

CÁC VẤN ĐỀ CẦN BIẾT

1. Đơn vị trong hệ SI

2. Các tiếp đầu ngữ

Tên đại lượng	Đơn vị		Tiếp đầu ngữ		Ghi chú
	Tên gọi	Ký hiệu	Tên gọi	Kí hiệu	
Chiều dài	mét	m	pico	p	$10^{-12}$
Khối lượng	kilogam	kg	nano	n	$10^{-9}$
Thời gian	giây	s	micro	$\mu$	$10^{-6}$
Cường độ dòng điện	ampe	A	mili	m	$10^{-3}$
Nhiệt độ	độ	K	centi	c	$10^{-2}$
Lượng chất	mol	mol	deci	d	$10^2$
Góc	radian	rad	kilo	k	$10^3$
Năng lượng	joule	J	Mega	M	$10^6$
Công suất	watt	W	Giga	G	$10^9$

3. Một số đơn vị thường dùng trong vật lý

STT	Tên đại lượng	Đơn vị	
		Tên gọi	Ký hiệu
1	Diện tích	Mét vuông	$m^2$
2	Thể tích	Mét khối	$m^3$
3	Vận tốc	Mét / giây	m/s
4	Gia tốc	Mét / giây bình	$m/s^2$
5	Tốc độ góc (tần số góc)	Rad trên giây	rad/s
6	Gia tốc góc	Rad trên giây <sup>2</sup>	rad/s <sup>2</sup>
7	Lực	Niuton	N
8	Momen lực	Niuton.met	N.m
9	Momen quán tính	Kg.met <sup>2</sup>	kg.m <sup>2</sup>
10	Momen động lượng	Kg.m <sup>2</sup> trên giây	kg.m <sup>2</sup> /s
11	Công, nhiệt, năng lượng	Jun	J
12	Chu kỳ	Woát	W
13	Tần số	Héc	Hz
14	Cường độ âm	Oát/met vuông	W/m <sup>2</sup>
15	Mức cường độ âm	Ben	B

#### 4. Kiến thức toán cơ bản:

##### a. Đạo hàm của một số hàm cơ bản sử dụng trong Vật Lí:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

##### e. Định lý Viet:

$$\left. \begin{aligned} x + y &= S = -\frac{b}{a} \\ x \cdot y &= P = \frac{c}{a} \end{aligned} \right\} \Rightarrow x, y \text{ là nghiệm của } X^2 - SX + P = 0$$

**Chú ý:**  $y = ax^2 + bx + c$ ; để  $y_{\min}$  thì  $x = -\frac{b}{2a}$ ;

$$\text{Đổi } x^0 \text{ ra rad: } \frac{x^0 \pi}{180}$$

**g. Các giá trị gần đúng:**

$$+ \text{Số } \pi \quad \pi^2 \approx 10; 314 \approx 100\pi; 0,318 \approx \frac{1}{\pi}; \quad 0,636 \approx \frac{2}{\pi}; 0,159 \approx \frac{1}{2\pi};$$

$$+ \text{Nếu } x \ll 1 \text{ thì } (1 \pm x)^x = 1 \pm nx; \quad \frac{1 \pm x_1}{1 \pm x_2} = 1 \pm x_1 \mp x_2;$$

$$\sqrt{1+x} \approx 1 \pm \frac{x}{2}; \quad \frac{1}{1 \pm x} \approx 1 \mp x; \quad (1 \pm \varepsilon_1)(1 \pm \varepsilon_2) \approx 1 \pm \varepsilon_1 \pm \varepsilon_2$$

$$+ \text{Nếu } \alpha < 10^\circ (\alpha \text{ nhỏ}): \tan \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha_{\text{rad}}; \quad \cos \alpha = 1 - \frac{\alpha^2}{2}$$

**h. Công thức hình học**

\* Trong một tam giác ABC có ba cạnh là a, b, c (đối diện 3 góc A; B; C) ta có:

$$+ a^2 = b^2 + c^2 - 2 a.b.\cos A; \text{ (tương tự cho các cạnh còn lại)}$$

$$+ \frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

**\* Hình cầu**

$$+ \text{Diện tích mặt cầu} \quad S = 4\pi R^2$$

$$+ \text{Thể tích hình cầu} \quad V = \frac{4}{3} \pi R^3$$



# Chương I: DAO ĐỘNG CƠ HỌC

## I - ĐẠI CƯƠNG VỀ DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

T: chu kỳ; f: tần số; x: li độ; v: vận tốc; a: gia tốc; g: gia tốc trọng trường; A: biên độ dao động;  $(\omega t + \varphi)$ : pha dao động;  $\varphi$ : pha ban đầu;  $\omega$ : tốc độ góc;

### 1. Phương trình dao động

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

- Chu kỳ:  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  (s)      - Tần số:  $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$  (Hz)

- Nếu vật thực hiện  $N$  dao động trong thời gian  $t$  thì:

$$\left\{ T = \frac{t}{N} \text{ và } f = \frac{N}{t} \right.$$

### 2. Phương trình vận tốc

$$v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$$

-  $x = 0$  (VTCB) thì vận tốc cực đại:  $v_{\max} = \omega A$

-  $x \pm A$  (biên) thì  $v = 0$

### 3. Phương trình gia tốc

$$a = v' = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$$

-  $x = \pm A$  thì  $a_{\max} = \omega^2 A$

-  $x = 0$  thì  $a = 0$

**Ghi chú:** Liên hệ về pha:

- $v$  sớm pha  $\frac{\pi}{2}$  hơn  $x$ ;
- $a$  sớm pha  $\frac{\pi}{2}$  hơn  $v$ ;
- $a$  ngược pha với  $x$ .

### 4. Hệ thức độc lập thời gian giữa $x$ , $v$ và $a$

- Giữa  $x$  và  $v$ :  $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

- Giữa  $v$  và  $a$ :  $v_{\max}^2 = (\omega A)^2 = v^2 + \frac{a^2}{\omega^2}$

- Giữa a và x:

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

## 5. Các liên hệ khác

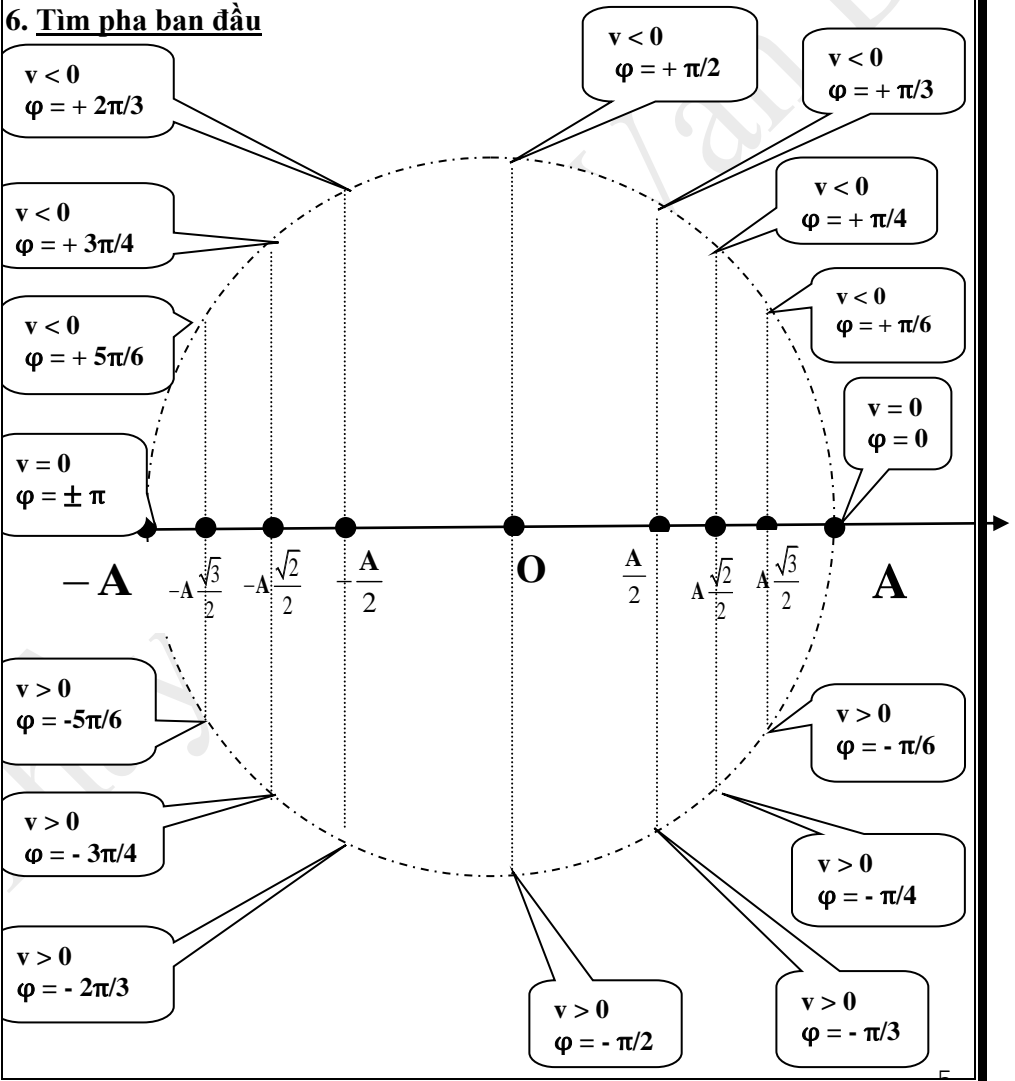
- Tốc độ góc:

$$\omega = \frac{a_{\max}}{v_{\max}}$$

- Tính biên độ

$$A = \frac{L}{2} = \frac{S}{4n} = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{a_{\max}}{\omega^2} = \frac{v_{\max}^2}{a_{\max}} = \sqrt{\frac{2W}{k}} = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \frac{\sqrt{\omega^2 v^2 + a^2}}{\omega^2}$$

## 6. Tìm pha ban đầu



## 6. Thời gian ngắn nhất để vật đi từ:

+  $x_1$  đến  $x_2$  (giả sử  $x_1 > x_2$ ):

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

+  $x_1$  đến  $x_2$  (giả sử  $x_1 < x_2$ ):

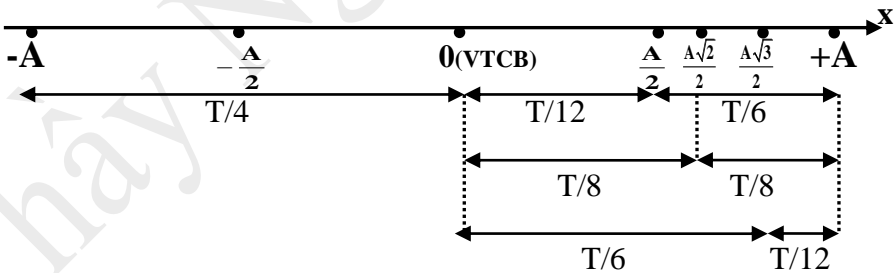
$$\Delta t = \frac{\Delta \varphi}{\omega} = \frac{|\varphi_2 - \varphi_1|}{\omega} \quad \text{với} \quad \begin{cases} \cos \varphi_1 = \frac{x_1}{A} \\ \cos \varphi_2 = \frac{x_2}{A} \end{cases} \quad (-\pi \leq \varphi_1, \varphi_2 \leq 0)$$

## 7. Vận tốc trung bình - tốc độ trung bình

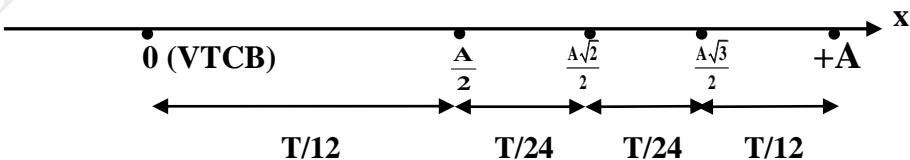
- Tốc độ trung bình  $v = \frac{S}{t}$
- Độ dời  $\Delta x$  trong  $n$  chu kỳ bằng 0;  
quãng đường vật đi được trong  $n$  chu kỳ bằng  $S = 4nA$ .
- Vận tốc trung bình  $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ .

## 8. Tính quãng đường vật đi được trong thời gian $t$

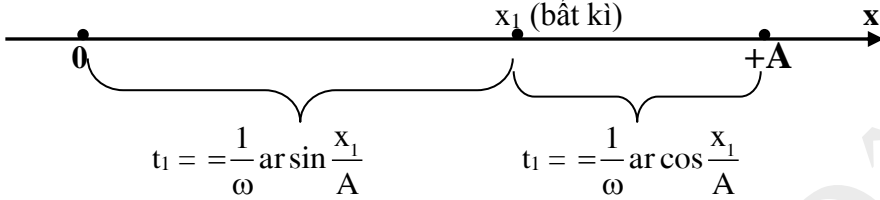
+ Sơ đồ 1:



+ Sơ đồ 2:



**\* Công thức giải nhanh tìm quãng đường đi (dùng máy tính)**



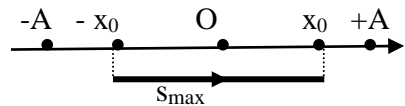
**\* Phương pháp chung tìm quãng đường đi trong khoảng thời gian nào đó ta cần xác định:**

- Vị trí vật lúc  $t = 0$  và chiều chuyển động của vật lúc đó;
- Chia thời gian  $\Delta t$  thành các khoảng nhỏ:  $nT$ ;  $nT/2$ ;  $nT/4$ ;  $nT/8$ ;  $nT/6$ ;  $T/12 \dots$  với  $n$  là số nguyên;
- Tìm quãng đường  $s_1$ ;  $s_2$ ;  $s_3$ ; ... tương ứng với các quãng thời gian nêu trên và cộng lại

- ♦ **Tính quãng đường ngắn nhất và bé nhất** vật đi được trong khoảng thời gian  $t$  với  $0 \leq t \leq \frac{T}{2}$

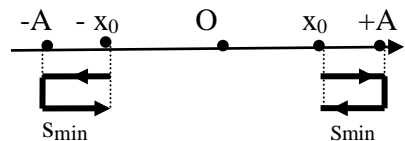
**Nguyên tắc:**

+ Vật đi được quãng đường **dài nhất** khi li độ điểm đầu và điểm cuối có giá trị đối nhau



Quãng đường dài nhất:  $S_{\max} = 2A \sin \frac{\omega t}{2}$

+ Vật đi được quãng đường **ngắn nhất** khi li độ điểm đầu và điểm cuối có giá trị bằng nhau



Quãng đường ngắn nhất:  $S_{\min} = 2A \left( 1 - \cos \frac{\omega t}{2} \right)$

♦ Trường hợp  $t > \frac{T}{2}$  thì ta tách  $t = n\frac{T}{2} + \Delta t$  ( $n \in \mathbb{N}^*$  và  $0 < \Delta t < \frac{T}{2}$ ):

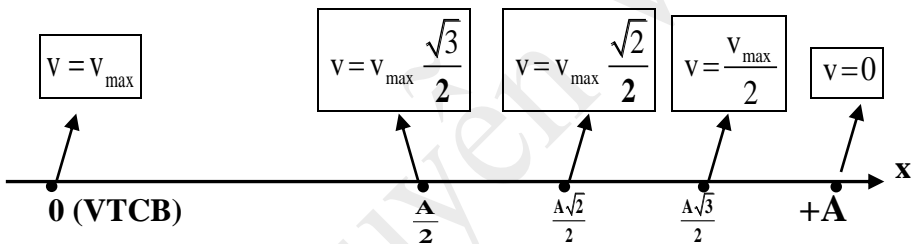
+ Quãng đường lớn nhất:  $S_{\max} = 2nA + 2A \sin \frac{\omega \Delta t}{2}$

+ Quãng đường nhỏ nhất:  $S_{\min} = 2nA + 2A \left( 1 - \cos \frac{\omega \Delta t}{2} \right)$

+ Tốc độ trung bình lớn nhất trong thời gian  $t$ :  $v_{tb\max} = \frac{S_{\max}}{t}$

+ Tốc độ trung bình nhỏ nhất trong thời gian  $t$ :  $v_{tb\min} = \frac{S_{\min}}{t}$

### + Sơ đồ quan hệ giữa li độ và vận tốc



## II - CON LẮC Lò XO

$\Delta l$ : độ biến dạng của lò xo khi vật cân bằng;

$k$ : độ cứng của lò xo (N/m);  $l_0$ : chiều dài tự nhiên của lò xo

### 1. Công thức cơ bản

- Tần số góc:  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$ ;

+ Con lắc lò xo treo thẳng đứng:  $\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2}$ ;

+ Đặt con lắc trên mặt phẳng nghiêng góc  $\alpha$  không ma sát:



$$\Delta l = \frac{mg \sin \alpha}{k}$$

- áp dụng công thức về chu kỳ và tần số:

$$\begin{cases} T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l}{g}} \\ f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\Delta l}} \end{cases}$$

## 2. Chiều dài cực đại và cực tiểu của lò xo

+ dao động thẳng đứng:

$$\begin{cases} l_{\min} = (l_0 + \Delta l) - A \\ l_{\max} = (l_0 + \Delta l) + A \end{cases}$$

$$\rightarrow A = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2}$$

+ dao động phương ngang:

$$\begin{cases} l_{\min} = l_0 - A \\ l_{\max} = l_0 + A \end{cases}$$

## 3. Ghép lò xo.

- Ghép nối tiếp:  $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$

- Ghép song song:  $k = k_1 + k_2 + \dots + k_n$

- Gọi  $T_1$  và  $T_2$  là chu kỳ khi treo m vào lần lượt 2 lò xo  $k_1$  và  $k_2$  thì:

+ Khi ghép  $k_1$  nối tiếp  $k_2$ :  $\begin{cases} T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} \\ \frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \end{cases}$

+ Khi ghép  $k_1$  song song  $k_2$ :  $\begin{cases} f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2} \\ \frac{1}{T^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} \end{cases}$

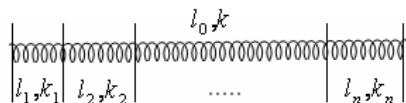
- Gọi  $T_1$  và  $T_2$  là chu kỳ khi treo  $m_1$  và  $m_2$  lần lượt vào lò xo k thì:

+ Khi treo vật  $m = m_1 + m_2$  thì:  $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$

+ Khi treo vật  $m = m_1 - m_2$  thì:  $T = \sqrt{T_1^2 - T_2^2}$  ( $m_1 > m_2$ )

## 4. Cắt lò xo

- Cắt lò xo có độ cứng k, chiều dài  $l_0$  thành nhiều đoạn có



chiều dài  $l_1, l_2, ..., l_n$  có độ cứng tương ứng  $k_1, k_2, ..., k_n$  liên hệ nhau theo hệ thức:

$$kl_0 = k_1l_1 = k_2l_2 = ... = k_nl_n.$$

- Nếu cắt lò xo thành n đoạn bằng nhau (cỗ lò xo có cùng độ cứng  $k'$ ):

$$k' = nk \text{ hay:}$$

$$\begin{cases} T' = \frac{T}{\sqrt{n}} \\ f' = f\sqrt{n} \end{cases}$$

## 5. Lực đàn hồi - lực hồi phục

Nội dung	Lực hồi phục	Lực đàn hồi		
		Lò xo nằm ngang	Lò xo thẳng đứng	
			$A \geq \Delta l$	$A < \Delta l$
Gốc tại	Vị trí cân bằng	Vị trí lò xo chưa biến dạng		
Bản chất	$\vec{F}_{hp} = \vec{P} + \vec{F}_{dh}$	$F_{dh} = k \cdot (\text{độ biến dạng})$		
Ý nghĩa và tác dụng	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gây ra chuyển động của vật</li> <li>- Giúp vật trở về VTCB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Giúp lò xo phục hồi hình dạng cũ</li> <li>- Còn gọi là lực kéo (hay lực đẩy) của lò xo lên vật (hoặc điểm treo)</li> </ul>		
Cực đại	$F_{\max} = kA$	$F_{\max} = kA$	$F_{\max} = k(\Delta l + A)$	
Cực tiểu	$F_{\min} = 0$	$F_{\min} = 0$	$F_{\min} = 0$	$F_{\min} = k(\Delta l - A)$
Vị trí bất kì	$F = k x $	$F = k x $	$F = k(\Delta l + x)$	

## III - CON LẮC ĐƠN

### 1. Công thức cơ bản

Dưới đây là bảng so sánh các đặc trưng chính của hai hệ dao động.

Hệ dao động	Con lắc lò xo	Con lắc đơn
Cấu trúc	Hòn bi m gắn vào lò xo (k).	Hòn bi (m) treo vào đầu sợi dây (l).

<b>VTCB</b>	- Con lắc lò xo ngang: lò xo không giãn - Con lắc lò xo thẳng đứng nó dẫn $\Delta l = \frac{mg}{k}$	Dây treo thẳng đứng
<b>Lực tác dụng</b>	Lực đàn hồi của lò xo: $F = -kx$ $x$ là li độ dài	Trọng lực của hòn bi và lực căng của dây treo: $F = -m \frac{g}{l} s$ $s$ là li độ cung
<b>Tần số góc</b>	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$	$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$
<b>Phương trình dao động.</b>	$x = A \cos(\omega t + \varphi)$	$s = s_0 \cos(\omega t + \varphi)$ Hoặc $\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$
<b>Cơ năng</b>	$W = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$	$W = mgl(1 - \cos \alpha_0)$ $= \frac{1}{2} m \frac{g}{l} s_0^2$

- Chu kỳ dao động của con lắc đơn có chiều dài  $l_1$  và  $l_2$  lần lượt là  $T_1$  và  $T_2$  thì:

+ Chu kỳ của con lắc có chiều dài  $l = l_1 + l_2$ :  $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$

+ Chu kỳ của con lắc có chiều dài  $l = l_1 - l_2$ :  $T = \sqrt{T_1^2 - T_2^2}$  ( $l_1 > l_2$ ).

- Liên hệ giữa li độ dài và li độ góc:  $s = \alpha l$

- Hệ thức độc lập thời gian của con lắc đơn:

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

## 2. Lực hồi phục

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

## 3. Vận tốc - lực căng

+ Khi con lắc ở vị trí li độ góc  $\alpha$  vận tốc và lực căng tương ứng của vật:

$$\begin{cases} v = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)} \\ T_c = mg(3\cos \alpha - 2\cos \alpha_0) \end{cases}$$

Khi  $\alpha_0$  nhỏ:

$$\begin{cases} v = \sqrt{gl(\alpha_0^2 - \alpha^2)} \\ T_c = mg\left(1 + \alpha_0^2 - \frac{3}{2}\alpha^2\right) \end{cases}$$

+ Khi vật ở biên:  $\begin{cases} v = 0 \\ T_c = mg \cos \alpha_0 \end{cases}$ ; khi  $\alpha_0$  nhỏ:

$$\begin{cases} v = 0 \\ T_c = mg\left(1 - \frac{\alpha_0^2}{2}\right) \end{cases}$$

+ Khi vật qua VTCB:  $\begin{cases} v = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)} \\ T_c = mg(3 - 2\cos \alpha_0) \end{cases}$ ; khi  $\alpha_0$  nhỏ:

$$\begin{cases} v = \alpha_0 \sqrt{gl} \\ T_c = mg(1 + \alpha_0^2) \end{cases}$$

#### **4. Biến thiên chu kỳ của con lắc đơn phụ thuộc: nhiệt độ, độ sâu và độ cao. Thời gian nhanh chậm của đồng hồ vận hành bằng con lắc đơn**

##### **a. Công thức cơ bản**

\* Gọi chu kỳ ban đầu của con lắc là  $T_0$  (chu kỳ chạy đúng), Chu kỳ sau khi thay đổi là  $T$  (chu kỳ chạy sai).

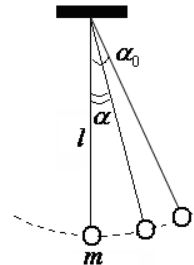
$\Delta T = T - T_0$ : độ biến thiên chu kỳ.

+  $\Delta T > 0$  đồng hồ chạy chậm lại;

+  $\Delta T < 0$  đồng hồ chạy nhanh lên.

\* Thời gian nhanh chậm trong thời gian  $N$  (1 ngày đêm  $N = 24h = 86400s$ ) sẽ bằng:

$$\tau = \frac{N}{T} |\Delta T| \approx N \frac{|\Delta T|}{T_0}$$



##### **b. Các trường hợp thường gặp**

Khi nhiệt độ thay đổi từ  $t_1$  đến  $t_2$ :

$$\begin{cases} \frac{\Delta T}{T_0} = \frac{1}{2} \alpha \Delta t \\ \tau = \frac{1}{2} \alpha N |\Delta t| \end{cases} \quad (\Delta t = t_2 - t_1)$$

**Khi đưa con lắc từ độ cao  $h_1$  đến độ cao  $h_2$  :**

$$\begin{cases} \frac{\Delta T}{T_0} = \frac{\Delta h}{R} \\ \tau = N \frac{|\Delta h|}{R} \end{cases} \quad (\Delta h = h_2 - h_1)$$

Khi đem vật lên cao  $\Delta h > 0$  , khi đem vật xuống độ cao thấp hơn  $\Delta h < 0$  . Ban đầu vật ở mặt đất thì  $h_1 = 0$  và  $\Delta h = h$

**Khi đưa con lắc từ độ sâu  $h_1$  đến độ sâu  $h_2$  :**

$$\begin{cases} \frac{\Delta T}{T_0} \approx \frac{\Delta h}{2R} \\ \tau = \frac{N |\Delta h|}{2R} \end{cases} \quad (\Delta h = h_2 - h_1)$$

Khi đem vật xuống sâu  $\Delta h = h_2 - h_1 > 0$  , khi đem vật lên cao hơn ban đầu  $\Delta h < 0$  . Ban đầu vật ở mặt đất thì  $h_1 = 0$  và  $\Delta h = h$

### c. Các trường hợp đặc biệt

- Khi đưa con lắc ở mặt đất (nhiệt độ  $t_1$ ) lên độ cao  $h$  (nhiệt độ  $t_2$ ) :

$$\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{1}{2} \alpha \Delta t + \frac{h}{R}$$

Nếu đồng hồ vẫn chạy đúng so với dưới mặt đất thì:

$$\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{1}{2} \alpha \Delta t + \frac{h}{R} = 0$$

- Khi đưa con lắc từ trái đất lên mặt trăng (coi chiều dài  $l$  không đổi) thì:

$$\frac{T_{TD}}{T_{MT}} = \frac{R_{TD}}{R_{MT}} \sqrt{\frac{M_{MT}}{M_{TD}}}$$

- Khi cả  $l$  và  $g$  thay đổi một lượng rất nhỏ thì

$$\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta l}{l_0} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g_0}$$

- Khi cả nhiệt độ và  $g$  thay đổi một lượng rất nhỏ thì

$$\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta l}{l_0} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g_0}$$

## 5. Con lắc đơn chịu tác dụng của lực phụ không đổi

\* Lực phụ  $\vec{f}$  gặp trong nhiều bài toán là:

+ **Lực quán tính**  $\vec{F}_q = -m\vec{a}$ , độ lớn:  $F_q = ma$ , (a là gia tốc của hệ quy chiếu)

+ **Lực điện trường**  $\vec{F} = q\vec{E}$ , độ lớn:  $F = |q|E$ .

q là điện tích của vật, E là cường độ điện trường nơi đặt con lắc (V / m)

+ **Lực đẩy Acsimet**  $\vec{F}_A = -\rho V\vec{g}$ , độ lớn:  $F_A = \rho Vg$ .

$\rho$  là khối lượng riêng của môi trường vật dao động, V là thể tích vật chiếm chỗ

Chu kỳ dao động trong trường hợp này sẽ là:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}}$$

$g'$  là gia tốc trọng trường hiệu dụng.

\* **Tính  $g'$ :**

+ **Trường hợp**  $\vec{f} \uparrow \uparrow \vec{P}$ :  $g' = g + \frac{f}{m}$

• Lực quán tính:  $g' = g + a$

• Lực điện trường:  $g' = g + \frac{|q|E}{m}$

+ **Trường hợp**  $\vec{f} \uparrow \downarrow \vec{P}$ :  $g' = g - \frac{f}{m}$

• Lực quán tính:  $g' = g - a$

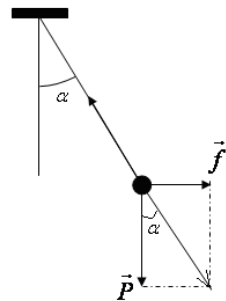
• Lực điện trường:  $g' = g - \frac{|q|E}{m}$

• Lực đẩy Acsimet:  $g' = g - \frac{\rho Vg}{m}$

+ **Trường hợp**  $\vec{f} \perp \vec{P}$ :  $g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{f}{m}\right)^2}$

• Lực quán tính:  $g' = \sqrt{g^2 + a^2}$

• Lực điện trường:  $g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2}$



**Chú ý:** + Trường hợp  $\vec{f} \perp \vec{P}$  thì góc lệch  $\alpha$  của sợi dây so với phương

thẳng đứng được tính:  $\tan \alpha = \frac{f}{P}$

+ Khi con lắc đơn gắn trên xe và chuyển động trên mặt phẳng nghiêng góc  $\alpha$  không ma sát thì VTCB mới của con lắc là sợi dây lệch góc  $\beta = \alpha$  (sợi dây vuông góc với mặt phẳng nghiêng) so với phương thẳng đứng và chu kỳ dao động của nó là:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g \cos \alpha}}$$

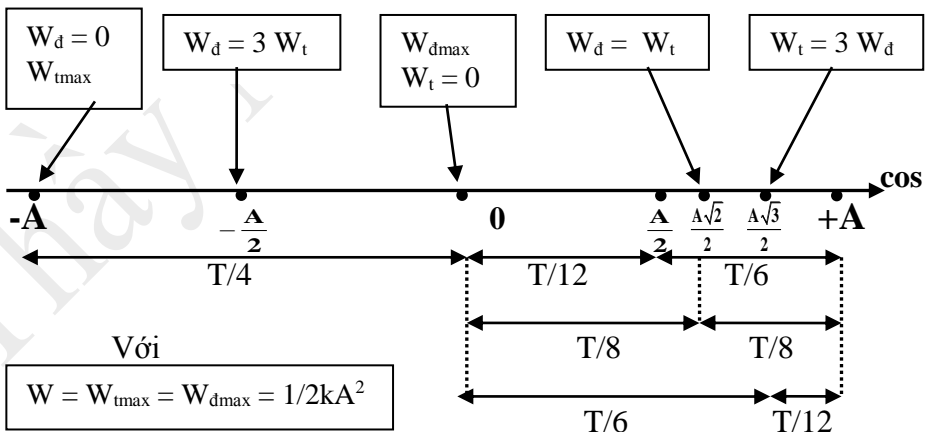
## V - NĂNG LƯỢNG DAO ĐỘNG

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

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

- Động năng và thế năng biến thiên tuần hoàn với chu kỳ bằng 1/2 chu kỳ dao động điều hoà ( $T' = T/2$ ).

- Khoảng thời gian giữa 2 lần động năng và thế năng bằng nhau liên tiếp là  $T/4$ .



### 1. Con lắc lò xo (Chọn gốc thế năng tại VTCB)

- Động năng:  $W_d = \frac{1}{2}mv^2$ ; Thế năng:  $W_t = \frac{1}{2}kx^2$

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

+ Vị trí của vật khi  $W_d = nW_t$ :  $x = \pm \frac{A}{\sqrt{n+1}}$

+ Vận tốc của vật lúc  $W_t = nW_d$ :  $v = \pm \frac{v_{\max}}{\sqrt{n+1}} = \pm \frac{\omega A}{\sqrt{n+1}}$

+ Động năng khi vật ở li độ x:  $W_d = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$

+ Tỉ số động năng và thế năng:  $\frac{W_d}{W_t} = \frac{A^2 - x^2}{x^2}$

## 2. Con lắc đơn (Chân gèc thõ năng t<sup>1</sup>i VTCB)

- Động năng:  $W_d = \frac{1}{2}mv^2$ ; Thế năng:  $W_t = mgl(1 - \cos \alpha)$

- Cơ năng:  $W = W_d + W_t = mgl(1 - \cos \alpha_0)$

• Khi góc  $\alpha_0$  bé thì:  $W_t = \frac{1}{2}mgl\alpha^2$ ;  $W = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2$

+ Vị trí của vật khi

$W_d = nW_t$ :  $S = \pm \frac{S_0}{\sqrt{n+1}}$  và  $\alpha = \pm \frac{\alpha_0}{\sqrt{n+1}}$

+ Vận tốc của vật lúc

$W_t = nW_d$ :  $v = \pm \frac{v_{\max}}{\sqrt{n+1}} = \pm \frac{\omega S_0}{\sqrt{n+1}}$

+ Động năng của vật khi nó ở li độ  $\alpha$ :

$W_d = \frac{1}{2}mgl(\alpha_0^2 - \alpha^2) = \frac{1}{2}m\omega^2(S_0^2 - S^2)$

+ Tỉ số động năng và thế năng:  $\frac{W_d}{W_t} = \frac{\alpha_0^2 - \alpha^2}{\alpha^2} = \frac{S_0^2 - S^2}{S^2}$



## VI - TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

### 1. Phương pháp giản ễ Frexnel

- Bài toán: Tổng hợp 2 dao động điều hoà cùng phương:

$$\begin{cases} x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1) \\ x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2) \end{cases} \Rightarrow x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

với

$$\begin{cases} A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)} \\ \tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} \end{cases}$$

- Nếu 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  $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$  được xác định:

$$\begin{cases} A_2^2 = A^2 + A_1^2 - 2AA_1 \cos(\varphi - \varphi_1) \\ \tan \varphi_2 = \frac{A \sin \varphi - A_1 \sin \varphi_1}{A \cos \varphi - A_1 \cos \varphi_1} \end{cases}$$

(với  $\varphi_1 \leq \varphi \leq \varphi_2$ )

- Nếu 2 dao động thành phần vuông pha thì:  $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$

### 2. Tìm dao động tổng hợp xác định A và $\varphi$ bằng cách dùng máy tính thực hiện phép cộng:

+ Với máy **FX570ES**: Bấm chọn **[MODE]** **[2]** màn hình xuất hiện chữ: **CMPLX**.

-Chọn đơn vị đo góc là độ bấm: **[SHIFT]** **[MODE]** **[3]** màn hình hiển thị chữ **D** (hoặc Chọn đơn vị góc là Rad bấm: **[SHIFT]** **[MODE]** **[4]** màn hình hiển thị chữ **R**)

-Nhập **[A<sub>1</sub>]** **[SHIFT]** **(-)** **[ $\varphi_1$ ]** **[+]** Nhập **[A<sub>2</sub>]** **[SHIFT]** **(-)** **[ $\varphi_2$ ]** nhấn **[=]** hiển thị kết quả.

(Nếu hiển thị số phức dạng: **a+bi** thì bấm **[SHIFT]** **[2]** **[3]** **[=]** hiển thị kết quả: **A $\angle\varphi$** )

+ Với máy FX570MS : Bấm chọn **MODE** **2** màn hình xuất hiện chữ:

**CMPLX.**

Nhập **A<sub>1</sub>** **SHIFT** **(-)** **φ<sub>1</sub>** **+** Nhập **A<sub>2</sub>** **SHIFT** **(-)** **φ<sub>2</sub>** **=**

Sau đó bấm **SHIFT** **+** **=** hiển thị kết quả là: A. **SHIFT** **=** hiển thị kết quả là: **φ**

+ **Lưu ý Chế độ hiển thị màn hình kết quả:**

Sau khi nhập ta ấn dấu **=** có thể hiển thị kết quả dưới dạng số **vô tỉ**, muốn kết quả dưới dạng **thập phân** ta ấn **SHIFT** **=** (hoặc dùng phím **S⇔D**) để chuyển đổi kết quả **Hiển thị**.

## VII - DAO ĐỘNG TẮT DẦN

- *Tìm tổng quãng đường S mà vật đi được cho đến khi dừng lại:*

$$\frac{1}{2} k A^2 = F_c S$$

- *Độ giảm biên độ sau 1 dao động:*

$$|\Delta A| = \frac{4F_c}{m\omega^2} = \frac{4F_c}{k}, F_c \text{ là lực cản}$$

Nếu  $F_c$  là lực ma sát thì :

$$|\Delta A| = \frac{4\mu N}{k}$$

- *Số dao động thực hiện được:*

$$N' = \frac{A_1}{|\Delta A|} = \frac{k \cdot A_1}{4F_c}$$

Nếu  $F_c$  là lực ma sát thì:

$$N' = \frac{k A_1}{4\mu N}$$

- *Thời gian từ lúc bị ma sát đến khi dừng lại*

$$\Delta t = N' \cdot T$$

- *Số lần qua VTCB của vật:* khi  $n \leq N' < n,25$  (n nguyên) thì số lần qua VTCB sẽ là 2n; khi

$n,25 \leq N' < n,75$  thì số lần qua VTCB của vật là 2n+1; khi

$n,75 \leq N' \leq n+1$  thì số lần qua VTCB của vật là 2n+2.

- *Vị trí của vật có vận tốc cực đại:*

$$F_c = F_{hp} \Rightarrow \mu \cdot m \cdot g = K \cdot x_0 \Rightarrow x_0 = \frac{\mu m g}{k}$$

- *Vận tốc cực đại khi dao động đạt được tại vị trí  $x_0$  :*

$$v_0 = (A - x_0) \cdot \omega$$

## VIII - DAO ĐỘNG CƯỜNG BỨC. CỘNG HƯỞNG

- Khi vật dao động cưỡng bức thì tần số (chu kỳ) dao động của vật bằng tần số (chu kỳ) của ngoại lực.
- Hiện tượng cộng hưởng xảy ra khi tần số (chu kỳ) của ngoại lực bằng tần số (chu kỳ) dao động riêng của hệ.

**Chú ý:** Chu kỳ kích thích  $T = \frac{l}{v}$ ;  $l$  là khoảng cách ngắn nhất giữa 2 mối ray tàu hỏa hoặc 2 ổ gà trên đường ...; Vận tốc của xe để con lắc đặt trên xe có cộng hưởng:

$$v = \frac{l}{T_0} = lf_0$$

## IX – CON LẮC TRÙNG PHÙNG

- Để xác định chu kỳ của 1 con lắc lò xo (hoặc con lắc đơn) người ta so sánh với chu kỳ  $T_0$  (đã biết) của 1 con lắc khác ( $T \approx T_0$ ).

- Hai con lắc này gọi là trùng phùng khi chúng đồng thời đi qua 1 vị trí xác định theo cùng một chiều

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

**Chú ý:** + Nếu  $T > T_0 \Rightarrow \theta = (n+1)T_0 = nT$

+ Nếu  $T < T_0 \Rightarrow \theta = (n+1)T = nT_0$  (với  $n \in \mathbb{N}^*$ )

## CHƯƠNG II: SÓNG CƠ HỌC

### I - ĐẠI CƯƠNG VỀ SÓNG CƠ HỌC

T: chu kỳ sóng; v: vận tốc truyền sóng;  $\lambda$ : bước sóng

## 1. Các công thức cơ bản

- Liên hệ giữa  $\lambda$ ,  $v$  và  $T$  (f): 
$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

- Quãng đường sóng truyền đi được trong thời gian  $t$ : 
$$S = vt = \frac{\lambda}{T} t$$

- Vận tốc truyền sóng biết quãng đường sóng truyền được trong thời gian  $t$  là  $S$ : 
$$v = \frac{S}{t}$$

- Khoảng cách giữa  $n$  gợn lồi liên tiếp là  $d$  thì: 
$$\lambda = \frac{d}{n-1}$$

-  $n$  gợn sóng đi qua trước mặt trong thời gian  $t$  thì: 
$$T = \frac{t}{n-1}$$

- Phao nhô cao  $n$  lần trong thời gian  $t$  thì: 
$$T = \frac{t}{n-1}$$

## 2. Phương trình sóng

- Sóng truyền từ  $N$  qua  $O$  và đến  $M$ , giả sử biểu thức Sóng tại  $O$  có dạng:  
 $u_0 = A \cos(\omega t + \varphi)$ , thì:

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

$$u_N = A \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{2\pi x'}{\lambda}\right)$$

- Độ lệch pha của 2 điểm trên phương truyền sóng cách nhau một đoạn  $d$ :

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

•  $\Delta\varphi = k2\pi$  hay  $d = k\lambda \rightarrow$  2 điểm đó dao động cùng pha

•  $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$  hay  $d = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \rightarrow$  2 điểm đó dao động ngược pha

- Độ lệch pha của cùng một điểm tại các thời điểm khác nhau:

$$\Delta\varphi = \omega(t_2 - t_1)$$

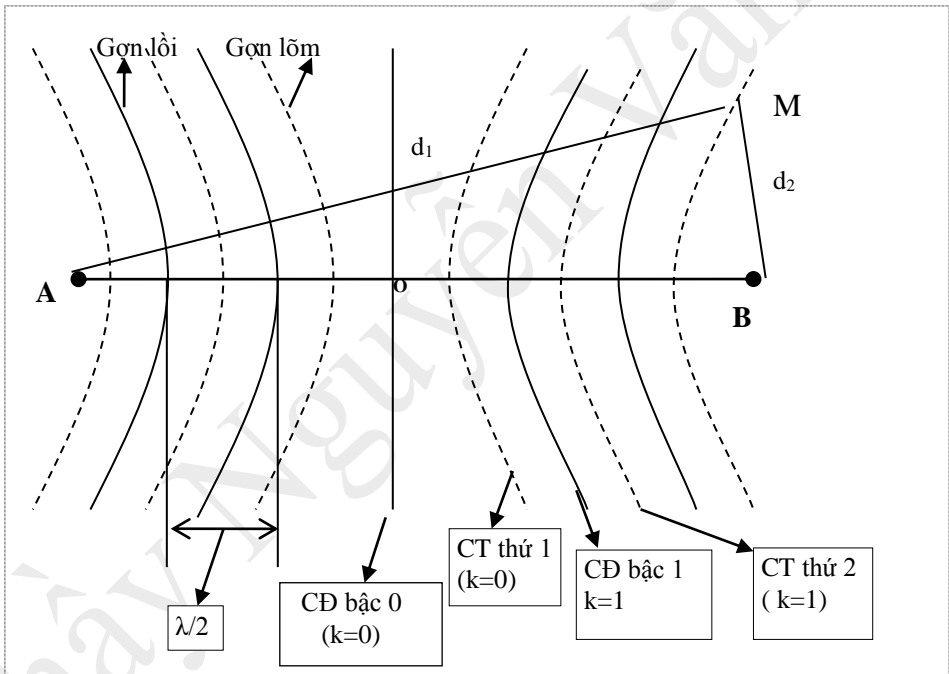
- Cho phương trình sóng là  $u = A\cos(\omega t \pm kx)$  sóng này truyền với vận

tốc:

$$v = \frac{\omega}{k}$$

**Chú ý:** Có những bài toán cần lập phương trình sóng tại 1 điểm theo điều kiện ban đầu mà họ chọn thì ta lập phương trình sóng giống như phần lập phương trình dao động điều hòa.

## II – GIAO THOA SÓNG



### 1. Phương trình sóng tổng hợp tại một điểm

**\* Trường hợp tổng quát:**

Phương trình sóng tại 2 nguồn

$$u_1 = A\cos(2\pi ft + \varphi_1) \quad \text{và} \quad u_2 = A\cos(2\pi ft + \varphi_2)$$

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

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

Phương trình sóng tại M:

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

Biên độ dao động tại M:

$$A_M = 2A \left| \cos\left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} - \frac{\Delta\varphi}{2}\right] \right| \quad \text{với } \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

**2. Tìm số điểm dao động cực đại, số điểm dao động cực tiểu giữa hai nguồn:**

**Ta xét các trường hợp sau đây:**

**a. Hai nguồn dao động cùng pha:  $\Delta\varphi = 2k\pi$**

\* Số Cực đại:  $-S_1S_2 < k\lambda < S_1S_2 \quad (k \in \mathbb{Z})$

\* Số Cực tiểu:  $-S_1S_2 < (k + \frac{1}{2})\lambda < S_1S_2 \quad (k \in \mathbb{Z})$

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

Kết quả trái ngược cùng pha

\* Số Cực đại:  $-S_1S_2 < (k + \frac{1}{2})\lambda < S_1S_2 \quad (k \in \mathbb{Z})$

\* Số Cực tiểu:  $-S_1S_2 < k\lambda < S_1S_2 \quad (k \in \mathbb{Z})$

**c. Hai nguồn dao động vuông pha:  $\Delta\varphi = (2k+1)\pi/2$**

(Số cực đại = Số cực tiểu)

$-S_1S_2 < (k + \frac{1}{4})\lambda < S_1S_2 \quad (k \in \mathbb{Z})$

**d. Công thức tổng quát khi lệch pha bất kỳ**

\* Số cực đại:  $-S_1S_2 < (k - \frac{\Delta\varphi}{2\pi})\lambda < S_1S_2$

\* Số cực tiểu:  $-S_1S_2 < (k - \frac{\Delta\varphi}{2\pi} - \frac{1}{2})\lambda < S_1S_2$

### 3. Tìm số cực đại, cực tiểu ở ngoài đoạn thẳng nối 2 nguồn

$$\frac{d_2' - d_1'}{\lambda} \leq k \leq \frac{d_2 - d_1}{\lambda}$$

(giả sử  $d_2 - d_1 > d_2' - d_1'$ )

- Xác định số điểm (số đường) cực tiểu trên đoạn AB (cùng phía so với đường thẳng  $0_10_2$ ) là số nghiệm k nguyên thỏa mãn biểu thức:

$$\frac{d_2' - d_1'}{\lambda} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{d_2 - d_1}{\lambda} - \frac{1}{2}$$

(giả sử  $d_2 - d_1 > d_2' - d_1'$ )

**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:

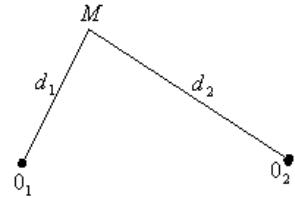
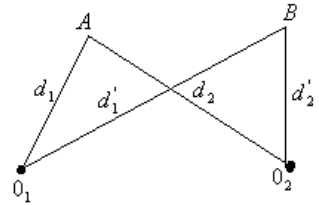
- Cực đại:  $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$
- Cực tiểu:  $\Delta d_M < (k+0,5)\lambda < \Delta d_N$

+ 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.

+ Hai nguồn dao động vuông pha:



## III – SÓNG DỪNG

1- Biên độ của sóng tới và sóng phản xạ là A thì biên độ dao động của bụng sóng  $a = 2A$ .

- Bề rộng của bụng sóng là:

$$L = 4A$$

- Vận tốc cực đại của một điểm bụng sóng trên dây:  $v_{\max} = \omega 2A$

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

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

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

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

**Chú ý:** • Khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là  $T/2$ .

• Khoảng cách giữa 2 nút liên kế bằng khoảng cách 2 bụng liên kế

và bằng  $\frac{\lambda}{2}$ . • Khoảng cách giữa 2 nút hoặc 2 bụng  $k \frac{\lambda}{2}$ .

## 2 - Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây đàn hồi:

+ Có 2 đầu cố định:

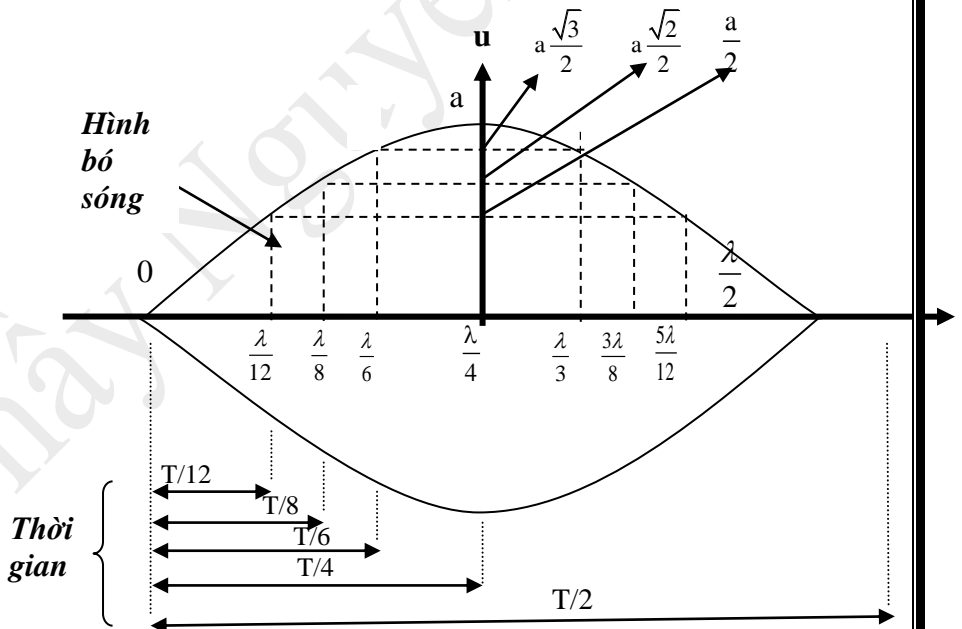
$$l = k \frac{\lambda}{2} \quad (k \in \mathbb{N}^*)$$

Số nút trên dây là  $k + 1$ ; số bụng trên dây là  $k$

+ Có một đầu cố định, một đầu tự do:  $l = (2k + 1) \frac{\lambda}{4} \quad (k \in \mathbb{N})$

Số nút trên dây là  $k + 1$ ; số bụng trên dây là  $k + 1$

## 3. Chiều dài bó sóng cơ và thời gian dao động của các phần tử môi trường





## IV – SÓNG ÂM

### 1. Đại cương về sóng âm

- Vì sóng âm cũng là sóng cơ nên các công thức của sóng cơ có thể áp dụng cho sóng âm.

- Vận tốc truyền âm phụ thuộc vào tính đàn hồi, mật độ và nhiệt độ của môi trường. Biểu thức vận tốc trong không khí phụ thuộc nhiệt độ:

$$v = v_0 \sqrt{1 + \alpha t}$$

$v_0$  là vận tốc truyền âm ở  $0^0C$  ;  $v$  là vận tốc truyền âm ở  $t^0C$ ;  $\alpha = \frac{1}{273} K^{-1}$

### 2. Các bài toán về độ to của âm

- Mức cường độ âm kí hiệu là  $L$ , đơn vị là ben (B) :

$$L(B) = \lg \frac{I}{I_0}$$

- Nếu dùng đơn vị đêxiben thì :  $L(dB) = 10 \lg \frac{I}{I_0}$  ;

$$1B = 10dB$$

Với  $I$  là cường độ âm (đơn vị  $W/m^2$ ,  $I_0$  là cường độ âm chuẩn,  
 $I_0 = 10^{-12} W/m^2$  .

### 3. Các bài toán về công suất của nguồn âm

- Công suất của nguồn âm đẳng hướng:

$$P = IS = 4\pi r^2 I$$

( $S$  là diện tích của mặt cầu có bán kính  $r$  bằng khoảng cách giữa tâm nguồn âm đến vị trí ta đang xét,  $I$  là cường độ âm tại điểm ta xét)

-  $I_A, I_B$  là cường độ âm của các điểm A, B cách nguồn âm những khoảng

$r_A, r_B$  thì: 
$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{r_B^2}{r_A^2}$$

- Mỗi liên hệ giữa cường độ âm và biên độ của sóng âm:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{A_1^2}{A_2^2}$$

- Khi cường độ âm tăng (giảm)  $k$  lần thì mức cường độ âm tăng (giảm)

$$N = \lg k \text{ (B) và } N = 10 \lg k \text{ (dB).}$$

+ Trường hợp  $k = 10^n \rightarrow N = n \text{ (B) hoặc } N = 10n \text{ (dB)}$

### 4. Giao thoa sóng âm

Giao thoa sóng – sóng dừng áp dụng cho:

+ Dây đàn có 2 đầu cố định:

Âm cơ bản:  $f_0 = \frac{v}{2l}$  (còn gọi là họa âm bậc 1)

họa âm bậc 2 là :  $f_2 = 2f_0$ ;

họa âm bậc 3 là :  $f_3 = 3f_0 \dots \Rightarrow$  bậc n:  $f_n = n \cdot \frac{v}{2l}$

+ **Ống sáo:**

**Hở một đầu:** âm cơ bản  $f_0 = \frac{v}{4l}$  (còn gọi là họa âm bậc 1);

họa âm bậc 3 là  $f_3 = 3f_0$ ;  $f_5 = 5f_0 \dots$  bậc n:  $f_n = (2n+1) \frac{v}{4l}$ .

**Hở 2 đầu:** âm cơ bản  $f_0 = \frac{v}{2l}$ ;

họa âm  $f_1 = 2f_0$ ;  $f_1 = 3f_0$ ;  $f \dots$  bậc n:  $f_n = n \cdot \frac{v}{2l}$ .

**Chú ý:** Đối với ống sáo hở 1 đầu, đầu kín sẽ là 1 nút, đầu hở sẽ là bụng sóng nếu âm nghe to nhất và sẽ là nút nếu âm nghe bé nhất

## CHƯƠNG III: DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

### I. ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐIỆN XOAY CHIỀU

#### 1. Suất điện động xoay chiều

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

- **Biểu thức của từ thông qua khung dây:**

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

$\Phi_0 = NBS$ : Từ thông cực đại gửi qua khung dây.

- **Biểu thức của suất điện động xuất hiện trong khung dây dẫn:**

$$e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\Phi' = \omega NBS \sin(\omega t + \varphi) = E_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

Với  $E_0 = \omega NBS = \omega\Phi_0$ : Suất điện động cực đại xuất hiện trong khung.

#### 2. Điện áp (hiệu điện thế) xoay chiều

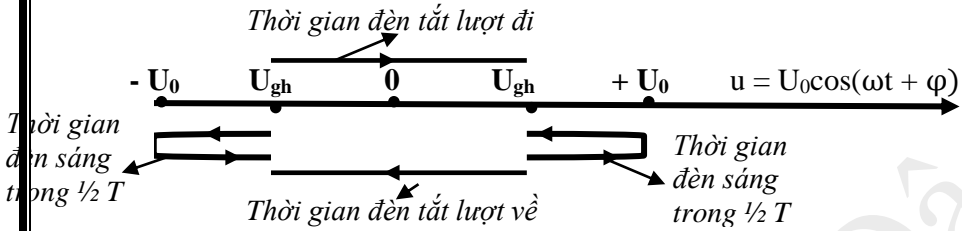
+ Các máy đo điện chỉ các giá trị hiệu dụng

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

và

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

### + Thời gian đèn sáng và tắt



### 3. Các công thức khác

- **Tính nhiệt lượng** tỏa ra trên điện trở thuần theo công thức:

$$Q = I^2 R t$$

- **Điện trở**

$$R = \rho \frac{l}{S};$$

- **Một khối chất** có khối lượng  $m$ , nhiệt dung riêng là  $c \left( \frac{J}{kg.K} \right)$  nhận nhiệt

lượng  $Q$  để tăng nhiệt độ từ  $t_1$  đến  $t_2$ , thì:  $Q = mc(t_2 - t_1)$

- **Điện lượng chuyển qua tiết diện** của dây dẫn trong khoảng thời gian  $\Delta t$  từ  $t_1$  đến  $t_2$ :

$$q = \int_{t_1}^{t_2} dq = \int_{t_1}^{t_2} i dt$$

**5. Dòng điện xoay chiều trong mạch chỉ có điện trở thuần  $R$ ; chỉ có cuộn dây thuần cảm  $L$  và chỉ có tụ điện  $C$**

#### 1. Các công thức cơ bản

	Chỉ có $R$	Chỉ có $L$	Chỉ có $C$
<b>Định luật Ôm</b>	$U_{0R} = I_0 R,$ $U_R = IR$	$U_{0L} = I_0 Z_L,$ $U_L = I Z_L$	$U_{0C} = I_0 Z_C,$ $U_C = I Z_C$
<b>Trở kháng</b>	$R$	$Z_L = \omega L$	$Z_C = \frac{1}{\omega C}$
<b>Độ lệch pha (u và i)</b>	$\varphi_u - \varphi_i = 0$	$\varphi_u - \varphi_i = + \pi/2$	$\varphi_u - \varphi_i = - \pi/2$
<b>Liên hệ giữa u và i:</b>	$\frac{u}{U_0} - \frac{i}{I_0} = 0$	$\frac{u^2}{U_0^2} + \frac{i^2}{I_0^2} = 1$	$\frac{u^2}{U_0^2} + \frac{i^2}{I_0^2} = 1$

## II. MẠCH R, L, C MẮC NỐI TIẾP. CỘNG HƯỞNG ĐIỆN

Các mặt	Mạch RLC	Mạch RL	Mạch RC	Mạch LC
Dạng mạch				
Vector quay				
Tổng trở	$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$	$Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2}$	$Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2}$	$Z =  Z_L - Z_C $
Góc lệch pha	$\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$ $\tan \varphi = \frac{U_{0L} - U_{0C}}{U_{0R}}$ $\tan \varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R}$ $Z_L > Z_C$ : cảm kháng $Z_L < Z_C$ : dung kháng. $Z_L = Z_C$ : cộng hưởng	$\tan \varphi = \frac{Z_L}{R}$ $\tan \varphi = \frac{U_{0L}}{U_{0R}} = \frac{U_L}{U_R}$ Mạch có tính cảm kháng: $\varphi > 0$	$\tan \varphi = -\frac{Z_C}{R}$ $\tan \varphi = -\frac{U_{0C}}{U_{0R}} = -\frac{U_C}{U_R}$ Mạch có tính dung kháng: $\varphi < 0$	$\tan \varphi = \pm \infty$
Định luật Ôm	$I_0 = \frac{U_0}{Z}$ ; $I = \frac{U}{Z}$	$I_0 = \frac{U_0}{Z}$ ; $I = \frac{U}{Z}$	$I_0 = \frac{U_0}{Z}$ ; $I = \frac{U}{Z}$	$I_0 = \frac{U_0}{Z}$ ; $I = \frac{U}{Z}$
Công suất	$P = UI \cos \varphi$ $P = RI^2$	$P = UI \cos \varphi$ $P = RI^2$	$P = UI \cos \varphi$ $P = RI^2$	$P = 0$
Điện năng	$W = P t$	$W = P t$	$W = P t$	$W = 0$

## 2. Cộng hưởng điện.

Nếu giữ nguyên giá trị của điện áp hiệu dụng  $U$  giữa hai đầu mạch và thay đổi tần số góc  $\omega$  sao cho  $\boxed{Z_L = Z_C}$  hay  $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ , thì trong mạch xảy ra hiện tượng đặc biệt, đó là hiện tượng cộng hưởng. Khi đó:

+ Tổng trở của mạch đạt giá trị nhỏ nhất  $Z_{\min} = R$ .

+ Cường độ dòng điện qua mạch đạt giá trị cực đại  $I_{\max} = \frac{U}{R}$ .

+ Các điện áp tức thời ở hai đầu tụ điện và hai đầu cuộn cảm có biên độ bằng nhau nhưng ngược pha nên triệt tiêu lẫn nhau, điện áp hai đầu điện trở bằng điện áp hai đầu đoạn mạch.

Điều kiện để xảy ra cộng hưởng là :

$$\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 \Rightarrow \boxed{\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}}.$$

## 3. Điều kiện để hai đại lượng thỏa mãn hệ thức về pha

+ **Khi hiệu điện thế cùng pha** với dòng điện (cộng hưởng):

$$\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = 0 \text{ hay } \boxed{Z_L = Z_C}$$

+ **Khi hai hiệu điện thế  $u_1$  và  $u_2$  cùng pha:**  $\boxed{\varphi_1 = \varphi_2 \Rightarrow \tan \varphi_1 = \tan \varphi_2}.$

Sau đó lập biểu thức của  $\tan \varphi_1$  và  $\tan \varphi_2$  thế vào và cân bằng biểu thức ta sẽ tìm được mối liên hệ.

+ **Hai hiệu điện thế có pha vuông góc:**

$$\boxed{|\varphi_1| + |\varphi_2| = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \tan \varphi_1 \cdot \tan \varphi_2 = -1}.$$

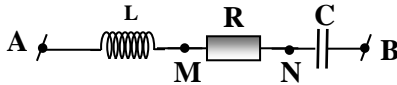
Sau đó lập biểu thức của  $\tan \varphi_1$  và  $\tan \varphi_2$  thế vào và cân bằng biểu thức ta cũng sẽ tìm được mối liên hệ.

**Trường hợp tổng quát** hai đại lượng thỏa mãn một hệ thức nào đó ta sử dụng phương pháp giản đồ vector là tốt nhất **hoặc** dựng **công thức hàm số tan** để giải toán:

$$\boxed{\tan(|\varphi_1| + |\varphi_2|) = \frac{\tan|\varphi_1| + \tan|\varphi_2|}{1 - \tan|\varphi_1| \cdot \tan|\varphi_2|}}$$

#### 4. MỘT SỐ CÔNG THỨC ÁP DỤNG NHANH CHO DẠNG CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM (dạng hỏi đáp)

Các dạng sau đây áp dụng cho đoạn mạch xoay chiều L – R – C mắc nối tiếp



**Dạng 1: Hỏi** Điều kiện để có cộng hưởng điện mạch RLC và các hệ quả

**Đáp:** Điều kiện  $Z_L = Z_C \rightarrow LC\omega^2 = 1$

Khi đó  $Z = Z_{\min} = R$  ;  $I = I_{\max} = \frac{U}{R}$

$\cos\varphi = 1$  ;  $P = P_{\max} = \frac{U^2}{R}$

**Dạng 2:** Cho R biến đổi

**Hỏi** R để  $P_{\max}$ , tính  $P_{\max}$ , hệ số công suất  $\cos\varphi$  lúc đó?

**Đáp :**  $R = |Z_L - Z_C|$  ,  $P_{\max} = \frac{U^2}{2R}$  ,  $\cos\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$

**Dạng 3:** Cho R biến đổi nối tiếp cuộn dây có r

**Hỏi** R để công suất trên R cực đại

**Đáp :**  $R^2 = r^2 + (Z_L - Z_C)^2$

**Dạng 4:** Cho R biến đổi , nếu với 2 giá trị  $R_1$  ,  $R_2$  mà  $P_1 = P_2$

**Hỏi** R để  $P_{\max}$

**Đáp**  $R = |Z_L - Z_C| = \sqrt{R_1 R_2}$

**Dạng 5:** Cho  $C_1$ ,  $C_2$  mà  $I_1 = I_2$  ( $P_1 = P_2$ )

**Hỏi** C để  $P_{\max}$  (cộng hưởng điện)

**Đáp**  $Z_C = Z_L = \frac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2}$

**Dạng 6:** Cho  $L_1$ ,  $L_2$  mà  $I_1 = I_2$  ( $P_1 = P_2$ )

**Hỏi** L để  $P_{\max}$  (cộng hưởng điện)

**Đáp**  $Z_L = Z_C = \frac{Z_{L1} + Z_{L2}}{2}$

**Dạng 7: Hỏi** với giá trị nào của C thì điện áp hiệu dụng trên tụ điện  $U_{C\max}$

**Đáp**  $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$  , Khi đó

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

**Dạng 8: Hỏi** với giá trị nào của L thì điện áp hiệu dụng trên tụ điện  $U_{L_{\text{Max}}}$

**Đáp**  $Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}$ , Khi đó

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

**Dạng 9: Hỏi** điều kiện để  $\varphi_1, \varphi_2$  lệch pha nhau  $\frac{\pi}{2}$  (vuông pha nhau)

**Đáp** Áp dụng công thức  $\tan \varphi_1 \cdot \tan \varphi_2 = -1$

**Dạng 10: Hỏi** khi cho dòng điện không đổi trong mạch RLC thì tác dụng của  $R, Z_L, Z_C$ ?

**Đáp** :  $I = U/R \quad Z_L = 0 \quad Z_C = \infty$

**Dạng 11: Hỏi** Với  $\omega = \omega_1$  hoặc  $\omega = \omega_2$  thì I hoặc P hoặc  $U_R$  có cùng một giá trị thì  $I_{\text{Max}}$  hoặc  $P_{\text{Max}}$  hoặc  $U_{R_{\text{Max}}}$

**Đáp** khi :  $\omega = \sqrt{\omega_1 \omega_2} \Rightarrow$  tần số  $f = \sqrt{f_1 f_2}$

**Dạng 12:** Giá trị  $\omega = ?$  thì  $I_{\text{Max}} \Rightarrow U_{R_{\text{max}}}; P_{\text{Max}}$  còn  $U_{LC_{\text{Min}}}$

**Đáp** : khi  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  (cộng hưởng)

**Dạng 13: Hỏi:** Hai giá trị của  $\omega$  :  $P_{\omega_1} = P_{\omega_2}$

**Đáp**  $\omega_1 \omega_2 = \omega_0^2$

**Dạng 14: Hỏi** Hai giá trị của L :  $P_{L_1} = P_{L_2}$

**Đáp**  $L_1 + L_2 = \frac{2}{C \omega_0^2}$

**Dạng 15: Hỏi** Hai giá trị của C :  $P_{C_1} = P_{C_2}$

**Đáp**  $\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{2}{L \omega_0^2}$

**Dạng 16: Hỏi** Hai giá trị của R :  $P_{R_1} = P_{R_2}$

**Đáp**  $R_1 R_2 = (Z_L - Z_C)^2$  và  $R_1 + R_2 = \frac{U^2}{P}$

**Dạng 17: Hỏi** khi điều chỉnh L để  $U_{RC}$  không phụ thuộc vào R thì

**Đáp:** Khi đó  $Z_L = 2 Z_C$

## 5. Công suất của mạch điện xoay chiều. Hệ số công suất.

- Công thức tính công suất của mạch điện xoay chiều bất kỳ:

$$P = UI \cos \varphi; \cos \varphi \text{ là hệ số công suất.}$$

- Riêng với mạch nối tiếp RLC:

$$P = I^2 R = \frac{U_R^2}{R} = U_R I.$$

- Hệ số công suất của đoạn mạch nối tiếp RLC:  $\cos \varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{R}{Z}$

- Đối với động cơ điện:  $P = UI \cos \varphi = P_{co} + I^2 R;$

trong đó R là điện trở thuần của động cơ,  $\cos \varphi$  là hệ số công suất của động cơ, I là cường độ dòng điện chạy qua động cơ, U là điện áp đặt vào hai đầu động cơ và  $P_{ci}$  là công suất có ích của động cơ.

- Hiệu suất của động cơ điện:

$$H = \frac{P_{ci}}{UI \cos \varphi}$$

**Chú ý:** + Để tìm công suất hoặc hệ số công suất của một đoạn mạch nào đó thì các đại lượng trong biểu thức tính phải có trong đoạn mạch đó.

+ Trong mạch điện xoay chiều công suất chỉ được tiêu thụ trên điện trở thuần.

## III. MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU

### 1. Máy phát điện xoay chiều một pha

- Tần số dòng điện xoay chiều do máy phát phát xoay chiều một pha phát ra:

$f = np$  trong đó: p số cặp cực từ, n số vòng quay của roto trong một giây.

### 2. Máy phát điện xoay chiều ba pha

#### a. Nguồn mắc theo kiểu:

+ hình sao: 
$$\begin{cases} I_d = I_p \\ I_0 = 0 \\ U_d = \sqrt{3}U_p \end{cases}$$

+ hình tam giác: 
$$\begin{cases} I_d = \sqrt{3}I_p \\ U_d = U_p \end{cases}$$

#### b. Phối hợp mắc nguồn và tải

► Nguồn và tải đều mắc hình sao:

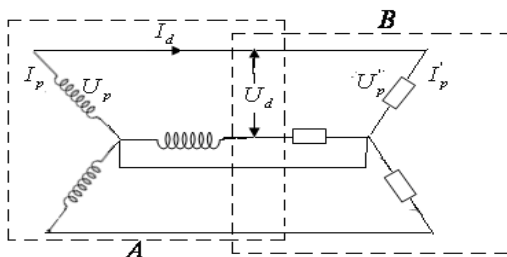
Áp dụng cho nguồn A:



$$\begin{cases} I_p = I_d \\ U_d = U_p \sqrt{3} \end{cases}$$

Áp dụng cho tải B:

$$\begin{cases} I'_p = I_d \\ U_d = U'_p \sqrt{3} \end{cases}$$



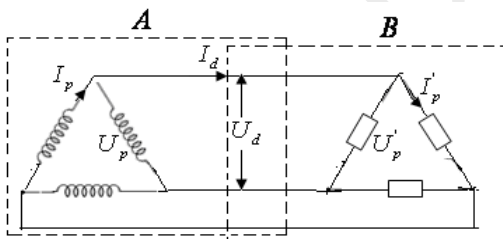
► Nguồn và tải đều mắc tam giác:

Áp dụng cho nguồn A:

$$\begin{cases} I_d = I_p \sqrt{3} \\ U_d = U_p \end{cases}$$

Áp dụng cho tải B:

$$\begin{cases} I_d = I'_p \sqrt{3} \\ U_d = U'_p \end{cases}$$



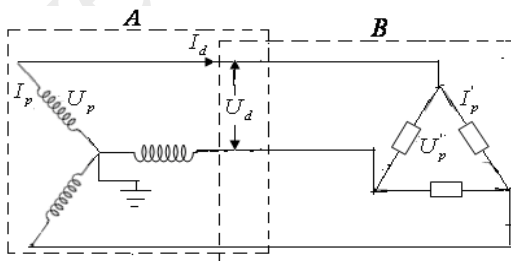
► Nguồn mắc hình sao và tải mắc tam giác:

Áp dụng cho nguồn A:

$$\begin{cases} I_p = I_d \\ U_d = U_p \sqrt{3} \end{cases}$$

Áp dụng cho tải B:

$$\begin{cases} I_d = I'_p \sqrt{3} \\ U_d = U'_p \end{cases}$$



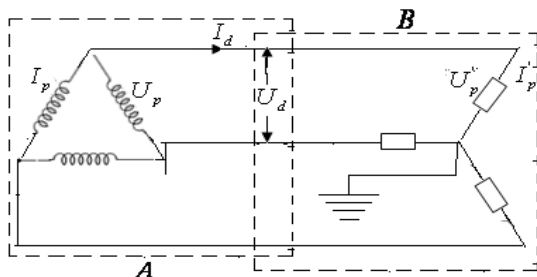
► Nguồn mắc tam giác và tải mắc hình sao:

Áp dụng cho nguồn A:

$$\begin{cases} I_d = I_p \sqrt{3} \\ U_d = U_p \end{cases}$$

Áp dụng cho tải B:

$$\begin{cases} I_d = I'_p \\ U_d = U'_p \sqrt{3} \end{cases}$$



## IV. MÁY BIẾN ÁP VÀ TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG

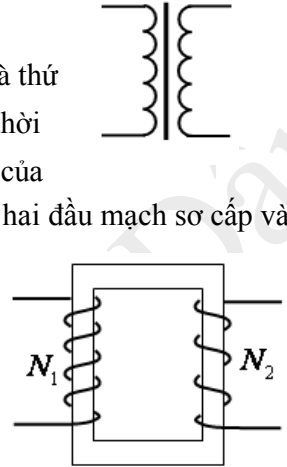
### 1. Máy biến áp

a. Gọi  $N_1$  và  $N_2$  là số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp;  $i_1, i_2$  và  $e_1, e_2$  là cường độ và suất điện động tức thời của mạch sơ cấp và thứ cấp;  $r_1, r_2$  và  $u_1, u_2$  là điện trở của cuộn dây sơ cấp và thứ cấp và hiệu điện thế tức thời ở hai đầu mạch sơ cấp và thứ cấp. Ta có các liên hệ:

$$\bullet \frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2} = k$$

(k gọi là hệ số của MBA)

$$\begin{cases} \bullet \text{ ở cuộn sơ cấp: } u_1 = e_1 + i_1 r_1 \\ \bullet \text{ ở cuộn thứ cấp: } u_2 = e_2 - i_2 r_2 \end{cases}$$



### b. Nếu điện trở các cuộn dây không đáng kể:

Gọi  $U_1$  và  $U_2$  là điện áp hiệu dụng xuất hiện ở hai đầu của cuộn sơ cấp và thứ cấp;  $I_1$  và  $I_2$  là cường độ hiệu dụng dòng điện của mạch sơ cấp và thứ cấp khi mạch kín. H là hiệu suất của MBA.

Ta có các liên hệ:

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

$$\begin{cases} + N_2 > N_1 \text{ thì } U_2 > U_1, \text{ ta gọi MBA là máy tăng thế.} \\ + N_2 < N_1 \text{ thì } U_2 < U_1, \text{ ta gọi MBA là máy hạ thế.} \end{cases}$$

- **Hiệu suất của máy biến áp :** 
$$H = \frac{U_2 I_2 \cos \varphi_2}{U_1 I_1 \cos \varphi_1}$$

với  $\cos \varphi_1$  và  $\cos \varphi_2$  là hệ số công suất của mạch sơ cấp và thứ cấp.

- **Nếu mạch sơ cấp và thứ cấp có u và i cùng pha thì:**

$$H = \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1} \quad \text{hay} \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1 \cdot H};$$

Khi  $H = 100\%$  thì 
$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

c. Nếu điện trở cuộn sơ cấp và thứ cấp lần lượt là  $r_1$  và  $r_2$ , và mạch điện hai đầu cuộn thứ cấp có điện trở R:

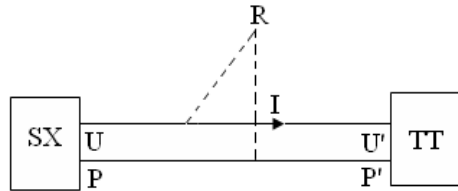
Quy ước:  $\frac{N_1}{N_2} = k$

- Điện áp hai đầu cuộn thứ cấp  $U_2 = U_1 \frac{k.R}{k^2(R + r_2) + r_1}$

- Hiệu suất máy biến áp:  $H = \frac{k^2.R}{k^2(R + r_2) + r_1}$

## 2. Truyền tải điện năng

$P, U$  : là công suất và điện áp nơi truyền đi,  $P', U'$ : là công suất và điện áp nhận được nơi tiêu thụ;  $I$ : là cường độ dòng điện trên dây,  $R$ : là điện trở tổng cộng của dây dẫn truyền tải.



+ **Độ giảm thế trên dây dẫn:**  $\Delta U = U - U' = IR$

+ **Công suất hao phí trên đường dây:**

$$\Delta P = P - P' = I^2 R = \frac{P^2}{U^2 \cos^2 \varphi} \cdot R$$

+ **Hiệu suất tải điện:**  $H' = \frac{P'}{P} = \frac{P - \Delta P}{P}$

**Chú ý:**

- + Chú ý phân biệt hiệu suất của MBA ( $H$ ) và hiệu suất tải điện ( $H'$ ).
- + Khi cần truyền tải điện ở khoảng cách  $l$  thì ta phải cần sợi dây dẫn có chiều dài  $2l$ .

## CHƯƠNG IV: DAO ĐỘNG

### SÓNG ĐIỆN TỪ

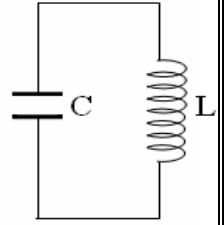
$i, I_0$ : cường độ tức thời và cường độ cực đại trong mạch;  $q, Q_0$ : điện tích tức thời và điện tích cực đại trên tụ điện;  $u, U_0$ : điện áp tức thời và điện áp cực đại trên tụ điện.

## 1. Đại cương : Chu kỳ, tần số của mạch dao động

- Tần số góc:  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ;  $\omega = \frac{I_0}{Q_0}$

- Chu kỳ dao động riêng:  $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi \frac{Q_0}{I_0}$

- Tần số riêng:  $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$



**Chú ý:** Nếu mạch dao động có từ 2 tụ trở lên thì ta coi bộ tụ là một tụ có điện dung C tương đương được tính như sau:

+ Ghép nối tiếp:  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$  ( $C < C_1, C_2, \dots, C_n$ )

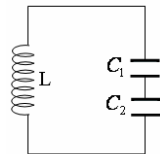
+ Ghép song song:  $C = C_1 + C_2 + \dots + C_n = \sum_{i=1}^n C_i$

( $C > C_1, C_2, \dots, C_n$ )

- Gọi  $T_1$  và  $T_2$  là chu kỳ dao động điện từ khi mắc cuộn thuần cảm L lần lượt với tụ  $C_1$  và  $C_2$  thì:

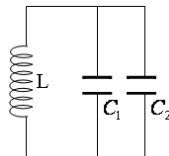
+ Khi mắc L với  $C_1$  nối tiếp  $C_2$ :

$$\begin{cases} f^2 = f_1^2 + f_2^2 \\ \frac{1}{T^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} \end{cases}$$



+ Khi mắc L với  $C_1$  song song  $C_2$ :

$$\begin{cases} T^2 = T_1^2 + T_2^2 \\ \frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \end{cases}$$



## 2. Năng lượng của mạch dao động

• **Năng lượng điện trường:**

$$W_u = \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{Q_0^2}{2C}\cos^2\omega t = \frac{1}{2}L(I_0^2 - i^2)$$

• **Năng lượng từ trường:**

$$W_{dt} = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}LI_0^2\sin^2\omega t = \frac{1}{2}C(U_0^2 - u^2)$$

• **Năng lượng điện từ:**

$$W = W_{dt} + W_{tt} = \frac{1}{2} C U_0^2 = \frac{1}{2} L I_0^2 = \frac{1}{2} L i^2 + \frac{1}{2} C u^2 = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C}$$

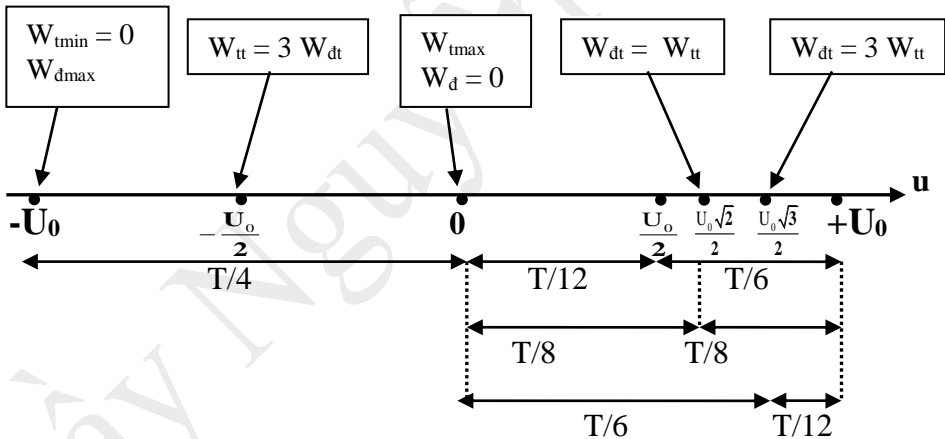
- Liên hệ giữa điện tích cực đại và điện áp cực đại:  $Q_0 = C U_0$

- Liên hệ giữa điện tích cực đại và dòng điện cực đại:  $I_0 = \omega Q_0$

- Biểu thức độc lập thời gian giữa điện tích và dòng điện:  $Q_0^2 = q^2 + \frac{i^2}{\omega^2}$

### 3. Quá trình biến đổi năng lượng mạch dao động

Nếu mạch dao động có chu kỳ T và tần số f thì *Năng lượng điện trường* và *năng lượng từ trường* ( $W_d$ ,  $W_t$ ) dao động với tần số  $f' = 2f$ , chu kỳ  $T' = \frac{T}{2}$



**Ghi chú:**

- Hai lần liên tiếp  $W_{dt} = W_{tt}$  là T/4
- Khi q cực đại thì u cực đại còn khi đó i cực tiểu (bằng 0) và ngược lại.

### 4. Thu và phát sóng điện từ

- *Khung dao động có thể phát và thu* các sóng điện từ có bước sóng:

$$\lambda = c.T = 2\pi c \sqrt{LC};$$

c là tốc độ truyền sóng điện từ trong chân không ( $c = 3.10^8 m/s$ )

- Nếu mạch dao động có  $L$  thay đổi từ  $L_1 \div L_2$  ( $L_1 < L_2$ ) thì mạch chọn sóng có thể chọn được sóng có bước sóng:

$$2\pi\sqrt{L_1 C} \leq \lambda \leq 2\pi\sqrt{L_2 C}$$

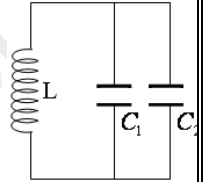
- Nếu mạch dao động có  $C$  thay đổi từ  $C_1 \div C_2$  ( $C_1 < C_2$ ) thì mạch chọn sóng có thể chọn được sóng có bước sóng:

$$2\pi\sqrt{L C_1} \leq \lambda \leq 2\pi\sqrt{L C_2}$$

- Nếu mạch dao động có  $L$  thay đổi từ  $L_1 \div L_2$  ( $L_1 < L_2$ ) và có  $C$  thay đổi từ  $C_1 \div C_2$  ( $C_1 < C_2$ ) thì mạch chọn sóng có thể chọn được sóng có bước sóng:

$$2\pi\sqrt{L_1 C_1} \leq \lambda \leq 2\pi\sqrt{L_2 C_2}$$

\* Gọi  $\lambda_1$  và  $\lambda_2$  là bước sóng mạch dao động hoạt động khi dùng cuộn thuần cảm  $L$  mắc với  $C_1$  và  $C_2$  thì bước sóng mạch dao động hoạt động khi mắc  $L$  với:

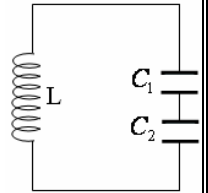


+  $C_1 // C_2$ :

$$\begin{cases} \lambda^2 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2 \\ \frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \end{cases}$$

+  $C_1$  nối tiếp  $C_2$ :

$$\begin{cases} f^2 = f_1^2 + f_2^2 \\ \frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2} \end{cases}$$



- Nếu mạch dao động có  $C$  thay đổi từ  $C_1 \div C_2$  ( $C_1 < C_2$ ) thì mạch hoạt động với bước sóng trong khoảng  $\lambda_1 \div \lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) thì:

$$\frac{\lambda_1^2}{4\pi^2 c^2 C_2} \leq L \leq \frac{\lambda_2^2}{4\pi^2 c^2 C_1}$$

- Nếu mạch dao động có  $L$  thay đổi từ  $L_1 \div L_2$  ( $L_1 < L_2$ ) thì mạch hoạt động với bước sóng trong khoảng  $\lambda_1 \div \lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) thì:

$$\frac{\lambda_1^2}{4\pi^2 c^2 L_2} \leq C \leq \frac{\lambda_2^2}{4\pi^2 c^2 L_1}$$

**Chú ý:** Hai công thức cuối vẫn áp dụng cho trường hợp  $L$  và  $C$  là hằng số còn bước sóng biến thiên  $\lambda_1 \div \lambda_2$ .

## 5. Mạch dao động tắt dần

- **Khung dây có điện trở** hoạt động nờn cú sự

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

Đó cũng là công suất toả nhiệt của điện trở.

- **Năng lượng cần cung cấp** trong khoảng thời gian t:  $A = Q = I^2 Rt$

## 6. Dải sóng điện từ

Nội dung	SÓNG DÀI	SÓNG TRUNG	SÓNG NGẮN	SÓNG CỰC NGẮN
Bước sóng	> 1000 m	1.000 m – 100 m	100 m – 10 m	10 m – 0,01m
Đặc điểm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Có năng lượng nhỏ,</li> <li>- không truyền được đi xa trên mặt đất.</li> <li>- ít bị nước hấp thụ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Có năng lượng khá lớn,</li> <li>- Truyền đi được trên mặt đất.</li> <li>- Bị tầng điện ly hấp thụ vào ban ngày và phản xạ vào ban đêm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Có năng lượng lớn,</li> <li>- Truyền đi được mọi địa điểm trên mặt đất</li> <li>- Có khả năng phản xạ nhiều lần giữa tầng điện ly và mặt đất</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Có năng lượng rất lớn</li> <li>- Truyền được đi được trên mặt đất</li> <li>- Không bị tầng điện ly hấp thụ hoặc phản xạ và có khả năng truyền đi rất xa theo một đường thẳng</li> </ul>
Ứng dụng	Dùng để thông tin dưới nước	Dùng để thông tin vào ban đêm	Dùng để thông tin trên mặt đất	Dùng để thông tin trong vũ trụ.

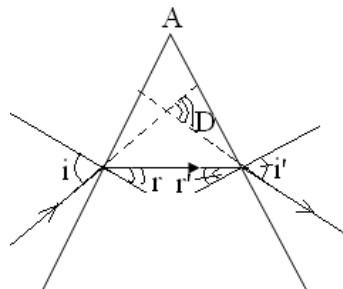
# CHƯƠNG V: SÓNG ÁNH SÁNG

## 1. Tán sắc ánh sáng

### a. Đối với lăng kính

- Công thức lăng kính:

$$\begin{cases} \sin i = n \sin r \\ \sin i' = n \sin r' \\ r + r' = A \\ D = i + i' - A \end{cases}$$



với  $i, i'$  là góc tới và góc ló;  $A$  là góc chiết quang;  $D$  là góc lệch tạo bởi tia tới và tia ló.

- **Trường hợp góc nhỏ:**  $D = (n - 1)A$

- **Góc lệch cực tiểu.**

+ Khi có góc lệch cực tiểu, đường đi của tia sáng đối xứng qua mặt phân giác của góc chiết quang.

+ Ký hiệu góc lệch cực tiểu là  $D_m$ , góc tới ứng với góc lệch cực tiểu là

$$i_m, \text{ ta có: } \begin{cases} r' = r = \frac{A}{2} \\ D_m = 2i_m - A \\ \sin \frac{D_m + A}{2} = n \sin \frac{A}{2} \end{cases}$$

- **Góc lệch giữa 2 tia sáng đơn sắc** qua lăng kính (chiết suất đối với lăng kính lần lượt là  $n_1$  và  $n_2$  ( $n_1 > n_2$ )):  $\Delta D = (n_1 - n_2)A$

- **Bề rộng quang phổ liên tục** trên màn chắn đặt phía sau lăng kính cách lăng kính một khoảng  $l$ :

$$\Delta l = (n_t - n_d)lA$$

(với  $n_t$  và  $n_d$  là chiết suất của ánh sáng tím và ánh sáng đỏ đối với lăng kính và  $A$  tính bằng radian)

## **b. Tán sắc từ môi trường này sang môi trường khác**

**\* Nếu dùng ánh sáng đơn sắc thì:**

+ Màu đơn sắc không thay đổi (vì  $f$  không đổi)

+ Bước sóng đơn sắc thay đổi

Vận tốc và bước sóng của ánh sáng trong môi trường có chiết suất  $n$ :

$$v = \frac{c}{n}; \quad \lambda' = \frac{\lambda}{n};$$

trong đó  $c$  và  $\lambda$  là vận tốc và bước sóng của ánh sáng trong chân không.

+ Dùng định luật khúc xạ để tìm góc khúc xạ  $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$

+ Nếu ánh sáng từ môi trường chiết quang lớn sang môi trường chiết quang nhỏ phải xảy ra phản xạ toàn phần  $i_{gh}$ :

$$\sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1}$$

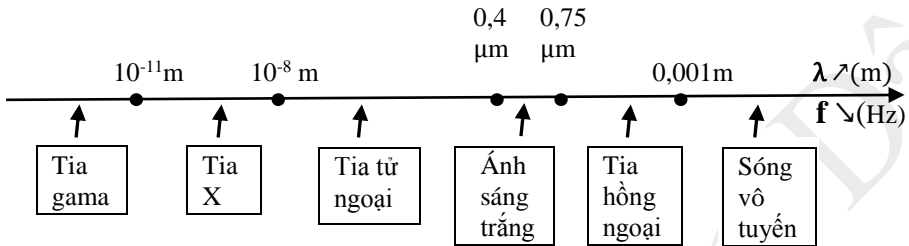
**\* Nếu dùng ánh sáng trắng thì:**

+ Có hiện tượng tán sắc và xuất hiện chum quang phổ liên tục.



- + Các tia đơn sắc đều bị lệch
- Tia đỏ lệch ít so với tia tới;
- Tia tím lệch nhiều so với tia tới.

### c. Thang sóng điện từ



## 2. Giao thoa ánh sáng

Gọi khoảng cách giữa hai khe  $S_1, S_2$  là  $a$ , khoảng cách từ mặt phẳng chứa 2 khe và màn chắn là  $D$ ,  $\lambda$  là bước sóng của ánh sáng.

### 1. Các công thức cơ bản

- *Hiệu đường đi của một điểm có tọa độ  $x$  trên màn:*

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

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

Vân sáng bậc  $n$  ứng với  $k = \pm n$

- *Vị trí vân tối:*  $x = (2k + 1) \frac{\lambda D}{2a} = (2k + 1) \frac{i}{2}$  hoặc  $x_{tk} = \frac{x_{sk} + x_{s(k-1)}}{2}$

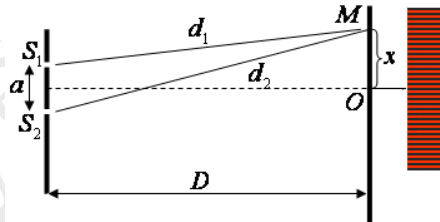
•  $k > 0$  vân tối bậc  $n$  ứng với  $k = n - 1$ ;

•  $k < 0$  vân tối thứ  $n$  ứng với  $k = -n$ ;

ví dụ: vân tối thứ 5 ứng với  $k = -5$  hoặc  $k = 4$ .

- *Khoảng vân:*  $i = \frac{\lambda D}{a}$

- *Bước sóng của ánh sáng:*  $\lambda = \frac{ia}{D}$



- Tần số của bức xạ:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

- Khoảng cách giữa  $n$  vân sáng liên tiếp là  $d$  thì:

$$i = \frac{d}{n-1}$$

- Khoảng cách giữa 2 vân sáng bậc  $k$  bằng:  $2ki$

## 2. Số vân sáng, tối trên màn

**Tính số vân sáng tối trên đoạn AB có tọa độ  $x_A$  và  $x_B$  bất kỳ  $x_A < x_B$**

+ Số vân sáng trên đoạn AB là số nghiệm  $k$  (nguyên) thỏa mãn hệ thức:

$$x_A \leq ki \leq x_B$$

+ Số vân tối trên đoạn AB là số nghiệm  $k$  nguyên thỏa mãn hệ thức:

$$x_A \leq (k + \frac{1}{2})i \leq x_B \quad (k \in \mathbb{Z})$$

**Lưu ý:** Tọa độ  $x_A$   $x_B$  có thể  $> 0$  hoặc âm tùy vị trí A và B trên trục tọa độ

## 3. Dịch chuyển của hệ vân

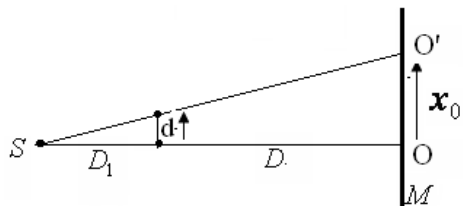
Gọi:  $D$  là khoảng cách từ 2 khe tới màn

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

+ **Khi nguồn sáng  $S$  di chuyển** theo phương song song với  $S_1S_2$  thì hệ vân di chuyển ngược chiều, khoảng vân  $i$  vẫn không đổi và độ dời của hệ vân là:

$$x_0 = \frac{D}{D_1} d, \quad d \text{ là độ dịch}$$

chuyển của nguồn sáng.



+ **Khi nguồn  $S$  đứng yên** và hai khe dịch chuyển theo phương song song với màn thì hệ vân dịch chuyển cùng chiều, khoảng vân  $i$  vẫn không đổi và độ dời của hệ vân là:

$$x_0 = \left(1 + \frac{D}{D_1}\right) d, \quad d \text{ là độ dịch chuyển của hai khe } S_1 \text{ và } S_2.$$

## 4. Bức xạ trùng nhau (sử dụng 2,3,4 bức xạ)

### a. Vân sáng trùng màu vân sáng trung tâm

Khi sử dụng hai đơn sắc: vân sáng trùng màu với vân

$$\text{trung tâm } x_1 = x_2 \Leftrightarrow k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = k_2 \frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{p}{n}$$

với  $k_1$  và  $k_2$  là các số nguyên

+ Cặp số nguyên nhỏ nhất: trùng lần 1

+ Cặp số nguyên kế tiếp: trùng lần 2, 3, ...

### Ghi chú:

\* Vị trí hai vân sáng của hai bức xạ trùng nhau

$$x_{\equiv} = x_{\lambda_1} = pn \text{ hoặc } x_{\equiv} = x_{\lambda_2} = qn$$

\* Nếu sử dụng ba đơn sắc cần lập ba tỉ lệ

$$+ \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}; \quad \frac{k_1}{k_3} = \frac{\lambda_3}{\lambda_1} \text{ và } \frac{k_2}{k_3} = \frac{\lambda_3}{\lambda_2}$$

+ Lập bảng giá trị  $k_1$ ;  $k_2$ ;  $k_3$  và tìm những vị trí trùng nhau ba bức xạ

### b. Các vân tối của hai bức xạ trùng nhau

$$x_{T_{\lambda_1}}^{k_1} = x_{T_{\lambda_2}}^{k_2} \Leftrightarrow (2k_1 + 1) \cdot \frac{\lambda_1 D}{2a} = (2k_2 + 1) \cdot \frac{\lambda_2 D}{2a}$$

$$\Rightarrow \frac{2k_1 + 1}{2k_2 + 1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{p}{q} \Rightarrow \begin{cases} 2k_1 + 1 = p(2n + 1) \\ 2k_2 + 1 = q(2n + 1) \end{cases};$$

$$\text{Vị trí trùng: } x_{\equiv} = x_{T_{\lambda_1}}^{k_1} = p(2n + 1) \cdot \frac{\lambda_1 D}{2a}$$

### c. Vân sáng của bức xạ trùng vân tối của bức xạ kia

$$\text{Giả sử: } x_{S_{\lambda_1}}^{k_1} = x_{T_{\lambda_2}}^{k_2+1} \Leftrightarrow k_1 i_1 = (2k_2 + 1) \cdot \frac{i_2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{k_1}{2k_2 + 1} = \frac{i_2}{2i_1} = \frac{\lambda_2}{2\lambda_1} = \frac{p}{q} \Rightarrow \begin{cases} 2k_2 + 1 = q(2n + 1) \\ k_1 = p(2n + 1) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{Vị trí trùng: } x_{\equiv} = x_{\lambda_1}^{k_1} = p(2n + 1) \cdot i_1$$

## 5. Giao thoa với ánh sáng trắng

Đối với ánh sáng trắng ( $\lambda = 0,38 \mu m \div 0,76 \mu m$ ).

- Bề rộng vân sáng (quang phổ) bậc k:

$$\Delta x_k = \frac{kD}{a} (\lambda_d - \lambda_t) = k(i_d - i_t).$$

- ánh sáng đơn sắc có vân sáng tại điểm đang xét:

$$x = \frac{k \cdot \lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{xa}{kD},$$

k được xác định từ bất phương trình:  $0,38 \mu\text{m} \leq \frac{xa}{kD} \leq 0,76 \mu\text{m}$

- ánh sáng đơn sắc có vân tối tại điểm đang xét:

$$x = (2k+1) \frac{\lambda D}{2a} \Rightarrow \lambda = \frac{2xa}{(2k+1)D},$$

k được xác định từ bất phương trình  $0,38 \mu\text{m} \leq \frac{2xa}{(2k+1)D} \leq 0,76 \mu\text{m}$

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

## CHƯƠNG VI: LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

$\lambda_0$ : giới hạn quang điện,  $f_0$ : tần số giới hạn quang điện,  $\lambda$ : bước sóng ánh sáng,  $f$ : tần số của ánh sáng,  $A$ : Công thoát,  $v_{0\text{max}}$ : vận tốc ban đầu cực đại,  $I_{bh}$ : cường độ dòng quang điện bão hòa,  $U_h$ : điện áp (hiệu điện thế) hãm,  $h$ : hằng số Planck ( $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ ),  $c$ : vận tốc ánh sáng trong chân không ( $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ),  $e$ : điện tích của electron ( $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )

### 1. Các công thức về hiện tượng quang điện

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

+ Động lượng của photon:  $p = m_{ph} c = \frac{h}{\lambda} = \frac{\varepsilon}{c}$ ,

$m_{ph}$  là khối lượng tương đối tính của photon.

+ Giới hạn quang điện:  $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$

+ Phương trình Anhtanh:  $hf = A + \frac{1}{2} m v_{0\text{max}}^2$ ,

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

+ **Bức xạ đơn sắc** (bước sóng  $\lambda$ ) được phát ra và năng lượng của mỗi xung là E thì số photon phát ra trong mỗi giây bằng:

$$n = \frac{E}{\varepsilon} = \frac{E}{hf} = \frac{E\lambda}{hc}$$

+ **Vận tốc ban đầu cực đại:**

$$v_{0\max} = \sqrt{\frac{2hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)}{m}}$$

+ **Vật dẫn được chiếu sáng:**

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

( $V_{\max}$  là điện thế cực đại của vật dẫn khi bị chiếu sáng)

+ **Nếu điện trường cản** là đều có cường độ E và electron bay dọc theo đường sức điện thì:

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

( $d_{\max}$  là quãng đường tối đa mà electron có thể rời xa được Catot).

### Chú ý:

+ **Nếu chiếu vào Catot đồng thời 2 bức xạ  $\lambda_1, \lambda_2$  thì** hiện tượng quang điện xảy ra đối với bức xạ có bước sóng bé hơn  $\lambda_0$  ( $f > f_0$ ). Nếu cả 2 bức xạ cùng gây ra hiện tượng quang điện thì ta tính toán với bức xạ có bước sóng bé hơn.

+ **Ban nâng cao**

- Điện áp hãm triệt tiêu dòng quang điện

$$\frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = |eU_h|$$

- Cường độ dòng quang điện bão hòa:

$I = ne$  (n: số electron về anot trong 1 s)

- Tốc độ electron khi về đến anot

Dùng định lý động năng  $W_{dA} - W_{domax} = eU_{AK}$

## 2. Chuyển động của electron trong trường điện từ

### a. Chuyển động của electron trong điện trường

+ Điện áp U tăng tốc cho electron:

$$eU = \frac{1}{2}m_e v^2 - \frac{1}{2}m_e v_0^2$$

( $v_0$  và  $v$  lần lượt là vận tốc đầu và vận tốc sau khi tăng tốc của e).

+ Trong điện trường đều:  $\vec{F}_d = -|e|\vec{E}$

Độ lớn:  $F_d = |e|E$

**Có 3 trường hợp:**

- Nếu  $\vec{v}_0 \nearrow \vec{E}$ : chuyển động chậm dần đều với gia tốc  $a = \frac{eE}{m}$
- Nếu  $\vec{v}_0 \searrow \vec{E}$ : chuyển động nhanh dần đều với gia tốc  $a = \frac{eE}{m}$
- Nếu  $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$ : chuyển động cong quỹ đạo Parabol
  - + Theo phương x'x: thẳng đều:  $x = v_0 t$
  - + Theo phương y'y nhanh dần đều với gia tốc  $a = \frac{eE}{m}$

### **b. Chuyển động của electron trong từ trường**

+ Trong từ trường đều: Bỏ qua trọng lực ta chỉ xét lực Lorenxơ:

$$f = |e|vB\sin\alpha = ma = m\frac{v^2}{R} \quad (\alpha = \vec{v}, \vec{B})$$

+ **Nếu vận tốc ban đầu vuông góc với cảm ứng từ:** Electron chuyển động tròn đều với bán kính

$$R = \frac{m \cdot v}{|e|B}; \quad \text{bán kính cực đại: } R_{\max} = \frac{mv_{0\max}}{|e|B}$$

+ **Nếu vận tốc ban đầu xiên góc  $\alpha$  với cảm ứng từ:** Electron chuyển động theo vòng xoắn ốc với bán kính ống vòng ốc:

$$R = \frac{mv_{0\max}}{|e|B\sin\alpha}$$

## **3. Công suất của nguồn sáng - dòng quang điện**

### **- hiệu suất lượng tử**

a. Công suất của nguồn sáng.

$$P = n_\lambda \cdot \mathcal{E} = IS \rightarrow n_\lambda = \frac{P}{\mathcal{E}} = \frac{P\lambda}{hc} = \frac{I_{bh}}{H|e|}$$

$n_\lambda$  là số photon của nguồn sáng phát ra trong mỗi giây;  $\mathcal{E}$  là lượng tử năng lượng (photon); ( $I$  là cường độ của chùm sáng,  $H$  là hiệu suất lượng tử)

**b. Cường độ dòng điện.**

$$I = \frac{q}{t} = n_e |e| = H n_\lambda |e| \rightarrow$$

$$n_e = \frac{I_{bh}}{|e|} = \frac{N}{t}$$

$N$  là số electron đến được Anôt trong thời gian  $t$  giây,  $n_e$  là số electron đến Anôt trong mỗi giây.

$e$  là điện tích nguyên tố  $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} C$

**c. Hiệu suất lượng tử.**

$$H = \frac{n'}{n_\lambda} = \frac{\varepsilon I_{bh}}{P |e|}$$

$\left\{ \begin{array}{l} n' \text{ là số electron bứt ra khỏi Katôt kim loại trong mỗi giây.} \\ n_\lambda \text{ là số photon đập vào Katôt trong mỗi giây.} \end{array} \right.$

**Chú ý:** Khi dòng quang điện bão hoà thì  $n' = n_e$

**4. Chu kỳ, tần số, bước sóng tia X ống Rơn Ghen phát ra**

- Gọi năng lượng của 1 electron trong chùm tia Catot có được khi đến đối âm cực là  $W_d$ , khi chùm này đập vào đối âm cực nó sẽ chia làm 2 phần:

- + Nhiệt lượng tỏa ra ( $Q_i$ ) làm nóng đối âm cực và
- + phần còn lại được giải phóng dưới dạng năng lượng photon của tia X (bức xạ Rơn-ghen).

$$W_d = Q_i + \varepsilon$$

Trong đó: •  $\varepsilon = hf = h \frac{c}{\lambda}$  (là năng lượng photon của tia Ronghen)

$$\bullet W_d = \frac{mv^2}{2} = |e|U + \frac{mv_0^2}{2}$$

là động năng của electron khi đập vào đối catôt (đối âm cực)

- $\left\{ \begin{array}{l} U \text{ là hiệu điện thế giữa anôt và catôt} \\ v \text{ là vận tốc electron khi đập vào đối catôt} \\ v_0 \text{ là vận tốc của electron khi rời catôt (thường } v_0 = 0) \\ m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg là khối lượng electron} \end{array} \right.$

- Cường độ dòng điện qua ống Rơn-ghen:  $I = n|e|$

( $n$  là số e đập vào đối Catot trong 1s).

★ Trường hợp bỏ qua nhiệt lượng tỏa ra trên đối âm cực:

Ta có:  $W_d \geq \varepsilon$  nghĩa là  $h \frac{c}{\lambda} \leq W_d$

$$\text{Hay } \lambda \geq \frac{hc}{W_d}$$

- ống Rơn Ghen sẽ phát bức xạ có bước sóng nhỏ nhất nếu toàn bộ năng lượng của chùm tia Katot chuyển hoàn toàn thành năng lượng của bức xạ Rơn Ghen. Bước sóng nhỏ nhất được tính bằng biểu thức trên khi dấu '=' xảy ra :

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{W_d}$$

★ Trường hợp toàn bộ năng lượng của electron biến thành nhiệt lượng:

- Nhiệt lượng tỏa ra trên đối Catot trong thời gian t:

$$W = Q \Leftrightarrow RI^2t = mc\Delta t$$

- $\left\{ \begin{array}{l} \Delta t: \text{độ tăng nhiệt độ của đối âm cực (anot)} \\ c: \text{nhiệt dung riêng của kim loại anot.} \\ m: \text{khối lượng anot} \end{array} \right.$

★ Trường hợp tổng quát:

- Hiệu suất của ống Ronghen:

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

## 5. Mẫu nguyên tử Bo

+ **Khi nguyên tử** đang ở mức năng lượng cao chuyển xuống mức năng lượng thấp thì phát ra photon, ngược lại chuyển từ mức năng lượng thấp chuyển lên mức năng lượng cao nguyên tử sẽ hấp thu photon

$$E_{cao} - E_{thấp} = hf$$

+ **Bán kính quỹ đạo dừng** thứ  $n$  của electron trong nguyên tử hiđrô:

$$r_n = n^2 r_0$$

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

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



Thí dụ  $\epsilon_{31} = \epsilon_{32} + \epsilon_{21}$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}} \quad \text{và} \quad f_{31} = f_{32} + f_{21}$$

+ **Năng lượng electron trong nguyên tử hiđrô:**

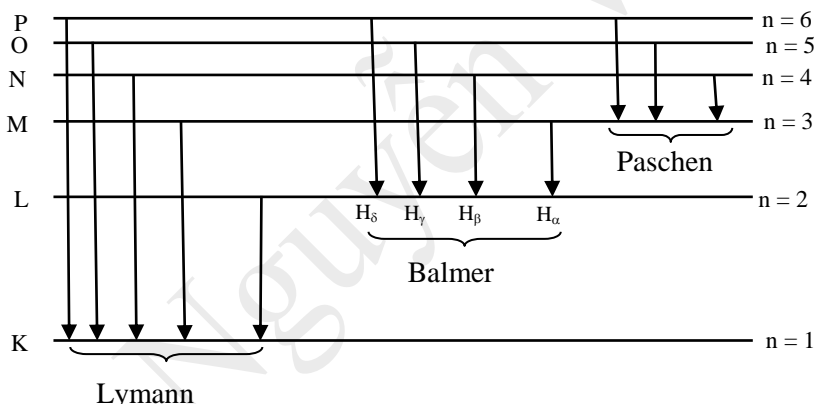
$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} (eV) \quad \text{Với } n \in \mathbb{N}^*: \text{ lượng tử số.}$$

+ **Năng lượng ion hóa hydro (từ trạng thái cơ bản)**

$$W_{\text{cung cấp}} = E_{\infty} - E_1$$

➔ **Chú ý:** Khi nguyên tử ở trạng thái kích thích  $n$  (trạng thái thứ  $n$ ) có thể phát ra số bức xạ điện từ tối đa cho bởi công thức:

$$N = C_n^2 = \frac{n(n-1)}{2}; \quad \text{trong đó } C_n^2 \text{ là tổ hợp chập 2 của } n.$$



+ **Các dãy quang phổ (ban nâng cao)**

- $n_1 = 1; \quad n_2 = 2, 3, 4, \dots$  dãy Lyman (tử ngoại)
- $n_1 = 2; \quad n_2 = 3, 4, 5, \dots$  dãy Balmer (nhìn thấy)
- $n_1 = 3; \quad n_2 = 4, 5, 6, \dots$  dãy Pasen (hồng ngoại).

## CHƯƠNG VII: HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

# I - ĐẠI CƯƠNG VỀ HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

## 1. Cấu tạo của hạt nhân nguyên tử

- Hạt nhân nguyên tử là phần còn lại của nguyên tử sau khi loại bỏ electron, hạt nhân nguyên tử X kí hiệu là:  ${}_Z^AX$ ,  $XA$ ,  ${}^AX$ .

Trong đó:  $Z$  là nguyên tử số hay số proton trong hạt nhân.

$N$  : Số notron  $A = Z + N$  : Số khối.

- Kích thước (bán kính) của hạt nhân:  $R = 1,2 \cdot 10^{-15} \cdot A^{\frac{1}{3}} m$ ; với  $A$  là số khối của hạt nhân.

## 2. Đơn vị khối lượng nguyên tử

- Đơn vị khối lượng nguyên tử là đơn vị Cacbon (kí hiệu là  $u$ )

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

- Ngoài ra theo hệ thức giữa năng lượng và khối lượng của Anhxtanh, khối lượng còn có thể đo bằng đơn vị  $\frac{eV}{c^2}$  hoặc  $\frac{MeV}{c^2}$ ;

$$1u = 931,5 MeV / c^2$$

## 3. Năng lượng liên kết – năng lượng liên kết riêng

Hạt nhân  ${}_Z^AX$  có khối lượng  $m$  được cấu tạo bởi  $Z$  proton và  $N$  notron. Các phép đo chính xác cho thấy khối lượng  $m$  của hạt nhân  ${}_Z^AX$  bao giờ cũng bé hơn tổng khối lượng của các nuclon tạo thành hạt nhân  ${}_Z^AX$ :

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - m. \Delta m \text{ được gọi là độ hụt khối của hạt nhân.}$$

- *Năng lượng liên kết và năng lượng liên kết riêng:*

$$\begin{cases} W_{lk} = \Delta m \cdot c^2 \\ W_{lkr} = \varepsilon = \frac{W_{lk}}{A} \end{cases}$$

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

- *Năng lượng nghỉ:*  $E = mc^2$ , với  $m$  là khối lượng nghỉ của hạt nhân

## 4. Công thức Einstein giữa năng lượng và khối lượng

Năng lượng hạt = Năng lượng nghỉ + Động năng của hạt

$$E = E_0 + W_d = mc^2 + \frac{1}{2} mv^2$$

## 5. Một vài bài toán mới về hạt nhân

+ **Mật độ khối lượng (khối lượng riêng) hạt nhân**

$$D = \frac{m_x}{V} \text{ Với } m_x \text{ và } V: \text{ khối lượng và thể tích hạt nhân}$$

+ **Mật độ điện tích hạt nhân**

$$q = \frac{Q}{V} \text{ Với } Q \text{ là điện tích (chỉ gồm các prôtôn)}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 \text{ là thể tích hạt nhân}$$

## II - PHÓNG XẠ

### 1. Một số công thức cơ bản

- Số hạt nhân còn lại:  $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

- Khối lượng còn lại:  $m = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$

Với T là chu kỳ phóng xạ,  $\lambda$  là hằng số phóng xạ  $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$

- Số hạt nhân bị phân rã:  $|\Delta N| = N_0 (1 - e^{-\lambda t}) = N_0 \left( 1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right)$

khí  $t \ll T$ :  $|\Delta N| = N_0 \lambda t$

- Phần trăm số nguyên tử bị phân rã:  $\frac{|\Delta N|}{N_0} = 1 - 2^{-\frac{t}{T}} = 1 - e^{-\lambda t}$

- Khối lượng bị phân rã:  $\Delta m = m_0 \left( 1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right) = m_0 (1 - e^{-\lambda t})$

- Phần trăm khối lượng bị phân rã:  $\frac{|\Delta m|}{m_0} = 1 - 2^{-\frac{t}{T}} = 1 - e^{-\lambda t}$

- Số hạt sinh ra bằng số hạt phóng xạ mất đi

- Tính tuổi của mẫu chất phóng xạ:  $t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_0}{N} = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{H_0}{H}$

- Khi có cân bằng phóng xạ:

$$\lambda_1 N_1 = \lambda_2 N_2$$

- Khối lượng:

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

## 2. Các dạng đặc biệt

+ **Cho 1 lượng đồng vị phóng xạ X** có chu kỳ phóng xạ là T, độ phóng xạ ban đầu là  $H_0$  vào thể tích V của chất lỏng, sau thời gian  $t_0$  lấy ra thể tích v chất lỏng thì độ phóng xạ là H. Thể tích chất lỏng bằng:

$$V = \frac{H_0 v}{H e^{-\lambda t_0}} = \frac{H_0 v}{H \cdot 2^{-\frac{t_0}{T}}}$$

+ **Phóng xạ tại hai thời điểm:** Gọi  $\Delta N$  là số xung phóng xạ phát ra trong thời gian  $t_1$ ,  $\Delta N'$  là số xung phóng xạ phát ra trong thời gian  $t_2$  kể từ thời điểm sau thời điểm ban đầu một khoảng thời gian  $t_0$ , thì:

$$\frac{\Delta N}{\Delta N'} = e^{\lambda t_0} \cdot \frac{1 - e^{-\lambda t_1}}{1 - e^{-\lambda t_2}}$$

+ Nếu  $t_1 = t_2$ :

$$\frac{\Delta N}{\Delta N'} = e^{\lambda t_0}$$

+ Nếu  $t_1, t_2 \ll T$ :

$$\frac{\Delta N}{\Delta N'} = e^{\lambda t_0} \cdot \frac{t_1}{t_2}$$

**Chú ý:** • Tuổi của miếng gỗ được xác định từ thời điểm chặt (chết) đến thời điểm ta xét.

• Nếu khoảng thời gian khảo sát rất nhỏ so với chu kỳ bán rã ( $t \ll T$ ) thì ta vận dụng hệ thức gần đúng  $e^x \approx 1 + x$  (khi  $x \ll 1$ ). Ở đây ta có:  $e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t$  vì  $t \ll T$  nên

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

### Phần riêng ban nâng cao

+ Độ phóng xạ ở thời điểm t (đơn vị Becoren – Bq):

$$H = \lambda N = \lambda \cdot N_0 e^{-\lambda t} = H_0 2^{-\frac{t}{T}} = H_0 e^{-\lambda t}$$

$$H_0 = \lambda N_0$$

+ Liên hệ giữa khối lượng và độ phóng xạ:

$$m = \frac{AH}{\lambda N_A}$$

+ Lưu ý: Khi tính độ phóng xạ H, H<sub>0</sub> thì chu kỳ phóng xạ T tính bằng đơn vị giây(s).

### III - PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

**Phương trình phản ứng:**  ${}_{Z_1}^{A_1}A + {}_{Z_2}^{A_2}B \rightarrow {}_{Z_3}^{A_3}C + {}_{Z_4}^{A_4}D$

#### 1. Các định luật bảo toàn.

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

+ Bảo toàn điện tích:  $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

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

+ Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần: **Năng lượng tổng cộng** trong phản ứng hạt nhân là không đổi.

**Chú ý:** Trong phản ứng hạt nhân không có định luật bảo toàn khối lượng .

#### 2. Xác định năng lượng, tỏa hay thu bao nhiêu?

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

Các hạt nhân A, B, C, D 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  $\Delta m_1, \Delta m_2, \Delta m_3, \Delta m_4$

**a. Độ hụt khối phản ứng:**  $\Delta m = \Delta m_C + \Delta m_D - \Delta m_A - \Delta m_B$

**b. Công thức tính năng lượng của phản ứng hạt nhân:**

{	Nếu	Biết các khối lượng	$W = (M_{\text{trước}} - M_{\text{sau}}) c^2$
		Biết năng lượng liên kết	$W = \Delta E_{\text{sau}} - \Delta E_{\text{trước}}$
		Biết độ hụt khối các hạt	$W = (\Delta m_{\text{sau}} - \Delta m_{\text{trước}}) c^2$
		Biết động năng các hạt	$W = W_{\text{sau}} - W_{\text{trước}}$

**Chú ý:** p, n và electron có độ hụt khối bằng 0.

**c. Để biết phản ứng tỏa hay thu năng lượng:**

Gọi tổng khối lượng của các hạt nhân về phải là m<sub>0</sub>, ở về tạo thành là m.

**Nếu:** ★  $m_0 > m$  Phản ứng tỏa năng lượng

Năng lượng tỏa ra của 1 phản ứng:  $W' = (m_0 - m)c^2$

Năng lượng tỏa ra thường ở dạng động năng các hạt.

**Các hạt sinh ra khi đó bền hơn các hạt ban đầu**

★  $m_0 < m$  Phản ứng thu năng lượng

+ Năng lượng cần cung cấp tối thiểu để phản ứng xảy ra

(chính là năng lượng thu vào của phản ứng):  $W_{\min} = (m - m_0)c^2$

Năng lượng thu vào thường dưới dạng

$\left\{ \begin{array}{l} \text{động năng các hạt} \\ \text{hoặc bức xạ} \end{array} \right.$

**Các hạt sinh ra khi đó không bền hơn các hạt ban đầu**

+ Nếu động năng của các hạt ban đầu là  $W > W_{\min}$  thì:

$$W = (m - m_0)c^2 + W'$$

( $W'$  là động năng của các hạt sinh ra)

### 3. Tính động năng và vận tốc các hạt của phản hạt nhân, sử dụng các cách sau:

• Dùng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$(m - m_0)c^2 = W - W'$$

(Sử dụng độ hụt khối của các hạt nhân:  $(m_0 - m)c^2$ )

• Kết hợp với định luật bảo toàn động lượng:

$$\vec{P}_A + \vec{P}_B = \vec{P}_C + \vec{P}_D \Leftrightarrow (\vec{P}_A + \vec{P}_B)^2 = (\vec{P}_C + \vec{P}_D)^2$$

Dùng phương pháp giải toán vectơ và hình học

Từ đó suy ra đại lượng cần tìm ví dụ góc hợp bởi chiều chuyển động của các hạt so với một phương nào đó...

**Các trường hợp đặc biệt khi so sánh động năng các hạt sinh ra:**

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Nếu các hạt nhân ban đầu đứng yên thì:} \\ \text{Nếu các hạt sinh ra có cùng vận tốc thì:} \end{array} \right. \begin{array}{l} \frac{W_{X'}}{W_{Y'}} = \frac{m_{X'}}{m_{Y'}} \\ \frac{W_{X'}}{W_{Y'}} = \frac{m_{X'}}{m_{Y'}} \end{array}$$

**Chú ý:** • Công thức giữa động lượng và động năng:  $p^2 = 2m W_d$

• Nhiệt tỏa ra khi đốt  $m$  kg chất đốt có năng suất tỏa nhiệt là  $L$  bằng:

$$Q = Lm, \quad L: \text{năng suất tỏa nhiệt (J/kg)}.$$

$$\bullet 1KWh = 3.600.000J$$

### \* Các trường hợp đặc biệt thường gặp

+ Trước hết ta có định luật bảo toàn năng lượng

$$A + B \Rightarrow C + D$$

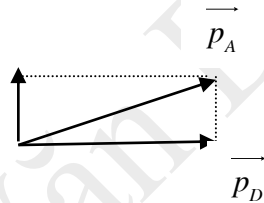
$$W_C + W_D = (m_{\text{trước}} - m_{\text{sau}})c^2 + W_A \quad (\text{giả sử hạt B đứng yên}) \quad (1)$$

+ Hai hạt sinh ra có vận tốc vuông góc  $\kappa^*$

$$\vec{p}_C \perp \vec{p}_D \Rightarrow p_A^2 = p_C^2 + p_D^2$$

$$\Rightarrow m_C W_C + m_D W_D = m_A W_A \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta giải và tìm được  $W_C$  và  $W_D$

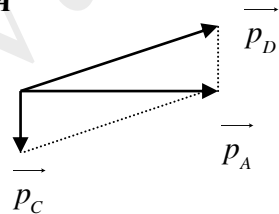


+ Một trong hai hạt sinh ra vuông góc với hạt A

$$\vec{p}_C \perp \vec{p}_A \Rightarrow p_D^2 = p_A^2 + p_C^2$$

$$\Rightarrow m_D W_D - m_C W_C = m_A W_A \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta giải và tìm được  $W_C$  và  $W_D$

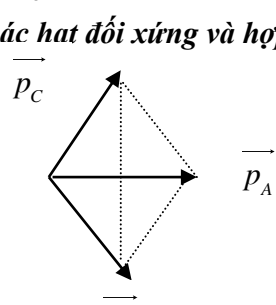


+ Hai hạt sinh ra giống hệt nhau và vec tơ  $\vec{p}$  các hạt đối xứng và hợp

$\vec{p}_A$  với các góc  $\varphi$  bằng nhau

$$\text{Ta có } \cos \varphi = \frac{p_A}{2p_C} \Rightarrow \cos^2 \varphi = \frac{m_A W_A}{2m_C W_C}$$

Nhờ đó ta tìm  $W_C$  và  $W_D$ .



+ Phóng xạ sinh ra hai hạt chuyển động ngược chiều

$$\vec{p}_C + \vec{p}_D = 0 \Leftrightarrow \vec{p}_C = -\vec{p}_D$$

$$\text{Độ lớn } p_C = p_D \Leftrightarrow m_C W_C = m_D W_D$$

- Cho phương trình phóng xạ:  ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A'}_{Z'} Y + Z$