

# HỆ THỐNG HOÁ KIẾN THỨC VẬT LÝ 12 VÀ CÁC CÔNG THỨC

## TÍNH NHANH TRONG BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM.

### CHƯƠNG : DAO ĐỘNG CƠ

#### I. DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

1. Phương trình dao động:  $x = A\cos(\omega t + \varphi)$
2. Vận tốc tức thời:  $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$   
 $v$  luôn cùng chiều với chiều chuyển động (vật động theo chiều dương thì  $v > 0$ , theo chiều âm thì  $v < 0$ )
3. Gia tốc tức thời:  $a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi)$   
 $a$  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:  $W = W_d + W_t = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2$

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

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

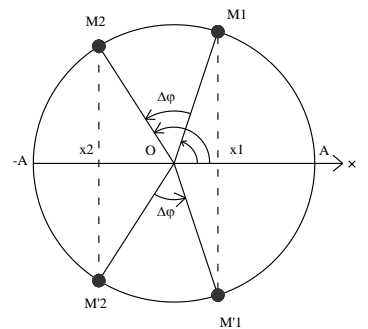
7. Dao động điều hoà có tần số góc là  $\omega$ , tần số  $f$ , chu kỳ  $T$ . Thì động năng và thế năng biến thiên với tần số góc  $2\omega$ , tần số  $2f$ , chu kỳ  $T/2$

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

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

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

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



10. Chiều dài quỹ đạo:  $2A$

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

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

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

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

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

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

Quỹ 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  $\Delta t > T/2$

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

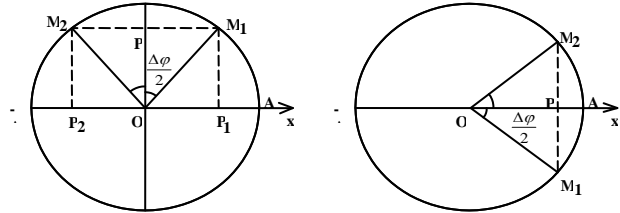
$$\text{trong đó } n \in \mathbb{N}^*; 0 < \Delta t' < \frac{T}{2}$$

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 c/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 c/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  $a = v' = x'' = x_0''$

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:

$$\Delta l_0 = \frac{mg}{k} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l_0}{g}}$$

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

$$\Delta l_0 = \frac{mg \sin \alpha}{k} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l_0}{g \sin \alpha}}$$

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

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

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

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

+ Khi  $A > \Delta l_0$  (Với  $Ox$  hướng xuống):

- Thời gian lò xo nén 1 lần là thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí  $x_1 = -\Delta l_0$  đến  $x_2 = -A$ .

- Thời gian lò xo giãn 1 lần là thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí  $x_1 = -\Delta l_0$  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  $F = -kx = -m\omega^2 x$

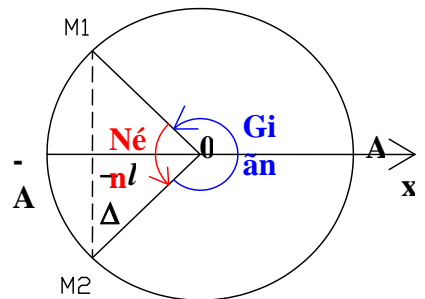
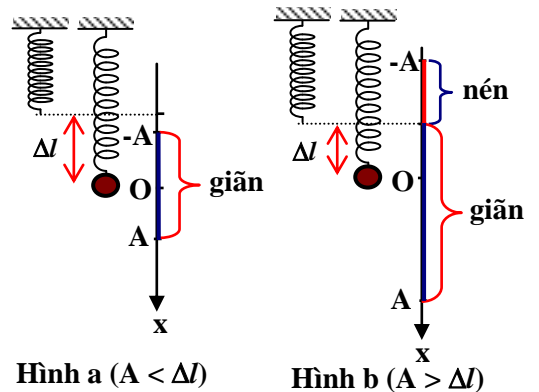
Đặc điểm: \* Là lực gây dao động cho vật.

\* 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)



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

- \* 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:
    - \*  $F_{đh} = k|\Delta l_0 + x|$  với chiều dương hướng xuống
    - \*  $F_{đh} = k|\Delta l_0 - x|$  với chiều dương hướng lên
  - + Lực đàn hồi cực đại (lực kéo):  $F_{Max} = k(\Delta l_0 + A) = F_{Kmax}$  (lúc vật ở vị trí thấp nhất)
  - + Lực đàn hồi cực tiểu:
    - \* Nếu  $A < \Delta l_0 \Rightarrow F_{Min} = k(\Delta l_0 - A) = F_{KMin}$
    - \* Nếu  $A \geq \Delta l_0 \Rightarrow F_{Min} = 0$  (lúc vật đi qua vị trí lò xo không biến dạng)
- Lực đẩy (lực nén) đàn hồi cực đại:  $F_{Nmax} = k(A - \Delta l_0)$  (lúc vật ở vị trí cao nhất)
- \*. Lực đàn hồi, lực hồi phục:

a. Lực đàn hồi:  $F_{đh} = k(\Delta l + x) \Rightarrow \begin{cases} F_{đhM} = k(\Delta l + A) \\ F_{đhm} = k(\Delta l - A) \text{ nếu } \Delta l > A \\ F_{đhm} = 0 \text{ nếu } \Delta l \leq A \end{cases}$

b. Lực hồi phục:  $F_{hp} = kx \Rightarrow \begin{cases} F_{hpM} = kA \\ F_{hpm} = 0 \end{cases} \text{ hay } F_{hp} = ma \Rightarrow \begin{cases} F_{hpM} = m\omega^2 A \\ F_{hpm} = 0 \end{cases}$  lực hồi phục luôn hướng vào vị trí cân bằng.

Chú ý: Khi hệ dao động theo phương nằm ngang thì lực đàn hồi và lực hồi phục là như nhau  $F_{đh} = F_{hp}$ .

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:

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

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

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

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

4. Hệ thức độc lập:

$$* a = -\omega^2 s = -\omega^2 \alpha l \quad * S_0^2 = s^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 \quad * \alpha_0^2 = \alpha^2 + \frac{v^2}{gl}$$

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  $\vec{P}$ )

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

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:  $\tan \alpha = \frac{F}{P}$

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

\*  $\vec{F}$  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  $\alpha_0 \ll 1 \text{rad}$

1

#### MỘT SỐ TRƯỜNG HỢP THƯỜNG GẶP

+ Chọn gốc thời gian  $t_0 = 0$  là lúc vật qua vt cb  $x_0 = 0$  theo chiều dương  $v_0 > 0$ : Pha ban đầu  $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

+ Chọn gốc thời gian  $t_0 = 0$  là lúc vật qua vị trí cân bằng  $x_0 = 0$  theo chiều âm  $v_0 < 0$ : Pha ban đầu  $\varphi = \frac{\pi}{2}$

+ Chọn gốc thời gian  $t_0 = 0$  là lúc vật qua biên dương  $x_0 = A$ : Pha ban đầu  $\varphi = 0$

+ Chọn gốc thời gian  $t_0 = 0$  là lúc vật qua biên âm  $x_0 = -A$ : Pha ban đầu  $\varphi = \pi$

+ Chọn gốc thời gian  $t_0 = 0$  là lúc vật qua vị trí  $x_0 = \frac{A}{2}$  theo chiều dương  $v_0 > 0$ : Pha ban đầu  $\varphi = -\frac{\pi}{3}$

+ Chọn gốc thời gian  $t_0 = 0$  là lúc vật qua vị trí  $x_0 = -\frac{A}{2}$  theo chiều dương  $v_0 > 0$ : Pha ban đầu  $\varphi = -\frac{2\pi}{3}$

+ Chọn gốc thời gian  $t_0 = 0$  là lúc vật qua vị trí  $x_0 = \frac{A}{2}$  theo chiều âm  $v_0 < 0$ : Pha ban đầu  $\varphi = \frac{\pi}{3}$

+  $\cos \alpha = \sin\left(\alpha + \frac{\pi}{2}\right)$ ;  $\sin \alpha = \cos\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right)$

#### 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 ddộng điều hoà cùng phương cùng tần số  $x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$ ;  $x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$  ... 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:

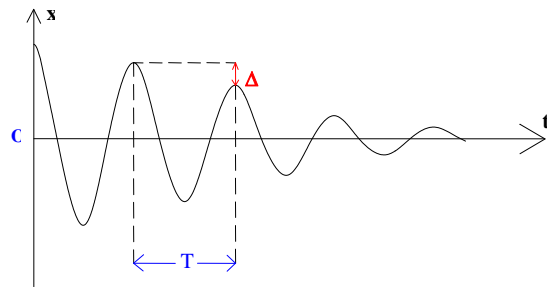
$$\Delta t = N.T = \frac{AkT}{4\mu mg} = \frac{\pi\omega A}{2\mu g} \quad \text{(Nếu coi dao động tắt dần có tính tuần hoàn với chu kỳ } T = \frac{2\pi}{\omega} \text{)}$$

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.

2. Dao động cưỡng bức:  $f_{\text{cưỡng bức}} = f_{\text{ngoại lực}}$ . Có biên độ phụ thuộc vào biên độ của ngoại lực cưỡng bức, lực cản của hệ, và sự chênh lệch tần số giữa dao động cưỡng bức và dao động riêng.

3. Dao động duy trì: Có tần số bằng tần số dao động riêng, có biên độ không đổi.



## CHƯƠNG : SÓNG CƠ



## I. SÓNG CƠ HỌC

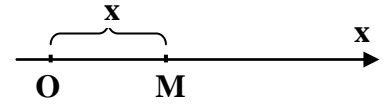
1. Bước sóng:  $\lambda = vT = v/f$

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

Số bụng sóng = số bó sóng = k

Số nút sóng = k + 1

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

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:  $u_M = u_M + u'_M$

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

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

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

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

\* Với  $x$  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:  $u_M = u_{1M} + u_{2M}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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):  $d_1 - d_2 = k\lambda$  ( $k \in \mathbb{Z}$ )

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<sup>2</sup>) 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

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

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)

$$f = (2k+1) \frac{v}{4l} \quad (k \in \mathbb{N}); \quad \text{Ứng với } k = 0 \Rightarrow \text{âm phát ra âm cơ bản có tần số } f_1 = \frac{v}{4l}$$

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

#### IV. ĐẶC ĐIỂM CỦA SÓNG ÂM

1. Sóng âm, dao động âm:

a. Dao động âm: Dao động âm là những dao động cơ học có tần số từ **16Hz** đến **20KHz** mà tai người có thể cảm nhận được.

Sóng âm có tần số nhỏ hơn **16Hz** gọi là sóng hạ âm; sóng âm có tần số lớn hơn **20KHz** gọi là sóng siêu âm.

b. Sóng âm là các sóng cơ học dọc lan truyền trong các môi trường vật chất đàn hồi: rắn, lỏng, khí. Không truyền được trong chân không.

Chú ý: Dao động âm là *dao động cưỡng bức* có tần số bằng tần số của nguồn phát.

2. Vận tốc truyền âm:

Vận tốc truyền âm trong môi trường rắn lớn hơn môi trường lỏng, môi trường lỏng lớn hơn môi trường khí.

Vận tốc truyền âm phụ thuộc vào tính đàn hồi và mật độ của môi trường.

Trong một môi trường, vận tốc truyền âm phụ thuộc vào nhiệt độ và khối lượng riêng của môi trường đó.

3. Đặc trưng sinh lí của âm:

Đặc trưng sinh lí	Đặc trưng vật lí
Độ cao	$f$
Âm sắc	$A, f$
Độ to	$L, f$

- a. Nhạc âm: Nhạc âm là những âm có tần số hoàn toàn xác định; nghe êm tai như tiếng đàn, tiếng hát, ...
- b. Tạp âm: Tạp âm là những âm không có tần số nhất định; nghe khó chịu như tiếng máy nổ, tiếng chân đi,
- c. Độ cao của âm: Độ cao của âm là đặc trưng sinh lí của âm phụ thuộc vào đặc trưng vật lí của âm là *tần số*. Âm cao có tần số lớn, âm trầm có tần số nhỏ.
- d. Âm sắc: Âm sắc là đặc trưng sinh lí phân biệt hai âm có cùng độ cao, nó phụ thuộc vào *biên độ* và *tần số* của âm hoặc phụ thuộc vào đồ thị dao động âm.
- e. Độ to: Độ to là đặc trưng sinh lí của âm phụ thuộc vào đặc trưng vật lí là *mức cường độ âm* và *tần số*.

Ngưỡng nghe: Âm có cường độ bé nhất mà tai người nghe được, thay đổi theo tần số của âm.

Ngưỡng đau: Âm có cường độ lớn đến mức tai người có cảm giác đau ( $I > 10W/m^2$  ứng với  $L = 130dB$  với mọi tần số).

Miền nghe được là giới hạn từ ngưỡng nghe đến ngưỡng đau.

Chú ý: Quá trình truyền sóng là quá trình truyền pha dao động, các phần tử vật chất dao động tại chỗ.

## 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 : DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

### I. CÁC ĐẠI LƯỢNG TRONG MẠCH DAO ĐỘNG LC

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  $i = q' = -\omega q_0 \sin(\omega t + \varphi) = I_0 \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$

\* 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:  $W_d = \frac{1}{2} C u^2 = \frac{1}{2} q u = \frac{q^2}{2C}$  hoặc  $W_d = \frac{q_0^2}{2C} \cos^2(\omega t + \varphi)$

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

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

+ 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. Phương trình độc lập với thời gian:

$q^2 + \frac{i^2}{\omega^2} = Q_0^2$ ;  $\frac{u^2}{L^2 \omega^4} + \frac{i^2}{\omega^2} = Q_0^2$ ;  $u^2 C^2 + \frac{i^2}{\omega^2} = Q_0^2$

Mạch dao động LC lí tưởng thực hiện dao động điện từ. Khoảng thời gian, giữa hai lần liên tiếp, năng lượng điện trường trên tụ điện bằng năng lượng từ trường trong cuộn dây.

Khi năng lượng điện trường trên tụ bằng năng lượng từ trường

trong cuộn cảm, ta có:  $W_d = W_t = \frac{1}{2} W$  hay

$\frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} \right) \Rightarrow q = \pm Q_0 \frac{\sqrt{2}}{2}$

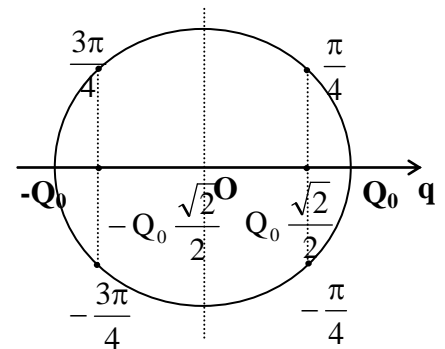
Với hai vị trí li độ  $q = \pm Q_0 \frac{\sqrt{2}}{2}$  trên trục  $Oq$ , tương ứng với 4 vị trí

trên đường tròn, các vị trí này cách đều nhau bởi các cung  $\frac{\pi}{2}$ .

Có nghĩa là, sau hai lần liên tiếp  $W_n = W_t$ , pha dao động đã biến thiên được một lượng là  $\frac{\pi}{2} = \frac{2\pi}{4} \leftrightarrow \frac{T}{4}$ :

Pha dao động biến thiên được  $2\pi$  sau thời gian một chu kì  $T$ .

Tóm lại, cứ sau thời gian  $\frac{T}{4}$  năng lượng điện lại bằng năng lượng từ.



## II. ĐIỆN TỪ TRƯỜNG, SÓNG ĐIỆN TỪ

1. Bước sóng:  $\lambda = \frac{c}{f} = cT$ ;  $v = \frac{c}{n}$ ;  $n$ : Chiết suất của môi trường

2. **Điện từ trường:** Điện trường và từ trường có thể chuyển hóa cho nhau, liên hệ mật thiết với nhau. Chúng là hai mặt của một trường thống nhất gọi là điện từ trường.

3. **Giả thuyết Maxwell:**

a. Giả thuyết 1: Từ trường biến thiên theo thời gian làm xuất hiện một điện trường xoáy.

b. Giả thuyết 2: Điện trường biến thiên theo thời gian làm xuất hiện một từ trường xoáy.

c. Dòng điện dịch: Điện trường biến thiên theo thời gian làm xuất hiện một từ trường xoáy. Điện trường này tương đương như một dòng điện gọi là dòng điện dịch.

4. **Sóng điện từ:** Sóng điện từ là quá trình truyền đi trong không gian của điện từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

a. **Tính chất:** + Sóng điện từ truyền đi với vận tốc rất lớn ( $v \approx c$ ).

+ Sóng điện từ mang năng lượng ( $E: f^4$ ).

+ Sóng điện từ truyền được trong môi trường vật chất và trong chân không.

+ Sóng điện từ tuân theo định luật phản xạ, định luật khúc xạ, giao thoa, nhiễu xạ, ...

+ Sóng điện từ là sóng ngang.

+ Sóng điện từ truyền trong các môi trường vật chất khác nhau có vận tốc khác nhau.

b. **Phân loại và đặc tính của sóng điện từ:**

Loại sóng	Tần số	Bước sóng	Đặc tính
Sóng dài	3 - 300 KHz	$10^5 - 10^3$ m	Năng lượng nhỏ, ít bị nước hấp thụ
Sóng trung	0,3 - 3 MHz	$10^3 - 10^2$ m	Ban ngày tầng điện li hấp thụ mạnh, ban đêm tầng điện li phản xạ
Sóng ngắn	3 - 30 MHz	$10^2 - 10$ m	Năng lượng lớn, bị tầng điện li và mặt đất phản xạ nhiều lần
Sóng cực ngắn	30 - 30000 MHz	$10 - 10^{-2}$ m	Có năng lượng rất lớn, không bị tầng điện li hấp thụ, truyền theo đường thẳng

5. **Mạch chọn sóng:**

a. Bước sóng điện từ mà mạch cần chọn:  $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$ ;  $c = 3.10^8$  (m/s)

b. Một số đặc tính riêng của mạch dao động:

$$C_1 \parallel C_2 : f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_1 + C_2)}} \Rightarrow \frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$$

$$C_1 \text{ nt } C_2 : f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)}} \Rightarrow f^2 = f_1^2 + f_2^2$$

6. **Sóng điện từ**

Vận tốc lan truyền trong không gian  $v = c = 3.10^8$  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.

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

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  $C_{\text{Max}}$

7. **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	$x'' + \omega^2 x = 0$	$q'' + \omega^2 q = 0$

$v$	$i$	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
$m$	$L$	$x = A\cos(\omega t + \varphi)$	$q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$
$k$	$\frac{1}{C}$	$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$	$i = q' = -\omega q_0\sin(\omega t + \varphi)$
$F$	$u$	$A^2 = x^2 + (\frac{v}{\omega})^2$	$q_0^2 = q^2 + (\frac{i}{\omega})^2$
$\mu$	$R$	$F = -kx = -m\omega^2x$	$u = \frac{q}{C} = L\omega^2q$
$W_d$	$W_t (W_C)$	$W_d = \frac{1}{2}mv^2$	$W_t = \frac{1}{2}Li^2$
$W_t$	$W_d (W_L)$	$W_t = \frac{1}{2}kx^2$	$W_d = \frac{q^2}{2C}$

**CHƯƠNG : ĐIỆN XOAY CHIỀU**

**I. CÁC MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU.**

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

$u = U_0\cos(\omega t + \varphi_u)$  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  $i = I_0\cos(2\pi ft + \varphi_i)$**

\* 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  $u \geq U_1$ .

$\Delta t = \frac{4\Delta\varphi}{\omega}$  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  $i$ , ( $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = 0$ ) và  $I = \frac{U}{R}$  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  $\pi/2$ , ( $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \pi/2$ )

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

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

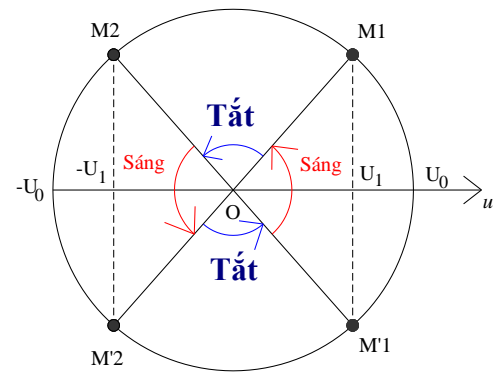
\* Đoạn mạch chỉ có tụ điện C:  $u_C$  chậm pha hơn  $i$  là  $\pi/2$ , ( $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\pi/2$ )

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

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

**5. Đặc điểm đoạn mạch thuần RLC nối tiếp:**

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



b. Độ lệch pha (u so với i):  $\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{U_L - U_C}{U_R} \Rightarrow \begin{cases} Z_L > Z_C : u \text{ sớm pha hơn } i \\ Z_L = Z_C : u \text{ cùng pha với } i \\ Z_L < Z_C : u \text{ trễ pha hơn } i \end{cases}$

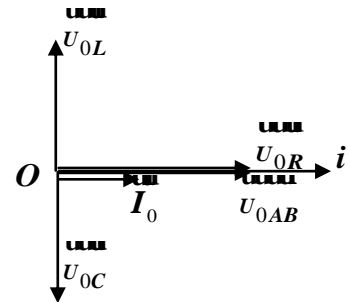
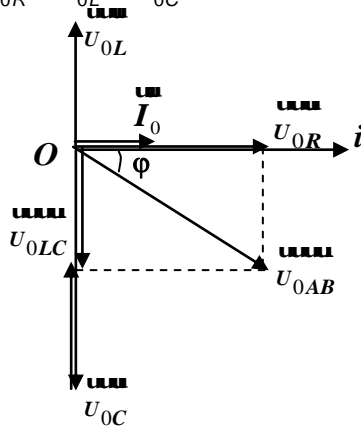
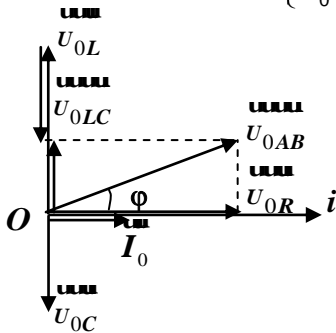
c. Định luật Ohm:  $I_0 = \frac{U_0}{Z}; I = \frac{U}{Z}$

d. Công suất tiêu thụ trên đoạn mạch:  $P = UI \cos \varphi$ ; Hệ số công suất  $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{U_R}{U}$

Chú ý: Với mạch hoặc chỉ chứa L, hoặc chỉ chứa C, hoặc chứa LC không tiêu thụ công suất ( $P = 0$ )

$\begin{cases} \text{Nếu } i = I_0 \cos \omega t \text{ thì } u = U_0 \cos(\omega t + \varphi) \\ \text{Nếu } u = U_0 \cos \omega t \text{ thì } i = I_0 \cos(\omega t - \varphi) \end{cases}; \varphi_{u/i} = \varphi_u - \varphi_i = -\varphi_{i/u}$

e. Giải đồ véc tơ: Ta có:  $\begin{cases} U = U_R + U_L + U_C \\ U_0 = U_{0R} + U_{0L} + U_{0C} \end{cases}$



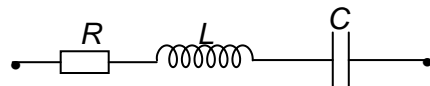
6. Liên hệ giữa các hiệu điện thế hiệu dụng trong đoạn mạch thuần RLC nối tiếp:

Từ  $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$  suy ra  $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$

Tương tự  $Z_{RL} = \sqrt{R^2 + Z_L^2}$  suy ra  $U_{RL} = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$

$Z_{RC} = \sqrt{R^2 + Z_C^2}$  suy ra  $U_{RC} = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$

$Z_{LC} = |Z_L - Z_C|$  suy ra  $U_{LC} = |U_L - U_C|$



7. Công suất tỏa nhiệt trên đoạn mạch RLC:

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

\* 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  $\Phi : \Phi = NBS \cos(\omega t + \varphi) = \Phi_0 \cos(\omega t + \varphi)$  (Wb)

+ Suất điện động tức thời:  $e = -\frac{d\Phi}{dt} = -\Phi'$ ;  $e = \omega NBS \sin(\omega t + \varphi)$  (V)  $= E_0 \sin(\omega t + \varphi)$

$e = E_0 \sin(\omega t + \varphi) = E_0 \cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2}) = \omega NBS \cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2})$  ;  $\sin \alpha = \cos(\alpha - \frac{\pi}{2})$

+ Hiệu điện thế tức thời:  $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$ . Nếu máy phát có điện trở rất nhỏ thì :  $U_0 = E_0$ .

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,  $\omega = 2\pi f$ ,  $E_0 = \omega NBS$  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  $\frac{2\pi}{3}$

$$e_1 = E_0 \cos(\omega t)$$

$$i_1 = I_0 \cos(\omega t)$$

$$e_2 = E_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) \quad \text{trong trường hợp tải đối xứng thì} \quad i_2 = I_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$e_3 = E_0 \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) \quad i_3 = I_0 \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

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:  $\Delta P = \frac{\rho^2}{U^2 \cos^2 \varphi} R$

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:  $H = \frac{P - \Delta P}{P} \cdot 100\% = H = \frac{P_r}{P_v} = \frac{P_t}{P_c} = \frac{U_r}{U_v}$

## II. BÀI TOÁN CỰC TRỊ

1. Hiện tượng cộng hưởng:

$$\text{Điều kiện cộng hưởng} \begin{cases} Z_L = Z_C \\ \omega^2 = \frac{1}{LC} \\ \varphi_{u/i} = 0 \end{cases} \text{ thì } Z_{\min} = R \Rightarrow I_{\max} = \frac{U}{Z_{\min}} = \frac{U}{R}$$

$$\text{Suy ra} \begin{cases} P_{\max} = I_M^2 R = \frac{U^2}{R} = UI_M \\ \cos \varphi = \frac{R}{Z_{\min}} = 1 \end{cases} \text{ . Chú ý } \begin{cases} U_{0R} \uparrow \uparrow U_0 \\ U_0 \uparrow \uparrow I_0 \end{cases}$$

2. Khi điện trở  $R$  thay đổi còn các đại lượng khác giữ không đổi.

\* Công suất  $P$  đạt cực đại khi :

$$R = |Z_L - Z_C| \text{ suy ra } P_M = \frac{U^2}{2R} = \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}; \quad \cos \varphi = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ khi } \text{ño}U_R = \frac{U}{\sqrt{2}}$$

\* Khi  $P < P_{\max}$  luôn tồn tại 2 giá trị  $R_1, R_2$  để công suất tiêu thụ trên mạch bằng nhau, đồng thời thoả mãn đk

$$\begin{cases} \varphi_1 + \varphi_2 = \frac{\pi}{2} \\ R_1 R_2 = (Z_L - Z_C)^2 \\ P_1 = P_2 = \frac{U^2}{R_1 + R_2} \end{cases}$$

\* Các giá trị  $I, U_L, U_C$  đạt cực đại khi :  $R = 0$ .

\* Giá trị  $U_R$  cực đại khi :  $R = \infty$ .

\* Khi  $R = R_1$  hoặc  $R = R_2$  mà công suất trên mạch có giá trị như nhau thì  $P_{\max}$  khi :  $R = \sqrt{R_1 R_2}$ .

Nếu cuộn dây có điện trở  $r$  thì :  $R + r = \sqrt{(R_1 + r)(R_2 + r)}$

**3. Khi giá trị điện dung C của tụ thay đổi**, còn các đại lượng khác không đổi:

\* Hiệu điện thế  $U_C = I Z_C = \frac{U}{\sqrt{\frac{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}{Z_C^2}}} = \frac{U}{\sqrt{\frac{R^2 + Z_L^2}{Z_C^2} - \frac{2Z_L}{Z_C} + 1}}$  đạt cực đại

Khi : 
$$\begin{cases} Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} \\ U_{C\max} = \frac{U \sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R} \end{cases} \quad \text{và} \quad (U_C^{\max})^2 - U_L U_C^{\max} - U^2 = 0$$

\* Khi  $C = C_1$  hoặc  $C = C_2$  mà công suất P trên mạch bằng nhau thì  $P_{\max}$  khi :  $\frac{1}{C} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$

\* Khi  $C = C_1$  hoặc  $C = C_2$  mà  $U_C$  bằng nhau thì  $U_C$  đạt giá trị cực đại khi :  $C = \frac{1}{2} (C_1 + C_2)$ .

\* Khi  $C = C_1$  hoặc  $C = C_2$  mà các giá trị :  $I, P, U_R, U_L$  như nhau thì :  $Z_L = \frac{Z_{C_1} + Z_{C_2}}{2}$

\* Các giá trị  $P, I, U_R, U_L$ , đạt cực đại khi mạch xảy ra cộng hưởng :  $Z_C = Z_L$

**4. Khi giá trị độ tự cảm L của cuộn dây thay đổi**, còn các đại lượng khác không đổi:

\* Hiệu điện thế  $U_L = I Z_L = \frac{U}{\sqrt{\frac{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}{Z_L^2}}} = \frac{U}{\sqrt{\frac{R^2 + Z_C^2}{Z_L^2} - \frac{2Z_C}{Z_L} + 1}}$  đạt cực đại khi :

Khi : 
$$\begin{cases} Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} \\ U_{L\max} = \frac{U \sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R} \end{cases} \quad \text{và khi đó ta có : } (U_L^{\max})^2 - U_C U_L^{\max} - U^2 = 0$$

\* Khi  $L = L_1$  hoặc  $L = L_2$  mà công suất P trên mạch bằng nhau thì  $P_{\max}$  khi :  $L = \frac{1}{2} (L_1 + L_2)$ .

\* Khi  $L = L_1$  hoặc  $L = L_2$  mà  $U_L$  có giá trị như nhau thì  $U_{L\max}$  khi :  $\frac{1}{L} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \right)$ .

\* Khi  $L = L_1$  hoặc  $L = L_2$  mà  $I, P, U_C, U_R$  như nhau thì :  $Z_C = \frac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2}$

\* Các giá trị  $P, I, U_R, U_C$ , đạt cực đại khi mạch xảy ra cộng hưởng :  $Z_L = Z_C$ .

**5. Khi tần số góc  $\omega$  của mạch thay đổi**, còn các giá trị khác không đổi.

$$\omega^2 = \frac{2}{2LC - R^2C^2}$$

\* Điều kiện của  $\omega$  để  $U_L$  max là :  $U_L^{max} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$

\* Điều kiện của  $\omega$  để  $U_C$  max là :

$$\begin{cases} \omega^2 = \frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2} \\ U_C^{max} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}} \end{cases}$$

\* Khi  $\omega = \omega_1$  hoặc  $\omega = \omega_2$  mà  $P, I, Z, \cos\phi, U_R$  có giá trị như nhau thì  $P, I, Z, \cos\phi, U_R$  sẽ đạt giá trị cực đại khi :  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \sqrt{\omega_1\omega_2}$

**6. Liên quan độ lệch pha:**

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

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

c. Trường hợp 3:  $|\varphi_1| + |\varphi_2| = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \tan\varphi_1 \cdot \tan\varphi_2 = \pm 1$ .

**7. Hai đoạn mạch AM** gồm  $R_1L_1C_1$  nối tiếp và đoạn mạch MB gồm  $R_2L_2C_2$  nối tiếp mắc nối tiếp với nhau có  $U_{AB} = U_{AM} + U_{MB} \Rightarrow u_{AB}; u_{AM}$  và  $u_{MB}$  cùng pha  $\Rightarrow \tan u_{AB} = \tan u_{AM} = \tan u_{MB}$

**8. Hai đoạn mạch  $R_1L_1C_1$  và  $R_2L_2C_2$  cùng  $u$  hoặc cùng  $i$  có pha lệch nhau  $\Delta\phi$**

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

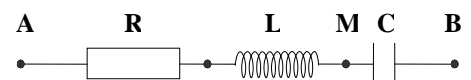
Trường hợp đặc biệt  $\Delta\phi = \pi/2$  (vuông pha nhau) thì  $\tan\varphi_1 \tan\varphi_2 = -1$ .

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

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

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

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

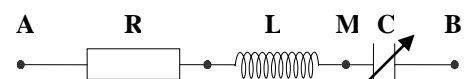


Hình 1

\* 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  $\Delta\phi$

Ở đây hai đoạn mạch RLC<sub>1</sub> và RLC<sub>2</sub> có cùng  $u_{AB}$

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



Hình 2

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

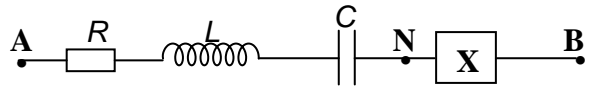
Nếu  $I_1 = I_2$  thì  $\varphi_1 = -\varphi_2 = \Delta\varphi/2$

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

### III. BÀI TOÁN HỢP KÍN (BÀI TOÁN HỢP ĐEN)

1. Mạch điện đơn giản:

a. Nếu  $U_{NB}$  cùng pha với  $i$  suy ra  chỉ chứa  $R_0$



b. Nếu  $U_{NB}$  sớm pha với  $i$  góc  $\frac{\pi}{2}$  suy ra  chỉ chứa  $L_0$

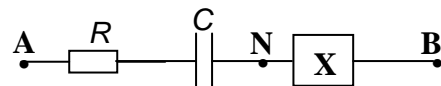
c. Nếu  $U_{NB}$  trễ pha với  $i$  góc  $\frac{\pi}{2}$  suy ra  chỉ chứa  $C_0$

2. Mạch điện phức tạp:

a. Mạch 1

Nếu  $U_{AB}$  cùng pha với  $i$  suy ra  chỉ chứa  $L_0$

Nếu  $U_{AN}$  và  $U_{NB}$  tạo với nhau góc  $\frac{\pi}{2}$  suy ra  chỉ chứa  $R_0$

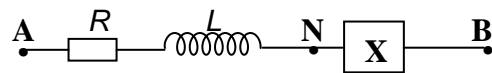


Vậy  chứa ( $R_0, L_0$ )

b. Mạch 2

Nếu  $U_{AB}$  cùng pha với  $i$  suy ra  chỉ chứa  $C_0$

Nếu  $U_{AN}$  và  $U_{NB}$  tạo với nhau góc  $\frac{\pi}{2}$  suy ra  chỉ chứa  $R_0$



Vậy  chứa ( $R_0, C_0$ )

### CHƯƠNG : 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  $l_0 = \frac{c}{f}$  **Đ**  $\frac{l_0}{l} = \frac{c}{v}$  **Đ**  $l = \frac{l_0}{n}$

\* 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:  $0,38 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m}$ .

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)

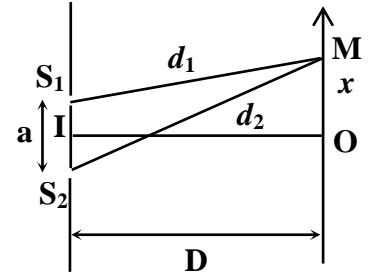
$$Dd = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$$

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 cách giữa n vân sáng liên tiếp nhau là  $l$ :  $l = (n-1)i$

\* Khoảng cách giữa m vân tối liên tiếp nhau là  $l$ :  $l = mi$

\* Tại vị trí M mà  $\begin{cases} \frac{x}{i} = k: \text{Vân sáng } (k) \\ \frac{x}{i} = k + \frac{1}{2}: \text{Vân tối } (k+1) \end{cases}$

\* 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  $k/\text{vân}$ :

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

\* 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.

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

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)

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

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

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:  $x_1 < k\lambda < x_2$

+ Vân tối:  $x_1 < (k+0,5)\lambda < x_2$

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:  $x_s = k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 = \dots \Rightarrow k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 = \dots$

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

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

+ Cách xác định số vân sáng trùng nhau trong một khoảng  $L$ :

- Tìm khoảng cách ngắn nhất giữa 2 vs trùng nhau:  $\Delta x_{\min}$ .

- Số vân sáng trùng nhau:  $n = 2 \left[ \frac{L}{2\Delta x_{\min}} \right] + 1$

\* Trong hiện tượng giao thoa ánh sáng trắng ( $0,38 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m}$ )

- 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:  $x = k \frac{l D}{a}$  &  $l = \frac{ax}{kD}$ ,  $k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k = \frac{ax}{\lambda D}$ .

**Số vân sáng:**  $\frac{ax}{\lambda_{\max} D} \leq k \leq \frac{ax}{\lambda_{\min} D}$

Với  $0,38 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m} \Rightarrow$  có bao nhiêu giá trị của  $k$  thì có bấy nhiêu vs,  $k \in \mathbb{Z}$

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

**Số vân tối:**  $\frac{ax}{\lambda_{\max} D} - 0,5 \leq k \leq \frac{ax}{\lambda_{\min} D} - 0,5$

Với  $0,38 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m} \Rightarrow$  có bao nhiêu giá trị của  $k$  thì có bấy nhiêu vân tối,  $k \in \mathbb{Z}$

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

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

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

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

\*. Vị trí vân sáng bậc  $k_1$  của bức xạ  $\lambda_1$  trùng với vị trí vân sáng bậc  $k_2$  của bức xạ  $\lambda_2$ :  $k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2$

\* . Vị trí vân sáng bậc  $k_1$  của bức xạ  $\lambda_1$  trùng với vị trí vân tối bậc  $k_2$  của bức xạ  $\lambda_2$ :  $k_1\lambda_1 = (k_2 + \frac{1}{2})\lambda_2$

Chú ý: Trong không khí (chân không):  $\lambda = \frac{c}{f}$ ; trong môi trường có chiết suất  $n$ : 
$$\begin{cases} v = \frac{c}{n} \\ \lambda = \frac{v}{f} = \frac{c}{nf} \end{cases}$$

Khoảng vân trong không khí là  $i$ ; trong môi trường có chiết suất  $n$  khoảng vân  $i_{mt} = \frac{i}{n}$

### III. QUANG PHỔ

#### 1. Máy quang phổ:

**a. Định nghĩa:** Máy quang phổ là dụng cụ dùng để phân tích chùm sáng có nhiều thành phần thành những thành phần đơn sắc khác nhau.

#### b. Cấu tạo:

- + Ống chuẩn trực là tạo ra chùm tia song song.
- + Lăng kính để phân tích song song thành những thành phần đơn sắc song song khác nhau.
- + Buồng ảnh là kính ảnh đặt tại tiêu điểm ảnh của thấu kính  $L_2$  để quan sát quang phổ.

#### c. Nguyên tắc hoạt động:

- + Chùm tia qua ống chuẩn trực là chùm tia song song đến lăng kính.
- + Qua lăng kính chùm sáng bị phân tích thành các thành phần đơn sắc song song.
- + Các chùm tia đơn sắc qua buồng ảnh được hội tụ trên kính ảnh.

#### 2. Quang phổ liên tục:

**a. Định nghĩa:** Quang phổ liên tục là dải màu biến thiên liên tục, quang phổ liên tục của ánh sáng là dải màu biến thiên liên tục từ đỏ tới tím.

**b. Nguồn phát:** Các chất rắn, chất lỏng, chất khí có tỉ khối lớn nóng sáng phát ra quang phổ liên tục.

#### c. Đặc điểm, tính chất:

Qp liên tục không phụ thuộc thành phần hóa học của nguồn phát mà chỉ phụ thuộc vào nhiệt của nguồn phát

+ Ở nhiệt độ  $500^\circ C$ , các vật bắt đầu phát ra ánh sáng màu đỏ; ở nhiệt độ  $2500K$  đến  $3000K$  các vật phát ra quang phổ liên tục có màu biến thiên từ đỏ đến tím. Nhiệt độ của bề Mặt Trời khoảng  $6000K$ , ánh sáng của Mặt Trời là ánh sáng trắng.

#### 3. Quang phổ vạch phát xạ:

**a. Định nghĩa:** Qp vạch phát xạ là loại quang phổ gồm những vạch màu đơn sắc nằm trên một nền tối.

**b. Các chất khí hay hơi có áp suất thấp bị kích thích phát ra.**

**c. Đặc điểm:** + Các chất khí hay hơi ở áp suất thấp khác nhau cho những quang phổ vạch khác nhau cả về số lượng vạch, vị trí, màu sắc của các vạch và độ sáng tỉ đối của các vạch.

+ Mỗi chất khí hay hơi ở áp suất thấp có một quang phổ vạch đặc trưng.

#### 4. Quang phổ vạch hấp thụ:

**a. Định nghĩa:** Qp vạch hấp thụ là một hệ thống các vạch tối nằm trên một nền một quang phổ liên tục.

#### b. Cách tạo:

+ Chiếu vào khe của máy quang phổ một ánh sáng trắng ta nhận được một quang phổ liên tục.  
+ Đặt một đèn hơi Natri trên đường truyền tia sáng trước khi đến khe của máy quang phổ, trên nền quang phổ xuất hiện các vạch tối ở đúng vị trí các vạch vàng trong quang phổ vạch phát xạ của Natri.

**c. Điều kiện:** Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải thấp hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra qpl.

**d. Hiện tượng đảo sắc:** Ở một nhiệt độ nhất định, một đám khí hay hơi có khả năng phát ra những ánh sáng đơn sắc nào thì nó cũng có khả năng hấp thụ những ánh sáng đơn sắc đó.

Chú ý: Quang phổ của Mặt Trời mà ta thu được trên Trái Đất là quang phổ hấp thụ, Bề mặt của Mặt Trời phát ra quang phổ liên tục.

### IV. SÓNG ĐIỆN TỪ



Loại sóng	Bước sóng
Tia gamma	Dưới $10^{-12} m$
Tia Roengent	$10^{-12} m$ đến $10^{-9} m$
Tia tử ngoại	$10^{-9} m$ đến $3,8 \cdot 10^{-7} m$
Ánh sáng nhìn thấy	$3,8 \cdot 10^{-7} m$ đến $7,6 \cdot 10^{-7} m$
Tia hồng ngoại	$7,6 \cdot 10^{-7} m$ đến $10^{-3} m$
Sóng vô tuyến	$10^{-3} m$ trở lên

Chú ý  
 $\lambda = \frac{c}{f}$

Vùng đỏ	$\lambda : 0,640\mu m \div 0,760\mu m$
Vùng cam	$\lambda : 0,590\mu m \div 0,650\mu m$
Vùng vàng	$\lambda : 0,570\mu m \div 0,600\mu m$
Vùng lục	$\lambda : 0,500\mu m \div 0,575\mu m$
Vùng lam	$\lambda : 0,450\mu m \div 0,510\mu m$
Vùng chàm	$\lambda : 0,440\mu m \div 0,460\mu m$
Vùng tím	$\lambda : 0,38\mu m \div 0,440\mu m$

### 1. Tia hồng ngoại:

**a. Định nghĩa:** Tia hồng ngoại là những bức xạ không nhìn thấy, có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ ( $\lambda > 0,76\mu m$ ).

- b. Nguồn phát sinh:**
- + Các vật bị nung nóng dưới  $500^{\circ}C$  phát ra tia hồng ngoại.
  - + Có 50% năng lượng Mặt Trời thuộc về vùng hồng ngoại.
  - + Nguồn phát tia hồng ngoại thường là các đèn dây tóc bằng Vonfram nóng sáng có công suất từ  $250W - 1000W$ .

- c. Tính chất, tác dụng:**
- + Có bản chất là sóng điện từ.
  - + Tác dụng nổi bật nhất là tác dụng nhiệt.
  - + Tác dụng lên một loại kính ảnh đặc biệt gọi là kính ảnh hồng ngoại.
  - + Bị hơi nước hấp thụ.
  - + Có khả năng gây ra 1 số phản ứng hoá học.
  - + Có thể biến điệu được như sóng điện từ cao tần.
  - + Có thể gây ra hiện tượng quang điện trong cho một số chất bán dẫn.

**d. Ứng dụng:** Sấy khô sản phẩm, sưởi ấm, chụp ảnh hồng ngoại.

### 2. Tia tử ngoại:

**a. Định nghĩa:** Tia tử ngoại là những bức xạ không nhìn thấy, có bước sóng nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng tím ( $\lambda < 0,38\mu m$ ).

- b. Nguồn phát sinh:**
- + Các vật bị nung nóng trên  $3000^{\circ}C$  phát ra tia tử ngoại.
  - + Có 9% năng lượng Mặt Trời thuộc về vùng tử ngoại.
  - + Nguồn phát tia tử ngoại là các đèn hơi thủy ngân phát ra tia tử ngoại.

- c. Tính chất, tác dụng:**
- + Có bản chất là sóng điện từ.
  - + Tác dụng rất mạnh lên kính ảnh.
  - + Làm phát quang một số chất.
  - + Tác dụng làm ion hóa chất khí
  - + Gây ra một số phản ứng quang hóa, quang hợp.
  - + Gây hiệu ứng quang điện.
  - + Tác dụng sinh học: hủy hoại tế bào, giết chết vi khuẩn, ...
  - + Bị thủy tinh, nước hấp thụ rất mạnh. Thạch anh gần như trong suốt đối với các tia tử ngoại

**d. Ứng dụng:** Chụp ảnh; phát hiện các vết nứt, xước trên bề mặt sản phẩm; khử trùng; chữa bệnh còi xương

### 3. Tia Ronghen ( Tia X ) :

**a. Định nghĩa:** Tia X là những bức xạ điện từ có bước sóng từ  $10^{-12} m$  đến  $10^{-8} m$  (tia X cứng, tia X mềm).

**b. Cách tạo ra tia Ronghen:** Khi chùm tia catốt đập vào tấm kim loại có nguyên tử lượng phát ra.

- c. Tính chất, tác dụng:**
- + Khả năng đâm xuyên rất mạnh.
  - + Tác dụng mạnh lên kính ảnh.
  - + Làm ion hóa không khí.
  - + Làm phát quang nhiều chất.
  - + Gây ra hiện tượng quang điện cho hầu hết các kim loại.
  - + Tác dụng sinh lí: hủy diệt tế bào, diệt tế bào, diệt vi khuẩn, ...

**d. Ứng dụng:** Đo khuyết tật bên trong các sản phẩm, chụp điện, chiếu điện, chữa bệnh ung thư nông, đo liều lượng tia X ...

## CHƯƠNG : LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

### I. HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN NGOÀI.

1. **Định nghĩa** : Hiện tượng ánh sáng làm bật các electron ra khỏi bề mặt kim loại gọi là hiện tượng qđ ngoài.

2. **Các định luật quang điện**:

a. Định luật 1 quang điện: Hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi bước sóng ánh sáng kích thích ( $\lambda$ ) phải nhỏ hơn bằng giới hạn quang điện ( $\lambda_0$ ) của kim loại đó:  $\lambda \leq \lambda_0$ .

b. Định luật 2 quang điện: Cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ chùm sáng kích thích:  $I_{qđ} \sim I_{\text{asht}}$ .

c. Định luật 3 quang điện: Động năng ban đầu cực đại của các electron quang điện chỉ phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng kích thích và bản chất của kim loại, không phụ thuộc vào cường độ chùm sáng kích thích:

$$\text{thích: } \begin{cases} W_{0\bar{n}M} \in (\lambda, \lambda_0) \\ W_{0\bar{n}M} \notin I_{\text{asht}} \end{cases}$$

### II. THUYẾT LƯỢNG TỬ

#### 1. Giả thuyết lượng tử năng lượng của Plăng.

Lượng năng lượng mà mỗi lần nguyên tử hay phân tử hấp thụ hay phát xạ có giá trị hoàn toàn xác định, gọi là lượng tử năng lượng. Lượng tử năng lượng kí hiệu là  $\epsilon$ , có giá trị bằng:  $\epsilon = hf$ .

Trong đó  $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{J.s}$  là hằng số Plăng,  $f$  là tần số của ánh sáng được hấp thụ hay phát xạ.

#### 2. Thuyết lượng tử ánh sáng.

+ Mỗi chùm sáng là 1 chùm hạt, mỗi hạt gọi là 1 photon, mỗi photon có năng lượng xác định  $\epsilon = hf$ . Cường độ chùm sáng tỉ lệ với số photon phát ra trong 1 giây.

+ Phân tử, nguyên tử, electron.... phát xạ hay hấp thụ á/sáng có nghĩa là chúng phát xạ hay hấp thụ photon

+ Các photon bay dọc theo tia sáng với tốc độ  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  trong chân không.

#### 3. Phương trình Einstein:

a. Giới hạn quang điện:  $\lambda_0 = \frac{hc}{A(\text{J})}$ ;  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

b. Động năng:  $W_{0\bar{n}M} = \frac{1}{2} m v_{0M}^2 (\text{J})$

c. Phương trình Einstein:  $\epsilon = A + W_{0\bar{n}M}$  hay  $\epsilon = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2} m v_{0M}^2$  hay  $e = hf = \frac{hc}{l} = A + \frac{m v_{0\text{Max}}^2}{2}$

Chú ý: Phương trình Einstein giải thích định luật 1; định luật 3; thuyết lượng tử giải thích định luật 2.

4. **Điều kiện để triệt tiêu hoàn toàn dòng quang điện**:  $I_{qđ} = 0 \Leftrightarrow W_{0\bar{n}M} = eU_h$ ;  $U_h > 0$

5. Dòng quang điện bão hòa:  $I_{bh} = \frac{n\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow n = \frac{I_{bh}\Delta t}{\Delta q}$ : Số electron bứt ra trong thời gian  $\Delta t$ .

$$I_{bh} = n_1 \cdot e \quad (\text{Trong đó } n_1 \text{ là số e bứt ra trong 1 giây)}$$

6. Năng lượng chùm photon:  $E = N\epsilon \Rightarrow N = \frac{E}{\epsilon}$ : Số photon đập vào

7. Công suất bức xạ của nguồn:  $P = \frac{E}{\Delta t} = N_\epsilon \cdot \frac{hc}{\lambda} (\text{W})$ .  $N_\epsilon$  là số photon đến K trong 1 giây.

8. Hiệu suất lượng tử:  $H = \frac{n}{N} \cdot 100\%$

9. Định lí động năng:  $\Delta W_{\bar{n}} = A_{\bar{F}} \cdot \text{vôũ}$   $\begin{cases} \Delta W_{\bar{n}} = W_{\bar{n}} - W_{0\bar{n}} \\ A_{\bar{F}} = F \cos \alpha \end{cases}$

\* 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 cản có cường độ  $E$  được tính theo công thức:

$$eV_{Max} = \frac{1}{2}mv_{0Max}^2 = eEd_{Max}$$

\* 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:

$$eU = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_K^2$$

10. Năng lượng tia X : 
$$\begin{cases} \epsilon_X = hf_X = \frac{hc}{\lambda_X} \\ \epsilon_X = \Delta W_n = eU_{AK} \end{cases}$$

Bước sóng nhỏ nhất của tia Ronghen: 
$$l_{Min} = \frac{hc}{W_d}$$

Trong đó  $W_d = \frac{mv^2}{2} = eU_{AK} + \frac{mv_0^2}{2}$  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  $v_0 = 0$ )

$m = 9,1.10^{-31}$  kg là khối lượng electron.

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

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

Xét electron vừa rời khỏi catốt thì  $v = v_{0Max}$

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

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  $v_{0Max}$ , hiệu điện thế hãm  $U_h$ , điện thế cực đại  $V_{Max}$ , ... đều được tính ứng với bức xạ có  $\lambda_{Min}$  (hoặc  $f_{Max}$ ).

\* Bán kính quỹ đạo khi electron quang điện chuyển động trong điện trường đều có  $\mathbf{E} \perp \mathbf{v}$   $\therefore R = \frac{mv^2}{eE}$

### III. MẪU NGUYÊN TỬ BOHR

#### 1. Tiên đề Bohr:

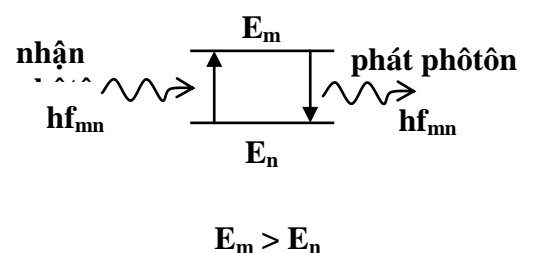
**a. Tiên đề 1:** Nguyên tử chỉ tồn tại ở những trạng thái có năng lượng hoàn toàn xác định gọi là trạng thái dừng. Ở trạng thái dừng nguyên tử không bức xạ năng lượng.

**b. Tiên đề 2:** Nguyên tử ở trạng thái có mức năng lượng  $E_m$  cao hơn khi chuyển về trạng thái dừng có mức năng lượng  $E_n$  thấp hơn sẽ giải phóng một năng lượng

$$\epsilon_{mn} = hf_{mn} = \frac{hc}{\lambda_{mn}} = E_m - E_n \text{ và ngược lại.}$$

**c. Hệ quả:** Ở những trạng thái dừng các electron trong nguyên tử chỉ chuyển động trên quỹ đạo có bán kính hoàn toàn xác định gọi là quỹ đạo dừng:  $r_n = n^2 r_0$ ; với  $r_0 = 0,53A^0$ .

Chú ý: Trong nguyên tử Hydro, trạng thái dừng là trạng thái có



mức năng lượng thấp nhất (ứng với quỹ đạo K), các trạng thái có mức năng lượng cao hơn gọi là trạng thái kích thích (thời gian tồn tại  $10^{-8} s$ ).

Nguyên tử (electron) chỉ hấp thụ hoặc bức xạ năng lượng đúng bằng hiệu năng lượng giữa hai mức.

2. Năng lượng ở trạng thái dừng:  $E_n = -\frac{13,6}{n^2} (eV); E_0 = 13,6 eV$

3. Bước sóng:  $\frac{hc}{\lambda} = E_m - E_n = 13,6 \cdot (\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} (J)$

hay:  $\frac{1}{\lambda} = R_H (\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2})$ , với  $R_H = 1,09 \cdot 10^7 m^{-1}$ : Hằng số Rydber

**4. Quang phổ nguyên tử Hidrô:**

Các electron ở trạng thái kích thích tồn tại khoảng  $10^{-8} s$  nên giải phóng năng lượng dưới dạng photon để trở về các trạng thái có mức năng lượng thấp hơn.

**a. Dãy Lyman:** Các electron chuyển từ trạng thái có mức năng lượng cao hơn về trạng thái có mức năng lượng ứng với quỹ đạo K (thuộc vùng tử ngoại).

**b. Dãy Balmer:** Các electron chuyển từ trạng thái có mức năng lượng cao hơn về trạng thái có mức năng lượng ứng với quỹ đạo L (thuộc vùng tử ngoại và vùng nhìn thấy).

**c. Dãy Paschen:** Các electron chuyển từ trạng thái có mức năng lượng cao hơn về trạng thái có mức năng lượng ứng với quỹ đạo M (thuộc vùng hồng ngoại).

Chú ý: Bước sóng càng ngắn năng lượng càng lớn.

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

Vạch ngắn nhất  $\lambda_{\infty K}$  khi e chuyển từ  $\infty \rightarrow$  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  $H_\alpha$  ứng với e: M  $\rightarrow$  L

+ Vạch chàm  $H_\gamma$  ứng với e: O  $\rightarrow$  L

+ Vạch lam  $H_\beta$  ứng với e: N  $\rightarrow$  L

+ Vạch tím  $H_\delta$  ứng với e: P  $\rightarrow$  L

Lưu ý: Vạch dài nhất  $\lambda_{ML}$  (Vạch đỏ  $H_\alpha$ )

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

- Dãy Pasen: Nằm trong vùng hồng ngoại

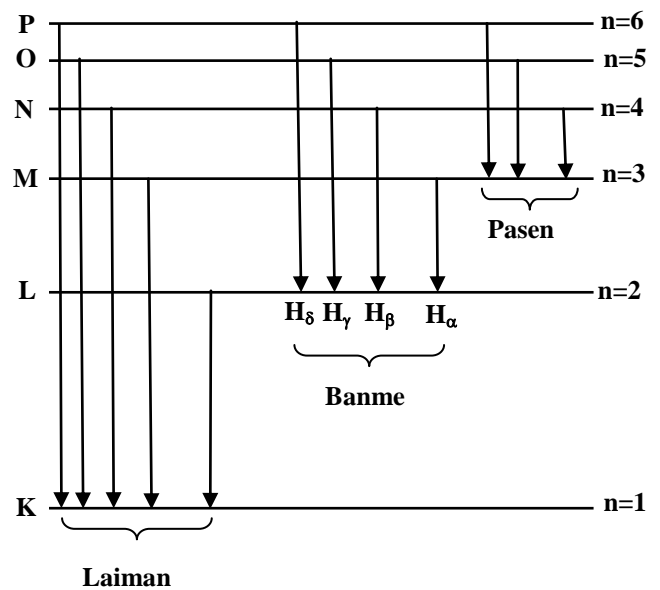
Ứng với e chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo M

Lưu ý: Vạch dài nhất  $\lambda_{NM}$  khi e chuyển từ N  $\rightarrow$  M.

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

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

$$\frac{1}{\lambda_{13}} = \frac{1}{\lambda_{12}} + \frac{1}{\lambda_{23}} \text{ và } f_{13} = f_{12} + f_{23} \text{ (như cộng vectơ)}$$



**III. HẤP THỤ VÀ PHẢN XẠ ÁNH SÁNG**

**1. Hấp thụ ánh sáng:**

Hấp thụ ánh sáng là hiện tượng môi trường vật chất làm giảm cường độ của chùm sáng truyền qua nó.

**a. Định luật về hấp thụ ánh sáng:**

Cường độ của chùm sáng đơn sắc khi truyền môi trường hấp thụ, giảm theo định luật hàm mũ của độ dài đường truyền tia sáng:  $I = I_0 e^{-\alpha d}$ .

Trong đó: 
$$\begin{cases} I_0 \text{ là cường độ của chùm sáng tới môi trường} \\ \alpha \text{ là hệ số hấp thụ của môi trường} \\ d \text{ là độ dày của môi trường truyền tia sáng} \end{cases}$$

**b. Hấp thụ lọc lựa:**

- + Vật trong suốt (vật không màu) là vật không hấp thụ ánh sáng trong miền nhìn thấy của quang phổ.
- + Vật có màu đen là vật hấp thụ hoàn toàn ánh sáng trong miền nhìn thấy của quang phổ.
- + Vật trong suốt có màu là vật hấp thụ lọc lựa ánh sáng trong miền nhìn thấy của quang phổ.

**2. Phản xạ (tán sắc) lọc lựa ánh sáng:**

Các vật có thể hấp thụ lọc lựa một số ánh sáng đơn sắc, như vậy các vật cũng có thể phản xạ (tán sắc) một số ánh sáng đơn sắc. Hiện tượng đó được gọi là phản xạ (tán sắc) lọc lựa ánh sáng.

Chú ý: Yếu tố quyết định đến việc hấp thụ, phản xạ (tán sắc) ánh sáng đó là bước sóng của ánh sáng.

**IV. LASER**

**1. Hiện tượng phát quang:**

**a. Sự phát quang:** Có một số chất ở thể rắn, lỏng, khí khi hấp thụ một năng lượng dưới dạng nào đó thì có khả năng phát ra một bức xạ điện từ. Nếu bức xạ đó có bước sóng nằm trong giới hạn của ánh sáng nhìn thấy thì được gọi là sự phát quang.

Mỗi chất phát quang có một quang phổ đặc trưng riêng cho nó.

**Đặc điểm** Sau khi ngừng kích thích, sự phát quang của một số chất còn được duy trì trong một khoảng thời gian nào đó.

+ Thời gian phát quang là khoảng thời gian kể từ lúc ngừng kích thích cho đến lúc ngừng phát quang: Thời gian phát quang có thể kéo dài từ  $10^{-10}$  s đến vài ngày.

+ Hiện tượng phát quang là hiện tượng khi vật hấp thụ ánh sáng kích thích có bước sóng này để phát ra ánh sáng có bước sóng khác.

**b. Các dạng phát quang:**

+ Huỳnh quang là sự phát quang có thời gian ngắn dưới  $10^{-8}$  s, thường xảy ra với chất lỏng và khí.

+ Lân quang là sự phát quang có thời gian dài trên  $10^{-8}$  s, thường xảy ra với chất rắn.

*Chú ý: Thực tế trong khoảng  $10^{-8}$  s  $\leq$  t  $\leq$   $10^{-6}$  s không xác định được lân quang hay huỳnh quang.*

**c. Định luật Xtốc về sự phát quang:** Ánh sáng phát quang có bước sóng nhỏ hơn bước sóng ánh sáng kích thích:  $\lambda_{aspq} < \lambda_{askt} \Leftrightarrow \epsilon_{aspq} > \epsilon_{askt}$ .

**2. Laser:**

**a. Đặc điểm:**

+ Tia Laser có tính đơn sắc cao. Độ sai lệch  $\frac{\Delta f}{f} \approx 10^{-15}$ .

+ Tia Laser là chùm sáng kết hợp, các photon trong chùm sáng có cùng tần số và cùng pha.

+ Tia Laser là chùm sáng song song, có tính định hướng cao.

+ Tia Laser có cường độ lớn  $I \sim 10^6$  W/cm<sup>2</sup>.

**b. Các loại Laser:** Laser hồng ngọc, Laser thủy tinh pha nêôđim, Laser khí He – He, Laser CO<sub>2</sub>, Laser bán dẫn, ...

**c. Ứng dụng:**

+ Trong thông tin liên lạc: cáp quang, vô tuyến định vị, ...

+ Trong y học: làm dao mổ, chữa một số bệnh ngoài da nhờ tác dụng nhiệt, ...

+ Trong đầu đọc đĩa: CD, VCD, DVD, ...

+ Trong công nghiệp: khoan, cắt, tôi, ... với độ chính xác cao.

## CHƯƠNG : THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HỢP

### 1. Các tiên đề Einstein:

- a. Tiên đề I (nguyên lý tương đối): Các hiện tượng vật lý diễn ra như nhau trong các hệ quy chiếu quán tính.
- b. Tiên đề II (nguyên lý bất biến của vận tốc ánh sáng): Vận tốc ánh sáng trong chân không có cùng giá trị bằng  $c$  trong mọi hệ quy chiếu quán tính, không phụ thuộc vào phương truyền và vận tốc của nguồn sáng hay máy thu.

### 2. Các hệ quả:

+ Sự co của độ dài: Độ dài của một thanh bị co lại dọc theo phương chuyển động của nó:  $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < l_0$ .

+ Sự giãn ra của khoảng thời gian: Đồng hồ gắn với quan sát viên chuyển động chạy chậm hơn đồng hồ gắn với quan sát viên đứng yên:  $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} > \Delta t_0$ .

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

+ Động lượng tương đối:  $\vec{p} = m\vec{v} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \vec{v}$ .

+ Năng lượng tương đối:  $E = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} c^2$ .

Chú ý: 
$$\begin{cases} E = m_0 c^2 + \frac{1}{2} m_0 v^2 \\ E^2 = m_0^2 c^4 + p^2 c^2 \end{cases}$$

### 3. Đối với photon:

+ Năng lượng của photon:  $\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} = m_\varepsilon c^2$

+ Khối lượng tương đối tính của photon:  $m_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{c^2} = \frac{hf}{c^2} = \frac{h}{c\lambda} = \frac{m_{0\varepsilon}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ , suy ra  $m_{0\varepsilon} = m_\varepsilon \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

Mà  $v = c$  nên  $m_{0\varepsilon} = 0$ .

## CHƯƠNG : VẬT LÝ HẠT NHÂN

### I. HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

#### 1. Cấu tạo hạt nhân:

$$\begin{cases} Z \text{ proton } \begin{cases} m_p = 1,67262 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ q_p = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \end{cases} \\ N = (A - Z) \text{ nơtron } \begin{cases} m_n = 1,67493 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ q_p = 0: \text{ không mang điện} \end{cases} \end{cases}$$

2. Đơn vị khối lượng nguyên tử ( $u$ ):  $1u = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \Rightarrow \begin{cases} m_p = 1,007276u \\ m_n = 1,008665u \end{cases}$

#### 3. Các công thức liên hệ:

$$\text{a. Số mol: } \begin{cases} n = \frac{m}{A}; \text{ A: khối lượng mol (g/mol) hay số khối (u)} \\ n = \frac{N}{N_A}; \begin{cases} N: \text{số hạt nhân nguyên tử} \\ N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ nguyên tử/mol} \end{cases} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m = \frac{NA}{N_A}: \text{ khối lượng} \\ N = \frac{mN_A}{A} \end{cases}$$

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

## II. NĂNG LƯỢNG HẠT NHÂN

1. Độ hụt khối:  $\begin{cases} m_0 = Zm_p + (A-Z)m_n: \text{ khối lượng của nucleon riêng lẻ} \\ \Delta m = m_0 - m \end{cases}$  (m là khối lượng hạt nhân)

2. Hệ thức Einstein:  $E = mc^2$ ;  $1uc^2 = 931,5MeV$ ;  $1MeV = 1,6 \cdot 10^{-13} J$

3. Năng lượng liên kết, năng lượng liên kết riêng:

a. Năng lượng liên kết:  $\Delta E = \Delta mc^2$

b. Năng lượng liên kết riêng:  $\delta = \frac{\Delta E}{A}$ : tính cho mỗi nucleon

Chú ý: + Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.

+ Hạt nhân có số khối trong khoảng từ 50 đến 70, năng lượng liên kết riêng của chúng có giá trị lớn nhất vào khoảng 8,8 MeV/nu

## III. PHÓNG XẠ.

**1. Định nghĩa:** Hiện tượng một hạt nhân không bền, tự phát phân rã phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác gọi là hiện tượng phóng xạ.

**2. Đặc điểm:** Hiện tượng phóng xạ hoàn toàn do nguyên nhân bên trong hạt nhân gây nên, không phụ thuộc vào các yếu tố bên ngoài như: nhiệt độ, áp suất, điện từ trường,...

3. Định luật phóng xạ:  $\begin{cases} N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} = N_0 e^{-\lambda t} \\ m = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}} = m_0 e^{-\lambda t} \end{cases}$ ;  $\text{vôùi } \lambda = \frac{\ln 2}{T(s)}$ : hằng số phân rã

\* 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:  $\Delta N = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$

\* 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

$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$  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:  $\Delta m = m_0 - m = m_0(1 - e^{-\lambda t})$

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



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

\* Khối lượng chất mới được tạo thành sau thời gian t :  $m_c = \frac{DN}{N_A} A_c = \frac{A_c N_0}{N_A} (1 - e^{-\lambda t}) = \frac{A_c}{A_m} m_0 (1 - e^{-\lambda t})$

Trong đó:  $A_m, A_c$  là số khối của chất phóng xạ ban đầu (mẹ) và của chất mới được tạo thành (con)  
 $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  là số Avôgađrô.

Lưu ý: Trường hợp phóng xạ  $\beta^+, \beta^-$  thì  $A_c = A_m \Rightarrow m_c = \Delta m$

**4. 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).

\* Công thức độ phóng xạ: 
$$\begin{cases} H = \frac{H_0}{2^{\frac{t}{T}}} = H_0 e^{-\lambda t}; \text{ với } \lambda = \frac{\ln 2}{T(s)} : \text{ hằng số phân rã} \\ H_0 = \lambda N_0; H = \lambda N(\text{Bq}); 1\text{Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{Bq} \end{cases}$$

\* Thể tích của dung dịch chứa chất phóng xạ:  $V_0 = \frac{H_0}{2^{\frac{1}{T} H}} V$ , Trong đó: V là thể tích dung dịch chứa H

Chu kỳ bán rã của một số chất

Chất phóng xạ	Carbon $^{12}_6\text{C}$	Oxi $^{16}_8\text{O}$	Urani $^{235}_{92}\text{U}$	Poloni $^{210}_{84}\text{Po}$	Rađi $^{226}_{88}\text{Ra}$	Radon $^{219}_{86}\text{Ra}$	Iốt $^{131}_{53}\text{I}$
Chu kỳ bán rã	$T = 5730$ năm	$T = 122$ s	$T = 7,13 \cdot 10^8$ năm	$T = 138$ ngày	$T = 1620$ năm	$T = 4$ s	$T = 8$ ngày

**5. Các tia phóng xạ:**

a. Tia  $\alpha$  :  $^4_2\alpha$  là hạt  $^4_2\text{He}$ .

\* Những tính chất của tia  $\alpha$  :

- + Bị lệch trong điện trường, từ trường.
- + Phóng ra từ hạt nhân phóng xạ với tốc độ khoảng  $2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ .
- + Có khả năng ion hoá mạnh các nguyên tử trên đường đi, mất năng lượng nhanh, do đó nó chỉ đi được tối đa là 8cm trong không khí, khả năng đâm xuyên yếu, không xuyên qua được tấm bìa dày cỡ 1mm.

b. Tia  $\beta$  : có hai loại  $\begin{cases} ^0_1\beta^+ \text{ là positron } (^0_1e) : p \rightarrow n + e^+ + \nu \\ ^0_{-1}\beta^- \text{ là electron } (^0_{-1}e) : n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu} \end{cases}$

\* Những tính chất của tia  $\beta$  :

- + Bị lệch trong điện trường, từ trường nhiều hơn tia  $\alpha$ .
- + Phóng ra từ hạt nhân với tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng.
- + Có khả năng ion hoá môi trường, nhưng yếu hơn tia  $\alpha$ , tia  $\beta$  có khả năng đi quãng đường dài hơn trong không khí ( cỡ vài m ) vì vậy khả năng đâm xuyên của tia  $\beta$  mạnh hơn tia  $\alpha$ , nó có thể xuyên qua tấm nhôm dày vài mm.

\* Lưu ý : Trong phóng xạ  $\beta$  có sự giải phóng các hạt neutrino và phản neutrino.

c. Tia  $\gamma$  :

- \* Bản chất là sóng điện từ có bước sóng cực ngắn  $\lambda < 10^{-11} \text{ m}$ , cũng là hạt photon có năng lượng cao.
- \* Những tính chất của tia  $\gamma$  :
  - + Không bị lệch trong điện trường, từ trường.
  - + Phóng ra với tốc độ bằng tốc độ ánh sáng.
  - + Có khả năng ion hoá môi trường và khả năng đâm xuyên cực mạnh.

### IV. PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

**1. 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, eletrôn, phôtôn ...

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  $\beta$

**2. Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân.**

+ 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;  $\Delta E = (m_1 + m_2 - m_3 - m_4)c^2 = (M_0 - M)c^2$ .

$$K_X = \frac{1}{2}m_X v_X^2 \text{ là động năng chuyển động của hạt X}$$

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

- Mỗi 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:  $p = p_1 + p_2$  biết  $j = p_1, p_2$

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

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

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

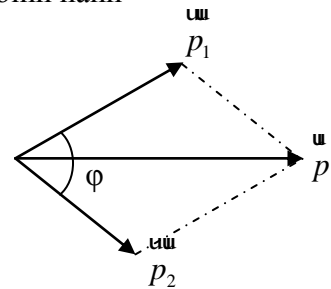
Tương tự khi biết  $\varphi_1 = p_1, p$  hoặc  $\varphi_2 = p_2, p$

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  $v_2 = 0$ .



**3. Phản ứng hạt nhân**

\* 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 pứ toả năng lượng  $\Delta E$  dưới dạng động năng của các hạt  $X_3, X_4$  hoặc phôtôn  $\gamma$ .

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

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

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

- Muốn phản ứng xảy ra thì phải cung cấp năng lượng dưới dạng động năng của các hạt A và B. Năng lượng cung cấp cho pứ bao gồm  $\Delta E = (m - m_0)c^2$  và động năng  $W_d$  của các hạt mới sinh ra :  $W = \Delta E + W_d$

\* 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  $\Delta m_1, \Delta m_2, \Delta m_3, \Delta m_4$

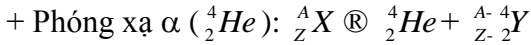
Năng lượng của phản ứng hạt nhân :

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

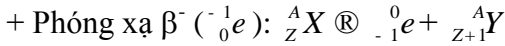
$$\Delta E = \Delta E_3 + \Delta E_4 - \Delta E_1 - \Delta E_2$$

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

**4. Quy tắc dịch chuyển của sự phóng xạ**

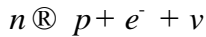


So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con lùi 2 ô trong bảng tuần hoàn và có số khối giảm 4 đơn vị.



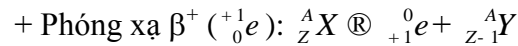
+ So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con tiến 1 ô trong bảng tuần hoàn và có cùng số khối.

+ Thực chất của phóng xạ  $\beta^-$  là một hạt notrôn biến thành 1 hạt prôtôn, 1 hạt electron và một hạt notrinô:



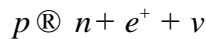
*Lưu ý:* - Bản chất (thực chất) của tia phóng xạ  $\beta^-$  là hạt electron ( $e^-$ )

- Hạt notrinô ( $\nu$ ) 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 1 hạt prôtôn biến thành 1 hạt notrôn, 1 hạt pôzitrôn và 1 hạt notrinô:



*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 :

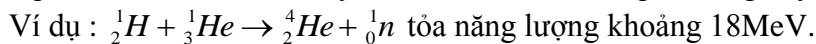
$$e = hf = \frac{hc}{\lambda} = E_1 - E_2$$

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

**5. Hai loại phản ứng tỏa năng lượng :**

**- Phản ứng nhiệt hạch :**

+ Hai hạt nhân rất nhẹ có (số khối  $A < 10$ ), như Hidro, heli... hợp lại thành hạt nhân nặng hơn. Vì sự tổng hợp hạt nhân chỉ có thể xảy ra ở nhiệt độ cao nên phản ứng này gọi là phản ứng nhiệt hạch.



+ Ngoài điều kiện nhiệt độ cao, còn phải thỏa mãn hai điều kiện nữa để phản ứng tổng hợp hạt nhân có thể xảy ra. Đó là : mật độ hạt nhân  $n$  phải đủ lớn, đồng thời thời gian  $\Delta t$  duy trì nhiệt độ cao (cỡ  $10^8\text{K}$ ) cũng phải đủ dài. Lo-son (Lawson) đã chứng minh điều kiện  $n\Delta t \geq 10^{14} \text{ s/cm}^3$

+ Phản ứng nhiệt hạch trong lòng mặt trời và các ngôi sao là nguồn gốc năng lượng của chúng.

+ Trên Trái Đất con người đã thực hiện được phản ứng nhiệt hạch dưới dạng không kiểm soát được.

Đó gọi là sự nổ của bom nhiệt hạch hay bom H

*Năng lượng tỏa ra trong phản ứng nhiệt hạch lớn hơn năng lượng tỏa ra trong phản ứng phân hạch rất nhiều. Nhiên liệu nhiệt hạch có thể coi là vô tận trong thiên nhiên.*

**- Phản ứng phân hạch :**

+ Một hạt nhân nặng hấp thụ một notron chậm (notron nhiệt) vỡ thành hai mảnh nhẹ hơn (có khối lượng cùng cỡ). Phản ứng này gọi là phản ứng phân hạch.

+ Đặc điểm : Sau mỗi phản ứng đều có hơn 2 notron được phóng ra, và mỗi phân hạch đều giải phóng ra năng lượng lớn. Người ta gọi đó là năng lượng hạt nhân.

+ Phản ứng phân hạch dây chuyền : Các notron sinh ra sau mỗi phân của của urani lại có thể bị hấp thụ bởi các hạt nhân urani khác ở gần đó và cứ thế, sự phân hạch tiếp diễn thành một dây chuyền. Số phân hạch tăng lên rất nhanh trong một thời gian ngắn, ta có phản ứng phân hạch dây chuyền. Trên thực tế các notron sinh ra có thể mất đi do nhiều nguyên nhân khác nhau nên không tiếp tục tham gia vào phản ứng phân hạch. Thành thử, muốn phản ứng dây chuyền xảy ra ta phải xét tới số notron trung bình  $s$  còn lại sau mỗi lần phân hạch (hệ số notron).

+ Nếu  $s < 1$  thì phản ứng dây chuyền không xảy ra.

+ Nếu  $s = 1$  thì phản ứng xảy ra với mật độ neutron không đổi. Đó là phản ứng dây chuyền điều khiển được xảy ra trong lò phản ứng hạt nhân.

+ Nếu  $s > 1$  thì dòng neutron tăng lên liên tục theo thời gian, dẫn tới vụ nổ nguyên tử. Đó là phản ứng dây chuyền không điều khiển được.

Để giảm thiểu số neutron bị mất đi nhằm đảm bảo  $k \geq 1$ , thì khối lượng nhiên liệu hạt nhân cần phải có một giá trị tối thiểu, gọi là khối lượng giới hạn  $m_{th}$ .

### 6. 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 electrôn:  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 0,0005u$

## CHƯƠNG : TỪ VI MÔ ĐẾN VĨ MÔ.

### I. CÁC HẠT SƠ CẤP

1. **Hạt sơ cấp:** Các hạt sơ cấp (hạt cơ bản) là các hạt nhỏ hơn hạt nhân.

2. **Các đặc trưng của hạt sơ cấp:**

a. Khối lượng nghỉ  $m_0$ : Phôtôn  $\varepsilon$ , notrinô  $\nu$ , gravitôn có khối lượng nghỉ bằng không.

b. Điện tích: Các hạt sơ cấp có thể có điện tích bằng điện tích nguyên tố  $|Q| = 1$ , cũng có thể không mang điện.  $Q$  được gọi là số lượng tử điện tích.

c. Spin  $s$ : Mỗi hạt sơ cấp khi đứng yên cũng có momen động lượng riêng và momen từ riêng. Các momen này được đặc trưng bằng số lượng tử spin. Prôtôn, notrôn có  $s = \frac{1}{2}$ , phôtôn có  $s = 1$ , piôn có  $s = 0$ .

d. Thời gian sống trung bình  $T$ : Trong các hạt sơ cấp có 4 hạt không phân rã (proton, electron, photon, notrino) gọi là các hạt nhân bền. Còn các hạt khác gọi là hạt không bền và phân rã thành các hạt khác.

Notron có  $T = 932\text{s}$ , các hạt không bền có thời gian ngắn từ  $10^{-24} \text{ s}$  đến  $10^{-6} \text{ s}$ .

3. **Phản hạt:** Các hạt sơ cấp thường tạo thành một cặp; mỗi cặp gồm hai hạt có khối lượng nghỉ và spin như nhau nhưng có điện tích trái dấu nhau. Trong quá trình tương tác có thể sinh cặp hoặc hủy cặp.

4. **Phân loại hạt sơ cấp:**

a. Photon (lượng tử ánh sáng):

b. Lepton: Gồm các hạt nhẹ như electron, muyon ( $\mu^+, \mu^-$ ), các hạt tau ( $\tau^+, \tau^-$ ), ...

c. Mêzôn: Gồm các hạt có khối lượng trung bình, được chia thành mêzôn  $\pi$  và mêzôn  $K$ .

Barion: Gồm các hạt nặng có khối lượng lớn, được chia thành nuclon và hipêrôn.

Tập hợp các mêzôn và bariôn được gọi là hadrôn.

5. **Tương tác của các hạt sơ cấp:**

a. Tương tác hấp dẫn: Bán kính lớn vô cùng, lực tương tác nhỏ.

b. Tương tác điện từ: Bán kính lớn vô hạn, lực tương tác mạnh hơn tương tác hấp dẫn cỡ  $10^{38}$  lần.

c. Tương tác yếu: Bán kính tác dụng rất nhỏ cỡ  $10^{-18} \text{ m}$ , lực tương tác yếu hơn  $t/$  tác hấp dẫn cỡ  $10^{11}$  lần.

d. Tương tác mạnh: Bán kính tác dụng rất nhỏ cỡ  $10^{-15} \text{ m}$ , lực tương tác yếu hơn tương tác hấp dẫn cỡ  $10^2$  lần. Tương tác giữa các hadrôn.

6. **Hạt quark:**

a. Hạt quark: Tất cả các hạt hadrôn được tạo nên từ các hạt rất nhỏ.

b. Các loại quark: Có 6 loại quark là u, d, s, c, b, t và phản quark tương ứng. Điện tích các quark là

$$\pm \frac{e}{3}; \pm \frac{2e}{3}.$$

c. Các baraiôn: Tổ hợp của 3 quark tạo nên các baraiôn.

## II. MẶT TRỜI – HỆ MẶT TRỜI

**1. Hệ Mặt Trời:** Gồm 8 hành tinh lớn, tiểu hành tinh, các sao chổi.

Các hành tinh: Thủy tinh, Kim tinh, Trái Đất, Hỏa tinh, Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh, Hải Vương tinh,

+ Đơn vị đo khoảng cách giữa các hành tinh người ta dùng đơn vị thiên văn:  $1\text{nv} = 150\text{trKm}$ .

+ Các hành tinh đều quay quanh mặt trời theo chiều thuận trong cùng một phẳng, Mặt Trời và các hành tinh tự quay quanh nó và đều quay theo chiều thuận trừ Kim tinh.

**2. Mặt Trời:**

**a. Cấu trúc của Mặt Trời:** Gồm quang cầu và khí quyển

+ Quang cầu: Khối khí hình cầu nóng sáng, nhìn từ Trái Đất có bán kính góc 16 phút, bán kính của khối cầu khoảng  $7.10^5\text{Km}$ , khối lượng riêng trung bình của các vật chất trong quang cầu là  $1400\text{kg/m}^3$ , nhiệt độ hiệu dụng  $6000\text{K}$ .

+ Khí quyển: Bao quanh Mặt Trời có khí quyển Mặt Trời: Chủ yếu là Hidrô, Heli. Khí quyển được chia ra hai lớp có tính chất vật lí khác nhau: Sắc cầu và nhật hoa.

- Sắc cầu là lớp khí nằm sát mặt quang cầu có độ dày trên  $10000\text{km}$  và có nhiệt độ khoảng  $4500\text{K}$ .

- Phía trên sắc cầu là nhật hoa: Các phân tử vật chất tồn tại ở trạng thái ion hóa mạnh (trạng thái plasma), nhiệt độ khoảng  $1\text{triệu } ^\circ\text{K}$ . Nhật hoa có hình dạng thay đổi theo thời gian.

**b. Năng lượng Mặt Trời:**

+ Năng lượng Mặt Trời được duy trì là nhờ trong lòng nó đang diễn ra các phản ứng nhiệt hạch.

+ Hằng số Mặt Trời  $H = 1360\text{W/m}^2$  là lượng năng lượng bức xạ của Mặt trời truyền vuông góc tới một đơn vị diện tích cách nó một đơn vị thiên văn trong một đơn vị thời gian.

+ Công suất bức xạ năng lượng Mặt Trời là  $P = 3,9.10^{26}\text{W}$ .

**c. Sự hoạt động của Mặt Trời:**

+ Quang cầu sáng không đều, có cấu tạo dạng hạt, gồm những hạt sáng biến đổi trên nền tối do sự đối lưu mà tạo thành: vết đen, bùng sáng, tai lửa:

*Vết đen có màu sẫm tối, nhiệt độ vào khoảng  $4000\text{K}$ .*

*Bùng sáng thường xuất hiện khi có vết đen, bùng sáng phóng ra tia X và dòng hạt tích điện gọi là gió Mặt Trời.*

*Tai lửa là những lưỡi phun lửa cao trên sắc cầu.*

+ Năm Mặt Trời có nhiều vết đen nhất xuất hiện được gọi là Năm Mặt Trời hoạt động. Năm Mặt Trời có ít vết đen nhất xuất hiện được gọi là Năm Mặt Trời tĩnh. Chu kì hoạt động của Mặt Trời có trị số trung bình là 11 năm.

+ Sự hoạt động của Mặt Trời có nhiều ảnh hưởng đến Trái Đất. Tia X và dòng hạt tích điện từ bùng sáng truyền đến Trái Đất gây ra nhiều tác động:

*Làm nhiễu hoặc mất thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến ngắn.*

*Làm cho từ trường Trái Đất biến thiên, gây ra bão từ: bão từ xuất hiện sau khoảng 20 giờ kể từ khi bùng sáng xuất hiện trên sắc cầu*

*Sự hoạt động của Mặt Trời còn có ảnh hưởng đến trạng thái thời tiết trên Trái Đất, đến quá trình phát triển của các sinh vật, ...*

**3. Trái Đất:**

**a. Cấu tạo:** + Trái Đất có dạng hình phỏng cầu, bán kính xích đạo bằng  $6378\text{km}$ , bán kính ở hai cực bằng  $6357\text{km}$ , khối lượng riêng trung bình  $5520\text{kg/m}^3$ .

+ Lõi Trái Đất: bán kính  $3000\text{km}$ ; chủ yếu là sắt, niken; nhiệt độ khoảng  $3000 - 4000^\circ\text{C}$ .

+ Vỏ Trái Đất: dày khoảng  $35\text{km}$ ; chủ yếu là granit; khối lượng riêng  $3300\text{kg/m}^3$ .

**b. Từ trường của Trái Đất:**

Trục từ của nam châm nghiêng so với trục địa cực một góc  $11^\circ 5'$  và thay đổi theo thời gian.

**c. Mặt Trăng – vệ tinh của Trái Đất:**

- + Mặt Trăng cách Trái Đất  $384000\text{km}$ ; có bán kính  $1738\text{km}$ ; có khối lượng  $7,35 \cdot 10^{22}\text{kg}$ ; gia tốc trọng trường  $1,63\text{m/s}^2$ ; quay quanh Trái Đất với chu kì  $27,32$  ngày; Mặt Trăng quay quanh Trái Đất với chu kì bằng chu kì quay của Trái Đất quanh trục; quay cùng chiều với chiều quay quanh Trái Đất, nên Mặt Trăng luôn hướng một nửa nhất định vào Trái Đất; nhiệt độ lúc giữa trưa  $100^\circ\text{C}$ , lúc nửa đêm  $-150^\circ\text{C}$ .
- + Mặt Trăng có nhiều ảnh hưởng đến Trái Đất như thủy triều, ...

**4. Các hành tinh khác. Sao chổi:**

**a. Các đặc trưng cơ bản của các hành tinh**

Thiên thể	Khoảng cách đến Mặt Trời (đvtv)	Bán kính (km)	Khối lượng (so với Trái Đất)	Khối lượng riêng ( $10^3\text{kg/m}^3$ )	Chu kì tự quay	Chu kì chuyển động quanh Mặt Trời	Số vệ tinh đã biết
Thủy tinh	0,39	2440	0,052	5,4	59 ngày	87,0 ngày	0
Kim tinh	0,72	6056	0,82	5,3	243 ngày	224,7 ngày	0
Trái Đất	1	6375	1	5,5	23g56ph	365,25 ngày (1 năm)	1
Hỏa tinh	1,52	3395	0,11	3,9	24g37ph	1,88 năm	2
Mộc tinh	5,2	71,490	318	1,3	9g50ph	11,86 năm	> 30
Thổ tinh	9,54	60,270	95	0,7	14g14ph	29,46 năm	19
Thiên Vương tinh	19,19	25,760	15	1,2	17g14ph	84,00 năm	15
Hải Vương tinh	30,07	25,270	17	1,7	16g11ph	164,80 năm	> 8
Diêm Vương tinh	39,5	1160	0,002	0,2	6,4 ngày	248,50 năm	1

**b. Sao chổi:**

- + Sao chổi chuyển động quanh Mặt Trời theo quỹ đạo elíp; có kích thước và khối lượng rất nhỏ. Được cấu tạo từ các chất dễ bốc hơi như tinh thể băng, amoniac, metan, ...
- Ngoài ra có những sao chổi thuộc thiên thể bền vững.

**III. CÁC SAO. THIÊN HÀ**

**1. Các sao:**

**a. Định nghĩa:** Sao là một thiên thể nóng sáng giống như Mặt Trời. Các sao ở rất xa, hiện nay đã biết ngôi sao gần nhất cách chúng ta đến hàng chục tỉ kilômét; còn ngôi sao xa nhất cách xa đến 14 tỉ năm ánh sáng ( $1 \text{ năm ánh sáng} = 9,46 \cdot 10^{12}\text{Km}$ ).

**b. Độ sáng các sao:**

Độ sáng mà ta nhìn thấy của một ngôi sao thực chất là độ rọi sáng lên con ngươi của mắt ta, nó phụ thuộc vào khoảng cách và độ sáng thực của mỗi sao. Độ sáng thực của mỗi sao lại phụ thuộc vào công suất bức xạ của nó. Độ sáng của các sao rất khác nhau. Chẳng hạn Sao Thiên Lang có công suất bức xạ lớn hơn của Mặt Trời trên 25 lần; sao kém sáng nhất có công suất bức xạ nhỏ hơn của Mặt Trời hàng vạn lần.

**c. Các loại sao đặc biệt:**

- + Đa số các sao tồn tại trong trạng thái ổn định; có kích thước, nhiệt độ .. không đổi trong một thời gian dài.
  - + Ngoài ra; người ta đã phát hiện thấy có một số sao đặc biệt như sao biến quang, sao mới, sao neutron, ...
- Sao biến quang có độ sáng thay đổi, có hai loại:

- Sao biến quang do che khuất là một hệ sao đôi (gồm sao chính và sao vệ tinh), độ sáng tổng hợp mà ta thu được sẽ biến thiên có chu kì.
- Sao biến quang do nén dần có độ sáng thay đổi thực sự theo một chu kì xác định.

Sao mới có độ sáng tăng đột ngột lên hàng ngàn, hàng vạn lần rồi sau đó từ từ giảm. Lí thuyết cho rằng sao mới là một pha đột biến trong quá trình biến hóa của một hệ sao.

Punxa, sao neutron ngoài sự bức xạ năng lượng còn có phần bức xạ năng lượng thành xung sóng vô tuyến.

- Sao neutron được cấu tạo bởi các hạt neutron với mật độ cực kì lớn  $10^{14}\text{g/cm}^3$ .
- Punxa (pulsar) là lõi sao neutron với bán kính  $10\text{km}$  tự quay với tốc độ góc  $640 \text{ vòng/s}$  và phát ra sóng vô tuyến. Bức xạ thu được trên Trái Đất có dạng từng xung sáng giống như ánh sáng ngọn hải đăng mà tàu biển nhận được.

**2. Thiên hà:**



Các sao tồn tại trong Vũ trụ thành những hệ tương đối độc lập với nhau. Mỗi hệ thống như vậy gồm hàng trăm tỉ sao gọi là thiên hà.

**a. Các loại thiên hà:**

- Thiên hà xoắn ốc có hình dạng dẹt như các đĩa, có những cánh tay xoắn ốc, chứa nhiều khí.
- Thiên hà elip có hình elip, chứa ít khí và có khối lượng trải ra trên một dải rộng. Có một loại thiên hà elip là nguồn phát sóng vô tuyến điện rất mạnh.
- Thiên hà không định hình trông như những đám mây (thiên hà Ma giê-năng).

**b. Thiên Hà của chúng ta:**

- Thiên Hà của chúng ta là thiên hà xoắn ốc, có đường kính khoảng 90 nghìn năm ánh sáng và có khối lượng bằng khoảng 150 tỉ khối lượng Mặt Trời. Nó là hệ phẳng giống như một cái đĩa dày khoảng 330 năm ánh sáng, chứa vài trăm tỉ ngôi sao.
- Hệ Mặt Trời nằm trong một cánh tay xoắn ở rìa Thiên Hà, cách trung tâm khoảng 30 nghìn năm ánh sáng. Giữa các sao có bụi và khí.
- Phần trung tâm Thiên Hà có dạng hình cầu dẹt gọi là vùng lõi trung tâm được tạo bởi các sao già, khí và bụi.
- Ngay ở trung tâm Thiên Hà có một nguồn phát xạ hồng ngoại và cũng là nguồn phát sóng vô tuyến điện (tương đương với độ sáng chừng 20 triệu ngôi sao như Mặt Trời và phóng ra 1 luồng gió mạnh).
- Từ Trái Đất, chúng ta chỉ nhìn được hình chiếu của thiên Hà trên vòm trời gọi là dải Ngân Hà nằm theo hướng Đông Bắc – Tây Nam trên nền trời sao.

**c. Nhóm thiên hà. Siêu nhóm thiên hà:**

- + Vũ trụ có hàng trăm tỉ thiên hà, các thiên hà thường cách nhau khoảng mười lần kích thước Thiên Hà của chúng ta. Các thiên hà có xu hướng hợp lại với nhau thành từng nhóm từ vài chục đến vài nghìn t / hà.
- + Thiên Hà của chúng ta và các thiên hà lân cận thuộc về Nhóm thiên hà địa phương, gồm khoảng 20 thành viên, chiếm một thể tích không gian có đường kính gần một triệu năm ánh sáng. Nhóm này bị chi phối chủ yếu bởi ba thiên hà xoắn ốc lớn: Tinh vân Tiên Nữ (thiên hà Tiên Nữ M31 hay NGC224); Thiên Hà của chúng ta; Thiên hà Tam giác, các thành viên còn lại là Nhóm các thiên hà elip và các thiên hà không định hình tí hon.
- + Ở khoảng cách cỡ khoảng 50 triệu năm ánh sáng là Nhóm Trinh Nữ chứa hàng nghìn thiên hà trải rộng trên bầu trời trong chòm sao Trinh Nữ.
- + Các nhóm thiên hà tập hợp lại thành Siêu nhóm thiên hà hay Đại thiên hà. Siêu nhóm thiên hà địa phương có tâm nằm trong ở Nhóm Trinh Nữ và chứa tất cả các nhóm bao quanh nó, trong đó có nhóm thiên hà địa phương của chúng ta.

**IV. THUYẾT VỤ NỔ LỚN (BIG BANG)**

**1. Định luật Hubble (Hóp-bơn):** Tốc độ lùi ra xa của thiên hà tỉ lệ với khoảng cách giữa thiên hà và chúng ta: 
$$\begin{cases} v = Hd \\ H = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ m/(s.niên ành sáng)} \end{cases}; 1 \text{ niên ành sáng} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ Km}$$

**2. Thuyết vụ nổ lớn (Big Bang):**

- + Theo thuyết vụ nổ lớn, vũ trụ bắt đầu dãn nở từ một “điểm kì dị”. Để tính tuổi và bán kính vũ trụ, ta chọn “điểm kì dị” làm mốc (gọi là điểm zêrô Big Bang).
- + Tại thời điểm này các định luật vật lí đã biết và thuyết tương đối rộng không áp dụng được. Vật lí học hiện đại dựa vào vật lí hạt sơ cấp để dự đoán các hiện tượng xảy ra bắt đầu từ thời điểm  $t_p = 10^{-43} \text{ s}$  sau Vụ nổ lớn gọi là thời điểm Planck.
- + Ở thời điểm Planck, kích thước vũ trụ là  $10^{-35} \text{ m}$ , nhiệt độ là  $10^{32} \text{ K}$  và mật độ là  $10^{91} \text{ kg/cm}^3$ . Các trị số cực lớn cực nhỏ này gọi là trị số Planck. Từ thời điểm này Vũ trụ dãn nở rất nhanh, nhiệt độ của Vũ trụ giảm dần. Tại thời điểm Planck, Vũ trụ bị tràn ngập bởi các hạt có năng lượng cao như electron, neutrino và quark, năng lượng ít nhất bằng  $10^{15} \text{ GeV}$ .



- + Tại thời điểm  $t = 10^{-6}$  s, chuyển động các quark và phản quark đã đủ chậm để các lực tương tác mạnh gom chúng lại và gắn kết chúng lại thành các prôtôn và notrôn, năng lượng trung bình của các hạt trong vũ trụ lúc này chỉ còn  $1\text{GeV}$ .
- + Tại thời điểm  $t = 3$  phút, các hạt nhân Heli được tạo thành. Trước đó, prôtôn và notrôn đã kết hợp với nhau để tạo thành hạt nhân đơteri  ${}^2_1\text{H}$ . Khi đó, đã xuất hiện các hạt nhân đơteri  ${}^2_1\text{H}$ , triti  ${}^3_1\text{H}$ , heli  ${}^4_2\text{He}$  bền. Các hạt nhân hiđrô và heli chiếm 98% khối lượng các sao và các thiên hà, khối lượng các hạt nhân nặng hơn chỉ chiếm 2%. Ở mọi thiên thể, có  $\frac{1}{4}$  khối lượng là heli và có  $\frac{3}{4}$  khối lượng là hiđrô. Điều đó chứng tỏ, mọi thiên thể, mọi thiên hà có cùng chung nguồn gốc.
- + Tại thời điểm  $t = 300000$  năm, các loại hạt nhân khác đã được tạo thành, tương tác chủ yếu chi phối vũ trụ là tương tác điện từ. Các lực điện từ gắn các electron với các hạt nhân, tạo thành các nguyên tử H và He.
- + Tại thời điểm  $t = 10^9$  năm, các nguyên tử đã được tạo thành, tương tác chủ yếu chi phối vũ trụ là tương tác hấp dẫn. Các lực hấp dẫn thu gom các nguyên tử lại, tạo thành các thiên hà và ngăn cản các thiên hà tiếp tục nở ra. Trong các thiên hà, lực hấp dẫn nén các đám nguyên tử lại tạo thành các sao. Chỉ có khoảng cách giữa các thiên hà tiếp tục tăng lên.
- + Tại thời điểm  $t = 14 \cdot 10^9$  năm, vũ trụ ở trạng thái như hiện nay với nhiệt độ trung bình  $T = 2,7\text{K}$ .