



## **CHƯƠNG 2: ĐIỆN TỬ TRƯỜNG**

2.2.3. *Chuyển động của hạt mang điện  
trong từ trường*

2.2.2. *ĐL Ampere về dòng điện toàn  
phần và UD. ĐL O-G trong từ trường*

2.2.1. *Từ trường và vectơ cảm ứng từ.*

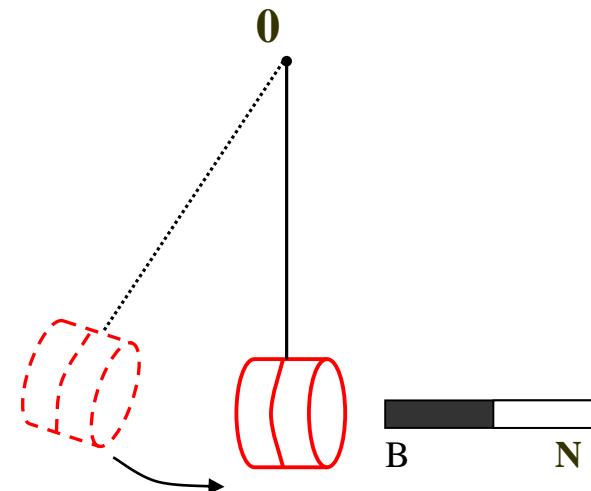
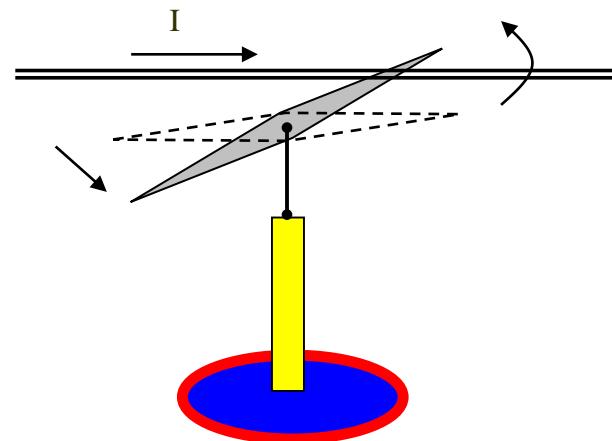
2.2. *Từ trường của dòng điện không  
đổi*

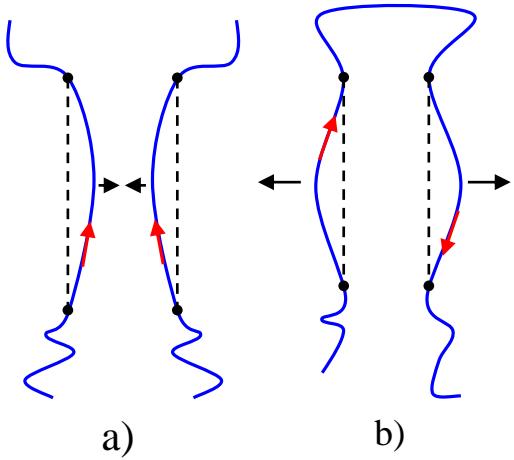


## 2.2.1 TỰ TRƯỞNG - VECTO CẢM ỨNG TỰ

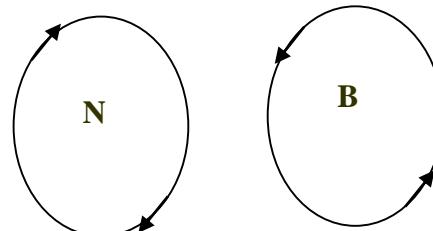
## a. Tương tác từ của dòng điện. Định luật Ampe

- Thí nghiệm về tương tác từ





Tác dụng từ giữa hai dòng điện thẳng  
song song

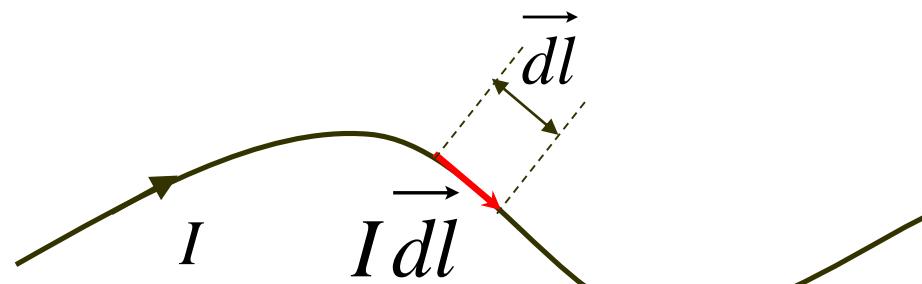


Đầu bắc và đầu nam của một ống  
dây điện

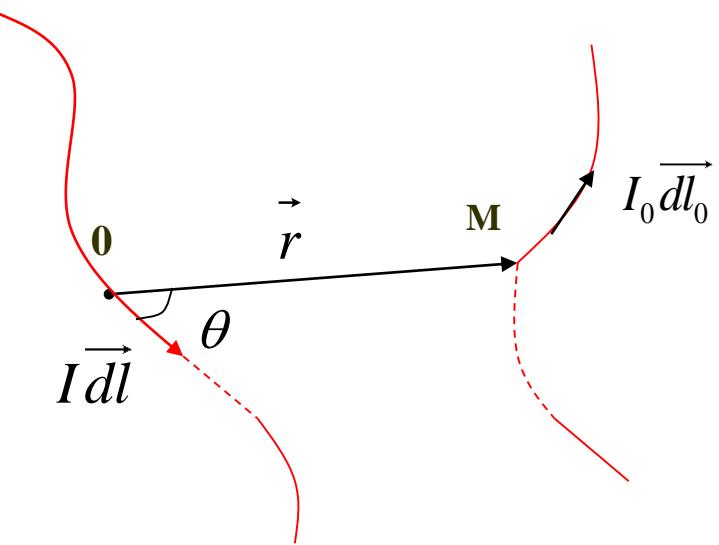
*Tương tác giữa các dòng điện cũng được gọi là tương tác từ.*

- **Định luật Ampe**

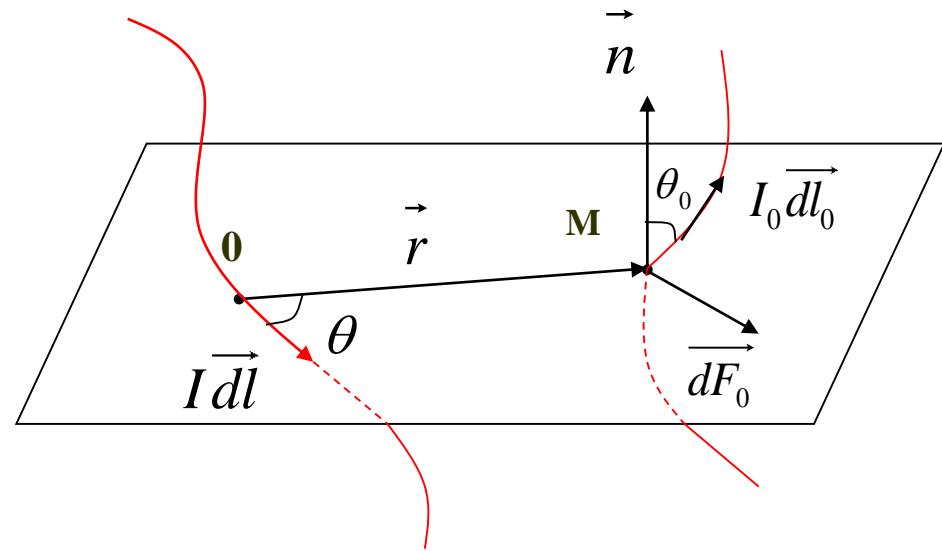
\* *Phản tử dòng điện*  $I \vec{dl}$  : có phương chiều là phương chiều của dòng điện, và có độ lớn bằng  $I.dl$



## \* Định luật Ampe



Tương tác từ giữa hai phần tử dòng điện



Tương tác từ giữa hai phần tử dòng điện

## Định luật Ampe: Lực từ $d\vec{F}_0$

- Có  $\vec{F}_0$  vuông góc với mặt phẳng chứa phần tử  $I_0 \cdot \vec{dl}_0$  và pháp tuyến  $n$
- Có chiều sao cho ba vectơ  $\vec{dl}_0, \vec{n}, \vec{dF}_0$  theo thứ tự đó, hợp thành một tam diện thuận.

- Có độ lớn: 
$$dF_0 = k \cdot \frac{I \cdot dl \sin \theta \cdot I_0 \cdot dl_0 \cdot \sin \theta_0}{r^2}$$

- Trong chân không: 
$$k = \frac{\mu_0}{4\pi} \quad (\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Henry}}{\text{mét}})$$

$$\Rightarrow dF_0 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot dl \sin \theta \cdot I_0 \cdot dl_0 \cdot \sin \theta_0}{r^2}$$

- Biểu diễn định luật Ampe bằng biểu thức vectơ sau đây.

$$\overrightarrow{dF_0} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{\overrightarrow{I_0} \cdot \overrightarrow{dl_0} \wedge (\overrightarrow{I} \cdot \overrightarrow{dl} \wedge \vec{r})}{r^3}$$

- Hai dòng điện I và  $I_0$  cùng đặt trong một môi trường đồng chất  $\mu$

$$\overrightarrow{dF_0} = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \cdot \frac{\overrightarrow{I_0} \cdot \overrightarrow{dl_0} \wedge (\overrightarrow{I} \cdot \overrightarrow{dl} \wedge \vec{r})}{r^3}$$

- Lực tương tác trên cả sợi dây dẫn

$$\overrightarrow{F} = \int \overrightarrow{dF} = \int \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \cdot \frac{\overrightarrow{I_0} \cdot \overrightarrow{dl_0} \wedge (\overrightarrow{I} \cdot \overrightarrow{dl} \wedge \vec{r})}{r^3}$$

## b. Vectơ cảm ứng từ và vectơ cường độ từ trường

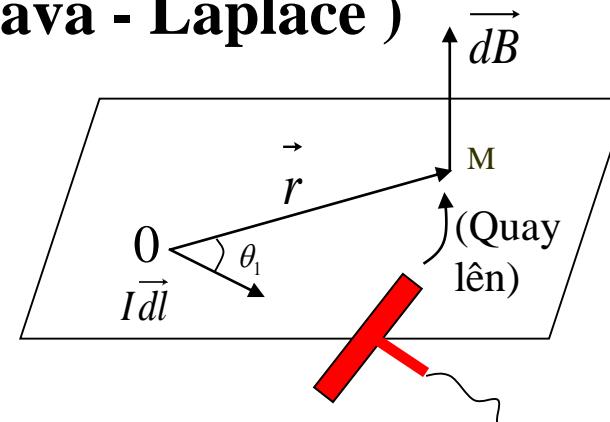
- **Khái niệm từ trường**

Từ trường: Là một dạng vật chất đặc biệt tồn tại xung quanh các hạt mang điện chuyển động và tác dụng lực từ lên hạt mang điện khác chuyển động trong nó.

## • Vectơ cảm ứng từ (định luật Biot – Savart - Laplace )

- Cảm ứng từ.

$$\overrightarrow{dB} = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \cdot \frac{(\overrightarrow{Idl} \wedge \overrightarrow{r})}{r^3}$$



- Gốc tại điểm cần khảo sát (điểm M)
- Phương vuông góc với mặt phẳng chứa các phần tử dòng điện  $I \vec{dl}$  và điểm M
- Chiều sao cho 3 vectơ  $\vec{dl}, \vec{r}, \vec{dB}$  theo thứ tự này hợp thành một tam diện thuận.
- Độ lớn cảm ứng từ dB:

$$dB = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \cdot \frac{Idl \cdot \sin \theta}{r^2}$$

- **Nguyên lý chồng chất từ trường**

“Vectơ từ cảm  $\vec{B}$  của nhiều dòng điện bằng tổng các vectơ từ cảm do từng dòng điện sinh ra”

$$\vec{B} = \int_{AB} d\vec{B} \quad \text{Hoặc} \quad \vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$$

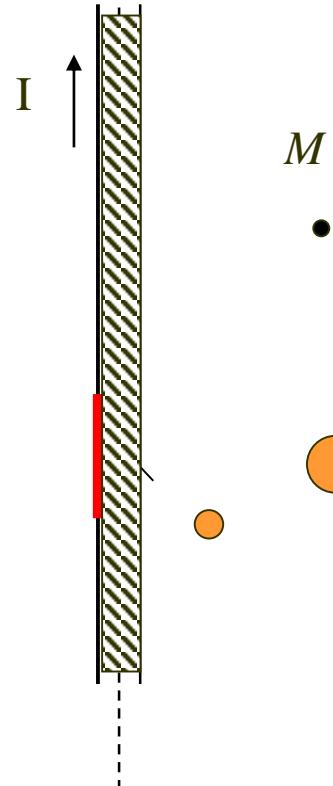
- **Vectơ cường độ từ trường**

“Vectơ cường độ từ trường  $\vec{H}$  tại một điểm M trong từ trường là một vectơ bằng tỷ số giữa vectơ cảm ứng từ  $\vec{B}$  tại điểm đó và tích  $\mu\mu_0$ ”

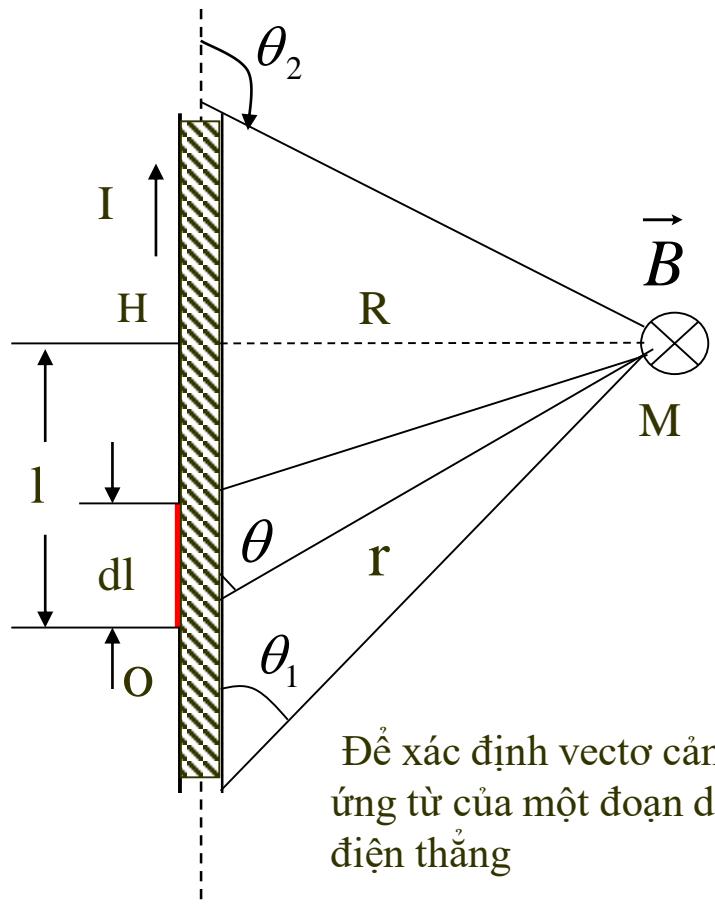
$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu\mu_0} \quad (A/m)$$

- **Ứng dụng: Xác định vectơ cảm ứng từ và vectơ cường độ từ trường của một số dòng điện đơn giản.**

### \* Dòng điện thẳng



- Hãy xác định vectơ cảm ứng từ và vectơ cường độ từ trường do dòng điện đó gây ra tại một điểm M nằm ngoài dòng điện.



$$\Rightarrow B = \int_{AB} dB = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi R} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin \theta d\theta$$

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

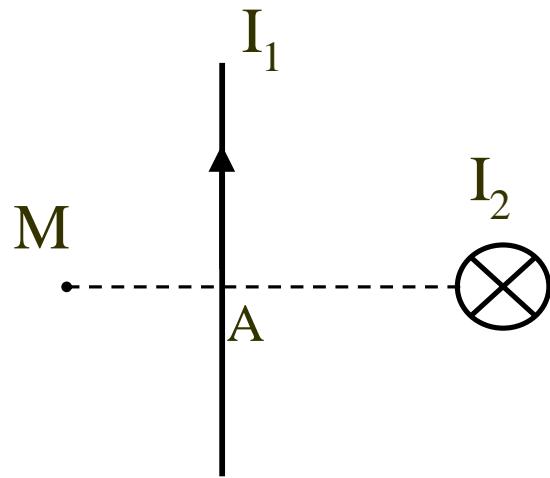
$$H = \frac{I}{4\pi R} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$$

- Trường hợp dây dài vô hạn

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi R}, \quad H = \frac{I}{2\pi R}$$

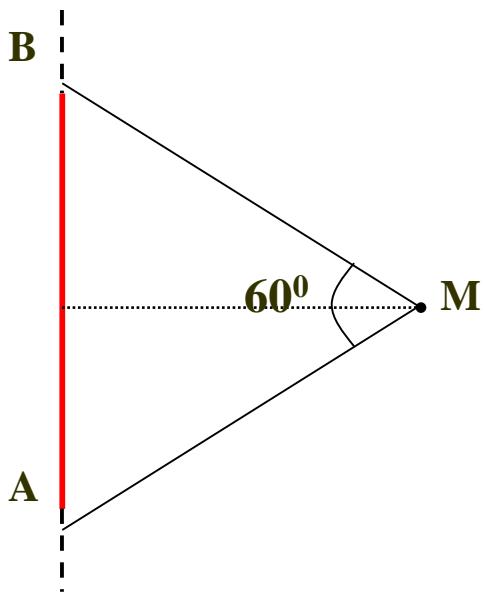
• Ví dụ

- Hai dòng điện thẳng dài vô hạn, có cường độ  $I_1 = I_2 = 5A$ , được đặt vuông góc với nhau và cách nhau một đoạn 2cm. Chiều các dòng điện như hình vẽ. Tìm giá trị cường độ từ trường tại M nằm trong mặt phẳng chứa  $I_1$  và vuông góc với  $I_2$  cách  $I_1$  1cm.

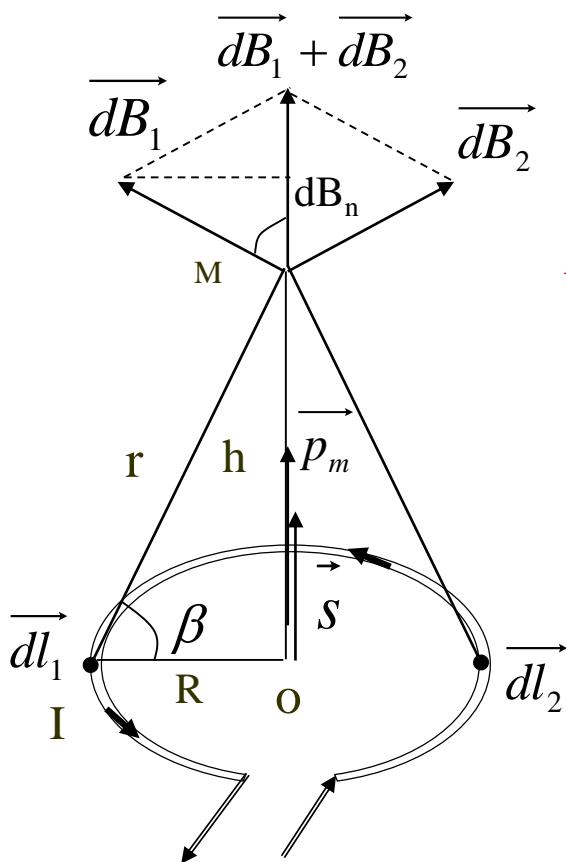


• Ví dụ

Một đoạn dây dẫn thẳng AB có dòng điện  $I = 20A$  chạy qua. Cường độ từ trường do dây dẫn gây ra tại điểm M nằm trên trung trực của AB cách AB 5cm và nhìu AB dưới góc  $60^0$  là.



## \* Dòng điện tròn



Xác định vectơ cảm ứng từ gây bởi một dòng điện tròn tại một điểm trên trực của nó

$$B = \frac{\mu\mu_0 IS}{2\pi(R^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$$

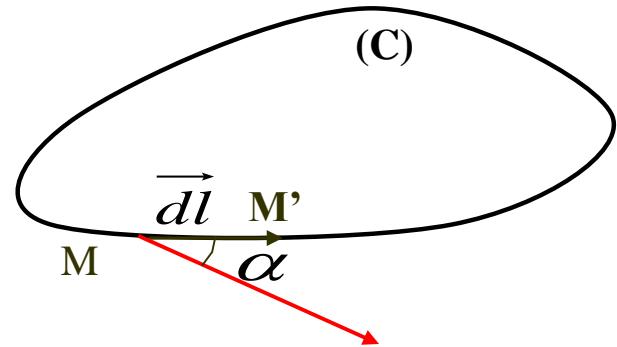
*Đặc trưng cho tính chất từ* của *dòng điện tròn*: vectơ momen từ của dòng điện tròn.

$$\vec{P}_m = I \cdot \vec{s}$$

$$\Rightarrow \vec{B} = \frac{\mu\mu_0 \vec{P}_m}{2\pi(R^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$$

## 2.2.2. ĐL Ampere về dòng điện toàn phần và UD. Định lí O-G trong từ trường

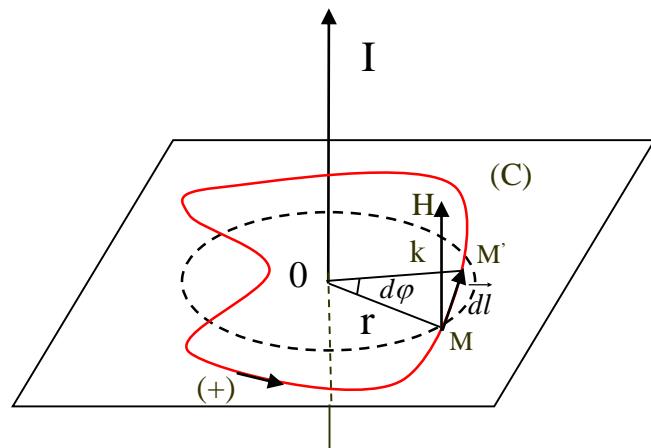
### a. Lưu số của vectơ cường độ từ trường



Định nghĩa: Lưu số của vectơ cường độ từ trường đọc theo đường cong kín (C) là đại lượng về giá trị bằng tích phân của  $\overrightarrow{H} \cdot \overrightarrow{dl}$  đọc theo toàn bộ đường cong đó.

$$\oint_{(C)} \overrightarrow{H} \cdot \overrightarrow{dl} = \oint_{(C)} H dl \cos \alpha \quad \text{trong đó } \alpha = (\overrightarrow{H}, \overrightarrow{dl})$$

## b. Định lý Ampe về dòng điện toàn phần



Để chứng minh định lí về dòng  
diện toàn phần

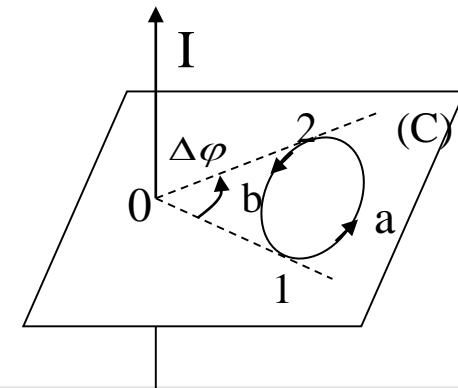
- *Trường hợp đường cong kín ( $C$ )  
bao quanh dòng điện  $I$*

$$\oint_{(C)} \vec{H} d\vec{l} = I$$

$I > 0$  nếu  $I$  nhận chiều dương làm  
chiều quay thuận, và ngược lại

- *Trường hợp đường cong ( $C$ ) không bao quanh dòng điện*

$$\oint_{(C)} \vec{H} d\vec{l} = 0$$



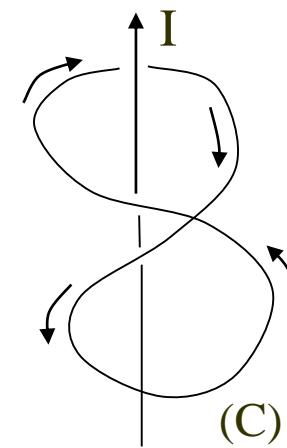
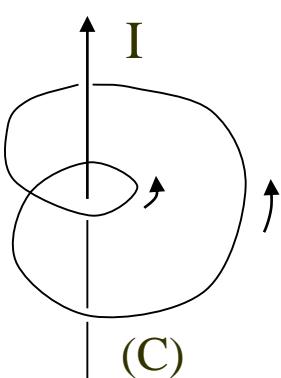
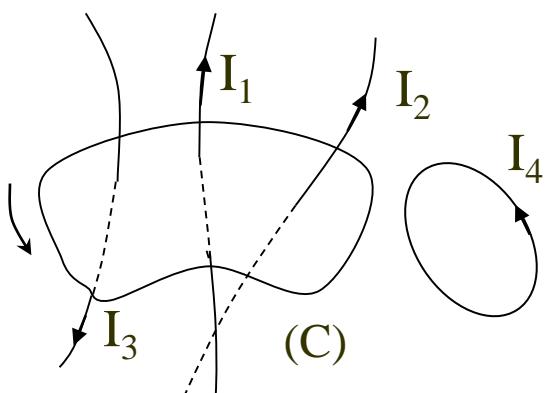
- **Tổng quát** (định lý về dòng điện toàn phần)

*Lưu số của vectơ cường độ từ trường đọc theo một đường cong kín ( $C$ ) bất kỳ bằng tổng đại số cường độ của các dòng điện xuyên qua diện tích giới hạn bởi đường cong đó.*

$$\oint_{(C)} \overrightarrow{H} \cdot \overrightarrow{dl} = \sum_{i=1}^n I_i$$

• Ví dụ 6.2.1

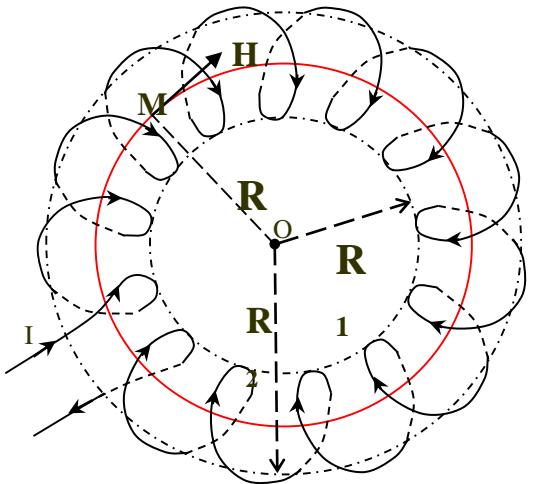
- Tính lưu số của vectơ cường độ từ trường dọc theo một đường cong kín ( $C$ )



### c. Ứng dụng

- *Tính cường độ từ trường tại một điểm ở bên trong một cuộn dây điện hình xuyến.*

- Theo định lí về dòng điện toàn phần, ta có



$$\begin{aligned} \oint \vec{H} d\vec{l} &= nI \\ (C) \quad & \\ \Rightarrow \oint_{(C)} H dl &= H \oint_{(C)} dl = nI; \Rightarrow H \cdot 2\pi R = nI \end{aligned}$$

$$B = \mu\mu_0 H = \mu\mu_0 \frac{nI}{2\pi R}$$

- **Tính cường độ từ trường tại một điểm bên trong một ống dây điện thẳng dài vô hạn**

- Cường độ từ trường tại mọi điểm bên trong ống đều bằng nhau

$$H = \frac{nI}{2\pi R} = n_0 I \quad \Rightarrow \quad B = \mu\mu_0 n_0 I$$

$$n_0 = \frac{n}{2\pi R}; \quad \text{Số vòng dây trên một đơn vị chiều dài}$$

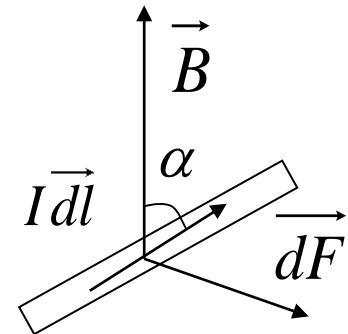
• *Tác dụng của từ trường lên một phần tử của dòng điện.*

### *Lực Ampe*

$$\overrightarrow{dF} = I \overrightarrow{dl} \wedge \overrightarrow{dB} \Rightarrow \overrightarrow{F} = I \overrightarrow{l} \wedge \overrightarrow{B}$$

### Lực Ampe

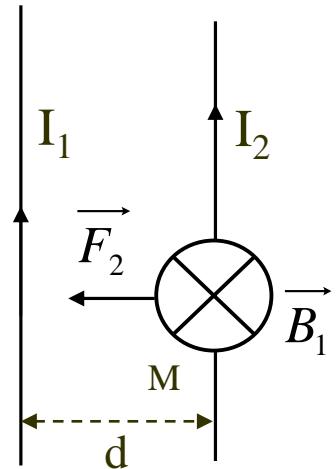
- có phương vuông góc với phần tử dòng điện và từ trường
- có chiều sao cho 3 vectơ  $\overrightarrow{dl}, \overrightarrow{B}, \overrightarrow{F}$  theo thứ tự hợp thành một tam diện thuận
- có độ lớn bằng:  $dF = I \cdot dl \cdot B \cdot \sin \alpha$



- Tác dụng tương hỗ giữa hai dòng điện thẳng song song dài vô hạn**

Lực từ có phương vuông góc mặt phẳng chứa dòng điện  $I_2$  và từ trường  $B_1$ , có chiều hướng về phía dòng điện  $I_1$ , và có trị số:

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



**2.2.2 TỪ THÔNG-**  
**ĐỊNH LÝ OXTRROGRATXKI-GAUSS**  
**ĐỐI VỚI TỪ TRƯỜNG.**

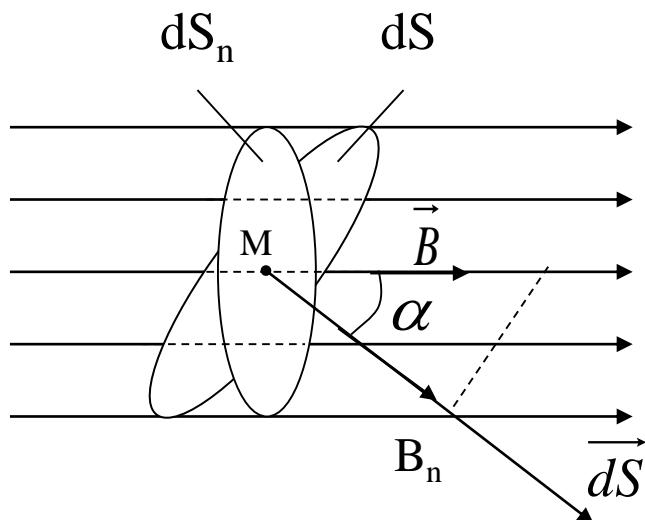
## \* Đường cảm ứng từ

“Đường cảm ứng từ là những đường cong vẽ ở trong khoảng không gian có từ trường sao cho tiếp tuyến tại mỗi điểm có phương trùng với phương của vectơ từ cảm tại điểm ấy. Đồng thời người ta cũng quy  $\rightarrow$  ước chiều của đường sức từ tại mỗi điểm là chiều của vectơ  $\vec{B}$  tại điểm đó.”

## \* Tính chất xoáy của từ trường

- Các đường cảm ứng từ của từ trường các dòng điện là các đường cong kín.
- Một trường có các đường sức khép kín được gọi là một trường xoáy nên từ trường là một *trường xoáy*.

## \* Từ thông



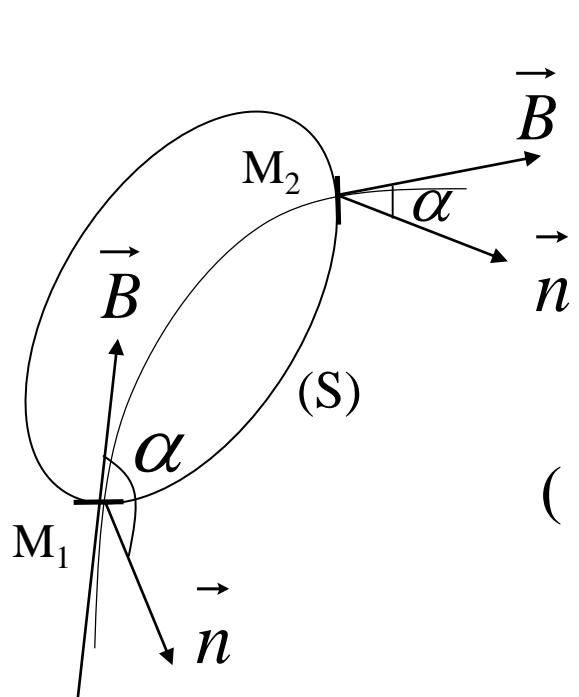
(H6.13) Để định nghĩa từ thông  
gửi qua một phần tử diện tích  $dS$

Định nghĩa : Từ thông gửi qua mặt kín  $dS$  là đại lượng về giá trị bằng :

$$\begin{aligned} d\Phi_m &= \overrightarrow{B} \cdot \overrightarrow{dS} = B dS \cos \alpha \\ &= B_n dS = B dS_n \end{aligned}$$

$$\Phi_m = \int \overrightarrow{B} \cdot \overrightarrow{dS}$$

## \* Định lý O – G đối với từ trường



“Từ thông toàn phần gửi qua một mặt kín bất kỳ thì bằng không”.

$$\oint_S \vec{B} \cdot \vec{dS} = 0$$

(lấy tích phân theo toàn bộ mặt kín S)

- Dạng vi phân của định lí Ôxtrôgratxki – Gaox đối với từ trường

$$\overrightarrow{\operatorname{div}} \vec{B} = 0$$

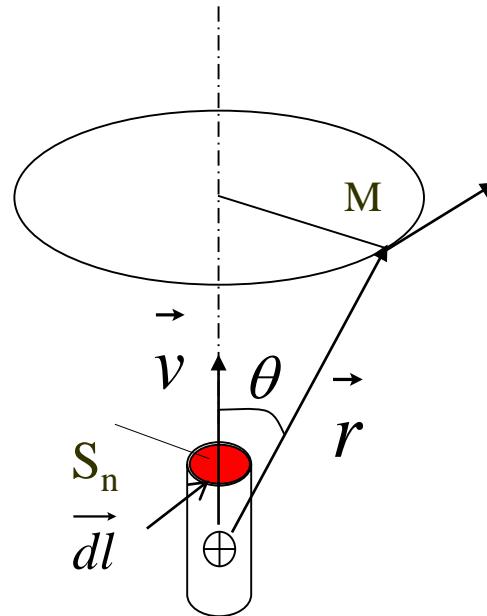
### **2.2.3 Chuyển động của hạt mang điện trong từ trường**

## \* Từ trường của hạt điện tích chuyển động

$$B_q = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \cdot \frac{|q| \cdot v \cdot \sin \theta}{r^2}$$

Lực Loren:

$$F_L = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$



Để xác định vectơ cảm ứng  
từ gây bởi một hạt điện  
chuyển động

## \* Chuyển động của hạt mang điện trong từ trường đều

Phương trình chuyển động của hạt có dạng

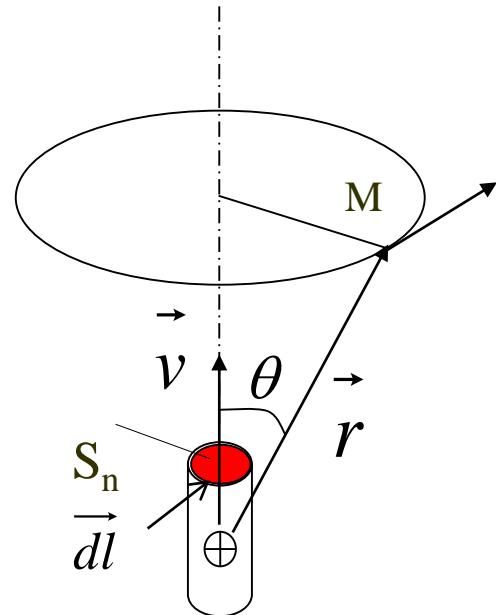
$$m\vec{a} = q[\vec{v} \cdot \vec{B}]$$

Lực Loren:

$$F_L = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$

Bán kính  $r$  của quỹ đạo tròn của hạt

$$r = \frac{v}{\frac{q}{m} \cdot B}$$



Để xác định vectơ cảm ứng  
từ gây bởi một hạt điện  
chuyển động

*CHÀO TẠM BIỆT!*

