

## ÔN TẬP

### 1. Kiến thức một số hàm cơ bản sử dụng trong Vật Lí:

| Hàm số       | Đạo hàm        |
|--------------|----------------|
| $y = \sin x$ | $y' = \cos x$  |
| $y = \cos x$ | $y' = -\sin x$ |

### b. Các công thức lượng giác cơ bản:

$$2\sin^2 a = 1 - \cos 2a$$

$$-\cos \alpha = \cos(\alpha + \pi)$$

$$-\sin a = \cos(a + \frac{\pi}{2})$$

$$2\cos^2 a = 1 + \cos 2a$$

$$\sin a = \cos(a - \frac{\pi}{2})$$

$$\sin a + \cos a = \sqrt{2} \sin(a + \frac{\pi}{4})$$

$$-\cos a = \cos(a \pm \pi)$$

$$\sin a - \cos a = \sqrt{2} \sin(a - \frac{\pi}{4})$$

$$\cos a - \sin a = \sqrt{2} \sin(a - \frac{\pi}{4})$$

$$\sin 3a = 3\sin a - 4\sin^3 a$$

$$\cos 3a = 4\cos^3 a - 3\cos a$$

### c. Giải phương trình lượng giác cơ bản:

$$\sin \alpha = \sin a \Rightarrow \begin{cases} \alpha = a + k2\pi \\ \alpha = \pi - a + k2\pi \end{cases}$$

$$\cos \alpha = \cos a \Rightarrow \alpha = \pm a + k2\pi$$

### d. Bất đẳng thức Cô-si: $a + b \geq 2\sqrt{ab}$ ; ( $a, b \geq 0$ , dấu “=” khi $a = b$ )

e. Định lý Viet:  $\left. \begin{matrix} x + y = S = -\frac{b}{a} \\ x \cdot y = P = \frac{c}{a} \end{matrix} \right\} \Rightarrow x, y$  là nghiệm của  $X^2 - SX + P = 0$

Chú ý:  $y = ax^2 + bx + c$ ; để  $y_{\min}$  thì  $x = -\frac{b}{2a}$ ; Đổi  $x^0$  ra rad:  $\frac{x^0 \pi}{180}$

### f. Các giá trị gần đúng: $\pi^2 \approx 10$ ; $314 \approx 100\pi$ ; $0,318 \approx \frac{1}{\pi}$ ;

$$0,636 \approx \frac{2}{\pi}; 0,159 \approx \frac{1}{2\pi}; 1,41 \approx \sqrt{2}; 1,73 \approx \sqrt{3}$$

----------

## CHƯƠNG I. DAO ĐỘNG CƠ

### CHỦ ĐỀ 1: ĐẠI CƯƠNG DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA- CON LẮC Lò XO- CON LẮC ĐƠN

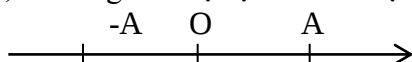
#### A/ DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

1. Chu kì, tần số, tần số góc:  $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$  với  $f = \frac{1}{T} \Leftrightarrow T = \frac{1}{f}$

\*  $T = \frac{t}{n}$  ( $t$  là thời gian để vật thực hiện  $n$  đđ)

3. Phương trình dao động điều hòa (li độ):  $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

+  $x$ : Li độ, đo bằng đơn vị độ dài cm hoặc m



+  $A = x_{\max}$ : Biên độ (luôn có giá trị dương)

+  $l = 2A$ : Chiều dài quỹ đạo.

- +  $\omega$ : tần số góc (luôn có giá trị dương)
- +  $\omega t + \varphi$ : pha dđ (đo bằng rad) ( $-2\pi \leq \varphi \leq 2\pi$ )
- +  $\varphi$ : pha ban đầu (tại  $t = 0$ , đo bằng rad) ( $-\pi \leq \varphi \leq \pi$ )

+ Góc thời gian ( $t = 0$ ) tại vị trí biên dương:  $\varphi = 0$

+ Góc thời gian ( $t = 0$ ) tại vị trí biên âm:  $\varphi = \pi$

+ Góc thời gian ( $t = 0$ ) tại vị trí cân bằng theo chiều âm:  $\varphi = \frac{\pi}{2}$

+ Góc thời gian ( $t = 0$ ) tại vị trí cân bằng theo chiều dương:  $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

#### \* Chú ý:

- + Quỹ đạo là một **đoạn thẳng** dài  $L = 2A$
- + Mỗi chu kì vật qua vị trí biên 1 lần, qua các vị trí khác 2 lần (1 lần theo chiều dương và 1 lần theo chiều âm)

\* **Đồ thị của dđdh**: đồ thị li độ là đường hình sin.

- Giả sử vật dao động điều hòa có phương trình là:  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ .

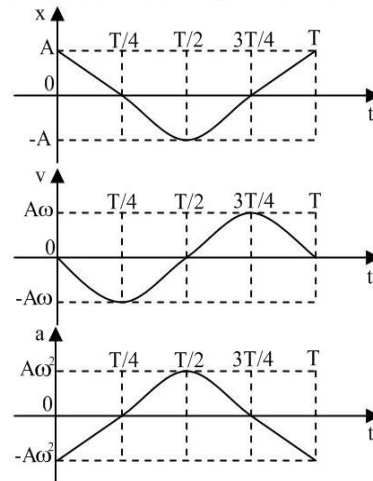
- Để đơn giản, ta chọn  $\varphi = 0$ , ta được:  $x = A \cos \omega t$ .

$$\Rightarrow v = x' = -A\omega \sin \omega t = A\omega \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\Rightarrow a = -\omega^2 x = -\omega^2 A \cos \omega t$$

Một số giá trị đặc biệt của  $x$ ,  $v$ ,  $a$  như sau:

|   |               |             |              |            |               |
|---|---------------|-------------|--------------|------------|---------------|
| T | 0             | T/4         | T/2          | 3T/4       | T             |
| X | A             | 0           | -A           | 0          | A             |
| V | 0             | $-\omega A$ | 0            | $\omega A$ | 0             |
| A | $-\omega^2 A$ | 0           | $\omega^2 A$ | 0          | $-\omega^2 A$ |



\* Đồ thị của dao động điều hòa là một đường hình sin.

\* Đồ thị cũng cho thấy sau mỗi chu kì dao động thì tọa độ  $x$ , vận tốc  $v$  và gia tốc  $a$  lặp lại giá trị cũ.

#### 4. Phương trình vận tốc:

$$v = \frac{dx}{dt} = x' \Rightarrow v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) = \omega A \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right) \left(\frac{cm}{s}\right) \text{ hoặc } \left(\frac{m}{s}\right)$$

+  $\vec{v}$  luôn cùng chiều với chiều dđ

+  $v$  luôn sớm pha  $\frac{\pi}{2}$  so với  $x$

+ Vật cđ theo chiều dương thì  $v > 0$ , theo chiều âm thì  $v < 0$ .

+ Vật ở VTCB:  $x = 0$ ;  $|v|_{\max} = \omega A$ ;

+ Vật ở biên:  $x = \pm A$ ;  $|v|_{\min} = 0$ ;

$$+ \left(\frac{x}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{A\omega}\right)^2 = 1 \Rightarrow A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 \Rightarrow \text{đồ thị của } (v, x) \text{ là đường elip.}$$

#### 5. Phương trình gia tốc:

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

hay  $a = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi \pm \pi) \left( \frac{cm}{s^2} \right)$  hoặc  $\left( \frac{m}{s^2} \right)$

+  $\vec{a}$  luôn hướng về vị trí cân bằng;

+ **a** luôn sớm pha  $\frac{\pi}{2}$  so với v

+ **a** và x luôn ngược pha

+ Vật ở VTCB:  $x = 0$ ;  $|v|_{\max} = \omega A$ ;  $|a|_{\min} = 0$

+ Vật ở biên:  $x = \pm A$ ;  $|v|_{\min} = 0$ ;  $|a|_{\max} = \omega^2 A$

+  $a = -\omega^2 x$

$\Rightarrow$  đồ thị của (a, x) là đoạn thẳng đi qua gốc tọa độ.

+  $\left( \frac{a}{A\omega^2} \right)^2 + \left( \frac{v}{A\omega} \right)^2 = 1 \Rightarrow A^2 = \frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow$  đồ thị của (a, v) là đường elip.

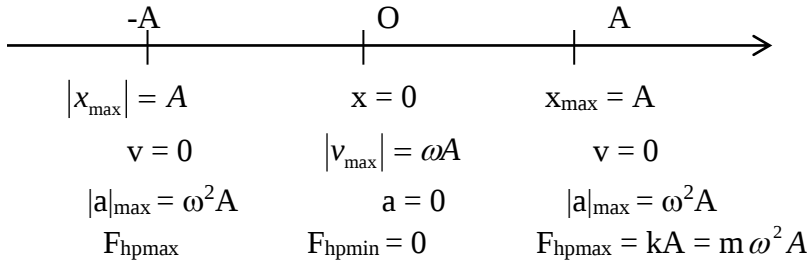
**6. Hợp lực tác dụng lên vật (lực hồi phục):**  $F = ma = -m\omega^2 x = -kx$

+  $F_{\text{hpmax}} = kA = m\omega^2 A$ : tại vị trí biên

+  $F_{\text{hpmin}} = 0$ : tại vị trí cân bằng

+ Dao động cơ đổi chiều khi lực đạt giá trị cực đại.

+ Lực hồi phục luôn hướng về vị trí cân bằng.



+  $F = -kx$

$\Rightarrow$  đồ thị của (F, x) là đoạn thẳng đi qua gốc tọa độ.

+  $\left( \frac{F}{kA} \right)^2 + \left( \frac{v}{A\omega} \right)^2 = 1 \Rightarrow A^2 = \frac{F^2}{m^2\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow$  đồ thị của (F, v) là đường elip.

+ Ở đây không thể nói là vật dao động nhanh dần “đều” hay chậm dần “đều” vì dao động là loại chuyển động có gia tốc a biến thiên điều hòa chứ không phải gia tốc a là hằng số.

**7. Công thức độc lập:**  $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$  và  $A^2 = \frac{v^2}{\omega^2} + \frac{a^2}{\omega^4}$

+ Kéo vật lệch khỏi VTCB 1 đoạn rồi buông (thả)  $\Rightarrow A$

+ Kéo vật lệch khỏi VTCB 1 đoạn rồi truyền v  $\Rightarrow x$

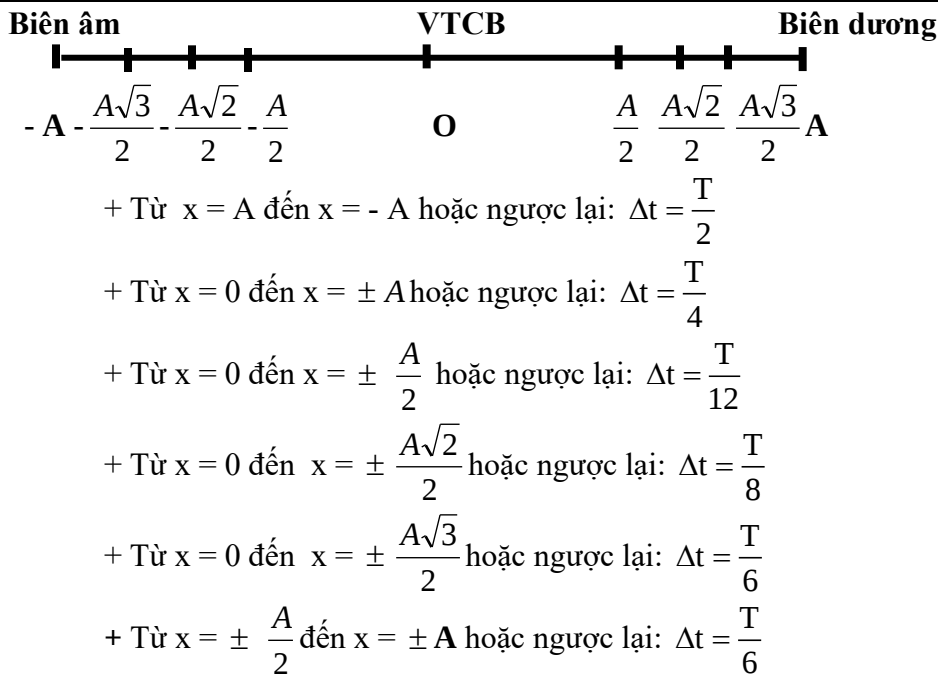
**8. Phương trình đặc biệt:**

$x = a \pm A \cos(\omega t + \varphi)$  với  $a = \text{const} \Rightarrow \begin{cases} \text{Biên độ: } A \\ \text{Tọa độ VTCB: } x = a \\ \text{Tọa độ vt biên: } x = a \pm A \end{cases}$

$x = a \pm A \cos^2(\omega t + \varphi)$  với  $a = \text{const} \Rightarrow \begin{cases} \text{Biên độ: } \frac{A}{2}; \omega' = 2\omega; \varphi' = 2\varphi \end{cases}$

**9. Thời gian và đường đi trong dao động điều hòa:**

a. Thời gian ngắn nhất:



### b. Đường đi:

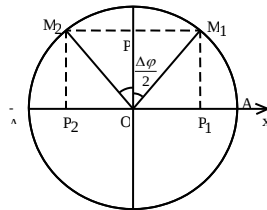
+ Đường đi trong 1 chu kỳ là  $4A$ ; trong  $\frac{1}{2}$  chu kỳ là  $2A$

+ Đường đi trong  $\frac{1}{4}$  chu kỳ là  $A$  khi vật đi từ VTCB đến vị trí biên hoặc ngược lại (còn các vị trí

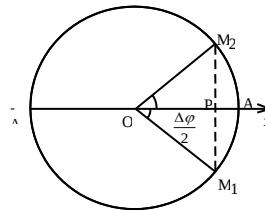
khác phải tính)

@ Bài toán tính quãng đường lớn nhất và nhỏ nhất vật đi được trong khoảng thời gian

$$0 < \Delta t < \frac{T}{2}.$$



H.1



H.2

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

- Quãng đường lớn nhất: (H.1)  $S_{\max} = 2A \sin \frac{\Delta\varphi}{2} = 2A \sin \frac{\omega\Delta t}{2}$

- Quãng đường nhỏ nhất: (H.2)  $S_{\min} = 2A(1 - \cos \frac{\Delta\varphi}{2}) = 2A(1 - \cos \frac{\omega\Delta t}{2})$

**Lưu ý:** Trong 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  $2nA$

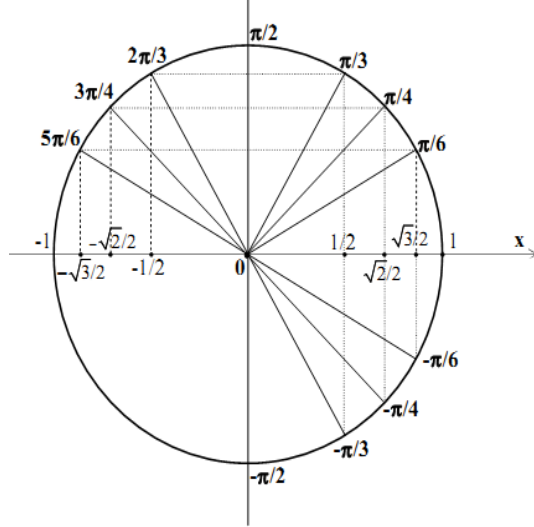
+ Trong thời gian  $\Delta t'$  thì quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất tính như trên.

c. Vận tốc trung bình:  $v_{tb} = \frac{S}{t}$

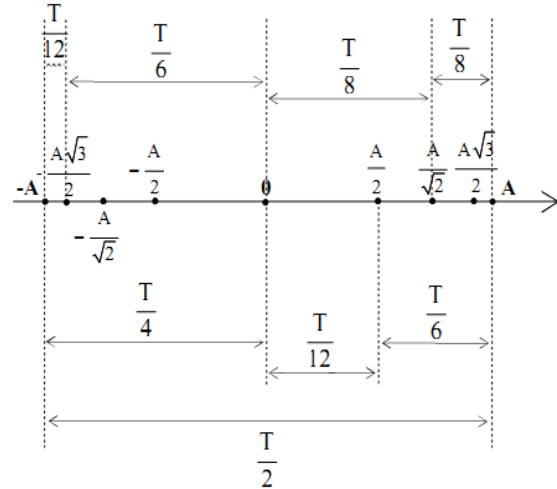
+ Tốc độ trung bình lớn nhất và nhỏ nhất của trong khoảng thời gian  $\Delta t$ :

$v_{tb\max} = \frac{S_{\max}}{\Delta t}$  và  $v_{tb\min} = \frac{S_{\min}}{\Delta t}$  với  $S_{\max}$ ;  $S_{\min}$  tính như trên.

d. Quãng đường và thời gian trong dđh.



Đường tròn lượng giác



Thời gian chuyển động và quãng đường tương ứng

## B/CON LẮC LÒ XO

Dạng 1: Đại cương về con lắc lò xo

1. Phương trình dđ:  $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

2. Chu kỳ, tần số, tần số góc và độ biến dạng:

+ Tần số góc, chu kỳ, tần số:  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ ;  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ;  $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

+  $k = m\omega^2$  **Chú ý:** 1N/cm = 100N/m

+ Nếu lò xo treo thẳng đứng:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l_0}{g}}$  Với  $\Delta l_0 = \frac{mg}{k}$

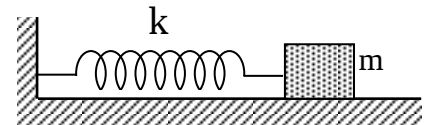
**Nhận xét:** Chu kỳ của con lắc lò xo

+ tỉ lệ thuận **căn bậc 2** của **m**; tỉ lệ nghịch **căn bậc 2** của **k**

+ chỉ phụ thuộc vào **m** và **k**; **không** phụ thuộc vào A (sự kích thích ban đầu)

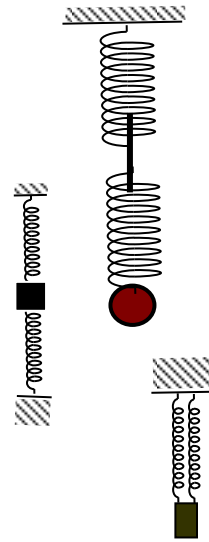
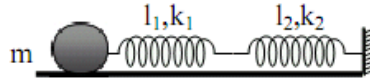
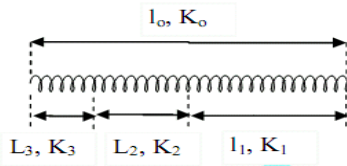
3. Tỉ số chu kỳ, khối lượng và số dao động:  $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \frac{n_1}{n_2} = \sqrt{\frac{k_1}{k_2}}$

4. Chu kỳ và sự thay đổi khối lượng: Gắn lò xo k vào vật  $m_1$  được chu kỳ  $T_1$ , vào vật  $m_2$  được  $T_2$ , vào vật khối lượng  $m_1 + m_2$  được chu kỳ  $T_3$ , vào vật khối lượng  $m_1 - m_2$  ( $m_1 > m_2$ ) được chu kỳ  $T_4$ .



Thì ta có:  $T_3^2 = T_1^2 + T_2^2$  và  $T_4^2 = T_1^2 - T_2^2$

**5. Chu kì và sự thay đổi độ cứng:** Một lò xo có độ cứng  $k$ , chiều dài  $l$  được cắt thành các lò xo có độ cứng  $k_1, k_2$ , và chiều dài tương ứng là  $l_1, l_2 \dots$  thì có:  $kl = k_1 l_1 = k_2 l_2 = \dots$



@ Ghép lò xo:

\* **Nối tiếp:**  $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots$  hay  $k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$

$\Rightarrow$  cùng treo một vật khối lượng như nhau thì:  $T^2 = T_1^2 + T_2^2$

\* **Song song:**  $k = k_1 + k_2 + \dots$

$\Rightarrow$  cùng treo một vật khối lượng như nhau thì:

$$\frac{1}{T^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} + \dots \Rightarrow T = \frac{T_1 T_2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$$

## Dạng 2: Lực đàn hồi và lực hồi phục

**1. Lực hồi phục:** là nguyên nhân làm cho vật dđ, luôn hướng về vị trí cân bằng và biến thiên điều hòa cùng tần số với li độ.

$$F_{hp} = -kx = -m\omega^2 x \quad (F_{hpmin} = 0; F_{hpmax} = kA)$$

**2. Lực đàn hồi:** xuất hiện khi lò xo bị biến dạng và đưa vật về vị trí lò xo không bị biến dạng.

**a. Lò xo nằm ngang:** VTCB: vị trí lò xo không bị biến dạng

$$+ F_{dh} = kx = k\Delta l \quad (x = \Delta l : \text{độ biến dạng; đơn vị mét})$$

$$+ F_{dhmin} = 0; F_{dhmax} = kA$$

**b. Lò xo treo thẳng đứng:**

$$F_{dh} = k\Delta l \quad \text{Với } \Delta l = \Delta l_0 \pm x$$

Dấu “+” nếu chiều dương cùng chiều dãn của lò xo

$$+ F_{dhmax} = k(\Delta l_0 + A): \text{Biên dưới: ở vị trí thấp nhất}$$

$$+ F_{dhmin} = k(A - \Delta l_0): \text{Biên trên: ở vị trí cao nhất.}$$

$$+ F_{dhmin} = \begin{cases} 0; \text{khi } \Delta l_0 \leq A \\ k(\Delta l_0 - A); \text{khi } \Delta l_0 > A \end{cases}$$

**Chú ý:**

$$+ \text{Biên trên: } \Delta l_0 = A \Rightarrow F_{dhmin} = 0 \Rightarrow x = A$$

$$+ F_{dh} = 0: \text{tại vị trí lò xo không bị biến dạng.}$$

**3. Chiều dài lò xo:**

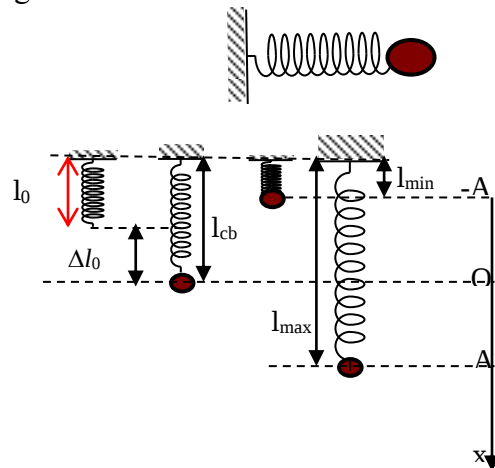
$$+ \text{Chiều dài lò xo tại vị trí cân bằng: } l_{cb} = l_0 + \Delta l_0 = \frac{l_{max} + l_{min}}{2} \quad \Delta l_0 = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2}$$

$$+ \text{Chiều dài cực đại (ở vị trí thấp nhất): } l_{max} = l_{cb} + A$$

$$+ \text{Chiều dài cực tiểu (ở vị trí cao nhất): } l_{min} = l_{cb} - A$$

**4. Tính thời gian lò xo giãn hay nén trong một chu kì:** Trong một chu kì lò xo nén 2 lần và giãn 2 lần.

**a. Khi  $A > \Delta l_0$  (Với Ox hướng xuống):**

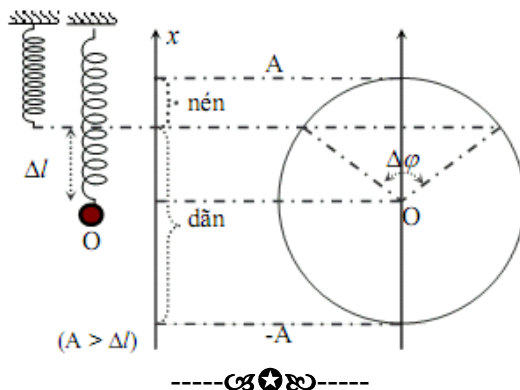


@ Thời gian lò xo nén:  $\Delta t = \frac{2\alpha}{\omega}$  với  $\cos \alpha = \frac{\Delta l_0}{A}$

@ Thời gian lò xo giãn:  $\Delta t_{\text{giãn}} = T - \Delta t_{\text{nén}}$

**b. Khi  $A < \Delta l_0$  (Với Ox hướng xuống):** Thời gian lò xo giãn trong một chu kì là  $\Delta t = T$ ; Thời gian lò xo nén bằng không.

Có thể dùng phương pháp phân tích: xem vật bắt đầu chuyển động từ đâu rồi dựa vào các vị trí đặt biệt để tính.



### Dạng 3: Năng lượng trong dđdh:

#### 1. Lò xo nằm ngang:

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

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

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

| -A                              | O                             | A                               |
|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| $ x_{\text{max}}  = A$          | $x = 0$                       | $x_{\text{max}} = A$            |
| $v = 0$                         | $ v_{\text{max}}  = \omega A$ | $v = 0$                         |
| $ a _{\text{max}} = \omega^2 A$ | $a = 0$                       | $ a _{\text{max}} = \omega^2 A$ |
| $W = W_{\text{tmax}}$           | $W = W_{\text{dmax}}$         | $W = W_{\text{tmax}}$           |

#### Nhận xét:

- + Cơ năng được bảo toàn và tỉ lệ với bình phương biên độ.
- + Vị trí thế năng cực đại thì động năng cực tiểu và ngược lại.
- + Thời gian để động năng bằng thế năng là:  $t = \frac{T}{4}$

+ Thời gian 2 lần liên tiếp động năng hoặc thế năng bằng không là:  $\frac{T}{2}$

+ Dđdh có tần số góc là  $\omega$ , tần số  $f$ , chu kỳ  $T$ . Thì động năng và thế năng biến thiên với tần số góc  $2\omega$ , tần số  $2f$ , chu kỳ  $\frac{T}{2}$ .

#### 2. Lò xo treo thẳng đứng:

a. Cơ năng:  $W = \frac{1}{2} k(A + \Delta l_0)^2$

b. Thế năng:  $W_t = \frac{1}{2} k(x + \Delta l_0)^2 + mgh$

c. Động năng:  $W_d = \frac{1}{2} mv^2$

### 3. Công thức xác định x và v liên quan đến mối liên hệ giữa động năng và thế năng:

a. Khi  $W_d = nW_t \Rightarrow x = \pm \frac{A}{\sqrt{n+1}} \Rightarrow v = \pm \omega A \sqrt{\frac{n}{n+1}}$

b. Khi  $W_t = nW_d \Rightarrow v = \pm \frac{\omega A}{\sqrt{n+1}} \Rightarrow x = \pm A \sqrt{\frac{n}{n+1}}$  c. Khi  $x = \pm \frac{A}{n} \Rightarrow \frac{W_d}{W_t} = n^2 - 1 = \left(\frac{A}{x}\right)^2 - 1$



#### Dạng 4: Viết phương trình dđđh: Các bước lập phương trình dđđh:

\* **B1**: Chọn: + Gốc tọa độ: + Chiều dương: + Gốc thời gian:

(Thường bài toán đã chọn)

\* **B2**: Phương trình có dạng:  $\begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$

\* **B3**: Xác định  $\omega$ , A và  $\varphi$

1. Cách xác định  $\omega$ :  $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}}; \left\{ T = \frac{t}{n} \right\}$

+  $\Delta l_0 = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2}$ : độ giãn của lò xo ở VTCB (đơn vị là mét)

+ Đề cho x, v, a, A:  $\omega = \frac{v}{\sqrt{A^2 - x^2}} = \sqrt{\frac{a}{x}} = \sqrt{\frac{|a_{\max}|}{A}} = \frac{|v_{\max}|}{A}$

#### 2. Cách xác định A:

+  $A = x_{\max}$ : vật ở VT biên (kéo vật khỏi VTCB 1 đoạn rồi buông x = A).

+  $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$ : Kéo vật khỏi VTCB 1 đoạn x rồi truyền cho nó v.

+  $A^2 = \frac{v^2}{\omega^2} + \frac{a^2}{\omega^4}$ : tại vị trí vật có vận tốc v và gia tốc a +  $A = \frac{L}{2}$  (L: quỹ đạo thẳng)

+ A = đường đi trong 1 chu kỳ chia 4. +  $A = \sqrt{\frac{2W}{k}}$  (W: cơ năng; k: độ cứng)

+  $A = \frac{|v_{\max}|}{\omega}$  ( $\omega$ : tần số góc)

+  $A = \frac{F_{hp \max}}{k}$

+  $A = \frac{v_{tb} \cdot T}{4}$

+  $A = \frac{a_{\max}}{\omega^2}$

+  $A = l_{cb} - l_{\min}$  với  $l_{cb} = l_0 + \Delta l_0$

+  $A = l_{\max} - l_{cb}$

+  $A = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2}$  với  $l_{cb} = \frac{l_{\max} + l_{\min}}{2}$

#### 3. Cách xác định $\varphi$ : Dựa vào điều kiện đầu: lúc t = t<sub>0</sub>

(thường t<sub>0</sub>=0)  $\begin{cases} x = A \cos(\omega t_0 + \varphi) \\ v = -\omega A \sin(\omega t_0 + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \varphi = ?$  **Tìm nhanh: Shift cos**  $\frac{x_0}{A}$

#### Lưu ý:

+ Vật cử theo chiều dương thì v > 0  $\Rightarrow \sin \varphi < 0$

+ Vật cử theo chiều âm thì v < 0  $\Rightarrow \sin \varphi > 0$

+ Tại vị trí biên  $v = 0$

+ Góc thời gian tại vị trí biên dương:  $\varphi = 0$

+ Góc thời gian tại vị trí biên âm:  $\varphi = \pi$

+ Góc thời gian tại vị trí cân bằng theo chiều âm:  $\varphi = \frac{\pi}{2}$

+ Góc thời gian tại vị trí cân bằng theo chiều dương:  $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

## C/ CON LẮC ĐƠN

### **Dạng 1: Đại cương về con lắc đơn**

**Mô tả:** Con lắc đơn gồm một vật nặng treo vào sợi dây không giãn, vật nặng kích thước không đáng kể so với chiều dài sợi dây, sợi dây khối lượng không đáng kể so với khối lượng của vật nặng.

**1. Chu kì, tần số và tần số góc:**  $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ;  $\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$ ;  $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\ell}}$

**Nhận xét:** Chu kì của con lắc đơn

+ tỉ lệ thuận **căn bậc 2** của  **$l$** ; tỉ lệ nghịch căn bậc 2 của  **$g$**

+ chỉ phụ thuộc vào  **$l$**  và  **$g$** ; **không** phụ thuộc biên độ  **$A$**  và  **$m$** .

+ ứng dụng đo gia tốc rơi tự do (gia tốc trọng trường  $g$ )

**2. Phương trình dđ:** Điều kiện dao động điều hoà: Bỏ qua ma sát, lực cản và  $\alpha_0 \ll 1$  rad hay  $S_0 \ll l$

Li độ dài:  $s = S_0 \cos(\omega t + \varphi)$  hoặc Li độ góc:  $\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$  Với  $s = \alpha l$ ,  $S_0 = \alpha_0 l$

$$\Rightarrow v = s' = -\omega S_0 \sin(\omega t + \varphi) = -\omega \alpha_0 l \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\Rightarrow a = v' = -\omega^2 S_0 \cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 \alpha_0 l \cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 s = -\omega^2 \alpha l$$

**Lưu ý:**  $S_0$  đóng vai trò như  $A$  còn  $s$  đóng vai trò như  $x$

$\alpha_0$  đóng vai trò như  $A$  còn  $\alpha$  đóng vai trò như  $x$

**3. Hệ thức độc lập:** \*  $a = -\omega^2 s = -\omega^2 \alpha l$  \*  $S_0^2 = s^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2$  \*  $\alpha_0^2 = \alpha^2 + \frac{v^2}{\omega^2 l^2} = \alpha^2 + \frac{v^2}{gl}$

**4. Lực hồi phục:**  $F = -mg \sin \alpha = -mg \alpha = -mg \frac{s}{l} = -m\omega^2 s$

+ Điều kiện dđ điều hoà: Bỏ qua ma sát, lực cản và  $\alpha_0 \ll 1$  rad hay  $S_0 \ll l$

+ Với con lắc đơn lực hồi phục tỉ lệ thuận với khối lượng.

+ Với con lắc lò xo lực hồi phục không phụ thuộc vào khối lượng.

**5. Chu kì và sự thay đổi chiều dài:** Tại cùng một nơi con lắc đơn chiều dài  $l_1$  có chu kỳ  $T_1$ , con lắc đơn chiều dài  $l_2$  có chu kỳ  $T_2$ , con lắc đơn chiều dài  $l_1 + l_2$  có chu kỳ  $T_3$ , con lắc đơn chiều dài  $l_1 - l_2$  ( $l_1 > l_2$ ) có chu kỳ  $T_4$ . Ta có:  $T_3^2 = T_1^2 + T_2^2$  và  $T_4^2 = T_1^2 - T_2^2$

**6. Tỉ số số dao động, chu kì tần số và chiều dài:** Trong cùng thời gian con lắc có chiều dài  $l_1$  thực hiện

được  $n_1$  dao động, con lắc  $l_2$  thực hiện được  $n_2$  dao động. Ta có:  $n_1 T_1 = n_2 T_2$  hay  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \frac{f_1}{f_2}$

### **Dạng 2: Phương trình dđ, vận tốc, gia tốc, lực căng dây và năng lượng**

**1. Phương trình dd: (Viết phương trình dd giống con lắc lò xo)**

$$s = S_0 \cos(\omega t + \varphi) \quad v = -\omega S_0 \sin(\omega t + \varphi) \quad a = -\omega^2 S_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi) \quad v = -\omega \alpha_0 \sin(\omega t + \varphi) \quad a = -\omega^2 \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Với  $s = \alpha l$ ,  $S_0 = \alpha_0 l$ ;

**Chú ý:** + Gia tốc pháp tuyến:  $a_{pt} = \frac{T - P \cos \alpha}{m} = 2g(\cos \alpha - \cos \alpha_0)$

+ Gia tốc tiếp tuyến:  $a_{tt} = g \sin \alpha$

Ta có gia tốc:  $a = \sqrt{a_{tt}^2 + a_{pt}^2}$

**2. Vận tốc, lực căng, năng lượng:** \*  $\alpha_0 \leq 10^\circ$  :  $|v| = \sqrt{gl(\alpha_0^2 - \alpha^2)}$  ;  $T = mg(1 + \alpha_0^2 - 1,5\alpha^2)$

$$W_t = \frac{1}{2} mgl\alpha^2$$

$$W_d = \frac{1}{2} mv^2$$

$$W = W_t + W_d = \frac{1}{2} m\omega^2 S_0^2 = \frac{1}{2} mgl\alpha_0^2$$

\*  $\alpha_0 > 10^\circ$  :  $|v| = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)}$  ;  $T = mg(3\cos \alpha - 2\cos \alpha_0)$

$$W_t = mgh = mgl(1 - \cos \alpha)$$

$$W_d = \frac{1}{2} mv^2$$

$$W = W_t + W_d$$

**Chú ý:** +  $v_{\max}$  và  $T_{\max}$  khi  $\alpha = 0$  +  $v_{\min}$  và  $T_{\min}$  khi  $\alpha = \alpha_0$

+ Độ cao cực đại của vật đạt được so với VTCB:  $h_{\max} = \frac{v_{\max}^2}{2g}$

**3. Tỉ số giữa động năng và thế năng:**

$$\frac{W_d}{W_t} = \frac{S_0^2}{S^2} - 1 = \frac{\alpha_0^2}{\alpha^2} - 1 = n$$

$\Rightarrow$  Công thức xác định vị trí của vật khi biết trước tỉ số giữa Động năng và Thế năng là:

$$S = \pm \frac{S_0}{\sqrt{n+1}}$$

Hoặc  $\alpha = \pm \frac{\alpha_0}{\sqrt{n+1}}$

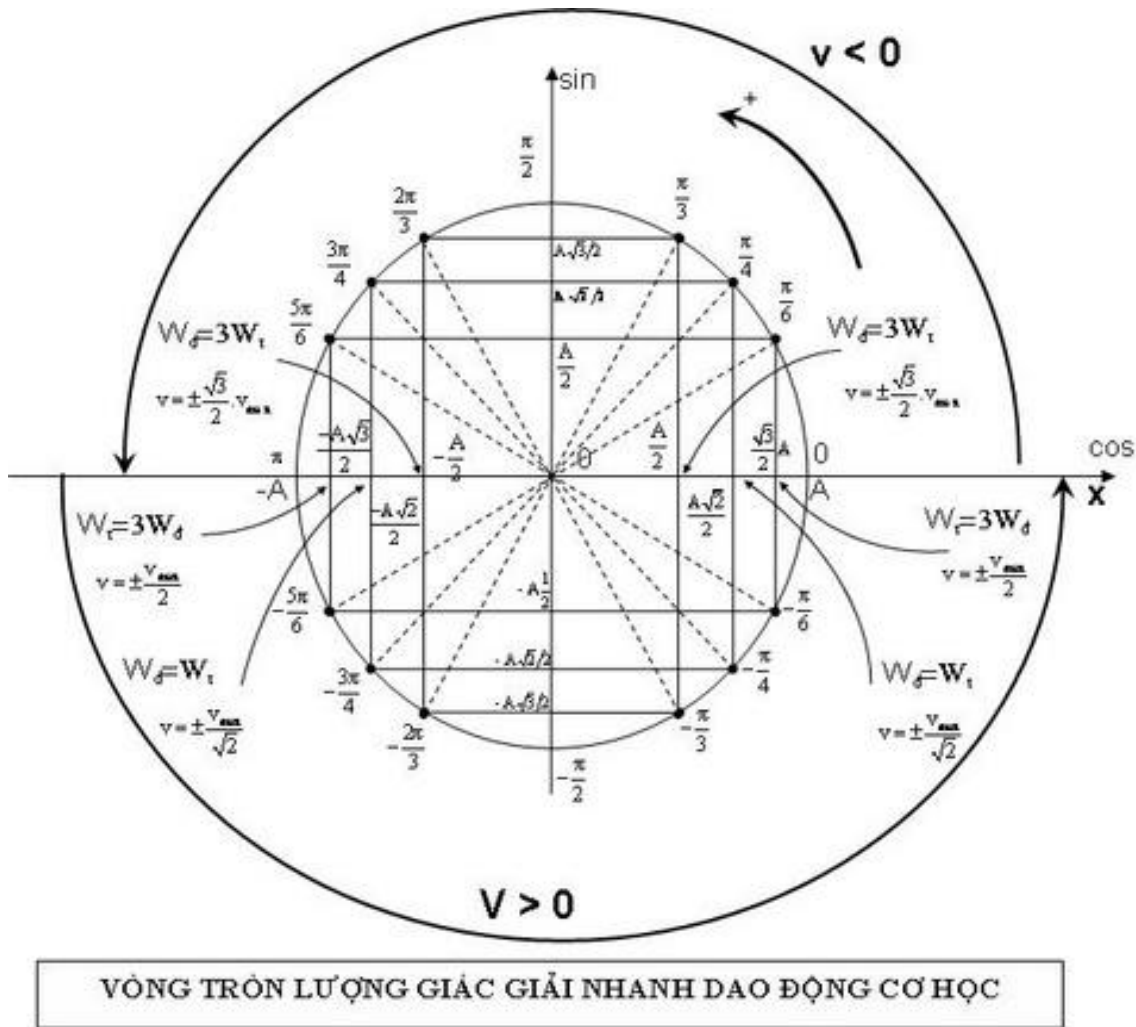


Figure 1

4. Công thức xác định vận tốc của vật tại vị trí mà động năng bằng  $\frac{1}{n}$  thế năng:

Nếu ta có:  $\frac{W_d}{W_t} = \frac{1}{n}$  hay  $W_d = \frac{1}{n} W_t$  Thì:  $v = \pm \frac{\omega S_0}{\sqrt{n+1}} = \pm S_0 \sqrt{\frac{g}{\ell(n+1)}}$  Hoặc

$$v = \pm \frac{\omega \alpha_0 \ell}{\sqrt{n+1}} = \pm \alpha_0 \sqrt{\frac{g \ell}{(n+1)}}$$

## CHƯƠNG II. SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM

### CHỦ ĐỀ 1: ĐẠI CƯƠNG SÓNG CƠ- GIAO THOA SÓNG- SÓNG DỪNG

#### A/ ĐẠI CƯƠNG SÓNG CƠ

##### 1. Khái niệm về sóng cơ, sóng ngang, sóng dọc?

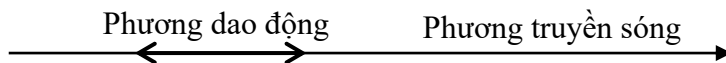
a. **Sóng cơ:** là dao động cơ lan truyền trong một môi trường → *không truyền được trong chân không*

##### Đặc điểm:

- Sóng cơ **không** truyền được trong chân không.
- Khi sóng cơ lan truyền, các phân tử vật chất chỉ dao động tại chỗ, *pha dao động và năng lượng sóng* chuyển dời theo sóng.
- Trong môi trường đồng tính và đẳng hướng, *tốc độ không đổi*.

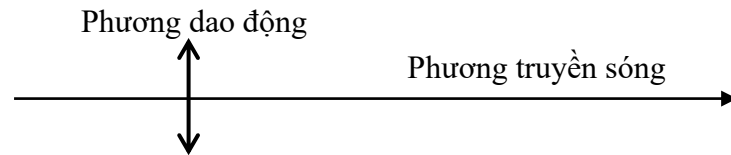
b. **Sóng dọc:** là sóng cơ có phương dao động **trùng** với phương truyền sóng. Sóng dọc truyền được trong *chất khí, lỏng, rắn*.

Ví dụ: Sóng âm trong không khí.



c. **Sóng ngang:** là sóng cơ có phương dao động **vuông** góc với phương truyền sóng. Sóng ngang truyền được trong *chất rắn và trên mặt chất lỏng*.

Ví dụ: Sóng trên mặt nước.



##### 2. Các đặc trưng của sóng cơ:

a. **Chu kì (tần số sóng):** là đại lượng **không thay đổi** khi sóng truyền từ môi trường này sang môi trường khác.

b. **Biên độ sóng:** là biên độ dao động của một phần tử có sóng truyền qua.

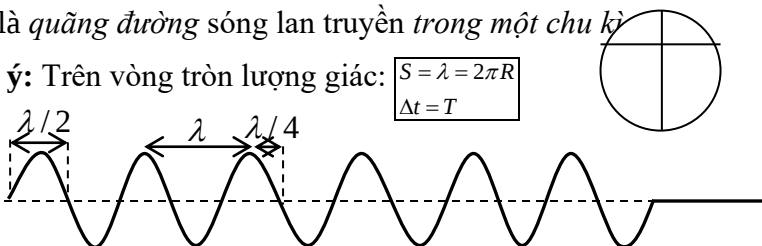
c. **Tốc độ truyền sóng:** là tốc độ lan truyền dao động trong môi trường; phụ thuộc bản chất môi trường ( $v_R > v_L > v_K$ ) và **nhiệt độ** (nhiệt độ của môi trường tăng thì tốc độ lan truyền càng nhanh)

d. **Bước sóng  $\lambda(m)$ :**  $\lambda = vT = \frac{v}{f}$ : Với  $v(m/s)$ ;  $T(s)$ ;  $f(Hz) \Rightarrow \lambda(m)$

C1: là khoảng cách giữa *hai điểm gần nhau nhất* trên phương truyền sóng dao động *cùng pha* với nhau.

C2: là *quãng đường* sóng lan truyền trong một chu kì

Chú ý: Trên vòng tròn lượng giác:  $S = \lambda = 2\pi R$   
 $\Delta t = T$



- + Hai phần tử cách nhau một bước sóng ( $\lambda$ ) thì cùng pha
- + Hai phần tử cách nhau nửa bước sóng ( $\lambda/2$ ) thì ngược pha
- + Hai phần tử cách nhau một phần tư bước sóng ( $\frac{\lambda}{4}$ ) thì vuông pha

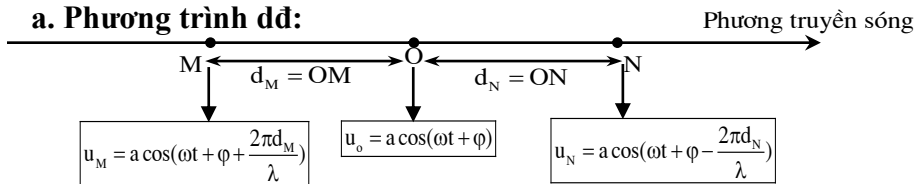
**e. Năng lượng sóng:** Q trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng.

### 3. Chú ý:

- + Số chu kì bằng số gợn sóng trừ 1.
- + Khoảng cách giữa hai ngọn sóng liên tiếp là  $\lambda$ .
- + Quãng đường truyền sóng:  $S = v.t$
- + Khoảng cách giữa n ngọn sóng là  $(n-1)\lambda$

### 4. Phương trình truyền sóng

#### a. Phương trình dđ:



$$u_M = A \cos \omega \left( t - \frac{x}{v} \right) = A \cos 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

Với  $d = MO$  thì phương trình sóng phản xạ tại M là:

$$\begin{cases} \text{Khi M cố định } u_M = -A \cos 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{d}{\lambda} \right) \\ \text{Khi M tự do } u_M = A \cos 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{d}{\lambda} \right) \end{cases}$$

#### b. Độ lệch pha của 2 dđ tại 2 điểm cách nguồn:

$$\Delta\phi = 2\pi \frac{|x_1 - x_2|}{\lambda} = 2\pi \frac{x}{\lambda}$$

+ Cùng pha:  $\Delta\phi = k2\pi$

+ Ngược pha:  $\Delta\phi = (2k+1)\pi$

+ Vuông pha:  $\Delta\phi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$

- Khoảng cách giữa hai điểm dao động cùng pha:  $d = k\lambda$  ( $k = 1, 2, 3, \dots$ ).

- Khoảng cách giữa hai điểm dao động ngược pha:  $d = (k + \frac{1}{2})\lambda$  ( $k = 0, 1, 2, \dots$ )

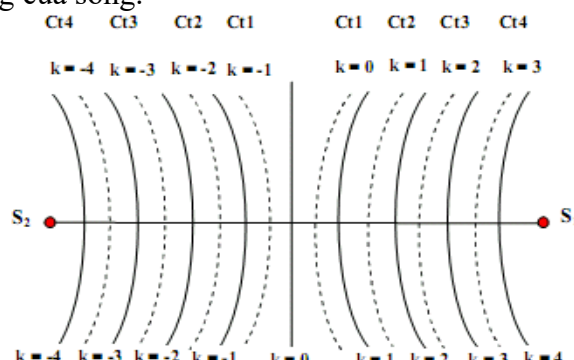
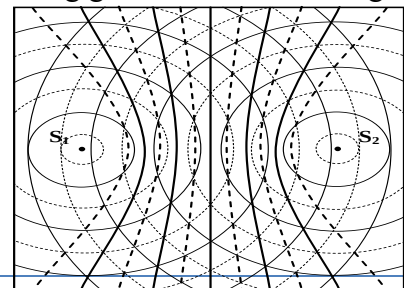
### Chú ý:

+ Nếu nguồn kích thích bằng dòng điện có tần số  $f$  thì sóng dđ với  $2f$ .

## B/ GIAO THOA SÓNG

### Dạng 1: đại cương về giao thoa

**1. Hiện tượng giao thoa sóng:** là sự tổng hợp của 2 hay nhiều **sóng kết hợp** trong không gian, trong đó có những chỗ biên độ sóng được tăng cường (cực đại giao thoa) hoặc triệt tiêu (cực tiểu giao thoa). Hiện tượng giao thoa là hiện tượng đặc trưng của sóng.



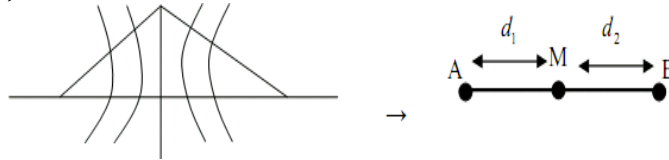
## 2. Điều kiện giao thoa. Sóng kết hợp:

🌈 Đk để có giao thoa: 2 nguồn sóng là 2 nguồn kết hợp

- Dao động cùng phương, cùng chu kỳ
- Có hiệu số pha không đổi theo thời gian

## 3. Phương trình: Giao thoa của hai sóng phát ra từ hai nguồn sóng kết hợp $S_1, S_2$ cách nhau một khoảng $l$ :

Điểm M cách 2 nguồn  $d_1, d_2$



@ Nếu tại hai nguồn  $S_1$  và  $S_2$  cùng phát ra hai sóng giống hệt nhau có phương trình sóng là:  $u_1 = u_2 = A \cos \omega t$  và bỏ qua mất mát năng lượng khi sóng truyền đi thì sóng tại M (với  $S_1M = d_1$ ;  $S_2M = d_2$ ) là tổng hợp hai sóng từ  $S_1$  và  $S_2$  truyền tới sẽ có phương trình là:

$$u_M = 2A \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \cos \left( \omega t - \frac{\pi(d_2 + d_1)}{\lambda} \right)$$

@ Độ lệch pha của 2 sóng từ 2 nguồn truyền tới M:  $\Delta \varphi = \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}$

**Chú ý:** Xác định điểm M đđ với  $A_{\max}$  hay  $A_{\min}$  ta xét tỉ số  $\frac{d_2 - d_1}{\lambda}$

@ Nếu  $\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = k = \text{số nguyên}$  thì M dao động với  $A_{\max}$  và M nằm trên cực đại giao thoa thứ k

@ Nếu  $\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = k + \frac{1}{2}$  thì tại M là cực tiểu giao thoa thứ (k+1)

## 4. Vị trí cực đại, cực tiểu giao thoa:

a. Hai nguồn đđ cùng pha  $\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = k2\pi$  \* Điểm đđ cực đại:  $d_1 - d_2 = k\lambda$  ( $k \in \mathbb{Z}$ )

b. Hai nguồn đđ ngược pha:  $\Delta \varphi = (2k + 1)\pi$  \* Điểm đđ cực đại:  $d_1 - d_2 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} = (k + \frac{1}{2})\lambda$  ( $k \in \mathbb{Z}$ )

c. Hai nguồn đđ vuông pha:  $\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = (2k + 1) \frac{\pi}{2}$  \* Điểm cực đại có  $d_2 - d_1 = k\lambda + \frac{\lambda}{4}$

**Chú ý:**

+ Khoảng cách giữa hai hyperbol cực đại cách nhau  $\frac{\lambda}{2}$

+ Những gợn lồi (cực đại giao thoa, đường dao động mạnh)

+ Những gợn lõm (cực tiểu giao thoa, đường đứng yên)

+ Khoảng cách giữa hai đường cực đại hoặc cực tiểu liên tiếp bằng  $\frac{\lambda}{2}$

+ Khoảng cách giữa đường cực đại và cực tiểu gần nhau nhất bằng  $\frac{\lambda}{4}$

+  $k = 0$  thì cực đại dao động là đường thẳng là trung trực của  $S_1S_2$ .

+ Hai nguồn  $S_1S_2$  cùng pha nhau thì tại trung trực là cực đại giao thoa.

+ Hai nguồn  $S_1S_2$  ngược pha nhau thì tại trung trực là cực tiểu giao thoa

## 5. Vận tốc:

Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng:  $v = \frac{|d_1 - d_2|}{k} f$

+ Nếu giữa M và đường trung trực của  $S_1S_2$  không có cực đại thì  $k = -1$

+ Nếu giữa M và đường trung trực của  $S_1S_2$  có n cực đại thì  $k = n + 1$

(Chỉ sử dụng cho biên độ cực đại và có cực đại giao thoa)

+ Nếu M cực tiểu:  $v = \frac{|d_1 - d_2| 2f}{2k + 1}$

## 6. Biên độ:

### a. TH1: Hai nguồn A, B dao động cùng pha

Từ phương trình giao thoa sóng:  $u_M = 2A \cos \left[ \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right] \cdot \cos \left[ \omega t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda} \right]$

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

Biên độ đạt giá trị cực đại:  $A_M = 2A \Leftrightarrow \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} = \pm 1 \Leftrightarrow d_2 - d_1 = k\lambda$

Biên độ đạt giá trị cực tiểu:  $A_M = 0 \Leftrightarrow \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} = 0 \Leftrightarrow d_2 - d_1 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$

**Chú ý:** 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  $d_1 = d_2$ )

### b. TH2: Hai nguồn A, B dao động ngược pha

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

**Chú ý:** 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:  $A_M = 0$  (vì lúc này  $d_1 = d_2$ )

### c. TH3: Hai nguồn A, B dao động vuông pha

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

**Chú ý:** 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  $d_1 = d_2$ )

### d. Biên độ tổng hợp tại một điểm M là 1 điểm cách 2 nguồn một khoảng $d_1$ và $d_2$ :

$$A_M = 2A \left| \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right| = 2A \left| \cos \frac{\Delta \varphi}{2} \right|$$

## Dạng 2: Số điểm hoặc số đường dđ

**a. Hai nguồn dđ cùng pha**  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = k2\pi$

\* Điểm dđ cực đại:  $d_1 - d_2 = k\lambda$  ( $k \in \mathbb{Z}$ )

$\Rightarrow$  Số đường hoặc số điểm (không tính hai nguồn):  $\frac{-s_1s_2}{\lambda} < k < \frac{s_1s_2}{\lambda}$

$\Rightarrow$  Vị trí của các điểm cực đại:  $d_1 = k \cdot \frac{\lambda}{2} + \frac{AB}{2}$

\* Điểm dđ cực tiểu (không dđ):  $d_1 - d_2 = (2k+1) \frac{\lambda}{2} = (k + \frac{1}{2})\lambda$  ( $k \in \mathbb{Z}$ )

$\Rightarrow$  Số điểm (không tính 2 nguồn):  $\frac{-s_1s_2}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{s_1s_2}{\lambda} - \frac{1}{2}$

$\Rightarrow$  Vị trí của các điểm cực tiểu:  $d_1 = k \cdot \frac{\lambda}{2} + \frac{AB}{2} + \frac{\lambda}{4}$  (thay các giá trị k)

**b. Hai nguồn dđ ngược pha:**  $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$

\* Điểm dđ cực đại:  $d_1 - d_2 = (2k+1) \frac{\lambda}{2} = (k + \frac{1}{2})\lambda$  ( $k \in \mathbb{Z}$ )

Vị trí dao động cực đại sẽ có: 
$$\begin{cases} d_2 + d_1 = l \\ d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda \end{cases}$$

$\Rightarrow$  Số điểm (không tính 2 nguồn):  $\frac{-s_1s_2}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{s_1s_2}{\lambda} - \frac{1}{2}$

\* Điểm dđ cực tiểu (không dđ):  $d_1 - d_2 = k\lambda$  ( $k \in \mathbb{Z}$ )

$\Rightarrow$  Số đường hoặc số điểm (không tính hai nguồn):  $\frac{-s_1s_2}{\lambda} < k < \frac{s_1s_2}{\lambda}$

**c. Hai nguồn dđ vuông pha:**  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = (2k+1) \frac{\pi}{2}$

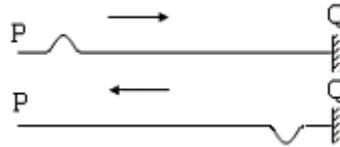
\* Điểm cực đại có  $d_2 - d_1 = k\lambda + \frac{\lambda}{4}$

$\Rightarrow$  Số điểm cực đại = cực tiểu trên đoạn AB:  $\frac{-s_1s_2}{\lambda} - \frac{1}{4} < k < \frac{s_1s_2}{\lambda} - \frac{1}{4}$

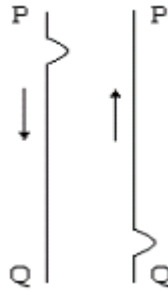
## C/ SÓNG DỪNG

### 1. Phản xạ sóng:

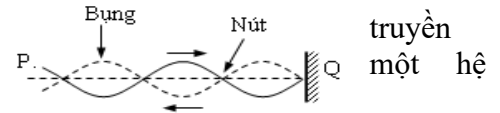
- Khi phản xạ trên vật cản cố định, sóng phản xạ cùng tần số, cùng bước sóng và luôn luôn **ngược pha** với sóng tới.



- Khi phản xạ trên vật tự do, sóng phản xạ cùng tần số, cùng bước sóng và luôn luôn **cùng pha** với sóng tới.



**2. Hiện tượng tạo ra sóng dừng:** Sóng tới và sóng phản xạ theo cùng một phương, thì có thể giao thoa với nhau, và tạo ra sóng dừng.



Trong sóng dừng có một số điểm luôn luôn đứng yên gọi là *nút*, và một số điểm luôn luôn dao động với biên độ cực đại gọi là *bụng sóng*.

### 3. Đặc điểm của sóng dừng:

- Sóng dừng không truyền tải năng lượng.
- *Biên độ dđ* của phần tử vật chất ở mỗi điểm *không đổi* theo thời gian.
- Kc giữa hai nút liên tiếp (2 bụng) liên tiếp thì bằng nửa bước sóng ( $\frac{\lambda}{2}$ )
- Kc giữa một nút và một bụng kề nhau *bằng một phần tư bước sóng*

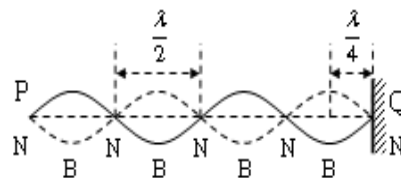
### 4. Điều kiện để có sóng dừng:

#### a. Hai đầu là nút sóng:

$$l = k \frac{\lambda}{2} \quad (k \in \mathbb{N}^*)$$

Số bụng sóng = số bó sóng =  $k$ ;

Số nút sóng =  $k + 1$



#### b. Một đầu là nút sóng còn một đầu là bụng sóng:

$$l = (2k + 1) \frac{\lambda}{4} \quad (k \in \mathbb{N})$$

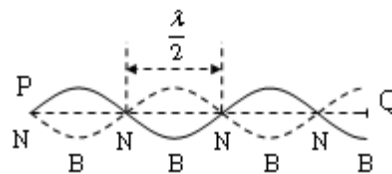
Số bó sóng nguyên =  $k$

Số bụng sóng = số nút sóng =  $k + 1$

#### c. Ứng dụng: của sóng dừng là đo vận tốc truyền sóng

### 5. Chú ý: Khi trên dây có sóng dừng thì

- + Đầu cố định hoặc đầu dđ nhỏ là nút sóng.
- + Đầu tự do là bụng sóng
- + Hai điểm đối xứng với nhau qua nút sóng luôn dđ ngược pha.
- + Hai điểm đối xứng với nhau qua bụng sóng luôn dđ cùng pha.
- + Các điểm trên dây đều dđ với biên độ không đổi  $\Rightarrow$  năng lượng không truyền đi
- + Khoảng thời gian giữa hai lần sợi dây căng ngang hay duỗi thẳng (các phần tử đi qua VTCB) là nửa chu kỳ.
- + Bề rộng bụng sóng là  $4a$  ( $a$  là biên độ)



+ Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp một điểm thuộc bụng sóng đi qua VTCB là  $\frac{T}{2}$

+ Nếu dây được nối với cần rung được nuôi bằng dòng điện xoay chiều có tần số của dòng điện là  $f$  thì dây sẽ rung với tần số  $2f$

**Dạng bài tập:** Đầu bài cho  $f_1 \leq f \leq f_2$  hoặc  $v_1 \leq v \leq v_2$

- Nếu hai điểm cùng pha:  $vk = df$

- Nếu hai điểm ngược pha:  $v(2k+1) = 2df$

- Nếu hai điểm vuông pha:  $v(2k+1) = 4df$

Phương pháp: rút  $v$  hoặc  $f$  ra rồi thế vào  $f_1 \leq f \leq f_2$  hoặc  $v_1 \leq v \leq v_2$  để tìm giá trị  $k$  thuộc  $\mathbb{Z}$

## CHỦ ĐỀ 2: SÓNG ÂM- ĐẶC TRƯNG VẬT LÝ CỦA ÂM- ĐẶC TRƯNG SINH LÝ CỦA ÂM

**Công thức toán:**  $\lg 10^x = x$ ;  $a = \lg x \Rightarrow x = 10^a$ ;

$$\lg \frac{a}{b} = \lg a - \lg b$$

**1. Sóng âm** là sóng cơ truyền trong các môi trường khí, lỏng, rắn (Âm **không** truyền được trong chân không)

- Trong chất khí và chất lỏng, sóng âm là sóng dọc.

- Trong chất rắn, sóng âm gồm cả sóng ngang và sóng dọc.

**2. Âm nghe được** có tần số từ 16Hz đến 20.000Hz mà tai con người cảm nhận được. Âm này gọi là âm thanh hay ngưỡng nghe.

- **Siêu âm:** là sóng âm có tần số  $> 20.000\text{Hz}$

- **Hạ âm:** là sóng âm có tần số  $< 16\text{Hz}$

**3. Nguồn âm** là các vật dao động phát ra âm.

**4. Tốc độ truyền âm:**

- Trong mỗi môi trường nhất định, tốc độ truyền âm không đổi.

- Tốc độ truyền âm phụ thuộc vào **tính đàn hồi, mật độ** của môi trường và **nhiệt độ** của môi trường.

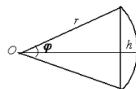
- Tốc độ  $v_{\text{rắn}} > v_{\text{lỏng}} > v_{\text{khí}}$

**5. Các đặc trưng vật lý của âm** (tần số, cường độ (hoặc mức cường độ âm), năng lượng và đồ thị dao động của âm)

**a. Tần số của âm:** Là đặc trưng quan trọng. Khi âm truyền từ môi trường này sang môi trường khác thì **tần số không đổi**, tốc độ truyền âm thay đổi, bước sóng của sóng âm thay đổi

**b. Cường độ âm**  $I$  tại một điểm là đại lượng đo bằng năng lượng mà sóng âm tải qua một đơn vị diện tích đặt tại điểm đó, vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian; **đơn vị**  $\text{W/m}^2$ .

$$I = \frac{W}{t.S} = \frac{P}{S} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} = \frac{A_1^2}{A_2^2}$$



+  $W$  (J),  $P$  (W) là năng lượng, công suất phát âm của nguồn

+  $S$  ( $\text{m}^2$ ) là diện tích mặt vuông góc với phương truyền âm

+ Với sóng cầu thì S là diện tích mặt cầu  $S = 4\pi R^2$

### c. Mức cường độ âm:

Đại lượng  $L(B) = \lg \frac{I}{I_0} \Rightarrow \frac{I}{I_0} = 10^L \Rightarrow \lg \frac{k \cdot I}{I_0} = \lg(k) + \lg \frac{I}{I_0}$

Hoặc  $L(dB) = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0} \Rightarrow L_2 - L_1 = 10 \cdot \lg \frac{I_2}{I_0} - 10 \cdot \lg \frac{I_1}{I_0} = 10 \cdot \lg \frac{I_2}{I_1} \Leftrightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^{L_2 - L_1}$

$I_0$  là cường độ âm chuẩn (thường  $I_0 = 10^{-12} \text{W/m}^2$  có tần số 1000Hz)

Đơn vị của mức cường độ âm là ben (B). Trong thực tế người ta thường dùng ước số của ben là

**đêxiben (dB):**  $1B = 10dB$ .

**d. Đồ thị dao động âm:** là đồ thị của tất cả các họa âm trong một nhạc âm gọi là đồ thị dao động âm.

### 6. Đặc trưng sinh lý của âm: (3 đặc trưng là độ cao, độ to và âm sắc)

- **Độ cao** của âm gắn liền với tần số của âm. (Độ cao của âm tăng theo tần số âm)

- **Độ to** của âm là đặc trưng gắn liền với mức cường độ âm (Độ to tăng theo mức cường độ âm)

- **Âm sắc** gắn liền với đồ thị dao động âm, giúp ta phân biệt được các âm phát ra từ các nguồn âm, nhạc cụ khác nhau. Âm sắc phụ thuộc vào tần số và biên độ của các họa âm.

**Chú ý:** + Nhạc âm là âm có tần số xác định.

+ Tạp âm là âm có tần số không xác định.

+ Một đầu bịt kín  $\rightarrow \frac{1}{4}$  bước sóng

+ Hai đầu bịt kín  $\rightarrow 1$  bước sóng

+ Hai đầu hở  $\rightarrow \frac{1}{2}$  bước sóng

+ Kc giữa 2 điểm cùng pha bất kì là một số nguyên lần bước sóng

+ Kc giữa 2 điểm ngược pha bất kì là một số lẻ lần nửa bước sóng

### 7. Tần số do đàn phát ra (hai đầu là nút sóng) $f = k \frac{v}{2l} \quad (k \in \mathbb{N}^*)$

Ứng với  $k = 1 \Rightarrow$  âm phát ra âm cơ bản có tần số  $f_1 = \frac{v}{2l}$

$k = 2, 3, 4, \dots$  có các họa âm bậc 2 (tần số  $2f_1$ ), bậc 3 (tần số  $3f_1$ )

**Chú ý: Thời gian truyền âm**  $\Delta t = \frac{d}{v_{kk}} - \frac{d}{v_{mt}}$

## CHƯƠNG III. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

### CHỦ ĐỀ 1: CÁC LOẠI MẠCH ĐIỆN

#### Dạng 1: Đại cương về dòng điện xoay chiều

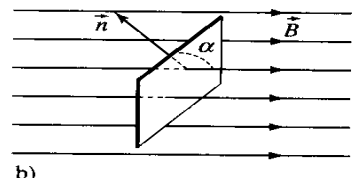
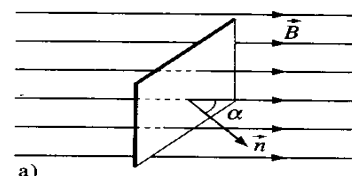
**1. Khái niệm dòng điện xoay chiều:** Dòng điện có cường độ biến thiên tuần hoàn theo thời gian theo quy luật hàm sin hay cosin  $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi)$

**2. Nguyên tắc tạo ra dòng AC: dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ**

**3. Chu kì và tần số của khung:**  $T = \frac{2\pi}{\omega}; f = \frac{1}{T}$

\* Mỗi giây đổi chiều  $2f$  lần

\* Nếu  $\varphi_1 = -\frac{\pi}{2}$  hoặc  $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$  thì chỉ giây đầu tiên đổi chiều  $2f - 1$  lần.



#### 4. Các biểu thức: (Chọn gốc thời gian $t = 0$ lúc $(\vec{n}, \vec{B}) = 0^\circ$ )

Chú ý:  $S = \pi R^2$

a. Biểu thức từ thông của khung:  $\Phi = N.B.S.\cos \omega t = \Phi_0.\cos \omega t$

Với  $\Phi = LI$  và hệ số tự cảm  $L = 4\pi \cdot 10^{-7} N^2 \cdot \frac{S}{l}$

+ S: Là diện tích một vòng dây

+ N: Số vòng dây của khung

+  $\vec{B}$ : Véc tơ cảm ứng từ  $\vec{B}$  vuông góc với trục quay  $\Delta$

+  $\omega$ : Vận tốc góc không đổi của khung dây

b. Biểu thức của suất điện động cảm ứng tức thời:

$$e = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} = -\Phi' = \omega NBS \sin \omega t = E_0 \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

Lưu ý: phương pháp xác định góc  $\alpha$

Gọi góc giữa mặt phẳng chứa khung dây (P) với véc tơ cảm ứng từ là:  $\beta$

Nếu:  $\beta = 90^\circ$  thì nếu  $\vec{n} \uparrow \uparrow \vec{B}$  thì  $\alpha = 0^\circ$  nếu  $\vec{n} \uparrow \downarrow \vec{B}$  thì  $\alpha = 180^\circ = \pi$

Nếu:  $\beta < 90^\circ$  thì  $\alpha + \beta = 90^\circ$

Nếu:  $\beta > 90^\circ$  thì  $\beta - 90^\circ = \alpha$

Nếu:  $\beta = 90^\circ$  thì  $\alpha = 90^\circ$

c. Biểu thức của điện áp tức thời:  $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$

d. Biểu thức của cường độ dòng điện tức thời trong mạch:

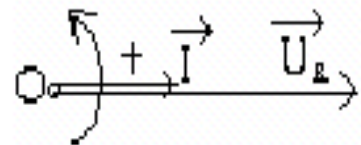
$$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i) \quad (\varphi_i \text{ là pha ban đầu của dòng điện})$$

e. Giá trị hiệu dụng:  $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}; U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}; E = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$

#### 5. Các loại đoạn mạch:

a. Đoạn mạch chỉ có điện trở thuần R:  $u_R$  cùng pha với  $i$

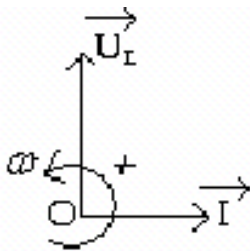
R cho dòng điện AC và DC đi qua và làm tiêu hao điện năng  $I = \frac{U}{R}$



\* Đặt điện áp xoay chiều  $u = U_0 \cos \omega t$  vào hai đầu đoạn mạch chỉ có điện trở thuần thì

$$\frac{U}{U_0} - \frac{I}{I_0} = 0 \quad \text{hay} \quad \frac{U}{U_0} + \frac{I}{I_0} = \sqrt{2} \quad \text{hay} \quad \frac{u}{U} - \frac{i}{I} = 0.$$

b. Đoạn mạch chỉ có cuộn thuần cảm L:  $u_L$  nhanh pha hơn  $i$  là  $\frac{\pi}{2}$



$$I = \frac{U_L}{Z_L}$$

với cảm kháng  $Z_L = L\omega$



L: độ tự cảm (Henry – H)

+ Ý nghĩa của cảm kháng: Cản trở dòng điện (L và f càng lớn thì  $Z_L$  càng lớn  $\rightarrow$  cản trở nhiều)

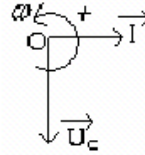
- Cuộn dây thuần cảm khi cho dòng một chiều qua thì chỉ có tác dụng như một dây dẫn.

- Cuộn dây **không** thuần cảm khi cho dòng một chiều qua thì chỉ có tác dụng như một điện trở  $r$  ;

$$I = \frac{U}{r}$$

Tại thời điểm  $t$ , điện áp ở hai đầu cuộn cảm thuần là  $u$  và cường độ dòng điện qua nó là  $i$ . Ta có hệ thức liên hệ:

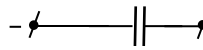
$$\text{Ta có: } \frac{i^2}{I_0^2} + \frac{u^2}{U_{0L}^2} = 1 \Leftrightarrow \frac{i^2}{2I^2} + \frac{u^2}{2U_L^2} = 1 \rightarrow \frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = 2$$



**c. Đoạn mạch chỉ có tụ điện C:**  $u_C$  chậm pha hơn  $i$  là  $\frac{\pi}{2}$

$$I = \frac{U_C}{Z_C}$$

$$\text{với dung kháng } Z_C = \frac{1}{\omega C}$$



C: điện dung (Fara – F)

**Lưu ý:** Tụ điện không cho dòng điện không đổi đi qua; **dung kháng** cản trở dòng điện (C và  $f$  càng lớn thì  $Z_C$  càng nhỏ  $\rightarrow$  cản trở ít)

Tại thời điểm  $t$ , điện áp ở hai đầu tụ điện là  $u$  và cường độ dòng điện qua nó là  $i$ . Ta có hệ thức:

$$\frac{i^2}{I_0^2} + \frac{u^2}{U_{0C}^2} = 1 \Leftrightarrow \frac{i^2}{2I^2} + \frac{u^2}{2U_C^2} = 1 \rightarrow \frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = 2$$

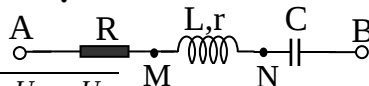
**d. Đoạn mạch RLC không phân nhánh:**

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

- Cường độ hiệu dụng:  $I = \frac{U_{AB}}{Z} = \frac{U_R}{R} = \frac{U_C}{Z_C} = \frac{U_L}{Z_L}$

- Điện áp hiệu dụng:  $U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$

- Độ lệch pha:  $\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{U_L - U_C}{U_R}$



+ Nếu  $Z_L > Z_C$  hay  $\omega > \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \varphi > 0 \Rightarrow u$  sớm pha hơn  $i$  (cảm kháng)

+ Nếu  $Z_L < Z_C$  hay  $\omega < \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \varphi < 0 \Rightarrow u$  trễ pha hơn  $i$  (dung kháng)

- **Cộng hưởng điện:** Khi  $Z_L = Z_C \Leftrightarrow LC\omega^2 = 1$  thì

+  $Z_L = Z_C$  hay  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  hoặc  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ .

+ Tổng trở nhỏ nhất  $Z_{\min} = R$

+ Dòng điện lớn nhất  $I_{\max} = \frac{U}{R}$

+  $\varphi = 0$  :  $u$  và  $i$  cùng pha ( $u$  trễ pha  $\frac{\pi}{2}$  so với  $u_L$ ;  $u$  sớm pha  $\frac{\pi}{2}$  so với  $u_C$ )

+ Hệ số công suất cực đại  $\cos \varphi = 1$

+ Công suất cực đại  $P = \frac{U^2}{R} = UI$

+  $U_{R,\max} = U$

+  $U_L = U_C$

+  $u_R$  ~~nhỏ~~ ~~ph~~ ~~so~~ ~~vô~~ ~~u~~ ~~hai~~ ~~l~~ ~~à~~ ~~h~~ ~~o~~ ~~à~~ ~~h~~ ~~o~~ ~~à~~ ~~m~~ ~~a~~ ~~c~~ ~~h~~. Hay  $U_R = U$

+  $u_L$  ~~va~~ ~~o~~ ~~C~~ ~~nhỏ~~ ~~th~~ ~~o~~ ~~l~~ ~~à~~ ~~đ~~ ~~e~~ ~~l~~ ~~l~~ ~~h~~ ~~pha~~  $\frac{\pi}{2}$  ~~so~~ ~~vô~~ ~~u~~ ~~ô~~ ~~h~~ ~~ai~~ ~~l~~ ~~à~~ ~~h~~ ~~o~~ ~~à~~ ~~m~~ ~~a~~ ~~c~~ ~~h~~.

## 6. Công suất của mạch điện xoay chiều:

a. Công suất: + Công suất tức thời:  $P = ui = Ri^2$

+ Công suất trung bình:  $P = UI \cos \varphi = RI^2$

+ Điện năng tiêu thụ:  $W = Pt$

b. Hệ số công suất:  $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{U_R}{U}$  ( $0 \leq \cos \varphi \leq 1$ )

Ý nghĩa:  $I = \frac{P}{U \cos \varphi} \Rightarrow P_{hp} = rI^2 = \frac{rP^2}{U^2 \cos^2 \varphi}$

Nếu  $\cos \varphi$  nhỏ thì hao phí trên đường dây sẽ lớn. Thường chọn  $\cos \varphi = 0,85$

7. Định luật Jun-Lenxo:  $Q = RI^2t$



## Dạng 2: Viết biểu thức điện áp tức thời và dòng điện tức thời

a. Cho  $i$  viết  $u$ : Nếu  $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$  thì  $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_i + \varphi)$

b. Cho  $u$  viết  $i$ : Nếu  $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$  thì  $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_u - \varphi)$

c. Cho  $u$  viết  $u$  khác phải thông qua biểu thức  $i$  (tổng hợp giống dđdh)

@ Chú ý:

\* Mạch chỉ có điện trở thuần  $R$ :  $u_R$  cùng pha với  $i$

\* Mạch chỉ có cuộn thuần cảm  $L$ :  $u_L$  nhanh pha hơn  $i$  là  $\frac{\pi}{2}$

\* Mạch chỉ có tụ điện  $C$ :  $u_C$  chậm pha hơn  $i$  là  $\frac{\pi}{2}$

\*  $I_0 = \frac{U_{0AB}}{Z} = \frac{U_{0R}}{R} = \frac{U_{0C}}{Z_C} = \frac{U_{0L}}{Z_L}$  và  $\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{U_L - U_C}{U_R}$

## Dạng 3: Xác định các đại lượng liên quan đến $\varphi$

| Dữ kiện đề cho                                                                                  | Công thức có thể sử dụng                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Góc lệch giữa $u$ và $i$                                                                        | $\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}; \cos \varphi = \frac{R}{Z}$ |
| Cộng hưởng: $u$ và $i$ cùng pha ( $\varphi = 0$ ); $\cos \varphi = 1$ ; $I_{\max}$ ; $P_{\max}$ | $Z_L = Z_C$                                                      |
| $u_1$ và $u_2$ cùng pha ( $\varphi_1 = \varphi_2$ )                                             | $\tan \varphi_1 = \tan \varphi_2$                                |

|                 |                                                                                                           |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $u_1 \perp u_2$ | $\tan \varphi_1 \cdot \tan \varphi_2 = -1$                                                                |
| Lệch pha bất kì | $\tan(\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2}{1 + \tan \varphi_1 \tan \varphi_2}$ |

**Chú ý:**

a. Nếu  $u_1$  và  $u_2$  lệch  $\frac{\pi}{2}$  không có R thì  $u$  và  $i$  cùng pha.

b. Ta có:  $\varphi_{u/i} = \varphi_{u_x/i} - \varphi_{u_x/u}$

c. Trường hợp:  $\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \tan \varphi_1 \cdot \tan \varphi_2 = 1$

d. Trường hợp:  $\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \tan \varphi_1 \cdot \tan \varphi_2 = -1$

e. Trường hợp:  $|\varphi_1| + |\varphi_2| = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \tan \varphi_1 \cdot \tan \varphi_2 = \pm 1$

## Dạng 4: Ghép tụ điện

a. Ghép nối tiếp:  $C_b < C$

$$\frac{1}{C_b} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad \text{Chỉ có } C_1 \text{ nt } C_2 \text{ thì } C_b = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

b. Ghép song song:  $C_b > C$   $C_b = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

**Chú ý:**

+ Phân biệt ghép thêm vào và thay tụ  $C_1$  bằng  $C_2$ .

+ Thường tìm  $C_b$  trước rồi suy ra cách ghép và tìm  $C_2$ .

----------

## Dạng 5: Đại lượng liên quan đến điện áp hiệu dụng và số chỉ của vôn kế.

a. Áp dụng các công thức:

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2; \tan \varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R}; \cos \varphi = \frac{U_R}{U}$$

b. Xét từng đoạn mạch:

$$\begin{aligned} U_1^2 &= U_R^2 + U_L^2 \\ U_2^2 &= U_R^2 + U_C^2 \\ U_3^2 &= U_R^2 + (U_L - U_C)^2 \end{aligned}$$

Giải hệ tìm nghiệm

----------

## Dạng 6: Một số bài toán biến thiên (cực trị)

1. Mạch RLC có R biến thiên:

a. Tìm R để  $P_{\max}$ : Khi  $R = |Z_L - Z_C|$  thì  $P_{\max} = \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|} = \frac{U^2}{2R}$

$$\text{Khi đó } \cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$$



\* Trường hợp cuộn dây có điện trở  $R_0$

$$\text{Khi } R = |Z_L - Z_C| - R_0 \Rightarrow P_{\max} = \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|} = \frac{U^2}{2(R + R_0)}$$

**Chú ý:** Nếu bài toán tìm R để  $P_{\text{cdmax}}$  hay  $P_{R0\max}$  ( $P_{r\max}$ ) thì phân tích  $P_r = rI^2$ , để  $P_{r\max}$  thì  $R = 0$ . Lúc đó suy ra  $P_{r\max}$

@ Mạch R(L, r) C, thay đổi R để  $P_{R\max}$  thì  $R = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}; P_{R\max} = \frac{U^2}{2(R+r)}$

**b. Tìm R để P có cùng giá trị:**

\* Khi  $R = R_1$  hoặc  $R = R_2$  thì P có cùng giá trị.

Ta có  $R_1 + R_2 = \frac{U^2}{P}; R_1 R_2 = (Z_L - Z_C)^2$

Và khi  $R = \sqrt{R_1 R_2}$  thì  $P_{\max} = \frac{U^2}{2\sqrt{R_1 R_2}}$

**c. Tìm R để P = const  $\Rightarrow$  thường giải pt bậc 2 theo R**

Từ  $P = RI^2 = R \frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \Rightarrow PR^2 - U^2 R + P(Z_L - Z_C)^2 = 0$

**2. Mạch RLC có L thay đổi:**

**a. Tìm L để  $I_{\max}$  ( $P_{\max}$ ) hay  $U_{R\max}$**

Khi  $Z_L = Z_C \Rightarrow L = \frac{1}{\omega^2 C} \Rightarrow U = U_{R\max}; P_{\max} = \frac{U^2}{R}; \cos \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$

**b. Tìm L để  $U_{L\max}$ :** Khi  $Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}$  thì  $U_{L\max} = \frac{U \sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}$

và  $U_{L\max}^2 = U^2 + U_R^2 + U_C^2; U_{L\max}^2 - U_C^2 - U^2 = 0$

**c. Tìm L để  $U_{C\max}$ :** Khi  $Z_L = Z_C$  thì  $U_{C\max} = \frac{U}{R} Z_C$

**Chú ý:**

a. Với  $L = L_1$  hoặc  $L = L_2$  mà  $U_L$  có cùng giá trị thì điện áp cực đại hai đầu cuộn cảm  $U_{L\max}$  khi

$\frac{1}{Z_L} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{Z_{L_1}} + \frac{1}{Z_{L_2}} \right) \Rightarrow L = \frac{2L_1 L_2}{L_1 + L_2}$

b. Khi  $Z_L = \frac{Z_C + \sqrt{4R^2 + Z_C^2}}{2}$  thì điện áp hiệu dụng trên đoạn RL đạt cực đại

$U_{RL\max} = \frac{2UR}{\sqrt{4R^2 + Z_C^2} - Z_C}$  và  $U_{RL\max} \Rightarrow Z_L^2 - Z_C Z_L - R^2 = 0$

Để  $U_{RL}$  không phụ thuộc vào giá trị của R thì:  $Z_C = 2Z_L$

c. Với 2 giá trị của  $L_1$  và  $L_2$  mạch có cùng công suất:

$P_1 = P_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 \Rightarrow |Z_{L1} - Z_C| = |Z_{L2} - Z_C| \Rightarrow Z_C = \frac{Z_{L1} + Z_{L2}}{2}$

$\Rightarrow$  giá trị của L để công suất toàn mạch đạt cực đại thỏa mãn:

$Z_L = \frac{Z_{L1} + Z_{L2}}{2}; L = \frac{L_1 + L_2}{2}$

d. Ghép nối tiếp:  $L = L_1 + L_2 + \dots$

e. Ghép song song:  $\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots$   $\frac{1}{Z_L} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{Z_{L_1}} + \frac{1}{Z_{L_2}} \right) \Rightarrow L = \frac{2L_1L_2}{L_1 + L_2}$

f. Khi tồn tại hai giá trị  $L_1$  và  $L_2$  sao cho mạch có cùng công suất  $P$  thì ta có hệ thức:  $L_1 + L_2 = \frac{1}{2\pi^2 f^2 C}$

g. Khi  $U_L$  cực đại thì ta có  $(U_L)_{\max}^2 = U^2 + U_R^2 + U_C^2$

h. Khi  $U_L$  cực đại thì điện áp hai đầu đoạn mạch RC vuông pha với điện áp  $u$  của hai đầu mạch.

### 3. Mạch RLC có C thay đổi:

a. Tìm C để  $I_{\max}$  ( $P_{\max}$ ) hay  $U_{R\max}$

Khi  $Z_L = Z_C \Rightarrow L = \frac{1}{\omega^2 C} \Rightarrow U = U_{R\max}; P_{\max} = \frac{U^2}{R}; \cos \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$

b. Tìm C để  $U_{C\max}$ : Khi  $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$  thì  $U_{C\max} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R}$

$$U_{C\max}^2 = U^2 + U_R^2 + U_L^2; U_{C\max}^2 - U_L U_{C\max} - U^2 = 0$$

c. Tìm C để  $U_{L\max}$ : Khi  $Z_L = Z_C$  thì  $U_{L\max} = \frac{U}{R} Z_L$

Chú ý:

a. Khi  $C = C_1$  hoặc  $C = C_2$  mà  $U_C$  có cùng giá trị thì  $U_{C\max}$  khi

$$\frac{1}{Z_C} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{Z_{C_1}} + \frac{1}{Z_{C_2}} \right) \Rightarrow C = \frac{C_1 + C_2}{2}$$

b. Khi  $Z_C = \frac{Z_L + \sqrt{4R^2 + Z_L^2}}{2}$  thì điện áp hiệu dụng trên đoạn RC đạt cực đại:

$$U_{RC\max} = \frac{2UR}{\sqrt{4R^2 + Z_L^2} - Z_L} \text{ và } U_{RC\max} \Rightarrow Z_C^2 - Z_L Z_C - R^2 = 0$$

**Lưu ý:** Dùng khi mạch có R và C mắc liên tiếp nhau.

Để  $U_{RC}$  không phụ thuộc vào giá trị của R thì:  $Z_L = 2Z_C$

c. Với 2 giá trị  $C_1$  và  $C_2$  mạch có cùng P (I) thì:

$$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = 8\pi^2 f^2 L$$

$$\frac{1}{Z_C} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{Z_{C_1}} + \frac{1}{Z_{C_2}} \right) \Rightarrow C = \frac{C_1 + C_2}{2}$$

hay

$$P_1 = P_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 \Rightarrow |Z_{L1} - Z_C| = |Z_{L2} - Z_C| \Rightarrow Z_L = \frac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2}$$

$\Rightarrow$  giá trị của C để  $P_{\max}$  thỏa:

$$Z_C = \frac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2}; \frac{2}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}; C = \frac{2C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

d. Khi C thay đổi mà  $U_{C_{\max}}$  thì  $u_{RL}$  nhanh pha hơn u  $\frac{\pi}{2}$

e.  $C_1 \text{ và } C_2 \Rightarrow \omega^2 = \omega_1^2 + \omega_2^2 \text{ và } C_1 // C_2 \Rightarrow \frac{1}{\omega^2} = \frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2}$

f. Khi  $C = C_1$  hoặc  $C = C_2$  mà công suất P (hoặc cường độ hiệu dụng I) không đổi thì ta có  $Z_L = \frac{Z_{C_1} + Z_{C_2}}{2}$

g. Khi  $U_C$  cực đại thì ta có  $(U_C)_{\max}^2 = U^2 + U_R^2 + U_L^2$

h. Khi  $U_C$  cực đại thì điện áp hai đầu đoạn mạch RL vuông pha với điện áp u của hai đầu mạch.

#### 4. Mạch RLC có $\omega$ hoặc f thay đổi:

a. Khi  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  thì  $I_{\max} \Rightarrow U_{R\max}; P_{\max}$

b. Khi  $\omega = \frac{1}{C} \frac{1}{\sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}}$  thì  $U_{L\max} = \frac{2U.L}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$

c. Khi  $\omega = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}$  thì  $U_{C\max} = \frac{2U.L}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}} \Rightarrow \text{tần số } f = \sqrt{f_1 f_2}$

#### HỆ QUẢ:

1. Với  $\omega = \omega_1$  hoặc  $\omega = \omega_2$  thì I hoặc P hoặc  $U_R$  có cùng một giá trị thì  $I_{\max}$  hoặc  $P_{\max}$  hoặc  $U_{R\max}$  khi  $\omega = \omega_0 = \omega_R \Rightarrow \omega_R^2 = \omega_1 \omega_2 \Rightarrow \text{tần số } f = \sqrt{f_1 f_2}$

2.  $\omega = \omega_1$  hoặc  $\omega = \omega_2 \Rightarrow U_{1C} = U_{2C} < U_{C\max} \Rightarrow \omega_C^2 = \frac{\omega_1^2 + \omega_2^2}{2}$

3.  $\omega = \omega_1$  hoặc  $\omega = \omega_2 \Rightarrow U_{1L} = U_{2L} < U_{L\max} \Rightarrow \frac{2}{\omega_L^2} = \frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2}$

4. Khi  $\omega = \omega_0 = \omega_R \Rightarrow U_{R\max}$ ; khi  $\omega = \omega_C \Rightarrow U_{C\max}$ ; khi  $\omega = \omega_L \Rightarrow U_{L\max} \Rightarrow \omega_R^2 = \omega_C \omega_L$

#### LƯU Ý:

+ Khi  $L = L_1$  ( $C = C_1$ ) thì độ lệch pha  $\varphi_1$  và công suất  $P_1$

+ Khi  $L = L_2$  ( $C = C_2$ ) thì độ lệch pha  $\varphi_2$  và công suất  $P_2$  Thì  $\frac{P_1}{P_2} = \frac{\cos^2 \varphi_1}{\cos^2 \varphi_2}$

#### 4. Máy biến áp

a. Bài toán truyền tải điện năng đi xa: Giảm hao phí có 2 cách:

- Giảm r: cách này rất tốn kém chi phí
- Tăng U: dùng máy biến áp, cách này có hiệu quả
- \* Tăng U n lần thì công suất hao phí giảm  $n^2$  lần.

b. Công suất hao phí:  $\Delta P = \frac{P^2}{U^2 \cos^2 \varphi} R$  với  $R = \rho \frac{l}{S}$

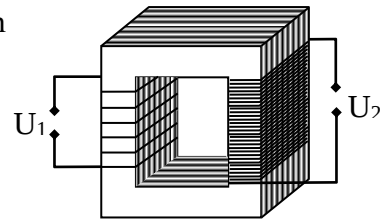
Trong đó: P là công suất truyền đi ở nơi cung cấp

U là điện áp ở nơi cung cấp;  $\cos\varphi$  là hệ số công suất của dây tải điện

**Lưu ý:** dẫn điện bằng 2 dây

Độ giảm điện áp trên đường dây tải điện:  $\Delta U = IR$

Hiệu suất tải điện:  $H = \frac{\rho - \Delta\rho}{\rho} \cdot 100\%$



### c. Máy biến áp:

\* **Định nghĩa:** Thiết bị có khả năng biến đổi điện áp AC.

\* **Cấu tạo:** Gồm 1 khung sắt non có pha silic (Lõi biến áp) và 2 cuộn dây dẫn quấn trên 2 cạnh của khung. Cuộn dây nối với nguồn điện AC gọi là cuộn sơ cấp. Cuộn dây nối với tải tiêu thụ gọi là cuộn thứ cấp

\* **Nguyên tắc hoạt động:** Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

\* **Công thức:**

$N_1, U_1, I_1$  là số vòng dây, điện áp, cường độ cuộn sơ cấp

$N_2, U_2, I_2$  là số vòng dây, điện áp, cường độ cuộn thứ cấp

Cuộn nối dòng AC: cuộn sơ cấp.

Cuộn nối với tải tiêu thụ: cuộn thứ cấp

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

+ Nếu:  $N_1 < N_2 \Rightarrow U_1 < U_2$ : máy **tăng áp**.

+ Nếu:  $N_1 > N_2 \Rightarrow U_1 > U_2$ : máy **hạ áp**.

\* **Ứng dụng:** Truyền tải điện năng, nấu chảy kim loại, hàn điện...

$$\begin{aligned} P_{\text{có ích}} &= \frac{A}{t} \\ P_{\text{hao phí}} &= R \cdot I^2 \\ P_{\text{toàn phần}} &= UI \cos\varphi \\ P_{\text{toàn phần}} &= P_{\text{hao phí}} + P_{\text{có ích}} \\ H &= \frac{P_{\text{toàn phần}} - P_{\text{hao phí}}}{P_{\text{toàn phần}}} 100\% \end{aligned}$$

**Chú ý:** Khi cuộn sơ cấp bị cuốn ngược n vòng thì suất điện động cảm ứng xuất hiện ở các cuộn sơ cấp và thứ cấp lần lượt là:  $e_1 = (N_1 - n)e_0 - ne_0 = (N_1 - 2n)e_0$  (với  $e_0$  suất điện động cảm ứng xuất hiện ở mỗi vòng dây)  $e_2 = N_2e_0$

Do đó 
$$\frac{N_1 - 2n}{N_2} = \frac{e_1}{e_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_1}{U_2} \Rightarrow \frac{N_1 - 2n}{N_2}$$

**Cách khác:** Khi cuốn ngược k vòng như vậy thì cuộn sơ cấp sẽ bị mất đi 2k vòng: 
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1 - 2k}{N_2}$$

## CHỦ ĐỀ 2: MÁY ĐIỆN VÀ TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG

### 1. Công suất hao phí trong quá trình truyền tải điện năng:

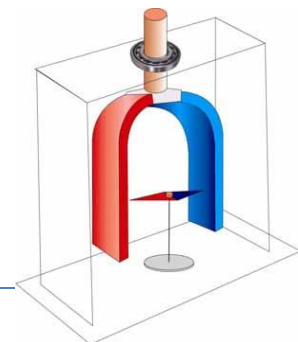
$$\Delta\rho = \frac{\rho^2}{U^2 \cos^2\varphi} R \quad \text{với} \quad R = \rho \frac{l}{S}$$

Trong đó:  $P$  là công suất truyền đi ở nơi cung cấp

U là điện áp ở nơi cung cấp;  $\cos\varphi$  là hệ số công suất của dây tải điện

**Lưu ý:** dẫn điện bằng 2 dây

Độ giảm điện áp trên đường dây tải điện:  $\Delta U = IR$



Hiệu suất tải điện:  $H = \frac{\rho - \Delta\rho}{\rho} \cdot 100\%$

$$P_{\text{có ích}} = \frac{A}{t};$$

$$P_{\text{hao phí}} = R \cdot I^2;$$

$$P_{\text{toàn phần}} = UI \cos \varphi$$

$$P_{\text{toàn phần}} = P_{\text{hao phí}} + P_{\text{có ích}}$$

$$H = \frac{P_{\text{toàn phần}} - P_{\text{hao phí}}}{P_{\text{toàn phần}}} \cdot 100\%$$

**2. Quấn ngược:** Khi cuộn sơ cấp bị cuốn ngược n vòng thì suất điện động cảm ứng xuất hiện ở các cuộn sơ cấp và thứ cấp lần lượt là:  $e_1 = (N_1 - n)e_0 - ne_0 = (N_1 - 2n)e_0$  (với  $e_0$  suất điện động cảm ứng xuất hiện ở mỗi vòng dây)  $e_2 = N_2 e_0$

$$\text{Do đó } \frac{N_1 - 2n}{N_2} = \frac{e_1}{e_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_1}{U_2} \Rightarrow \frac{N_1 - 2n}{N_2}$$

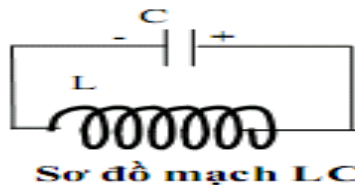
**Cách khác:** Khi cuốn ngược k vòng như vậy thì cuộn sơ cấp sẽ bị mất đi 2k vòng:  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1 - 2k}{N_2}$

**3. Tốc độ quay của prôto:**  $\frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} = \frac{1}{f_0^2} \text{ hay } \frac{1}{n_1^2} + \frac{1}{n_2^2} = \frac{1}{n_0^2}$

## CHƯƠNG IV: DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

### CHỦ ĐỀ 1: MẠCH DAO ĐỘNG

**1. Mạch dao động:** Cuộn cảm có độ tự cảm L mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C thành **mạch điện kín** ( $R = 0$ )



Mạch LC hoạt động dựa trên hiện tượng tự cảm

**2. Các biểu thức:**

**a. Biểu thức điện tích:**  $q = q_0 \cos(\omega t + \varphi)$

**b. Biểu thức điện áp:**  $u = \frac{q}{C} = \frac{q_0}{C} \cos(\omega t + \varphi) = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$

**b. Biểu thức dòng điện:**  $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$

**d. Cảm ứng từ:**  $B = B_0 \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$

Trong đó:  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  là tần số góc

$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi \frac{q_0}{I_0}$  chu kỳ riêng

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  là tần số riêng

$$I_0 = \omega q_0 = \frac{q_0}{\sqrt{LC}}$$

$$U_0 = \frac{q_0}{C} = \frac{I_0}{\omega C} = \omega L I_0 = I_0 \sqrt{\frac{L}{C}}$$

**Nhận xét:**

- Điện tích  $q$  và điện áp  $u$  luôn cùng pha với nhau
- Cường độ dòng điện  $i$  luôn sớm pha hơn ( $q$  và  $u$ ) một góc  $\frac{\pi}{2}$
- Cảm ứng từ  $B$  luôn sớm pha hơn ( $q$  và  $u$ ) một góc  $\frac{\pi}{2}$

**3. Năng lượng điện từ:** Tổng năng lượng điện trường tụ điện và năng lượng từ trường trên cuộn cảm gọi là năng lượng điện từ BẢO TOÀN

**a. Năng lượng điện từ:**  $\boxed{W = W_d + W_t} \quad \boxed{W = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}q_0U_0 = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{1}{2}LI_0^2}$

**b. Năng lượng điện trường:**  $\boxed{W_d = \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}qu = \frac{q^2}{2C}} \quad \boxed{W_d = \frac{q_0^2}{2C}\cos^2(\omega t + \varphi)}$

**c. Năng lượng từ trường:**  $\boxed{W_t = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{q_0^2}{2C}\sin^2(\omega t + \varphi)}$

**d. Khi năng lượng điện bằng  $n$  lần năng lượng từ:**

$$\left\langle \begin{array}{l} W_d = nW_t \\ W = W_d + W_t \end{array} \right\rangle \Rightarrow (n+1)W_t = W \Rightarrow (n+1)\frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}LI_0^2 \Rightarrow i = \pm \frac{I_0}{\sqrt{n+1}}$$

**Nhận xét:** Mạch đđ có tần số góc  $\omega$ , tần số  $f$  và chu kỳ  $T$  thì  $W_d$  và  $W_t$  biến thiên với tần số góc  $2\omega$ , tần số  $2f$  và chu kỳ  $\frac{T}{2}$

**e. Sự tương tự giữa dao động cơ và dao động điện**

| Đại lượng cơ       | Đại lượng điện                    | Dao động cơ                                    | Dao động điện                                    |
|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Tọa độ $x$         | điện tích $q$                     | $x'' + \omega^2 x = 0$                         | $q'' + \omega^2 q = 0$                           |
| Vận tốc $v$        | cường độ dòng điện $i$            | $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$                  | $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$                   |
| Khối lượng $m$     | độ tự cảm $L$                     | $x = A\cos(\omega t + \varphi)$                | $q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$                |
| Độ cứng $k$        | ngành đảo điện dung $\frac{1}{C}$ | $v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$   | $i = q' = -\omega q_0\sin(\omega t + \varphi)$   |
|                    |                                   | $v = \omega A\cos(\omega t + \varphi + \pi/2)$ | $i = \omega q_0\sin(\omega t + \varphi + \pi/2)$ |
| Lực $F$            | hiệu điện thế $u$                 | $A^2 = x^2 + (\frac{v}{\omega})^2$             | $q_0^2 = q^2 + (\frac{i}{\omega})^2$             |
| Hệ số ma sát $\mu$ | Điện trở $R$                      | $F = -kx = -m\omega^2 x$                       | $u = \frac{q}{C} = L\omega^2 q$                  |
| Động năng $W_d$    | NL từ trường ( $W_L$ )            | $W_d = \frac{1}{2}mv^2$                        | $W_L = \frac{1}{2}Li^2$                          |
| Thế năng $W_t$     | NL điện trường ( $W_C$ )          | $W_t = \frac{1}{2}kx^2$                        | $W_C = \frac{q^2}{2C}$                           |

**4. Công suất:** Mạch đđ có điện trở thuần  $R \neq 0$  thì đđ sẽ tắt dần. Để duy trì đđ cần cung cấp cho mạch một năng lượng có công suất:

$$\boxed{\mathcal{P} = I^2 R = \frac{\omega^2 C^2 U_0^2}{2} R = \frac{U_0^2 RC}{2L}}$$

**5. Chú ý: Quy ước:**  $q > 0$  ứng với bản tụ ta xét tích điện dương thì  $i > 0$  ứng với dòng điện chạy đến bản tụ mà ta xét.

+ Nếu  $C_1 // C_2$  ( $C_b = C_1 + C_2$ ) hay  $L_1$  nối tiếp  $L_2$  thì

$$f = \frac{f_1 f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}} \Rightarrow \lambda = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2} \Rightarrow T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$$

+ Nếu  $C_1$  nối tiếp  $C_2$  ( $C_b = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ ) hay  $L_1$  song song  $L_2$  thì

$$f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2} \Rightarrow \lambda = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}} \Rightarrow T = \frac{T_1 T_2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$$

+ Có thể sử dụng các công thức:  $\frac{i^2}{I_0^2} + \frac{u^2}{U_0^2} = 1; \frac{i^2}{I_0^2} + \frac{q^2}{q_0^2} = 1;$

+ Thời gian để tụ phóng hết điện tích là  $\frac{T}{4}$

+ Cứ sau thời gian  $\frac{T}{4}$  năng lượng điện lại bằng năng lượng từ.

+ Thời gian từ lúc  $I_{\max}$  đến lúc điện áp đạt cực đại là  $\frac{1}{4}T$

+ Khi vật qua VTCB  $x = 0$  thì vận tốc đạt cực đại  $v_{\max}$ , ngược lại khi ở biên,  $x_{\max} = A$ ,  $v = 0$ . Tương tự, khi  $q = 0$  thì  $i = I_0$  và khi  $i = 0$  thì  $q = Q_0$ .

@ Đặc biệt nên vận dụng sự tương quan giữa ddđh và chuyển động tròn đều để giải quyết các bài toán liên quan đến thời gian chuyển động.

+ Mắc mạch LC vào DC thì E và mắc AC thì điện áp  $U_0 = E$

**6. Tụ xoay:**  $C = C_0 + \alpha$

Tính điện dung của tụ khi tụ xoay 1 góc  $\alpha$  là:  $Z_{Ci} = \frac{Z_c}{180} \alpha_i$

Công thức tổng quát của tụ xoay là:  $\frac{1}{Z_{Ci}} = \frac{1}{Z_{C1}} + \frac{1}{\frac{Z_{C2}}{180} \alpha_i}$ ; Đk:  $Z_{C2} < Z_{C1}$

Trường hợp này là  $C_1 \leq C \leq C_2$  và khi đó  $Z_{C2} \leq Z_C \leq Z_{C1}$

Nếu tính cho điện dung:  $C_i = C_1 + \frac{C_2 - C_1}{180} \alpha_i$  Điều kiện:  $C_2 > C_1$

## CHỦ ĐỀ 2: ĐIỆN TỪ TRƯỜNG

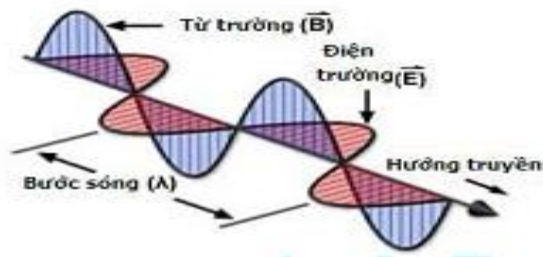
**1. Điện trường xoáy:** có các đường sức là các đường **cong kín**, bao quanh các đường sức của từ trường (các đường sức không có điểm khởi đầu cũng như điểm kết thúc: Khác với đường sức của điện trường tĩnh)

Tại bất cứ nơi nào, khi có sự biến thiên của điện trường thì đều xuất hiện từ trường và ngược lại.

**2. Từ trường xoáy** có đường sức của từ trường bao giờ cũng khép kín

## CHỦ ĐỀ 3: SÓNG ĐIỆN TỪ

**1. Sóng điện từ:** là điện từ trường lan truyền trong không gian



### a. Đặc điểm sóng điện từ:

- Sóng điện từ lan truyền được trong **chân không** với tốc độ  $c = 3.10^8 \text{ m/s}$

- **Sóng điện từ là sóng ngang** do nó có 2 thành phần là thành phần điện  $\vec{E}$  và thành phần từ  $\vec{B}$  **vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng**.

+ Các vector  $\vec{E}$ ,  $\vec{B}$  và  $\vec{v}$  lập thành 1 tam diện thuận: *xoay đỉnh ốc để vector  $\vec{E}$  trùng vector  $\vec{B}$  thì chiều tiến của đỉnh ốc trùng với chiều của vector  $\vec{v}$ .*

+ Các phương trong không gian: *nếu phương Bắc, lúc đó tay trái chúng ta ở*

*Vì vậy: nếu giả sử vector  $\vec{E}$  đang cực đại*

*vector  $\vec{B}$  cũng cực đại (do cùng pha) và*

- Dao động của **điện trường và từ trường**

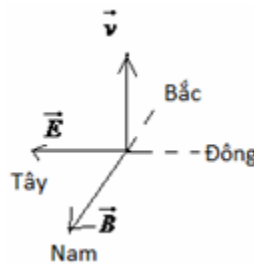
- Cũng có các tính chất giống như sóng cơ

Truyền tốt trong các môi trường thường

**lỏng > rắn. Khi truyền từ không khí vào**

- Sóng điện từ mang năng lượng.

- Sóng điện từ bước sóng từ vài *m* đến vài *km* dùng trong thông tin vô tuyến gọi là sóng vô tuyến.



*chúng ta ở mặt đất, hướng mặt về hướng Tây, tay phải ở hướng Đông.*

*và hướng về phía Tây thì hướng về phía Nam (như hình vẽ).*

**tại 1 điểm luôn đồng pha.**

học: phản xạ, khúc xạ, giao thoa.  
theo thứ tự: **Chân không > khí > nước:  $f$  không đổi;  $v$  và  $\lambda$  giảm.**

**b. Sự truyền sóng vô tuyến trong khí quyển:** Không khí hấp thụ mạnh sóng dài, sóng trung, sóng cực ngắn; Sóng ngắn phản xạ tốt trên tầng điện li.

| Tên sóng      | Bước sóng $\lambda$ | Tần số $f$         |
|---------------|---------------------|--------------------|
| Sóng dài      | Trên 3000 m         | Dưới 0,1 MHz       |
| Sóng trung    | 3000 m ÷ 200 m      | 0,1 MHz ÷ 1,5 MHz  |
| Sóng ngắn     | 200 m ÷ 10 m        | 1,5 MHz ÷ 30 MHz   |
| Sóng cực ngắn | 10 m ÷ 0,01 m       | 30 MHz ÷ 30000 MHz |

**c. Bước sóng của sóng điện từ:**  $\lambda = 2\pi(3.10^8)\sqrt{LC}$

Vận tốc lan truyền trong không gian  $v = c = 3.10^8 \text{ m/s}$

Máy phát hoặc máy thu sóng điện từ sử dụng mạch LC thì tần số sóng điện từ phát hoặc thu được = tần số riêng.

$$\text{Bước sóng của sóng điện từ } \lambda = \frac{v}{f} = 2\pi v \sqrt{LC} = 2\pi \frac{q_0}{I_0}$$

-----

## CHỦ ĐỀ 4: NGUYÊN TẮC THÔNG TIN LIÊN LẠC

### 1. Nguyên tắc chung:

a. Phải dùng sóng điện từ cao tần để tải thông tin gọi là sóng mang

b. Phải biến điệu các sóng mang: “Trộn” sóng âm tần với sóng mang

c. Ở nơi thu phải tách sóng âm tần ra khỏi sóng mang

d. Khuếch đại tín hiệu thu được.

**2. Sơ đồ khối một máy phát thanh:** Micrô, bộ phát sóng cao tần, mạch biến điệu, mạch khuếch đại và ăng ten.

**3. Sơ đồ khối một máy thu thanh:** Anten, mạch khuếch đại dao động điện từ cao tần, mạch tách sóng, mạch khuếch đại dao động điện từ âm tần và loa.

Sơ đồ khối của máy phát thanh vô tuyến điện đơn giản:

|          |         |
|----------|---------|
| Máy phát | Máy thu |
|----------|---------|

## CHƯƠNG V. SÓNG ÁNH SÁNG

### CHỦ ĐỀ 1: SÓNG ÁNH SÁNG

#### Dạng 1: Đại cương về sóng ánh sáng

##### 1. Sự tán sắc ánh sáng

**a. Thí nghiệm:** 7 màu chính: đỏ, cam, vàng, lục, lam, chàm, tím (tia đỏ lệch ít nhất, tia tím lệch nhiều nhất).

**b. Ánh sáng đơn sắc:** ánh sáng có một màu nhất định và không bị tán sắc khi qua lăng kính gọi là ánh sáng đơn sắc (đặc trưng là tần số  $f$ )

**c. Ánh sáng trắng:** là tập hợp của rất nhiều các ánh sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

**d. Chiết suất của môi trường trong suốt:** phụ thuộc vào màu sắc của ánh sáng đơn sắc, lớn nhất đối với tia tím và nhỏ nhất đối với tia đỏ; Góc của tia đỏ là nhỏ nhất, tia tím là lớn nhất

Trong CK  $\lambda = \frac{c}{f}$   $c = 3.10^8 \text{m/s}$ , trong môi trường chiết suất  $n$ :  $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$

\* Chiết suất:  $n = \frac{c}{v} \Rightarrow v_{\text{tím}} < v_{\text{đỏ}}$

\* Góc lệch giữa các tia:  $D = (n_t - n_d)A$   $A$ : góc chiết quang

\* Bề rộng dãy quang phổ trên màn:  $L = d(n_t - n_d)A$   $d$ : khoảng cách từ lăng kính đến màn

**e. Ứng dụng:** Giải thích hiện tượng tự nhiên (cầu vồng, cầu vồng...); ứng dụng trong máy quang phổ lăng kính

❖ **Chú ý:** + Tán sắc liên quan đến cầu vồng

+ Chiết suất của ánh sáng đỏ là nhỏ nhất, ánh sáng tím là lớn nhất.

+ Góc của tia đỏ là nhỏ nhất, tia tím là lớn nhất

+ Sóng truyền từ môi trường này sang môi trường khác thì chu kì và tần số không đổi, còn vận tốc và bước sóng thay đổi.

+ Từ môi trường có chiết suất nhỏ sang môi trường có chiết suất lớn thì vận tốc và bước sóng giảm và ngược lại.

+ Chiều ánh sáng từ môi trường chiết quang kém  $n_1$  sang môi trường chiết quang hơn  $n_2$  ( $n_1 < n_2$ ) ánh sáng nào có bước sóng lớn hơn sẽ lệch xa pháp tuyến hơn và ngược lại.

##### 2. Giao thoa ánh sáng

**a. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng** là hiện tượng ánh sáng không tuân theo định luật truyền thẳng, quan sát được khi ánh sáng truyền qua lỗ nhỏ hoặc gần mép các vật trong suốt hoặc không trong suốt. Là hiện tượng truyền sai lệch so với sự truyền thẳng khi ánh sáng gặp vật cản

❖ **Ý nghĩa:** Chứng minh ánh sáng có tính chất sóng

**b. Hiện tượng giao thoa:** là hiện tượng 2 sóng ánh sáng kết hợp khi gặp nhau sẽ giao thoa với nhau, tạo thành các vân giao thoa (hai sóng cùng bước cùng phương và độ lệch pha không đổi)

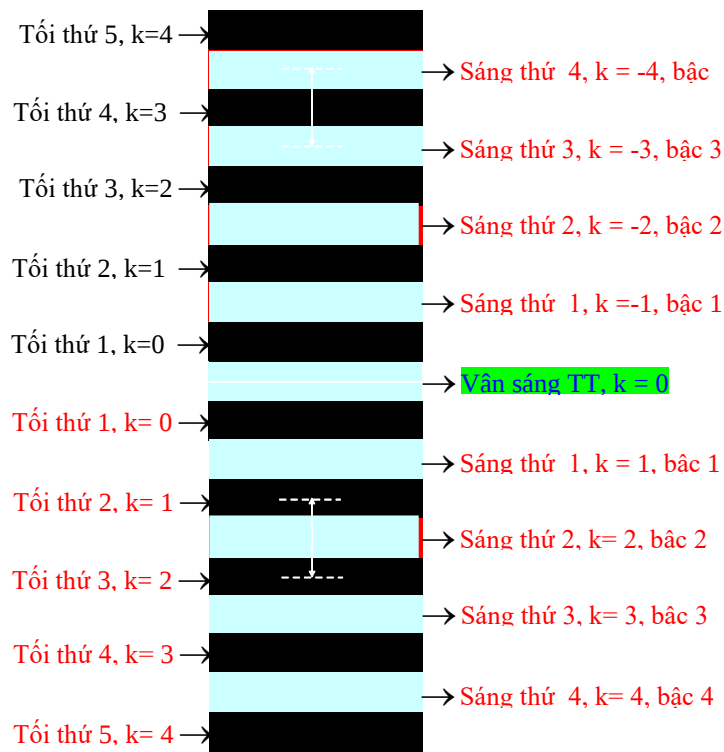
**Thí nghiệm Y-âng:** Chứng minh ánh sáng có tính chất sóng, là cơ sở đo bước sóng ánh sáng; giao thoa liên quan tới: giọt dầu, màu sắc đĩa CD, bong bóng xà phòng...

**Kết quả thí nghiệm và giải thích:**

Xuất hiện những vạch sáng và những vạch tối nằm xen kẽ nhau một cách đều đặn

+ *Vạch sáng:* là do 2 sóng ánh sáng gặp nhau tăng cường lẫn nhau

+ *Vạch tối:* là do 2 sóng ánh sáng gặp nhau triệt tiêu lẫn nhau



### 3. Khoảng vân, vị trí vân sáng và tối:

**a. Khoảng vân** là khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp hoặc hai vân tối liên tiếp  $\Delta i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow$  Khoảng cách giữa n vân sáng hoặc tối liên tiếp có (n – 1) khoảng vân.

**b. Vị trí vân sáng:** + Hiệu đường đi:  $d_2 - d_1 = k\lambda$

+ Vị trí vân sáng:  $x_s = k \frac{\lambda D}{a} = ki$

**Vân sáng bậc n ứng với: k = n** (k = 0: VS trung tâm)

**c. Vị trí vân tối:** + Hiệu đường đi:  $d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$

+ Vị trí vân tối:  $x_t = (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda D}{a} = (k + \frac{1}{2}) i$

Vân tối thứ n ứng với:  $k = (n - 1)$

#### 4. Bước sóng và màu sắc ánh sáng:

- Mỗi ánh sáng đơn sắc có một bước sóng  $\lambda$  xác định (tần số  $f$ ) xác định.
- Mọi ánh sáng đơn sắc mà ta nhìn thấy có  $0,38 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m}$
- Ánh sáng mặt trời có bước sóng từ 0 đến  $\infty$

| Màu sắc | Bước sóng $\lambda$ ( $\mu\text{m}$ ) | Màu sắc | Bước sóng $\lambda$ ( $\mu\text{m}$ ) |
|---------|---------------------------------------|---------|---------------------------------------|
| Đỏ      | $0,640 \div 0,760$                    | Lam     | $0,450 \div 0,510$                    |
| Cam     | $0,590 \div 0,650$                    | Chàm    | $0,430 \div 0,460$                    |
| Vàng    | $0,570 \div 0,600$                    | Tím     | $0,380 \div 0,440$                    |
| Lục     | $0,500 \div 0,575$                    |         |                                       |

#### 5. Công thức về lăng kính, tán sắc ánh sáng

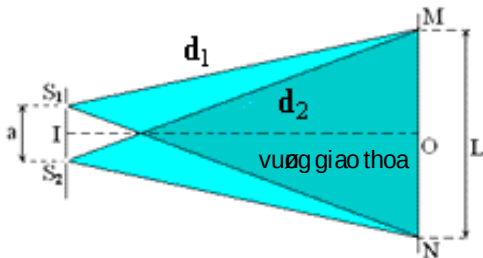
$$\begin{aligned} \sin i_1 &= n \sin r_1 \\ \sin i_2 &= n \sin r_2 \\ A &= r_1 + r_2 \\ D &= i_1 + i_2 - A \end{aligned}$$

- Trường hợp tổng quát:

$$\begin{aligned} i_1 &= nr_1 \\ i_2 &= nr_2 \\ A &= r_1 + r_2 \\ D &= (n - 1)A \end{aligned}$$

- Trường hợp góc nhỏ ( $A, i_1$ ):

#### Dạng 2: Xác định vị trí vân sáng, vân tối, khoảng vân.



1. **Khoảng vân** là khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp hoặc hai vân tối liên tiếp  $i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow$  Khoảng

cách giữa n vân sáng hoặc tối liên tiếp có  $(n - 1)$  khoảng vân.

+ Ánh sáng chiếu trong không khí có khoảng vân  $i$  thì trong môi trường trong suốt có chiết suất  $n$  thì  $i'$

$$= \frac{i}{n} \text{ Hay } \lambda' = \frac{\lambda}{n} \Rightarrow \frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{c}{v}$$

**2. Vị trí vân sáng:** + Hiệu đường đi:  $d_2 - d_1 = k\lambda$   
 + Vị trí vân sáng:  $x_s = k \frac{\lambda D}{a} = ki$

**Vân sáng bậc n ứng với:  $k = n$  ( $k = 0$ : VS trung tâm)**

**3. Vị trí vân tối:** + Hiệu đường đi:  $d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$   
 + Vị trí vân sáng:  $x_t = (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda D}{a} = (k + \frac{1}{2})i$

**Vân tối thứ n ứng với:  $k = (n - 1)$**

**Dạng 3: Bề rộng quang phổ bậc**  $|\Delta x| = \frac{D}{a} (k_1 \lambda_1 - k_2 \lambda_2)$

**@ Khoảng cách cực đại và cực tiểu giữa hai vân sáng và vân tối cùng bậc**

$$\Delta x_{\max} = \frac{D}{a} [k\lambda_t - (k - 0,5)\lambda_d]$$

$$\Delta x_{\min} = \frac{D}{a} [k\lambda_d - (k - 0,5)\lambda_t] \text{ : nếu hai vân cùng phía}$$

$$\Delta x_{\min} = \frac{D}{a} [k\lambda_d + (k - 0,5)\lambda_t] \text{ : nếu hai vân khác phía}$$

-----

**Dạng 4: Tại M có tọa độ  $x_M$  là vân sáng hay tối:**

@. Nếu  $\frac{x_M}{i} = k$  thì đó là vân sáng bậc k

@. Nếu  $\frac{x_M}{i} = k + \frac{1}{2}$  thì đó là vân tối bậc k + 1

-----

**Dạng 5: Số vân trên bề rộng vùng giao thoa trường L và trong khoảng MN:**

**a. Vùng giao thoa trường L:** - Số vân sáng:  $\frac{-L}{2i} \leq k \leq \frac{L}{2i}$

- Số vân tối:  $\frac{-L}{2i} \leq k + \frac{1}{2} \leq \frac{L}{2i}$  k = số vân

**Cách khác**

Gọi L là bề rộng của trường giao thoa trên màn.

- Lập tỉ số:  $\frac{L}{2i}$

- Số vân sáng:  $N_s = 2 \left[ \frac{L}{2i} \right] + 1$  - Số vân tối:  $N_t = 2 \left[ \frac{L}{2i} + 0,5 \right]$

Với  $[ ]$  là lấy phần nguyên của biểu thức bên trong dấu ngoặc vuông.

Ví dụ:  $[2,7] = 2$ ;  $[2,2] = 2$

**b. Trong khoảng MN:** - Vân sáng:  $\frac{x_M}{i} \leq k \leq \frac{x_N}{i}$

- Vân tối:  $\frac{x_M}{i} \leq k + \frac{1}{2} \leq \frac{x_N}{i}$   $k = \text{số vân}$

Số vân = số vân sáng + số vân tối

**Dạng 6: Tìm số á đơn sắc có bước sóng  $\lambda'$  bậc  $k'$  trùng với á đơn sắc có bước sóng  $\lambda$  bậc  $k$**

a. Cho hai vân trùng nhau, suy ra  $\lambda'$ , biện luận tìm  $k'$

b. Nếu biết vị trí và thứ bậc thì suy ra  $\lambda$  rồi biện luận tìm  $k$

**+ Tìm giới hạn của  $k$ :**

\* **Vân sáng:**  $k \leq \frac{x_s \cdot a}{\lambda_{\text{tím}} \cdot D}; k \geq \frac{x_s \cdot a}{\lambda_{\text{đỏ}} \cdot D} \Rightarrow \lambda = \frac{x_s \cdot a}{kD}$

\* **Vân tối:**  $k \leq \frac{x_t \cdot a}{\lambda_{\text{tím}} \cdot D} - 0,5; k \geq \frac{x_t \cdot a}{\lambda_{\text{đỏ}} \cdot D} - 0,5 \Rightarrow \lambda = \frac{x_t \cdot a}{(k + 0,5)D}$

**Dạng 7: Sự trùng nhau của các bức xạ, vị trí gần vân trung tâm nhất, số vân trùng nhau**

a. **Vân sáng trùng nhau:**  $k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 = k_3 \lambda_3 \dots$

**Đặc biệt:** Nếu trong thí nghiệm Young dùng hai á có bước sóng khác nhau thì khoảng cách hai vân sáng trùng nhau được xem như khoảng vân  $i' = \Delta x_{\min} = k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = k_2 \frac{\lambda_2 D}{a}$

\* **Số á á sáng**  $= \left( \frac{L}{i_1} + 1 \right) + \left( \frac{L}{i_2} + 1 \right) - \text{số á ở vị trí trung}$

\* **Số á ở vị trí trung** =  $\left[ \text{lấy phần nguyên} \left( \frac{L}{2 \cdot x_{\text{hà tiêu}}} \right) \cdot 2 + 1 \right]$   
 hoặc  $\left[ \text{lấy phần nguyên} \left| \frac{L}{2i_1} - \frac{L}{2i_2} \right| \cdot 2 + 1 \right]$

b. **Tính số vân cùng màu và vị trí cùng màu trong trường giao thoa khi chiếu nhiều bức xạ**  
**@ Số vân cùng màu trong trường giao thoa:**

+ Tính các khoảng vân  $i_1, i_2, i_3 \dots$

+ **Lập tỉ số:**  $\begin{cases} \frac{i_1}{i_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{a'}{b} \\ \frac{i_1}{i_3} = \frac{\lambda_1}{\lambda_3} = \frac{c}{d} \end{cases} \Rightarrow i_{\text{trung}} = bdi_1 = a'di_2 = bci_3 = \dots$

Trong đó  $a', b, c, d$  là những hằng số tối giản

+ Số vân cùng màu trong trường giao thoa  $L$ :  $N_s = \left| \frac{L}{i_{\text{trung}}} \right| + 1$

+ Số vân cùng màu với vân trung tâm:  $N_s = \left| \frac{L}{i_{\text{trung}}} \right|$

**@ Vị trí trùng màu trong trường giao thoa:**  $x_n = n \cdot i_{\text{trung}}$

Trong đó  $n$  là số vị trí trùng ( $n = 1, 2, 3, \dots$ )

## CHỦ ĐỀ 2: CÁC LOẠI QUANG PHỔ

**I. Máy quang phổ:** Là dụng cụ dùng để phân tích chùm ánh sáng phức tạp tạo thành những thành phần đơn sắc

- \* Máy quang phổ gồm có 3 bộ phận chính:
  - + Ống chuẩn trực: để tạo ra chùm tia song song
  - + Hệ tán sắc: để tán sắc ánh sáng
  - + Buồng tối: để thu ảnh quang phổ
- \* **Máy quang phổ hoạt động dựa trên hiện tượng tán sắc ánh sáng**

### II. Các loại quang phổ:

|                   | QP Vạch liên tục                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | QP Vạch PX                                                                                                                                                          | QP Vạch HT                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Định nghĩa</b> | Là QP gồm nhiều dải màu từ đỏ đến tím, nối liền nhau một cách liên tục                                                                                                                                                                                                                                              | Là QP gồm các vạch màu riêng lẻ, ngăn cách nhau bằng những khoảng tối.                                                                                              | Là QP liên tục bị thiếu 1 số vạch màu do chất khí hay hơi kim loại hấp thụ                                                                                                                                                                 |
| <b>Nguồn phát</b> | Các chất rắn, chất lỏng và chất khí ở áp suất lớn bị nung nóng.                                                                                                                                                                                                                                                     | Các chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích nóng sáng.                                                                                                        | Đám khí hay hơi kim loại có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ nguồn sáng phát ra QP liên tục                                                                                                                                                      |
| <b>Tính chất</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Không phụ thuộc bản chất của vật, chỉ phụ thuộc nhiệt độ của vật.</li> <li>- Ở mọi nhiệt độ, vật đều bức xạ.</li> <li>- Khi nhiệt độ tăng dần thì cường độ bức xạ càng mạnh và miền quang phổ lan dần từ bức xạ có bước sóng dài sang bức xạ có bước sóng ngắn.</li> </ul> | Nguyên tố khác nhau có quang phổ vạch riêng khác nhau về số lượng vạch, màu sắc vạch, vị trí vạch và cường độ sáng của vạch → QP vạch đặc trưng riêng cho nguyên tố | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ở một nhiệt độ xác định, vật chỉ hấp thụ những bức xạ mà nó có khả năng phát xạ, và ngược lại.</li> <li>- Các nguyên tố khác nhau có QP vạch hấp thụ riêng đặc trưng cho nguyên tố đó.</li> </ul> |
| <b>Ứng dụng</b>   | Đo nhiệt độ của vật                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Xác định thành phần (nguyên tố), hàm lượng các thành phần trong vật.                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                            |



## CHỦ ĐỀ 3: CÁC TIA

|                   | Tia hồng ngoại                                                                                                                                                                     | Tia tử ngoại                                                                                                                                                                          | Tia X                                                                                                     |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Định nghĩa</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Là sóng điện từ có bước sóng dài hơn <math>0,76 \mu\text{m}</math> (đỏ)</li> <li>- Là bức xạ không nhìn thấy nằm ngoài vùng đỏ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Là sóng điện từ có bước sóng ngắn hơn <math>0,38 \mu\text{m}</math> (tím)</li> <li>- Là bức xạ không nhìn thấy nằm ngoài vùng tím</li> </ul> | Là sóng điện từ có bước sóng từ $10^{-8}\text{m} \div 10^{-11}\text{m}$ (ngắn hơn bước sóng tia tử ngoại) |

|                   |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nguồn phát</b> | Mọi vật ở mọi nhiệt độ ( $T > 0K$ ); lò than, lò điện, đèn dây tóc...<br><b>Chú ý:</b> $T_{\text{vật}} > T_{\text{môi trường}}$                                          | Các vật bị nung nóng đến trên $2000^{\circ}C$ ; đèn hơi thủy ngân, hồ quang điện có nhiệt độ trên $3000^{\circ}C$ ...                                                                                                              | - Ống rơnghen, ống cu-lít-giơ<br>- Khi cho chùm tia e có vận tốc lớn đập vào một đối âm cực bằng kim loại khó nóng chảy như vonfam hoặc platin                                                                                                                                                                |
| <b>Tính chất</b>  | - Tác dụng nhiệt<br>- Gây ra một số phản ứng hóa học<br>- Có thể biến điệu được như sóng cao tần<br>- Gây ra hiện tượng quang điện trong một số chất bán dẫn             | - Tác dụng lên phim ảnh<br>- Làm ion hóa không khí<br>- Gây ra phản ứng quang hóa, quang hợp<br>- Tác dụng sinh lí: hủy diệt tế bào da, diệt khuẩn...<br>- Gây ra hiện tượng quang điện<br>- Bị nước và thủy tinh hấp thụ rất mạnh | - <i>Khả năng đâm xuyên</i> (khả năng đâm xuyên phụ thuộc vào bước sóng và kim loại dùng làm đối âm cực)<br>- Tác dụng mạnh lên phim ảnh, làm ion hóa không khí.<br>- Tác dụng làm phát quang nhiều chất.<br>- Gây ra hiện tượng quang điện ở hầu hết kim loại.<br>- Tác dụng diệt vi khuẩn, hủy diệt tế bào. |
| <b>Ứng dụng</b>   | - Sấy khô, sưởi ấm<br>- Điều khiển từ xa<br>- Chụp ảnh bề mặt Trái Đất từ vệ tinh<br>- Quân sự (tên lửa tự động tìm mục tiêu, camera hồng ngoại, ống nhòm hồng ngoại...) | - Khử trùng nước uống, thực phẩm<br>- Chữa bệnh <i>còi xương</i><br>- Xác định vết nứt trên bề mặt kim loại                                                                                                                        | - Chiếu điện, chụp điện dùng trong y tế để chẩn đoán bệnh.<br>- Chữa bệnh <i>ung thư</i> .<br>- Kiểm tra vật đúc, dò bọt khí, vết nứt trong kim loại.<br>- Kiểm tra hành lí hành khách đi máy bay.                                                                                                            |

#### ❖ Dụng cụ phát hiện:

- + Tia hồng ngoại – tia tử ngoại: hệ tán sắc và cặp nhiệt điện
- + Tia X: ống cu – lít – giơ (nhà vật lí học Rơnghen tìm ra)

**4. Thang sóng điện từ: Sóng vô tuyến, tia hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia X và tia gamma** đều có cùng bản chất là sóng điện từ, chỉ khác nhau về tần số (hay) bước sóng nên có tính chất, tác dụng khác nhau và nguồn phát, cách thu chúng cũng khác nhau

| Tia Gamma    | Tia X       | Tia Tử Ngoại | Ánh Sáng Nhìn Thấy | Tia Hồng Ngoại | Sóng Vô Tuyến |
|--------------|-------------|--------------|--------------------|----------------|---------------|
| $10^{-11} m$ | $10^{-8} m$ | $0,38 \mu m$ | $0,76 \mu m$       | $10^{-3} m$    |               |

-----☼-----

#### @ Bài tập Tia X (tia Rơnghen), ống Culitgiơ:

1. Theo ĐLBT năng lượng:  $eU_{AK} = \frac{1}{2} m_e v^2$

Khi  $U_{AK} \rightarrow U_0 \rightarrow v \rightarrow v_{\max} (W_{d\max}) \Leftrightarrow e \cdot U_0 = \frac{1}{2} m_e \cdot v_{\max}^2$

2. Trong ống Culitgiơ:  $\frac{1}{2} m v_{\max}^2 = eU_0 = hf_{\max} = \frac{hc}{\lambda_{\min}}$

(Điện áp giữa hai cực của ống:  $U_{AK}$ )

$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU_{AK}}{m_e}} \text{ và } v_{\max} = \sqrt{\frac{2eU_0}{m_e}}$$

3. Công suất tỏa nhiệt:  $P = UI$ ,  $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{N.e}{\Delta t}$

4. Nhiệt lượng tỏa ra:  $Q = P.t$ ; ( $m_e = 9,1.10^{-31}$  kg,  $e = 1,6.10^{-19}$ )



## CHƯƠNG VI: LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

### CHỦ ĐỀ 1: HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN NGOÀI

**1. Hiện tượng quang điện:** Hiện tượng ánh sáng làm bật các electron ra khỏi bề mặt kim loại gọi là hiện tượng quang điện (ngoài).

**2. Định luật về giới hạn quang điện:** Đối với kim loại, ánh sáng kích thích phải có bước sóng  $\lambda$  ngắn hơn hay bằng giới hạn quang điện  $\lambda_0$  của kim loại đó mới gây ra hiện tượng quang điện:  $\lambda \leq \lambda_0$

**3. Công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện:**

a. Công thức Anhxtanh:  $\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2$

**Chú ý:**  $f$  tăng thì  $W_d$  tăng;  $\lambda$  tăng thì  $W_d$  giảm

b. Công thoát:  $A = \frac{hc}{\lambda_0}$  là công thoát của kim loại dùng làm catốt

+  $\lambda_0$  là giới hạn quang điện của kim loại dùng làm catốt

+  $v_{0\max}$  là vận tốc ban đầu

+  $f, \lambda$  là tần số, bước sóng của ánh sáng kích thích

c. Động lượng:  $p = \frac{\varepsilon}{c}$  d. Khối lượng:  $m = \frac{\varepsilon}{c^2}$

**4. Thuyết lượng tử ánh sáng:**

✚ **Giả thuyết Plăng:** Lượng năng lượng mà mỗi lần nguyên tử hay phân tử hấp thụ hay phát xạ có giá trị hoàn toàn xác định và bằng  $hf$ , trong đó:  $f$  là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay được phát ra, còn  $h$  là 1 hằng số.

✚ **Lượng tử năng lượng:**  $\varepsilon = hf = h \cdot \frac{c}{\lambda}$

Với:  $h = 6,625.10^{-34}$  (J.s): gọi là hằng số Plăng.

✚ **Thuyết lượng tử ánh sáng**

- Ánh sáng được tạo bởi các hạt gọi là photon.

- Với ánh sáng có tần số  $f$ , các photon đều giống nhau và có năng lượng  $= hf$ .

- Trong chân không các photon bay với vận tốc  $c = 3.10^8$  m/s dọc theo các tia sáng

- Mỗi lần 1 nguyên tử hay phân tử phát xạ hoặc hấp thụ ánh sáng thì chúng phát ra hay hấp thụ 1 photon.

Chỉ có photon ở trạng thái chuyển động, không có photon đứng yên

**5. Lượng tính sóng hạt của ánh sáng:** Ánh sáng vừa có tính chất sóng vừa có tính chất hạt. Vậy ánh sáng có lưỡng tính sóng - hạt.

**Chú ý:**

- + Hiện tượng giao thoa: chứng minh ánh sáng có tính chất sóng.
- + Hiện tượng quang điện: chứng minh ánh sáng có tính chất hạt.
- +  $hc = 1,9875 \cdot 10^{-25}$
- +  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{J}$

**6. Tia Ronghen (tia X):** Bước sóng nhỏ nhất của tia Ronghen:  $\lambda_{\min} = \frac{hc}{W_d}$

Trong đó:  $W_d = \frac{mv^2}{2} = |e|U + \frac{mv_0^2}{2}$  là động năng electron đập vào đối catốt.

- + U là điện áp giữa anốt và catốt
- + v là vận tốc electron khi đập vào đối catốt
- +  $v_0$  là vận tốc của electron khi rời catốt (thường  $v_0 = 0$ )
- +  $m = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$  là khối lượng electron

**7. Để dòng quang điện triệt tiêu thì  $U_{AK} \leq U_h$  ( $U_h < 0$ ),  $U_h$  gọi là điện áp hãm:**  $|eU_h| = \frac{mv_{0\max}^2}{2}$

**8. Bảo toàn năng lượng:**  $\frac{mv_{0\max}^2}{2} + |eU_{AK}| = \frac{mv^2}{2}$  Lấy  $U_h > 0$  thì đó là độ lớn.

$$\underbrace{eU_h = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{hc}{\lambda} - A = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)}_{\text{hiệu năng}} \rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{W_{h2}}{W_{h1}} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \frac{\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_0}}{\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0}} = \frac{f_2 - f_0}{f_1 - f_0}$$

**9. Xét vật cô lập về điện,** có điện thế cực đại  $V_{\max}$  và khoảng cách cực đại  $d_{\max}$  mà electron cỡ trong điện trường cản có cường độ E được tính theo công thức:  $|e|V_{\max} = \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = |e|Ed_{\max}$  với  $E = \frac{U}{d}$

**10. Hiệu suất lượng tử (hiệu suất quang điện)**

**a. Hiệu suất lượng tử:**  $H = \frac{n_e}{n_p} 100\%$

- +  $n_e$  là số electron quang điện bứt khỏi catốt trong khoảng thời gian t.
- +  $n_p$  là số photon đập vào catốt trong khoảng thời gian t.

**b. Công suất bức xạ:**  $P = \frac{n_p \mathcal{E}}{t}$

**c. Cường độ dòng quang điện bão hoà:**  $I_{bh} = \frac{q}{t} = \frac{n_e |e|}{t}$

**11. Bán kính quỹ đạo của electron cỡ trong từ trường đều B:**  $R = \frac{m_e v}{|e|B \sin \alpha}$  với  $\alpha = (\vec{v}, \vec{B})$  Xét

electron vừa rời khỏi catốt thì  $v = v_{0\max}$

$$\text{Khi } \vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow R = \frac{m_e v_{0\max}}{|e|B}$$

**12. Điện tích:**

**a. Định luật Cu-lông:**  $F = k \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon r^2}$  Với  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

b. Cường độ điện trường:  $E = k \frac{|Q|}{\epsilon r^2}$

c. Lực Lo-ren-xơ có:  $f_L = |q|vB \sin \alpha$

- q: điện tích của hạt (C),      v: vận tốc của hạt (m/s),  $\alpha = (\vec{v}, \vec{B})$
- B: cảm ứng từ (T),       $f_L$ : lực lo-ren-xơ (N)

**Nếu chỉ có lực Lorentz tác dụng lên hạt và  $\alpha = (\vec{v}, \vec{B}) = 90^\circ$  thì hạt chuyển động tròn đều.** Khi vật

chuyển động tròn đều thì lực Lorentz đóng vai trò là lực hướng tâm. Bán kính quỹ đạo:  $R = \frac{mv}{|q|B}$

**Lưu ý:** Hiện tượng quang điện xảy ra khi được chiếu đồng thời nhiều bức xạ thì khi tính các đại lượng: Vận tốc ban đầu cực đại  $v_{0\max}$ , điện áp hãm  $U_h$ , điện thế cực đại  $V_{\max}$ ... đều được tính ứng với bức xạ có  $\lambda_{\min}$  (hoặc  $f_{\max}$ )

\* Trong điện trường đều: gia tốc của electron  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m_e} = \frac{-e\vec{E}}{m_e}$

\* Trong từ trường đều: lực Lorentz đóng vai trò lực hướng tâm, gia tốc hướng tâm  $a = \frac{F}{m_e} = \frac{eBv}{m_e}$ , bán

kính quỹ đạo  $R = \frac{m_e v}{eB}$ , trong đó v là vận tốc của electron quang điện,  $\vec{v} \perp \vec{B}$

\* Đường đi dài nhất của electron quang điện trong điện trường:

$$0 - \frac{1}{2} m v_{0\max}^2 = - e E d$$



## CHỦ ĐỀ 2: HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG

**1. Hiện tượng quang điện trong:** Hiện tượng ás giải phóng các electron liên kết để cho chúng trở thành electron dẫn đồng thời tạo ra các lỗ trống cùng tham gia vào quá trình dẫn điện, gọi là hiện tượng quang điện trong

\* Điều kiện:  $\lambda \leq \lambda_0$  ( $\lambda_0$  nằm trong vùng ánh sáng hồng ngoại).

**2. So sánh hiện tượng quang điện trong và quang điện ngoài:**

\* **Giống:** Ás làm bứt các electron ra khỏi liên kết, có giới hạn quang điện xác định

\* **Khác nhau:**

- **Hiện tượng quang điện ngoài:** Bứt các electron ra khỏi kim loại, giới hạn quang điện nằm ở vùng tử ngoại

- **Hiện tượng quang điện trong:**

+ Giải phóng các electron liên kết thành các electron dẫn chuyển động trong **chất bán dẫn**

+ Giới hạn quang điện có thể nằm ở vùng hồng ngoại

**3. Hiện tượng quang dẫn:** là hiện tượng giảm điện trở suất, tức là tăng độ dẫn điện của bán dẫn, khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào bán dẫn.

\* **Chất quang dẫn:** Chất dẫn điện kém khi không bị chiếu sáng và trở thành dẫn điện tốt khi bị chiếu ánh sáng thích hợp.

**4. Quang trở:**

- **Định nghĩa:** Là điện trở làm bằng chất quang dẫn

- **Cấu tạo:** gồm 1 sợi dây bằng chất quang dẫn gắn trên một đế cách điện

**Chú ý:** Điện trở của quang điện trở có thể thay đổi từ vài megaôm khi không được chiếu sáng xuống đến vài chục ôhm khi được chiếu sáng

- **Nguyên tắc hoạt động:** dựa trên hiện tượng quang điện trong.

- **Ứng dụng:** được lắp với các mạch khuếch đại trong các thiết bị điều khiển bằng ánh sáng, trong các

máy đo ánh sáng.

### 5. Pin quang điện:

- **Định nghĩa:** Là nguồn điện trong đó quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.
- **Cấu tạo:** gồm 1 tấm bán dẫn loại n, bên trên có phủ lớp mỏng bán dẫn loại p. Mặt trên cùng là 1 lớp kim loại mỏng, trong suốt với ánh sáng và dưới cùng là 1 đế kim loại. Giữa n, p hình thành lớp tiếp xúc p-n, lớp này ngăn không cho e khuếch tán từ n sang p và lỗ trống khuếch tán từ p sang n (lớp chặn)
- **Nguyên tắc hoạt động:** dựa trên hiện tượng quang điện trong
- **Ứng dụng:** nguồn điện cho vùng sâu, vùng xa, hải đảo, vệ tinh nhân tạo, máy đo ánh sáng, máy tính bỏ túi...

**6. Hiện tượng quang – phát quang:** Là sự hấp thụ ánh sáng có bước sóng này để phát ra ánh sáng có bước sóng khác.

#### a. Huỳnh quang và lân quang:

- **Sự huỳnh quang:** Ánh sáng phát quang bị tắt rất nhanh sau khi tắt ánh sáng kích thích.
- **Sự lân quang:** Ánh sáng phát quang kéo dài 1 khoảng thời gian sau khi tắt ánh sáng kích thích.

**b. Đặc điểm của ánh sáng huỳnh quang:** Ánh sáng huỳnh quang có bước sóng dài hơn bước sóng của ánh sáng kích thích.



## CHỦ ĐỀ 3: MẪU NGUYÊN TỬ BO

**1. Mẫu hành tinh nguyên tử của Rơ-rơ-pho:** Ở tâm nguyên tử có một hạt nhân mang điện tích dương. Xung quanh hạt nhân có các êlectrôn chuyển động trên những quỹ đạo tròn hoặc elip. Bề tắc của mẫu nguyên tử Rơ-rơ-pho: không giải thích được sự bền vững của hạt nhân nguyên tử và sự hình thành quang phổ vạch.

### 2. Mẫu nguyên tử Bo bao gồm mô hình hành tinh nguyên tử và hai tiên đề của Bo

*Hai tiên đề của Bo về cấu tạo nguyên tử:*

#### a. Tiên đề về các trạng thái dừng:

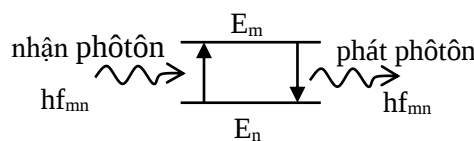
Nguyên tử chỉ tồn tại trong một số trạng thái có năng lượng xác định, gọi là các trạng thái dừng, khi ở trạng thái dừng thì nguyên tử BO không bức xạ.

Trong các trạng thái dừng của nguyên tử, electron chỉ chuyển động quanh hạt nhân trên những quỹ đạo có bán kính hoàn toàn xác định gọi là các quỹ đạo dừng

#### b. Tiên đề về sự bức xạ, hấp thụ năng lượng của nguyên tử

Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng ( $E_n$ ) sang trạng thái dừng có năng lượng thấp hơn ( $E_m$ ) thì nó phát ra một photon có năng lượng đúng bằng hiệu:

$$E_n - E_m : \boxed{\varepsilon = hf_{mn} = \frac{hc}{\lambda_{mn}} = E_m - E_n}$$



$$E_m > E_n$$

Ngược lại, nếu nguyên tử đang ở trong trạng thái dừng có năng lượng  $E_m$  mà hấp thụ được một photon có năng lượng đúng bằng hiệu  $E_n - E_m$  thì nó chuyển lên trạng thái dừng có năng lượng cao hơn  $E_n$ .

**3. Số vạch nhiều nhất =  $(n-1)\frac{n}{2}$  . Bước sóng**

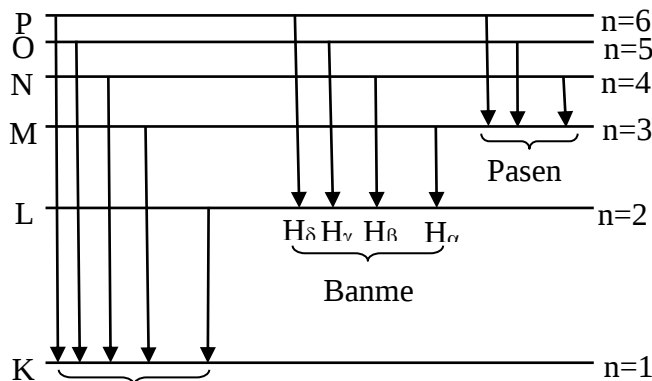
$$\boxed{\begin{array}{l} \frac{1}{\lambda_{mn}} = \frac{1}{\lambda_{mi}} + \frac{1}{\lambda_{in}} \\ \frac{1}{\lambda_{mn}} = \frac{1}{\lambda_{mi}} - \frac{1}{\lambda_{ni}} \end{array}}$$

Nếu bài toán cho số cụ thể, có thể

sử dụng công thức:  $\frac{1}{\lambda_{mn}} = 1,1 \cdot 10^7 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$  với  $m > n$  (sai số 0,001)

5. Bán kính quỹ đạo dừng thứ  $n$  của electron trong nguyên tử Hidrô:  $r_n = n^2 r_0$  Với  $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{m}$  là bán kính Bo (ở quỹ đạo K)

|          |       |        |        |         |         |         |
|----------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Quỹ đạo  | K     | L      | M      | N       | O       | P       |
| Bán kính | $r_0$ | $4r_0$ | $9r_0$ | $16r_0$ | $25r_0$ | $36r_0$ |



6. Công thức liên hệ vận tốc và bán kính

Bo:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} = \frac{n_2}{n_1}$$

7. Năng lượng electron trong nguyên tử hidrô:

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} (\text{eV}) \quad \text{Với } n \in \mathbb{N}^*$$

-----

Thành công không có bước chân của kẻ lười biếng

-----

## CHỦ ĐỀ 4: SƠ LƯỢC VỀ LAZE

1. Laze là một nguồn sáng phát ra một chùm sáng có cường độ lớn dựa trên việc ứng dụng hiện tượng phát xạ cảm ứng.

Tia laze có 4 đặc điểm: Tính đơn sắc cao, tính định hướng, tính kết hợp rất cao và cường độ lớn.

2. Nguyên tắc: Dựa trên hiện tượng phát xạ cảm ứng.

3. Ứng dụng laze:

Trong y học: Làm dao mổ, chữa 1 số bệnh ngoài da

Trong thông tin liên lạc: Vô tuyến định vị, truyền tin bằng cáp quang

Trong công nghiệp: Khoan, cắt kim loại, compôzit

Trong trắc địa: Đo khoảng cách, ngắm đường

-----

## ÔN TẬP CHƯƠNG VII. HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

### CHỦ ĐỀ 1: CẤU TẠO HẠT NHÂN

Dạng 1: Xác định thành phần cấu tạo hạt nhân

1. Hạt nhân: Hạt nhân được cấu tạo bởi hai loại hạt là *proton* ( $m_p = 1,00728u$ ;  $q_p = +e$ ) và *neutron* ( $m_n = 1,00866u$ ; không mang điện tích), gọi chung là nuclon.

Kí hiệu của hạt nhân nguyên tố hóa học X:  $\boxed{\begin{smallmatrix} A \\ Z \end{smallmatrix} X}$

Z: nguyên tử số (Số thứ tự trong bảng hệ thống tuần hoàn  $\equiv$  số proton ở hạt nhân  $\equiv$  số electron ở vỏ nguyên tử).

A: Số khối  $\equiv$  tổng số nuclon.

$N = A - Z$ : Số notron

$$\text{Bán kính hạt nhân: } R = 1,2 \cdot 10^{-15} \cdot A^{\frac{1}{3}} \text{ m}$$

**2. Đồng vị:** Cùng Z nhưng khác A (cùng prôtôn và khác số notron)

Vd: Hidro có ba đồng vị:

+ Hidro thường  ${}^1_1\text{H}$  chiếm 99,99% hidro thiên nhiên

+ Hidro nặng  ${}^2_1\text{H}$  còn gọi là đơteri  ${}^2_1\text{D}$  chiếm 0,015% hidro thiên nhiên

+ Hidro siêu nặng  ${}^3_1\text{H}$  còn gọi là triti  ${}^3_1\text{T}$

**3. Khối lượng hạt nhân:** Khối lượng hn rất lớn so với khối lượng của êlectron, vì vậy khối lượng nguyên tử gần như tập trung toàn bộ ở hn.

Đơn vị khối lượng nguyên tử, kí hiệu:  $u = \frac{1}{12}$  khối lượng của đồng vị Cacbon  ${}^{12}_6\text{C}$

$$1u = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Theo đơn vị  $\text{MeV}/c^2$ :  $1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  ( $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ;  $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ )

Vậy khối lượng hạt nhân có 3 đơn vị: u, kg và  $\text{MeV}/c^2$

• Một số hạt thường gặp

| Tên gọi   | Kí hiệu   | Công thức           | Chi chú                              |
|-----------|-----------|---------------------|--------------------------------------|
| Prôtôn    | P         | ${}^1_1\text{p}$    | Hy-đrô nhẹ                           |
| Đơteri    | D         | ${}^2_1\text{H}$    | Hy-đrô nặng                          |
| Tri ti    | T         | ${}^3_1\text{H}$    | Hy-đrô siêu nặng                     |
| Anpha     | $\alpha$  | ${}^4_2\text{He}$   | Hạt nhân Hê li                       |
| Bêta trừ  | $\beta^-$ | ${}^0_{-1}\text{e}$ | Electron                             |
| Bêta cộng | $\beta^+$ | ${}^0_1\text{e}$    | Poozitrôn (Phản hạt của electron)    |
| Notrôn    | N         | ${}^1_0\text{n}$    | Không mang điện                      |
| Notrinô   | $\nu$     | ${}^0_0\nu$         | Không mang điện; $m_0 = 0$ ; $v = c$ |

**4. Lực hạt nhân:** Lực tương tác giữa các nuclon gọi là lực hạt nhân. Lực hạt nhân không có cùng bản chất với lực tĩnh điện hay lực hấp dẫn. Lực hạt nhân là lực tương tác mạnh chỉ phát huy tác dụng trong phạm vi kích thước hạt nhân (Bán kính tương tác khoảng  $10^{-15} \text{ m}$ ).

**Chú ý:** + Số nguyên tử có trong m gam:  $= \frac{m}{A} N_A$

+ Số nơ tron có trong m gam:  $= (A - Z) \frac{m}{A} N_A$

+ Số prôtôn có trong m gam:  $= Z \frac{m}{A} N_A$

## Dạng 2: Hệ thức Anhtanh, độ hụt khối, năng lượng liên kết, năng lượng liên kết riêng và phản ứng hạt nhân

### 1. Hệ thức Anhtanh giữa khối lượng và năng lượng: $E = m.c^2$

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

@ Khối lượng động: 
$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

@ Một hạt có khối lượng nghỉ  $m_0$ , khi chuyển động với vận tốc  $v$  sẽ có động năng là

$$W_d = W - W_0 = mc^2 - m_0c^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} c^2 - m_0c^2.$$

Trong đó  $W = mc^2$  gọi là năng lượng toàn phần và  $W_0 = m_0c^2$  gọi là năng lượng nghỉ.

### 2. Độ hụt khối của hạt nhân: $\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_X$

$m_X$  là khối lượng hạt nhân  ${}^A_ZX$

### 3. Năng lượng liên kết: $W_{lk} = \Delta m.c^2$

### 4. Năng lượng liên kết riêng: là năng lượng liên kết tính cho một nuclon: $\frac{W_{lk}}{A}$ Năng lượng liên kết riêng

càng lớn thì hạt nhân càng bền vững (không quá 8,8MeV/nuclon).

## 5. Phản ứng hạt nhân:

Có 2 loại phản ứng hạt nhân: tự phát và kích thích

a. Phương trình phản ứng:  ${}^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$

b. Các định luật bảo toàn

+ Bảo toàn số nuclon (số khối):  $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$

+ Bảo toàn điện tích (nguyên tử số):  $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

+ Bảo toàn động lượng:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3 + \vec{p}_4 \text{ hay } m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_3\vec{v}_3 + m_4\vec{v}_4$$

+ Bảo toàn năng lượng toàn phần:  $K_{X_1} + K_{X_2} + \Delta E = K_{X_3} + K_{X_4}$

Trong đó:  $\Delta E$  là năng lượng phản ứng hạt nhân

$K_X = \frac{1}{2}m_X v_X^2$  là động năng của hạt X

+ Không có định luật bảo toàn khối lượng.

c. Năng lượng của phản ứng hạt nhân:

$$W = (m_{\text{trước}} - m_{\text{sau}}).c^2 \neq 0$$

$W > 0 \Leftrightarrow m_{\text{trước}} > m_{\text{sau}}$ : Tỏa năng lượng.

$W < 0 \Leftrightarrow m_{\text{trước}} < m_{\text{sau}}$ : Thu năng lượng

@. Năng lượng tỏa  $\rightarrow$  1mol khí:  $W = \frac{m}{A} N_A W_{lk} = n N_A W_{lk}$

@. Năng lượng tạo thành m(g) hạt X:  $W = \frac{m}{A} N_A \Delta E$

## CHỦ ĐỀ 2: PHÓNG XẠ

### Dạng 1: Đại cương về phóng xạ

1. Hiện tượng phóng xạ: là quá trình phân hủy tự phát của một hạt nhân không bền vững (tự nhiên hay nhân tạo). Quá trình phân hủy này kèm theo sự tạo ra các hạt và có thể kèm theo sự phát ra các bức xạ

điện từ. Hạt nhân tự phân hủy gọi là hạt nhân mẹ, hạt nhân được tạo thành sau khi phân hủy gọi là hạt nhân con.

## 2. Các dạng tia phóng xạ:

### 3. Đặc tính:

+ Phóng xạ là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

+ Phóng xạ mang tính tự phát không phụ thuộc vào yếu tố bên ngoài như: nhiệt độ, áp suất...

4. Chu kỳ bán rã: là khoảng thời gian để  $\frac{1}{2}$  số hạt nhân của nguyên tử biến đổi thành hạt nhân khác.

|                           | Phóng xạ Alpha ( $\alpha$ )                                                                                                                                                                                                                                                              | Phóng xạ Beta: có 2 loại là $\beta^-$ và $\beta^+$                                                                                                                                                                                                                   | Phóng xạ Gamma ( $\gamma$ ).                                                                                                           |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bản chất</b>           | Là dòng hạt nhân Heli ( ${}^4_2\text{He}$ )                                                                                                                                                                                                                                              | $\beta^-$ : là dòng electron ( ${}^0_{-1}e$ )<br>$\beta^+$ : là dòng pôzitron ( ${}^0_{-1}e$ )                                                                                                                                                                       | Là sóng điện từ có $\lambda$ rất ngắn ( $\lambda \leq 10^{-11}\text{m}$ ), cũng là dòng photon có năng lượng cao.                      |
| <b>Phương trình</b>       | ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}^4_2\text{He}$<br>Rút gọn: ${}_Z^AX \xrightarrow{\alpha} {}_{Z-2}^{A-4}Y$<br>Vd: ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$<br>Rút gọn: ${}^{226}_{88}\text{Ra} \xrightarrow{\alpha} {}^{222}_{86}\text{Rn}$ | $\beta^-$ : ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}^0_{-1}e$<br>Ví dụ: ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}e$<br>$\beta^+$ : ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}^0_1e$<br>Ví dụ: ${}^{12}_7\text{N} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^0_1e$ | Sau phóng xạ $\alpha$ hoặc $\beta$ xảy ra quá trình chuyển từ trạng thái kích thích về trạng thái cơ bản $\rightarrow$ phát ra photon. |
| <b>Tốc độ</b>             | $v \approx 2.10^7\text{m/s}$ .                                                                                                                                                                                                                                                           | $v \approx c = 3.10^8\text{m/s}$ .                                                                                                                                                                                                                                   | $v = c = 3.10^8\text{m/s}$ .                                                                                                           |
| <b>Khả năng Ion hóa</b>   | Mạnh                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Mạnh nhưng yếu hơn tia $\alpha$                                                                                                                                                                                                                                      | Yếu hơn tia $\alpha$ và $\beta$                                                                                                        |
| <b>Khả năng đâm xuyên</b> | + Đi được vài cm trong không khí ( $S_{\max} = 8\text{cm}$ ); vài $\mu\text{m}$ trong vật rắn ( $S_{\max} = 1\text{mm}$ )                                                                                                                                                                | + $S_{\max}$ = vài m trong không khí.<br>+ Xuyên qua kim loại dày vài mm.                                                                                                                                                                                            | + Đâm xuyên mạnh hơn tia $\alpha$ và $\beta$ . Có thể xuyên qua vài m bê-tông hoặc vài cm chì.                                         |
| <b>Trong điện trường</b>  | Lệch                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Lệch nhiều hơn tia alpha                                                                                                                                                                                                                                             | Không bị lệch                                                                                                                          |
| <b>Chú ý</b>              | Trong chuỗi phóng xạ $\alpha$ thường kèm theo phóng xạ $\beta$ nhưng không tồn tại đồng thời hai loại $\beta$ .                                                                                                                                                                          | Còn có sự tồn tại của hai loại hạt<br>${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}^0_1e + {}^0_0\nu$ neutrino.<br>${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}^0_{-1}e + {}^0_0\bar{\nu}$ phản neutrino                                                                            | Không làm thay đổi hạt nhân.                                                                                                           |

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

$\lambda$ : Hằng số phóng xạ ( $\text{s}^{-1}$ )

$\lambda$  và  $T$  không phụ thuộc vào tác động bên ngoài mà chỉ phụ thuộc bản chất bên trong của chất phóng xạ.

**5. Định luật phóng xạ:** Số hạt nhân (khối lượng) phóng xạ giảm theo qui luật hàm số mũ

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

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

$N_0, m_0$ : số hạt nhân và khối lượng ban đầu tại thời điểm  $t = 0$ .

$N, m$ : số hạt nhân và khối lượng còn lại tại thời điểm  $t$ .

$$\Delta m = m_0 - m$$

$$\Delta N = N_0 - N$$

$\Delta m, \Delta N$ : số hạt nhân và khối lượng bị phân rã (thành chất khác)

**Bảng quy luật phân rã**

| $t =$                 | $T$     | $2T$     | $3T$     | $4T$       | $5T$       |
|-----------------------|---------|----------|----------|------------|------------|
| Số hạt còn lại        | $N_0/2$ | $N_0/4$  | $N_0/8$  | $N_0/16$   | $N_0/32$   |
| Số hạt đã phân rã     | $N_0/2$ | $3N_0/4$ | $7N_0/8$ | $15N_0/16$ | $31N_0/32$ |
| Tỉ lệ % đã rã         | 50%     | 75%      | 87.5%    | 93.75%     | 96.875%    |
| Tỉ lệ đã rã & còn lại | 1       | 3        | 7        | 15         | 31         |

**Chú ý:**

+ Khối lượng hạt nhân mới tạo thành:  $\Delta m' = \frac{\Delta N'}{N_A} \cdot A'$

$A'$  là số khối của hạt nhân mới tạo thành

+ Khối lượng hạt nhân con (chất mới tạo thành sau thời gian  $t$ ):

$$m_{con} = (m_0 - m_{c.lai}) \frac{A_{con}}{A_{mei}} \quad \text{Hoặc} \quad m_{con} = \frac{A_{con}}{N_A} \cdot (N_0 - N_{c.lai})$$

+ Trong sự phóng xạ  $\alpha$ , xác định thể tích (khối lượng) khí Heli tạo thành sau thời gian  $t$  phóng xạ.

$$\Delta N'_{He} = \Delta N = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t}) = N_0(1 - 2^{\frac{-t}{T}})$$

+ Khối lượng khí Heli tạo thành sau thời gian  $t$  phóng xạ:

$$m_{He} = 4 \frac{\Delta N_{He}}{N_A}$$

+ Thể tích khí Heli được tạo thành (đktc) sau thời gian  $t$ :

$$V = 22,4 \frac{\Delta N_{He}}{N_A}$$

$$+ \quad N = \frac{m}{A} N_A = \frac{V}{V_0} N_A \quad V_0 = 22,4 dm^3$$

+ Nếu  $t \ll T \Leftrightarrow e^{\lambda t} \ll 1$ , ta có:  $\Delta N \approx N_0(1 - 1 + \lambda t) = N_0 \lambda t$

+ Thời gian chiếu xạ cho bệnh nhân:  $\Delta t' = e^{\frac{\ln 2}{T}} \cdot \Delta t$

+ Phần trăm số nguyên tử (khối lượng) chất phóng xạ bị phóng xạ sau thời gian  $t$  phân rã là:

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

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

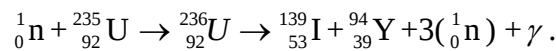
+ Phần trăm số nguyên tử (khối lượng) còn lại của chất phóng xạ sau thời gian  $t$

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

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

### CHỦ ĐỀ 3: PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH VÀ NHIỆT HẠCH

**I. Phản ứng phân hạch:** Là phản ứng trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành hai hạt nhân nhẹ hơn (có số khối trung bình) và vài neutron.



+ Neutron chậm là neutron có động năng dưới 0,01MeV.

+ Mỗi hạt nhân  ${}_{92}^{235}\text{U}$  khi phân rã tỏa ra năng lượng khoảng 200MeV.

**1. Phản ứng phân hạch** là phản ứng tỏa năng lượng, năng lượng đó gọi là *năng lượng phân hạch*.

**2. Phản ứng phân hạch dây chuyền.**

✚ Giả sử một lần phân hạch có  $k$  neutron được giải phóng đến kích thích các hạt nhân  ${}^{235}\text{U}$  tạo nên những phân hạch mới. Sau  $n$  lần phân hạch liên tiếp, số neutron giải phóng là  $k^n$  và kích thích  $k^n$  phân hạch mới

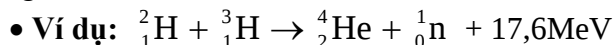
✚ Khi  $k \geq 1$  thì phản ứng phân hạch dây chuyền được duy trì.

✚ Khối lượng tối thiểu của chất phân hạch để phản ứng phân hạch duy trì gọi là *khối lượng tới hạn*. Để xảy ra phản ứng phân hạch thì khối lượng chất phải lớn hơn khối lượng tới hạn. (Đây là phản ứng của bom nguyên tử).

**3. Phản ứng phân hạch khi có điều khiển.**

Khi  $k = 1$  thì phản ứng phân hạch dây chuyền tự duy trì và năng lượng phát ra không đổi theo thời gian. Đây là phản ứng phân hạch có điều khiển được thực hiện trong các lò phản ứng hạt nhân.

**II. Phản ứng nhiệt hạch:** là phản ứng trong đó 2 hay nhiều hạt nhân nhẹ tổng hợp lại thành một hạt nhân nặng hơn và vài neutron.



**1. Đặc điểm:**

+ Phản ứng nhiệt hạch là phản ứng tỏa năng lượng.

+ Tính theo mỗi một phản ứng thì phản ứng nhiệt hạch tỏa ra năng lượng ít hơn phản ứng phân hạch, nhưng tính theo khối lượng nhiên liệu thì phản ứng nhiệt hạch tỏa ra năng lượng nhiều hơn.

+ Sản phẩm của phản ứng nhiệt hạch sạch hơn (không có tính phóng xạ)

**2. Điều kiện để có phản ứng nhiệt hạch xảy ra:**

✚ Nhiệt độ cao khoảng 100 triệu độ.

✚ Mật độ hạt nhân trong plasma phải đủ lớn.

✚ Thời gian duy trì trạng thái plasma ở nhiệt độ cao 100 triệu độ phải đủ lớn.

**3. Năng lượng nhiệt hạch:**

✚ Tỏa ra năng lượng rất lớn.

✚ Là nguồn gốc năng lượng của hầu hết các vì sao.

#### 4. Ưu điểm của năng lượng nhiệt hạch:

✚ Nguồn nguyên liệu dồi dào.

✚ Phản ứng nhiệt hạch không gây ô nhiễm môi trường.

### SO SÁNH PHÂN HẠCH VÀ NHIỆT HẠCH

|                    | Phân hạch                                                                                                  | Nhiệt hạch                                                                                                                                                           |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Định nghĩa</b>  | Là phản ứng trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành hai hạt nhân nhẹ hơn (có số khối trung bình) và vài notron | Là phản ứng trong đó 2 hay nhiều hạt nhân nhẹ tổng hợp lại thành một hạt nhân nặng hơn và vài notron.                                                                |
| <b>Đặc điểm</b>    | Là phản ứng tỏa năng lượng,                                                                                | Là phaân òùng tỏa năng lượng nhưng ít hơn phân hạch                                                                                                                  |
| <b>Điều kiện</b>   | $k \geq 1$<br>+ $k = 1$ : kiểm soát được.<br>+ $k > 1$ : không kiểm soát được, gây bùng nổ (bom hạt nhân)  | - Nhiệt độ cao khoảng 100 triệu độ.<br>- Mật độ hạt nhân trong plasma phải đủ lớn.<br>- Thời gian duy trì trạng thái plasma ở nhiệt độ cao 100 triệu độ phải đủ lớn. |
| <b>Ưu và nhược</b> | Gây ô nhiễm môi trường (phóng xạ)                                                                          | Không gây ô nhiễm môi trường.                                                                                                                                        |

### III. Nhà máy điện nguyên tử

+ Hiệu suất nhà máy:  $H = \frac{P_{ci}}{P_{tp}} (\%)$

+ Tổng năng lượng tiêu thụ trong thời gian t:  $A = P_{tp} \cdot t$

+ Số phân hạch:  $\Delta N = \frac{A}{\Delta E} = \frac{P_{tp} \cdot t}{\Delta E}$  (Trong đó  $\Delta E$  là năng lượng tỏa ra trong một phân hạch)

+ Nhiệt lượng tỏa ra:  $Q = m \cdot q$   
 q: năng suất tỏa nhiệt (J/kg)

-----hết-----