

MỤC LỤC

<b>LỚP 10</b> .....	<b>1</b>
Chương I.  ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM.....	1
1.  Chuyển động cơ .....	1
2.  Chuyển động thẳng đều.....	1
3.  Chuyển động thẳng biến đổi đều.....	1
4.  Sự rơi tự do .....	1
5.  Chuyển động tròn đều .....	1
6.  Tính tương đối của chuyển động - Công thức cộng vận tốc .....	2
Chương II.  ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM .....	2
1.  Tổng hợp và phân tích lực. Điều kiện cân bằng của chất điểm.....	2
2.  Ba định luật Niu-ton.....	2
3.  Lực hấp dẫn. Định luật vạn vật hấp dẫn.....	3
4.  Lực đàn hồi của lò xo. Định luật Húc .....	3
5.  Lực ma sát trượt .....	3
6.  Lực hướng tâm.....	3
7.  Chuyển động của vật ném ngang .....	3
Chương III.  TĨNH HỌC VẬT RẮN.....	4
1.  Cân bằng của một vật chịu tác dụng của hai lực và ba lực không song song .....	4
2.  Cân bằng của một vật có trục quay cố định. Momen lực .....	4
3.  Quy tắc hợp lực song song cùng chiều .....	4
4.  Các dạng cân bằng của một vật có mặt chân đế.....	4
5.  Chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay của vật rắn.....	5
6.  Ngẫu lực.....	5
Chương IV.  CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN.....	5
1.  Động lượng. Định luật bảo toàn động lượng .....	5
2.  Công và công suất.....	5
3.  Động năng.....	5
4.  Thế năng.....	5
5.  Cơ năng.....	6
Chương V.  CƠ HỌC CHẤT LƯU .....	6
1.  Áp suất của chất lỏng (áp suất và áp lực).....	6
2.  Áp suất thủy tĩnh ở độ sâu h.....	6
3.  Nguyên lý Pa-xcan .....	6
4.  Máy nén thủy lực .....	6
5.  Sự chảy thành dòng của chất lỏng và chất khí định luật Béc-nu-li .....	6
a.  Hệ thức giữa tốc độ và tiết diện trong một ống dòng – Lưu lượng chất lỏng.....	6
b.  Định luật Béc-nu-li.....	7
c.  Đo áp suất tĩnh và áp suất động .....	7
d.  Đo vận tốc chất lỏng - ống Ven-tu-ri .....	7
e.  Đo vận tốc máy bay nhờ ống pi-tô.....	7
Chương VI.  CHẤT KHÍ.....	7

1.	Cấu tạo chất. Thuyết động học phân tử chất khí.....	7
2.	Quá trình đẳng nhiệt. Định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ôt.....	8
3.	Quá trình đẳng tích. Định luật Sác-lơ.....	8
4.	Phương trình trạng thái của khí lí tưởng.....	8
Chương VII. CHẤT RẮN VÀ CHẤT LỎNG. SỰ CHUYỂN THỂ.....		8
1.	Chất rắn kết tinh. Chất rắn vô định hình.....	8
2.	Sự nở vì nhiệt của vật rắn.....	8
3.	Các hiện tượng bề mặt của chất lỏng.....	8
4.	Sự chuyển thể của các chất.....	9
5.	Độ ẩm của không khí.....	9
Chương VIII. CÁC NGUYÊN LÝ NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC.....		9
1.	Nội năng và sự biến thiên nội năng.....	9
2.	Các nguyên lí của nhiệt động lực học.....	9
<b>B.</b>	<b>LỚP 11.....</b>	<b>11</b>
Chương I. ĐIỆN TÍCH ĐIỆN TRƯỜNG.....		11
1.	Hai loại điện tích.....	11
2.	Sự nhiễm điện của các vật.....	11
3.	Định luật Culông.....	11
4.	Thuyết electron.....	11
5.	Định luật bảo toàn điện tích.....	11
6.	Điện trường.....	12
7.	Công của lực điện – Điện thế – Hiệu điện thế.....	12
8.	Tụ điện.....	12
Chương II. DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI.....		13
1.	Dòng điện.....	13
2.	Nguồn điện.....	13
3.	Điện năng. Công suất điện.....	14
4.	Định luật Ôm đối với toàn mạch.....	14
Chương III. DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG.....		15
1.	Dòng điện trong kim loại.....	15
2.	Dòng điện trong chất điện phân.....	15
3.	Dòng điện trong chất khí.....	15
4.	Dòng điện trong chất bán dẫn.....	16
Chương IV. TỪ TRƯỜNG.....		16
1.	Từ trường.....	16
2.	Cảm ứng từ.....	16
3.	Lực từ.....	17
Chương V. CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ.....		17
1.	Từ thông. Cảm ứng điện từ.....	17
2.	Suất điện động cảm ứng.....	18
3.	Tự cảm.....	18
Chương VI. KHÚC XẠ ÁNH SÁNG. LĂNG KÍNH, THẤU KÍNH. MẮT VÀ DỤNG CỤ QUANG.....		18

1.	Khúc xạ ánh sáng .....	18
2.	Hiện tượng phản xạ toàn phần .....	18
3.	Lăng kính .....	19
4.	Thấu kính .....	19
5.	Mắt .....	19
6.	Kính lúp.....	20
7.	Kính hiển vi.....	20
8.	Kính thiên văn.....	20
<b>C.</b>	<b>LỚP 12 .....</b>	<b>22</b>
	Chương I. DAO ĐỘNG CƠ .....	22
1.	Dao động điều hòa .....	22
a.	Các đại lượng đặc trưng của dao động điều hoà: .....	22
b.	Mối liên hệ giữa li độ , vận tốc và gia tốc của vật dao động điều hoà: .....	22
c.	Hệ thức độc lập đối với thời gian : .....	23
2.	con lắc lò xo: .....	23
a.	Mô tả: .....	23
b.	Phương trình dao động:.....	23
c.	Chu kì, tần số của con lắc lò xo. ....	23
d.	Năng lượng của con lắc lò xo: .....	23
3.	con lắc đơn: .....	23
a.	Mô tả: .....	23
b.	Khi con lắc đơn chịu thêm tác dụng của lực phụ khác không đổi ngoài trọng lực .....	25
4.	Dao động tắt dần -dao động cưỡng bức: .....	25
a.	Dao động tắt dần .....	25
b.	Dao động duy trì: .....	26
c.	Dao động cưỡng bức .....	26
d.	Cộng hưởng.....	26
e.	Các đại lượng trong dao động tắt dần : .....	26
5.	Tổng hợp các dao động hòa .....	26
	Chương II. SÓNG CƠ .....	27
1.	Đại cương sóng cơ .....	27
2.	Những đại lượng đặc trưng của sóng cơ: .....	27
3.	Độ lệch pha. Phương trình sóng:.....	27
4.	Hiện tượng giao thoa của hai sóng trên mặt nước:.....	28
5.	Sóng dừng: .....	28
6.	Sóng âm.....	29
	Chương III. ĐIỆN XOAY CHIỀU .....	31
1.	Đại cương về dòng điện xoay chiều:.....	31
2.	Các loại đoạn mạch xoay chiều:.....	32
a.	Đoạn mạch chỉ có điện trở thuần R:.....	32
b.	Đoạn mạch chỉ có tụ điện:.....	32
c.	Đoạn mạch chỉ có cuộn dây thuần cảm:.....	33

3.	Mạch điện xoay chiều không phân nhánh:.....	33
4.	Hệ số công suất và công suất của dòng điện xoay chiều: .....	34
5.	Truyền tải điện năng .....	35
a.	Công suất hao phí trong quá trình truyền tải điện năng .....	35
6.	Máy biến áp:.....	35
7.	Máy phát điện: .....	36
a.	Máy phát điện xoay chiều một pha .....	36
b.	Máy phát điện xoay chiều ba pha.....	36
8.	Động cơ không đồng bộ ba pha .....	37
Chương IV. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ .....		37
1.	Mạch dao động điện từ LC.....	37
2.	Sự biến thiên điện áp, điện tích và dòng điện trong mạch LC .....	37
3.	Tần số góc riêng, chu kì riêng, tần số riêng của mạch dao động: .....	38
4.	SÓNG ĐIỆN TỪ.....	38
a.	Liên hệ giữa điện trường biến thiên và từ trường biến thiên.....	38
b.	Điện từ trường:.....	39
c.	Sóng điện từ - Thông tin liên lạc bằng vô tuyến .....	39
d.	Bước sóng điện từ thu và phát: .....	40
Chương V. SÓNG ÁNH SÁNG .....		40
1.	Tán sắc ánh sáng: .....	40
a.	Thuyết song ánh sáng:.....	40
b.	Tán sắc ánh sáng: .....	40
2.	Giao thoa ánh sáng:.....	41
a.	Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng:.....	41
b.	Hiện tượng giao thoa ánh sáng:.....	41
3.	Máy quang phổ.....	42
a.	Máy quang phổ- các loại quang phổ: .....	42
4.	Tia hồng ngoại và tia tử ngoại.....	43
a.	Tia hồng ngoại. ....	43
b.	Tia tử ngoại .....	44
5.	Tia x (tia Ron-Ghen ) .....	44
6.	Thang sóng điện từ.....	44
Chương VI. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG .....		45
1.	Hiện tượng quang điện (ngoài) .....	45
a.	Khái niệm:.....	45
b.	Định luật về giới hạn quang điện: .....	45
c.	Thuyết lượng tử:.....	45
d.	Giải thích định luật về giới hạn quang điện: .....	46
2.	Hiện tượng quang điện trong .....	46
3.	Quang điện trở: .....	46
4.	Pin quang điện:.....	47
5.	Hiện tượng quang – phát quang .....	47

6.	Mẫu nguyên tử bo – sự phát quang của nguyên tử Hidro .....	47
7.	Sơ lược về laze .....	48
Chương VII. VẬT LÝ HẠT NHÂN.....		50
1.	Cấu tạo của hạt nhân nguyên tử. ....	50
a.	Đồng vị: .....	50
b.	Đơn vị khối lượng nguyên tử: .....	50
c.	Lực hạt nhân.....	51
2.	Năng lượng liên kết của hạt nhân : .....	51
a.	Độ hụt khối của hạt nhân .....	51
b.	Năng lượng liên kết hạt nhân .....	51
3.	Phản ứng hạt nhân:.....	52
a.	Định nghĩa.....	52
b.	Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân:.....	52
c.	Năng lượng của phản ứng hạt nhân.....	52
4.	Phóng xạ.....	52
a.	Khái niệm:.....	52
b.	Định luật phóng xạ:.....	53
5.	Phản ứng phân hạch .....	54

## A. LỚP 10

### Chương I. ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

#### 1. Chuyển động cơ

- + Chuyển động của một vật là sự thay đổi vị trí của vật đó so với vật làm mốc theo thời gian.
- + Hệ qui chiếu bao gồm vật làm mốc, hệ tọa độ, gốc thời gian và đồng hồ.

#### 2. Chuyển động thẳng đều

- + Tốc độ trung bình của một chuyển động cho biết mức độ nhanh, chậm của chuyển động:  $v_{tb} = \frac{S}{t}$ ; đơn vị của

tốc độ trung bình là m/s.

- + Chuyển động thẳng đều có quỹ đạo là đường thẳng và có tốc độ trung bình như nhau trên mọi quãng đường.

- + Đường đi của chuyển động thẳng đều:  $s = vt$

- + Phương trình chuyển động:  $x = x_0 + v(t - t_0)$

- ( $v > 0$  khi chọn chiều dương cùng chiều chuyển động;  $v < 0$  khi chọn chiều dương ngược chiều chuyển động)

#### 3. Chuyển động thẳng biến đổi đều

+ Véc tơ vận tốc tức thời của một vật chuyển động biến đổi tại một điểm là một véc tơ có gốc tại vật chuyển động, có hướng của chuyển động và có độ lớn bằng thương số giữa đoạn đường rất nhỏ  $\Delta s$  từ điểm (hoặc thời điểm) đã cho và thời gian  $\Delta t$  rất ngắn để vật đi hết đoạn đường đó.

+ Chuyển động thẳng biến đổi đều là chuyển động thẳng có độ lớn của vận tốc tức thời hoặc tăng đều, hoặc giảm đều theo thời gian.

- + Gia tốc  $\vec{a}$  của chuyển động là đại lượng xác định bằng thương số giữa độ biến thiên vận tốc  $\vec{\Delta v}$  và khoảng thời gian vận tốc biến thiên  $\Delta t$ :  $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t - t_0} = \frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}$ ; đơn vị của gia tốc là m/s<sup>2</sup>.

Trong chuyển động thẳng biến đổi đều véc tơ gia tốc  $\vec{a}$  không thay đổi theo thời gian.

- + Vận tốc trong chuyển động thẳng biến đổi đều:  $v = v_0 + at$ .

- + Đường đi trong chuyển động thẳng biến đổi đều:  $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ .

- + Phương trình chuyển động:  $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}a^2$ .

- + Liên hệ giữa vận tốc, gia tốc và đường đi:  $v^2 - v_0^2 = 2as$ .

Chuyển động thẳng nhanh dần đều:  $a$  cùng dấu với  $v_0$  (véc tơ gia tốc cùng phương cùng chiều với véc tơ vận tốc).

Chuyển động thẳng chậm dần đều:  $a$  ngược dấu với  $v_0$  (véc tơ gia tốc cùng phương ngược chiều với véc tơ vận tốc).

#### 4. Sự rơi tự do

- + Sự rơi tự do là sự rơi chỉ dưới tác dụng của trọng lực.

- + Chuyển động rơi tự do là chuyển động thẳng nhanh dần đều theo phương thẳng đứng, chiều từ trên xuống dưới.

- + Tại một nơi nhất định trên Trái Đất và ở gần mặt đất, mọi vật đều rơi tự do với cùng gia tốc  $g$ .

- + Gia tốc rơi tự do  $g$  phụ thuộc vào vĩ độ địa lý trên Trái Đất. Người ta thường lấy  $g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$  hoặc  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ .

- + Các công thức của sự rơi tự do:  $v = gt$ ;  $s = \frac{1}{2}gt^2$

#### 5. Chuyển động tròn đều

- + Chuyển động tròn đều là chuyển động có quỹ đạo tròn và có tốc độ trung bình trên mọi cung tròn là như nhau.

+ Chuyển động tròn đều là chuyển động có quỹ đạo tròn và có tốc độ trung bình trên mọi cung tròn là như nhau.

+ Véc tơ vận tốc của vật chuyển động tròn đều có phương tiếp tuyến với đường tròn quỹ đạo và có độ lớn (tốc độ dài):  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ .

+ Tốc độ góc của chuyển động tròn là đại lượng đo bằng góc mà bán kính nối vật với tâm quỹ đạo quét được trong một đơn vị thời gian:  $\omega = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t}$ ; đơn vị tốc độ góc là rad/s.

Tốc độ góc của chuyển động tròn đều là đại lượng không đổi.

+ Liên hệ giữa tốc độ dài và tốc độ góc:  $v = r\omega$ .

+ Chu kỳ T của chuyển động tròn đều là thời gian để vật đi được một vòng.  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ; đơn vị của chu kỳ là giây (s).

+ Tần số f của chuyển động tròn đều là số vòng mà vật đi được trong 1 giây.  $f = \frac{1}{T}$ ; đơn vị của tần số là vòng/s hoặc héc (Hz).

+ Gia tốc trong chuyển động tròn đều luôn hướng vào tâm quỹ đạo nên gọi là gia tốc hướng tâm; gia tốc hướng tâm có độ lớn:  $a_{ht} = \frac{v^2}{r}$ .

### 6. Tính tương đối của chuyển động - Công thức cộng vận tốc

+ Quỹ đạo và vận tốc của cùng một vật chuyển động đối với các hệ quy chiếu khác nhau thì khác nhau. Quỹ đạo và vận tốc có tính tương đối.

+ Véc tơ vận tốc tuyệt đối bằng tổng véc tơ của vận tốc tương đối và vận tốc kéo theo:  $\vec{v}_{1,3} = \vec{v}_{1,2} + \vec{v}_{2,3}$ .

+ Khi  $\vec{v}_{1,2}$  và  $\vec{v}_{2,3}$  cùng phương, cùng chiều thì  $v_{1,3} = v_{1,2} + v_{2,3}$

+ Khi  $\vec{v}_{1,2}$  và  $\vec{v}_{2,3}$  cùng phương, ngược chiều thì  $v_{1,3} = |v_{1,2} - v_{2,3}|$

+ Khi  $\vec{v}_{1,2}$  và  $\vec{v}_{2,3}$  vuông góc với nhau thì  $v_{1,3} = \sqrt{v_{1,2}^2 + v_{2,3}^2}$ .

## Chương II. ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

### 1. Tổng hợp và phân tích lực. Điều kiện cân bằng của chất điểm

+ Lực là đại lượng véc tơ đặc trưng cho tác dụng của vật này vào vật khác mà kết quả là gây ra gia tốc cho vật hoặc làm cho vật biến dạng.

+ Tổng hợp lực là thay thế các lực tác dụng đồng thời vào cùng một vật bằng một lực có tác dụng giống hệt như các lực ấy. Lực thay thế này gọi là hợp lực.

+ Quy tắc hình bình hành: Nếu hai lực đồng quy làm thành hai cạnh của một hình bình hành, thì đường chéo kẻ từ điểm đồng quy biểu diễn hợp lực của chúng.

+ Điều kiện cân bằng của một chất điểm là hợp lực của các lực tác dụng lên nó phải bằng không:  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \vec{0}$ .

+ Phân tích lực là phép thay thế một lực bằng hai hay nhiều lực có tác dụng giống hệt như lực đó. Các lực thay thế này gọi là các lực thành phần.

+ Chỉ khi biết một lực có tác dụng cụ thể theo hai phương nào thì mới phân tích lực theo hai phương ấy.

### 2. Ba định luật Niu-ton

+ Định luật I Niu-ton: Nếu không chịu tác dụng của lực nào hoặc chịu tác dụng của các lực có hợp lực bằng không, thì vật đang đứng yên sẽ tiếp tục đứng yên, đang chuyển động sẽ tiếp tục chuyển động thẳng đều.

+ Quán tính là tính chất của mọi vật có xu hướng bảo toàn vận tốc cả về hướng và độ lớn.

+ Chuyển động thẳng đều được gọi là chuyển động theo quán tính.

+ Định luật II Niu-ton: Gia tốc của một vật cùng hướng với lực tác dụng lên vật. Độ lớn của gia tốc tỉ lệ thuận với độ lớn của lực và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \text{ hay } \vec{F} = m\vec{a}$$

(Trong trường hợp vật chịu nhiều lực tác dụng thì  $\vec{F}$  là hợp lực của các lực đó).

+ Trọng lực là lực của Trái Đất tác dụng vào các vật và gây ra cho chúng gia tốc rơi tự do:  $\vec{P} = m\vec{g}$ .

Độ lớn của trọng lực tác dụng lên một vật gọi là trọng lượng của vật:  $P = mg$ .

+ Định luật III Niu-ton: Trong mọi trường hợp, khi vật A tác dụng lên vật B một lực, thì vật B cũng tác dụng lại vật A một lực. Hai lực này có cùng giá, cùng độ lớn, nhưng ngược chiều:  $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$ .

+ Trong tương tác giữa hai vật, một lực gọi là lực tác dụng còn lực kia gọi là phản lực.

Cặp lực và phản lực có những đặc điểm sau đây:

- Lực và phản lực luôn luôn xuất hiện (hoặc mất đi) đồng thời.

- Lực và phản lực là hai lực trực đối.

- Lực và phản lực không cân bằng nhau vì chúng đặt vào hai vật khác nhau.

### 3. Lực hấp dẫn. Định luật vạn vật hấp dẫn

+ Định luật vạn vật hấp dẫn: Lực hấp dẫn giữa hai chất điểm bất kỳ tỉ lệ thuận với tích hai khối lượng của chúng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.

$$F_{hd} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}; \text{ với } G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2.$$

+ Trọng lực tác dụng lên vật là lực hấp dẫn giữa Trái Đất và vật đó.

+ Trọng lượng, gia tốc rơi tự do:

$$\text{Ở sát mặt đất: } P = mg = \frac{GMm}{R^2}; g = \frac{GM}{R^2}.$$

$$\text{Ở độ cao } h: P_h = mg_h = \frac{GMm}{(R+h)^2}; g_h = \frac{GM}{(R+h)^2}.$$

Khối lượng và bán kính Trái Đất:  $M = 6 \cdot 10^{24}$  kg và  $R = 6400$  km.

### 4. Lực đàn hồi của lò xo. Định luật Húc

+ Lực đàn hồi của lò xo xuất hiện ở cả hai đầu của lò xo và tác dụng vào vật tiếp xúc (hay gắn) với nó làm nó biến dạng. Khi bị dãn, lực đàn hồi của lò xo hướng vào trong, còn khi bị nén lực đàn hồi của lò xo hướng ra ngoài.

+ Định luật Húc: Trong giới hạn đàn hồi, độ lớn của lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ thuận với độ biến dạng của lò xo:

$$F_{dh} = -k|\Delta l|.$$

+ Đối với dây cao su, dây thép, ..., khi bị kéo lực đàn hồi được gọi là lực căng.

+ Đối với các mặt tiếp xúc bị biến dạng khi ép vào nhau, lực đàn hồi có phương vuông góc với mặt tiếp xúc.

### 5. Lực ma sát trượt

+ Xuất hiện ở mặt tiếp xúc của vật đang trượt trên một bề mặt;

+ Có hướng ngược với hướng của vận tốc;

+ Có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của áp lực:  $F_{ms} = \mu N$ .

Hệ số ma sát trượt  $\mu$  phụ thuộc vào vật liệu và tình trạng của hai mặt tiếp xúc.

### 6. Lực hướng tâm

Lực (hay hợp lực của các lực) tác dụng vào một vật chuyển động tròn đều và gây ra gia tốc hướng tâm gọi là lực hướng tâm.

$$F_{ht} = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r.$$

### 7. Chuyển động của vật ném ngang

+ Chuyển động của vật ném ngang có thể phân tích thành hai chuyển động thành phần theo hai trục tọa độ (gốc O tại vị trí ném, trục Ox hướng theo vận tốc đầu  $\vec{v}_0$ , trục Oy hướng theo véc tơ trọng lực  $\vec{P}$ ):

Chuyển động theo trục Ox có:  $a_x = 0$ ;  $v_x = v_0$ ;  $x = v_0 t$ .



Chuyển động theo trục Oy có:  $a_y = g$ ;  $v_y = gt$ ;  $y = \frac{1}{2}gt^2$ .

+ Quỹ đạo chuyển động ném ngang có dạng parabol.

+ Thời gian chuyển động bằng thời gian rơi của vật được thả cùng độ cao:  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ .

+ Tầm ném xa:  $L = v_0t = v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$ .

### Chương III. TÍNH HỌC VẬT RẮN

#### 1. Cân bằng của một vật chịu tác dụng của hai lực và ba lực không song song

+ Điều kiện cân bằng của một vật rắn chịu tác dụng của hai lực là hai lực đó phải cùng giá, cùng độ lớn và ngược chiều:  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ .

+ Dựa vào điều kiện cân bằng của một vật rắn chịu tác dụng của hai lực ta có thể xác định được trọng tâm của các vật mỏng, phẳng.

Trong tâm của các vật phẳng, mỏng và có dạng hình học đối xứng nằm ở tâm đối xứng của vật.

+ Điều kiện cân bằng của vật rắn chịu tác dụng của ba lực không song song:

Ba lực đó phải đồng phẳng, đồng quy.

Hợp lực của hai lực phải cân bằng với lực thứ ba:  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -\vec{F}_3$ .

+ Quy tắc tổng hợp hai lực có giá đồng quy:

Muốn tổng hợp hai lực có giá đồng quy, trước hết ta phải trượt hai véc tơ lực đó trên giá của chúng đến điểm đồng quy, rồi áp dụng quy tắc hình bình hành để tìm hợp lực.

#### 2. Cân bằng của một vật có trục quay cố định. Momen lực

+ Mô men lực đối với một trục quay là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực và được đo bằng tích của lực với cánh tay đòn của nó:  $M = F.d$ ; đơn vị của momen lực là niuton mét (M.m).

+ Quy tắc momen lực: Muốn cho một vật có trục quay cố định ở trạng thái cân bằng, thì tổng các momen lực có xu hướng làm vật quay theo chiều kim đồng hồ phải bằng tổng các momen lực có xu hướng làm vật quay ngược chiều kim đồng hồ.

#### 3. Quy tắc hợp lực song song cùng chiều

- Hợp lực của hai lực song song cùng chiều là một lực song song, cùng chiều và có độ lớn bằng tổng các độ lớn của hai lực ấy;

- Giá của hợp lực chia trong khoảng cách giữa hai giá của hai lực song song thành những đoạn tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực ấy.

$$F = F_1 + F_2; \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (\text{chia trong}).$$

#### 4. Các dạng cân bằng của một vật có mặt chân đế

+ có ba dạng cân bằng là cân bằng bền, cân bằng không bền và cân bằng phiếm định.

+ Khi kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một chút mà trọng lực của vật có xu hướng:

- kéo nó về vị trí cân bằng, thì đó là vị trí cân bằng bền;

- kéo nó ra xa vị trí cân bằng, thì đó là vị trí cân bằng không bền;

- giữ nó đứng yên ở vị trí mới, thì đó là vị trí cân bằng phiếm định.

Ở dạng cân bằng không bền, trọng tâm ở vị trí cao nhất so với các vị trí lân cận. Ở dạng cân bằng bền, trọng tâm ở vị trí thấp nhất so với các vị trí lân cận. Ở dạng cân bằng phiếm định, vị trí trọng tâm không thay đổi hoặc ở một độ cao không đổi.

+ Điều kiện cân bằng của một vật có mặt chân đế là giá của trọng lực phải xuyên qua mặt chân đế (hay trọng tâm “rơi” trên mặt chân đế).

+ Muốn tăng mức vững vàng của vật có mặt chân đế thì hạ thấp trọng tâm và tăng diện tích mặt chân đế của vật.

### 5. Chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay của vật rắn

+ Chuyển động tịnh tiến của vật rắn là chuyển động trong đó đường thẳng nối hai điểm bất kì của vật luôn luôn song song với chính nó.

+ Gia tốc chuyển động tịnh tiến của vật rắn được xác định bằng định luật II Niu-tơn:  $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$ .

+ Momen lực tác dụng vào một vật quay quanh một trục cố định làm thay đổi tốc độ góc của vật.

+ Mọi vật quay quanh một trục đều có mức quán tính. Mức quán tính của vật càng lớn thì vật càng khó thay đổi tốc độ góc và ngược lại.

### 6. Ngẫu lực

+ Hệ hai lực song song ngược chiều có độ lớn bằng nhau và cùng tác dụng vào một vật gọi là ngẫu lực.

+ Momen của ngẫu lực:  $M = Fd$  ( $d$  là khoảng cách giữa hai giá của hai lực trong ngẫu lực).

+ Momen của ngẫu lực không phụ thuộc vào vị trí của trục quay vuông góc với mặt phẳng chứa ngẫu lực

## Chương IV. CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

### 1. Động lượng. Định luật bảo toàn động lượng

+ Động lượng là đại lượng véc tơ bằng tích của khối lượng và vận tốc của vật:  $\vec{p} = m\vec{v}$ .

+ Một hệ nhiều vật được gọi là cô lập khi không có ngoại lực tác dụng lên hệ hoặc nếu có thì các ngoại lực ấy cân bằng nhau.

+ Động lượng của một hệ cô lập là một đại lượng bảo toàn.

Khi hình chiếu lên một phương nào đó của tổng các ngoại lực tác dụng lên hệ bằng 0 thì hình chiếu theo phương ấy của tổng động lượng của hệ bảo toàn (bảo toàn động lượng theo phương đó).

+ Tích  $\vec{F}\Delta t$  được gọi là xung lượng của lực tác dụng trong khoảng thời gian  $\Delta t$  và bằng độ biến thiên động lượng của vật trong thời gian đó:  $\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$ .

+ Chuyển động bằng phản lực là chuyển động của một vật mà một phần của nó được phóng đi theo một hướng khiến cho phần còn lại chuyển động theo hướng ngược lại.

### 2. Công và công suất

+ Nếu lực không đổi  $\vec{F}$  có điểm đặt chuyển dời một đoạn  $s$  theo hướng hợp với hướng của lực một góc  $\alpha$  thì công của lực  $\vec{F}$  được tính theo công thức:  $A = Fscos\alpha$ .

Đơn vị công là jun (J).

+ Công suất đo bằng công sinh ra trong một đơn vị thời gian.

$$P = \frac{A}{t}$$

Đơn vị công suất là oát (W):  $1W = \frac{1J}{1s}$ .

### 3. Động năng

+ Động năng là dạng năng lượng của một vật có được do nó đang chuyển động và được xác định theo công thức:

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

+ Động năng của một vật biến thiên khi các lực tác dụng lên vật sinh công.

+ Tổng công của các lực tác dụng lên một vật bằng độ biến thiên động năng của vật đó:  $A_{12} = \Delta W_d = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ .

### 4. Thế năng

+ Thế năng trọng trường (thế năng hấp dẫn) của một vật là dạng năng lượng tương tác giữa Trái Đất và vật; nó phụ thuộc vào vị trí của vật trong trọng trường.

+ Nếu chọn gốc thế năng tại mặt đất thì công thức thế năng trọng trường của một vật có khối lượng  $m$  đặt tại độ cao  $z$  là:  $W_t = mgz$ .

+ Thế năng đàn hồi là dạng năng lượng của một vật chịu tác dụng của lực đàn hồi.

Công thức tính thế năng đàn hồi của một lò xo ở trạng thái có biến dạng  $\Delta l$  là:  $W_t = \frac{1}{2} k(\Delta l)^2$ .

### 5. Cơ năng

+ Cơ năng của vật chuyển động dưới tác dụng của trọng lực bằng tổng động năng và thế năng trọng trường của vật.

+ Cơ năng của vật chuyển động dưới tác dụng của lực đàn hồi bằng tổng động năng và thế năng đàn hồi của vật.

+ Khi vật chuyển động chỉ dưới tác dụng của trọng lực hoặc chỉ dưới tác dụng của lực đàn hồi thì trong quá trình chuyển động, cơ năng của vật là một đại lượng bảo toàn.

$$W_1 = W_2 \text{ hay } W_{d1} + W_{t1} = W_{d2} + W_{t2} = \dots$$

## Chương V. CƠ HỌC CHẤT LỮU

### 1. Áp suất của chất lỏng (áp suất và áp lực):

$$p = \frac{F}{S}$$

$F$  là áp lực của chất lỏng nén lên diện tích  $S$ .

• Tại mỗi điểm của chất lỏng, áp suất theo mọi hướng là như nhau.

• Áp suất ở những điểm có độ sâu khác nhau thì khác nhau.

• Đơn vị của áp suất trong hệ SI là  $N/m^2$ , còn gọi là Pa-xcan (Pa):  $1Pa = 1N/m^2$ .

Ngoài ra còn dùng: atmôtphe (atm); torr (hay milimet thủy ngân)

$$1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ torr} = 1\text{mmHg} = 133,3 \text{ Pa}$$

### 2. Áp suất thủy tĩnh ở độ sâu $h$ : $p = p_a + \rho gh$ .

$p_a$  là áp suất khí quyển ở bề mặt thoáng của chất lỏng - đơn vị: Pa

$\rho$  là khối lượng riêng của chất lỏng - đơn vị:  $kg/m^3$ .

$h$  là độ sâu - đơn vị: m

### 3. Nguyên lý Pa-xcan: Độ tăng áp suất lên một chất lỏng chứa trong bình kín được truyền nguyên vẹn đến mọi điểm của chất lỏng và thành bình.

Từ nguyên lý Pa-xcan ta có thể suy ra công thức tổng quát để tính áp suất thủy tĩnh ở độ sâu  $h$  là:

$$p = p_{ng} + \rho gh$$

Trong đó  $p_{ng}$  bao gồm áp suất khí quyển và áp suất do các ngoại lực nén lên chất lỏng.

### 4. Máy nén thủy lực: Máy nén thủy lực hoạt động dựa vào nguyên lý Pa-xcan $\Delta p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$

$$\Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

### 5. Sự chảy thành dòng của chất lỏng và chất khí định luật Béc-nu-li

#### a. Hệ thức giữa tốc độ và tiết diện trong một ống dòng – Lưu lượng chất lỏng

- Trong một ống dòng, tốc độ của chất lỏng tỉ lệ nghịch với tiết diện:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1} \text{ hay } v_1 S_1 = v_2 S_2 = A. A \text{ gọi là lưu lượng chất lỏng}$$

- Khi chảy ổn định, lưu lượng chất lỏng trong một ống dòng là một hằng số.

**b. Định luật Bec-nu-li**

- Ống dòng nằm ngang : Trong một ống dòng nằm ngang tổng áp suất tĩnh và áp suất động tại một điểm bất kì là hằng số :  $p + \frac{1}{2}\rho v^2 = const.$

Trong đó : \*  $p$  là áp suất tĩnh.

\*  $\frac{1}{2}\rho v^2$  là áp suất động.

\*  $p + \frac{1}{2}\rho v^2$  là áp suất toàn phần.

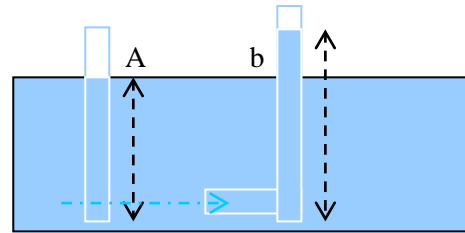
- Ống dòng không nằm ngang (Nâng cao) :  $p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g.z = const.$

Trong đó :  $z$  là tung độ của điểm đang xét.

**c. Đo áp suất tĩnh và áp suất động**

**Ống a** : đo áp suất tĩnh

**Ống b** : đo áp suất toàn phần

**d. Đo vận tốc chất lỏng - ống Ven-tu-ri**

$$v = \sqrt{\frac{2s^2 \Delta p}{\rho(S^2 - s^2)}}$$

Trong đó :  $S$  ;  $s$  là hai tiết diện ống Ven-tu-ri.

$\rho$  là khối lượng riêng của chất lỏng.

$\Delta p$  là hiệu áp suất tĩnh giữa hai tiết diện  $S$  và  $s$ .

**e. Đo vận tốc máy bay nhờ ống pi-tô**

$$v = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_{kk}}} = \sqrt{\frac{2\rho g \Delta h}{\rho_{kk}}}$$

Trong đó :  $\Delta h$  là độ chênh lệch mức chất lỏng trong hai nhánh, tương ứng với độ chênh lệch áp suất  $\Delta p$ .

$\rho$  là khối lượng riêng của chất lỏng trong 2 nhánh.

$\rho_{kk}$  là khối lượng riêng của không khí bên ngoài.

**Chương VI. CHẤT KHÍ****1. Cấu tạo chất. Thuyết động học phân tử chất khí**

+ Cấu tạo chất

- Các chất được cấu tạo từ các hạt riêng biệt là phân tử; các phân tử chuyển động không ngừng; các phân tử chuyển động càng nhanh thì nhiệt độ của vật càng cao.

- Ở thể khí, lực tương tác giữa các phân tử rất yếu nên các phân tử chuyển động hoàn toàn hỗn loạn. Chất khí không có hình dạng và thể tích riêng. Chất khí luôn chiếm toàn bộ thể tích bình chứa và có thể nén được dễ dàng.

- Ở thể rắn, lực tương tác giữa các phân tử rất mạnh nên giữ được các phân tử ở các vị trí cân bằng xác định, làm cho chúng chỉ có thể dao động xung quanh các vị trí này. Các vật rắn có thể tích và hình dạng riêng xác định.

- Ở thể lỏng, lực tương tác giữa các phân tử lớn hơn ở thể khí nhưng nhỏ hơn ở thể rắn, nên các phân tử dao động xung quanh vị trí cân bằng có thể di chuyển được. Chất lỏng có thể tích xác định nhưng không có hình dạng riêng mà có hình dạng của phần bình chứa nó.

+ Thuyết động học phân tử chất khí

- Chất khí được cấu tạo từ các phân tử có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách giữa chúng.

- Các phân tử khí chuyển động hỗn loạn không ngừng; chuyển động này càng nhanh thì nhiệt độ của chất khí càng cao.

- Khi chuyển động hỗn loạn các phân tử khí va chạm vào thành bình gây áp suất lên thành bình.

+ Chất khí trong đó các phân tử được coi là các chất điểm và chỉ tương tác khi va chạm gọi là khí lí tưởng.

### 2. Quá trình đẳng nhiệt. Định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ôt

+ Trạng thái của một lượng khí được xác định bằng các thông số trạng thái: áp suất  $p$ , thể tích  $V$  và nhiệt độ tuyệt đối  $T$ .

Nhiệt độ tuyệt đối là nhiệt độ theo nhiệt giai Ken-vin, có đơn vị là kenvin (K):  $T (K) = 273 + t (^{\circ}C)$ .

+ Quá trình đẳng nhiệt là quá trình biến đổi trạng thái khi nhiệt độ không đổi.

+ Định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ôt: Trong quá trình đẳng nhiệt của một lượng khí nhất định, áp suất tỉ lệ nghịch với thể tích.

$$p \sim \frac{1}{V} \Rightarrow pV = \text{hằng số}$$

+ Trong hệ trục tọa độ  $OpV$  đường đẳng nhiệt là đường hypebol.

### 3. Quá trình đẳng tích. Định luật Sác-lơ

+ Quá trình biến đổi trạng thái khi thể tích không đổi là quá trình đẳng tích.

+ Định luật Sác-lơ: Trong quá trình đẳng tích của một lượng khí nhất định, áp suất tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.

$$p \sim T \Rightarrow \frac{p}{T} = \text{hằng số}$$

+ Trong hệ trục tọa độ  $OpT$  đường đẳng tích là đường thẳng mà nếu kéo dài sẽ đi qua gốc tọa độ.

### 4. Phương trình trạng thái của khí lí tưởng

+ Phương trình trạng thái của khí lí tưởng:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \dots \Rightarrow \frac{pV}{T} = \text{hằng số}$$

+ Quá trình biến đổi trạng thái khi áp suất không đổi là quá trình đẳng áp.

+ Trong quá trình đẳng áp của một lượng khí nhất định, thể tích tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.

$$V \sim T \Rightarrow \frac{V}{T} = \text{hằng số.}$$

## Chương VII. CHẤT RẮN VÀ CHẤT LỎNG. SỰ CHUYỂN THỂ

### 1. Chất rắn kết tinh. Chất rắn vô định hình

+ Chất rắn kết tinh có cấu trúc tinh thể, do đó có dạng hình học và nhiệt độ nóng chảy xác định. Tinh thể là cấu trúc bởi các hạt (nguyên tử, phân tử, ion) liên kết chặt với nhau bằng những lực tương tác và sắp xếp theo một trật tự hình học không gian xác định gọi là mạng tinh thể, trong đó mỗi hạt luôn luôn dao động nhiệt quanh vị trí cân bằng của nó.

+ Chất rắn kết tinh có thể là chất đơn tinh thể hoặc chất đa tinh thể. Chất rắn kết tinh có tính dị hướng, còn chất rắn đa tinh thể có tính đẳng hướng.

+ Chất rắn vô định hình không có cấu trúc tinh thể, do đó không có dạng hình học xác định, không có nhiệt độ nóng chảy (hoặc đông đặc) xác định và có tính đẳng hướng.

### 2. Sự nở vì nhiệt của vật rắn.

+ Sự nở vì nhiệt của vật rắn là sự tăng kích thước của vật rắn khi nhiệt độ tăng do bị nung nóng.

+ Độ nở dài của vật rắn tỉ lệ thuận với độ tăng nhiệt độ  $\Delta t$  và độ dài ban đầu  $l_0$  của vật đó:  $\Delta l = l - l_0 = \alpha l_0 \Delta t$ .

+ Độ nở khối của vật rắn tỉ lệ thuận với độ tăng nhiệt độ  $\Delta t$  và thể tích ban đầu  $V_0$  của vật đó:  $\Delta V = V - V_0 = \beta V_0 \Delta t$ ; với  $\beta \approx 3\alpha$ .

### 3. Các hiện tượng bề mặt của chất lỏng

+ Lực căng bề mặt tác dụng lên một đoạn đường nhỏ bất kì trên bề mặt chất lỏng luôn có phương vuông góc với đoạn đường này và tiếp tuyến với bề mặt chất lỏng, có chiều làm giảm diện tích bề mặt chất lỏng và có độ lớn  $f$  tỉ lệ thuận với độ dài  $l$  của đoạn đường đó:  $f = \sigma l$ .

$\sigma$  là hệ số căng bề mặt (suất căng bề mặt), đơn vị N/m. Giá trị của  $\sigma$  phụ thuộc vào nhiệt độ và bản chất và nhiệt độ của chất lỏng:  $\sigma$  giảm khi nhiệt độ tăng.

+ Bề mặt chất lỏng ở sát thành bình chứa nó có dạng mặt khum lõm khi thành bình bị dính ướt và có dạng mặt khum lồi khi thành bình không bị dính ướt.

+ Hiện tượng mức chất lỏng trong các ống có đường kính nhỏ luôn dâng cao hơn, hoặc hạ thấp hơn so với bề mặt chất lỏng ở bên ngoài ống gọi là hiện tượng mao dẫn. Các ống nhỏ trong đó xảy ra hiện tượng mao dẫn gọi là ống mao dẫn.

#### 4. Sự chuyển thể của các chất

+ Quá trình chuyển từ thể rắn sang thể lỏng gọi là sự nóng chảy. Quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể rắn gọi là sự đông đặc.

+ Chất rắn kết tinh (ứng với một cấu trúc tinh thể) có nhiệt độ nóng chảy không đổi xác định ở mỗi áp suất cho trước. Các chất rắn vô định hình không có nhiệt độ nóng chảy xác định.

+ Nhiệt lượng  $Q$  cung cấp cho chất rắn trong quá trình nóng chảy gọi là nhiệt nóng chảy:  $Q = \lambda m$ ;  $\lambda$  là nhiệt nóng chảy riêng; đơn vị J/kg.

+ Quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí (hơi) ở trên bề mặt chất lỏng gọi là sự bay hơi. Quá trình chuyển từ thể khí sang thể lỏng gọi là sự ngưng tụ. Sự bay hơi xảy ra ở nhiệt độ bất kỳ và luôn kèm theo sự ngưng tụ.

Khi tốc độ bay hơi lớn hơn tốc độ ngưng tụ, áp suất hơi tăng dần và hơi ở phía trên bề mặt chất lỏng là hơi khô. Hơi khô tuân theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ôt.

Khi tốc độ bay hơi bằng tốc độ ngưng tụ, hơi ở phía trên bề mặt chất lỏng là hơi bão hòa có áp suất đạt giá trị cực đại gọi là áp suất hơi bão hòa. Áp suất hơi bão hòa không phụ thuộc thể tích và không tuân theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ôt, nó chỉ phụ thuộc vào bản chất và nhiệt độ của chất lỏng.

+ Quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí (hơi) xảy ra ở cả bên trong và trên bề mặt chất lỏng gọi là sự sôi.

Mỗi chất lỏng sôi ở nhiệt độ xác định và không đổi.

Nhiệt độ sôi của chất lỏng phụ thuộc vào áp suất khí ở trên bề mặt của chất lỏng. Áp suất khí càng lớn, nhiệt độ sôi của chất lỏng càng cao.

+ Nhiệt lượng  $Q$  cung cấp cho khối chất lỏng trong khi sôi gọi là nhiệt hóa hơi của khối chất lỏng ở nhiệt độ sôi:  $Q = Lm$ ;  $L$  là nhiệt hóa hơi có đơn vị đo là J/kg.

#### 5. Độ ẩm của không khí

+ Độ ẩm tuyệt đối  $a$  của không khí là đại lượng đo bằng khối lượng hơi nước (tính ra gam) chứa trong  $1 \text{ m}^3$  không khí.

+ Độ ẩm cực đại  $A$  là độ ẩm tuyệt đối của không khí chứa hơi nước bão hòa, giá trị của nó tăng theo nhiệt độ.

Đơn vị của độ ẩm tuyệt đối và độ ẩm cực đại là  $\text{g/m}^3$ .

+ Độ ẩm tỉ đối  $f$  của không khí là đại lượng đo bằng tỉ số phần trăm giữa độ ẩm tuyệt đối  $a$  và độ ẩm cực đại  $A$  của không khí ở cùng một nhiệt độ:  $f = \frac{a}{A} \cdot 100\%$ .

Độ ẩm tỉ đối  $f$  cũng có thể tính gần đúng bằng tỉ số phần trăm giữa áp suất riêng phần  $p$  của hơi nước và áp suất  $p_{bh}$  của hơi nước bão hòa trong không khí ở cùng một nhiệt độ:  $f \approx \frac{p}{p_{bh}} \cdot 100\%$ .

Không khí càng ẩm thì độ ẩm tỉ đối của nó càng cao.

+ Có thể đo độ ẩm của không khí bằng các loại ẩm kế.

## Chương VIII. CÁC NGUYÊN LÝ NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

### 1. Nội năng và sự biến thiên nội năng

+ Trong nhiệt động lực học, nội năng của một vật là tổng động năng và thế năng của các phần tử cấu tạo nên vật. Nội năng của một vật phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật:  $U = f(T, V)$ .

+ Có thể làm thay đổi nội năng bằng các quá trình thực hiện công, truyền nhiệt.

+ Số đo độ biến thiên nội năng trong quá trình truyền nhiệt là nhiệt lượng.

+ Nhiệt lượng mà một chất rắn hoặc chất lỏng thu vào hay tỏa ra khi thay đổi nhiệt độ được tính bằng công thức:  $Q = mc\Delta t$ .

### 2. Các nguyên lý của nhiệt động lực học

+ Nguyên lý I nhiệt động lực học: Độ biến thiên nội năng của hệ bằng tổng công và nhiệt lượng mà hệ nhận được.

$$\Delta U = A + Q$$

Quy ước về dấu:  $Q > 0$ : hệ nhận nhiệt lượng;  $Q < 0$ : hệ truyền nhiệt lượng;  $A > 0$ : hệ nhận công;  $A < 0$ : hệ thực hiện công.

+ Nguyên lí II nhiệt động lực học: Nhiệt không thể tự truyền từ một vật sang vật nóng hơn.

+ Động cơ nhiệt không thể chuyển hóa tất cả nhiệt lượng nhận được thành công cơ học.

+ Hiệu suất của động cơ nhiệt:  $H = \frac{|A|}{Q_1} = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1} < 1$ .



## B. LỚP 11

### Chương I. ĐIỆN TÍCH ĐIỆN TRƯỜNG

#### 1. Hai loại điện tích

- + Có hai loại điện tích: điện tích dương (+) và điện tích âm (-).
- + Các điện tích cùng dấu thì đẩy nhau, trái dấu thì hút nhau.
- + Đơn vị điện tích là culông (C).

#### 2. Sự nhiễm điện của các vật

+ Nhiễm điện do cọ xát: hai vật không nhiễm điện khi cọ xát với nhau thì có thể làm chúng nhiễm điện trái dấu nhau.

+ Nhiễm điện do tiếp xúc: cho thanh kim loại không nhiễm điện chạm vào quả cầu đã nhiễm điện thì thanh kim loại nhiễm điện cùng dấu với điện tích của quả cầu. Đưa thanh kim loại ra xa quả cầu thì thanh kim loại vẫn còn nhiễm điện.

+ Nhiễm điện do hưởng ứng: đưa thanh kim loại không nhiễm điện đến gần quả cầu nhiễm điện nhưng không chạm vào quả cầu, thì hai đầu thanh kim loại sẽ nhiễm điện. Đầu gần quả cầu hơn nhiễm điện trái dấu với điện tích của quả cầu, đầu xa hơn nhiễm điện cùng dấu với điện tích của quả cầu. Đưa thanh kim loại ra xa quả cầu thì thanh kim loại trở về trạng thái không nhiễm điện như lúc đầu.

#### 3. Định luật Culông

+ Độ lớn của lực tương tác giữa hai điện tích điểm đứng yên tỉ lệ thuận với tích các độ lớn của hai điện tích đó và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.

$$F = k \cdot \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon \cdot r^2}; k = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}; \epsilon \text{ là hằng số điện môi của môi trường; trong chân không (hay gần đúng là trong}$$

không khí) thì  $\epsilon = 1$ .

+ Véc tơ lực tương tác giữa hai điện tích điểm:

Có điểm đặt trên mỗi điện tích;

Có phương trùng với đường thẳng nối hai điện tích;

Có chiều: đẩy nhau nếu cùng dấu, hút nhau nếu trái dấu;

$$\text{Có độ lớn: } F = \frac{9 \cdot 10^9 |q_1 q_2|}{\epsilon \cdot r^2}.$$

+ Lực tương tác giữa nhiều điện tích điểm lên một điện tích điểm:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$

#### 4. Thuyết electron

+ Bình thường tổng đại số tất cả các điện tích trong nguyên tử bằng không, nguyên tử trung hoà về điện.

+ Nếu nguyên tử mất bớt electron thì trở thành ion dương; nếu nguyên tử nhận thêm electron thì trở thành ion âm.

+ Khối lượng electron rất nhỏ nên độ linh động của electron rất lớn. Vì vậy electron dễ dàng bứt khỏi nguyên tử, di chuyển trong vật hay di chuyển từ vật này sang vật khác làm các vật bị nhiễm điện.

+ Vật nhiễm điện âm là vật thừa electron; vật nhiễm điện dương là vật thiếu electron.

+ Vật dẫn điện là vật chứa nhiều điện tích tự do. Vật cách điện (điện môi) là vật chứa rất ít điện tích tự do.

*Giải thích hiện tượng nhiễm điện:*

- Do cọ xát hay tiếp xúc mà các electron di chuyển từ vật này sang vật kia.

- Do hưởng ứng mà các electron tự do sẽ di chuyển về một phía của vật (thực chất đây là sự phân bố lại các electron tự do trong vật) làm cho phía dư electron tích điện âm và phía ngược lại thiếu electron nên tích điện dương.

#### 5. Định luật bảo toàn điện tích

+ Một hệ cô lập về điện, nghĩa là hệ không trao đổi điện tích với các hệ khác thì, tổng đại số các điện tích trong hệ là một hằng số.

+ Khi cho hai vật tích điện  $q_1$  và  $q_2$  tiếp xúc với nhau rồi tách chúng ra thì điện tích của chúng sẽ bằng nhau và là  $q$

$$q_1 = q_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}.$$



## 6. Điện trường

- + Điện trường là môi trường vật chất tồn tại xung quanh các điện tích.
- + Tính chất cơ bản của điện trường là nó tác dụng lực điện lên điện tích đặt trong nó.
- + Điện trường tĩnh là điện trường do các điện tích đứng yên gây ra.
- + Véc tơ cường độ điện trường gây bởi một điện tích điểm:

Có điểm đặt tại điểm ta xét;

Có phương trùng với đường thẳng nối điện tích với điểm ta xét;

Có chiều: hướng ra xa điện tích nếu là điện tích dương, hướng về phía điện tích nếu là điện tích âm;

$$\text{Có độ lớn: } E = \frac{9 \cdot 10^9 |q|}{\epsilon \cdot r^2}.$$

- + Đơn vị cường độ điện trường là V/m.

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

+ Lực tác dụng của điện trường lên điện tích:  $\vec{F} = q\vec{E}$ .

+ Đường sức điện là đường được vẽ trong điện trường sao cho hướng của tiếp tuyến tại bất kì điểm nào trên đường sức cũng trùng với hướng của véc tơ cường độ điện trường tại điểm đó.

+ Tính chất của đường sức:

- Tại mỗi điểm trong điện trường ta có thể vẽ được một đường sức điện và chỉ một mà thôi. Các đường sức điện không cắt nhau.

- Các đường sức điện trường tĩnh là các đường không khép kín.

- Nơi nào cường độ điện trường lớn hơn thì các đường sức điện ở đó sẽ được vẽ mau hơn (dày hơn), nơi nào cường độ điện trường nhỏ hơn thì các đường sức điện ở đó sẽ được vẽ thưa hơn.

+ Một điện trường mà cường độ điện trường tại mọi điểm đều bằng nhau gọi là điện trường đều.

Điện trường đều có các đường sức điện song song và cách đều nhau.

## 7. Công của lực điện – Điện thế – Hiệu điện thế

+ Công của lực điện tác dụng lên một điện tích không phụ thuộc vào dạng đường đi của điện tích mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối của đường đi trong điện trường, do đó người ta nói điện trường tĩnh là một trường thế.

$$A_{MN} = q \cdot E \cdot MN \cdot \cos\alpha = qEd$$

+ Điện thế tại một điểm M trong điện trường là đại lượng đặc trưng riêng cho điện trường về phương diện tạo ra thế năng khi đặt tại đó một điện tích q. Nó được xác định bằng thương số giữa công của lực điện tác dụng lên q khi q di chuyển từ M ra vô cực và độ lớn của q.

$$V_M = \frac{A_{M\infty}}{q}$$

+ Hiệu điện thế giữa hai điểm M, N trong điện trường đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường trong sự di chuyển của một điện tích từ M đến N. Nó được xác định bằng thương số giữa công của lực điện tác dụng lên điện tích q trong sự di chuyển của q từ M đến N và độ lớn của q.

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

+ Đơn vị hiệu điện thế là vôn (V).

+ Hệ thức giữa cường độ điện trường và hiệu điện thế:  $E = \frac{U}{d}$ .

+ Chỉ có hiệu điện thế giữa hai điểm trong điện trường mới có giá trị xác định còn điện thế tại mỗi điểm trong điện trường thì phụ thuộc vào cách chọn mốc của điện thế.

## 8. Tụ điện

+ Tụ điện là một hệ hai vật dẫn đặt gần nhau và ngăn cách nhau bằng một lớp cách điện. Mỗi vật dẫn đó gọi là một bản của tụ điện.

+ Tụ điện dùng để chứa điện tích.

+ Tụ điện là dụng cụ được dùng phổ biến trong các mạch điện xoay chiều và các mạch vô tuyến. Nó có nhiệm vụ tích và phóng điện trong mạch điện.

+ Độ lớn điện tích trên mỗi bản của tụ điện khi đã tích điện gọi là điện tích của tụ điện.

+ Điện dung của tụ điện  $C = \frac{Q}{U}$  là đại lượng đặc trưng cho khả năng tích điện của tụ điện ở một hiệu điện thế nhất định.

+ Đơn vị điện dung là fara (F).

+ Điện dung của tụ điện phẳng  $C = \frac{\epsilon S}{9 \cdot 10^9 \cdot 4\pi d}$ .

Trong đó S là diện tích của mỗi bản (phần đối diện); d là khoảng cách giữa hai bản và  $\epsilon$  là hằng số điện môi của lớp điện môi chiếm đầy giữa hai bản.

+ Mỗi tụ điện có một hiệu điện thế giới hạn. Khi hiệu điện thế giữa hai bản tụ vượt quá hiệu điện thế giới hạn thì lớp điện môi giữa hai bản tụ bị đánh thủng, tụ điện bị hỏng.

+ Ghép các tụ điện

\* Ghép song song:

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n;$$

$$Q = q_1 + q_2 + \dots + q_n;$$

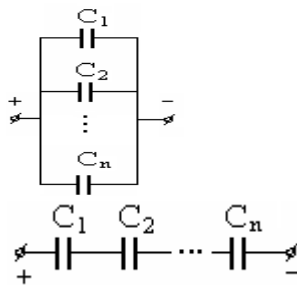
$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n.$$

\* Ghép nối tiếp:

$$Q = q_1 = q_2 = \dots = q_n;$$

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n;$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}.$$



+ Năng lượng tụ điện đã tích điện:  $W = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}CU^2$ .

## Chương II. DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

### 1. Dòng điện

+ Dòng điện là dòng các điện tích dịch chuyển có hướng.

+ Chiều qui ước của dòng điện là chiều dịch chuyển của các điện tích dương tức là ngược chiều dịch chuyển của các electron.

+ Các tác dụng của dòng điện: dòng điện có tác dụng nhiệt, tác dụng hoá học, tác dụng từ, tác dụng cơ và tác dụng sinh lí, trong đó tác dụng từ là tác dụng đặc trưng của dòng điện.

+ Cường độ dòng điện đặc trưng cho tác dụng mạnh yếu của dòng điện và được xác định bằng thương số giữa điện

lượng  $\Delta q$  dịch chuyển qua tiết diện thẳng của vật dẫn trong khoảng thời gian  $\Delta t$  và khoảng thời gian đó:  $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ .

Dòng điện có chiều và cường độ không thay đổi theo thời gian gọi là dòng điện không đổi. Với dòng điện không đổi ta có:  $I = \frac{q}{t}$ .

+ Điều kiện để có dòng điện trong một môi trường nào đó là trong môi trường đó phải có các điện tích tự do và phải có một điện trường để đẩy các điện tích tự do chuyển động có hướng. Trong vật dẫn điện có các điện tích tự do nên điều kiện để có dòng điện là phải có một hiệu điện thế đặt vào hai đầu vật dẫn điện.

### 2. Nguồn điện

+ Nguồn điện là thiết bị để tạo ra và duy trì hiệu điện thế nhằm duy trì dòng điện trong mạch.

+ Nguồn điện có hai cực: cực dương (+) và cực âm (-).

+ Các lực lạ (khác bản chất với lực điện) bên trong nguồn điện có tác dụng làm cho hai cực của nguồn điện được tích điện khác nhau và do đó duy trì hiệu điện thế giữa hai cực của nó.

+ Suất điện động của nguồn điện đặc trưng cho khả năng thực hiện công của nguồn điện và được đo bằng công của

lực lạ khi làm dịch chuyển một đơn vị điện tích dương ngược chiều điện trường bên trong nguồn điện:  $\mathcal{E} = \frac{A}{q}$ .

Để đo suất điện động của nguồn ta dùng vôn kế mắc vào hai cực của nguồn điện khi mạch ngoài để hở.

+ Điện trở r của nguồn điện được gọi là điện trở trong của nó.

### 3. Điện năng. Công suất điện

+ Lượng điện năng mà một đoạn mạch tiêu thụ khi có dòng điện chạy qua để chuyển hóa thành các dạng năng lượng khác được đo bằng công của lực điện thực hiện khi dịch chuyển có hướng các điện tích.

+ Công suất điện của một đoạn mạch là công suất tiêu thụ điện năng của đoạn mạch đó và có trị số bằng điện năng mà đoạn mạch tiêu thụ trong một đơn vị thời gian, hoặc bằng tích của hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện chạy qua đoạn mạch đó.

$$P = \frac{A}{t} = UI.$$

+ Nhiệt lượng tỏa ra trên một vật dẫn khi có dòng điện chạy qua tỉ lệ thuận với điện trở của vật dẫn, với bình phương cường độ dòng điện và với thời gian dòng điện chạy qua vật dẫn đó:  $Q = RI^2t$ .

+ Công suất tỏa nhiệt  $P$  ở vật dẫn khi có dòng điện chạy qua đặc trưng cho tốc độ tỏa nhiệt của vật dẫn đó và được xác định bằng nhiệt lượng tỏa ra ở vật dẫn trong một đơn vị thời gian:  $P = \frac{Q}{t} = RI^2$ .

+ Công của nguồn điện bằng điện năng tiêu thụ trong toàn mạch.

$$A_{ng} = EIt.$$

+ Công suất của nguồn điện bằng công suất tiêu thụ điện năng của toàn mạch:  $P_{ng} = EI$ .

+ Để đo công suất điện người ta dùng oát-kế. Để đo công của dòng điện, tức là điện năng tiêu thụ, người ta dùng máy đếm điện năng hay công tơ điện.

Điện năng tiêu thụ thường được tính ra kilôoat giờ (kWh).

$$1\text{kW.h} = 3\,600\,000\text{J}$$

### 4. Định luật Ôm đối với toàn mạch

+ Cường độ dòng điện chạy trong mạch kín tỉ lệ thuận với suất điện động của nguồn điện và tỉ lệ nghịch với điện trở toàn phần của mạch đó:  $I = \frac{E}{R_N + r}$

+ Tích của cường độ dòng điện chạy qua một đoạn mạch và điện trở của nó được gọi là độ giảm thế trên đoạn mạch đó. Suất điện động của nguồn điện có giá trị bằng tổng các độ giảm điện thế ở mạch ngoài và mạch trong:  $E = IR_N + Ir$

+ Hiện tượng đoản mạch xảy ra khi nối hai cực của một nguồn điện chỉ bằng dây dẫn có điện trở rất nhỏ. Khi đoản mạch, dòng điện qua mạch có cường độ lớn và có hại.

+ Định luật Ôm đối với toàn mạch hoàn toàn phù hợp với định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng.

+ Hiệu suất của nguồn điện:  $H = \frac{U_N}{E} = \frac{R}{R + r}$ .

#### ☑ MỘT SỐ CHÚ Ý KHI GIẢI BÀI TẬP

+ Điện trở của dây kim loại hình trụ đồng chất:  $R = \rho \frac{l}{S}$ .

+ Công và công suất nguồn điện:  $A = EIt$ ;  $P = EI$ .

+ Công suất của dụng cụ tiêu thụ điện chỉ tỏa nhiệt:

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}.$$

+ Định luật Ôm cho toàn mạch:  $I = \frac{E}{R_N + r}$ .

+ Hiệu điện thế mạch ngoài:  $U_N = IR = E - Ir$

+ Hiệu suất của mạch điện:  $H = \frac{U_N}{E} = \frac{R}{R + r}$ .

+ Định luật Ôm cho các loại đoạn mạch:  $\pm U_{AB} = I.R_{AB} \pm e_i$

Với qui ước: trước  $U_{AB}$  đặt dấu “+” nếu dòng điện chạy từ A đến B; dấu “-” nếu dòng điện chạy từ B đến A; trước  $e_i$  đặt dấu “+” nếu dòng điện chạy qua nó đi từ cực dương sang cực âm; trước  $e_i$  đặt dấu “-” nếu dòng điện qua nó đi từ cực âm sang cực dương.

+ Các nguồn ghép nối tiếp:  $e_b = e_1 + e_2 + \dots + e_n$ ;  $r_b = r_1 + r_2 + \dots + r_n$ .

+ Các nguồn giống nhau ghép nối tiếp:  $e_b = ne$ ;  $r_b = nr$ .

+ Các nguồn điện giống nhau ghép song song:  $e_b = e$ ;  $r_b = \frac{r}{m}$

+ Các nguồn giống nhau ghép hỗn hợp đối xứng:  $e_b = ne$ ;  $r_b = \frac{nr}{m}$

Với  $m$  là số nhánh,  $n$  là số nguồn trong mỗi nhánh.

+ Ghép xung đối:  $e_b = |e_1 - e_2|$ ;  $r_b = r_1 + r_2$ .

## Chương III. DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG

### 1. Dòng điện trong kim loại

+ Hạt tải điện trong kim loại là các electron tự do. Mật độ của các electron tự do trong kim loại rất cao nên kim loại dẫn điện rất tốt

+ Bản chất dòng điện trong kim loại là dòng dịch chuyển có hướng của các electron dưới tác dụng của điện trường.

+ Điện trở suất của kim loại tăng theo nhiệt độ gần đúng theo hàm bậc nhất:  $\rho = \rho_0(1 + \alpha(t - t_0))$ .

+ Chuyển động nhiệt của mạng tinh thể cản trở chuyển động của hạt tải điện làm cho điện trở kim loại phụ thuộc vào nhiệt độ. Đến gần  $0^0$  K, điện trở của kim loại rất nhỏ.

+ Vật liệu siêu dẫn có điện trở đột ngột giảm đến bằng 0 khi nhiệt độ bằng hoặc thấp hơn nhiệt độ tới hạn  $T \leq T_C$ .

+ Cặp nhiệt điện là hai dây kim loại khác bản chất, hai đầu hàn vào nhau. Khi nhiệt độ hai mối hàn  $T_1, T_2$  khác nhau, trong mạch có suất điện động nhiệt điện  $E = \alpha_T(T_1 - T_2)$ .

### 2. Dòng điện trong chất điện phân

+ Các dung dịch muối, axit, bazơ hay các muối nóng chảy được gọi là các chất điện phân.

+ Hạt tải điện trong chất điện phân là các ion dương, ion âm bị phân li từ các phân tử muối, axit, bazơ.

+ Chất điện phân không dẫn điện tốt bằng kim loại vì mật độ các ion trong chất điện phân nhỏ hơn mật độ các electron trong kim loại, khối lượng và kích thước của các ion lớn hơn khối lượng và kích thước của các electron nên tốc độ chuyển động có hướng của chúng nhỏ hơn.

+ Dòng điện trong chất điện phân là dòng ion dương và ion âm chuyển động có hướng theo hai chiều ngược nhau trong điện trường.

+ Hiện tượng dương cực tan xảy ra khi các anion đi tới anốt kéo các ion kim loại của điện cực vào trong dung dịch.

+ Khối lượng chất thoát ra ở cực của bình điện phân tính ra gam:

$$m = kq = \frac{1}{F} \frac{A}{n} It; \text{ với } F = 96500 \text{ C/mol.}$$

+ Dòng điện trong chất điện phân không chỉ tải điện lượng mà còn tải cả vật chất đi theo. Tới điện cực chỉ có electron có thể đi tiếp, còn lượng vật chất đọng lại ở điện cực, gây ra hiện tượng điện phân.

+ Hiện tượng điện phân được áp dụng trong các công nghệ luyện kim, hóa chất, mạ điện, ...

### 3. Dòng điện trong chất khí

+ Hạt tải điện trong chất khí là các ion dương, ion âm và các electron, có được do chất khí bị ion hoá.

+ Dòng điện trong chất khí là dòng chuyển dời có hướng của các ion dương theo chiều điện trường và các ion âm, các electron ngược chiều điện trường.

+ Quá trình dẫn điện không tự lực của chất khí xảy ra khi ta phải dùng tác nhân ion hóa từ bên ngoài để tạo ra hạt tải điện trong chất khí.

+ Có bốn cách chính để dòng điện có thể tạo ra hạt tải điện mới trong chất khí:

- Dòng điện chạy qua chất khí làm nhiệt độ khí tăng cao, khiến phân tử khí bị ion hóa.

- Điện trường trong chất khí rất lớn, khiến phân tử khí bị ion hóa ngay khi nhiệt độ thấp.

- Catốt bị dòng điện nung nóng đỏ, làm cho nó có khả năng phát ra electron. Hiện tượng này gọi là hiện tượng phát xạ nhiệt electron.

- Catốt không nóng đỏ nhưng bị các ion dương có năng lượng lớn đập vào làm bật ra các electron.

+ Quá trình phóng điện tự lực trong chất khí là quá trình phóng điện vẫn tiếp tục giữ được khi không còn tác nhân ion hóa tác động từ bên ngoài.

+ Tia lửa điện là quá trình phóng điện tự lực hình thành trong chất khí khi có điện trường đủ mạnh để làm ion hóa chất khí.

Tia lửa điện có thể hình thành trong không khí ở điều kiện thường, khi điện trường đạt đến ngưỡng vào khoảng  $3.10^6$  V/m.

Tia lửa điện được dùng phổ biến trong động cơ nổ để đốt hỗn hợp nổ trong xilanh.

+ Hồ quang điện là quá trình phóng điện tự lực hình thành khi dòng điện qua chất khí có thể giữ được nhiệt độ cao của catốt để nó phát được electron bằng hiện tượng phát xạ nhiệt electron.

Hồ quang điện có thể kèm theo tỏa nhiệt và tỏa sáng rất mạnh.

Hồ quang điện có nhiều ứng dụng như hàn điện, làm đèn chiếu sáng, đun chảy vật liệu, ...

#### 4. Dòng điện trong chất bán dẫn

+ Chất bán dẫn là một nhóm vật liệu mà tiêu biểu là gecmani và silic.

+ Điện trở suất của các chất bán dẫn có giá trị nằm trong khoảng trung gian giữa kim loại và điện môi.

+ Điện trở suất của chất bán dẫn phụ thuộc mạnh vào nhiệt độ và tạp chất.

+ Chất bán dẫn có hai loại hạt tải điện là electron và lỗ trống.

+ Dòng điện trong chất bán dẫn là dòng chuyển dời có hướng của các electron và lỗ trống dưới tác dụng của điện trường.

+ Bán dẫn chứa đônô (tạp chất cho) là bán dẫn loại n, có mật độ electron rất lớn so với lỗ trống. Bán dẫn chứa axepto (tạp chất nhận) là bán dẫn loại p, có mật độ lỗ trống rất lớn so với mật độ electron.

+ Lớp chuyển tiếp p-n là chỗ tiếp xúc giữa hai miền mang tính dẫn điện p và n trên một tinh thể bán dẫn. Dòng điện chỉ chạy qua được lớp chuyển tiếp p-n theo chiều từ p sang n, nên lớp chuyển tiếp p-n được dùng làm điôt bán dẫn để chỉnh lưu dòng điện xoay chiều.

## Chương IV. TỪ TRƯỜNG

### 1. Từ trường

+ Xung quanh mỗi nam châm hay mỗi dòng điện tồn tại một từ trường.

+ Từ trường là một dạng vật chất mà biểu hiện cụ thể là sự xuất hiện lực từ tác dụng lên một nam châm hay một dòng điện đặt trong khoảng không gian có từ trường.

+ Tại một điểm trong không gian có từ trường, hướng của từ trường là hướng Nam - Bắc của kim nam châm nhỏ nằm cân bằng tại điểm đó.

+ Đường sức từ là những đường vẽ ở trong không gian có từ trường, sao cho tiếp tuyến tại mỗi điểm có phương trùng với phương của từ trường tại điểm đó.

+ Các tính chất của đường sức từ:

- Tại mỗi điểm trong không gian có từ trường chỉ vẽ được một đường sức từ.

- Các đường sức từ là những đường cong khép kín hoặc vô hạn ở hai đầu.

- Chiều của các đường sức từ tuân theo những quy tắc xác định (quy tắc nắm tay phải, quy tắc vào Nam ra Bắc).

- Quy ước vẽ các đường sức từ sao cho chỗ nào từ trường mạnh thì các đường sức từ mau và chỗ nào từ trường yếu thì các đường sức từ thưa.

### 2. Cảm ứng từ

+ Tại mỗi điểm trong không gian có từ trường xác định một véc tơ cảm ứng từ:

- Có hướng trùng với hướng của từ trường;

- Có độ lớn bằng  $\frac{F}{Il}$ , với F là độ lớn của lực từ tác dụng lên phần tử dòng điện có độ dài l, cường độ I, đặt

vuông góc với hướng của từ trường tại điểm đó.

Đơn vị cảm ứng từ là tesla (T).

Từ trường đều là từ trường mà cảm ứng từ tại mọi điểm đều bằng nhau. Đường sức từ của từ trường đều là các đường thẳng song song, cách đều nhau.

+ Véc tơ cảm ứng từ  $\vec{B}$  do dòng điện thẳng rất dài gây ra:

Có điểm đặt tại điểm ta xét;

Có phương vuông góc với mặt phẳng chứa dây dẫn và điểm ta xét;

Có chiều xác định theo qui tắc nắm tay phải: để bàn tay phải sao cho ngón cái nằm dọc theo dây dẫn và chỉ theo chiều dòng điện, khi đó các ngón kia khum lại cho ta chiều của các đường sức từ;

Có độ lớn:  $B = 2.10^{-7} \frac{I}{r}$ .

+ Véc tơ cảm ứng từ  $\vec{B}$  do dòng điện chạy trong khung dây tròn gây ra tại tâm của vòng dây:



Có điểm đặt tại tâm vòng dây;

Có phương vuông góc với mặt phẳng chứa vòng dây;

Có chiều: xác định theo qui tắc nắm tay phải hoặc vào Nam ra Bắc.

Có độ lớn:  $B = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{NI}{r}$  (N là số vòng dây).

+ Véc tơ cảm ứng từ  $\vec{B}$  do dòng điện chạy trong ống dây dài ở trong lòng ống dây (vùng có từ trường đều):

Có điểm đặt tại điểm ta xét;

Có phương song song với trục của ống dây;

Có chiều xác định theo qui tắc nắm tay phải hoặc vào Nam ra Bắc;

Có độ lớn:  $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} I = 4\pi \cdot 10^{-7} nI$ .

+ Nguyên lý chồng chất từ trường:  $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n$ .

### 3. Lực từ

+ Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn có chiều dài  $l$  có dòng điện  $I$  chạy qua đặt trong từ trường:

Có điểm đặt tại trung điểm của đoạn dây;

Có phương vuông góc với đoạn dây và với đường sức từ;

Có chiều xác định theo qui tắc bàn tay trái: để bàn tay trái sao cho véc tơ cảm ứng từ  $\vec{B}$  hướng vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến ngón giữa là chiều dòng điện chạy trong đoạn dây, khi đó chiều ngón tay cái choãi ra chỉ chiều của lực từ  $\vec{F}$ ;

Có độ lớn:  $F = BI\sin\alpha$ .

+ Lực Lo-ren-xơ

Lực Lo-ren-xơ là lực do từ trường tác dụng lên hạt mang điện chuyển động.

Lực Lo-ren-xơ  $\vec{f}$ :

- Có điểm đặt trên điện tích;

- Có phương vuông góc với  $\vec{v}$  và  $\vec{B}$ ;

- Có chiều: xác định theo qui tắc bàn tay trái: để bàn tay trái mở rộng sao cho véc tơ  $\vec{B}$  hướng vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến ngón tay giữa là chiều của  $\vec{v}$  khi  $q > 0$  và ngược chiều  $\vec{v}$  khi  $q < 0$ . Lúc đó, chiều của lực Lo-ren-xơ là chiều ngón cái choãi ra;

- Có độ lớn  $f = |q|vB\sin\alpha$ .

## Chương V. CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

### 1. Từ thông. Cảm ứng điện từ

+ Từ thông qua diện tích  $S$  đặt trong từ trường đều:  $\Phi = BS\cos(\vec{n}, \vec{B})$ .

Đơn vị từ thông là vêbe (Wb):  $1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot 1 \text{ m}^2$ .

+ Mỗi khi từ thông qua mạch kín (C) biến thiên thì trong mạch kín (C) xuất hiện một dòng điện gọi là dòng điện cảm ứng. Hiện tượng xuất hiện dòng điện cảm ứng trong (C) gọi là hiện tượng cảm ứng điện từ.

+ Dòng điện cảm ứng xuất hiện trong mạch kín có chiều sao cho từ trường cảm ứng có tác dụng chống lại sự biến thiên của từ thông ban đầu qua mạch kín.

+ Khi từ thông qua (C) biến thiên do kết quả của một chuyển động nào đó thì từ trường cảm ứng có tác dụng chống lại chuyển động nói trên.

+ Khi một khối kim loại chuyển động trong một từ trường hoặc được đặt trong một từ trường biến thiên thì trong khối kim loại xuất hiện dòng điện cảm ứng gọi là dòng điện Fu-cô.

Mọi khối kim loại chuyển động trong từ trường đều chịu tác dụng của lực hãm điện từ. Tính chất này được ứng dụng trong các bộ phanh điện từ của những ô tô hạng nặng.

Khối kim loại chuyển động trong từ trường hoặc đặt trong từ trường biến thiên sẽ nóng lên. Tính chất này được ứng dụng trong các lò cảm ứng để nung nóng kim loại.

Trong nhiều trường hợp sự xuất hiện dòng Fu-cô gây nên những tổn hao năng lượng vô ích. Để giảm tác dụng nhiệt của dòng Fu-cô người ta tăng điện trở của khối kim loại bằng cách khoét lỗ trên khối kim loại hoặc thay khối kim loại nguyên vẹn bằng một khối gồm nhiều lá kim loại xếp liền nhau, cách điện đối với nhau.

## 2. Suất điện động cảm ứng

+ Khi từ thông qua mạch kín (C) biến thiên thì trong mạch kín đó xuất hiện suất điện động cảm ứng và do đó tạo ra dòng điện cảm ứng.

+ Định luật Fa-ra-đay về suất điện động cảm ứng:  $e_c = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ .

## 3. Tự cảm

+ Trong mạch kín (C) có dòng điện có cường độ  $i$  chạy qua thì dòng điện  $i$  gây ra một từ trường, từ trường này gây ra một từ thông  $\Phi$  qua (C) được gọi là từ thông riêng của mạch:  $\Phi = Li$ .

+ Hệ số tự cảm của một ống dây dài:  $L = 4\pi \cdot 10^{-7} \mu \frac{N^2}{l}$  S.

Đơn vị độ tự cảm là henry (H).

+ Hiện tượng tự cảm là hiện tượng cảm ứng điện từ xảy ra trong một mạch có dòng điện mà sự biến thiên từ thông qua mạch được gây ra bởi sự biến thiên của cường độ dòng điện trong mạch.

+ Suất điện động tự cảm:  $e_{tc} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$ .

+ Năng lượng từ trường của ống dây có dòng điện:  $W_L = \frac{1}{2} Li^2$ .

# Chương VI. KHÚC XẠ ÁNH SÁNG. LĂNG KÍNH, THẤU KÍNH. MẮT VÀ DỤNG CỤ QUANG

## 1. Khúc xạ ánh sáng

+ Khúc xạ ánh sáng là hiện tượng lệch phương của các tia sáng khi truyền xiên góc qua mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt khác nhau.

+ Định luật khúc xạ ánh sáng:

Tia khúc xạ nằm trong mặt phẳng tới (tạo bởi tia tới và pháp tuyến) và ở phía bên kia pháp tuyến so với tia tới.

Với hai môi trường trong suốt nhất định, tỉ số giữa sin góc tới ( $\sin i$ ) và sin góc khúc xạ ( $\sin r$ ) là một hằng số:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{hằng số.}$$

+ Chiết suất tỉ đối: tỉ số không đổi  $\frac{\sin i}{\sin r}$  trong hiện tượng khúc xạ được gọi là chiết suất tỉ đối  $n_{21}$  của môi trường

2 (chứa tia khúc xạ) đối với môi trường 1 (chứa tia tới):  $\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21}$

+ Chiết suất tuyệt đối (thường gọi tắt là chiết suất) của một môi trường là chiết suất tỉ đối của môi trường đó đối với chân không.

+ Liên hệ giữa chiết suất tỉ đối và chiết suất tuyệt đối:  $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ .

+ Biểu thức của định luật khúc xạ viết dạng khác:  $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ ; khi  $i$  và  $r$  rất nhỏ (nhỏ hơn  $10^0$ ) thì:  $n_1 i = n_2 r$

+ Tính chất thuận nghịch của sự truyền ánh sáng: ánh sáng truyền đi theo đường nào thì cũng truyền ngược lại theo đường đó. Theo tính chất thuận nghịch về sự truyền ánh sáng ta có:  $n_{12} = \frac{1}{n_{21}}$ .

## 2. Hiện tượng phản xạ toàn phần

+ Phản xạ toàn phần là hiện tượng phản xạ toàn bộ ánh sáng tới, xảy ra ở mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt.

+ Điều kiện để có phản xạ toàn phần:

- Ánh sáng phải truyền từ một môi trường sang môi trường chiết quang kém hơn ( $n_2 < n_1$ ).

- Góc tới lớn hơn hoặc bằng góc giới hạn:  $i \geq i_{gh}$ ; với  $\sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1}$ .

+ Cáp quang là bó sợi quang. Mỗi sợi quang là một dây trong suốt có tính dẫn sáng nhờ phản xạ toàn phần.

Sợi quang có lõi làm bằng thủy tinh siêu sạch có chiết suất lớn ( $n_1$ ) được bao quanh bởi một lớp vỏ có chiết suất  $n_2$  nhỏ hơn  $n_1$ . Phản xạ toàn phần xảy ra ở mặt phân cách giữa lõi và vỏ làm cho ánh sáng truyền đi được theo sợi quang. Ngoài cùng là một lớp vỏ bọc bằng nhựa dẻo để tạo cho cáp có độ bền và độ dai cơ học.

Cáp quang được ứng dụng vào việc truyền thông tin với nhiều ưu điểm: dung lượng tín hiệu lớn; nhỏ và nhẹ, dễ vận chuyển, dễ uốn; không bị nhiễu bởi các bức xạ điện từ bên ngoài; không có rủi ro cháy (vì không có dòng điện).

Trong y học, người ta dùng cáp quang để nội soi.

### 3. Lăng kính

+ Lăng kính là một khối trong suốt, đồng chất (thủy tinh, nhựa ...), thường có dạng lăng trụ tam giác.

Một lăng kính được đặc trưng bởi góc chiết quang  $A$  và chiết suất  $n$ .

+ Lăng kính có tác dụng phân tích chùm ánh sáng truyền qua nó thành nhiều chùm sáng màu khác nhau. Đó là sự tán sắc ánh sáng qua lăng kính. Lăng kính là bộ phận chính của máy quang phổ lăng kính.

Tia ló ra khỏi lăng kính luôn bị lệch về phía đáy của lăng kính so với tia tới.

+ Lăng kính phản xạ toàn phần là lăng kính có tiết diện thẳng là một tam giác vuông cân, được sử dụng để tạo ảnh thuận chiều, dùng thay gương phẳng trong một số dụng cụ quang như ống đòm, máy ảnh, ...

### 4. Thấu kính

+ Thấu kính là một khối trong suốt (thủy tinh, nhựa, ...) giới hạn bởi hai mặt cong hoặc một mặt cong và một mặt phẳng.

+ Theo hình dạng, thấu kính gồm hai loại: thấu kính lồi (rìa mỏng) và thấu kính lõm (rìa dày)

Trong không khí thấu kính lồi là thấu kính hội tụ, thấu kính lõm là thấu kính phân kì.

+ Các công thức:

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}; \quad k = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{d'}{d} = \frac{f}{f-d}$$

+ Quy ước dấu:

Thấu kính hội tụ:  $D > 0$ ;  $f > 0$ ; thấu kính phân kì:  $D < 0$ ;  $f < 0$ .

Vật thật:  $d > 0$ ; vật ảo:  $d < 0$ ; ảnh thật:  $d' > 0$ ; ảnh ảo:  $d' < 0$ .

$k > 0$ : ảnh và vật cùng chiều;  $k < 0$ : ảnh và vật ngược chiều.

+ Cách vẽ ảnh qua thấu kính: sử dụng 2 trong 4 tia sau:

- Tia tới qua quang tâm - Tia ló đi thẳng.

- Tia tới song song trục chính - Tia ló qua tiêu điểm ảnh chính  $F'$ .

- Tia tới qua tiêu điểm vật chính  $F$  - Tia ló song song trục chính.

- Tia tới song song trục phụ - Tia ló qua tiêu điểm ảnh phụ  $F'_p$ .

Lưu ý: Tia sáng xuất phát từ vật sau khi qua thấu kính sẽ đi qua (hoặc kéo dài đi qua) ảnh của vật.

+ Thấu kính có nhiều công dụng hữu ích trong đời sống và trong khoa học: dùng để khắc phục tật của mắt (cận, viễn, lão); làm kính lúp; dùng trong máy ảnh, máy ghi hình; dùng trong kính hiển vi, kính thiên văn, ống đòm, đèn chiếu; dùng trong máy quang phổ.

### 5. Mắt

+ Cấu tạo gồm: 1. Giác mạc; 2. Thủy dịch; 3. Màng mỏng mắt (lòng đen); 4. Con ngươi; 5. Thể thủy tinh; 6. Cơ vòng; 7. Dịch thủy tinh; 8. Màng lưới (võng mạc). Trên màng lưới có một vùng nhỏ màu vàng, rất nhạy với ánh sáng gọi là điểm vàng  $V$ . Dưới điểm vàng một chút là điểm mù  $M$ , không cảm nhận được ánh sáng.

Hệ quang phức tạp của mắt được coi tương đương một thấu kính hội tụ, gọi là thấu kính mắt.

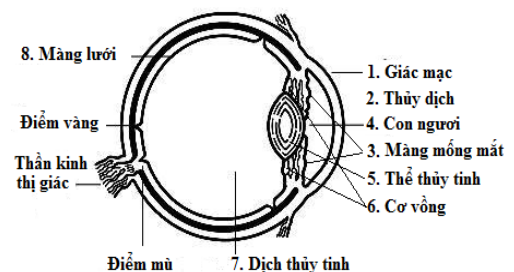
+ Sự điều tiết của mắt:

- Khi nhìn vật ở cực cận  $C_C$ , mắt điều tiết tối đa:  $D = D_{max}$ ;  $f = f_{min}$ .

- Khi nhìn ở cực viễn  $C_V$ , mắt không điều tiết:  $D = D_{min}$ ;  $f = f_{max}$ .

+ Năng suất phân li của mắt ( $\epsilon$ ): là góc trông nhỏ nhất  $\alpha_{min}$  khi nhìn vật  $AB$  mà mắt còn có thể phân biệt được hai điểm  $A$  và  $B$  (các ảnh  $A'$ ,  $B'$  nằm trên hai tế bào thần kinh thị giác kế cận nhau).

Mắt bình thường:  $\epsilon = \alpha_{min} \approx 1' \approx 3 \cdot 10^{-4}$  rad.





+ Sự lưu ảnh của mắt: sau khi ánh sáng kích thích từ vật tác động vào màng lưới mắt, ta vẫn còn cảm giác nhìn thấy vật trong khoảng 0,1 s.

+ Các tật của mắt và cách khắc phục:

Mắt bình thường điểm cực cận  $C_C$  cách mắt từ 15 cm đến 20 cm; điểm cực viễn  $C_V$  ở vô cực, nhìn các vật ở xa mắt không phải điều tiết.

- Mắt cận thị: là mắt nhìn xa kém hơn so với mắt bình thường và có điểm cực cận ở gần mắt hơn mắt bình thường. Điểm cực viễn cách mắt một khoảng không lớn (nhỏ hơn 2 m). Khi không điều tiết, tiêu điểm của mắt nằm trước màng lưới.

Để khắc phục tật cận thị ta dùng một thấu kính phân kỳ có tiêu cự thích hợp ( $f_k = -OC_V$ ) đeo trước mắt sao cho có thể nhìn được vật ở rất xa hoặc phẫu thuật giác mạc làm thay đổi độ cong bề mặt giác mạc.

- Mắt viễn thị: là mắt nhìn gần kém hơn mắt bình thường (điểm cực cận của mắt ở xa hơn mắt bình thường) và khi nhìn vật ở xa phải điều tiết. Khi không điều tiết tiêu điểm của mắt ở sau màng lưới.

Để khắc phục tật viễn thị ta dùng một thấu kính hội tụ có tiêu cự thích hợp đeo trước mắt để nhìn được vật ở gần như mắt bình thường hoặc nhìn vật ở rất xa không phải điều tiết mắt hoặc phẫu thuật giác mạc làm thay đổi độ cong bề mặt giác mạc.

- Mắt lão thị: là tật thông thường của mắt ở những người lớn tuổi. Khi tuổi tăng, khoảng cực cận  $D = OC_C$  tăng, làm mắt khó nhìn rõ các vật nhỏ như đọc các dòng chữ trên trang sách vì phải đặt chúng ở xa.

Để khắc phục tật lão thị ta đeo kính hội tụ hoặc phẫu thuật giác mạc.

+ Mắt có tật khi đeo kính (sát mắt):

- Đặt vật ở  $C_C$ , kính cho ảnh ảo ở  $C_{CK}$ :  $d_c = OC_C$ ;  $d'_c = -OC_{CK}$

- Đặt vật ở  $C_V$ , kính cho ảnh ảo ở  $C_{VK}$ :  $d_v = OC_V$ ;  $d'_v = -OC_{VK}$

## 6. Kính lúp

+ Kính lúp là một dụng cụ quang học hỗ trợ cho mắt để nhìn các vật nhỏ ở gần. Kính lúp là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn (vài cm) dùng để tạo ảnh ảo lớn hơn vật nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

+ Ngắm chừng: điều chỉnh khoảng cách từ vật đến kính ( $d$ ) để ảnh ảo hiện ra ở một vị trí nhất định nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

- Ngắm chừng ở cực cận:  $d = d_c$ ;  $d'_c = l - OC_C$ .

- Ngắm chừng ở cực viễn:  $d = d_v$ ;  $d'_v = l - OC_V$ ; mắt bình thường, ngắm chừng ở cực viễn cũng là ngắm chừng ở vô cực:  $d = f$ ;  $d' = -\infty$ .

+ Số bội giác của dụng cụ quang:  $G = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0}$ .

+ Số bội giác của kính lúp khi ngắm chừng ở vô cực:

$$G_\infty = \frac{OC_C}{f} = \frac{D}{f}.$$

Trên các kính lúp người ta thường ghi giá trị của  $G_\infty$  ứng với  $D = 25$  cm trên vành kính; đó là con số kèm theo dấu x, ví dụ: 2x; 5x; 10x; ...

## 7. Kính hiển vi

+ Kính hiển vi là dụng cụ quang học hỗ trợ cho mắt để nhìn các vật rất nhỏ ở gần. Kính hiển vi gồm vật kính là thấu kính hội tụ có tiêu rất ngắn (vài mm) và thị kính là thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn (vài cm). Vật kính và thị kính đặt đồng trục, khoảng cách giữa chúng không thay đổi.

+ Sự tạo ảnh bởi kính hiển vi: vật AB qua vật kính cho ảnh thật  $A_1B_1$  lớn hơn nhiều so với AB; ảnh trung gian  $A_1B_1$  qua thị kính cho ảnh ảo  $A_2B_2$  lớn hơn nhiều so với  $A_1B_1$  và nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

- Ngắm chừng ở cực cận:  $d'_2 = l - OC_C$ .

- Ngắm chừng ở cực viễn:  $d'_2 = l - OC_V$ .

- Ngắm chừng ở vô cực:  $d_2 = f_2$ ;  $d'_2 = -\infty$ .

+ Số bội giác:  $G_\infty = \frac{\delta \cdot OC_C}{f_1 f_2}$ ; với  $\delta = F_1 F_2 = O_1 O_2 - f_1 - f_2$ : là độ dài quang học của kính hiển vi.

## 8. Kính thiên văn

+ Kính thiên văn là dụng cụ quang học hỗ trợ cho mắt để nhìn các vật lớn nhưng ở rất xa. Kính thiên văn gồm vật kính là thấu kính hội tụ có tiêu dài (vài dm) và thị kính là thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn (vài cm). Vật kính và thị kính đặt đồng trục, khoảng cách giữa chúng thay đổi được.

+ Sự tạo ảnh bởi kính thiên văn: vật AB ở rất xa cho ảnh thật  $A_1B_1$  trên tiêu diện ảnh của vật kính; điều chỉnh khoảng cách giữa vật kính và thị kính để ảnh trung gian  $A_1B_1$  qua thị kính cho ảnh ảo  $A_2B_2$  nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

- Ngắm chừng ở cực cận:  $d_2' = l - OC_C$ .

- Ngắm chừng ở cực viễn:  $d_2' = l - OC_V$ .

- Ngắm chừng ở vô cực:  $d_2 = f_2$ ;  $d_2' = -\infty$ ; khi đó  $O_1O_2 = f_1 + f_2$ .

+ Độ bội giác:  $G_\infty = \frac{f_1}{f_2}$ .

## C. LỚP 12

### Chương I. DAO ĐỘNG CƠ

#### 1. Dao động điều hòa

+ Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ của vật là một hàm cosin (hay sin) của thời gian.

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

+ Điểm P dao động điều hòa trên một đoạn thẳng luôn luôn có thể được coi là hình chiếu của một điểm M chuyển động tròn đều trên đường tròn có đường kính là đoạn thẳng đó.

a. Các đại lượng đặc trưng của dao động điều hòa: Trong phương trình  $x = A\cos(\omega t + \varphi)$  thì:

Các đại lượng đặc trưng	Ý nghĩa	Đơn vị
A	biên độ dao động; $x_{\max} = A > 0$	m, cm, mm
$(\omega t + \varphi)$	pha của dao động tại thời điểm t	Rad; hay độ
$\varphi$	pha ban đầu của dao động,	rad
$\omega$	tần số góc của dao động điều hòa	rad/s.
T	Chu kỳ T của dao động điều hòa là khoảng thời gian để thực hiện một dao động toàn phần	s ( giây)
f	Tần số f của dao động điều hòa là số dao động toàn phần thực hiện được trong một giây. $f = \frac{1}{T}$	Hz ( Héc)
Liên hệ giữa $\omega$ , T và f:	$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ ;	

➤ Biên độ A và pha ban đầu  $\varphi$  phụ thuộc vào cách kích thích ban đầu làm cho hệ dao động,

➤ Tần số góc  $\omega$  (chu kỳ T, tần số f) chỉ phụ thuộc vào cấu tạo của hệ dao động.

b. Mối liên hệ giữa li độ, vận tốc và gia tốc của vật dao động điều hòa:

Đại lượng	Biểu thức	So sánh, liên hệ
Li độ	$x = A\cos(\omega t + \varphi)$ : là nghiệm của phương trình : $x'' + \omega^2 x = 0$ là phương trình động lực học của dao động điều hòa. $x_{\max} = A$	Li độ của vật dao động điều hòa biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng trễ pha hơn $\frac{\pi}{2}$ so với vận tốc.
Vận tốc	$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$ $v = \omega A\cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$ -Vị trí biên ( $x = \pm A$ ), $v = 0$ . -Vị trí cân bằng ( $x = 0$ ), $ v  = v_{\max} = \omega A$ .	Vận tốc của vật dao động điều hòa biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng sớm pha hơn $\frac{\pi}{2}$ so với li độ.
Gia tốc	$a = v' = x'' = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi)$ $a = -\omega^2 x$ . Véc tơ gia tốc của vật dao động điều hòa luôn hướng về vị trí cân bằng, có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của li độ. - Ở biên ( $x = \pm A$ ), gia tốc có độ lớn cực đại: $a_{\max} = \omega^2 A$ . - Ở vị trí cân bằng ( $x = 0$ ), gia tốc bằng 0.	Gia tốc của vật dao động điều hòa biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng ngược pha với li độ (sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với vận tốc).
Lực kéo về	$F = ma = -kx$ Lực tác dụng lên vật dao động điều hòa :luôn hướng về vị trí cân bằng, gọi là lực kéo về (hồi phục). $F_{\max} = kA$	

**c. Hệ thức độc lập đối với thời gian :**

+ Giữa tọa độ và vận tốc:

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{v^2}{\omega^2 A^2} = 1$$

+ Giữa gia tốc và vận tốc:

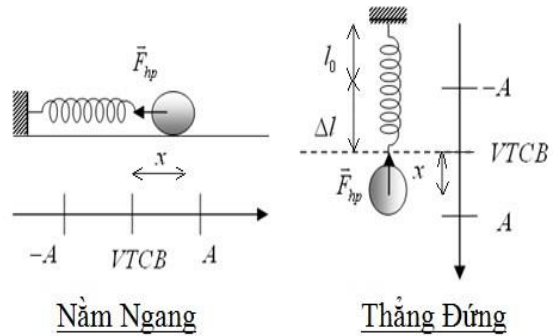
$$\frac{v^2}{\omega^2 A^2} + \frac{a^2}{\omega^4 A^2} = 1$$

**2. con lắc lò xo:**

**a. Mô tả:** Con lắc lò xo gồm một lò xo có độ cứng k, khối lượng không đáng kể, một đầu gắn cố định, đầu kia gắn với vật nặng khối lượng m được đặt theo phương ngang hoặc treo thẳng đứng.

**b. Phương trình dao động:**

$$x = A \cos(\omega t + \varphi); \text{ với: } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}};$$



**c. Chu kì, tần số của con lắc lò xo:**  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}; f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ .

**d. Năng lượng của con lắc lò xo:**

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

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

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

➤ Động năng, thế năng của vật dao động điều hòa biến thiên tuần hoàn với tần số góc  $\omega' = 2\omega$ , tần số  $f' = 2f$ , chu kì  $T' = \frac{T}{2}$ .

➤ Khi  $W_d = n W_t \Rightarrow \begin{cases} x = \frac{\pm A}{\sqrt{n+1}} \\ v = \pm \omega A \sqrt{\frac{n}{n+1}} \end{cases}$

**3. con lắc đơn:**

**a. Mô tả:**

Con lắc đơn gồm một vật nặng treo vào sợi dây không giãn, vật nặng kích thước không đáng kể so với chiều dài sợi dây, sợi dây khối lượng không đáng kể so với khối lượng của vật nặng.

Tần số góc:  $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}};$  + Chu kì:  $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}};$  + Tần số:  $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$

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

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

**Lưu ý:** + Với con lắc đơn lực hồi phục tỉ lệ thuận với khối lượng.  
 + Với con lắc lò xo lực hồi phục không phụ thuộc vào khối lượng.

**Phương trình dao động:** (khi  $\alpha \leq 10^\circ$ ):

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

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

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

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

**Hệ thức độc lập:**

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

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

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

**Năng lượng của con lắc đơn:** 
$$W = \frac{1}{2} m \omega^2 S_0^2 = \frac{1}{2} \frac{mg}{l} S_0^2 = \frac{1}{2} mgl \alpha_0^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 l^2 \alpha_0^2$$

+ Động năng:  $W_d = \frac{1}{2} mv^2$ . + Thế năng:  $W_t = mgl(1 - \cos\alpha) = \frac{1}{2} mgl\alpha^2$  ( $\alpha \leq 10^\circ$ ,  $\alpha$  (rad)).

+ Cơ năng:  $W = W_t + W_d = mgl(1 - \cos\alpha_0) = \frac{1}{2} mgl\alpha_0^2$ .

Cơ năng của con lắc đơn được bảo toàn nếu bỏ qua ma sát.

**Tại cùng một nơi con lắc đơn chiều dài  $l_1$  có chu kỳ  $T_1$ , con lắc đơn chiều dài  $l_2$  có chu kỳ  $T_2$ , thì:**

+ Con lắc đơn chiều dài  $l_1 + l_2$  có chu kỳ là: 
$$T^2 = T_1^2 + T_2^2$$

+ Con lắc đơn chiều dài  $l_1 - l_2$  ( $l_1 > l_2$ ) có chu kỳ là: 
$$T^2 = T_1^2 - T_2^2$$

**Khi con lắc đơn dao động với  $\alpha_0$  bất kỳ.**

a/ Cơ năng: 
$$W = mgl(1 - \cos\alpha_0)$$

b/ Vận tốc: 
$$v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$$

c/ Lực căng của sợi dây: 
$$T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$$

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

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

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

$$T_c = mg\left(1 + \alpha_0^2 - \frac{3}{2}\alpha^2\right)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**b. Khi con lắc đơn chịu thêm tác dụng của lực phụ khác không đổi ngoài trọng lực :**

Nếu ngoài trọng lực ra, con lắc đơn còn chịu thêm một lực  $\vec{F}$  không đổi khác (lực điện trường, lực quán tính, lực đẩy Ácsimet, ...), thì trọng lực biểu kiến tác dụng lên vật sẽ là:  $\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}$ , gia tốc rơi tự do biểu kiến là:  $\vec{g}' = \vec{g} + \frac{\vec{F}}{m}$ . Khi đó chu kỳ dao động của con lắc đơn là:  $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$ .

Lực phụ không đổi thường là:

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

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

- **Lực điện trường:**  $\vec{F} = q\vec{E}$ , độ lớn  $F = |q|E$  (Nếu  $q > 0 \Rightarrow \vec{F} \uparrow \uparrow \vec{E}$ ; còn nếu  $q < 0 \Rightarrow \vec{F} \uparrow \downarrow \vec{E}$ )
- **Lực đẩy Ácsimet:**  $F_A = DVg$  ( $\vec{F}$  luôn thẳng đứng hướng lên)

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

$g$  là gia tốc rơi tự do.

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

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

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

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

**Các trường hợp đặc biệt:**

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

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

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

$$+ \text{Nếu } \vec{F} \uparrow \uparrow \vec{P} \Rightarrow g' = g + \frac{F}{m}$$

$$+ \text{Nếu } \vec{F} \uparrow \downarrow \vec{P} \Rightarrow g' = g - \frac{F}{m}$$

- \*  $(\vec{F}, \vec{P}) = \alpha \Rightarrow g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2 + 2\left(\frac{F}{m}\right)g\cos\alpha}$

**4. Dao động tắt dần - dao động cưỡng bức:****a. Dao động tắt dần**

+ Khi không có ma sát, con lắc dao động điều hòa với tần số riêng. Tần số riêng của con lắc chỉ phụ thuộc vào các đặc tính của con lắc (của hệ).

+ Dao động tắt dần có biên độ giảm dần theo thời gian. Nguyên nhân làm tắt dần dao động là do lực ma sát và lực cản của môi trường làm tiêu hao cơ năng của con lắc, chuyển hóa dần cơ năng thành nhiệt năng.

+ Phương trình động lực học:  $-kx \pm F_c = ma$

+ Ứng dụng: các thiết bị đóng cửa tự động, các bộ phận giảm xóc của ô tô, xe máy, ...

**b. Dao động duy trì:**

+ Có tần số bằng tần số dao động riêng, có biên độ không đổi. Bằng cách cung cấp thêm năng lượng cho vật dao động có ma sát để bù lại sự tiêu hao vì ma sát mà không làm thay đổi chu kì riêng của nó.

**c. Dao động cưỡng bức**

+ Dao động chịu tác dụng của một ngoại lực cưỡng bức tuần hoàn gọi là dao động cưỡng bức.

+ Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và có tần số bằng tần số của lực cưỡng bức:  $f_{\text{cuong buc}} = f_{\text{ngoai luc}}$

+ Biên độ của dao động cưỡng bức phụ thuộc vào biên độ của ngoại lực cưỡng bức, vào lực cản trong hệ và vào sự chênh lệch giữa tần số cưỡng bức  $f$  và tần số riêng  $f_0$  của hệ. Biên độ của lực cưỡng bức càng lớn, lực cản càng nhỏ và sự chênh lệch giữa  $f$  và  $f_0$  càng ít thì biên độ của dao động cưỡng bức càng lớn.

**d. Cộng hưởng**

+ Hiện tượng biên độ của dao động cưỡng bức tăng dần lên đến giá trị cực đại khi tần số  $f$  của lực cưỡng bức tiến đến bằng tần số riêng  $f_0$  của hệ dao động gọi là hiện tượng cộng hưởng.

+ Điều kiện cộng hưởng  $f = f_0$  Hay  $\begin{cases} f = f_0 \\ T = T_0 \\ \omega = \omega_0 \end{cases}$  lam  $A \uparrow \rightarrow A_{\text{Max}} \in \text{luc can cua moi trung}$

+ Tầm quan trọng của hiện tượng cộng hưởng:

- Tòa nhà, cầu, máy, khung xe, ... là những hệ dao động có tần số riêng. Không để cho chúng chịu tác dụng của các lực cưỡng bức, có tần số bằng tần số riêng để tránh cộng hưởng, dao động mạnh làm gãy, đổ.

- Hộp đàn của đàn ghi ta, .. là những hộp cộng hưởng làm cho tiếng đàn nghe to, rõ.

**e. Các đại lượng trong dao động tắt dần :**

- Quãng đường vật đi được đến lúc dừng lại:  $S = \frac{kA^2}{2\mu mg} = \frac{\omega^2 A^2}{2\mu g}$ .

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

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

- Vận tốc cực đại của vật đạt được khi thả nhẹ cho vật dao động từ vị trí biên ban đầu  $A$ :

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{kA^2}{m} + \frac{m\mu^2 g^2}{k} - 2\mu gA}$$

**5. Tổng hợp các dao động hòa**

**Giản đồ Fresnel:** Hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số và độ lệch pha không đổi  $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$  và  $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$ .

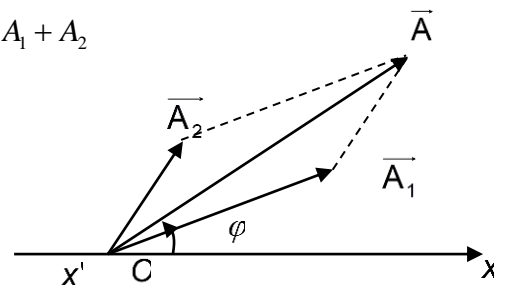
Dao động tổng hợp  $x = x_1 + x_2 = A \cos(\omega t + \varphi)$  có biên độ và pha được xác định:

**Biên độ:**  $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)}$ ; điều kiện  $|A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$

Biên độ và pha ban đầu của dao động tổng hợp phụ thuộc vào biên độ và pha ban đầu của các dao động thành phần:

**Pha ban đầu  $\varphi$ :**  $\tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$ ;

điều kiện  $\varphi_1 \leq \varphi \leq \varphi_2$  hoặc  $\varphi_2 \leq \varphi \leq \varphi_1$



Chú ý:  $\begin{cases} \text{Hai dao dong cung pha } \Delta\varphi = k2\pi : A = A_1 + A_2 \\ \text{Hai dao dong nguoc pha } \Delta\varphi = (2k+1)\pi : A = |A_1 - A_2| \\ \text{Hai dao dong vuong pha } \Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2} : A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} \\ \text{Hai dao dong co do lech pha } \Delta\varphi = \text{const} : |A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2 \end{cases}$



## Chương II. SÓNG CƠ

### 1. Đại cương sóng cơ

**Khái niệm sóng cơ học:** Sóng cơ học là những dao động cơ học, lan truyền trong một môi trường.

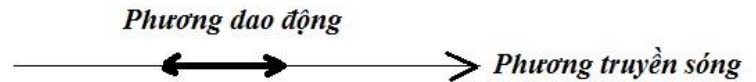
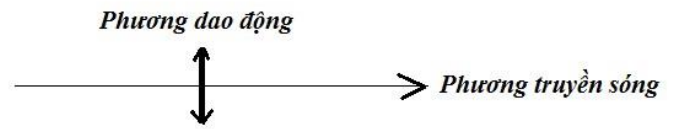
**Phân loại sóng:**

- **Sóng ngang:** Sóng ngang là sóng, mà phương dao động của các phần tử trong môi trường vuông góc với phương truyền sóng. Sóng ngang chỉ truyền được trong chất rắn và bề mặt chất lỏng vì có lực đàn hồi xuất hiện khi bị biến dạng lệch.

- **Sóng dọc:** Sóng dọc là sóng, mà phương dao động của các phần tử trong môi trường trùng với phương truyền sóng. Sóng dọc truyền được trong môi trường rắn, lỏng, khí vì trong các môi trường này lực đàn hồi xuất hiện khi có biến dạng nén, dãn

\* **Đặc điểm:**

- Môi trường nào có lực đàn hồi xuất hiện khi bị biến dạng lệch thì truyền sóng ngang.
- Môi trường nào có lực đàn hồi xuất hiện khi bị nén hay kéo lệch thì truyền sóng dọc.



### 2. Những đại lượng đặc trưng của sóng cơ:

**1. Chu kỳ và tần số sóng:** Chu kỳ và tần số sóng là chu kỳ và tần số dao động của các phần tử trong môi trường.

Hay  $T_{\text{sóng}} = T_{\text{dao động}} = T_{\text{nguồn}}$  ;  $f_{\text{sóng}} = f_{\text{dao động}} = f_{\text{nguồn}}$

**2. Biên độ sóng:** Biên độ sóng tại một điểm trong môi trường là biên độ dao động của các phần tử môi trường tại điểm đó. Hay  $A_{\text{sóng}} = A_{\text{dao động}}$

**3. Bước sóng:** Bước sóng  $\lambda$  là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất nằm trên phương truyền sóng dao động cùng pha hay chính là quãng đường sóng truyền trong một chu kỳ.

**4. Tốc độ truyền sóng:** là tốc độ truyền pha dao động

- Trong một môi trường (đồng chất) tốc độ

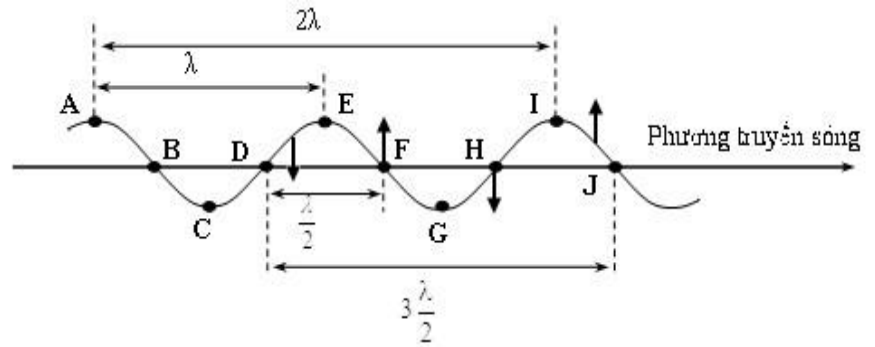
truyền sóng không đổi :  $v = \frac{s}{t} = \text{const}$

- Trong một chu kỳ  $T$  sóng truyền đi được quãng đường là  $\lambda$ , do đó tốc độ truyền sóng trong một môi trường là

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

- Trong khi sóng truyền đi thì các đỉnh sóng di chuyển với tốc độ  $v$  (tức là trạng thái dao động di chuyển) còn các phần tử của môi trường vẫn dao động quanh vị trí cân bằng của chúng.

**5. Năng lượng sóng:** Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng từ phần tử này sang phần tử khác. Năng lượng sóng tại một điểm tỉ lệ với bình phương biên độ sóng tại điểm đó.

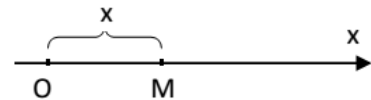


### 3. Độ lệch pha. Phương trình sóng:

**a. Độ lệch pha :**

Giữa hai điểm trên một phương truyền sóng cách nhau một đoạn  $x$

(hoặc  $d$ ) có độ lệch pha là:  $\Delta\varphi = \frac{\omega \cdot x}{v} = 2\pi \frac{d}{\lambda}$



**b. Lập phương trình:**

- Nếu dao động tại O là  $u_0 = A \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$ , dao động được truyền đến M cách O một khoảng  $OM = x$  với tốc độ  $v$  thì dao động tại M sẽ trễ pha  $\Delta\varphi = 2\pi \frac{x}{\lambda}$  so với dao động tại O, tức là có thể viết

$\Delta\varphi = \text{pha}(u_M) - \text{pha}(u_0) = -2\pi \frac{x}{\lambda}$ , do đó biểu thức sóng tại M sẽ là :



$$u_M = A \cos \left( \omega t + \varphi_0 - 2\pi \frac{x}{\lambda} \right)$$

**c. Tính chất của sóng:** Sóng có tính chất tuần hoàn theo thời gian với chu kì  $T$  và tuần hoàn theo không gian với “chu kì” bằng bước sóng  $\lambda$ .

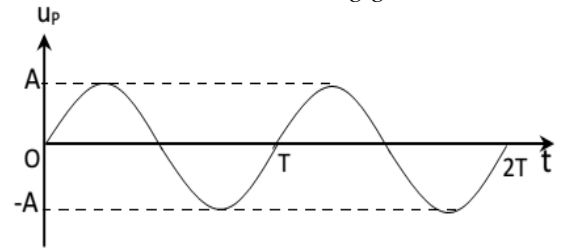
**d. Đồ thị sóng:**

a/ Theo thời gian là đường sin lặp lại sau  $k.T$ .

b/ Theo không gian là đường sin lặp lại sau  $k.\lambda$ .

• Tại một điểm  $M$  xác định trong môi trường:  $u_M$  là một hàm số biến

thiên điều hòa theo thời gian  $t$  với chu kỳ  $T$ :  $u_t = A \cos \left( \frac{2\pi}{T} t + \varphi_M \right)$ .



**4. Hiện tượng giao thoa của hai sóng trên mặt nước:**

❖ **Định nghĩa:** hiện tượng 2 sóng (kết hợp) gặp nhau tạo nên các gợn sóng ổn định (gọi là *vân giao thoa*).

❖ **Giải thích:** - Những điểm đứng yên: 2 sóng gặp nhau ngược c pha, triệt tiêu nhau.

- Những điểm dao động rất mạnh: 2 sóng gặp nhau cùng pha, ta ng cường lẫn nhau.

**Phương trình sóng tổng hợp:**

• Giả sử:  $u_1 = u_2 = A \cos(\omega t)$  là hai nguồn sóng dao động cùng pha.

Suy ra:  $u_{1M} = A \cos(\omega t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda})$  và  $u_{2M} = A \cos(\omega t - 2\pi \frac{d_2}{\lambda})$

Phương trình sóng tổng hợp tại M:

$$u_M = 2A \left| \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right| \cdot \cos \left( \omega t - \frac{\pi(d_2 + d_1)}{\lambda} \right)$$

**Cực đại và cực tiểu giao thoa:**

• **Biên độ dao động tổng hợp tại M:**

$$A_M^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \Delta\varphi = 2A^2 (1 + \cos \Delta\varphi) \quad (2)$$

Hay  $A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right|$

• **Độ lệch pha của hai dao động:**

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} (d_2 - d_1)$$

**Kết hợp (1) và (2) ta suy ra:**

▪ **Vị trí các cực đại giao thoa:**  $d_2 - d_1 = k\lambda$  với  $k \in Z$

Những điểm cực đại giao thoa là những điểm dao động với biên độ cực đại  $A_M = 2A$ . Đó là những điểm có hiệu đường đi của 2 sóng tới đó bằng một số nguyên lần bước sóng  $\lambda$  (trong đó có đường trung trực của  $S_1S_2$  là cực đại bậc 0; cực đại bậc 1:  $k = \pm 1, \dots$ )

▪ **Vị trí các cực tiểu giao thoa:**  $d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$  với  $k \in Z$

Những điểm cực tiểu giao thoa là những điểm dao động với biên độ cực tiểu  $A_M = 0$ . Đó là những điểm ứng với những điểm có hiệu đường đi của 2 sóng tới đó bằng một số nửa nguyên lần bước sóng  $\lambda$  (trong đó cực tiểu bậc 1:  $k = 0; -1$ ; cực tiểu bậc hai  $k = \pm 1; -2$ )

➤ **Chú ý:**

• Khoảng cách giữa hai gợn lồi (biên độ cực đại) liên tiếp hoặc hai gợn lõm (biên độ cực tiểu) liên tiếp trên đoạn  $S_1 S_2$  bằng  $\lambda/2$ ; một cực đại và một cực tiểu liên tiếp là  $\lambda/4$

• **Hiện tượng giao thoa là hiện tượng đặc trưng của sóng**

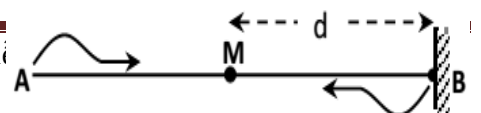
**Điều kiện giao thoa:** Hai sóng gặp nhau phải là 2 sóng kết hợp được phát ra từ 2 nguồn kết hợp, tức là 2 nguồn :

- dao động cùng phương, cùng chu kỳ (hay cùng tần số)

- có hiệu số pha không đổi theo thời gian

**5. Sóng dừng:**

**a. Sự phản xạ của sóng:**



- Nếu vật cản cố định thì tại điểm phản xạ, sóng phản xạ luôn luôn ngược pha với sóng tới và triệt tiêu lẫn nhau A B

- Nếu vật cản tự do thì tại điểm phản xạ, sóng phản xạ luôn luôn cùng pha với sóng tới và tăng cường lẫn nhau

**b. Sóng dừng:** Sóng tới và sóng phản xạ *nếu truyền theo cùng một phương*, thì có thể *giao thoa với nhau*, và tạo thành một hệ sóng dừng.

- Trong sóng dừng, một số điểm luôn đứng yên gọi là **nút**, một số điểm luôn dao động với biên độ cực đại gọi là **bụng**. Khoảng cách giữa 2 nút liên tiếp hoặc 2 bụng liên tiếp bằng nửa bước sóng

- Sóng dừng là sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ, có thể có trên một dây, trên mặt chất lỏng, trong không khí (trên mặt chất lỏng như sóng biển đập vào vách đá thẳng đứng).

- Vị trí nút: Khoảng cách giữa hai nút liên tiếp bằng  $\lambda/2$ .

- Vị trí bụng: Khoảng cách giữa hai bụng liên tiếp bằng  $\lambda/2$ .

- Khoảng cách giữa một nút và 1 bụng liên tiếp là  $\lambda/4$

**c. Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây:**

**Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây có hai đầu cố định:**

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

$l$ : chiều dài sợi dây; số bụng sóng =  $n$ ; số nút sóng =  $n+1$

**Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây có một đầu cố định một đầu tự do:**

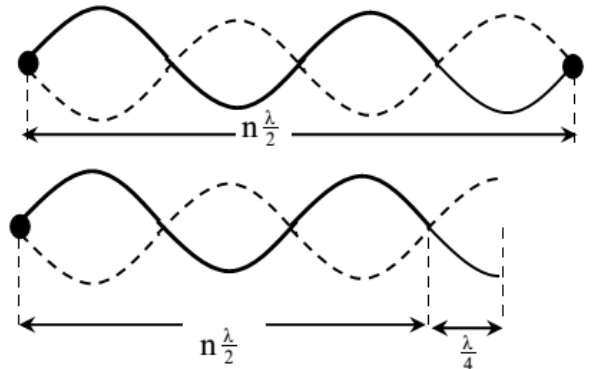
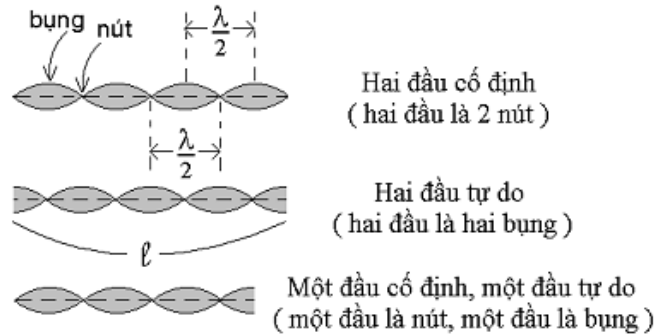
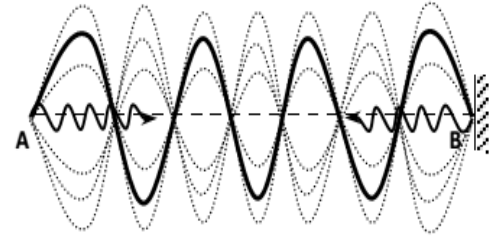
$$l = (2n+1) \frac{\lambda}{4} = m \frac{\lambda}{4} \quad \text{Với } (n \in \mathbb{N}) \text{ hay } m = 1, 3, 5, 7, \dots$$

$l$ : chiều dài sợi dây; số bụng = số nút =  $n+1$

**CHÚ Ý:**

- Các điểm dao động nằm trên cùng một bó sóng thì luôn dao động cùng pha hay các điểm đối xứng qua bụng sóng thì luôn dao động cùng pha.

- Các điểm dao động thuộc hai bó liên tiếp nhau thì dao động ngược pha hay các điểm đối xứng qua nút sóng thì luôn dao động ngược pha



**6. Sóng âm**

• **Âm, nguồn âm.**

**a) Sóng âm:** là sóng cơ truyền trong các môi trường khí, lỏng, rắn (Âm **không** truyền được trong chân không)- Trong chất khí và chất lỏng, sóng âm là sóng dọc; trong chất rắn, sóng âm gồm cả sóng ngang và sóng dọc.

**b) Âm nghe được** có tần số từ 16Hz đến 20000Hz mà tai con người cảm nhận được. Âm này gọi là âm thanh.

• **Siêu âm:** là sóng âm có tần số > 20 000Hz

• **Hạ âm:** là sóng âm có tần số < 16Hz

**c) Tốc độ truyền âm:**

- Trong mỗi môi trường nhất định, tốc độ truyền âm *không đổi*.

- Tốc độ truyền âm *phụ thuộc* vào **tính đàn hồi, mật độ** của môi trường và nhiệt độ của môi trường và khối lượng riêng của môi trường đó. Khi nhiệt độ tăng thì tốc độ truyền âm cũng tăng. Tốc độ truyền âm giảm trong các môi trường theo thứ tự : rắn, lỏng, khí hay  $v_{\text{rắn}} > v_{\text{lỏng}} > v_{\text{khí}}$ .

- Bông, nhung, xốp... độ đàn hồi kém nên người ta dùng làm vật liệu cách âm.

• **Các đặc trưng vật lý của âm.** (tần số  $f$ , cường độ âm  $I$  (hoặc mức cường độ âm  $L$ ), năng lượng và đồ thị dao động của âm.)

**a) Tần số của âm.** Là đặc trưng vật lý quan trọng. Khi âm truyền từ môi trường này sang môi trường khác thì **tần số không đổi**, tốc độ truyền âm thay đổi, bước sóng của sóng âm thay đổi.

**b) Cường độ âm:** Cường độ âm  $I$  tại một điểm là đại lượng đo bằng năng lượng mà sóng âm tải qua một đơn vị diện tích đặt tại điểm đó, vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian; đơn vị  $W/m^2$ .

$$I = \frac{P}{S} \quad \text{Với } W(J), P (W) \text{ là năng lượng, công suất phát âm của nguồn}$$

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

Khi đó:  $I = \frac{P}{4\pi R^2}$  với R là khoảng cách từ nguồn O đến điểm đang xét

✚ **Mức cường độ âm:** Đại lượng  $L(\text{dB}) = 10 \log \frac{I}{I_0}$  hoặc  $L(\text{B}) = \log \frac{I}{I_0}$  với  $I_0$  là cường độ âm chuẩn (thường

lấy chuẩn cường độ âm  $I_0 = 10^{-12} (\text{W} / \text{m}^2)$  với âm có tần số 1000Hz) gọi là mức cường độ âm của âm có cường độ I.

• Đơn vị của mức cường độ âm là ben (B). Trong thực tế người ta thường dùng ước số của ben là **đêxiben (dB)**: 1B = 10dB.

❖ **CHÚ Ý:**  $\log(10^x) = x$ ;  $a = \log x \rightarrow x = 10^a$ ;  $\log\left(\frac{a}{b}\right) = \text{lga} - \text{lgb}$

▪ Nếu xét 2 điểm A và B lần lượt cách nguồn âm O lần lượt những đoạn  $R_A$ ;  $R_B$ . Coi như công suất nguồn không đổi trong quá trình truyền sóng. Ta luôn có:

$$\frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 \rightarrow L_A - L_B = 10 \log \frac{I_A}{I_B} = 10 \log \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 \quad \text{và} \quad I_M = I_0 \cdot 10^{L(\text{B})} = I_0 \cdot 10^{\left(\frac{L(\text{dB})}{10}\right)}$$

c) **Đồ thị dao động âm:** là đồ thị của tất cả các họa âm trong một nhạc âm gọi là đồ thị dao động âm.

✚ **CHÚ Ý:**

- Nhạc âm là những âm có tần số xác định và đồ thị dao động là đường cong gần giống hình sin
- Tạp âm là những âm có tần số không xác định và đồ thị dao động là những đường cong phức tạp.

• **Các đặc trưng sinh lí của âm.** (có 3 đặc trưng sinh lí là độ cao, độ to và âm sắc)

a) **Độ cao** của âm phụ thuộc hay gắn liền với tần số của âm.

- Độ cao của âm tăng theo tần số âm. Âm có tần số lớn: âm nghe cao (**thanh, bổng**), âm có tần số nhỏ: âm nghe thấp (**trầm**)

- Hai âm có cùng tần số thì có cùng độ cao và ngược lại

- **Đối với dây đàn:**

+ Để âm phát ra nghe cao(thanh): phải tăng tần số  $\rightarrow$  làm căng dây đàn

+ Để âm phát ra nghe thấp(trầm): phải giảm tần số  $\rightarrow$  làm trùng dây đàn

- Thường: nữ phát ra âm cao, nam phát ra âm trầm (chọn nữ làm phát thanh viên)

- Trong âm nhạc: các nốt nhạc xếp theo thứ tự tần số f tăng dần (âm cao dần): đô, rê, mi, pha, son, la, si.

b) **Độ to** của âm là đặc trưng gắn liền với mức cường độ âm.

- Độ to tăng theo mức cường độ âm. Cường độ âm càng lớn, cho ta cảm giác nghe thấy âm càng to. Tuy nhiên độ to của âm không tỉ lệ thuận với cường độ âm.

- Cảm giác nghe âm “to” hay “nhỏ” không những phụ thuộc vào cường độ âm mà còn phụ thuộc vào tần số của âm (mức cường độ âm). Với cùng một cường độ âm, tai nghe được âm có tần số cao “to” hơn âm có tần số thấp.

c) **Âm sắc** hay còn gọi là sắc thái của âm thanh nó gắn liền với đồ thị dao động âm (tần số và biên độ dao động), nó giúp ta phân biệt được các âm phát ra từ các nguồn âm, nhạc cụ khác nhau. Âm sắc phụ thuộc vào tần số và biên độ của các họa âm.

$\rightarrow$  **VD:** Dựa vào âm sắc để ta phân biệt được cùng một đoạn nhạc do hai ca sĩ Sơn Tùng và Issac thực hiện .

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

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

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

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

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

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

$$f = (2k + 1) \frac{v}{4l} = m \frac{v}{4l} \quad \text{với } m = 2k + 1 = 1, 3, 5, \dots$$

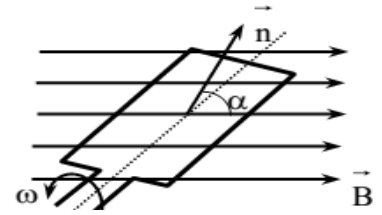
Ứng với  $k = 0 \text{ m} = 1 \rightarrow$  âm phát ra âm cơ bản có tần số  $f_1 = \frac{v}{4l}$

$k = 1, 2, 3 \dots$  hay  $m = 3; 5; 7 \dots$  ta có các họa âm bậc 3 (tần số  $3f_1$ ), bậc 5 (tần số  $5f_1$ )...

### Chương III. ĐIỆN XOAY CHIỀU

#### 1. Đại cương về dòng điện xoay chiều:

Cho khung dây dẫn phẳng có  $N$  vòng, diện tích  $S$  quay đều với vận tốc  $\omega$ , xung quanh trục vuông góc với với các đường sức từ của một từ trường đều có cảm ứng từ  $B$ .



• **Từ thông gởi qua khung dây:**

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

$\Rightarrow$  Từ thông cực đại gởi qua khung dây  $\Phi_0 = NBS$  với  $\alpha = (\vec{n}; \vec{B})$

• **Suất điện động xoay chiều:**

• suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây:  $e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\Phi' = E_0 \cos(\omega t + \varphi_0)(V)$

Đặt  $E_0 = \omega NBS = \omega \cdot \Phi_0$  là suất điện động cực đại và  $\varphi_0 = \alpha - \frac{\pi}{2}$

⚡ **CHÚ Ý:**

+ Suất điện động chậm pha hơn từ thông góc  $\pi/2$

+ Mối liên hệ giữa suất điện động và từ thông:  $\left(\frac{e}{E_0}\right)^2 + \left(\frac{\Phi}{\Phi_0}\right)^2 = 1$

+ chu kỳ và tần số liên hệ bởi:  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = 2\pi n_0$  với  $n_0 = f$  là số vòng quay trong 1 s

+ Suất điện động do các máy phát điện xoay chiều tạo ra cũng có biểu thức tương tự như trên.

• **Điện áp xoay chiều:**

▪ Khi trong khung dây có suất điện động thì 2 đầu khung dây có điện áp xoay chiều có dạng:

$$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)(V) \quad \text{Trong đó: } \begin{cases} U_0(V): \text{dien\_ap\_cuc\_dai} \\ u(V): \text{dien\_ap\_tuc\_thoi} \\ \varphi_u(\text{rad}): \text{pha\_ban\_dau\_cua\_dien\_ap} \end{cases}$$

▪ Nếu khung chưa nối vào tải tiêu thụ thì suất điện động hiệu dụng bằng điện áp hiệu dụng 2 đầu đoạn mạch  $E = U$ .

**Khái niệm về 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 cosin, với dạng tổng quát:

$$i = I_0 \cdot \cos(\omega t + \varphi_i) \quad (A) \quad \text{Trong đó: } I_0(A): \text{cường độ dòng điện cực đại}$$

$i(A):$  cường độ dòng điện tức thời

$\varphi_i(\text{rad}):$  pha ban đầu của cđđ

⚡ **CHÚ Ý:**

a) Trên đồ thị nếu  $i; u$  đang tăng thì  $\varphi < 0$ , nếu  $i; u$  đang giảm thì  $\varphi > 0$

b) Biểu diễn  $u$  và  $i$  bằng giản đồ véc tơ quay:

- Chọn trục pha  $Ox$  là trục dòng điện

- Biểu diễn:  $i \leftrightarrow \vec{I}_0; (\vec{I}_0; \vec{Ox}) = 0$ .

$$u \leftrightarrow (\vec{U}_0; \vec{Ox}) = (\vec{U}_0; \vec{Ox}) = \varphi$$

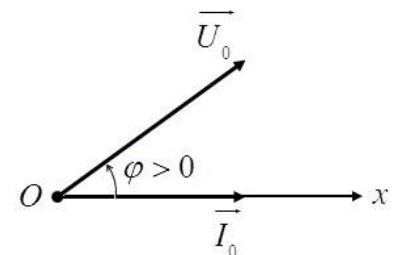
c) Độ lệch pha giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện:  $\Delta\varphi_{u,i} = \varphi_u - \varphi_i$

+ Nếu  $\varphi > 0 \rightarrow u$  sớm pha hơn  $i$  hoặc ngược lại

+ Nếu  $\varphi < 0 \rightarrow u$  trễ pha hơn  $i$  hoặc ngược lại

+ Nếu  $\varphi = 0 \rightarrow u$  cùng pha với  $i$ .

**Giá trị hiệu dụng:** Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là đại lượng có giá trị của cường độ dòng điện không đổi sao cho khi đi qua cùng một điện trở  $R$ , thì công suất tiêu thụ trong  $R$  bởi dòng điện không đổi ấy bằng công suất trung bình tiêu thụ trong  $R$  bởi dòng điện xoay chiều nói trên.



$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \qquad U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \qquad E = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$$

Nhiệt lượng toả ra trên điện trở R trong thời gian t nếu có dòng điện xoay chiều  $i(t) = I_0 \cos(\omega t + \varphi)$  chạy qua là Q

- Công suất toả nhiệt trên R khi có dòng điện xoay chiều chạy qua:  $Q = I^2 R t = \frac{I_0^2}{2} R t$

**CHÚ Ý:**

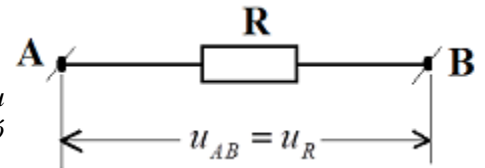
+ Nếu cuộn dây kín có điện trở R → có dòng điện xoay chiều :

$$i = \frac{NBS\omega}{R} \cos\omega t = I_0 \cos\omega t \text{ với } E_0 = \omega NBS; I_0 = \frac{NBS\omega}{R}$$

**2. Các loại đoạn mạch xoay chiều:**

**a. Đoạn mạch chỉ có điện trở thuần R:**

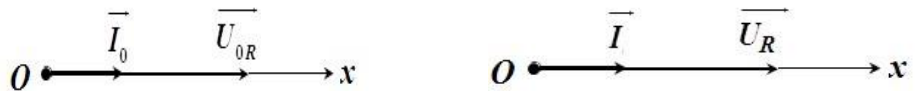
**Quan hệ giữa u và i:** Giả sử đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có biểu thức:  $u = u_R = U_{0R} \cos(\omega t + \varphi)$  (V) thì trong mạch xuất hiện dòng điện có cường độ là i. Xét trong khoảng thời gian rất ngắn  $\Delta t$  kể từ thời điểm t



→ Dòng điện xoay chiều qua mạch:  $i = \frac{u_R}{R} = \frac{U_{0R}}{R} \cos(\omega t + \varphi)$  (A)

Vậy: điện áp và dòng điện xoay chiều cùng pha với nhau, khi mạch chỉ chứa R hay  $u_R$  cùng pha với i

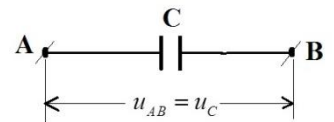
**Giản đồ vecto:**



**b. Đoạn mạch chỉ có tụ điện:**

a) **Quan hệ giữa u và i:** Giả sử đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có biểu thức:  $u = u_C = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$  (V) → Điện tích trên tụ:  $q = C u_C = C U_0 \cos(\omega t + \varphi)$  (C)

→ Dòng điện xoay chiều qua mạch:  $i = \frac{dq}{dt} = q'(t) = \omega C U_0 \cos(\omega t + \varphi + \pi/2)$  (A)



Vậy: Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch chỉ có tụ điện trễ pha hơn dòng điện x/chiều góc  $\pi/2$  (hay dòng điện x/chiều sớm pha hơn điện áp góc  $\pi/2$ ) khi mạch chỉ chứa tụ điện uC chậm pha hơn i góc  $\pi/2$ .

b) Trở kháng & Định luật Ôm cho đoạn mạch chỉ có tụ điện:

Đặt:  $I_0 = \omega C \cdot U_0 = \frac{U_0}{\frac{1}{\omega C}}$ . Ta thấy đại lượng  $\frac{1}{\omega C}$  đóng vai trò cản trở dòng qua tụ điện. Đặt  $\frac{1}{\omega C} = Z_C$  gọi là dung kháng.

kháng.

\* Dung kháng: Đại lượng đặc trưng cho tính cản trở dòng điện x/chiều trong mạch của tụ điện

$$Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{T}{2\pi C} (\Omega)$$

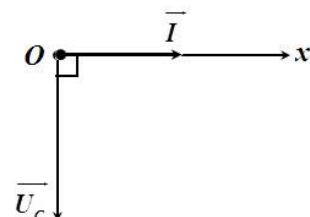
Ý nghĩa của dung kháng

- + Làm cho i sớm pha hơn u góc  $\pi/2$ .
- + Khi f tăng (hoặc T giảm) →  $Z_C$  giảm → I tăng → dòng điện xoay chiều qua mạch dễ dàng.
- + Khi f giảm (hoặc T tăng) →  $Z_C$  tăng → I giảm → dòng điện xoay chiều qua mạch khó hơn.

\* Định luật Ôm:  $I = \frac{U_C}{Z_C} \Leftrightarrow U_C = I \cdot Z_C$  hoặc  $I_0 = \frac{U_{0C}}{Z_C} \Leftrightarrow U_{0C} = I_0 \cdot Z_C$

Với  $U_C$  điện áp hiệu dụng ở hai đầu tụ C

**Giản đồ vecto:**





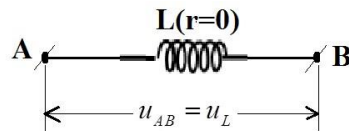
Công thức mở rộng: Do  $u_C$  vuông pha với  $i$  nên

$$\frac{u_C^2}{U_{0C}^2} + \frac{i^2}{I_0^2} = 1 \text{ hay } \frac{u_C^2}{U_C^2} + \frac{i^2}{I^2} = 2$$

**c. Đoạn mạch chỉ có cuộn dây thuần cảm:**

Cuộn dây thuần cảm là cuộn dây chỉ có độ tự cảm  $L$  và có điện trở thuần  $r$  không đáng kể ( $r \approx 0$ )

**Quan hệ giữa  $u$  và  $i$ :** Điện áp hai đầu đoạn mạch chỉ có cuộn cảm thuần sớm pha hơn dòng điện  $x$ /chiều góc  $\pi/2$  (hay dòng điện  $x$ /chiều trễ pha hơn điện áp góc  $\pi/2$ ) khi mạch chỉ chứa cuộn cảm thuần  $u_L$  ( $l_0$ ) sớm pha hơn  $i$  góc  $\pi/2$



**\* Cảm kháng:** Đại lượng đặc trưng cho tính cản trở dòng điện  $x$ /chiều trong mạch

của cuộn cảm  $Z_L = \omega L = 2\pi \cdot f \cdot L = \frac{2\pi L}{T}$  ( $\Omega$ )

Ý nghĩa của cảm kháng

- + Làm cho  $i$  trễ pha hơn  $u$  góc  $\pi/2$ .
- + Khi  $f$  tăng (hoặc  $T$  giảm)  $\rightarrow Z_L$  tăng  $\rightarrow I$  giảm  $\rightarrow$  dòng điện xoay chiều qua mạch khó hơn.
- + Khi  $f$  giảm (hoặc  $T$  tăng)  $\rightarrow Z_L$  giảm  $\rightarrow I$  tăng  $\rightarrow$  dòng điện xoay chiều qua mạch dễ dàng hơn.

$$I = \frac{U_L}{Z_L} \Leftrightarrow U_L = I \cdot Z_L \quad \text{hoặc} \quad I_0 = \frac{U_{0L}}{Z_L} \Leftrightarrow U_{0L} = I_0 \cdot Z_L$$

**\* Định luật Ôm:**

Với  $U_L$  điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thuần cảm  $L$

**Giải đồ vectơ:**

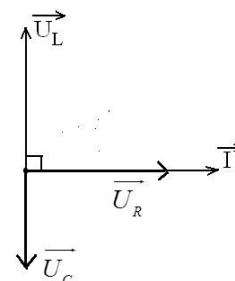
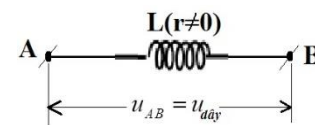
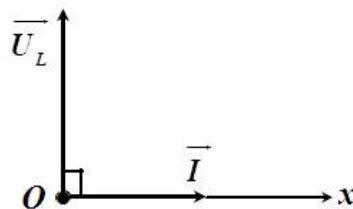
Công thức mở rộng: Do  $u_L$  vuông pha với  $i$  nên

$$\frac{u_L^2}{U_{0L}^2} + \frac{i^2}{I_0^2} = 1 \text{ hay } \frac{u_L^2}{U_L^2} + \frac{i^2}{I^2} = 2$$

$\Rightarrow$  Chú ý: Nếu cuộn dây không thuần cảm thì  $u_{dây} = u_r + u_L \neq u_L$

**TỔNG QUÁT:** Nếu dòng xoay chiều có dạng:  $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$  A thì điện áp xoay chiều hai đầu mỗi phần tử điện có dạng:

- $u_R$  cùng pha với  $i$ :  $u_R = U_{0R} \cos(\omega t + \varphi_i)$  V với  $U_{0R} = I_0 \cdot R$
- $u_L$  nhanh pha hơn  $i$  góc  $\pi/2$ :  $u_L = U_{0L} \cos\left(\omega t + \varphi_i + \frac{\pi}{2}\right)$  V với  $U_{0L} = I_0 \cdot Z_L$
- $u_C$  chậm pha hơn  $i$  góc  $\pi/2$ :  $u_C = U_{0C} \cos\left(\omega t + \varphi_i - \frac{\pi}{2}\right)$  V (V) với  $U_{0C} = I_0 \cdot Z_C$

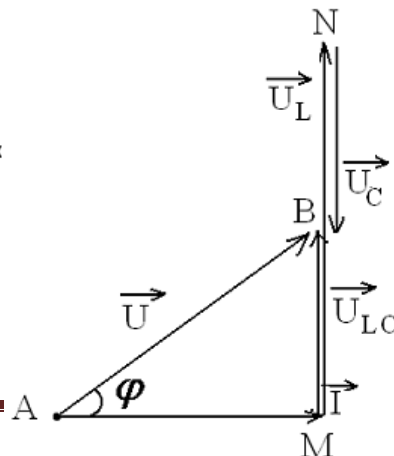
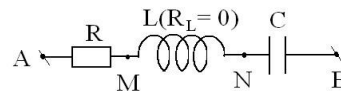
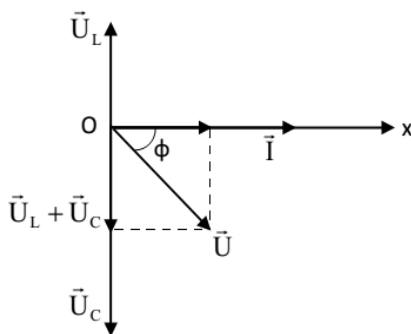
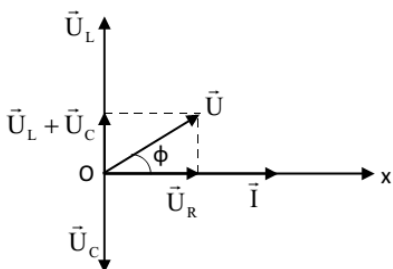


**3. Mạch điện xoay chiều không phân nhánh:**

**Tổng trở của đoạn mạch:**

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

**Giải đồ vectơ:**



❖ *Mối liên hệ giữa các điện áp cực đại hoặc hiệu dụng:*

$$U = \sqrt{(U_L - U_C)^2 + U_R^2} \text{ hoặc } U_0 = \sqrt{U_{0R}^2 + (U_{0L} - U_{0C})^2}$$

$$\text{Độ lệch pha của } u \text{ so với } i: \Delta\varphi_{u,i} = (\vec{U}; \vec{I}) = \varphi_u - \varphi_i$$

$$\tan\varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

- Nếu  $U_L > U_C$  (hay  $Z_L > Z_C$ ):  $\varphi > 0 \Leftrightarrow u$  sớm pha hơn  $i \Leftrightarrow$  mạch có tính cảm kháng
- Nếu  $U_L < U_C$  (hay  $Z_L < Z_C$ ):  $\varphi < 0 \Leftrightarrow u$  chậm pha hơn  $i \Leftrightarrow$  mạch có tính dung kháng
- Nếu  $U_L = U_C$  (hay  $Z_L = Z_C$ ):  $\varphi = 0 \Leftrightarrow u$  cùng pha với  $i \Leftrightarrow$  mạch chỉ có thuần trở hoặc cộng hưởng.

**Hiện tượng cộng hưởng:** Hiện tượng cường độ dòng điện trong mạch đạt cực đại ( $I_{\max}$ ) khi  $Z_L = Z_C$  hay tần số của mạch đạt giá trị

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Leftrightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Hệ quả của hiện tượng cộng hưởng:

$$\text{▪ } I_{\max} = \frac{U}{Z_{\min}} = \frac{U}{R} \text{ với } Z_{\min} = R \Leftrightarrow Z_L = Z_C \text{ hay } U_L = U_C$$

$$\text{▪ } \varphi = 0 \Rightarrow \varphi_0 = \varphi_i \Rightarrow \cos\varphi_{\max} = 1$$

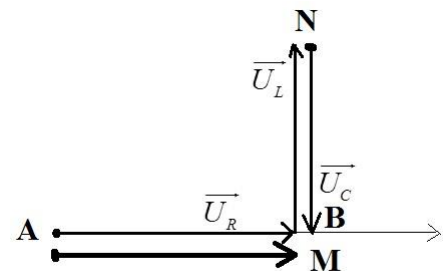
▪  $u_R$  đồng pha so với  $u$  hai đầu đoạn mạch. Hay  $U_{R\max} = U$

▪  $u_L$  và  $u_C$  đồng thời lệch pha  $\pi/2$  so với  $u$  ở hai đầu đoạn mạch.

⚡ **CHÚ Ý:** Nếu cuộn không thuần cảm (có điện trở thuần  $r$ )

$$\text{▪ } Z = \sqrt{(r + R)^2 + (Z_L - Z_C)^2} \text{ và } U = \sqrt{(U_L - U_C)^2 + (U_R + U_r)^2}$$

$$\text{▪ } \tan\varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R + U_r} = \frac{Z_L - Z_C}{R + r} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R + r}$$



#### 4. Hệ số công suất và công suất của dòng điện xoay chiều:

a) Công suất của mạch điện xoay chiều:

• Công suất tức thời:  $p_t = u \cdot i$  (W)

• Công suất trung bình:  $\bar{P} = P = UI \cos\varphi$

• Điện năng tiêu thụ:  $W = P \cdot t$  (J)

b) Hệ số công suất  $\cos\varphi$ : (vì  $-\pi/2 \leq \varphi \leq +\pi/2$  nên ta luôn có  $0 \leq \cos\varphi \leq 1$ )

• Biểu thức của hệ số công suất: Trường hợp mạch RLC nối tiếp  $\cos\varphi = \frac{P}{U \cdot I} = \frac{U_R}{U} = \frac{R}{Z}$

• Trường hợp này, công suất tiêu thụ trung bình của mạch bằng công suất tỏa nhiệt trên điện trở  $R$

$$P = UI \cos\varphi = I^2 R = \frac{U^2}{R} \cos^2 \varphi = \frac{U^2 \cos^2 \varphi}{R}$$

• Tầm quan trọng của hệ số công suất  $\cos\varphi$  trong quá trình cung cấp và sử dụng điện năng:

Công suất tiêu thụ trung bình:  $P = UI \cos\varphi \rightarrow$  cường độ dòng điện hiệu dụng  $I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$

$\rightarrow$  công suất hao phí trên dây tải điện (có điện trở  $R$ ):  $\Delta P = \frac{P^2}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi} R$

➤ nếu  $\cos\varphi$  nhỏ thì hao phí lớn  $\rightarrow$  quy định các cơ sở sử dụng điện phải có  $\cos\varphi \geq 0,85$ .

⚡ **CHÚ Ý:**

- Nhiệt lượng tỏa ra (Điện năng tiêu thụ) trong thời gian  $t(s)$ :  $Q = I^2 R t$  (J)
- Nếu cuộn không thuần cảm (có điện trở thuần  $r$ ) thì:

$$\left[ \begin{array}{l} \cos \varphi = \frac{R+r}{Z} \\ P = I^2 (R+r) \end{array} \right] \text{ với } Z = \sqrt{(R_L + R)^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

→ Công suất tiêu thụ của mạch  $P_{\text{mạch}} = (R+r).I^2 = \frac{U^2}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} \cdot (R+r) = P_R + P_{\text{dây}}$

→ Công suất tiêu thụ trên điện trở thuần  $R$ :  $P_R = I^2 R = \frac{U^2}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} \cdot R$

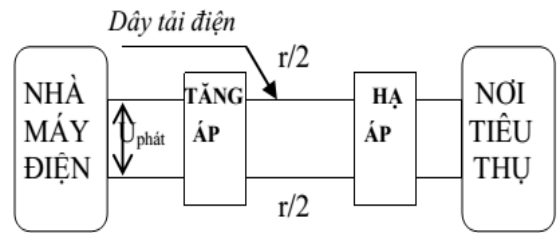
→ Công suất tiêu thụ trên điện cuộn dây:  $P_{\text{dây}} = I^2 \cdot r = \frac{U^2}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} \cdot r$

**5. Truyền tải điện năng**

**a. Công suất hao phí trong quá trình truyền tải điện năng**

\* Công suất nơi phát:  $P_{\text{phát}} = U_{\text{phát}} \cdot I$

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



Với  $P_{\text{phát}}$  cố định, có thể giảm hao phí bằng 2 cách:

- Giảm  $r$ : cách này không thực hiện được vì rất tốn kém

- Tăng  $U$ : người ta thường tăng điện áp trước khi truyền tải bằng máy tăng áp và giảm điện áp ở nơi tiêu thụ tới giá trị cần thiết bằng máy giảm áp, cách này có hiệu quả nhờ dùng máy biến áp ( $U_{\text{phát}}$  tăng  $n$  lần thì  $P_{\text{hp}}$  giảm  $n^2$  lần)

**2. Hiệu suất truyền tải đi xa:** được đo bằng tỉ số giữa công suất điện nhận được ở nơi tiêu thụ và công suất điện truyền đi từ trạm phát điện:

$$H = \frac{P_{\text{có ích}}}{P_{\text{phát}}} \cdot 100(\%) = \frac{P_{\text{phát}} - \Delta P_{\text{hp}}}{P_{\text{phát}}} \cdot 100(\%) = \left( 1 - \frac{\Delta P}{P_{\text{phát}}} \right) \cdot 100(\%) = \left( 1 - \frac{P_{\text{phát}}}{U_{\text{phát}}^2 \cdot \cos^2 \varphi} \cdot R \right) \cdot 100(\%)$$

📌 **Chú ý:**

\* Gọi  $H_1$ ;  $H_2$  là hiệu suất truyền tải ứng với các điện áp  $U_1$ ;  $U_2$ . Nếu công suất tại nguồn phát không đổi. Ta có:

$$\frac{1 - H_2}{1 - H_1} = \left( \frac{U_1}{U_2} \right)^2$$

\* Sơ đồ truyền tải điện năng từ A đến B : Tại A sử dụng máy tăng áp để tăng điện áp cần truyền đi. Đến B sử dụng máy hạ áp để làm giảm điện áp xuống phù hợp với nơi cần sử dụng (thường là 220V). Khi đó độ giảm điện áp:  $\Delta U = I \cdot R = U_{2A} - U_{1B}$

với  $U_{2A}$  là điện áp hiệu dụng ở cuộn thứ cấp của máy tăng áp tại A, còn  $U_{1B}$  là điện áp ở đầu vào cuộn sơ cấp của máy biến áp tại B.

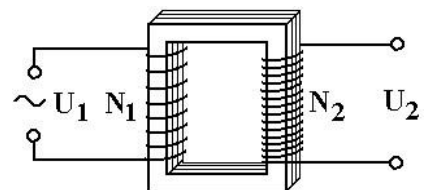
- Quãng đường truyền tải điện năng đi xa so với nguồn một khoảng là  $d$  thì chiều dài dây là  $\ell = 2d$ .
- Ứng dụng: Máy biến áp được ứng dụng trong việc truyền tải điện năng, nấu chảy kim loại, hàn điện ...

**6. Máy biến áp:**

**Định nghĩa:** Máy biến áp là những thiết bị biến đổi điện áp xoay chiều (nhưng không thay đổi tần số)

**Cấu tạo:**

- lõi biến áp là 1 khung sắt non có pha silíc gồm nhiều lá thép mỏng ghép cách điện với nhau.





- 2 cuộn dây dẫn (điện trở nhỏ) quấn trên 2 cạnh của khung :
  - Cuộn dây nối với nguồn điện xoay chiều gọi là cuộn sơ cấp.
  - Cuộn dây còn lại gọi là cuộn thứ cấp (nối với tải tiêu thụ)

**Nguyên tắc hoạt động:** Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

**Các công thức:**

Khi máy biến áp hoạt có tải hoặc không tải

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

**Trong đó:**

- +  $N_1, U_1, E_1$ : là số vòng dây quấn; điện áp và suất điện động ghiểu dụng ở cuộn sơ cấp
- +  $N_2, U_2, E_2$ : là số vòng dây quấn; điện áp và suất điện động hiệu dụng ở cuộn thứ cấp.

Nếu:  $\frac{N_2}{N_1} > 1$  → Máy tăng áp.

Nếu:  $\frac{N_2}{N_1} < 1$  → Máy hạ áp.

b) Máy biến thế chạy tải với hiệu suất hoạt động là H:  $H = \frac{P_2}{P_1} = \frac{U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2}{U_1 \cdot I_1}$

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

Nếu  $H = 1, \cos \varphi_1 = \cos \varphi_2 = 1$  thì:

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

**7. Máy phát điện:**

**a. Máy phát điện xoay chiều một pha**

**Cấu tạo: gồm 2 bộ phận chính**

- \* **Phần cảm:** là nam châm vĩnh cửu hoặc nam châm điện → phần tạo ra từ trường.
- \* **Phần ứng:** là những cuộn dây trong đó xuất hiện suất điện động cảm ứng → phần tạo ra dòng điện.

Một trong hai phần đặt cố định gọi là **stato**, phần còn lại **quay** quanh một trục gọi là **roto**.

**Nguyên tắc hoạt động:** Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

Khi rôto quay, từ thông qua cuộn dây biến thiên, trong cuộn dây xuất hiện suất điện động cảm ứng, suất điện động này được đưa ra ngoài để sử dụng.

- Máy phát điện xoay chiều một pha công suất lớn thường dùng nam châm vĩnh cửu quay trong lòng stato có các cuộn dây.

- Máy phát điện xoay chiều một pha công suất nhỏ có thể là khung dây quay trong từ trường, lấy điện ra nhờ bộ góp.

\* **Tần số của dòng điện do máy tạo ra:** Nếu máy có p cặp cực và rô to quay n vòng trong 1 giây thì  $f = n.p$ .

$p$ : số cặp cực của nam châm.  
 $n$ : Tốc độ quay của rôto (vòng/giây).

⚡ **Chú ý:** Để làm giảm vận tốc quay của rôto trong khi vẫn giữ nguyên tần số f của dòng điện do máy phát ra người ta chế tạo máy với **p cặp cực nam châm** (đặt xen kẽ nhau trên vành tròn của rôto) và **p cặp cuộn dây** (đặt xen kẽ nhau trên vành tròn của stato).

**b. Máy phát điện xoay chiều ba pha**

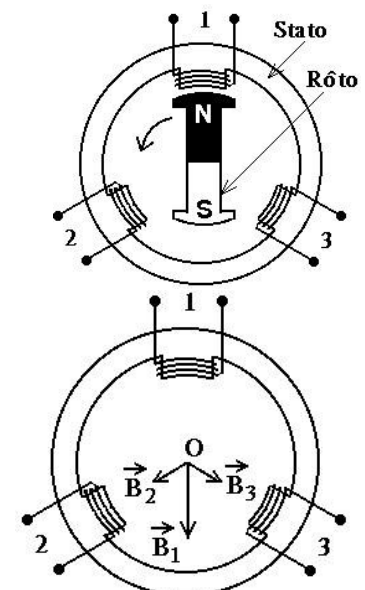
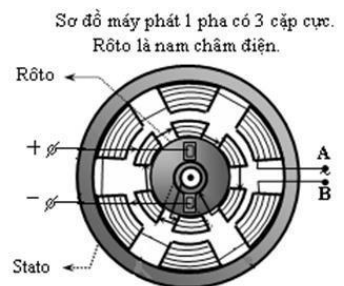
Hệ ba pha gồm máy phát ba pha, đường dây tải điện 3 pha, động cơ ba pha.

**Khái niệm:** Là máy tạo ra 3 suất điện động xoay chiều hình sin cùng tần số, cùng biên độ và lệch pha nhau  $120^0$  từng đôi một.

$$e_1 = e_0 \sqrt{2} \cos \omega t \text{ (V)}; e_2 = e_0 \sqrt{2} \cos(\omega t - \frac{2\pi}{3}) \text{ (V)}; e_3 = e_0 \sqrt{2} \cos(\omega t - \frac{4\pi}{3})$$

**Cấu tạo:**

- Stato gồm 3 cuộn dây giống nhau gắn cố định trên vòng tròn lệch nhau  $120^0$



- Rôto là nam châm NS quay quanh tâm O của đường tròn với tốc độ góc  $\omega$  không đổi

**Nguyên tắc:** Khi nam châm quay, từ thông qua 3 cuộn dây biến thiên lệch pha  $2\pi/3$  làm xuất hiện 3 suất điện động xoay chiều cùng tần số, cùng biên độ, lệch pha  $2\pi/3$

**Cách mắc mạch ba pha:** Mắc hình tam giác và hình sao

**Ưu điểm:**

- Truyền tải điện bằng dòng 3 pha tiết kiệm được dây dẫn so với truyền tải điện bằng dòng một pha
- Cung cấp điện cho các động cơ 3 pha phổ biến trong nhà máy, xí nghiệp.

### 8. Động cơ không đồng bộ ba pha

**Nguyên tắc hoạt động:** Đặt khung dây dẫn vào từ trường quay, khung dây sẽ quay theo từ trường đó với tốc độ góc nhỏ hơn ( $\omega_{\text{khung dây}} < \omega_{\text{từ trường}}$ )

**Động cơ không đồng bộ ba pha:**

**Cấu tạo:**

- Stato là bộ phận tạo ra từ trường quay gồm 3 cuộn dây giống nhau đặt lệch  $120^\circ$  trên 1 vòng tròn

- Rôto là khung dây dẫn quay dưới tác dụng của từ trường quay

**Hoạt động:** Tạo ra từ trường quay bằng cách cho dòng điện xoay chiều 3 pha chạy vào 3 cuộn dây của stato; Dưới tác dụng của từ trường quay, rôto lồng sóc sẽ quay với tốc độ nhỏ hơn tốc độ của từ trường  $\omega_{\text{Rôto}} < \omega_{\text{từ trường}} = \omega_{\text{dòng điện}}$

→ Có thể dễ dàng biến từ động cơ không đồng bộ ba pha thành máy phát điện 3 pha và ngược lại.

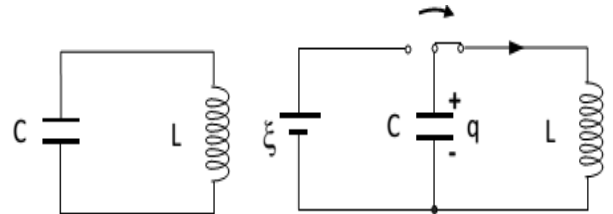
## Chương IV. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

### 1. Mạch dao động điện từ LC

Gồm một tụ điện mắc nối tiếp với một cuộn cảm thành mạch kín.

- Nếu  $r$  rất nhỏ ( $\approx 0$ ): mạch dao động lí tưởng.

Muốn mạch hoạt động → tích điện cho tụ điện rồi cho nó phóng điện tạo ra một dòng điện xoay chiều trong mạch. Người ta sử dụng hiệu điện thế xoay chiều được tạo ra giữa hai bản của tụ điện bằng cách nối hai bản này với mạch ngoài.



### 2. Sự biến thiên điện áp, điện tích và dòng điện trong mạch LC

a) **Điện tích tức thời của tụ:**

$$q = Q_0 \cdot \cos(\omega t + \varphi_q)(C)$$

Với:  $Q_0(C)$ : điện tích cực đại của tụ

⚡ **CHÚ Ý:** Khi  $t = 0$  nếu  $q$  đang tăng (tụ điện đang tích điện) thì  $\varphi_q < 0$ ; nếu  $q$  đang giảm (tụ điện đang phóng điện) thì  $\varphi_q > 0$

b) **Hiệu điện thế tức thời giữa hai bản tụ của mạch dao động LC:**

$$u = \frac{q}{C} = U_0 \cdot \cos(\omega t + \varphi_u)(V)$$

Với:  $U_0(V)$ : hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ

$$\Rightarrow u = \frac{Q_0}{C} \cdot \cos(\omega t + \varphi_q)(C) \Rightarrow \varphi_q = \varphi_u \text{ và } Q_0 = C \cdot U_0$$

c) **Cường độ dòng điện qua cuộn dây:**

$$i = q' = -\omega Q_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi_q)(A) = I_0 \cdot \cos\left(\omega t + \varphi_q + \frac{\pi}{2}\right)(A) \Rightarrow I_0 = Q_0 \omega = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$$

Với:  $I_0(A)$ : cường độ dòng điện cực đại

❖ **KẾT LUẬN:**

- Vậy trong mạch  $q$ ;  $u$ ;  $i$  luôn biến thiên điều hoà cùng tần số nhưng lệch pha nhau:  
+  $q$ ;  $u$  cùng pha nhau.  
+  $i$  sớm pha hơn  $u$ ,  $q$  một góc  $\pi/2$ . Nên ta có:

$$\left(\frac{u}{U_0}\right)^2 + \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 = 1 \text{ hoặc } \left(\frac{q}{Q_0}\right)^2 + \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 = 1$$

### 3. Tần số góc riêng, chu kì riêng, tần số riêng của mạch dao động:

a) **Tần số góc riêng của mạch dao động LC:**  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

b) **Chu kì riêng và tần số riêng của mạch dao động LC:**

Trong đó:  $L(H)$ : Độ tự cảm của cuộn cảm;  $C(F)$ : Điện dung của tụ

✚ **Chú ý:** Các công thức mở rộng:

$$+ I_0 = \omega Q_0 = \frac{2\pi Q_0}{T} = \frac{Q_0}{\sqrt{LC}}$$

$$+ U_0 = \frac{Q_0}{C} = \frac{I_0}{\omega C} = I_0 \sqrt{\frac{L}{C}}$$

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

+ Quy ước:  $q > 0$  ứng với bản tụ ta xét tích điện dương thì  $i > 0$  ứng với dòng điện chạy đến bản tụ mà ta xét.

$$+ \text{Công thức độc lập với thời gian: } \left[ \begin{array}{l} \frac{u^2}{U_0^2} + \frac{i^2}{I_0^2} = \frac{q^2}{Q_0^2} + \frac{i^2}{I_0^2} = 1 \Leftrightarrow Q_0^2 = q^2 + \left(\frac{i}{\omega}\right)^2 \\ \text{hay } i = \pm \omega \sqrt{Q_0^2 - q^2} \end{array} \right]$$

✚ **Chú ý:**

**Dao động điện từ tắt dần**

Trong các mạch dao động thực luôn có tiêu hao năng lượng, ví dụ do điện trở thuần  $R$  của dây dẫn, vì vậy dao động sẽ dừng lại sau khi năng lượng bị tiêu hao hết. Quan sát dao động kí điện từ sẽ thấy biên độ dao động giảm dần đến 0. Hiện tượng này gọi là dao động điện từ tắt dần.  $R$  càng lớn thì sự tắt dần càng nhanh,  $R$  rất lớn thì không có dao động.

**Dao động điện từ duy trì.**

Hệ tự dao động: Muốn duy trì dao động, ta phải bù đủ và đúng phần năng lượng bị tiêu hao trong mỗi chu kì. Ta có thể dùng tranzito để điều khiển việc bù năng lượng từ pin cho khung dao động LC ăn nhịp với từng chu kì dao động của mạch. Dao động trong khung LC được duy trì ổn định với tần số riêng  $\omega_0$  của mạch, người ta gọi đó là một hệ tự dao động

**Dao động điện từ cưỡng bức.**

Sự cộng hưởng: Dòng điện trong mạch LC buộc phải biến thiên theo tần số  $\omega$  của nguồn điện ngoài chứ không thể dao động theo tần số riêng  $\omega_0$  được nữa. Quá trình này được gọi là dao động điện từ cưỡng bức. Khi thay đổi tần số  $\omega$  của nguồn điện ngoài thì biên độ của dao động điện trong khung thay đổi theo, đến khi  $\omega = \omega_0$  thì biên độ dao động điện trong khung đạt giá trị cực đại. Hiện tượng này gọi là sự cộng hưởng.

➤ **Sự tương tự giữa dao động điện và dao động cơ**

Đại lượng cơ	Đại lượng điện
$x$	$q$
$v$	$i$
$m$	$L$
$k$	$\frac{1}{C}$
$F$	$u$
$\mu$	$R$

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

### 4. SÓNG ĐIỆN TỪ

a. **Liên hệ giữa điện trường biến thiên và từ trường biến thiên**

Nếu tại một nơi có một từ trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một điện trường xoáy.

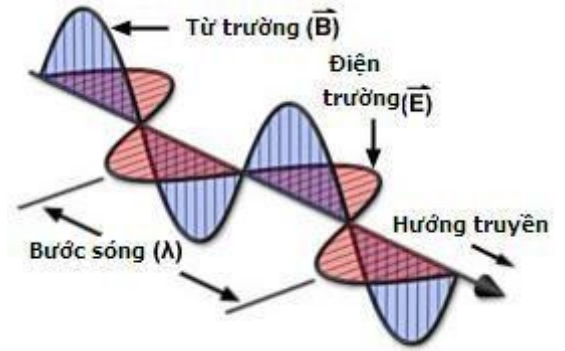
Điện trường xoáy là điện trường có các đường sức là đường cong kín.

Nếu tại một nơi có điện trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một từ trường.

Đường sức của từ trường luôn khép kín.

**b. Điện từ trường:** Mỗi biến thiên theo thời gian của từ trường sinh ra trong không gian xung quanh một điện trường xoáy biến thiên theo thời gian, ngược lại mỗi biến thiên theo thời gian của điện trường cũng sinh ra một từ trường biến thiên theo thời gian trong không gian xung quanh.

Điện trường biến thiên và từ trường biến thiên cùng tồn tại trong không gian. Chúng có thể chuyển hóa lẫn nhau trong một trường thống nhất được gọi là **điện từ trường**.



**c. Sóng điện từ - Thông tin liên lạc bằng vô tuyến**

Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.

• **Đặc điểm của sóng điện từ**

+ Sóng điện từ lan truyền được trong chân không với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng ( $c \approx 3.10^8 \text{m/s}$ ). Sóng điện từ lan truyền được trong các điện môi. Tốc độ lan truyền của sóng điện từ trong các điện môi nhỏ hơn trong chân không và phụ thuộc vào hằng số điện môi.

+ Sóng điện từ là sóng ngang. Trong quá trình lan truyền  $\vec{E}$  và  $\vec{B}$  luôn luôn vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng. Tại mỗi điểm dao động của điện trường và từ trường luôn cùng pha với nhau.

+ Khi sóng điện từ gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì nó cũng bị phản xạ và khúc xạ như ánh sáng. Ngoài ra cũng có hiện tượng giao thoa, nhiễu xạ... sóng điện từ.

+ Sóng điện từ mang năng lượng. Khi sóng điện từ truyền đến một anten, làm cho các electron tự do trong anten dao động.

+ Nguồn phát sóng điện từ rất đa dạng, như tia lửa điện, cầu dao đóng, ngắt mạch điện, trời sấm sét ...

• **Thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến**

☆ **Sóng vô tuyến** là các sóng điện từ dùng trong vô tuyến, có bước sóng từ vài m đến vài km. Theo bước sóng, người ta chia sóng vô tuyến thành các loại: sóng cực ngắn, sóng ngắn, sóng trung và sóng dài.

☆ **Tầng điện li** là lớp khí quyển bị ion hóa mạnh bởi ánh sáng Mặt Trời và nằm trong khoảng độ cao từ 80 km đến 800 km, có ảnh hưởng rất lớn đến sự truyền sóng vô tuyến điện.

+ Các phân tử không khí trong khí quyển hấp thụ rất mạnh các sóng dài, sóng trung và sóng cực ngắn nhưng ít hấp thụ các vùng sóng ngắn. Các sóng ngắn phản xạ tốt trên tầng điện li và mặt đất.

+ **Sóng dài:** có năng lượng nhỏ nên không truyền đi xa được. Ít bị nước hấp thụ nên được dùng trong thông tin liên lạc trên mặt đất và trong nước.

+ **Sóng trung:** Ban ngày sóng trung bị tầng điện li hấp thụ mạnh nên không truyền đi xa được. Ban đêm bị tầng điện li phản xạ mạnh nên truyền đi xa được. Được dùng trong thông tin liên lạc vào ban đêm.

+ **Sóng ngắn:** Có năng lượng lớn, bị tầng điện li và mặt đất phản xạ mạnh. Vì vậy từ một đài phát trên mặt đất thì sóng ngắn có thể truyền tới mọi nơi trên mặt đất. Dùng trong thông tin liên lạc trên mặt đất.

+ **Sóng cực ngắn:** Có năng lượng rất lớn và không bị tầng điện li phản xạ hay hấp thụ. Được dùng trong thông tin vũ trụ.

❖ **Nguyên tắc chung** của thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến điện:

• **Biến điệu sóng mang:** Biên âm thanh (hoặc hình ảnh) muốn truyền đi thành các dao động điện từ có tần số thấp gọi là tín hiệu âm tần (hoặc tín hiệu thị tần).

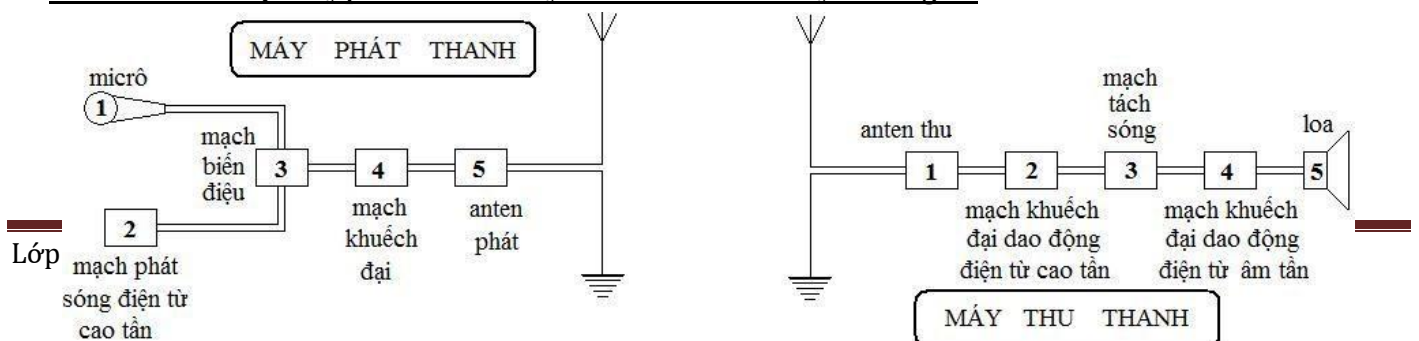
• **Trộn sóng:** Dùng sóng điện từ tần số cao (cao tần) để **mang** (sóng mang) các tín hiệu âm tần hoặc thị tần đi xa. Muốn vậy phải trộn sóng điện từ âm tần hoặc thị tần với sóng điện từ cao tần (biến điệu). Qua anten phát, sóng điện từ cao tần đã biến điệu được truyền đi trong không gian.

• **Thu sóng:** Dùng máy thu với anten thu để chọn và thu lấy sóng điện từ cao tần muốn thu.

• **Tách sóng:** Tách tín hiệu ra khỏi sóng cao tần (tách sóng) rồi dùng loa để nghe âm thanh truyền tới hoặc dùng màn hình để xem hình ảnh.

• **Khuếch đại:** Để tăng cường độ của sóng truyền đi và tăng cường độ của tín hiệu thu được người ta dùng các mạch khuếch đại.

**Sơ đồ khối của một máy phát thanh vô tuyến và thu thanh vô tuyến đơn giản**





\* **Ăng ten phát:** là khung dao động hở (các vòng dây của cuộn L hoặc 2 bản tụ C xa nhau), có cuộn dây mắc xen gần cuộn dây của máy phát. Nhờ cảm ứng, bức xạ sóng điện từ cùng tần số máy phát sẽ phát ra ngoài không gian.

\* **Ăng ten thu:** là 1 khung dao động hở, nó thu được nhiều sóng, có tụ C thay đổi. Nhờ sự **cộng hưởng** với **tần số sóng cần thu** ta thu được sóng điện từ có  $f = f_0$

d. **Bước sóng điện từ thu và phát:**

$$\lambda = cT = \frac{c}{f} = 2\pi c \sqrt{LC} \quad \text{Với: } c = 3.10^8 \text{ m/s vận tốc của ánh sáng trong chân không.}$$

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

+  $\lambda_{\min}$  tương ứng với  $L_{\min}$  và  $C_{\min}$

+  $\lambda_{\max}$  tương ứng với  $L_{\max}$  và  $C_{\max}$

❖ **LƯU Ý QUAN TRỌNG:**

\* **Sóng mang có biên độ bằng biên độ của sóng âm tần, có tần số bằng tần số của sóng cao tần.**

\* **Để xác định vecto cảm ứng từ  $\vec{B}$ ; vecto cường độ điện trường  $\vec{E}$  và hướng truyền sóng  $\vec{v}$  ta dùng quy tắc “bàn tay phải”. Cách làm: **Duỗi thẳng bàn tay phải:****

- Chiều từ cổ tay đến đầu các ngón tay là chiều truyền sóng.

- Chiều của ngón cái choãi ra  $90^\circ$  là chiều của vecto cường độ điện trường  $\vec{E}$ .

- Chiều của vecto cảm ứng từ  $\vec{B}$  đâm xuyên qua lòng bàn tay.

## Chương V. SÓNG ÁNH SÁNG

### I. Tán sắc ánh sáng:

#### a. Thuyết song ánh sáng:

- Ánh sáng có bản chất là sóng điện từ.

- Mỗi ánh sáng là một sóng có tần số  $f$  xác định, tương ứng với một màu xác định.

- Ánh sáng khả kiến có tần số nằm trong khoảng  $3,947.10^{14}$  Hz (màu đỏ) đến  $7,5.10^{14}$  Hz (màu tím).

- Trong chân không mọi ánh sáng đều truyền với vận tốc là  $v = c = 3.10^8$  m/s

Trong chân không, ánh sáng nhìn thấy có bước sóng: tím  $\approx 0,38 \mu\text{m}$  (tím)  $\div$  đỏ  $\approx 0,76 \mu\text{m}$  (đỏ). Trong các môi trường khác chân không, vận tốc nhỏ hơn nên bước sóng  $\lambda =$

$v/f$  nhỏ hơn  $n$  lần. Với  $n = \frac{\lambda_0}{\lambda} = \frac{c}{v}$  trong đó  $n$  được gọi là

chiết suất của môi trường.

#### b. Tán sắc ánh sáng:

**Tán sắc ánh sáng:** là sự phân tách một chùm ánh sáng phức tạp thành các chùm sáng đơn sắc đơn giản (Hay hiện tượng ánh sáng trắng bị tách thành nhiều màu từ đỏ đến tím khi khúc xạ ở mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt) gọi là hiện tượng tán sắc ánh sáng.

\* Dải sáng nhiều màu từ đỏ đến tím gọi là quang phổ của ánh sáng trắng, nó gồm 7 màu chính: đỏ, cam, vàng, lục, lam, chàm, tím.

**Nguyên nhân của hiện tượng tán sắc ánh sáng:** (Giải thích) Nguyên nhân của hiện tượng tán sắc ánh sáng là do - Chiết suất của một chất trong suốt đối với các ánh sáng đơn sắc khác nhau là khác nhau và tăng lên từ đỏ đến tím. Hay chiết suất của môi trường trong suốt biến thiên theo màu sắc ánh sáng và tăng dần từ màu đỏ đến màu tím ( $n_{\text{đỏ}} < n_{\text{cam}} < n_{\text{vàng}} < n_{\text{lục}} < n_{\text{lam}} < n_{\text{chàm}} < n_{\text{tím}}$ ). Cụ thể:

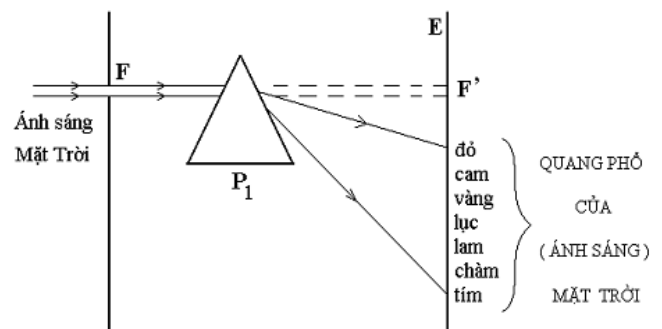
+ Ánh sáng có tần số nhỏ (bước sóng dài) thì chiết suất của môi trường bé.

+ Ngược lại ánh sáng có tần số lớn (bước sóng ngắn) thì chiết suất của môi trường lớn.

Chiếu chùm ánh sáng trắng chứa nhiều thành phần đơn sắc đến mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt dưới cùng một góc tới, nhưng do chiết suất của môi trường trong suốt đối với các tia đơn sắc khác nhau nên bị khúc xạ dưới các góc khúc xạ khác nhau. Kết quả, sau khi đi qua lăng kính chúng bị tách thành nhiều chùm ánh sáng có màu sắc khác nhau  $\Rightarrow$  tán sắc ánh sáng.

\* Ứng dụng: Giải thích một số hiện tượng tự nhiên (cầu vồng ...) Ứng dụng trong máy quang phổ lăng kính để phân tích chùm sáng phức tạp thành chùm đơn sắc đơn giản.

**Ánh sáng đơn sắc- Ánh sáng trắng:**



Ánh sáng đơn sắc: *Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có bước sóng (tần số) và màu sắc xác định, nó không bị tán sắc mà chỉ bị lệch khi qua lăng kính.*

Một chùm ánh sáng đơn sắc khi truyền từ môi trường này sang môi trường khác, thì tần số và màu sắc không bị thay đổi.

- Bước sóng của ánh sáng đơn sắc:

+ Trong chân không: (hoặc gần đúng là trong không khí):  $v = c = 3.10^8 \text{ m/s} \Rightarrow \lambda_0 = c/f$

+ Trong môi trường có chiết suất  $n$ :  $v \leq c = 3.10^8 \text{ m/s} \Rightarrow \lambda = v/f$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_0}{\lambda} = \frac{c}{v} = n \text{ Do } n > 1 \rightarrow \lambda < \lambda_0$$

\* Một ánh sáng đơn sắc qua nhiều môi trường trong suốt:

- Không đổi: Màu sắc, tần số, không tán sắc.

- Thay đổi: Vận tốc  $v = \frac{c}{n}$ , bước sóng  $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$

\* Nhiều ánh sáng đơn sắc qua một môi trường:

- Ánh sáng bước sóng lớn  $\rightarrow$  Lệch ít thì chiết suất nhỏ; đi nhanh (Chân dài  $\rightarrow$  chạy nhanh)  $\rightarrow$  khả năng PXTP càng ít

(dễ thoát ra ngoài). Với  $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$

- Bước sóng càng nhỏ  $\rightarrow$  Lệch nhiều thì chiết suất lớn, đi chậm (Chân ngắn  $\rightarrow$  chạy chậm), khả năng PXTP càng cao.

Ánh sáng trắng: *Ánh sáng trắng là hỗn hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc khác nhau có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím. Bước sóng của ánh sáng trắng:  $0,38 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m}$*

3. Chiết suất – Vận tốc – tần số và bước sóng

\* Vận tốc truyền ánh sáng đơn sắc phụ thuộc vào môi trường truyền ánh sáng.

+ Trong không khí vận tốc đó là  $v = c = 3.10^8 \text{ m/s}$

+ Trong môi trường có chiết suất  $n$  đối với ánh sáng đó, vận tốc truyền sóng:  $v = \frac{c}{n} < c$

Màu sắc Bước sóng	Đỏ (0,64–0,76μm)	Cam (0,59–0,65μm)	Vàng (0,57–0,6μm)	Lục (0,5–0,575μm)	Lam (0,45–0,51μm)	Chàm (0,43–0,46μm)	Tím (0,38–0,44μm)
Tần số	Tăng dần $\rightarrow$						
Bước sóng	Giảm dần $\rightarrow$						
Chiết suất trong cùng môi trường	Tăng dần $\rightarrow$						
Vận tốc trong cùng môi trường	Giảm dần $\rightarrow$						
Góc lệch khi qua lăng kính	Tăng dần $\rightarrow$						
Tác dụng nhiệt	Giảm dần $\rightarrow$						

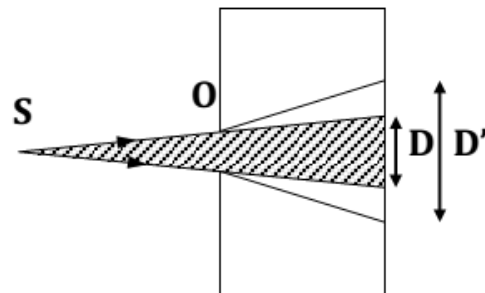
2. Giao thoa ánh sáng:

a. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng:

- Hiện tượng truyền sai lệch so với sự truyền thẳng khi ánh sáng gặp vật cản gọi là hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng.

- Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng chỉ có thể giải thích nếu thừa nhận ánh sáng có tính chất sóng.

- Mỗi ánh sáng đơn sắc coi như một sóng có bước sóng hoặc tần số trong chân không hoàn toàn xác định.



b. Hiện tượng giao thoa ánh sáng:



Hiện tượng giao thoa ánh sáng: là hiện tượng khi hai sóng ánh sáng kết hợp gặp nhau trong không gian, vùng hai sóng gặp nhau xuất hiện những vạch rất sáng (vân sáng) xen kẽ những vạch tối (vân tối): gọi là các vân giao thoa.

a. Vị trí của vân sáng và vân tối trong vùng giao thoa

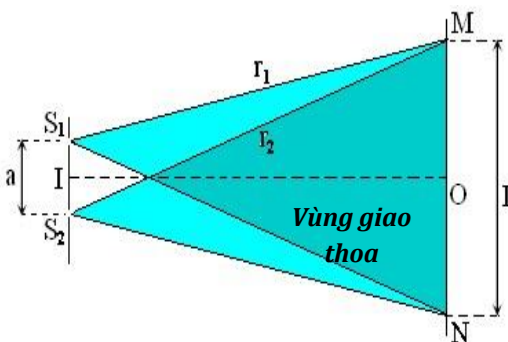
+ Khoảng cách giữa hai khe:  $a = S_1S_2$

+ Khoảng cách từ màn đến hai khe:  $D = OI$  (là đường trung trực của  $S_1S_2$ )

+ Vị trí của một điểm  $M$  trên vùng giao thoa được xác định bởi:  $x = OM$ ;  $d_1 = S_1M$ ;  $d_2 = S_2M$ .

+ Hiệu đường đi:

$$\delta = d_2 - d_1 = \frac{a \cdot x}{D}$$



+ Độ lệch pha giữa hai sóng tại một điểm:  $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \delta = \frac{2\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{a \cdot x}{D}$

→ Nếu tại  $M$  là vân sáng thì: Hai sóng từ  $S_1$  và  $S_2$  truyền đến  $M$  là hai sóng cùng pha  $\Leftrightarrow d_2 - d_1 = k \cdot \lambda$

$$\Rightarrow x_s = k \cdot \frac{\lambda D}{a} = k \cdot i \text{ với } k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Trong đó:

+  $\lambda$ : bước sóng của ánh sáng đơn sắc

+  $k = 0$  ( $x = 0$ ): vân sáng chính giữa (vân sáng trung tâm)

+  $k = \pm 1$ : vân sáng bậc 1

+  $k = \pm 2$ : vân sáng bậc 2 .....

→ Nếu tại  $M$  là vân tối thì: Hai sóng từ  $S_1$  và  $S_2$  truyền đến  $M$  là hai sóng

ngược pha  $\Leftrightarrow d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda$

$$\Rightarrow x_T = \left(k' + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{\lambda D}{a} = \left(k' + \frac{1}{2}\right) \cdot i \text{ với } k' = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Trong đó:

+  $k' = 0$ ; -1: vân tối bậc 1

+  $k' = 1$ ; -2: vân tối bậc 2

+  $k' = 2$ ; -3: vân tối bậc 3 .....

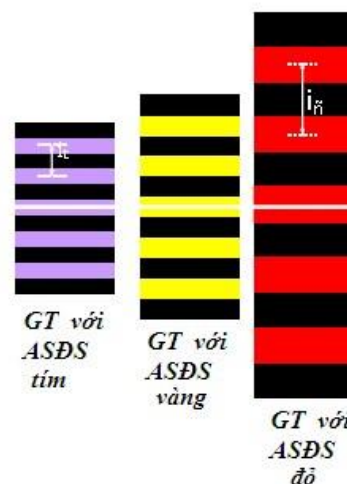
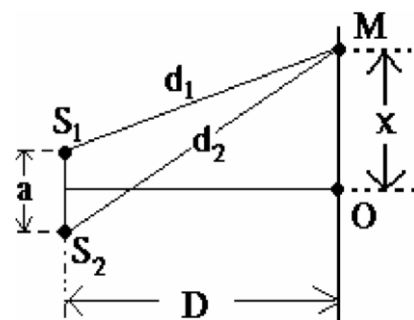
2- Khoảng vân  $i$ : là khoảng cách giữa hai vân sáng (hay hai vân tối) liên tiếp nằm cạnh nhau. Ký hiệu:  $i$

$$i = x_{(k+1)} - x_k = (k+1) \cdot \frac{\lambda D}{a} - k \cdot \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow i = \frac{\lambda D}{a}$$

Chú ý:

• Bề rộng của khoảng vân  $i$  phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng

• Số vân sáng và vân tối ở phần nửa trên và nửa dưới vân sáng trung tâm hoàn toàn giống hệt nhau, đối xứng nhau và xen kẽ nhau một cách đều đặn.



### 3. Máy quang phổ

a. Máy quang phổ- các loại quang phổ:

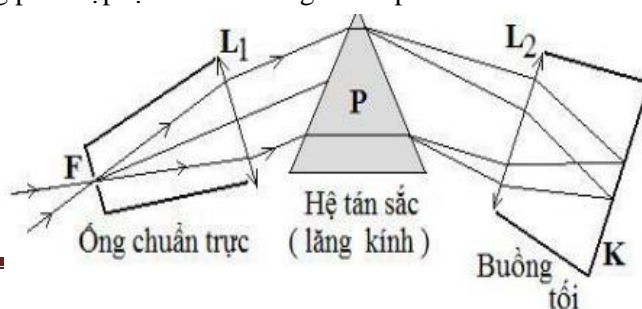
• **Máy quang phổ lăng kính:**

a. **Khái niệm:** Là dụng cụ dùng để phân tích chùm ánh sáng phức tạp tạo thành những thành phần đơn sắc

b. **Cấu tạo:** Máy quang phổ gồm có 3 bộ phận chính:

- Ống chuẩn trực: gồm thấu kính hội tụ  $L_1$  và khe hẹp  $S$  ngay tại tiêu diện của thấu kính  $\rightarrow$  để tạo ra chùm tia song song

- Hệ tán sắc (gồm một hoặc hệ các lăng kính): có nhiệm vụ làm tán sắc ánh sáng



- **Buồng tối:** gồm gồm thấu kính hội tụ  $L_1$  và kính ảnh hoặc phim ảnh nằm ngay tại tiêu diện của thấu kính → để thu ảnh quang phổ

• **Các loại quang phổ:**

a. **Quang phổ phát xạ:**

☛ Quang phổ phát xạ của một chất là quang phổ của ánh sáng do chất đó phát ra khi được nung nóng đến nhiệt độ cao.

☛ Quang phổ phát xạ được chia làm hai loại là quang phổ liên tục và quang phổ vạch.

❖ **Quang phổ liên tục:**

\* **Định nghĩa:** Quang phổ liên tục là một dải màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

\* **Nguồn gốc phát sinh** (Nguồn phát) Quang phổ liên tục do các chất rắn, chất lỏng hoặc chất khí có áp suất lớn, phát ra khi bị nung nóng

\* **Đặc điểm:**

- Quang phổ liên tục gồm một dãy có màu thay đổi một cách liên tục.

- Quang phổ liên tục không phụ thuộc thành phần cấu tạo nguồn sáng chỉ phụ thuộc nhiệt độ.

\* **Ứng dụng:** dùng để đo nhiệt độ của các vật có nhiệt độ cao và các thiên thể ở rất xa chúng ta.

❖ **Quang phổ vạch:**

\* **Định nghĩa:** Quang phổ vạch phát xạ là một hệ thống những vạch màu riêng lẻ, ngăn cách nhau bởi những khoảng tối.

\* **Nguồn phát:** Quang phổ vạch phát xạ do các chất ở áp suất thấp phát ra, khi bị kích thích bằng nhiệt hay bằng điện.

\* **Đặc điểm:**

- Quang phổ vạch của các nguyên tố khác nhau thì rất khác nhau về số lượng vạch, về vị trí (hay bước sóng) và độ sáng tỉ đối giữa các vạch.

- Quang phổ vạch của mỗi nguyên tố hóa học thì đặc trưng cho nguyên tố đó.

\* **Ứng dụng:** dùng để xác định thành phần cấu tạo của nguồn sáng.

b. **Quang phổ hấp thụ**

\* **Định nghĩa:** Quang phổ vạch hấp thụ là các vạch hay đám vạch tối nằm trên nền của một quang phổ liên tục.

\* **Nguồn phát:** Quang phổ vạch hấp thụ do các chất nung nóng ở áp suất thấp đặt trên đường đi của nguồn phát quang phổ liên tục phát ra.

\* **Đặc điểm:**

- Quang phổ hấp thụ của các chất khí chứa các vạch hấp thụ và đặc trưng cho chất khí đó.

- Điều kiện để thu được quang phổ vạch hấp thụ là nhiệt độ của các chất phải nhỏ hơn nhiệt độ của nguồn phát quang phổ liên tục.

\* **Ứng dụng:** dùng để xác định thành phần cấu tạo của nguồn sáng.

\* **Chú ý:** Chất rắn, chất lỏng, chất khí đều cho được quang phổ hấp thụ. Quang phổ hấp thụ của chất khí chỉ chứa các vạch hấp thụ, còn quang phổ của chất lỏng, chất rắn chứa các đám vạch (đám vạch gồm nhiều vạch hấp thụ nối tiếp với nhau một cách liên tục).

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

##### Phát hiện tia hồng ngoại và tử ngoại:

- Ở ngoài quang phổ nhìn thấy được, ở cả 2 đầu đỏ và tím, còn có những bức xạ mà mắt không nhìn thấy, nhưng phát hiện nhờ mỗi hàn của cặp nhiệt điện và bột huỳnh quang.

- Bức xạ không trông thấy ở ngoài vùng màu đỏ gọi là bức xạ (hay tia) hồng ngoại.

- Bức xạ không nhìn thấy ở ngoài vùng tím gọi là bức xạ (hay tia) tử ngoại.

##### **Bản chất và tính chất:**

###### ❖ **Bản chất:**

- Tia hồng ngoại và tia tử ngoại có cùng bản chất với ánh sáng (sóng điện từ).

###### ❖ **Tính chất.**

- Tuân theo các định luật truyền thẳng, phản xạ, khúc xạ, gây ra được hiện giao thoa, nhiễu xạ.

- Miền hồng ngoại trải từ bước sóng 760nm đến khoảng vài milimét, còn miền tử ngoại trải từ bước sóng 380nm đến vài nanômét.

##### a. Tia hồng ngoại.

###### **Cách tạo ra:**

- Mọi vật có nhiệt độ cao hơn 0K đều có thể phát ra tia hồng ngoại.

- Để phân biệt được tia hồng ngoại do vật phát ra thì vật phải có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ môi trường.

❖ **Nguồn phát:** Nguồn hồng ngoại thông dụng là bóng đèn dây tóc, bếp ga, bếp than, đốt hồng ngoại, Mặt trời....

**Tính chất → Ứng dụng:**

- Tác dụng nổi bật là tác dụng nhiệt → sưởi ấm; sấy khô, dùng ở bệnh viện.
- Tia hồng ngoại có khả năng gây ra một số phản ứng hóa học, làm đen kính ảnh → ứng dụng vào việc chế tạo phim ảnh hồng ngoại để chụp ảnh ban đêm, thiên thể ...
- Tia hồng ngoại cũng có thể biến điệu như sóng điện từ cao tần → điều khiển từ xa (Remote)
- Ngoài ra tia hồng ngoại còn được ứng dụng trong quân sự: ống nhòm hồng ngoại, camera hồng ngoại để quan sát hoặc quay phim ban đêm, tên lửa tự động tìm mục tiêu phát tia hồng ngoại

**b. Tia tử ngoại**

**Nguồn phát:** Vật có nhiệt độ cao hơn 2000°C thì phát ra tia tử ngoại như Mặt trời, hồ quang điện...

**Tính chất → Ứng dụng:**

- Tác dụng lên phim ảnh
- Kích thích sự phát quang của nhiều chất → tìm vết nứt bề mặt sản phẩm kim loại, đèn huỳnh quang.
- Kích thích nhiều phản ứng hóa học như biến đổi O<sub>2</sub> thành O<sub>3</sub>; tổng hợp vitamin D ...
- Làm ion hóa không khí và nhiều chất khí khác.
- Gây ra hiện tượng quang điện.
- Tác dụng sinh học như diệt tế bào, vi khuẩn → tiệt trùng thực phẩm, dụng cụ y tế; chữa bệnh còi xương..
- Bị nước, thủy tinh hấp thụ mạnh nhưng có thể truyền qua thạch anh.

❖ **Sự hấp thụ tia tử ngoại**

- Thủy tinh hấp thụ mạnh tia tử ngoại;
- Tần ôzôn hấp thụ hầu hết các tia có bước sóng dưới 300nm

**5. Tia x (tia Ron-Ghen )**

**Nguồn phát:** Mỗi khi một chùm electron có năng lượng lớn, đập vào một vật rắn (kim loại có nguyên tử lượng lớn) thì vật đó phát ra tia X

**Cách tạo ra tia X:**

❖ **Ống Culítgio:** Ống thủy tinh chân không, dây nung, anốt, catốt

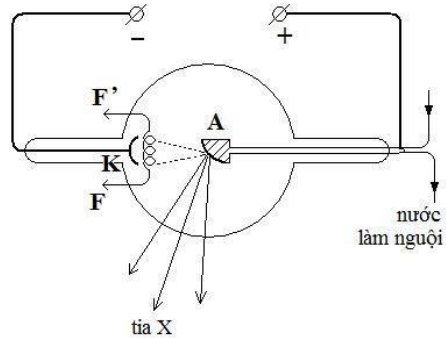
- Dây nung FF': nguồn phát electron
- Catốt K : Kim loại có hình chòm cầu
- Anốt A: Kim loại có nguyên tử lượng lớn, chịu nhiệt cao. Hiệu điện thế U<sub>AK</sub> cỡ vài chục kilôvôn.

**BẢN CHẤT VÀ TÍNH CHẤT CỦA TIA X**

**Bản chất:** Tia X có bản chất là sóng điện từ, có bước sóng  $\lambda = 10^{-8} \text{ m} \div 10^{-11} \text{ m}$

**Tính chất → Ứng dụng:**

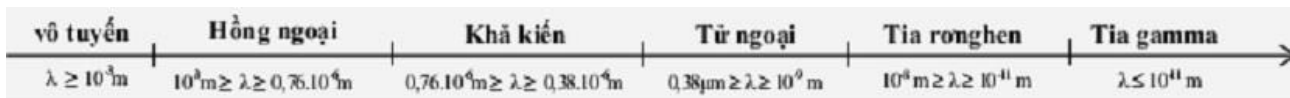
- Tác dụng nổi bật nhất của Tia X là tính đâm xuyên: Xuyên qua tấm nhôm vài cm, nhưng không qua tấm chì vài mm. → tìm khuyết tật trong các vật đúc; kiểm tra hành lí, nghiên cứu cấu trúc vật rắn.
- Tia X làm đen kính ảnh → Chuẩn đoán chữa 1 số bệnh trong y học bằng hình ảnh (chụp X quang)
- Tia X làm phát quang 1 số chất → các chất này được dùng làm màn quan sát khi chiếu điện
- Tia X làm ion hóa không khí (rất yếu); gây ra hiện tượng quang điện.
- Tia X tác dụng sinh lí, hủy diệt tế bào → Chữa ung thư ngoài da



**6. Thang sóng điện từ**

Sóng vô tuyến, tia hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia X và tia gamma đều có cùng bản chất là sóng điện từ, chỉ khác nhau về tần số (hay bước sóng) nên chúng có một số sự khác nhau về tính chất và tác dụng.

Miền SĐT	Sóng vô tuyến	Tia hồng ngoại	Ánh sáng nhìn thấy	Tia tử ngoại	Tia X	Tia Gamma
$\lambda$ (m)	$3 \cdot 10^4 \div 10^4$	$10^{-3} \div 7,6 \cdot 10^{-7}$	$7,6 \cdot 10^{-7} \div 3,8 \cdot 10^{-7}$	$3,8 \cdot 10^{-7} \div 10^{-9}$	$10^{-8} \div 10^{-11}$	Dưới $10^{-11}$



**BẢNG: SO SÁNH 3 LOẠI TIA: HỒNG NGOẠI, TỬ NGOẠI, TIA RƠN GHEN**

	Hồng ngoại	Tử ngoại	Tia Ronghen (Tia X)
--	------------	----------	---------------------

Định nghĩa Năng lượng Bước sóng	- Không nhìn thấy - Năng lượng bé - Bước sóng $0,76 \mu\text{m}$ vài mm ( $10^{-2}$ m)	- Không nhìn thấy - Năng lượng lớn (lớn hơn ánh sáng nhìn thấy) - Bước sóng $0,38 \mu\text{m}$ → vài nanô mét ( $10^{-8}$ m)	- Không nhìn thấy - Năng lượng rất lớn. - Bước sóng vài picômét ( $10^{-11}$ m) → vài nanô mét ( $10^{-8}$ m)
Nguồn phát - Lý thuyết :	- Tất cả mọi vật $\geq 0^{\circ}\text{K}$ đều phát tia hồng ngoại.	- Vật phát có $t^{\circ} \geq 2.000^{\circ}\text{C}$	- Dòng electron vận tốc lớn đập mạnh vào kim loại có tỉ khối lớn (Kim loại nặng)
- Thực tế:	- Để nhận biết được tia hồng ngoại do vật phát ra thì nhiệt độ vật phát phải $\geq$ nhiệt độ môi trường.	- Hồ quang điện, đèn huỳnh quang loại đèn hơi thủy ngân	- Ống Culitgiơ
Đặc điểm nổi bật	- Tác dụng nhiệt - Một phần bước sóng nằm trong dãy sóng vô tuyến	- Bị nước và thủy tinh hấp thụ mạnh nhưng truyền qua được thạch anh trong suốt.	- Khả năng xuyên sâu (xuyên qua tấm nhôm vài cm, bị chì Pb vài mm cản lại.)
Đặc điểm chung:			
- 1. Tác dụng lên kính ảnh, phim ảnh	X	X	X
- 2. Gây phản ứng hóa học	X	X	X
- 3. Gây quang điện	X Gây được quang điện trong với một số chất bán dẫn	X	X
- 4. Làm ion hóa chất khí	O	X	O Hầu như không làm ion hóa chất khí
- 5. Làm phát quang	O	X	X
- 6. Tác dụng sinh lí	O	X	X
Ứng dụng nổi bật	- Điều khiển từ xa (Remote)	- Chữa còi xương - Tìm vết nứt trên bề mặt kim loại	- Chữa ung thư nông - Chụp X quang - Tìm vết nứt trong lòng kim loại.

## Chương VI. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

### 1. Hiện tượng quang điện (ngoài)

**a. Khái niệm:** Hiện tượng chiếu ánh sáng làm bật các electron ra khỏi bề mặt kim loại gọi là hiện tượng quang điện (ngoài).

#### b. Định luật về giới hạn quang điện:

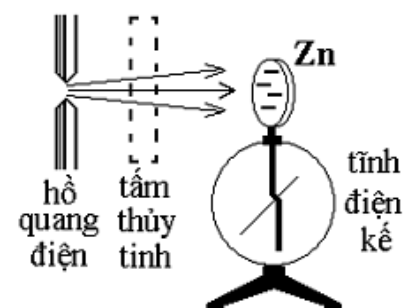
Đối với kim loại, ánh sáng kích thích phải có bước sóng  $\lambda$  ngắn hơn hoặc bằng giới hạn quang điện  $\lambda_0$  của kim loại đó mới gây ra hiện tượng quang điện. ( $\lambda \leq \lambda_0$ )

#### c. Thuyết lượng tử:

**Giả thuyết Plăng:** Lượng năng lượng mà mỗi lần nguyên tử (phân tử) hấp thụ hay phát xạ có giá trị hoàn toàn xác định và bằng  $hf$ , trong đó  $f$  là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay được phát ra, còn  $h$  là 1 hằng số.

**Lượng tử năng lượng:**  $\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda}$  Với  $h = 6,625.10^{-34}$  (J.s): gọi là hằng số Plăng.

#### Thuyết lượng tử ánh sáng





- Chùm ánh sáng là một chùm hạt, mỗi hạt gọi là photon (lượng tử năng lượng). *Năng lượng một lượng tử ánh*

$$\text{sáng (hạt photon)} \quad \varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} = mc^2$$

➤ **Trong đó:**  $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$  Js là hằng số Plăng.  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không.;  $f, \lambda$  là tần số, bước sóng của ánh sáng (của bức xạ);  $m$  là khối lượng của photon.  $\varepsilon$  chỉ phụ thuộc vào tần số của ánh sáng, mà không phụ thuộc khoảng cách từ nó tới nguồn

- Với mỗi ánh sáng đơn sắc, các photon đều giống nhau, mỗi photon mang năng lượng  $\varepsilon = hf$ .

- Trong chân không, các photon bay dọc theo tia sáng với tốc độ  $c = 3 \cdot 10^8$  (m/s).

- Cường độ của chùm sáng tỉ lệ với số photon do nguồn phát ra trong 1 đơn vị thời gian.

- Khi nguyên tử, phân tử hay electron phát xạ hay hấp thụ ánh sáng, cũng có nghĩa là chúng phát xạ hay hấp thụ photon.

❖ **Chú ý:**

+ Chùm sáng dù rất yếu cũng chứa rất nhiều photon, nên ta nhìn chùm sáng như liên tục.

+ Các photon chỉ tồn tại trong trạng thái chuyển động, không có photon đứng yên.

#### d. Giải thích định luật về giới hạn quang điện:

Theo Einstein, mỗi photon bị hấp thụ sẽ truyền toàn bộ năng lượng cho một electron. Năng lượng  $\varepsilon$  này dùng để:

- cung cấp cho electron một công thoát  $A$  để nó thắng được lực liên kết với mạng tinh thể và thoát ra khỏi bề mặt kim loại.

- Truyền cho nó một động năng ban đầu.  $W_{d0\max}$

- Truyền một phần năng lượng cho mạng tinh thể. Đối với các electron nằm trên bề mặt kim loại thì động năng này có giá trị cực đại vì không mất phần năng lượng cho mạng tinh thể. Theo định luật bảo toàn năng lượng, ta có:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= hf = A_t + W_{d0\max} \\ \text{hay } \frac{hc}{\lambda} &= A_t + \frac{1}{2} m_e \cdot v_{0\max}^2 \end{aligned}$$

→ **Giải thích định luật 1:**

Để có hiện tượng quang điện xảy ra, tức là có electron bật ra khỏi kim loại, thì:

$$\varepsilon \geq A_t \text{ hay } \frac{hc}{\lambda} \geq A_t \Rightarrow \lambda \leq \frac{hc}{A_t} \text{ hay } \lambda \leq \lambda_0$$

• với  $\lambda_0$  gọi là giới hạn quang điện của kim loại dùng làm Catot:  $\lambda_0 = \frac{hc}{A_t}$

• Công thoát của e ra khỏi kim loại:  $A = \frac{hc}{\lambda_0}$

#### 5. Lưỡng tính sóng hạt của ánh sáng:

- Ánh sáng vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt. Ta nói ánh sáng có lưỡng tính sóng - hạt.

- Trong mỗi hiện tượng quang học, ánh sáng thường thể hiện rõ một trong hai tính chất trên. Khi tính chất sóng thể hiện rõ thì tính chất hạt lại mờ nhạt, và ngược lại.

- Sóng điện từ có bước sóng càng ngắn, photon có năng lượng càng lớn thì tính chất hạt thể hiện càng rõ, như ở hiện tượng quang điện, ở khả năng đâm xuyên, khả năng phát quang..., còn tính chất sóng càng mờ nhạt.

- Trái lại sóng điện từ có bước sóng càng dài, photon ứng với nó có năng lượng càng nhỏ, thì tính chất sóng lại thể hiện rõ hơn như ở hiện tượng giao thoa, nhiễu xạ, tán sắc, ..., còn tính chất hạt thì mờ nhạt.

#### 2. Hiện tượng quang điện trong

**Chất quang dẫn:** chất dẫn điện kém khi không bị chiếu sáng và trở thành dẫn điện tốt khi bị chiếu ánh sáng thích hợp.

**Hiện tượng quang điện trong:** Hiện tượng ánh sáng giải phóng các electron liên kết để chúng trở thành các electron dẫn đồng thời tạo ra các lỗ trống cùng tham gia vào quá trình dẫn điện, gọi là hiện tượng quang điện trong.

✚ **Chú ý:** Năng lượng cần thiết cung cấp để xảy ra quang điện trong nhỏ hơn quang điện ngoài.

#### 3. Quang điện trở:

- Là một điện trở làm bằng chất quang dẫn

- Cấu tạo: Gồm một sợi dây bằng chất quang dẫn gắn trên một đế cách điện.

- Điện trở của quang điện trở có thể thay đổi từ vài mega ôm khi không được chiếu sáng xuống vài chục ôm khi được chiếu sáng.

**4. Pin quang điện:**

Pin quang điện là nguồn điện trong đó quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng. Hoạt động của pin dựa trên hiện tượng quang điện trong của một số chất bán dẫn (đồng ôxít, sêlen, silic,...). Suất điện động của pin thường có giá trị từ 0,5 V đến 0,8 V

Pin quang điện (pin mặt trời) đã trở thành nguồn cung cấp điện cho các vùng sâu vùng xa, trên các vệ tinh nhân tạo, con tàu vũ trụ, trong các máy đo ánh sáng, máy tính bỏ túi. ...

**So sánh hiện tượng quang điện ngoài và quang điện trong:**

	Quang điện ngoài	Quang điện trong → Quang dẫn
Mẫu nghiên cứu	Kim loại	Chất bán dẫn
Định nghĩa	- Các electron bật ra khỏi bề mặt kim loại	Xuất hiện các electron dẫn và lỗ trống chuyển động trong lòng khối bán dẫn. (Quang dẫn)
Đặc điểm	- Tất cả các KL kiềm và 1 số KL kiềm thổ có $\lambda_0$ thuộc ánh sáng nhìn thấy, còn lại nằm trong tử ngoại	- Tất cả các bán dẫn có $\lambda_0$ nằm trong vùng hồng ngoại.
Ứng dụng	- Tế bào quang điện ứng dụng trong các thiết bị tự động hóa và các máy đếm xung ánh sáng.	Quang điện trở: Là linh kiện mà khi chiếu ánh sáng điện trở giảm đột ngột từ vài nghìn $\Omega$ xuống còn vài $\Omega$ . Pin quang điện: Là nguồn điện chuyển hóa quang năng thành điện năng. (QĐ trong tạo hạt dẫn, nhờ khuếch tán nên tạo 2 lớp điện tích tạo thành nguồn điện).

**5. Hiện tượng quang – phát quang**

➤ **Sự phát quang**

- Có một số chất khi hấp thụ năng lượng dưới một dạng nào đó, thì có khả năng phát ra các bức xạ điện từ trong miền ánh sáng nhìn thấy hay là sự hấp thụ ánh sáng có bước sóng này để phát ra ánh sáng có bước sóng khác.

→ Các hiện tượng đó gọi là sự phát quang.

- Tính chất quan trọng của sự phát quang là nó còn kéo dài một thời gian sau khi tắt ánh sáng

➤ **Huỳnh quang và lân quang- So sánh hiện tượng huỳnh quang và lân quang:**

So sánh	Hiện tượng huỳnh quang	Hiện tượng lân quang
Vật liệu phát quang	Chất khí hoặc chất lỏng	Chất rắn
Thời gian phát quang	Rất ngắn, tắt rất nhanh sau khi tắt as kích thích	Kéo dài một khoảng thời gian sau khi tắt as kích thích (vài phần ngàn giây đến vài giờ, tùy chất)
Đặc điểm - Ứng dụng	As huỳnh quang luôn có bước sóng dài hơn as kích thích (năng lượng nhỏ hơn- tần số ngắn hơn)	Biển báo giao thông, đèn ống

**Điều kiện có hiện tượng quang phát quang (Đặc điểm của ánh sáng huỳnh quang)**

Ánh sáng phát quang có bước sóng  $\lambda_{pq}$  dài hơn bước sóng của ánh sáng kích thích  $\lambda_{kt}$ :

$$\epsilon_{pq} < \epsilon_{kt} \Leftrightarrow \lambda_{pq} > \lambda_{kt}$$

**Ứng dụng của hiện tượng phát quang**

Sử dụng trong các đèn ống để thấp sáng, trong các màn hình của dao động kí điện tử, tivi, máy tính. Sử dụng sơn phát quang quét trên các biển báo giao thông

**6. Mẫu nguyên tử bo – sự phát quang của nguyên tử Hidro**

**Mô hình hành tinh nguyên tử:** Rutherford đề xướng mẫu hành tinh nguyên tử

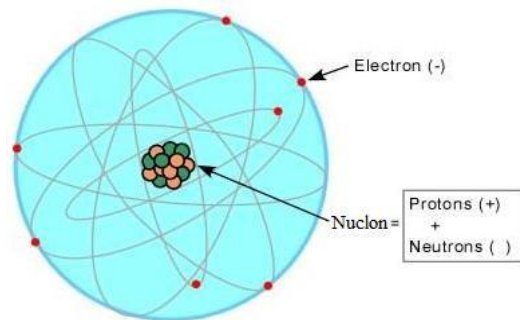
**a) Mẫu hành tinh nguyên tử của Rutherford:**

- Hạt nhân ở tâm nguyên tử, mang điện dương.
- các electron chuyển động quanh hạt nhân theo quỹ đạo tròn hoặc elip (giống như các hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời).
- Khối lượng nguyên tử hầu như tập trung ở hạt nhân

$$Q_{\text{hạt nhân}} = \sum Q_e$$

**b) Thiếu sót:**

- Khi bức xạ sẽ phát ra quang phổ liên tục.





- Tính bền vững của nguyên tử. (Vì sao nó không rơi vào hạt nhân)

c) **Khúc phục:** Mẫu nguyên tử Bo gồm: mô hình hành tinh nguyên tử và hai tiên đề của Bo.

**2. Các tiên đề Bohr về cấu tạo nguyên tử.**

a) **Tiên đề 1 về trạng thái dừng:**

• Nguyên tử chỉ tồn tại trong một số trạng thái có năng lượng xác định, gọi là các trạng thái dừng. Khi ở các trạng thái dừng thì nguyên tử không bức xạ.

• Trong các trạng thái dừng của nguyên tử, electron chỉ **chuyển động** quanh hạt nhân trên những quỹ đạo có bán kính hoàn toàn xác định gọi là quỹ đạo dừng.

Đối với nguyên tử hydro, bán kính các quỹ đạo dừng tăng tỷ lệ thuận với bình phương các số nguyên liên tiếp. Công thức tính quỹ đạo dừng của electron trong nguyên tử hydro:

$$R_n = n^2 \cdot r_0 \text{ với } r_0 = 0,53 \text{ \AA} = 5.3.10^{-11} \text{ m gọi là bán kính Bo. (lúc e ở quỹ đạo K) và } n = 1, 2, 3 \dots$$

**Chú ý:**

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

- Bình thường nguyên tử ở trong trạng thái dừng có năng lượng thấp nhất (gần hạt nhân nhất) → trạng thái cơ bản ứng với  $n = 1$ . Ở trạng thái này thì nguyên tử không bức xạ mà chỉ hấp thụ.

- Khi hấp thụ năng lượng → quỹ đạo dừng có năng lượng cao hơn: trạng thái kích thích ( $n > 1$ ).

- Các trạng thái kích thích có năng lượng càng cao thì ứng với bán kính quỹ đạo của electron càng lớn và trạng thái đó càng kém bền vững. ⇒ Giải thích sự bền vững của nguyên tử. Ở trạng thái kích thích thì nguyên tử bức xạ.

b) **Tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử.**

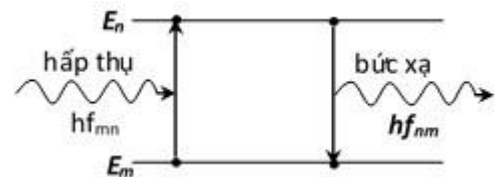
▪ Khi nguyên tử phát ra một photon thì nó chuyển từ trạng thái dừng có mức năng lượng cao ( $E_n$ ) về trạng thái dừng có mức năng lượng thấp ( $E_m$ ) thì nó phát ra một photon có năng lượng đúng bằng hiệu  $E_n - E_m$  :

▪ Ngược lại, nếu nguyên tử đang ở trong trạng thái dừng có năng lượng mà hấp thụ được một photon có năng lượng đúng bằng hiệu  $E_n - E_m$  thì nó chuyển lên trạng thái dừng có năng lượng cao  $E_n$  .

□ Sự chuyển từ trạng thái dừng  $E_m$  sang trạng thái dừng  $E_n$  ứng với sự nhảy của electron từ quỹ đạo dừng có bán kính  $r_m$  sang quỹ đạo dừng có bán kính  $r_n$  và ngược lại.

Năng lượng photon bị nguyên tử phát ra (hay hấp thụ) có giá trị

$$\epsilon = hf_{nm} = \frac{hc}{\lambda_{nm}} = E_n - E_m$$



**3. Quang phổ phát xạ và hấp thụ của Hidro:**

- Khi electron chuyển từ mức năng lượng cao xuống mức năng lượng thấp thì nó phát ra một photon có năng lượng:  $hf = E_{cao} - E_{thấp}$

- Mỗi photon có tần số  $f$  ứng với 1 sóng ánh sáng có bước sóng  $\lambda = c/f$  ứng với 1 vạch quang phổ phát xạ (có màu hay vị trí nhất định). Điều đó lí giải quang phổ phát xạ của hiđrô là quang phổ vạch.

- Ngược lại, khi nguyên tử hiđrô đang ở mức năng lượng thấp mà nằm trong vùng ánh sáng trắng thì nó hấp thụ 1 photon để chuyển lên mức năng lượng cao làm trên nền quang phổ liên tục xuất hiện vạch tối. (Quang phổ hấp thụ của nguyên tử hiđrô cũng là quang phổ vạch).

→ **Kết luận:**

- Quang phổ của Hidro là quang phổ vạch (hấp thụ hoặc phát xạ). Trong quang phổ của Hidro có 4 vạch nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy: đỏ lam chàm tím

- Nếu một chất có thể hấp thụ được ánh sáng có bước sóng nào (hay có tần số nào) thì nó cũng có thể phát ra bước sóng ấy (hay tần số ấy)

**7. Sơ lược về lazer**

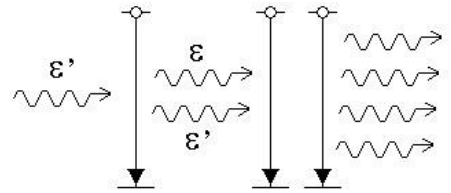
a) **Khái niệm:** Là một nguồn sáng phát ra một chùm sáng có cường độ lớn dựa trên việc ứng dụng hiện tượng phát xạ cảm ứng.

b) **Đặc điểm:** Tính đơn sắc cao, tính định hướng, tính kết hợp rất cao và cường độ lớn.

Tên quỹ đạo dừng	K	L	M	N	O	P
Lượng tử số n	1	2	3	4	5	6
Bán kính: $r_n = n^2 r_0$	$r_0$	$4r_0$	$9r_0$	$16r_0$	$25r_0$	$36r_0$
Năng lượng của trạng thái dừng của $\frac{13,6}{n^2}$ Hidro: $E_n = - \frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}$	$-\frac{13,6}{1^2}$	$-\frac{13,6}{2^2}$	$-\frac{13,6}{3^2}$	$-\frac{13,6}{4^2}$	$-\frac{13,6}{5^2}$	$-\frac{13,6}{6^2}$

**Sự phát xạ cảm ứng:**

Nếu một nguyên tử đang ở trạng thái kích thích, sẵn sàng phát ra một photon có năng lượng  $\epsilon = hf$ , bắt gặp một photon có năng lượng  $\epsilon'$  đúng bằng  $hf$ , bay lướt qua nó, thì lập tức nguyên tử này cũng phát ra photon  $\epsilon$ . Photon  $\epsilon$  có cùng năng lượng và bay cùng phương với photon  $\epsilon'$ . Ngoài ra, sóng điện từ ứng với photon  $\epsilon$  hoàn toàn cùng pha và dao động trong một mặt phẳng song song với mặt phẳng dao động của sóng điện từ ứng với photon  $\epsilon'$ .



\* Các photon  $\epsilon$  và  $\epsilon'$  :

- có cùng năng lượng, tức là cùng tần số  $\rightarrow$  tính đơn sắc cao
- bay cùng phương  $\rightarrow$  tính định hướng cao
- ứng với các sóng điện từ cùng pha  $\rightarrow$  tính kết hợp cao
- Ngoài ra, số photon tăng theo cấp số nhân và bay theo cùng một hướng rất lớn  $\rightarrow$  cường độ sáng rất lớn.

**c) Cấu tạo lazer:**

3 loại lazer: Lazer khí, lazer rắn, lazer bán dẫn.

Lazer rubi: Gồm một thanh rubi hình trụ, hai mặt mài nhẵn vuông góc với trục của thanh, một mặt mạ bạc mặt kia mạ lớp mỏng (bán mạ) cho 50% cường độ sáng truyền qua. Ánh sáng đỏ của rubi phát ra là màu của lazer.

**4. Ứng dụng lazer:**

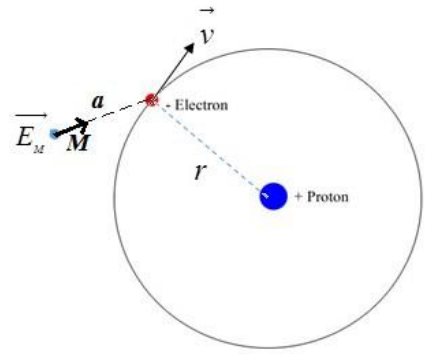
- Trong y học: Làm dao mổ, chữa 1 số bệnh ngoài da
- Trong thông tin liên lạc: Liên lạc vô tuyến (vô tuyến định vị, liên lạc vệ tinh,...) truyền tin bằng cáp quang
- Trong công nghiệp: Khoan, cắt kim loại, compôzit
- Trong trắc địa: Đo khoảng cách, ngắm đường.

**PHẦN ĐỌC THÊM**

**1. Chứng minh sự thiếu sót của mẫu nguyên tử Rutherford:**

Khi electron chuyển động tròn trên quỹ đạo thì lực Coulomb đóng vai trò là lực hướng tâm. Đối với nguyên tử Hydro thì:

$$F_{\text{Coulomb}} = F_{\text{hướng tâm}} \quad \text{với} \quad \begin{cases} F_{\text{Coulomb}} = \frac{ke^2}{r^2} \\ F_{\text{hướng tâm}} = m \frac{v^2}{r} \end{cases}$$



a) **Động năng của electron:**  $W_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \frac{Ke^2}{r}$

b) **Thế năng của electron khi chuyển động trên quỹ đạo:**

$W_t = -F_{\text{Coulomb}} \cdot r = -\frac{Ke^2}{r}$  thế năng âm vì lực tương tác là lực hút còn nếu lực

đẩy thì thế năng mang giá trị dương.

$\Rightarrow$  **Năng lượng của electron khi chuyển động trên quỹ đạo:**

$W = W_d + W_t = \frac{1}{2} \frac{Ke^2}{r}$

+ Xét điểm M trong không gian cách electron một đoạn A. Cường độ điện

trường do electron gây ra tại M:  $E_M = \left| k \frac{e}{a^2} \right|$

**• Nhược điểm 1:** Do electron chuyển động xung quanh hạt nhân nên a thay đổi  $\rightarrow$  Cường độ điện trường tại M thay đổi  $\rightarrow$  phát sinh sóng điện từ  $\rightarrow$  sóng mang theo năng lượng  $\rightarrow$  năng lượng nguyên tử giảm  $\rightarrow$  thế năng giảm  $\rightarrow$  bán kính giảm  $\rightarrow$  electron rơi vào hạt nhân.

**• Nhược điểm 2:** bán kính quỹ đạo của electron giảm liên tục  $\rightarrow$  năng lượng nguyên tử giảm liên tục  $\rightarrow$  sóng điện từ phát ra có tần số thay đổi liên tục  $\rightarrow$  Hydro chỉ có quang phổ liên tục (thực tế có cả quang phổ vạch).

**2. Ứng dụng vào mẫu nguyên tử Bohr: thêm vào công thức bán kính  $r_n = n^2 r_0$  với  $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} m$**

a) **Tính vận tốc của electron trên quỹ đạo dừng n:**

Ta có:  $F_{\text{Coulomb}} = F_{\text{hướng tâm}}$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{ke^2}{mr_n}} = \sqrt{\frac{ke^2}{m(n^2 r_0)}} = \frac{2,2 \cdot 10^6}{n} \text{ (m/s) với } k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}; e = -1,6 \cdot 10^{-19} C \text{ và } 1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$$

→ Từ đó ta có:

- Mối liên hệ giữa vận tốc và lượng tử số  $n$  của electron:  $\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)$
- Mối liên hệ giữa lực và lượng tử số  $n$  của electron  $\frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^4$

**b) Động năng-thế năng và năng lượng của của electron khi chuyển động trên quỹ đạo dừng:**

- Động năng:  $W_d = \frac{1}{2}mv_n^2 = \frac{1}{2} \frac{Ke^2}{r_n} = \frac{13,6}{n^2}.eV$  với  $k = 9.10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$ ;  $e = -1,6.10^{-19} C$
- Thế năng:  $W_t = -\frac{Ke^2}{r_n} = -\frac{27,2}{n^2}.eV$

## Chương VII. VẬT LÝ HẠT NHÂN

### 1. Cấu tạo của hạt nhân nguyên tử.

- Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo từ các hạt nuclôn. Có 2 loại nuclôn :
  - Prôtôn, kí hiệu p, mang điện tích dương  $+1,6.10^{-19}C$ ;  $m_p = 1,672.10^{-27}kg$
  - ơ tron, kí hiệu n, không mang điện tích;  $m_n = 1,674.10^{-27}kg$
- Nếu 1 nguyên tố X có số thứ tự Z trong bảng tuần hoàn Mendêlêép thì hạt nhân nó chứa Z proton và N notron. Kí hiệu:  ${}_Z^AX$

Với : Z gọi là nguyên tử số  
A = Z + N gọi là số khối hay số nuclôn.

Kích thước hạt nhân: hạt nhân nguyên tử xem như hình cầu có bán kính phụ thuộc vào số khối A theo công thức:

$$R = R_0.A^{\frac{1}{3}} \text{ trong đó: } R_0 = 1,2.10^{-15}m$$

**a. Đồng vị:** là những nguyên tử mà hạt nhân của chúng có cùng số prôtôn Z, nhưng số khối A khác nhau.

Ví dụ: Hidrô có ba đồng vị  ${}_1^1H$ ;  ${}_1^2H$  ( ${}_1^2D$ );  ${}_1^3H$  ( ${}_1^3T$ )

+ đồng vị bền: trong thiên nhiên có khoảng 300 đồng vị loại này.

+ đồng vị phóng xạ (không bền): có khoảng vài nghìn đồng vị phóng xạ tự nhiên và nhân tạo.

**b. Đơn vị khối lượng nguyên tử:**

Kí hiệu là u;  $1u = 1,66055.10^{-27}kg$ . Khối lượng 1 nuclôn xấp xỉ bằng 1u.

$$1(u) = 1,66055.10^{-27} (kg)$$

Người ta còn dùng  $\left(\frac{MeV}{c^2}\right)$  làm đơn vị đo khối lượng. Ta có  $1(u) = 931,5\left(\frac{MeV}{c^2}\right) = 1,66055.10^{-27} (kg)$

- Một số hạt thường gặp

Tên gọi	Kí hiệu	Công thức	Chi chú
Prôtôn	p	${}_1^1p$ ( ${}_1^1H$ )	Hy-đrô nhẹ
Đoteri	D	${}_1^2H$	Hy-đrô nặng
Tri ti	T	${}_1^3H$	Hy-đrô siêu nặng
Anpha	$\alpha$	${}_2^4He$	Hạt nhân Hê li
Bêta trừ	$\beta^-$	${}_{-1}^0e$	Electron
Bêta cộng	$\beta^+$	${}_1^0e$	Poozitrôn(Phản hạt của electron)

Notrôn	n	${}^1_0\text{n}$	Không mang điện
Notrinô	v	${}^0_0\text{v}$	Không mang điện; $m_0 = 0$ ; $v=c$

**c. Lực hạt nhân:** Lực hạt nhân là lực hút rất mạnh giữa các nuclôn trong một hạt nhân.

• Đặc điểm của lực hạt nhân :

- chỉ tác dụng khi khoảng cách giữa các nuclôn  $\leq 10-15(\text{m})$
- không có cùng bản chất với lực hấp dẫn và lực tương tác tĩnh điện; nó là lực tương tác mạnh.

## 2. Năng lượng liên kết của hạt nhân :

**Khối lượng và năng lượng:**

- Hệ thức năng lượng Anh-xtanh:  $E = m \cdot c^2$ . Với  $c = 3.108 \text{ m/s}$  là vận tốc ánh sáng trong chân không.
- Theo Anhxtanh, một vật có khối lượng  $m_0$  khi ở trạng thái nghỉ thì khi chuyển động với tốc độ  $v$ , khối lượng sẽ tăng lên thành  $m$  với

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \text{ Trong đó } m_0 \text{ gọi là khối lượng nghỉ và } m \text{ gọi là khối lượng động.}$$

- Một hạt có khối lượng nghỉ  $m_0$  (năng lượng nghỉ tương ứng là  $E_0 = m_0 \cdot c^2$ ) khi chuyển động với vận tốc  $v$

- sẽ có động năng  $K = \frac{mv^2}{2}$  và năng lượng toàn phần  $E = mc^2$  được xác định theo công thức:

$$E = E_0 + K \text{ hay } K = E - E_0 = (m - m_0)c^2 = \left( \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 \right) c^2 = \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) m_0 c^2 \text{ với } v \leq c$$

Khối lượng của hạt nhân còn được đo bằng đơn vị:  $\frac{\text{MeV}}{c^2}$ ;  $1u = 931,5 \frac{\text{MeV}}{c^2}$

**a. Độ hụt khối của hạt nhân  ${}^A_Z\text{X}$ :** Khối lượng hạt nhân luôn nhỏ hơn tổng khối lượng các nuclôn là  $m_0$  tạo thành hạt nhân đó một lượng  $\Delta m$ .

Khối lượng của hạt nhân X	Khối lượng của Z proton	Khối lượng của N=(A-Z) notron	Tổng khối lượng của các nuclôn
$m_X$	$Z \cdot m_p$	$(A-Z) \cdot m_n$	$m_0 = Z \cdot m_p + (A-Z) \cdot m_n$

$\Rightarrow$  Độ hụt khối

$$\Delta m = m_0 - m_X = [Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m_X]$$

**b. Năng lượng liên kết hạt nhân  $({}^A_Z\text{X})$ :**

- Năng lượng liên kết hạt nhân là năng lượng tỏa ra khi tổng hợp các nuclôn riêng lẻ thành một hạt nhân (hay năng lượng thu vào để phá vỡ hạt nhân thành các nuclôn riêng rẽ)

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = [Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m_X] \cdot c^2$$

- Năng lượng liên kết riêng: là năng lượng liên kết tính bình quân cho 1 nuclôn có trong hạt nhân. (không quá 8,8MeV/nuclôn).

$$\Delta E_r = \frac{\Delta E}{A} = \frac{[Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m_X]}{A} \left( \frac{\text{MeV}}{\text{nuclon}} \right)$$

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

$\Rightarrow$  Các hạt có số khối trung bình từ 50 đến 95

### 3. Phản ứng hạt nhân:

**a. Định nghĩa:** Phản ứng hạt nhân là quá trình biến đổi của các hạt nhân, thường chia làm 2 loại:

- + Phản ứng hạt nhân tự phát (ví dụ: phóng xạ).
- + Phản ứng hạt nhân kích thích (ví dụ: phản ứng phân hạch, phản ứng nhiệt hạch).

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

- + Bảo toàn điện tích
- + Bảo toàn số nuclon (bảo toàn số A).
- + Bảo toàn năng lượng toàn phần.
- + Bảo toàn động lượng.
- ☆ Lưu ý: trong phản ứng hạt nhân không có bảo toàn khối lượng, bảo toàn động năng, bảo toàn số neutron

#### c. Năng lượng của phản ứng hạt nhân

Gọi:

+  $M_0 = m_A + m_B$  là tổng khối lượng nghỉ của các hạt nhân trước phản ứng.

+  $M = m_C + m_D$  là tổng khối lượng nghỉ của các hạt nhân sau phản ứng.

+  $\sum(\Delta M_0) = \Delta m_A + \Delta m_B$  tổng độ hụt khối của các hạt trước phản ứng

+  $\sum(\Delta M_D) = \Delta m_C + \Delta m_D$  tổng độ hụt khối của các hạt sau phản ứng

- Ta có năng lượng của phản ứng được xác định:

$$\begin{aligned}\Delta E &= \left( \sum m_{trước} - \sum m_{sau} \right) c^2 = \left[ (m_A + m_B) - (m_C + m_D) \right] c^2 \\ &= \left( \sum \Delta m_{sau} - \sum \Delta m_{trước} \right) c^2 = \left[ (\Delta m_C + \Delta m_D) - (\Delta m_A + \Delta m_B) \right] c^2 \\ &= \sum \Delta E_{sau} - \sum \Delta E_{trước} = (\Delta E_C + \Delta E_D) - (\Delta E_A + \Delta E_B) \\ &= \sum K_{sau} - \sum K_{trước} = (K_C + K_D) - (K_A + K_B)\end{aligned}$$

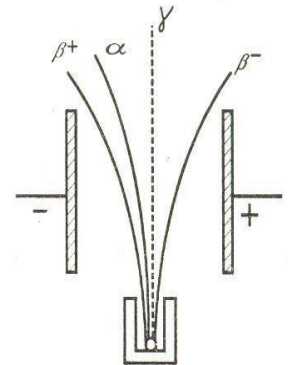
Trong đó  $\Delta E_C, \Delta E_D, \Delta E_A, \Delta E_B$  là năng lượng liên kết của các hạt C, D, A, B

$K_A, K_B, K_C, K_D$  là động năng của các hạt A, B, C, D

- + nếu  $\Delta E > 0$ : phản ứng tỏa nhiệt.
- + nếu  $\Delta E < 0$ : phản ứng thu nhiệt.

#### ⚡ CHÚ Ý:

- Phóng xạ; phản ứng phân hạch; phản ứng nhiệt hạch luôn là phản ứng tỏa năng lượng.
- Nhiệt tỏa ra hoặc thu vào dưới dạng động năng của các hạt A, B hoặc C, D.
- Chỉ cần tính kết quả trong ngoặc rồi nhân với 931 MeV.
- Phản ứng tỏa nhiệt  $\Leftrightarrow$  Tổng khối lượng các hạt tương tác  $>$  Tổng khối lượng các hạt tạo thành.



### 4. Phóng xạ

**a. Khái niệm:** là loại phản ứng hạt nhân tự phát hay là hiện tượng hạt nhân không bền vững tự phát phân rã, phóng ra các bức xạ gọi là tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác. Quá trình phân rã phóng xạ chính là quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân.

#### ⚡ CHÚ Ý:

- + Tia phóng xạ không nhìn thấy nhưng có những tác dụng lý hoá như ion hoá môi trường, làm đen kính ảnh, gây ra các phản ứng hoá học.
- + Phóng xạ là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.
- + Quy ước gọi hạt nhân tự phân hủy gọi là hạt nhân mẹ, hạt nhân được tạo thành sau khi phân hủy gọi là hạt nhân con.
- + Hiện tượng phóng xạ hoàn toàn do các nguyên nhân bên trong hạt nhân gây ra. không hề phụ thuộc vào các yếu tố lý hoá bên ngoài (nguyên tử phóng xạ nằm trong các hợp chất khác nhau có nhiệt độ, áp suất khác nhau đều xảy ra phóng xạ như nhau đối với cùng loại).

**b. Phương trình phóng xạ:**  ${}_{Z_1}^{A_1}X \rightarrow {}_{Z_2}^{A_2}Y + {}_{Z_3}^{A_3}Z$

Trong đó:  ${}_{Z_1}^{A_1}X$  là hạt nhân mẹ;  ${}_{Z_2}^{A_2}Y$  là hạt nhân con;  ${}_{Z_3}^{A_3}Z$  là tia phóng xạ

### 3. Các loại phóng xạ:



Tên gọi	Phóng xạ Alpha ( $\alpha$ )	Phóng Beta: có 2 loại là $\beta^-$ và $\beta^+$	Phóng Gamma ( $\gamma$ ).
<b>Bản chất</b>	Là dòng hạt nhân Hêli ${}^4_2\text{He}$	$\beta^-$ : là dòng electron ( ${}^0_{-1}e$ ) $\beta^+$ : là dòng pôzitron ( ${}^0_{-1}e$ )	Là sóng điện từ có $\lambda$ rất ngắn ( $\lambda \leq 10^{-11}\text{m}$ ), cũng là dòng photon có năng lượng cao.
<b>Phương trình</b>	${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$ Rút gọn: ${}^A_Z\text{X} \xrightarrow{\alpha} {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y}$ Vd: ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$ Rút gọn ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$	$\beta^-$ : ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z+1}\text{Y} + {}^0_{-1}e$ Ví dụ: ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}e$ $\beta^+$ : ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z-1}\text{Y} + {}^0_{-1}e$ Ví dụ: ${}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^0_{-1}e$	Sau phóng xạ $\alpha$ hoặc $\beta$ xảy ra quá trình chuyển từ trạng thái kích thích về trạng thái cơ bản $\square$ phát ra photon.
<b>Tốc độ</b>	$v \approx 2.107 \text{ m/s}$	$v \approx 3.10^8 \text{ m/s}$	$v = c = 3.10^8 \text{ m/s}$
<b>Khả năng Ion hóa</b>	Mạnh	Mạnh nhưng yếu hơn tia $\alpha$	Yếu hơn tia $\alpha$ và $\beta$
<b>Khả năng đâm xuyên</b>	+ Đi được vài cm trong không khí ( $S_{\max} = 8\text{cm}$ ); vài $\mu\text{m}$ trong vật rắn ( $S_{\max} = 1\text{mm}$ )	+ $S_{\max} =$ vài m trong không khí. + Xuyên qua kim loại dày vài mm.	+ Đâm xuyên mạnh hơn tia $\alpha$ và $\beta$ . Có thể xuyên qua vài m bê-tông hoặc vài cm chì.
<b>Trong điện trường</b>	Lệch	Lệch nhiều hơn tia alpha	Không bị lệch
<b>Chú ý</b>	Trong chuỗi phóng xạ $\alpha$ thường kèm theo phóng xạ $\beta$ nhưng không tồn tại đồng thời hai loại $\beta$ .	Còn có sự tồn tại của hai loại hạt ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z-1}\text{Y} + {}^0_{-1}e + {}^0_0\nu$ neutrino. ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z+1}\text{Y} + {}^0_{-1}e + {}^0_0\bar{\nu}$ phản neutrino	Không làm thay đổi hạt nhân.

**b. Định luật phóng xạ:**

**Đặc tính của quá trình phóng xạ:**

- Có bản chất là một quá trình biến đổi hạt nhân
- Có tính tự phát và không điều khiển được, không chịu các tác động của bên ngoài.
- Là một quá trình ngẫu nhiên, thời điểm phân hủy không xác định được.

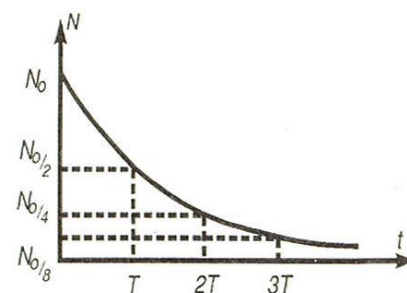
**Định luật phóng xạ:**

$\Rightarrow$  **Chu kỳ bán rã:** là khoảng thời gian để 1/2 số hạt nhân nguyên tử biến đổi

thành hạt nhân khác.  $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$   $\lambda$ : Hằng số phóng xạ ( $s^{-1}$ )

$\Rightarrow$  **Định luật phóng xạ:** Số hạt n (khối lượng m) phóng xạ giảm theo qui luật hàm số mũ

$\square$  **Từ định luật phóng xạ, ta suy ra các hệ thức tương ứng sau:** Gọi  $N_0, m_0$  là số nguyên tử và khối lượng ban đầu của chất phóng xạ;  $N, m$  là số nguyên tử và khối lượng chất ấy ở thời điểm t, ta có:



Số hạt (N)	Khối lượng (m)
Trong quá trình phân rã, <b>số hạt</b> nhân phóng xạ giảm theo thời gian tuân theo định luật hàm số mũ.	Trong quá trình phân rã, <b>khối lượng</b> hạt nhân phóng xạ giảm theo thời gian tuân theo định luật hàm số mũ.
$N = \frac{N_0}{2^{t/T}} = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$	$m = \frac{m_0}{2^{t/T}} = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$



<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>N_0</math>: số hạt nhân phóng xạ ở thời điểm ban đầu.</li> <li>• <math>N(t)</math>: số hạt nhân phóng xạ còn lại sau thời gian <math>t</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>m_0</math>: khối lượng phóng xạ ở thời điểm ban đầu.</li> <li>• <math>m(t)</math>: khối lượng phóng xạ còn lại sau thời gian <math>t</math>.</li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

• Trong đó: gọi là hằng số phóng xạ đặc trưng cho từng loại chất phóng xạ

**5. Phóng xạ nhân tạo (ỨNG DỤNG):** người ta thường dùng các hạt nhỏ (thường là neutron) bắn vào các hạt nhân để tạo ra các hạt nhân phóng xạ của các nguyên tố bình thường. Sơ đồ phản ứng thông thường là  ${}_Z^A X + {}_0^1 n \rightarrow {}_Z^{A+1} X$

${}_Z^{A+1} X$  là đồng vị phóng xạ của  ${}_Z^A X$ .  ${}_Z^{A+1} X$  được trộn vào  ${}_Z^A X$  với một tỉ lệ nhất định.  ${}_Z^{A+1} X$  phát ra tia phóng xạ, được dùng làm nguyên tử đánh dấu, giúp con người khảo sát sự vận chuyển, phân bố, tồn tại của nguyên tử X. Phương pháp nguyên tử đánh dấu được dùng nhiều trong y học, sinh học,...

${}^{14}_6 C$  được dùng để định tuổi các thực vật đã chết, nên người ta thường nói  ${}^{14}_6 C$  là đồng hồ của trái đất.

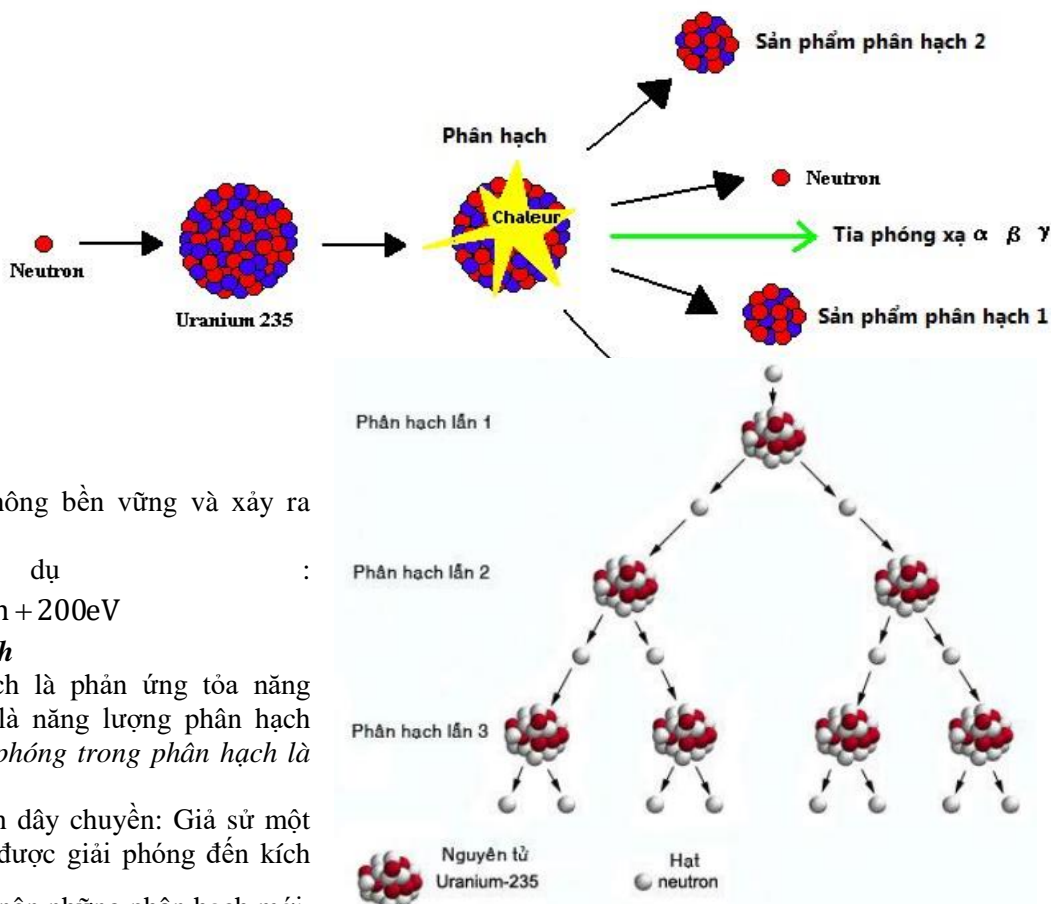
**5. Phản ứng phân hạch**

a) *Phản ứng phân*

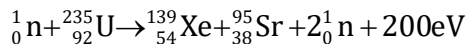
*hạch* là phản ứng trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành hai hạt nhân có số khối trung bình (kèm theo một vài neutron phát ra).

b) *Phản ứng phân*

*hạch kích thích:* Muốn xảy ra phản ứng phân hạch với hạt nhân X, ta phải truyền cho nó một năng lượng tối thiểu (gọi là *năng lượng kích hoạt*); Phương pháp dễ nhất là cho X hấp thụ một neutron, chuyển sang trạng thái kích thích  $X^*$  không bền vững và xảy ra phân hạch



Ví dụ :



**2. Năng lượng phân hạch**

Phản ứng phân hạch là phản ứng tỏa năng lượng, năng lượng đó gọi là năng lượng phân hạch (*phần lớn năng lượng giải phóng trong phân hạch là động năng các mảnh*)

Phản ứng phân hạch dây chuyền: Giả sử một lần phân hạch có k neutron được giải phóng đến kích thích các hạt nhân  ${}^{235}_{92}U$  tạo nên những phân hạch mới.

Sau n lần phân hạch liên tiếp, số neutron giải phóng là  $k^n$  và kích thích  $k^n$  phân hạch mới.

- Khi  $k \geq 1$  phản ứng dây chuyền tự duy trì
- Khi  $k < 1$  phản ứng dây chuyền tắt nhanh

Vậy, để phản ứng phân hạch dây chuyền tự duy trì ( $k \geq 1$ ) thì khối lượng của chất phân hạch phải đạt một giá trị tối thiểu gọi là khối lượng tới hạn. (Ví dụ với  ${}^{235}U$ , khối lượng tới hạn khoảng 15 kg).

**3. Phản ứng phân hạch có điều khiển.**

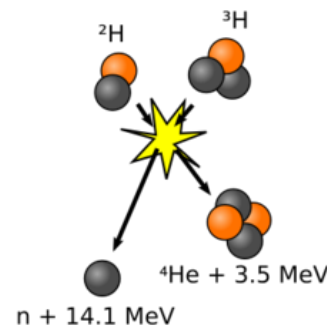
Phản ứng phân hạch dây chuyền có điều khiển ( $k = 1$ ) được thực hiện trong các lò phản ứng hạt nhân. Năng lượng tỏa ra từ lò phản ứng không đổi theo thời gian.

**III. PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH**

1. Cơ chế phản ứng nhiệt hạch :

a) *Phản ứng nhiệt hạch* là phản ứng trong đó 2 hay nhiều hạt nhân nhẹ tổng hợp lại thành một hạt nhân nặng hơn.

b) *Điều kiện thực hiện:* để có phản ứng nhiệt hạch xảy ra:



- Nhiệt độ cao khoảng 50 triệu độ đến 100 triệu độ.
- Mật độ hạt nhân ( $n$ ) trong plasma phải đủ lớn
- Thời gian  $\tau$  duy trì trạng thái plasma ở nhiệt độ cao 100 triệu độ  $\left\{ n \cdot \tau = (10^{14} \div 10^{15}) \frac{s}{cm^3} \right\}$

## 2. Năng lượng nhiệt hạch:

+ Phản ứng nhiệt hạch là phản ứng toả năng lượng.

+ Người ta quan tâm đến các phản ứng:  ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$ ;  ${}^1_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$ ;  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + n + 17,6 \text{ MeV}$

+ Tính theo một phản ứng thì phản ứng nhiệt hạch toả ra năng lượng ít hơn phản ứng phân hạch, nhưng tính theo khối lượng nhiên liệu thì phản ứng nhiệt hạch toả ra năng lượng nhiều hơn phản ứng phân hạch.

+ Năng lượng nhiệt hạch là nguồn gốc năng lượng của hầu hết các vì sao

## 3. Năng lượng nhiệt hạch trên Trái Đất:

+ Người ta đã tạo ra phản ứng nhiệt hạch trên Trái Đất khi thử bom H và đang nghiên cứu tạo ra phản ứng nhiệt hạch có điều khiển không gây ô nhiễm (sạch)

+ Năng lượng nhiệt hạch trên Trái Đất có ưu điểm: **không gây ô nhiễm** (sạch) và **nguyên liệu dồi dào** sẽ là nguồn năng lượng của thế kỷ 21