



**LỚP VẬT LÝ  
THẦY ĐƯỢC**

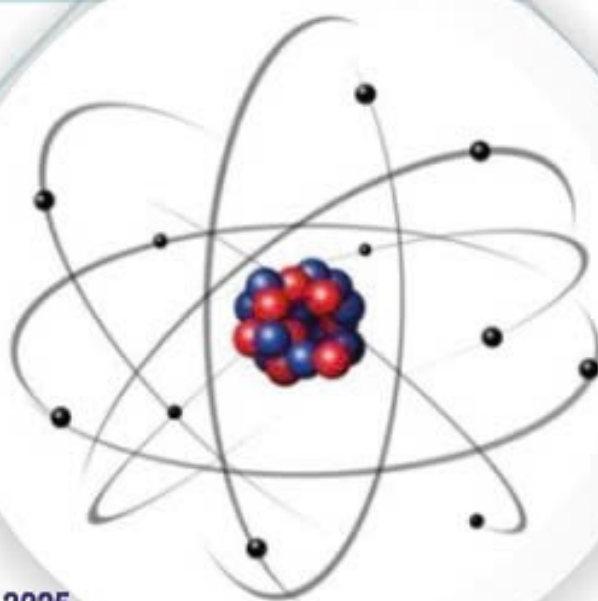
**TS. Võ Thanh Được**  
(Giảng viên Đại học Công nghệ GTVT)

# **SỔ TAY**

## **TỔNG HỢP KIẾN THỨC**

# **VẬT LÝ THPT**

**(Dùng ôn luyện thi THPT, HSA, TSA)**



**NĂM - 2025**  
**LƯU HÀNH NỘI BỘ**



## LỜI NÓI ĐẦU

Để giúp các em có một nền tảng kiến thức tốt, đồng thời mong muốn dành cho các em có một cuốn tài liệu uy tín, chất lượng, chuẩn xác về nội dung để tra cứu kiến thức Vật Lý 10, 11 và 12, chuẩn bị tốt cho kì thi THPTQG 2025 sắp tới. Thầy và các chị trợ giảng đã biên soạn ra một cuốn tài liệu hoàn chỉnh, trực quan và đầy đủ để giúp các em có thể tự hệ thống lại kiến thức của mình sau mỗi chương học, chính vì thế, cuốn “Sổ tay Tổng hợp Kiến thức Vật Lý” này ra đời.

Cuốn tài liệu là tổng hợp toàn bộ kiến thức trọng tâm của chương trình Vật lý THPT theo các chương một cách tỉ mỉ nhất giúp các em không chỉ hệ thống lại kiến thức lí thuyết mà còn có thể vận dụng các công thức để làm được những bài tập từ cơ bản đến nâng cao, đặc trưng của từng chương. Phần kiến thức lớp 10, 11 trình bày một cách vắn tắt các công thức cơ bản thường dùng để các em tiện tra cứu và áp dụng.

Thầy xin cảm ơn các trợ giảng **Nguyễn Thị Vân Khánh, Nguyễn Cao Kiều Duyên, và Trần Bảo Tuấn** đã dành thời gian, công sức, kinh nghiệm và kiến thức của mình để chỉnh lí, bổ sung và hoàn thiện cuốn tài liệu để nó đến tay các em một cách hoàn chỉnh nhất có thể.

Tuy thế, chắc chắn sẽ vẫn còn một vài lỗi nhỏ phát sinh trong cuốn tài liệu, rất mong sự góp ý, phản biện của chính các em để cuốn tài liệu được hoàn thiện hơn trong những phiên bản tiếp theo.

Cuối cùng Thầy chỉ muốn nói với các em một điều rằng, mỗi người chúng ta được sinh ra trên đời đều mang trên mình một sứ mệnh, và đều có ý nghĩa nhất định với cuộc đời này, cả Thầy và Em đều vậy. Hãy sống hết mình, nỗ lực hết mình và cháy hết mình với tuổi trẻ của em, đạt được kết quả cụ thể nào đó, chẳng hạn đạt điểm số thật cao trong kì thi sắp tới. Thầy sẽ luôn đồng hành cùng với em trên con đường chinh phục tri thức và kỳ thi sắp tới nhưng trên hết vẫn là sự nỗ lực và cố gắng của bản thân chính các em. Thầy tin em sẽ không phụ lòng Thầy. Thân ái!

**TS. Võ Thanh Được**

Giảng viên Khoa Công nghệ thông tin  
– Trường ĐH Công nghệ GTVT –



## MỤC LỤC

<b>Tên bài</b>	<b>Trang</b>
<b>Lời nói đầu</b>	1
<b>Vật lý 10</b>	4
<b>Vật lý 11</b>	6
Chương 1. Dao động cơ	6
Chương 2. Sóng	16
Chương 3. Điện tích – Điện trường	23
Chương 4. Dòng điện không đổi	26
<b>Vật lý 12</b>	31



## **A. ĐƠN VỊ CƠ BẢN CỦA HỆ SI DÙNG TRONG VẬT LÝ**

Thứ tự	Tên đại lượng	Tên đơn vị	Ký hiệu đơn vị
1	Độ dài	mét	m
2	Khối lượng	kilôgam	kg
3	Thời gian	giây	s
4	Cường độ dòng điện	ampe	A
5	Nhiệt độ nhiệt động lực	kelvin	K
6	Cường độ sáng	candela	cd
7	Lượng chất	mol	mol

## **B. CÁC KIẾN THỨC TOÁN THƯỜNG DÙNG TRONG GIẢI BÀI TẬP VẬT LÝ**

### **1. Các công thức tính diện tích, thể tích của các hình thường gặp**

- Diện tích hình tròn
- Diện tích hình tam giác
- Diện tích mặt cầu
- Thể tích hình cầu
- Thể tích hình trụ

### **2. Các công thức tính đạo hàm/nguyên hàm/tích phân**

- Hàm sin, cos, hàm logarit, hàm số mũ
- Đạo hàm hàm hợp  $y=u(x)$ , ...

### **3. Bất đẳng thức Cosi**

### **4. Tam thức bậc hai, khảo sát hàm số**

### **5. Các Quy tắc cộng véc tơ, quy tắc hình bình hành**

### **6. Các kỹ năng sử dụng máy tính bỏ túi Casio: Shift solve, Table, vi phân, ...**

### **7. Phương pháp chuẩn hóa số liệu**



## VẬT LÝ 10

### I. CHUYỂN ĐỘNG

<b>Gia tốc</b>	$a = 0$	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t}$	
<b>Vận tốc</b>	$v_{tb} = \frac{s}{t} = \text{hằng số}$	$v = v_0 + at$	Chuyển động nhANH dần đều : $a.v > 0$
			Chuyển động chẠM dần đều : $a.v < 0$
<b>PT chuyển động</b>	$x = x_0 + vt$	$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$	
<b>CT độc lập th/gian</b>		$v^2 - v_0^2 = 2as$	

### II. CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU

1. **Tốc độ (đài) :**  $v = \frac{s}{t}$  (với s : Độ dài cung tròn vật đi được (m))

2. **Tốc độ góc :**  $\omega = \frac{\theta}{t}$

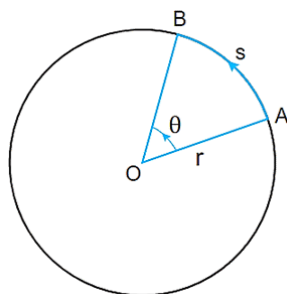
3. **Chu kỳ :** Là thời gian để vật đi được một vòng:  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  ( đơn vị : s )

4. **Tần số :** Số vòng vật đi được trong 1 giây:

$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$  ( đơn vị f : vòng/s hoặc Hz)

5. **Công thức liên hệ :**  $v = \omega r$  r : bán kính quỹ đạo (m)

6. **Gia tốc hướng tâm :**  $a = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$



### III. ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

1. **Điều kiện cân bằng của chất điểm:**  $\Sigma \vec{F} = 0 \Leftrightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \vec{0}$



- Định luật II Niuton  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

- Định luật III Niuton:  $\vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB}$

- Các lực cơ học thường gặp:

2. Trọng lực : Lực của trái đất tác dụng lên vật,  $\vec{P} = m\vec{g}$ , độ lớn của trọng lực là  $P = mg$

3. Lực đàn hồi :  $F_{dh} = k|\Delta l|$

4. Lực ma sát :  $F_{ms} = \mu N$  (với  $\mu$  là hệ số ma sát,  $N$  là áp lực của vật)

5. Lực hướng tâm : Lực tác dụng vào vật CĐ tròn đều và gây ra gia tốc

hướng tâm  $F_{ht} = ma_{ht} = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$

## IV. CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

1. Động lượng  $\vec{p} = m \vec{v}$

2. Xung lượng của lực :  $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$

3. Định luật bảo toàn động lượng :  $\Sigma \vec{p}_t = \Sigma \vec{p}_s$  (với  $\Sigma \vec{p}_t$  và  $\Sigma \vec{p}_s$  tổng động lượng của hệ trước và sau tương tác)

## V. CÔNG – CÔNG SUẤT

1. Công : Nếu lực không đổi  $\vec{F}$  tác dụng lên một vật và điểm đặt của lực đó chuyển dời một đoạn  $s$  thì công của lực  $\vec{F}$  được tính theo công thức :  $A = Fscos\alpha$  (với  $\alpha$  : góc hợp bởi hướng của lực với hướng chuyển dời của vật)

2. Công suất :  $P = \frac{A}{t}$

3. Hiệu suất:  $H = \frac{A_{ci}}{A_{tp}} 100\% = \frac{P_{ci}}{P_{tp}} 100\%$  (ci: có ích, tp: toàn phần)

## VI. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG

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

2. Định lý động năng :  $\Sigma A_{ngoai\_luc} = W_{d2} - W_{d1}$

- Thế năng trọng trường :  $W_t = mgz$

- Thế năng đàn hồi :  $W_t = \frac{1}{2} k(\Delta l)^2$



- Định luật bảo toàn cơ năng :  $W_1 = W_2$  Hay  $W_{t1} + W_{d1} = W_{t2} + W_{d2}$

✿ Chú ý :

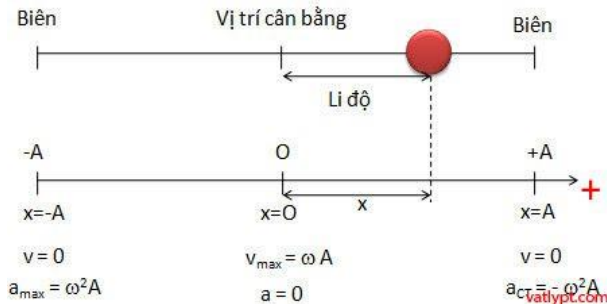
+ Định luật bảo toàn cơ năng chỉ nghiệm đúng khi vật chịu tác dụng của trọng lực, lực đàn hồi ( gọi là lực thế )

+ Nếu vật còn chịu tác dụng của lực ma sát , lực cản , lực kéo ... ( gọi là lực không thế ) thì :  $A_{\text{lực không thế}} = W_2 - W_1$

## VẬT LÝ 11

### Chương 1: DAO ĐỘNG CƠ

#### I. DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA



**Dạng 1: Bài toán viết phương trình dao động điều hòa**

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

2. Phương trình vận tốc:  $v = x' = -A \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \phi)$

3. Phương trình gia tốc:  $a = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \phi) = -\omega^2 x$

**Chú ý:**  $\vec{v}$  luôn sớm pha  $\frac{\pi}{2}$  so với  $x$ , li độ  $x$  luôn ngược pha so với gia tốc  $\vec{a}$

Phải đi tìm  $A$ ,  $\omega$ ,  $\phi$ .

✿ **Tìm  $\omega$ :**  $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

+ **Chu kỳ  $T$  (s)** là khoảng thời gian để vật thực hiện xong một dao động toàn phần.

$T = \frac{\Delta t}{N}$  ( $N$  là số dao động vật thực hiện được trong thời gian  $\Delta t$ )





+ **Tần số f**: Là số dao động toàn phần vật thực hiện được trong một đơn vị thời gian (1 giây).  $f = \frac{1}{T}$  (Hz)

✦ **Tìm A**: + Dựa vào chiều dài quỹ đạo  $A = L/2$

+ Dựa vào  $v_{\max} = \pm A\omega$ ;  $a_{\max} = \omega^2 A$

+ Dựa vào biểu thức độc lập:  $x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = A^2$ ,  $\frac{v^2}{\omega^2} + \frac{a^2}{\omega^4} = A^2$

+ Dựa vào biểu thức của năng lượng:  $W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$

+ Và các công thức liên quan đến biên độ trong công thức. Chú ý, thường đề bài cho A dạng: “Đưa vật đến vị trí nào đó, cách VTCB một đoạn... rồi **thả nhẹ**” → vị trí đó là A. Còn nếu tại đó **tác dụng một vận tốc/lực** thì phải áp dụng CT độc lập thời gian tìm A.

✦ **Tìm  $\varphi$** : Dựa vào điều kiện ban đầu: tìm x, v, a tại  $t = 0$ , thay vào các phương trình cơ sở, giải phương trình suy ra  $\varphi$ . (Chú ý điều kiện giới hạn của  $\varphi$ )

**Hệ quả**: Tại  $t = 0$  (thời điểm ban đầu) nếu:

+ vật ở biên dương →  $\varphi = 0$

+ vật qua VTCB theo chiều

âm →  $\varphi = \frac{\pi}{2}$

+ vật qua vị trí  $-A/2$  theo

chiều âm →  $\varphi = \frac{2\pi}{3}$

+ vật qua vị trí  $-A\sqrt{2}/2$  theo

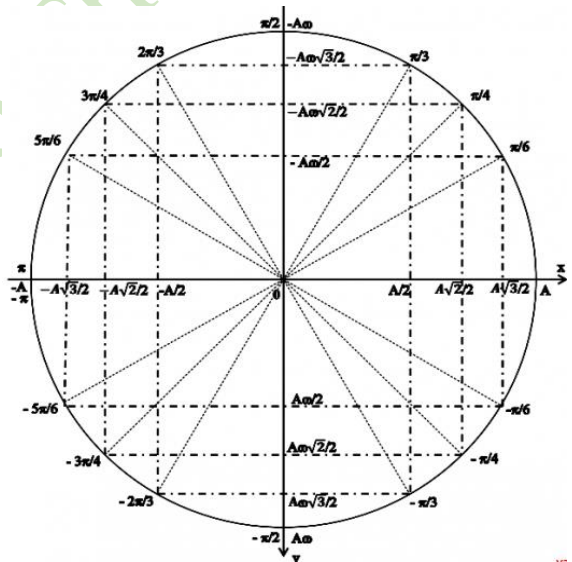
chiều dương →  $\varphi = \frac{-3\pi}{4}$

+ vật qua VTCB theo chiều

dương →  $\varphi = \frac{-\pi}{2}$

+ vật qua  $A/2$  theo chiều

dương →  $\varphi = \frac{-\pi}{3}$



**Dạng 2: Xác định thời gian ngắn nhất vật đi từ vị trí  $x_1$  đến vị trí  $x_2$**





\***Cách 1:** Tìm  $\varphi_1, \varphi_2$  với  $\cos \varphi_1 = \frac{x_1}{A}, \cos \varphi_2 = \frac{x_2}{A}$ , và  $0 \leq \varphi_1, \varphi_2 \leq \pi$

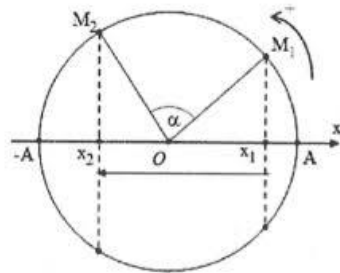
$\Rightarrow$

$$t = \frac{\varphi}{\omega} = \frac{|\varphi_1 - \varphi_2|}{\omega} = \frac{|\varphi_1 - \varphi_2| \cdot T}{360^\circ} = \frac{|\varphi_1 - \varphi_2| \cdot T}{2\pi}$$

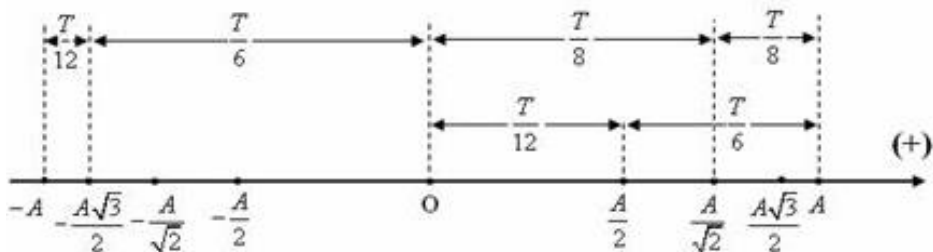
\***Cách 2:** Sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều.

+ Vẽ đường tròn lượng giác, xác định góc  $\varphi$  mà bán kính OM quét khi vật di chuyển từ  $x_1$  đến vị trí  $x_2$

$$+ t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\alpha \cdot T}{360^\circ} = \frac{\alpha \cdot T}{2\pi}$$



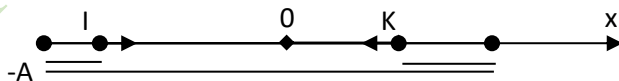
- Các khoảng thời gian đặc biệt (*cần thuộc lòng cái này!*):



Lược đồ tọa độ - thời gian

**Dạng 3:** Cho phương trình, tìm quãng đường vật đi được sau thời gian  $\Delta t$  từ  $t_1$  đến  $t_2$

+ Xác định vị trí, chiều chuyển động của vật tại thời điểm  $t_1$ , đặt điểm này là điểm I.



+ Xác định vị trí, chiều chuyển động của vật tại thời điểm  $t_2$ , đặt điểm này là điểm K.

+ Vẽ đúng chiều chuyển động của vật từ I tới K từ đó suy ra  $S_1$ .

\* **Nếu**  $\Delta t < T$  :  $S_1$  là kết quả.

\* **Nếu**  $\Delta t > T \Rightarrow \Delta t = nT + t_0$  (với  $t_0 < T$ )

+ Quãng đường vật đi được  $= n \cdot 4A + S_1$

( $n \cdot 4A$  và  $S_1$  là quãng đường vật đi được tương ứng với thời gian  $n \cdot T$  và  $t_0$ )



\* Có thể xác định quãng đường bằng CT:  $S = \int_{t_1}^{t_2} |v| dt$ , bấm máy tính

Lưu ý, chỉ nên dùng để tính S' đi được trong thời gian  $t_0$  để máy tính thực hiện nhanh hơn!

**Dạng 4: Xác định số lần vật đi qua vị trí có tọa độ  $x_0$  sau một khoảng thời gian  $\Delta t$  từ  $t_1$  đến  $t_2$**

+ Xác định vị trí, chiều chuyển động của vật tại thời điểm  $t_1$ , đặt điểm này là điểm I.

+ Xác định vị trí, chiều chuyển động của vật tại thời điểm  $t_2$ , đặt điểm này là điểm K.

+ Vẽ đúng chiều chuyển động của vật từ I tới K từ đó suy ra số lần vật đi qua  $x_0$  là  $a$ .

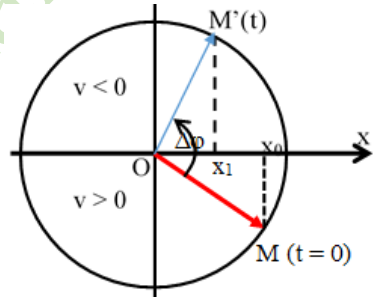
Nếu  $\Delta t < T$  thì  $a$  là kết quả, nếu  $\Delta t > T \Rightarrow \Delta t = n.T + t_0$  thì số lần vật qua  $x_0$  là  $2n + a$ .

( $2n$  và  $a$  là số lần vật qua  $x_0$  tương ứng với thời gian  $n.T$  và  $t_0$ )

**Dạng 5: Cho phương trình và tìm thời điểm vật đi qua vị trí  $x$  lần thứ  $n$**

\***Cách 1:** Thay  $x$  vào phương trình li độ suy ra các nghiệm, chú ý thời gian không âm, cho  $k$  chạy thu được các thời điểm tương ứng, sắp xếp các thời điểm từ nhỏ đến lớn, suy ra kết quả.

\***Cách 2:** Xác định vị trí, chiều chuyển động của vật trên quỹ đạo. Và vị trí tương ứng của  $M$  trên đường tròn ở thời điểm  $t = 0$ , vận dụng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều suy ra lần 1, 2, 3... vật qua vị trí  $x_1$ , suy ra kết quả.



$$t_1 = \frac{M_0 OM_1}{360^\circ} \cdot T \quad t_2 = \frac{M_0 OM_2}{360^\circ} \cdot T$$

(Chú ý phân biệt họ nghiệm nào làm vật đi theo chiều âm, dương)

**Dạng 6: Cho phương trình và tìm thời điểm độ lớn vận tốc vật  $= v_0$  lần thứ  $n$**

+ Giải phương trình  $|v| = v_0$  suy ra các nghiệm, chú ý thời gian không âm, cho  $k$  chạy lấy vài giá trị thu được các thời điểm tương ứng, sắp xếp các thời điểm đó từ nhỏ đến lớn, suy ra kết quả.

(Chú ý phân biệt họ nghiệm nào làm cho vật đi theo chiều âm, chiều dương)

**Dạng 7: Tìm thời điểm  $t_2$  để vật đi được quãng đường  $S$  từ thời điểm  $t_1$**

+ Xét tỉ số  $\frac{S}{4A} = n + k \Rightarrow t_2 - t_1 = n.T + t_0$ .



+ Để tìm  $t_0$ : Xác định vị trí  $x_1, v_1$  của vật tại  $t_1$ , xác định vị trí tương ứng  $M_1$  trên đường tròn. Biểu diễn quỹ đạo  $S$  vật đi được rồi suy ra vị trí  $x_2, v_2$  tại  $t_2$  xác định vị trí tương ứng  $M_2$  trên đường tròn, xác định góc  $\varphi$  mà OM

quét được,  $\Rightarrow t_0 = \frac{\varphi}{\omega} = \frac{\varphi \cdot T}{360^\circ}$ .

(Chú ý nếu  $k = 0,5 \Rightarrow t_0 = 0,5 \cdot T$ )

### Dạng 8: Cho phương trình, cho $S$ đi được từ thời điểm $t_1$ , tìm $x, v, a$ của vật sau khi đi được quãng đường $S$

+ Xác định trạng thái chuyển động ( $x, v, a$ ) của vật tại  $t_1$ , đặt điểm này là điểm I.

+ Vẽ đường đi của vật kể từ điểm I (đảm bảo xuất phát đúng vị trí và vẽ đi theo đúng chiều vận tốc) sao cho nét vẽ đi được quãng đường  $S$  thì dừng lại, tại đó ta sẽ biết  $x$ , chiều chuyển động rồi  $\Rightarrow v, a$ .

### Dạng 9: Tìm quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất vật đi được sau khoảng thời gian $\Delta t < T/2$

\* Sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều xác định góc OM quét được trong thời gian  $\Delta t$  là  $\varphi = \omega \cdot \Delta t$

+ Quãng đường lớn nhất khi vật dao động quanh VTCB (khi M đi từ  $M_1$  đến  $M_2$ ), ( $M_1$  đối xứng với  $M_2$  qua trục sin)

$$S_{\max} = 2A \cdot \sin \frac{\varphi}{2}$$

+ Quãng đường nhỏ nhất khi vật dao động quanh vị trí biên (M đi từ  $M_1$  đến  $M_2'$ )

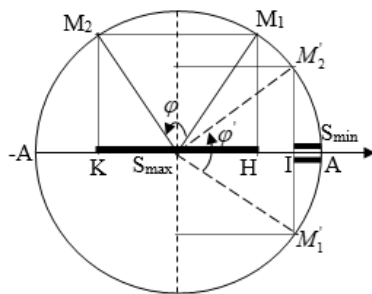
$$S_{\min} = 2(A - A \cos \frac{\varphi}{2})$$

+ Nếu phải tìm  $S_{\max}, S_{\min}$  trong khoảng thời gian  $\Delta t > T/2$  thì chia nhỏ  $\Delta t = n \cdot T + 0,5 \cdot T$

+  $t_0$ .

→ Tính  $S_{\max}, S_{\min}$  trong khoảng thời gian  $t_0$  rồi cộng với quãng đường vật đi trong thời gian  $n \cdot T$  là  $n \cdot 4A$ , quãng đường vật đi trong thời gian  $0,5 \cdot T$  là  $2A$ .

+ Chú ý tốc độ trung bình lớn nhất và nhỏ nhất là:  $v_{\max} = \frac{S_{\max}}{\Delta t}, v_{\min} = \frac{S_{\min}}{\Delta t}$



**Dạng 10:** Cho trạng thái dao động ở thời điểm  $t$ , tìm trạng thái dao động ở thời điểm  $t \pm \Delta t$

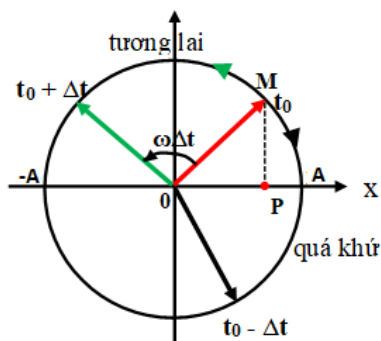
**\*Cách 1:**

+ Biến đổi thuần túy theo lượng giác.

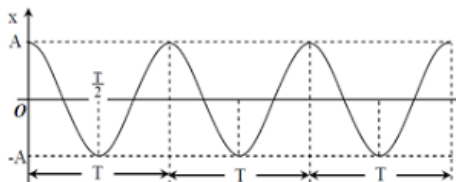
**\*Cách 2:**

+ Biểu diễn trạng thái của vật tại thời điểm  $t$  trên quỹ đạo và vị trí tương ứng của  $M$  trên đường tròn.

+ Tìm góc mà OM quét trong thời gian  $\Delta t$ , suy ra vị trí, vận tốc, gia tốc của vật tại thời điểm  $t \pm \Delta t$ .



### **Dạng 11 : Đồ thị dao động điều hòa**



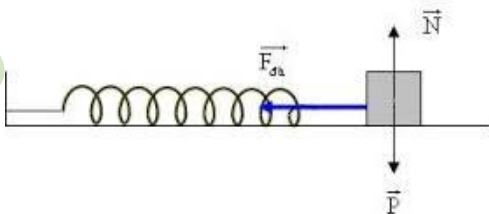
Đồ thị biểu diễn li độ  $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

## II. CON LẮC Lò XO

## A. LÝ THUYẾT

## 1. Công thức cơ bản

Tần số góc  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$



Lò xo nằm ngang

$$\text{Chu kỳ } T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

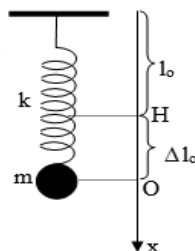
$$\text{Tần số } f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

## 2. Độ biến dạng của lò xo treo thẳng đứng khi vật ở VTCB

$$\Delta l_0 = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2}$$

$$\Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l_{cb}}{g}} \quad (l_0 \text{ là chiều dài tự nhiên và } \Delta l_0 \text{ là độ}$$

biến dạng của lò xo tại VTCB)





### 3. Cơ năng

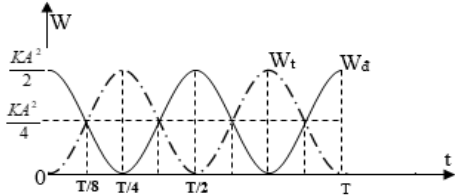
– **Động năng:**  $W_d = \frac{mv^2}{2} = \frac{m\omega^2 A^2}{2} \sin^2(\omega t + \varphi_0)$

– **Thế năng:**  $W_t = \frac{kx^2}{2} = \frac{m\omega^2 A^2}{2} \cos^2(\omega t + \varphi_0)$

– **Cơ năng:**

$$W = W_d + W_t = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

$$= \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = \frac{m\omega^2 A^2}{2}$$



\* *Động năng và thế năng biến đổi*

*điều hòa với tần số góc  $\omega' = 2\omega$ ,  $f' = 2f$ ,  $T' = T/2$ .*

– **Tỉ số giữa động năng, thế năng, cơ năng**

$$\frac{W_t}{W_d} = \frac{x^2}{A^2 - x^2} = \frac{v_{\max}^2 - v^2}{v^2}$$

$$\frac{W_d}{W} = \frac{A^2 - x^2}{A^2} = \frac{v^2}{v_{\max}^2}$$

$$\frac{W_t}{W} = \frac{x^2}{A^2} = \frac{v_{\max}^2 - v^2}{v_{\max}^2}$$

**Note:** Nếu động năng  $W_d = nW_t$  thì li độ của vật là  $x = \pm \frac{A}{\sqrt{n+1}}$

### 4. Con lắc lò xo treo thẳng đứng

+ Chiều dài của lò xo tại VTCB:

$$l_{cb} = l_0 + \Delta l_{cb}$$

+ Chiều dài cực tiểu (khi vật ở vị trí cao nhất)

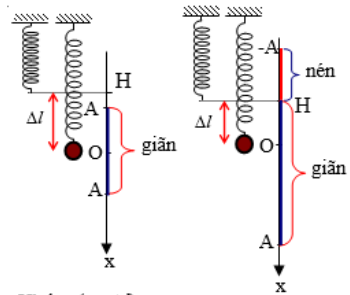
$$l_{\min} = l_0 + \Delta l_{cb} - A$$

+ Chiều dài cực đại (khi vật ở vị trí thấp nhất)

$$l_{\max} = l_0 + \Delta l_{cb} + A$$

$$\Rightarrow l_{cb} = (l_{\min} + l_{\max})/2$$

\* Vật ở trên H thì lò xo nén, vật dưới H thì lò xo giãn.



Hình a ( $A < \Delta l$ )

Hình b ( $A > \Delta l$ )

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

Đặc điểm:

- + Là lực gây ra dao động cho vật.
- + Có độ lớn tỉ lệ với độ lớn li độ.
- + Luôn hướng về VTCB (cùng hướng với gia tốc).
- + Biến thiên điều hòa cùng tần số với li độ...

### 6. Lực đàn hồi

+  $F_{dh} = k \cdot \Delta l$  ( $\Delta l$  là độ biến dạng của lò xo)

+ Với con lắc lò xo nằm ngang thì lực đàn hồi và lực phục hồi **là một**.

+ Với con lắc lò xo thẳng đứng:  $F_{dh} = k|\Delta l_{cb} + x|$  (chiều dương hướng xuống)



$$F_{dh} = k|\Delta l_{cb} - x| \text{ (chiều dương hướng lên trên)}$$

+ Lực đàn hồi cực đại  $F_{dh \max} = k.(\Delta l_{cb} + A)$  (lúc vật ở vị trí thấp nhất)

+ Lực đàn hồi cực tiểu: + Nếu  $\Delta l \leq A \Rightarrow F_{dh \min} = 0$

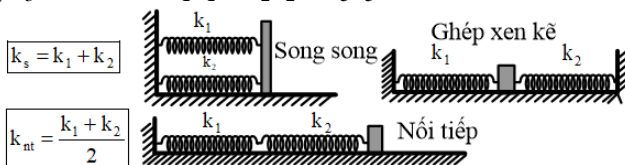
+ Nếu  $\Delta l > A \Rightarrow F_{dh \min} = k.(\Delta l_{cb} - A)$

*Chú ý các công thức này nhiều hơn!*

+ Lực đẩy đàn hồi cực đại (khi lò xo bị nén nhiều nhất):  $F = k.(A - \Delta l_{cb})$

## 7. Cắt, ghép lò xo

Một lò xo chiều dài  $l$ , độ cứng  $k$  bị cắt thành các lò xo dài  $l_1, l_2, l_3, \dots$  có độ cứng  $k_1, k_2, k_3, \dots$  thì  $k.l = k_1.l_1 = k_2.l_2 = k_3.l_3 = \dots$



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

$\Rightarrow$  cùng treo một vật vào thì  $T^2 = T_1^2 + T_2^2$

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

$\Rightarrow$  cùng treo một vật vào thì  $\frac{1}{T^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$

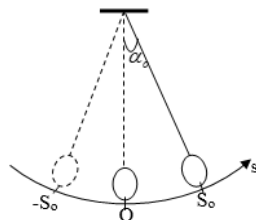
+ Gắn vào lò xo  $k$  một vật  $m_1$  thì được chu kỳ  $T_1$ , vật  $m_2$  thì được chu kỳ  $T_2$ , vật  $m_3 = m_1 + m_2$  thì được chu kỳ  $T_3$ , vật  $m_4 = m_1 - m_2$  thì được chu kỳ  $T_4$  khi đó:  $T_3^2 = T_1^2 + T_2^2$ ;  $T_4^2 = T_1^2 - T_2^2$

## III. CON LẮC ĐƠN

1. Tần số góc:  $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{\Delta t}{N}$

( $N$  là số dao động vật thực hiện trong thời gian  $\Delta t$ )

$$\text{Tần số } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$



Điều kiện dao động điều hòa: bỏ qua ma sát,  $\alpha_o, S_o$  nhỏ.

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

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



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

### 3. Phương trình dao động

$$S = S_0 \cos(\omega t + \varphi_0) \text{ hoặc } \alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (\text{với } s = \alpha \cdot l, S_0 = \alpha_0 \cdot l)$$

$$\Rightarrow v = s' = -\omega S_0 \sin(\omega t + \varphi_0) = -\omega \alpha_0 l \sin(\omega t + \varphi_0)$$

**Chú ý:**  $s$  và  $S_0$  đóng vai trò như  $x$  và  $A$ .

$$\Rightarrow a = s'' = -\omega^2 S_0 \cos(\omega t + \varphi_0) = -\omega^2 \alpha_0 l \cos(\omega t + \varphi_0)$$

### 4. Hệ thức độc lập

$$a = -\omega^2 \cdot s = -\omega^2 \cdot \alpha \cdot l, \quad s^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = S_0^2 \text{ hoặc } \alpha^2 + \frac{v^2}{gl} = \alpha_0^2$$

### 5. Cơ năng

$$W = W_d + W_t$$

$$= \frac{mv^2}{2} + mgl(1 - \cos \alpha) = \frac{1}{2} m \omega^2 S_0^2 = \frac{mgS_0^2}{2l} = \frac{mgl\alpha_0^2}{2} = \frac{m\omega^2 l^2 \alpha_0^2}{2}$$

### 6. Vận tốc: $v = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)}$

$$\text{Lực căng dây: } T = \frac{mv^2}{l} + mg \cos \alpha \text{ hay } T = mg(3 \cos \alpha - 2 \cos \alpha_0)$$

(Các công thức này đúng cả khi góc  $\alpha$  lớn)

## IV. TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

### 1. Các đặc điểm của véc tơ quay

- Dùng để biểu diễn dao động điều hòa  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

- Góc trùng với góc 0 của trục chuẩn, hướng hợp với trục chuẩn một góc  $\varphi$ , độ dài tỉ lệ thuận với biên độ  $A$ . Véc tơ quay đều theo chiều dương của vòng tròn lượng giác với tốc độ góc  $\omega$ .

### 2. Tổng hợp hai dao động

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

Trong đó:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \text{ và } \tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

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

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

Nếu  $\Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$  ( $x_1, x_2$  vuông pha)  $\Rightarrow A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$

Vậy biên độ  $A$  bất kì luôn:  $|A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$



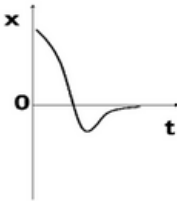
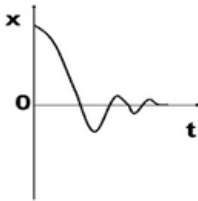


## V. DAO ĐỘNG TẮT DẦN, ĐB CƯỜNG BỨC, SỰ CỘNG HƯỞNG CƠ

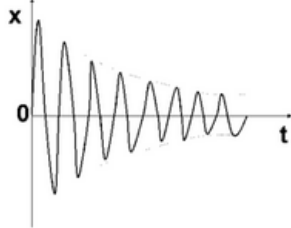
**1. Dao động tắt dần:** - Là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian do lực cản của môi trường. MT càng nhớt => sự tắt dần càng nhanh.

Cơ năng của vật giảm dần và chuyển hóa thành nhiệt năng

① Dao động tắt dần nhanh



② Dao động tắt dần chậm



**2. Dao động cưỡng bức:**  $f_{\text{cuong buc}} = f_{\text{ngoai luc}}$ . Có biên độ  $A_{cb}$  phụ thuộc

vào biên độ của ngoại lực cưỡng bức, lực cản của môi trường, và sự chênh lệch tần số giữa dao động cưỡng bức và dao động riêng.

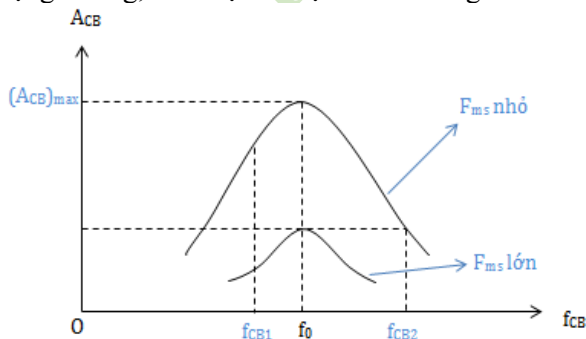
**3. Dao động duy trì:** Có tần số bằng tần số dao động riêng và có biên độ không đổi. Ví dụ: dao động của đồng hồ quả lắc

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

- Với  $f, \omega, T$  là tần số, tần số góc, chu kỳ của lực cưỡng bức

$f_0, \omega_0, T_0$  là tần số, tần số góc, chu kỳ của hệ dao động điều hòa ban đầu.

- Khi xảy ra cộng hưởng, biên độ của vật ĐDDH tăng nhanh và đạt cực đại.



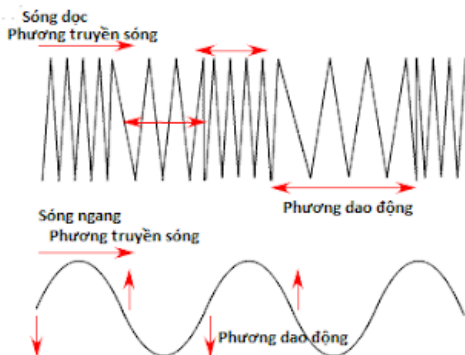
Đồ thị dao động cưỡng bức



## CHƯƠNG 2: SÓNG

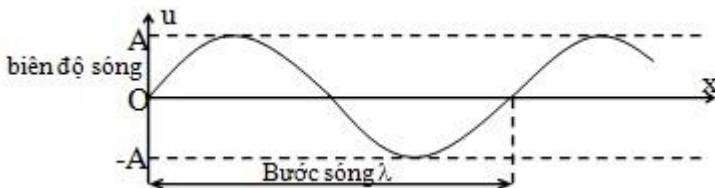
### I. SÓNG CƠ HỌC

**1. Các định nghĩa:** Sóng cơ, sóng dọc, sóng ngang thì các em cần phải nắm vững.



**Chú ý:** Sóng cơ không truyền được trong chân không. Sóng dọc truyền trong cả ba môi trường rắn lỏng, khí. Sóng ngang truyền trên bề mặt chất lỏng, trong chất rắn.

### 2. Các đại lượng đặc trưng của sóng



- **Chu kỳ, tần số sóng:** các phần tử của môi trường khi có sóng truyền qua đều dao động với chu kỳ và tần số của nguồn.

- **Biên độ:** biên độ của sóng tại một điểm trong không gian chính là biên độ dao động của một phần tử môi trường tại điểm đó (Thực tế càng xa nguồn thì biên độ càng giảm).

- **Bước sóng:** là quãng đường mà sóng truyền đi trong một chu kỳ (là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất dao động cùng pha).

- **Tốc độ sóng:** là tốc độ lan truyền pha dao động  $v = S/t = \lambda / t = \lambda \cdot f$

- **Năng lượng sóng:** quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng.

### 3. Phương trình sóng

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

$$\omega = 2\pi \cdot f = \frac{2\pi}{T}$$





Sóng truyền từ O  $\rightarrow$  M và N được gọi là sóng truyền theo chiều dương :

$$u_M = A \cos(\omega t + \varphi - \frac{2\pi \cdot x_M}{\lambda}) ; \quad u_N = A \cos(\omega t + \varphi - \frac{2\pi \cdot x_N}{\lambda})$$

Độ lệch pha giữa M, N nằm trên cùng một phương truyền là  $\Delta\varphi_{MN} = \frac{2\pi \cdot d}{\lambda}$

- Nếu cho phương trình của M là  $u_M = A \cos(\omega t + \varphi)$  thì phương trình của

nguồn là  $u_o = A \cos(\omega t + \varphi + \frac{2\pi \cdot x_M}{\lambda})$  (sóng truyền theo chiều âm)

- Sóng có sự tuần hoàn theo thời gian và không gian.

- **Chú ý:** + Đơn vị của các đại lượng  $x, v, \lambda$  phải tương ứng với nhau.

+ Trong sóng cơ học ngoài khái niệm tốc độ truyền sóng còn có một khái niệm khác hoàn toàn về bản chất là tốc độ dao động của phần tử môi trường kí hiệu  $u'$  (đạo hàm của li độ (độ dời)  $u$ ).

### \* Các dạng bài tập cơ bản

#### **Dạng 1: Xác định các đại lượng đặc trưng của sóng**

1. Khai thác từ phương trình.
2. Khoảng cách giữa hai đỉnh sóng liên tiếp  $= \lambda$
3. Quãng đường sóng truyền đi được trong khoảng thời gian  $t$  là  
 $s = v \cdot t = \lambda \cdot f \cdot t = \lambda \cdot t / f$
4. Sóng truyền từ môi trường 1 có vận tốc  $v_1$  sang môi trường 2 có vận tốc

$$v_2 \text{ thì tần số không đổi } \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1 \cdot f}{\lambda_2 \cdot f} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

#### **Dạng 2: Viết phương trình sóng, tìm độ lệch pha**

1. Độ lệch pha giữa hai điểm MN nằm trên cùng một phương truyền là  
 $\Delta\varphi_{MN} = \frac{2\pi \cdot d}{\lambda}$
2. Hai điểm cùng pha khi  $\Delta\varphi = 2k\pi$
3. Hai điểm ngược pha khi  $\Delta\varphi = (2k+1) \cdot \pi$
4. Độ lệch pha giữa hai thời điểm của cùng một điểm là  $\Delta\varphi = \omega \cdot \Delta t$
5. Cho hai điểm M, N trên cùng một phương truyền cách nhau là  $d$ . biết trạng thái dao động của M tại thời điểm  $t$  xác định trạng thái dao động của N tại thời điểm đó (chú ý nếu tại thời điểm  $t$  sóng chưa kịp truyền đến N thì N đứng yên).

$u_M = A \cos(\alpha) \Rightarrow u_N = A \cos(\alpha - \frac{\omega d}{v})$  khai triển công thức lượng giác suy ra kết quả.



## II. GIAO THOA SÓNG

- Hiện tượng giao thoa sóng là sự **tổng hợp của 2 hay nhiều sóng kết hợp** trong không gian, trong đó có những chỗ biên độ sóng được tăng cường (cực đại giao thoa) hoặc triệt tiêu (cực tiểu giao thoa), tùy thuộc vào hiệu đường đi của chúng.

- Điều kiện xảy ra hiện tượng giao thoa là hai sóng phải là hai sóng kết hợp.

- Hai sóng kết hợp là hai sóng được gây ra bởi hai nguồn có cùng tần số, cùng pha hoặc lệch pha nhau một góc không đổi.

- Vị trí các điểm dao động với **biên độ cực đại**:  $d_2 - d_1 = k\lambda$

Vị trí các điểm dao động với **biên độ cực tiểu**:  $d_2 - d_1 = (2k + 1)\lambda/2$

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

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

+ Phương trình sóng tại 2 nguồn:

$$u_1 = A\cos(2\pi ft + \varphi_1) ; u_2 = A\cos(2\pi ft + \varphi_2)$$

+ Phương trình sóng tại M (cách 2 nguồn lần lượt là  $d_1$  và  $d_2$ ) do hai sóng từ hai nguồn truyền tới:

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

+ **Phương trình giao thoa sóng tại M:**

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

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

**Dạng 1: Viết phương trình giao thoa sóng tại 1 điểm và các bài toán cơ bản liên quan**

**Dạng 2: Tìm số cực đại cực tiểu trên đoạn AB ( $S_1S_2$ )**

\* Số cực đại, tính cả 2 nguồn:

$$-\frac{1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \leq k \leq \frac{1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \quad (k \in \mathbb{Z})$$

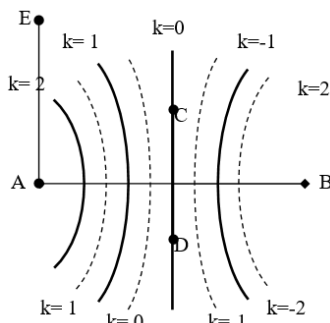
\* Số cực tiểu, tính cả 2 nguồn:

$$-\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \leq k \leq \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \quad (k \in \mathbb{Z})$$

\* **Nếu hai nguồn cùng pha thì**

\* Số cực đại tính cả hai nguồn là:

$$\left\lfloor \frac{S_1S_2}{\lambda} \right\rfloor \times 2 + 1$$





\* Số cực tiểu tính cả hai nguồn là:  $\left[ \frac{S_1 S_2}{\lambda} \right]_{\text{làm tròn}} \times 2$

\* Nếu hai nguồn ngược pha thì **ngược lại** của hai nguồn cùng pha.

**Dạng 3: Tìm số điểm dao động cùng pha, ngược pha với nguồn trên đoạn CD (xét hai nguồn cùng pha)**

Từ phương trình giao thoa suy ra  $\pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} = 2k\pi$  nên

$$S_1 S_2 \leq d_2 + d_1 = 2k \leq CA + CB$$

**Dạng 4: Với bài toán tìm số đường dao động cực đại và không dao động (cực tiểu) 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  $k$  thỏa mãn các biểu thức trên là số đường cần tìm.

**Dạng 5: Tìm  $EA_{\max, \min}$  để E là cực đại, cực tiểu**

Gọi  $EA = x = d_1$  nên  $\sqrt{x^2 + s_1 s_2^2} = d_2$

$$EA_{\max} : \sqrt{x^2 + s_1 s_2^2} - x = \lambda$$

$$EA_{\min} : \sqrt{x^2 + s_1 s_2^2} - x = k \cdot \lambda$$

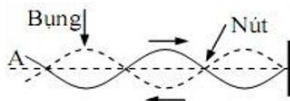
( $k$  là số cực đại, cực tiểu ở mỗi bên)

### III. SÓNG DỪNG

- **Phản xạ sóng:** Sóng tới và sóng phản xạ có cùng tần số, bước sóng. Nếu đầu phản xạ cố định thì sóng phản xạ ngược pha với sóng tới, nếu đầu phản xạ tự do thì sóng phản xạ cùng pha với sóng tới.

#### 1. Một số chú ý

\* Đầu cố định hoặc đầu dao động nhỏ là nút sóng.



\* Đầu tự do là bụng sóng.

\* Hai điểm đối xứng với nhau qua nút sóng luôn dao động ngược pha.

\* Hai điểm đối xứng với nhau qua bụng sóng luôn dao động cùng pha.

\* Các điểm trên dây đều dao động với biên độ không đổi  $\Rightarrow$  năng lượng không truyền đi.



\* Khoảng thời gian giữa hai lần sợi dây căng ngang (các phần tử đi qua VTCB) là nửa chu kỳ.

\* Khoảng cách giữa hai bụng sóng liên kề là  $\lambda/2$ . Khoảng cách giữa hai nút sóng liên kề là  $\lambda/2$ . Khoảng cách giữa một bụng sóng và một nút sóng liên kề là  $\lambda/4$ .

\* Bề rộng của bụng sóng =  $2.A = 2.2a = 4.a$

## 2. Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây dài $l$

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

Số bụng sóng = số bó sóng =  $k$

Số nút sóng =  $k + 1$

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

Số bó sóng nguyên =  $k$

Số bụng sóng = số nút sóng =  $k + 1$

## 3. Phương trình sóng dừng trên sợi dây AB (với đầu A cố định hoặc dao động nhỏ là nút sóng)

### a. Đầu B cố định (nút sóng)

Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại B:

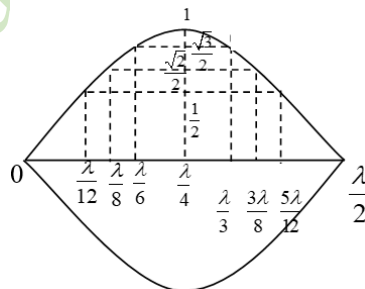
$$u_{1B} = A \cos 2\pi f t$$

và  $u_{2B} = -A \cos 2\pi f t = A \cos(2\pi f t + \pi)$

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

$$u_{1M} = A \cos(2\pi f t + 2\pi \frac{d}{\lambda})$$

$$u_{2M} = A \cos(2\pi f t - 2\pi \frac{d}{\lambda} + \pi)$$



### Phương trình sóng dừng tại M:

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2A \cos(2\pi \frac{d}{\lambda} - \frac{\pi}{2}) \cos(2\pi f t + \frac{\pi}{2}) = 2A \sin(2\pi \frac{d}{\lambda}) \cos(2\pi f t + \frac{\pi}{2})$$

### Biên độ dao động của phần tử tại M:

$$A_M = 2A \left| \cos(2\pi \frac{d}{\lambda} - \frac{\pi}{2}) \right| = 2A \left| \sin(2\pi \frac{d}{\lambda}) \right|$$

### b. Đầu B tự do (bụng sóng)

Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại B:  $u_{1B} = u_{2B} = A \cos 2\pi f t$

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

$$u_{1M} = A \cos(2\pi f t + 2\pi \frac{d}{\lambda}) \quad \text{và} \quad u_{2M} = A \cos(2\pi f t - 2\pi \frac{d}{\lambda})$$



Phương trình sóng dừng tại M:  $u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2A \cos(2\pi \frac{d}{\lambda}) \cos(2\pi ft)$

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

### Lưu ý:

\* Với x là khoảng cách từ M đến đầu nút sóng thì biên độ:

$$A_M = 2A \left| \sin(2\pi \frac{x}{\lambda}) \right|$$

\* Với x là khoảng cách từ M đến đầu bụng sóng thì biên độ:

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

\* Nếu là nút thì biên độ  $= 0$   $\sin(\dots) = 0$ ,  $\cos(\dots) = 0$ , nếu là bụng thì biên độ lớn nhất  $\sin(\dots) = 1$ ,  $\cos(\dots) = 1$

## IV. SÓNG ÂM

**1. Định nghĩa:** Sóng âm là những sóng cơ truyền trong các môi trường rắn lỏng khí.

**Nguồn âm** là các vật dao động.

**2. Sóng âm thanh** (gây ra cảm giác âm trong tai con người) là sóng cơ học có tần số trong khoảng từ 16 Hz đến 20000 Hz.

Tần số  $< 16$  Hz là sóng hạ âm, tần số  $> 20000$  Hz là sóng siêu âm. Sóng âm truyền được trong các môi trường rắn lỏng và khí, không truyền được trong chân không.



\* Vận tốc truyền âm phụ thuộc vào tính đàn hồi, mật độ và nhiệt độ của môi trường.  $v_{\text{rắn}} > v_{\text{lỏng}} > v_{\text{khí}}$ .

\* Khi sóng âm truyền từ môi trường này sang môi trường khác thì vận tốc và bước sóng thay đổi. Nhưng tần số và do đó chu kì của sóng không đổi.

\* Ngưỡng nghe: là giá trị cực tiểu của cường độ âm để gây cảm giác âm trong tai con người. Ngưỡng nghe thay đổi theo tần số âm.

\* Ngưỡng đau: là giá trị cực đại của cường độ âm mà tai con người còn chịu đựng được (thông thường ngưỡng đau là ứng với mức cường độ âm là 130 dB).

- Cảm giác âm to hay nhỏ không những phụ thuộc vào cường độ âm mà còn phụ thuộc vào tần số âm.





\* **Tính chất vật lý của âm là tần số âm, cường độ âm hoặc mức cường độ âm và đồ thị dao động của âm.**

**3. Cường độ âm:**  $I = \frac{W}{tS} = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi R^2} = \mu \cdot A^2 = I_0 \cdot 10^L \text{ (W/m}^2\text{)}$

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

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

$P = W/t = I \cdot S \Rightarrow$  Công suất âm của nguồn = lượng năng lượng mà âm truyền qua diện tích mặt cầu trong 1 đơn vị thời gian:  $P = I \cdot S = I \cdot 4\pi R^2$ .

\* Nếu nguồn âm điểm phát âm qua 2 điểm A và B, thì:

$$I_A = \frac{P_A}{4\pi R_A^2}; I_B = \frac{P_B}{4\pi R_B^2} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \left( \frac{R_B}{R_A} \right)^2 \text{ do } P_A = P_B$$

**4. Mức cường độ âm:**  $L = \lg \frac{I}{I_0} \text{ (B)}$  hoặc  $L = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0} \text{ (dB)}$

\* Nếu  $L_A = 10 \cdot \lg \frac{I_A}{I_0}$  và  $L_B = 10 \cdot \lg \frac{I_B}{I_0}$  thì  $L_A - L_B = 10 \cdot \lg \frac{I_A}{I_B} = 20 \cdot \lg \frac{R_B}{R_A}$

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

\* Khi giải thường áp dụng t/c của lôgarit:

$$\log_a (M \cdot N) = \log_a M + \log_a N$$

$$\log_a (M/N) = \log_a M - \log_a N$$

\* **Tính chất sinh lý của âm là độ cao (gắn liền với tần số  $f$ ), độ to (gắn liền với mức cường độ âm  $L$ ,  $f$ ) và âm sắc (gắn liền với đồ thị dao động của âm  $f$ ,  $A$ ).**

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

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

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

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



Sắc trúc



Kèn harmonica



## Chương 3. ĐIỆN TÍCH – ĐIỆN TRƯỜNG

**1. Cách nhiễm điện:** Có 3 cách nhiễm điện một vật: Cọ xát, tiếp xúc, hưởng ứng

**2. Định luật Cu lông:**

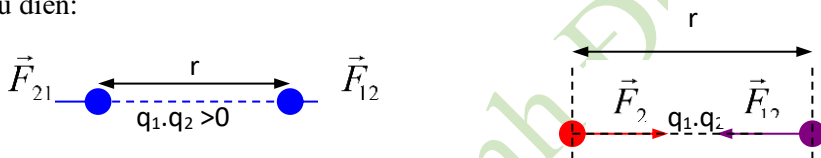
- Điểm đặt: trên 2 điện tích.
- Phương: đường nối 2 điện tích.
- Chiều: + Hướng ra xa nhau nếu  
+ Hướng vào nhau nếu

$$q_1 \cdot q_2 > 0 \quad (q_1; q_2 \text{ cùng dấu})$$

$$q_1 \cdot q_2 < 0 \quad (q_1; q_2 \text{ trái dấu})$$

- Độ lớn: 
$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon \cdot r^2}; k = 9 \cdot 10^9 \left( \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right) \quad (F \text{ là lực tĩnh điện})$$

- Biểu diễn:



**3. Vật dẫn điện, điện môi**

- + Vật (chất) có nhiều điện tích tự do → dẫn điện
- + Vật (chất) có chứa ít điện tích tự do → cách điện (điện môi)

**Định luật bảo toàn điện tích:** Trong 1 hệ cô lập về điện (hệ không trao đổi điện tích với các hệ khác) thì tổng đại số các điện tích trong hệ là 1 hằng số

**4. Điện trường**

+ **Khái niệm:** Là môi trường tồn tại xung quanh điện tích và tác dụng lực lên điện tích khác đặt trong nó

+ **Cường độ điện trường:** Là đại lượng đặc trưng cho điện trường về khả năng tác dụng lực

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \Rightarrow \vec{F} = q \cdot \vec{E} \quad \text{Đơn vị: } E \text{ (V/m)}$$

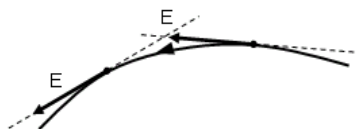
$q > 0$ :  $\vec{F}$  cùng phương, cùng chiều với  $\vec{E}$

$q < 0$ :  $\vec{F}$  cùng phương, ngược chiều với  $\vec{E}$

+ **Đường sức điện trường:** Là đường được vẽ trong điện trường sao cho hướng của tiếp tuyến tại bất kỳ điểm nào trên đường cũng trùng với hướng của véc tơ CĐĐT tại điểm đó

+ **Tính chất của đường sức:**

- Qua mỗi điểm trong điện trường ta chỉ có thể vẽ được 1 và chỉ 1 đường sức điện trường.

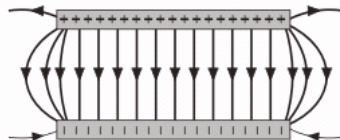




- Các đường sức điện là các đường cong không kín, nó xuất phát từ các điện tích dương, tận cùng ở các điện tích âm.
- Các đường sức điện không bao giờ cắt nhau.
- Nơi nào có CĐĐT lớn hơn thì các đường sức ở đó vẽ mau và ngược lại

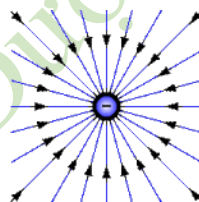
### + Điện trường đều:

- Có véc tơ CĐĐT tại mọi điểm đều bằng nhau
- Các đường sức của điện trường đều là các đường thẳng song song cách đều nhau



### + Vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ do 1 điện tích điểm Q gây ra tại một điểm M cách Q một đoạn r có:

- Điểm đặt: Tại M.
- Phương: Đường nối M và Q
- Chiều: Hướng ra xa Q nếu  $Q > 0$   
Hướng vào Q nếu  $Q < 0$



- Độ lớn:  $E = k \frac{|Q|}{\epsilon \cdot r^2}$  ;  $k = 9 \cdot 10^9 \left( \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right)$

- Biểu diễn:  $\oplus$  ---  $r$  ---  $\vec{E}_M$  ;  $\ominus$  ---  $r$  ---  $\vec{E}_M$

### + Nguyên lý chồng chất điện trường: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$

Xét tại điểm M đang chịu tác dụng của 2 điện trường thì:  $\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

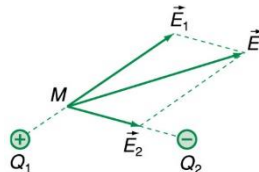
$$+ \vec{E}_1 \uparrow \uparrow \vec{E}_2 \Rightarrow E = E_1 + E_2$$

$$+ \vec{E}_1 \uparrow \downarrow \vec{E}_2 \Rightarrow E = |E_1 - E_2|$$

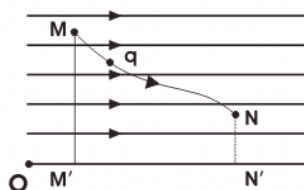
$$+ \vec{E}_1 \perp \vec{E}_2 \Rightarrow E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

$$+ (\vec{E}_1, \vec{E}_2) = \alpha \Rightarrow E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos \alpha}$$

$$+ \text{Nếu } E_1 = E_2 \Rightarrow E = 2E_1 \cos \frac{\alpha}{2}$$



**5. Công của lực điện trường:** Công của lực điện tác dụng vào 1 điện tích không phụ thuộc vào dạng của đường đi của điện tích mà chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm đầu, điểm cuối của đường đi trong điện trường



$$A_{MN} = q \cdot E \cdot \overline{M'N'} = q \cdot E \cdot d_{MN}$$



(với  $d_{MN} = \overline{M'N'}$  là độ dài đại số của hình chiếu của đường đi MN lên trục toạ độ Ox với chiều dương của trục ox là chiều của đường sức)

→ **Liên hệ giữa công của lực điện và hiệu thế năng của điện tích**

$$A_{MN} = W_M - W_N = q \cdot V_M - q \cdot V_N = q(V_M - V_N) = q \cdot U_{MN}$$

$V_M, V_N$  là điện thế tại M và N

### • Hiệu điện thế tại các điểm M, N

Hiệu điện thế giữa 2 điểm trong điện trường là đại lượng đặc trưng cho khả năng thực hiện công của điện trường khi có 1 điện tích di chuyển giữa 2 điểm đó

$$U_{MN} = V_M - V_N = \frac{A_{MN}}{q} = E \cdot d_{MN}$$

### • Liên hệ giữa E và U

$$E = \frac{U_{MN}}{d_{MN}} \quad \text{hay:} \quad \boxed{E = \frac{U}{d}}$$

## 6. Tụ điện

- **Định nghĩa:** Hệ 2 vật dẫn đặt gần nhau, mỗi vật là 1 bản tụ. Khoảng không gian giữa 2 bản là chân không hay điện môi

- **Tụ điện phẳng** có 2 bản tụ là 2 tấm kim loại phẳng có kích thước lớn, đặt đối diện nhau, song song với nhau

- **Điện dung của tụ:** Là đại lượng đặc trưng cho khả năng tích điện của tụ

$$\boxed{C = \frac{Q}{U}} \quad (\text{Đơn vị là F.})$$

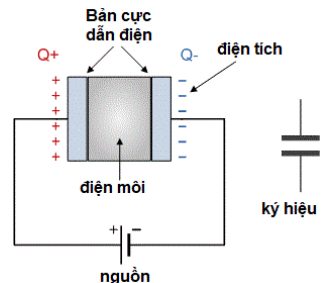
**Công thức tính điện dung của tụ điện phẳng:**

$$\boxed{C = \frac{\epsilon \cdot S}{9 \cdot 10^9 \cdot 4\pi \cdot d}} \quad \text{Với } S \text{ là phần diện tích đối diện giữa 2 bản.}$$

**Ghi chú:** Với mỗi một tụ điện có 1 hiệu điện thế giới hạn nhất định, nếu khi sử dụng mà đặt vào 2 bản tụ HĐT lớn hơn HĐT giới hạn thì điện môi giữa 2 bản bị đánh thủng

### - Ghép tụ điện song song, nối tiếp

	GHÉP NỐI TIẾP	GHÉP SONG SONG
Cách mắc	Bản thứ hai của tụ 1 nối với bản thứ nhất của tụ 2, cứ thế tiếp tục	Bản thứ nhất của tụ 1 nối với bản thứ nhất của tụ 2, 3, 4 ...





Điện tích	$Q_B = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$	$Q_B = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$
Hiệu điện thế	$U_B = U_1 + U_2 + \dots + U_n$	$U_B = U_1 = U_2 = \dots = U_n$
Điện dung	$\frac{1}{C_B} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$	$C_B = C_1 + C_2 + \dots + C_n$
Ghi chú	$C_B < C_1, C_2 \dots C_n$	$C_B > C_1, C_2, C_3$

- **Năng lượng của tụ điện:**  $W = \frac{QU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{Q^2}{2C}$

- **Năng lượng điện trường:** Năng lượng của tụ điện chính là năng lượng của điện trường trong tụ điện

## Chương 4. DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

### 1. Dòng điện

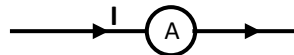
- Dòng điện là dòng các điện tích (các hạt tải điện) di chuyển có hướng
- Chiều quy ước của dòng điện là chiều dịch chuyển có hướng của các điện tích dương
- Cường độ dòng điện là đại lượng cho biết độ mạnh của dòng điện được tính bởi:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad \left\{ \begin{array}{l} q: \text{điện lượng di chuyển qua các tiết diện thẳng của vật dẫn} \\ \Delta t: \text{thời gian di chuyển } (\Delta t \rightarrow 0: I \text{ là cường độ tức thời}) \end{array} \right.$$

- Dòng điện có chiều và cường độ không thay đổi theo thời gian được gọi là dòng điện không đổi (cũng gọi là dòng điện một chiều). Cường độ của dòng

điện này có thể tính bởi:  $I = \frac{q}{t}$

Trong đó q là điện lượng dịch chuyển qua tiết diện thẳng của vật dẫn trong thời gian t



**Ghi chú:**

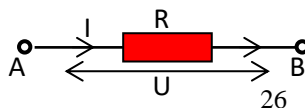
Cường độ dòng điện không đổi được đo bằng ampe kế (hay miliampe kế, ..) mắc nối tiếp vào mạch điện.

### 2. Định luật Ôm đối với đoạn mạch chỉ có điện trở

- **Định luật:**

+ Cường độ dòng điện chạy qua đoạn mạch có có điện trở R

$$I = \frac{U}{R} \quad (A)$$





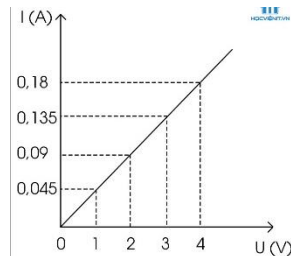
+ Nếu có R và I, có thể tính hiệu điện thế như sau:

$U_{AB} = V_A - V_B = I \cdot R$  ; I.R: gọi là độ giảm thế (độ sụt thế hay sụt áp) trên điện trở

### - Đặc tuyến V - A (vôn - ampe)

Đó là đồ thị biểu diễn I theo U còn gọi là đường đặc trưng vôn - ampe

Đối với vật dẫn kim loại (hay hợp kim) ở nhiệt độ nhất định, đặc tuyến V – A là đoạn đường thẳng qua gốc các trục: R có giá trị không phụ thuộc U (vật dẫn tuân theo định luật ôm).



### - Ghép điện trở thành bộ

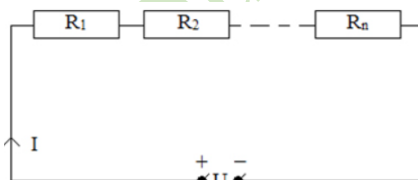
#### a) Điện trở mắc nối tiếp:

Điện trở tương đương được tính bởi:

$$R_m = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

$$I_m = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$$

$$U_m = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$



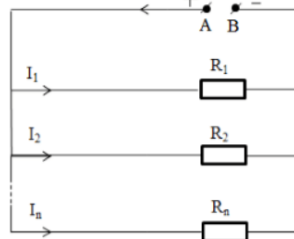
#### b) Điện trở mắc song song:

Điện trở tương đương được tính bởi:

$$\frac{1}{R_m} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$I_m = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

$$U_m = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$$



#### c) Điện trở của dây đồng chất tiết diện đều:

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

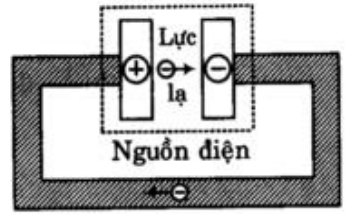
$\rho$ : điện trở suất ( $\Omega m$ )  
 $l$ : chiều dài dây dẫn (m)  
 $S$ : tiết diện dây dẫn ( $m^2$ )

### 3. Nguồn điện:

- Nguồn điện là thiết bị tạo ra và duy trì hiệu điện thế để duy trì dòng điện.
- Mọi nguồn điện đều có hai cực, cực dương (+) và cực âm (-).



- Khi nối hai cực của nguồn điện bằng vật dẫn kim loại thì các electron từ cực (-) di chuyển qua vật dẫn về cực (+). Nhưng bên trong nguồn, các electron dưới tác dụng của **lực lạ** di chuyển từ cực (+) sang cực (-). Lực lạ thực hiện công (chống lại công cản của trường tĩnh điện). Công này được gọi là công của nguồn điện.
- Đại lượng đặc trưng cho khả năng thực hiện



công của nguồn điện gọi là suất điện động  $\xi$  được tính bởi:

$$\xi = \frac{A}{|q|} \quad (\text{V})$$

**Trong đó :** A là công của lực lạ làm di chuyển điện tích từ cực này sang cực kia. của nguồn điện.  $|q|$  là độ lớn của điện lượng di chuyển. Ngoài ra, các vật dẫn cấu tạo thành nguồn điện cũng có điện trở gọi là **điện trở trong r** của nguồn điện

#### 4. Điện năng và công suất điện - Định luật Jun – Lenxơ

##### a. Công và công suất của dòng điện chạy qua một đoạn mạch

###### - Công:

Công của dòng điện là công của lực điện thực hiện khi làm di chuyển các điện tích tự do trong đoạn mạch.

Công này chính là điện năng mà đoạn mạch tiêu thụ và được tính bởi:

$$A = U \cdot q = U \cdot I \cdot t \quad (\text{J})$$

U: hiệu điện thế (V)

I : cường độ dòng điện (A); q: điện lượng (C); t: thời gian (s)

###### - Công suất

Công suất của dòng điện đặc trưng cho tốc độ thực hiện công của nó. Đây cũng chính là công suất điện tiêu thụ bởi đoạn mạch.

$$\text{Ta có: } P = \frac{A}{t} = U \cdot I \quad (\text{W})$$

###### - Định luật Jun - Len-xơ:

Nếu đoạn mạch chỉ có điện trở thuần R, công của lực điện chỉ làm tăng nội năng của vật dẫn. Kết quả là vật dẫn nóng lên và tỏa nhiệt.

$$\text{Kết hợp với định luật Ôm ta có: } A = Q = R \cdot I^2 \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t \quad (\text{J})$$

###### - Đo công suất điện và điện năng tiêu thụ bởi một đoạn mạch

Ta dùng một ampe - kế để đo cường độ dòng điện và một vôn - kế để đo hiệu điện thế. Công suất tiêu thụ được tính bởi:

$$P = U \cdot I \quad (\text{W})$$

- Người ta chế tạo ra oát-kế cho biết P nhờ độ lệch của kim chỉ thị.





- Trong thực tế ta có công tơ điện (máy đếm điện năng) cho biết công dòng điện tức điện năng tiêu thụ tính ra kWh. ( $1 \text{ kWh} = 3,6.10^6 \text{ J}$ )

## b. Công và công suất của nguồn điện

### - Công

Công của nguồn điện là công của lực lạ khi làm di chuyển các điện tích giữa hai cực để duy trì hiệu điện thế nguồn. Đây cũng là điện năng sản ra trong toàn mạch.

Ta có :  $A = q\xi = \xi It$  (J)

$\xi$  : suất điện động (V)

I: cường độ dòng điện (A)

q: điện tích (C)

- Công suất: Ta có :  $P = \frac{A}{t} = \xi \cdot I$  (W)

## c. Công và công suất của các dụng cụ tiêu thụ điện

Hai loại dụng cụ tiêu thụ điện:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{dụng cụ tỏa nhiệt} \\ \text{máy thu điện} \end{array} \right.$

### - Công và công suất của dụng cụ tỏa nhiệt:

Công (điện năng tiêu thụ):  $A = R.I^2 t = \frac{U^2}{R} \cdot t$  (định luật Jun - Lenxơ)

Công suất:  $P = R.I^2 = \frac{U^2}{R}$

**Ghi chú:** Trên các dụng cụ tiêu thụ điện có ghi hai chỉ số: (Ví dụ: 100 W- 220 V)

\*  $P_d$ : công suất định mức.

\*  $U_d$ : hiệu điện thế định mức.

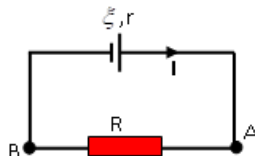
## 5. Định luật Ôm toàn mạch, các loại đoạn mạch

**a. Định luật Ôm toàn mạch:** Cường độ dòng điện trong mạch kín:

+ tỉ lệ thuận với suất điện động của nguồn điện

+ tỉ lệ nghịch với điện trở toàn phần của mạch.

$$I = \frac{\xi}{r + R}$$





**Ghi chú:** Có thể viết :  $\xi = (R + r).I = U_{AB} + Ir$

\* Nếu  $I = 0$  (mạch hở) hoặc  $r \ll R$  thì  $\xi = U$

\* Ngược lại nếu  $R = 0$  thì  $I = \frac{\xi}{r}$  : dòng điện có cường độ rất lớn; nguồn điện bị đoản mạch.

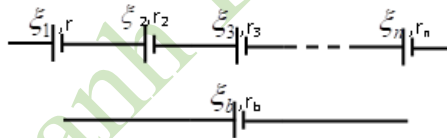
\* Hiệu suất của nguồn điện:

$$H = \frac{A_{ich}}{A_{tp}} = \frac{P_{ich}}{P_{tp}} = \frac{U}{\xi} = 1 - \frac{Ir}{\xi} = \frac{R}{R + r}$$

**b. Mắc nguồn điện thành bộ:**

**Mắc nối tiếp:**

$$\begin{aligned}\xi &= \xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n \\ r_b &= r_1 + r_2 + \dots + r_n\end{aligned}$$

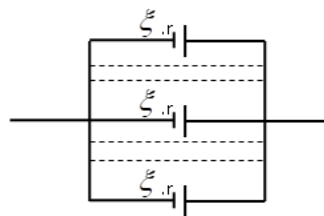


**Chú ý:** Nếu có  $n$  nguồn giống nhau.

$$\begin{aligned}\xi_b &= n\xi \\ r_b &= nr\end{aligned}$$

**Mắc song song** (các nguồn giống nhau).

$$\begin{aligned}\xi_b &= \xi \\ r_b &= r/n\end{aligned}$$

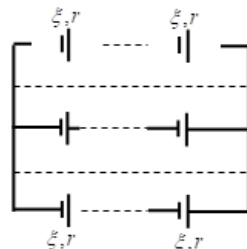


**Mắc hỗn hợp đối xứng** (các nguồn giống nhau).

$m$ : là số nguồn trong một dãy (hàng ngang).

$n$ : là số dãy (hàng dọc).

$$\begin{aligned}\xi_b &= m\xi \\ r_b &= \frac{mr}{n}\end{aligned}$$



**Tổng số nguồn trong bộ nguồn:**  $N = n.m$



## VẬT LÝ 12

### BÀI 1. MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ VỀ CẤU TẠO CHẤT

**I. Cấu tạo chất:** Từ các hạt rất nhỏ gọi là phân tử, giữa các phân tử có khoảng cách

- **Chuyển động phân tử:** Không ngừng (gọi là chuyển động nhiệt). Nhiệt độ  $T$  càng cao  $\Leftrightarrow$  tốc độ  $v$  càng lớn

- **Lực tương tác phân tử:** Lực đẩy và lực hút

Các phân tử gần nhau thì  $F_{đẩy} > F_{hút}$  Các phân tử xa nhau thì  $F_{hút} > F_{đẩy}$   
Khoảng cách càng lớn thì  $F$  càng nhỏ

(khi khoảng cách giữa các phân tử  $\gg$  kích thước phân tử thì lực tương tác  $F$  coi như không đáng kể)

### II. Sơ lược cấu trúc của chất rắn, chất lỏng, chất khí

#### 1. So sánh chất rắn, lỏng, khí

Cấu trúc	Thể rắn	Thể lỏng	Thể khí
Khoảng cách giữa các phân tử	Rất gần nhau (cỡ kích thước phân tử)	Xa nhau	Rất xa nhau (gấp hàng chục lần kích thước phân tử)
Sự sắp xếp của các phân tử	Trật tự, chặt chẽ	Kém trật tự hơn	Không có trật tự
Chuyển động của các phân tử	Dao động quanh vị trí cân bằng cố định	Dao động quanh vị trí cân bằng luôn thay đổi	Hỗn loạn
Lực liên kết phân tử	Rất mạnh	Mạnh	Rất yếu
Hình dạng	Xác định	Phụ thuộc phần bình chứa nó	Phụ thuộc bình chứa
Thể tích	Xác định	Xác định	Phụ thuộc bình chứa
Nén	Rất khó	Khó	Dễ



**Lưu ý:** Đối với nước, khoảng cách trung bình giữa các phân tử ở thể lỏng nhỏ hơn thể rắn (nước ở 4°C có thể tích nhỏ nhất).

## 2. Sự chuyển thể

**Điều kiện:** Nhiệt độ T hoặc áp suất p thay đổi

Sự nóng chảy: Rắn → lỏng

Sự đông đặc: Lỏng → rắn

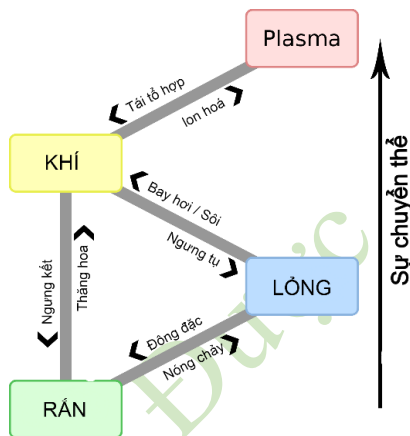
Sự hóa hơi: Lỏng → khí

Sự ngưng tụ: Khí → lỏng

Sự thăng hoa: Rắn → khí

Sự ngưng kết: Khí → rắn

## 3. Sự nóng chảy:



	Chất rắn kết tinh	Chất rắn vô định hình
<b>Các loại chất rắn</b>		
<b>Cấu trúc tinh thể</b>	Có	Không có
<b>Nhiệt độ nóng chảy</b>	Xác định	Không xác định (bị nung nóng thì mềm dần thành chất lỏng và nhiệt độ tăng liên tục)
<b>Ví dụ</b>	Muối, thạch anh, kim cương, kim loại, nước đá,...	Thủy tinh, nhựa, sôcôla, sáp nến, các chất dẻo, cao su,...

- Một chất nóng chảy ở nhiệt độ xác định nào thì thường sẽ đông đặc ở nhiệt độ đó

- Nhiệt độ xác định này được gọi là nhiệt độ nóng chảy cũng là nhiệt độ đông đặc của chất

**\*Nhiệt nóng chảy riêng** của một chất rắn có giá trị bằng nhiệt lượng cần cung cấp cho 1kg chất đó chuyển hoàn toàn từ thể rắn sang thể lỏng tại nhiệt

độ nóng chảy:  $\lambda = \frac{Q}{m}$

Trong hệ SI, nhiệt dung riêng có đơn vị là J/kg



#### 4. Sự hoá hơi: gồm sự bay hơi và sự sôi

- **Nhiệt hóa hơi riêng** của một chất lỏng có giá trị bằng nhiệt lượng cần

cung cấp cho 1 kg chất đó hóa hơi hoàn toàn ở nhiệt độ sôi:

$$L = \frac{Q}{m}$$

- Trong hệ SI, nhiệt dung riêng có đơn vị là J/K

Sự bay hơi	Sự sôi
- Sự hóa hơi xảy ra trên bề mặt chất lỏng	- Sự hóa hơi xảy ra bên trong và trên bề mặt chất lỏng
- Xảy ra ở nhiệt độ bất kì của chất lỏng	- Xảy ra ở nhiệt độ sôi (trong thời gian sôi, nhiệt độ chất lỏng không thay đổi)
- Tốc độ bay hơi của chất lỏng càng nhanh nếu diện tích mặt thoáng càng lớn, tốc độ gió càng lớn, nhiệt độ càng cao và độ ẩm không khí càng thấp	- Nhiệt độ sôi phụ thuộc áp suất khí trên mặt thoáng (áp suất tăng thì nhiệt độ sôi cũng tăng) và bản chất của chất lỏng

**Chú ý:** Đồng thời với sự bay hơi, cũng xảy ra hiện tượng các phân tử khí tụ lại ở phía trên mặt thoáng chất lỏng, va chạm vào chất lỏng và bị các phân tử chất lỏng hút vào chuyển về thể lỏng, gọi là sự **ngưng tụ**.

## Bài 2: THANG NHIỆT ĐỘ

### I. Chiều truyền năng lượng nhiệt giữa hai vật chênh lệch nhiệt độ tiếp xúc nhau

- Nhiệt độ cho biết trạng thái cân bằng nhiệt của các vật tiếp xúc nhau và chiều truyền nhiệt năng:
- thì nhiệt năng truyền từ vật có nhiệt độ cao hơn sang vật có nhiệt độ thấp hơn.
- Khi hai vật tiếp xúc nhau có nhiệt độ bằng nhau thì không có sự truyền nhiệt năng giữa chúng. Hai vật ở trạng thái cân bằng nhiệt.



## II. Thang nhiệt độ

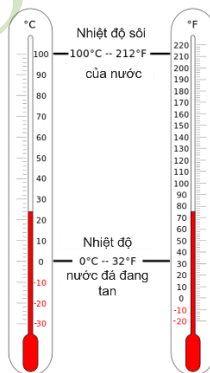
### 1. Nguyên lí hoạt động của một số loại nhiệt kế:

<b>Các nhiệt kế thường dùng:</b> dựa trên sự nở dài của cột chất lỏng trong ống thủy tinh (nhiệt kế rượu, nhiệt kế thủy ngân, nhiệt kế dầu).	<b>Các loại nhiệt kế kim loại:</b> dựa trên sự nở dài của một thanh kim loại mỏng thẳng hoặc xoắn ốc.	<b>Nhiệt kế hồng ngoại điện tử:</b> Bất kể vật nào có nhiệt độ trên $-273^{\circ}\text{C}$ đều phát ra bức xạ điện từ. Nhờ vào đó mà cảm biến hồng ngoại sẽ đo được mức năng lượng và từ đó sẽ tính toán ra nhiệt độ.
--	---	---

### 2. Thang nhiệt độ

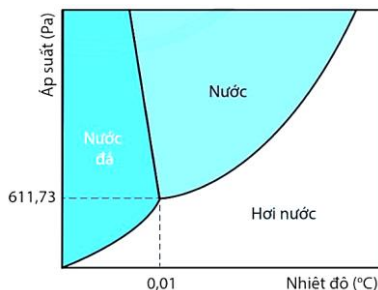
#### a) Thang nhiệt độ Celsius

- Thang Celsius là thang đo nhiệt độ có một mốc là nhiệt độ nóng chảy của nước đá tinh khiết (quy ước là  $0^{\circ}\text{C}$ ) và mốc còn lại là nhiệt độ sôi của nước tinh khiết (quy ước là  $100^{\circ}\text{C}$ ). Khoảng giữa hai mốc nhiệt độ này được chia thành 100 khoảng bằng nhau.
- Kí hiệu bằng chữ t, đơn vị là độ C ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- Các nhiệt độ cao hơn  $0^{\circ}\text{C}$  có giá trị dương, thấp hơn  $0^{\circ}\text{C}$  có giá trị âm.



#### b) Thang nhiệt độ Kelvin

- Nhiệt độ thấp nhất mà các vật có thể có, được gọi là độ không tuyệt đối, được định nghĩa là 0K. Không có vật ở bất kì trạng thái nào có thể có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ này.
- Nhiệt độ mà nước tinh khiết có thể tồn tại đồng thời ở cả ba thể rắn, lỏng và hơi, trong trạng thái cân bằng nhiệt ở áp suất tiêu chuẩn (được định nghĩa là  $273,15\text{K}$ , tương đương với  $0,01^{\circ}\text{C}$ ), được gọi là *nhiệt độ điểm ba của nước*.





### c) Thang nhiệt độ Fahrenheit

**Fahrenheit** chọn hai mốc nhiệt độ tương ứng với nhiệt độ của nước đá đang tan ở áp suất 1 atm là 32 °F và nhiệt độ sôi của nước tinh khiết ở áp suất 1 atm là 212 °F. Trong khoảng giữa hai mốc nhiệt độ này, chia thành 180 khoảng bằng nhau, mỗi khoảng ứng với 1°F.



Thang đo này được sử dụng phổ biến ở các nước phương Tây.

### d) Sự chuyển đổi giữa các thang đo nhiệt độ

	$T(K) = t(^{\circ}C) + 273$
	$t(^{\circ}C) = T(K) - 273$

## Bài 3. NỘI NĂNG. ĐỊNH LUẬT I CỦA NĐLH

### I. NỘI NĂNG

- Do các phân tử chuyển động nhiệt không ngừng nên chúng có động năng và được gọi là động năng phân tử.
- Nhiệt độ thay đổi → Vận tốc chuyển động hỗn độn của các phân tử thay đổi → Động năng của các phân tử thay đổi.
- Giữa các phân tử có lực tương tác nên chúng có thế năng và được gọi là thế năng tương tác phân tử. Thế năng tương tác phụ thuộc vào khoảng cách giữa các phân tử.
- Thế tích thay đổi → Khoảng cách giữa các phân tử thay đổi → Thế năng tương tác thay đổi.
- **Nội năng của một vật là tổng động năng và thế năng tương tác của các phân tử cấu tạo nên vật.** Ký hiệu là **U**. Đơn vị Jun (J).





- Nội năng của một vật phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật

$$U = f(T, V)$$

- Khi năng lượng của các phân tử cấu tạo nên vật tăng thì nội năng của vật tăng và ngược lại

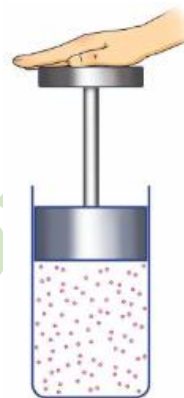
## II. CÁC CÁCH LÀM THAY ĐỔI NỘI NĂNG

### 1. Thực hiện công

Ví dụ 1: Dùng tay ấn mạnh và nhanh pit-tông của một xi lanh chứa khí.

- Nén pit-tông xuống để giảm thể tích → giảm khoảng cách giữa các phân tử → nội năng tăng → **thực hiện công, dẫn đến nội năng thay đổi.**

Ví dụ 2: Dùng tay chà sát một miếng kim loại lên sàn nhà, miếng kim loại nóng dần lên, nội năng của miếng kim loại tăng



- Khi chà sát → nhiệt độ của các phân tử tăng dần lên → nội năng tăng → **thực hiện công, dẫn đến nội năng thay đổi.**
- Hai quá cách trên là hai cách làm **thay đổi nội năng của vật** bằng cách **thực hiện công**, vật nhận công thì **nội năng của vật tăng lên**, vật thực hiện công cho vật khác thì **nội năng của vật giảm**.
- Trong quá trình thực hiện công có sự chuyển hóa từ một dạng năng lượng khác (ví dụ trên là cơ năng) sang nội năng.

### 2. Truyền nhiệt:

#### a. Quá trình truyền nhiệt:

Ví dụ 1: Làm nóng khối khí bên trong ống nghiệm bằng cách hơ ống nghiệm trên ngọn lửa đèn cồn → nội năng tăng → **truyền nhiệt, dẫn đến nội năng thay đổi.**

Ví dụ 2: Làm nóng miếng kim loại bằng cách thả vào trong nước nóng hoặc đun trên ngọn lửa đèn cồn → nội năng tăng → **truyền nhiệt, dẫn đến nội năng thay đổi.**



- Quá trình làm **thay đổi nội năng không có sự thực hiện công** gọi là **quá trình truyền nhiệt**.

- Trong quá trình truyền nhiệt **KHÔNG CÓ** sự chuyển hoá năng lượng từ dạng này sang dạng khác, chỉ có sự **TRUYỀN NỘI NĂNG** từ vật này sang vật khác.

### III. NHIỆT LƯỢNG. NHIỆT DUNG RIÊNG

#### 1. Nhiệt lượng

Số đo độ biến thiên nội năng trong quá trình truyền nhiệt gọi là **nhiệt lượng**. Nhiệt lượng mà một vật có khối lượng  $m$  trao đổi khi thay đổi nhiệt độ từ  $T_1$  đến  $T_2$  là:

$$Q = mc\Delta T = mc(T_2 - T_1)$$

$Q > 0$ : vật nhận nhiệt lượng, nhiệt độ của vật tăng lên

$Q < 0$ : vật truyền nhiệt lượng cho vật khác, nhiệt độ của vật giảm xuống.

Đơn vị của nhiệt lượng: Jun (J) hoặc calo (cal);  $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$

\* **Điều kiện cân bằng nhiệt của các vật:**

$$Q_{\text{toa}} = Q_{\text{thu}} = m_1 c_1 (t_{01} - t_{\text{cb}}) = m_2 c_2 (t_{\text{cb}} - t_{02}) \quad \text{với } t_{01} \text{ là nhiệt độ ban}$$

đầu của vật tỏa nhiệt,  $t_{02}$  là nhiệt độ ban đầu của vật thu nhiệt,  $t$  là nhiệt độ của các vật khi có sự cân bằng về nhiệt.

#### 2. Nhiệt dung riêng

Nhiệt dung riêng của một chất là nhiệt lượng cần truyền cho 1 kg chất đó để làm cho nhiệt độ của nó tăng lên  $1^\circ\text{C}$  (hoặc  $1^\circ\text{K}$ ).

### IV. ĐỊNH LUẬT I CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

**1. Nội dung:** Định luật I nhiệt động lực học là sự vận dụng định luật bảo toàn năng lượng vào các quá trình thay đổi nội năng.

Độ biến thiên nội năng của một vật bằng tổng công và nhiệt lượng mà vật nhận được

$$\Delta U = A + Q(J)$$

#### Quy ước dấu

$\Delta U > 0$  nội năng vật tăng.

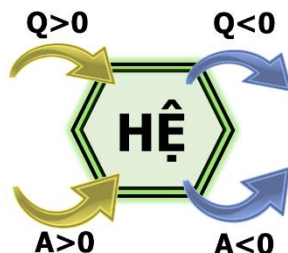
$\Delta U < 0$  nội năng vật giảm.

$A > 0$  vật nhận công từ vật khác

$A < 0$  vật thực hiện công lên vật khác.

$Q > 0$  vật nhận nhiệt lượng từ vật khác.

$Q < 0$  vật truyền nhiệt lượng cho vật khác.





## BÀI 4. THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ

### I. Chuyển động Brown:

- Chuyển động Brown là chuyển động hỗn loạn, không ngừng, có quỹ đạo là những đường gấp khúc bất kì của các hạt nhẹ trong chất lỏng và chất khí.
- Chuyển động Brown chứng tỏ các phân tử chất khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng. Nhiệt độ càng cao, các phân tử khí chuyển động càng nhanh.

### II. Chất khí

#### 1. Tính chất của chất khí

Chất khí:

- Có hình dạng và thể tích của bình chứa nó.
- Có khối lượng riêng nhỏ hơn nhiều so với chất lỏng và chất rắn.
- Dễ bị nén.
- Gây ra áp suất lên thành bình chứa nó. Khi nhiệt độ tăng, áp suất khí tác dụng lên thành bình tăng.

#### 2. Lượng chất

- Lượng chất chứa trong một vật được xác định dựa vào số phân tử được chứa trong vật đó.
- Đơn vị đo lượng chất là mol: Mol là lượng chất trong đó chứa số phân tử (hoặc nguyên tử) bằng  $N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .  $N$  được gọi là số Avogadro (số phân tử trong 1 mol chất).
- Số mol của mẫu chất có khối lượng  $m$  là:  $n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$

### III. Thuyết động học phân tử chất khí:

Chất khí gồm tập hợp rất nhiều các phân tử có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách trung bình giữa chúng.

Các phân tử khí luôn chuyển động hỗn loạn, không ngừng. Nhiệt độ càng cao, các phân tử khí chuyển động càng nhanh. Trong quá trình chuyển động, các phân tử khí va chạm với thành bình chứa, gây ra áp suất lên thành bình.

## BÀI 5: ĐỊNH LUẬT BOYLE VÀ CHARLES

### I. Các thông số trạng thái và quá trình biến đổi trạng thái của một lượng khí :

Thông số trạng thái của khối khí: áp suất  $p$ , thể tích  $V$ , nhiệt độ tuyệt đối  $T$   
Quá trình biến đổi trạng thái: quá trình thay đổi các thông số trạng thái của khối khí.

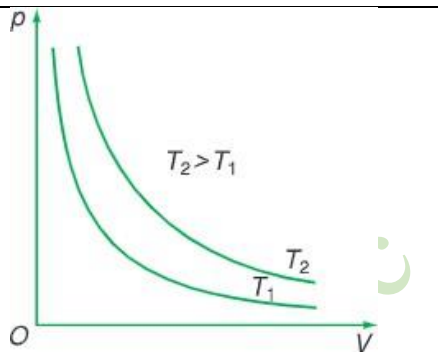
**Đẳng quá trình:** Quá trình biến đổi trạng thái của một khối khí xác định mà trong đó có một thông số trạng thái không đổi.



## II. Định luật Boyle

Ở nhiệt độ không đổi, áp suất của một lượng khí xác định tỉ lệ nghịch với thể tích của nó.

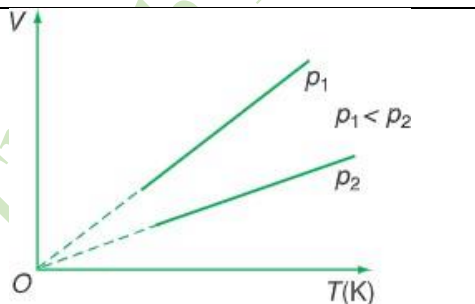
$$pV = \text{const} \text{ hay } p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$



## III. Định luật Charles

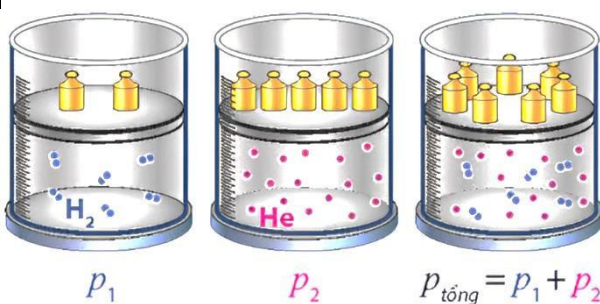
Ở áp suất không đổi, thể tích của một lượng khí xác định tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối của nó.

$$\frac{V}{T} = \text{const} \text{ hay } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$



## III. Định luật Dalton:

Ở một nhiệt độ và thể tích xác định, áp suất toàn phần của một hỗn hợp khí gồm các khí không phản ứng hóa học với nhau bằng tổng áp suất riêng phần của mỗi khí thành phần có trong hỗn hợp đó.





## BÀI 6. PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KHÍ LÝ TƯỞNG

### 1. Khí lý tưởng

Khí thực	Khí lý tưởng
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Các phân tử khí có thể tích riêng.</li> <li>- Các phân tử khí tương tác với nhau cả khi ở xa nhau.</li> <li>- Tuân theo <b>gần đúng</b> các định luật về chất khí.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Phân tử khí là chất điểm.</li> <li>- Các phân tử khí chỉ tương tác với nhau khi va chạm.</li> <li>- Tuân theo <b>đúng</b> các định luật về chất khí.</li> </ul>

### 2. Phương trình trạng thái Khí lý tưởng

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad (1) \text{ hay } \frac{pV}{T} = C = \text{const} \quad (2)$$

Độ lớn của hằng số  $C = 8,31n$  (J/mol.kg) phụ thuộc vào lượng khí mà ta xét.

→ Quá trình chuyển trạng thái không phụ thuộc cách chuyển trạng thái mà chỉ phụ thuộc trạng thái đầu và trạng thái cuối.

- Phương trình (2) tổng quát:  $pV=nRT$  gọi là phương trình Clapeyron

### 3. Ứng dụng phương trình trạng thái khí lý tưởng

- Nghiên cứu, chế tạo các thiết bị có liên quan đến chất khí như khí cầu, bình đựng khí, trang phục lặn, máy điều hòa không khí, máy nén khí,...
- Nghiên cứu sự thay đổi áp suất và thể tích của các lớp khí tồn tại trong các vật liệu để tìm tòi, sản xuất các vật liệu đáp ứng các yêu cầu sử dụng khác nhau; ứng dụng trong nghiên cứu về khí quyển, dự báo thời tiết,...





## Bài 7. ÁP SUẤT – ĐỘNG NĂNG CỦA PHÂN TỬ KHÍ

### 1. Áp suất của chất khí

\*Mỗi phân tử khí va chạm vuông góc với thành bình tác dụng lên thành bình một lực có độ lớn:

$$f = m|a| = m \left| \frac{-v - v}{\Delta t} \right| = \frac{2mv}{\Delta t}$$

\*Mật độ phân tử khí trong một hình lập phương cạnh  $v\Delta t$ :

$$\mu = \frac{N}{V} = \frac{N}{S \cdot v\Delta t} \Rightarrow N = \mu \cdot S \cdot v\Delta t$$

\*Tổng hợp lực do  $\frac{N}{6}$  phân tử khí tác dụng lên diện

tích  $S$  của thành bình:

$$F = \frac{N}{6} \cdot f = \frac{\mu \cdot S \cdot v\Delta t}{6} \cdot \frac{2mv}{\Delta t} = \frac{1}{3} \mu m v^2 S$$

\*Áp dụng tác dụng lên thành bình:  $p = \frac{F}{S} = \frac{1}{3} \mu m v^2$

\*Trong thực tế các phân tử khí có các tốc độ khác nhau:

$$\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}{N}. \text{ Khi đó: } p = \frac{1}{3} \mu m \overline{v^2}$$

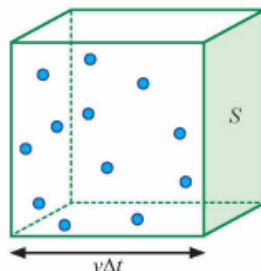
**Kết luận:** Áp suất khí tác dụng lên thành bình càng tăng khi các phân tử khí chuyển động nhiệt càng nhanh, khối lượng và mật độ phân tử khí càng lớn:

$$p = \frac{1}{3} \mu m \overline{v^2}$$

Với  $m$ ,  $\overline{v^2}$  lần lượt là khối lượng của phân tử khí và trung bình của bình phương tốc độ chuyển động nhiệt của các phân tử khí;  $\mu$  là mật độ phân tử khí.

### 2. Động năng tịnh tiến trung bình của phân tử

\*Mật độ phân tử khí:  $\mu = \frac{N}{V} = \frac{n \cdot N_A}{V} \xrightarrow{pV = nRT} \mu = \frac{pN_A}{RT}$





$$p = \frac{1}{3} \mu m \overline{v^2} = \frac{1}{3} \mu m \frac{2W_d}{m} = \frac{2}{3} \mu W_d = \frac{2}{3} \cdot \frac{pN_A}{RT} \cdot W_d$$

\*Từ công thức:

$$\Rightarrow W_d = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} \cdot T = \frac{3}{2} kT$$

**Kết luận:** Động năng tịnh tiến trung bình của phân tử khí tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối của khí:

$$W_d = \frac{3}{2} kT \quad (k = \frac{R}{N_A} \approx 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K gọi là hằng số Boltzmann})$$

### 3. Nội năng của khí lí tưởng

Giả sử  $n$  mol khí lí tưởng chúng ta xét là loại đơn nguyên tử. Vì nội năng của khí lí tưởng bằng tổng động năng tịnh tiến trung bình của các phân tử khí:

$$U = n \cdot N_A \cdot W_d = n \cdot N_A \cdot \frac{3}{2} kT \xrightarrow{R=N_A \cdot k} U = n \frac{3}{2} RT$$

**Chú ý:** Nội năng của một khối khí lí tưởng xác định chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ

## BÀI 8. TỪ TRƯỜNG

### I. TỪ TRƯỜNG VÀ LỰC TỪ

**1. Từ trường:** là môi trường xung quanh nam châm hoặc dòng điện (tức xung quanh điện tích chuyển động).

♦ **Tính chất cơ bản:** tác dụng lực từ lên nam châm hay dòng điện khác đặt trong nó. Để phát hiện ra từ trường, ta dùng kim nam châm.

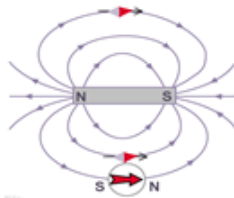
♦ **Cảm ứng từ:** là đại lượng đặc trưng cho từ trường về mặt tác dụng lực từ.

Kí hiệu:  $\vec{B}$ . Đơn vị: Tesla (T).

♦ **Đường sức từ:** là đường được vẽ trong từ trường, sao cho tiếp tuyến tại mỗi điểm trùng với hướng  $\vec{B}$  tại điểm đó. Các tính chất:

– **Tại mỗi điểm** trong từ trường chỉ **vẽ được một và chỉ một đường sức từ**.

– Các đường sức từ **là những đường cong kín** (có chiều ra Bắc vào Nam).







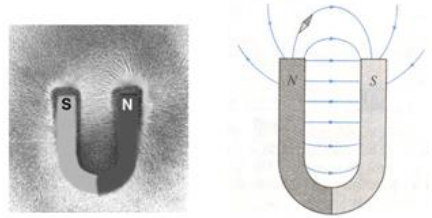
– Nơi nào **cảm ứng từ lớn** hơn thì các **đường sức từ** ở đó **vẽ mau hơn** (dày hơn).

♦ **Từ trường đều:** là từ trường có **vector cảm ứng từ như nhau tại mọi điểm**.

Do đó:

- Các đường sức từ song song, cách đều nhau.
- Độ lớn cảm ứng từ tại mỗi điểm đều bằng nhau.

\* **Ví dụ:** từ trường giữa nam châm chữ U hay từ trường trong lòng ống dây là từ trường đều.



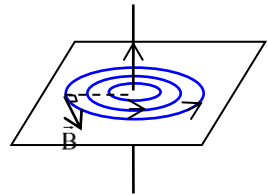
## 2. Từ trường của dòng điện có hình dạng đặc biệt

♦ **Từ trường của dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài**

– **Đường sức từ:** là những đường **tròn đồng tâm nằm trong một phẳng vuông góc với dây dẫn**, tâm là giao điểm của dây dẫn và mặt phẳng đó.

– **Chiều đường sức từ:** xác định bằng **quy tắc nắm tay phải**.

– **Độ lớn cảm ứng từ  $\vec{B}$ :**  $B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r}$  (1)

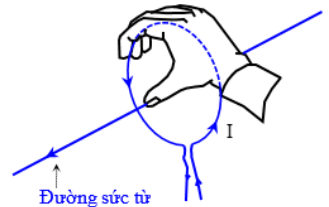


♦ **Từ trường của dòng điện trong dây dẫn tròn**

– **Đường sức từ:** là những **đường cong đi qua mặt phẳng vòng dây**, đường sức đi qua tâm của vòng dây là đường thẳng.

– **Chiều đường sức từ:** xác định bằng quy tắc nắm tay phải.

– **Độ lớn cảm ứng từ  $\vec{B}$ :**  $B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{I}{R} N$  (2)

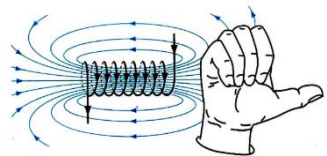


♦ **Từ trường của dòng điện trong ống dây tròn hình trụ**

– **Đường sức từ:** là những **đường cong đi qua ống dây**, **đường sức đi qua trục ống dây là đường thẳng**.

– **Chiều đường sức từ:** xác định bằng quy tắc nắm tay phải.

– **Độ lớn cảm ứng từ  $\vec{B}$ :**  $B = 4\pi \cdot 10^{-7} nI = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} I$  (3)



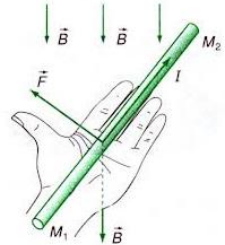
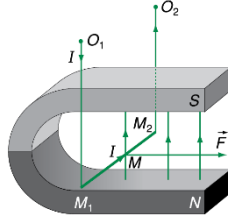




### 3. Lực từ

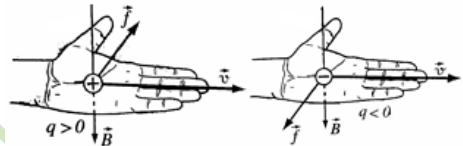
#### ♦ Lực từ tác dụng lên dòng điện đặt trong từ trường đều

- **Phương:** vuông góc với mp ( $\vec{B}$ ,  $\vec{I}$ ).
- **Chiều:** xác định theo quy tắc bàn tay trái.
- **Độ lớn:**  $F = BIl \sin \alpha$   $\alpha$ : góc tạo bởi  $\vec{B}$  và  $\vec{I}$

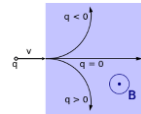


#### ♦ Lực từ tác dụng lên điện tích chuyển động (lực Lorenxơ)

- **Phương:** vuông góc với mặt phẳng chứa ( $\vec{B}$ ;  $\vec{v}$ )
- **Chiều:** xác định theo quy tắc bàn tay trái.



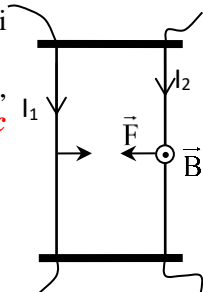
- **Độ lớn:**  $F_L = |q|vB \sin \alpha$   $\alpha$ : góc tạo bởi  $\vec{v}$  và  $\vec{B}$ .



#### ♦ Lực tương tác giữa hai dây dẫn thẳng song song có dòng điện chạy qua

- **Phương:** nằm trong mặt phẳng hình vẽ và vuông góc với dây dẫn.
- **Chiều:** *hướng vào nhau* nếu hai *dòng điện cùng chiều*, *hướng ra xa* nhau nếu *hai dòng điện ngược chiều*.

- **Độ lớn:**  $F = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1 I_2}{r} \ell$



## II. CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

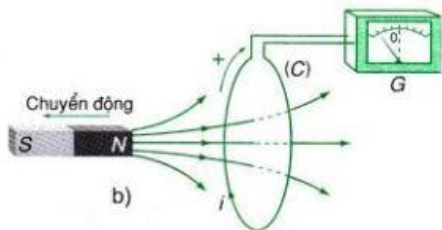
**1. Từ thông:** là khái niệm dùng để diễn tả số đường sức từ xuyên qua một diện tích S nào đó:

$$\Phi = BS \cdot \cos \alpha \text{ với } \alpha = (\vec{n}; \vec{B}); \text{ Đơn vị của từ thông là vécbe (Wb).}$$



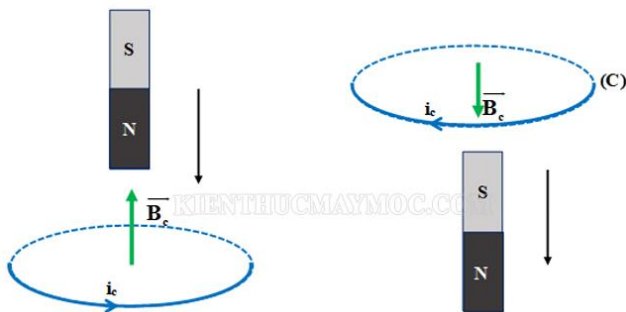
**2. Hiện tượng cảm ứng điện từ:** Khi từ thông qua mạch kín (C) biến thiên thì trong mạch kín xuất hiện một dòng điện cảm ứng, hiện tượng đó gọi là hiện tượng cảm ứng điện từ.

📌 Lưu ý: Trong hiện tượng cảm ứng điện từ, có sự chuyển hóa năng lượng: cơ năng thành điện năng.



♦ **Chiều của dòng điện cảm ứng (tuân theo định luật Len-xơ):**

Dòng điện cảm ứng có chiều sao cho từ trường do nó sinh ra có tác dụng chống lại nguyên nhân sinh ra nó.



♦ **Suất điện động cảm ứng (Định luật Faraday):**

$$e_c = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \text{ hay } |e_c| = N \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$$

♦ **Dòng điện Fu-cô:** là dòng điện cảm ứng được **sinh ra ở trong khối vật dẫn chuyển động trong từ trường** hay được **đặt trong từ trường biến đổi** theo thời gian. Dòng điện Fu-cô: vừa có lợi, vừa có hại.

**3. Hiện tượng tự cảm:** là hiện tượng cảm ứng điện từ xảy ra trong một mạch điện do chính sự biến đổi của dòng điện trong mạch đó gây ra.

– **Từ thông riêng qua một mạch kín:**  $\Phi = Li$  với

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2}{l} S = 4\pi \cdot 10^{-7} n^2 V \text{ là độ tự cảm của ống dây (H).}$$

– **Suất điện động tự cảm:**  $e_{tc} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t} \text{ hay } |e_{tc}| = L \left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right|$



– **Năng lượng từ trường trong ống dây:**

$$W = \frac{1}{2} Li^2$$

### III. ĐIỆN TỪ TRƯỜNG

#### 1. Điện từ trường và sóng điện từ

- Khi một từ trường biến thiên theo thời gian thì nó sinh ra 1 **điện trường xoáy** (là 1 điện trường mà các đường sức bao quanh các đường cảm ứng từ). Ngược lại khi một điện trường biến thiên theo thời gian nó sinh ra 1 **từ trường xoáy** (là 1 từ trường mà các đường cảm ứng từ bao quanh các đường sức của điện trường).

- Dòng điện qua cuộn dây là **dao động dẫn**, dao động qua tụ điện là **dao động dịch** (là sự biến thiên của điện trường giữa 2 bản tụ).

- Điện trường và từ trường là 2 mặt thể hiện khác nhau của 1 loại trường duy nhất là **điện từ trường**.

- **Sóng điện từ** là sự lan truyền trong không gian của điện từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian. **Sóng điện từ là 1 sóng ngang** do nó có 2 thành phần là thành phần điện  $\vec{E}$  và thành phần từ  $\vec{B}$  vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng. Các vector  $\vec{E}$ ,  $\vec{B}$ ,  $\vec{v}$  lập thành 1 tam diện thuận (xoay đỉnh ốc để vector  $\vec{E}$  trùng vector  $\vec{B}$  thì chiều tiến của đỉnh ốc trùng với chiều của vector  $\vec{v}$ ).

Phương:  $\vec{E}$ ,  $\vec{B}$ ,  $\vec{v}$  vuông góc với nhau từng đôi một

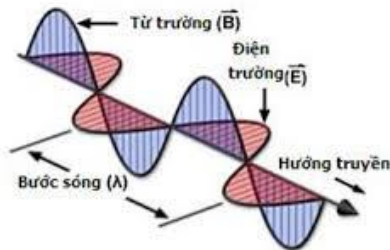
**Nhớ:** Pha: dao động của  $\vec{E}$  luôn cùng pha với  $\vec{B}$

- Sóng điện từ có mọi tính chất như sóng cơ học (phản xạ, giao thoa, tạo sóng dừng...), ngoài ra nó còn truyền được trong chân không.

- Để **phát** sóng điện từ người ta mắc phối hợp 1 máy phát dao động điều hoà với 1 ăngten (là 1 mạch dao động hở).

- Để **thu** sóng điện từ người ta mắc phối hợp 1 ăngten với 1 mạch dao động có tần số riêng điều chỉnh được (để xảy ra cộng hưởng với tần số của sóng cần thu).

- **Năng lượng** của sóng tỉ lệ với bình phương của biên độ, với lũy thừa bậc 4 của tần số. Nên sóng càng ngắn (tần số càng cao, do  $\lambda = \frac{c}{f}$ ) thì năng lượng sóng càng lớn.





- Sóng điện từ dùng trong thông tin liên lạc vô tuyến (không dây) như điện thoại, bộ đàm, truyền hình, liên lạc ngoài vũ trụ được gọi chung là sóng vô tuyến.

## 2. Đặc điểm sóng điện từ:

+ Sóng điện từ truyền được trong mọi môi trường vật chất, kể cả trong chân không.

+ Trong chân không, tốc độ lan truyền sóng điện từ bằng tốc độ ánh sáng. Công thức tính bước sóng của sóng điện từ trong chân không là:  $\lambda = c.T =$

$$\frac{c}{f}.$$

+ Sóng điện từ là sóng ngang. Tại mỗi điểm trong quá trình truyền sóng, các véc tơ  $\vec{B}$  và  $\vec{E}$  luôn vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng (vuông góc với véc tơ vận tốc  $\vec{v}$ ).

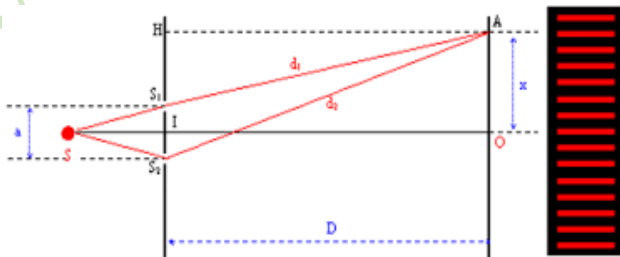
## 3. Sóng ánh sáng

**a. Định nghĩa:** Sóng ánh sáng là một loại sóng điện từ có thể nhìn thấy được bằng mắt thường. Nó là một loại bức xạ điện từ, có nghĩa là nó bao gồm các dao động của điện trường và từ trường.

**b. Hiện tượng giao thoa ánh sáng** (chỉ xét giao thoa ánh sáng trong thí nghiệm Yâng).

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

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



\* **Giao thoa đối với ánh sáng đơn sắc:** Là 1 hệ thống các vạch màu đơn sắc và các vạch tối nằm xen kẽ.

- Đối với ánh sáng trắng: Chính giữa là vân sáng trung tâm, 2 bên là những dải màu **tím** ở trong **đỏ** ở ngoài.

- **Hiệu đường đi của ánh sáng (hiệu quang trình):**  $\Delta d = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$

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



- **Vị trí (toạ độ) vân sáng:**  $\Delta d = k\lambda$

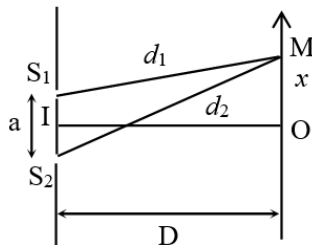
$$\Rightarrow x_s = k \frac{\lambda D}{a} = k.i; \quad k \in \mathbb{Z}$$

$k = 0$ : Vân sáng trung tâm;

$k = \pm 1$ : Vân sáng bậc (thứ) 1;

$k = \pm 2$ : Vân sáng bậc (thứ) 2;

$k > 0$  khi  $d_2 > d_1$ ,  $k < 0$  khi  $d_2 < d_1$ .



- **Vị trí (toạ độ) vân tối:**  $\Delta d = (k + 0,5).\lambda$

$$x_t = (k + 0,5) \frac{\lambda D}{a} = (k + 0,5).i \quad (k \in \mathbb{Z})$$

Với các vân tối không có khái niệm bậc giao thoa.

(Vân tối thứ 3 ứng với  $k = 2$ , thứ 5 ứng với  $k = 4 \dots$ )

- **Khoảng vân  $i$ :** Là khoảng cách giữa hai vân sáng hoặc hai vân tối liên tiếp:

$$i = \frac{\lambda D}{a}$$

#### 4. Tia hồng ngoại, tia tử ngoại và tia X

**Bản chất chung đều là sóng điện từ không nhìn thấy được.**

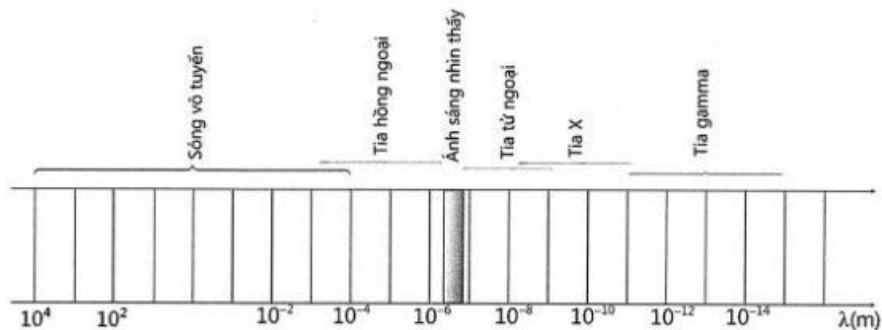
	<b>Tia hồng ngoại</b>	<b>Tia tử ngoại</b>	<b>Tia X</b>
<b>Định nghĩa</b>	Là những bức xạ không nhìn thấy được có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ $\lambda > 0,76\mu\text{m}$ .	Là những bức xạ không nhìn thấy được, có bước sóng nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng tím $\lambda \leq 0,38\mu\text{m}$ .	Là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn cỡ $10^{-11}\text{m} \div 10^{-8}\text{m}$ .
<b>Nguồn phát ra</b>	Tất cả các vật nung nóng đều phát ra tia hồng ngoại (mặt trời, cơ thể người, bóng đèn...). Có 50% năng lượng Mặt Trời thuộc về vùng hồng ngoại.	Vật bị nung nóng trên $2000^\circ\text{C}$ phát ra tia tử ngoại. Ví dụ: mặt trời, hồ quang điện...	Chùm tia Katot đập vào A nốt trong ống Culitgiơ.
<b>Đặc điểm</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tác dụng nhiệt.</li> <li>- Tác dụng lên kính ảnh hồng ngoại.</li> <li>- Tác dụng hóa học.</li> <li>- Có thể biến điệu như sóng điện từ cao tần.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tác dụng mạnh lên kính ảnh, làm phát quang một số chất, làm ion hóa không khí, gây ra những phản ứng quang hóa, quang hợp.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Có khả năng đâm xuyên lớn.</li> <li>- Tác dụng mạnh lên phim ảnh.</li> <li>- Làm phát quang một số chất.</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bị thủy tinh và nước hấp thụ mạnh.</li> <li>- Có một số tác dụng sinh học.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Làm ion hóa chất khí.</li> <li>- Có tác dụng sinh lí, hủy hoại tế bào, diệt vi khuẩn.</li> </ul>
<b>Ứng dụng</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dùng để sưởi ấm, sấy khô.</li> <li>- Chụp ảnh hồng ngoại.</li> <li>- Trong cái điều khiển từ xa: tivi, ô tô.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dùng để khử trùng, chữa bệnh còi xương (Ứng dụng của TD sinh học: hủy diệt tế bào)</li> <li>- Phát hiện vết nứt, vết xước trên bề mặt sản phẩm (Ứng dụng của TD làm phát quang một số chất)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trong y học: dùng để chiếu điện, chụp điện, chữa một số bệnh ung thư.</li> <li>- Trong công nghiệp: dùng để dò khuyết tật bên trong sản phẩm, chế tạo máy đo liều lượng tia Ronghen.</li> </ul>

**Note:** Tia X có thể truyền tốt qua giấy, gỗ... nhưng truyền qua kim loại thì khó hơn. Kim loại có khối lượng riêng càng lớn thì ngăn cản tia Ronghen càng tốt (chì).

## 5. Thang sóng điện từ



## IV. ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

### 1. Dòng điện xoay chiều

#### a. Phương pháp tạo ra dòng điện xoay chiều

- Để tạo ra suất điện động cảm ứng trong khung dây dẫn kín, ta cần làm cho từ thông gửi qua mặt giới hạn bởi khung dây biến thiên bằng cách.

+ Thay đổi độ lớn cảm ứng từ qua khung dây, đưa nam châm lại gần hoặc ra xa khung dây; hoặc đưa khung dây lại gần hoặc ra xa nam châm.



+ Thay đổi diện tích mặt giới hạn của khung dây, khung dây co giãn; hoặc khung dây có một cạnh trượt ra vào.

+ Thay đổi góc hợp bởi vector cảm ứng từ và vector đơn vị pháp tuyến của mặt phẳng khung dây. quay nam châm trước khung dây; hoặc quay khung dây trước nam châm.

## b. Dòng điện và điện áp xoay chiều.

ĐẠI LƯỢNG	DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU	ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU
<b>Định nghĩa</b>	Dòng điện xoay chiều hình sin (gọi tắt là dòng điện xoay chiều) là dòng điện có cường độ biến thiên tuần hoàn với thời gian theo quy luật của hàm số sin hay cos với thời gian.	Điện áp xoay chiều hình sin (gọi tắt là điện áp xoay chiều) là điện áp có hiệu điện thế biến thiên tuần hoàn với thời gian theo quy luật của hàm số sin hay cos với thời gian.
<b>Biểu thức</b>	$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$	$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$
<b>Giá trị hiệu dụng</b>	$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$	$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$
<b>Giá trị tức thời tại thời điểm t</b>	$i$ (A) (ký hiệu là $i$ thường)	$u$ (V) (ký hiệu là $u$ thường).
<b>Giá trị cực đại</b>	$I_0 > 0$ (ký hiệu là $i$ hoa và có số 0 dưới chân)	$U_0 > 0$ (ký hiệu là $u$ hoa và có số 0 dưới chân)
<b>Pha tại thời điểm t</b>	$\alpha_i = (\omega t + \varphi_i)$ được gọi là pha của dòng điện tại thời điểm t và $\varphi$ là pha ban đầu	$\alpha_u = (\omega t + \varphi_u)$ được gọi là pha của điện áp tại thời điểm t và $\varphi$ là pha ban đầu.
<b>Tần số góc</b>	$\omega > 0$ được gọi là tần số góc của dòng điện.	$\omega > 0$ được gọi là tần số góc của điện áp.



## 2. Chu kì, tần số của dòng điện xoay chiều.

✎ Chu kì của dòng điện xoay chiều  $T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} (s)$

✎ Tần số của dòng điện xoay chiều  $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} (Hz)$

✎ Hiện nay tần số của mạng điện xoay chiều ở Việt Nam là  $f = 50 \text{ Hz}$  tần số góc là  $\omega = 100\pi (rad / s)$

✎ Trong mỗi giây dòng điện đổi chiều  $2f$  lần.

✎ Nếu  $\varphi_i = \pm \frac{\pi}{2}$  thì chỉ giây đầu tiên đổi chiều  $2f - 1$  lần, các giây sau đổi chiều  $2f$  lần.

## 4. Ứng dụng của dòng điện xoay chiều trong cuộc sống.

- Dòng điện xoay chiều truyền tải đi xa thuận lợi.
- Dòng điện xoay chiều được ứng dụng rộng rãi trong sinh hoạt và sản xuất.

## 5. Quy tắc an toàn điện.

- Lắp đặt thiết bị đóng ngắt mạch điện đúng cách và ở vị trí phù hợp.
- Lựa chọn thiết bị phù hợp và chất lượng tốt.
- Không chạm vào dụng cụ điện khi tay ướt.
- Tránh xử dụng thiết bị điện khi đang sạc.
- Không được chạm tay vào chỗ hở của dây điện hay cầu dao, cầu chì không có nắp che khi chưa cắt nguồn điện.
- Kiểm tra hệ thống mạng điện và bảo trì thiết bị điện định kì.

## 6. Máy phát điện xoay chiều một pha

- Hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, biến cơ năng thành điện năng.
- Cấu tạo gồm 3 bộ phận:
  - + Bộ phận tạo ra từ trường gọi là **phần cảm**: Là các nam châm.
  - + Bộ phận tạo ra dòng điện gọi là **phần ứng**: Là khung dây.





+ Bộ phận đưa dòng điện ra ngoài gọi là **bộ góp**: Gồm 2 vành khuyên và 2 chổi quét.

- Trong các máy phát điện: **Rôto là phần cảm; Stato là phần ứng.**

- Trong máy phát điện **công suất nhỏ**.

Rôto (bộ phận chuyển động) là phần ứng;

Stato (bộ phận đứng yên) là phần cảm.

- Tần số dòng điện do máy phát phát ra:

$$f = \frac{np}{60} \text{ với } p \text{ là số cặp cực, } n \text{ là số vòng quay của rôto/phút.}$$

$$f = np \text{ với } p \text{ là số cặp cực, } n \text{ là số vòng quay của rôto/giây.}$$

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

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

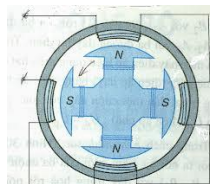
Với  $\Phi_0 = NBS$  là từ thông cực đại,  $N$  là số vòng dây,  $B$  là cảm ứng từ của từ trường,  $S$  là diện tích của vòng dây,  $\omega = 2\pi f$

- Suất điện động trong khung dây:

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

Với  $E_0 = \omega NSB = \omega \cdot \Phi_0$  là suất điện động cực đại.

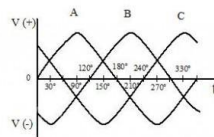
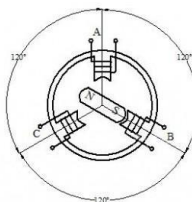
Pha của  $e$  chậm hơn pha của  $\Phi$  là  $\frac{\pi}{2}$ .



## 7. Máy phát điện xoay chiều ba pha

- Máy phát điện xoay chiều ba pha là máy tạo ra ba SĐĐ xoay chiều hình sin cùng tần số, cùng biên độ

và lệch nhau một góc  $\frac{2\pi}{3}$  ( $120^\circ$ ).



- Cấu tạo: Phần ứng là ba cuộn dây giống nhau gắn cố định trên một

đường tròn tâm  $O$  tại ba vị trí đối xứng, đặt lệch nhau  $1$  góc  $120^\circ$ . Phần cảm là một nam châm có thể quay quanh trục  $O$  với tốc độ góc  $\omega$  không đổi.

- Hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, biến cơ năng thành điện năng. Khi nam châm quay từ thông qua mỗi cuộn dây là  $3$  hàm số sin của thời gian, cùng tần số góc  $\omega$ , cùng biên độ và lệch nhau  $120^\circ$ . Kết quả trong ba cuộn dây xuất hiện ba SĐĐ xoay chiều cảm ứng cùng biên độ, cùng tần số và lệch pha nhau góc  $120^\circ$ .

(Lưu ý: Khi dòng điện ở  $1$  trong  $3$  cuộn dây đạt cực đại  $I_0$  thì dòng điện trong  $2$  cuộn còn lại  $= 0, 5I_0$ )



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

$$e_1 = E_0 \cos(\omega t); e_2 = E_0 \cos(\omega t - \frac{2\pi}{3}); e_3 = E_0 \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

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

trong trường hợp tải đối xứng (giống nhau) thì  $i_2 = I_0 \cos(\omega t - \frac{2\pi}{3})$

$$i_3 = I_0 \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

## 8. Máy biến áp

- Hoạt động: Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Vì vậy nên điện 1 chiều không chạy qua được máy biến áp.

- Cấu tạo:

+ Lõi biến áp: Là các lá sắt non pha silic ghép lại. Tác dụng dẫn từ.

+ Hai cuộn dây quấn:

- Cuộn dây sơ cấp  $D_1$  có hai đầu nối với nguồn điện có  $N_1$  vòng.
- Cuộn dây thứ cấp  $D_2$  có hai đầu nối với tải tiêu thụ có  $N_2$  vòng.
- **Tác dụng** của hai cuộn dây là dẫn điện.

- Tác dụng của MBA: biến đổi điện áp của ĐĐXC mà vẫn giữ nguyên tần số. MBA không có tác dụng biến đổi năng lượng (công).

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

• Nếu  $k > 1$ :  $N_1 > N_2 \Leftrightarrow U_1 > U_2$ : MBA hạ áp.

• Nếu  $k < 1$ :  $N_1 < N_2 \Leftrightarrow U_1 < U_2$ : MBA tăng áp.

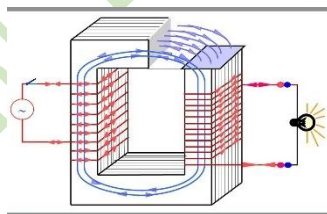
- **Chú ý:** MBA tăng điện áp bao nhiêu lần thì làm giảm dòng điện đi bấy nhiêu lần và ngược lại.

- Hiệu suất MBA:  $H = \frac{P_2}{P_1} = \frac{U_2 I_2 \cos \varphi_2}{U_1 I_1 \cos \varphi_1}$ .

- Ứng dụng của MBA: Trong truyền tải và sử dụng điện năng.

Ví dụ: Chỉ cần tăng điện áp ở đầu đường dây tải điện lên 10 lần thì có thể giảm hao phí đi  $10^2 = 100$  lần.

- Nếu MBA có 2 đầu ra với  $U_1$  là điện áp vào,  $U_2, U_3$  là điện áp ra thì:

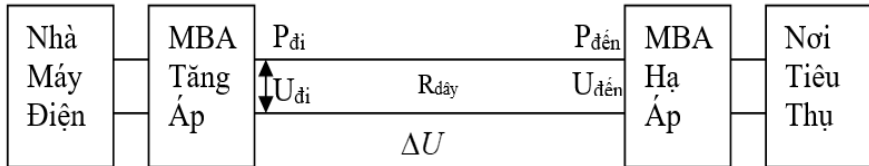




$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} ; \frac{N_1}{N_3} = \frac{U_1}{U_3} \text{ và } P_1 = P_2 + P_3 \text{ hay } U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 + U_3 \cdot I_3$$

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

### \* Nhớ chắc bài toán truyền tải điện năng đi xa SGK



**Công suất hao phí:**  $\Delta P = R_{\text{dây}} I^2 = R_{\text{dây}} \frac{P_{\text{di}}^2}{(U_{\text{di}} \cos \varphi)^2}$

- Trong đó: P: công suất truyền đi ở nơi cung cấp; U: điện áp ở nơi cung cấp;  
cosφ: hệ số công suất của dây tải điện (thông thường cosφ = 1);  $R_d = \rho \frac{l}{S}$  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:  $\Delta U = R_d I = U_{\text{di}} - U_{\text{den}}$

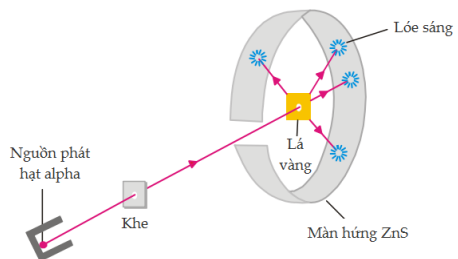
- Hiệu suất tải điện:  $H = \frac{P_{\text{den}}}{P_{\text{di}}} = \frac{P_{\text{di}} - \Delta P}{P_{\text{di}}} = 1 - R_{\text{dây}} \frac{P_{\text{di}}}{(U_{\text{di}} \cos \varphi)^2}$

## BÀI 9. HẠT NHÂN VÀ MÔ HÌNH NGUYÊN TỬ

### I. Giới thiệu về thí nghiệm tán xạ hạt alpha

#### 1. Thí nghiệm tán xạ hạt alpha

Phần lớn không gian bên trong nguyên tử là rỗng, toàn bộ điện tích dương trong nguyên tử chỉ tập trung tại một vùng có bán kính rất nhỏ nằm ở tâm của nguyên tử, được gọi là hạt nhân của nguyên tử.



#### 2. Mô hình đơn giản của nguyên tử

- Nguyên tử có cấu trúc rỗng với hạt nhân nằm ở tâm của nguyên tử. Khối lượng của hạt nhân xấp xỉ bằng khối lượng của nguyên tử, điện tích của hạt nhân có giá trị dương (bằng tổng điện tích các hạt proton).



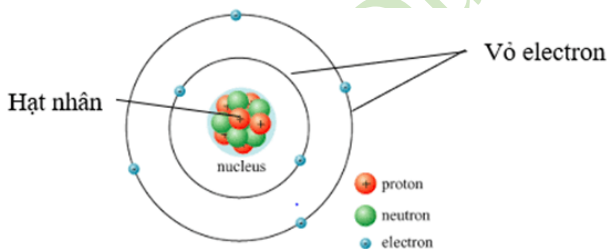
- Các electron phân bố trong không gian trống xung quanh hạt nhân và chuyển động trong các quỹ đạo khép kín quanh hạt nhân giống như chuyển động của các hành tinh xung quanh Mặt Trời.

- Năm 1913, nhà vật lý Niels Bohr (1885 - 1962) đã bổ sung 2 tiên đề vào mô hình nguyên tử của Rutherford để giải quyết những hạn chế, trong đó có tiên đề liên quan đến trạng thái dừng: Nguyên tử chỉ tồn tại trong các trạng thái có năng lượng xác định, gọi là các trạng thái dừng. Khi ở trạng thái dừng, nguyên tử không phát xạ.

## II. Hạt nhân của nguyên tử

### 1. Cấu tạo hạt nhân

Các kết quả thực nghiệm đã chứng tỏ rằng hạt nhân của nguyên tử được tạo nên bởi các hạt proton và neutron, trong đó:



Mô hình cấu tạo nguyên tử

- Proton được kí hiệu là  $p$ , mang điện tích dương, có độ lớn đúng bằng điện tích nguyên tố  $q_p = +e \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  và có khối lượng  $m_p \approx 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

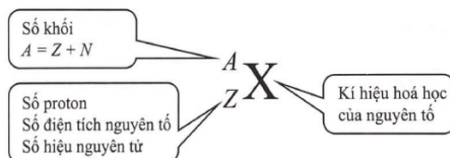
- Neutron được kí hiệu là  $n$ , trung hoà về điện, có khối lượng  $m_n \approx 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

Số proton trong hạt nhân  $Z$  là số hiệu nguyên tử, bằng số thứ tự của nguyên tố đang xét trong Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học.

Tổng số các nucleon trong hạt nhân được gọi là số khối:  $A = Z + N$

với  $N$  là số neutron trong hạt nhân.

### 2. Kí hiệu hạt nhân



## 2. Đồng vị

Các hạt nhân đồng vị có cùng số proton  $Z$  nhưng khác số neutron  $N$

## 3. Kích thước hạt nhân

Hạt nhân của nguyên tử được xem gần đúng là một quả cầu có bán kính  $r$ . Bán kính của hạt nhân được xác định gần đúng bởi công thức:

$$r \approx 1,2A^{\frac{1}{3}} (fm) \text{ với } A \text{ là số khối, } 1fm = 10^{-15} m.$$

# BÀI 10. NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT HẠT NHÂN

## I. Hệ thức Einstein về mối liên hệ giữa khối lượng và năng lượng

- Hệ thức mô tả mối liên hệ giữa khối lượng  $m$  và năng lượng  $E$ :  $E = mc^2$

- Trong hệ SI,  $E$  và  $m$  lần lượt được đo bằng đơn vị jun (J) và kilôgam (kg), hằng số  $c = 3.10^8$  m/s là tốc độ ánh sáng trong chân không.

## II. Khối lượng hạt nhân

- Đơn vị khối lượng nguyên tử được kí hiệu là amu (viết tắt là u).

1amu có giá trị bằng 1/12 khối lượng của một nguyên tử của đồng vị  $^{12}_6C$

$$1amu = 1,66054.10^{-27}kg = 931,5MeV/c^2$$

## III. Năng lượng liên kết hạt nhân

### 1. Lực hạt nhân

- Lực hạt nhân là lực tương tác giữa các nucleon và có tác dụng liên kết các nucleon với nhau để tạo thành hạt nhân.

- Lực hạt nhân có bản chất liên quan tới tương tác mạnh, không phụ thuộc vào điện tích hay khối lượng của các nucleon. Lực hạt nhân có bán kính tác dụng (khoảng cách giữa hai nucleon) rất ngắn, bằng hoặc nhỏ hơn kích thước của hạt nhân, khoảng  $10^{-15}$  m. Khi khoảng cách giữa các nucleon lớn hơn kích thước hạt nhân, độ lớn của lực hạt nhân giảm về không.



## 2. Độ hụt khối. Năng lượng liên kết hạt nhân

- Độ chênh lệch giữa tổng khối lượng của các nucleon tạo thành hạt nhân và khối lượng  $m$ , của hạt nhân gọi là độ hụt khối của hạt nhân, kí hiệu là  $\Delta m$ :

$$\Delta m = [Z.m_p + (A - Z).m_n] - m_x$$

- Năng lượng liên kết hạt nhân bằng năng lượng tối thiểu để tách một hạt nhân thành các nucleon riêng rẽ hoặc bằng năng lượng toả ra khi các nucleon riêng rẽ kết thành hạt nhân.

## 3. Năng lượng liên kết: $W_{lk} = \Delta mc^2$

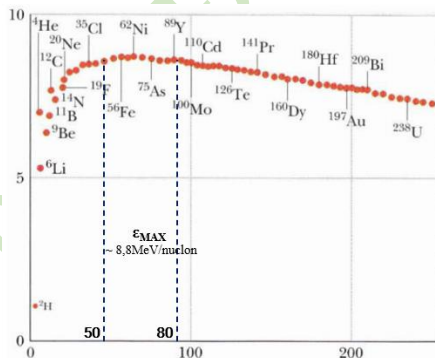
- Sự tạo thành hạt nhân toả năng lượng tương ứng  $W_{lk}$ , gọi là năng lượng liên kết của hạt nhân (vì muốn tách hạt nhân thành các nucleon thì cần tốn một năng lượng bằng  $W_{lk}$ ).

- Năng lượng liên kết hạt nhân thường được đo bằng đơn vị MeV.

## 4. Năng lượng liên kết riêng hạt nhân

- Năng lượng liên kết riêng là năng lượng liên kết tính cho một nucleon.

$$E_{lkr} = \frac{E_{lk}}{A}$$



- Năng lượng liên kết riêng hạt nhân thường được đo bằng đơn vị MeV/nucleon.

- Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.

**Chú ý:**  $1\text{MeV} = 1,6.10^{-13}\text{J}$  ;  $1\text{ev} = 1,6.10^{-19}\text{J}$

**\*Note:** Các hạt nhân có số khối trong khoảng từ **50 đến 80** là những hạt nhân bền vững nhất, có năng lượng liên kết riêng cỡ 8,8 MeV/ nucleon.



## BÀI 11: PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH, PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH VÀ ỨNG DỤNG

### I. Phản ứng hạt nhân

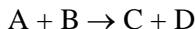
#### 1. Định nghĩa

- Phản ứng hạt nhân là quá trình biến đổi của các hạt nhân.
- Phản ứng hạt nhân được chia làm hai loại:
  - + Phản ứng hạt nhân tự phát: là quá trình tự phân rã của một hạt nhân không bền vững thành các hạt nhân khác.



(Trong đó: A: hạt nhân mẹ; C: hạt nhân con; D: tia phóng xạ ( $\alpha, \beta, \dots$ ))

- + Phản ứng hạt nhân kích thích: là quá trình các hạt nhân tương tác với nhau thành các hạt nhân khác.



- Phương trình phản ứng:  ${}_{Z_1}^{A_1}X_1 + {}_{Z_2}^{A_2}X_2 \rightarrow {}_{Z_3}^{A_3}X_3 + {}_{Z_4}^{A_4}X_4$

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

- Trường hợp đặc biệt là sự phóng xạ:  $X_1 \rightarrow X_2 + X_3$ ;  
 $X_1$  là hạt nhân mẹ,  $X_2$  là hạt nhân con,  $X_3$  là hạt  $\alpha$  hoặc  $\beta$ .

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

- Bảo toàn số nuclôn (số khối):  $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$
- Bảo toàn điện tích (nguyên tử số):  $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$
- Bảo toàn véctơ động lượng:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3 + \vec{p}_4 \text{ hay } m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_3 \vec{v}_3 + m_4 \vec{v}_4$$

- Bảo toàn năng lượng:

$$K_{X_1} + K_{X_2} + W = K_{X_3} + K_{X_4} \Rightarrow W = K_{X_3} + K_{X_4} - (K_{X_1} + K_{X_2})$$

Trong đó: W là năng lượng phản ứng hạt nhân

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

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

+ Mỗi quan hệ giữa động lượng  $p_X$  và động năng  $K_X$  của hạt X là:

$$p_X^2 = 2m_X K_X$$

- Năng lượng phản ứng hạt nhân:  $W = (M_{\text{trước}} - M_{\text{sau}}).c^2$

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

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

**Lưu ý:**



+ Nếu  $W > 0$  thì phản ứng tỏa năng lượng, năng lượng tỏa ra dưới dạng động năng của các hạt  $X_3, X_4$  hoặc photon  $\gamma$ .

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

+ Nếu  $W < 0$  thì phản ứng thu năng lượng, năng lượng thu vào dưới dạng động năng của các hạt  $X_1, X_2$  hoặc photon  $\gamma$ .

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

+ Trong phản ứng hạt nhân  ${}_{Z_1}^{A_1}X_1 + {}_{Z_2}^{A_2}X_2 \rightarrow {}_{Z_3}^{A_3}X_3 + {}_{Z_4}^{A_4}X_4$

\* Gọi các hạt nhân  $X_1, X_2, X_3, X_4$  có: Năng lượng liên kết riêng tương ứng là  $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \epsilon_4$ .

Năng lượng liên kết tương ứng là  $\Delta E_1, \Delta E_2, \Delta E_3, \Delta E_4$ ; Độ hụt khối tương ứng là  $\Delta m_1, \Delta m_2, \Delta m_3, \Delta m_4$  thì

**Năng lượng của phản ứng hạt nhân có thể được xác định:**

$$\Delta E = A_3\epsilon_3 + A_4\epsilon_4 - A_1\epsilon_1 - A_2\epsilon_2; \Delta E = \Delta E_3 + \Delta E_4 - \Delta E_1 - \Delta E_2$$

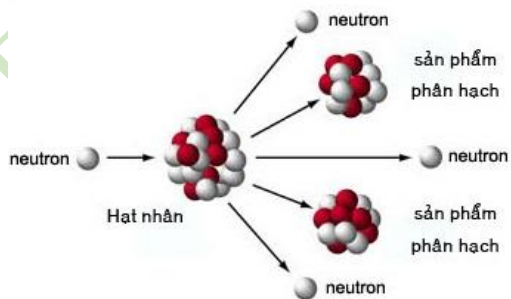
$$\Delta E = (\Delta m_3 + \Delta m_4 - \Delta m_1 - \Delta m_2) \cdot c^2; \Delta E = K_{x_3} + K_{x_4} - (K_{x_1} + K_{x_2})$$

## II. Phản ứng phân hạch và phản ứng nhiệt hạch

### 1. Phản ứng phân hạch

- Phản ứng phân hạch là quá trình trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành các hạt nhân nhẹ hơn.

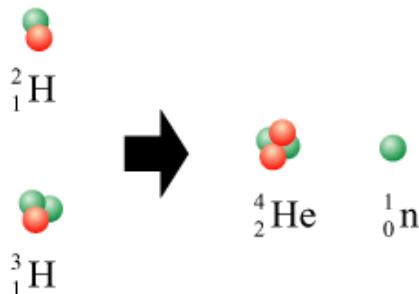
Phản ứng phân hạch của hạt nhân có thể được tạo ra bằng cách bắn phá các hạt nhân nặng bằng neutron.



- Ví dụ:  ${}_0^1n + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{38}^{54}\text{Sr} + {}_{54}^{140}\text{Xe} + 2{}_0^1n + 200 \text{ MeV}$

### 2. Phản ứng tổng hợp hạt nhân (phản ứng nhiệt hạch)

- Phản ứng tổng hợp hạt nhân (phản ứng nhiệt hạch) là quá trình trong đó hai hạt nhân nhẹ kết hợp với nhau để tạo thành hạt nhân







nặng hơn. Phản ứng nhiệt hạch chỉ có thể xảy ra ở nhiệt độ cực cao.

- Điều kiện để xảy ra phản ứng là ở nhiệt độ rất cao cỡ  $10^7$  đến  $10^8$  K, mật độ đủ lớn, thời gian phản ứng đủ dài.

- Ví dụ:  $5^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^4_2\text{He} + {}^1_1\text{H} + 2n$  trong điều kiện nhiệt độ rất cao.

### III. Một số ngành công nghiệp hạt nhân trong đời sống

- Phản ứng phân hạch có nhiều ứng dụng trong ngành công nghiệp năng lượng, đó là các nhà máy phát điện sử dụng năng lượng hạt nhân.

- Trong y học, công nghệ sinh học, v.v

## BÀI 13. HIỆN TƯỢNG PHÓNG XẠ

### I. SỰ PHÓNG XẠ

**1. Định nghĩa:** Là hiện tượng một hạt nhân kém bền vững tự phát phân rã phát ra tia phóng xạ rồi biến đổi thành hạt nhân khác:  $X \rightarrow Y + \text{tia phóng xạ}$ .

### 2. Các loại phóng xạ

**a. Phóng xạ alpha  $\alpha$  ( ${}^4_2\text{He}$ ):**  ${}_Z^AX \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}_{Z-2}^{A-4}Y$

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

- Là hạt nhân Hêli ( ${}^4_2\text{He}$ ), mang điện tích dương (+2e) nên bị lệch về bản âm khi bay qua tụ điện.

- Chuyển động với tốc độ cỡ  $2.10^7$  m/s, quãng đường đi được trong không khí cỡ 8 cm, trong vật rắn cỡ vài mm.

=> Khả năng đâm xuyên kém, có khả năng ion hóa chất khí.

**b. Phóng xạ beta  $\beta^-$  ( ${}^0_{-1}\text{e}$ ):**  ${}_Z^AX \rightarrow {}^0_{-1}\text{e} + {}_{Z+1}^AY$

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

- Thực chất của phóng xạ  $\beta^-$  là một hạt nơtrôn biến thành một hạt prôtôn, một hạt electron và một hạt nơtrinô:  $n \rightarrow p + e^- + \nu$

- Bản chất (thực chất) của tia phóng xạ  $\beta^-$  là hạt electron ( ${}^0_{-1}\text{e}$ ), mang điện tích âm (-1e) nên bị lệch về phía bản dương của tụ.



- Hạt notrinô ( $\nu$ ) không mang điện, không khối lượng (hoặc rất nhỏ) chuyển động với vận tốc của ánh sáng và hầu như không tương tác với vật chất.
- Phóng ra với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng.
- Ion hóa chất khí yếu hơn tia  $\alpha$ .
- Khả năng đâm xuyên mạnh, đi được vài mét trong không khí và vài mm trong kim loại.

**c. Phóng xạ  $\beta^+$  ( ${}_{+1}^0e$ ):  ${}_Z^AX \rightarrow {}_{+1}^0e + {}_{Z-1}^AY$**

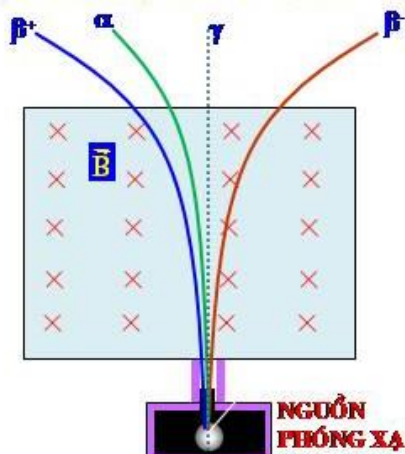
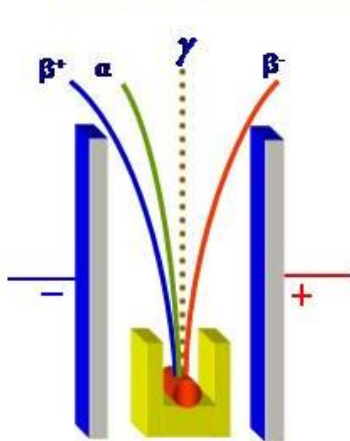
- So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con lùi 1 ô trong bảng tuần hoàn và có cùng số khối.
- Thực chất của phóng xạ  $\beta^+$  là một hạt prôtôn biến thành một hạt notrôn, một hạt pôzitron và một hạt notrinô:  $p \rightarrow n + e^+ + \nu$
- Bản chất (thực chất) của tia phóng xạ  $\beta^+$  là hạt pôzitron ( $e^+$ ), mang điện tích dương (+e) nên lệch về phía bản âm của tụ điện (lệch nhiều hơn tia  $\alpha$  và đối xứng với tia  $\beta^-$ ).
- Phóng ra với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng.
- Ion hóa chất khí yếu hơn tia  $\alpha$ .
- Khả năng đâm xuyên mạnh, đi được vài mét trong không khí và vài mm trong kim loại.

**d. Phóng xạ gamma  $\gamma$  (hạt photon)**

- Có bản chất là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn ( $< 0,01$  nm). Là chùm photon có năng lượng cao.
- Hạt nhân con sinh ra ở trạng thái kích thích có mức năng lượng cao  $E_1$  chuyển xuống mức năng lượng thấp  $E_2$  đồng thời phóng ra một photon có năng lượng:  $\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} = E_1 - E_2$
- Là bức xạ điện từ không mang điện nên không bị lệch trong điện trường và từ trường.
- Có các tính chất như tia Ronghen, có khả năng đâm xuyên lớn, đi được vài mét trong bê tông và vài centimet trong chì và rất nguy hiểm.
- Trong phóng xạ  $\gamma$  không có sự biến đổi hạt nhân  $\Rightarrow$  phóng xạ  $\gamma$  thường đi kèm theo phóng xạ  $\alpha$  và  $\beta$ .



Trên con đường thành công,  
không có dấu chân của kẻ lười biếng!



### Các tia phóng xạ trong điện trường và từ trường

#### 3. Định luật phóng xạ

- **Chu kỳ bán rã (T)**. khoảng thời gian để một nửa số hạt nhân bị phân rã, biến đổi thành hạt nhân khác.

- **Hằng số phóng xạ**.  $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$

**Chú ý:**  $\lambda$  và  $T$  không phụ thuộc vào các tác động bên ngoài (như nhiệt độ, áp suất ...) mà chỉ phụ thuộc bản chất bên trong của chất phóng xạ.

- Số nguyên tử (hạt nhân) chất phóng xạ còn lại sau thời gian  $t$ :

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

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

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

- Khối lượng chất phóng xạ **còn lại** sau thời gian  $t$ :

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

Trong đó:

+ Với  $N_A = 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  là số Avôgađrô.

+  $A$  là số khối của nguyên tử.

+  $N_0$ ,  $m_0$  là số nguyên tử (hạt nhân), khối lượng chất phóng xạ ban đầu.



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

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

- Mối liên hệ giữa khối lượng và số hạt nhân:  $N = m \cdot \frac{N_A}{A}$

- Khối lượng chất mới được tạo thành sau thời gian t:

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

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

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

- **Ứng dụng** của các đồng vị phóng xạ: trong phương pháp nguyên tử đánh dấu, trong khảo cổ định tuổi cổ vật dựa vào lượng cacbon 14.

#### 4. Độ phóng xạ

- Để đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ, người ta dùng đại lượng độ phóng xạ (hay hoạt độ phóng xạ), kí hiệu là H, có giá trị bằng số hạt nhân phân rã trong một giây.

- Đơn vị độ phóng xạ là becquerel, kí hiệu là Bq

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ phân rã/giây}$$

- Độ phóng xạ còn có đơn vị khác là curie, kí hiệu là Ci

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

Độ phóng xạ tại thời điểm t.

$$H_t = \lambda N_t$$

$$H_t = H_0 e^{-\lambda t}$$

trong đó  $H_0$  là độ phóng xạ tại thời điểm ban đầu  $t = 0$ .



## BÀI 14: AN TOÀN PHÓNG XẠ

### 1. Tác hại của tia phóng xạ

- **Tia phóng xạ** ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , X, neutron) có thể gây **ion hóa vật chất**, ảnh hưởng nghiêm trọng đến sinh vật.
- **Tác hại đến con người:**
  - + **Gây đột biến gen**  $\rightarrow$  ung thư, di truyền.
  - + **Ảnh hưởng cấp tính:** Buồn nôn, bóng phóng xạ, hội chứng phóng xạ cấp.
  - + **Ảnh hưởng lâu dài:** Suy giảm miễn dịch, tổn thương thần kinh, vô sinh.
- **Tác hại đến môi trường:**
  - + Ô nhiễm đất, nước, không khí.
  - + Ảnh hưởng đến hệ sinh thái (cây cối, động vật).

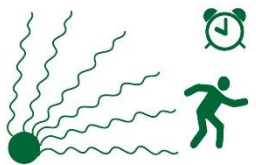
### 2. Biểu cảnh báo phóng xạ

- **Biểu tượng phóng xạ quốc tế:**
- **Màu sắc phổ biến:** Vàng - đen, đỏ - trắng (cảnh báo nguy hiểm cao).
- **Ứng dụng biểu cảnh báo:**
  - + Đánh dấu khu vực có nguy cơ nhiễm xạ.
  - + Cảnh báo trong phòng thí nghiệm, bệnh viện, nhà máy điện hạt nhân.
  - + Ngăn chặn tiếp xúc không an toàn với nguồn phóng xạ.

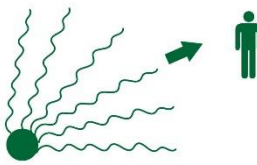


### 3. Quy tắc an toàn phóng xạ

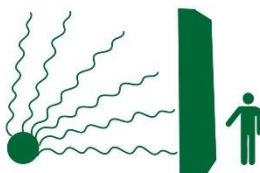
#### - Nguyên tắc bảo vệ cơ bản:



Ít thời gian ở gần nguồn:  
ít hấp thu bức xạ hơn.



Khoảng cách xa hơn so với  
nguồn: ít hấp thu bức xạ  
hơn.



Núp sau che chắn khỏi  
nguồn: ít hấp thu bức xạ  
hơn.

#### - Biện pháp an toàn thực tế:

- + Sử dụng **thiết bị bảo hộ** (áo chì, kính chì).
- + Giám sát **liều lượng bức xạ** bằng dosimeter.
- + **Không ăn uống** trong khu vực có phóng xạ.
- + **Quản lý chất thải phóng xạ** nghiêm ngặt.
- + **Tuân thủ quy trình an toàn** khi làm việc với phóng xạ.



## **ĐÔI NÉT VỀ TÁC GIẢ**

### **Thầy Võ Thanh Được**

- Tiến sĩ Võ Thanh Được hiện đang là Trưởng bộ môn Cơ điện tử, khoa công nghệ thông tin, trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải.
- Giáo viên dạy vật lý trên kênh VTV cab 7, VTV cab 22 – Đài truyền hình Cab Việt Nam.
- Là chuyên gia trong các chương trình « Tạp Chí Giáo Dục» do VTV cab sản xuất
- Thầy là tác giả nhiều đầu sách luyện thi THPT – NXB Đại học Quốc gia Hà Nội
- Thầy đã có hơn 15 năm kinh nghiệm luyện thi THPT và rất nhiều học sinh đỗ cao tại các trường Top đầu Việt Nam.





# Thời Khóa Biểu

Năm học 2025 - 2026

Thời gian	Thứ Hai	Thứ Ba	Thứ Tư	Thứ Năm	Thứ Sáu	Thứ Bảy	Chủ nhật
14:30 - 17:30						Lớp 12-2K8	Lớp 12-2K8
18:00 - 21:00	Lớp 12-2K8	Lớp 11-2K9	Lớp 11-2K9	Lớp 12-2K8	Lớp 12-2K8	Lớp 12-2K8	Lớp 11-2K9

HỌC OFFLINE TẠI TẦNG 3 - SỐ 102 NGUYỄN HỮU KON TUM  
QUẬN THANH XUÂN - HÀ NỘI  
ĐIỆN THOẠI: 0389.953.537



## Đôi nét về Thầy Võ Thanh Được

- Trưởng bộ môn Cơ điện tử, Khoa CNTT, Trường ĐH Công nghệ GTVT
- Giảng viên khoa CNTT — Đại học Công nghệ GTVT
- Chủ biên nhiều đầu sách luyện thi THPT
- Giáo viên Vật Lý trên VTV cab 7 — 22 (Đài truyền hình cab Việt Nam)
- Chuyên gia luyện thi THPT môn Vật lý với hơn 10 năm kinh nghiệm.
- Facebook: Võ Thanh Được

*Giá: 100.000Đ*