

HỌ VÀ TÊN HS:.....LỚP:.....

# VẬT LÝ 12



# CÔNG THỨC TÍNH NHANH

**GV. NGUYỄN MẠNH TRƯỜNG**

**ĐT: 0978.013.019**

**Facebook: thaytruongcdspgialai**

**Website: thaytruong.vn**

**NĂM HỌC: 2018 - 2019**

# CÁC VẤN ĐỀ CẦN BIẾT

## 1. Đơn vị hệ SI

Tên đại lượng	Đơn vị	
	Tên gọi	Ký hiệu
Chiều dài	mét	m
Khối lượng	kilogram	kg
Thời gian	giây	s
Cường độ dòng điện	ampe	A
Nhiệt độ	độ	K
Lượng chất	mol	mol
Góc	radian	rad
Năng lượng	joule	J
Công suất	watt	W

## 2. Các tiếp đầu ngữ

Tiếp đầu ngữ		Ghi chú
Tên gọi	Ký hiệu	
pico	p	$10^{-12}$
nano	n	$10^{-9}$
micro	$\mu$	$10^{-6}$
mili	m	$10^{-3}$
centi	c	$10^{-2}$
deci	d	$10^{-1}$
kilo	k	$10^3$
Mega	M	$10^6$
Giga	G	$10^9$

## 3. Một số đơn vị thường dùng trong vật lí

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

## 4. Kiến thức 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

$2\sin^2 a = 1 - \cos 2a$	$-\cos a = \cos(a + \pi)$
$\sin a = \cos(a - \frac{\pi}{2})$	$-\sin a = \cos(a + \frac{\pi}{2})$
$2\cos^2 a = 1 + \cos 2a$	$\sin a + \cos a = \sqrt{2} \sin(a + \frac{\pi}{4})$

$\sin a - \cos a = \sqrt{2} \sin(a - \frac{\pi}{4})$	$\cos a - \sin a = -\sqrt{2} \sin(a - \frac{\pi}{4})$
$\sin 3a = 3\sin a - 4\sin^3 a$	$\cos 3a = 4\cos^3 a - 3\cos a$

### 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 côsi

$$a + b \geq 2\sqrt{ab} \quad (a, b \geq 0, \text{ dấu "=" xảy ra khi } a = b)$$

### e. Định lý Vi-ét

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

**Chú ý:**  $y = ax^2 + bx + c$  ( $a > 0$ ) để  $y_{\min}$  thì  $x = -\frac{b}{2a}$

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

### f. Các giá trị gần đúng

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

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

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

- Nếu  $\alpha < 10^0$ :  $\tan \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha_{rad}$ ;  $\cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$

### g. Công thức hình học

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

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

$$+ \boxed{\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}} \quad (\text{Định lý hàm Sin})$$

\* Hệ thức lượng trong tam giác vuông:

$$+ AB^2 = BH \cdot BC; AC^2 = CH \cdot BC$$

$$+ AB \cdot AC = AH \cdot BC$$

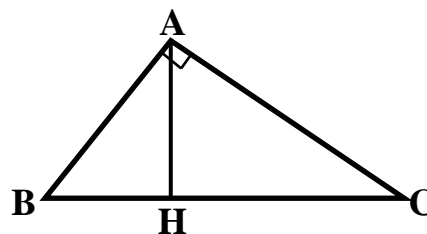
$$+ AH^2 = BH \cdot CH$$

$$+ \frac{1}{AH^2} = \frac{1}{AB^2} + \frac{1}{AC^2}$$

\* Hình cầu:

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

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



# Chương I: DAO ĐỘNG CƠ HỌC

## I. ĐẠI CƯƠNG VỀ DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

T: chu kì, 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 kì:  $T = \frac{\Delta t}{N} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f}$  (s)      - Tần số:  $f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$  (Hz)

**2. Phương trình vận tốc:**  $v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) = \omega A \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$

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

+  $x = \pm A$  (Biên) thì  $v = 0$

**3. Phương trình gia tốc:**  $a = v' = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi + \pi)$

+  $x = 0$  thì  $a = 0$

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

**Ghi chú:** Liên hệ pha: v sớm pha  $\frac{\pi}{2}$  so với x

a sớm pha  $\frac{\pi}{2}$  so với v

a ngược pha so với x

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

- Giữa x và v:  $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = \frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2}$

$$\Rightarrow \omega = \frac{|v|}{\sqrt{A^2 - x^2}}; x = \pm \sqrt{A^2 - \frac{v^2}{\omega^2}} = \frac{-a}{\omega^2}; v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2} = \pm \omega \sqrt{A^2 - \frac{a^2}{\omega^4}}$$

- Giữa a và v:  $v_{\max}^2 = (\omega A)^2 = v^2 + \frac{a^2}{\omega^2}$  hay  $\left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{a}{a_{\max}}\right)^2 = 1$

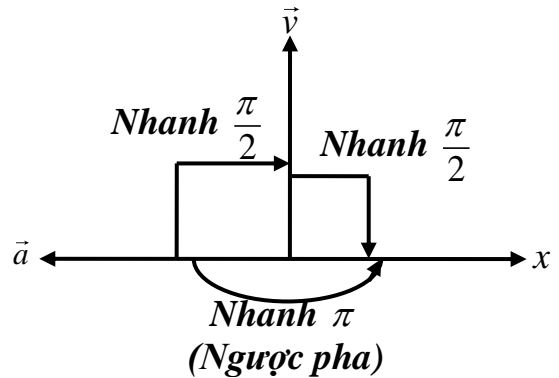
- Giữa a và x:  $a = -\omega^2 x$

**5. Các liên hệ khác**

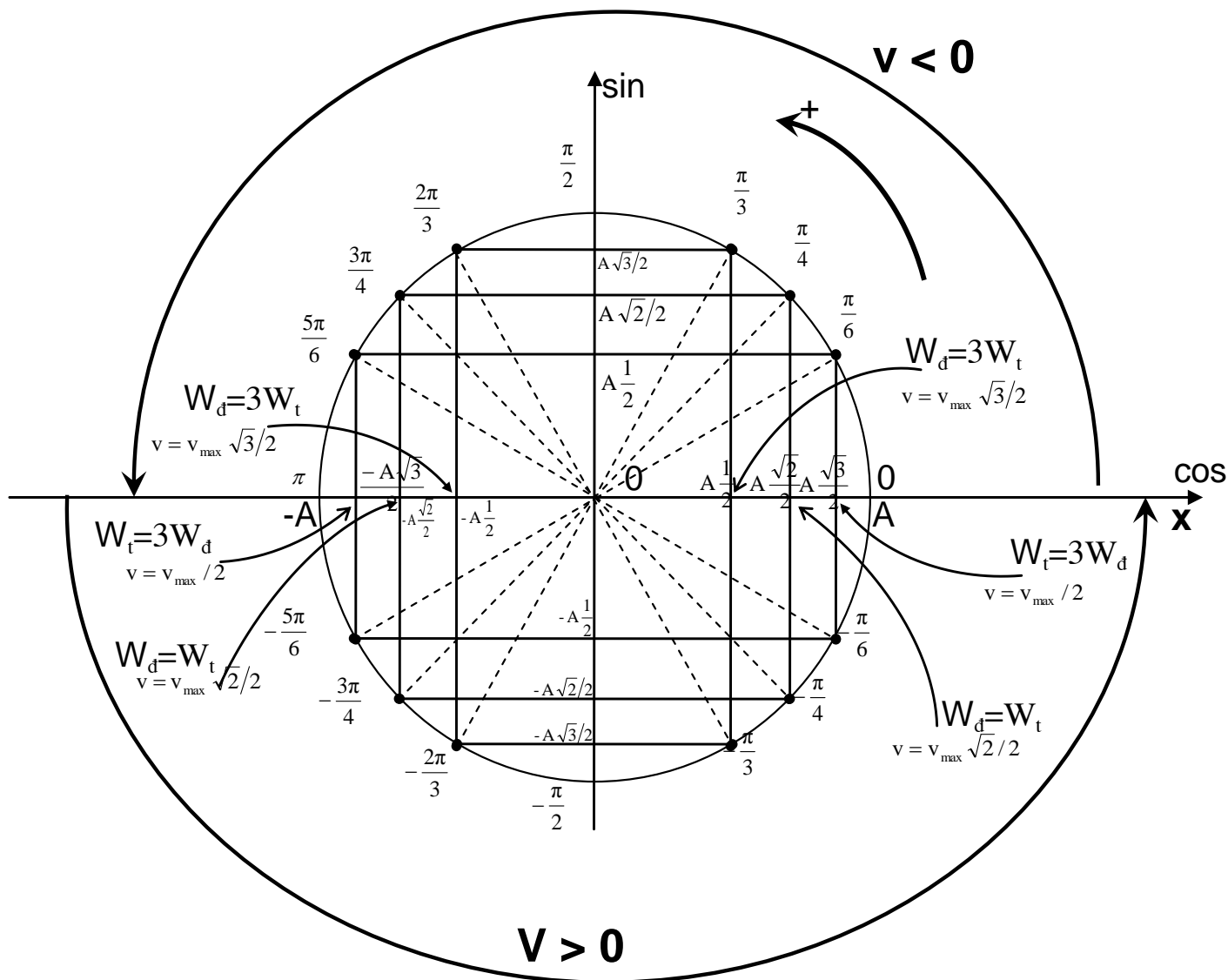
- Tốc độ góc:  $\omega = \frac{a_{\max}}{v_{\max}} = \frac{v_{\max}}{A} = \sqrt{\frac{a_{\max}}{A}} = \sqrt{\frac{v_2^2 - v_1^2}{x_1^2 - x_2^2}}$

- Công thức 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



## 7. 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  $x_1 < x_2$ ):

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

## 8. Vận tốc trung bình – Tốc độ trung bình

- Tốc độ trung bình:  $\bar{v}_{tb} = \frac{S}{t} > 0$

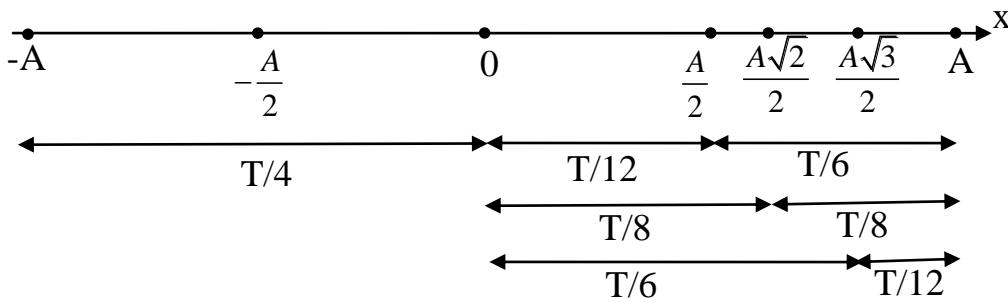
- Độ dời  $\Delta x$  trong  $n$  chu kì bằng 0, quãng đường vật đi được trong  $n$  chu kì là:

$$S_{nT} = n4A$$

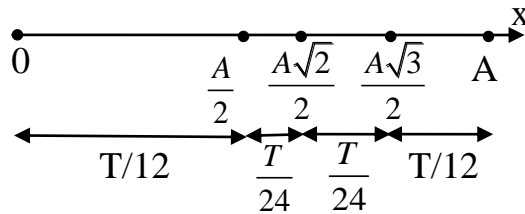
- Vận tốc trung bình:  $v_{tb} = \frac{\Delta x}{\Delta t} >; < \text{ hoặc } = 0$

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

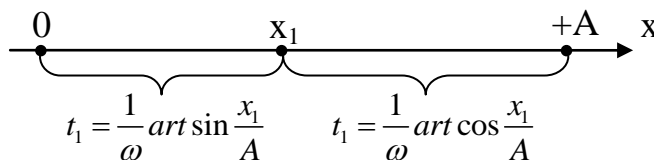
- Sơ đồ 1:



- Sơ đồ 2:



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



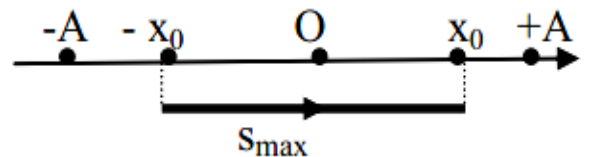
\* Phương pháp chung tìm quãng đường đi trong khoảng thời gian nào đó ta cần xác định:

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

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

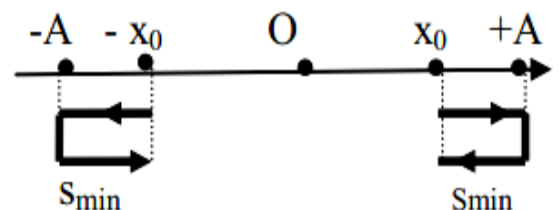
Nguyên tắc:

+ 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  $t = n\frac{T}{2} + \Delta t$  ( $n \in \mathbb{N}^*; 0 < \Delta t < \frac{T}{2}$ )

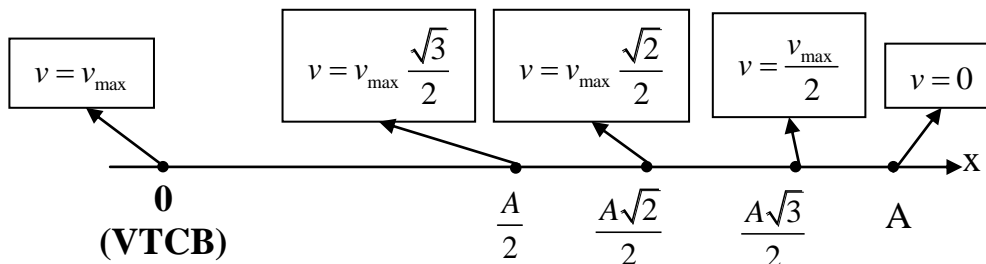
+ Quãng đường lớn nhất:  $S_{\max} = 2nA + 2A \sin \frac{\omega \Delta t}{2}$

+ 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 liên hệ giữa ki 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 kì 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 theo phương ngang: 
$$\begin{cases} l_{\min} = l_0 - A \\ l_{\max} = l_0 + A \end{cases}$$

### 3. Ghép lò xo

- Ghép nối tiếp: 
$$\frac{1}{k_{nt}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n} \quad (k_{nt} < k_1, k_2, \dots, k_n)$$

- Ghép song song: 
$$k_{ss} = k_1 + k_2 + \dots + k_n \quad (k_{ss} > k_1, k_2, \dots, k_n)$$

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

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

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

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

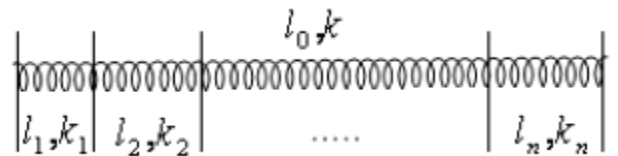
+ Khi treo vật  $m = m_1 + m_2$  thì: 
$$T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$$

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

### 4. Cắt lò xo

- Cắt lò xo có độ cứng  $k$ , chiều dài  $l_0$  thành nhiều đoạn có chiều dài  $l_1, l_2, \dots, l_n$  có độ cứng tương ứng là  $k_1, k_2, \dots, k_n$  liên hệ nhau theo

hệ thức: 
$$kl_0 = k_1l_1 = k_2l_2 = \dots = k_nl_n$$



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

$$k' = nk \quad \text{hay} \quad \begin{cases} T' = \frac{T}{\sqrt{n}} \\ f' = f\sqrt{n} \end{cases}$$

### 5. Lực đàn hồi – lực phục hồi

Nội dung	Lực phục hồi	Lực đàn hồi		
		Lò xo nằm ngang	Lò xo thẳng đứng	
			$A \geq \Delta l$	$A < \Delta l$
<b>Góc tại</b>	Vị trí cân bằng	Vị trí lò xo chưa biến dạng		
<b>Bản chất</b>	$\vec{F}_{hp} = \vec{P} + \vec{F}_{dh}$	$F_{dh} = k \cdot (\text{độ biến dạng}) = k \cdot x^*$		
<b>Ý nghĩa và tác dụng</b>	- Gây ra chuyển động của vật.	- Giúp lò xo phục hồi hình dạng cũ. - Còn gọi là lực kéo (hay lực đẩy) của lò xo		



	- Giúp vật trở về VTCB	lên vật (hoặc điểm treo)	
<b>Cực đại</b>	$F_{\max} = kA$	$F_{\max} = kA$	$F_{\max} = k(\Delta l + A)$
<b>Cực tiểu</b>	$F_{\min} = 0$	$F_{\min} = 0$	$F_{\min} = 0$ $F_{\min} = k(\Delta l - A)$
<b>Vị trí bất kì</b>	$F = k x $	$F = k x $	$F = k(\Delta l + x)$ chọn (+) ↓

### 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
<b>Cấu trúc</b>	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 giãn $\Delta l = \frac{mg}{k}$	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>	$W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$	$W = mgl(1 - \cos \alpha_0) = \frac{1}{2}m\frac{g}{l}S_0^2$

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

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

+ Chu kì của con lắc có chiều dài  $l = l_1 - l_2$  là:  $T = \sqrt{T_1^2 - T_2^2}$  với  $l_1 > l_2$

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

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

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

#### 2. Lực hồi phục:

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

### 3. Vận tốc – Lực căng dây:

+ Khi con lắc ở vị trí li độ góc  $\alpha$ :

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

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:

$$\begin{cases} v_{\text{biên}} = v_{\text{min}} = 0 \\ T_{\text{biên}} = T_{\text{min}} = mg \cos \alpha_0 \end{cases}$$

Khi  $\alpha_0$  nhỏ:

$$\begin{cases} v_{\text{biên}} = v_{\text{min}} = 0 \\ T_{\text{biên}} = T_{\text{min}} = mg\left(1 - \frac{\alpha_0^2}{2}\right) \end{cases}$$

+ Khi vật qua VTCB:

$$\begin{cases} v_{\text{max}} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)} \\ T_{\text{max}} = mg(3 - 2\cos \alpha_0) \end{cases}$$

Khi  $\alpha_0$  nhỏ:

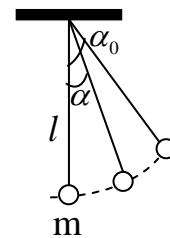
$$\begin{cases} v_{\text{VTCB}} = v_{\text{max}} = \alpha_0 \sqrt{gl} \\ T_{\text{VTCB}} = T_{\text{max}} = mg(1 + \alpha_0^2) \end{cases}$$

### 4. Biến thiên chu kỳ của con lắc đơn phụ thuộc vào: 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). Ta có độ biến thiên chu kỳ là:

$$\Delta T = T - T_0$$



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

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

\* Thời gian nhanh chậm trong thời gian  $N$  (1 ngày đêm:  $N = 24\text{h} = 86400\text{s}$ ) 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 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  $d_1$  đến độ sâu  $d_2$ :

$$\begin{cases} \frac{\Delta T}{T_0} \approx \frac{\Delta d}{2R} \\ \tau = N \frac{|\Delta d|}{2R} \end{cases} \quad (\Delta d = d_2 - d_1)$$

Khi đem vật xuống sâu  $\Delta d = d_2 - d_1 > 0$ , khi đem vật lên cao hơn ban đầu thì  $\Delta d < 0$ . Ban đầu vật ở mặt đất thì  $d_1 = 0$  và  $\Delta d = d$ .

### 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  $g$  đều thay đổi một lượng rất nhỏ thì:

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

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

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2} \alpha \Delta t - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g_0}$$

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

\* Lực phụ  $\vec{f}$  thường 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  $F_A = \rho V g$  ( $\rho$  là khối lượng riêng của môi trường vật dao động,  $V$  là thể tích vật chiếm chỗ).

Chu kì 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  $\vec{f} \nearrow \nearrow \vec{P}$  :  $g' = g + \frac{f}{m}$

- Lực quán tính:  $g' = g + a$

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

+ Trường hợp  $\vec{f} \nearrow \searrow \vec{P}$  :  $g' = g - \frac{f}{m}$

- Lực quán tính:  $g' = g - a$

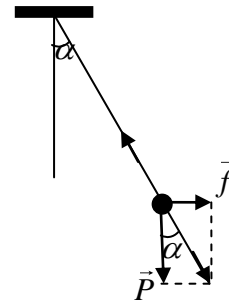
- Lực điện trường:  $g' = g - \frac{|q|E}{m}$

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

+ 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 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 kì dao động của nó là:

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

**IV. NĂNG LƯỢNG DAO ĐỘNG**

**- Động năng:**

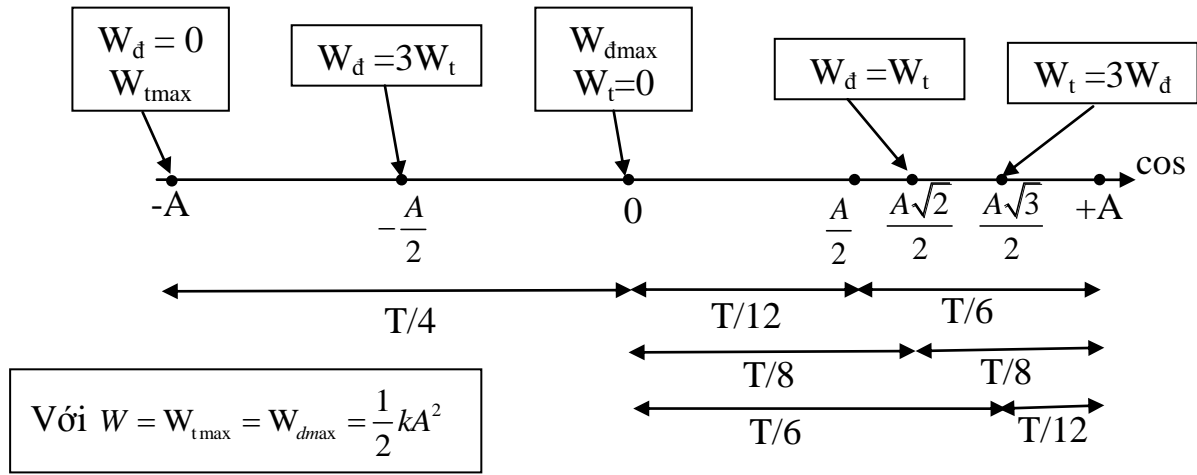
$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 = W - W_t = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2) = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi) = W \sin^2(\omega t + \varphi)$$

**- Thế năng:**

$$W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 = W - W_d = \frac{1}{2}m(v_{\max}^2 - v^2) = \frac{1}{2}kA^2 \cos^2(\omega t + \varphi) = W \cos^2(\omega t + \varphi)$$

- Động năng và thế năng biến thiên tuần hoàn với chu kì bằng  $\frac{1}{2}$  chu kì của dao động điều hòa ( $T' = T/2$ ).

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



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

- Động năng: 
$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2)$$

- Thế năng: 
$$W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 = W - W_d = \frac{1}{2}m(v_{\max}^2 - v^2)$$

- Cơ năng:

$$W = W_d + W_t = W_{d\max} = W_{t\max} = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \text{const}$$

+ 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  $x$ : 
$$W_d = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$$

+ Tỷ số động năng và thế năng: 
$$\frac{W_d}{W_t} = \frac{A^2 - x^2}{x^2} = \left(\frac{A}{x}\right)^2 - 1$$

## 2. Con lắc đơn

- 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: 
$$W_t = \frac{1}{2}mgl\alpha^2 = \frac{1}{2}m\frac{g}{l}s^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 s^2$$

và 
$$W = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 = \frac{1}{2}m\frac{g}{l}S_0^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 S_0^2$$

+ 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 khi vật ở li độ  $\alpha$ :  $W_d = \frac{1}{2} mgl(\alpha_0^2 - \alpha^2) = \frac{1}{2} m\omega^2 (S_0^2 - S^2)$

+ Tỷ số động năng và thế năng:  $\frac{W_d}{W_t} = \frac{\alpha_0^2 - \alpha^2}{\alpha^2} = \frac{S_0^2 - S^2}{S^2} = \left(\frac{\alpha_0}{\alpha}\right)^2 - 1 = \left(\frac{S_0}{S}\right)^2 - 1$

## V. TỔNG HỢP DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

### 1. Phương pháp

- **Bài toán:** Tổng hợp hai dao động điều hòa 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 
$$\begin{cases} A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)} \\ \tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} \end{cases} \quad (\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1)$$

- Nếu biết một dao động thành phần là  $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$  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:

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

\* **Các trường hợp đặc biệt:**

+  $\Delta\varphi = k2\pi$ : Hai dao động cùng pha, thì:  $A_{\max} = A_1 + A_2$  và  $\varphi = \varphi_1 = \varphi_2$

+  $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$ : Hai dao động ngược pha, thì:  $A_{\min} = A_1 - A_2$  (nếu  $A_1 > A_2$ ) và  $\varphi = \varphi_1$

+  $\Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$ : Hai dao động vuông pha, thì:  $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$

+  $\Delta\varphi = 120^\circ = \frac{2\pi}{3}(\text{rad})$  và  $A_1 = A_2$  thì:  $A = A_1 = A_2$

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

- Với máy tính FX570ES: Bấm **MODE** **2** màn hình xuất hiện chữ CMPLX.

+ Chọn đơn vị đo góc là độ bấm: **SHIFT** **MODE** **3** màn hình xuất hiện chữ D (Hoặc chọn đơn vị góc là rad thì 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 **=** để hiển thị kết quả.

Nếu hiển thị số phức dạng  $a+bi$  thì nhấn **SHIFT** **2** **3** **=** hiển thị kết quả  $A \angle \varphi$

- Với máy tính FX570MS: Bấm **MODE** **2** màn hình xuất hiện chữ CMPLX.

+ Nhập **A<sub>1</sub>** **SHIFT** **(-)**  $\varphi_1$  **+** Nhập **A<sub>2</sub>** **SHIFT** **(-)**  $\varphi_2$  nhấn **=**

+ Sau đó nhấn **SHIFT** **+** **=** hiển thị kết quả là A. Nhấn **SHIFT** **=** hiển thị kết quả là  $\varphi$ .

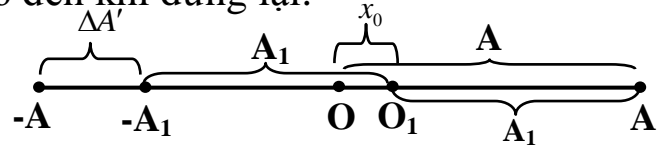
### Lưu ý: Chế độ hiển thị màn hình kết quả:

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

## VI. DAO ĐỘNG TẮT DẦN

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

$$\frac{1}{2}kA^2 = F_C S \Rightarrow S = \frac{kA^2}{2F_C}$$



- Độ giảm biên độ sau một dao động:  $|\Delta A| = \frac{4F_C}{m\omega^2} = \frac{4F_C}{k}$  với  $F_C$  là lực cản

Nếu  $F_C$  là lực ma sát thì  $|\Delta A| = \frac{4\mu N}{k}$

→ Nếu vật chuyển động theo phương ngang  $|\Delta A| = \frac{4x_0}{k} = \frac{4\mu mg}{k}$

- Số dao động thực hiện được:  $N' = \frac{A}{|\Delta A|} = \frac{kA}{4F_C}$

→ Nếu  $F_C$  là lực ma sát thì  $N' = \frac{kA}{4\mu N}$

- Thời gian từ lúc bị ma sát đến khi dừng lại:  $\Delta t = N'T$

- Số lần qua VTCB của vật khi  $n \leq N' < n,25$  (n là số 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.

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

- Vị trí của vật có vận tốc cực đại:  $F_C = F_{hp} \Rightarrow \mu mg = Kx_0 \Rightarrow x_0 = \frac{\mu mg}{k}$  Độ giảm bđ 1/4T

- Vận tốc cực đại khi dao động đạt được tại vị trí  $x_0$ :  $v_{max} = (A - x_0)\omega$

## VII. DAO ĐỘNG CƯỜNG BỨC – CỘNG HƯỞNG

- Khi vật dao động cưỡng bức thì tần số (chu kỳ) dao động của vật bằng với 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 kì kích thích  $T = \frac{L}{v}$  trong đó L là khoảng cách ngắn nhất giữa hai môi trường ray tàu hỏa hoặc hai ổ gà trên đường... Vận tốc của xe để con lắc đặt trên xe có cộng hưởng (biên độ dao động cực đại):  $v = \frac{L}{T_r} = L \cdot f_r$

### VIII. CON LẮC TRÙNG PHÙNG

- Để xác định chu kì của một con lắc lò xo (hoặc con lắc đơn) người ta so sánh chu kì  $T_0$  (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:  $\theta = \frac{TT_0}{|T - T_0|}$

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

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

## Chương II: SÓNG CƠ HỌC

### I. ĐẠI CƯƠNG VỀ SÓNG CƠ HỌC

T: chu kì sóng, v: vận tốc 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 sóng 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:

$$u_0 = A \cos(\omega t + \varphi) \text{ thì } u_M = A \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) \text{ và } u_N = A \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{2\pi x'}{\lambda}\right)$$

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

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



+  $\Delta\varphi = 2k\pi$  hay  $d = k\lambda$  thì hai điểm đó dao động cùng pha.

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

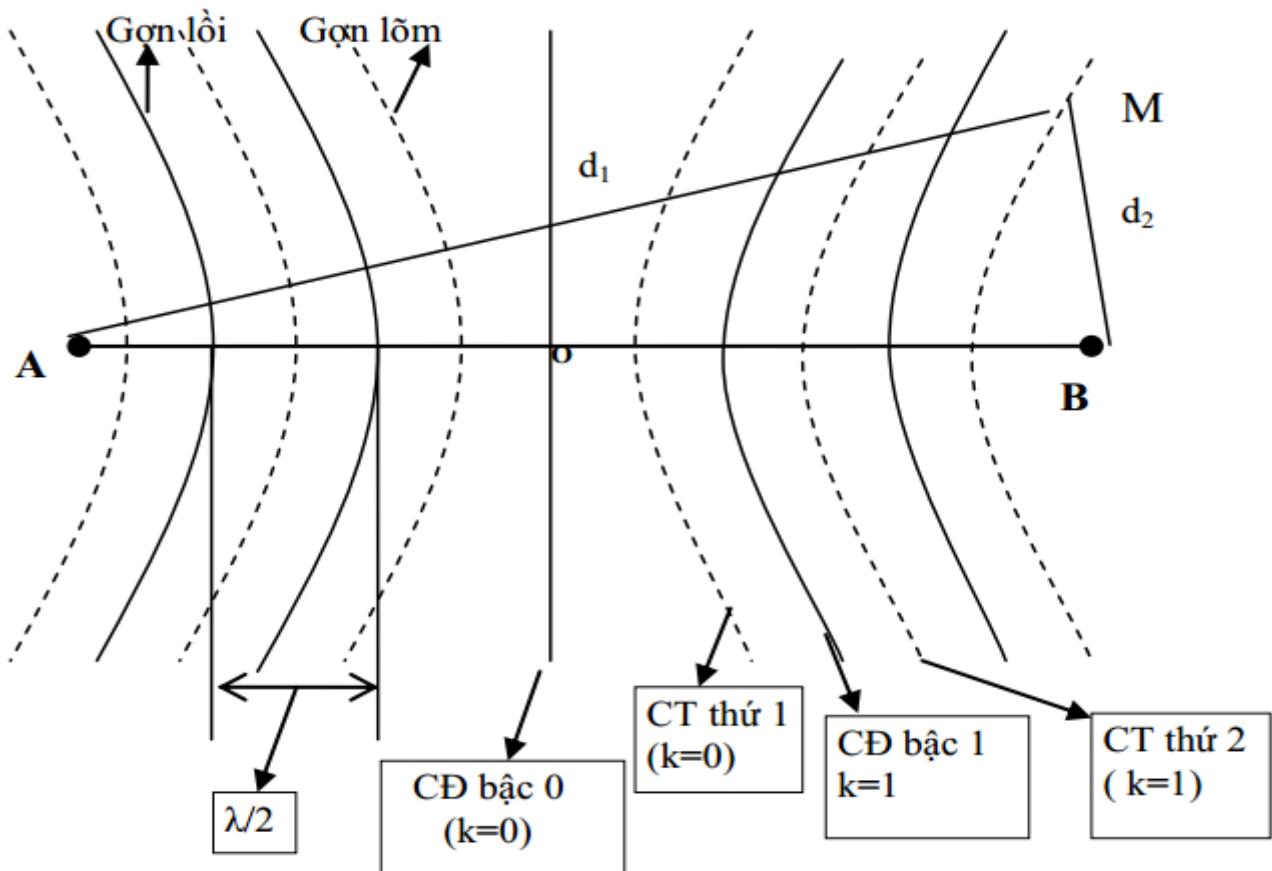
+  $\Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$  hay  $d = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$  thì hai điểm đó dao động vuông pha.

- 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 một điểm theo điều kiện ban đầu mà họ chọn thì ta lập phương trình sóng như phân 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 hai 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:

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

Phương trình sóng tại M:

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

Biên độ dao động tại M:  $A_M = 2A \left| \cos \left( \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} - \frac{\Delta\varphi}{2} \right) \right|$  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:  $-S_1S_2 < k\lambda < S_1S_2$  (Số lẻ) ( $k \in \mathbb{Z}$ )

- Số cực tiểu:  $-S_1S_2 < \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda < S_1S_2$  (Số chẵn) ( $k \in \mathbb{Z}$ )

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

Kết quả trái ngược với hai nguồn cùng pha.

- Số cực đại:  $-S_1S_2 < \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda < S_1S_2$  (Số chẵn) ( $k \in \mathbb{Z}$ )

- Số cực tiểu:  $-S_1S_2 < k\lambda < S_1S_2$  (Số lẻ) ( $k \in \mathbb{Z}$ )

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

Số cực đại bằng với số cực tiểu:  $-S_1S_2 < \left(k + \frac{1}{4}\right)\lambda < S_1S_2$  ( $k \in \mathbb{Z}$ )

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

- Số cực đại:  $-S_1S_2 < \left(k - \frac{\Delta\varphi}{2\pi}\right)\lambda < S_1S_2$  ( $k \in \mathbb{Z}$ )

- Số cực tiểu:  $-S_1S_2 < \left(k - \frac{\Delta\varphi}{2\pi} - \frac{1}{2}\right)\lambda < S_1S_2$  ( $k \in \mathbb{Z}$ )

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

- Xác định số điểm (số đường) cực đại trên đoạn AB (cùng phía so với đường thẳng  $O_1O_2$ ) là số nghiệm k nguyên thỏa mãn biểu thức:

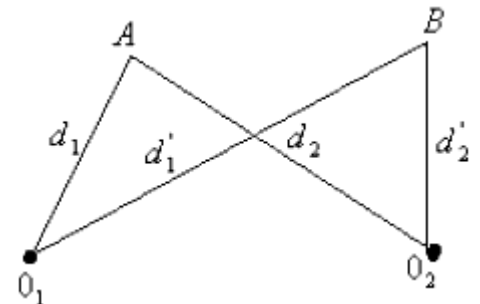
$$\frac{d'_2 - d'_1}{\lambda} \leq k \leq \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \quad (\text{giả sử } d'_2 - d'_1 < d_2 - d_1)$$

- Xác định số điểm (số đường) cực tiểu trên đoạn AB (cùng phía so với đường thẳng  $O_1O_2$ ) là số nghiệm k nguyên thỏa mãn biểu thức:

$$\frac{d'_2 - d'_1}{\lambda} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{d_2 - d_1}{\lambda} - \frac{1}{2} \quad (\text{giả sử } d'_2 - d'_1 < d_2 - d_1)$$

**Chú ý:** Với bài toán tìm số đường dao động cực đại và không dao động giữa hai điểm M và 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:  $\Delta d_M < \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda < \Delta d_N$

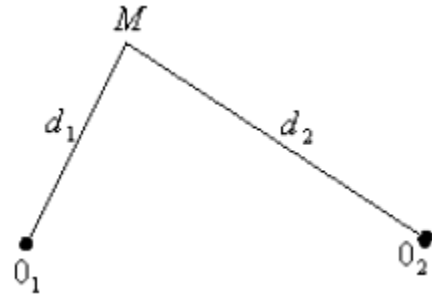
+ Hai nguồn dao động ngược pha:

- Cực đại:  $\Delta d_M < \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda < \Delta d_N$

- Cực tiểu:  $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$

+ Hai nguồn dao động vuông pha: Số cực đại bằng số cực tiểu

$$\Delta d_M < \left(k + \frac{1}{4}\right)\lambda < \Delta d_N$$



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

### III. SÓNG DỪNG

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

- Bề rộng của bụng sóng là:  $L = 4A$

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

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

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

- Phương trình sóng dừng tại M:  $u_M = u_{BM} + u'_{BM}$

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

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

+ Khoảng cách giữa hai nút liên kế bằng khoảng cách giữa hai bụng liên kế và bằng  $\frac{\lambda}{2}$ .

+ Khoảng cách giữa hai nút hoặc 2 bụng là  $k \frac{\lambda}{2}$

**2. Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây đàn hồi**

- Có hai đầu cố định:  $l = k \frac{\lambda}{2} = k \frac{v}{2f}$  ( $k \in N^*; k = 1, 2, 3, \dots$ )

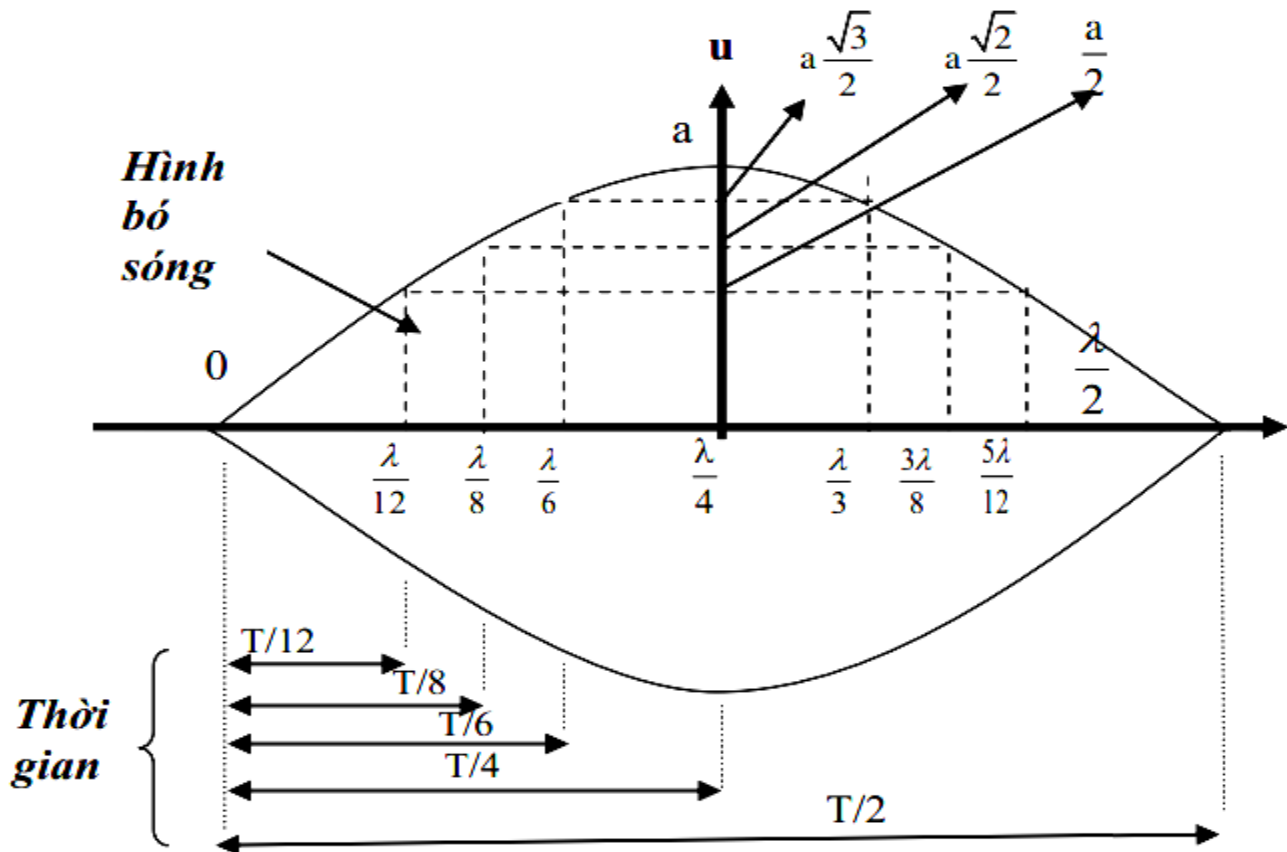
Trong đó: k là số bó sóng; số nút trên dây là k+1; số bụng trên dây là k.

- Có một đầu cố định và một đầu tự do:

$$l = k \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = (2k + 1) \frac{\lambda}{4} = (2k + 1) \frac{v}{4f}$$
 ( $k \in N; k = 0, 1, 2, \dots$ )

Trong đó: k là số bó sóng; 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 vào nhiệt độ:  $v = v_0 \sqrt{1 + \alpha t}$

Trong đó  $v_0$  là vận tốc truyền âm ở  $0^\circ\text{C}$ ,  $v$  là vận tốc truyền âm ở  $t^\circ\text{C}$ ,  $\alpha = \frac{1}{273} \text{K}^{-1}$

### 2. Các bài toán về độ to của âm

- Mức cường độ âm kí hiệu là  $L$ , đơn vị là Ben (B):  $L(\text{B}) = 10 \lg \frac{I}{I_0}$

- Nếu dùng đơn vị là đêxiben thì:  $L(\text{dB}) = 10 \lg \frac{I}{I_0}$ ; **1B = 10dB**

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

### 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 đang xét)

-  $I_A, I_B$  là cường độ âm của các điểm A và B cách nguồn âm những khoảng  $r_A, r_B$  thì:

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

- Mối 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):

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

Trường hợp  $k = 10^n \Rightarrow N = n(\text{B})$  hoặc  $N = 10n$  (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:  $f_2 = 2f_0$

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

+ **Ống sáo:**

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

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

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

Họa âm bậc 2:  $f_2 = 2f_0$ ; bậc 3:  $f_3 = 3f_0, \dots \Rightarrow$  Họa âm bậc  $n$ :  $f_n = n \frac{v}{2l}$

**Chú ý:** Đối với ống sáo hở một đầu, đầu kín sẽ là nút và 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 DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

##### 1. Suất điện động xoay chiều

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

- Biểu thức của từ thông qua khung dây:  $\phi = NBS \cos(\omega t + \varphi) = \Phi_0 \cos(\omega t + \varphi)$

Với  $\Phi_0 = NBS$  là từ thông cực đại gửi qua khung dây.

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

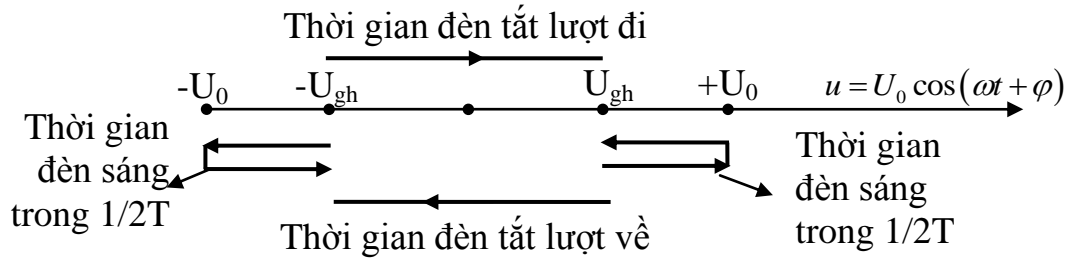
$$e = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\phi' = \omega NBS \sin(\omega t + \varphi) = E_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

Với  $E_0 = \omega NBS = \omega\Phi_0$  là 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:  $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ ;  $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$

+ Thời gian đèn sáng và tắt



## 3. Các công thức khác

- Tính nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở thuần:  $Q = I^2 R t$

- Điện trở:  $R = \rho \frac{l}{S}$

- Một khối chất có khối lượng m, nhiệt dung riêng c [J/(kg.K)] 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  $t_2$ :

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

## 4. 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

	Chỉ có R	Chỉ có L	Chỉ có C
Định luật Ôm	$U_{0R} = I_0 R$ $U_R = IR$	$U_{0L} = I_0 Z_L$ $U_L = IZ_L$	$U_{0C} = I_0 Z_C$ $U_C = IZ_C$
Trở kháng	R	$Z_L = \omega L$	$Z_C = \frac{1}{\omega C}$
Độ lệch pha (u và i)	$\varphi_{u_R} - \varphi_i = 0$	$\varphi_{u_L} - \varphi_i = \frac{\pi}{2}$	$\varphi_{u_C} - \varphi_i = -\frac{\pi}{2}$
Liên hệ giữa u và i	$\frac{u_R}{U_{0R}} - \frac{i}{I_0} = 0$	$\frac{u_L^2}{U_{0L}^2} + \frac{i^2}{I_0^2} = 1$	$\frac{u_C^2}{U_{0C}^2} + \frac{i^2}{I_0^2} = 1$

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

Các mặt	Mạch RLC	Mạch RL	Mạch RC	Mạch LC
<b>Dạng mạch</b>				
<b>Vecto quay</b>	 $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$	 $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L$	 $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_C$	 $\vec{U} = \vec{U}_L + \vec{U}_C$
<b>Tổng trở</b>	$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$	$Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2}$	$Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2}$	$Z =  Z_L - Z_C $
<b>Góc lệch pha</b>	$\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$ $\tan \varphi = \frac{U_{0L} - U_{0C}}{U_{0R}}$ $\tan \varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R}$ <p><math>Z_L &gt; Z_C</math>: cảm kháng.  <math>Z_L &lt; Z_C</math>: dung kháng.  <math>Z_L = Z_C</math>: cộng hưởng.</p>	$\tan \varphi = \frac{Z_L}{R}$ $\tan \varphi = \frac{U_{0L}}{U_{0R}} = \frac{U_L}{U_R}$ <p>Mạch có tính cảm kháng: <math>\varphi &gt; 0</math></p>	$\tan \varphi = -\frac{Z_C}{R}$ $\tan \varphi = -\frac{U_{0C}}{U_{0R}} = -\frac{U_C}{U_R}$ <p>Mạch có tính dung kháng: <math>\varphi &lt; 0</math></p>	$\tan \varphi = \pm \infty$
<b>ĐL Ôm</b>	$I_0 = \frac{U_0}{Z}; I = \frac{U}{Z}$	$I_0 = \frac{U_0}{Z}; I = \frac{U}{Z}$	$I_0 = \frac{U_0}{Z}; I = \frac{U}{Z}$	$I_0 = \frac{U_0}{Z}; I = \frac{U}{Z}$
<b>Công suất</b>	$P = UI \cos \varphi = RI^2$	$P = UI \cos \varphi = RI^2$	$P = UI \cos \varphi = RI^2$	$P = 0$
<b>Điện năng</b>	$W = Pt$	$W = Pt$	$W = Pt$	$W = 0$

### 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  $Z_L = Z_C$  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.

$$\text{Điều kiện để xảy ra cộng hưởng là: } \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 \Rightarrow \boxed{\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}}$$

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

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

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

+ **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 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 vectơ là tốt nhất *hoặc* dựng **công thức hàm số tan** để giải bài 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

Các dạng sau đây áp dụng cho đoạn mạch xoay chiều LRC 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  $Z = Z_{\min} = R; I = I_{\max} = \frac{U}{R}; U_{R_{\max}} = U; \cos \varphi = 1 \rightarrow \tan \varphi = 0 \rightarrow \varphi = 0; P = P_{\max} = \frac{U^2}{R}$

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

**Dạng 6:** Cho  $L_1$  và  $L_2$  mà  $I_1 = I_2$  ( $P_1 = P_2$ ). **Hỏi** L để  $P_{\max}$  (cộng hưởng điện)

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

**Dạng 7:** **Hỏi** 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:  $U_{C\max} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R}$ ;  $U_{C\max}^2 = U^2 + U_R^2 + U_L^2$ ;  $U_{C\max}^2 - U_L U_{C\max} - U^2 = 0$

**Dạng 8:** **Hỏi** giá trị nào của L thì điện áp hiệu dụng trên tụ điện  $U_{L\max}$ .

**Đáp:**  $Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}$ , khi đó:  $U_{L\max} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}$ ;  $U_{L\max}^2 = U^2 + U_R^2 + U_C^2$ ;  $U_{L\max}^2 - U_C U_{L\max} - U^2 = 0$

**Dạng 9:** **Hỏi** điều kiện để  $\varphi_1; \varphi_2$  lệch 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 mạch RLC thì tác dụng của R,  $Z_L$ ,  $Z_C$ ?

**Đáp:**  $I = \frac{U}{R}$ ;  $Z_L = 0$ ;  $Z_C = \infty$

**Dạng 11:** **Hỏi** với  $\omega = \omega_1$  hoặc  $\omega = \omega_2$  thì I hoặc P hoặc  $U_R$  có cùng một giá trị thì  $I_{\max}$  hoặc  $P_{\max}$  hoặc  $U_{R\max}$

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

**Dạng 12:** Giá trị  $\omega = ?$  thì  $I_{\max}$  suy ra  $U_{R\max}; P_{\max}$ ; còn  $U_{LC\min}$

**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:  $P_{L1} = P_{L2}$

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

**Dạng 15:** **Hỏi** hai giá trị của C:  $P_{C1} = P_{C2}$

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

**Dạng 16:** **Hỏi** hai giá trị của R:  $P_{R1} = P_{R2}$

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

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

**Đáp:** Khi đó  $Z_L = 2Z_C$

**Dạng 18:** Khi điều chỉnh  $\omega$  để  $U_{C\max}$  hoặc  $U_{L\max}$  thì:

**Đáp:** Khi đó 
$$U_{C_{max}} = U_{L_{max}} = \frac{U}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega_C}{\omega_L}\right)^2}}$$

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

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

$$P = UI \cos \varphi \quad (\cos \varphi \text{ là hệ số công suất})$$

- Đối với mạch RLC mắc nối tiếp: 
$$P = I^2 R = \frac{U^2}{Z^2} \cdot R = \frac{U^2}{R} \cdot (\cos \varphi)^2 = \frac{U_R^2}{R} = U_R I$$

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

- 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 2 đầu động cơ và  $P_{co}$  là công suất có ích của động cơ.

- Hiệu suất của động cơ điện: 
$$H = \frac{P_{co}}{UI \cos \varphi}$$

### 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 điện xoay chiều một pha phát ra  $f = np$ . Trong đó p là số cặp cực từ, n là số vòng quay của roto trong một giây.

- Từ thông gửi qua khung dây của máy phát điện  $\Phi$ :

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

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

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

- 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,  $\omega = 2\pi f$ ,  $E_0 = \omega NSB$  là suất điện động cực đại.

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

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

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

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

### 1. Máy biến áp

**Công thức máy biến áp (lí tưởng):**

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

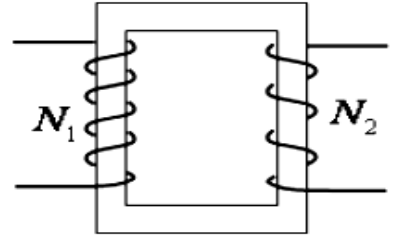
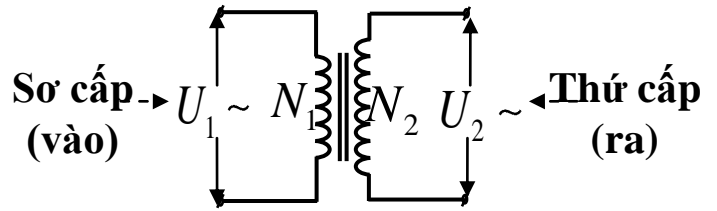
+ Nếu  $N_2 > N_1$  thì  $U_2 > U_1$  ta gọi MBA là *máy tăng thế*.

+ Nếu  $N_2 < N_1$  thì  $U_2 < U_1$  ta gọi MBA là *máy hạ thế*.

**Trong đó:**

$U_1$  (là điện áp hiệu dụng);  $E_1$  (suất điện động hiệu dụng);  
 $I_1$  (cường độ hiệu dụng);  $N_1$  (số vòng dây): của cuộn sơ cấp

$U_2$  (là điện áp hiệu dụng);  $E_2$  (suất điện động hiệu dụng);  $I_2$  (cường độ hiệu dụng);  
 $N_2$  (số vòng dây): của cuộn thứ cấp



### 2. Truyền tải điện năng

**Goi:** + P, U: công suất và điện áp nơi truyền đi (nơi sản xuất, nơi cung cấp).

+ P', U': công suất và điện áp nơi tiêu thụ.

+ I: là cường độ dòng điện trên dây.

+  $R = \rho \frac{l}{S}$  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:**

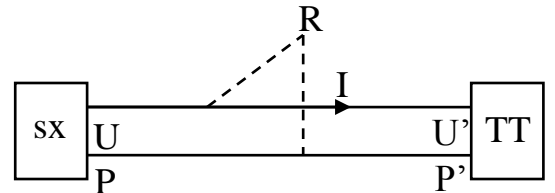
$$\Delta U = U - U' = IR = \sqrt{\Delta P \cdot R}$$

- **Công suất hao phí trong quá trình truyền tải điện năng:**

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

- **Hiệu suất tải điện:**

$$H' = \frac{P'}{P} \cdot 100\% = \frac{P - \Delta P}{P} \cdot 100\%$$



**Chú ý:**

- Phân biệt hiệu suất máy biến áp (H) và hiệu suất tải điện (H').

- Khi cần truyền tải điện ở khoảng cách l thì phải cần sợi dây có chiều dài 2l.

## CHƯƠNG IV: DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

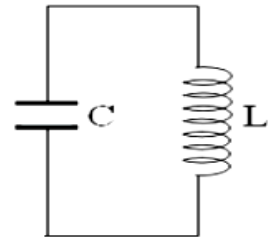
$i, I_0$  là cường độ dòng điện tức thời và cường độ cực đại trong mạch;  $q, Q_0$  là điện tích tức thời và điện tích cực đại trên tụ điện;  $u, U_0$  là điện áp tức thời và điện áp cực đại trên tụ điện.

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

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

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

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



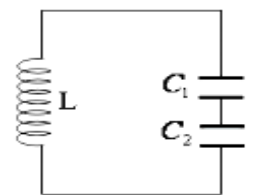
**Chú ý:** Nếu mạch dao động có hai tụ trở lên thì ta coi bộ tụ là một tụ có điện dung  $C$  tương đương được tính như sau:

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

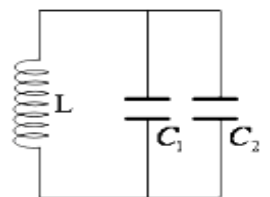
+ Ghép song song:  $C = C_1 + C_2 + \dots + C_n = \sum_{i=1}^n C_i$  ( $C > C_1, C_2, \dots, C_n$ )

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

+ Khi mắc  $L$  và  $C_1$  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 với  $C_2$ : 
$$\begin{cases} T^2 = T_1^2 + T_2^2 \\ \frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \end{cases}$$



### 2. Năng lượng của mạch dao động

- Năng lượng điện trường:

$$W_{dt} = W_C = \frac{1}{2} C u^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{Q_0^2}{2C} \cos^2 \omega t = \frac{1}{2} L (I_0^2 - i^2) \neq$$

- Năng lượng từ trường:

$$W_{tt} = W_L = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} L I_0^2 \sin^2 \omega t = \frac{1}{2} C (U_0^2 - u^2)$$

- Năng lượng điện từ:

$$W = W_L + W_C = \frac{1}{2} C U_0^2 = \frac{1}{2} L I_0^2 = \frac{1}{2} L i^2 + \frac{1}{2} C u^2 = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} = \text{const}$$

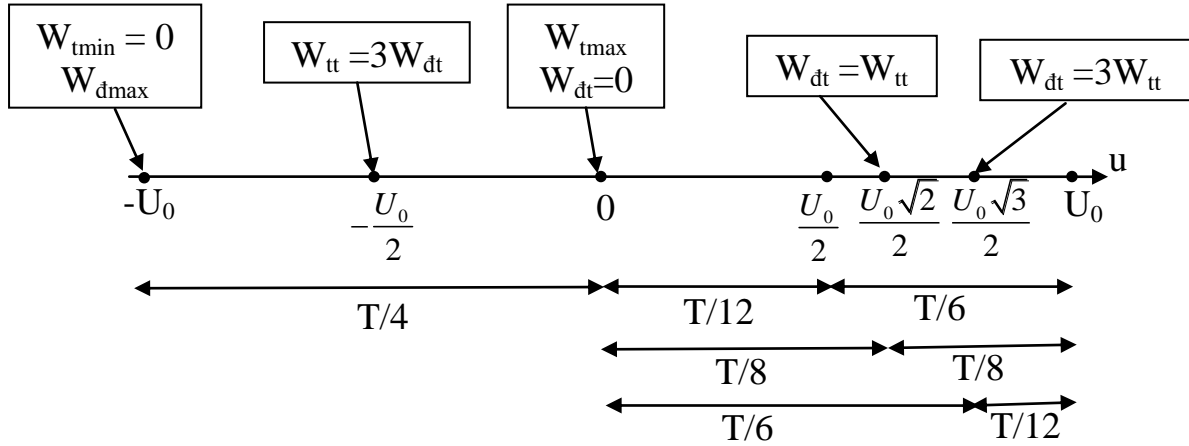
- Liên hệ giữa điện tích cực đại và điện áp cực đại:  $Q_0 = C U_0$

- 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 kì  $T$  và tần số  $f$  thì *năng lượng điện trường* và *năng lượng từ trường* dao động với tần số  $f' = 2f$ , chu kì  $T' = \frac{T}{2}$ .



#### 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 điện từ

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

$$\lambda = cT = 2\pi c\sqrt{LC}$$

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

- *Nếu mạch dao động có L thay đổi*  $L_1 \div L_2 (L_1 < L_2)$  thì mạch chọn sóng có thể chọn được sóng có bước sóng:  $2\pi c\sqrt{L_1 C} \leq \lambda \leq 2\pi c\sqrt{L_2 C}$

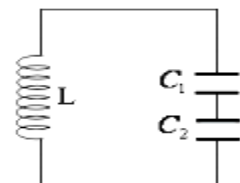
- *Nếu mạch dao động có C thay đổi*  $C_1 \div C_2 (C_1 < C_2)$  thì mạch chọn sóng có thể chọn được sóng có bước sóng:  $2\pi c\sqrt{L C_1} \leq \lambda \leq 2\pi c\sqrt{L C_2}$

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

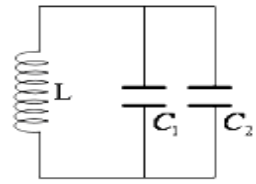
$$2\pi c\sqrt{L_1 C_1} \leq \lambda \leq 2\pi c\sqrt{L_2 C_2}$$

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

$$+ C_1 \text{ song song với } C_2: \begin{cases} \lambda^2 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2 \\ \frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \end{cases}$$



$$+ C_1 \text{ nối tiếp } C_2: \begin{cases} f^2 = f_1^2 + f_2^2 \\ \frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2} \end{cases}$$



- Nếu mạch dao động có C thay đổi  $C_1 \div C_2 (C_1 < C_2)$  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  $L_1 \div L_2 (L_1 < L_2)$  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 được áp dụng trong trường hợp L và C là hằng số còn bước sóng biến thiên  $\lambda_1 \div \lambda_2 (\lambda_1 < \lambda_2)$ .

### 5. Mạch dao động tắt dần

- Khung dây có điện trở hoạt động thì cần cung cấp công suất P để duy trì dao động: 
$$P = I^2 R = \frac{\omega^2 C^2 U_0^2}{2} R = \frac{U_0^2 RC}{2L}$$

Đó cũng là công suất tỏa nhiệt của điện trở.

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

### 6. Dải sóng điện từ

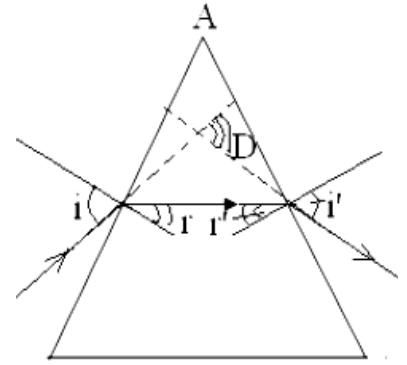
Nội dung	Sóng dài	Sóng trung	Sóng ngắn	Sóng cực ngắn
Bước sóng	>1000m	1000m – 100m	100m – 10m	10m – 0,01m
Đặc điểm	- Có năng lượng nhỏ. - Không truyền đi xa được trên mặt đất. - Ít bị nước hấp thụ.	- Có năng lượng khá lớn. - Truyền đi được trên mặt đất. - Bị tầng điện li hấp thụ vào ban ngày và phản xạ vào ban đêm.	- Có năng lượng lớn. - Truyền đi được mọi địa điểm trên mặt đất. - Có khả năng phản xạ nhiều lần giữa tầng điện li và mặt đất.	- Có năng lượng rất lớn. - Truyền được đi trên mặt đất. - Không bị tầng điện li hấp thụ hoặc phản xạ và có khả năng truyền đi rất xa theo một đường thẳng.
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

## I. TÁN SẮC ÁNH SÁNG

### 1. 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.

+ Kí hiệu góc lệch cực tiểu  $D_{\min}$ , góc tới ứng với góc lệch cực tiểu là  $i_{\min}$ , ta có:

$$\begin{cases} r' = r = \frac{A}{2} \\ D_{\min} = 2i_{\min} - A \\ \sin \frac{D_{\min} + A}{2} = n \sin \frac{A}{2} \end{cases}$$

- Góc lệch giữa hai 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.

### 2. 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

xác định  $i_{gh}$ : 
$$\sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1}$$

\* **Nếu dùng ánh sáng trắng thì:**

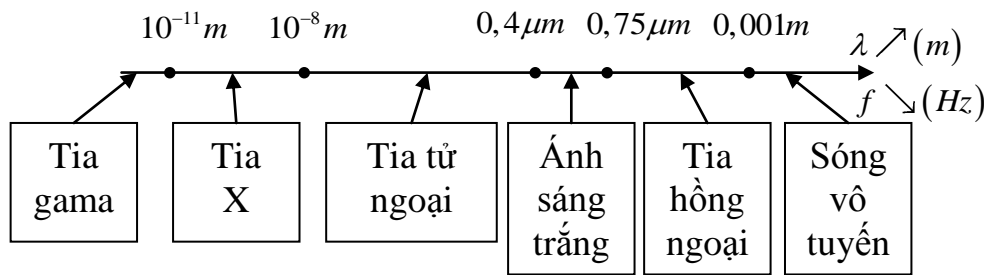
- Có hiện tượng tán sắc và xuất hiện chùm quang phổ liên tục.

- Các tia đơn sắc đều bị lệch:

+ Tia đỏ lệch ít hơn so với tia tới.

+ Tia tím lệch nhiều hơn so với tia tới.

### 3. Thang sóng điện từ



## II. GIAO THOA ÁNH SÁNG

Gọi khoảng cách giữa hai khe  $S_1S_2$  là  $a$ , khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn chắn là  $D$ , bước sóng của ánh sáng là  $\lambda$ .

### 1. Công thức cơ bản

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

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

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

Vân sáng bậc  $n$  với  $k \pm n$

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

+  $k > 0$ : vân tối thứ  $n$  ứng với  $k = n - 1$

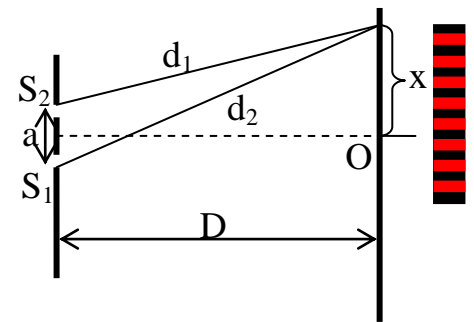
+  $k < 0$ : vân tối thứ  $n$  ứng với  $k = -n$

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:** 
$$\lambda = \frac{ai}{D}$$

- **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  $k$  là:  $2ki$

## 2. Số vân sáng, tối trên màn

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

- 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:

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

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

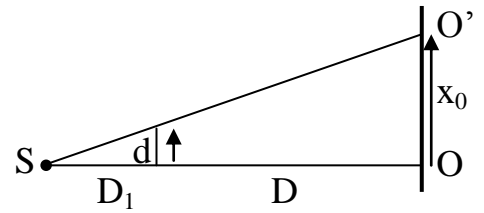
## 3. Dịch chuyển của hệ vân

Gọi:  $D$  là khoảng cách giữa hai khe tới màn.

$D_1$  là khoảng cách từ nguồn sáng đến hai khe.

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

$$x_0 = \frac{D}{D_1} d \quad (\text{với } d \text{ là độ dịch chuyển của nguồn sáng})$$



- Khi nguồn sáng  $S$  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:

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

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

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

Khi sử dụng hai ánh sáng đơn sắc: vân sáng trùng màu vân trung tâm:

$$x_1 = x_2 \Leftrightarrow k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = k_2 \frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{p}{n} \quad (k_1, k_2 \in \mathbb{Z})$$

+ 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:

$$x_{\equiv} = x_{\lambda_1} = pi \quad \text{hoặc} \quad x_{\equiv} = x_{\lambda_2} = ni$$

- Nếu sử dụng ba as đơn sắc cần lập 3 tỉ lệ:

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

+ Lập bảng giá trị  $k_1, k_2, k_3$  và tìm các vị trí trùng nhau ba bức xạ.

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

$$\text{Giả sử: } x_{T_{\lambda_1}}^{k_1} = x_{T_{\lambda_2}}^{k_2} \Leftrightarrow (2k_1 + 1) \frac{\lambda_1 D}{2a} = (2k_2 + 1) \frac{\lambda_2 D}{2a}$$
$$\Rightarrow \frac{2k_1 + 1}{2k_2 + 1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{p}{q} \Rightarrow \begin{cases} 2k_1 + 1 = p(2n + 1) \\ 2k_2 + 1 = q(2n + 1) \end{cases}$$

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

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

$$\text{Giả sử: } x_{S_{\lambda_1}}^{k_1} = x_{T_{\lambda_2}}^{k_2} \Leftrightarrow k_1 i_1 = (2k_2 + 1) \frac{i_2}{2}$$
$$\Rightarrow \frac{k_1}{2k_2 + 1} = \frac{i_2}{2i_1} = \frac{\lambda_2}{2\lambda_1} = \frac{p}{q} \Rightarrow \begin{cases} 2k_2 + 1 = q(2n + 1) \\ k_1 = p(2n + 1) \end{cases}$$

$$\text{Vậy vị trí vân trùng: } x_{\equiv} = x_{S_{\lambda_1}}^{k_1} = p(2n + 1) i_1$$

## 5. Giao thoa với ánh sáng trắng

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

- **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:**  $x = \frac{k\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{xa}{kD}$

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 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 ánh sáng;  $A$ : công thoát;  $v_{0\max}$ : 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 năng của photon: 
$$p = m_{ph}c = \frac{h}{\lambda} = \frac{\varepsilon}{c}$$

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

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

- Phương trình Anhtan: 
$$hf = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2$$

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

- 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 hai 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 1s)

+ Tốc độ electron khi về anot: dùng định lí động năng:  $W_{dA} - W_{d0\max} = eU_{AK}$

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

### 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  $\vec{v}_0 \nearrow \nearrow \vec{E}$ : Chuyển động chậm dần đều với gia tốc  $a = \frac{eE}{m}$

- Nếu  $\vec{v}_0 \nearrow \searrow \vec{E}$ : 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  $xx'$ : thẳng đều  $x = v_0 t$

+ Theo phương  $yy'$ : 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 Lerenxo:

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

- Nếu vận tốc ban đầu vuông góc với cảm ứng từ: Electron chuyển động tròn đều

với bán kính:  $R = \frac{mv}{|e|B}$ ; 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 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

$$P = n_\lambda \varepsilon = IS \Rightarrow n_\lambda = \frac{P}{\varepsilon} = \frac{P\lambda}{hc} = \frac{I_{bh}}{H|e|}$$

$n_\lambda$  là số photon của nguồn sáng phát ra trong mỗi giây;  $\varepsilon$  là lượng tử năng lượng (photon);  $I$  là cường độ 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 anot trong thời gian  $t$  giây,  $n_e$  là số electron đến anot trong mỗi giây.

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

**c. Hiệu suất lượng tử:**

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

Với  $n'$ : là số electron bức ra khỏi Katốt kim loại trong mỗi giây.

$n$ : là số photon đập vào Katốt trong mỗi giây.

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

#### 4. Chu kì, tần số, bước sóng của tia X ống Rơn Ghen phát ra

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

+ Nhiệt lượng tỏa ra ( $Q_i$ ) làm nóng đối âm cực

+ 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:

+  $\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda}$  là năng lượng photon của tia Rơn Ghen.

+  $W_d = \frac{1}{2}mv^2 = |e|U + \frac{1}{2}mv_0^2$  là động năng của electron khi đập vào đối catot (đối âm cực).

Với:  $U$  là hiệu điện thế giữa anot và catot;

$v$  là vận tốc electron đập vào đối catot;

$v_0$  là vận tốc của electron khi rời ra khỏi catot (thường  $v_0 = 0$ ;

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

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

( $n$  là số electron đập vào đối catot trong 1 giây).

**\* Trường hợp bỏ qua nhiệt lượng tỏa ra trên đối âm cực**

Ta có:  $W_d \geq \varepsilon \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} \leq W_d$  hay  $\lambda \geq \frac{hc}{W_d}$

Ống Rơn Ghen sẽ phát ra bức xạ có bước sóng nhỏ nhất nếu toàn bộ năng lượng của chùm catot 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:  $\lambda_{\min} = \frac{hc}{W_d} = \frac{hc}{|e|U_{AK}}$  ( $W_{d0\max}=0$ )

**\* Trường hợp toàn bộ năng lượng của electron biến thành nhiệt lượng**

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

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

$\Delta t$  : Độ tăng nhiệt độ của đôi âm cực (anot)

c: Nhiệt dung riêng của kim loại anot.

m: Khối lượng anot.

\* **Trường hợp tổng quát:** Hiệu suất của ống Ron Ghen là:

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

### 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 lên mức năng lượng cao nguyên tử sẽ hấp thụ photon:  $E_{\text{cao}} - E_{\text{thấp}} = hf$

- **Bán kính quỹ đạo dừng thứ n** của electron trong nguyên tử Hidro:  $r_n = n^2 r_0$

Với  $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} m$  là bán kính nguyên tử Bo (ở quỹ đạo cơ bản K).

- **Mối quan hệ giữa các bước sóng và tần số** của các vạch quang phổ của nguyên tử Hidro:

Ví dụ:  $\varepsilon_{31} = \varepsilon_{32} + \varepsilon_{21} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}}$  và  $f_{31} = f_{32} + f_{21}$

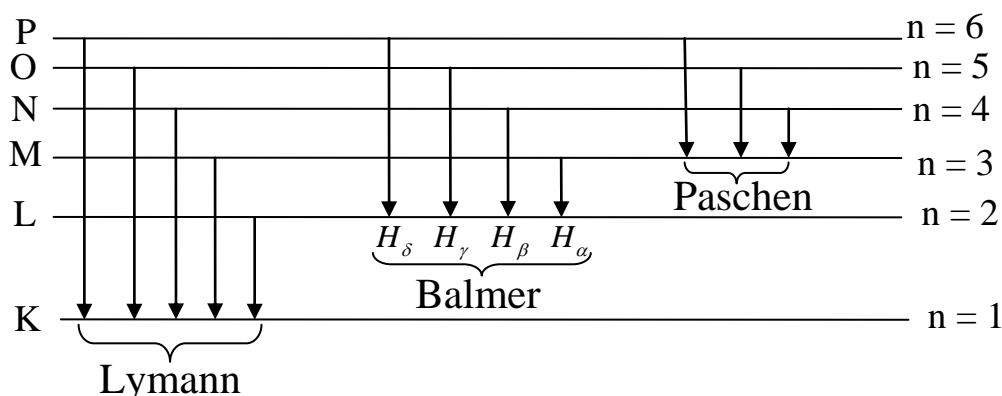
- **Năng lượng electron trong nguyên tử hidro:**  $E_n = -\frac{13,6}{n^2} (\text{eV})$

Với  $n \in N^*$  là lượng tử số.

- **Năng lượng ion hóa hidro (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:  $N = C_n^2 = \frac{n(n-1)}{2}$ ; trong đó  $C_n^2$  là tổ hợp chập 2 của n.



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

+  $n_1 = 1; n_2 = 2, 3, 4 \dots$  dãy Lyman (tử ngoại)

+  $n_1 = 2; n_2 = 3, 4, 5 \dots$  dãy Banme (nhìn thấy)

+  $n_1 = 3; n_2 = 4, 5, 6 \dots$  dãy Pasen (hồng ngoại)

## 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:  ${}^A_Z X$ ;  $XA$ ;  ${}^A X$

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

N là số notron.

$A = Z + N$  là 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 u):  $1u = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

- 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  $\frac{MeV}{c^2}$ ;  $1u = 931,5 \text{ MeV} / c^2$

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

Hạt nhân  ${}^A_Z X$  có khối lượng m được cấu tạo bởi Z proton và N notron. Các phép đo chính xác cho thấy khối lượng  $m_{hn}$  của hạt nhân  ${}^A_Z X$  bao giờ cũng bé hơn tổng khối lượng của các nuclon tạo thành hạt nhân  ${}^A_Z X$ :  $\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_{hn}$

$\Delta m$ : được gọi là **độ hụt khối** của hạt nhân.

- **Năng lượng liên kết và năng lượng liên kết riêng:** 
$$\begin{cases} W_{lk} = \Delta mc^2 \\ W_{lkr} = \varepsilon = \frac{W_{lk}}{A} \end{cases}$$

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

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

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

- **Mật độ khối lượng (khối lượng riêng) của hạt nhân:**

$D = \frac{m_X}{V}$ ; với  $m_X$  và V là khối lượng và thể tích của hạt nhân

- **Mật độ điện tích hạt nhân:**

$q = \frac{Q}{V}$ ; với Q là điện tích chỉ gồm các photon

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

## 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 kì phóng xạ,  $\lambda$  là hằng số phóng xạ  $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$

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

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

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

- 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 bị mất đi:  $N_{\text{con}} = \Delta N = N_0 (1 - 2^{-t/T})$

- 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:  $m = \frac{N}{N_A} \cdot A = n \cdot A$

### 2. Các dạng đặc biệt

- Cho một lượng đồng vị phóng xạ X có chu kì 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 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 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**

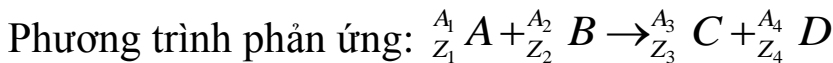
- Độ phóng xạ ở thời điểm  $t$  (đơn vị Becoren – Bq)

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

- Liên hệ giữa khối lượng và độ phóng xạ: 
$$m = \frac{AH}{\lambda N_A}$$

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

**III. PHẢN ỨNG HẠT NHÂN**



**1. Các định luật bảo toàn**

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

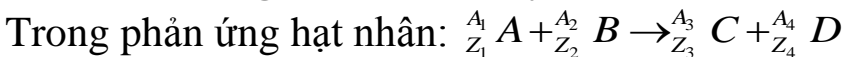
- Định luật bảo toàn điện tích:  $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

- 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?**



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

**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:  $W = (M_{tr} - M_s)c^2$

- Biết năng lượng liên kết:  $W = \Delta E_s - \Delta E_{tr}$

- Biết độ hụt khối các hạt:  $W = (\Delta m_s - \Delta m_{tr})c^2$

- Biết động năng của các hạt:  $W = W_s - W_{tr}$

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 vế phải là  $m_0$ , ở vế tạo thành là  $m$ .

Nếu:

\*  $m_0 > m$ : phản ứng tỏa năng lượng

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

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

*Khi đó các hạt sinh ra 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 động năng của các hạt hoặc bức xạ.

*Khi đó các hạt sinh ra không bền hơn các hạt ban đầu.*

+ Nếu động năng các hạt ban đầu là  $W > W_{\min}$  thì:  $W = (m - m_0)c^2 + W'$

( $W'$  là động năng các hạt sinh ra)

## 3. Tính động năng và vận tốc các hạt của phản ứng 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  $(m - m_0)c^2$ )

- Kết hợp định luật bảo toàn động lượng:

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

Dùng phương pháp giải toán bằng 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:**

- Nếu các hạt nhân đứng yên thì:  $\frac{W_{X'}}{W_{Y'}} = \frac{m_{Y'}}{m_{X'}}$

- Nếu các hạt sinh ra có cùng vận tốc thì:  $\frac{W_{X'}}{W_{Y'}} = \frac{m_{X'}}{m_{Y'}}$

Chú ý:

- Công thức giữa động lượng và động năng:  $p^2 = 2mW_d$

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

$$\boxed{Q = Lm}$$
 ( $L$  là năng suất tỏa nhiệt J/kg)

$$1\text{KWh} = 3600000\text{J}$$

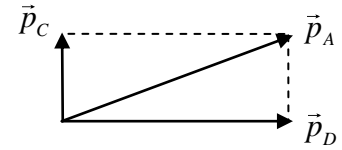
**\* Các trường hợp đặc biệt thường gặp**

- Trước hết ta có định luật bảo toàn năng lượng:  $A + B \rightarrow C + D$

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

- Hai hạt sinh ra có vận tốc vuông góc với nhau:

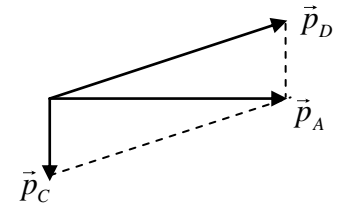
$$\begin{aligned} \vec{p}_C \perp \vec{p}_D &\Rightarrow p_A^2 = p_C^2 + p_D^2 \\ &\Rightarrow m_C W_C + m_D W_D = m_A W_A \end{aligned} \quad (2)$$



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

- Một trong hai hạt nhân sinh ra vuông góc với hạt nhân A:

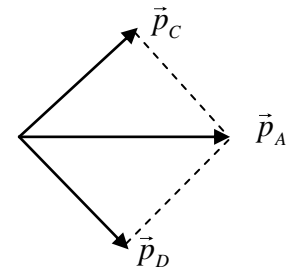
$$\begin{aligned} \vec{p}_C \perp \vec{p}_A &\Rightarrow p_D^2 = p_A^2 + p_C^2 \\ &\Rightarrow m_D W_D - m_C W_C = m_A W_A \end{aligned} \quad (3)$$



Từ (1) và (3) ta giải được  $W_C$  và  $W_D$

- Hai hạt nhân sinh ra giống hệt nhau và vecto  $\vec{p}$  các hạt đối xứng và hợp với  $\vec{p}_A$  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 được  $W_C$  và  $W_D$

- Phóng xạ sinh ra hai hạt chuyển động ngược chiều:

$$\begin{aligned} \vec{p}_C + \vec{p}_D = 0 &\Leftrightarrow \vec{p}_C = -\vec{p}_D \\ \text{Độ lớn: } p_C = p_D &\Rightarrow m_C W_C = m_D W_D \end{aligned}$$