

CHƯƠNG I. DAO ĐỘNG CƠ HỌC

I. Dao động điều hoà

1. Các phương trình dao động:

a. Phương trình li độ: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

b. Phương trình vận tốc: $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$

c. Phương trình gia tốc: $a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi)$

d. Hệ thức liên hệ giữa vận tốc và li độ: $\frac{x^2}{A^2} + \frac{v^2}{\omega^2 A^2} = 1$

e. Hệ thức liên hệ giữa vận tốc và gia tốc: $\frac{v^2}{\omega^2 A^2} + \frac{a^2}{\omega^4 A^4} = 1$

2. Chu kỳ - Tần số:

a. Chu kỳ: $T = \frac{2\pi}{\omega}$

b. Tần số: $f = \frac{\omega}{2\pi} \Rightarrow \omega = 2\pi f$

4. Cơ năng trong dao động điều hoà:

Cơ năng: $W = W_d + W_t = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$

Động năng: $W_d = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi) = W \sin^2(\omega t + \varphi)$

Thế năng: $W_t = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi) = W \cos^2(\omega t + \varphi)$

5. Tính khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ x_1 đến x_2

$$\Delta t = \frac{\Delta \varphi}{\omega} = \frac{|\varphi_2 - \varphi_1|}{\omega}$$

với $\begin{cases} \cos \varphi_1 = \frac{x_1}{A} \\ \cos \varphi_2 = \frac{x_2}{A} \end{cases}$ và $(0 \leq \varphi_1, \varphi_2 \leq \pi)$

Ghi chú:

- Nếu góc quét $\Delta \varphi > \pi$ thì có thể tách thời gian: $\Delta t = n \cdot \frac{T}{2} + \Delta t'$

với $\Delta t' = \frac{\Delta \varphi'}{\omega}$. Tương ứng với góc quét: $\Delta \varphi = n\pi + \Delta \varphi'$

6. Tính quãng đường lớn nhất và nhỏ nhất mà vật dao động điều hoà đi được trong khoảng thời gian Δt . Tốc độ trung bình lớn nhất và nhỏ nhất.

a. Trường hợp: $0 < \Delta t < \frac{T}{2}$.

- Góc quét $\Delta \varphi = \omega \Delta t$.

- Quãng đường lớn nhất khi vật đi từ M_1 đến M_2 đối xứng qua trục sin: $s_{\max} = 2A \sin \frac{\Delta \varphi}{2}$.

- Quãng đường nhỏ nhất khi vật đi từ M_1 đến M_2 đối xứng qua trục cos:

$$s_{\min} = 2A \left(1 - \cos \frac{\Delta \varphi}{2} \right)$$

b. Trường hợp: $\Delta t > \frac{T}{2}$:

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

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

- Trong thời gian $\Delta t'$ thì quãng đường lớn nhất s'_{\max} , nhỏ nhất s'_{\min} tính như trên

- Quãng đường cực đại: $s_{\max} = 2nA + s'_{\max} = 2nA + 2A \sin \frac{\Delta \varphi}{2}$

- Quãng đường cực tiểu: $s_{\min} = 2nA + s'_{\min} = 2nA + 2A \left(1 - \cos \frac{\Delta \varphi}{2} \right)$

- Tốc độ trung bình lớn nhất và nhỏ nhất của trong khoảng thời gian Δt : $v_{tb\max} = \frac{s_{\max}}{\Delta t}$ và $v_{tb\min} = \frac{s_{\min}}{\Delta t}$

8. Tính quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian t:

- Lập tỉ số: $\frac{t}{0,5T} = n, p$

- Nếu $p=0$ thì quãng đường đi được là: $s = n.2A$

- Nếu $q=0,5$ thì quãng đường đi được $s = n.2A + A$

- Tổng quát ta tính quãng đường s_2 vật đi được trong khoảng thời gian $t_2 = 0, q. \frac{T}{2}$ dựa vào đường tròn lượng

giác, từ đó suy ra quãng đường vật đi được: $s = n.2A + s_2$

III. Con lắc lò xo

1. Tần số và chu kỳ dao động:

a. Tần số góc: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

b. Tần số: $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$

c. Chu kỳ: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

d. Lực kéo về: $F = -kx = -m\omega^2 x \Rightarrow \begin{cases} F_{\max} = kA = m\omega^2 A \\ F_{\min} = 0 \end{cases}$

2. Năng lượng (Cơ năng):

a. Động năng của con lắc lò xo: $W_d = \frac{1}{2} mv^2 = W \sin^2 (\omega t + \varphi)$

b. Thế năng đàn hồi: $W_t = \frac{1}{2} kx^2 = W \cos^2 (\omega t + \varphi)$

c. Cơ năng toàn phần: $W = W_d + W_t = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} kA^2$

3. Xác định chiều dài cực đại và cực tiểu của lò xo trong quá trình dao động:

a. Trường hợp con lắc nằm ngang: $\begin{cases} l_{\max} = l_0 + A \\ l_{\min} = l_0 - A \end{cases}$

Trong đó l_0 là chiều dài tự nhiên của lò xo

b. Trường hợp con lắc treo thẳng đứng:
$$\begin{cases} l_{\max} = l_0 + \Delta l_0 + A \\ l_{\min} = l_0 + \Delta l_0 - A \end{cases}$$

Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng
$$\Delta l_0 = \frac{mg}{k}$$

4. Xác định lực đàn hồi cực đại và cực tiểu của lò xo tác dụng vào vật nặng trong quá trình dao động:

$$F = k(\Delta l + x)$$

a. Trường hợp con lắc nằm ngang:
$$\begin{cases} F_{\max} = kA = m\omega^2 A \\ F_{\min} = 0 \end{cases}$$

b. Trường hợp con lắc treo thẳng đứng:
$$F_{\max} = k(\Delta l_0 + A)$$

$$F_{\min} = \begin{cases} 0 & \text{nếu } A \geq \Delta l_0 \\ k(\Delta l_0 - A) & \text{nếu } A < \Delta l_0 \end{cases}$$

c. Lực đàn hồi phụ thuộc theo thời gian:

Con lắc nằm ngang
$$F = kA \cos(\omega t + \varphi)$$

Con lắc treo thẳng đứng
$$F = mg + kA \cos(\omega t + \varphi)$$

6. Ghép lò xo:

a. Ghép nối tiếp:

Độ cứng tương đương của hệ
$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

b. Ghép song song:

Độ cứng tương đương của hệ
$$k = k_1 + k_2$$

7. Cắt lò xo:

a. Cắt 1 lò xo thành n phần bằng nhau:

Gọi k_0 là độ cứng của lò xo khi chưa cắt, k là độ cứng của mỗi phần thì
$$\frac{k}{k_0} = \frac{l_0}{l} = n \Rightarrow k = nk_0$$

b. Cắt lò xo thành hai phần không bằng nhau:
$$\frac{k_1}{k_0} = \frac{l_0}{l_1}; \frac{k_2}{k_0} = \frac{l_0}{l_2}$$

III. Con lắc đơn

1. Tần số và chu kỳ dao động:

a. Tần số góc:
$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

b. Tần số:
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

c. Chu kỳ:
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

2. Phương trình dao động: Xét trường hợp góc lệch cực đại $\alpha \leq 10^\circ$

a. Phương trình dao động:
$$s = s_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

hay
$$\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Với
$$s = \alpha \cdot l; s_0 = \alpha_0 \cdot l$$

b. Vận tốc:
$$v = -\omega s_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

hay
$$v = -l \omega \alpha_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

c. Công thức liên hệ giữa vận tốc và li độ:

$$v^2 = \omega^2 (s_0^2 - s^2) \Rightarrow \begin{cases} v = \pm \omega \sqrt{s_0^2 - s^2} \\ s = \pm \sqrt{s_0^2 - \frac{v^2}{\omega^2}} \end{cases}$$

d. Công thức liên hệ giữa vận tốc và gia tốc:

$$v^2 \omega^2 + a^2 = s_0^2 \omega^4 \Rightarrow v = \pm \sqrt{s_0^2 \omega^2 - \frac{a^2}{\omega^2}}$$

3. Năng lượng:

a. Thế năng: $W_t = \frac{1}{2} mgl\alpha_0^2$

b. Động năng: $W_d = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} mgl(\alpha_0^2 - \alpha^2)$

c. Cơ năng toàn phần: $W = W_d + W_t = \frac{1}{2} mgl\alpha_0^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 s_0^2 = \text{hằng số}$

4. Vận tốc lực căng dây:

a. Vận tốc: $v \pm \sqrt{gl(\alpha_0^2 - \alpha^2)}$

- Tại vị trí biên $v = 0$

- Tại vị trí cân bằng: $v_{\max} = \alpha_0 \sqrt{gl}$

b. Lực căng dây: $\tau = mg \left(1 - \frac{3}{2} \alpha^2 + \alpha_0^2 \right)$

- Tại vị trí biên: $\tau_{\min} = mg \left(1 - \frac{1}{2} \alpha_0^2 \right)$

- Tại vị trí cân bằng: $\tau_{\max} = mg(1 + \alpha_0^2)$

5. Chu kỳ con lắc thay đổi theo nhiệt độ:

$$\frac{T_2}{T_1} \approx 1 + \frac{1}{2} \lambda (t_2 - t_1) \Rightarrow T_2 = \left[1 + \frac{1}{2} \lambda (t_2 - t_1) \right] T_1$$

Với T_1, T_2 lần lượt là chu kỳ con lắc đơn tại $t_1^\circ\text{C}, t_2^\circ\text{C}$

Đối với con lắc đồng hồ thời gian đồng hồ chạy nhanh hay chậm trong $t(\text{s})$:

$$\Delta t = t \frac{T_2 - T_1}{T} = \frac{\Delta T}{T} = t \left(\frac{1}{2} \lambda (t_2 - t_1) \right)$$

Nếu $T_2 > T_1$ đồng hồ chạy chậm $\Rightarrow \Delta t > 0$

Nếu $T_2 < T_1$ đồng hồ chạy nhanh. $\Rightarrow \Delta t < 0$

6. Chu kỳ con lắc thay đổi theo độ cao: $\frac{T_h}{T} = 1 + \frac{h}{R} \Rightarrow T_h = \left(1 + \frac{h}{R} \right) T$

Đối với con lắc đồng hồ thời gian đồng hồ chạy chậm trong $t(\text{s})$: $\Delta t = t \cdot \frac{T_h - T}{T} = t \frac{\Delta T_h}{T} = t \cdot \frac{h}{R}$

7. Chu kỳ con lắc vừa thay đổi theo độ cao vừa thay đổi theo nhiệt độ:

$$\frac{T_{2h}}{T_1} \approx 1 + \frac{h}{R} + \frac{1}{2} \alpha (t_2 - t_1) \Rightarrow T_2 = \left[1 + \frac{h}{R} + \frac{1}{2} \alpha (t_2 - t_1) \right] T_1$$

Đối với con lắc đồng hồ thời gian đồng hồ chạy nhanh hay chậm trong $t(\text{s})$:

$$\Delta t = t \cdot \frac{T_{2h} - T}{T} = t \cdot \frac{\Delta T}{T} = t \left[\frac{h}{R} + \frac{1}{2} \alpha (t_2 - t_1) \right]$$

Nếu $T_{2h} > T_1$ đồng hồ chạy chậm $\Rightarrow \Delta t > 0$

Nếu $T_2 < T_1$ đồng hồ chạy nhanh. $\Rightarrow \Delta t < 0$

8. Chu kỳ con lắc thay đổi theo lực lạ:

Trọng lượng biểu kiến của con lắc

$$\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_L \Rightarrow \vec{g}' = \vec{g} + \frac{\vec{F}_L}{m}$$

Chu kỳ con lắc khi đó: $T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g'}}$

9. Chu kỳ con lắc thay đổi theo lực quán tính:

a. Lực quán tính: $\vec{F}_q = -m \cdot \vec{a}$

- Điểm đặt: Trên vật.

- Hướng: Ngược hướng với gia tốc \vec{a} của hệ quy chiếu.

- Độ lớn: $F = m \cdot a$

b. Các trường hợp thường gặp:

Trường hợp 1: Con lắc treo trên trần xe chuyển động biến đổi đều với gia tốc a theo phương ngang:

Vì $\vec{a} \perp \vec{g}$ do đó gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc là: $g' = \sqrt{a^2 + g^2}$

Chu kỳ của con lắc khi đó: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{1}{\sqrt{a^2 + g^2}}}$

Trường hợp 2: Con lắc treo vào thanh máy chuyển động nhanh dần đều đi lên, hoặc chậm dần đều đi xuống với gia tốc a :

Gia tốc trọng trường biểu kiến: $g' = a + g$

Chu kỳ con lắc khi đó: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{1}{a + g}}$

Trường hợp 3: Con lắc treo vào trần thang máy chuyển động chậm dần đều đi lên, hoặc nhanh dần đều đi xuống với gia tốc a .

Gia tốc trọng trường biểu kiến: $g' = g - a$

Chu kỳ con lắc khi đó: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g - a}}$

Trường hợp 4: Con lắc treo ở trần một xe chuyển động trên đường dốc nghiêng góc α so với mặt phẳng ngang chuyển động nhanh dần đều đi xuống, hoặc chậm dần đều lên dốc với gia tốc a

Gia tốc trọng trường biểu kiến: $g' = \sqrt{a^2 + g^2 - 2ag \sin \alpha}$

Chu kỳ con lắc khi đó: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{1}{\sqrt{a^2 + g^2 - 2ag \sin \alpha}}}$

Trường hợp 5: Con lắc treo ở trần một xe chuyển động trên đường dốc nghiêng góc α so với mặt phẳng ngang chuyển động nhanh dần đều đi lên, hoặc chậm dần đều xuống dốc với gia tốc a

Gia tốc trọng trường biểu kiến: $g' = \sqrt{a^2 + g^2 + 2ag \sin \alpha}$

Chu kỳ con lắc khi đó: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{1}{\sqrt{a^2 + g^2 + 2ag \sin \alpha}}}$

10. Chu kỳ con lắc thay đổi theo lực điện trường:

a. Lực điện trường: $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$

- Điểm đặt: Trên vật.

- Hướng: cùng hướng với \vec{E} nếu $q > 0$; ngược hướng với \vec{E} nếu $q < 0$.

- Độ lớn: $F = |q|E$

Lưu ý liên hệ giữa U và E : $U = E.d$

a. Các trường hợp thường gặp:

Trường hợp 1: $\vec{F} \perp \vec{P}$

Gia tốc trọng trường biểu kiến: $g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|E}{m}\right)^2}$

Chu kỳ của con lắc khi đó: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{1}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|E}{m}\right)^2}}}$

Trường hợp 2: \vec{F} song song cùng chiều với \vec{P}

Gia tốc trọng trường biểu kiến: $g' = g + \frac{|q|E}{m}$

Chu kỳ của con lắc khi đó: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g + \frac{|q|E}{m}}}$

Trường hợp 3: \vec{F} song song ngược chiều với \vec{P}

Gia tốc trọng trường biểu kiến: $g' = g - \frac{|q|E}{m}$

Chu kỳ của con lắc khi đó: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g - \frac{|q|E}{m}}}$

11. Chu kỳ con lắc thay đổi theo lực đẩy Acsimet:

a. Lực đẩy Acsimet: $\vec{F} = -\rho V \vec{g}$

- Điểm đặt: Trên vật.

- Hướng: Ngược hướng với \vec{g}

- Độ lớn: $F = \rho V g$

Trong đó ρ là khối lượng riêng của môi trường chứa vật, V là thể tích vật chiếm chỗ

b. Chu kỳ con lắc thay đổi theo lực đẩy Acsimet:

Khi đưa con lắc từ không khí vào môi trường khác:

Gia tốc trọng trường biểu kiến: $g' = g - \frac{\rho V g}{m}$

Chu kỳ của con lắc khi đó: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g - \frac{\rho V g}{m}}}$

13. Chu kỳ con lắc thay đổi do điều chỉnh chiều dài:

$$\frac{T'}{T} \approx \left(1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l}\right) \Rightarrow \frac{\Delta T}{T} \approx \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta l}{l}$$

14. Chu kỳ con lắc thay đổi theo vị trí địa lý:

$$\frac{T'}{T} \approx 1 - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T} \approx -\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta g}{g}$$

15. Con lắc vướng đinh

a. Cấu trúc: Con lắc đơn chiều dài l_1 dao động với góc nhỏ α_1 , chu kỳ T_1 . Đóng đinh nhỏ trên đường thẳng qua điểm treo O và cách O về phía dưới đoạn R. Khi dao động, dây treo con lắc bị vướng ở O' trong chuyển động từ trái sang phải của vị trí cân bằng có độ dài l_2 , hợp góc nhỏ α_2 với đường thẳng đứng qua điểm treo O, chu kỳ T_2 . Con lắc vướng đinh

b. Chu kỳ T của con lắc vướng đinh

Biểu diễn T theo T_1, T_2 :
$$T = \frac{1}{2}(T_1 + T_2)$$

Biểu diễn T theo l_1, l_2 :
$$T = \frac{\pi}{\sqrt{g}}(\sqrt{l_1} + \sqrt{l_2})$$

Lấy $\pi^2 = 10, g = 10 \text{ms}^{-1}$: $T = \sqrt{l_1} + \sqrt{l_2}$

c. Tỷ số biên độ dao động 2 bên vị trí cân bằng:
$$\frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{\alpha_2}{\alpha_1}\right)^2$$

d. Tỷ số lực căng dây treo ở vị trí biên

$$\frac{T_A}{T_B} = 1 + \frac{\alpha_2^2 - \alpha_1^2}{2}$$

e. Tỷ số lực căng dây treo trước và sau khi vướng chốt O' (ở vị trí cân bằng)

$$\frac{T_T}{T_S} = 1 + \alpha_2^2 - \alpha_1^2$$

16. Con lắc trùng phùng:

Nếu $T_1 > T_2$ thì qua hai lần trùng phùng liên tiếp: $nT_1 = (n+1)T_2 = t$

IV. Dao động tắt dần

1. Đối với con lắc lò xo: Một con lắc lò xo dao động tắt dần với biên độ A_0 . hệ số ma sát μ .

Nếu coi dao động tắt dần có tính tuần hoàn với chu kỳ $T = \frac{2\pi}{\omega}$

- Độ giảm biên độ sau mỗi chu kỳ là:
$$\Delta A = \frac{4\mu mg}{k}$$

- Độ giảm biên độ sau N chu kỳ dao động:
$$\Delta A_n = A_0 - A_n = 4N \frac{F_{ms}}{k} = 4N \frac{\mu mg}{k}$$

- Số dao động thực hiện được:
$$N = \frac{A_0}{\Delta A} = \frac{A_0 k}{4\mu mg}$$

- Thời gian vật dao động đến lúc dừng lại:
$$\Delta t = N.T = \frac{A_0 k T}{4\mu mg} = \frac{\pi \omega A_0}{2\mu g}$$

2. Quãng đường vật đi được cho đến khi dừng hẳn

Gọi x_0 là vị trí tại đó lực đàn hồi có độ lớn bằng lực ma sát trượt, ta có:

$$kx_0 = \mu mg \Rightarrow x_0 = \frac{\mu mg}{k}$$

Gọi ΔA_1 là độ giảm biên độ trong nửa chu kỳ:
$$\Delta A_1 = \frac{2\mu mg}{k} = 2x_0$$

Vật chỉ có thể dừng lại trong đoạn từ $-x_0$ đến x_0 . Nếu vật dừng lại tại vị trí có tọa độ là x thì đường đi tổng cộng là:

$$s = \frac{k(A_0^2 - x^2)}{2\mu mg} = \frac{A_0^2 - x^2}{\Delta A_1}$$

Xét tỉ số: $\frac{A_0}{\Delta A} = n + q \ (q < 1)$

- Nếu $q = 0$: Vật dừng lại ở vị trí cân bằng $s = \frac{A_0^2}{\Delta A_1}$

- Nếu $q = 0,5$: vật dừng lại ở vị trí có $|x| = x_0$: $s = \frac{A_0^2 - x_0^2}{\Delta A_1}$

- Nếu $0,5 < q < 1$: Lúc này biên độ cuối cùng trước khi dừng của vật là

$$A_n = q \cdot \Delta A_1 = x_0 + \left(q - \frac{1}{2}\right) \Delta A_1 ; x = 2x_0 - A_n$$

- Nếu $0 < q < 0,5$: Trước đó $\frac{1}{2}$ chu kì, biên độ của vật là :

$$A_{n-1} = 1, q \cdot \Delta A_1 = \Delta A_1 + p \Rightarrow x = p$$

Chú ý: Nếu lúc đầu vật đang đứng yên ở vị trí cân bằng được truyền một vận tốc ban đầu v_0 . Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} k A_0^2 + \mu m g A_0 \Rightarrow A_0$$

Thì quãng đường cần tìm là: $s + A_0$

2. Đối với con lắc đơn:

- Độ giảm biên độ trong 1 chu kỳ: $\Delta s = s_0 - s_1 = \frac{4F_C l}{mg}$

hoặc $\Delta \alpha = \alpha_0 - \alpha = \frac{4F_C}{mg}$

- Độ giảm biên độ trong N chu kì là: $\Delta s_n = s_0 - s_n = N \cdot \frac{4F_C l}{mg}$

hoặc $\Delta \alpha_n = \alpha_0 - \alpha_n = N \frac{4F_C}{mg}$

- Số dao động thực hiện được: $N = \frac{m g s_0}{4 F_C l} = \frac{m g \alpha_0}{4 F_C}$

- Thời gian để con lắc dừng lại: $\Delta t = N \cdot T = \frac{\pi m s_0 \omega}{2 F_C} = \frac{\pi m \alpha_0 l \omega}{2 F_C}$

VI. Tổng hợp hai dao động

1. Biên độ dao động tổng hợp $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

2. Pha ban đầu của dao động tổng hợp $\tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$

CHƯƠNG III. SÓNG CƠ HỌC – ÂM HỌC

I. Sóng cơ học

1. Các đại lượng đặc trưng của sóng:

a. Bước sóng λ : $\lambda = v \cdot T = \frac{v}{f}$

b. Tần số: $f = \frac{1}{T}$

d. Độ lệch pha giữa hai điểm trong môi trường truyền sóng cách nhau một đoạn d:

$$\Delta \varphi = 2\pi \frac{d}{\lambda}$$

2. Phương trình sóng

a. Phương trình sóng:

- Giả sử phương trình sóng tại nguồn A: $u_A = a \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$

- Phương trình sóng tại M cách nguồn một đoạn d: $u_M = a \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

b. Độ lệch pha giữa hai điểm:

Giả sử hai điểm trên phương truyền sóng cách nguồn một khoảng lần lượt d_1 ,

$$d_2; \Delta\varphi = \omega \frac{d_1 - d_2}{v} = 2\pi \frac{d_1 - d_2}{\lambda}$$

- Nếu 2 điểm M và N trên phương truyền sóng và cách nhau một khoảng d thì: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{d}{\lambda}$

3. Chú ý: Hai điểm M và N cách nhau một đoạn d trên phương truyền sóng sẽ:

- Dao động cùng pha khi: $d = k\lambda \quad (k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots)$

- Dao động ngược pha khi: $d = (2k + 1)\frac{\lambda}{2} \quad (k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots)$

- Dao động vuông pha khi: $d = (2k + 1)\frac{\lambda}{4} \quad (k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots)$

4. Cho hai điểm M, N xác định trên phương truyền sóng, cho biết đặc điểm của M hoặc N, xác định đặc điểm của điểm còn lại, hoặc xác định biên độ sóng:

- Tìm λ

- Lập tỉ số: $\frac{MN}{\lambda}$

- Vẽ vòng tròn lượng giác: Dựa vào vòng tròn lượng giác ta suy ra đại lượng cần tìm.

- Điểm dao động nhanh pha hơn biểu diễn trước, chậm pha biểu diễn sau.

II. Giao thoa sóng:

1. Phương trình sóng tại một điểm trong vùng giao thoa:

- Giả sử phương trình sóng tại hai nguồn:

$$u_1 = a \cos(\omega t + \varphi_1); u_2 = a \cos(\omega t + \varphi_2)$$

- Phương trình sóng tổng hợp tại điểm M:

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2a \cos\left[\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) + \frac{\Delta\varphi}{2}\right] \cdot \cos\left[\omega t - \frac{\pi}{\lambda}(d_2 + d_1) + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right]$$

- Biên độ dao động tại M $A = 2a \left| \cos\left(\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2}\right) \right|$

Chú ý:

Trường hợp 1: Hai nguồn dao động cùng pha. Nếu O là trung điểm của đoạn AB thì tại O hoặc các điểm nằm trên đường trung trực của đoạn A,B sẽ dao động với biên độ cực đại và bằng: $A_M = 2a$ (vì lúc này $d_1 = d_2$)

Trường hợp 2: Hai nguồn A, B dao động ngược pha

Ta nhận thấy biên độ giao động tổng hợp là: $A = 2a \left| \cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \pm \frac{\pi}{2}\right) \right|$

Nếu O là trung điểm của đoạn AB thì tại O hoặc các điểm nằm trên đường trung trực của đoạn A,B sẽ dao động với biên độ cực tiểu và bằng: $A = 0$ (vì lúc này $d_1 = d_2$)

Trường hợp 3: Hai nguồn A, B dao động vuông pha

Ta nhận thấy biên độ giao động tổng hợp là: $A = 2a \cdot \left| \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \pm \frac{\pi}{4} \right|$

- Nếu O là trung điểm của đoạn AB thì tại O hoặc các điểm nằm trên đường trung trực của đoạn A,B sẽ dao động với biên độ: $A_M = a\sqrt{2}$ (vì lúc này $d_1 = d_2$)

2. Số cực đại và đứng yên giao thoa trên đoạn AB:

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

- Tìm số điểm dao động cực đại, số điểm đứng yên không dao động:

Số cực đại: $-\frac{L}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} < k < +\frac{L}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \quad (k \in \mathbb{Z})$

Số điểm (hay số đường) đứng yên không dao động: $-\frac{L}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} < k < \frac{L}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \quad (k \in \mathbb{Z})$

Các trường hợp đặc biệt:

a. Hai nguồn dao động cùng pha: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 0$ hoặc $2k\pi$

- Số cực đại giao thoa: $-\frac{L}{\lambda} < k < \frac{L}{\lambda} \quad (k \in \mathbb{Z})$

- Số điểm (hay số đường) đứng yên không dao động giao thoa: $-\frac{L}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{L}{\lambda} - \frac{1}{2}$

b. Hai nguồn dao động ngược pha: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \pi$

- Số cực đại giao thoa: $-\frac{L}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{L}{\lambda} - \frac{1}{2}$

- Số đường hoặc số điểm không dao động: $-\frac{L}{\lambda} < k < \frac{L}{\lambda}$

c. Trường hợp hai nguồn dao động vuông pha nhau: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{\pi}{2}$

Số cực đại giao thoa: $-\frac{L}{\lambda} - \frac{1}{4} < k < \frac{L}{\lambda} - \frac{1}{4}$

- Số điểm (hay số đường) đứng yên không dao động: $-\frac{L}{\lambda} - \frac{1}{4} < k < +\frac{L}{\lambda} - \frac{1}{4}$

3. Tìm số đường dao động cực đại và không dao động giữa hai điểm M, N:

Giả sử M, N cách hai nguồn lần lượt là d_{1M} , d_{2M} , d_{1N} , d_{2N} . Đặt $\Delta d_M = d_{2M} - d_{1M}$; $\Delta d_N = d_{2N} - d_{1N}$ và giả sử $\Delta d_M < \Delta d_N$

Số cực đại: $\frac{\Delta d_M}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \leq k \leq +\frac{\Delta d_N}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \quad (k \in \mathbb{Z})$

Số đường không dao động: $\frac{\Delta d_M}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \leq k \leq \frac{\Delta d_N}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \quad (k \in \mathbb{Z})$

a. Hai nguồn dao động cùng pha:

Số cực đại: $\frac{\Delta d_M}{\lambda} \leq k \leq \frac{\Delta d_N}{\lambda} \quad (k \in \mathbb{Z})$

Số điểm (số đường) đứng yên không dao động: $-\frac{\Delta d_M}{\lambda} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{\Delta d_N}{\lambda} - \frac{1}{2} \quad (k \in \mathbb{Z})$

b. Hai nguồn dao động ngược pha:

Số cực đại: $\frac{\Delta d_M}{\lambda} = \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{\Delta d_N}{\lambda} - \frac{1}{2} \quad (k \in \mathbb{Z})$

Số điểm (số đường) đứng yên không dao động: $\frac{\Delta d_M}{\lambda} \leq k \leq \frac{\Delta d_N}{\lambda} \quad (k \in \mathbb{Z})$

c. Hai nguồn dao động vuông pha:

Số điểm dao động với biên độ cực đại cực đại: $\frac{\Delta d_M}{\lambda} + \frac{1}{4} \leq k \leq \frac{\Delta d_N}{\lambda} + \frac{1}{4} \quad (k \in \mathbb{Z})$

Số điểm (hay số đường) đứng yên không dao động: $\frac{\Delta d_M}{\lambda} - \frac{1}{4} \leq k \leq \frac{\Delta d_N}{\lambda} - \frac{1}{4} \quad (k \in \mathbb{Z})$

Số cực đại bằng Số điểm (hay số đường) đứng yên không dao động.

Chú ý:

Trong các công thức trên Nếu M hoặc N trùng với nguồn thì không dùng dấu bằng đối với nguồn vì nguồn là điểm đặc biệt không phải là điểm cực đại hoặc cực tiểu.

4. Xác định tính chất sóng tại một điểm M trong miền giao thoa:

Nếu hai nguồn là A, B. Đặt $d_1 = MA$, $d_2 = MB$.

Tìm hiệu đường đi: $\Delta d = d_2 - d_1$, tìm bước sóng λ .

Lập tỉ số: $\frac{\Delta d}{\lambda}$

a. Hai nguồn dao động cùng pha

Nếu $\frac{\Delta d}{\lambda} = k \Leftrightarrow \Delta d = k\lambda \Rightarrow M$ dao động cực đại

Nếu $\frac{\Delta d}{\lambda} = k + \frac{1}{2} \Leftrightarrow \Delta d = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \Rightarrow M$ đứng yên

b. Hai nguồn dao động ngược pha:

Nếu $\frac{\Delta d}{\lambda} = k \Leftrightarrow \delta = k\lambda \Rightarrow M$ dao động cực tiểu

Nếu $\frac{\Delta d}{\lambda} = k + \frac{1}{2} \Leftrightarrow \Delta d = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \Rightarrow M$ cực đại

III. Sóng dừng

1. Định nghĩa: Sóng dừng là sóng có các nút và các bụng cố định trong không gian

2. Điều kiện có sóng dừng:

a. Hai đầu môi trường (dây hay cột không khí) là cố định:

- Điều kiện về chiều dài: Để có sóng dừng trên một sợi dây có hai đầu cố định là chiều dài của sợi dây phải bằng một số nguyên lần nửa bước sóng:

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

Số bó sóng = số bụng sóng là k ; Số nút sóng là $k + 1$

- Điều kiện về tần số:

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

b. Một đầu môi trường (dây hay cột không khí) là cố định đầu kia tự do:

- Điều kiện về chiều dài: $l = (2k + 1) \frac{\lambda}{4}$

Số bó sóng = k

Số bụng sóng = bằng số nút sóng = $k + 1$

- Điều kiện về tần số: $\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = (2k + 1) \frac{v}{4l}$

c. Hai đầu môi trường (dây hay cột không khí) là tự do:

- Điều kiện về chiều dài: Để có sóng dừng trên một sợi dây có hai đầu tự do là chiều dài của sợi dây phải bằng số nguyên lần $\frac{\lambda}{2}$

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

Số bó sóng = số nút sóng = $k - 1$

Số bụng sóng = $k + 1$

3. Phương trình sóng dừng trên sợi dây AB (với đầu A cố định hoặc dao động nhỏ là nút sóng)

a Đầu B cố định (nút sóng):

$$u_M = 2a \cos\left(2\pi \frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2}\right)$$

Biên độ dao động của phần tử tại M:

$$a_M = 2a \left| \cos\left(2\pi \frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \right| = 2a \left| \sin\left(2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \right|$$

b Đầu B tự do (bụng sóng):

$$u_M = 2a \cos\left(2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \cos(\omega t + \varphi)$$

Biên độ dao động của phần tử tại M:

$$a_M = 2a \left| \cos\left(2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \right|$$

II. Ống sáo – Dây đàn.

1. Ống sáo một đầu kín một đầu hở:

- Có một bụng sóng ở miệng ống sáo và một nút ở đầu kia.

- Chiều dài của ống sáo: $l = (2k + 1) \frac{\lambda}{4}$

- Tần số âm phát ra: $f = (2k + 1) \frac{v}{4l}$

$k = 0$: Âm cơ bản

$k = 1, 2, 3, \dots$ các hoạ âm bậc 3, 5, 7...

2. Dây đàn:

- Tại hai đầu dây đàn là hai nút.

- Chiều dài của dây đàn: $l = k \frac{\lambda}{2}$

$k = 1$ âm cơ bản

$k = 2, 3, \dots$ hoạ âm bậc 2, 3,

IV. Sóng âm:

1. Cường độ âm (công suất âm): $I = \frac{P}{S}$

W: năng lượng dao động truyền trong 1 s; S: diện tích

Nếu sóng phát ra dưới dạng cầu thì: $I = \frac{P}{4\pi R^2}$

2. Mức cường độ âm: $L(B) = \lg \frac{I}{I_0}$; $L(dB) = 10 \lg \frac{I}{I_0}$

3. Độ to của âm: $\Delta I = I - I_{\min}$

I_{\min} cường độ âm ở ngưỡng nghe

CHƯƠNG IV. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

I. Tính toán các đại lượng cơ bản trong mạch dao động.

1. Xác định các đại lượng của mạch dao động:

a. Chu kỳ: $T = 2\pi\sqrt{LC}$

b. Tần số: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

c. Bước sóng: $\lambda = cT = \frac{c}{f} = 2\pi c\sqrt{LC}$

$c = 3.10^8$ m/s vận tốc của ánh sáng trong chân không.

4 Tự xoay: Nếu tụ có n lá thì xem như (n-1) tụ điện phẳng mắc song song. Điện dung của tụ sau khi quay các lá đi một góc α là:

a. Từ giá trị cực đại:

Gia trị của điện dung: $C_V = C_{\max} - \frac{C_{\max} - C_{\min}}{\Delta\phi} \alpha$

Góc xoay:

$$\alpha = \frac{C_{\max} - C_V}{C_{\max} - C_{\min}} \cdot \Delta\phi$$

b. Từ giá trị cực tiểu:

Giá trị của điện dung: $C_V = C_{\min} + \frac{C_{\max} - C_{\min}}{180} \alpha^0$

Góc xoay: $\alpha = \frac{C_V - C_{\min}}{C_{\max} - C_{\min}} \cdot \Delta\phi$

3. Biểu thức hiệu điện thế, điện tích và dòng điện trong mạch dao động

- Biểu thức của điện tích: $q = Q_0 \cos(\omega t + \phi)$

- Biểu thức dòng điện trong mạch: $i = q' = \omega Q_0 \cos\left(\omega t + \phi + \frac{\pi}{2}\right) = I_0 \cos\left[(\omega t + \phi) + \frac{\pi}{2}\right]$

- Biểu thức hiệu điện thế: $u = \frac{q}{C} = \frac{Q_0}{C} \cos(\omega t + \phi) = U_0 \cos(\omega t + \phi)$

II. Năng lượng dao động điện từ

1. Năng lượng trong mạch dao động

a. Năng lượng điện trường:

$$W_d = \frac{q^2}{2C} = \frac{Q_0^2}{2C} \cos^2(\omega t + \phi) = \frac{Q_0^2}{4C} [1 + \cos(2\omega t + 2\phi)]$$

b. Năng lượng từ trường:

$$W_t = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} L \omega^2 Q_0^2 \sin^2(\omega t + \phi) = \frac{Q_0^2}{2C} \cos^2\left[(\omega t + \phi) + \frac{\pi}{2}\right] = \frac{Q_0^2}{4C} [1 + \cos 2[(2\omega t + 2\phi) + \pi]]$$

c. Năng lượng điện từ:

$$W = W_d + W_t = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{1}{2} LI_0^2$$

- Nếu mạch không có điện trở, thì năng lượng điện từ của mạch được bảo toàn và bằng năng lượng ta cung cấp ban đầu:

$$W = W_d + W_t = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{1}{2} LI_0^2 = \text{const}$$

2. Xác định dòng điện i trong mạch khi: $W_d = nW_t$

$$\begin{cases} W_d = nW_t \\ W = W_d + W_t \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CU_0^2 = (n+1)\frac{1}{2}Li^2$$

3. Xác định hiệu điện thế u giữa hai bản tụ khi:

$$W_t = nW_d$$

$$\begin{cases} W_t = nW_d \\ W = W_d + W_t \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CU_0^2 = (n+1)\frac{1}{2}Cu^2$$

4. Nếu trong mạch có điện trở hoạt động R thì công suất cung cấp cho mạch để điện thế cực đại trên tụ là U_0 :

$$\begin{cases} P = RI^2 = R\left(\frac{I_0}{\sqrt{2}}\right)^2 \\ W = \frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CU_0^2 \end{cases} \Rightarrow P = \frac{U_0^2 CR}{2L}$$

CHƯƠNG V. ĐIỆN XOAY CHIỀU

I. Tính toán các đại lượng cơ bản

1. Các giá trị hiệu dụng:

Cường độ hiệu dụng: $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow I_0 = I\sqrt{2}$

Điện áp hiệu dụng: $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow U_0 = U\sqrt{2}$

2. Viết biểu thức dòng điện trong mạch – Biểu thức hiệu điện thế:

a. Dòng điện xoay chiều qua đoạn mạch chỉ có điện trở thuần R:

Nếu $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$

Thì $u_R = U_{0R} \cos(\omega t + \varphi_{u_R})$

$$\begin{aligned} I_0 &= \frac{U_{0R}}{R} \Leftrightarrow U_{0R} = I_0 R \\ \varphi_{u_R} - \varphi_i &= 0 \end{aligned}$$

b. Dòng điện xoay chiều qua đoạn mạch chỉ có cuộn dây thuần cảm:

Cảm kháng: $Z_L = \omega L$

Nếu $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$

Thì $u_L = U_{0L} \cos(\omega t + \varphi_{u_L})$

$$\begin{aligned} I_0 &= \frac{U_{0L}}{Z_L} \Leftrightarrow U_{0L} = I_0 Z_L \\ \varphi_{u_L} - \varphi_i &= \frac{\pi}{2} \end{aligned}$$

c. Dòng điện xoay chiều qua đoạn mạch chỉ có tụ điện:

Dung kháng: $Z_C = \frac{1}{\omega C}$

Nếu $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$

Thì $u_C = U_{0C} \cos(\omega t + \varphi_{u_C})$

$$I_0 = \frac{U_{0C}}{R} \Leftrightarrow U_{0C} = I_0 Z_C$$

$$\varphi_{u_L} - \varphi_i = -\frac{\pi}{2}$$

d. Đoạn mạch RLC mắc nối tiếp:

Tổng trở: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

Độ lệch pha giữa u và i: $\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$

Nếu $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$

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

$$I_0 = \frac{U_0}{R} \Leftrightarrow U_0 = I_0 Z$$

$$\varphi_{u_L} - \varphi_i = \varphi$$

Chú ý:

1. Nếu cuộn dây không thuần cảm có điện trở trong r thì:

- Đối với cuộn dây: $Z_d = \sqrt{r^2 + Z_L^2}$; $\tan \varphi_d = \frac{Z_L}{r}$

- Đối với đoạn mạch: $Z = \sqrt{(R + r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}$; $\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R + r}$

2. Đối với đoạn mạch mắc nối tiếp: $I = \frac{U}{Z} = \frac{U_L}{Z_L} = \frac{U_C}{Z_C} = \frac{U_R}{R}$

II. Cực trị và khảo sát Cho mạch điện R, L, C mắc nối tiếp. Biết hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu đoạn mạch U không đổi

1. Trường hợp R thay đổi:

- Cường độ hiệu dụng:

$R = 0$ thì $I_{\max} = \frac{U}{|Z_L - Z_C|}$

$R = \infty$ thì $I_{\min} = 0$

- Công suất tỏa nhiệt trên R cực đại: $R = |Z_L - Z_C|$ thì $P_{\max} = \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}$

- Khi $P = P_{\max}$ hệ số công suất của đoạn mạch: $\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{2}}$

- Mạch RLC có R thay đổi mà $R = R_1$ và $R = R_2$ thì $P_1 = P_2$ sẽ thỏa mãn:
$$\begin{cases} R_1 \cdot R_2 = (Z_L - Z_C)^2 \\ P = \frac{U^2}{R_1 + R_2} \end{cases}$$

2. Trường hợp R thay đổi: Trong đoạn mạch R, L, C mà cuộn dây có điện trở hoạt động r

- Công suất tỏa nhiệt trên R cực đại:

Giá trị của R: $R = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

Công suất cực đại trên R: $P_{R \max} = \frac{U^2}{2r + 2\sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$

- Công suất tỏa nhiệt trên toàn mạch cực đại: $R = |Z_L - Z_C| - r$ thì $P_{\max} = \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}$

c. Trường hợp L thay đổi:

- Cường độ hiệu dụng cực đại: $L = \frac{1}{C\omega^2}$ thì $I_{\max} = \frac{U}{R}$

- Công suất tỏa nhiệt trên mạch cực đại: $L = \frac{1}{C\omega^2}$ thì $P_{\max} = \frac{U^2}{R}$

- Điện áp hiệu dụng trên hai đầu cuộn cảm cực đại: $Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}$ thì $U_{L\max} = \frac{U}{R} \sqrt{R^2 + Z_C^2}$

3. Trường hợp C thay đổi:

- Cường độ hiệu dụng cực đại: $C = \frac{1}{L\omega^2}$ thì $I_{\max} = \frac{U}{R}$

- Công suất tỏa nhiệt trên mạch cực đại: $C = \frac{1}{L\omega^2}$ thì $P_{\max} = \frac{U^2}{R}$

- Điện áp hiệu dụng trên hai đầu tụ điện cực đại: $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$ thì $U_{C\max} = \frac{U}{R} \sqrt{R^2 + Z_L^2}$

e. Trường hợp ω thay đổi:

- Cường độ hiệu dụng cực đại: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ thì $I_{\max} = \frac{U}{R}$

- Công suất tỏa nhiệt trên mạch cực đại: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ thì $P_{\max} = \frac{U^2}{R}$

- Hiệu điện thế U_R đạt giá trị cực đại: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ thì $U_{R\max} = U$

- Hiệu điện thế U_L đạt giá trị cực đại: $\omega = \sqrt{\frac{2}{2LC - R^2C^2}}$

- Hiệu điện thế U_C đạt giá trị cực đại: $\omega = \sqrt{\frac{2L - R^2C}{2L^2C}}$

III. Tìm điều kiện để hai đại lượng điện thỏa một liên hệ về pha.

- Xác định hệ thức liên lạc giữa các pha ban đầu:

Cùng pha: $\varphi_1 = \varphi_2$

Có pha vuông góc: $\varphi_1 = \varphi_2 \pm \frac{\pi}{2}$

- Dựa vào công thức độ lệch pha φ giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện, suy ra hệ thức liên lạc giữa các phần tử cấu tạo của các đoạn mạch.

- Hiệu điện thế cùng pha với cường độ dòng điện:

$$\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = 0 \Rightarrow Z_L = Z_C \Rightarrow LC\omega^2 = 1$$

- Hai hiệu điện thế cùng pha:

$$\begin{aligned} \varphi_1 = \varphi_2 &\Rightarrow \tan \varphi_1 = \tan \varphi_2 \\ \Rightarrow \frac{L_1 C_1 \omega^2 - 1}{R_1 C_1} &= \frac{L_2 C_2 \omega^2 - 1}{R_2 C_2} \end{aligned}$$

- Hai hiệu điện thế vuông pha:

$$\tan \varphi_1 = -\frac{1}{\tan \varphi_2} \Rightarrow \frac{L_1 C_1 \omega^2 - 1}{R_1 C_1 \omega} = \frac{R_2 C_2 \omega}{L_2 C_2 \omega^2 - 1}$$

IV. Máy điện:

1. Tần số dòng điện do máy phát ra:

$$f = \frac{n}{60} p$$

n: vận tốc quay (vòng/phút); p: số cặp cực của rôto; f: tần số của dòng điện do máy phát ra.

2. Biểu thức suất điện động cảm ứng:

Từ thông:

$$\phi = NBS \cos(\omega t + \varphi) = N\Phi_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó φ là góc hợp bởi \vec{n} và \vec{B} tại thời điểm ban đầu.

Suất điện động cảm ứng:

$$e = -\dot{\phi} = E_0 \sin \omega t = E_0 \cos \left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2} \right)$$

Suất điện động cực đại:

$$E_0 = N\Phi_0 \omega = NBS\omega$$

Từ thông cực đại qua mỗi vòng dây:

$$\Phi_0 = BS$$

N: số vòng dây của phần ứng, ω : vận tốc góc (tần số góc) của rôto.

3. Từ thông tức thời qua phần ứng:

$$\phi = NBS \cos(\omega t + \varphi) = N\Phi_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Từ thông cực đại qua một vòng dây:

$$\Phi_0 = BS$$

4. Suất điện động tức thời trong phần ứng:

$$e = -\dot{\phi} = NBS\omega \sin(\omega t) = N\Phi_0 \omega \sin(\omega t + \varphi) = E_0 \cos \left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2} \right)$$

Suất điện động cực đại:

$$E_0 = N\Phi_0 \omega = NBS\omega$$

V. Máy biến thế.

1. Trường hợp máy biến áp có hiệu suất $H = 100\%$ (Bỏ qua điện trở của cuộn sơ cấp và thứ cấp và dòng phụ cô)

- Điện áp:
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = k$$

U_1, U_2 : Là điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp để hở.

N_1, N_2 : số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp.

$k > 1$ máy hạ thế, $k < 1$ máy tăng thế, k gọi là hệ số máy biến thế.

- Cường độ dòng điện: Với hiệu suất máy biến thế $H = 1$ thì

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

2. Trường hợp máy biến áp có Hiệu suất $H \neq 100\%$

Hiệu suất của máy biến áp
$$H = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{U_2 I_2 \cos \varphi_2}{U_1 I_1} \cdot 100\%$$

Ta áp dụng định luật bảo toàn năng lượng (bỏ qua dòng điện Phụ – cô)

$$U_1 I_1 = r_1 I_1^2 + r_2 I_2^2 + U_2 I_2 \cos \varphi_2 = r_1 I_1^2 + r_2 I_2^2 + R I_2^2 \quad (1)$$

Áp dụng công thức: $\frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} (2)$

Trong đó: r_1, r_2 lần lượt là điện trở của cuộn sơ cấp và thứ cấp.

R là điện trở của tải nối với mạch thứ cấp, $\cos \varphi_2$ là hệ số công suất của tải nối với mạch thứ cấp

Kết hợp hai phương trình tổng quát (1) và (2) ta giải quyết bài toán máy biến áp dễ dàng..

VI. Sự truyền tải điện năng:

1. Công suất hao phí trên dây:

Nếu $\cos \varphi = 1$ thì: $\Delta P = RI^2 = R \frac{P^2}{U^2}$

Nếu $\cos \varphi < 1$ thì: $\Delta P = RI^2 = R \frac{P^2}{U^2 \cos^2 \varphi}$

Trong đó R : điện trở dây tải điện; P : Công suất cần tải; U : điện áp hai đầu máy phát

Điện trở của dây dẫn: $R = \rho \frac{l}{S}$

2. Hiệu suất tải điện: $H = \frac{P - \Delta P}{P}$

P là công suất nhà máy điện (công suất truyền tải)

3. Độ giảm thế trên đường dây: $\Delta U = IR$

CHƯƠNG VI. SÓNG ÁNH SÁNG

I. Tán sắc ánh sáng:

1. Các công thức liên quan:

a. Bước sóng ánh sáng trong chân không: $\lambda_0 = \frac{c}{f} = cT$

$c = 3.10^8 \text{ m/s}$ vận tốc ánh sáng trong chân không; f (Hz) tần số của ánh sáng; T (s) chu kỳ của ánh sáng
 λ_0 (m) bước sóng ánh sáng trong chân không.

b. Bước sóng ánh sáng trong môi trường: $\lambda = \frac{v}{f} = vT$

λ (m): bước sóng ánh sáng trong môi trường, v (m/s) vận tốc ánh sáng trong môi trường.

c. Chiết suất của môi trường: $n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n}$

n chiết suất của môi trường

d. Hệ thức liên hệ: $\frac{\lambda_0}{\lambda} = \frac{c}{v}; \lambda = \frac{\lambda_0}{n}$

2. Tán sắc qua lăng kính:

a. Các góc lớn: $\begin{cases} \sin i_1 = n \sin r_1 \\ \sin i_2 = n \sin r_2 \\ r_1 + r_2 = A \\ D = i_1 + i_2 - A \end{cases}$

b. Các góc nhỏ: $\begin{cases} i_1 = nr_1 \\ i_2 = nr_2 \\ r_1 + r_2 = A \\ D = (n - 1) A \end{cases}$

c. Góc lệch cực tiểu khi :

$$i_1 = i_2 \Rightarrow r_1 = r_2 = \frac{A}{2} \Rightarrow D_{\min} = 2i_1 - A$$

$$\sin\left(\frac{D_{\min} + A}{2}\right) = n \sin\left(\frac{A}{2}\right)$$

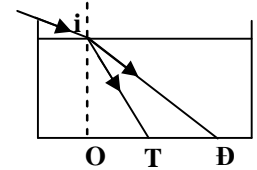
d. Tính khoảng cách giữa vệt sáng màu trên màn quan sát cách lăng kính một đoạn l:

$$\Delta T = l(\tan D_t - \tan D_d)$$

4. Tán sắc qua lưỡng chất phẳng

Sử dụng định luật khúc xạ tại mặt phân cách cho các tia:

$$\sin i = n_d \sin r_d \dots = n_t \sin r_t \Rightarrow \begin{cases} \sin r_d = \frac{\sin i}{n_d} \\ \sin r_t = \frac{\sin i}{n_t} \end{cases}$$



Khoảng cách giữa vệt sáng màu đỏ và màu tím tại đáy của bể bước có chiều sâu h

$$\Delta T = h(\tan r_d - \tan r_t)$$

5. Tán sắc qua thấu kính

a. Tiêu cự của thấu kính tính theo công thức:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \Rightarrow f = \frac{R_1 R_2}{(R_1 + R_2)(n - 1)}$$

Tiêu cự của thấu kính ứng với tia đỏ:

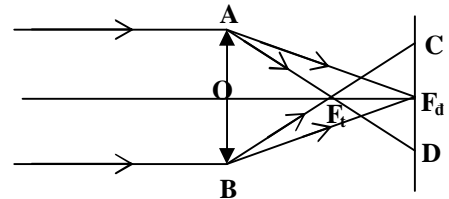
$$f_d = \frac{R_1 R_2}{(R_1 + R_2)(n_d - 1)}$$

Tiêu cự của thấu kính ứng với tia tím:

$$f_t = \frac{R_1 R_2}{(R_1 + R_2)(n_t - 1)}$$

b. Khoảng cách giữa tiêu điểm của tia đỏ và tia tím $F'_t F'_d$.

c. Độ rộng của vệt sáng trên màn đặt vuông góc với trục chính tại F_d . $\frac{CD}{AB} = \frac{F'_t F'_d}{OF'_t} \Rightarrow CD$



6. Tán sắc qua bản mặt song song

Sử dụng định luật khúc xạ tại I:

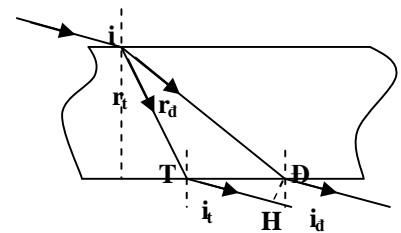
$$\sin i = n_d \sin r_d = n_t \sin r_t \Rightarrow \begin{cases} \sin r_d = \frac{\sin i}{n_d} \\ \sin r_t = \frac{\sin i}{n_t} \end{cases}$$

Sử dụng định luật khúc xạ tại T và Đ:

$$\begin{cases} \sin i_d = n_d \sin r_d \\ \sin i_t = n_t \sin r_t \end{cases} \Rightarrow i_t = i_d = i$$

a. Khoảng cách giữa vệt sáng màu đỏ và màu tím tại mặt thứ 2 của bản mặt song song $\Delta T = h(\tan r_d - \tan r_t)$

b. Khoảng cách giữa tia ló màu đỏ và tia ló màu tím: $\Delta H = \Delta T \sin(90^\circ - i)$



II. Giao thoa ánh sáng với khe Young.

1. Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a}$

2. Vị trí vân sáng: $x = k \frac{\lambda D}{a} = ki$

Trong đó:

λ :Bước sóng ánh sáng (m);
 a : khoảng cách giữa hai khe Young (m);
 D : khoảng cách từ khe Young đến màn(m)
 $k = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots$

$k = 0$: Vân sáng trung tâm

$k = \pm 1$:Vân sáng bậc 1

$k = \pm 2$:Vân sáng bậc 2...

3. Vị trí vân tối:
$$x = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a} = \left(k + \frac{1}{2}\right) i$$

$k = 0; k = -1$:vân tối thứ 1

$k = 1; k = -2$:vân tối thứ 2...

4. Xác định tại M cách vân sáng trung tâm một đoạn x_M là vân sáng hay vân tối:

- Tính khoảng vân i .

- Lập tỉ số $\frac{x_M}{i}$ nếu:

$\frac{x_M}{i} = k$: Tại M là vân sáng bậc k

$\frac{x_M}{i} = k + \frac{1}{2}$: Tại M là vân tối thứ $k+1$

5. Xác định số vân sáng, vân tối quan sát được trong trường giao thoa : Gọi L là bề rộng trường giao thoa.

- Tính khoảng vân i

- Lập tỉ số : $\frac{L}{2i} = n, p$

Số vân sáng: $2n + 1$

Số vân tối:

$p \geq 0,5$: Có $2n + 2$ vân tối

$p < 0,5$: Có $2n$ vân tối

6. xác định số vân sáng và vân tối trong khoảng MN

Giả sử M, có tọa độ x_M , N có tọa độ x_N và $x_M < x_N$ tìm số vân sáng vân tối trong khoảng MN :

- Số vân sáng thỏa mãn :
$$\frac{x_M}{i} \leq k \leq \frac{x_N}{i}$$

- Số vân tối thỏa mãn :
$$\frac{x_M}{i} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{x_N}{i} - \frac{1}{2}$$

Chú ý :

- Nếu M và N cùng phía thì : $x_M, x_N > 0$; nếu M và N khác phía thì : $x_M > 0; x_N < 0$

- Nếu tính cả M và N thì ta lấy thêm dấu bằng

II. Giao thoa với ánh sáng có bước sóng khác nhau :

1. Bề rộng quang phổ bậc n :
$$\Delta i = n(i_d - i_t) = n \frac{D}{a} (\lambda_d - \lambda_t)$$

2. Những bức xạ có vân sáng tại vị trí x :
$$\begin{cases} x = k \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ax}{kD} \\ 0,4\mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76\mu\text{m} \end{cases}$$

Giải, và biện luận suy ra các bức xạ cho vân sáng tại x

3. Những bức xạ cho vân tối tại vị trí x :

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda = \frac{ax}{\left(k + \frac{1}{2}\right)D} \\ 0,4\mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76\mu\text{m} \end{array} \right.$$

Giải, và biện luận suy ra các bức xạ cho vân tối tại x

IV. Tia Ronghen (tia X)

1. Tia X: Tia X là những bức xạ không nhìn thấy được có bước sóng từ 10^8m đến 10^{-11}m

2. Năng lượng của photon Ronghen:

$$\varepsilon = hf = h \frac{c}{\lambda}$$

$h = 6,625 \cdot 10^{-34}\text{Js}$ hằng số Planck.

$c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ vận tốc của ánh sáng trong chân không

f, λ lần lượt là tần số và bước sóng của tia X

3. Động năng của electron khi đập vào đối ca tốt:

Áp dụng định lý động năng: $W_d - W_{d0} = eU_{AK} \Rightarrow W_d = W_{d0} + eU_{AK}$

W_d động năng của electron khi đập vào đối ca tốt.

W_{d0} động năng của electron khi bức khỏi ca tốt.

$e = 1,6 \cdot 10^{-19}(\text{Js})$ điện tích nguyên tố

4. Tính vận tốc của electron khi đập vào đối ca tốt:

Áp dụng định lý động năng: $\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = eU_{AK} \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2eU_{AK}}{m}}$

$m = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$ khối lượng của electron.

5. Tìm tần số cực đại của tia X:

$$f_{\max} = \frac{W_d}{h} = \frac{W_{d0} + eU_{AK}}{h} = \frac{\frac{1}{2}mv_0^2 + eU_{AK}}{h}$$

Nếu động năng của electron bức khỏi ca tốt bằng 0

$$f_{\max} = \frac{W_d}{h} = \frac{eU_{AK}}{h}$$

6. Tìm bước sóng cực tiểu của tia X:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{W_d} = \frac{hc}{W_{d0} + eU_{AK}} = \frac{hc}{\frac{1}{2}mv_0^2 + eU_{AK}}$$

Nếu động năng của electron bức khỏi ca tốt bằng 0:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU_{AK}}$$

6. Cường độ dòng điện qua ống Ronghen:

$$I = n_e e$$

n_e là số e đập vào đối catốt trong 1s.

Chú ý: Số electron đập vào ca tốt trong t(s):

$$N_e = n_e t = \frac{I}{e} t$$

7. Hiệu suất của ống Ronghen:

$$H = \frac{\varepsilon}{W_d} = \frac{W_d - Q}{W_d}$$

Chú ý: Nhiệt lượng tỏa ra hoặc thu vào

$$Q = mC\Delta t = mC(t_2 - t_1)$$

$C(\text{J/kg độ})$: nhiệt dung riêng

$m(\text{kg})$ khối lượng

t_1, t_2 lần lượt là nhiệt độ đầu và cuối.

CHƯƠNG VII. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

1. Lượng tử ánh sáng (photon):

a. Năng lượng lượng tử: $\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} = mc^2$

Trong đó $h = 6,625.10^{-34}$ Js là hằng số Planck.
 $c = 3.10^8$ m.s là vận tốc ánh sáng trong chân không.
 f, λ là tần số, bước sóng của ánh sáng (của bức xạ).
 m là khối lượng của photon

b. Động lượng: $p = \frac{\varepsilon}{c} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$

c. Khối lượng: $m = \frac{\varepsilon}{c^2} = \frac{hf}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$

2. Công thoát electron: $A = \frac{hc}{\lambda_0}$

Trong đó A là công thoát electron khỏi kim loại dùng làm catot

3. Giới hạn quang điện của kim loại: $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$

λ_0 là giới hạn quang điện của kim loại dùng làm catot

4. Công thức Einstein:

a. Công thức Einstein $hf = A + W_{dmax} \Leftrightarrow \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{0max}^2$

v_{0max} là vận tốc ban đầu cực đại của electron quang điện khi thoát khỏi catot
 f, λ là tần số, bước sóng của ánh sáng kích thích
 $m = 9,1.10^{-31}$ kg khối lượng electron

b. Hiệu điện thế hãm U_h : $e|U_h| = W_{dmax} \Rightarrow |U_h| = \frac{W_{dmax}}{e} = \frac{mv_{0max}^2}{2e}$

$e = 1,6.10^{-19}$ C điện tích nguyên tố.

Chú ý: hiệu điện thế hãm luôn luôn âm $U_h < 0$

c. Động năng cực đại của electron quang điện: $W_{d0max} = \frac{1}{2}mv_{0max}^2 = h.c \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) = e|U_h|$

d. Vận tốc cực đại của quang electron $v_{0max} = \sqrt{\frac{2W_{d0max}}{m}} = \sqrt{\frac{2.e.|U_h|}{m}} = \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{h.c}{\lambda} - A \right)}$

4. Cho $U_{AK} > 0$ hãy tính vận tốc của e khi đập vào Anot.

Áp dụng định lý động năng: $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_{0max}^2 = eU_{AK} \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2eU_{AK}}{m}}$

5. Xác định bán kính quỹ đạo chuyển động của electron. $R = \frac{mv_{0max}}{e.B}$

6. Tính số Photon đập vào catot sau khoảng thời gian t Tính hiệu suất lượng tử của tế bào quang điện

a. Công suất của nguồn bức xạ: $P = \frac{W}{t} = \frac{n_\lambda \varepsilon}{t} = \frac{n_\lambda hf}{t} = \frac{n_\lambda hc}{\lambda t}$

n_λ số photon đập vào catot trong t(s)

b. Năng lượng của chùm photon rơi vào Katot sau khoảng thời gian t:

$$W = n_\lambda \varepsilon = n_\lambda \frac{hc}{\lambda} = n_\lambda hf$$

c. Hiệu suất lượng tử của tế bào quang điện:

$$H = \frac{n_e}{n_\lambda} = \frac{\frac{I_{bh} \cdot t}{e}}{\frac{P \cdot \lambda \cdot t}{hc}} = \frac{I_{bh} \cdot hc}{P \cdot \lambda \cdot e} < 1$$

n_e số electron bức ra khỏi catot trong t(s)

n_λ số photon đập vào catot trong t(s) $n_e = \frac{q}{e} = \frac{I_{bh} \cdot t}{e}$

7. Tính hiệu điện thế cực đại mà tấm kim loại đạt được.

$$eV_{\max} = W_{d\max} \Rightarrow V_{\max} = \frac{W_{d\max}}{e} = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$

V. Mẫu nguyên tử Bohr- Quang phổ vạch của hiđrô

1. **Dãy Laiman:** Nằm trong vùng tử ngoại. Ứng với e chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo K

Lưu ý: Vạch dài nhất λ_{LK} khi e chuyển từ $L \rightarrow K$. Vạch ngắn nhất $\lambda_{\infty K}$ khi e chuyển từ $\infty \rightarrow K$.

2. **Dãy Banme:** Một phần nằm trong vùng tử ngoại, một phần nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy.

Ứng với e chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo L

Vùng ánh sáng nhìn thấy có 4 vạch:

Vạch đỏ H_α ứng với e: $M \rightarrow L$, vạch lam H_β ứng với e: $N \rightarrow L$

L. vạch chàm H_γ ứng với e: $O \rightarrow L$, vạch tím H_δ ứng với e: $P \rightarrow L$

Lưu ý:

Vạch dài nhất λ_{ML} (Vạch đỏ H_α)

Vạch ngắn nhất $\lambda_{\infty L}$ khi e chuyển từ $\infty \rightarrow L$.

3. **Dãy Pasen:** Nằm trong vùng hồng ngoại. Ứng với e chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo M

Lưu ý:

Vạch dài nhất λ_{NM} khi e chuyển từ $N \rightarrow M$. Vạch ngắn nhất $\lambda_{\infty M}$

khi e chuyển từ $\infty \rightarrow M$.

4. Các công thức:

a. Công thức tiên đề 2 của Bo:

$$hf_{mn} = E_m - E_n \Leftrightarrow \frac{hc}{\lambda} = E_m - E_n$$

b. Mối liên hệ giữa các bước sóng của các vạch quang phổ của nguyên tử hiđrô:

$$\frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}}$$

c. Mối liên hệ giữa các tần số của các vạch trong quang phổ nguyên tử hiđrô

$$f_{31} = f_{32} + f_{21}$$

d. Công thức tính bước sóng của các vạch quang phổ nguyên tử hiđrô

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Với $R = 1,097.10^7 \text{ m}^{-1}$: Hằng số Ritbet

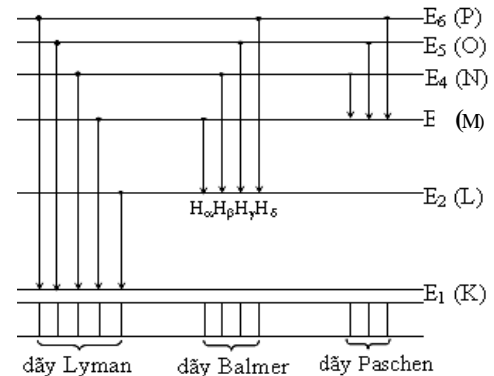
e. Bán kính quỹ đạo dừng thứ n của electron trong nguyên tử hiđrô:

$$r_n = n^2 r_0$$

Với $r_0 = 5,3.10^{-11} \text{ m}$ là bán kính Bo (ở quỹ đạo K)

f. Năng lượng electron trong nguyên tử hiđrô: $E_n = -\frac{13,6}{n^2} (\text{eV})$

Với $n \in \mathbb{N}$: Lượng tử số.



Chú ý: $\lambda_{21} = -\lambda_{12}$
 $f_{21} = -f_{12}$

g. Tính vận tốc và số vòng quay (tần số) của electron:

Lực tĩnh điện giữa electron và hạt nhân: $F = k \frac{e^2}{r_n^2}$ (1)

Lực tĩnh điện đóng vai trò là lực hướng tâm: $F = m \frac{v_n^2}{r_n}$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra vận tốc của electron: $v_n = e \sqrt{\frac{k}{mr_n}}$

Số vòng (tần số) của electron quay được trong 1s: $v_n = 2\pi f \cdot r_n \Rightarrow f = \frac{v_n}{2\pi r_n}$

h. Động năng và thế năng của electron trên quỹ đạo thứ n:

Động năng: $W_d = \frac{1}{2} m v_n^2$

Thế năng: $W_t = -k \frac{e^2}{r_n}$

g. Năng lượng ion hóa nguyên tử hydro: $\Delta E = E_\infty - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{\infty 1}}$

CHƯƠNG VIII. THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HỢP CỦA ANHXTANH

1. Tính tương đối của không gian và thời gian

a. Sự co độ dài của thanh chuyển động:

Xét một thanh nằm yên dọc theo trục toạ độ trong hệ quy chiếu quán tính K' . Nó có độ dài l_0 gọi là độ dài riêng. Phép tính chứng tỏ, độ dài l của thanh này đo được trong hệ K , khi thanh chuyển động với tốc độ v dọc theo trục toạ độ của hệ K , có giá trị bằng:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < l_0$$

b. Sự chậm lại của đồng hồ chuyển động:

Tại một điểm cố định M' của hệ quy chiếu quán tính K' , chuyển động với vận tốc v đối với hệ quán tính K , có một hiện tượng diễn ra trong khoảng thời gian Δt_0 đo theo đồng hồ gắn với K' . Phép tính chứng tỏ, khoảng thời gian xảy ra hiện tượng này, đo theo đồng hồ gắn với hệ K là Δt , được tính theo công thức:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} > \Delta t_0$$

2. Khối lượng và năng lượng

a. Khối lượng tương đối tính: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \geq m_0$

m_0 : khối lượng nghỉ (khối lượng tĩnh) là khối lượng của vật khi đứng yên ($v = 0$).

m : khối lượng tương đối tính của vật (khối lượng của vật khi chuyển động với tốc độ v)

$c = 3.10^8$ m/s: là tốc độ của ánh sáng

b. Hệ thức Einstein:

$$E = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot c^2$$

E: năng lượng toàn phần của vật

m: khối lượng của vật.

c. Các trường hợp riêng

- Khi $v = 0$ thì $E_0 = m_0 c^2$

E_0 : năng lượng nghỉ

- Khi $v \ll c$ thì: $E = m_0 c^2 + \frac{1}{2} m_0 v^2$

d. Động năng của vật:

$$K = E - E_0 = (m - m_0) c^2$$

3. Hệ thức liên hệ:

$$E^2 = E_0^2 + (pc)^2 \Leftrightarrow p = \frac{\sqrt{E^2 - E_0^2}}{c}$$

Trong đó $p = mv$ là động lượng của vật

CHƯƠNG VIII. VẬT LÝ HẠT NHÂN

I. Cấu tạo hạt nhân.

1. Cấu tạo hạt nhân

a. Cấu tạo hạt nhân.

Hạt nhân được cấu tạo từ các hạt nuclon

Nuclon có hai loại:

- Proton ký hiệu p, mang một điện tích nguyên tố dương +e, proton chính là hạt nhân nguyên tử hydro ${}^1_1\text{H}$.

- Notron ký hiệu n, không mang điện.

Số proton trong hạt nhân bằng số thứ tự Z trong bảng hệ thống tuần hoàn, Z được gọi là nguyên tử số (còn gọi là điện tích hạt nhân). Tổng số các nuclon trong hạt nhân gọi là số khối A. Số notron trong hạt nhân $N = A - Z$

b. Ký hiệu hạt nhân: ${}_Z^A\text{X}$

A: số khối; Z: nguyên tử số.

2. Độ hụt khối:

$$\Delta m = m_0 - m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m$$

m_0 : tổng khối lượng các hạt nuclon, m: khối lượng hạt nhân, m_p : khối lượng proton, m_n : khối lượng notron

3. Năng lượng liên kết:

$$\Delta E = (m_0 - m)c^2 = \Delta mc^2$$

4. Năng lượng liên kết riêng:

$$\varepsilon = \frac{\Delta E}{A} = \frac{[Zm_p + (A - Z)m_n]c^2}{A}$$

A là số khối

Năng lượng liên kết riêng càng lớn thì hạt nhân càng bền vững

II. Sự phóng xạ.

1. Định luật phóng xạ:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}$$

$$m = m_0 e^{-\lambda t} = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}}$$

$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$: Hằng số phóng xạ

N_0, m_0 : số hạt nhân, khối lượng ban đầu chất phóng xạ

N, m: số hạt nhân, khối lượng chất phóng xạ còn lại sau thời gian t

T: Chu kỳ bán rã

2. Các tia phóng xạ:

a. Các loại tia phóng xạ:

- Các loại tia phóng xạ gồm: α ; β^- ; β^+ ; γ .
- Tia phóng xạ không nhìn thấy, có tác dụng: kích thích một số phản ứng hóa học, ion hóa không khí, làm đen kính ảnh, xuyên thấu lớp vật chất mỏng, phá hủy tế bào...

b. Bản chất các tia:

- Tia α : là ${}^4_2\text{He}$, $v \approx 2.10^7 \text{ m/s}$, ion hoá mạnh.
- Tia β : $v \approx c$, ion hoá yếu hơn α . Có 2 loại:
 β^- là electron ${}^0_{-1}\text{e}$; β^+ pôziton ${}^0_{+1}\text{e}$.
- Tia γ : là sóng điện từ có $\lambda < 10^{-11} \text{ m}$. Có năng lượng lớn, đâm xuyên mạnh.

3. Độ phóng xạ: $H = H_0 e^{-\lambda t}$

$H_0 = \lambda N_0$: độ phóng xạ ban đầu

$H = \lambda N$: độ phóng xạ sau thời gian t

Đơn vị của độ phóng xạ: Bq

1Bq = 1 phân rã/s

1Ci = $3,7.10^{10}$ Bq

4. Xác định số nguyên tử (khối lượng) còn lại của chất phóng xạ sau thời gian phóng xạ t

a. Số nguyên còn lại sau thời gian phóng xạ t : $N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$

b. Khối lượng còn lại sau thời gian phóng xạ t : $m = m_0 e^{-\lambda t} = m_0 2^{-\frac{t}{T}}$

Hằng số phóng xạ: $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$

c. Số nguyên tử có trong $m(\text{g})$ lượng chất: $N = \frac{m}{A} N_A$

$N_A = 6,023.10^{23}$ hạt/mol là số Avôgadrô

Chú ý:

Khi $\frac{t}{T} = n$ ($n \in \mathbb{N}$) thì áp dụng các công thức: $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$; $m = m_0 2^{-\frac{t}{T}}$

Khi $\frac{t}{T}$ là số thập phân thì áp dụng các công thức: $N = N_0 e^{-\lambda t}$; $m = m_0 e^{-\lambda t}$

Khi $t \ll T$ thì áp dụng công thức gần đúng: $e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t$

5. Xác định số nguyên tử (khối lượng) bị phóng xạ của chất phóng xạ sau thời gian phóng xạ t

a. Khối lượng bị phóng xạ sau thời gian phóng xạ t : $\Delta m = m_0 - m = m_0 (1 - e^{-\lambda t}) = m_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)$

b. Số nguyên tử bị phóng xạ sau thời gian phóng xạ t : $\Delta N = N_0 - N = N_0 (1 - e^{-\lambda t}) = N_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)$

c. Phần trăm số nguyên tử chất phóng xạ bị phóng xạ sau thời gian phân rã t là:

$$\frac{\Delta N}{N_0} \cdot 100\% = (1 - e^{-\lambda t}) \cdot 100\%$$

d. Phần trăm khối lượng chất phóng xạ bị phóng xạ sau thời gian phân rã t là:

$$\frac{\Delta m}{m_0} \cdot 100\% = (1 - e^{-\lambda t}) \cdot 100\%$$

e. Phần trăm số nguyên tử còn lại của chất phóng xạ sau thời gian t

$$\frac{N}{N_0} \cdot 100\% = e^{-\lambda t} \cdot 100\%$$

f. Phần trăm số nguyên tử còn lại của chất phóng xạ sau thời gian t

$$\frac{m}{m_0} \cdot 100\% = e^{-\lambda t} \cdot 100\% \cdot 100\% = e^{-\lambda \cdot t}$$

6. Xác định số nguyên tử (khối lượng) hạt nhân mới tạo thành sau thời gian phóng xạ t

Một hạt nhân bị phóng xạ thì sinh ra một hạt nhân mới, do vậy số hạt nhân mới tạo thành sau thời gian phóng xạ t bằng số hạt nhân bị phóng xạ trong thời gian đó

$$\Delta N' = \Delta N = N_0 - N = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

Khối lượng hạt nhân mới tạo thành sau thời gian phóng xạ t:

$$\Delta m' = \frac{\Delta N'}{N_A} \cdot A'$$

A' là số khối của hạt nhân mới tạo thành

7. Xác định độ phóng xạ của một chất phóng xạ

a. Độ phóng xạ tại thời điểm ban đầu $H_0 = \lambda N_0 = \frac{\ln 2}{T} N_0$

b. Độ phóng xạ tại thời điểm t $H = \lambda N = H_0 e^{-\lambda \cdot t} = H_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$

Chú ý: Khi tính H_0 theo công thức $H_0 = \lambda N_0 = \frac{\ln 2}{T} \cdot N_0$ thì phải đổi T ra đơn vị giây(s)

III. Tính chu kỳ bán rã của các chất phóng xạ

1. Tính chu kỳ bán rã khi biết:

a. Khi biết tỉ số số nguyên tử ban đầu và số nguyên tử còn lại sau thời gian phóng xạ t

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow T = \frac{t \ln 2}{\ln \frac{N_0}{N}}$$

b. Khi biết tỉ số số nguyên tử ban đầu và số nguyên tử bị phân rã sau thời gian phóng xạ t

$$\Delta N = N_0 (1 - e^{-\lambda t}) \Rightarrow \frac{\Delta N}{N_0} = 1 - e^{-\lambda t} \Rightarrow T = -\frac{t \ln 2}{\ln \left(1 - \frac{\Delta N}{N_0} \right)}$$

c. Khi biết tỉ số độ phóng ban đầu và độ phóng xạ của chất phóng xạ ở thời điểm t

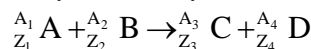
$$H = H_0 e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow T = \frac{t \cdot \ln 2}{\ln \left(\frac{H_0}{H} \right)}$$

2. Tìm chu kỳ bán rã khi biết số hạt nhân ở các thời điểm t_1 và t_2

$$N_1 = N_0 e^{-\lambda t_1}; N_2 = N_0 e^{-\lambda t_2} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = e^{\lambda(t_2 - t_1)} \Rightarrow T = \frac{(t_2 - t_1) \ln 2}{\ln \left(\frac{N_1}{N_2} \right)}$$

IV. Phản ứng hạt nhân.

1. Định nghĩa: Là mọi quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân.



Đặc biệt: $A \rightarrow C + D$ (phóng xạ)

2. Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân: Cho phản ứng hạt nhân ${}_{Z_1}^{A_1} A + {}_{Z_2}^{A_2} B \rightarrow {}_{Z_3}^{A_3} C + {}_{Z_4}^{A_4} D$

a. Định luật bảo toàn số nuclôn: $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$

b. Định luật bảo toàn điện tích: $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

c. Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần: $(m_A + m_B)c^2 + K_A + K_B = (m_C + m_D)c^2 + K_C + K_D$

K_A, K_B, K_C, K_D lần lượt là động năng của các hạt

d. Định luật bảo toàn động lượng: $\vec{p}_A + \vec{p}_B = \vec{p}_C + \vec{p}_D$

3. Năng lượng trong phản ứng hạt nhân:

Xét phản ứng hạt nhân ${}_{Z_1}^{A_1}A + {}_{Z_2}^{A_2}B \rightarrow {}_{Z_3}^{A_3}C + {}_{Z_4}^{A_4}D$

$m_0 = m_A + m_B$: Tổng khối lượng các hạt trước phản ứng

$m = m_C + m_D$ Tổng khối lượng các hạt sau phản ứng

$m_0 > m$: Phản ứng tỏa năng lượng:

$m_0 < m$: Phản ứng thu năng lượng:

Năng lượng tỏa ra hay thu vào: $\Delta E = (m_0 - m)c^2$

-----HẾT-----