

# TÓM TẮT LÝ THUYẾT VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG 2

## BÀI 1: ĐIỆN TRƯỜNG TĨNH

### 1. Định luật bảo toàn điện tích:

- Định luật bảo toàn điện tích: *Tổng đại số các điện tích trong một hệ cô lập là không đổi.*

- Mật độ điện tích phân bố trong thể tích hay *mật độ điện khối*, kí hiệu là  $\rho$ , được định nghĩa là:
$$\rho = \frac{dq}{dV} \quad (C/m^3)$$

trong đó  $dq$  là điện tích chứa trong yếu tố thể tích  $dV$  của vật mang điện.

- Mật độ điện tích mặt phân bố trên bề mặt hay *mật độ điện mặt*, kí hiệu là  $\sigma$ , được định nghĩa là:
$$\sigma = \frac{dq}{dS} \quad (C/m^2)$$

đó  $dq$  là điện tích chứa trong yếu tố diện tích bề mặt  $dS$  của vật mang điện.

- Mật độ điện tích phân bố dọc theo chiều dài hay *mật độ điện dài*, kí hiệu là  $\lambda$ , được định nghĩa là:
$$\lambda = \frac{dq}{d\ell} \quad (C/m)$$

trong đó  $dq$  là điện tích chứa trong yếu tố chiều dài  $d\ell$  của vật mang điện.

- 2. Định luật Coulomb:** Lực tương tác giữa hai điện tích điểm  $q_1, q_2$  đứng yên cách nhau khoảng cách  $r$ , chịu tác dụng của lực tĩnh điện:

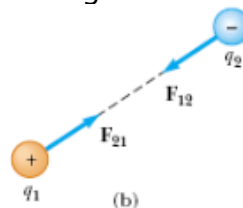
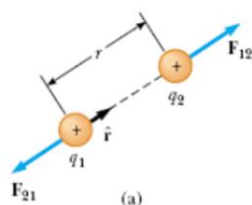
$$F = \frac{k|q_1.q_2|}{\epsilon.r^2} \quad (N)$$

Với:  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9.10^9 (Nm^2/C^2)$ : là hệ số tỉ lệ;

$\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi.10^9} = 8,85.10^{-12} (F/m)$ : là hằng số điện.

$\epsilon$ : là hằng số điện môi của môi trường.

Vector form of Coulomb's law



## BÀI 2: ĐIỆN TRƯỜNG TĨNH

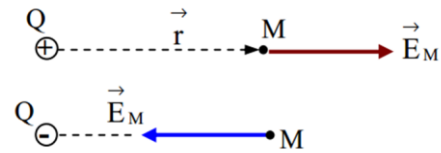
**1. Điện trường:** là vùng môi trường xung quanh các điện tích  $Q$  và tác dụng lực lên các điện tích  $q$  khác đặt trong nó:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (\text{V/m})$$

**Điện trường:** Gây ra bởi:

**a. Một điện tích điểm:**

$$E = \frac{F}{q} = \frac{k|Q|}{\epsilon r^2} \quad (\text{V/m})$$



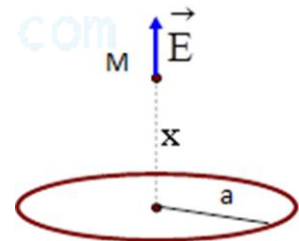
$Q > 0$ :  $E$  hướng ra xa  $Q$

$Q < 0$ :  $E$  hướng lại gần  $Q$

**b. Vòng dây tròn, bán kính  $a$ , tích điện đều  $Q$ :** Điện trường tại  $M$  cách tâm  $O$  một khoảng cách  $x$ :

$$E = \frac{k|Q|x}{\epsilon(a^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

=> Tại tâm  $O$ :  $x = 0 \rightarrow E = 0$

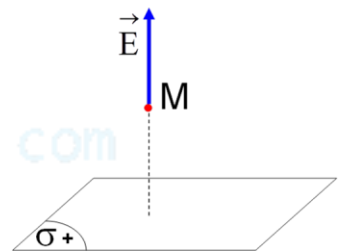


**c. Mặt rộng vô hạn, tích điện đều với mật độ điện tích mặt  $\sigma > 0$ :** Điện trường tại điểm  $M$  trên trục, cách tâm một đoạn  $x$ :

$$E = \frac{|\sigma|}{2\epsilon\epsilon_0}$$

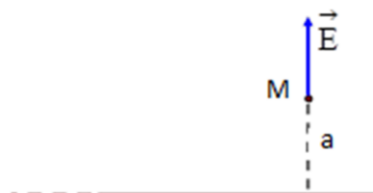
(với  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ )

Chúng tỏ điện trường của mặt rộng vô hạn này không phụ thuộc vào khoảng cách từ điểm khảo sát  $M$  đến



**d. Thanh dài (dây dài) vô hạn, tích điện đều với mật độ dài  $\lambda > 0$ :** Điện trường tại điểm  $M$  cách thanh một đoạn  $a$ :

$$E = \frac{2k|\lambda|}{\epsilon a}$$



**e. Khối cầu tâm O, bán kính a, tích điện đều với mật độ khối  $\rho > 0$ :**

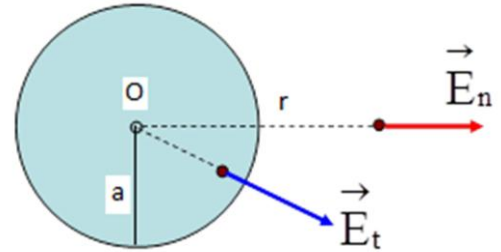
- Điện trường tại điểm M nằm ngoài khối cầu:

$$E_{ngoài} = \frac{k|Q|}{\epsilon r^2}$$

(Nhận thấy công thức tính điện trường tại điểm nằm ngoài khối cầu giống như một điện tích điểm đặt tại tâm gây ra.)

- Điện trường tại điểm M nằm trong khối cầu:

$$E_{trong} = \frac{|\rho|r}{3\epsilon\epsilon_0}$$



**2. Điện thông- thông lượng điện cảm:**

- **Điện thông:** 
$$\Phi_E = \int_{(S)} d\Phi_E = \int_{(S)} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_{(S)} E dS \cos \alpha \quad (V.m)$$

Nếu  $E$  là điện trường đều và  $S$  là mặt phẳng:  $\Phi_E = E.S.\cos \alpha$

- **Điện cảm:** 
$$\vec{D} = \epsilon\epsilon_0 \vec{E} \quad (C/m^2)$$

- **Thông lượng điện cảm :** 
$$\Phi_D = \int_{(S)} d\Phi_D = \int_{(S)} \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_{(S)} D.dS.\cos \alpha \quad (C)$$

**3. Định lý Gauss:**

$$\Phi_E = \oint_{(S)} \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{\sum Q_{Trong(S)}}{\epsilon.\epsilon_0}$$

$$\Phi_D = \oint_{(S)} \vec{D} \cdot d\vec{s} = \sum Q_{Trong(S)}$$

### BÀI 3: ĐIỆN THẾ- HIỆU ĐIỆN THẾ

- 1. Công lực điện trường:** Công của lực điện trường để di chuyển điện tích  $q$  từ điểm M đến N :

$$A_{MN} = q \left( \frac{kQ}{\epsilon r_M} - \frac{kQ}{\epsilon r_N} \right) = q(V_M - V_N) \quad (J)$$

**2. Điện thế:**

- a. Điện thế tại điểm M do điện tích Q gây ra:**  $V_M = \frac{kQ}{\epsilon r_M} + C$

- Nếu gốc điện thế ở vô cùng  $\rightarrow C=0 \Rightarrow V_M = \frac{kQ}{\epsilon r_M}$

- Hiệu điện thế :  $V_{MN} = V_M - V_N \rightarrow A_{MN} = q.(V_M - V_N)$

- b. Khối cầu tâm O, bán kính a, tích điện đều với mật độ khối  $\rho$ :**

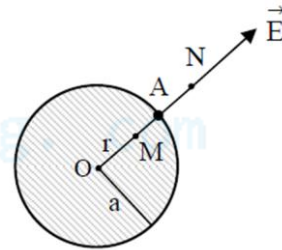
- Điện thế tại điểm N ngoài khối cầu:

$$V_N - V_A = \frac{kQ}{\epsilon r_N} - \frac{kQ}{\epsilon r_A}$$

- Điện thế tại điểm M trong khối cầu:

$$V_M - V_0 = -\frac{\rho.r_M^2}{6\epsilon_0}; \quad V_A - V_0 = -\frac{\rho.r_A^2}{6\epsilon_0}$$

Lưu ý: Gốc điện thế tại A  $\Rightarrow V_A = 0$ .



- c. Mặt rộng vô hạn, tích điện đều với mật độ mặt  $\sigma > 0$  :**

Điện thế tại M cách mặt phẳng khoảng cách x:  $V = -\frac{\sigma x}{2\epsilon\epsilon_0}$

**3. Mối liên hệ giữa E và V :**

Độ lớn của vectơ cường độ điện trường, bằng độ giảm của điện thế trên một đơn vị chiều dài dọc theo đường sức điện trường :  $\vec{E} = -\frac{dV}{dn}$

Trong hệ tọa độ Descartes:

$$\vec{E} = -\overrightarrow{grad}.V = E_x.\vec{i} + E_y.\vec{j} + E_z.\vec{k} = -\left(\frac{\partial V}{\partial x}.\vec{i} + \frac{\partial V}{\partial y}.\vec{j} + \frac{\partial V}{\partial z}.\vec{k}\right)$$

- Điện trường đều :  $U_{12} = V_1 - V_2 = E.d$  (d là khoảng cách 2 mặt điện thế)

- Lưu thông của vectơ cường độ điện trường:  $\int \vec{E}.d\vec{l} = V_M - V_N = V_{MN}$

Đường cong kín :  $\oint_{(L)} \vec{E}.d\vec{l} = 0$

## BÀI 4: VẬT DẪN

### 1. Vật dẫn là những vật bằng kim loại

### 2. Tính chất của vật dẫn:

- Trong lòng vật dẫn không có điện trường  $E_{\text{trong}}=0$ .
- Toàn bộ vật dẫn là khối đẳng thế.
- Vectơ cường độ điện trường  $E$  vuông góc với bề mặt vật dẫn, và có độ lớn  $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$
- Điện tích chỉ phân bố bề mặt ngoài vật dẫn.

### 3. Hiện tượng mũi nhọn bị mất dần điện tích và tạo thành gió điện được gọi là **hiệu ứng mũi nhọn**.

### 4. Hiện tượng xuất hiện các điện tích cảm ứng trên bề mặt vật dẫn khi đặt vật dẫn trong điện trường ngoài gọi là **hiện tượng điện hưởng**.

### 5. Khi nối hai quả cầu lại thì chúng trở thành vật dẫn duy nhất, $V_1 = V_2$ vật dẫn là một mặt đẳng thế.

### 6. Điện dung của vật dẫn cô lập: $C = \frac{Q}{V}$

Điện dung của vật dẫn cô lập phụ thuộc vào hình dạng, kích thước vật dẫn.

#### a. Tụ phẳng:

$$C = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d} \quad (\text{F})$$

$$1\text{F} = 10^6 \mu\text{F} = 10^9 \text{nF} = 10^{12} \text{pF}$$

Với  $S$ : diện tích hai bản cực ( $\text{m}^2$ )

$d$ : khoảng cách hai bản cực (m)

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{F/m}$$

$C$ : điện dung (F)

#### b. Tụ cầu:

$$C = 4\pi \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0 \frac{R_1 \cdot R_2}{R_2 - R_1}$$

$R_1$ : bán kính trong;  $R_2$ : bán kính ngoài.

c. **Tụ trụ:**  $C = 2\pi \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0 \frac{l}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$  ( $l$ : là chiều cao trụ)

## 7. Ghép tụ:

### a. Ghép nối tiếp:

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_n$$

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

$$\frac{1}{C_{td}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Nếu các tụ giống nhau thì  $C_{td} = \frac{C}{n}$

### b. Ghép song song:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

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

$$C_{td} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

Nếu các tụ giống nhau:  $C_{td} = nC$

## 8. Năng lượng của tụ điện: $W = \frac{1}{2}CU^2$

## 9. Năng lượng điện trường:

Nơi nào có điện trường thì nơi đó có năng lượng.

$$W = \int_{(V)} \omega_E dV = \frac{1}{2} \epsilon \epsilon_0 \int_{(V)} E^2 dV = \frac{1}{2} \int_{(V)} ED dV$$

$\omega_E$  là mật độ năng lượng điện trường:  $\omega_E = \frac{1}{2} \epsilon \epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} ED$

## BÀI 5: TỪ TRƯỜNG TĨNH

0. **Từ thông** cho biết số lượng đường sức từ gởi qua mặt (S).

$$\Phi_m = \int_{(S)} d\Phi_m = \int_{(S)} B dS \cos \alpha = \int_{(S)} \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

Trong hệ SI, đơn vị đo từ thông là vèbe (Wb).

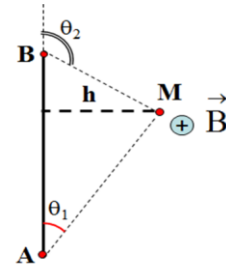
### 1. So sánh Điện trường $\vec{E}$ và Từ trường $\vec{H}$ .

Điện trường	Từ trường
- Xung quanh điện tích có điện trường.	- Xung quanh dòng điện có từ trường.
- Đặc trưng cho điện trường tại mỗi điểm là vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ .	- Đặc trưng cho từ trường tại mỗi điểm là vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ .
- Vectơ cường độ điện trường gây bởi một điện tích điểm: $\vec{E} = k \frac{Q}{\epsilon r^2}$	- Vectơ cảm ứng từ gây bởi một yếu tố dòng điện: $d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi r^3} [Id\vec{\ell}, \vec{r}]$
- Hằng số điện: $\epsilon_0 = 8,85.10^{-12} \text{ F/m}$	- Hằng số từ: $\mu_0 = 4\pi.10^{-7} \text{ H/m}$
- Hệ số điện môi: $\epsilon$	- Hệ số từ môi: $\mu$
- Vectơ cảm ứng điện: $\vec{D} = \epsilon\epsilon_0 \vec{E}$	- Vectơ cảm ứng từ: $\vec{B} = \mu\mu_0 \vec{H}$
- Đường sức điện	- Đường sức từ
- Điện thông $\Phi_E$ : cho biết số lượng đường sức điện trường E gửi qua mặt S:	- Từ thông $\Phi_m$ : cho biết số lượng đường sức từ B gửi qua mặt S:
$\Phi_E = \int_{(S)} \vec{E} \cdot d\vec{S} = E \cdot dS \cdot \cos \alpha$	$\Phi_m = \int_{(S)} \vec{B} \cdot d\vec{S} = B \cdot dS \cdot \cos \alpha$
- Lực điện trường: $\vec{F} = q\vec{E}$	- Lực từ: $d\vec{F} = [Id\vec{\ell}, \vec{B}]$
- Định lý Gauss: $\oint_{(s)} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum q_{\text{trong}(S)}}{\epsilon\epsilon_0}$	- Định lý Gauss: $\oint_{(s)} \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$
- Lưu thông của vectơ cđđt: $\int_{(AB)} \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = U_{AB}$	- Lưu thông của vectơ cđtt: $\oint_{(C)} \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = \sum I_k$

## 2. Xác định cảm ứng từ của dòng điện:

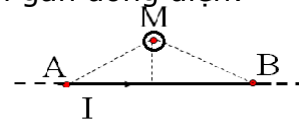
### a. Cảm ứng từ của dòng điện thẳng:

$$B = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I}{4\pi \cdot h} \cdot (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$$



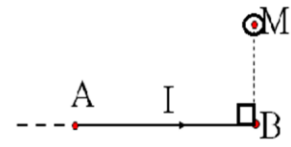
+ Dòng điện rất dài, hay điểm khảo sát nằm gần dòng điện:

$$B_M = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot h}$$

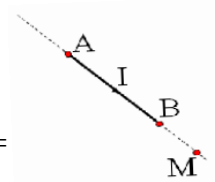


+ Dòng điện rất dài, điểm khảo sát nằm trên đường

vuông góc với dòng điện tại một đầu:  $B_M = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I}{4\pi \cdot h}$



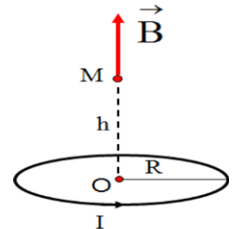
+ Điểm khảo sát nằm trên đường thẳng chứa dòng điện:  $B_M =$



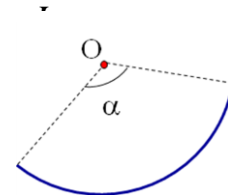
### b. Cảm ứng từ tại điểm M cách tâm O của trục vòng điện tròn bán kính R, một khoảng h:

$$B_M = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I \cdot R^2}{2(R^2 + h^2)^{3/2}}$$

+ Cảm ứng từ tại tâm O (h=0):  $B_0 = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I}{2R}$



+ Nếu cung tròn chắn một góc  $\alpha$  ở tâm thì:  $B_{0(\alpha)} = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I}{4R}$



### c. Cảm ứng từ trong lòng ống dây:

$$B = \mu \cdot \mu_0 \cdot n \cdot I$$

với: n: mật độ dòng (vòng/m)

L: chiều dài ống dây (m)

N: số vòng dây quấn trên ống (vòng)

$$+ \text{ Dây Soneloid: } n = \frac{N}{L} \rightarrow H = \frac{B}{\mu \cdot \mu_0} = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot n \cdot I}{\mu \cdot \mu_0} = n \cdot I = \frac{N}{L} \cdot I$$

Vậy: Từ trường trong lòng ống dây Soneloid là từ trường đều.



$$+ \text{ Dây Toroid: } n = \frac{N}{2\pi r} \rightarrow H = \frac{B}{\mu \cdot \mu_0} = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot n \cdot I}{\mu \cdot \mu_0} = n \cdot I = \frac{N}{2\pi r} \cdot I$$

Vậy: Từ trường trong lòng ống dây Teroid là từ trường không đều.

### 3. Tác dụng của từ trường lên dòng điện:

- **Tác dụng của từ trường đều lên đoạn dòng điện thẳng:**

Lực từ  $\vec{F}$  có:

- + Phương vuông góc với mặt phẳng chứa dòng I và B
- + Chiều theo quy tắc tay trái.
- + Độ lớn  $F = BI\ell \sin \theta$
- + Điểm đặt tại trung điểm của đoạn dòng điện I.

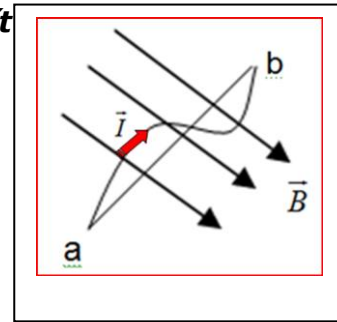
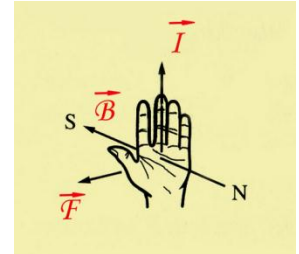
$$\vec{F} = \int d\vec{F} = I(\vec{\ell} \times \vec{B})$$

- **Tác dụng của từ trường đều lên đoạn dòng điện cong bất**

$$\vec{F} = I\vec{L}' \times \vec{B}$$

với  $\vec{L}' = \int_{(ab)} d\vec{\ell}$  là tổng các vectơ độ dời từ điểm a đến điểm b

Nếu đường cong kín thì  $F=0$ .



- **Tác dụng của từ trường đều lên khung dây :**

Mômen lực từ tác dụng khung lên khung dây:  $M = N \cdot B \cdot I \cdot S \cdot \sin \alpha$

trong đó:  $\alpha$  là góc giữa 2 vectơ  $\vec{n}$  và  $\vec{B}$ .

N số vòng dây,  $\vec{B}$  cảm ứng từ (T)

I cường độ dòng điện (A), S diện tích khung dây ( $m^2$ )

- **Lực tương tác giữa 2 dòng điện thẳng dài vô hạn:**

$$F = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \ell}{2\pi d}$$

Lực tương tác trên mỗi đơn vị chiều dài:  $f = \frac{F}{\ell} = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi d}$

- + Hai dòng điện song song cùng chiều: hút nhau.
- + Hai dòng điện song song ngược chiều: đẩy nhau.

- **Công của lực từ:**

$$A_{12} = I(\phi_2 - \phi_1) = I \cdot \Delta \phi_m$$

Mạch tĩnh tiến trong từ trường đều  $A=0$ .

## BÀI 6: CHUYỂN ĐỘNG CỦA HẠT ĐIỆN TRONG TỪ TRƯỜNG

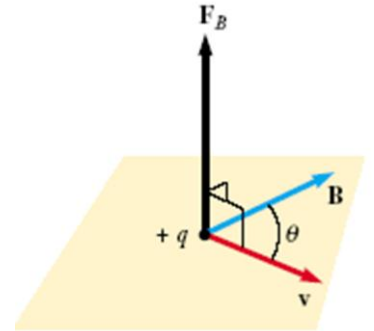
### 1. Tác dụng của từ trường lên điện tích chuyển động- Lực Lorentz:

- Hạt mang điện chuyển động trong từ trường chịu tác dụng của lực từ, lực này gọi là **lực Lorentz**:

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Các đặc điểm của lực Lorentz:

- Có phương vuông góc với  $\vec{v}$  và  $\vec{B}$ .
- Có chiều theo quy tắc bàn tay trái đối với điện tích dương, quy tắc bàn tay phải đối với điện tích âm: Đặt bàn tay trái (hoặc phải) sao cho các đường cảm ứng từ hướng xuyên qua lòng bàn tay, chiều đi từ cổ tay đến bốn ngón tay là chiều của  $\vec{v}$ , thì ngón tay cái choãi ra  $90^\circ$  sẽ chỉ chiều của lực Lorentz.
- Độ lớn:  $F = |q|vB\sin\theta$ , với  $\theta$  là góc giữa  $\vec{v}$  và  $\vec{B}$ .
- Điểm đặt tại điện tích  $q$ .



### 2. Chuyển động của hạt điện tích trong từ trường đều:

#### a. Nếu vecto vận tốc đầu $\vec{v}$ song song với $\vec{B}$ :

$\Rightarrow F = 0$  điện tích chuyển động thẳng đều theo hướng cũ.

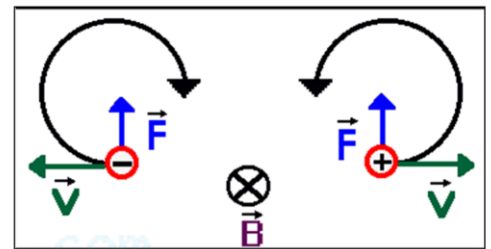
#### b. Nếu vecto vận tốc đầu $\vec{v}$ vuông góc với $\vec{B}$ :

$\Rightarrow$  Điện tích chuyển động tròn đều với lực Lorentz hướng vào tâm, có:

- Độ lớn:  $F = |q|Bv = ma_n = m\frac{v^2}{r}$

- Bán kính quỹ đạo:  $r = \frac{mv}{|q|B}$

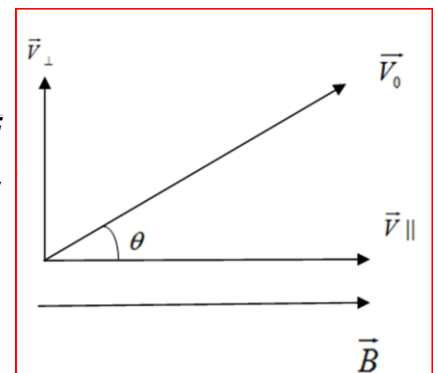
- Chu kỳ quay:  $T = \frac{2\pi m}{|q|B}$



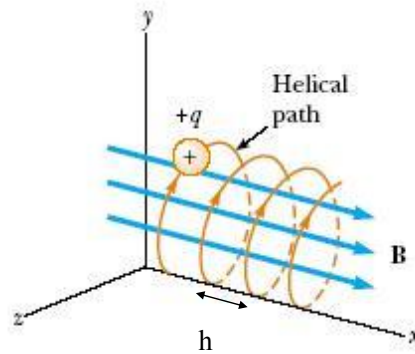
#### c. Nếu vecto vận tốc ban đầu tạo với $B$ một góc $\theta$ :

Quỹ đạo của điện trường là những đường xoắn lò xo,

- Bán kính xoắn lò xo:  $r = \frac{mv_{\perp}}{|q|B} = \frac{mv_0 \sin\theta}{|q|B}$



- Chu kỳ  $T = \frac{2\pi m}{|q|B}$       Bước xoắn  $h = v_{//} \cdot T = v_0 \cos \theta \frac{2\pi m}{|q|B}$



### 3. Hiệu ứng Hall:

Khi một vật dẫn có dòng điện chạy qua được đặt trong từ trường thì do tác dụng của lực từ đã làm xuất hiện chuyển động phụ của các hạt tải điện. Do chuyển động phụ này mà các hạt tải điện bị dịch chuyển về hai bề mặt vật dẫn tạo nên một hiệu điện thế. Hiện tượng này gọi là **hiệu ứng Hall**, hiệu điện thế xuất hiện giữa hai bề mặt vật dẫn trong trường hợp này gọi là **hiệu điện thế Hall**.

## BÀI 7: CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

### 1. Định luật Lenz:

Định luật khẳng định: "Dòng điện cảm ứng trong một mạch kín phải có chiều sao cho từ trường mà nó sinh ra chống lại nguyên nhân sinh ra nó."

### 2. Định luật Faraday về suất điện động cảm ứng:

Suất điện động cảm ứng bằng về trị số và trái dấu với tốc độ biến thiên của từ thông qua mạch:

$$\xi = -\frac{d\Phi_m}{dt}$$

Trong đó,  $\Phi_m = \int_{(S)} \vec{B} d\vec{S}$  là từ thông qua mạch.

#### a) Khung dây quay đều trong từ trường đều:

Nếu mạch điện có N vòng dây quấn trên một khung cứng thì:

$$\xi = -N \frac{d\Phi_m}{dt}$$

Nếu vòng dây thẳng và từ trường đều thì  $\Phi_m = BS \cos \alpha$ , ta có:

$$\xi = -N \frac{d\phi_m}{dt} = -N \frac{d(B.S.\cos \alpha)}{dt}$$

Suất điện động cực đại:  $\xi_0 = NBS\omega$

#### b) Đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường đều:

$$\xi = \frac{|d\Phi_m|}{dt} = Bv\ell \sin \theta$$

Nếu mạch hở thì hai đầu đoạn MN có hiệu điện thế:  $U = |\xi|$

### 3. Hệ số tự cảm: $\Phi_m = LI$

trong đó, L là hệ số tỉ lệ, được gọi là *hệ số tự cảm* hay *độ tự cảm* của mạch điện.

- Hệ số từ cảm của ống dây Soneloid:  $L = \frac{\phi_m}{I} = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot N^2 S}{\ell}$
- Năng lượng từ trường:  $W = \frac{1}{2} LI^2$

## BÀI 8-9: SÓNG ĐIỆN TỪ VÀ GIAO THOA ÁNH SÁNG

- Sóng điện từ truyền trong chân không, với vận tốc  $c = 3.10^8 \text{m/s}$
  - Sóng điện từ truyền trong môi trường chiết suất  $n$ , với vận tốc:  $v = \frac{c}{n}$
  - Bước sóng của sóng điện từ trong chân không là:  $\lambda$
  - Bước sóng truyền trong môi trường chiết suất  $n$  là:  $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$
- ⇒ Khi truyền từ môi trường này sang môi trường khác: Chỉ vận tốc  $v$  và bước sóng  $\lambda$  thay đổi, chu kỳ  $T$  và tần số  $f$  không đổi.

### 1. Quang lộ:

Quang lộ của ánh sáng trong thời gian  $t$  là quãng đường mà ánh sáng truyền được trong chân không trong khoảng thời gian đó:  $L = ct = c \frac{S}{v} = ns$

Trong hệ SI, đơn vị đo quang lộ là mét (m).

### 2. Giao thoa:

Hiện tượng hai hay nhiều sóng ánh sáng gặp nhau, tạo nên trong không gian những dải sáng, tối xen kẽ nhau gọi là *sự giao thoa ánh sáng*.

Những dải sáng và tối đó được gọi là những *cực đại* và *cực tiểu* giao thoa, hay các *vân giao thoa*; chúng tương ứng với những giá trị cực đại và cực tiểu của cường độ ánh sáng.

**a. Điều kiện để có có giao thoa:** hai sóng phải là hai sóng kết hợp và có cùng phương truyền sóng.

*Sóng kết hợp:* là những sóng ánh sáng có cùng tần số và độ lệch pha không đổi theo thời gian.

#### b. Giao thoa bởi hai nguồn điểm:

##### - Điều kiện để có cực đại giao thoa:

Tại những điểm mà hiệu quang lộ của hai sóng tới bằng số nguyên lần bước sóng sẽ cho cực đại giao thoa:  $L_2 - L_1 = k\lambda$   
với  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ , gọi là *bậc giao thoa*.

##### - Điều kiện để có cực tiểu giao thoa:

Tại những điểm mà hiệu quang lộ của hai sóng tới bằng số bán nguyên lần bước sóng sẽ cho cực tiểu giao thoa  $L_2 - L_1 = (k + 0,5)\lambda$

### 3. Giao thoa Young:

Gọi khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp hoặc giữa hai vân tối liên tiếp là

khoảng vân  $i$ , thì:  $i = \frac{\lambda D}{a}$

Với:  $\lambda$  là bước sóng,  $D$ : khoảng cách từ khe tới màn,  $a$ : khoảng cách giữa hai khe.

Khi đó, vị trí của vân sáng phải thỏa công thức:  $x_s = ki$

và vị trí của vân tối phải thỏa công thức:

$$x_t = (k + 0,5)\lambda$$

#### 4. **Giao thoa do phản xạ:**

Sóng điện từ bị đảo pha  $180^\circ$  khi phản xạ từ bề mặt môi trường có chiết suất lớn hơn môi trường tới. Nếu phản xạ từ bề mặt môi trường có chiết suất nhỏ hơn chiết suất của môi trường tới thì tia phản xạ không bị đảo pha.

#### 5. **Giao thoa bởi hai bản mỏng:**

Hiệu ứng giao thoa thường quan sát trên các lớp màng mỏng như: ván dầu trên mặt nước, bong bóng xà phòng, hơi nước trên tấm kính,... là kết quả sự giao thoa của hai chùm tia phản xạ trên hai bề mặt bản mỏng.

- **Nêm không khí:** vân giao thoa trên mặt nêm là những đoạn thẳng song song nằm trên mặt nêm, cách đều nhau một khoảng vân  $i$ :  $i = \frac{\lambda}{2\alpha}$  ( $\alpha$ : góc nghiêng

của nêm). Toạ độ vân sáng bậc  $k$ :  $x_s = (k - 0,5) \frac{\lambda}{2\alpha}$

Toạ độ vân tối bậc  $k$ :  $x_t = k \frac{\lambda}{2\alpha}$

- **Vân tròn Newton:** Vân giao thoa là những vòng sáng tối xen kẽ, do Newton khám phá nên gọi là vân tròn Newton.

Vị trí của vân sáng thỏa điều kiện:  $d = (k - 0,5) \frac{\lambda}{2}$

Vị trí của vân tối thỏa điều kiện:  $d = k \frac{\lambda}{2}$

Bán kính vân sáng thứ  $k$ :  $r_s = \sqrt{2Rd} = \sqrt{(k - 0,5)R\lambda}$

Bán kính vân tối thứ  $k$ :  $r_t = \sqrt{2Rd} = \sqrt{kR\lambda}$

## BÀI 10: NHIỄU XẠ ÁNH SÁNG

1. **Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng:** là hiện tượng ánh sáng bị lệch khỏi phương truyền thẳng trong môi trường đồng tính khi đi gần các vật cản.

2. **Nguyên lý Fresnel:** Biên độ và pha của nguồn thứ cấp là biên độ và pha do nguồn thực gây ra tại vị trí của nguồn thứ cấp.

Để tính biên độ sóng tổng hợp do nguồn sáng điểm  $S_0$  gây ra tại điểm quan sát  $M$ , ta dùng phương pháp đối cầu Fresnel.

### 3. Nhiễu xạ FRESNEL qua lỗ tròn:

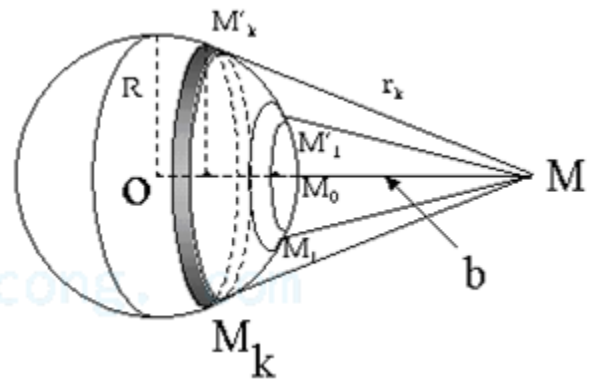
Giả sử lỗ tròn chứa được  $n$  đối cầu Fresnel thì biên độ sóng tổng hợp tại điểm  $M$  là:

$$a_M = \frac{a_1}{2} \pm \frac{a_n}{2}$$

và cường độ sáng tại điểm  $M$  là:

$$I = (a_M)^2 = \left( \frac{a_1}{2} \pm \frac{a_n}{2} \right)^2$$

Lấy dấu "+" khi số đối cầu chứa trong lỗ tròn là số lẻ và lấy dấu "-" khi số đối cầu chứa trong lỗ tròn là số chẵn.



- Nếu lỗ tròn quá lớn thì:  $I = \frac{a_1^2}{4} = I_0$

- Nếu lỗ tròn chứa số lẻ đối cầu Fresnel thì  $I = (a_M)^2 = \left( \frac{a_1}{2} + \frac{a_n}{2} \right)^2 > I_0$ : Điểm  $M$  là điểm sáng.

- Nếu lỗ tròn chứa số chẵn đối cầu Fresnel thì  $I = (a_M)^2 = \left( \frac{a_1}{2} - \frac{a_n}{2} \right)^2 < I_0$ : Điểm  $M$  là tối.

- Các đối cầu Fresnel có diện tích như nhau và diện tích của mỗi đối cầu là:  $\Delta S = \frac{\pi \lambda R b}{R + b}$

- Bán kính của các đối cầu Fresnel thứ  $k$  là:  $r_k = \sqrt{2R h_k} = \sqrt{\frac{k \lambda R b}{R + b}}$

Với:  $k$ : đối cầu thứ  $k$ ;  $R$ : bán kính của mặt cầu.

$\lambda$ : bước sóng ánh sáng của nguồn  $S_0$  phát ra;

$b$ : khoảng cách từ điểm khảo sát  $M$  đến mặt đối.

#### 4. Nhiễu xạ FRESNEL qua đĩa tròn chắn sáng:

Các vân nhiễu xạ là những vòng tròn, tâm của ảnh nhiễu xạ luôn là điểm sáng ứng với mọi vị trí của đĩa tròn và màn (E). Biên độ sóng tổng hợp tại điểm M là:

$$a_M = \frac{a_{m+1}}{2} \pm \frac{a_\infty}{2} = \frac{a_{m+1}}{2}$$

Cường độ sáng tại M:  $I = (a_M)^2 = \left(\frac{a_{m+1}}{2}\right)^2 \neq 0$  : M luôn là điểm sáng.

#### 5. Nhiễu xạ FRAUNHOFER qua n khe hẹp:

Ảnh nhiễu xạ có các cực đại chính, cực đại phụ, cực tiểu chính (hay *cực tiểu nhiễu xạ*), cực tiểu phụ.

- Các cực tiểu này ứng với góc nhiễu xạ  $\varphi$  thỏa công thức:  $\sin \varphi = k \frac{\lambda}{b}$

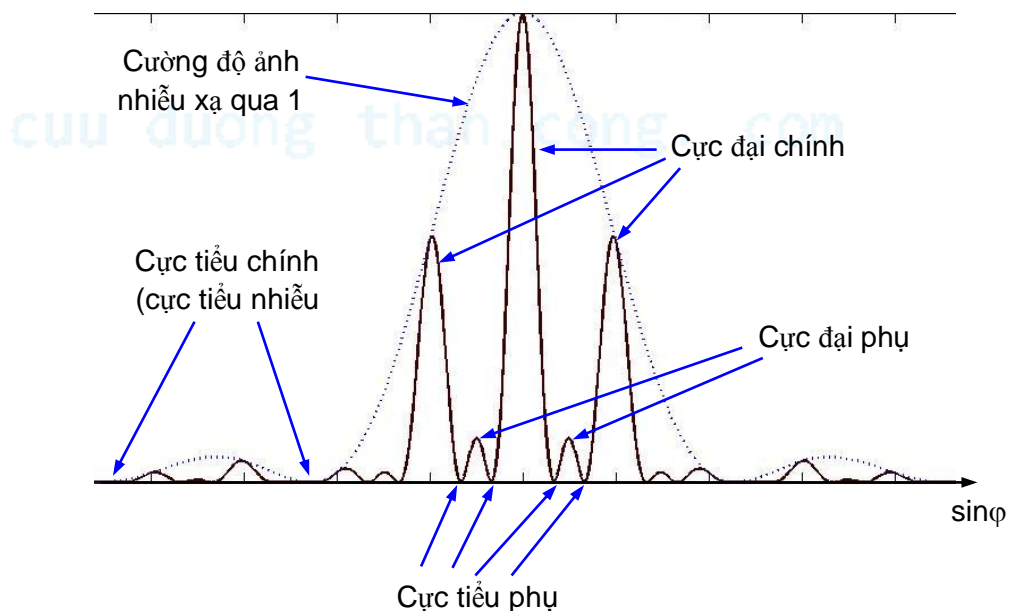
Trong đó:  $\lambda$  là bước sóng ánh sáng;  $b$  là độ rộng của khe hẹp;  $k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$

- Vị trí các cực đại chính thỏa công thức:  $\sin \varphi = k \frac{\lambda}{d}$

với  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ , gọi là bậc của cực đại chính. Cực đại chính *bậc không*, ứng với  $k = 0$  và  $\varphi = 0$ , sẽ nằm trùng với tiêu điểm F của thấu kính  $L_2$ , ta gọi đó là *cực đại trung tâm*.

- Giữa hai cực đại chính có  $(n-2)$  cực đại phụ và  $(n-1)$  cực tiểu phụ.

Để quan sát được các cực đại chính thì  $\lambda < d$ .



Hình 10.13: Phân bố cường độ ảnh nhiễu xạ qua 3 khe hẹp.