L_1} A_1B_1 \xrightarrow[d_2]{L_2} A_2B_2 \xrightarrow{\text{mắt}} A_3B_3$$

* Đặt AB trước và gần tiêu điểm vật F_1 của L_1 nên AB cho ảnh qua L_1 là A_1B_1 lớn hơn hẳn AB. A_1B_1 thật, ngược chiều với vật.

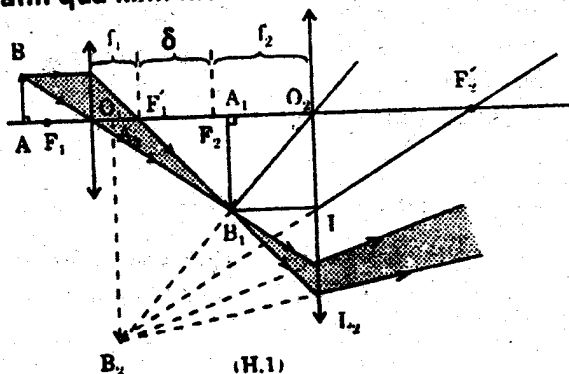
* Điều chỉnh khoảng cách L_1 đến AB sao cho A_1B_1 là vật thật của L_2 có $A_1 \in O_2F_2'$ của L_2 . Khi đó ảnh của A_2B_2 qua L_2 là ảnh ảo, lớn hơn A_1B_1 và ngược chiều với A_1B_1

* Mắt đặt sau thị kính L_2 để nhìn rõ A_2B_2 (nghĩa là A_3B_3 ở trên võng mạc của mắt)

* Cách ngắm chừng qua kính hiển vi: dịch toàn bộ ống kính (nhờ bộ phận truyền động) để đổi khoảng cách từ kính đến vật AB sao cho A_2B_2 ở trong khoảng C_V của mắt.

* Ngắm chừng ở vô cực: điều chỉnh để A_2B_2 ở vô cực

III. Vẽ ảnh qua kính hiển vi



* Về ảnh A_1B_1 của AB qua L_1

* Coi A_1B_1 là vật thật của L_2 . Chọn tia từ B_1 qua O_2 đi thẳng, tia B_1I song song với trục chính, tia ló khỏi L_2 qua F_2 . Từ đó tìm được B_2 và A_2B_2

* Chùm sáng đi liên tục qua L_1 và L_2 là chùm chấm chấm.

IV. Độ bội giác của kính hiển vi khi ngắm chừng ở vô cực

1. Định nghĩa G

* Theo định nghĩa chung (xem câu 106, III, -1)

* $G = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{\text{tg}\alpha}{\text{tg}\alpha_0}$ với $\text{tg}\alpha = \frac{AB}{D}$; α góc mà mắt nhìn A_2B_2

2. Khi ngắm chừng ở vô cực qua kính hiển vi

* A_2B_2 ở ∞ , mắt đặt bất kỳ đâu sau L_2 vẫn có góc trông ảnh A_2B_2 dưới góc α (do chùm ló khỏi L_2 là chùm song song) (H.2)

Vậy:

$$\text{tg}\alpha = \frac{A_1B_1}{f_2} \quad (1)$$

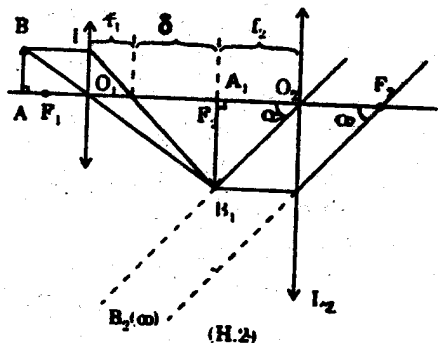
$$* G_{\infty} = \frac{\text{tg}\alpha}{\text{tg}\alpha_0} = \frac{A_1B_1}{f_2} \cdot \frac{AB}{D} = \frac{A_1B_1}{AB} \cdot \frac{D}{f_2} \quad (2)$$

* Trong (2) $\frac{D}{f_2} = G_{2\infty}$: Độ bội giác của L_2 (như kính lúp khi ngắm chừng ở vô cực)

$\frac{A_1B_1}{AB} = |k_1|$, giá trị độ phóng đại ảnh qua vật kính L_1

$$\text{Nên: } G_{\infty} = |k_1| \cdot G_{2\infty} \quad (3)$$

* Do $\Delta O_1IF_1' \sim \Delta A_1B_1F_1'$; $A_1 = F_2$ do A_2B_2 ở ∞



Ta có: $\frac{A_1B_1}{O_1I} = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{\delta}{f_1}$ (4)

* Đưa (4) vào (2):

$$G_\infty = \frac{\delta D}{f_1 f_2} \quad (5)$$

* $\delta = O_1O_2 - (f_1 + f_2)$ gọi là độ dài quang học của kính hiển vi.

* Thường lấy $D = 25\text{cm}$. G kính hiển vi quang học cỡ 1000

Câu 108

Kính thiên văn: Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động. Về ảnh của vật ở rất xa qua kính thiên văn khi ngắm chừng ở vô cực và tìm tọa độ bội giác lúc đó

Lời giải

I. Kính thiên văn

a/ Định nghĩa

Kính thiên văn là dụng cụ quang học bổ trợ cho mắt bằng cách tăng góc trông ảnh khi nhìn những vật rất xa (thiên thể)

b/ Cấu tạo

+ Có hai bộ phận chính:

* Vật kính L_1 : là một thấu kính hội tụ có tiêu cự dài (cỡ mét) để tạo nên ảnh thật A_1B_1 của vật AB rất xa. A_1B_1 ở tiêu diện ảnh của L_1

* Thị kính L_2 : là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn, đóng vai trò làm một kính lúp để quan sát ảnh thật A_1B_1

+ L_1 và L_2 lắp đồng trục, O_1 của L_1 cố định, O_2 của L_2 có thể dịch chuyển để khoảng cách O_1O_2 có thể thay đổi được khi ngắm chừng

c/ Hoạt động

+ Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[d_1]{L_1} A_1B_1 \xrightarrow[d_2]{L_2} A_2B_2 \xrightarrow{\text{mắt}} A_3B_3$$

+ Hướng cho trục của kính đi qua thiên thể cần quan sát, thiên thể AB ở ∞ , tạo ảnh qua L_1 ta có

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{d_1} \rightarrow d_1 = f_1 \quad \text{với } d_1 = \infty$$

Ta có A_1B_1 là ảnh thật ở tiêu diện ảnh của F_1

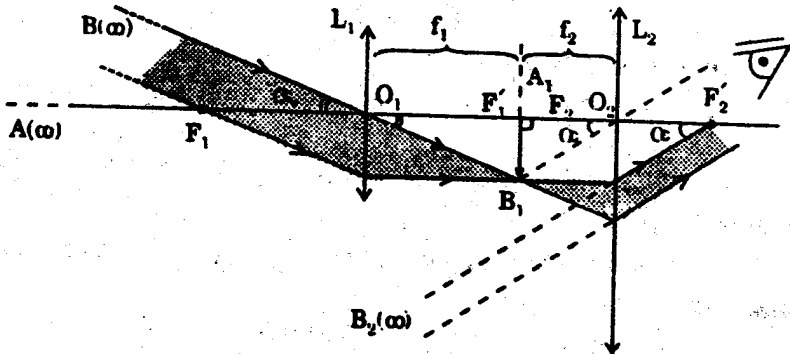
+ A_1B_1 ở trong khoảng O_2F_2 cho A_2B_2 là ảnh ảo qua L_2 . Mắt đặt sau L_2 để quan sát A_2B_2

+ Ngắm chừng tức là dịch O_2 để A_2B_2 ở trong khoảng giới hạn nhìn rõ A_2B_2 của mắt

+ Khi ngắm chừng ở ∞ , dịch O_2 để $F_1 = F_2$, $A_1 = F_2$ nên A_2B_2 ở ∞ . Mắt quan sát A_2B_2 sau L_2 có thể đặt ở bất kỳ đâu, mắt không phải điều tiết (xem H.1)

II. Vẽ ảnh khi ngắm chừng ở ∞

+ Vẽ theo sơ đồ tạo ảnh ở trên



+ Vẽ đường đi tia sáng từ B (B ở ∞ nên coi từ B có một chùm song song tới L_1). Lấy một tia qua O_1 , một tia qua F_1

+ Chùm sáng qua kính là chùm chụm chụm

+ $O_1O_2 = f_1 + f_2$ $F_1 = F_2$ AB và A_2B_2 ở ∞

III. Độ bội giác

1. Định nghĩa $G = \frac{\alpha}{\alpha_0} \approx \frac{\text{tg}\alpha}{\text{tg}\alpha_0}$

α : góc trông ảnh A_2B_2

α_0 : góc trông vật AB bằng mắt thường

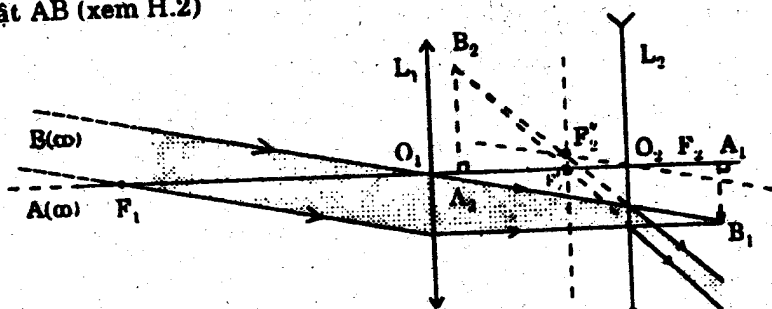
3/ Ống nhòm Galilê

+ Vật kính là một thấu kính hội tụ, thị kính là một thấu kính phân kỳ

+ Tạo ảnh $AB \xrightarrow{L_1} A_1B_1 \xrightarrow{L_2} A_2B_2 \xrightarrow{\text{mắt}} A_3B_3$

+ AB rất xa, A_1B_1 là ảnh thật ở tiêu diện ảnh của L_1

+ A_1B_1 là vật ảo của L_2 (I) nên cho ảnh ảo thuận chiều với vật AB (xem H.2)



(H.2)

+ Mắt đặt sau L_2 quan sát được A_2B_2 vừa thuận chiều với vật AB vừa có góc trông lớn hơn nhiều khi mắt nhìn vật bằng mắt thường.

Câu 111

Nghiên cứu tính chất và vị trí của ảnh qua thấu kính ghép với lăng kính, với bản mặt song song, lưỡng chất phẳng?

Lời giải

I. Phương pháp tổng quát

* Sử dụng phương pháp tạo ảnh liên tiếp (xem câu 99)

II. Một số ví dụ cụ thể

1/ Thấu kính và lăng kính phân xạ toàn phần

* Hình 1

* Sơ đồ tạo ảnh

$$AB \xrightarrow{L} A_1B_1 \xrightarrow{\text{LCPKK.tt}} A_2B_2 \xrightarrow{\text{GP}} A_3B_3 \xrightarrow{\text{LCPtt.KK}} A_4B_4$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{d_1} \rightarrow d_1 = f_1 \quad \text{với } d_1 = \infty$$

Ta có A_1B_1 là ảnh thật ở tiêu diện ảnh của F_1

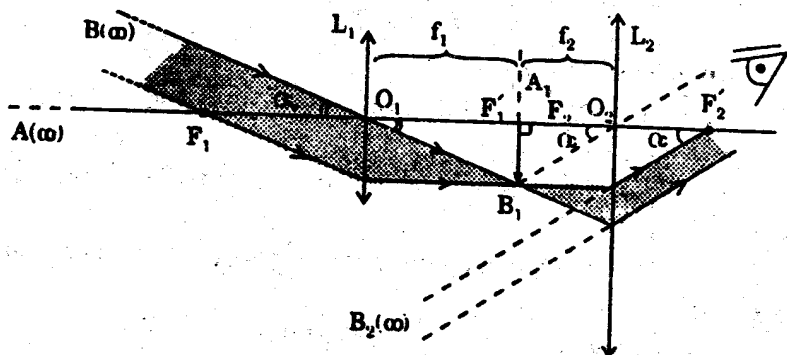
+ A_1B_1 ở trong khoảng O_2F_2 cho A_2B_2 là ảnh ảo qua L_2 . Mắt đặt sau L_2 để quan sát A_2B_2

+ Ngắm chừng tức là dịch O_2 để A_2B_2 ở trong khoảng giới hạn nhìn rõ A_2B_2 của mắt

+ Khi ngắm chừng ở ∞ , dịch O_2 để $F_1 = F_2$, $A_1 = F_2$ nên A_2B_2 ở ∞ . Mắt quan sát A_2B_2 sau L_2 có thể đặt ở bất kỳ đâu, mắt không phải điều tiết (xem H.1)

II. Vẽ ảnh khi ngắm chừng ở ∞

+ Vẽ theo sơ đồ tạo ảnh ở trên



+ Vẽ đường đi tia sáng từ B (B ở ∞ nên coi từ B có một chùm song song tới L_1). Lấy một tia qua O_1 , một tia qua F_1

+ Chùm sáng qua kính là chùm chĩa chĩa

+ $O_1O_2 = f_1 + f_2$ $F_1 = F_2$; AB và A_2B_2 ở ∞

III. Độ bội giác

1. Định nghĩa $G = \frac{\alpha}{\alpha_0} \approx \frac{\text{tg}\alpha}{\text{tg}\alpha_0}$

α : góc trông ảnh A_2B_2

α_0 : góc trông vật AB bằng mắt thường

2. Tìm G_∞

$$* \Delta O_2 A_1 B_1 \rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{A_1 B_1}{f_2} \quad (1)$$

$$* \Delta O_1 A_1 B_1 \rightarrow \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{A_1 B_1}{f_1} \quad (2)$$

$$* \text{Vậy: } G_\infty = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha_0} = \frac{f_1}{f_2} \quad (3)$$

* Từ (3) ta thấy: Để G_∞ càng lớn thì f_1 lớn và f_2 bé

Câu 109

Đặc điểm chung của các dụng cụ bổ trợ cho mắt và cách quan sát? Phân biệt cách ngắm chừng của mắt các dụng cụ này

Lời giải

I. Đặc điểm chung

+ Kính lúp, kính hiển vi, ống nhòm, kính thiên văn được chia làm hai nhóm:

* Nhóm để nhìn những vật nhỏ và rất nhỏ: kính lúp, kính hiển vi

* Nhóm để nhìn những vật xa và rất xa: kính thiên văn, ống nhòm

+ Chúng đều dùng để bổ trợ cho mắt

+ Chúng đều dùng để tăng góc trông ảnh bằng cách tạo nên ảnh ảo qua hệ

+ Đều được tạo nên từ các thấu kính

II. Ngắm chừng

+ Mắt đều ở sau kính và nhìn ảnh ảo qua hệ

+ Đều điều chỉnh kính để ảnh ảo sau cùng thỏa mãn điều kiện mắt nhìn rõ một vật

* Ảnh ảo cuối phải có một góc trông lớn hơn năng suất phân ly ϵ của mắt

* Ảnh ảo cuối phải ở trong giới hạn nhìn rõ của mắt

+ Cách điều chỉnh kính để ngắm chừng khác nhau:

- * Kính lúp: có thể dịch vật, dịch kính, dịch mắt.
- * Kính thiên văn chính quy: phải dịch cả ống kính (dịch O_1O_2) để đổi khoảng cách từ vật đến vật kính
- * Kính thiên văn: chỉ dịch thị kính O_2 để đổi O_1O_2

Câu 110

1/ Vì sao khi chụp các vật di động, máy ảnh phải mở đóng nhanh

2/ Vì sao người cận thị nhìn một ngôi sao ban đêm thấy sao to hơn so với người thường? Người viễn thị thì sao?

3/ Trong ống nhòm Galilê, thị kính là thấu kính phân kỳ. Điều đó có lợi gì?

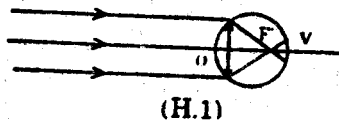
Lời giải

1/ Chụp ảnh di động

- + Một điểm trên vật di chuyển, tạo nên nhiều ảnh điểm trên phim.
- + Điều đó làm cho ảnh chụp có một độ nhòe (nhận được nhiều ảnh xếp liên tiếp)
- + Độ nhòe do vậy phụ thuộc thời gian đóng mở cửa sổ của máy ảnh
- + Đóng mở nhanh cửa sổ máy ảnh làm cho độ nhòe khá bé. Mắt thường không phân biệt được ảnh có bị nhòe hay không (coi là nét)

2/ Nhìn sao

- + Người cận thị nhìn sao ở ∞ , mắt không điều tiết, chùm sáng vào mắt sẽ hội tụ trước võng mạc. Chùm đến võng mạc phân kỳ tạo nên một vùng sáng nên mắt có cảm giác ngôi sao to hơn bình thường (xem H.1)



(H.1)

- + Người viễn thị thấy như người mắt thường

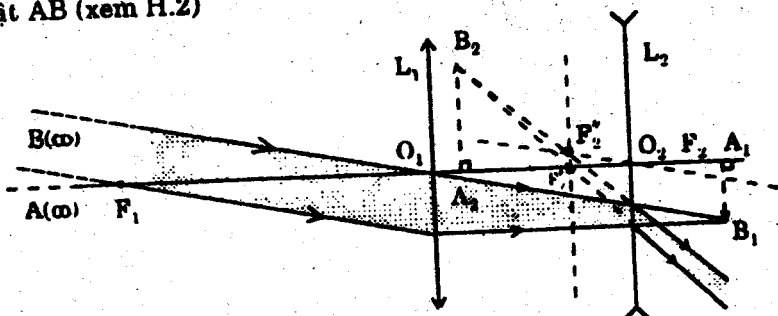
3/ Ống nhòm Galilê

+ Vật kính là một thấu kính hội tụ, thị kính là một thấu kính phân kỳ

+ Tụo ảnh $AB \xrightarrow{L_1} A_1B_1 \xrightarrow{L_2} A_2B_2 \xrightarrow{\text{mắt}} A_3B_3$

+ AB rất xa, A_1B_1 là ảnh thật ở tiêu diện ảnh của L_1

+ A_1B_1 là vật ảo của L_2 (I) nên cho ảnh ảo thuận chiều với vật AB (xem H.2)



(H.2)

+ Mắt đặt sau L_2 quan sát được A_2B_2 vừa thuận chiều với vật AB vừa có góc trông lớn hơn nhiều khi mắt nhìn vật bằng mắt thường.

Câu 111

Nghiên cứu tính chất và vị trí của ảnh qua thấu kính ghép với lăng kính, với bản mặt song song, lưỡng chất phẳng?

Lời giải

I. Phương pháp tổng quát

* Sử dụng phương pháp tạo ảnh liên tiếp (xem câu 99)

II. Một số ví dụ cụ thể

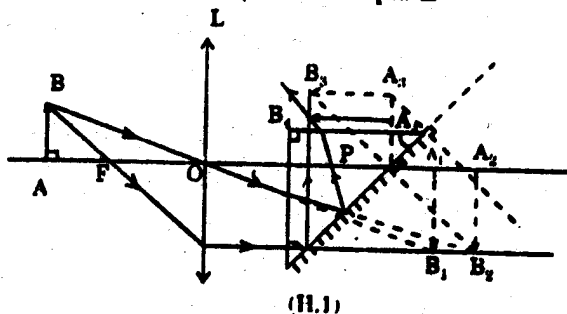
1/ Thấu kính và lăng kính phản xạ toàn phần

* Hình 1

* Sơ đồ tạo ảnh

$AB \xrightarrow{L} A_1B_1 \xrightarrow{\text{LCPKK.tt}} A_2B_2 \xrightarrow{\text{GP}} A_3B_3 \xrightarrow{\text{LCPvt.KK}} A_4B_4$

- * Giả sử A_1B_1 là ảnh thật của AB qua L



- * A_1B_1 là vật ảo tạo qua lưỡng chất phẳng không khí - thủy tinh, cho ảnh A_2B_2 là ảnh thật bằng vật, dịch xa hơn một đoạn

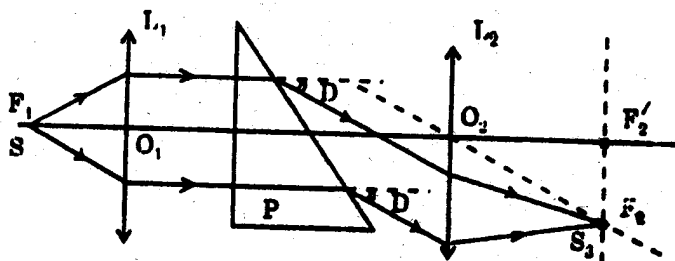
- * Mặt huyền của lăng kính coi là gương phẳng. A_2B_2 là vật ảo của gương phẳng, cho ảnh thật A_3B_3 đối xứng qua mặt huyền này.

- * A_3B_3 là vật ảo tạo ảnh qua lưỡng chất phẳng cho ảnh thật A_4B_4

2/ Hệ thấu kính lăng kính

- * (H.2)

- * Sơ đồ tạo ảnh $S \xrightarrow{L_1} S_1 \xrightarrow{P} S_2 \xrightarrow{L_2} S_3$



- * Giả sử $S = F_1$, chùm ló khỏi L_1 là chùm song song S_1 ở ∞
- * S_2 coi là vật thật của L_2 cho ảnh qua hệ S_3 là thật ở tiêu điểm ảnh phụ F'_2

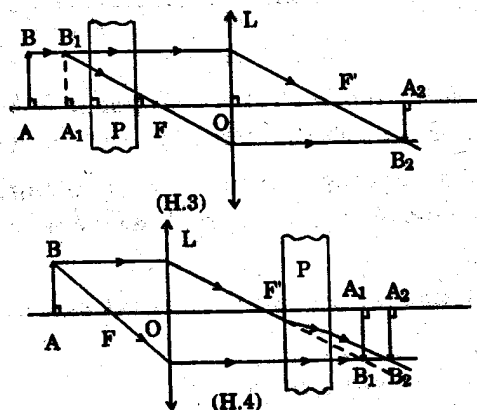
3/ Bản mặt song song và thấu kính

* (H.3), (H.4)

* Sơ đồ tạo ảnh

$$H.3 \rightarrow AB \xrightarrow{P} A_1 B_1 \xrightarrow{L} A_2 B_2$$

$$H.4 \rightarrow AB \xrightarrow{L} A_1 B_1 \xrightarrow{P} A_2 B_2$$



Câu 112

1/ Phân biệt một thấu kính hội tụ và một thấu kính phân kỳ bằng thủy tinh.

2/ Nêu đặc điểm của các tiêu cự (nếu có) và tác dụng của chúng: Thủy tinh thể của mắt, kính hiển vi, kính lúp, kính thiên văn, máy quang phổ.

Lời giải

I. Thấu kính hội tụ và phân kỳ

1. Về hình dáng

* Gọi n là chiết suất tương đối của thấu kính đối với môi trường 2 bên thấu kính

* Khi $n > 1$ thì:

+ Thấu kính hội tụ có rìa mỏng hơn phần giữa

* Khi $n < 1$ thì :

- + Thấu kính hội tụ: có rìa dày hơn ở phần giữa
- + Thấu kính phân kỳ: có rìa mỏng hơn ở phần giữa

2. Đường đi chùm sáng

Khi chùm tia sáng tới thấu kính song song với trục chính thì :

- + Thấu kính hội tụ : có chùm tia ló hội tụ
- + Thấu kính phân kỳ : có chùm tia ló phân kỳ

3. Về tiêu điểm, tiêu cự, độ tụ

- + Thấu kính hội tụ : có tiêu điểm ảnh, chính, thật.

Thấu kính phân kỳ : có tiêu điểm ảnh, chính, ảo

- + Thấu kính hội tụ : có tiêu điểm vật ở trước, tiêu điểm ảnh ở sau thấu kính. Thấu kính phân kỳ thì ngược lại.

- + Thấu kính hội tụ : có $\overline{OF'} = f > 0, D > 0$

Thấu kính phân kỳ : có $\overline{OF'} = f < 0, D < 0$

4. Về tạo ảnh

- + Thấu kính hội tụ luôn luôn cho ảnh thật khi vật thật, chỉ trừ trường hợp vật thật ở trong khoảng tiêu cự cho ảnh ảo.

- + Thấu kính phân kỳ luôn cho ảnh ảo. Chỉ trừ trường hợp vật ảo nằm trong khoảng tiêu cự là cho ảnh thật (xin xem lại câu 88, 89, 90)

- + Vật thật; ảnh ảo qua thấu kính hội tụ cùng chiều, lớn hơn, xa thấu kính hơn vật; ảnh ảo qua thấu kính phân kỳ cùng chiều, bé hơn, gần thấu kính hơn vật.

II. Các thấu kính trong các dụng cụ quang học

1/ *Thủy tinh thể của mắt* : Là một thấu kính hội tụ có thể thay đổi được bán kính hai mặt cong (đối f), tạo nên ảnh thật sau võng mạc.

2/ *Kính lúp*: Thấu kính hội tụ, tiêu cự ngắn, tạo nên ảnh ảo lớn hơn vật ở trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

3/ *Kính hiển vi*:

- * Vật kính, f_1 rất ngắn, tạo nên một ảnh thật khá lớn

* Thị kính: như kính lúp

4/ Kính thiên văn:

* Vật kính: f_1 khá dài, tạo nên một ảnh thật ở tiêu diện ảnh của vật ở vô cùng

* Thị kính: như kính lúp

5/ Kính quang phổ lăng kính

* Thấu kính hội tụ của ống chuẩn trực có tác dụng tạo thành một chùm sáng song song để đến lăng kính

* Thấu kính hội tụ của buồng ảnh: tạo ra các ảnh thật đơn sắc của khe máy quang phổ trên tiêu diện của thấu kính. Nó hội tụ các chùm song song đơn sắc từ lăng kính tới để tạo nên quang phổ.

Chương 7

TÍNH CHẤT SÓNG CỦA ÁNH SÁNG

A. Các vấn đề cơ bản

1. Tán sắc ánh sáng
2. Giao thoa ánh sáng
3. Quang phổ và phép phân tích quang phổ
4. Các bức xạ vùng ngoài khả kiến: Tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia Rơnghen
5. Thang sóng điện từ

B. Các kiến thức cần biết

- a/ Lăng kính, thấu kính
- b/ Phương trình sóng, giao thoa sóng cơ học

C. Các câu hỏi, lời giải

Câu 113

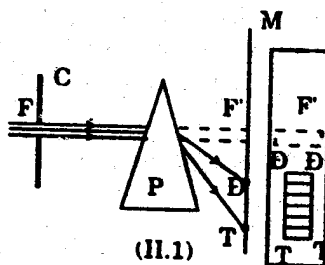
- 1/ Trình bày thí nghiệm Niuton về tán sắc ánh sáng
- 2/ Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của máy quang phổ lăng kính

Lời giải

I. Thí nghiệm của Niuton về sự tán sắc ánh sáng

* Chiếu ánh sáng trắng đến màn chắn sáng C có một khe hẹp, ngang F.

* Nếu chưa có lăng kính thì chùm sáng trắng đến màn M cho ta vệt sáng trắng F'.



* Nếu có lăng kính P thì chùm ló khỏi P gồm:

- + Các tia sáng bị lệch về phía đáy

+ Trên màn ta nhận được vô số dải sáng màu biến đổi liên tục từ đỏ đến tím (tím dưới, đỏ trên). Dải màu này trên M gọi là quang phổ của ánh sáng trắng. Nó gồm 7 màu chính đỏ, da cam, vàng, lục, lam, chàm, tím. Các tia bức xạ màu đỏ qua lăng kính bị lệch ít nhất, tia ló màu tím lệch nhiều nhất.

* Vậy ánh sáng trắng khi qua lăng kính vừa bị lệch về phía đáy lăng kính, vừa bị tách ra thành nhiều chùm sáng, có màu khác nhau. Đó là hiện tượng tán sắc ánh sáng

* Giải thích hiện tượng

+ Macxuen, trong thuyết điện từ về ánh sáng khẳng định: ánh sáng là sóng điện từ có bước sóng ngắn, lan truyền trong không gian. Ông đã nêu lên quan hệ: $\frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon\mu}$

(c và v là vận tốc ánh sáng trong chân không và trong môi trường có hằng số điện môi ϵ , độ từ thẩm μ)

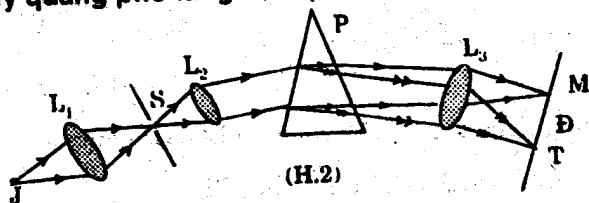
+ Từ $n = \frac{c}{v}$ suy ra $n = \sqrt{\epsilon\mu}$

+ Lorenxơ lại chứng minh được $\epsilon = F(f)$: hằng số điện môi của môi trường phụ thuộc vào tần số của sóng ánh sáng

+ Vậy cùng một môi trường (thủy tinh của lăng kính) có chiết suất khác nhau đối với các ánh sáng màu khác nhau: tia màu tím ứng với n_t lớn nhất, tia màu đỏ ứng với n_d bé nhất..

+ Trong ánh sáng trắng có vô số ánh sáng màu khác nhau, cùng một góc tới lăng kính, khác n nên góc lệch D khác nhau. Do n_t lớn nhất, D_t lớn nhất, tia tím bị lệch về đáy lớn nhất... Vậy lăng kính đã làm tách các màu khác nhau trong ánh sáng trắng.

II. Máy quang phổ lăng kính (H.2)



a/ Tác dụng : Máy dùng để phân tích chùm sáng hỗn hợp của nguồn sáng J thành các ánh sáng đơn sắc

b/ Nguyên tắc: dựa vào hiện tượng tán sắc của lăng kính

c/ Cấu tạo và hoạt động: máy gồm ba bộ phận

1. **Ống chuẩn trực:** để tạo nên chùm sáng song song

* Khe sáng dài, hẹp S được nguồn J chiếu sáng qua L_1

* Chùm ló của L_1 hội tụ tại S. S đặt trùng với tiêu điểm vật của L_2

* Vì thế chùm sáng ló khỏi L_2 là chùm song song tới lăng kính P

2. **Lăng kính:** (dùng để tán sắc ánh sáng)

* Phân tích chùm song song hỗn hợp trên thành các ánh sáng đơn sắc

* Các tia đơn sắc ló ra cùng màu thì song song với nhau

* Tia ló màu tím bị lệch nhiều nhất, màu đỏ ít nhất

3/ **Buồng tối:**

* Thấu kính hội tụ L_2 sau lăng kính để hội tụ các tia cùng màu thành một vệt sáng màu trên tiêu diện L_2

* Mỗi vệt màu là một ánh đơn sắc của khe S qua máy

* Nếu nguồn J gồm bao nhiêu bức xạ đơn sắc có các bước sóng hoàn toàn xác định thì ở tiêu diện của L_2 vừa đủ chừng ấy vệt màu song song với khe sáng S

Câu 114

Định nghĩa ánh sáng đơn sắc, ánh sáng trắng? Trình bày thí nghiệm để minh họa các định nghĩa đó.

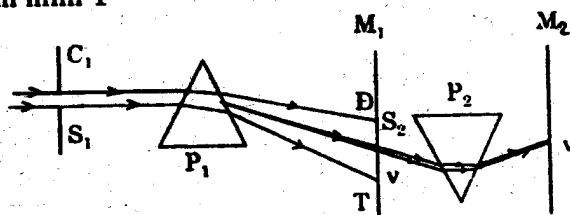
Lời giải

I. **Ánh sáng đơn sắc:**

a/ Định nghĩa: Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi đi qua lăng kính. Mỗi ánh sáng đơn sắc có một màu nhất định gọi là màu đơn sắc, ứng với một màu đơn sắc có một bước sóng xác định

b/ Thí nghiệm minh họa

* Xem hình 1



* Bố trí thí nghiệm:

+ C_1, P_1, M_1 : là thí nghiệm tán sắc ánh sáng (xem câu 113, I)

+ Trên màn M_1 , tạo nên một khe hở hẹp song song với khe S_1 làm cho bản quang phổ trên M_1 thiếu mất một màu (ví dụ màu vàng)

+ Chùm sáng rất hẹp màu vàng đến lăng kính P_2 . Chùm ló ra khỏi P_2 cũng bị lệch về đáy của P_2 và cho một vết sáng trên M_2 có màu vàng.

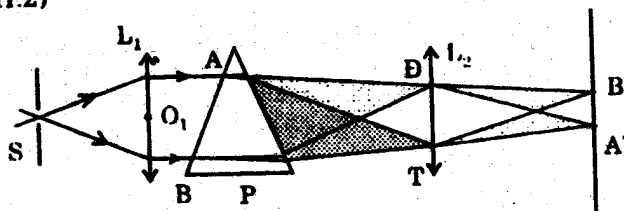
* Kết luận: Chùm sáng hẹp đơn sắc đã qua P_1 tán sắc sẽ không bị P_2 tán sắc nữa. Đó là ánh sáng đơn sắc

II. Ánh sáng trắng

a/ Định nghĩa: Ánh sáng trắng là tập hợp của vô số các ánh sáng đơn sắc có màu biến đổi liên tục từ đỏ đến tím

b/ Thí nghiệm minh họa

+ (H.2)



(H.2)

* Nguồn sáng điểm S và L_1 để tạo nên chùm hội tụ, có điểm hội tụ là nơi sau này đặt L_2 . Chùm ló của L_1 màu trắng rộng đến lăng kính P ở vùng AB

* Lăng kính tán sắc ánh sáng trắng thành các màu đơn sắc hội tụ tại mặt của thấu kính hội tụ L_2 từ màu đỏ đến màu tím

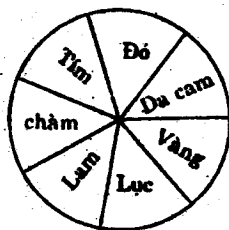
* Dịch màn M cho đến khi thu được vùng sáng B'A' màu trắng

* Phía sau L_2 các chùm sáng đơn sắc phân kỳ khác nhau gặp nhau ở A'B' tổng hợp thành màu trắng

+ (H.3): Có thể trình bày thí nghiệm đơn giản hơn

* Trên đĩa O màu trắng chia thành bảy phần, tô chúng bảy màu: đỏ, da cam, vàng, lục, lam, chàm, tím.

* Cho đĩa quay. Lúc quay còn chậm mắt thấy đủ bảy màu. Lúc quay rất nhanh đĩa quanh trục O, mắt thấy đĩa chỉ có một màu trắng



(H.3)

* Thí nghiệm chứng tỏ sự tổng hợp bảy màu cho ta ánh sáng gần như trắng

Câu 115

1/ Trình bày thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng? Giải thích kết quả thí nghiệm và nêu ý nghĩa của hiện tượng

2/ Hai nguồn sáng kết hợp là gì? Nguồn sáng điểm S và ảnh của nó S' qua gương phẳng có phải là hai nguồn kết hợp không? Vì sao?

Lời giải

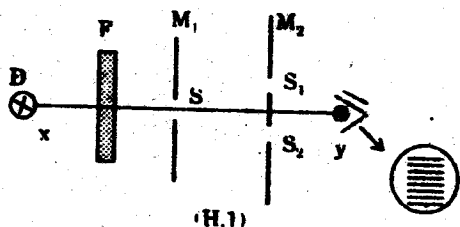
I. Thí nghiệm Young

1/ Sơ đồ thí nghiệm:

* Xem H.1

* Đèn Đ phát ra ánh sáng trắng

* xy: trục của sơ đồ thí nghiệm



(H.1)

* F: Kính lọc sắc, chỉ cho một ánh sáng đơn sắc đi qua

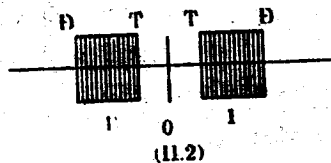
* M_1 và M_2 đặt vuông góc với xy. Trên M_1 có khe sáng S hẹp dài vuông góc với xy; trên M_2 có hai khe sáng hẹp dài S_1 , S_2 cùng vuông góc với xy, đối xứng nhau qua xy. S, S_1 và S_2 nằm ngang

* Mất đặt sau M_2 trên xy

* Cho một ánh sáng đơn sắc (ví dụ màu đỏ) qua S, qua S_1 , S_2 . Điều chỉnh khoảng cách từ M_2 đến mất và nhìn vào khe S, mắt sẽ thấy các vạch sáng màu đỏ và vạch tối xen kẽ nhau đều đặn, song song với khe S. Đó là hiện tượng giao thoa ánh sáng. Các vạch sáng, tối gọi là các vân giao thoa

* Cùng làm thí nghiệm như thế tuân tự cho các màu đơn sắc đỏ, da cam, ..., chàm, tím; ta cũng quan sát được các vân giao thoa, màu càng tối dần khoảng cách giữa các vân màu càng gần hơn.

* Nếu làm thí nghiệm với ánh sáng trắng, ta nhận được các vân giao thoa bố trí theo kiểu đối xứng (H.2). Chính giữa là vân màu trắng. Hai bên là các vân màu cầu vồng: màu tím ở trong, màu đỏ ở ngoài



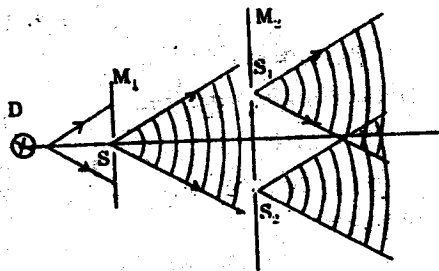
2/ Giải thích

* Hình ảnh giao thoa ánh sáng giống như giao thoa sóng nước nên để giải thích được hiện tượng giao thoa ánh sáng ta phải thừa nhận ánh sáng có tính chất sóng (H.3)

* Sóng ánh sáng từ D qua S rồi qua S_1 , S_2 làm cho S, S_1 , S_2 trở thành các nguồn sóng ánh sáng

* Ánh sáng từ S đến S_1 , S_2 theo hai đường như nhau, $\Delta\varphi=0$. Ta gọi S_1 , S_2

là hai nguồn kết hợp; tạo nên hai sóng kết hợp



* Phía sau M_2 có sự chồng chất của hai sóng kết hợp. Ở nơi có hiện tượng đường đi của hai sóng ánh sáng từ S_1, S_2 tới là số nguyên lần bước sóng thì sóng ánh sáng tổng hợp mạnh hẳn lên (ta có vân sáng) và hiện tượng đường đi là số bán nguyên lần bước sóng; sóng ánh sáng triệt tiêu nhau (có vân tối)

* Ý nghĩa của hiện tượng giao thoa ánh sáng là: Giao thoa ánh sáng là một bằng chứng thực nghiệm khẳng định rằng ánh sáng có tính chất sóng.

II. Hai nguồn sáng kết hợp

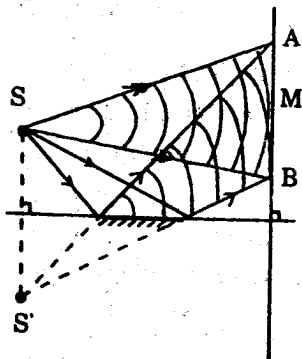
* Định nghĩa hai nguồn sáng kết hợp: Là hai nguồn sáng phát ra hai sóng ánh sáng kết hợp có cùng bước sóng λ và có hiệu số pha không đổi theo thời gian

* Cách tạo ra hai sóng ánh sáng kết hợp: Tách ánh sáng phát ra từ một nguồn thành hai chùm sáng đi theo hai con đường khác nhau rồi cho chúng gặp nhau

* Qua gương phẳng $S \xrightarrow{GP} S'$

S và S' là hai nguồn sáng kết hợp vì: Từ S có một chùm phân kỳ tới màn. Hai chùm phản xạ từ gương và chùm từ S trực tiếp tới màn đều có cùng λ và $\Delta\varphi = \text{const}$

* Trên màn M . trong vùng AB có giao thoa ánh sáng (đây là thí nghiệm gương Lloyd)



Câu 116

Trình bày phương pháp xác định vị trí của vân giao thoa, khoảng vân, cách đo bước sóng ánh sáng bằng thí nghiệm giao thoa? Mối liên hệ giữa màu sắc và bước sóng ánh sáng

Lời giải

I. Vị trí của vân giao thoa

- * Sơ đồ thí nghiệm khe Young: như hình vẽ
- * Xét điểm A trên màn M

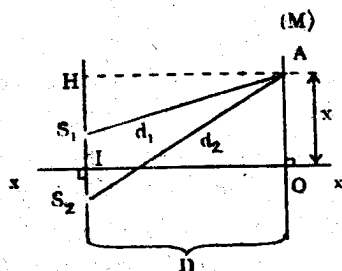
- * Đặt $S_1S_2 = a$; $IO = D$; $OA = x$; $S_1A = d_1$; $S_2A = d_2$
- * Điều kiện để quan sát rõ vân giao thoa: $a, x \ll D$

* ΔAHS_1 : $HS_1 = x - \frac{a}{2}$;

$$d_1^2 = D^2 + \left(x - \frac{a}{2}\right)^2 \quad (1)$$

* ΔAS_2H : $HS_2 = x + \frac{a}{2}$;

$$d_2^2 = D^2 + \left(x + \frac{a}{2}\right)^2 \quad (2)$$



* Từ (1) và (2) $\Rightarrow d_2^2 - d_1^2 = (d_2 - d_1)(d_2 + d_1) = 2ax \quad (3)$

* Do $a, x \ll D \Rightarrow d_1 + d_2 \approx 2D \quad (4)$

* Kết hợp (3) và (4):

$$\delta = d_2 - d_1 = \frac{2ax}{2D} = \frac{ax}{D} \quad (4)$$

δ : gọi là hiệu đường đi của ánh sáng từ S_1, S_2 đến A

* **Vị trí các vân sáng tối**

+ Tương tự giao thoa sóng nước, có vân sáng khi:

$$\delta = k\lambda = \frac{ax}{D} \rightarrow x = k \frac{\lambda D}{a} \quad (5)$$

k : bậc của vân sáng với $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Tại O, $k = 0$ ta có vân sáng trung tâm (vân sáng bậc 0)

Tại $k = \pm 1$; ta có vân sáng bậc 1...

Số vân sáng trong giao thoa trường (miền có vân giao thoa trên màn M) là một số lẻ

+ Có vân tối khi:

$$\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda = \frac{ax}{D} \rightarrow x = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a} \quad (6)$$

Khi $k = 0, -1$ ta có hai vân tối thứ 1 đối xứng qua O.

Khi $k = 1, -2$ ta có hai vân tối thứ hai đối xứng qua O....

vậy số vân tối trên là một số chẵn

* **Khoảng vân**

- + Các vân sáng và tối theo (5) và (6) là xen kẽ nhau
- + Khoảng cách giữa hai vân sáng (tối) cạnh nhau gọi là khoảng vân (kí hiệu là i)

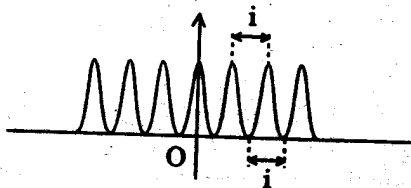
$$i = x_{k+1} - x_k = (k+1) \frac{\lambda D}{a} - k \frac{\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{a} \quad (7)$$

+ Để dễ nhớ ta sử dụng đồ thị cường độ sáng và hiểu rằng i là khoảng cách giữa hai cực đại sáng (chỗ sáng nhất)

II. Đo bước sóng ánh sáng bằng phương pháp giao thoa

* Bố trí thí nghiệm giao thoa (dùng khe Young chẳng hạn)

* Cho một ánh sáng đơn sắc nào đó qua dụng cụ (ví dụ màu đỏ)



* Đo $a = S_1S_2$, đo $IO = D$ (chính xác đến mm)

Nếu a quá nhỏ và i thì đo chúng qua kính hiển vi hoặc kính lúp

* Từ (7) $\rightarrow \lambda = \frac{ia}{D} \quad (8)$

Đo được i , a , D ta tìm được λ

* Bằng cách đó ta đo được các của các màu đơn sắc

* Trong môi trường có $n = 1$ thì $\lambda' = \frac{\lambda}{n} \quad (9)$

III. Liên hệ giữa màu sắc và bước sóng

* Kết quả đo λ cho ta xác định tần số $f = \frac{n}{\lambda} \quad (10)$

Kết quả cho thay đổi màu đơn sắc có f , λ xác định

* Như vậy: Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có bước sóng (hoặc tần số) xác định. Đó là màu đơn sắc (hay là màu quang phổ)

* Có những màu không đơn sắc. Ví dụ màu đỏ có vô số màu đỏ đơn sắc. Bảy màu chính trong quang phổ mặt trời là bảy màu không đơn sắc.

* vậy theo λ ta có $i = \frac{\lambda D}{a}$ và thấy:

+ Khoảng vân i phụ thuộc vào màu sắc ánh sáng

+ Dù là ánh sáng trắng có vô số màu, một màu cho một hệ vân nhưng ở O mọi màu đều cho vân sáng nên chúng lại chồng lên nhau ở O và O lại là vân trắng.

* Quang phổ của ánh sáng trắng biến đổi từ đỏ đến tím. Ta thấy λ đỏ lớn nhất ($\lambda_{\text{đ}} = 0,76 \mu\text{m}$); giảm dần đến λ tím bé nhất ($\lambda_{\text{t}} = 0,40 \mu\text{m}$)

Câu 117

Máy quang phổ? Ảnh quang phổ sẽ như thế nào khi chiếu ánh sáng sau đây vào khe sáng của máy quang phổ: chùm sáng đơn sắc, chùm sáng trắng, chùm sáng do đèn hơi hydro phát ra.

Lời giải

I. Máy quang phổ

Xem câu 113, II

II. Ảnh quang phổ

1/ Chiếu chùm đơn sắc

+ Thu được sau màn trên nền đen một vạch màu đơn sắc với màu như đã chiếu tới.

+ Đó là quang phổ vạch

2/ Ánh sáng trắng

+ Trên màn có một hệ gồm vô số vạch màu biến đổi liên tục từ đỏ đến tím (màu cầu vồng)

+ Đó là quang phổ liên tục toàn phần của ánh sáng trắng.

3/ Ánh sáng do hơi Hydro phát ra

+ Trên nền đen của màn, có các vạch riêng lẻ, tách biệt ở vùng khả kiến có bốn vạch màu đỏ, lam, chàm, tím.

+ Đó là quang phổ vạch của hydro

Câu 118

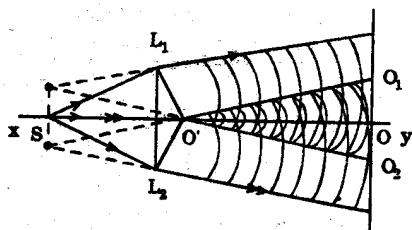
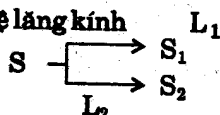
Em biết những thí nghiệm giao thoa ánh sáng nào nữa ?

Lời giải

I. Thí nghiệm lưỡng lăng kính Fresnel

* Hai lăng kính L_1, L_2 giống hệt nhau có góc chiết quang rất bé, chung đáy (đáy trùng với trục của hệ thí nghiệm)

* Đặt nguồn sáng điểm đơn sắc S trên trục xy , trước hệ lưỡng kính



Hai ảnh ảo S_1, S_2 có $S_1 S_2 \perp xy$ đối xứng qua S (ảnh được nâng lên phía đỉnh của hai lăng kính).

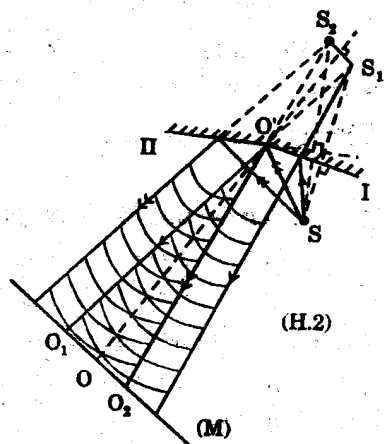
* S_1, S_2 xem là hai nguồn kết hợp. Sau L_1 và L_2 có hai sóng ánh sáng kết hợp chồng chất nhau ở O_1, O_2 . Ở đó có giao thoa ánh sáng ($O_1 O_2$: giao thoa thường)

II. Thí nghiệm gương Fresnel (H.2)

* Hai gương phẳng I, II. Đặt lệch nhau $\alpha \ll$, giao nhau ở O .

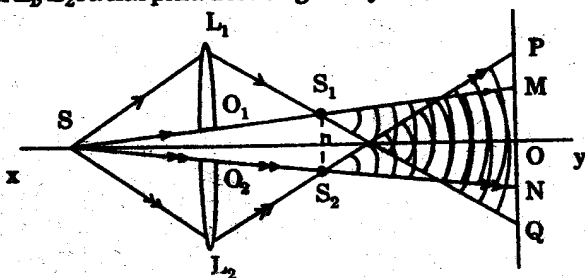
* S : Điểm sáng đơn sắc đặt trước hai gương cho hai ảnh ảo S_1, S_2 qua hai gương phẳng.

* S_1 và S_2 coi là hai nguồn kết hợp, trước hai gương phẳng có hai sóng ánh sáng kết hợp chồng chất nhau ở $O_1 O_2$ ($O_1 O_2$ là giao thoa thường có các vân giao thoa).



III. Thí nghiệm lưỡng thấu kính Biê (H.3)

* Lấy thấu kính L cắt đôi qua quang tâm O và tách hai nửa thấu kính L_1, L_2 ra hai phía đối xứng với xy (trục chính của L)



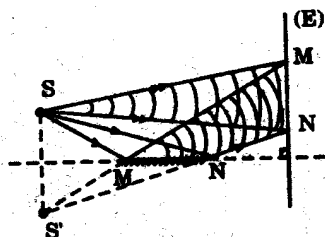
* Đặt S trên xy qua L_1, L_2 cho S_1, S_2 là hai ảnh thật đối xứng qua xy. S_1 và S_2 là hai nguồn kết hợp. Trên màn E ở miền MN có sự chồng chất hai sóng kết hợp nên có giao thoa ánh sáng

IV. Thí nghiệm gương Lloyd (H.4)

Xem câu 115, II.

S, S' là hai nguồn kết hợp

MN là giao thoa thường



Câu 119

Nêu phương pháp các định số vân sáng trong giao thoa trường và số bức xạ chồng nhau ở một điểm trong giao thoa trường.

Lời giải

I. Cách tìm số vân trong giao thoa trường

→ Xem câu 116:

* Khoảng vân: là khoảng cách giữa hai cực độ sáng (hoặc hai điểm có cường độ sáng bằng 0) gần nhau nhất

* Số vân sáng trong giao thoa trường là một số lẻ, số vân tối là một số chẵn.

+ Gọi L là $l = \frac{L}{2}$: bề rộng của cả giao thoa trường và của $\frac{1}{2}$ giao thoa trường.

Gọi n, n' : số vân sáng (tối) trong $\frac{1}{2}$ giao thoa trường

N, N' : số vân sáng (tối) trong cả giao thoa trường

+ Tìm $\frac{1}{i}$; rồi lấy phần nguyên của $\frac{1}{i}$ làm n vì phần thập phân sau dấu phẩy chưa cho ta thêm một vân sáng.

+ Tìm $\frac{1}{i} + \frac{1}{2}$; rồi lấy phần nguyên của $\frac{1}{i} + \frac{1}{2}$ làm n' và $N' = 2n'$.

II. Giao thoa của ánh sáng hỗn hợp

+ Mỗi một bức xạ đơn sắc cho một hệ vân giao thoa. Ở chính giữa O , mọi bức xạ đều cho vân sáng.

+ Ở một điểm M cách O một khoảng x có thể có một số bức xạ cho vân sáng (hoặc tối) chồng lên nhau.

+ Ví dụ ánh sáng trắng ($\lambda_d = 0,76\mu\text{m} + \lambda_t = 0,40\mu\text{m}$)

Vị trí có vân sáng: $x' = k \frac{\lambda D}{a}$

Vị trí có vân tối: $x = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a}$

+ Ví dụ ở x , ta phải tìm xem có bao nhiêu bức xạ cho vân sáng chồng lên nhau

* Sử dụng điều kiện vân sáng suy ra $\lambda = \frac{xa}{k}$. Biết x, a, D . Ta tìm được λ qua tham số k (xem là biến số) ta được $\lambda = f(k)$ (ra μm)

* Giải bất đẳng thức: $0,40\mu\text{m} \leq \lambda = f(k) \leq 0,76\mu\text{m}$. Từ đó tìm ra bất đẳng thức của k . Xác định các $k_1, k_2, \dots, k_0$ nguyên thỏa mãn bất đẳng thức của k này và tìm ngược lại các $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_0$ tương ứng với các $k_1, k_2, \dots, k_0$

Câu 120

1/ Trình bày quang phổ liên tục và quang phổ vạch phát xạ định nghĩa, nguồn gốc phát sinh, đặc điểm, ứng dụng.

2/ Nêu các tiện lợi của phép phân tích quang phổ.

Lời giải

I. Quang phổ liên tục

a/ Định nghĩa

* Quang phổ liên tục là quang phổ gồm nhiều vạch màu đơn sắc sắp xếp biến đổi liên tục

* Quang phổ liên tục toàn phần gồm vô số màu sắc xếp liên tục từ đỏ → tím

* Quang phổ liên tục bán phần: gồm các bức xạ đơn sắc liên tục chưa đầy đủ.

b/ Nguồn phát sinh

* Các vật rắn, lỏng hoặc khí có tỉ khối lớn khi bị nung nóng phát ra quang phổ liên tục.

* Mặt trời có nhiệt độ cao, gồm các chất khí tỉ khối lớn phát ra quang phổ liên tục.

c/ Đặc điểm

* Thành phần bức xạ của quang phổ liên tục phụ thuộc nhiệt độ. Nhiệt độ càng cao, quang phổ từ bán phần dần dần trở thành toàn phần.

* Quang phổ liên tục không phụ thuộc thành phần cấu tạo nguồn sáng; các chất khác nhau, ở cùng một nhiệt độ đều cho cùng một loại quang phổ liên tục.

d/ Ứng dụng

* Dựa vào đặc điểm trên, dựa vào quang phổ liên tục, ta xác định được nhiệt độ của vật (trong lò cao, Mặt Trời, các ngôi sao)

* Quang phổ liên tục không cho biết thành phần hóa học.

II. Quang phổ vạch phát xạ

a/ Định nghĩa

Quang phổ vạch phát xạ là những quang phổ gồm những vạch màu riêng lẻ, xen kẽ những khoảng tối.

b/ Nguồn chất phát sinh

* Các chất khí bay hơi ở áp suất thấp, bị kích thích phát ra quang phổ vạch phát xạ.

* Cách kích thích: đốt, phóng tia lửa điện qua khí hơi.

c/ Đặc điểm

* Các nguyên tố hóa học khác nhau thì khác nhau về số lượng vạch màu, vị trí, màu sắc và cả độ sáng tỏ đối với các màu của vạch

Ví dụ:

* Đốt muối ăn (NaCl) trên ngọn lửa đèn cồn trước máy quang phổ lăng kính, ta nhận được trên màn của máy một quang phổ vạch phát xạ của natri là một vạch vàng (thực ra là hai vạch - vạch kép sát nhau) có bước sóng $\lambda_{v1} = 0,5890 \mu\text{m}$ và $\lambda_{v2} = 0,5896 \mu\text{m}$.

* Phóng điện qua ống chứa khí loãng hydro ta nhận được quang phổ khả kiến của hydro gồm bốn vạch xa nhau, vạch đỏ H_{α} ($\lambda_{\alpha} = 0,6563 \mu\text{m}$); vạch lam H_{β} ($\lambda_{\beta} = 0,4861 \mu\text{m}$); vạch chàm H_{γ} ($\lambda_{\gamma} = 0,4340 \mu\text{m}$); vạch tím H_{δ} ($\lambda_{\delta} = 0,4102 \mu\text{m}$)

d/ Ứng dụng

* Dựa vào quang phổ vạch phát xạ, ta có thể biết được thành phần hóa học, nồng độ các nguyên tố trong một hợp chất.

III. Phép phân tích quang phổ và tiện lợi

* Phép phân tích quang phổ là phương pháp dựa vào quang phổ để biết: thành phần hóa học, nhiệt độ, vận tốc ...

* Phân tích quang phổ có hai loại

+ Phân tích định tính: xác định có nguyên tố nào

+ Phân tích định lượng: biết nhiệt độ, nồng độ ...

* Tiện lợi:

+ Đơn giản: chụp quang phổ và so sánh với quang phổ mẫu.

+ Nhanh chóng: giúp ta bổ sung kịp thời một số chất khi luyện gang (nếu cần).

+ Rất nhạy: Trên nguyên tắc chỉ cần lần vào một nguyên tử phát thì quang phổ nhận được là khác trước.

+ Nghiên cứu được những vật chất rất xa hoặc nơi không tới được (ví dụ ở nhiệt độ quá cao)

Câu 121

1/ Cách tạo và điều kiện thu được quang phổ hấp thụ của một chất.

2/ Hiện tượng đảo sắc của vạch quang phổ.

3/ Trong phân tích quang phổ có thể thay quang phổ hấp thụ cho quang phổ vạch phát xạ được không? Vì sao?

Lời giải

I. Quang phổ vạch hấp thụ

a/ Định nghĩa

Quang phổ liên tục, thiếu vạch màu do bị chất khí (hay hơi kim loại) hấp thụ, được gọi là quang phổ hấp thụ của khí (hay hơi) đó.

b/ Cách tạo và điều kiện

* Chiếu vào khe máy quang phổ ánh sáng trắng ta có quang phổ liên tục toàn phần.

* Trước khi vào máy, ánh sáng trắng qua khí hay hơi kim loại bị nung nóng thì quang phổ liên tục nổi trên mất đi một số vạch màu để lại ở đó một số vạch đen.

* Sự kiện trên xảy ra nếu nhiệt độ của khí hay hơi thấp hơn nhiệt độ của nguồn phát ánh sáng trắng.

* Như vậy các chất khí hay hơi đã hấp thụ sóng ánh sáng của một số bức xạ nên ở đó chỉ còn lại vạch đen.

III. Hiện tượng đảo sắc của vạch quang phổ

* Hiện tượng vạch màu quang phổ trở thành vạch tối gọi là hiện tượng đảo sắc vạch quang phổ.

* So sánh quang phổ vạch phát xạ và vạch hấp thụ của cùng một chất ta thấy: mỗi vạch màu của quang phổ này ứng với một vạch màu của quang phổ kia (cùng vị trí, cùng bước sóng). Số lượng và vị trí hai loại vạch như nhau.

* Quy luật trên đã được Kiécxôp tìm ra:

Định luật Kiécxôp: "Ở một nhiệt độ xác định, một vật chỉ hấp thụ những bức xạ mà nó có khả năng phát ra và ngược lại nó chỉ phát ra bức xạ nào mà nó có khả năng hấp thụ".

III. Thay đổi được hai loại quang phổ

* Quang phổ vạch phát xạ và vạch hấp thụ đều có cùng tính chất, đặc điểm: có số lượng vạch (màu hay đen), vị trí vạch như nhau nếu cùng một chất.

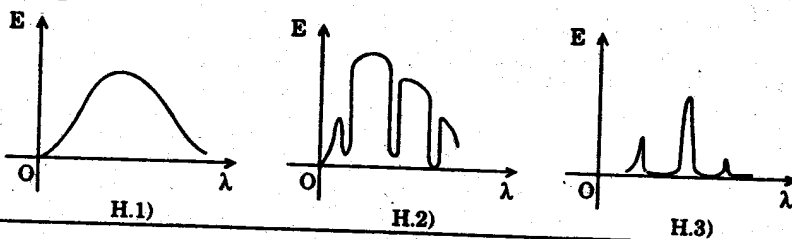
* Vì vậy hai quang phổ này đều cho cùng một thông tin như nhau nên chúng có thể thay vai trò cho nhau.

Câu 122

1/ Quang phổ của ánh sáng Mặt Trời và ánh sáng mặt trăng có khác nhau không?

2/ Vì sao kính có màu xanh, tờ bia có màu lam, bầu trời màu lam, Mặt Trời mới mọc màu đỏ.

3/ Cho ba đồ thị biểu diễn sự phân bố năng lượng của các loại quang phổ theo bước sóng. Hãy cho biết đó là các quang phổ gì?



Lời giải

1/ Quang phổ ánh sáng Mặt Trời và ánh sáng Mặt Trăng là như nhau vì Mặt Trăng phản xạ ánh sáng Mặt Trời.

2/ Kính màu xanh: Ánh sáng trắng qua kính, mọi bức xạ đơn sắc đều bị kính hấp thụ và chỉ có ánh sáng màu xanh

không bị kính hấp thụ, ánh sáng xanh qua kính cho ta thấy tâm kính màu xanh.

- Tờ bìa màu lam: Tờ bìa hấp thụ mọi bức xạ của ánh sáng trắng chiếu tới và chỉ phản xạ màu lam nên cho ta thấy tờ bìa màu lam

- Bầu trời màu lam vì khí quyển tán xạ rất mạnh các ánh sáng có λ bé; các ánh sáng có λ bé (lam, chàm, tím) này đến mắt ta

- Mặt Trời mọc có màu đỏ? Ánh sáng trắng của Mặt Trời xuyên qua lớp khí quyển dày, các tia sáng có λ bé bị tán xạ hầu hết, chỉ còn các tia sáng có λ lớn (đỏ, da cam) là đến được mắt ta nên ta thấy Mặt Trời màu đỏ

3/ * H.1: Năng lượng của quang phổ biến đổi liên tục nên đó đó là quang phổ liên tục

- * H.2: Các cực tiểu E chính là các vạch tối $\rightarrow$ đó là quang phổ vạch hấp thụ (3 vạch tối)

- * H.3: Các cực đại E là các vạch sáng trên nền tối $\rightarrow$ đó là quang phổ vạch phát xạ (3 vạch sáng)

Câu 123

1/ Màu sắc của ánh sáng đơn sắc do tần số hay bước sóng quyết định

2/ Vì sao có hiện tượng cầu vồng và sắc sai trong các dụng cụ quang học (sự tạo thành quang màu quanh ảnh cho bởi một thấu kính)

Lời giải

1/ * Ánh sáng đơn sắc vào mắt, đến đập vào các dây thần kinh. Dao động điện từ của sóng ánh sáng có tần số càng lớn, sự kích thích dây thần kinh càng nhanh, gây nên cảm giác màu càng tối. Như vậy màu sắc do tần số quyết định

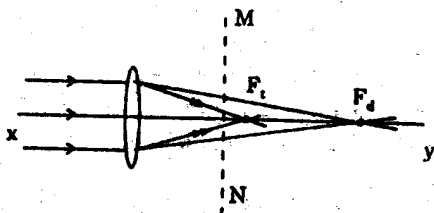
- * Khi vào trong môi trường $n > 1$; vận tốc ánh sáng $v < c$ thì $f = \text{const}$ nên chỉ có λ đổi chứ màu sắc không đổi.

2/ * Khi Mặt Trời ở vị trí thích hợp, các tia sáng trắng của Mặt Trời chiếu vào các giọt nước trong các đám mây, phản xạ toàn phần, khúc xạ, ló ra đến mắt người.

* Các tia đơn sắc khác nhau sẽ ló ra khỏi giọt nước với những góc khác nhau. Vì vậy các tia đến mắt người có màu sắc khác nhau giúp ta thấy cầu vồng có màu biến đổi liên tục từ đỏ đến tím

3/ * Cùng một thấu kính, ánh sáng trắng song song tới sẽ cho tia ló hội tụ

* Cùng một thấu kính nhưng chiết suất với tia đỏ bé nhất, tím thì lớn nhất nên thấu kính có nhiều tiêu điểm sắp xếp theo một đoạn thẳng



* Nếu dùng màn MN cắt vuông góc với xy và trên màn sẽ có những vành sáng màu

* Thấu kính là mỏng, các chiết suất các màu khác nhau rất ít thì hiện tượng quang màu này mắt thường khó phân biệt ở giữa, còn ở rìa vẫn thấy quang màu. Đó là hiện tượng sắc sai

Câu 124

Nêu phương pháp xác định độ dời của hệ vân giao thoa khi có một bản mặt song song đặt sau một nguồn sáng

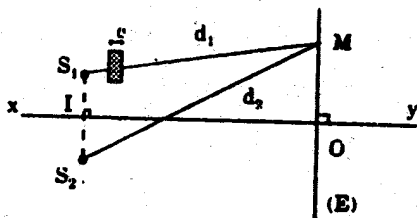
Lời giải

I. Phương pháp 1 (xem hình vẽ)

* Thời gian ánh sáng đi trong bản mặt song song bề dày e (e cỡ micrô mét coi đường đi ánh sáng cũng là e)

là $t = \frac{e}{v}$ nghĩa là trong

khoảng e , ánh sáng đi với vận tốc $v < c$; coi như đi chậm hơn trong không khí.



* Tương đương với điều đó ta coi ánh sáng đi trong không khí bị kéo dài đường đi thêm ($S_1 \rightarrow E$), trong thời gian t , ánh sáng đi trong không khí: $e = c.t = \frac{ce}{v} = ne$.

Đường đi $S_1 \rightarrow E$ là: $d_1 = d_1 + e' \cdot e = d_1 + (n - 1)e$

* Hiệu đường đi là $\delta = d'_2 - d'_1 = d_2 - d_1 = d_2 - d_1 - (n - 1)e$

* Khi chưa có bản mặt song song, hiệu đường đi là

$$\delta = d_2 - d_1$$

Ở O. $\delta = 0$ ta có vân trung tâm

Khi có bản mặt ở O; $\delta' \neq 0$ nên vân trung tâm không ở O nữa mà bị dịch đến nơi $\delta' = 0$. Như vậy vân phải dịch về phía có bản mặt song song dọc theo màn E một đoạn sao cho

$$\delta' = 0 = d_2 - d_1 - (n - 1)e = \frac{ax_0}{D} - (n - 1)e$$

$$\rightarrow x = \frac{(n - 1)eD}{a} \quad (S_1 S_2 = a; IO = D, n \text{ chiết suất của bản mặt song song đối với ánh sáng đã cho})$$

II. Phương pháp 2

* Hành trình của ánh sáng không chỉ phụ thuộc vào khoảng cách mà còn phụ thuộc vào chiết suất môi trường.

* Vì vậy ta định nghĩa:

Quang trình (hay quang lộ) của các tia sáng là tích giữa đường đi hình học với chiết suất của môi trường.

* Hiệu quang trình là

$$\delta' = d_2 x 1 - [(d_1 - e) < 1 + e.n] = d_2 - d_1 - e(n - 1)$$

* Với $d_2 - d_1 = \frac{ax_0}{D} \rightarrow$ Vân trung tâm mới có $\delta' = 0$

$$\delta' = \frac{ax_0}{D} - (n - 1)e = 0 \rightarrow x = \frac{(n - 1)eD}{a}$$

Câu 125

1/ Trình bày thí nghiệm phát hiện tia hồng ngoại và tia tử ngoại

2/ Nêu tính chất và ứng dụng của hai tia trên

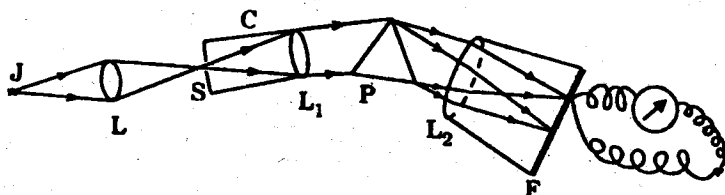
3/ Hai tia trên có thể gây hiện tượng quang điện không? Vì sao? Khi:

+ Một bán dẫn có giới hạn quang điện $0,84 \mu\text{m}$

+ Hai kim loại có giới hạn quang điện $0,5 \mu\text{m}$ và $0,36 \mu\text{m}$

Lời giải

I. Thí nghiệm phát hiện



Pin nhiệt điện

+ Tạo nên quang phổ liên tục của nguồn sáng trắng J trên màn E của máy quang phổ lăng kính

+ Mắt ta thấy trực tiếp quang phổ này trong vùng Đ-T. Ngoài vùng Đ-T này còn có bức xạ nào đến không?

+ Ta dùng một pin nhiệt điện. Cho đầu A tiếp xúc với miền trên Đ, thả đầu B ở ngoài không khí. Do thấy kim điện kế G quay, ta biết có I; có sự chênh lệch nhiệt độ giữa A và B. Như vậy A bị đốt nóng hơn, nghĩa là có một bức xạ đến phía trên Đ, mắt không thấy được gọi là tia hồng ngoại

+ Tương tự đưa đầu A xuống phía dưới, ta cũng quan sát thấy như trên và chứng tỏ ở dưới T cũng có bức xạ mà mắt ta không thấy được, gọi là tia tử ngoại.

II. Tia hồng ngoại

a/ Định nghĩa: Tia hồng ngoại là những bức xạ mà mắt không nhìn thấy được có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ ($\lambda > 0,76 \mu\text{m}$) và nhỏ hơn bước sóng của sóng vô tuyến

b/ Nguồn phát

- * Các vật bị nung nóng
- * Ở nhiệt độ thấp, vật chỉ phát tia hồng ngoại. Trên 500°C bắt đầu phát thêm ánh sáng khả kiến. Ánh sáng Mặt Trời có khoảng 50% tia hồng ngoại

c/ Tính chất, tác dụng và ứng dụng

- * Tia hồng ngoại là sóng điện từ
- * Tác dụng chủ yếu của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt
- * Tác dụng lên kính ảnh hồng ngoại
- * Ứng dụng chủ yếu là sấy, sưởi

III. Tia tử ngoại

a/ Định nghĩa: Tia tử ngoại là những bức xạ mắt không thấy được có bước sóng ngắn hơn của ánh sáng tím ($\lambda < 0,40 \mu\text{m}$)

b/ Nguồn phát: Các vật bị nung nóng trên 2000°C phát ra tia tử ngoại đáng kể. Mặt Trời có khoảng 9% năng lượng thuộc vùng tử ngoại

Hồ quang và tia tử ngoại phát ra tia tử ngoại

c/ Tính chất, tác dụng

- + Tia tử ngoại là sóng điện từ
- + Có tác dụng lên kính ảnh
- + Làm phát quang một số chất
- + Tác dụng ion hóa chất khí
- + Gây một số phản ứng quang hóa, quang hợp
- + Có tác dụng sinh học: giết chết tế bào hoặc kích thích tế bào phát triển
- + Bị thủy tinh, nước hấp thụ mạnh
- + Gây hiệu ứng quang điện

d/ Ứng dụng

- + Thăm dò khuyết tật trong các sản phẩm công nghiệp
- + Chữa bệnh còi xương, diệt vi khuẩn

IV. Gây tác dụng quang điện

* Theo định luật quang điện thứ nhất, để có hiện tượng quang điện, λ ánh sáng kích thích phải bé hơn (hoặc bằng) λ_0 (bước sóng giới hạn của chất)

* Tia hồng ngoại có $\lambda = 0,75 \mu\text{m} + 0,84 \mu\text{m}$

Vậy $\lambda \leq \lambda_0 = 0,84 \mu\text{m}$. Vậy các bức xạ hồng ngoại đều gây tác dụng quang điện cho bán dẫn có $\lambda_0 = 0,84 \mu\text{m}$

* Với kim loại có $\lambda_0 = 0,50 \mu\text{m}$ và $\lambda_0 = 0,36 \mu\text{m}$. Tia tử ngoại có $\lambda < 0,36 \mu\text{m}$ đều gây hiện tượng quang điện cho cả hai kim loại. Tia hồng ngoại có $\lambda > 0,75 \mu\text{m}$ nên không gây hiện tượng quang điện cho cả hai kim loại

Câu 126

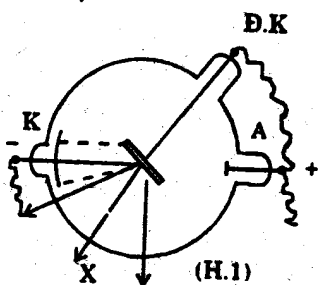
1/ Trình bày tia Rơnghen: Cách tạo, bản chất, tính chất và ứng dụng

2/ Công thoát của các kim loại đều bé hơn 10 eV. Hỏi các tia Rơnghen có gây hiệu ứng quang điện không? tại sao?

Lời giải

I. Cách tạo

* Rơnghen cho chùm tia âm cực (v lớn) đập vào đôi catốt (kim loại có nguyên tử lượng lớn, ví dụ vonfram) và thấy rằng từ đó phát ra một bức xạ mắt không thấy được nhưng làm phát quang một số chất và tác dụng lên kính ảnh. Người ta gọi tia này là tia Rơnghen hay tia X. Ống phát tia X là ống Rơnghen. (xem H.1)



U_{AK} : hiệu điện thế một chiều khoảng vài vạn vôn

Khí trong ống $p = \frac{1}{1000} \text{ mmHg}$

Đối catốt (Đ.K) thực chất là anốt (A)

* Để chùm tia X mạnh hơn ta dùng ống Culitgiơ (H.2)

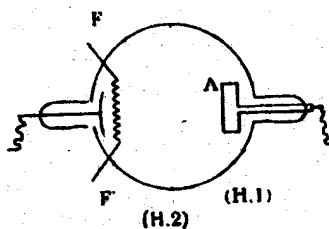
+ Ống thủy tinh hút hết không khí gần 3 điện cực

+ Dây nung FF bắn

electron do phát xạ nhiệt

Catốt chòm cầu để electron
phát xạ nhiệt từ FF hội tụ vào
anốt A

+ Nối K và A với hiệu điện
thế xoay chiều 20 + 50 kV. Nối F
& F' với nguồn điện để nung
nóng.



+ $\frac{1}{2}$ chu kỳ đầu K(-), A(+); electron được điện trường

rất mạnh tăng tốc, đập vào A, Từ A phát ra tia X.

+ Máy chỉ hoạt động trong $\frac{1}{2}$ chu kỳ này nhưng không
ảnh hưởng gì đến việc quan sát tia X.

II. Bản chất tia X

+ Lúc đầu người ta tưởng tia X là dòng hạt vì chưa đo được
λ của nó.

+ Đèn 1912 Laue đã đo được λ của tia X nhờ thí nghiệm
nhiều xạ của tia X qua mạng tinh thể kim loại (như một cách từ
nhiều xạ)

+ Vậy tia X là một loại sóng điện từ có bước sóng rất ngắn
 $\lambda = 10^{-9} \text{ m} \div 10^{-12} \text{ m}$

III. Tính chất của tia X

1) Tính đâm xuyên :

* Xuyên qua các chất.

* Tính đâm xuyên phụ thuộc vào loại tia X (cứng, mềm) và vào nguyên tử lượng của chất

Với U_{AK} càng lớn (Xcứng), tính đâm xuyên càng mạnh.

- 2) Làm ion hóa không khí
- 3) Tác dụng lên kính ảnh
- 4) Làm phát quang nhiều chất .
- 5) Có tác dụng sinh lý mạnh : giết chết tế bào, vi khuẩn
- 6) Gây hiện tượng quang điện cho hầu hết kim loại

IV. Công dụng của tia X :

- + Chụp điện, chụp điện, chẩn đoán bệnh, chữa bệnh ung thư
- + Kiểm tra sản phẩm , tìm vết nứt , bọt khí trong các sản phẩm .

V. Tác dụng quang điện của X

+ Theo thuyết lượng tử ánh sáng : Tia X gồm các photon có năng lượng $\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda}$

+ Tia X có $\lambda = 10^{-8} \div 10^{-12} \text{ m}$. Vậy $\lambda_{\max} = 10^{-8} \text{ m}$ nên

$$\varepsilon_{\min} = \frac{hc}{\lambda_{\max}} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{10^{-8}} \approx 20 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

$$\varepsilon_{\min} = \frac{20 \cdot 10^{-17}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1250 \text{ eV}$$

+ $\varepsilon_{\min} > A$ ($A=10 \text{ eV}$) nên các bức xạ Rơnghen đều gây dễ dàng hiện tượng quang điện cho tất cả các kim loại.

Câu 127

Thang sáng điện từ là gì ? Ý nghĩa của nó .

Lời giải

I. Bản chất điện từ của sóng ánh sáng

Bản chất điện từ của sóng ánh sáng được xác định qua các sự kiện sau :

1. Sóng điện từ và sóng ánh sáng đều truyền trong chân không với cùng vận tốc 3.10^8 m/s

2. Cả hai sóng đã nêu gây nên cùng tác dụng trong môi trường vật chất do điện trường và từ trường tác dụng lên môi trường về tính quang học.

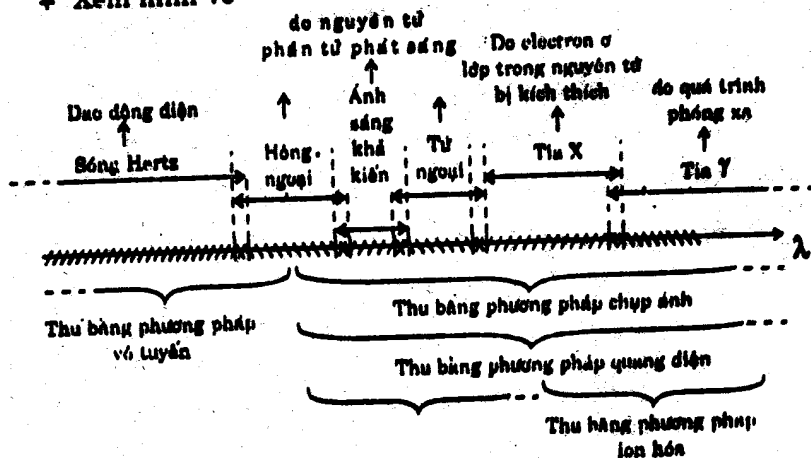
3. Hai sóng đều có nhiều tính chất giống nhau : phản xạ, khúc xạ, giao thoa, nhiễu xạ.

4. Các hiện tượng của cả hai sóng đều được giải thích bằng cùng một thuyết. Thuyết electron của Lorenxơ.

5. Đặc biệt là người ta đã xây dựng được thang sóng điện từ

II. Thang sóng điện từ

+ Xem hình vẽ



- + Theo chiều từ trái sang phải, λ giảm dần
- + Phía trên ghi tên loại sóng, cách phát
- + Phía dưới ghi các phương pháp thu (nhận biết)
- + Giữ các loại sóng không có ranh giới (có chỗ chồng lên nhau)
- + Thang không có ranh giới ở hai đầu

+ Cùng về phía sóng ngắn, tính chất sóng càng bị "lu mờ" và tính chất "hạt" càng rõ nét. Đó chính là bằng chứng khẳng định lưỡng tính sóng hạt và lưỡng tính đối → chất đối.

Câu 128

Nhiều xạ ánh sáng là gì? Sự ảnh hưởng của nó đến năng suất phân giải của các dụng cụ quang học

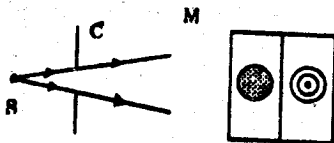
Lời giải

I. Nhiều xạ ánh sáng

* Nhiều xạ ánh sáng là hiện tượng sóng ánh sáng truyền sai lệch so với định luật truyền thẳng ánh sáng khi gặp vật cản

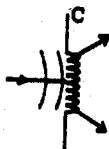
* Thí nghiệm: cho ánh sáng qua lỗ tròn đường kính D của một màn chắn C

+ Khi D lớn hoặc D giảm dần ta thấy trên màn M có hình tròn sáng



(H.1)

+ Khi D đủ nhỏ, D đủ lớn thì trên M ta thu được các vân tròn sáng xen kẽ với vân tròn tối (hình ảnh nhiễu xạ)



(H.2)

(xem H.1, H.2)

* H.2: Mỗi điểm trên lỗ hở là một tâm phát sóng cầu nguyên tố. Qua lỗ hở các tia sáng không đi thẳng nữa

+ Nhiều xạ ánh sáng là một bằng chứng chứng tỏ ánh sáng có tính chất sóng.

II. Nhiều xạ ánh sáng trong dụng cụ quang học

+ Giả sử lỗ hở đặt một thấu kính hội tụ

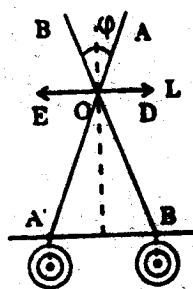
+ Vật AB qua L cho ảnh A'B'

+ Do có nhiễu xạ ánh sáng qua L mà A', B' không rõ nét. Xung quanh A', B' có các vân nhiễu xạ

+ Nếu A', B' gần nhau, hệ hai vân nhiễu xạ chồng lên nhau nên không thể phân biệt được A', B'

+ Năng suất phân giải của dụng cụ quang học đánh giá khả năng phân biệt được các chi tiết trên vật của dụng cụ quang học. (Ví dụ: kính lúp $\varphi = 10''$, kính cho ta phân biệt qua lúp A, B)

+ Đường kính ED của thấu kính của vật kính lớn, λ của ánh sáng tới bé, vân nhiễu xạ càng bé càng phân biệt được A, B gần nhau hơn, năng suất phân giải càng lớn (φ càng bé)



(H.3)

Chương 8

LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

A. Các vấn đề cơ bản

1. Thuyết lượng tử ánh sáng
2. Hiện tượng quang điện và giải thích các định luật quang điện
3. Quang trở và pin quang điện
4. Sự phát quang - Các phản ứng quang hóa
5. Mẫu nguyên tử Bo. Quang phổ nguyên tử hydro.

B. Các câu hỏi

Câu 129 :

- 1) Thế nào là hiện tượng quang điện ? Mô tả thí nghiệm Hecxơ và các kết quả chính.
- 2) Mô tả thí nghiệm quang điện với tế bào quang điện và các kết quả chính.
- 3) Trong thí nghiệm của câu 2, nếu thay ánh sáng đang nghiên cứu bằng ánh sáng có bước sóng nhỏ hơn thì hiệu điện thế hãm U_h tăng hay giảm, giải thích ?

Lời giải

I. Hiện tượng quang điện- Thí nghiệm Hecxơ

a) Định nghĩa

Khi chiếu một chùm ánh sáng thích hợp (có bước sóng ngắn) vào mặt kim loại thì nó làm cho electron ở mặt kim loại đó bị bật ra. Đó là hiện tượng quang điện. Các electron bật ra gọi là các electron quang điện.

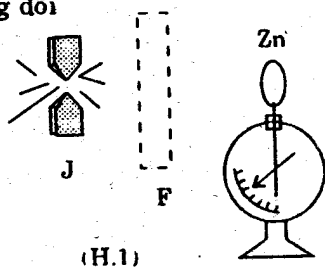
b) Thí nghiệm Hecxơ

* J nguồn sáng hồ quang giàu tia tử ngoại, F là tấm chắn sáng.

Tấm kẽm (Zn) nối với cực của tĩnh điện kế (xem H.1).

* Chưa có chùm ánh sáng J; kim tĩnh điện kể quay một góc không đổi. Điện thế của tấm Zn không đổi

* Có ánh sáng từ J tới, kim điện kể chỉ góc bé lại. Nghĩa là dưới tác dụng của ánh sáng giàu tia tử ngoại, điện tử từ tấm Zn bắn ra làm điện thế của tấm Zn giảm. Hiện tượng này sẽ không có nếu có tấm chắn F ngăn các tia tử ngoại trong ánh sáng J tới Zn



(H.1)

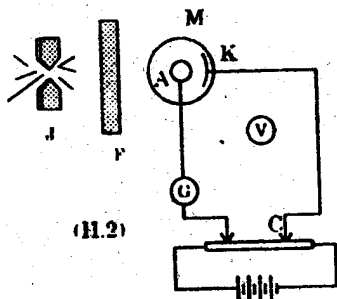
* Nếu ánh sáng chiếu tới không phù hợp thì hiện tượng mất điện tử của Zn cũng không có

* Như vậy : Khi chiếu ánh sáng thích hợp (λ ngắn) vào một tấm kim loại thì nó làm cho electron ở mặt kim loại bị bật ra. Đó là hiện tượng quang điện. Các electron này gọi là quang electron (electron quang điện)

II. Thí nghiệm với tế bào quang điện

* Nguồn sáng J, tấm chắn F lọc sắc

* Tế bào quang điện mắc vào mạch như hình 2, (V) đo U_{AK} , (G) đo I_s (dòng điện quang), nguồn một chiều; biến trở để biến đổi U_{AK} và I_s . (H.2)



(H.2)

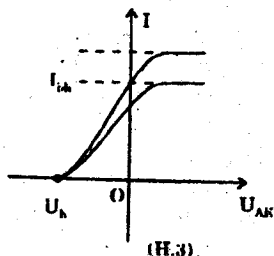
* Các kết quả chính của thí nghiệm :

1) Chiếu ánh sáng thích hợp vào catốt K ta có dòng điện quang. Electron bắn từ K, lực điện trường giữa A & K kéo electron này sang A tạo nên I_s . Dòng quang điện là dòng chuyển dời có hướng của các electron quang điện dưới tác dụng của điện trường giữa anốt và catốt.

2) Dùng kính lọc sắc F, làm thí nghiệm tuần tự cho các bức xạ λ , ta thấy có dòng quang điện (có hiện tượng quang điện) chỉ

xảy ra khi ánh sáng kích thích có λ nhỏ hơn λ_0 của kim loại làm K.

3) Dùng biến trở, đổi U_{AK} , I_a rất nhiều lần, nhận được các cặp giá trị U_{AK} , I_a , ta vẽ được đường cong thực nghiệm (H.3) là đặc tuyến Vol-Ampe của tế bào quang điện.



+ Với $U_{AK} > 0$; U_{AK} tăng, I tăng; Đến giá trị I_{th} , (dòng bão hòa) thì dù U_{AK} tăng dòng I vẫn không đổi.

+ Với $U_{AK} < 0$; I không triệt tiêu ngay mà chỉ khi $U_{AK} = U_h$ trở đi, dòng điện mới triệt tiêu. U_h là hiệu điện thế hãm.

4) Cường độ của chùm sáng kích thích càng lớn thì cường độ của dòng quang điện bão hòa càng lớn.

5) Hiệu điện thế hãm: Vẫn chiếu vào catốt ánh sáng có $\lambda < \lambda_0$, nhưng thay đổi λ thì U_h đổi. Khi λ giảm thì U_h tăng. Vậy hiệu điện thế hãm và động năng ban đầu cực đại của quang electron phụ thuộc bước sóng λ của ánh sáng kích thích.

Câu 130

1) Định nghĩa dòng quang điện? Nêu đặc điểm của đường đặc trưng Vôn-Ampe của tế bào quang điện? Sơ đồ thí nghiệm để có đặc tuyến ấy.

2) Phát biểu các định luật quang điện?

3) Vì sao không giải thích được các định luật quang điện bằng thuyết sóng ánh sáng?

Lời giải

I. Dòng điện quang

Xem câu 129, II

II. Các định luật quang điện

1) Định luật 1: (Về điều kiện để có hiện tượng quang điện)

Có một bước sóng giới hạn λ_0 , (hay là giới hạn quang điện, giới hạn đỏ) cho từng kim loại: Hiện tượng quang điện chỉ xảy

ra khi bước sóng của ánh sáng kích thích λ nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện λ_0 ấy ($\lambda \leq \lambda_0$)

2) Định luật 2 : (Về cường độ dòng quang điện bão hòa)

Đối với ánh sáng thích hợp ($\lambda \leq \lambda_0$) cường độ dòng quang điện bão hòa tỷ lệ thuận với cường độ của chùm sáng kích thích.

3) Định luật 3 : (Về động năng ban đầu cực đại của các quang electron)

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.

III. Thuyết sóng ánh sáng không giải thích được các định luật quang điện

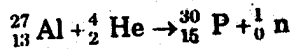
* Thuyết sóng ánh sáng khẳng định : Khi catốt được chiếu sáng, điện trường biến thiên của ánh sáng làm cho electron trong kim loại dao động. Khi cường độ chùm ánh sáng kích thích càng lớn, điện trường càng mạnh, các electron dao động càng mạnh đến mức bật ra khỏi mặt kim loại

* Vậy cường độ ánh sáng kích thích càng lớn thì càng gây ra hiện tượng quang điện dù ánh sáng đó có λ thế nào. Điều này trái với định luật 1 quang điện.

* Theo thuyết sóng : động năng ban đầu của electron cũng chỉ phụ thuộc vào cường độ ánh sáng kích thích. Điều này trái với định luật ba quang điện.

* Theo thuyết sóng : Phải có cường độ ánh sáng kích thích đủ mạnh mới có hiện tượng quang điện. Thực nghiệm thì lại khác : chỉ cần $\lambda \leq \lambda_0$ thì dù cường độ ánh sáng kích thích yếu đến đâu cũng có hiện tượng quang điện.

* Vậy : Thuyết sóng ánh sáng không thể giải thích được các định luật quang điện

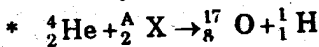


${}_{15}^{30}\text{P}$ là đồng vị phóng xạ nhân tạo đầu tiên.

2/ Kể tên các định luật bảo toàn

- * Định luật bảo toàn số nuclôn (số khối A)
- * Định luật bảo toàn điện tích (số z)
- * Định luật bảo toàn động lượng
- * Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần

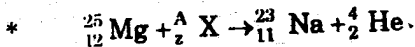
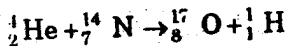
3/ Xác định hạt nhân X



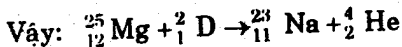
Định luật bảo toàn số khối : $4 + A = 17 + 1 \rightarrow A = 14$

Định luật bảo toàn điện tích : $2 + z = 8 + 1 \rightarrow z = 7$

Vậy ${}_Z^AX = {}_7^{14}\text{X} = {}_7^{14}\text{N}$ và phản ứng đầy đủ là:



$$\left. \begin{array}{l} 25 + A = 23 + 4 \rightarrow A = 2 \\ 12 + z = 11 + 2 \rightarrow z = 1 \end{array} \right\} \rightarrow {}_Z^AX = {}_1^2\text{X} = {}_1^2\text{D}$$



4/ Hạt nhân nào bền vững hơn

- * Hạt nhân ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ có độ hụt khối Δm_1 ; có $z = 10$, $N = 10$

$$\Delta m_1 = 10m_p + 10m_n - m_{\text{Ne}} =$$

$$= 10(1,007276 + 1,008665) - 19,986950 = 0,17246 \text{ (u)}$$

- * Hạt nhân ${}_2^4\text{He}$ có độ hụt khối Δm_2 ; có $z = 2$, $N = 2$

$$\Delta m_2 = 2m_p + 2m_n - m_{\text{He}} =$$

$$= 2(1,007276 + 1,008665) - 4,001506 = 0,030376 \text{ (u)}$$

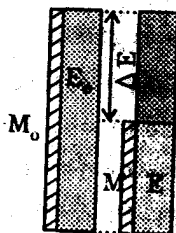
- * Năng lượng liên kết riêng của mỗi hạt là

$$E_{\text{Ne}} = \frac{\Delta m_1 \times u}{A_{\text{Ne}}} = \frac{0,17246 \times 931,5}{20} = 8,0323 \text{ Mev / 1nuclon}$$

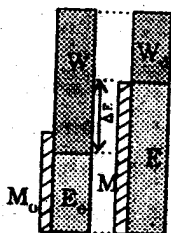
Năng lượng cung cấp
 $W > \Delta E = E - E_0$ vì các hạt
sinh ra phải có động năng

$$W = \Delta E + W_d$$

Kết luận Một phản ứng
hạt nhân thu năng lượng khi
tổng khối lượng các hạt sau
phản ứng lớn hơn trước phản
ứng (các hạt sau phản ứng
kém bền vững hơn) xem hình



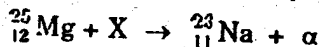
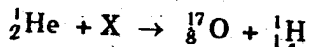
(H.1)



(H.2)

Câu 149 : Phản ứng hạt nhân

- * Viết hai phương trình phản ứng hạt nhân
- * Kể tên các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân
- * Xác định hạt nhân X trong các phản ứng sau :



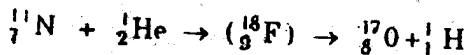
* Cho m của hai hạt nhân ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ và ${}^4_2\text{He}$ lần lượt có khối
lượng 19,986950 u và 4,001506 u.

Biết $m_p = 1,007276 \text{ u}$; $m_n = 1,008665 \text{ u}$; $u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
hỏi hạt nhân nào bền vững hơn .

Lời giải

1) Hai phương trình phản ứng hạt nhân

* 1919 Rodofo đã làm thí nghiệm: dùng hạt α bắn phá hạt
nhân Nitơ



$({}^{18}_9\text{F})$ bị kích thích có tính phóng xạ, phân rã thành đồng
vị ${}^{17}_8\text{O}$ và hạt prôtôn ${}^1_1\text{H}$.

* 1934 hai ông bà Quyri đã làm thí nghiệm chế tạo chất
phóng xạ nhân tạo đầu tiên .

Câu 131 :

- 1) Trình bày nội dung thuyết lượng tử ánh sáng
- 2) Vận dụng thuyết lượng tử ánh sáng để giải thích các định luật quang điện

Lời giải

I. Nội dung thuyết lượng tử ánh sáng

* Khi nghiên cứu bức xạ của vật đen tuyệt đối, Plăng đã giả thiết rằng : ánh sáng được bức xạ thành từng phần riêng biệt gọi là lượng tử năng lượng, có năng lượng ϵ

$$\epsilon = hf$$

($h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ JS là hằng số Plăng; f là tần số của sóng ánh sáng)

* 1905 Anhstanh nêu lên thuyết lượng tử ánh sáng (Thuyết phôtôn):

+ Ánh sáng (quang năng) được phát xạ, hấp thụ và truyền đi dưới dạng những hạt riêng biệt, gọi là lượng tử ánh sáng hay phôtôn (hạt ánh sáng). Mỗi phôtôn mang một năng lượng

$$\epsilon = hf$$

+ Các phôtôn chuyển động với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng. Khi truyền đi, các phôtôn không thay đổi không phụ thuộc vào khoảng cách tới nguồn sáng.

+ Cường độ của chùm sáng tỉ lệ với số phôtôn thoát ra từ nguồn trong một đơn vị thời gian. Vì phôtôn có năng lượng rất nhỏ bé, Số phôtôn rất nhiều nên ta có cảm giác chùm sáng là liên tục

II. Giải thích các định luật quang điện

1) Công thức Anhstanh về hiện tượng quang điện

+ Anhstanh cho rằng trong hiện tượng quang điện : một electron hấp thụ trọn vẹn năng lượng của một phôtôn. Năng lượng hấp thụ này giúp cho electron trên bề mặt bức ra (phần

biến thành công để nó thắng được lực liên kết là A_0 , gọi là công thoát) và có một động năng ban đầu cực đại $\frac{mv_{0\max}^2}{2}$

+ Vậy công thức Anhstang là

$$hf = A_0 + \frac{mv_{0\max}^2}{2} \quad (1)$$

+ Với các electron ở sâu trong kim loại thì

$$hf = A + A_0 + \frac{mv_{0\max}^2}{2} \quad (2)$$

(A: phần công thắng liên kết với kim loại để đưa electron ra lớp mặt ngoài kim loại)

2) Giải thích các định luật quang điện

a) Định luật 1

* Theo (1) muốn electron bật ra khỏi mặt ngoài kim loại (có hiện tượng quang điện) thì $\varepsilon \geq A_0$,

* Khi $\varepsilon_0 = A_0$, thì $f = f_0$ và $\lambda = \lambda_0$ (bước sóng giới hạn) lúc này

$$\varepsilon_0 = hf_0 = \frac{hc}{\lambda} = A_0 \rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A_0} \quad (3)$$

* Có hiện tượng quang điện nếu :

$$\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} \geq \varepsilon_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \rightarrow \lambda \leq \lambda_0 \quad (4)$$

b) Định luật 2

* Khi có $\lambda \leq \lambda_0$, thì có hiện tượng quang điện.

* Một electron bứt đi khỏi mặt kim loại khi hấp thụ một photon. Cường độ chùm sáng tới càng nhiều thì số photon càng nhiều nên số quang electron càng lớn và cường độ dòng quang điện bão hòa càng lớn.

* Vậy cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ ánh sáng kích thích.

c) Định luật 3

* Theo công thức (1), động năng ban đầu cực đại $\frac{mv_{0\max}^2}{2}$ không phụ thuộc vào cường độ ánh sáng kích thích mà chỉ phụ thuộc vào tần số f .

* Tất nhiên $\frac{mv_{0\max}^2}{2}$ còn phụ thuộc cả vào kim loại làm Katốt (A.)

Câu 132 :

Thuyết lượng tử ánh sáng ? Dùng thuyết lượng tử ánh sáng để giải thích các định luật quang điện ?

Tính vận tốc cực đại của quang electron bắn ra khỏi bề mặt tấm nhôm . Biết giới hạn quang điện của nhôm là $\lambda_0 = 0,332 \mu m$; bước sóng ánh sáng chiếu tới $\lambda = 0,083 \mu m$.

Lời giải

I. Thuyết lượng tử ánh sáng ? Giải thích 3 định luật quang điện

(xem câu 131)

II. Bài tập vận dụng

* Công thức Anhstang: $hf = A_0 + \frac{mv_{0\max}^2}{2}$ (1)

* Chú ý $f = \frac{c}{\lambda}$; f, λ là tần số và bước sóng ánh sáng chiếu tới

* Chú ý $A_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$; λ_0 : giới hạn quang điện của kim loại

* (1) viết thành : $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{mU_{0\max}^2}{2}$ (2)

* (2) $\rightarrow v_{0\max} = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)}$ (3)

$$* \text{ Tính } v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{26,62510^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{9,110^{-31} \cdot 10^{-6}} \left(\frac{1}{0,083} - \frac{1}{0,332} \right)} =$$

$$v_{\text{max}} \approx 1,987 \cdot 10^6 \text{ m/s} \approx 2 \cdot 10^6 \text{ m/s} = 2.000 \text{ Km/s}$$

Câu 133 :

- a) Nếu một lập luận chứng tỏ chùm sáng là chùm hạt photon
- b) Một tế bào quang điện nhạy với tia hồng ngoại (có hiệu ứng quang điện) thì có nhạy với bức xạ do hơi hydro nóng sáng phát ra không ? Vì sao ?
- c) Nguồn sáng của máy quang phổ là hơi Hydro nóng sáng. Trên đường đi của ánh sáng tới lăng kính đặt một đèn hơi natri nóng sáng. Trên màn máy quang phổ thu được quang phổ hấp thụ của hơi natri thuộc vùng ánh sáng trông thấy không ? Giải thích.

Lời giải

I. Ánh sáng là chùm hạt photon

* Đây là câu hỏi không thể đúng. Không thể dùng lập luận mà chứng minh được ánh sáng là sóng hay hạt.

* Để giải thích các sự kiện thực nghiệm (về bức xạ vật đen tuyệt đối, về hiện tượng quang điện) người ta phải chấp nhận thuyết photon.

* Có thể trình bày câu hỏi a) bằng cách trình bày các ý chính

- + Mô tả thí nghiệm về hiện tượng quang điện (xem câu 129)
- + Phát biểu ba định luật quang điện (câu 130)
- + Giải thích vì sao thuyết sóng không giải thích được các định luật quang điện (câu 130)
- + Thuyết photon của Anhstang (câu 131)
- + Giải thích 3 định luật quang điện bằng thuyết photon (câu 131)

II. Hơi hydro và tế bào quang điện

* Tia hồng ngoại có $\lambda > 0,76 \mu\text{m}$ gây hiện tượng quang điện cho tế bào quang điện. Chứng tỏ kim loại catốt của tế bào quang điện có $\lambda_0 \geq 0,76 \mu\text{m}$.

* Hơi hydro nóng sáng phát ra quang phổ vạch : gồm các vạch ở miền hồng ngoại, tử ngoại và 4 vạch ở miền khả kiến : Vạch H_α có $\lambda_\alpha = 0,656 \mu\text{m}$ và các vạch H_β , H_γ , H_δ còn có bước sóng bé hơn λ_α . Mà $\lambda_\alpha < \lambda_0$.

* Vậy tế bào quang điện đã cho nhạy với hầu hết bức xạ do hơi Hydro nóng sáng phát ra.

III. Quang phổ của hơi natri

* Ở vùng khả kiến, hơi hydro nóng sáng chỉ phát bốn vạch màu: đỏ, lam, chàm, tím

* Hơi natri nóng sáng lại phát ra hai vạch vàng kép. Theo định luật Kiếcxôp về sự đảo sắc natri không thể hấp thụ vạch vàng không có của hydro

* Như vậy không thể thu được quang phổ hấp thụ của natri nhờ đèn hơi hydro phát sáng

Câu 134

1/ Phát biểu các định luật quang điện và nêu rõ các định luật đó với tính chất sóng của ánh sáng

2/ Nêu nội dung của thuyết lượng tử và vận dụng thuyết này để giải thích các định luật quang điện

3/ Tế bào quang điện có catốt là natri. Chiếu vào catốt này chùm tử ngoại có bước sóng $0,25 \mu\text{m}$. Tìm V_{max} của quang electron, biết natri có $\lambda_0 = 0,50 \mu\text{m}$, $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{Js}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$; electron có khối lượng $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$

Lời giải

I và 2: (xem câu 130, II, III và câu 131)

3. Toán vận dụng

* Tương tự câu 132, II ta có:

$$hf = A_0 + \frac{v_{0\max}^2}{2} \rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{mv_{0\max}^2}{2}$$

$$* \text{ Vậy: } v_{0\max} = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)}$$

$$* \text{ Tính: } v_{0\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^{-6}} \left(\frac{1}{0,25} - \frac{1}{0,50} \right)} \approx 9,35 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

Câu 135

a/ Vận dụng thuyết lượng tử ánh sáng để giải thích các định luật quang điện

b/ Katốt của tế bào quang điện làm bằng kim loại có $\lambda_0 = 0,5 \mu\text{m}$. Muốn có dòng quang điện trong mạch thì ánh sáng kích thích phải có tần số bao nhiêu? ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

(Câu II, thi Cao đẳng Sư Phạm TP.Hồ Chí Minh 1997)

Lời giải

Câu a: (Xem câu 131, II)

Câu b:

* Theo định luật 1 quang điện, để có dòng quang điện (có hiện tượng quang điện) thì $\lambda \leq \lambda_0$.

$$* \lambda = cT = \frac{c}{f} \text{ nên } \frac{c}{f} \leq \frac{c}{f_0} = \lambda_0 \rightarrow f \geq \frac{c}{\lambda_0}$$

$$* \text{ Tính } f \geq \frac{3 \cdot 10^8}{0,5 \cdot 10^{-6}} = 6 \cdot 10^{14} \text{ (Hz)}$$

* Vậy để có dòng quang điện, tần số của ánh sáng kích thích $f \geq 6 \cdot 10^{14} \text{ (Hz)}$

Câu 136

1/ Thế nào là hiệu ứng quang điện trong? So sánh hiệu ứng quang điện trong và ngoài

2/ Trình bày cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của:

a/ Quang phổ

b/ Pin quang điện

Lời giải

I. Hiệu ứng quang điện trong

1/ Hiệu ứng quang điện trong

* Đó là hiện tượng khi chất bán dẫn được chiếu bằng ánh sáng kích thích có bước sóng thích hợp thì các electron liên kết bị bật khỏi liên kết với các nút mạng bán dẫn, thành các electron tự do, electron là phần tử tải điện

* Mỗi electron bật ra, tạo nên "một lỗ trống" mang điện dương các lỗ trống cũng là phần tử tải điện

* Vì vậy bán dẫn được chiếu sáng có bước sóng thích hợp trở nên dẫn điện tốt

b/ So sánh

* Hiệu ứng quang điện ngoài xảy ra khi chiếu kim loại với ánh sáng có bước sóng thích hợp, các electron ở mặt kim loại bị bật ra khỏi kim loại.

* Hai hiệu ứng đều giống nhau là: khi bị ánh sáng có bước sóng thích hợp thì electron bị bật ra

* Hai hiệu ứng khác nhau ở chỗ:

+ Hiệu ứng ngoài: electron ở mặt ngoài kim loại bị bật ra

+ Hiệu ứng trong: các electron liên kết bên trong bán dẫn bị bật ra tự do nhưng chỉ ở trong bán dẫn

* Hai hiệu ứng giống nhau là chỉ xảy ra khi có ánh sáng có bước sóng thích hợp chiếu vào

* Hai hiệu ứng khác nhau là năng lượng để bật electron liên kết ra khỏi liên kết nhỏ hơn nhiều để bật electron ra khỏi mặt kim loại. Vì vậy λ_c của bán dẫn lớn hơn λ_c của kim loại

II. Quang trở (LDR)

1/ Khái niệm quang trở

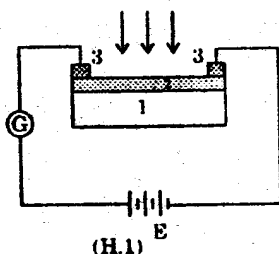
* Hiện tượng quang dẫn là hiện tượng khối bán dẫn trở nên dẫn điện tốt (R giảm hẳn) khi được chiếu ánh sáng thích hợp

* cấu tạo quang trở (H.1)

+ Để cách điện 1

+ Lớp bán dẫn mỏng 2 ($20 \rightarrow 30 \mu\text{m}$) (Cadimi Sulfua chẳng hạn)

+ Hai điện cực 3 nối qua $\odot$ và nguồn điện E



2/ Hoạt động

* Khi chưa rọi sáng lớp 2, mạch chỉ có một dòng điện rất bé (dòng tối). Dòng tối phụ thuộc U của nguồn và điện trở thuần của quang trở

* Khi rọi sáng lớp 2; cường độ ánh sáng chiếu sáng càng mạnh, độ dẫn điện của quang trở càng tăng; hiệu điện thế hai cực nguồn điện càng cao, quang trở dẫn điện càng tốt

* Khác với tế bào quang điện, quang trở không có dòng bão hòa và có độ nhạy gấp 1000 lần

* Nhược điểm của quang trở chỉ là quán tính lớn (khi được chiếu sáng, phải sau $10^{-5}\text{s} \rightarrow 10^{-3}\text{s}$ trong mạch quang trở mới có dòng cực đại của nó)

* Chỉ cần nguồn bé cho quang trở nên nó được thay cho tế bào quang điện trong mạch tự động điều khiển

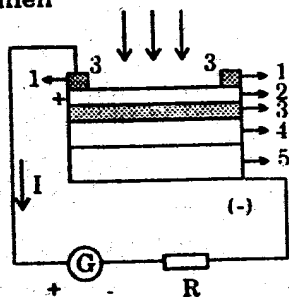
III. Pin quang điện

a/ Định nghĩa

Pin quang điện là một nguồn điện mà quang năng biến đổi trực tiếp thành điện năng. Nó hoạt động dựa trên hiệu ứng quang điện trong

b/ Cấu tạo (xem H.2 về mặt cắt)

* (1): là vòng tiếp xúc bằng đồng làm cực +



- * (2): lớp vàng rất mỏng ($\frac{1}{1000}$ mm) để ánh sáng chiếu qua
- * (3): lớp tiếp xúc giữa lá vàng và tấm sêlen
- * (4): Tấm sêlen
- * (5): Đế sắt làm cực âm

c/ Hoạt động

* Chiếu ánh sáng vào pin, ánh sáng qua lá vàng rơi vào lớp tiếp xúc. Ở lớp tiếp xúc có electron tự do và "lỗ trống" (do hiệu ứng quang điện trong), electron tự do sang lớp sêlen "lỗ trống" sang lá vàng

* Vây giữa lá vàng và sêlen có U (chính là suất điện động của pin)

* Mắc mạch như hình 2 ta có dòng I

* Pin sêlen có độ nhạy gần giống như mắt người nên dùng nó để đo ánh sáng, màu sắc (trong lux-kê); dùng trong máy đo ánh sáng lúc chụp ảnh (nhếp kế)

* Pin sêlen rẻ nhưng hiệu suất thấp, vì vậy hiện nay ta thay bằng pin mặt trời là pin silic có hiệu suất cao hơn

Câu 137

1/ Thế nào là sự phát quang? Phân biệt huỳnh quang và lân quang. Giải thích các đặc điểm của sự phát quang bằng thuyết lượng tử ánh sáng.

2/ Thế nào là hiện tượng quang hóa? Nếu một số phản ứng quang hóa đơn giản. Hiện tượng quang hóa có thể hiện tính chất hạt của ánh sáng không? Vì sao?

Lời giải

I. Sự phát quang

a/ Định nghĩa

* Sự phát quang là hiện tượng phát ánh sáng lạnh của một số chất khi có ánh sáng kích thích thích hợp chiếu vào nó

* Đặc điểm quan trọng nhất của sự phát quang là bước sóng λ' của ánh sáng phát quang lớn hơn bước sóng λ của ánh sáng kích thích

* Ví dụ: chiếu tia tử ngoại vào dung dịch fluôrexein hoặc bột kẽm sunfua có pha đồng thì chúng đều phát ánh sáng màu lục khác nhau.

b/ Phân biệt huỳnh quang và lân quang

* Huỳnh quang và lân quang đều là hiện tượng phát quang nhưng chúng khác nhau

* Huỳnh quang là hiện tượng ánh sáng phát quang mất ngay khi ngừng chiếu ánh sáng kích thích. Nó thường xảy ra ở chất lỏng và chất khí

* Lân quang là hiện tượng mà ánh sáng phát quang còn kéo dài khi tắt ánh sáng kích thích. Nó thường xảy ra ở vật rắn.

c/ Giải thích sự phát quang bằng thuyết lượng tử

* Khi phân tử của chất phát quang hấp thụ một photon thích hợp có tần số f thì phân tử chuyển sang trạng thái kích thích có năng lượng cao hơn trạng thái trước một lượng hf

* Phân tử này chỉ ở trạng thái kích thích trong thời gian ngắn. Ở thời gian này nó bị mất năng lượng nhận được một phần do va chạm với các phân tử khác. Vì vậy khi trở về trạng thái ban đầu, nó bức xạ photon có năng lượng $hf' < hf$, hay $\frac{hc}{\lambda'} < \frac{hc}{\lambda}$ nên $\lambda' > \lambda$

* vậy sự phát quang là hiện tượng hấp thụ một photon và phát ra một photon có năng lượng bé hơn

II. Quang hóa

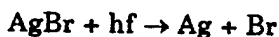
a/ Định nghĩa

* Hiện tượng quang hóa là hiện tượng các phản ứng hóa học xảy ra dưới tác dụng của ánh sáng

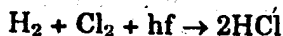
* Photon phải có năng lượng đủ để gây phản ứng (ánh sáng có bước sóng thích hợp)

b/ Một số phản ứng quang hóa đơn giản

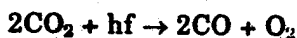
- * Phản ứng phân tích:



- * Phản ứng tổng hợp:



- * Phản ứng trong quá trình quang hợp



c/ Hiện tượng quang hóa thể hiện tính chất hạt của ánh sáng

- * Nếu ánh sáng thể hiện tính chất sóng thì năng lượng mà nó nhường cho phân tử phụ thuộc biên độ sóng (cường độ chùm sáng) mà không phụ thuộc bước sóng

- * Thực tế phản ứng quang hóa chỉ xảy ra khi có bước sóng thích hợp chứ không phụ thuộc cường độ ánh sáng

- * Như vậy hiện tượng quang hóa là một trường hợp trong đó ánh sáng thể hiện tính chất hạt

Câu 138

Hãy trình bày mẫu nguyên tử Bo và áp dụng nó để giải thích quang phổ vạch của nguyên tử hydro

Lời giải

I. Mẫu nguyên tử Bo

1/ Mẫu hành tinh nguyên tử

- * Ở tâm nguyên tử là hạt nhân mang điện $+Ze$, xung quanh hạt nhân có các electron chuyển động như các hành tinh quanh mặt trời

- * Mẫu này có hai thiếu sót:

- + Theo điện động lực học cổ điển, electron phải phát xạ liên tục, nghĩa là nguyên tử phải có quang phổ liên tục. Thực tế quang phổ của nguyên tử là quang phổ vạch

- + Electron mất dần năng lượng nên quỹ đạo là xoắn ốc và cuối cùng rơi vào hạt nhân, nguyên tử bị phá vỡ. Thực tế nguyên tử là bền vững

* Để khắc phục hai nhược điểm này, 1913 Bo đã đề ra các tiêu đề và xây dựng nên thuyết Bo về cấu tạo nguyên tử

2/ Hai tiên đề Bo

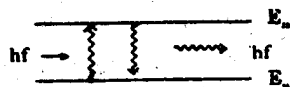
a/ Tiên đề về trạng thái dừng

* Nguyên tử chỉ tồn tại trong trạng thái dừng. Trạng thái có năng lượng xác định E_n

* Trạng thái dừng là trạng thái nguyên tử, electron không hấp thụ hay bức xạ năng lượng. Các electron chuyển động trên các quỹ đạo dừng có bán kính r_n xác định

b/ Tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử

* Khi nguyên tử từ trạng thái dừng có năng lượng E_m sang trạng thái dừng có năng lượng E_n ($E_n < E_m$) thì nguyên tử phát ra photon có năng lượng ε



$$\varepsilon = E_m - E_n = hf$$

(f: tần số của sóng bức xạ, h: hằng số Planck)

* Ngược lại, nguyên tử đang ở trạng thái dừng có năng lượng E_n , mà hấp thụ photon có năng lượng $hf = E_m - E_n$ thì nguyên tử chuyển sang trạng thái dừng có năng lượng E_m lớn hơn. Sự chuyển trạng thái của nguyên tử từ $E_m \rightarrow E_n$ ứng với sự chuyển quỹ đạo $r_m \rightarrow r_n$ của electron

3/ Các hệ quả

* Với giả thiết năng lượng của nguyên tử gồm động năng và thế năng tĩnh điện giữa electron và hạt nhân. Sau đây là các hệ quả chính

* Năng lượng của nguyên tử hydro

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}$$

$n = 1, 2, 3, \dots$ gọi là lượng tử số

Khi $n = 1$, $E_1 = -13,6 \text{ eV}$: là trạng thái cơ bản

Các $n = 2, 3, \dots$ có $E_2, E_3, \dots$ là các trạng thái kích thích có năng lượng lớn hơn mức cơ bản, nhưng electron ở những trạng thái này không lâu và luôn muốn trở về trạng thái cơ bản để bền vững

* Bán kính quỹ đạo dừng $r = n^2 r_0$

$r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{m}$: gọi là bán kính Bo (quỹ đạo gần hạt nhân nhất ($n=1$)). Điều đặc biệt là bán kính quỹ đạo và mức năng lượng lấy các giá trị gián đoạn, chúng được lượng tử hóa.

Lượng tử số	1	2	3	4	5	6	7....
Tên quỹ đạo	K	L	M	N	O	P	Q...

II. Giải thích quang phổ vạch của nguyên tử hydro

1/ Quang phổ vạch của nguyên tử hydro

* Từ thực nghiệm ta thấy quang phổ của hydro gồm các vạch chia thành các dãy

+ Dãy Laiman: gồm các vạch ở miền tử ngoại

+ Dãy Banme: gồm bốn vạch ở vùng khả kiến: $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma, H_\delta$ (vạch đỏ, lam, chàm, tím)

+ Dãy Pasen: các vạch ở miền hồng ngoại

* Các nhà bác học thực nghiệm đã tìm ra công thức xác định λ của các vạch khá đơn giản

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

($n_2 = n_1 + 1; n_1 = 2, \dots; R = 1,09678 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}; \lambda: \text{m}$)

2/ Giải thích bằng mẫu nguyên tử Bo

* Ở trạng thái cơ bản, electron duy nhất ở quỹ đạo K, có mức năng lượng thấp nhất

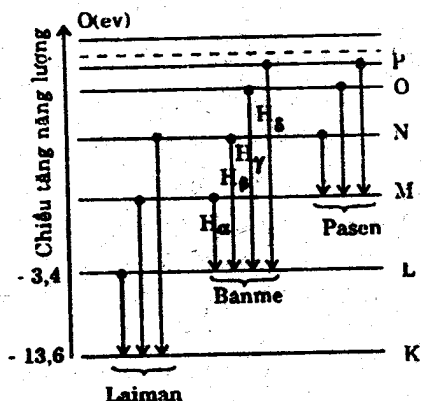
* Khi nguyên tử hấp thụ photon, electron chuyển lên các quỹ đạo có năng lượng cao hơn L, M, N.... Nguyên tử "sống" ở trạng thái kích thích này rất ngắn ngủi, electron chuyển về các quỹ đạo gần hạt nhân hơn và phát ra photon (vạch quang phổ)

* Trên sơ đồ mức năng lượng (xem hình)

+ Khi electron từ các quỹ đạo L., N xuống K ($n = 2, 3, 4 \dots$ xuống $n = 1$) tạo nên các vạch trong dãy Laiman

+ Khi electron từ quỹ đạo M, N, O ... xuống L tạo nên các vạch trong dãy Banme

+ Khi electron từ quỹ đạo N, O, P.... xuống M tạo nên các vạch trong dãy Pasen



+ Các tính toán theo tiên đề 2 cho các λ của các vạch phù hợp với công thức thực nghiệm đã nêu

3/ Khó khăn của mẫu Bo

+ Thuyết Bo giải thích tốt các vạch quang phổ hydro và các nguyên tử đồng dạng nhưng không giải thích được quang phổ của các nguyên tử có hai electron trở lên.

+ Mẫu Bo thiếu logic, nửa vời: vừa dùng thuyết cổ điển, vừa dùng thuyết hiện đại (lượng tử)

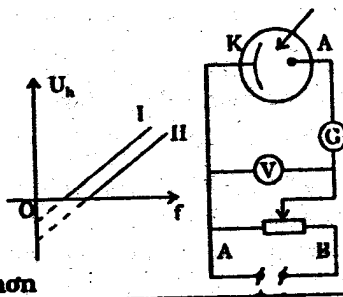
Câu 139

1/ Electron trong nguyên tử hydro từ quỹ đạo có $E_M = -1,5\text{eV}$ xuống quỹ đạo có $E_L = -3,4\text{eV}$. Tìm λ của vạch phát ra? Vạch ở dãy nào trong quang phổ Hydro

(Thi Đại học Quốc gia Hà Nội, câu II, 2, năm 1997)

2/ Bằng thiết bị như hình, ta vẽ được đồ thị biến đổi của U_h theo f của ánh sáng kích thích ứng với hai kim loại khác nhau là catốt của tế bào quang điện.

Chứng minh hai đồ thị là đường song song? Kim loại nào có A , lớn hơn



Lời giải

1/ Bước sóng của vạch quang phổ

* Theo tiên đề 2 của Bo

$$hf = E_M - E_L \quad (1)$$

$$\text{và } \lambda = \frac{c}{f} \quad (2)$$

$$\text{Suy ra } \lambda = \frac{hc}{E_M - E_N} \quad (3)$$

$$\text{* Thay số: } \lambda = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{[-1,5 - (-3,4)] \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 6,5378 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda \approx 654 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 654 \text{ nm}$$

2/ * Hiệu điện thế hãm U_h làm cho các electron quang điện bị đẩy trở lại catốt. Khi đó động năng ban đầu cực đại của các quang electron bằng công của điện trường hãm:

$$\frac{mv_{0\max}^2}{2} = eU_h \quad (4)$$

$$\text{* Công thức Anhstang cho ta: } hf = A_0 + \frac{mv_{0\max}^2}{2} \quad (5)$$

$$\text{* Kết hợp (4) và (5) ta có: } U_h = \frac{hf}{e} - \frac{A_0}{e} \quad (6)$$

* Đối với một kim loại: $A_0 = \text{const}$,

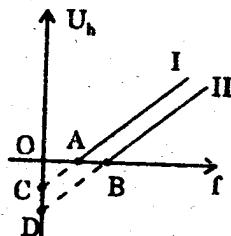
$$\frac{A_0}{e} = \text{const}, \quad \frac{h}{e} = \text{const} \text{ nên đồ thị của}$$

$U_h = F(f)$ theo (6) là một đường thẳng khi

$f = 0$ thì $U_h = -\frac{A_0}{e}$ (đây là điểm đồ thị

cắt trục tung). Điểm cắt trục hoành khi

$$U_h = 0 \rightarrow f_0 = \frac{A_0}{h}$$



* (6) cho đồ thị là đường thẳng vậy hai đồ thị của hai kim loại I, II có hệ số góc $\frac{h}{e}$ như nhau nên chúng song song với nhau

* Kim loại I có điểm A ứng với $f_{01} = \frac{A_{01}}{h}$, điểm B ứng với

$f_{02} = \frac{A_{02}}{h}$ và $f_{02} > f_{01}$ nên $A_{02} > A_{01}$. Công thoát của kim loại II

lớn hơn của kim loại

3/ Chú ý: Có thể dùng thí nghiệm của hình vẽ đã cho để xác định hằng số Plăng h như sau:

* Chiếu ánh sáng kích thích có tần số f_1 ; do f_1 , do U_{h1}

* Tương tự cho ánh sáng f_2 ; do f_2 , do U_{h2} cũng cho tế bào quang điện trên

* Dùng phương trình:

$$hf_1 = A_0 + \frac{mv_{0\max 1}^2}{2} = A_0 + eU_{h1} \quad (7)$$

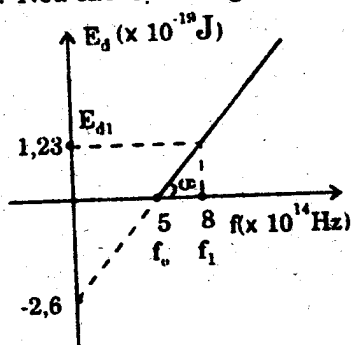
$$hf_2 = A_0 + \frac{mv_{0\max 2}^2}{2} = A_0 + eU_{h2} \quad (8)$$

* Kết hợp (7) và (8) ta có: $h = \frac{e(U_{h1} - U_{h2})}{f_1 - f_2} \quad (9)$

e đã biết, f_1, f_2, U_{h1}, U_{h2} đã đo ta tìm được h từ (9)

Câu 140

1/ Photon là gì? Nêu các đặc trưng của photon



2/ Cho đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc động năng ban đầu cực đại của các quang electron vào tần số của các ánh sáng kích

thích khác nhau chiếu vào catốt của một tế bào quang điện. Dựa vào đồ thị hãy xác định:

- a/ A của kim loại làm katốt
- b/ Giới hạn đỏ λ_c của kim loại
- c/ Hằng số Plăng

Lời giải

I. Photon

- * Photon là lượng tử ánh sáng
- * Ánh sáng là những dòng hạt riêng biệt là các photon.
- * Các đặc trưng của photon
 - + Photon mang năng lượng $\epsilon = hf$
($h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{Js}$; f : tần số sóng ánh sáng)
 - + Vận tốc của photon là c
 - + Photon mang xung lượng (động lượng) là:

$$p = mc = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

Hướng của xung lượng trùng với hướng truyền của ánh sáng

- + Khối lượng của photon: $m = \frac{hf}{c^2} = \frac{h}{\lambda c}$

Theo thuyết tương đối hẹp của Anhsanh, ánh sáng luôn có vận tốc c nên photon không có khối lượng tĩnh (khối lượng nghỉ). Khối lượng m của photon ở trên là khối lượng chuyển động

* Các đặc trưng trên của photon chứng tỏ, ánh sáng không những có tính chất hạt mà còn có tính chất sóng. Lượng tính sóng - hạt này không chỉ có ở photon mà còn có cả ở các hạt khác như electron chẳng hạn. Thật vậy:

ϵ, p : là hai đặc trưng cho hạt

f, λ : là hai đặc trưng cho sóng

h, c : là hai hằng số cơ bản của vật lý

Tất cả chúng đều gắn bó nhau ở các đặc trưng của photon ở trên

II. Bài tập áp dụng

* Từ phương trình Anhstang ta có:

$$E_{\text{đ}} = \frac{mv_{\text{đ max}}^2}{2} = hf - A_0$$

Đồ thị là đường thẳng, cắt trục tung ở $f = 0$ tại $-A_0$

$$\text{Vậy } -A_0 = -2,06 \text{ eV} \quad \rightarrow \quad A_0 = 2,06 \text{ eV}$$

$$\text{hay } A_0 = 2,06 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \approx 3,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

* Giới hạn đỏ λ_0 ứng với tần số f_0 là lúc $\frac{mv_{\text{đ max}}^2}{2} = 0$ (đồ thị cắt trục hoành ở f_0); $f_0 = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ nên

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{14}} = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 0,6 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\left. \begin{array}{l} hf_0 - A_0 = 0 \\ hf_1 - A_0 = E_{\text{đ}} \end{array} \right\} \rightarrow h = \frac{E_{\text{đ}} - 0}{f_1 - f_0}$$

Như vậy hằng số Plăng có giá trị bằng độ dốc $\tan \alpha$ của đường biểu diễn. Thay giá trị h

$$h = \frac{1,231,610^{-19} - 0}{8 \cdot 10^{14} - 5 \cdot 10^{14}} \approx 6,66 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

Câu 141

Hãy trình bày một bằng chứng thực nghiệm chứng tỏ ánh sáng có tính chất sóng, một bằng chứng thực nghiệm chứng tỏ ánh sáng có tính chất hạt

Lời giải

I. Tính chất sóng của ánh sáng

Trình bày như câu 115

II. Tính chất hạt của ánh sáng

* Trình bày như câu 129, câu 131

III. Kết luận

* Nếu chỉ thừa nhận ánh sáng chỉ có một tính chất hạt (hay sóng) thì sẽ không giải thích được một trong hai thí nghiệm đã nêu.

* Vật lý hiện đại thừa nhận ánh sáng có lưỡng tính sóng-hạt. Trong hiện tượng này tính chất sóng biểu hiện rõ nét, hiện tượng kia tính chất hạt biểu thị rõ nét hơn. Đó là tính chất hai mặt đối lập song song tồn tại trong một thực thể ánh sáng

* Trong thuyết lượng tử ánh sáng, tính chất sóng và hạt gắn bó nhau chặt chẽ

* Ở thang sóng điện từ, khi λ càng giảm tính chất sóng càng mờ nhạt và tính chất hạt càng thể hiện rõ ràng hơn.

Câu 142

Các câu sau đây câu nào sai, đúng? Vì sao?

Đối với nguyên tử hydro:

1/ Muốn ion hóa hydro, cần phải chiếu sáng hydro photon có năng lượng 10eV

2/ Quang phổ vạch của hydro có tần số $f = 0,7,5.10^{14}\text{Hz}$

3/ Quang phổ vạch của hydro có tần số $f = 0,4571.10^{15}\text{Hz}$

4/ Quang phổ của hydro là quang phổ liên tục

5/ Electron trong nguyên tử hydro có bước chuyển năng lượng từ -1,2 eV đến -0,5 eV

Lời giải

1/ * Để ion hóa nguyên tử hydro, hydro phải hấp thụ photon có năng lượng ε

$$\varepsilon = E_{\infty} - E_1$$

* Với $E_n = -\frac{13,6}{n^2}(\text{eV})$; $E_{\infty} = 0$; $E_1 = -13,6 \text{ eV}$

nên $\varepsilon = 0 - (-13,6) = 13,6 \text{ eV}$

Vậy photon có năng lượng $\varepsilon' = 10\text{eV} < \varepsilon = 13,6 \text{ eV}$ chưa đủ để ion hóa. Câu 1 sai

2/ * Theo giả thiết $f = 7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \rightarrow \lambda = \frac{c}{f}$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{7,5 \cdot 10^{14}} \approx 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 0,4 \text{ } \mu\text{m}$$

* Ta thấy λ này ở vùng khả kiến. Ở vùng này quang phổ hydro chỉ có 4 vạch $\lambda_a = 0,6563 \text{ } \mu\text{m}$; $\lambda_p = 0,4861 \text{ } \mu\text{m}$; $\lambda_r = 0,4340 \text{ } \mu\text{m}$; $\lambda_b = 0,4102 \text{ } \mu\text{m}$.

Như vậy không có vạch $\lambda = 0,4 \text{ } \mu\text{m}$

Vậy câu 2 là sai

3/ * Theo bài ra $f = 0,4571 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$; ta tìm λ

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{0,4571 \cdot 10^{15}} = 0,6563 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 0,6563 \text{ } \mu\text{m}$$

* So với λ các vạch trong miền khả kiến, λ đã cho chính là vạch H_{α} , λ_a . Vậy câu 3 là đúng

4/ * Câu đã nêu: quang phổ của hydro là quang phổ liên tục trái với thực nghiệm quang phổ của hydro là quang phổ vạch

* Vậy câu 4 là sai

5/ * Sử dụng công thức: $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}$

Ta tính được:

$$E_1 = -13,6 \text{ eV } (n=1)$$

$$E_2 = -3,4 \text{ eV } (n=2)$$

$$E_3 = -1,51 \text{ eV } (n=3)$$

$$E_4 = -0,85 \text{ eV } (n=4)$$

$$E_5 = -0,54 \text{ eV } (n=5) \dots$$

* Bài ra cho bước chuyển từ -1,2 eV đến 0,5 eV; không thuộc vào bước chuyển nào các mức năng lượng ở trên nên câu 5 là sai

Chương 9

CÁC KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

A. Các kiến thức cơ bản

1. Hiện tượng phóng xạ
2. Phản ứng hạt nhân
3. Ứng dụng của các đồng vị phóng xạ
4. Hệ thức Anhstanh giữa năng lượng và khối lượng
5. Độ hụt khối. Năng lượng hạt nhân
6. Sự phân hạch - Nhà máy điện nguyên tử
7. Phản ứng nhiệt hạch

B. Các kiến thức liên quan cần dùng

1. Hàm số mũ
2. Lôgarit Nêpe
3. Các kiến thức hóa học cần thiết

C. Các câu hỏi

Câu 143

Trình bày về cấu tạo của hạt nhân nguyên tử, các tính chất của lực hạt nhân? Đồng vị là gì? Định nghĩa đơn vị khối lượng nguyên tử

Lời giải

I. Cấu tạo nguyên tử

* Qua hiện tượng phóng xạ và các phản ứng hạt nhân chứng tỏ dù hạt nhân rất nhỏ bé (đường kính cỡ $10^{-14} + 10^{-15}$ m) nhưng có cấu tạo phức tạp

* Hạt nhân được cấu tạo từ các hạt nuclon: prôtôn (kí hiệu là p) và notron (kí hiệu là n)

+ Prôtôn: ${}^1_1\text{H} = {}^1_1\text{p}$ là hạt nhân nguyên tử hydro mang điện tích $+e = +1,6 \cdot 10^{-19}$ C có khối lượng là $m_p = 1,007276u$

+ Notron: ${}_0^1n$; không mang điện, có khối lượng $m_n = 1,008665u$

* Nguyên tử có Z electron (Z: nguyên tử số, số thứ tự trong bảng tuần hoàn Mendelêep) và nguyên tử trung hòa điện nên hạt nhân có điện tích +Ze

* $A = Z + N$ là khối lượng số, Z số prôtôn, N là số notron của hạt nhân

* Kí hiệu hạt nhân nguyên tử: ${}_Z^AX, {}_Z^AX^A, X_A$ với X là kí hiệu của nguyên tố hóa học.

II. Lực hạt nhân

* Lực liên kết các nuclon không phải là lực hấp dẫn vì nó quá bé; cũng không phải là lực tĩnh điện vì giữa các nuclon không mang điện (notron) cũng có lực liên kết

* Vậy lực liên kết giữa các nuclon là lực khác. Gọi là lực hạt nhân. Tuy bản chất lực hạt nhân là chưa khẳng định nhưng nhiều tính chất của nó đã được xác định rõ:

+ Là lực mạnh nhất trong các lực đã biết, nó chỉ có tác dụng trong khoảng cách ngắn

+ Chủ yếu lực hạt nhân là lực hút

+ Không phụ thuộc vào điện tích của các nuclon

III. Các đồng vị

* Các nguyên tử có các hạt nhân có cùng số prôtôn Z nhưng có số notron N khác nhau gọi là đồng vị (ở cùng vị trí trong bảng tuần hoàn và có số khối khác nhau)

* Ví dụ: hydro có 3 đồng vị

Hydro thường ${}_1^1H$; hạt nhân là prôtôn ${}_1^1p = {}_1^1H$

Hydro nặng ${}_1^2H$; hạt nhân là đơtêrôn ${}_1^2D = {}_1^2H$

Hydro siêu nặng ${}_1^3H$; hạt nhân là tritôn ${}_1^3T = {}_1^3H$

D_2O là nước nặng làm nguyên liệu công nghệ nguyên tử

IV. Đơn vị khối lượng nguyên tử

* Định nghĩa: Đơn vị khối lượng nguyên tử (u) bằng $1/12$ khối lượng nguyên tử của đồng vị phổ biến $^{12}_6\text{C}$.

* $^{12}_6\text{C}$ có 12 nuclôn nên mỗi nuclôn có khối lượng xấp xỉ bằng u

$$* 1u = \frac{1}{12} \frac{12}{N_A} = \frac{1}{N_A} = \frac{1}{6,022 \cdot 10^{26}} = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

* Do hệ thức Anhshtanh $E = mc^2$ nên khối lượng có thể đo bằng eV/c^2 hoặc MeV/c^2

$$1 \text{ MeV}/c^2 = 1,7827 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 0,561 \cdot 10^{30} \text{ MeV}/c^2; 1u = 931 \text{ MeV}/c^2$$

Câu 144

1/ Hiện tượng phóng xạ là gì? Đặc điểm và định luật phóng xạ.

2) Trình bày bản chất và tính chất của các loại tia phóng xạ.

Lời giải

I. Hiện tượng phóng xạ :

1) Định nghĩa

Phóng xạ là hiện tượng hạt nhân nguyên tử tự động phóng ra các bức xạ và biến đổi thành hạt nhân khác. Các bức xạ này gọi là tia phóng xạ, mắt không thấy được nhưng nó làm đen kính ảnh, ion hóa các chất, bị lệch trong điện trường và từ trường...

2) Đặc điểm

* Hiện tượng phóng xạ do nguyên nhân bên trong hạt nhân gây ra, không hề phụ thuộc vào các yếu tố lý, hóa bên ngoài.

* Các điều kiện ngoài dù có thay đổi, dù nguyên tử nằm trong các hợp chất khác nhau đều không có ảnh hưởng gì đến sự phóng xạ của hạt nhân

3) Định luật phóng xạ

* Hiện tượng tuân theo định luật:

"Các chất phóng xạ được đặc trưng bằng thời gian T gọi là chu kỳ bán rã. Cứ sau mỗi chu kỳ này có $\frac{1}{2}$ số nguyên tử của chất ấy đã biến đổi thành chất khác."

* Thiết lập các công thức

+ Gọi N_0 và m_0 là số các nguyên tử và khối lượng ban đầu của chất phóng xạ.

+ Gọi N và m là số nguyên tử và khối lượng ở thời điểm t (chưa bị phân rã - phóng xạ)

+ Khi $t=0$; $N=N_0$

$$t=T \quad ; \quad N = \frac{N_0}{2^1}$$

$$t=2T \quad ; \quad N = \frac{N_0}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{N_0}{2^2}$$

$$t=3T \quad ; \quad N = \frac{N_0}{2^2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{N_0}{2^3}$$

.....

$$t=nT \quad ; \quad N = \frac{N_0}{2^n}$$

Với $N = \frac{t}{T}$ ta có : $N = \frac{N_0}{2^{t/T}} = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ (1)

+ Đặt $e^{-\lambda t} = 2^{-\frac{t}{T}}$

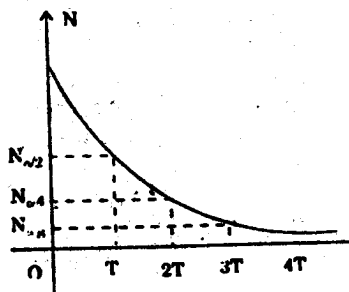
ta có: $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ (2)

+ Ta gọi λ là hằng số phóng xạ thì

$$-\lambda t = -\frac{t}{T} \ln 2$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T} \quad (3)$$

+ Tương tự ta cũng có $m = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$ (4)



* Như vậy định luật phóng xạ còn phát biểu như sau : Số hạt nhân, khối lượng của chất phóng xạ là hàm mũ của thời gian với số mũ âm.

* Quy luật (2) biểu diễn bằng đồ thị như hình vẽ 1

4) Độ phóng xạ

* Định nghĩa: Độ phóng xạ H của một lượng chất phóng xạ là đại lượng đặc trưng cho tính chất phóng xạ mạnh hay yếu, đo bằng số phân rã trong 1s.

* Đơn vị: $1\text{Bq} = 1 \text{ phân rã/ 1s}$.

(Bq: Bec cơ ren)

$$1 \text{ Ci} = 3,7.10^{10} \text{ Bq}$$

(Ci: curi)

* Công thức: $H(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N(t)$ (5)

Độ phóng xạ bằng số nguyên tử nhân với hằng số phóng xạ.

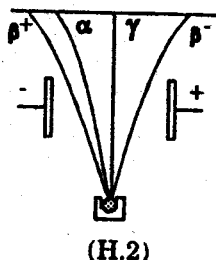
Vì vậy: $H_0 = \lambda N_0$ (6)

$$H(t) = H_0 e^{-\lambda t} \quad (7)$$

II. Các loại tia phóng xạ

* Bằng cách cho các tia phóng xạ qua điện trường, từ trường, vào buồng bọt ... ta xác định được bản chất và tính chất của chúng (xem hình 2)

* Xem bảng sau



	Tia α	Tia β	tia γ
Bản chất	là hạt nhân heli ${}^4_2\text{He}$ có điện tích dương + 2e	+ tia β⁻ gồm các hạt electron, điện tích -e +Tia β gồm các hạt pôziton, điện tích + e	là sóng điện từ có bước sóng ngắn hơn cả tia X là chùm photon năng lượng cao

Vận tốc	Khoảng 10^7 m/s	$\approx c$	$\approx c$
Khả năng ion hóa	Có khả năng ion hoá chất khí	Có khả năng ion hóa nhưng yếu hơn tia α	
Khả năng đâm xuyên	Yếu	mạnh hơn tia α	rất mạnh, nguy hiểm

Câu 145:

1) Phản ứng hạt nhân là gì ? Sự phóng xạ có phải là phản ứng hạt nhân không ? Vì sao ?

2) Phát biểu định luật bảo toàn điện tích và số khối trong phản ứng hạt nhân ? Vận dụng chúng để lập các quy tắc dịch chuyển trong hiện tượng phóng xạ.

Lời giải

I. Phản ứng hạt nhân

* Phản ứng hạt nhân là tương tác giữa hai hạt nhân dẫn đến sự biến đổi của chúng thành các hạt khác, theo sơ đồ



* Số hạt nhân trước và sau phản ứng có thể nhiều hoặc ít hơn 2

* Cả hai vế của phản ứng có thể có các hạt sơ cấp như : electron (${}_{-1}^0e$) ; pozitron (${}_{+1}^0e$) ; prôtôn (${}_1^1p$) hoặc notron (${}_0^1n$) ; phôtôn (${}_0^0\gamma$)...

* Phóng xạ là quá trình biến đổi hạt nhân nguyên tử thành nguyên tử khác. Vậy phóng xạ là một trường hợp riêng của phản ứng hạt nhân



Đặc biệt là trước phản ứng chỉ có một hạt nhân A (gọi là hạt nhân mẹ); C là hạt nhân con, D có thể là các hạt α hoặc β và γ

II. Hai định luật bảo toàn

1) Hai định luật bảo toàn

* Bảo toàn số nuclôn (số khối A): Tổng số nuclôn của các hạt trước và sau phản ứng bằng nhau

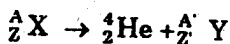
$$A_A + A_B = A_C + A_D$$

* Định luật bảo toàn điện tích (nguyên tử số Z): Tổng đại số điện tích các hạt trước và sau phản ứng bằng nhau.

$$Z_A + Z_B = Z_C + Z_D$$

2) Vận dụng

a) Phóng xạ α : Phương trình $A \rightarrow C + D$



* Ví dụ: ${}_{88}^{226}\text{Ra} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{86}^{222}\text{Rn}$

* Quy ước: "tiến" nghĩa là nguyên tố dịch về phía Z lớn hơn
"lùi" nghĩa là nguyên tố dịch về phía Z bé hơn

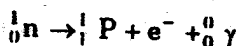
* Trong phóng xạ α : so với hạt nhân mẹ thì hạt nhân con lùi hai ô ($Z' = Z - 2$) và có số khối bé hơn 4 u ($A' = A - 4$)

b) Phóng xạ β : * Phương trình: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_Z^AY$

* Ví dụ: ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_{84}^{210}\text{Po}$

* Quy tắc dịch chuyển: hạt nhân con "tiến" một ô ($Z' = Z + 1$) và số khối không đổi.

* Thực chất của quá trình là một neutron của hạt nhân mẹ phân rã thành một proton, một electron, và một neutrino.



c) Phóng xạ β^+ : * Phương trình ${}_Z^AX \rightarrow {}_{+1}^0e + {}_Z^AY$

* $A' = A$; $Z' = Z - 1$; có biến đổi $p \rightarrow n + e^+ + \nu$

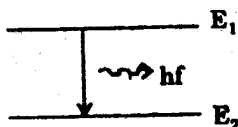
* Quy tắc dịch chuyển: hạt nhân con "lùi" 1 ô, số khối không đổi.

d) Phóng xạ γ : * phương trình ${}_Z^AX \rightarrow {}_Z^AY + {}_0^0\gamma$

* $A=A'$; $Z=Z'$: Phóng xạ γ không làm biến đổi hạt nhân

* Thực chất quá trình là : Hạt nhân còn sinh ra ở trạng thái kích thích từ mức năng lượng kích thích E_2 về mức E_1 ($E_1 < E_2$) nên bức xạ ra photon có năng lượng cao ϵ

$$\epsilon = hf = E_2 - E_1$$



e) *Chú ý* Một phóng xạ α hoặc β và có kèm theo phóng xạ γ .

Câu 146

Phát biểu các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân. Tại sao trong phản ứng hạt nhân không có sự bảo toàn khối lượng mặc dù có bảo toàn số khối? Ý nghĩa các định luật bảo toàn?

Lời giải

I. Các định luật bảo toàn

a) **Bảo toàn số nuclon (số khối):** Tổng số nuclon trước và sau phản ứng bằng nhau

$$A_A + A_B = A_C + A_D$$

b) **Bảo toàn điện tích (số Z):** Tổng đại số điện tích trước và sau phản ứng bằng nhau :

$$Z_A + Z_B = Z_C + Z_D$$

c) **Định luật bảo toàn xung lượng (động lượng)**

* Phản ứng hạt nhân xảy ra rất mạnh nên coi các hạt tham gia phản ứng tạo thành hệ cô lập (hệ kín).

* Trong phản ứng hạt nhân động lượng của hệ được bảo toàn :

$$\vec{p}_A + \vec{p}_B = \vec{p}_C + \vec{p}_D$$

d) **Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần**

* Phản ứng hạt nhân là hệ kín.

* Trong phản ứng hạt nhân, năng lượng toàn phần của hệ được bảo toàn

* Năng lượng toàn phần bao gồm: Năng lượng tĩnh (mc^2) và động năng của các hạt ($\frac{mv^2}{2}$)

$$m_A c^2 + \frac{m_A v_A^2}{2} + m_B c^2 + \frac{m_B v_B^2}{2} = m_C c^2 + \frac{m_C v_C^2}{2} + m_P c^2 + \frac{m_P v_P^2}{2}$$

* Chú ý vì không có định luật bảo toàn khối lượng nên không có định luật bảo toàn năng lượng tĩnh.

e) **Chú ý:** Ngoài ra trong phản ứng hạt nhân còn có những định luật bảo toàn khác (ở phổ thông không đề cập đến)

II. Không có định luật bảo toàn khối lượng

a) Độ hụt khối

+ Thực nghiệm tìm ra : nếu có Z proton và N neutron đứng yên, riêng lẻ thì tổng khối lượng của chúng là:

$$m_0 = Zm_p + Nm_n$$

Khi chúng liên kết với nhau thành một hạt nhân thì khối lượng hạt nhân là m, và $m < m_0$.

+ Như vậy một hạt nhân có độ hụt khối là Δm

$$\Delta m = m_0 - m = Zm_p + Nm_n - m$$

+ Thực nghiệm cũng chứng tỏ, trong phản ứng hạt nhân :

$$\Delta m_A + \Delta m_B \neq \Delta m_C + \Delta m_P$$

b) Giải thích không có định luật bảo toàn khối lượng

+ Theo trên tổng độ hụt khối trước phản ứng lớn hơn (hoặc bé hơn) sau phản ứng

+ Vì vậy khối lượng không bảo toàn, mặc dù vẫn có bảo toàn số nuclon

+ Vì khối lượng không bảo toàn nên phản ứng hạt nhân mới có trả năng lượng (hoặc thu năng lượng)

III. Ý nghĩa của các định luật bảo toàn

* Sử dụng các định luật bảo toàn ta có thể biết được một phản ứng đã cho tạo nên hạt nào, đặc điểm của hạt đó

* Trong một chuỗi phản ứng phân rã, các định luật bảo toàn giúp ta xác định các hạt nhân trung gian.

* Dựa vào các định luật bảo toàn, ta có thể phán đoán để tìm ra các hạt mới (ví dụ dựa vào định luật bảo toàn năng lượng toàn phần ta tìm ra notrônô)

Câu 147:

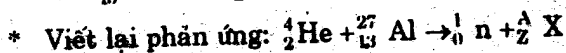
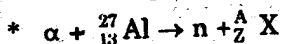
Áp dụng các định luật bảo toàn để :

1) Viết các phản ứng khi bắn phá $^{27}_{13}\text{Al}$ bằng hạt α , biết trong số hai hạt sinh ra sau phản ứng thì một hạt là notron còn hạt kia có khả năng phát ra tia β'

2) Xét quá trình phóng xạ $^{232}_{90}\text{Th}$ biến thành $^{208}_{82}\text{Pb}$ có bao nhiêu hạt α và β' thoát ra.

Lời giải

1) * Phản ứng do ông bà Quyri thực hiện 1934.

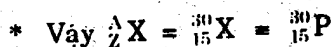


* Định luật bảo toàn số khối:

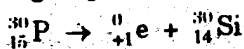
$$4 + 27 = 1 + A \rightarrow A = 30$$

* Định luật bảo toàn điện tích :

$$2 + 13 = 0 + Z \rightarrow Z = 15$$

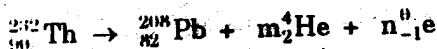


* $^{30}_{15}\text{P}$ là đồng vị phóng xạ không bền, phóng xạ β' nên phản ứng tiếp theo là :



Sản phẩm cuối của phản ứng là silic

2) * Có thể tóm tắt phản ứng như sau :



* Định luật bảo toàn số khối:

$$232 = 208 + 4 \cdot m + 0 \cdot n \rightarrow m=6$$

* Định luật bảo toàn điện tích:

$$90 = 82 + 2m - 1 \cdot n = 82 + 2 \cdot 6 - n \rightarrow n = 4$$

* Vậy : $\text{Th} \rightarrow \text{Pb} + 6 \alpha + 4 \beta^-$

Quá trình nhận được 6 hạt α và 4 electron

Câu 148 :

Hãy trình bày về:

- 1) Hệ thức Anhshtanh về năng lượng và khối lượng
- 2) Độ hụt khối và năng lượng liên kết
- 3) Cách nhận biết phản ứng tỏa năng lượng ? thu năng lượng

Lời giải

I. Hệ thức Anhshtanh

* Trong thuyết tương đối hẹp, nêu lên hệ thức sau :

$$E = mc^2$$

Nếu một vật có khối lượng m thì nó có năng lượng E tỉ lệ với m . (hệ số tỉ lệ là c^2)

* $E = mc^2$ gọi là năng lượng nghỉ (tĩnh)

* Ví dụ : 1 gam chất bất kỳ chứa một năng lượng :

$$E = 10^{-3} (3 \cdot 10^8)^2 = 9 \cdot 10^{13} \text{J} \approx 25 \text{ triệu kWh}$$

* Năng lượng tĩnh có thể biến đổi thành các dạng thông thường như : Cơ năng, nhiệt năng ... và ngược lại. Khi đó năng lượng tĩnh tăng hay giảm thì khối lượng của hệ cũng tăng hay giảm theo:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

* Năng lượng tĩnh không bảo toàn nhưng năng lượng toàn phần luôn bảo toàn (xem câu 146)

II Độ hụt khối và năng lượng liên kết

1) Độ hụt khối

* Khối lượng m_z của Z proton và N neutron đứng yên riêng lẻ là : $m_z = Zm_p + Nm_n$

* Khi chúng liên kết với nhau thành hạt nhân có khối lượng m thì $m < m_z$.

- * Vậy độ hụt khối của hạt nhân là Δm

$$\Delta m = m_0 - m = Zm_p + Nm_n - m$$

2) Năng lượng liên kết:

- * m_0 ứng với năng lượng $E_0 = m_0 c^2$

- * Hạt nhân có khối lượng m ứng với năng lượng $E = mc^2$

- * Khi tạo thành hạt nhân đã có một năng lượng tỏa ra là ΔE

$$\Delta E = E_0 - E = (m_0 - m) c^2 = \Delta m c^2$$

- * ΔE gọi là năng lượng liên kết hạt nhân bởi vì :

ΔE tỏa ra dưới dạng động năng của hạt nhân hoặc năng lượng bức xạ γ . Ngược lại, muốn phá vỡ hạt nhân thành Z prôtôn và N nơtron riêng lẻ thì phải tốn một năng lượng cũng là ΔE để thắng lực hạt nhân. ΔE càng lớn, Δm càng lớn thì hạt nhân càng bền vững, liên kết càng mạnh.

- * Vậy hạt nhân có độ hụt khối càng lớn thì năng lượng liên kết càng lớn, hạt nhân càng bền vững.

III. Cách nhận biết phản ứng tỏa, thu năng lượng

$$A + B = C + D$$

- * Giả sử A và B đứng yên. Tổng số nuclon không đổi nhưng các Δm_A , Δm_B , Δm_C , Δm_D khác nhau nên :

$$A + B \text{ có } m_A + m_B = M_0 \text{ khác } m_C + m_D = M$$

- * Nếu $M < M_0$: thì $E_0 = M_0 c^2 > E = M c^2$, nên phản ứng tỏa ra một năng lượng :

$$\Delta E = (M_0 - M) c^2$$

ΔE tỏa ra ở dạng động năng các hạt C, D hoặc photon γ

Lúc này $M < M_0$, nên các hạt sau phản ứng có độ hụt khối lớn hơn $\rightarrow$ nên bền vững hơn.

Kết luận Một phản ứng tỏa năng lượng khi tổng khối lượng các hạt sau phản ứng **bé hơn** trước phản ứng (các hạt sau phản ứng bền vững hơn) xem hình 1

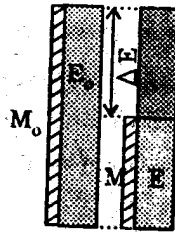
- * Nếu $M > M_0$: thì $E > E_0$. Phản ứng không tự nó xảy ra mà phải cung cấp cho A, B năng lượng ở dạng động năng (ví dụ bắn A vào B).

Năng lượng cung cấp
 $W > \Delta E = E - E_0$ vì các hạt
sinh ra phải có động năng

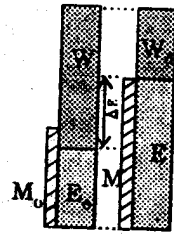
$$W = \Delta E + W_d$$

Kết luận Một phản ứng
hạt nhân thu năng lượng khi
tổng khối lượng các hạt sau
phản ứng *lớn hơn* trước phản
ứng (các hạt sau phản ứng
kém bền vững hơn) xem hình

2



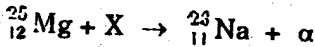
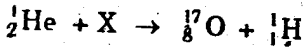
(H.1)



(H.2)

Câu 149 : Phản ứng hạt nhân

- * Viết hai phương trình phản ứng hạt nhân
- * Kể tên các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân
- * Xác định hạt nhân X trong các phản ứng sau :



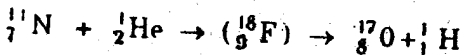
- * Cho m của hai hạt nhân ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ và ${}^4_2\text{He}$ lần lượt có khối lượng 19,986950 u và 4,001506 u.

Biết $m_p = 1,007276 \text{ u}$; $m_n = 1,008665 \text{ u}$; $u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
hỏi hạt nhân nào bền vững hơn .

Lời giải

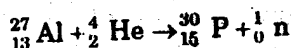
1) Hai phương trình phản ứng hạt nhân

- * 1919 Rơđofo đã làm thí nghiệm: dùng hạt α bắn phá hạt nhân Nitơ



(${}^{18}_9\text{F}$) bị kích thích có tính phóng xạ, phân rã thành đồng vị ${}^{17}_8\text{O}$ và hạt prôtôn ${}^1_1\text{H}$.

- * 1934 hai ông bà Quyri đã làm thí nghiệm chế tạo chất phóng xạ nhân tạo đầu tiên .

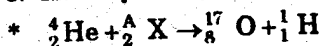


${}_{15}^{30}\text{P}$ là đồng vị phóng xạ nhân tạo đầu tiên.

2/ Kể tên các định luật bảo toàn

- * Định luật bảo toàn số nuclôn (số khối A)
- * Định luật bảo toàn điện tích (số z)
- * Định luật bảo toàn động lượng
- * Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần

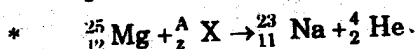
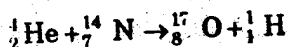
3/ Xác định hạt nhân X



Định luật bảo toàn số khối : $4 + A = 17 + 1 \rightarrow A = 14$

Định luật bảo toàn điện tích : $2 + z = 8 + 1 \rightarrow z = 7$

Vậy ${}_7^{14}\text{X} = {}_7^{14}\text{X} = {}_7^{14}\text{N}$ và phản ứng đầy đủ là:



$$\left. \begin{array}{l} 25 + A = 23 + 4 \rightarrow A = 2 \\ 12 + z = 11 + 2 \rightarrow z = 1 \end{array} \right\} \rightarrow {}_2^AX = {}_2^2\text{X} = {}_2^2\text{D}$$



4/ Hạt nhân nào bền vững hơn

- * Hạt nhân ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ có độ hụt khối Δm_1 ; có $z = 10$, $N = 10$

$$\Delta m_1 = 10m_p + 10m_n - m_{\text{Ne}} =$$

$$= 10(1,007276 + 1,008665) - 19,986950 = 0,17246 \text{ (u)}$$

- * Hạt nhân ${}_2^4\text{He}$ có độ hụt khối Δm_2 ; có $z = 2$, $N = 2$

$$\Delta m_2 = 2m_p + 2m_n - m_{\text{He}} =$$

$$= 2(1,007276 + 1,008665) - 4,001506 = 0,030376 \text{ (u)}$$

- * Năng lượng liên kết riêng của mỗi hạt là

$$E_{\text{Ne}} = \frac{\Delta m_1 \times u}{A_{\text{Ne}}} = \frac{0,17246 \times 931,5}{20} = 8,0323 \text{ Mev / 1nuclon}$$

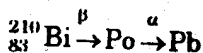
$$E_{He} = \frac{\Delta m_2 \times u}{A_{He}} = \frac{0,030376 \times 931,5}{4} = 7,0736 \text{ MeV / 1nuclon}$$

* Vậy $E_{Ne} > E_{He}$, nên hạt nhân Ne bền vững hơn He.

Chú ý : Thực nghiệm chứng tỏ rằng : độ bền vững của hạt nhân không phải do độ hụt khối (hay năng lượng liên kết) quyết định mà là do năng lượng liên kết riêng quyết định. Các hạt nhân có năng lượng liên kết riêng (năng lượng liên kết tính theo một nuclon) lớn thì càng bền vững. Các hạt nhân trung bình bền vững hơn các hạt nhân nhẹ, nặng và siêu nặng.

· Câu 150

I/ a/ Phát biểu các định luật bảo toàn trong các phản ứng hạt nhân. Viết phương trình phân rã đầy đủ của chuỗi phóng xạ sau :



b/ So sánh thành phần tia phóng xạ của một chất phóng xạ và của khối chất phóng xạ tự nhiên. Vì sao có sự khác nhau đó ?

c/ Nêu cấu tạo của hạt α

2/ a/ ${}_{92}^{238}\text{U}$ sau quá trình phóng xạ biến thành ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Khi đó mỗi nguyên tố U 238 phóng ra bao nhiêu hạt α , β ?

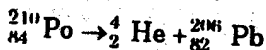
b/ Viết phương trình phóng xạ β^- của hạt nhân ${}_{7}^{13}\text{N}$, ${}_{6}^{11}\text{C}$

Lời giải

I/ a/ * Phát biểu các định luật bảo toàn trong các phản ứng hạt nhân (xem câu 146, I)

* Phản ứng đã cho viết là ${}_{83}^{210}\text{Bi} \xrightarrow{\beta} {}_{84}^{210}\text{Po} \xrightarrow{\alpha} {}_{82}^{206}\text{Pb}$

Diễn giải : ${}_{83}^{210}\text{Bi} \xrightarrow{\beta} {}_{84}^{210}\text{Po}$



b/ Nếu hiểu một chất phóng xạ là tinh khiết và khối chất phóng xạ là hỗn hợp của nhiều chất phóng xạ thì thành phần của phóng xạ có thể khác nhau hoặc không khác nhau (nếu các chất trong khối đều phân rã cùng loại).

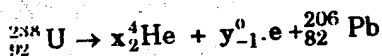
Ta tạm cụ thể hóa : chất phóng xạ C 14 và khối chất phóng xạ là mẫu quặng urani.

* C 14 phóng xạ β^- (electron) thành N không phóng xạ nữa

* U 238 phóng xạ α (${}^4_2\text{He}$) biến thành Th; Th phóng xạ β^- biến thành Pa, Pa phóng xạ $\beta^- \rightarrow \dots$ tạo thành chuỗi. Do đó quá trình phóng xạ có đủ α , β^- , γ .

c/ Hạt α là ${}^4_2\text{He}$ gồm 4 nuclon, 2 prôton và $4 - 2 = 2$ nơtron.

2/ a/ U 238 phóng xạ thành chuỗi theo nhiều kiểu, nhưng phương trình tóm tắt như nhau

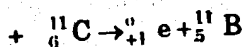
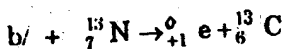


Định luật bảo toàn điện tích : $92 = 2x - 1.y + 82$ (1)

Định luật bảo toàn số khối : $238 = 4x + 0y + 206$ (2)

(2) $\rightarrow x = 8$ và (1) $\rightarrow y = 6$

Có 8 lần phóng xạ α và 6 lần phóng xạ β^-



Câu 151

I. 1/ Trình bày cấu tạo hạt nhân của ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$

2/ Thế nào là đơn vị khối lượng nguyên tử (u) ? Biết $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, hãy tính lu ra kg.

3/ Tại sao trong bảng tuần hoàn ghi $C = 12,011$ chứ không ghi $C = 12$?

4/ Tính năng lượng liên kết của hạt nhân ${}^2_1\text{H}$ biết các khối lượng $m_1 = 1,0073\text{u}$; $m_n = 1,0087\text{u}$, $m_D = 2,0136\text{u}$

$$1\text{u} = 931 \text{ MeV}/c^2$$

II. 1/ Phản ứng hạt nhân là gì ? Nêu các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân.

2/ ${}_{86}\text{Rn}^{222}$ (radon) là chất phóng xạ α .

a/ Viết phương trình của sự phóng xạ.

b/ Có bao nhiêu % năng lượng tỏa ra thành động năng của hạt α .

Giải

I.

1/ Cấu tạo của hạt nhân trả lời theo bảng trên. Các hạt nhân đã cho là đồng vị của hydro, giống nhau ở số proton, khác nhau ở số neutron (nên khác nhau về số khối A)

Hạt nhân	Số nuclôn	Số proton	Số neutron
${}^1_1\text{H}$	1	1	0
${}^2_1\text{H}$	2	1	1
${}^3_1\text{H}$	3	1	2

2/ * Đơn vị khối lượng nguyên tử là khối lượng bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng của nguyên tử đồng vị phổ biến C^{12}

* 1 mol C^{12} có $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ nguyên tử C^{12} và có khối lượng là $12\text{g} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$. Vậy lu theo định nghĩa

$$1\text{u} = \frac{1}{12} \cdot \frac{12 \cdot 10^{-3}}{6,022 \cdot 10^{23}} \approx 1,66058 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

3/ * Trong bảng tuần hoàn ghi $C = 12,011$ là vì cacbon trong tự nhiên là hỗn hợp các đồng vị của cacbon (có C^{11} , C^{12} , C^{13} , C^{14}) theo các tỉ lệ rất khác nhau.

C12 là một đồng vị của cacbon trong tự nhiên mà thôi.

* Độ hụt khối của hạt nhân ${}^2_1\text{H} \equiv {}^2_1\text{D}$ là Δm :

$$\Delta m = m_p + m_n - m_D = 1,0073 + 1,0087 - 2,0136$$

$$\Delta m = 0,0024 \text{ (u)}$$

* năng lượng liên kết của ${}^2_1\text{H}$ là ΔE

$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$. Tính theo công thức này phải đổi Δm ra kg.

Tính nhanh hơn :

$$\Delta E = 0,0024 \cdot 931 \equiv 2,23 \text{ MeV}$$

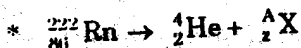
II.

1/ Phản ứng hạt nhân và các định luật bảo toàn

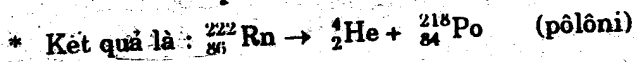
(xem 145, I ; và xem câu 146, I)

2/ Phóng xạ của radon

a/ Phương trình phản ứng



$$* \quad \begin{array}{l} 222 = 4 + A \rightarrow A = 218 \\ 86 = 2 + Z \rightarrow Z = 84 \end{array} \rightarrow {}^A_Z\text{X} = {}^{218}_{84}\text{Po}$$



b/ Động năng

* Phóng xạ : coi là hệ kín, Rn đứng yên

* Gọi, sau phản ứng : v_α , v_{Po} là vận tốc của hạt α , Po

Định luật bảo toàn động lượng cho ta

$$\vec{0} = m_\alpha \vec{v}_\alpha + m_{Po} \vec{v}_{Po} \quad (1)$$

Phương trình đại số : $m_\alpha v_\alpha + m_{Po} v_{Po} = 0$

$$\rightarrow m_\alpha v_\alpha = - m_{Po} v_{Po} \quad (2)$$

* Động năng của các hạt sau phản ứng :

Bình phương (2) và biến đổi

$$m_a^2 v_a^2 = m_{po}^2 v_{po}^2 \rightarrow m_a \cdot \frac{m_a v_a^2}{2} = m_{po} \cdot \frac{m_{po} v_{po}^2}{2}$$

Vậy : Động năng các hạt K_a & K_{po} liên hệ với nhau :

$$K_p = \frac{m_a}{m_{po}} K_a \quad (3)$$

* Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần cho ta:

$$m_{Rn} c^2 = m_a c^2 + m_{po} c^2 + k_p + k_a$$

$$\text{Suy ra } (m_{Rn} - m_a - m_{po}) c^2 = \Delta m \cdot c^2 = k_p + k_a \quad (4)$$

Trong đó năng lượng tỏa ra của phản ứng là $E = \Delta m \cdot c^2$ nên

$$E = k_p + k_a \quad (5)$$

* Vậy số % năng lượng tỏa ra biến thành động năng của hạt α là H

$$\begin{aligned} H &= \frac{k_a}{E} \cdot 100\% = \frac{k_a}{k_p + k_a} \cdot 100\% = \frac{k_a}{\frac{m_a}{m_{po}} k_a + k_a} \cdot 100\% = \\ &= \frac{m_{po}}{m_a + m_{po}} \cdot 100\% = \frac{218}{4 + 218} \cdot 100\% \approx 98,2\% \end{aligned}$$

Câu 152

1/ Thế nào là đồng vị ? Phân biệt đồng vị phóng xạ và đồng vị bền.

2/ Ứng dụng của các đồng vị phóng xạ. Định luật phóng xạ có ý nghĩa gì trong ứng dụng các đồng vị phóng xạ.

Lời giải

I.* Đồng vị

1/ Định nghĩa

* Đồng vị là các nguyên tử mà hạt nhân của chúng chứa cùng số proton (Z) nhưng khác nhau về số neutron (N) nên khác nhau về số khối ($A = Z + N$)

* Do có cùng số Z nên các nguyên tử này ở cùng vị trí (cùng ô - nên gọi là đồng vị) trong bảng tuần hoàn.

* Ví dụ: Những đồng vị ${}^1_6\text{C}$, ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{13}_6\text{C}$, ${}^{14}_6\text{C}$ ở cùng ô thứ 6 có cùng 6 electron; hạt nhân có cùng 6 prôtôn.

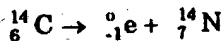
* Hầu hết các nguyên tố trong tự nhiên là hỗn hợp của một vài đồng vị theo những tỉ lệ khác nhau.

2/ Đồng vị bền và đồng vị phóng xạ

* Đồng vị bền là đồng vị mà hạt nhân không có biến đổi tự phát nào trong quá trình tồn tại còn đồng vị phóng xạ lại có quá trình biến đổi tự phát thành hạt nhân khác.

* Ví dụ : + C12 : đồng vị bền

+ C14 : đồng vị phóng xạ



+ ${}^{11}_6\text{C}$: đồng vị phóng xạ : ${}^{11}_6\text{C} \rightarrow {}^0_{+1}\text{e} + {}^{11}_5\text{B}$

+ ${}^{238}_{92}\text{U}$: đồng vị phóng xạ : ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{234}_{90}\text{Th}$

II. Ứng dụng của đồng vị phóng xạ

a/ Các đồng vị phóng xạ (tự nhiên hay nhân tạo)

* Phương pháp nguyên tử đánh dấu : Sử dụng tia phóng xạ có tính đâm xuyên; ion hóa chất khí, hủy hoại tế bào vi khuẩn để.

+ ${}^{60}_{27}\text{Co}$ phóng xạ γ : để thăm dò khuyết tật sản phẩm; để bảo quản thực phẩm, chữa bệnh ung thư (súng côban)

+ P32 để theo dõi quá trình trong thân cây

+ Đồng vị phóng xạ Fe để theo dõi vận tốc chảy của máu trong cơ thể.

+ Theo dõi điệp viên ...

* Phương pháp C14

Đo độ phóng xạ C14 ở di vật cổ (có nguồn gốc thực vật) và so sánh với độ phóng xạ của C14 ban đầu ta tìm được tuổi của di vật cổ. Cũng vậy cho Urani ta xác định được khá chính xác tuổi của Trái Đất.

b/ Ý nghĩa của định luật phóng xạ

+ Định luật cho ta phương pháp khá chính xác để xác định tuổi của di vật cổ, tuổi trái đất.

+ Dựa vào $H = H_0 e^{-\lambda t}$ hoặc $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$$\text{Với } \lambda = \frac{0,693}{T}$$

Biết H , H_0 , T hoặc N , N_0 , T ta tìm được tuổi t .

Câu 153

1/ Thế nào là

a/ Hiện tượng phóng xạ

b/ Hiện tượng phân hạch

2/ So sánh hiện tượng phóng xạ và phân hạch

3/ Trình bày định luật phóng xạ và độ phóng xạ.

Lời giải

I. Phóng xạ và phân hạch

a/ Phóng xạ : Phóng xạ là hiện tượng nguyên tử tự động phóng ra các bức xạ và biến đổi thành hạt nhân khác. Các bức xạ này mắt không thấy được nhưng nó tác dụng lên kính ảnh; ion hóa chất khí ...

b/ Phân hạch : Phân hạch là hiện tượng một hạt nhân rất nặng (U_{235} , Pu_{239}) khi hấp thụ một neutron chậm thì vỡ thành hai hạt nhân trung bình ($A = 80 \div 160$) đồng thời phóng ra 2 $\rightarrow$ 3 neutron thứ cấp và giải phóng ra một năng lượng khoảng 200MeV.

c/ So sánh

+ Giống : chúng đều là các phản ứng hạt nhân, biến đổi thành các hạt nhân khác.

+ Giống : cả hai đều tỏa ra năng lượng ở dạng động năng các hạt sau phản ứng và năng lượng bức xạ γ

+ Khác : Phóng xạ là quá trình bên trong hạt nhân, không phụ thuộc các yếu tố ngoài và chỉ được xác định bởi chu kỳ bán rã T (không đổi cho từng chất). Trong khi đó sự phân hạch phải

có sự hấp thụ neutron chậm mới xảy ra; phụ thuộc vào lượng neutron chậm trong khối và có thể khống chế được.

+ Khác : Phóng xạ có thành phần tia phóng xạ xác định (hoặc α hoặc β^+ , β^- hoặc α và γ hoặc β^- và γ) và các hạt nhân sau phản ứng là xác định. Trong khi đó sự phân rã tiến hành theo nhiều kiểu, các hạt nhân sau phản ứng không hoàn toàn xác định trước.

+ Khác : Số chất phóng xạ là rất nhiều trong khi số chất có phản ứng phân hạch chỉ có vài ba chất.

II. Định luật phóng xạ và độ phóng xạ

(Xem câu 144, I; 3 và 4)

Câu 154

Hãy trình bày về :

1/ Sự phân hạch

2/ Phản ứng dây chuyền và điều kiện

3/ Nguyên tắc hoạt động của nhà máy điện nguyên tử.

Lời giải

I. Sự phân hạch

a/ Định nghĩa

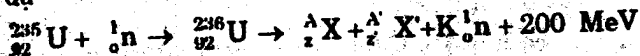
* Sự phân hạch là hiện tượng một hạt nhân loại rất nặng hấp thụ một neutron chậm (neutron nhiệt) rồi vỡ thành hai hạt nhân trung bình.

* Neutron chậm có động năng $\overline{W_d} < 0,1\text{eV}$

nên dễ được hấp thụ hơn neutron nhanh.

* Đáng chú nhất là : U, Pu239 là dễ có phân hạch nhất.

* Ví dụ



X, X' là các hạt nhân trung bình có A, A' từ 80 $\rightarrow$ 160

b/ Đặc điểm của sự phân hạch

* Có sự biến đổi thành hạt nhân trung bình

- * Sinh ra k neutron thứ cấp ($k = 2,3$); $\bar{K} = 2,5$
- * Tỏa ra năng lượng lớn ở dạng động năng của X , X' và bức xạ γ . Phản ứng tỏa năng lượng là do khối lượng các hạt trước phản ứng M_0 lớn hơn khối lượng các hạt sau phản ứng M .

Hai đặc điểm sau là quan trọng hơn cả.

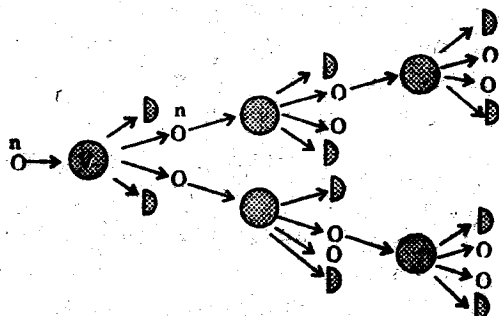
II. Phản ứng dây chuyền

a/ Phản ứng dây chuyền

* Đặc điểm quan trọng nhất của sự phân hạch là sinh ra K neutron thứ cấp. Do nhiều nguyên nhân một số neutron bị mất đi, còn lại trung bình S neutron ($S > 1$). Nếu S neutron này được làm chậm và gặp các U khác sẽ gây phân hạch và sinh ra S phân hạch, sinh ra S^2 neutron, rồi S^3 , $S^4 \dots$ neutron. Số phân hạch có tính chất dây chuyền tăng lên rất nhanh - Ta có phản ứng phân hạch dây chuyền. S được gọi là hệ số nhân neutron.

* Hình 1 vẽ phản ứng dây chuyền của hạt nhân $U235$ với $S = 2$.

* Mỗi phân hạch tỏa năng lượng 200MeV nhưng một gam $U235$ phân hạch hết sẽ tỏa ra một năng lượng tương đương với 22.000kWh (được gọi là năng lượng nguyên tử)



(H.1)

* Nếu $S > 1$ thì hệ thống gọi là *vượt hạn* : phản ứng dây chuyền xảy ra như thác lũ, khó kiểm soát hoặc không kiểm soát được (ví dụ bom nguyên tử nổ).

* Nếu $S < 1$: hệ thống *dưới hạn* : phản ứng dây chuyền không xảy ra được.

* Nếu $S = 1$: hệ thống *tới hạn* : phản ứng dây chuyền xảy ra từ từ, kiểm soát được (trong lò phản ứng hạt nhân của nhà máy điện nguyên tử)

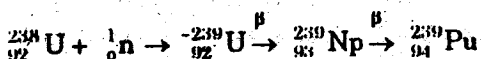
b/ Điều kiện để có phản ứng dây chuyền

* Theo phân tích ở trên để có phản ứng dây chuyền thì hệ số nhân neutron $S \geq 1$.

* Để có $S \geq 1$ khối lượng chất thực hiện phân hạch phải lớn hơn một khối lượng nhỏ nhất gọi là khối lượng tới hạn m_t .

* Nếu khối chất phân hạch không phải là U235 nguyên chất mà chỉ được làm giàu thì m_t phải lớn hơn nữa.

* *Chú ý* : Có thể dùng U235 nguyên chất, hoặc U235 làm giàu, hoặc chế tạo Pu239 từ U238 theo phản ứng sau để có phản ứng dây chuyền



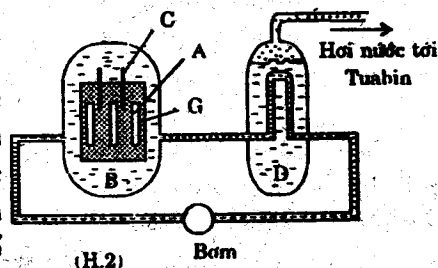
III. Nhà máy điện nguyên tử

* Bộ phận chính là lò phản ứng hạt nhân (H.2). Nhiên liệu hạt nhân là các thanh Urani tự nhiên làm giàu U235 (thanh A). Chúng được đặt trong khối chất làm chậm G (ví dụ D_2O , than chì...) để làm giảm vận tốc của neutron

cho U235 dễ hấp thụ thanh điều chỉnh C không bị phân hạch mà hấp thụ được neutron (như Bo, cadimi) dùng để điều chỉnh sao cho $S = 1$, hoặc hạn chế công suất hoặc tắt dần, tắt hẳn phản ứng dây chuyền.

* Phản ứng dây chuyền thực hiện ở lò này, tỏa ra một năng lượng lớn được chất tải nhiệt lỏng đi qua lò hấp thụ đến lò sinh hơi D chứa nước. Nước ở D hấp thụ năng lượng của chất tải nhiệt nhường cho biến thành hơi nước để đưa vào tuabin. Tuabin hơi nước quay làm quay máy phát điện.

* Nước tải nhiệt nguội đi được bơm đưa trở về lò phản ứng hạt nhân.



* Nếu kĩ thuật tốt, an toàn cao thì nhà máy điện nguyên tử rất tiện lợi : kích thước nhỏ, tiêu tốn ít nhiên liệu có thể đặt lò phản ứng cả trên tàu thủy, máy bay, tàu hỏa ...

Câu 155

Phản ứng nhiệt hạch là gì ? Điều kiện của phản ứng ? Vì sao người ta quan tâm nhiều đến năng lượng nhiệt hạch ?

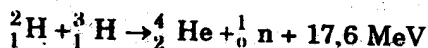
Lời giải

I. Định nghĩa

* Phản ứng nhiệt hạch là phản ứng kết hợp hai hạt nhân nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn.

* Đó là phản ứng tỏa năng lượng.

* Ví dụ : ${}_1^2\text{H} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He} + {}_0^1\text{n} + 3,25 \text{ MeV}$



* Mỗi phản ứng nhiệt hạch tỏa năng lượng bé hơn phản ứng phân hạch nhưng năng lượng tỏa theo khối lượng nhiên liệu thì lớn hơn nhiều.

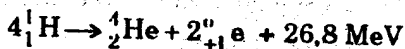
II. Điều kiện

* Điều kiện quan trọng để phản ứng nhiệt hạch xảy ra là nhiệt độ rất cao. Bởi vì như vậy mới đủ năng lượng để hai hạt nhân thắng được lực đẩy Coulomb kết hợp với nhau thành hạt nhân mới.

* Ví dụ :

+ Các phản ứng trên (ví dụ trong bom khinh khí) phải nâng nhiệt độ của hydro lên đến 50 + 100 triệu độ. Vì vậy mới gọi là phản ứng nhiệt hạch.

+ Ví dụ : Trên mặt trời thường xuyên có phản ứng nhiệt hạch (đó là nguồn gốc năng lượng Mặt Trời) ở nhiệt độ rất cao. Theo nhà bác học Betơ trên Mặt Trời xảy ra chuỗi phản ứng kết hợp gọi là chu trình cacbon - nitơ.



III. Lý do quan tâm đến năng lượng nhiệt hạch

* Năng lượng này là nguồn vô tận vì nhiên liệu là ${}^2_1\text{H}$ (đơteri) ${}^3_1\text{H}$ (triti) có rất nhiều trên trái đất (trong nước)

* Về sinh thái nguồn năng lượng này "sạch" hơn phản ứng dây chuyền vì ít có bức xạ và chất thải phóng xạ làm ô nhiễm môi trường.

Câu 156.

Có thể em chưa biết chi tiết chu trình cacbon - nitơ, chu trình proton - proton ?

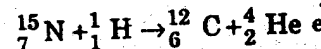
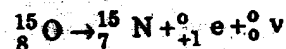
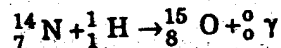
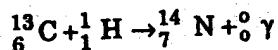
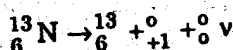
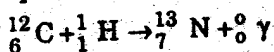
Lời giải

I. Chu trình cacbon - nitơ

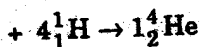
* Các phản ứng nhiệt hạch chần chần là một trong các nguồn năng lượng của các vì sao và mặt trời. Năng lượng tỏa ra theo nhiều con đường mà một con đường là chu trình cacbon - nitơ do H. Bethe đưa ra 1939 :

* Kết quả của chu trình : $4 {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^0_{+1}\text{e} + 26,8 \text{ MeV}$.

* Các phản ứng chi tiết và sơ đồ vòng



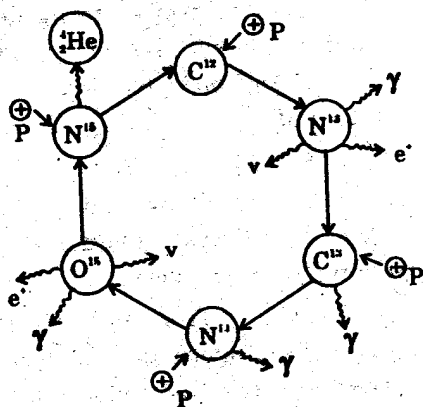
* Kết quả là :



+ Lượng cacbon không đổi, là chất xúc tác.

+ Nhiệt độ hàng chục triệu độ

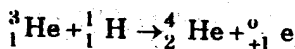
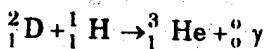
+ Tỏa ra năng lượng 26 MeV.



1. Chu trình prôtôn - prôtôn :

* Bên trong các ngôi sao lạnh hơn và mặt trời có thể xảy ra chu trình khác = chu trình p-p. (Do Bethe và Kritsfilđ đưa ra 1938).

* Cụ thể là : ${}_1^1\text{H} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_1^2\text{D} + {}_{+1}^0\text{e} + {}_0^0\nu$



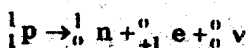
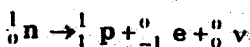
* Quá trình này cũng dẫn đến tạo thành heli từ bốn hạt nhân ${}_1^1\text{H}$: $4{}_1^1\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + 2{}_{+1}^0\text{e} + {}_0^0\nu + {}_0^0\gamma$ và tỏa ra một năng lượng 26MeV (700.000 kWh) ứng với từng 4g heli một.

Câu 157

Để hiểu sâu hơn chương 9 cần chú ý thêm những gì ?

Lời giải

1) Hiện tượng phóng xạ diễn ra trong hạt nhân. Trong phóng xạ β^- và β^+ không thể hiểu là electron và pôzitron đã có sẵn trong hạt nhân rồi phóng ra mà thực chất là hệ quả của quá trình biến đổi của prôtôn và nơtron.



Trong phóng xạ β^- , electron phóng ra từ hạt nhân chứ không phải từ lớp vỏ điện tử.

Các phản ứng hóa học, nén chất phóng xạ, đốt cháy nó... đều chỉ tác động ở lớp vỏ điện tử, không ảnh hưởng đến hạt nhân nên không làm thay đổi hiện tượng phóng xạ.

2) Trong phóng xạ β^+ , β^- ; ngoài electron và pôzitron phóng ra còn có nơtrino (${}_0^0\nu$) phóng ra khỏi hạt nhân. Hạt này mang năng lượng, không có khối lượng tĩnh và không có điện tích.

3) Các phóng xạ α hay β hay có phóng xạ γ đi cùng. Photon của tia γ mang năng lượng nhưng không có khối lượng tĩnh và không có điện tích.

${}^0_0\nu$ và ${}^0_0\gamma$ về hình thức như nhau, đặc điểm khối lượng và điện tích như nhau (không có) nhưng chúng khác nhau ở các đặc trưng (như spin, mômen từ...).

Khi cần tính toán năng lượng của phản ứng, nhất thiết phải ghi sự có mặt của ${}^0_0\nu$ và ${}^0_0\gamma$ trong các phương trình.

Khi không cần tính năng lượng thì không cần ghi chúng vào phương trình và định luật bảo toàn A và Z vẫn không bị vi phạm.

4) Độ hụt khối Δm cho biết khối lượng của tất cả các nuclôn bị giảm bao nhiêu và không nên hiểu mỗi nuclôn giảm đi một khối lượng là $\Delta m/A$.

Các nuclôn trong hạt nhân không còn giữ nguyên đặc trưng khi chúng ở riêng lẻ. Trong hạt nhân luôn có sự biến đổi $p \rightleftharpoons n$ và khối lượng từng hạt cũng biến đổi. Khối lượng, điện tích của hạt nhân, số Z và N không đổi nhưng không thể xác định khối lượng của mỗi nuclôn.

Câu 158

Em có biết những dụng cụ gì nghiên cứu hạt nhân ?

Lời giải

I. Kính nhấp nháy của Kruc :

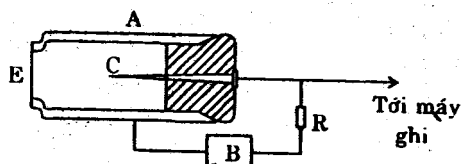
* Một mũi kim A ở đầu có ít bromua radii (chất phóng xạ) tia phóng xạ là hạt phát ra từ đó tới đập vào màn có phủ Sunphua kẽm và gây trên màn một chấm sáng.

* Nhìn qua kính lúp, giữ mắt trong bóng tối ta đếm được số chấm sáng (số hạt tới màn) trong thời gian nào đó.

* Kính này khó quan sát tia β vì electron có khối lượng rất bé gây nên các chấm sáng rất yếu trên màn.

II. Ống đếm Gaighe - Muyle

* Ống trụ rỗng kim loại A có cửa sổ mica E. Trong A có khí rất loãng và mũi nhọn C.



* Nguồn một chiều cao thế B nối vỏ ống và kim C tạo nên điện trường mạnh.

* Khi có một hạt của tia phóng xạ lọt qua E nó ion hóa khí trong ống A, trong A có phóng điện tạo nên dòng đoản thời máy ghi sẽ ghi được một xung điện và máy đếm đếm được một đơn vị.

* Máy có thể đếm được số hạt lọt vào máy đếm xung.

III. Buồng Uyn - sơn

* Nguyên tắc chính : Một hạt có vận tốc lớn bay vào khoảng không gian có chứa hơi quá bão hòa thì hạt đó tạo nên các ion trên đường đi của mình.

* Các ion trở thành các tâm ngưng tụ, tại đó hơi nước được ngưng kết dưới dạng các hạt nhỏ tạo thành vệt mảnh. Đó là hình ảnh quỹ đạo của hạt.

IV. Buồng bọt

* Các hạt tích điện nhanh đi qua chất nước quá nóng (lúc dầu nước trong buồng ở áp suất cao để chưa sôi rồi hạ áp suất nước xuống đột ngột làm nước trở thành quá nóng, không bền) sẽ xuất hiện các bọt hơi ở các ion.

* Nhờ vệt vết của hạt rõ nét. Đường đi các hạt ngắn nên được giữ lại trong buồng. Điều đó cho phép quan sát càng biến đổi liên tiếp của hạt và các phản ứng do hạt gây ra.

* Nhờ buồng bọt người ta đã phát hiện ra nhiều hạt sơ cấp mới.

V. Máy gia tốc hạt

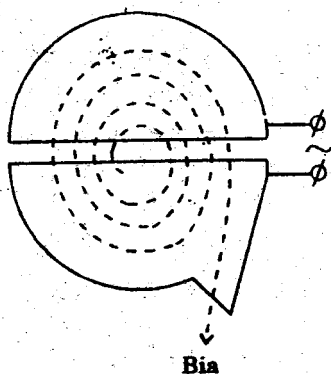
* Ví dụ : máy xiclôtron.

* Hai hộp chữ D trong chân không nối với nguồn xoay chiều tần số f . Ở giữa khe hở của hai hộp chữ D có $\vec{E}$ biến thiên tuần hoàn.

* Một từ trường mạnh, đều vuông góc với mặt hai hộp chữ D.

* Điều chỉnh cho f nguồn xoay chiều phù hợp để khi electron (hay một hạt mang điện) đi vào khe hở thì $\vec{F}$

điện trường tăng tới hạt. Khi vào trong từ trường (hai hộp chữ D); hạt chịu lực Lorenxơ bẻ cong quỹ đạo.



$$F_{nt} = F_L = qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$$

* Vận tốc hạt v ngày một tăng làm cho R ngày một lớn, quỹ đạo của hạt là đường xoắn ốc và đến khi v của hạt đủ lớn ta hướng nó tới bia để gây phản ứng hạt nhân. Cái khó ở đây là làm cho f của nguồn xoay chiều cùng tần số với tần số quay của hạt (đồng bộ).

* Vậy máy gia tốc hạt có tác dụng làm tăng tốc các hạt đến khi có đủ năng lượng (vào cỡ vài chục MeV) để gây nên các phản ứng hạt nhân.

Câu 159.

Cách xác định năng lượng tỏa hay thu trong một phản ứng hạt nhân?

Lời giải

1) Cho các khối lượng của các hạt nhân

* $A + B \rightarrow C + D$

* $M_0 = M_A + M_B$ và $M = M_C + M_D$

* Nếu $\Delta M = (M_0 - M) > 0$ thì phản ứng tỏa năng lượng

$$\Delta E = \Delta M \cdot c^2 = [(M_A + M_B) - (M_C + M_D)] \cdot c^2$$

* Nếu $M_0 < M$ thì $\Delta M = (M_0 - M) < 0$ phản ứng thu năng lượng với $\Delta E = [(M_C + M_P) - (M_A + M_B)] \cdot c^2$

2) Nếu cho hoặc tìm được các động năng các hạt

* Ta dùng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần :

$$M_A \cdot c^2 + T_A + M_B \cdot c^2 + T_B = M_C \cdot c^2 + T_C + M_D \cdot c^2 + T_D$$

(T_A, T_B, T_C, T_D) : các động năng)

* Thì năng lượng tỏa hay thu là ΔE :

$$\Delta E = [(M_A + M_B) - (M_C + M_D)] \cdot c^2 = (T_C + T_D) - (T_A + T_B)$$

$\Delta E > 0$: phản ứng tỏa năng lượng

$\Delta E < 0$: phản ứng thu năng lượng

3) Nếu biết độ hụt khối của từng hạt nhân trong phản ứng

* Ví dụ : ${}_1^2\text{D} + {}_1^3\text{T} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$

Biết độ hụt khối của các hạt nhân là :

$$\Delta m_D = 0,0024(\mu) ; \Delta m_T = 0,0087(\mu) ; \Delta m_{He} = 0,0305(\mu)$$

Phản ứng tỏa hay năng lượng bao nhiêu ? $\mu = 931 \text{ MeV}/c^2$

$$\text{Giải : } * \Delta m_P = m_P = m_H - m_D \rightarrow m_D = m_P + m_H - \Delta m_D \quad (1)$$

$$* \Delta m_T = m_P + 2m_H - m_T \rightarrow m_T = m_P + 2m_H - \Delta m_T \quad (2)$$

$$* \Delta m_{He} = 2m_P + 2m_H - m_{He} \rightarrow m_{He} = 2m_P + 2m_H - \Delta m_{He} \quad (3)$$

* Do năng lượng tỏa hay thu của phản ứng ΔE tính theo :

$$\Delta E = (m_D + m_T - m_{He} - m_n) \cdot c^2 \quad (4)$$

Nên đưa (1), (2), (3) vào (4), biến đổi ta có :

$$\Delta E = (\Delta m_{He} - \Delta m_D - \Delta m_T) \cdot c^2 = \Delta m \cdot c^2 \quad (5)$$

* Thế số tìm $\Delta m = 0,0305 - 0,0024 - 0,0087 = 0,0194(\mu)$

$$\Delta E = 0,0194 \cdot 931 \approx 18,06 \text{ MeV}$$

$\Delta E > 0$: phản ứng tỏa năng lượng.

Câu 160

Xác định biểu thức năng lượng của electron trong nguyên tử theo Bo.

Lời giải

* Bo vận giữ hình ảnh "mẫu hành tinh nguyên tử" của Rôđơphơ electron chuyển động tròn quanh hạt nhân do lực tĩnh điện đóng vai trò của lực hướng tâm.

* Năng lượng của electron bao gồm : động năng chuyển động của electron quanh hạt nhân cộng với thế năng tĩnh điện giữa hạt nhân và electron.

Gọi m , e , v : khối lượng, điện tích, vận tốc của electron.

Điện tích hạt nhân hydro là $+e$.

Bán kính quỹ đạo thứ n của electron là r_n .

Năng lượng của electron ở quỹ đạo thứ n là :

$$E_n = E_k + E_{dl} = -\frac{Ke^2}{r_n} + \frac{mv^2}{2} \quad (1)$$

* Lực hút Coulomb giữa electron và hạt nhân đóng vai trò lực hướng tâm :

$$\frac{Ke^2}{r_n^2} = \frac{mv^2}{r_n} \Rightarrow mv^2 = \frac{Ke^2}{r_n} \quad (2)$$

* Đưa (2) vào (1) rồi biến đổi ta có : $E_n = -\frac{Ke^2}{2r_n} \quad (3)$

* Theo qui tắc chọn lọc của Bo ta đã biết hệ quả :

$$r_n = r_0 n^2 \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (4)$$

* Đưa (4) vào (3) :

$$E_n = -\frac{Ke^2}{2r_0} \cdot \frac{1}{n^2} \quad (5)$$

* Theo (5) : Năng lượng của electron trong nguyên tử có giá trị âm, gần hạt nhân, (n bé) năng lượng E_n càng bé.

* Khi $n = 1$; E_1 là nước năng lượng khi electron ở gần hạt nhân nhất :

$$E_1 = -\frac{Ke^2}{2r_0} = -\frac{9.10^9 \cdot (1.6.10^{-19})^2}{2.5.10^{-11}}$$

$$E_1 \approx -21,74.10^{-19} \text{ J} = -\frac{21,74.10^{-19}}{1,6.10^{-19}} \approx -13,6 \text{ (eV)}$$

* (5) biên thành : $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \quad (6)$

* Khi $n = \infty$ thì $E_\infty = 0$.

* Ion hóa nguyên tử hydro có nghĩa là cung cấp thêm năng lượng cho electron để đưa nó từ E_1 đến E_∞ . Năng lượng ion hóa là E .

$$E = E_\infty - E_1 = 0 - (-13,6) = 13,6 \text{ (eV)}$$

2 DÀNH CHO CHƯƠNG TRÌNH PHÂN BAN

1. CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT ĐIỂM

A. Các vấn đề cơ bản

- * Vận tốc và gia tốc trong chuyển động thẳng
- * Vận tốc và gia tốc trong chuyển động cong
- * Vận tốc và gia tốc trong chuyển động tròn, tròn đều.
- * Lực hướng tâm trong chuyển động tròn đều.
- * Phương pháp tọa độ.

B. Kiến thức cần thiết

- * Các định luật Newton.
- * Giới hạn
- * Đạo hàm.

C. Các câu hỏi

Câu 161.

Tìm vận tốc và gia tốc trong chuyển động thẳng ?

Lời giải

I. Vận tốc trong chuyển động thẳng

- * Cho chất điểm chuyển động thẳng dọc theo trục xx' ở thời

điểm t , chất điểm ở M , vận tốc $\vec{v}$

Sau thời gian Δt , ở thời điểm $t + \Delta t$, chất điểm ở M_1 , vận tốc $\vec{v}_1$

- * Gọi $\vec{\Delta S} = \vec{MM}_1$ là vectơ độ dời ứng với khoảng thời gian Δt . Vận tốc trung bình trong khoảng Δt là :

$$\vec{v}_{trb} = \frac{\vec{\Delta S}}{\Delta t} \quad (1)$$

* Vận tốc tức thời ở thời điểm t (hoặc ở vị trí M trên quỹ đạo) là giới hạn của vận tốc trung bình khi $\Delta t \rightarrow 0$

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{\Delta S}}{\Delta t} \quad (2)$$

* Chuyển (2) về giá trị đại số.

Vị trí M xác định qua tọa độ x .

Vị trí M_1 xác định qua tọa độ $x_1 = x + \Delta x \Rightarrow \Delta x = x_1 - x$ và

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = v = \frac{dx}{dt} \quad (3)$$

* Giá trị đại số của $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{\Delta S}}{\Delta t}$, tức là giá trị đại số của $\vec{v}$ chính là $\frac{dx}{dt}$. Ta có định lý sau: Vận tốc tức thời của chất điểm chuyển động trên một trục tọa độ bằng đạo hàm bậc nhất của tọa độ

$$v = \frac{dx}{dt} \quad (4)$$

II. Gia tốc trong chuyển động thẳng

* Thông thường vận tốc là một hàm số của thời gian $v = v(t)$.

* Trong khoảng thời gian Δt , độ biến thiên vận tốc là

$$\vec{\Delta v} = \vec{v}_1 - \vec{v}$$

* Gia tốc trung bình khoảng Δt là:

$$\vec{a}_{trb} = \frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t} \quad (5)$$

* Gia tốc tức thời tại thời điểm t (hoặc ở vị trí M) là:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t} \quad (6)$$

* Chuyển sang giá trị đại số thì:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (7)$$

Ta có định lý : Gia tốc tức thời của chất điểm chuyển động trên một trục tọa độ có giá trị đại số bằng đạo hàm hạng nhất của vận tốc, hoặc đạo hàm hạng hai của tọa độ.

* Chọn chiều chuyển động làm chiều dương, $v > 0$. Nếu vận tốc tăng, vật chuyển động nhanh dần, $\frac{dv}{dt} > 0$ nghĩa là $a > 0$.

Nếu vận tốc của vật giảm dần, vật chuyển động chậm dần, $\frac{dv}{dt} < 0$, nghĩa là $a < 0$.

Như vậy : Giá trị đại số của vận tốc và gia tốc cùng dấu thì chuyển động là nhanh dần, và nếu ngược dấu thì chuyển động là chậm dần.

Câu 162.

1) Vận dụng các định lý xác định vận tốc và gia tốc cho chuyển động thẳng biến đổi đều và đều như thế nào ?

2) Nghiên cứu chuyển động thẳng của một chất điểm có phương trình tọa độ là: $x = t^3 - 3t^2$ trong các giai đoạn $(-\infty < t < +\infty)$

Lời giải

I. Áp dụng cho chuyển động thẳng

a) Chuyển động thẳng đều

* Qui ước $t_0 = 0$; phương trình tọa độ là $x = x_0 + vt$ (1)
 x_0 : tọa độ ban đầu ; $v = \text{const}$.

$$* \quad v = \frac{dx}{dt} ; a = \frac{d^2x}{dt^2} = 0 \quad (2)$$

b) Chuyển động thẳng biến đổi đều

$$* \quad \text{Qui ước } t_0 = 0 ; x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (3)$$

Với x_0 là tọa độ đầu $v_0 = \text{const} ; a = \text{const}$.

* Vận tốc tức thời $v = \frac{dx}{dt} \approx v_0 + at$ (4)

* Gia tốc $a = \frac{dv}{dt}$ (5)

II. Vận dụng

* Phương trình tọa độ $x = t^3 - 3t^2$ (6) đã cho không biểu diễn một chuyển động thẳng biến đổi đều.

* $x = t^3 - 3t^2 = t^2(t - 3) = 0$ khi $t = 0$ và $t = 3$.

* Vận tốc: $v = \frac{dx}{dt} = 3t^2 - 6t = 3t(t - 2)$ (7)

$v = 0$ khi $t = 0$ và $t = 2$

* Gia tốc: $a = \frac{dv}{dt} = 6t - 6 = 6(t - 1)$ (8)

$a = 0$ khi $t = 1$

* Lập bảng dấu sau:

t	$-\infty$	0	1	2	3	$+\infty$
x	$-\infty$	↗ 0	↘ -2	↘ -4	↗ 0	↗ $+\infty$
v	+	0		0	+	+
a			0	+	+	+

* Từ bảng dấu ta tìm ra đặc điểm của các giai đoạn chuyển động sau:

+ $t = -\infty \div 0$; v và a trái dấu; vật từ $-\infty$ đến tới gốc tọa độ $x = 0$; chậm dần dừng ở $x = 0$.

+ $t = 0 \div 1$; v và a cùng dấu; vật đi ngược lại từ gốc tọa độ $x = 0$ đến $x = -2$; nhanh dần.

+ $t = 1 \div 2$; v và a trái dấu; vật đi ngược lại từ $x = -2$ đến $x = -4$ chậm dần, ở $x = -4$; $v = 0$.

+ $t = 2 \div 3$; a và v cùng dấu, vật đổi chiều chuyển động tiến tới, từ $x = -4$ đến gốc tọa độ $x = 0$, nhanh dần.

+ $t = 3 \div +\infty$; a và v cùng dấu, vật đi tới từ $x = 0$ đến $x = +\infty$; nhanh dần.

Câu 163.

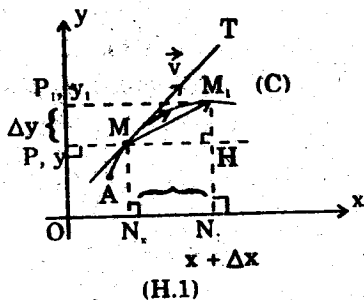
Tìm vận tốc và gia tốc trong chuyển động cong ?

Lời giải

I. Vận tốc trong chuyển động cong

* Giả sử chất điểm chuyển động dọc theo một đường cong phẳng (C).

* Ở thời điểm t , chất điểm ở $M(x, y)$ có điểm chiếu lên Ox là N, lên Oy là P. Ở thời điểm $t + \Delta t$ chất điểm ở $M_1(x_1, y_1)$ có các điểm chiếu là N_1, P_1 .



* Trong thời gian Δt , chất điểm thực hiện một độ dời là $\vec{AP} = \vec{MM}_1$; Dây cung MM_1 không trùng với cung $\widehat{MM}_1$ khi Δt bất kỳ.

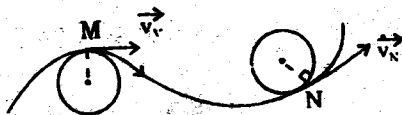
* **Định nghĩa**: Vectơ vận tốc tức thời ở thời điểm t (hay tại vị trí M) là giới hạn của tỉ số $\frac{\vec{\Delta r}}{\Delta t}$ khi $\Delta t \rightarrow 0$.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{\Delta r}}{\Delta t} \quad (1)$$

($\vec{v}$ có hướng của $\vec{\Delta r}$)

* Khi $\Delta t \rightarrow 0$; M_1 chạy trên (C) tiến tới M; dây cung MM_1 tiến tới trùng với tiếp tuyến MT của (C) tại M. Như vậy trong chuyển động cong; vectơ vận tốc tức thời ở mỗi điểm có phương là phương tiếp tuyến với quỹ đạo cong ở điểm ấy. Chiều của $\vec{v}$ này lấy là chiều của chuyển động.

* Phương của $\vec{v}$ vuông góc với bán kính chính khúc ở mỗi điểm trên quỹ đạo cong.



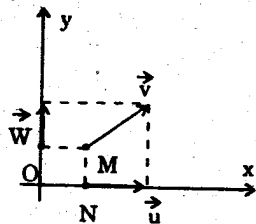
* Khi M_1 chạy trên (C) tiến tới M thì các điểm chiếu N_1 tiến dần tới N dọc theo Ox ; P_1 tiến dần tới P dọc theo Oy.

Chúng đều có vận tốc là $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \vec{v}_x$ và

$\vec{W} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{y}}{\Delta t} = \vec{v}_y$, chuyển về dạng đại số ta có :

$$v_x = u = \frac{dx}{dt} \quad (2)$$

$$v_y = W = \frac{dy}{dt} \quad (3)$$



* Vì $u \perp W$ nên độ lớn của $\vec{v}$ xác định qua :

$$|\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} \quad (4)$$

* Nếu chọn A trên (C) làm gốc ta có thể xác định M qua hoành độ cong là độ dài đại số $S = \overset{\wedge}{AM}$.

Khi $\Delta t \rightarrow 0$ thì $\vec{v}$ theo phương tiếp tuyến với (C) ở M và

$$\vec{v} = \frac{d\vec{S}}{dt} \quad (5)$$

II. Gia tốc trong chuyển động cong

* Nói chung vận tốc là một hàm số của thời gian : $\vec{v} = \vec{v}(t)$

* Trong khoảng thời gian Δt ; vận tốc có độ biến thiên

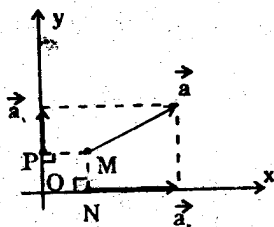
$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_1 - \vec{v}$$

$\vec{v}_1$ tại M_1 ; $\vec{v}$ tại M

* Gia tốc trung bình : $a_{trb} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (6)$

* **Định nghĩa** : Gia tốc tức thời ở thời điểm t là giới hạn của tỉ số $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ khi $\Delta t \rightarrow 0$.

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (7)$$



* Lập luận tương tự như vận tốc các điểm chiếu N, P có gia tốc :

$$a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (8)$$

$$a_y = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_y}{\Delta t} = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d^2 y}{dt^2}$$

* Do $\vec{a}_x \perp \vec{a}_y$ nên :

$$|a| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{\left(\frac{dv_x}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dv_y}{dt}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{d^2 x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2 y}{dt^2}\right)^2} \quad (10)$$

* **Chú ý** : Phương pháp trên dùng cho nghiên cứu chuyển động cong nói chung. Trong chuyển động tròn ta có thể dùng hình học để xác định a không phụ thuộc hệ tọa độ.

Câu 164.

Trình bày về chuyển động tròn :

- Các đại lượng đặc trưng cho chuyển động tròn.
- Các đại lượng đặc trưng cho chuyển động tròn đều.
- Tìm hướng và độ lớn của gia tốc trong chuyển động tròn đều.

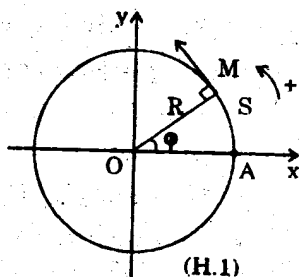
Lời giải

I. Chuyển động tròn

* **Vị trí của chất điểm M** chuyển động tròn có thể xác định theo các cách (H.1)

- + Bằng các tọa độ $M(x, y)$
- + Bằng hoành độ cong $S = \widehat{AM}$ khi chọn điểm gốc A, chiều dương theo quy ước lượng giác.

+ Bằng góc quét φ , $\varphi = \widehat{MOA}$ do bán kính lưu động OM quét được tính từ OA; góc quét φ cùng dấu đại số với S và được xác định sai khác một số nguyên lần vòng tròn.



$$\varphi = \varphi_0 + 2k\pi \quad (1)$$

* Vận tốc dài :

+ Kết quả ở câu 163; $\vec{v}$ tiếp tuyến với quỹ đạo tròn ở mỗi điểm, $\vec{v} \perp OM$.

$$+ \text{ Ta đã có } v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt} \quad (2)$$

+ Vận tốc góc

+ Sau Δt , OM quét được một góc $\Delta\varphi$. Ta có vận tốc góc trung bình $\bar{\omega} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$

$$+ \text{ Vận tốc góc tức thời : } \omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt} \quad (3)$$

Vậy vận tốc góc bằng đạo hàm hạng nhất của góc quét.

+ Chú ý đo φ bằng rad với $1 \text{ rad} = \frac{360}{2\pi} = 57^\circ 18'$ ta có đơn vị của v là m/s.

Đơn vị của ω là rad/s.

* Quan hệ giữa ω và v :

+ Do $S = R\varphi$ với $r = \text{const}$

$$\text{Nên : } v = \frac{dS}{dt} = \frac{d}{dt}(R\varphi) = R \frac{d\varphi}{dt} = R\omega.$$

+ Vậy $v = \omega R$ (4)

II. Chuyển động tròn đều

* **Đặc điểm:** Quỹ đạo tròn, $R = \text{const}$; $\omega = \text{const}$; $v = \text{const}$

* **Các phương trình cơ bản**

Hoành độ cong: $S = v \cdot t$ (5)

Góc quét: $\varphi = \omega t$ (6)

* **Tính chất và đại lượng đặc trưng:**

+ Tính tuần hoàn: Sau một vòng quay (mất thời gian $1T$) vị trí chất điểm trở về vị trí cũ.

+ Do vậy ta có đại lượng đặc trưng là chu kỳ quay T (đo bằng s) và tần số quay f (đo bằng Hz - Hec)

$1T$ là thời gian chất điểm quay được một vòng

$1f$: là số vòng quay trong 1s.

+ T và f tỉ lệ nghịch với nhau: $f = \frac{1}{T}$ (7)

+ Cách xác định:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R}{\omega R} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad (8)$$

III. Gia tốc trong chuyển động tròn đều

+ $\vec{v}$ luôn đổi hướng nên có $\vec{a} \neq 0$;
 $v = v$

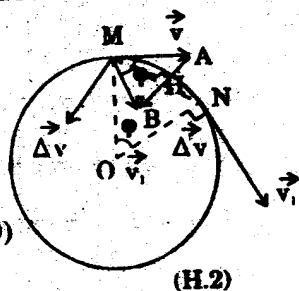
+ **Hướng của $\vec{a}$**

* Định nghĩa trên $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ (9)

* Xác định $\vec{\Delta v} = \vec{v}_1 - \vec{v}$ (xem H.2)

* Do góc có cạnh tương ứng vuông góc nên:

$$\widehat{AMB} = \widehat{MON} = \varphi; \Delta MAB \text{ cân}; MH \perp \Delta \vec{v}$$



* Khi $\Delta t \rightarrow 0$; $N \rightarrow M$; $\vec{v}_1 = \vec{MB}$ tiến tới trùng với $\vec{v} = \vec{MA}$; MH tiến tới trùng MA ; $\Delta \vec{v}$ tiến tới trùng bán kính MO ; $\vec{a}$ lấy hướng của $\Delta \vec{v}$ nên $\vec{a}$ có hướng trùng với MO .

* Vậy $\vec{a}$ đặt ở M hướng vào O ; nên ta gọi $\vec{a}$ trong chuyển động tròn đều là gia tốc hướng tâm.

+ Độ lớn của $\vec{a}$

* $\Delta MAB \sim \Delta MON$ thì $\frac{BA}{MN} = \frac{MA}{OM}$ hay $\frac{\Delta v}{MN} = \frac{v}{R}$

* Khi $\Delta t \rightarrow 0$ thì $MN = \widehat{MN} = v \cdot \Delta t$ nên

$$\frac{\Delta v}{v \cdot \Delta t} = \frac{v}{R} \Rightarrow \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2}{R} = a \text{ (khi } \Delta t \rightarrow 0 \text{)}$$

* Vậy độ lớn của gia tốc hướng tâm trong chuyển động tròn đều là không đổi và bằng

$$a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R. \quad (10)$$

Câu 165.

Nêu nội dung của các định luật Newton ? Khi ứng dụng chúng cần chú ý đến vấn đề gì ?

Lời giải

I. Định luật 1

* **Phát biểu định luật** : Nếu một vật chịu các tác dụng cân bằng nhau của các lực (vật giả cô lập) thì nó đứng yên hay chuyển động thẳng đều.

* Khi $\sum \vec{F}_i = \vec{0}$ thì $\vec{a} = \vec{0}$ và $\vec{v} = \text{const}$

* Định luật I còn gọi là định luật quán tính. Hệ quy chiếu quán tính là hệ mà định luật I được nghiệm đúng.

Ví dụ : Thí nghiệm trong vài giờ, ta có thể coi hệ quy chiếu gắn với trái đất là hệ quy chiếu quán tính.

* *Chú ý* rằng Hệ quy chiếu không quán tính là một hệ quy chiếu chuyển động có gia tốc. Để có sự cân bằng trong hệ quy chiếu này ta phải quan niệm ngoài các lực thông thường còn có lực quán tính ; ví dụ trong hệ quy chiếu quay ta có thêm lực quán tính ly tâm.

II. Định luật 2

* Phát biểu định luật : Gia tốc của một vật tỉ lệ thuận với lực F tác dụng vào nó và tỉ lệ nghịch với khối lượng m của nó.

$$* \quad \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \text{ hoặc } \vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (1)$$

* *Chú ý* : + Trong công thức (1) $m > 0$ nên $\vec{F}$ và $\vec{a}$ luôn cùng hướng.

+ Có thể hiểu $\vec{F} = \sum \vec{F}_i$; $\vec{F}_i$ các lực tác dụng vào vật

+ Có thể hiểu $\vec{F}$: hợp lực tác dụng vào vật, $m = \sum m_i$: khối lượng của hệ vật chịu tác dụng của hợp lực $\vec{F}$ thì $\vec{a}$ là gia tốc của hệ.

III. Định luật 3

* Phát biểu định luật : Khi vật A tác dụng vào vật B một lực thì vật B tác dụng trở lại vật A một lực. Hai lực này là hai lực trực đối, nghĩa là cùng giá, cùng độ lớn, ngược chiều và đặt vào hai vật khác nhau.

$$* \quad \vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

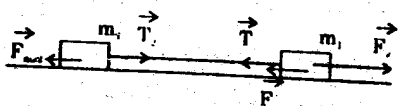
* Nếu $\vec{F}_{AB}$ là lực thì $\vec{F}_{BA}$ là phản lực. Cách gọi này cũng có thể đổi ngược lại.

* Hai lực trực đối không phải là hai lực cân bằng vì không đặt vào cùng một điểm đặt.

* *Chú ý* : Có thể cặp lực lúc này là lực trực đối nhưng lúc khác có thể là cặp lực cân bằng. Ví dụ: hai vật nối nhau bằng

dây không có khối lượng, không dãn thì khi xét riêng từng vật các lực $\vec{T}_1$ và $\vec{T}_2$ là hai lực trực đối, không triệt tiêu nhau (xem hình).

Nhưng khi xét $m_1 + m_2$ như một hệ vật thì $\vec{T}_1, \vec{T}_2$ là hai lực cân bằng và



$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}, \text{ phương trình cho } m_1 + m_2 \text{ là}$$

$$F_K - F_{mn1} - F_{mn2} = (m_1 + m_2)a$$

Câu 166.

Áp dụng các định luật Newton cho chuyển động tròn đều như thế nào ?

Lời giải

I. Lực hướng tâm

- * Trong chuyển động tròn đều, vật có gia tốc hướng tâm :

$$a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R \quad (1)$$

(v : vận tốc dài, ω : vận tốc góc, R : bán kính quỹ đạo)

- * Theo định luật II Newton, vật phải chịu một lực :

$$\vec{F} = m \vec{a} \quad (2)$$

$\vec{F}$ và $\vec{a}$ cùng hướng, nên $\vec{F}$ đặt vào vật chuyển động tròn, hướng vào tâm, ta gọi $\vec{F}$ là lực hướng tâm.

- * Như vậy lực hướng tâm là lực tác dụng vào vật chuyển động tròn đều. Nó có độ lớn là

$$F = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R \quad (3)$$

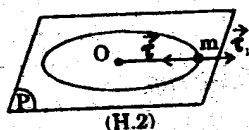
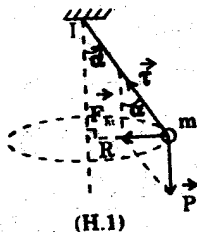
- * **Chú ý :** Lực hướng tâm không phải là lực nào xa lạ mà là các lực quen biết hoặc hợp lực của chúng đóng vai trò là lực hướng tâm.

* *Ví dụ 1* : Bộc dây vào vật, Giữ cố định đầu kia, cho vật chuyển động theo quỹ đạo tròn, tâm O, bán kính R. (xem H.1)

Vật chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$, sức căng dây $\vec{\tau}$. Hợp lực của hai lực này đóng vai trò là lực hướng tâm :

$$\vec{F}_{ht} = \vec{P} + \vec{\tau}$$

(Chú ý : ở O không có gì hút vật về đó, $\vec{F}_{ht}$ giữ cho vật m chuyển động tròn đều).



* *Ví dụ 2* : Vật m buộc vào dây, chuyển động trên đường tròn có tâm O trong mặt phẳng P nằm ngang. Trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{N}$ của mặt đỡ triệt tiêu nhau (H.2). Lực căng dây $\vec{\tau}$ đóng vai trò là $\vec{F}_{ht}$ giữ cho vật quay tròn đều.

II. Lực ly tâm

* Trong ví dụ 2 (H.2) : $\vec{\tau}$ lực căng dây tác dụng vào vật m. Trong hệ quy chiếu quay, vật m đứng yên, nó chịu thêm lực $\vec{\tau}'$ là lực quán tính ly tâm. Trong hệ quy chiếu quay $\vec{\tau}' + \vec{\tau} = \vec{0}$.

Nhưng trong hệ quy chiếu gắn đất, ta lại quan niệm rằng theo định luật III : Vật tác dụng lên dây một lực $\vec{\tau}'$, $\vec{\tau}'$ gọi là lực ly tâm ; lực hướng tâm $\vec{\tau}$ và lực ly tâm $\vec{\tau}'$ trực đối nhưng không cân bằng nhau.

* Khi vật chuyển động tròn đều, nếu mất liên kết thì $\vec{F}_{ht}$ cũng mất, khi đó vật văng ra theo phương của $\vec{v}$ (phương tiếp tuyến). Ví dụ ở bơm nước (bơm ly tâm) lực liên kết giữa các phần tử nước làm cho nước quay đều. Khi vật tốc tăng lên

$F_{ht} = m\omega^2 R$ lớn hẳn, lực liên kết không đóng nổi vai trò $\vec{F}_{ht}$ nên các phần tử nước văng đi theo phương tiếp tuyến.

Câu 167

Phân tích về lực hướng tâm trong các ví dụ sau :

- Tốc kế
- Ôtô trên cầu cong
- Xe lửa trên cung đường tròn.

Lời giải

I. Tốc kế

* Tốc kế là dụng cụ đo vận tốc của một chuyển động quay tròn đều.

* Nguyên tắc : + Vật quay tròn đều chịu lực hướng tâm :

$$F_{ht} = m\omega^2 R \text{ hoặc } F_{ht} = \frac{mv^2}{R} \quad (1)$$

+ Nếu có một hệ thống có chất điểm chuyển động tròn đều có thể tự điều chỉnh để hệ thức này thỏa mãn thì khi ω tăng, hệ làm cho R tăng, vật văng ra xa hơn cho đến khi các lực đóng vai trò lực hướng tâm thỏa mãn $F = F_{ht}$ thì vật lại quay tròn đều ở vị trí mới.

* Tốc kế có : (H.1)

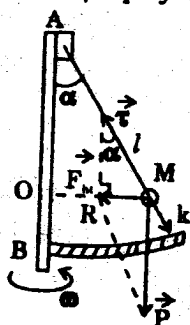
+ Trục quay AB, có vận tốc góc ω .

+ Thanh mảnh, cứng, dài l cùng quay với AB làm cho quả cầu M (khối lượng m) quay tròn tâm O, bán kính R .

+ AB và quả cầu M có cùng ω .

+ Ta có $R = OM = l \sin \alpha$

$$\text{và } \tan \alpha = \frac{F_{ht}}{P} = \frac{m\omega^2 R}{mg} = \frac{\omega^2 l \sin \alpha}{g} \quad (H.1)$$



(Trong đó $\vec{P}$: trọng lực tác dụng lên vật M, $\vec{\tau}$ lực căng dây lên vật và $\vec{F}_{ht} = \vec{P} + \vec{\tau}$)

+ Từ trên ta có $\cos \alpha = \frac{g}{\omega^2 l}$ (2)

Theo (2) α và ω đồng biến. Vậy có thể dùng góc α để đánh giá ω . Giá trị ω tương ứng với α ghi trên bảng chỉ độ. Kim K gắn với vật chỉ giá trị ω của trục quang AB.

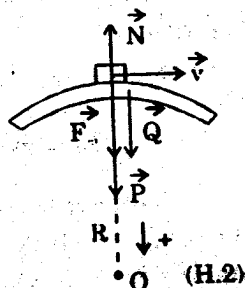
II. Ôtô trên cầu vồng

1. Cầu vồng lên: ô tô ở chính giữa cầu (H.2)

+ Ôtô chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{N}$ của cầu, $\vec{P}$ và $\vec{N}$ thẳng đứng, ngược chiều.

+ $\vec{F}_{ht} = \vec{P} + \vec{N}$ và $F_{ht} = P - N$

$\Rightarrow N = P - F_{ht} = mg - \frac{mv^2}{R}$ (3)



+ Theo định luật III, ô tô ép lên cầu một áp lực $\vec{Q}$ và $\vec{Q}$ cũng là trọng lượng của ô tô.

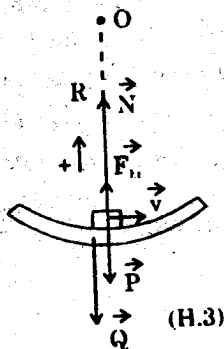
$Q = N = mg - \frac{mv^2}{R}$ (4)

Áp lực lên cầu $Q < P$ (cũng là lúc ô tô giảm trọng lượng). Qua cầu với v càng lớn, thì Q càng bé (cầu càng an toàn).

2) Cầu vồng xuống (H.3)

+ Tương tự như trên: $N - P = F_{ht}$

$\Rightarrow N = Q = P + F_{ht} = mg + \frac{mv^2}{R}$ (5)



+ Khi ô tô qua cầu với v càng lớn, áp lực ô tô lên cầu càng lớn (trọng lượng ô tô càng lớn hơn trọng lực của ô tô nhiều). Vì vậy cầu càng kém an toàn.

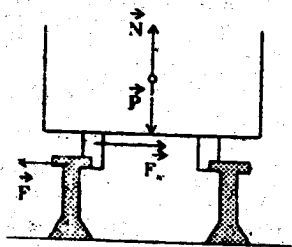
+ Vì vậy : hầu như người ta làm cầu vồng lên.

III. Xe lửa trên cung đường tròn

1) Mặt đường ngang

+ Tàu hỏa qua với vận tốc $\vec{v}$, bán kính cung đường là R .

+ Vì mặt đường ngang nên $\vec{P} + \vec{N} = \vec{0}$, chúng không sinh ra lực hướng tâm (H.4). Lực hướng tâm là lực do ray ngoài tác dụng lên gờ bánh xe ngoài.



+ Ngược lại theo định luật III Newton bánh xe ngoài tác dụng lên ray ngoài một lực $\vec{F}'$, xô ray ngoài (cố hại).

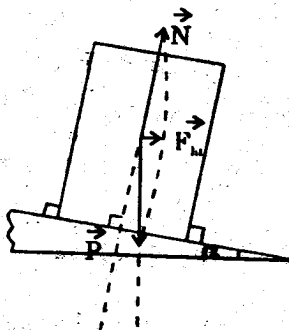
2) Mặt đường nghiêng

+ Để tránh sự xô đẩy trên ta làm đường vòng nghiêng ray ngoài cao hơn ray trong (H.5).

+ Phản lực của mặt đường $\vec{N}$ và trọng lực $\vec{P}$ của toa xe và :

$$\vec{F}_{ht} = \vec{P} + \vec{N}$$

$$+ \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{F_{ht}}{P} = \frac{mv^2}{R \cdot mg} = \frac{v^2}{Rg} \quad (6)$$



(6) chứng tỏ α phụ thuộc vào v . Khi $\alpha = \text{const}$ thì tàu hỏa qua đường vòng này phải có một giá trị cho phép nào đó của v để sự xô ray ngoài rất nhẹ hoặc không có.

+ Chú ý : Với ô tô đường vòng cũng làm nghiêng α như tàu hỏa. Khi đường vòng có mặt đường ngang, xe đạp hoặc mô tô

phải chủ động nghiêng xe. Vận tốc qua vòng càng lớn thì phải nghiêng xe càng nhiều để tạo nên $\vec{F}_{ht} = \vec{P} + \vec{N}$ thỏa mãn yêu cầu (6).

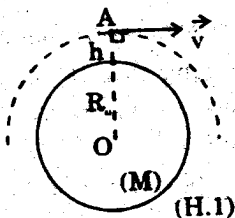
Câu 168

Tìm vận tốc và gia tốc của vệ tinh nhân tạo của Trái Đất ? Vệ tinh địa tĩnh là gì ? Nó dùng để làm gì ?

Lời giải

I. Vệ tinh nhân tạo

+ Nếu từ A có độ cao h so với mặt đất (H.1) ta phóng một vật có khối lượng m với vận tốc $\vec{v}$ đủ lớn để vật chuyển động tròn quanh Trái Đất. Vậy để vật trở thành vệ tinh nhân tạo của Trái Đất thì $v = ?$. Lực hướng tâm tác dụng lên vật chính là lực hấp dẫn của Trái Đất đặt vào vật.



$$F_{ht} = \frac{mv^2}{R_0 + h} = \frac{mv^2}{R} \quad (1)$$

Trong đó $R = R_0 + h$, R_0 là bán kính Trái Đất. Với M là khối lượng của Trái Đất.

$$F_{ht} = F_{hd} \Rightarrow G \frac{Mm}{R^2} = \frac{mv^2}{R} \quad (2)$$

$$\text{Từ (2) suy ra : } v = \sqrt{\frac{GM}{R}} \quad (3)$$

Vận tốc v không phụ thuộc vào khối lượng của vệ tinh, chỉ phụ thuộc vào khối lượng của Trái Đất và độ cao của vệ tinh.

+ Ở sát mặt đất $h \ll R_0$; ta coi $R \approx R_0$ thì vệ tinh có vận tốc

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_0}} \quad (4)$$

Với $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$; $M = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R_0 = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$

Ta có :

$$v_1 = \sqrt{\frac{6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 6,0 \cdot 10^{24}}{6,4 \cdot 10^6}} \approx 7,9 \cdot 10^3 \text{ m/s} = 7,9 \text{ km/s}$$

v_1 : gọi là vận tốc vũ trụ cấp 1 - vận tốc cần có cho vệ tinh quay tròn quanh Trái Đất (mà không rơi xuống Trái Đất).

+ Gia tốc hướng tâm của Trái Đất là :

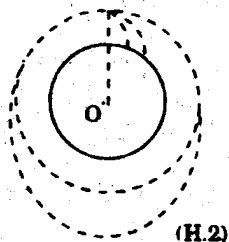
$$a = \frac{v_1^2}{R_0} = \frac{GM}{R_0^2} = \frac{(7,9 \cdot 10^3)^2}{6,4 \cdot 10^6} \approx 9,8 \text{ m/s}^2$$

Như vậy $a = g$.

+ Nhận xét : Sự rơi tự do và chuyển động của vệ tinh đều là do lực hấp dẫn của Trái Đất tác dụng, chỉ có điều khác nhau là : Sự rơi tự do $v_0 = 0$; còn vệ tinh thì có vận tốc dài $v_1 = 7,9 \text{ km/s}$.

+ Nếu $v < v_1$ thì vật sẽ rơi trở lại Trái Đất.

+ Nếu $v > v_1$ thì vệ tinh quay theo quỹ đạo elíp quanh Trái Đất (H.2)



II. Vệ tinh địa tĩnh

+ Là vệ tinh đứng yên đối với Trái Đất. Và ở trong mặt phẳng của xích đạo.

+ Muốn vậy vận tốc góc của vệ tinh phải bằng vận tốc góc của sự tự quay của Trái Đất.

+ Vệ tinh địa tĩnh dùng để thông tin liên lạc trên mặt đất. Nó nhận sóng vô tuyến ở mặt đất phát lên rồi phát sóng cực ngắn ấy trở về Trái Đất và phủ sóng cho Trái Đất. (cho toàn bộ vùng xích đạo).

+ Một vệ tinh địa tĩnh phủ sóng cho gần nửa vùng xích đạo, cho nên chỉ cần ba vệ tinh địa tĩnh là phủ được sóng toàn bộ vùng xích đạo.

Câu 169

Nêu nội dung của phương pháp tọa độ ? Vận dụng chúng cho chuyển động cong như thế nào ?

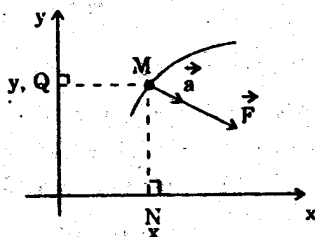
Lời giải**I. Phương pháp tọa độ**

1) *Phân tích* : * Giả sử có một chất điểm chuyển động theo một đường cong bất kỳ (hoặc một đường cong phẳng) (xem H.1). Khối lượng chất điểm là m .

* Xác định vị trí của chất điểm M ở thời điểm t qua hai hàm số :

$$x = x(t) \quad (1)$$

$$y = y(t) \quad (2)$$



* Gọi N, Q là các điểm chiếu của M lên Ox, Oy ; gọi $\vec{F}_x, \vec{F}_y$ là các vectơ chiếu của $\vec{F}$ lên Ox, Oy ; $\vec{a}_x, \vec{a}_y$ là các vectơ chiếu của $\vec{a}$ lên Ox, Oy : Ta gán cho N, Q mang khối lượng m thì định luật II Newton :

$$\vec{F} = m \vec{a} \quad (3)$$

$$\text{Và } F_x = ma_x \quad (4)$$

$$F_y = ma_y \quad (5)$$

+ Từ (4) và (5) ta tìm được a_x, a_y . Biết được điều kiện ban đầu :

$$t = 0 \left\{ \begin{array}{l} \vec{x} = \vec{x}_0 ; \vec{v}_x = \vec{v}_{0x} \\ \vec{y} = \vec{y}_0 ; \vec{v}_y = \vec{v}_{0y} \end{array} \right\} \quad (6)$$

Ta sẽ tìm được (1) và (2) tức là xác định được chuyển động của M .

2) Nội dung của phương pháp tọa độ

* Viết (4) và (5)

* Biết F_x, F_y tìm được a_x, a_y .

* Tìm các điều kiện ban đầu (6)

* Suy ra phương trình (1) và (2)

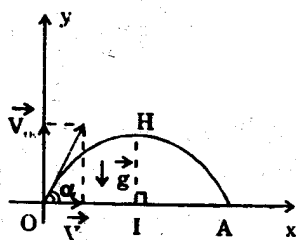
II. Vận dụng

1) Chuyển động ném xiên

* Giả sử vật có khối lượng m , ném

với vận tốc $\vec{v}_0$ từ O ở mặt đất, nghiêng góc α so với mặt đất. Nghiên cứu chuyển động của vật ? (H.2)

* Bỏ qua ma sát và sức cản của môi trường.



(H.2)

* Chọn hệ quy chiếu :

$t_0 = 0$ khi bắt đầu ném

$x_0 = 0, y_0 = 0$ (vật ném từ gốc tọa độ)

$v_{0x} = v_0 \cos \alpha ; v_{0y} = v_0 \sin \alpha$ (7)

* Phân tích chuyển động phức tạp thành hai chuyển động đơn giản, dọc theo trục Ox, Oy ; độc lập và đồng thời xảy ra. Ta có các phương trình :

+ Theo phương Ox ; $a_x = 0 ; v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha = \text{const}$ (8)

$$x = (v_0 \cos \alpha) t \quad (9)$$

+ Theo phương Oy ; $a_y = -g$ (10)

$$y = v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2} = (v_0 \sin \alpha) t - \frac{gt^2}{2} \quad (11)$$

$$v_y = y' = v_0 \sin \alpha - gt \quad (12)$$

* Lập phương trình quỹ đạo :

+ Khử t ở (9) và (11) bằng cách :

$$(9) \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \quad (13)$$

+ Đưa (13) vào (11), biến đổi để có :

$$y = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + (\tan \alpha) x \quad (14)$$

+ Phương trình (14) cho ta quỹ đạo là một parabol có bề lõm hướng về phía âm của trục tung.

* Tầm xa $OA = x_{\max}$:

$$\text{Lúc xuống đất } y = 0 = \left[-\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x = \tan \alpha \right] x \Rightarrow x = 0$$

$$(\text{ở điểm ném}) \text{ và } x = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad (15)$$

$$\text{Vậy tầm xa } OA = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad (16)$$

Muốn bắn xiên một vật có tầm xa là xa nhất thì phải bắn với $\alpha = 45^\circ$.

* Độ cao cực đại mà vật đạt được : Đó là HI ở nơi có

$$x = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad (17)$$

$$\text{Đưa (17) vào (14) ta có HI} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (18)$$

Để bắn với độ cao cực đại là lớn nhất, ta phải bắn với góc $\alpha = 90^\circ$

2) Chuyển động của vật bị ném ngang.

+ Ta coi đây là một bài toán đặc biệt của chuyển động ném xiên khi $\alpha = 0^\circ$ chỉ khác là điểm ném không ở mặt đất.

+ Hoặc cũng dùng phương pháp tọa độ để có các kết quả cụ thể tùy theo từng bài toán.

Câu 170.

1) Trong chuyển động ném xiên. Hãy :

a) Chứng minh rằng góc bắn bằng góc rơi

b) Vận tốc ngay trước khi xuống đất bằng vận tốc lúc bắn.

c) Hai điểm trên quỹ đạo có cùng độ cao, vận tốc có cùng độ lớn.

2) Khảo sát chuyển động của electron trong tụ điện tích điện?

Lời giải

1) *Ném xiên*

* Xem H.1, xem câu 169.

a) * A là điểm rơi có

$$\vec{V}_A = \vec{V}_{Ox} + \vec{V}_{yA}$$

* Thời gian bay τ từ O đến A :

(H.1)

$$OA = x = (v_0 \cos \alpha) \tau = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha \cdot \cos \alpha}{g}$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{2v_0^2 \sin \alpha}{g} \quad (1)$$

$$* v_{yA} = v_0 \sin \alpha - g\tau = v_0 \sin \alpha - \frac{2v_0 \sin 2\alpha}{g} \cdot g$$

$$= -v_0 \sin \alpha = -v_{Oy}$$

$$* \vec{v}_{yA} \perp \vec{V}_{Ox} \text{ nên } V_A = \sqrt{V_{Ox}^2 + V_{yA}^2} = \sqrt{V_0^2 \cos^2 \alpha + (-v_0 \sin \alpha)^2}$$

$$\Rightarrow V_A = v_0$$

b) *Vận vận tốc bắn có độ lớn bằng vận tốc rơi*

* Do $V_{Ox} = \text{const}$; $V_{yA} = -V_{Oy}$ nên $\alpha = -\beta$. Góc bắn có độ lớn bằng góc rơi.

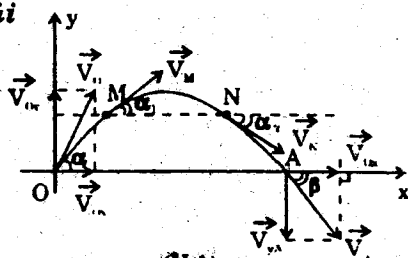
c) Láy M, N có cùng độ cao so với đất nên thế năng hấp dẫn như nhau. Do $F_{\text{tnt}} = 0$; $F_c = 0$ nên cơ năng bảo toàn.

$$\text{Vậy } E_{\text{đM}} = E_{\text{đN}} \Rightarrow \frac{mV_M^2}{2} = \frac{mV_N^2}{2} \Rightarrow V_M = V_N.$$

Các góc nghiêng α_1, α_2 bằng nhau và ngược dấu.

II. Electron trong tụ điện tích điện

+ Các giả thiết :



* Tụ có chiều dài L , hai bản cách nhau d , đặt nằm ngang tích điện hiệu thế V

* Một electron khối lượng m , điện tích $-e$ bắn với vận tốc $\vec{V}_0$ vào tụ, $\vec{V}_0$ song song với hai bản tụ (xem H.2)

* Coi $F_{\text{nhu}} = 0$; $F_c = 0$;

$m \ll$ nên bỏ qua $P = mg$ của electron.

+ Chọn hệ quy chiếu : O điểm bắn vào ; $t_0 = 0$ lúc ở O.

+ Electron chỉ chịu tác dụng của lực điện trường dọc theo

trục Oy : $\vec{F} = -e\vec{E} = m\vec{a}$

$\vec{a}$ ngược hướng với E , $E = \frac{V}{d}$ nên :

$$a = \frac{eE}{m} = \frac{eV}{md} \quad (1)$$

$$\text{Theo Oy : } y = \frac{eV}{2md} t^2 \quad (2)$$

$$\text{Và } v_y = \frac{eV}{md} t \quad (3)$$

+ Theo Ox : $F = 0$ nên electron chuyển động thẳng đều

$$x = v_0 t \quad (4)$$

+ Thời gian bay trong tụ (nếu L thích hợp) là τ

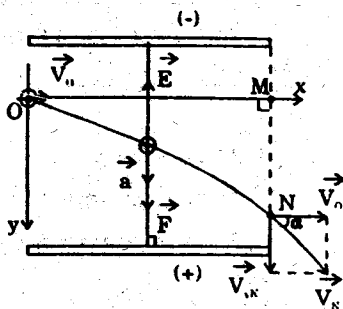
$$x = L = v_0 \tau \Rightarrow \tau = \frac{L}{v_0} \quad (5)$$

+ Quỹ đạo của electron lệch một đoạn MN theo phương Oy

là
$$y = \frac{eV}{2md} \cdot \frac{L^2}{v_0^2} \quad (6)$$

+ Quỹ đạo của electron là $y = \frac{eV}{2md} \cdot \frac{x^2}{v_0^2} \quad (7)$ là một

parabol.



+ Tại N ; vận tốc $\vec{V}_N = \vec{V}_0 + \vec{V}_{vN}$

Với $\vec{V}_0$, $\vec{V}_{vN}$ và $V_{yN} = \frac{eV}{mg} \cdot \tau = \frac{eV}{md} \cdot \frac{L}{v_0}$ (8)

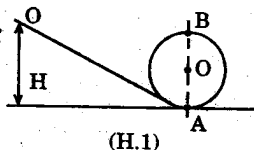
Và $V_{N1} = \sqrt{V_0^2 + V_{yN}^2} = \sqrt{V_0^2 + \left(\frac{eVL}{mdV_0} \right)^2}$ (9)

Góc nghiêng khi electron ló ra khỏi tụ là α

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_{yN}}{V_0} = \frac{eVL}{mdV_0^2} \quad (10)$$

Câu 171

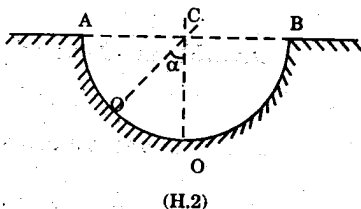
1) Cho một viên bi khối lượng m lăn từ O xuống trên một rãnh không ma sát. Bi lăn từ độ cao H xuống với vận tốc đầu $V_0 = 0$ (H.1) và lăn qua vòng tròn bán kính R .



a) Tìm áp lực mà bi tác dụng lên rãnh khi bi ở A (thấp nhất) và B (cao nhất) của vòng tròn.

b) Độ cao H thế nào để bi không rơi trong suốt đường lăn. Coi F của không khí bằng 0.

2) Một vật khối lượng $m = 0,1 \text{ kg}$ trượt không ma sát trên máng hình trụ bán kính $R = 1 \text{ m}$ từ A với vận tốc đầu bằng 0 (H.2). AB nằm ngang. Lập công thức tính phản lực N của máng lên vật theo góc α .



Tìm N khi $\alpha = 60^\circ$; $F = 0$; $g = 10 \text{ m/s}^2$

Lời giải

I. Áp lực của bi lên rãnh

a) * Ở A (xem H.3)

+ Bị chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$, phản lực của máng lên bi $\vec{N}_1$

$$+ F_{ht1} = \vec{P} + \vec{N}_1 \quad (1)$$

+ Vì các lực đều cùng phương, ta chiếu (1) lên phương thẳng đứng :

$$F_{ht1} = N_1 - P$$

$$\Rightarrow N_1 = F_{ht1} + P$$

$$\text{Hay } N_1 = \frac{mv_1^2}{R} + mg \quad (2)$$

+ Do $F_{\text{m}} = 0$; $F_c = 0$, cơ năng của bi bảo toàn nên :

$$E_o = E_{to} + E_{do} = E_{to} + 0 = mgH \quad (3)$$

(Qui ước $E_{LA} = 0$)

$$E_A = E_{LA} + E_{VA} = 0 + E_{VA} = \frac{mV_1^2}{2} \quad (4)$$

$$\text{Và : } E_o = E_A \Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = mgH \quad (5)$$

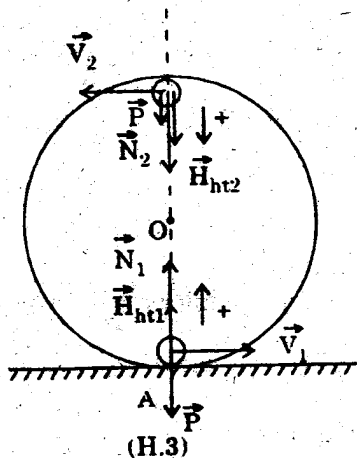
$$+ \text{Đưa (5) vào (2) ta có : } N_1 = mg \left(1 + \frac{2H}{R} \right) \quad (6)$$

+ Tại A, bi gây áp lực lên rãnh là $\vec{Q}_1$ theo định luật III

$$Q_1 = N_1 = mg \left(1 + \frac{2H}{R} \right) \quad (7)$$

Q_1 cũng chính là trọng lượng của bi, $Q_1 > P = mg$ (bi tăng trọng lượng)

* Ở B : + Vì rãnh ở phía trên bi nên phản lực của rãnh lên bi là $\vec{N}_2$ hướng xuống



+ Tương tự như ở A ta cũng có

$$\vec{F}_{ht2} = \vec{P} + \vec{N}_2 \text{ và } F_{ht2} = P + N_2 \Rightarrow N_2 = F_{ht2} - P$$

$$N_2 = \frac{mV_2^2}{R} - mg \quad (8)$$

+ Định luật bảo toàn cơ năng cho ta $E = E_h$ và

$$mgH = mg \cdot 2R + \frac{mV_2^2}{2} \Rightarrow mV_2^2 = mg(2H - 4R) \quad (9)$$

+ Đưa (9) vào (8) ta có :

$$N_2 = mg \left(\frac{2H - 5R}{R} \right) \quad (10) \Rightarrow Q_2 = mg \left(\frac{2H - 5R}{R} \right) \quad (11)$$

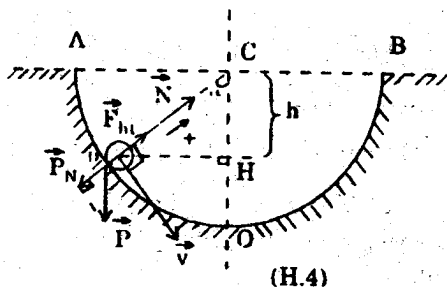
b) + Để bi không rơi xuống trong suốt cả đường lăn thì bi phải không rơi ở B, nghĩa là bi phải tiếp xúc với rãnh qua B nên điều kiện để bi không rơi là :

$$N_2 \geq 0 ; \text{ và từ (10) suy ra } 2H - 5R \geq 0$$

$$\text{Nên } \boxed{H \geq \frac{5}{2}R} \quad (12)$$

II. Phản lực của máng (xem H.4)

+ Lấy một vị trí bất kỳ, ứng với α . Vật chịu tác dụng của hai lực : Trọng lực $\vec{P}$ và phản lực của mặt trượt lên vật $\vec{N}$ ($\vec{N}$ hướng vào C - $\vec{N}$ là phản lực vuông góc với mặt tiếp xúc)



$$+ \quad \vec{F}_{ht} = \vec{P}_N + \vec{N} \quad (13)$$

$$\text{Và } F_{ht} = N - P_N = N - P \cos \alpha \Rightarrow N = F_{ht} + P \cos \alpha \quad (14)$$

$$+ \quad N = \frac{mv^2}{R} + mg \cos \alpha \quad (15)$$

+ Sử dụng định luật bảo toàn năng lượng (cơ năng 4) hoặc định lý động năng ta có:

- * $\vec{P}$ là lực thế nên công của $\vec{P}$ thực hiện từ A đến D là

$$A = mgh = mgR\cos\alpha$$

- * Độ tăng động năng của vật là

$$\Delta E_d = \frac{mv^2}{2} - 0$$

- * Định lý động năng cho ta:

$$mgR\cos\alpha = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow mv^2 = 2mgR\cos\alpha$$

- + Đưa biểu thức mv^2 vào (15) ta có:

$$\boxed{N = 3mg\cos\alpha} \quad (16)$$

- + Khi $\alpha = 60^\circ$ thì $N = 3mg\cos 60^\circ = 1,5mg$

$$N = 1,5 \cdot 0,1 \cdot 10 = 1,5N$$

Câu 172.

1) Từ độ cao h (so với đất) ta ném một vật lên trên với vận tốc $\vec{v}_0$ hợp với phương ngang một góc α . Coi $F_{ms} = 0$, $F_c = 0$.
Tìm vận tốc của vật lúc chạm đất?

2) Một máy bay, bay theo phương hợp với phương ngang một góc α , bay xuống với vận tốc V_0 thì ném một quả bom từ độ cao h (so với đất). Coi $F_{ms} = 0$, $F_c = 0$. Tìm khoảng cách từ chỗ bom rơi đến phương thẳng đứng đi qua điểm ném tính theo phương ngang và vận tốc lúc bom vừa chạm đất.

Lời giải

I. (Xem H.1)

$$+ \quad \vec{V}_0 = \vec{V}_{0x} + \vec{V}_{0y} \quad (1)$$

$$\text{Với } V_{0x} = V \cos \alpha \quad (2)$$

$$V_{0y} = V \sin \alpha \quad (3)$$

+ Chọn hệ qui chiếu :

$t = 0$ lúc ném ở A

$t_0 = h$; $a_y = -g$; $a_x = 0$

+ Các phương trình chuyển động

$$x = V_{0x} \cdot t = (V \cos \alpha) \cdot t \quad (4)$$

$$y = y_0 + V_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2} = h + (V_0 \sin \alpha)t - \frac{gt^2}{2} \quad (5)$$

$$V_y = V_{0y} + a_y t = (V_0 \sin \alpha) - gt \quad (6)$$

+ Thời gian bay là τ thì khi chạm đất

$$y = 0 = h + (V \sin \alpha)\tau - g \frac{\tau^2}{2} \quad (7)$$

$$(7) \text{ có nghiệm là : } \tau = \frac{V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g}$$

loại 1 nghiệm làm $\tau < 0$ ta chỉ có :

$$\tau = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g} \quad (8)$$

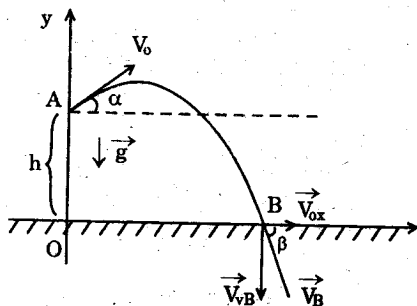
$$+ \text{ Tại B : } V_{yB} = (V \sin \alpha) - g\tau = -\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh} \quad (9)$$

$$\vec{V}_B = \vec{V}_{0x} + \vec{V}_{yB} \text{ với } \vec{V}_{0x} \perp \vec{V}_{yB} \text{ nên}$$

$$V_B = \sqrt{V_{0x}^2 + V_{yB}^2} = \sqrt{V_0^2 \cos^2 \alpha + V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh} = \sqrt{V_0^2 + 2gh} \quad (10)$$

$$\text{Và góc rơi } \beta \text{ xác định qua : } \operatorname{tg} \beta = \frac{V_{yB}}{V_{0x}} = -\frac{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{V_0 \cos} \quad (11)$$

+ Cũng có thể tìm V gọn hơn qua định luật bảo toàn cơ năng, qui ước thế năng hấp dẫn ở mặt đất bằng 0.



$$mgh + \frac{mV_o^2}{2} = \frac{mV_B^2}{2} \Rightarrow V_B = \sqrt{V_o^2 + 2gh} \quad (12)$$

II.

+ Chọn hệ qui chiếu như hình, $t_0 = 0$ lúc ném ở O.

$$+ \vec{V}_o = \vec{V}_{ox} + \vec{V}_{oy};$$

$$V_{ox} = V_o \cos \alpha;$$

$$V_{oy} = V_o \sin \alpha$$

$$a_x = 0;$$

$$a_y = +g.$$

+ Các phương trình :

$$x = V_{ox}t = (V_o \cos \alpha)t \quad (13)$$

$$V_y = V_{oy} + a_y t = (V_o \sin \alpha) + gt \quad (14)$$

$$\text{Và } y = V_{oy}t + \frac{a_y t^2}{2} = (V_o \sin \alpha)t + \frac{gt^2}{2} \quad (15)$$

+ Khi chạm đất $y = h$; thời gian bay là τ .

$$y = h = (V_o \sin \alpha)\tau + \frac{g\tau^2}{2}$$

$$\text{Suy ra : } \tau^2 + \frac{2V_o \sin \alpha}{g} \tau - \frac{2h}{g} = 0 \quad (16)$$

+ (16) có nghiệm là : $\tau = -V_o \sin \alpha \pm \sqrt{V_o^2 \sin^2 \alpha + 2gh}$

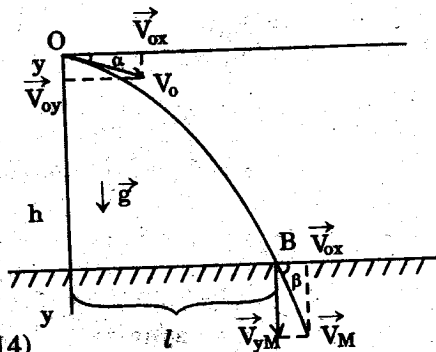
Loại nghiệm âm, còn lại : $\tau = -V_o \sin \alpha + \sqrt{V_o^2 \sin^2 \alpha + 2gh} \quad (17)$

+ Tầm xa : $x = l = V_{ox}\tau = V_o \cos \alpha \times (V_o \sin \alpha + \sqrt{V_o^2 \sin^2 \alpha + 2gh}) \quad (18)$

+ Định luật bảo toàn cơ năng : ($E_t = 0$)

$$mgh + \frac{mV_o^2}{2} = \frac{mV_M^2}{2} \Rightarrow V_M = \sqrt{V_o^2 + 2gh} \quad (19)$$

+ Góc rơi β xác định qua :

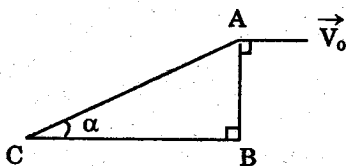


$$\cos \beta = \frac{V_{ox}}{V_M} = \frac{V_o \cos \alpha}{\sqrt{V_o^2 + 2gh}} \quad (20)$$

Câu 173. Thi ĐH Nông nghiệp 1 (1997)

1) Từ đỉnh tháp cao $AB = h$
so với đất ta ném một vật theo

phương ngang với vận tốc $\vec{V}_o$.



Tìm vận tốc $\vec{v}$ của vật sau $t(s)$ và trước lúc chạm đất. Cho $F_{ms} = 0$, $F_c = 0$, g đã biết, đã biết.

2) ném vật với vận tốc $\vec{V}$ ở A nhưng ngược chiều ban đầu. Tìm điểm rơi của vật khi chạm sườn tháp AC.

Lời giải.

1) + Chọn hệ qui chiếu
như hình 1.

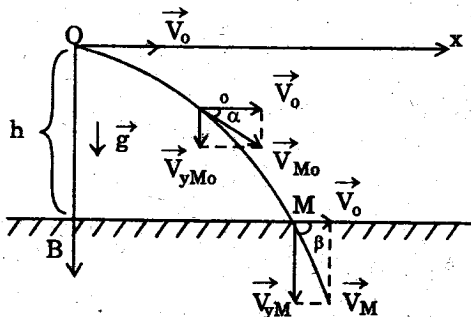
+ Theo Ox :

$$x = V_o t \quad (1)$$

+ Theo Oy :

$$y = \frac{1}{2} g t^2 \quad (2)$$

$$V_y = g t \quad (3)$$



+ Sau t giây (vật đang ở M_o) thì V_{M_o} là :

$$\vec{V}_{M_o} = \vec{V}_o + \vec{V}_{yM_o} ; \vec{V}_o \perp \vec{V}_{yM_o} \text{ nên } V_{M_o} = \sqrt{V_o^2 + g^2 t^2} \quad (4)$$

$$+ \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{V_{yM_o}}{V_o} = \frac{\sqrt{V_o^2 + g^2 t^2}}{V_o} \quad (5)$$

+ Lúc chạm đất là thời gian bay ($\tau > t$) :

Định luật bảo toàn cơ năng (quy ước $E_{tm} = 0$) cho ta :

$$mgh + \frac{mV_o^2}{2} = \frac{mV_M^2}{2} \Rightarrow V_M = \sqrt{V_o^2 + 2gh} \quad (6)$$

+ Góc rơi β xác định qua :

$$\cos\beta = \frac{V_o}{V_M} = \frac{V_o}{\sqrt{V_o^2 + 2gh}} \quad (7)$$

2) + Bắn $\vec{V}_o$ ngược lại (xem H.2)

+ Gọi thời gian từ lúc bắn đến lúc chạm sườn AC là τ thì P là điểm chạm

+ Điểm chạm P(x,y)

$$x = V_o\tau = S \cos\alpha \text{ (với } S = OP)$$

$$\text{Suy ra thời gian bay } \tau = \frac{S \cos\alpha}{V_o} \quad (8)$$

$$y = \frac{g\tau^2}{2} = S \sin\alpha \quad (9)$$

+ Đưa (9) vào (8) ta có :

$$S = \frac{2V_o^2 \sin\alpha}{g \cos^2\alpha} \quad (10)$$

2. CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT RẮN

A. Các vấn đề cơ bản

1. Khối tâm.
2. Chuyển động tịnh tiến của khối tâm.
3. Chuyển động quay của vật rắn quanh một trục.
4. Khái niệm mômen quán tính, mômen lực, mômen động lượng.
5. Phương trình chuyển động của vật rắn.
6. Định luật bảo toàn mômen động lượng.
7. Động năng của vật rắn. Định luật bảo toàn.

B. Các kiến thức cần thiết.

1. Phương pháp tọa độ.
2. Các định luật Newton.
3. Toán đạo hàm, tích phân.
4. Chuyển động tròn đều.

C. Các câu hỏi

Câu 174.

Cơ học vật rắn là gì? Cách định khối tâm của vật rắn? Trình bày định lý về chuyển động của khối tâm, cách xác định động năng chuyển động tịnh tiến của khối tâm?

Lời giải.

I. Cơ học vật rắn

+ *Định nghĩa* : Cơ học vật rắn là phần cơ học nghiên cứu chuyển động của vật có chú ý đến hình dáng, kích thước của vật (tức là xét chuyển động của toàn thể vật và cả chuyển động của phần này so với phần kia của vật).

+ *Vật rắn tuyệt đối* : là vật có kích thước và hình dáng tuyệt đối không đổi.

+ Chỉ trừ các vật đàn hồi, các vật rắn thông thường nếu chịu lực không lớn lắm (độ đàn hồi, biến dạng bé, bỏ qua) thì được coi là vật rắn tuyệt đối - gọi tắt là vật rắn.

II. Khối tâm của vật rắn

+ Trọng tâm của vật G là điểm đặt trọng lực của vật.

* Ở cơ học vật rắn ta gọi G là khối tâm.

* Giả sử có hai chất điểm m_1, m_2 có trọng lực

$$\vec{P}_1 = m_1 \vec{g},$$

$$\vec{P}_2 = m_2 \vec{g} \text{ có các tọa độ}$$

x_1, x_2 . G mang khối lượng $m = m_1 + m_2$

$$\vec{P} = (m_1 + m_2) \vec{g}. \text{ Theo}$$

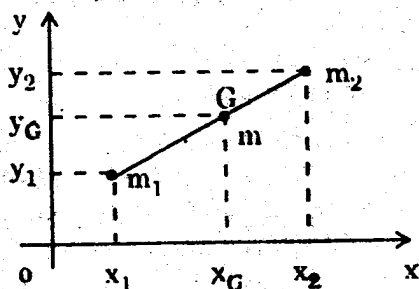
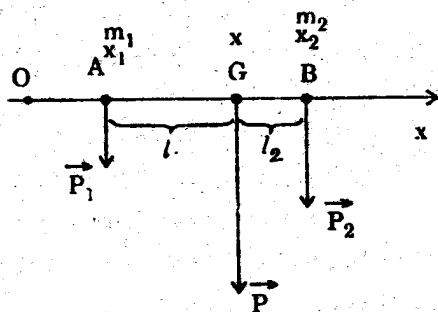
quy tắc chia trong :

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{l_2}{l_1} \quad (1)$$

$$(1) \Rightarrow l_1 = \frac{m_2}{m_1} l_2 \quad (2)$$

$$* \quad x = x_1 + l_1 = x_1 + \frac{m_2}{m_1} l_2 = x_1 + \frac{m_2}{m_1} (x_2 - x_1) \quad (3)$$

* Nếu m_1, m_2 ở trong hệ tọa độ Oxy thì khối tâm G của hệ m_1 và m_2 mang khối lượng $m_1 + m_2$ có các tọa độ x_G, y_G . Chứng minh tương tự sẽ là:



$$x_G = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2}{m_1 + m_2} = \frac{\sum_{i=1}^2 m_i x_i}{\sum_{i=1}^2 m_i} \quad (5)$$

$$y_G = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2}{m_1 + m_2} = \frac{\sum_{i=1}^2 m_i y_i}{\sum_{i=1}^2 m_i} \quad (6)$$

* Tổng quát nếu có các chất điểm $m_1, m_2, \dots, m_n$ có các tọa độ $(x_1, y_1); (x_2, y_2); \dots; (x_n, y_n)$ thì khối tâm G cả hệ mang khối lượng $M = \sum_{i=1}^n m_i$ có tọa độ x_G, y_G xác định theo :

$$x_G = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i}; \quad y_G = \frac{\sum_{i=1}^n m_i y_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (7)$$

* Các tọa độ x_G, y_G không phụ thuộc vào $\vec{g}$. Ở trạng thái mất trọng lượng, trọng tâm G mất ý nghĩa nhưng khối tâm G vẫn còn ý nghĩa. Vì vậy ta dùng khối tâm thay cho trọng tâm.

III. Chuyển động của khối tâm

+ Chuyển động của G có thể phân tích thành hai thành phần

* Chuyển động của G thể hiện chuyển động của toàn vật rắn.

* Chuyển động quay của vật rắn quanh G thể hiện của chuyển động của phần này so với phần kia.

+ Định lý về chuyển động của khối tâm G

Khối tâm của vật rắn chuyển động như một chất điểm mang toàn bộ khối lượng của vật rắn và chịu tác dụng của tổng vectơ của các ngoại lực đặt lên vật rắn.

Chú ý : định lý này cũng dùng được cho các vật hay hệ vật biến dạng do tác dụng của nội lực.

+ Nếu tổng các ngoại lực lên vật rắn bằng 0 thì G của vật rắn hoặc hệ vật đứng yên hay chuyển động thẳng đều.

III. Động năng của vật rắn chuyển động tịnh tiến

+ Động năng của vật rắn bằng tổng động năng của mọi chất điểm cấu tạo nên vật.

$$K = \sum_{i=1}^n K_i = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n m_i v_i^2 \quad (8)$$

+ Khi chuyển động tịnh tiến các $\vec{v}_i = \vec{v}_G$ (vận tốc của khối tâm; còn cả vật rắn có $M = \sum_{i=1}^n m_i$ nên

$$K = \frac{1}{2} v \sum_{i=1}^n m_i = \frac{1}{2} M v_G^2 \quad (9)$$

Như vậy : Động năng của vật rắn chuyển động tịnh tiến bằng động năng của khối tâm mang toàn bộ khối lượng của vật rắn.

+ Tương đương động lượng của vật rắn là Đ

$$\vec{D} = \sum_{i=1}^n \vec{D}_i = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i = \vec{v}_G \sum_{i=1}^n m_i = \vec{v}_G \cdot M$$

$$\vec{D} = M \cdot \vec{v}_G$$

Động lượng của vật rắn bằng động lượng của khối tâm mang khối lượng của cả vật rắn (khi tịnh tiến)

Nếu các ngoại lực khử nhau (vật cô lập) thì

$$\vec{v}_G = \text{const} \text{ và } \vec{D} = M \cdot \vec{v}_G = \text{const} \text{ (bảo toàn động lượng)}$$

Câu 175.

Nêu các phương pháp xác định G. Cho ví dụ?

Lời giải.

I. Các vật rắn đồng chất, có hình dạng hình học đối xứng.

+ G của chúng trùng với tâm hình học đối xứng.

+ Ví dụ :

* Quả cầu đồng chất; $G \equiv O$ (O tâm của hình cầu)

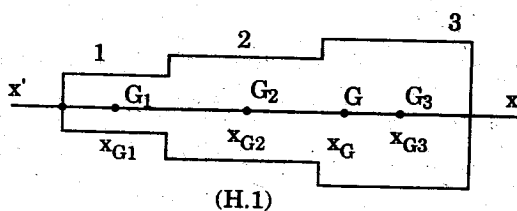
* Tấm mỏng đồng chất, đa diện đều (hình vuông, chữ nhật, hình thoi, đều, lục giác đều...) $G \equiv O$.

+ Các hình trụ : G trên trục của hình trụ, tại tâm O đối xứng của hình trụ.

II. Vật không đối xứng

+ Có thể chia nhỏ vật thành các thành phần có tính đối xứng, tìm khối lượng từng phần ; trọng tâm từng phần rồi dùng công thức (7) câu 174 để tìm x_G, y_G, z_G

+ Ví dụ 1 : Cho một trục máy đồng chất gồm 3 phần hình trụ (H.1) phần 1 dài l_1 , đường kính d_1 ; phần 2 dài $l_2 = 2l_1$, đường kính $d_2 = 2d_1$; phần 3 dài $l_3 = 3l_1$; đường kính $d_3 = 3d_1$. Tìm G trục máy



* Rõ ràng $G = xx'$; xx' là trục đối xứng của hệ.

* Phần I có $M_1 = S_1 l_1 D$ (D : khối lượng riêng)

$$M_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} l_1 D; \text{ có trọng tâm } G_1 \text{ với } x_{G1} = \frac{l_1}{2}$$

$$* \text{ Phần II có } M_2 S_2 l_2 D = \frac{\pi d_2^2}{4} l_2 D = \frac{4\pi d_1^2}{4} 2l_1 D = \frac{8\pi d_1^2}{4} D l_1$$

$$\text{có trọng tâm } G_2 \text{ với } x_{G2} = l_1 + \frac{l_2}{2} = l_1 + \frac{2l_1}{2} = 2l_1$$

$$* \text{ Phần III có } M_3 = S_3 l_3 D = \frac{\pi d_3^2}{4} l_3 D = \frac{9\pi d_1^2}{4} 3l_1 = \frac{27\pi d_1^2}{4} D l_1$$

$$\text{có trọng tâm } G_3 \text{ với } x_{G3} = l_1 + l_2 + \frac{l_3}{2} = l_1 + 2l_1 + \frac{3}{2}l_1 = \frac{9}{2}l_1$$

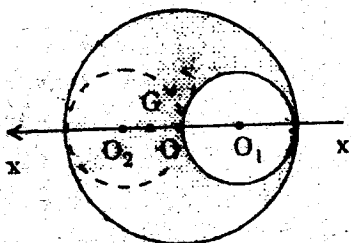
* Cả trục máy có G với x_G xác định qua :

$$x_G = \frac{M_1 x_{G1} + M_2 x_{G2} + M_3 x_{G3}}{M_1 + M_2 + M_3}$$

Thay các đại lượng đã tính vào công thức này, biến đổi sơ cấp, ta có :

$$x_G = \frac{23}{6} l_1$$

+ Ví dụ 2 : Tìm G của một tấm mỏng đồng chất hình tròn bán kính R đã bị cắt bỏ một hình tròn nhỏ bán kính R/2 như hình 2 (phần không to).



* $x'x$ là trục đối xứng qua O, O₁.

* Ta lấy thêm phần hình tròn tâm O₂ bán kính R/2. Phần này có khối lượng (tỉ lệ với diện tích) là $M_2 = k \cdot \pi \frac{R^2}{4}$; trọng tâm ở O₂ tọa độ $\frac{R}{2}$ (lấy trục Ox có O = O của cả hình tròn bán kính R); k là hệ số tỉ lệ.

* Phần còn lại (trừ hai hình tròn) có trọng tâm ở O; tọa độ là không; có khối lượng M₂.

$$M_2 = k \cdot \left[\pi R^2 - 2 \cdot \frac{\pi R^2}{4} \right] = k \cdot \frac{\pi R^2}{2}$$

* Vậy trọng tâm của cả phần gạch chéo là G có tọa độ x_G

$$x_G = \frac{M_1 \cdot x_1 + M_2 \cdot x_2}{M_1 + M_2} = \frac{\frac{k\pi R^2}{4} \cdot \frac{R}{2} + \frac{k\pi R^2}{2} \cdot 0}{\frac{k\pi R^2}{4} + \frac{k\pi R^2}{2}}$$

$$x_G = \frac{R}{6}$$

+ Chú ý : * Việc tách thành nhiều phần đối xứng thế nào cho tiện là tùy thuộc vào nghệ thuật từng người.

* Nếu sử dụng phương pháp trên không được, nghĩa là vật có hình dạng bất kỳ, thì ta dùng phương pháp treo (Lớp 10) hoặc về nguyên tắc sử dụng các công thức tích phân.

Câu 176.

1) Xác định vận tốc góc và gia tốc góc của vật rắn quay quanh một trục ?

2) Trình bày về mômen lực ? mômen quán tính của vật rắn?

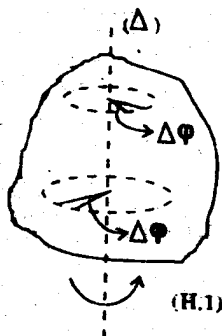
Lời giải

I. Vận tốc góc và gia tốc góc

* Vì là vật rắn tuyệt đối nên mọi điểm trên vật rắn đều có góc quét $\Delta\varphi$ như nhau trong khoảng Δt như nhau (H.1)

* Ta đã biết vận tốc góc ω :

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt} \quad (1)$$



Nếu $\omega = \text{const}$, vật rắn quay đều quanh trục quay (Δ)

Nếu $\omega \neq \text{const}$, vật rắn quay biến đổi.

* Trong chuyển động quay biến đổi ; $\omega = \omega(t)$; đặc trưng bằng đại lượng gia tốc góc γ

$$\gamma = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} \quad (2)$$

Vậy gia tốc góc là đạo hàm của vận tốc góc theo thời gian hoặc bằng đạo hàm bậc hai của góc quét theo thời gian.

* Đơn vị của ω là rad/s ; của γ là rad/s^2 .

* Nếu lấy chiều quay của vật (chiều quay của ω) làm chiều dương ta có :

+ Nếu $\gamma > 0$; ω tăng ; vật quay nhanh dần.

+ Nếu $\gamma < 0$; ω giảm ; vật quay chậm dần.

* Ta chỉ nghiên cứu $\gamma = \text{const}$; ω tăng giảm đều ; chọn $t_0 = 0$

$$\omega = \omega_0 + \gamma t (3)$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\gamma t^2}{2} \quad (1)$$

φ_0 = góc quét ban đầu.

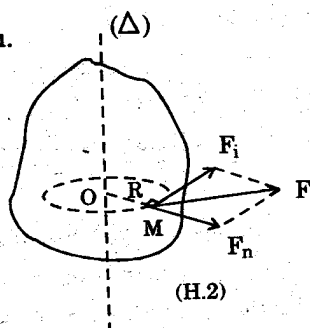
Nên $\gamma = 0$; $\omega = \text{const}$; vật quay đều.

II. Mômen lực

* Có $\vec{F}$ tác dụng vào điểm M ;

giả sử $\vec{F}$ thuộc mặt phẳng quỹ đạo của M.

$$\vec{F} = \vec{F}_n + \vec{F}_t$$



$\vec{F}_t$ gây tác dụng quay ; $\vec{F}_n$ không gây tác dụng quay (vì qua trục quay).

* Mômen của lực $\vec{F}$ đối với trục quay (Δ) là tích của thành phần tiếp tuyến $\vec{F}_t$ với bán kính R của điểm mặt.

$$M_A(\vec{F}) = \pm F_G R \quad (5)$$

$M > 0$ nếu $\vec{F}$ làm vật quay theo chiều dương của ω

$M < 0$ nếu $\vec{F}$ làm vật quay ngược chiều dương của ω

* Nếu vật rắn chịu nhiều lực thì :

$$M = \sum_{i=1}^n M_i \quad (6)$$

Σ : tổng đại số các mômen của các lực.

III. Mômen quán tính

1) Định nghĩa : * Mômen quán tính của một chất điểm có khối lượng m_i chuyển động trên đường tròn có bán kính R_i là tích của khối lượng và bình phương của bán kính.

$$I_i = m_i R_i^2 \quad (7)$$

* Mômen quán tính của cả vật rắn là tổng mômen quán tính của các chất điểm.

$$I = \sum_{i=1}^n m_i R^2 \quad (8)$$

* Theo định nghĩa, I_i , I : vô hướng, dương, có tính chất cộng được, lấy đơn vị kg.m^2

* Mômen quán tính phụ thuộc vào sự phân bố các phần của vật đối với trục quay. (càng nhiều vật nặng, càng ở xa trục quay, I càng lớn).

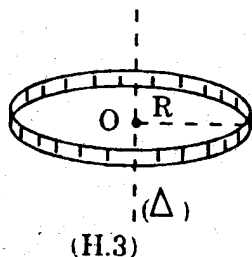
2) Mômen quán tính của một số vật rắn đồng chất

+ Phương pháp tìm I : Chia nhỏ vật, xác định các I_i , và tìm $I = \sum I_i$ (hoặc dùng toán tích phân).

a) *Vành tròn đồng chất* : Khối lượng M , bán kính R , trục quay (Δ) là trục của vành (H.3).

* Chia vành thành các phần m_i rất nhỏ, có $I_i = m_i R^2$.

* Cả vành có :



(H.3)

$$I = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n m_i R^2 = R^2 \sum_{i=1}^n m_i = MR^2$$

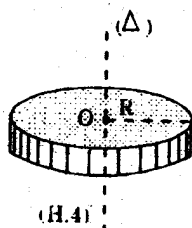
* $I = MR^2$ (9) dùng cho vành tròn đồng chất và cả hình trụ rỗng.

b) *Đĩa tròn đồng chất* : Khối lượng M , bán kính R , trục quay (Δ) là trục của đĩa (H.4). Kết quả của phép tính tích phân là :

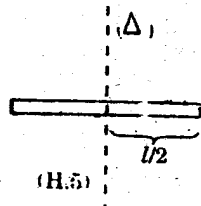
$$I = \frac{1}{2} MR^2 \quad (10)$$

(10) dùng cho đĩa và trụ đặc.

c) *Thanh đồng chất* : Thiết diện bé, dài l , khối lượng M , trục quay là trục của thanh (H.5). Phép tính tích phân cho ta:



(H.4)

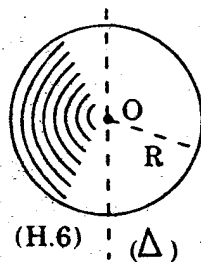


(H.5)

$$I = \frac{1}{12} Ml^2 \quad (11)$$

d) Hình cầu đồng chất, bán kính R, khối lượng M, trục quay (Δ) là đường kính (H.6). Phép tính tích phân cho ta :

$$I = \frac{2}{5} MR^2 \quad (12)$$



Câu 177.

- 1) Trình bày phương trình chuyển động của vật rắn quay quanh một trục ?
- 2) So sánh phương trình của vật rắn với định luật II Newton.
- 3) Kiểm tra thứ nguyên của phương trình $M = I\gamma$.

Lời giải

I. Phương trình :

- + Điều kiện cần để có cân bằng khi vật rắn có trục quay là :

$$\sum_{i=1}^n M(\vec{F}_i) = 0 \quad (1)$$

Nghĩa là nếu tổng mômen của các lực tác dụng vào vật rắn bằng không thì vật đứng yên hay quay đều. Đó là quán tính quay của vật rắn. Lúc này $\gamma = 0$.

- + Định luật II Newton : $F = ma$ (2)

+ Ta dự đoán rằng mômen lực M và γ có mối quan hệ với I tương tự như định luật II.

$$M = I\gamma \quad (3)$$

+ Mômen quán tính I như đã chứng tỏ là đặc trưng cho chuyển động quay. Mômen gây tác dụng quay truyền cho vật rắn gia tốc γ phụ thuộc cả vào I.

Vậy : Gia tốc γ của vật rắn quay quanh một trục tỉ lệ thuận với tổng các mômen lực tác dụng lên vật và tỉ lệ nghịch với mômen quán tính của vật.

$$\gamma = \frac{M}{I} \quad (4)$$

(4) là phương trình chuyển động của vật rắn quay quanh một trục.

II. So sánh

Định luật II Newton

phương trình chuyển động tròn của vật rắn quay

$$\vec{F} = m \vec{a}$$



$$M = I \gamma$$

$$F = \frac{dp}{dt}$$



$$M = \frac{d\rho}{dt}$$

$$\vec{p} = m \vec{v} : \text{là}$$

động lượng)



$$\rho = I\omega : \text{mômen động}$$

lượng)

* Dạng là tương tự

* Lực $\vec{F}$ gây nên gia tốc trong chuyển động thẳng, cong, giống như mômen lực M gây nên gia tốc góc quay.

* Khối lượng m đặc trưng cho quán tính của một vật ; giống như I (mômen quán tính) đặc trưng cho quán tính quay.

* Động lượng $\vec{p}$ của chuyển động tương tự như mômen động lượng của chuyển động quay.

* Các đại lượng đều có ý nghĩa giống nhau chỉ khác một bên cho chuyển động tịnh tiến, một bên cho chuyển động quay.

III. Thử lại thứ nguyên hai vế của $M = I \gamma$

* $M = F.R$ có đơn vị là $N.m$ hay là $F = ma$ nên đơn vị của M là $kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m = kg \cdot m^2/s^2$

* $I = mR^2$ có đơn vị là $kg.m^2$

γ có đơn vị là : rad/s^2 hay $\frac{1}{\text{s}^2}$

Vì vậy I_γ có đơn vị là $\text{kg m}^2/\text{s}^2$

+ Như vậy hai vế của $M = I_\gamma$ đều có đơn vị như nhau (đó là điều kiện cần để một công thức vật lý là đúng).

Câu 178.

1) Hãy nêu các trường hợp mà lực $\vec{F}$ có mômen đối với trục quay bằng 0.

2) Gọi S là bán kính quán tính của vật rắn khối lượng M , mômen quán tính I đối với trục quay nàc đó là khoảng cách tới trục quay ấy của một chất điểm có khối lượng M và mômen quán tính $I = MS^2$. Hãy tìm bán kính quán tính của (Hãy tìm S của) vành tròn, đĩa tròn, thanh dài, quả cầu đồng chất ?

3) Tìm mômen quán tính của một vành đồng chất dày, khối lượng M , bán kính ngoài R , bán kính trong r .

Lời giải

1) Mômen của lực $\vec{F}$ đối với trục quay (Δ) bằng 0 khi

* $\vec{F}$ đi qua trục quay, khi đó $l = 0 \Rightarrow M = 0$ $\vec{F}$ không gây tác dụng làm quay.

* $\vec{F}$ song song với trục quay, vì lực này sẽ bị khử bởi lực giữ cho vật không trượt dọc theo trục quay, $\vec{F}$ này không gây tác dụng làm quay.

2) Theo định nghĩa đã cho thì với trục quay là trục của vật :

a) Vành tròn đồng chất : $I = MS^2 = MR^2$

Vậy $S = R$

b) Đĩa tròn đồng chất : $I = MS^2 = \frac{1}{2}MR^2$

Vậy $S = R / \sqrt{2}$.

c) Thanh dài đồng chất : $I = \frac{1}{12} Ml^2 = MS^2$

Vậy $S = l/2\sqrt{3}$

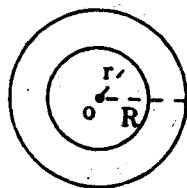
d) Quả cầu đồng chất : $I = \frac{2}{5} MR^2 = MS^2$

Vậy $S = R\sqrt{\frac{2}{5}}$

3) Đối với trục quay vuông góc với vành qua O là (Δ) thì

* Góc I_1 là mômen quán tính của đĩa bán kính R, khối lượng M_1 , tỉ lệ với diện tích $S_1 = \pi R^2$ và : I_1

$$= \frac{1}{2} k\pi R^2 \cdot R^2 = \frac{1}{2} k\pi R^4$$



* Tương tự I_2 là mômen quán tính của đĩa nhỏ

$$I_2 = \frac{1}{2} k \cdot \pi r^2 \cdot r^2 = \frac{1}{2} k \cdot \pi r^4$$

* Vậy mômen quán tính của vành dày (gạch chéo) do tính chất cộng được ta có, là I :

$$I = I_1 + I_2 = \frac{1}{2} k \cdot \pi (R^4 - r^4)$$

* Khối lượng vành dày là $M = M_1 - M_2 = \pi R^2 \cdot k - \pi r^2 \cdot k$ nên

$$k\pi = \frac{M}{R^2 - r^2}$$

* Vậy : $I = \frac{1}{2} k\pi (R^4 - r^4) = \frac{1}{2} \frac{M}{R^2 - r^2} (R^4 - r^4) = \frac{1}{2} M(R^2 + r^2)$

$$I = \frac{1}{2} M(R^2 + r^2)$$

Câu 179.

1) Tìm mômen quán tính của vật rắn đối với trục quay song song với trục đi qua khối tâm G của vật rắn ? Cho ví dụ ?

2) Một bánh xe có mômen quán tính I, bán kính R đang quay với vận tốc góc ω , thì bị hãm bằng cách áp má phanh vào vành

với lực $\vec{Q}$ có phương bán kính. Hệ số ma sát của má phanh lên vành là k . Sau bao lâu thì bánh xe dừng lại ?

Lời giải

1) * Giả sử vật có khối lượng M , khối tâm G , trục (Δ) quay G , trục $(\Delta') \parallel (\Delta)$ và cách (Δ) một khoảng d (H.1)

* Người ta đã chứng minh được định lý sau (định lý Huyghens - Steiner) : Mômen quán tính đối với trục Δ' song song với trục Δ qua G và cách Δ một đoạn d bằng mômen quán tính của vật đối với trục Δ cộng với tích khối lượng của vật và bình phương khoảng cách d .

$$I_{\Delta'} = I_{\Delta} + Md^2 \quad (1)$$

* Ví dụ 1 : Thanh đồng chất khối lượng M , dài l , tiết diện nhỏ. Tìm $I_{\Delta'} = ?$ (xem H.2)

$$I_{\Delta} = \frac{1}{12} Ml^2$$

$$I_{\Delta'} = I_{\Delta} + Md^2 = \frac{1}{12} Ml^2 + M\left(\frac{l}{2}\right)^2$$

$$I_{\Delta'} = \frac{1}{3} Ml^2.$$

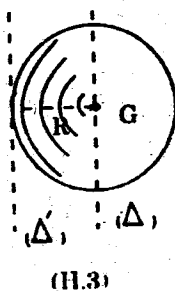
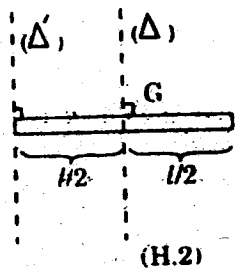
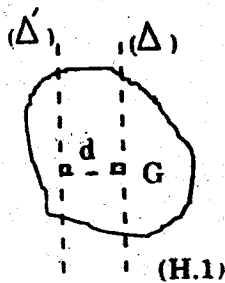
* Ví dụ 2 : (xem H.3) Quả cầu đồng chất, khối lượng M , bán kính R .

$$I_{\Delta} = \frac{2}{5} MR^2$$

$$I_{\Delta'} = I_{\Delta} + Md^2 = \frac{2}{5} MR^2 + MR^2 = \frac{7}{5} MR^2$$

2) **Hàm phanh.**

* Xem (H.4). Khi phanh, áp lực $\vec{Q}$ sinh ra $\vec{F}_{ms}$ cản trở chuyển động quay.



* $F_{ms} = KQ$

* $\vec{F}_{ms}$ sinh ra một mômen
hãm trục quay : $M = -F_{ms} \cdot R$

$$M = -KQR$$

* Do vậy bánh xe chuyển
động quay với gia tốc góc γ theo
phương trình :

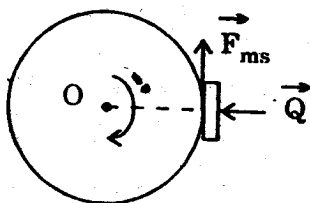
$$\gamma = \frac{M}{I} = -\frac{KQR}{I}$$

* Vận tốc góc quay : $\omega = \omega_0 + \gamma t$

* Vậy sau thời gian τ , bánh xe dừng lại $\omega = 0$ nên

$$0 = \omega_0 + \gamma \tau \Rightarrow \tau = -\frac{\omega_0}{\gamma}$$

$$\text{Hay } \tau = -\frac{\omega_0}{\left(-\frac{KQR}{I}\right)} = \frac{\omega_0 I}{KQR}$$



Câu 180.

Hãy xét bài toán có ròng rọc nặng ?

Lời giải

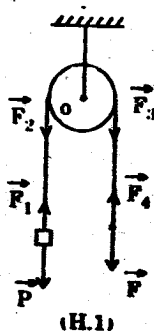
I. Các giả thiết

Cho một dây (coi là không có khối lượng) vắt qua một ròng
rọc cố định O ; một đầu dây treo vật nặng m, đầu kia kéo một
lực $\vec{F}$

II. Với ròng rọc không có khối lượng

* (Lớp 10) - xem H.1. Ròng rọc
không có khối lượng $I = 0$, lực căng
dây hai bên có độ lớn bằng nhau.

* Lúc này $\vec{F}$ được dây truyền
nguyên vẹn tới vật, ròng rọc chỉ có tác
dụng đổi hướng của $\vec{F}$



* Định luật II Newton viết cho vật là

$$F - P = ma = F - mg \Rightarrow a = \frac{F - mg}{m} \quad (1)$$

III. Với ròng rọc có khối lượng

+ Ròng rọc có $M \neq 0$ nên có $I \neq 0$;

$$\vec{T}_3 + \vec{T}_4 = 0 : T_1 = T_2 = T$$

ta coi $\vec{F}$ đặt vào ròng rọc bên phải (H.2)

+ Phương trình quay của ròng rọc :

$$M = (F - T)R = I\gamma \quad (2)$$

+ Phương trình chuyển động tịnh tiến của vật .

$$T - P = ma(3)$$

+ Mối liên hệ giữa hai chuyển động trên dây thông qua quan hệ giữa a và γ như sau : (xem H.3)

* Đã biết $\vec{a}_t$ có : $a_t = \frac{dv}{dt} \quad (4)$

Với $v = \frac{ds}{dt}$ nên : $a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2} \quad (5)$

($\vec{a}_t$ và $\vec{v}$ cùng chiều : vật

quay nhanh dần; $\vec{a}_t$ và $\vec{v}$ ngược chiều : vật quay chậm dần)

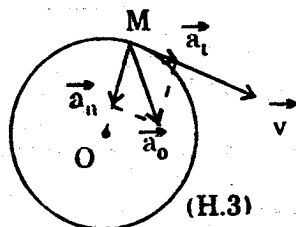
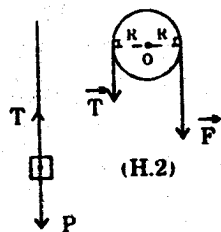
* Gia tốc toàn phần $\vec{a}_0 = \vec{a}_t + \vec{a}_n$

* Với $v = \omega R$ thì $\frac{dv}{dt} = R \frac{d\omega}{dt}$ và chú ý : (4) và $\frac{d\omega}{dt} = \gamma$ ta

: $a_t = R\gamma \quad (6)$

* Vì dây không trượt trên ròng rọc nên gia tốc tiếp tuyến tại một điểm trên vành ròng rọc là a_t cũng bằng gia tốc tịnh tiến của m, vậy $a_t = R\gamma \quad (7)$

+ Đưa (7) vào (3) ta có :



$$(2) \Rightarrow F - T = \frac{I\gamma}{R} \quad (8)$$

$$T - P = mR\gamma \quad (9)$$

+ Giải (8) và (9) suy ra :

$$\gamma = \frac{(F - P)R}{I + mR^2} = \frac{(F - mg)R}{I + mR^2} \quad (10)$$

$$\text{Và } a = \frac{(F - mg)R^2}{I + mR^2} \quad (11)$$

+ Nếu so sánh với (1) thì a của vật khi ròng rọc có khối lượng bé hơn. Khi ròng rọc không có khối lượng.

* (11) trở thành một nếu ròng rọc không có khối lượng, $I = 0$.

Câu 181.

Trình bày khái niệm mômen động lượng và định luật bảo toàn mômen động lượng ? Trình bày thí nghiệm kiểm chứng định luật này ?

Lời giải

1. Khái niệm mômen động lượng

+ Do $M = I\gamma$ và $\gamma = \frac{d\omega}{dt}$ nên :

$$M = I\gamma = I \frac{d\omega}{dt} \quad (1) \text{ với } I = \text{const.}$$

+ Đặt $\rho = I\omega$

* Đơn vị là $\text{kg m}^2/\text{s}$

* Với $I = \sum m_i R_i^2$; $\omega_i = \omega = \frac{v_i}{R_i}$ (vận tốc dài của từng chất điểm, giống nhau); ta có :

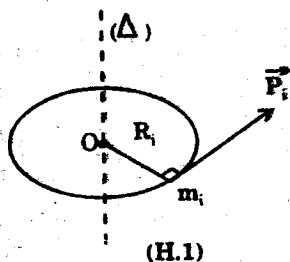
$$\rho = \sum m_i R_i^2 \omega = \sum m_i v_i R_i \quad (2)$$

Đã biết các chất điểm có động lượng là $\vec{p}_i = m_i \vec{v}_i$ nên :

$$\rho_i = p_i R_i \quad (3)$$

Các $\vec{p}_i$ theo phương của $\vec{v}_i$
(H.1) tức là theo phương tiếp tuyến, R_i coi là "tay đòn".

Vậy p_i được gọi là mômen động lượng của chất điểm đối với trục quay Δ .



* Vậy $\boxed{p = I\omega = \sum p_i}$ (4)

p là mômen động lượng của vật rắn đối với trục quay (Δ). Nó bằng tổng các mômen động lượng của các chất điểm của vật rắn đối với trục quay (Δ).

* Chọn chiều quay làm chiều dương nên $p > 0$

+ Phương trình (1) viết là :

$$M = I\gamma = I \frac{d\omega}{dt} = \frac{d}{dt}(I\omega) = \frac{dp}{dt}$$

$$\boxed{M = \frac{dp}{dt}} \quad (5)$$

+ (5) là phương trình các mômen của vật rắn quay, nó chứa mômen lực và mômen động lượng.

+ Kết luận : Đạo hàm theo thời gian của mômen động lượng của vật rắn quay quanh một trục bằng tổng các mômen lực tác dụng vào vật.

II. Định luật bảo toàn mômen động lượng

* Từ (5) nếu $M = 0$ thì $p = \text{const}$, mômen động lượng được bảo toàn.

* Định luật : Tổng mômen các lực lên vật rắn bằng không thì mômen động lượng của vật rắn bảo toàn.

a) Đối với vật rắn không bị biến dạng :

* $p = I\omega$

* $I = \text{const}$, khi $M = 0$, $p = \text{const}$ nên $\omega = \text{const}$, $\gamma = 0$. Vật rắn hoặc đứng yên hoặc quay đều. Đó chính là quán tính quay.

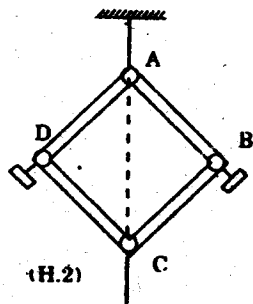
b) Đối với vật rắn biến dạng :

- * Định luật vẫn đúng cho vật rắn biến dạng.
- * Nếu tổng mômen các ngoại lực tác dụng lên vật bằng không ($M = 0$) thì mômen động lượng của vật ($\rho = I\omega$) được bảo toàn.
- * Do $\rho = I\omega = \text{const}$ nên vật biến dạng, I tăng thì ω giảm, và ngược lại.

III. Thí nghiệm kiểm chứng

1) Thí nghiệm 1 :

* Một khung hình thoi có thể biến dạng được ở B và D có gắn hai quả cân như nhau. Khung treo bằng dây ở A, ở C có dây thả tự do (H.2).



* Cho khung quay quanh trục qua A, C với vận tốc góc ω , khung quay đều ; do các trọng lực song song với AC nên $M = 0$.

* Nếu kéo dây dưới C làm cho khung biến dạng, hai quả cân gần trục quay hơn, I của khung giảm. Ngoại lực kéo dây cũng có $M = 0$.

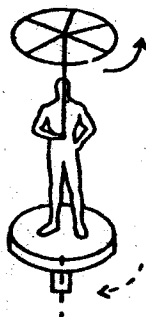
Vậy $M = 0$ nên $\rho = I\omega = \text{const}$, I giảm, ω tăng. Thí nghiệm cho kết quả đúng như vậy : khung quay nhanh hơn.

2) Thí nghiệm 2 : * Vật không chỉ biến dạng do ngoại lực (thí nghiệm 1) mà còn do các nội lực. Các nội lực từng đôi trực đối nên mômen của các nội lực bằng 0, $\rho = \text{const}$, nếu I tăng thì ω cũng giảm và ngược lại.

* Thật vậy : Ta xét thí nghiệm ghế đầu Giucốpski (H.3).

+ Mọi ghế đầu quay quanh trục thẳng đứng qua tâm O.

+ Người đứng trên ghế ở O.



+ Các ngoại lực ($\vec{P}, \vec{N}$) đều song song với trục quay nên $M = 0$; $I\omega = \text{const.}$

+ Đẩy ghế quay đều, $I = \text{const.}$, $\omega = \text{const.}$

+ Người dang tay ra, I tăng, ω giảm, thí nghiệm thấy ghế quay chậm hơn trước.

+ Nếu người cầm bánh xe trục thẳng đứng với đầu người, lúc đầu bánh xe và ghế đều đứng yên thì khi người quay bánh xe sang phải thì ghế quay sang trái.

Câu 182.

1) Người múa balé đang quay người trên đầu ngón chân quay trục thẳng đứng qua đầu ngón chân và khối tâm của người. Để ngừng quay, người ấy làm động tác gì? Vì sao?

2) Một người đứng ở giữa ghế Giucốpki sao cho phương của trọng lực của người trùng với trục của ghế. Hai tay người dang ra và cầm hai quả tạ, mỗi quả có khối lượng m , khoảng cách giữa hai quả tạ là l_1 . Cho người + ghế quay với vận tốc góc không đổi ω_1 . Hỏi vận tốc góc của ghế và người nếu người đó co hai tay lại để khoảng cách giữa hai quả tạ chỉ còn là l_2 . Biết mômen quán tính của người + ghế (không kể tạ) là I_0 .

Lời giải

1) * Giả sử người quay sang phải

* Muốn dừng, người chỉ cần vung tay ra xa và vận người ngược lại.

* Sở dĩ vậy vì người chịu tác dụng có $M=0$ nên $\mathcal{L} = I\omega = \text{const.}$, khi dang và xoay người, I tăng lên nên ω giảm hẳn, xoay ngược lại một chút phần còn lại của ω sẽ bị triệt tiêu ngay.

2) * Dễ dàng thấy $M = 0$, $\mathcal{L} = I\omega$ bảo toàn.

* Mômen động lượng của hệ khi người dang tay bằng khi co tay

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \quad (1)$$

I_1, I_2 là mômen quán tính của hệ khi dang tay và co tay.

$$I_1 = I_0 + 2m \left(\frac{l_1}{2} \right)^2 \quad (2)$$

$$I_2 = I_0 + 2m \left(\frac{l_2}{2} \right)^2 \quad (3)$$

Đưa các biểu thức này (1), biến đổi sơ cấp, ta nhận được :

$$\omega_2 = \frac{I_1}{I_2} \omega_1 = \frac{I_0 + 2m \left(\frac{l_1}{2} \right)^2}{I_0 + 2m \left(\frac{l_2}{2} \right)^2} \cdot \omega_1 \quad (4)$$

* So sánh ta thấy $\omega_2 > \omega_1$ nghĩa là khi co tay, hệ quay nhanh hơn.

Câu 183.

1) Cách xác định động năng của vật rắn ? Bánh đà có tác dụng gì ?

2) Cho đến nay, ta đã biết mấy định luật bảo toàn cho hệ kín ? Hãy nói về chúng.

Lời giải

I. Động năng của vật rắn quay quanh một trục

- + Động năng có tính chất cộng được
- + Chia vật rắn thành rất nhiều thành phần rất nhỏ có lượng rất bé m_i với vận tốc $v_i = \omega r_i$ (ω chung cho mọi chđ); có động năng là

$$W_{di} = \frac{1}{2} m_i v_i^2 = \frac{1}{2} \omega^2 m_i r_i^2$$

(r_i khoảng cách từ m_i đến trục quay)

- + Động năng cả vật rắn

$$W_d = \sum W_{di} = \frac{1}{2} \omega^2 \sum m_i r_i^2$$

Với I của vật rắn là : $I = \sum m_i r_i^2$

$$W_d = \frac{1}{2} I \omega^2$$

+ Công thức này tương tự như $W_d = \frac{mv^2}{2}$; m có vai trò như I ; v có vai trò như ω .

II. Động năng của vật rắn chuyển động phẳng

+ Chuyển động phẳng : các điểm của vật rắn đều chuyển động trong mặt phẳng.

+ Có thể phân tích chuyển động này thành hai phần :

* Chuyển động tịnh tiến (thẳng hay cong) của khối tâm G.

Coi G mang khối lượng toàn vật M và nó có vận tốc $\vec{v}_G$ nên có

$$\text{động năng là : } \frac{Mv_G^2}{2}$$

* Chuyển động quay của vật rắn quanh một trục đi qua G và vuông góc với mặt phẳng quỹ đạo. Lúc đó động năng quay tính theo $\frac{I\omega^2}{2}$ (I : mômen quán tính của vật rắn đối với trục quay, ω vận tốc góc của chuyển động quay).

+ Vậy động năng của vật rắn chuyển động phẳng là :

$$W_d = \frac{Mv_G^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$$

Trong công thức này, M và I liên hệ nhau qua công thức tính I ; v_G và ω liên hệ nhau qua từng trường hợp cụ thể.

III. Bánh đà

* Bánh đà là một bánh xe bằng thép có I lớn đối với trục quay.

* Nếu ω lớn thì bánh đà dự trữ một động năng quay $\frac{I\omega^2}{2}$ lớn giúp cho vật vượt qua các điểm chết để tiếp tục chuyển động.

* Cũng nhờ vậy, bánh đà truyền cho trục cán có thể sinh ra một lực nén rất lớn (trong một thời gian rất ngắn) để cán, dập.

IV. Các định luật bảo toàn cho hệ kín

* Đối với hệ kín, hệ cô lập, ta đã học ở lớp 10 hai định luật :

1) Định luật bảo toàn động lượng : Năng lượng hệ kín bảo toàn (trường hợp riêng : khi không có ma sát, lực cản của môi trường thì cơ năng của hệ bảo toàn).

* Lớp 12 : ta còn có thêm định luật bảo toàn mômen động lượng của hệ được bảo toàn ($\mathcal{L} = I\omega = \text{const}$).

* Ba định luật này rất quan trọng vì nó dùng cho mọi đối tượng, tổng quát nhất.

Câu 184.

Xác định sự tương ứng giữa chuyển động thẳng và chuyển động tròn ?

Lời giải

I. Bảng tương ứng

Chuyển động thẳng	Chuyển động tròn	
Hoành độ : x	Bán kính quỹ đạo R Hoành độ cong S Góc quét φ	quan hệ : $S = R\varphi$
vận tốc : $v = \frac{dx}{dt}$	Vận tốc dài $v = \frac{ds}{dt}$ Vận tốc góc $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$	quan hệ $v = \omega R$
Gia tốc $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$	Gia tốc toàn phần $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$ Gia tốc hướng tâm $a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$ Gia tốc tiếp tuyến $a_t = \frac{dv}{dt}$ Gia tốc góc $\gamma = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$ Quan hệ : $a_t = R\gamma$	

Khối lượng m	Mômen quán tính $I = mR^2$
Lực $\vec{F}$	Mômen lực $M = \pm F_t R$ ($\vec{F}_t$: thành phần tiếp tuyến của lực)
Định luật II Newton $\vec{F} = m \vec{a}$	Phương trình chuyển động tròn $M = \frac{d\mathcal{L}}{dt}$
Động năng $W_d = \frac{mv^2}{2}$	Động năng quay $W_d = \frac{I\omega^2}{2}$
Quán tính tịnh tiến $\vec{F} = 0$ thì $\vec{a} = 0$ (Nghỉ, chuyển động thẳng đều)	Quán tính quay : $M = 0$ thì $\gamma = 0$ (quay đều)

II. Các đại lượng tương ứng

1) Các đại lượng có ý nghĩa tương đương

* m và I : đặc trưng cho quán tính.

* $\vec{F}$ và M : nguyên nhân gây sự biến đổi chuyển động.

2) Các đại lượng tương tự và ý nghĩa xa nhau hoặc khác nhau

* Các đại lượng $x, \varphi, S, R; v, \omega; a, a_t, a_n, \gamma, \vec{P}, \mathcal{L}$; động năng tịnh tiến, quay.

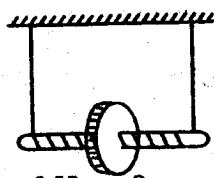
* Chuyển động quay có những đặc trưng phức tạp hơn.

* Sự tương tự giúp ta nhớ dễ, dễ suy luận.

Câu 185.

1) Quan sát một la bàn con quay trên bàn thí nghiệm ta thấy trục quay của nó không giữ nguyên hướng liên tục xoay chậm chậm.

Điều đó có mâu thuẫn với lý thuyết đã học không? Vì sao?



2) Một con lắc Macxuen có dạng như hình. Bánh xe và trục quay có khối lượng m , mômen quán tính đối với trục quay là I , trục quán dây có bán kính r . Thả con lắc, nó sẽ dao động. Nghiên cứu chuyển động của nó.

Lời giải

I. La bàn con quay

+ Con quay tự do là một đĩa kim loại đỡ bằng giá đỡ cadđang.

+ Trục quay ox' của đĩa quay tự do quay O (giao của xx' và yy'). Khối tâm của đĩa trùng với O .

+ $\vec{P}$: trọng lượng của đĩa, $\vec{N}$ là phản lực của giá đỡ. Ta có:

$$\vec{P} + \vec{N} = \vec{0}$$

+ Vậy $M = 0$ vì vậy $I\omega = \text{const}$

+ Mômen quán tính $I = \text{const}$ nên $I\omega = \text{const}$

Vì vậy: Ban đầu người ta để trục quay hướng Ox về phía sao Bắc Đẩu, khi xoay tùy ý con quay (tàu lắc, trái đất chuyển động); do $I\omega = \text{const}$ nên trục Ox quay và luôn hướng về sao Bắc Đẩu.

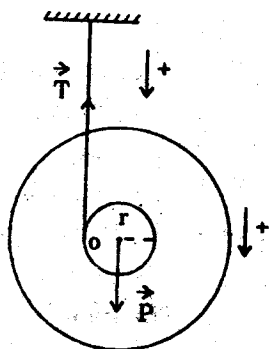
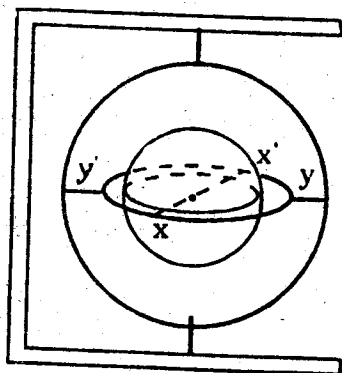
+ Có thể do có ma sát mà ω giảm. Con quay thay cho la bàn lúc đi biển.

II. Con lắc Macxuen

+ Con lắc có trọng lượng $\vec{P} = m\vec{g}$

hai lực căng hai dây tổng hợp là $\vec{T}$

+ Gọi $\vec{a}$ là gia tốc của khối tâm $G = O$.



- + Phương trình chuyển động của khối tâm G.

$$mg - T = ma \quad (1)$$

- + Phương trình quay :

$$I\gamma = I \frac{d\omega}{dt} = T.r \quad (2)$$

ω : vận tốc góc có chiều dương là chiều kim đồng hồ, chú ý

$$M_G(\vec{P}) = 0.$$

- + Gọi x là cung tròn ứng với góc quay φ khi trụ cuộn dây

$$x = r\varphi$$

$$\text{Nên : } v = \frac{dx}{dt} = r \cdot \frac{d\varphi}{dt} = r.\omega \quad (3)$$

$$a_t = \frac{d^2x}{dt^2} = r \cdot \frac{d\omega}{dt} = r.\gamma \quad (4)$$

- + Từ (2) và (4) suy ra : $Ia_t = Tr^2 = Ia \quad (5)$

$$(a_t = a)$$

$$\text{Từ (1) suy ra : } T = m(g - a) \quad (6)$$

- + Giải (5) và (6) nhận được $a = \frac{mg}{m + \frac{I}{r^2}} \quad (7)$

$$T = \frac{mg}{1 + \frac{mr^2}{I}} \quad (8)$$

Như vậy $a < g$ và $T < P = mg$

- + Con lắc đi xuống nhanh dần đều nhưng chậm hơn rơi tự do và quay nhanh dần đều (do v tăng, $v = \omega r$ nên ω tăng).

- + Giả sử lúc đầu hầu hết dây được cuộn vào trụ, con lắc ở cao nhất, G ở độ cao h so với vị trí dưới cùng ($E_t = 0$ ở đó)

$$\text{Động năng } W_d = 0$$

$$\text{Thế năng } U_1 = mgh$$

+ Khi đi xuống v , ω tăng, động năng $W_d = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$ tăng.

+ Ở vị trí thấp nhất động năng cực đại :

$$W_{d_{\max}} = \frac{mv_o^2}{2} + \frac{I\omega_o^2}{2}$$

($v_o = \omega_o r$: ở vị trí thấp nhất)

Thế năng ở đây max, thế năng $U_o = 0$

+ Bỏ qua ma sát, sức cản, cơ năng bảo toàn :

$$mgh = \frac{mv_o^2}{2} + \frac{I\omega_o^2}{2}$$

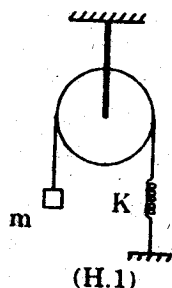
+ Ở vị trí thấp nhất, động năng quay $\frac{I\omega_o^2}{2}$ vẫn còn nên con

lắc tiếp tục quay, cuốn dây, làm cho con lắc đi ngược lên ; a ngược dấu, chuyển động chậm dần đều dừng lại, rồi đi xuống.

Ma sát, sức cản bằng 0, con lắc dao động.

Câu 186.

1) Tìm tần số dao động bé của cơ hệ ở (H.1) cho R là bán kính ròng rọc, I mômen quán tính của ròng rọc đối với trục quay, m là khối lượng của vật, K là độ cứng của lò xo. Bỏ qua khối lượng của dây và ròng rọc, dây không giãn, bỏ qua ma sát.



2) Vệ tinh nhân tạo của trái đất có quỹ đạo ellip mà một tiêu điểm là tâm trái đất. So sánh động năng W_d , thế năng V , động lượng mômen P , mômen động lượng $\mathcal{L}$ của vệ tinh ở điểm cận A và viễn điểm B của quỹ đạo. Coi trái đất + vệ tinh là một hệ cô lập.

Lời giải

1) * Không kể thế năng hấp dẫn, cơ năng bảo toàn

$$\frac{Kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = \text{const} \quad (1)$$

Trong đó x là độ dời của vật nặng, v là vận tốc tịnh tiến của vật nặng, ω là vận tốc góc quay của ròng rọc.

* Do $v = \omega R$ (dây không dãn) nên :

$$\frac{Kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{Iv^2}{2R^2} = \text{const} \quad (2)$$

(Vận tốc tịnh tiến của vật bằng vận tốc dài của một điểm ở vành của ròng rọc)

* Đạo hàm hai vế của (2) chú ý $(\text{const})' = 0$:

$$\frac{2Kx}{2} \cdot x' + \frac{m}{2} \cdot 2v \cdot v' + \frac{I2v \cdot v'}{2R^2} = 0 \quad (3)$$

* Chú ý $x' = v$, $v' = x''$; (3) trở thành.

$$x'' + \frac{K}{m + \frac{I}{R^2}} x = 0 \quad (4)$$

* Do $\frac{K}{m + \frac{I}{R^2}} > 0$ nên đặt $\omega_0^2 = \frac{K}{m + \frac{I}{R^2}}$ (5)

* (5) + (4) sẽ có : $x'' + \omega_0^2 x = 0$ (6)

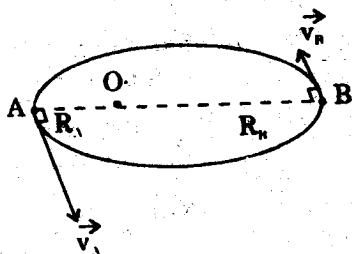
* (6) có nghiệm là $x = A \sin(\omega_0 t + \varphi)$ (7)

Trong đó ω_0 là tần số góc của dao động điều hòa của m phải tìm

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m + \frac{I}{R^2}}} \quad (8)$$

2) + O là trái đất
+ A là cận điểm, B là viễn điểm của quỹ đạo ellip của vệ tinh.

+ Vệ tinh chỉ chịu tác dụng của lực hấp dẫn của trái đất nên $\vec{F}_{hd}$ hướng vào tâm quay O và, $M_o(\vec{F}_{hd}) = 0$



Vậy định luật bảo toàn mômen động lượng và năng lượng được nghiệm đúng.

+ Do $I\omega = \text{const}$ và $v = \omega R$ nên :

$$E_A = W_A + v_A = E_B = W_B + v_B \quad (9)$$

$$mv_A R_A = m \cdot V_B R_B \Rightarrow v_A R_A = V_B R_B \quad (10)$$

+ Ở A ; R_A bé nhất, I_A bé nhất nên ω_A lớn nhất, (10) cho biết R_A bé nhất nên V_A lớn nhất. Từ đó suy ra W_A lớn nhất, theo (9) thì v_A bé nhất.

+ Lập luận tương tự ở B thì W_B bé nhất, v_B lớn nhất.

3. KHÁI NIỆM VỀ CƠ HỌC LƯỢNG TỬ

Câu 187.

Trình bày nội dung của giả thuyết Đơ Bơri ? Thí nghiệm kiểm chứng ? Xác định cỡ của bước sóng Đơ Bơri :

Lời giải

I. Giả thuyết Đơ Bơri

- + Đã biết vật chất có hai dạng : chất và trường (sóng)
- + Cũng đã biết ánh sáng có lưỡng tính sóng - hạt
- + Chú ý đến tính chất đối xứng của vật chất nên các chất (gồm nguyên tử, hạt nhân, các electron...) cũng phải có lưỡng tính sóng - hạt.

+ 1923 Đơ Bơri đã nêu giả thuyết sau : Một hạt chất có năng lượng E , động lượng $\vec{P}$ thì gắn với một sóng có bước sóng xác định qua :

$$\lambda = \frac{h}{P}$$

h là hằng số Plăng, sóng này lan truyền theo hướng của $\vec{P}$

+ Sự kết hợp giữa đặc trưng sóng (λ) và đặc trưng hạt ($\vec{P}$) thông qua lượng tử tác dụng $h - \lambda$ gọi là bước sóng Đơ Bơri.

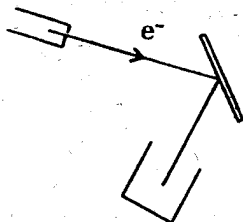
+ Với photon biểu thức trên vẫn đúng (dù nó không có khối lượng tĩnh) nhưng vẫn có năng lượng và xung lượng P

$$P = \frac{h}{\lambda}$$

λ : bước sóng điện từ gắn với photon.

II. Thí nghiệm kiểm chứng

+ 1962 Davitxon và Giecmê đã làm thí nghiệm sau : Rọi một chùm electron vào tinh thể kền, ta nhận được trên phim ảnh một hình ảnh nhiễu xạ như của tia X là sóng điện từ. Nếu cho electron qua hai lỗ nhỏ của tấm chắn, ta cũng thu được trên màn huỳnh quang ở phía sau hình ảnh giao thoa của sóng electron.



+ Vậy giả thuyết Đơ Broi đã được xác nhận : hạt chất (electron) cũng có tính chất sóng - Nó cũng có lưỡng tính sóng - hạt.

* Bản chất sóng Đơ Broi ? Cho đến nay vẫn chưa sáng tỏ vì sóng của một hạt vật chất được biểu diễn bởi hàm số ψ không có ý nghĩa trực tiếp mà chỉ giúp ta tìm được xác suất tìm thấy hạt ở đâu đó là bao nhiêu thôi.

III. Xác định cỡ của sóng Đơ Broi

a) Hạt vi mô

+ Ví dụ electron : $m = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg, $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ Js.

Giả sử electron có vận tốc v cỡ 10^7 m/s thì bước sóng Đơ Broi của hạt này là :

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34}}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 10^7} ; \lambda \text{ cỡ } 10^{-10} \text{ m.}$$

+ Đây là cỡ λ của tia X có thể xác định được

b) Hạt vĩ mô

+ Ví dụ hạt cát có $m = 10^{-6}$ kg ; v cỡ 10^3 m/s, bước sóng Đơ Broi của nó là :

$$\lambda = \frac{h}{vm} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34}}{10^{-6} \cdot 10^3} ; \lambda \text{ cỡ } 10^{-31} \text{ m.}$$

+ Với bước sóng cỡ 10^{-31} m thì không có dụng cụ nào phát hiện được (ví thể λ của ô tô, trái đất chuyển động lại càng không thể đo được).

+ Vây sóng Đơ Bơri chỉ có ý nghĩa đối với các hạt vi mô

Câu 188.

Cơ học lượng tử là gì ? Các ý tưởng cơ bản của cơ học lượng tử ?

Lời giải

I. Cơ học lượng tử

- * Giả thuyết Đơ Bơri khởi đầu cho vật lý hiện đại.
- * Cơ học lượng tử trở thành một "trụ cột" của vật lý hiện đại.
- * Cơ học lượng tử gồm hai loại : cơ học sóng và cơ ma trận.
- * Cơ học lượng tử là lý thuyết về chuyển động của các hạt vi mô có lưỡng tính sóng - hạt, hằng số Plăng h có vai trò chủ yếu trong lý thuyết này.
- * Có thể chứng minh được cơ học cổ điển là một trường hợp riêng của cơ học lượng tử chuyển về các công thức cơ cổ điển.
- * Cơ lượng tử là một bộ phận của lý thuyết lượng tử.
- * Ý tưởng quan trọng nhất của cơ học lượng tử là : Các hạt vi mô có lưỡng tính sóng - hạt (không hoàn toàn là hạt) nên nó không có quỹ đạo xác định.

Khái niệm quỹ đạo tròn của electron trong nguyên tử (của mẫu nguyên tử Rôđôpho, Bo) không còn đúng nữa. Người ta chỉ có thể xác định được xác suất để tìm thấy electron quanh hạt nhân ở mỗi nơi là bao nhiêu mà thôi. Có khi ta nói quanh hạt nhân có đám mây electron. Tuy vậy nếu có phát hiện được electron thì bao giờ ta cũng có nó vẹn toàn (chứ không phải là một phần electron).

- * Các bài toán vi mô được giải nhờ công cụ đặc biệt (toán tử, ma trận...) mà kết quả đặc sắc là xuất hiện tự nhiên các số tự nhiên, nguyên. Như vậy các đại lượng tương ứng tự nhiên với các lượng tử số, đại lượng ấy được lượng tử hóa.

II. Hệ thức bất định Haixenbe

* Trong cơ học cổ điển, trên nguyên tắc bao giờ cũng xác định chính xác cả tọa độ lẫn vận tốc (hoặc động lượng) của vật. Có thể tăng độ chính xác phép đo bằng cách cải tiến dụng cụ.

* Trong cơ học lượng tử, ở thế giới vi mô, năng lượng cần dùng để đo một hạt cũng cỡ với năng lượng của hạt. Vì thế phép đo ảnh hưởng đến trạng thái của hạt vì vậy phép đo không được chính xác nữa.

* Hệ thức bất định Haixenbe là kết quả đặc sắc của cơ học lượng tử về vấn đề này:

Nếu theo trục x , vị trí x của hạt vi mô được xác định, sai số Δx thì động lượng tương ứng $p_x = mv_x$ chỉ có thể xác định với sai số Δp_x sao cho:

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$$

* Như vậy Δx càng lớn thì Δp_x càng bé. Nghĩa là xác định động lượng càng chính xác bao nhiêu thì xác định vị trí càng kém chính xác bấy nhiêu. Đó là nguyên tắc chứ không do dụng cụ, không thể cải tiến dụng cụ để khử nó.

* Nguyên nhân của sự bất định này chính là lưỡng tính sóng - hạt của hạt vi mô.

* Hệ thức bất định là rất quan trọng của thế giới vi mô, còn ở thế giới vĩ mô thì nó không có vai trò gì bởi vì các $\Delta x, \Delta p_x$ mà hệ thức đòi hỏi còn quá xa so với độ chính xác của dụng cụ tính xảo nhất hiện nay.

Câu 189.

Bạn có thể biết thêm gì về lưỡng tính sóng - hạt qua việc đọc các bài toán đã cho ở bài giải sau?

Lời giải

Bài 1: Trong lò phản ứng hạt nhân, dùng các thanh Bo để điều chỉnh phản ứng hạt nhân dây chuyền. Bán kính nguyên tử Bo không quá 3. fecmi ($1 \text{ fecmi} = 10^{-15} \text{ m}$). Giữa hạt nhân Bo và các notron chỉ có tương tác mạnh với bán kính tác dụng cỡ vài fecmi. Thực nghiệm lại cho thấy hạt nhân Bo có thể bắt notron cách nó tới 350 fecmi. Giải thích?

Nơtron có :
$$\begin{cases} m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ v = 3000 \text{ m/s} \end{cases}$$

Giải

* Vì nơtron là hạt chất, nó có lưỡng chất sóng - hạt nên nó có bước sóng Đơ Broi tương ứng :

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6,610^{-34}}{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 3 \cdot 10^3} = 1,32 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$\lambda = 1,32 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 132.000 \text{ fectm.}$$

* Trong khoảng $\lambda = 132.000$ fectm chứa rất nhiều hạt nhân Bo nên xác suất để nơtron có mặt ở gần hạt nhân Bo vài fectm tăng lên rất nhiều, nên mới có sự kiện đã nêu.

Bài 2 : Nhà Bác học Bo còn nêu ra một tiên đề thứ 3 trong mẫu nguyên tử của mình : Mômen động lượng của electron trên quỹ đạo bán kính r là M :

$$M = mvr = n \frac{h}{2\pi} = nh$$

Chúng tôi rằng tiên đề này có thể suy được từ giả thiết cho rằng electron có sóng dừng thành lập quanh hạt nhân.

Giải

* Sóng Đơ Broi có sóng dừng nếu chu vi quỹ đạo tròn của nó là :

$$2\pi r = n\lambda \quad (1) \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

* Với $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ (2)

* Kết hợp 1 và 2 : $2\pi r = n \frac{h}{mv}$, suy ra :

$$mvr = n \frac{h}{2\pi} = nh \quad (3)$$

(Với $h = \frac{h}{2\pi}$, h là hằng số Planck)

Câu 190.

Hãy đọc lời giải sau để hiểu rằng hệ thức bất định có hai dạng và cách vận dụng chúng như thế nào ?

Lời giải

Bài 1 : Trong thuyết Bo, electron có mômen động lượng là

$M = n \frac{h}{2\pi}$. Nếu $n = 1$ thì quỹ đạo thứ nhất có bán kính

$r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ (bán kính Bo). Có thể lấy r_0 làm cỡ sai số về vị trí của electron. Tìm sai số xung lượng và cho kết luận.

Giải

* $\Delta x \approx r_0$ theo hệ thức bất định Heisenberg về tọa độ và xung lượng thì :

$$\Delta p = \frac{h}{\Delta x}$$

$$* \quad \Delta p = \frac{6,625 \cdot 10^{-34}}{5,3 \cdot 10^{-11}} \approx 10^{-23} \text{ kg.m.s}^{-1}$$

$$* \quad \text{Với } M = mvr = n \frac{h}{2\pi} \Rightarrow mv = p = \frac{h}{2\pi r_0} \quad (n = 1)$$

Vậy xung lượng của electron là :

$$p = \frac{6,625 \cdot 10^{-34}}{2\pi \cdot 5,3 \cdot 10^{-11}} \approx 0,2 \cdot 10^{-23} \text{ kg.m.s}^{-1}$$

* Rõ ràng là $\Delta p > p$. Như vậy nó tới quỹ đạo của electron trong nguyên tử là vô nghĩa.

* Điều này cũng chứng tỏ rằng lập luận trong thuyết Bo là có mâu thuẫn nội tại và mâu thuẫn với cơ học lượng tử.

Bài 2: Ngoài hệ thức bất định $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$, cơ học lượng tử còn có một hệ thức bất định về năng lượng và thời gian :

Nếu đối tượng vi mô tồn tại trong thời gian t ở trạng thái có năng lượng E thì sai số (độ bất định) về thời gian là Δt và sai số về năng lượng là ΔE tuân theo hệ thức :

$$\Delta E, \Delta t \geq h.$$

Vậy chỉ có mức năng lượng cơ bản E_0 mới có giá trị xác định vì nguyên tử tồn tại lâu dài ở trạng thái này $\Delta t = \infty$ nên $\Delta E = 0$. Các mức năng lượng kích thích E có ΔE_0 . Khi cho E ta hiểu là giá trị trong khoảng $E_0 \pm \Delta E_0$. Electron ở trạng thái $E = 3.4 \text{ eV}$ trong thời gian $t = 10^{-8} \text{ (s)}$ rồi chuyển về mức năng lượng cơ bản và phát ra photon γ . Tìm $\Delta \lambda$ của photon γ .

Gợi

* Cho $\Delta E = \frac{h}{\Delta t}$ và chọn $\Delta t \approx 10^{-8} \text{ s}$.

$$\Delta E = \frac{h}{\Delta t} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34}}{10^{-8}} \approx 6,625 \cdot 10^{-26} \text{ J}.$$

* Năng lượng của electron

$$E = 3,4 \text{ eV} = 3,4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 5,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

* Vì photon phát ra có năng lượng là :

$$s = hf = \frac{hc}{\lambda} \text{ nên } \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon} \Rightarrow \Delta \lambda = \lambda \frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon}$$

$$\text{Và } \Delta \varepsilon = \Delta \quad ; \varepsilon = E - E_0 = -3,4 - (-13,6) = 10,2 \text{ eV}.$$

$$(E_0 = -13,6 \text{ eV})$$

$$\text{Hay } = 10,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 16,32 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

* Photon bức xạ có bước sóng

$$\lambda = \frac{hc}{\varepsilon} = \frac{6,625 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^8}{16,32 \cdot 10^{-19}} ; \lambda \text{ cỡ } 10^{-7} \text{ m}.$$

$$\Delta \lambda = \frac{6,625 \cdot 10^{-26}}{16,32 \cdot 10^{-19}} \cdot 10^{-7} \Rightarrow \Delta \lambda \text{ cỡ } 10^{-14} \text{ m}.$$

* Như vậy $\Delta \lambda$ là quá nhỏ so với λ nên ta coi vạch quang phổ phát ra là đơn sắc.

4. KHÁI NIỆM VỀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP

Câu 191.

Cơ học cổ điển có những hạn chế gì? Trình bày các tiên đề Anhstanh?

Lời giải

I. Các hạn chế của cơ học cổ điển :

+ Cho đến cuối thế kỷ 19 cơ học cổ điển đã có áp dụng và thành công rực rỡ trong khoa học và kỹ thuật.

+ Cũng cuối thế kỷ 19, nhiều hiện tượng được phát hiện không thể giải thích được nhờ cơ học lượng tử. Đó là các hiện tượng quang học.

+ Theo quan điểm cổ điển : Ánh sáng là sóng điện từ lan truyền với vận tốc c trong môi trường đặc biệt, đứng yên tuyệt đối, thấm vào mọi vật gọi là ête vũ trụ.

+ Trái đất quay quanh mặt trời với vận tốc $u \approx 30 \text{ km/s}$. Theo công thức cộng vận tốc của cơ học cổ điển, nếu ánh sáng truyền ngược chiều quay trái đất thì vận tốc ánh sáng phải là : $C + u$; ngược lại $C - u$.

+ Thí nghiệm của Maikenxon dẫn đến kết quả phủ định : Vận tốc ánh sáng có cùng giá trị với các hệ quy chiếu quán tính khác nhau. Khoa học khẳng định : không có ête vũ trụ.

II. Các tiên đề Anhstanh :

+ 1905 Anhstanh : vứt bỏ giả thuyết ête vũ trụ, thừa nhận ánh sáng truyền trong chân không.

+ Từ đó Anhstanh xây dựng nên lí thuyết mới - Đó là thuyết tương đối.

+ Thuyết tương đối gồm hai phần : Thuyết tương đối hẹp (được Anhstanh hoàn thiện) và thuyết tương đối rộng (Anhstanh nghiên cứu bỏ dở, nay đang được phát triển).

+ Trong thuyết tương đối hẹp - Anhstanh đã nêu lên hai tiên đề (đó là hai tiên đề Anhstanh).

+ *Tiên đề 1* : (mở rộng nguyên lý tương đối Galilê)

* Nguyên lý tương đối Galilê : Mọi hiện tượng cơ học xảy ra như nhau trong mọi hệ quy chiếu quán tính. (Mọi định luật cơ học có dạng toán học như nhau trong các hệ qui chiếu quán tính này).

* Thực nghiệm và lí thuyết điện từ ánh sáng cho hay : vận tốc ánh sáng là như nhau trong mọi hệ qui chiếu quán tính, các định luật điện từ không phụ thuộc vào việc chọn hệ qui chiếu quán tính. Vì vậy Anhstanh mở rộng nguyên lý Galilê như sau :

* *Tiên đề 1* : Các hiện tượng vật lý xảy ra như nhau đối với mọi hệ qui chiếu quán tính.

Cách khác : Các phương trình diễn tả các hiện tượng vật lý cũng có dạng trong mọi hệ qui chiếu quán tính. Như vậy mọi hệ qui chiếu quán tính là bình đẳng, không thể nói hệ qui chiếu quán tính nào là đứng yên tuyệt đối.

+ *Tiên đề 2* (về vận tốc ánh sáng)

* Vận dụng tiên đề 1 ta có tiên đề 2.

* *Tiên đề 2* : Vận tốc ánh sáng trong chân không có cùng độ lớn c trong mọi hệ qui chiếu quán tính, không phụ thuộc vào phương truyền, vận tốc máy thu hay nguồn phát. c là một hằng số vũ trụ, một cái tuyệt đối trong thuyết tương đối !

$$c = 299792458 \text{ m/s} \approx 300.000 \text{ km/s.}$$

* Điều đó có nghĩa là c là vận tốc giới hạn, không có đối tượng vật lý nào trong vũ trụ có vận tốc v lớn hơn c .

* *Tiên đề 2* : phủ định cơ học cổ điển. Đối với ánh sáng phép cộng vận tốc của nó không đúng nữa. Định lý này được thay thế bằng một phép cộng khác bao gồm cả phép cộng vận tốc cổ điển.

* Tiên đề 2 cũng khẳng định rằng : không thể có tương tác xa, không có sự truyền tương tác tức thời.

* Chú ý rằng vận tốc ánh sáng trong môi trường vật chất là $c' < c$; nên các vật có vận tốc $v > c'$ và $c' < v < c$.

* Hai tiên đề trên là đúng vì các hệ quả của nó được thực nghiệm chứng minh là đúng.

Câu 192.

Hãy trình bày các hệ quả của thuyết tương đối hẹp?

Lời giải

I. Hệ quả 1 : (Sự đồng thời hoặc thứ tự trước sau của hai biến cố là tương đối).

* Khái niệm thời điểm t chỉ xác định đối với một hệ qui chiếu xác định H .

* Với hệ qui chiếu H' chuyển động với hệ H , ứng với thời điểm t sẽ là t' ; $t' \neq t$, t' phụ thuộc vào tọa độ của điểm xét (H.1).

* Nghĩa là hai biến cố xảy ra đồng thời trong hệ H có thể xảy ra không đồng thời trong hệ H' (nếu chúng xảy ra ở hai nơi khác nhau).

* Ví dụ : A, B, I trong hệ H ($IA = IB = l$)

Trong hệ H , khi $t = 0$ hai đèn ở A và B cùng bật sáng, quan sát viên ở I sẽ nhận tín hiệu sáng cùng một lúc (sự kiện A, B cùng bật sáng, xảy ra đồng thời) vì thời gian ánh sáng truyền từ $A \rightarrow I$ và $B \rightarrow I$ là

$$t_a = t_b = \frac{l}{c}$$

Quan sát viên khác gắn với hệ H' chuyển động với vận tốc v (đối với hệ H) và khi $t' = 0$ người này qua I . Vì vận tốc ánh sáng truyền ngược nhau vẫn như nhau (tiên đề II) mà H' đến gặp B và xa dần A nên người này nhận tín hiệu sáng từ B đến trước hơn từ A đến. Vậy trong hệ H' hai biến cố A, B lóe sáng xảy ra không đồng thời.

Vậy có thể ngược lại coi H' đứng yên, hai biến cố trên xảy ra đồng thời thì H chuyển động ngược lại và hai biến cố trên lại xảy ra không đồng thời.

* Hai biến cố trong ví dụ trên không có quan hệ nhân quả (nguyên nhân có trước, kết quả có sau) nên thuyết tương đối không mâu thuẫn với nguyên lý nhân quả.

Nếu đèn A lóe sáng, chỉ huy và làm cho B mới lóe sáng thì trong bất kỳ hệ qui chiếu nào A lóe sáng thì trong bất kỳ hệ qui chiếu nào A lóe sáng luôn luôn trước B.

II. Hệ quả 2 (sự co lại của chiều dài)

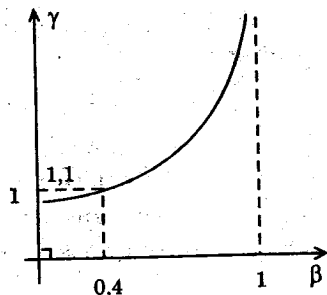
* Nếu vật chuyển động với vận tốc $\vec{v}$ đối với quan sát viên thì người này thấy chiều dài của vật (theo phương của $\vec{v}$) co lại theo tỉ lệ xác định phụ thuộc vào v .

* Gọi l_0 : chiều dài riêng, lúc vật đứng yên với quan sát viên.

l : chiều dài khi chuyển động thì :

$$l = \frac{l_0}{\gamma} ; \gamma > 1 \text{ nên } l < l_0$$

γ là hệ số phụ thuộc vào $\frac{v}{c} = \beta$



* Quy luật l vẽ như đồ thị, có :

$$\beta \rightarrow 1 \text{ thì } \gamma \rightarrow \infty$$

Và γ lớn hơn 1 đáng kể khi $\beta \geq 0,4$ hay $v = 0,4c$ trở lên.

* Vì chuyển động có tính tương đối nên quan sát viên chuyển động, vật đứng yên, người cũng thấy chiều dài co lại.

* Trong thực tế và kĩ thuật : $v \ll c$ nên ta không phát hiện được sự co này.

III. Hệ quả 3 : (về sự trôi chậm của thời gian)

* Nếu vật chuyển động với quan sát viên thì thời gian theo đồng hồ gắn với quan sát viên.

* Gọi T_0 : thời gian theo đồng hồ gắn với vật

T : thời gian theo đồng hồ gắn với quan sát viên thì

$$T = T_0 \gamma > T_0$$

* *Chú ý* : Không có quá trình vật lý nào làm vật co lại, thời gian trôi chậm lại. Hiệu ứng này chỉ biểu hiện tính tương đối của việc đo chiều dài và đo thời gian thôi.

IV. Định luật cộng vận tốc - Hệ quả 4

* Định lý cộng vận tốc cổ điển : $\vec{V}_{12} = \vec{V}_{13} + \vec{V}_{32}$

* Trong thuyết tương đối định lý cộng vận tốc sẽ khác sao cho $v \leq c$.

Câu 193.

Trình bày hệ thức Anhshtanh giữa khối lượng, năng lượng và phạm vi ứng dụng, ý nghĩa của thuyết tương đối ?

Lời giải

I. Hệ thức giữa năng lượng và khối lượng

* Là một hệ thức đơn giản, đẹp và rất quan trọng của thuyết tương đối.

* Nếu một vật có khối lượng m thì nó cũng có năng lượng E tỉ lệ với m .

$$E = mc^2 \quad (1)$$

(c là vận tốc ánh sáng trong chân không)

* Năng lượng này gọi là năng lượng nghỉ (năng lượng tĩnh) để phân biệt với các dạng năng lượng khác.

* Khi khối lượng biến đổi một lượng Δm thì năng lượng cũng biến đổi một lượng ΔE và :

$$\Delta E = c^2 \cdot \Delta m \quad (2)$$

* Theo thuyết tương đối, năng lượng nghỉ có thể biến đổi thành các dạng năng lượng thông thường và ngược lại.

* Đối với hệ kín, khối lượng và năng lượng nghỉ không nhất thiết phải bảo toàn nhưng năng lượng toàn phần được bảo toàn. Điều này khác với vật lý cổ điển.

(Năng lượng toàn phần gồm năng lượng nghỉ + năng lượng toàn phần).

II. Phạm vi ứng dụng và ý nghĩa của thuyết tương đối

* Như hệ quả 2 đã chỉ rõ khi $v < 0,4c$ thì sự biến đổi của γ không đáng kể ; khi $v \ll c$ thì cơ học cổ điển nghiệm đúng. Khi đó không dùng cơ tương đối tính. Đó là trường hợp trong đời sống bình thường và kĩ thuật.

* Trong lĩnh vực nguyên tử, hạt nhân, vũ trụ, máy gia tốc hạt, máy điện tử, ..., khi $v \geq 0,4c$ thì ta phải dùng tương đối tính (vì trong các lĩnh vực này $v \approx c$).

* Ý nghĩa của thuyết tương đối.

1- Thuyết tương đối và thuyết lượng tử trở thành hai trụ cột của vật lý hiện đại.

2- Về triết học : thuyết tương đối buộc con người sửa đổi lại nhận thức về không gian, thời gian, vật chất ... cho phù hợp và đúng đắn hơn. Đó là : Trước quan niệm không - thời gian là tuyệt đối, nay phải quan niệm không - thời gian có tính tương đối phụ thuộc hệ qui chiếu và vào vị trí xảy ra biến cố ; không, thời gian không độc lập nhau nữa.

Điều đó làm loài người nhận thức thế giới tự nhiên, vật chất sâu sắc hơn.

Câu 194.

Hãy tìm hiểu kĩ hơn các hệ quả của thuyết tương đối?

Lời giải

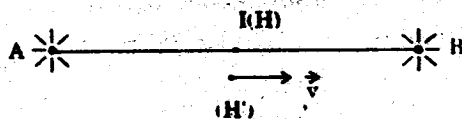
I. Hệ quả 1.

+ Giả sử $AI = IB = l$.

+ Trong hệ (H) :

ánh sáng đi từ A $\rightarrow$ I

và B $\rightarrow$ I mất thời gian t_a, t_b là :



$$t_a = \frac{l}{C} ; t_b = \frac{l}{C} \Rightarrow t_a = t_b.$$

+ Trong hệ (H') : Vận tốc ánh sáng bằng C (không dùng định lý cộng vận tốc cổ điển). Còn người có vận tốc $\vec{v}$, H' dịch về phía B một đoạn : vt_a nên khoảng truyền là $Ct_a = vt_a + l$ nên:

$$* A \rightarrow I, \text{ mất } t_a = \frac{l}{C - v} ; \text{ và tương tự } Ct_b = l - vt_b, \text{ nên :}$$

$$* B \rightarrow I, \text{ mất } t_b = \frac{l}{C + v} \Rightarrow t_b < t_a$$

+ Tính toán này chưa chính xác vì chưa kể đến sự co ngắn của l. Nếu kể đến thì :

$$t_a = \frac{l}{\gamma(C - v)} \text{ và } t_b = \frac{l}{\gamma(C + v)} \text{ và } t_b < t_a$$

$$\text{Ví dụ : } l = 2.700.000 \text{ km} ; v = 240.000 \text{ km/s}$$

$$\beta = \frac{v}{C} = \frac{240.000}{300.000} = 0,8$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0,8)^2}} = \frac{5}{3} ; \frac{1}{\gamma} = 0,6$$

$$\text{Ta có : } t_a = \frac{2.700.000 \times 0,6}{(300.000 - 240.000)} = 27s$$

$$t_b = \frac{2.700.000 \times 0,6}{300.000 + 240.000} = 3s$$

Biến cố này (A lóe sáng) xảy ra sau biến cố kia (B lóe sáng) 24(s) đối với (H')

II. Biến cố có và không có quan hệ nhân quả

* Giả sử trong HQC (hệ qui chiếu) (H) có hai biến cố a, b xảy ra cách nhau một khoảng thời gian T và ở một không gian $AB = l$.

* Nếu $l < CT$:

+ Trong T biến cố từ A đến B và ngược lại.

+ Về nguyên tắc nếu A và B có hai biến cố a, b là quan hệ nhân quả (có biến cố này mới có biến cố kia) thì thứ tự hai biến cố là tuyệt đối.

+ Nhưng thuyết tương đối chứng minh rằng A, B là các vị trí tương đối, có thể tìm được một HQC (H') chuyển động với HQC (H) sao cho $l' = 0$ thì a, b xảy ra cùng một nơi.

+ Ví dụ : Khi $t = 0$ có vụ nổ trên mặt trời và lúc $t = 9\text{ph}$ có chớp sáng trên trái đất.

Nếu chú ý : Ánh sáng từ mặt trời đến trái đất mất 8 phút thì khoảng cách từ mặt trời đến trái đất là $l = c.8 \left(\frac{\text{km}}{\text{s}} . \text{ph} \right)$

Vậy $l = 8c < 9c$. Hai biến cố có quan hệ nhân quả, biến cố bùng nổ trên mặt trời có trước, biến cố chớp sáng ở mặt đất xảy ra sau. (Trong HQC (H))

Vậy vận tốc của hạt bay đến từ mặt trời có vận tốc là $\frac{8}{9}c$.

+ Nếu quan sát viên trong HQC (H') chuyển động với vận tốc $\frac{8}{9}c$ này song song với hạt thì hai biến cố trên xảy ra ở cùng một nơi (là nơi có quan sát viên).

* Nếu $l > CT$. + Hai biến cố a, b trên sẽ không có quan hệ nhân quả nữa. Thứ tự của chúng là tương đối.

+ Nếu $t = 7\text{ph}$ đối với nhà thiên văn (trong HQC (H)) thì đối với quan sát viên chuyển động với vận tốc v sẽ là :

$$T = \left(T_0 - \frac{vl}{c^2} \right) \gamma$$

+ Hai biến cố trong HQC (H') xảy ra đồng thời $T = 0$

$$\text{Nên } T_0 = \frac{vl}{c^2} \text{ hay } v = \frac{T_0 c^2}{l} = \frac{7c^2}{8c} = \frac{7}{8}c$$

- Nếu HQC (H') có vận tốc $v > \frac{7}{8}c$ thì $T < 0$ nghĩa là chớp sáng trước bùng nổ ?

Với hai biến cố không có quan hệ nhân quả thì với các hệ qui chiếu khác nhau khoảng không gian l' khác nhau, nhưng $l' \neq 0$ vì không thể có quan hệ nhân quả thì khoảng cách phải đủ lớn.

Câu 195.

Nghịch lý anh em sinh đôi là gì ?

Lời giải

I. Nghịch lý anh em sinh đôi

+ Có hai anh em sinh đôi, người anh là phi công đi thám hiểm vũ trụ, người em ở lại trên trái đất. Theo thuyết tương đối người nào cũng thấy người kia sống chậm hơn, già chậm hơn tức là trẻ hơn mình. Vậy nếu người phi công trở về trái đất thì ai già, ai trẻ ?

+ Ví dụ : Năm 30 tuổi, phi công vũ trụ xuất phát từ trái đất đi thám hiểm sao A cách trái đất 10 năm ánh sáng (năm ánh sáng = quãng đường ánh sáng truyền đi trong một năm). Tàu vũ trụ có vận tốc $v = 0,8c$. Anh ta hẹn khi đến sao A lập tức gửi tín hiệu vô tuyến báo cho người em sinh đôi ở lại trái đất.

a) Theo đồng hồ của phi công, anh ta tới ngôi sao A thì tuổi anh ta là bao nhiêu ?

b) Người em nhận được tín hiệu lúc mất tuổi.

$$\text{Cho } \gamma(0,8) = \frac{1}{0,6}$$

Giải

a) * Với phi công, khoảng cách từ trái đất đến sao A co lại :

$$l = \frac{l_0}{\gamma} = \frac{10}{1/0,6} = 6 \text{ năm ánh sáng.}$$

* Phi công đi từ trái đất đến sao A mất : $\frac{6}{0,8} = 7,5$ năm ánh sáng.

* Vậy đến sao A phi công cho rằng mình đã 37,5 tuổi.

b) * Đối với người em (coi mình là đứng yên) và người anh chuyển động.

* một năm ở trái đất sẽ tương ứng với $T_{\dots} = \frac{T}{\gamma} = \frac{1}{1/0,6} = 0,6$ năm.

* Đối với phi công. Theo đồng hồ người em, người anh đã đi từ trái đất đến sao A mất : $\frac{10}{0,8} = 12,5$ năm.

* Đến sao A, người em đã là $30 + 12,5 = 42,5$ tuổi.

* Sau đó người em nhận tín hiệu từ sao A truyền đến trái đất sau 10 năm nữa. Vậy người em nhận được tín hiệu lúc 42,5 tuổi.

+ Như thế là nếu người anh trở về trái đất thì thấy người em già hơn mình nhiều - Vì sao vậy ?

+ Ở trên ta đã dùng hệ quả trôi chậm thời gian trong HQC quán tính. Thực ra nếu quay về thì ta phải có HQC không quán tính. Phép tính chứng tỏ thời gian trên trái đất đối với phi công chuyển động thẳng đều trôi chậm hơn sẽ trôi nhanh hơn nên khi về trái đất phi công thấy em mình già hơn mình.

+ Nếu đặt đồng hồ trên máy bay $v = 300 \text{ m/s} = 1080 \text{ km/h}$ thì sau 60.000 năm tính ra chỉ chậm 1s ; tức là chậm 10^{-6} s sau 22 ngày. 1960 dùng đồng hồ nguyên tử cực kì chính xác người ta đã đo kết quả phù hợp với dự kiến của thuyết tương đối.

II. Công thức xác định thời gian

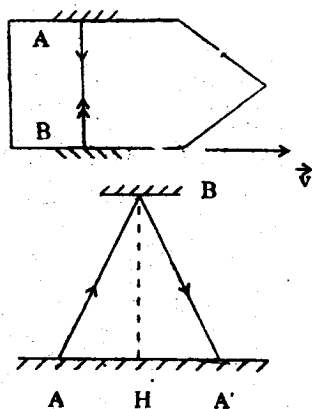
+ Giả sử con tàu vũ trụ chuyển động đến với trái đất với vận tốc lớn. Trên con tàu gắn một đồng hồ đơn giản, đó là hai gương phẳng đối diện A, B (xem hình). Cho ánh sáng q phản xạ

qua lại trên hai gương. Mỗi chu kỳ photon γ từ $A \rightarrow B \rightarrow A$ lấy làm một đơn vị thời gian riêng của con tàu

$$t_0 = \frac{2l}{C} \quad (AB = l)$$

Vận dụng tiên đề Anhsztanh về $C = \text{const}$; chứng minh rằng đối với quan sát viên trên trái đất thì chu kỳ ấy là t , ($t > t_0$),

và $t = \gamma t_0$; $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{C^2}}}$



Giải

* Đối với quan sát viên trên trái đất, ánh sáng đi theo con đường ABA' với $AA' = vt$.

* A đến B hoặc B đến A mất :

$$\frac{t}{2} = \frac{AB}{C} = \frac{\sqrt{l^2 + \left(\frac{vt}{2}\right)^2}}{C}$$

* Biến đổi đơn giản và đặt $\beta = \frac{v}{C}$; $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$

Ta có : $t^2 = 4\left(\frac{l}{C}\right)^2 + \beta^2 t^2$

* Với HQC gắn với tàu thì : $t_0 = \frac{l}{C}$

* Kết hợp hai phương trình cuối ta có :

$$t^2 = (1 - \beta^2) t_0^2 \Rightarrow t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \beta^2}} = t_0 \gamma$$

Câu 196.

Các hình ảnh hình học trong thuyết tương đối khác gì với cổ điển ? Vì sao nói không gian và thời gian không độc lập ?

Lời giải

I. Chụp ảnh hình vuông

* Cho hình vuông cạnh a trong HQC (H).

* Máy ảnh chụp hình này, khi nó chuyển động với vận tốc $v = 0,8c$ thì ảnh có hình gì?

$$\gamma = (0,8) = \frac{1}{0,6}$$

* Giả sử hai cạnh là song song với v , hai cạnh kia vuông góc thì hai cạnh vuông góc với v không bị co dãn, hai cạnh song song với v chỉ còn

$$a' = \frac{a}{\gamma} = \frac{a}{1/0,6} = 0,6a$$

Nếu A, B, C, D cách đều so với máy ảnh khi chụp thì ta chụp được một hình chữ nhật, co lại ($A_1B_1C_1D_1$).

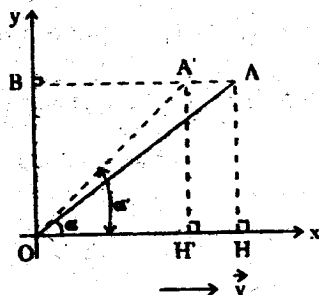
* Nếu A, B ở xa máy ảnh hơn : Thì để các tia tới máy ảnh cùng một lúc, các tia ở A, B phải xuất phát sớm hơn ở C, D nên ta nhận được một hình chữ nhật méo ($A_2B_2C_2D_2$).

II. Góc giữa đoạn thẳng và trục Ox

* Trong mặt phẳng xOy có đoạn thẳng OA làm với Ox một góc 30° . Nên ta chuyển động song song với trục Ox với vận tốc $v = 0,8c$ thì thấy góc trên còn 30° nữa không ?

$$* \quad OB = \text{const} ; OH = \frac{OB}{\text{tg}\alpha}$$

$$OH' = \frac{OH}{\gamma} = \frac{OB}{\gamma \cdot \text{tg}\alpha}$$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{OB}{OH'} = \frac{OB}{OB \operatorname{tg} \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{0,6} \operatorname{tg} 30 \approx 0,9623 \Rightarrow \alpha \approx 43,9^\circ$$

$$\alpha = 48,54$$

Góc nhìn α tăng lên.

III. Không gian và thời gian không độc lập

+ Có điển : Không gian và thời gian là độc lập

+ Theo thuyết tương đối : nếu HQC (H) có vận tốc $\vec{v}$ đối với HQC (H) theo trục Ox thì biến cố xảy ra lúc t trong HQC (H) sẽ xảy ra lúc t' trong HQC (H') :

$$t' = \left(t - \frac{vx}{c^2} \right) \gamma$$

x là hoành độ nơi xảy ra biến cố.

+ Vậy theo công thức này thời gian phụ thuộc không gian.

Câu 197.

Các mối quan hệ quan trọng trong thuyết tương đối ?

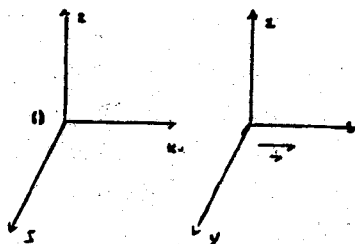
Lời giải

1) * Giả sử có hai hệ qui chiếu quán tính $Oxyz$ và $O'x'y'z'$. Hệ O' chuyển động dọc theo Ox với vận tốc $\vec{v}$, hệ O đứng yên.

* Chất điểm có tọa độ x, y, z trong hệ O ,

* Điểm x' đứng yên so với hệ O' , nó chuyển động với hệ O với vận tốc v .

* Phép biến đổi cho ta :



$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}; y' = y; z' = z$$

$$t' = \frac{t - \frac{vx}{c}}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \quad (1)$$

x', y', z', t' là tọa độ và thời gian của chất điểm trong hệ O' .

t : thời gian trong hệ O .

* Nếu $v \rightarrow 0$ hay $c \rightarrow \infty$ thì (1) trở thành

$$x' = x - vt; y' = y; z' = z; t' = t \quad (2)$$

Các biểu thức (2) là tính tương đối của Galilê; thời gian là tuyệt đối trong cơ học cổ điển.

2) Biến cố: là một tập hợp bốn đại lượng:

(x, y, z, t) : biến cố trong hệ O .

(x', y', z', t') : biến cố trong hệ O' .

3) Quá trình thời gian trên vật chuyển động được đo theo đồng hồ đứng yên là τ và đo theo đồng hồ gắn với vật là τ_0 thì:

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \beta^2}} \text{ với } \beta = \frac{v}{c} \quad (3)$$

* Điều đó dẫn đến sự trôi chậm của thời gian. Sự kiện đó không phải là biểu kiến. Tính hiện thực của sự trôi chậm của thời gian nằm trong tính tương đối của sự đồng thời, là do sự trôi đi khác nhau của quá trình thời gian định xứ trong không gian.

3) * Khi vật chuyển động, độ dài của chúng theo phương chuyển động sẽ giảm đi, sẽ co ngắn lại. Vật có độ dài l_0 lớn nhất ở hệ qui chiếu nào đứng yên. Độ dài l của vật chuyển động tính theo $l = l_0 \sqrt{1 - \beta^2}$ (4)

4) Định lý cộng vận tốc

* Hệ chuyển động O' , đứng yên O , O' chuyển dọc với $\vec{v}$ dọc Ox .

u'_x : vận tốc của vật trong O'

u_x : vận tốc của vật đó trong O .

* Phép biến đổi Lorenxơ cho ta : u, u_x, u_y, u_z tổng quát là

$$u_x = \frac{u'_x + v}{1 + \frac{u'_x v}{c^2}}; u_y = \frac{u'_y \sqrt{1 - \beta^2}}{1 + \frac{u'_x v}{c^2}}; u_z = \frac{u'_z \sqrt{1 - \beta^2}}{1 + \frac{u'_x v}{c^2}} \quad (5)$$

* Khi $v \rightarrow 0$ hoặc $c \rightarrow \infty$ thì (5) trở thành : $\rightarrow$

$$u_x = u'_x + v; u_y = u'_y; u_z = u'_z \quad (6)$$

(6) là phép cộng vận tốc cổ điển.

5) Khối lượng :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (7)$$

m_0 : khối lượng tĩnh, m khối lượng chuyển động.

Khi $\frac{v}{c} \ll 1$ ($v \ll c$) thì (7) cho ta $m = m_0$. Như vậy ở cơ cổ điển, ta không phân biệt khối lượng tĩnh và chuyển động.

6) Động năng của vật

$$W_d = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} - 1 \right) \quad (8)$$

7) Quan hệ giữa động lượng và năng lượng :

$$E = c \sqrt{P^2 + (m_0 c)^2} \quad (9),$$

5. Phần liên kết

Câu 198.

Sự tương tự điện cơ là gì ? Cho ví dụ.

Lời giải

I. Sự tương tự điện - cơ

* Sự đồng nhất về qui luật biến đổi theo thời gian của các hệ dao động cơ học và của các mạch điện gọi là sự tương tự điện cơ.

* Sự tương tự điện - cơ dựa trên cơ sở là sự đồng nhất về dạng của phương trình vi phân $x'' + \omega^2 x = 0$ hay $x'' + \omega^2 x = f(x)$ chỉ phối quá trình biến đổi của các hệ cơ và điện.

* Nhờ sự tương tự điện cơ có thể dùng các phương pháp tính và phân tích hệ dao động điện trong việc khảo sát các tính chất của một hệ dao động cơ và ngược lại.

* Cũng vậy nhờ sự tương tự điện - cơ, ứng dụng để tổng hợp các hệ cơ học có đặc trưng tần số đã cho bằng cách hình thành tương tự cơ học của một sơ đồ điện có các tính chất cần thiết.

II. Các ví dụ

1. Dao động tắt dần

* Mạch dao động điện R, L, C và con lắc đàn hồi K, m có m lắc trong chất lỏng.

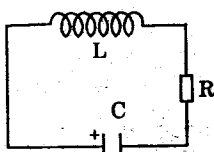
* Phép tính (không trình bày ở đây) dẫn đến phương trình vi phân đồng dạng có nghiệm cùng dạng

$$x = A \cdot e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi)$$

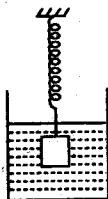
(Với $\beta = \frac{q}{2m}$; η là hệ số ma sát)

Và $q = A \cdot e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi)$

(Với $\beta = \frac{R}{2L}$; R là điện trở của mạch)



(H.1)



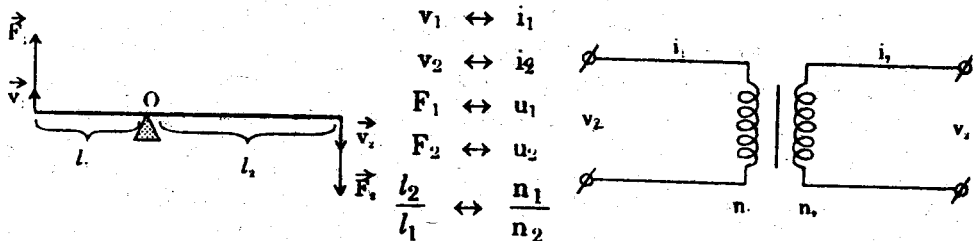
(H.2)

2- Dao động cưỡng bức

* Cho mạch R, L, C cưỡng bức dao động bởi nguồn xoay chiều và cho con lắc đàn hồi dao động cưỡng bức bởi ngoại lực tuần hoàn.

* Phép tính cũng dẫn đến sự tương tự của nghiệm và các đại lượng tương ứng.

3- Máy biến thế và đòn bẩy

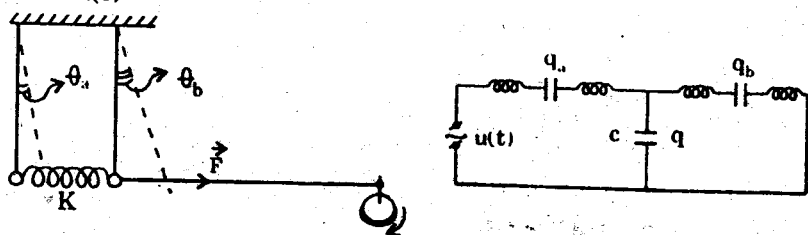


và có sự tương tự sau :

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1} \leftrightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\text{Và : } \frac{V_1}{V_2} = \frac{l_1}{l_2} \leftrightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

4- Hai con lắc liên kết dao động cưỡng bức và hai mạch L - C liên kết dưới tác dụng cưỡng bức của hiệu điện thế xoay chiều $u(t)$



5- Các đại lượng tự khác xin xem phần cơ dao động và mạch dao động LC.

Câu 199.

Các giả thuyết về bản chất ánh sáng ?

Lời giải

1/ * **Cuối thế kỷ 17** : Xuất hiện đồng thời hai thuyết về ánh sáng : Thuyết hạt của Niuton và thuyết sóng của Huyghen.

* Theo Niuton : ánh sáng là dòng các hạt bé đặc biệt phát ra từ các vật sáng và bay theo đường thẳng. Kích thước các hạt là khác nhau với các tia đỏ hạt ánh sáng lớn hơn tia tím.

* Huyghen: xuất phát từ sự tương tự giữa âm học và quang học lại cho rằng ánh sáng là sóng đàn hồi truyền trong môi trường Ête. Ête là môi trường đặc biệt chiếm đầy mọi khoảng không gian bên trong vật cũng như giữa chúng. Huyghenxơ không hề nói đến tính tuần hoàn của dao động hay bước sóng của sóng ánh sáng.

2/ * **Trong suốt thế kỷ 18**: Thuyết hạt của Niuton thông trị.

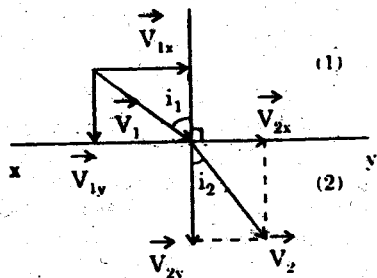
* Nhưng cuộc đấu tranh giữa hai thuyết vẫn tồn tại. Cả hai đều dẫn đến sự phụ thuộc chiết suất vào vận tốc nhưng hai kết quả trái ngược nhau.

* Niuton cho rằng sự phản xạ ánh sáng xem như là sự phản xạ của các quả cầu đàn hồi khi va chạm vào một phản xạ. Sự khúc xạ ánh sáng là do tác dụng lên hạt ánh sáng tại mặt phân cách hai môi trường bởi các lực làm thay đổi vận tốc pháp tuyến của hạt, còn các thành phần vận tốc tiếp tuyến thì không đổi.

$$V_{1x} = V_1 \sin i_1 = V_{2x} = V_2 \sin i_2$$

$$\text{Nên : } \frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

Lúc bấy giờ chưa có thực nghiệm kiểm tra kết quả này. Về sau Fucô đã đo vận tốc ánh sáng trong các môi trường thì cho kết quả ngược hẳn lại. Như vậy là quan điểm của Niuton trái hẳn với thực nghiệm.



* Huyghen thì lại cho kết quả ngược với Niuton nhưng hoàn toàn phù hợp với thực nghiệm. Tuy vậy thuyết sóng chỉ thắng thế khi thí nghiệm giao thoa khe Iâng ra đời.

Cùng với Iâng là Frénen, Aragô dẫn đến kết quả quan trọng là các dao động ánh sáng là dao động ngang chứ không phải là dao động dọc. Vậy "Êtê đàn hồi" là thuyết vấp phải khó khăn.

3/ *Cuối thế kỷ 19* : * Culông, Ampe, Faradây, Vêbe... và Macxuen đã dẫn đến khái quát : Ánh sáng là sóng điện từ có tần số cao và tìm ra :

$$n = \frac{c}{v} \sqrt{\epsilon \mu}$$

Thuyết Macxuen lại không giải thích được hiện tượng tán sắc vì trong thuyết này ϵ , μ không phụ thuộc λ .

* Lorenxơ đã đưa ra thuyết electron, trong đó ϵ , μ phụ thuộc vào λ nên giải thích thành công hiện tượng tán sắc.

* Tuy vậy cả Macxuen lẫn Lorenxơ đều coi môi trường mang ánh sáng là êtê. Điều đó không giải thích được nhiều sự kiện thực nghiệm. Sau này thí nghiệm lại phủ định cái gọi là êtê.

4/ *Đầu thế kỷ 20* :

* Do nghiên cứu bức xạ của vật đen tuyệt đối, phát hiện ra hiện tượng quang điện ; Plăng và kế đến là Anhstanh đã khởi xướng và hoàn thiện thuyết lượng tử ánh sáng.

* Từ đó cũng khẳng định ánh sáng có tính chất hạt.

* Thuyết photon không giống với thuyết hạt Niuton vì nó khẳng định ánh sáng có tính chất hạt nhưng lại gắn các đại lượng đặc trưng cho hạt với các đại lượng đặc trưng cho sóng - Như vậy nó khẳng định ánh sáng có lưỡng tính sóng - hạt.

5/ *Ngày nay* :

* Ngày nay, thuyết điện từ ánh sáng và thuyết photon được coi là hai thuyết đúng đắn về bản chất ánh sáng.

* Ánh sáng có lưỡng tính sóng - hạt.

6/ Giai đoạn mới

* Giai đoạn mới của quang học bắt đầu từ việc tìm ra tia Laze phát ra trường sáng mạnh.

* Quang học nghiên cứu với trường sáng mạnh gọi là quang học tuyến tính.

* Quang học nghiên cứu với trường sáng yếu gọi là quang học phi tuyến - Nó dẫn đến các ứng dụng kĩ thuật mới và sẽ làm sáng tỏ thêm bản chất ánh sáng.

MỤC LỤC

Trang

DANH CHO CHƯƠNG TRÌNH CHƯA PHÂN BAN

Chương 1:	Dao động cơ học	3
Chương 2:	Sóng cơ học - âm học	32
Chương 3:	Dao động điện - Dòng điện xoay chiều	55
Chương 4:	Dao động điện từ - Sóng điện từ	112
Chương 5:	Sự phản xạ ánh sáng và sự khúc xạ ánh sáng	136
Chương 6:	Mắt và dụng cụ quang học	207
Chương 7:	Tính chất sóng của ánh sáng	227
Chương 8:	Lượng tử ánh sáng	255
Chương 9:	Các kiến thức cơ bản về hạt nhân nguyên tử	279

DANH CHO CHƯƠNG TRÌNH PHÂN BAN

1.	Chuyển động của chất điểm	312
2.	Chuyển động của vật rắn	344
3.	Khái niệm về cơ học lượng tử	372
4.	Khái niệm về thuyết tương đối hẹp	379
5.	Phản liên kết	394



Chịu trách nhiệm xuất bản:
Giám đốc PHẠM VĂN AN
Tổng biên tập: **NGUYỄN NHƯ Ý**

Biên tập nội dung:
HOÀNG MINH TẤN

Trình bày bìa:

KỶ SƠN

Sửa bản in:

XUÂN MAI

Trình bày mỹ thuật:

HUYỀN LUONG

CÂU HỎI LÝ THUYẾT VẬT LÝ 12

In 2.000 cuốn khổ 14,5 x 20,5 cm tại xí nghiệp in Phú Nhuận. Giấy phép X
số 650/7-98/CXB. In xong và nộp lưu chiểu tháng 1.

