

# KHÔNG CÓ VIỆC GÌ KHÓ, CHỈ SỢ LÒNG KHÔNG BỀN!

## CHƯƠNG I: ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN

### 1. Toạ độ góc

Là toạ độ xác định vị trí của một vật rắn quay quanh một trục cố định bởi góc  $\varphi$  (rad) hợp giữa mặt phẳng động gắn với vật và mặt phẳng cố định chọn làm mốc (hai mặt phẳng này đều chứa trục quay)

Lưu ý: Ta chỉ xét vật quay theo một chiều và chọn chiều dương là chiều quay của vật  $\Rightarrow \varphi \geq 0$

### 2. Tốc độ góc

Là đại lượng đặc trưng cho mức độ nhanh hay chậm của chuyển động quay của một vật rắn quanh một trục

\* Tốc độ góc trung bình:  $\omega_{tb} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$  (rad / s)

\* Tốc độ góc tức thời:  $\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \varphi'(t)$

**Lưu ý:** Liên hệ giữa tốc độ góc và tốc độ dài  $v = \omega r$

### 3. Gia tốc góc

Là đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên của tốc độ góc

\* Gia tốc góc trung bình:  $\gamma_{tb} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$  (rad / s<sup>2</sup>)

\* Gia tốc góc tức thời:  $\gamma = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \omega'(t) = \varphi''(t)$

**Lưu ý:** + Vật rắn quay đều thì  $\omega = const \Rightarrow \gamma = 0$

+ Vật rắn quay nhanh dần đều  $\gamma > 0$

+ Vật rắn quay chậm dần đều  $\gamma < 0$

### 4. Phương trình động học của chuyển động quay

\* Vật rắn quay đều ( $\gamma = 0$ )

$$\varphi = \varphi_0 + \omega t$$

\* Vật rắn quay biến đổi đều ( $\gamma \neq 0$ )

$$\omega = \omega_0 + \gamma t$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \gamma t^2$$

$$\omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma(\varphi - \varphi_0)$$

### 5. Gia tốc của chuyển động quay

\* Gia tốc pháp tuyến (gia tốc hướng tâm)  $\vec{a}_n$

Đặc trưng cho sự thay đổi về hướng của vận tốc dài  $\vec{v}$  ( $\vec{a}_n \perp \vec{v}$ )

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

\* Gia tốc tiếp tuyến  $\vec{a}_t$

Đặc trưng cho sự thay đổi về độ lớn của  $\vec{v}$  ( $\vec{a}_t$  và  $\vec{v}$  cùng phương)

$$a_t = \frac{dv}{dt} = v'(t) = r\omega'(t) = r\gamma$$

\* Gia tốc toàn phần  $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$$

Góc  $\alpha$  hợp giữa  $\vec{a}$  và  $\vec{a}_n$ :  $\tan \alpha = \frac{a_t}{a_n} = \frac{\gamma}{\omega^2}$

**Lưu ý:** Vật rắn quay đều thì  $a_t = 0 \Rightarrow \vec{a} = \vec{a}_n$

**6. Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định**

$$M = I\gamma \text{ hay } \gamma = \frac{M}{I}$$

Trong đó: +  $M = Fd$  (Nm) là mômen lực đối với trục quay (d là tay đòn của lực)

+  $I = \sum_i m_i r_i^2$  (kgm<sup>2</sup>) là mômen quán tính của vật rắn đối với trục quay

Mômen quán tính I của một số vật rắn đồng chất khối lượng m có trục quay là trục đối xứng

- Vật rắn là thanh có chiều dài l, tiết diện nhỏ:  $I = \frac{1}{12} ml^2$

- Vật rắn là vành tròn hoặc trụ rỗng bán kính R:  $I = mR^2$

- Vật rắn là đĩa tròn mỏng hoặc hình trụ đặc bán kính R:  $I = \frac{1}{2} mR^2$

- Vật rắn là khối cầu đặc bán kính R:  $I = \frac{2}{5} mR^2$

**7. Mômen động lượng**

Là đại lượng động học đặc trưng cho chuyển động quay của vật rắn quanh một trục

$$L = I\omega \text{ (kgm}^2/\text{s)}$$

**Lưu ý:** Với chất điểm thì mômen động lượng  $L = mr^2\omega = mvr$  (r là k/c từ  $\vec{v}$  đến trục quay)

**8. Dạng khác của phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định**

$$M = \frac{dL}{dt}$$

**9. Định luật bảo toàn mômen động lượng**

Trường hợp  $M = 0$  thì  $L = \text{const}$

Nếu  $I = \text{const} \Rightarrow \gamma = 0$  vật rắn không quay hoặc quay đều quanh trục

Nếu I thay đổi thì  $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

**10. Động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định**

$$W_d = \frac{1}{2} I\omega^2 \text{ (J)}$$

**11. Sự tương tự giữa các đại lượng góc và đại lượng dài trong chuyển động quay và chuyển động thẳng**

Chuyển động quay (trục quay cố định, chiều quay không đổi)	Chuyển động thẳng (chiều chuyển động không đổi)
Toạ độ góc $\varphi$ (rad)	Toạ độ x (m)
Tốc độ góc $\omega$ (rad/s)	Tốc độ v (m/s)
Gia tốc góc $\gamma$ (Rad/s <sup>2</sup> )	Gia tốc a (m/s <sup>2</sup> )
Mômen lực M (Nm)	Lực F (N)
Mômen quán tính I (Kgm <sup>2</sup> )	Khối lượng m (kg)
Mômen động lượng $L = I\omega$ (kgm <sup>2</sup> /s)	Động lượng $P = mv$ (kgm/s)
Động năng quay $W_d = \frac{1}{2} I\omega^2$ (J)	Động năng $W_d = \frac{1}{2} mv^2$ (J)
Chuyển động quay đều: $\omega = \text{const}; \gamma = 0; \varphi = \varphi_0 + \omega t$ Chuyển động quay biến đổi đều: $\gamma = \text{const}$ $\omega = \omega_0 + \gamma t$ $\varphi = \varphi_0 + \omega t + \frac{1}{2} \gamma t^2$ $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma(\varphi - \varphi_0)$	Chuyển động thẳng đều: $v = \text{const}; a = 0; x = x_0 + vt$ Chuyển động thẳng biến đổi đều: $a = \text{const}$ $v = v_0 + at$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

<p>Phương trình động lực học</p> $\gamma = \frac{M}{I}$ <p>Dạng khác <math>M = \frac{dL}{dt}</math></p> <p>Định luật bảo toàn mômen động lượng</p> $I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \text{ hay } \sum L_i = const$ <p>Định lý về động</p> $\Delta W_d = \frac{1}{2}I\omega_1^2 - \frac{1}{2}I\omega_2^2 = A \text{ (công của ngoại lực)}$	<p>Phương trình động lực học</p> $a = \frac{F}{m}$ <p>Dạng khác <math>F = \frac{dp}{dt}</math></p> <p>Định luật bảo toàn động lượng</p> $\sum p_i = \sum m_i v_i = const$ <p>Định lý về động năng</p> $\Delta W_d = \frac{1}{2}I\omega_1^2 - \frac{1}{2}I\omega_2^2 = A \text{ (công của ngoại lực)}$
<p>Công thức liên hệ giữa đại lượng góc và đại lượng dài</p> $s = r\varphi; v = \omega r; a_t = \gamma r; a_n = \omega^2 r$	
<p><b>Lưu ý:</b> Cũng như v, a, F, P các đại lượng <math>\omega; \gamma; M; L</math> cũng là các đại lượng véctơ</p>	

**CHƯƠNG II: DAO ĐỘNG CƠ**

**I. DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ**

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

2. Vận tốc tức thời:  $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$

$\vec{v}$  luôn cùng chiều với chiều chuyển động (vật chuyển động theo chiều dương thì  $v > 0$ , theo chiều âm thì  $v < 0$ )

3. Gia tốc tức thời:  $a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi)$

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

4. Vật ở VTCB:  $x = 0$ ;  $|v|_{\text{Max}} = \omega A$ ;  $|a|_{\text{Min}} = 0$

Vật ở biên:  $x = \pm A$ ;  $|v|_{\text{Min}} = 0$ ;  $|a|_{\text{Max}} = \omega^2 A$

5. Hệ thức độc lập:  $A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2$

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

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

Với  $W_d = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi) = W \sin^2(\omega t + \varphi)$

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

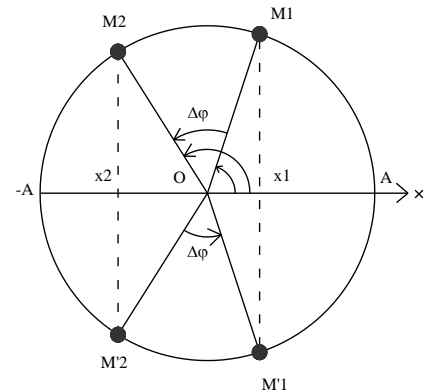
7. Dao động điều hoà có tần số góc là  $\omega$ , tần số  $f$ , chu kỳ  $T$ . Thì động năng và thế năng biến thiên với tần số góc  $2\omega$ , tần số  $2f$ , chu kỳ  $T/2$

8. Động năng và thế năng trung bình trong thời gian  $nT/2$  ( $n \in \mathbb{N}^*$ ,  $T$  là chu kỳ

dao động) là:  $\frac{W}{2} = \frac{1}{4} m\omega^2 A^2$

9. Khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ  $x_1$  đến  $x_2$

$$\Delta t = \frac{\Delta \varphi}{\omega} = \frac{|\varphi_2 - \varphi_1|}{\omega} \quad \text{với} \quad \begin{cases} \cos \varphi_1 = \frac{x_1}{A} \\ \cos \varphi_2 = \frac{x_2}{A} \end{cases} \quad \text{và} \quad (0 \leq \varphi_1, \varphi_2 \leq \pi)$$



10. Chiều dài quỹ đạo:  $2A$

11. Quãng đường đi trong 1 chu kỳ luôn là  $4A$ ; trong  $1/2$  chu kỳ luôn là  $2A$

Quãng đường đi trong  $1/4$  chu kỳ là  $A$  khi vật đi từ VTCB đến vị trí biên hoặc ngược lại

12. Quãng đường vật đi được từ thời điểm  $t_1$  đến  $t_2$ .

Xác định:  $\begin{cases} x_1 = A\cos(\omega t_1 + \varphi) \\ v_1 = -\omega A\sin(\omega t_1 + \varphi) \end{cases}$  và  $\begin{cases} x_2 = A\cos(\omega t_2 + \varphi) \\ v_2 = -\omega A\sin(\omega t_2 + \varphi) \end{cases}$  ( $v_1$  và  $v_2$  chỉ cần xác định dấu)

Phân tích:  $t_2 - t_1 = nT + \Delta t$  ( $n \in \mathbb{N}$ ;  $0 \leq \Delta t < T$ )

Quãng đường đi được trong thời gian  $nT$  là  $S_1 = 4nA$ , trong thời gian  $\Delta t$  là  $S_2$ .

Quãng đường tổng cộng là  $S = S_1 + S_2$

**Lưu ý:** + Nếu  $\Delta t = T/2$  thì  $S_2 = 2A$

+ Tính  $S_2$  bằng cách định vị trí  $x_1, x_2$  và chiều chuyển động của vật trên trục  $Ox$

+ Trong một số trường hợp có thể giải bài toán bằng cách sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều sẽ đơn giản hơn.

+ Tốc độ trung bình của vật đi từ thời điểm  $t_1$  đến  $t_2$ :  $v_{tb} = \frac{S}{t_2 - t_1}$  với  $S$  là quãng đường tính như trên.

13. Bài toán tính quãng đường lớn nhất và nhỏ nhất vật đi được trong khoảng thời gian  $0 < \Delta t < T/2$ .

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

Sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều.

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

Quãng đường lớn nhất khi vật đi từ  $M_1$  đến  $M_2$  đối xứng qua trục sin (hình 1)

$$S_{Max} = 2A \sin \frac{\Delta\varphi}{2}$$

Quãng đường nhỏ nhất khi vật đi từ  $M_1$  đến  $M_2$  đối xứng qua trục cos (hình 2)

$$S_{Min} = 2A(1 - \cos \frac{\Delta\varphi}{2})$$

**Lưu ý:** + Trong trường hợp  $\Delta t > T/2$

$$\text{Tách } \Delta t = n\frac{T}{2} + \Delta t'$$

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

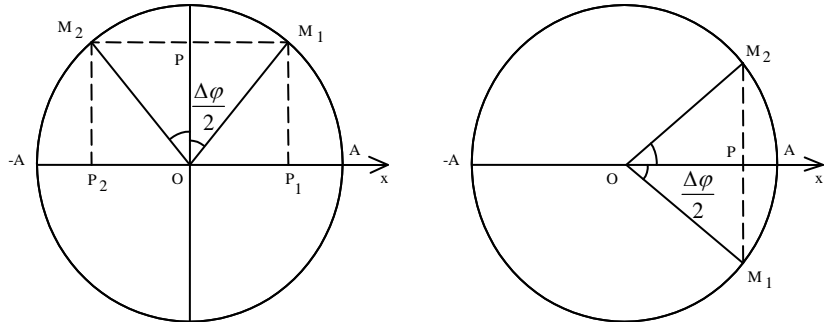
Trong thời gian  $n\frac{T}{2}$  quãng đường

luôn là  $2nA$

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

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

$$v_{tbMax} = \frac{S_{Max}}{\Delta t} \text{ và } v_{tbMin} = \frac{S_{Min}}{\Delta t} \text{ với } S_{Max}; S_{Min} \text{ tính như trên.}$$



13. Các bước lập phương trình dao động dao động điều hoà:

\* Tính  $\omega$

\* Tính A

\* Tính  $\varphi$  dựa vào điều kiện đầu: lúc  $t = t_0$  (thường  $t_0 = 0$ )  $\begin{cases} x = A\cos(\omega t_0 + \varphi) \\ v = -\omega A\sin(\omega t_0 + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \varphi$

**Lưu ý:** + Vật chuyển động theo chiều dương thì  $v > 0$ , ngược lại  $v < 0$

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

14. Các bước giải bài toán tính thời điểm vật đi qua vị trí đã biết x (hoặc v, a,  $W_t$ ,  $W_d$ , F) lần thứ n

\* Giải phương trình lượng giác lấy các nghiệm của t (Với  $t > 0 \Rightarrow$  phạm vi giá trị của k)

\* Liệt kê n nghiệm đầu tiên (thường n nhỏ)

\* Thời điểm thứ n chính là giá trị lớn thứ n

**Lưu ý:** + Đề ra thường cho giá trị n nhỏ, còn nếu n lớn thì tìm quy luật để suy ra nghiệm thứ n

+ Có thể giải bài toán bằng cách sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều

15. Các bước giải bài toán tìm số lần vật đi qua vị trí đã biết x (hoặc v, a,  $W_t$ ,  $W_d$ , F) từ thời điểm  $t_1$  đến  $t_2$ .

\* Giải phương trình lượng giác được các nghiệm

\* Từ  $t_1 < t \leq t_2 \Rightarrow$  Phạm vi giá trị của (Với  $k \in \mathbb{Z}$ )

\* Tổng số giá trị của k chính là số lần vật đi qua vị trí đó.

**Lưu ý:** + Có thể giải bài toán bằng cách sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều.

+ Trong mỗi chu kỳ (mỗi dao động) vật qua mỗi vị trí biên 1 lần còn các vị trí khác 2 lần.

16. Các bước giải bài toán tìm li độ, vận tốc dao động sau (trước) thời điểm t một khoảng thời gian  $\Delta t$ .

Biết tại thời điểm t vật có li độ  $x = x_0$ .

\* Từ phương trình dao động điều hoà:  $x = A\cos(\omega t + \varphi)$  cho  $x = x_0$

Lấy nghiệm  $\omega t + \varphi = \alpha$  với  $0 \leq \alpha \leq \pi$  ứng với x đang giảm (vật chuyển động theo chiều âm vì  $v < 0$ )  
hoặc  $\omega t + \varphi = -\alpha$  ứng với x đang tăng (vật chuyển động theo chiều dương)

\* Li độ và vận tốc dao động sau (trước) thời điểm đó  $\Delta t$  giây là

$$\begin{cases} x = A\cos(\pm\omega\Delta t + \alpha) \\ v = -\omega A\sin(\pm\omega\Delta t + \alpha) \end{cases} \text{ hoặc } \begin{cases} x = A\cos(\pm\omega\Delta t - \alpha) \\ v = -\omega A\sin(\pm\omega\Delta t - \alpha) \end{cases}$$

17. Dao động có phương trình đặc biệt:

\*  $x = a \pm A \cos(\omega t + \varphi)$  với  $a = \text{const}$

Biên độ là  $A$ , tần số góc là  $\omega$ , pha ban đầu  $\varphi$

$x$  là toạ độ,  $x_0 = A \cos(\omega t + \varphi)$  là li độ.

Toạ độ vị trí cân bằng  $x = a$ , toạ độ vị trí biên  $x = a \pm A$

Vận tốc  $v = x' = -x_0'$ , gia tốc  $a = v' = -x_0'' = -\omega^2 x_0$

Hệ thức độc lập:  $a = -\omega^2 x_0$

$$A^2 = x_0^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2$$

\*  $x = a \pm A \cos^2(\omega t + \varphi)$  (ta hạ bậc)

Biên độ  $A/2$ ; tần số góc  $2\omega$ , pha ban đầu  $2\varphi$ .

II. CON LẮC Lò XO

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

Điều kiện dao động điều hoà: Bỏ qua ma sát, lực cản và vật dao động trong giới hạn đàn hồi

2. Cơ năng:  $W = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} k A^2$

3. \* Độ biến dạng của lò xo thẳng đứng khi vật ở VTCB:

$$\Delta l = \frac{mg}{k} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l}{g}}$$

\* Độ biến dạng của lò xo khi vật ở VTCB với con lắc lò xo nằm trên mặt phẳng nghiêng có góc nghiêng  $\alpha$ :

$$\Delta l = \frac{mg \sin \alpha}{k} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l}{g \sin \alpha}}$$

+ Chiều dài lò xo tại VTCB:  $l_{CB} = l_0 + \Delta l$  ( $l_0$  là chiều dài tự nhiên)

+ Chiều dài cực tiểu (khi vật ở vị trí cao nhất):  $l_{Min} = l_0 + \Delta l - A$

+ Chiều dài cực đại (khi vật ở vị trí thấp nhất):  $l_{Max} = l_0 + \Delta l + A$

$$\Rightarrow l_{CB} = (l_{Min} + l_{Max})/2$$

+ Khi  $A > \Delta l$  (Với  $Ox$  hướng xuống):

- Thời gian lò xo nén 1 lần là thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí  $x_1 = -\Delta l$  đến  $x_2 = -A$ .

- Thời gian lò xo giãn 1 lần là thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí  $x_1 = -\Delta l$  đến  $x_2 = A$ ,

**Lưu ý:** Trong một dao động (một chu kỳ) lò xo nén 2 lần và giãn 2 lần

4. Lực kéo về hay lực hồi phục  $F = -kx = -m\omega^2 x$

Đặc điểm: \* Là lực gây dao động cho vật.

\* Luôn hướng về VTCB

\* Biến thiên điều hoà cùng tần số với li độ

5. Lực đàn hồi là lực đưa vật về vị trí lò xo không biến dạng.

Có độ lớn  $F_{dh} = kx^*$  ( $x^*$  là độ biến dạng của lò xo)

\* Với con lắc lò xo nằm ngang thì lực kéo về và lực đàn hồi là một (vì tại VTCB lò xo không biến dạng)

\* Với con lắc lò xo thẳng đứng hoặc đặt trên mặt phẳng nghiêng

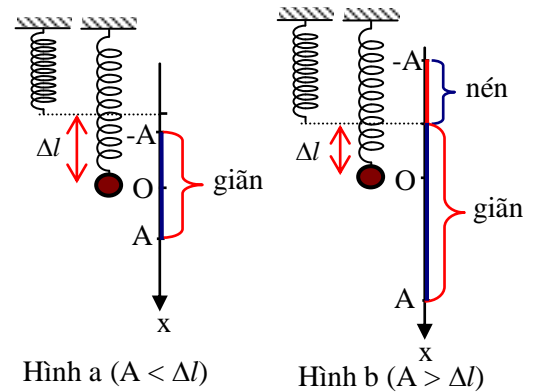
+ Độ lớn lực đàn hồi có biểu thức:

\*  $F_{dh} = k|\Delta l + x|$  với chiều dương hướng xuống

\*  $F_{dh} = k|\Delta l - x|$  với chiều dương hướng lên

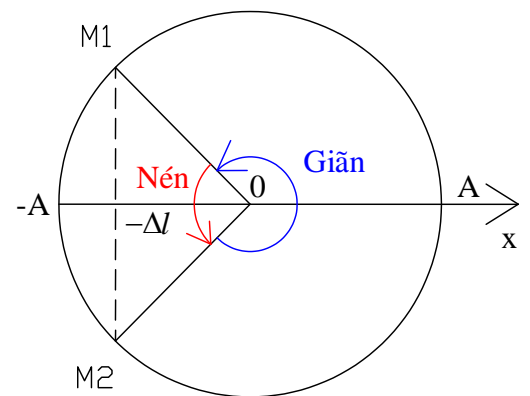
+ Lực đàn hồi cực đại (lực kéo):  $F_{Max} = k(\Delta l + A) = F_{Kmax}$  (lúc vật ở vị trí thấp nhất)

+ Lực đàn hồi cực tiểu:



Hình a ( $A < \Delta l$ )

Hình b ( $A > \Delta l$ )



Hình vẽ thể hiện thời gian lò xo nén và giãn trong 1 chu kỳ ( $Ox$  hướng xuống)

\* Nếu  $A < \Delta l \Rightarrow F_{\text{Min}} = k(\Delta l - A) = F_{K\text{Min}}$

\* Nếu  $A \geq \Delta l \Rightarrow F_{\text{Min}} = 0$  (lúc vật đi qua vị trí lò xo không biến dạng)

Lực đẩy (lực nén) đàn hồi cực đại:  $F_{N\text{max}} = k(A - \Delta l)$  (lúc vật ở vị trí cao nhất)

6. Một lò xo có độ cứng  $k$ , chiều dài  $l$  được cắt thành các lò xo có độ cứng  $k_1, k_2, \dots$  và chiều dài tương ứng là  $l_1, l_2, \dots$  thì có:  $kl = k_1l_1 = k_2l_2 = \dots$

7. Ghép lò xo:

\* Nối tiếp  $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots \Rightarrow$  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:  $\frac{1}{T^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} + \dots$

8. Gắn lò xo  $k$  vào vật khối lượng  $m_1$  được chu kỳ  $T_1$ , vào vật khối lượng  $m_2$  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  $T_4^2 = T_1^2 - T_2^2$

9. Đo chu kỳ bằng phương pháp trùng phùng

Để xác định chu kỳ  $T$  của một con lắc lò xo (con lắc đơn) người ta so sánh với chu kỳ  $T_0$  (đã biết) của một con lắc khác ( $T \approx T_0$ ).

Hai con lắc gọi là trùng phùng khi chúng đồng thời đi qua một vị trí xác định theo cùng một chiều.

Thời gian giữa hai lần trùng phùng  $\theta = \frac{TT_0}{|T - T_0|}$

Nếu  $T > T_0 \Rightarrow \theta = (n+1)T = nT_0$ .

Nếu  $T < T_0 \Rightarrow \theta = nT = (n+1)T_0$ , với  $n \in \mathbb{N}^*$

### III. CON LẮC ĐƠN

1. Tần số góc:  $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ ; chu kỳ:  $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ; tần số:  $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$

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

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

**Lưu ý:** + 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.

3. Phương trình dao động:

$s = S_0 \cos(\omega t + \varphi)$  hoặc  $\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$  với  $s = \alpha l, S_0 = \alpha_0 l$

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

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

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

4. Hệ thức độc lập:

\*  $a = -\omega^2 s = -\omega^2 \alpha l$

\*  $S_0^2 = s^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2$

\*  $\alpha_0^2 = \alpha^2 + \frac{v^2}{gl}$

5. Cơ năng:  $W = \frac{1}{2} m \omega^2 S_0^2 = \frac{1}{2} \frac{mg}{l} S_0^2 = \frac{1}{2} mgl \alpha_0^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 l^2 \alpha_0^2$

6. 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  $T_4$ .

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

7. Khi con lắc đơn dao động với  $\alpha_0$  bất kỳ. Cơ năng, vận tốc và lực căng của sợi dây con lắc đơn

$$W = mgl(1 - \cos\alpha_0); v^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0) \text{ và } T_C = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$$

**Lưu ý:** - Các công thức này áp dụng đúng cho cả khi  $\alpha_0$  có giá trị lớn

- Khi con lắc đơn dao động điều hoà ( $\alpha_0 \ll 1\text{rad}$ ) thì:

$$W = \frac{1}{2} mgl\alpha_0^2; v^2 = gl(\alpha_0^2 - \alpha^2) \text{ (đã có ở trên)}$$

$$T_C = mg(1 - 1,5\alpha^2 + \alpha_0^2)$$

8. Con lắc đơn có chu kỳ đúng T ở độ cao  $h_1$ , nhiệt độ  $t_1$ . Khi đưa tới độ cao  $h_2$ , nhiệt độ  $t_2$  thì ta có:

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta h}{R} + \frac{\lambda \Delta t}{2}$$

Với  $R = 6400\text{km}$  là bán kính Trái Đất, còn  $\lambda$  là hệ số nở dài của thanh con lắc.

9. Con lắc đơn có chu kỳ đúng T ở độ sâu  $d_1$ , nhiệt độ  $t_1$ . Khi đưa tới độ sâu  $d_2$ , nhiệt độ  $t_2$  thì ta có:

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta d}{2R} + \frac{\lambda \Delta t}{2}$$

Lưu ý: \* Nếu  $\Delta T > 0$  thì đồng hồ chạy chậm (đồng hồ đếm giây sử dụng con lắc đơn)

\* Nếu  $\Delta T < 0$  thì đồng hồ chạy nhanh

\* Nếu  $\Delta T = 0$  thì đồng hồ chạy đúng

\* Thời gian chạy sai mỗi ngày ( $24\text{h} = 86400\text{s}$ ):  $\theta = \frac{|\Delta T|}{T} 86400(\text{s})$

10. Khi con lắc đơn chịu thêm tác dụng của lực phụ không đổi:

Lực phụ không đổi thường là:

\* Lực quán tính:  $\vec{F} = -m\vec{a}$ , độ lớn  $F = ma$  ( $\vec{F} \uparrow \downarrow \vec{a}$ )

**Lưu ý:** + Chuyển động nhanh dần đều  $\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{v}$  ( $\vec{v}$  có hướng chuyển động)

+ Chuyển động chậm dần đều  $\vec{a} \uparrow \downarrow \vec{v}$

\* Lực điện trường:  $\vec{F} = q\vec{E}$ , độ lớn  $F = |q|E$  (Nếu  $q > 0 \Rightarrow \vec{F} \uparrow \uparrow \vec{E}$ ; còn nếu  $q < 0 \Rightarrow \vec{F} \uparrow \downarrow \vec{E}$ )

\* Lực đẩy Ácsimét:  $F = DgV$  ( $\vec{F}$  luông thẳng đứng hướng lên)

Trong đó: D là khối lượng riêng của chất lỏng hay chất khí.

$g$  là gia tốc rơi tự do.

$V$  là thể tích của phần vật chìm trong chất lỏng hay chất khí đó.

Khi đó:  $\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}$  gọi là trọng lực hiệu dụng hay trọng lực biểu kiến (có vai trò như trọng lực  $\vec{P}$ )

$\vec{g}' = \vec{g} + \frac{\vec{F}}{m}$  gọi là gia tốc trọng trường hiệu dụng hay gia tốc trọng trường biểu kiến.

Chu kỳ dao động của con lắc đơn khi đó:  $T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}}$

Các trường hợp đặc biệt:

\*  $\vec{F}$  có phương ngang: + Tại VTCB dây treo lệch với phương thẳng đứng một góc có:  $\tan \alpha = \frac{F}{P}$

$$+ g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2}$$

\*  $\vec{F}$  có phương thẳng đứng thì  $g' = g \pm \frac{F}{m}$

+ Nếu  $\vec{F}$  hướng xuống thì  $g' = g + \frac{F}{m}$

+ Nếu  $\vec{F}$  hướng lên thì  $g' = g - \frac{F}{m}$



#### IV. CON LẮC VẬT LÝ

1. Tần số góc:  $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$ ; chu kỳ:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}$ ; tần số  $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mgd}{I}}$

Trong đó: m (kg) là khối lượng vật rắn  
 d (m) là khoảng cách từ trọng tâm đến trục quay  
 I (kgm<sup>2</sup>) là mômen quán tính của vật rắn đối với trục quay

2. Phương trình dao động  $\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$

Điều kiện dao động điều hoà: Bỏ qua ma sát, lực cản và  $\alpha_0 \ll 1 \text{ rad}$

#### V. TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

1. Tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương cùng tần số  $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$  và  $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$  được một dao động điều hoà cùng phương cùng tần số  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ .

Trong đó:  $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

$$\tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} \quad \text{với } \varphi_1 \leq \varphi \leq \varphi_2 \text{ (nếu } \varphi_1 \leq \varphi_2 \text{)}$$

\* Nếu  $\Delta\varphi = 2k\pi$  ( $x_1, x_2$  cùng pha)  $\Rightarrow A_{\text{Max}} = A_1 + A_2$

\* Nếu  $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$  ( $x_1, x_2$  ngược pha)  $\Rightarrow A_{\text{Min}} = |A_1 - A_2|$   
 $\Rightarrow |A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$

2. Khi biết một dao động thành phần  $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$  và dao động tổng hợp  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$  thì dao động thành phần còn lại là  $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$ .

Trong đó:  $A_2^2 = A^2 + A_1^2 - 2AA_1 \cos(\varphi - \varphi_1)$

$$\tan \varphi_2 = \frac{A \sin \varphi - A_1 \sin \varphi_1}{A \cos \varphi - A_1 \cos \varphi_1} \quad \text{với } \varphi_1 \leq \varphi \leq \varphi_2 \text{ (nếu } \varphi_1 \leq \varphi_2 \text{)}$$

3. Nếu một vật tham gia đồng thời nhiều dao động điều hoà cùng phương cùng tần số  $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ ;  $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2) \dots$  thì dao động tổng hợp cũng là dao động điều hoà cùng phương cùng tần số  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ .

Chiều lên trục Ox và trục Oy  $\perp$  Ox.

Ta được:  $A_x = A \cos \varphi = A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2 + \dots$

$$A_y = A \sin \varphi = A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2 + \dots$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \quad \text{và} \quad \tan \varphi = \frac{A_y}{A_x} \quad \text{với } \varphi \in [\varphi_{\text{Min}}; \varphi_{\text{Max}}]$$

#### VI. DAO ĐỘNG TẮT DẦN – DAO ĐỘNG CƯỜNG BỨC - CỘNG HƯỞNG

1. Một con lắc lò xo dao động tắt dần với biên độ A, hệ số ma sát  $\mu$ .

\* Quãng đường vật đi được đến lúc dừng lại là:

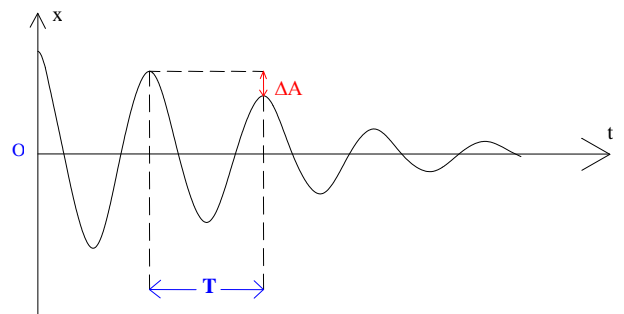
$$S = \frac{kA^2}{2\mu mg} = \frac{\omega^2 A^2}{2\mu g}$$

\* Độ giảm biên độ sau mỗi chu kỳ là:  $\Delta A = \frac{4\mu mg}{k} = \frac{4\mu g}{\omega^2}$

\* Số dao động thực hiện được:  $N = \frac{A}{\Delta A} = \frac{Ak}{4\mu mg} = \frac{\omega^2 A}{4\mu g}$

\* Thời gian vật dao động đến lúc dừng lại:

$$\Delta t = N.T = \frac{AkT}{4\mu mg} = \frac{\pi\omega A}{2\mu g} \quad \left( \text{Nếu coi dao động tắt dần có tính tuần hoàn với chu kỳ } T = \frac{2\pi}{\omega} \right)$$



3. Hiện tượng cộng hưởng xảy ra khi:  $f = f_0$  hay  $\omega = \omega_0$  hay  $T = T_0$

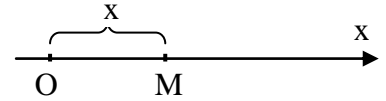
Với f,  $\omega$ , T và  $f_0, \omega_0, T_0$  là tần số, tần số góc, chu kỳ của lực cưỡng bức và của hệ dao động.

**CHƯƠNG III: SÓNG CƠ**

**I. SÓNG CƠ HỌC**

**1. Bước sóng:**  $\lambda = vT = v/f$

Trong đó:  $\lambda$ : Bước sóng;  $T$  (s): Chu kỳ của sóng;  $f$  (Hz): Tần số của sóng  
 $v$ : Tốc độ truyền sóng (có đơn vị tương ứng với đơn vị của  $\lambda$ )



**2. Phương trình sóng**

Tại điểm O:  $u_O = A\cos(\omega t + \varphi)$

Tại điểm M cách O một đoạn x trên phương truyền sóng.

\* Sóng truyền theo chiều dương của trục Ox thì  $u_M = A_M\cos(\omega t + \varphi - \omega \frac{x}{v}) = A_M\cos(\omega t + \varphi - 2\pi \frac{x}{\lambda})$

\* Sóng truyền theo chiều âm của trục Ox thì  $u_M = A_M\cos(\omega t + \varphi + \omega \frac{x}{v}) = A_M\cos(\omega t + \varphi + 2\pi \frac{x}{\lambda})$

**3. Độ lệch pha giữa hai điểm cách nguồn một khoảng  $x_1, x_2$**

$$\Delta\varphi = \omega \frac{|x_1 - x_2|}{v} = 2\pi \frac{|x_1 - x_2|}{\lambda}$$

Nếu 2 điểm đó nằm trên một phương truyền sóng và cách nhau một khoảng x thì:

$$\Delta\varphi = \omega \frac{x}{v} = 2\pi \frac{x}{\lambda}$$

**Lưu ý:** Đơn vị của x,  $x_1, x_2, \lambda$  và v phải tương ứng với nhau

**4.** Trong hiện tượng truyền sóng trên sợi dây, dây được kích thích dao động bởi nam châm điện với tần số dòng điện là f thì tần số dao động của dây là 2f.

**II. SÓNG DỪNG**

**1. Một số chú ý**

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

**2. Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây dài l:**

\* Hai đầu là nút sóng:  $l = k \frac{\lambda}{2} \quad (k \in N^*)$

Số bụng sóng = số bó sóng = k

Số nút sóng = k + 1

\* Một đầu là nút sóng còn một đầu là bụng sóng:  $l = (2k + 1) \frac{\lambda}{4} \quad (k \in N)$

Số bó sóng nguyên = k

Số bụng sóng = số nút sóng = k + 1

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

\* Đầu B cố định (nút sóng):

Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại B:  $u_B = A\cos 2\pi ft$  và  $u'_B = -A\cos 2\pi ft = A\cos(2\pi ft - \pi)$

Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại M cách B một khoảng d là:

$$u_M = A\cos(2\pi ft + 2\pi \frac{d}{\lambda}) \text{ và } u'_M = A\cos(2\pi ft - 2\pi \frac{d}{\lambda} - \pi)$$

Phương trình sóng dừng tại M:  $u_M = u_M + u'_M$

$$u_M = 2A\cos(2\pi \frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2})\cos(2\pi ft - \frac{\pi}{2}) = 2A\sin(2\pi \frac{d}{\lambda})\cos(2\pi ft + \frac{\pi}{2})$$

$$\text{Biên độ dao động của phần tử tại M: } A_M = 2A \left| \cos(2\pi \frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}) \right| = 2A \left| \sin(2\pi \frac{d}{\lambda}) \right|$$

\* Đầu B tự do (bụng sóng):

Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại B:  $u_B = u'_B = A\cos 2\pi ft$

Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại M cách B một khoảng  $d$  là:

$$u_M = A\cos\left(2\pi ft + 2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \text{ và } u'_M = A\cos\left(2\pi ft - 2\pi \frac{d}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng dừng tại M:  $u_M = u_M + u'_M$

$$u_M = 2A\cos\left(2\pi \frac{d}{\lambda}\right)\cos(2\pi ft)$$

$$\text{Biên độ dao động của phần tử tại M: } A_M = 2A \left| \cos\left(2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \right|$$

$$\text{Lưu ý: * Với } x \text{ là khoảng cách từ M đến đầu nút sóng thì biên độ: } A_M = 2A \left| \sin\left(2\pi \frac{x}{\lambda}\right) \right|$$

$$\text{* Với } x \text{ là khoảng cách từ M đến đầu bụng sóng thì biên độ: } A_M = 2A \left| \cos\left(2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \right|$$

### III. GIAO THOA SÓNG

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

Xét điểm M cách hai nguồn lần lượt  $d_1, d_2$

Phương trình sóng tại 2 nguồn  $u_1 = A\cos(2\pi ft + \varphi_1)$  và  $u_2 = A\cos(2\pi ft + \varphi_2)$

Phương trình sóng tại M do hai sóng từ hai nguồn truyền tới:

$$u_{1M} = A\cos\left(2\pi ft - 2\pi \frac{d_1}{\lambda} + \varphi_1\right) \text{ và } u_{2M} = A\cos\left(2\pi ft - 2\pi \frac{d_2}{\lambda} + \varphi_2\right)$$

Phương trình giao thoa sóng tại M:  $u_M = u_{1M} + u_{2M}$

$$u_M = 2A\cos\left[\pi \frac{d_1 - d_2}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2}\right] \cos\left[2\pi ft - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right]$$

$$\text{Biên độ dao động tại M: } A_M = 2A \left| \cos\left(\pi \frac{d_1 - d_2}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2}\right) \right| \text{ với } \Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$$

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

$$\text{* Số cực tiểu: } -\frac{l}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} < k < +\frac{l}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \quad (k \in \mathbb{Z})$$

#### 1. Hai nguồn dao động cùng pha ( $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 0$ )

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

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

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

$$\text{Số đường hoặc số điểm (không tính hai nguồn): } -\frac{l}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{l}{\lambda} - \frac{1}{2}$$

#### 2. Hai nguồn dao động ngược pha: ( $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \pi$ )

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

$$\text{Số đường hoặc số điểm (không tính hai nguồn): } -\frac{l}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{l}{\lambda} - \frac{1}{2}$$

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

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

**Chú ý:** Với bài toán tìm số đường dao động cực đại và không dao động giữa hai điểm M, N cách hai nguồn lần lượt là  $d_{1M}, d_{2M}, d_{1N}, d_{2N}$ .

Đặt  $\Delta d_M = d_{1M} - d_{2M}$ ;  $\Delta d_N = d_{1N} - d_{2N}$  và giả sử  $\Delta d_M < \Delta d_N$ .

+ Hai nguồn dao động cùng pha:

- Cực đại:  $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$
- Cực tiểu:  $\Delta d_M < (k+0,5)\lambda < \Delta d_N$

+ Hai nguồn dao động ngược pha:

- Cực đại:  $\Delta d_M < (k+0,5)\lambda < \Delta d_N$
- Cực tiểu:  $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$

Số giá trị nguyên của k thoả mãn các biểu thức trên là số đường cần tìm.

#### IV. SÓNG ÂM

1. Cường độ âm:  $I = \frac{W}{tS} = \frac{P}{S}$

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

S ( $m^2$ ) là diện tích mặt vuông góc với phương truyền âm (với sóng cầu thì S là diện tích mặt cầu  $S=4\pi R^2$ )

2. Mức cường độ âm

$$L(B) = \lg \frac{I}{I_0} \text{ Hoặc } L(dB) = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0}$$

Với  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$  ở  $f = 1000\text{Hz}$ : cường độ âm chuẩn.

3. \* Tần số do đàn phát ra (hai đầu dây cố định  $\Rightarrow$  hai đầu là nút sóng)

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

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 hoạ âm bậc 2 (tần số  $2f_1$ ), bậc 3 (tần số  $3f_1$ )...

\* Tần số do ống sáo phát ra (một đầu bịt kín, một đầu để hở  $\Rightarrow$  một đầu là nút sóng, một đầu là bụng sóng)

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

Ứng với  $k = 0 \Rightarrow$  âm phát ra âm cơ bản có tần số  $f_1 = \frac{v}{4l}$

$k = 1, 2, 3, \dots$  có các hoạ âm bậc 3 (tần số  $3f_1$ ), bậc 5 (tần số  $5f_1$ )...

#### V. HIỆU ỨNG ĐÓP-PLE

1. Nguồn âm đứng yên, máy thu chuyển động với vận tốc  $v_M$ .

\* Máy thu chuyển động lại gần nguồn âm thì thu được âm có tần số:  $f' = \frac{v+v_M}{v} f$

\* Máy thu chuyển động ra xa nguồn âm thì thu được âm có tần số:  $f'' = \frac{v-v_M}{v} f$

2. Nguồn âm chuyển động với vận tốc  $v_S$ , máy thu đứng yên.

\* Máy thu chuyển động lại gần nguồn âm với vận tốc  $v_M$  thì thu được âm có tần số:  $f' = \frac{v}{v-v_S} f$

\* Máy thu chuyển động ra xa nguồn âm thì thu được âm có tần số:  $f'' = \frac{v}{v+v_S} f$

Với v là vận tốc truyền âm, f là tần số của âm.

**Chú ý:** Có thể dùng công thức tổng quát:  $f' = \frac{v \pm v_M}{v \mp v_S} f$

Máy thu chuyển động lại gần nguồn thì lấy dấu “+” trước  $v_M$ , ra xa thì lấy dấu “-”.

Nguồn phát chuyển động lại gần nguồn thì lấy dấu “-” trước  $v_S$ , ra xa thì lấy dấu “+”.

**CHƯƠNG IV: DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ**

**1. Dao động điện từ**

\* Điện tích tức thời  $q = q_0 \cos(\omega t + \varphi)$

\* Hiệu điện thế (điện áp) tức thời  $u = \frac{q}{C} = \frac{q_0}{C} \cos(\omega t + \varphi) = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$

\* Dòng điện tức thời  $i = \dot{q} = -\omega q_0 \sin(\omega t + \varphi) = I_0 \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$

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

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

$T = 2\pi\sqrt{LC}$  là chu kỳ riêng

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

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

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

\* Năng lượng điện trường:  $W_d = \frac{1}{2} C u^2 = \frac{1}{2} q u = \frac{q^2}{2C}$

$W_d = \frac{q_0^2}{2C} \cos^2(\omega t + \varphi)$

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

\* Năng lượng điện từ:  $W = W_d + W_t$

$W = \frac{1}{2} C U_0^2 = \frac{1}{2} q_0 U_0 = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{1}{2} L I_0^2$

**Chú ý:** + Mạch dao động 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  $T/2$

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

$\rho = I^2 R = \frac{\omega^2 C^2 U_0^2}{2} R = \frac{U_0^2 R C}{2L}$

+ Khi tụ phóng điện thì  $q$  và  $u$  giảm và ngược lại

+ 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.

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

Đại lượng cơ	Đại lượng điện	Dao động cơ	Dao động điện
x	q	$x'' + \omega^2 x = 0$	$q'' + \omega^2 q = 0$
v	i	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
m	L	$x = A \cos(\omega t + \varphi)$	$q = q_0 \cos(\omega t + \varphi)$
k	$\frac{1}{C}$	$v = \dot{x} = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$	$i = \dot{q} = -\omega q_0 \sin(\omega t + \varphi)$

F	u		$A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2$	$q_0^2 = q^2 + \left(\frac{i}{\omega}\right)^2$
$\mu$	R		$W = W_d + W_t$	$W = W_d + W_t$
$W_d$	$W_t (W_C)$		$W_d = \frac{1}{2}mv^2$	$W_t = \frac{1}{2}Li^2$
$W_t$	$W_d (W_L)$		$W_t = \frac{1}{2}kx^2$	$W_d = \frac{q^2}{2C}$

### 3. Sóng điện từ

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 dao động LC thì tần số sóng điện từ phát hoặc thu được bằng tần số riêng của mạch.

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

**Lưu ý:** Mạch dao động có L biến đổi từ  $L_{\text{Min}} \rightarrow L_{\text{Max}}$  và C biến đổi từ  $C_{\text{Min}} \rightarrow C_{\text{Max}}$  thì bước sóng  $\lambda$  của sóng điện từ phát (hoặc thu)

$\lambda_{\text{Min}}$  tương ứng với  $L_{\text{Min}}$  và  $C_{\text{Min}}$

$\lambda_{\text{Max}}$  tương ứng với  $L_{\text{Max}}$  và  $C_{\text{Max}}$

**CHƯƠNG V: ĐIỆN XOAY CHIỀU**

1. Biểu thức điện áp tức thời và dòng điện tức thời:

$$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u) \text{ và } i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$$

Với  $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$  là độ lệch pha của  $u$  so với  $i$ , có  $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$

2. Dòng điện xoay chiều  $i = I_0 \cos(2\pi f t + \varphi_i)$

\* Mỗi giây đổi chiều  $2f$  lần

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

3. Công thức tính thời gian đèn huỳnh quang sáng trong một chu kỳ

Khi đặt điện áp  $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$  vào hai đầu bóng đèn, biết đèn chỉ sáng lên khi  $u \geq U_1$ .

$$\Delta t = \frac{4\Delta\varphi}{\omega} \text{ Với } \cos\Delta\varphi = \frac{U_1}{U_0}, (0 < \Delta\varphi < \pi/2)$$

4. Dòng điện xoay chiều trong đoạn mạch R,L,C

\* Đoạn mạch chỉ có điện trở thuần R:  $u_R$  cùng pha với  $i$ , ( $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = 0$ )

$$I = \frac{U}{R} \text{ và } I_0 = \frac{U_0}{R}$$

**Lưu ý:** Điện trở R cho dòng điện không đổi đi qua và có  $I = \frac{U}{R}$

\* Đoạn mạch chỉ có cuộn thuần cảm L:  $u_L$  nhanh pha hơn  $i$  là  $\pi/2$ , ( $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \pi/2$ )

$$I = \frac{U}{Z_L} \text{ và } I_0 = \frac{U_0}{Z_L} \text{ với } Z_L = \omega L \text{ là cảm kháng}$$

**Lưu ý:** Cuộn thuần cảm L cho dòng điện không đổi đi qua hoàn toàn (không cản trở).

\* Đoạn mạch chỉ có tụ điện C:  $u_C$  chậm pha hơn  $i$  là  $\pi/2$ , ( $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\pi/2$ )

$$I = \frac{U}{Z_C} \text{ và } I_0 = \frac{U_0}{Z_C} \text{ với } Z_C = \frac{1}{\omega C} \text{ là dung kháng}$$

**Lưu ý:** Tụ điện C không cho dòng điện không đổi đi qua (cản trở hoàn toàn).

\* Đoạn mạch RLC không phân nhánh

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \Rightarrow U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} \Rightarrow U_0 = \sqrt{U_{0R}^2 + (U_{0L} - U_{0C})^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}; \sin \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{Z}; \cos \varphi = \frac{R}{Z} \text{ với } -\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$$

+ Khi  $Z_L > Z_C$  hay  $\omega > \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \varphi > 0$  thì  $u$  nhanh pha hơn  $i$

+ Khi  $Z_L < Z_C$  hay  $\omega < \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \varphi < 0$  thì  $u$  chậm pha hơn  $i$

+ Khi  $Z_L = Z_C$  hay  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \varphi = 0$  thì  $u$  cùng pha với  $i$ .

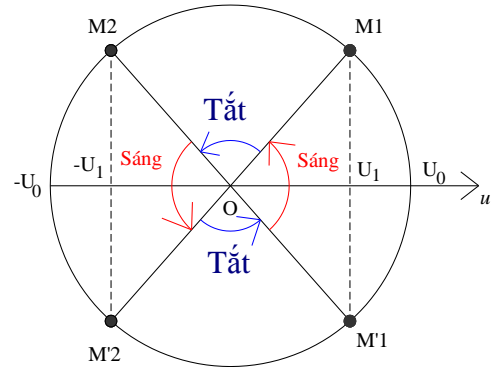
Lúc đó  $I_{\text{Max}} = \frac{U}{R}$  gọi là hiện tượng cộng hưởng dòng điện

5. Công suất toả nhiệt trên đoạn mạch RLC:

\* Công suất tức thời:  $P = UI \cos \varphi + UI \cos(2\omega t + \varphi_u + \varphi_i)$

\* Công suất trung bình:  $P = UI \cos \varphi = I^2 R$ .

6. Điện áp  $u = U_1 + U_0 \cos(\omega t + \varphi)$  được coi gồm một điện áp không đổi  $U_1$  và một điện áp xoay chiều  $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$  đồng thời đặt vào đoạn mạch.



7. Tần số dòng điện do máy phát điện xoay chiều một pha có P cặp cực, rôto quay với vận tốc n vòng/giây phát ra:  $f = pn$  Hz

Từ thông gửi qua khung dây của máy phát điện  $\Phi = NBS\cos(\omega t + \varphi) = \Phi_0\cos(\omega t + \varphi)$

Với  $\Phi_0 = NBS$  là từ thông cực đại, N là số vòng dây, B là cảm ứng từ của từ trường, S là diện tích của vòng dây,  $\omega = 2\pi f$

Suất điện động trong khung dây:  $e = \omega NSB\cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2}) = E_0\cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2})$

Với  $E_0 = \omega NSB$  là suất điện động cực đại.

8. Dòng điện xoay chiều ba pha là hệ thống ba dòng điện xoay chiều, gây bởi ba suất điện động xoay chiều cùng tần số, cùng biên độ nhưng độ lệch pha từng đôi một là  $\frac{2\pi}{3}$

$$\begin{cases} e_1 = E_0\cos(\omega t) \\ e_2 = E_0\cos(\omega t - \frac{2\pi}{3}) \\ e_3 = E_0\cos(\omega t + \frac{2\pi}{3}) \end{cases} \text{ trong trường hợp tải đối xứng thì } \begin{cases} i_1 = I_0\cos(\omega t) \\ i_2 = I_0\cos(\omega t - \frac{2\pi}{3}) \\ i_3 = I_0\cos(\omega t + \frac{2\pi}{3}) \end{cases}$$

Máy phát mắc hình sao:  $U_d = \sqrt{3} U_p$

Máy phát mắc hình tam giác:  $U_d = U_p$

Tải tiêu thụ mắc hình sao:  $I_d = I_p$

Tải tiêu thụ mắc hình tam giác:  $I_d = \sqrt{3} I_p$

**Lưu ý:** Ở máy phát và tải tiêu thụ thường chọn cách mắc tương ứng với nhau.

9. Công thức máy biến áp:  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$

10. Công suất hao phí trong quá trình truyền tải điện năng:  $\Delta P = \frac{P^2}{U^2 \cos^2 \varphi} R$

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

$R = \rho \frac{l}{S}$  là điện trở tổng cộng 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:  $H = \frac{P - \Delta P}{P} \cdot 100\%$

11. Đoạn mạch RLC có R thay đổi:

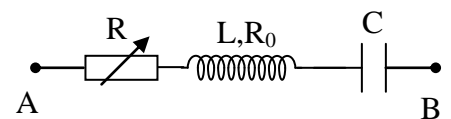
\* Khi  $R = |Z_L - Z_C|$  thì  $P_{Max} = \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|} = \frac{U^2}{2R}$

\* 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  $P_{Max} = \frac{U^2}{2\sqrt{R_1 R_2}}$

\* Trường hợp cuộn dây có điện trở  $R_0$  (hình vẽ)

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





$$\text{Khi } R = \sqrt{R_0^2 + (Z_L - Z_C)^2} \Rightarrow \rho_{R_{\text{Max}}} = \frac{U^2}{2\sqrt{R_0^2 + (Z_L - Z_C)^2} + 2R_0} = \frac{U^2}{2(R + R_0)}$$

12. Đoạn mạch RLC có L thay đổi:

\* Khi  $L = \frac{1}{\omega^2 C}$  thì  $I_{\text{Max}} \Rightarrow U_{R_{\text{Max}}}$ ;  $P_{\text{Max}}$  còn  $U_{LC_{\text{Min}}}$  **Lưu ý:** L và C mắc liên tiếp nhau

\* Khi  $Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}$  thì  $U_{L_{\text{Max}}} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}$  và  $U_{L_{\text{Max}}}^2 = U^2 + U_R^2 + U_C^2$ ;  $U_{L_{\text{Max}}}^2 - U_C U_{L_{\text{Max}}} - U^2 = 0$

\* Với  $L = L_1$  hoặc  $L = L_2$  thì  $U_L$  có cùng giá trị thì  $U_{L_{\text{Max}}}$  khi  $\frac{1}{Z_L} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{Z_{L_1}} + \frac{1}{Z_{L_2}} \right) \Rightarrow L = \frac{2L_1 L_2}{L_1 + L_2}$

\* Khi  $Z_L = \frac{Z_C + \sqrt{4R^2 + Z_C^2}}{2}$  thì  $U_{RL_{\text{Max}}} = \frac{2UR}{\sqrt{4R^2 + Z_C^2} - Z_C}$  **Lưu ý:** R và L mắc liên tiếp nhau

13. Đoạn mạch RLC có C thay đổi:

\* Khi  $C = \frac{1}{\omega^2 L}$  thì  $I_{\text{Max}} \Rightarrow U_{R_{\text{Max}}}$ ;  $P_{\text{Max}}$  còn  $U_{LC_{\text{Min}}}$  **Lưu ý:** L và C mắc liên tiếp nhau

\* Khi  $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$  thì  $U_{C_{\text{Max}}} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R}$  và  $U_{C_{\text{Max}}}^2 = U^2 + U_R^2 + U_L^2$ ;  $U_{C_{\text{Max}}}^2 - U_L U_{C_{\text{Max}}} - U^2 = 0$

\* Khi  $C = C_1$  hoặc  $C = C_2$  thì  $U_C$  có cùng giá trị thì  $U_{C_{\text{Max}}}$  khi  $\frac{1}{Z_C} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{Z_{C_1}} + \frac{1}{Z_{C_2}} \right) \Rightarrow C = \frac{C_1 + C_2}{2}$

\* Khi  $Z_C = \frac{Z_L + \sqrt{4R^2 + Z_L^2}}{2}$  thì  $U_{RC_{\text{Max}}} = \frac{2UR}{\sqrt{4R^2 + Z_L^2} - Z_L}$  **Lưu ý:** R và C mắc liên tiếp nhau

14. Mạch RLC có  $\omega$  thay đổi:

\* Khi  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  thì  $I_{\text{Max}} \Rightarrow U_{R_{\text{Max}}}$ ;  $P_{\text{Max}}$  còn  $U_{LC_{\text{Min}}}$  **Lưu ý:** L và C mắc liên tiếp nhau

\* Khi  $\omega = \frac{1}{C} \frac{1}{\sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}}$  thì  $U_{L_{\text{Max}}} = \frac{2U.L}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$

\* Khi  $\omega = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}$  thì  $U_{C_{\text{Max}}} = \frac{2U.L}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$

\* Với  $\omega = \omega_1$  hoặc  $\omega = \omega_2$  thì I hoặc P hoặc  $U_R$  có cùng một giá trị thì  $I_{\text{Max}}$  hoặc  $P_{\text{Max}}$  hoặc  $U_{R_{\text{Max}}}$  khi  $\omega = \sqrt{\omega_1 \omega_2} \Rightarrow$  tần số  $f = \sqrt{f_1 f_2}$

15. Hai đoạn mạch AM gồm  $R_1 L_1 C_1$  nối tiếp và đoạn mạch MB gồm  $R_2 L_2 C_2$  nối tiếp mắc nối tiếp với nhau có  $U_{AB} = U_{AM} + U_{MB} \Rightarrow u_{AB}$ ;  $u_{AM}$  và  $u_{MB}$  cùng pha  $\Rightarrow \tan u_{AB} = \tan u_{AM} = \tan u_{MB}$

16. Hai đoạn mạch  $R_1 L_1 C_1$  và  $R_2 L_2 C_2$  cùng u hoặc cùng i có pha lệch nhau  $\Delta\varphi$

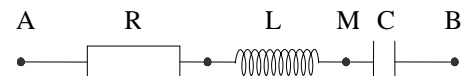
Với  $\tan \varphi_1 = \frac{Z_{L_1} - Z_{C_1}}{R_1}$  và  $\tan \varphi_2 = \frac{Z_{L_2} - Z_{C_2}}{R_2}$  (giả sử  $\varphi_1 > \varphi_2$ )

Có  $\varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi \Rightarrow \frac{\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2}{1 + \tan \varphi_1 \tan \varphi_2} = \tan \Delta\varphi$

Trường hợp đặc biệt  $\Delta\varphi = \pi/2$  (vuông pha nhau) thì  $\tan \varphi_1 \tan \varphi_2 = -1$ .

VD: \* Mạch điện ở hình 1 có  $u_{AB}$  và  $u_{AM}$  lệch pha nhau  $\Delta\varphi$

Ở đây 2 đoạn mạch AB và AM có cùng i và  $u_{AB}$  chậm pha hơn  $u_{AM}$



$$\Rightarrow \varphi_{AM} - \varphi_{AB} = \Delta\varphi \Rightarrow \frac{\tan \varphi_{AM} - \tan \varphi_{AB}}{1 + \tan \varphi_{AM} \tan \varphi_{AB}} = \tan \Delta\varphi$$

Nếu  $u_{AB}$  vuông pha với  $u_{AM}$  thì  $\tan \varphi_{AM} \tan \varphi_{AB} = -1 \Rightarrow \frac{Z_L}{R} \frac{Z_L - Z_C}{R} = -1$

\* Mạch điện ở hình 2: Khi  $C = C_1$  và  $C = C_2$  (giả sử  $C_1 > C_2$ ) thì  $i_1$  và  $i_2$  lệch pha nhau  $\Delta\varphi$

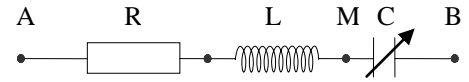
Ở đây hai đoạn mạch  $RLC_1$  và  $RLC_2$  có cùng  $u_{AB}$

Gọi  $\varphi_1$  và  $\varphi_2$  là độ lệch pha của  $u_{AB}$  so với  $i_1$  và  $i_2$

thì có  $\varphi_1 > \varphi_2 \Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi$

Nếu  $I_1 = I_2$  thì  $\varphi_1 = -\varphi_2 = \Delta\varphi/2$

Nếu  $I_1 \neq I_2$  thì tính  $\frac{\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2}{1 + \tan \varphi_1 \tan \varphi_2} = \tan \Delta\varphi$



Hình 2

**CHƯƠNG VI: SÓNG ÁNH SÁNG**

**1. Hiện tượng tán sắc ánh sáng.**

\* Đ/n: Là hiện tượng ánh sáng bị tách thành nhiều màu khác nhau khi đi qua mặt phân cách của hai môi trường trong suốt.

\* Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc  
Ánh sáng đơn sắc có tần số xác định, chỉ có một màu.

Bước sóng của ánh sáng đơn sắc  $l = \frac{v}{f}$ , truyền trong chân không  $l_0 = \frac{c}{f}$  Þ  $\frac{l_0}{l} = \frac{c}{v}$  Þ  $l = \frac{l_0}{n}$

\* Chiết suất của môi trường trong suốt phụ thuộc vào màu sắc ánh sáng. Đối với ánh sáng màu đỏ là nhỏ nhất, màu tím là lớn nhất.

\* Ánh sáng trắng là tập hợp của vô số ánh sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

Bước sóng của ánh sáng trắng:  $0,4 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m}$ .

**2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng (chỉ xét giao thoa ánh sáng trong thí nghiệm Iâng).**

\* Đ/n: Là sự tổng hợp của hai hay nhiều sóng ánh sáng kết hợp trong không gian trong đó xuất hiện những vạch sáng và những vạch tối xen kẽ nhau.

Các vạch sáng (vân sáng) và các vạch tối (vân tối) gọi là vân giao thoa.

\* Hiệu đường đi của ánh sáng (hiệu quang trình)

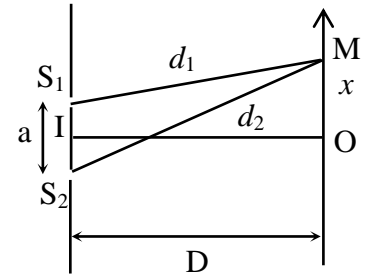
$$Dd = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$$

Trong đó:  $a = S_1S_2$  là khoảng cách giữa hai khe sáng

$D = OI$  là khoảng cách từ hai khe sáng  $S_1, S_2$  đến màn quan sát

$$S_1M = d_1; S_2M = d_2$$

$x = OM$  là (toạ độ) khoảng cách từ vân trung tâm đến điểm M ta xét



\* Vị trí (toạ độ) vân sáng:  $\Delta d = k\lambda \Rightarrow x = k \frac{lD}{a}; k \in \mathbb{Z}$

$k = 0$ : Vân sáng trung tâm

$k = \pm 1$ : Vân sáng bậc (thứ) 1

$k = \pm 2$ : Vân sáng bậc (thứ) 2

\* Vị trí (toạ độ) vân tối:  $\Delta d = (k + 0,5)\lambda \Rightarrow x = (k + 0,5) \frac{lD}{a}; k \in \mathbb{Z}$

$k = 0, k = -1$ : Vân tối thứ (bậc) nhất

$k = 1, k = -2$ : Vân tối thứ (bậc) hai

$k = 2, k = -3$ : Vân tối thứ (bậc) ba

\* Khoảng vân  $i$ : Là khoảng cách giữa hai vân sáng hoặc hai vân tối liên tiếp:  $i = \frac{lD}{a}$

\* Nếu thí nghiệm được tiến hành trong môi trường trong suốt có chiết suất  $n$  thì bước sóng và khoảng vân:

$$l_n = \frac{l}{n} \text{ Þ } i_n = \frac{l_n D}{a} = \frac{i}{n}$$

\* Khi nguồn sáng S di chuyển theo phương song song với  $S_1S_2$  thì hệ vân di chuyển ngược chiều và khoảng vân  $i$  vẫn không đổi.

Độ dời của hệ vân là:  $x_0 = \frac{D}{D_1} d$

Trong đó:  $D$  là khoảng cách từ 2 khe tới màn

$D_1$  là khoảng cách từ nguồn sáng tới 2 khe

$d$  là độ dịch chuyển của nguồn sáng

\* Khi trên đường truyền của ánh sáng từ khe  $S_1$  (hoặc  $S_2$ ) được đặt một bản mỏng dày  $e$ , chiết suất  $n$  thì hệ vân sẽ dịch chuyển về phía  $S_1$  (hoặc  $S_2$ ) một đoạn:  $x_0 = \frac{(n-1)eD}{a}$

\* Xác định số vân sáng, vân tối trong vùng giao thoa (trường giao thoa) có bề rộng  $L$  (đối xứng qua vân trung tâm)

+ Số vân sáng (là số lẻ):  $N_s = 2 \frac{L}{\lambda} + 1$

+ Số vân tối (là số chẵn):  $N_t = 2 \frac{L}{\lambda} + 0,5$

Trong đó  $[x]$  là phần nguyên của  $x$ . Ví dụ:  $[6] = 6$ ;  $[5,05] = 5$ ;  $[7,99] = 7$

\* Xác định số vân sáng, vân tối giữa hai điểm M, N có tọa độ  $x_1, x_2$  (giả sử  $x_1 < x_2$ )

+ Vân sáng:  $x_1 < ki < x_2$

+ Vân tối:  $x_1 < (k+0,5)i < x_2$

Số giá trị  $k \in \mathbb{Z}$  là số vân sáng (vân tối) cần tìm

**Lưu ý:** M và N cùng phía với vân trung tâm thì  $x_1$  và  $x_2$  cùng dấu.

M và N khác phía với vân trung tâm thì  $x_1$  và  $x_2$  khác dấu.

\* Xác định khoảng vân  $i$  trong khoảng có bề rộng  $L$ . Biết trong khoảng  $L$  có  $n$  vân sáng.

+ Nếu 2 đầu là hai vân sáng thì:  $i = \frac{L}{n-1}$

+ Nếu 2 đầu là hai vân tối thì:  $i = \frac{L}{n}$

+ Nếu một đầu là vân sáng còn một đầu là vân tối thì:  $i = \frac{L}{n-0,5}$

\* Sự trùng nhau của các bức xạ  $\lambda_1, \lambda_2 \dots$  (khoảng vân tương ứng là  $i_1, i_2 \dots$ )

+ Trùng nhau của vân sáng:  $x_s = k_1 i_1 = k_2 i_2 = \dots \Rightarrow k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 = \dots$

+ Trùng nhau của vân tối:  $x_t = (k_1 + 0,5) i_1 = (k_2 + 0,5) i_2 = \dots \Rightarrow (k_1 + 0,5) \lambda_1 = (k_2 + 0,5) \lambda_2 = \dots$

**Lưu ý:** Vị trí có màu cùng màu với vân sáng trung tâm là vị trí trùng nhau của tất cả các vân sáng của các bức xạ.

\* Trong hiện tượng giao thoa ánh sáng trắng ( $0,4 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m}$ )

- Bề rộng quang phổ bậc  $k$ :  $Dx = k \frac{D}{a} (l_d - l_t)$  với  $\lambda_d$  và  $\lambda_t$  là bước sóng ánh sáng đỏ và tím

- Xác định số vân sáng, số vân tối và các bức xạ tương ứng tại một vị trí xác định (đã biết  $x$ )

+ Vân sáng:  $x = k \frac{l D}{a}$  &  $l = \frac{ax}{kD}$ ,  $k \in \mathbb{Z}$

Với  $0,4 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m} \Rightarrow$  các giá trị của  $k \Rightarrow \lambda$

+ Vân tối:  $x = (k + 0,5) \frac{l D}{a}$  &  $l = \frac{ax}{(k + 0,5)D}$ ,  $k \in \mathbb{Z}$

Với  $0,4 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m} \Rightarrow$  các giá trị của  $k \Rightarrow \lambda$

- Khoảng cách dài nhất và ngắn nhất giữa vân sáng và vân tối cùng bậc  $k$ :

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

$$\Delta x_{Max} = \frac{D}{a} [k\lambda_d + (k-0,5)\lambda_t] \text{ Khi vân sáng và vân tối nằm khác phía đối với vân trung tâm.}$$

$$\Delta x_{Max} = \frac{D}{a} [k\lambda_d - (k-0,5)\lambda_t] \text{ Khi vân sáng và vân tối nằm cùng phía đối với vân trung tâm.}$$

**CHƯƠNG VII: LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG**

**1. Năng lượng một lượng tử ánh sáng (hạt photon)**

$$e = hf = \frac{hc}{l} = mc^2$$

Trong đó  $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$  Js là hằng số Plăng.

$c = 3 \cdot 10^8$  m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không.

$f, \lambda$  là tần số, bước sóng của ánh sáng (của bức xạ).

$m$  là khối lượng của photon

**2. Tia Ronghen (tia X)**

Bước sóng nhỏ nhất của tia Ronghen

$$l_{Min} = \frac{hc}{E_d}$$

Trong đó  $E_d = \frac{mv^2}{2} = |e|U + \frac{mv_0^2}{2}$  là động năng của electron khi đập vào đối catốt (đối âm cực)

$U$  là hiệu điện thế 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  $v_0 = 0$ )

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

**3. Hiện tượng quang điện**

\* Công thức Anhtan

$$e = hf = \frac{hc}{l} = A + \frac{mv_{0Max}^2}{2}$$

Trong đó  $A = \frac{hc}{l_0}$  là công thoát của kim loại dùng làm catốt

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

$v_{0Max}$  là vận tốc ban đầu của electron quang điện khi thoát khỏi catốt

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

\* Để dòng quang điện triệt tiêu thì  $U_{AK} \leq U_h$  ( $U_h < 0$ ),  $U_h$  gọi là hiệu điện thế hãm

$$|eU_h| = \frac{mv_{0Max}^2}{2}$$

**Lưu ý:** Trong một số bài toán người ta lấy  $U_h > 0$  thì đó là độ lớn.

\* Xét vật cô lập về điện, có điện thế cực đại  $V_{Max}$  và khoảng cách cực đại  $d_{Max}$  mà electron chuyển động trong điện trường cân có cường độ  $E$  được tính theo công thức:

$$|e|V_{Max} = \frac{1}{2}mv_{0Max}^2 = |e|Ed_{Max}$$

\* Với  $U$  là hiệu điện thế giữa anốt và catốt,  $v_A$  là vận tốc cực đại của electron khi đập vào anốt,  $v_K = v_{0Max}$  là vận tốc ban đầu cực đại của electron khi rời catốt thì:

$$|e|U = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_K^2$$

\* Hiệu suất lượng tử (hiệu suất quang điện)

$$H = \frac{n}{n_0}$$

Với  $n$  và  $n_0$  là số electron quang điện bứt khỏi catốt và số photon đập vào catốt trong cùng một khoảng thời gian  $t$ .

$$\text{Công suất của nguồn bức xạ: } p = \frac{n_0 e}{t} = \frac{n_0 hf}{t} = \frac{n_0 hc}{l t}$$

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

$$H = \frac{I_{bh}e}{p|e|} = \frac{I_{bh}hf}{p|e|} = \frac{I_{bh}hc}{pl|e|}$$

\* Bán kính quỹ đạo của electron khi chuyển động với vận tốc v trong từ trường đều B

$$R = \frac{mv}{|e|B \sin a}, \quad a = (\mathbf{v}, \mathbf{B})$$

Xét electron vừa rời khỏi catốt thì v = v<sub>0Max</sub>

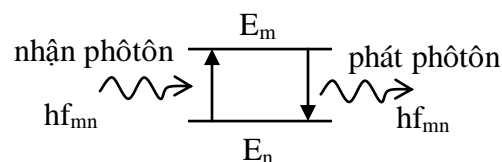
Khi  $\mathbf{v} \perp \mathbf{B}$   $\sin a = 1$   $R = \frac{mv}{|e|B}$

**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<sub>0Max</sub>, hiệu điện thế hãm U<sub>h</sub>, điện thế cực đại V<sub>Max</sub>, ... đều được tính ứng với bức xạ có λ<sub>Min</sub> (hoặc f<sub>Max</sub>)

4. Tiên đề Bo - Quang phổ nguyên tử Hidrô

\* Tiên đề Bo

$$e = hf_{mn} = \frac{hc}{l_{mn}} = E_m - E_n$$



$$E_m > E_n$$

\* Bán kính quỹ đạo dừng thứ n của electron trong nguyên tử hidrô:

$$r_n = n^2 r_0$$

Với r<sub>0</sub> = 5,3.10<sup>-11</sup>m là bán kính Bo (ở quỹ đạo K)

\* Năng lượng electron trong nguyên tử hidrô:

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

\* Sơ đồ mức năng lượng

- Dãy Laiman: Nằm trong vùng tử ngoại

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

**Lưu ý:** Vạch dài nhất λ<sub>LK</sub> khi e chuyển từ L → K

Vạch ngắn nhất λ<sub>∞K</sub> khi e chuyển từ ∞ → K.

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

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

Vùng ánh sáng nhìn thấy có 4 vạch:

Vạch đỏ H<sub>α</sub> ứng với e: M → L

Vạch lam H<sub>β</sub> ứng với e: N → L

Vạch chàm H<sub>γ</sub> ứng với e: O → L

Vạch tím H<sub>δ</sub> ứng với e: P → L

**Lưu ý:** Vạch dài nhất λ<sub>ML</sub> (Vạch đỏ H<sub>α</sub>)

Vạch ngắn nhất λ<sub>∞L</sub> khi e chuyển từ ∞ → L.

- Dãy Pasen: Nằm trong vùng hồng ngoại

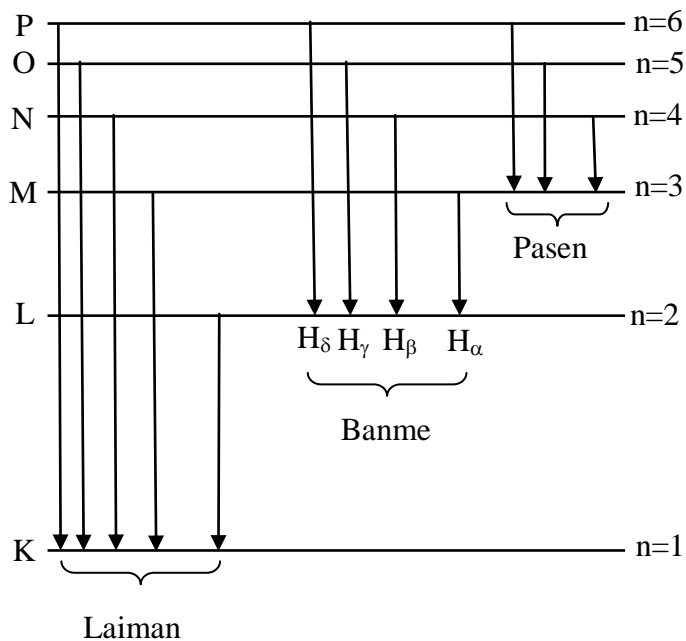
Ứng với e chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo M

**Lưu ý:** Vạch dài nhất λ<sub>NM</sub> khi e chuyển từ N → M.

Vạch ngắn nhất λ<sub>∞M</sub> khi e chuyển từ ∞ → M.

Mối liên hệ giữa các bước sóng và tần số của các vạch quang phổ của nguyên tử hidrô:

$$\frac{1}{\lambda_{13}} = \frac{1}{\lambda_{12}} + \frac{1}{\lambda_{23}} \quad \text{và } f_{13} = f_{12} + f_{23} \quad (\text{nghư cộng véctơ})$$





**CHƯƠNG IX. VẬT LÝ HẠT NHÂN**

**1. Hiện tượng phóng xạ**

\* Số nguyên tử chất phóng xạ còn lại sau thời gian t

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

\* Số hạt nguyên tử bị phân rã bằng số hạt nhân con được tạo thành và bằng số hạt ( $\alpha$  hoặc  $e^-$  hoặc  $e^+$ ) được tạo thành:

$$DN = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$$

\* Khối lượng chất phóng xạ còn lại sau thời gian t

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

Trong đó:  $N_0, m_0$  là số nguyên tử, khối lượng chất phóng xạ ban đầu

T là chu kỳ bán rã

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T} \text{ là hằng số phóng xạ}$$

$\lambda$  và T không phụ thuộc vào các tác động bên ngoài mà chỉ phụ thuộc bản chất bên trong của chất phóng xạ.

\* Khối lượng chất bị phóng xạ sau thời gian t

$$Dm = m_0 - m = m_0(1 - e^{-\lambda t})$$

\* Phần trăm chất phóng xạ bị phân rã:  $\frac{Dm}{m_0} = 1 - e^{-\lambda t}$

Phần trăm chất phóng xạ còn lại:  $\frac{m}{m_0} = 2^{-\frac{t}{T}} = e^{-\lambda t}$

\* Khối lượng chất mới được tạo thành sau thời gian t

$$m_1 = \frac{DN}{N_A} A_1 = \frac{A_1 N_0}{N_A} (1 - e^{-\lambda t}) = \frac{A_1}{A} m_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

Trong đó: A,  $A_1$  là số khối của chất phóng xạ ban đầu và của chất mới được tạo thành

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  là số Avôgađrô.

**Lưu ý:** Trường hợp phóng xạ  $\beta^+, \beta^-$  thì  $A = A_1 \Rightarrow m_1 = \Delta m$

\* Độ phóng xạ H

Là đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ, đo bằng số phân rã trong 1 giây.

$$H = H_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = H_0 \cdot e^{-\lambda t} = \lambda N$$

$H_0 = \lambda N_0$  là độ phóng xạ ban đầu.

Đơn vị: Becoren (Bq); 1Bq = 1 phân rã/giây

Curi (Ci); 1 Ci =  $3,7 \cdot 10^{10}$  Bq

**Lưu ý:** Khi tính độ phóng xạ H,  $H_0$  (Bq) thì chu kỳ phóng xạ T phải đổi ra đơn vị giây(s).

**2. Hệ thức Anhxtanh, độ hụt khối, năng lượng liên kết**

\* Hệ thức Anhxtanh giữa khối lượng và năng lượng

Vật có khối lượng m thì có năng lượng nghỉ  $E = m \cdot c^2$

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

\* Độ hụt khối của hạt nhân  ${}^A_Z X$

$$\Delta m = m_0 - m$$

Trong đó  $m_0 = Zm_p + Nm_n = Zm_p + (A-Z)m_n$  là khối lượng các nuclôn.

m là khối lượng hạt nhân X.

\* Năng lượng liên kết  $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = (m_0 - m)c^2$



\* Năng lượng liên kết riêng (là năng lượng liên kết tính cho 1 nuclôn):  $\frac{DE}{A}$

**Lưu ý:** Năng lượng liên kết riêng càng lớn thì hạt nhân càng bền vững.

**3. Phản ứng hạt nhân**

\* Phương trình phản ứng:  ${}^A_1X_1 + {}^A_2X_2 \rightarrow {}^A_3X_3 + {}^A_4X_4$

Trong số các hạt này có thể là hạt sơ cấp như nuclôn, electron, photon ...

Trường hợp đặc biệt là sự phóng xạ:  $X_1 \rightarrow X_2 + X_3$

$X_1$  là hạt nhân mẹ,  $X_2$  là hạt nhân con,  $X_3$  là hạt  $\alpha$  hoặc  $\beta$

\* Các định luật bảo toàn

+ Bảo toàn số nuclôn (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:  $p_1 + p_2 = p_3 + p_4$  hay  $m_1v_1 + m_2v_2 = m_3v_3 + m_4v_4$

+ Bảo toàn năng lượng:  $K_{X_1} + K_{X_2} + DE = K_{X_3} + K_{X_4}$

Trong đó:  $\Delta E$  là năng lượng phản ứng hạt nhân

$$K_x = \frac{1}{2} m_x v_x^2 \text{ là động năng chuyển động của hạt X}$$

**Lưu ý:** - Không có định luật bảo toàn khối lượng.

- Mọi quan hệ giữa động lượng  $p_x$  và động năng  $K_x$  của hạt X là:  $p_x^2 = 2m_x K_x$

- Khi tính vận tốc  $v$  hay động năng  $K$  thường áp dụng quy tắc hình bình hành

Ví dụ:  $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$  biết  $j = p_1, p_2$

$$p^2 = p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2\cos j$$

$$\text{hay } (mv)^2 = (m_1v_1)^2 + (m_2v_2)^2 + 2m_1m_2v_1v_2\cos j$$

$$\text{hay } mK = m_1K_1 + m_2K_2 + 2\sqrt{m_1m_2K_1K_2}\cos j$$

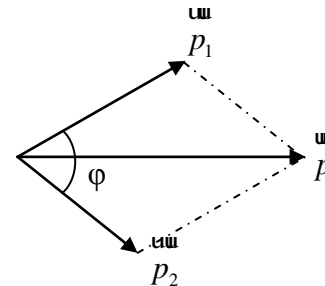
Tương tự khi biết  $\varphi_1 = p_1, p$  hoặc  $\varphi_2 = p_2, p$

Trường hợp đặc biệt:  $p_1 \perp p_2 \Rightarrow p^2 = p_1^2 + p_2^2$

Tương tự khi  $p_1 \perp p$  hoặc  $p_2 \perp p$

$$v = 0 \text{ (p = 0)} \Rightarrow p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{K_1}{K_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} \gg \frac{A_2}{A_1}$$

Tương tự  $v_1 = 0$  hoặc  $v_2 = 0$ .



\* Năng lượng phản ứng hạt nhân

$$\Delta E = (M_0 - M)c^2$$

Trong đó:  $M_0 = m_{X_1} + m_{X_2}$  là tổng khối lượng các hạt nhân trước phản ứng.

$M = m_{X_3} + m_{X_4}$  là tổng khối lượng các hạt nhân sau phản ứng.

**Lưu ý:** - Nếu  $M_0 > M$  thì phản ứng tỏa năng lượng  $\Delta E$  dưới dạng động năng của các hạt  $X_3, X_4$  hoặc photon  $\gamma$ .

Các hạt sinh ra có độ hụt khối lớn hơn nên bền vững hơn.

- Nếu  $M_0 < M$  thì phản ứng thu năng lượng  $|\Delta E|$  dưới dạng động năng của các hạt  $X_1, X_2$  hoặc photon  $\gamma$ .

Các hạt sinh ra có độ hụt khối nhỏ hơn nên kém bền vững.

\* Trong phản ứng hạt nhân  ${}^A_1X_1 + {}^A_2X_2 \rightarrow {}^A_3X_3 + {}^A_4X_4$

Các hạt nhân  $X_1, X_2, X_3, X_4$  có:

Năng lượng liên kết riêng tương ứng là  $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \epsilon_4$ .

Năng lượng liên kết tương ứng là  $\Delta E_1, \Delta E_2, \Delta E_3, \Delta E_4$

Độ hụt khối tương ứng là  $\Delta m_1, \Delta m_2, \Delta m_3, \Delta m_4$

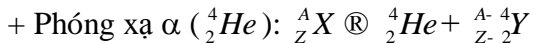
Năng lượng của phản ứng hạt nhân

$$\Delta E = A_3\varepsilon_3 + A_4\varepsilon_4 - A_1\varepsilon_1 - A_2\varepsilon_2$$

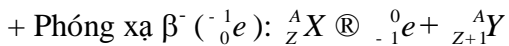
$$\Delta E = \Delta E_3 + \Delta E_4 - \Delta E_1 - \Delta E_2$$

$$\Delta E = (\Delta m_3 + \Delta m_4 - \Delta m_1 - \Delta m_2)c^2$$

\* Quy tắc dịch chuyển của sự phóng xạ

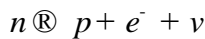


So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con lùi 2 ô trong bảng tuần hoàn và có số khối giảm 4 đơn vị.



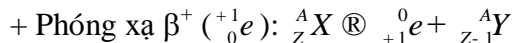
So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con tiến 1 ô trong bảng tuần hoàn và có cùng số khối.

Thực chất của phóng xạ  $\beta^-$  là một hạt notrôn biến thành một hạt prôtôn, một hạt electron và một hạt notrino:



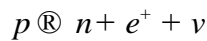
**Lưu ý:** - Bản chất (thực chất) của tia phóng xạ  $\beta^-$  là hạt electron ( $e^-$ )

- Hạt notrino ( $\nu$ ) không mang điện, không khối lượng (hoặc rất nhỏ) chuyển động với vận tốc của ánh sáng và hầu như không tương tác với vật chất.



So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con lùi 1 ô trong bảng tuần hoàn và có cùng số khối.

Thực chất của phóng xạ  $\beta^+$  là một hạt prôtôn biến thành một hạt notrôn, một hạt pôzitrôn và một hạt notrino:



**Lưu ý:** Bản chất (thực chất) của tia phóng xạ  $\beta^+$  là hạt pôzitrôn ( $e^+$ )

+ Phóng xạ  $\gamma$  (hạt phôtôn)

Hạt nhân con sinh ra ở trạng thái kích thích có mức năng lượng  $E_1$  chuyển xuống mức năng lượng  $E_2$  đồng thời phóng ra một phôtôn có năng lượng

$$e = hf = \frac{hc}{\lambda} = E_1 - E_2$$

**Lưu ý:** Trong phóng xạ  $\gamma$  không có sự biến đổi hạt nhân  $\Rightarrow$  phóng xạ  $\gamma$  thường đi kèm theo phóng xạ  $\alpha$  và  $\beta$ .

#### 4. Các hằng số và đơn vị thường sử dụng

\* Số Avôgađrô:  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

\* Đơn vị năng lượng:  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ;  $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

\* Đơn vị khối lượng nguyên tử (đơn vị Cacbon):  $1u = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931 \text{ MeV}/c^2$

\* Điện tích nguyên tố:  $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

\* Khối lượng prôtôn:  $m_p = 1,0073u$

\* Khối lượng notrôn:  $m_n = 1,0087u$

\* Khối lượng electron:  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 0,0005u$