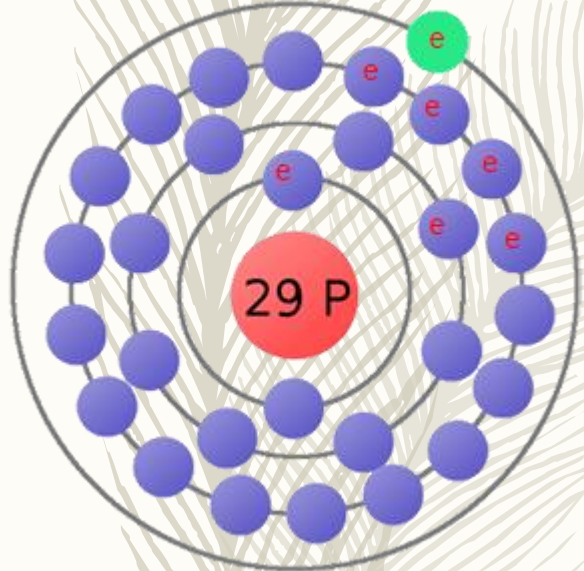


⁶⁴₂₉Cu

có thể có $(1/64).6,02.10^{23}$
số electron tự do



Dòng điện không đổi

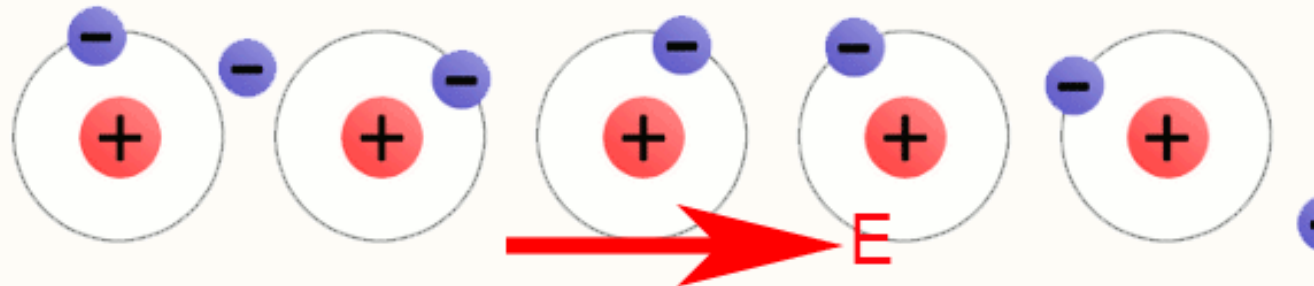
“có chiều và cường độ không đổi theo thời gian”

Dòng điện là dòng chuyển dời có hướng của các điện tích

$$I = \frac{q}{t}$$

Trong đó:

- I : cường độ dòng điện (A)
- q : điện lượng (C)
- t : thời gian (s)
- Đối với kim loại: $q = n \cdot |e|$ (với n là số electron tự do; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C)



TỪ TRƯỜNG TĨNH TRONG CHÂN KHÔNG

“Từ trường của Dòng điện không đổi”



Hans Christian Oersted
(1777 - 9/3/1851)

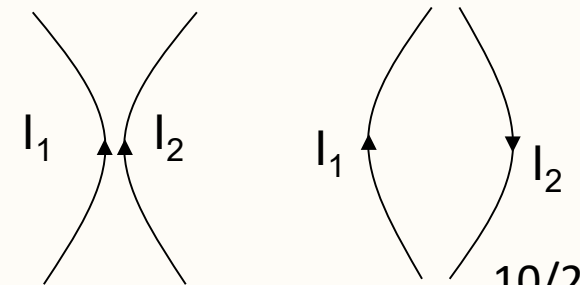
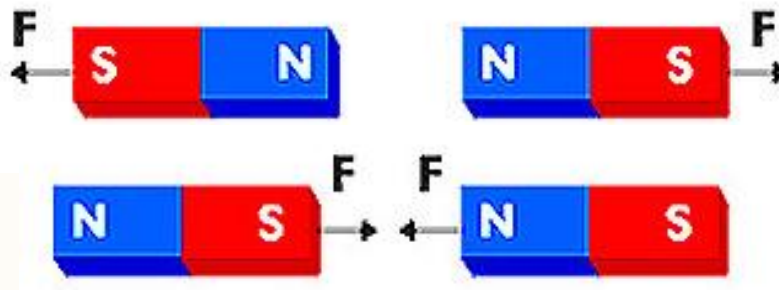
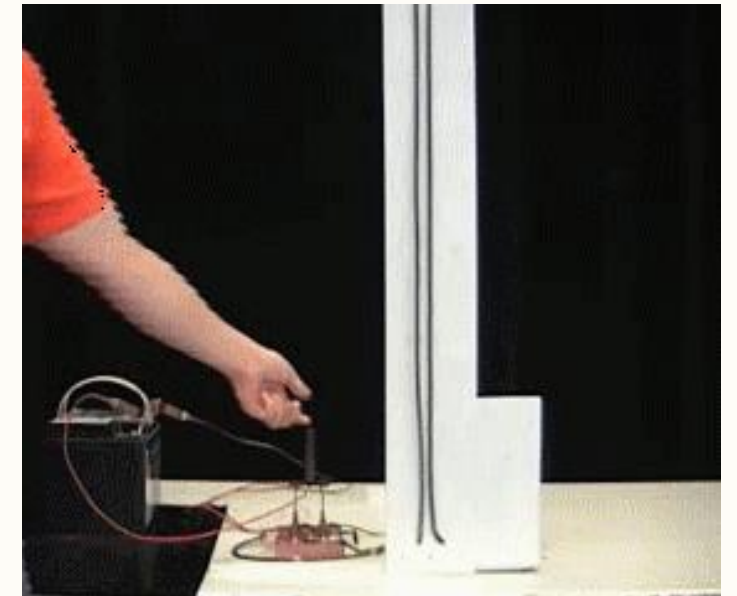


André-Marie Ampère
(1775 - 1836)

TƯƠNG TÁC TỪ

Bản chất là tương tác giữa các hạt mang điện tích chuyển động ở khoảng cách xa.

- ❑ Các dây dẫn chỉ tương tác với nhau khi có dòng điện, nghĩa là có điện tích chuyển động thì mới có tương tác.
- ❑ Nam châm chỉ tương tác với dây dẫn khi có dòng điện đi qua, nghĩa là cũng phải có điện tích chuyển động
- ❑ Các nam châm tương tác được với nhau: vì trong nam châm cũng có các dòng điện khép kín.



TỪ TRƯỜNG

Dạng vật chất tồn tại xung quanh hạt mang điện chuyển động và chỉ tác dụng lực từ lên hạt mang điện chuyển động trong nó.

- Chỉ tác dụng lực lên hạt mang điện tích chuyển động
- Luôn tồn tại xung quanh hạt mang điện tích chuyển động
- Từ trường được đặc trưng bằng Vectơ cảm ứng từ \vec{B}

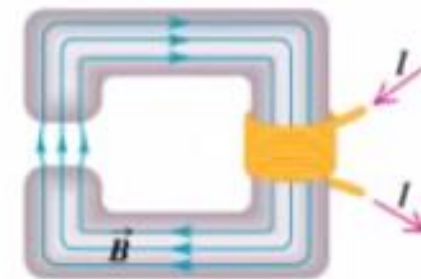
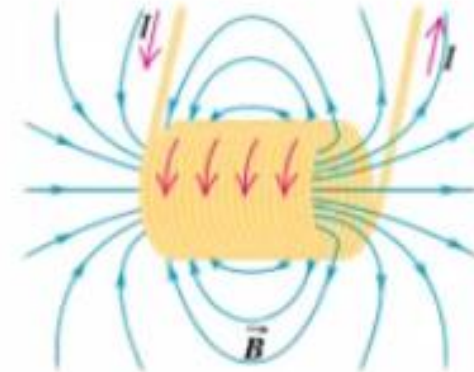
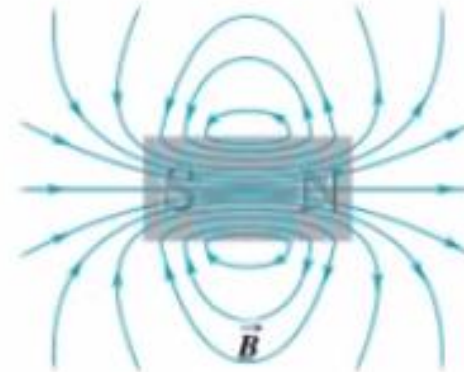
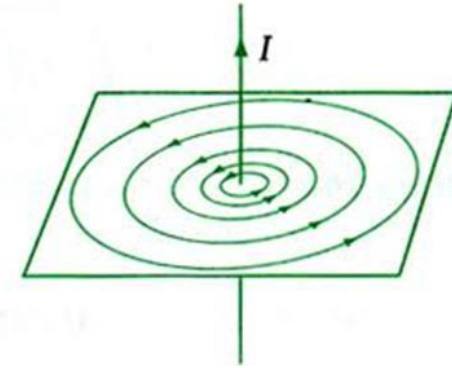
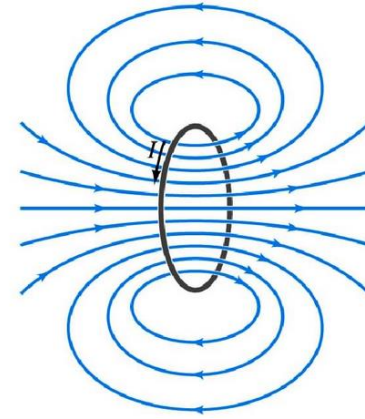


ĐƯỜNG SỨC TỪ

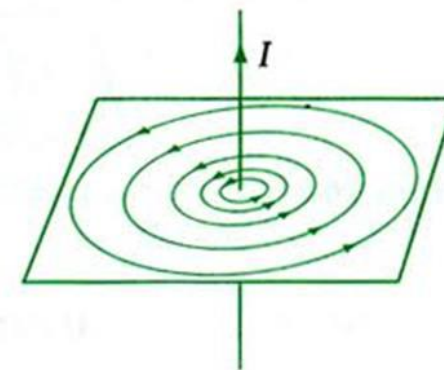
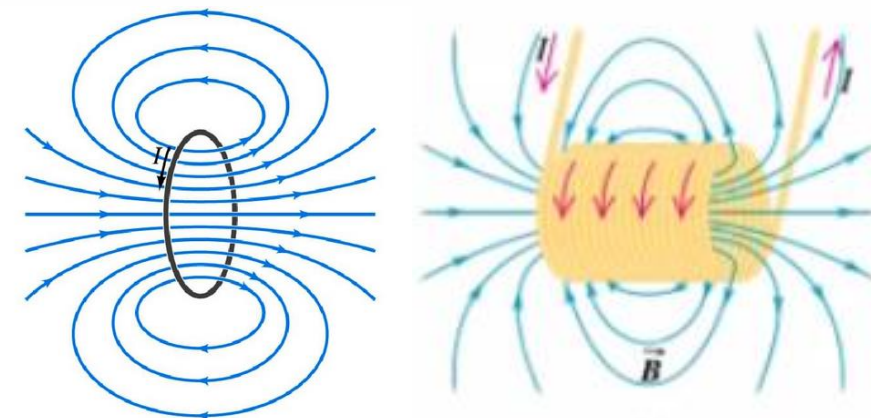
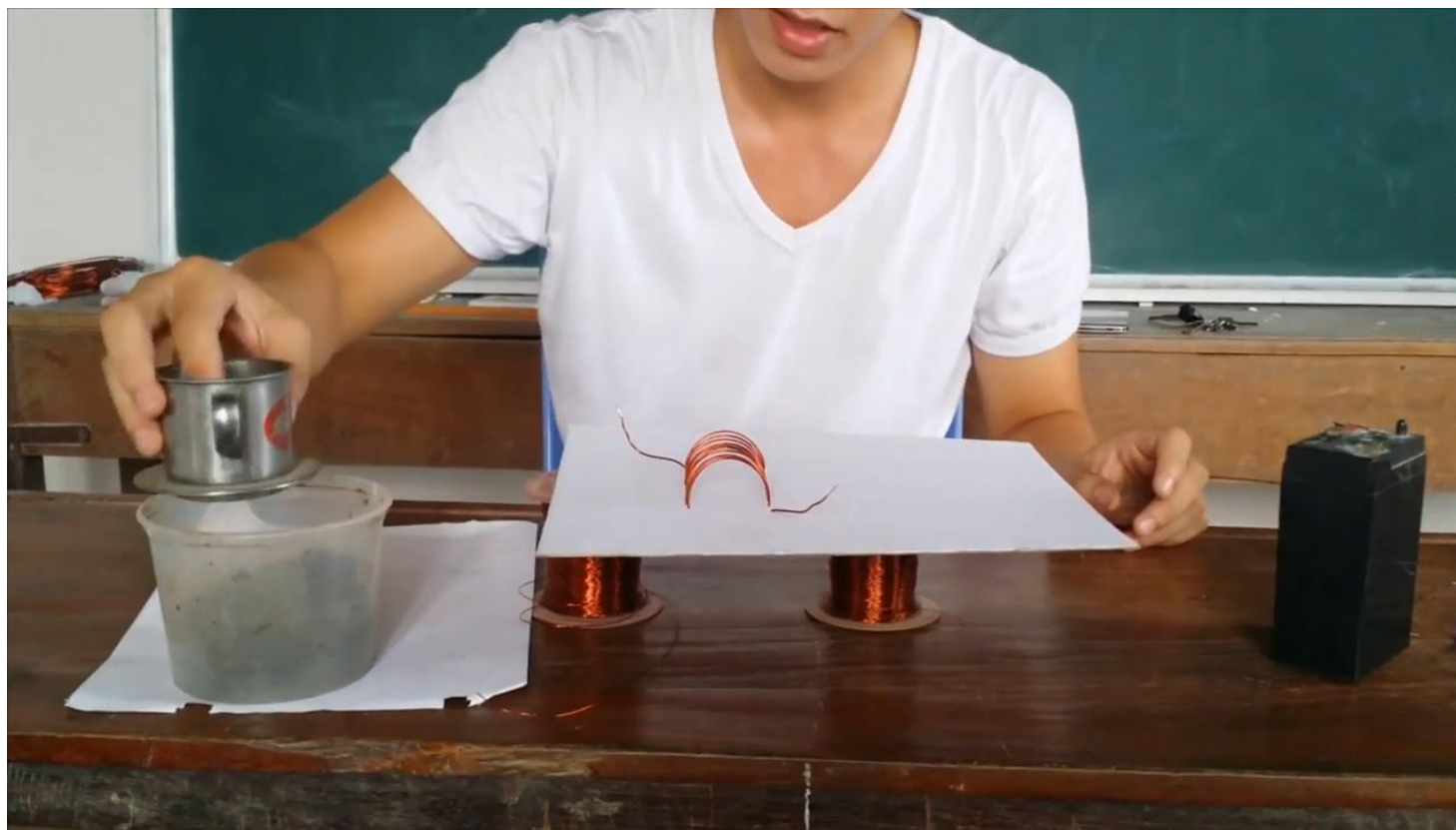
Đường sức cảm ứng từ là những đường cong vẽ trong từ trường sao cho tiếp tuyến tại mỗi điểm của nó trùng với phương của vectơ cảm ứng từ tại điểm đó.

- ❖ Chiều là chiều của vectơ cảm ứng từ
- ❖ Số đường sức qua một đơn vị diện tích vuông góc với đường sức cảm ứng từ bằng độ lớn của vectơ cảm ứng từ tại điểm đó.

$$B = \frac{dN}{dS_n}$$



ĐƯỜNG SỨC TỪ



CƯỜNG ĐỘ TỪ TRƯỜNG \vec{H}

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0 \mu}$$

- **Điểm đặt:** tại điểm khảo sát.
- **Phương, chiều:** trùng với ứng từ B

- **Độ lớn:** $H = \frac{B}{\mu_0 \mu}$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \left(\frac{H}{m} \right) \text{ hằng số từ}$$

- **Đơn vị :** $\frac{A}{m} \left(\frac{Ampe}{met} \right)$

CẢM ỨNG TỪ \vec{B}

+ đặc trưng cho từ trường tại mỗi điểm về phương diện tác dụng lực

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{(I d\vec{\ell} \wedge \vec{r})}{r^3}$$

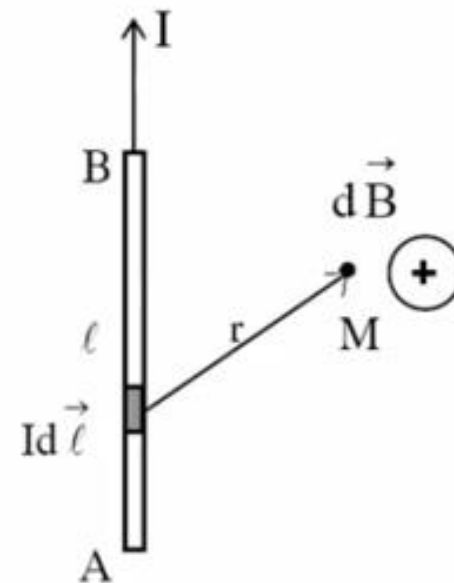
+ **Điểm đặt:** tại điểm khảo sát.

+ **Phương:** vuông góc với mp $(I d\vec{\ell}, \vec{r})$

+ **Chiều:** qui tắc bàn tay phải

+ **Độ lớn:**
$$dB = \frac{\mu_0 \mu I d\ell \sin \theta}{4\pi r^2}$$

+ Đơn vị : **T** (Tesla)



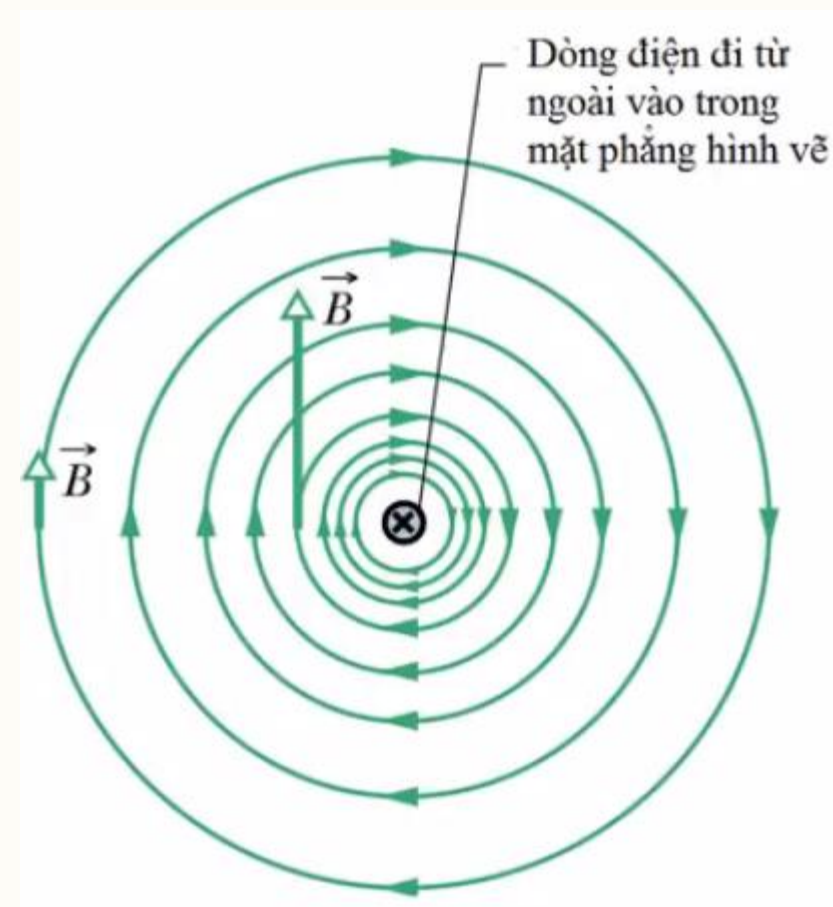
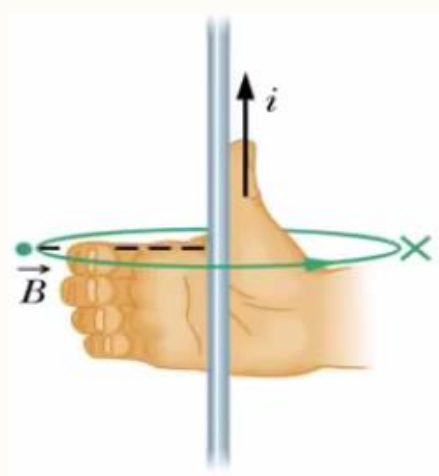
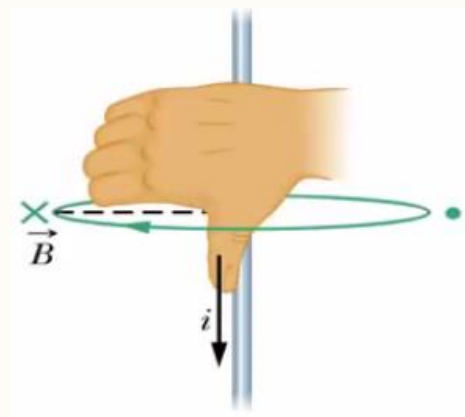
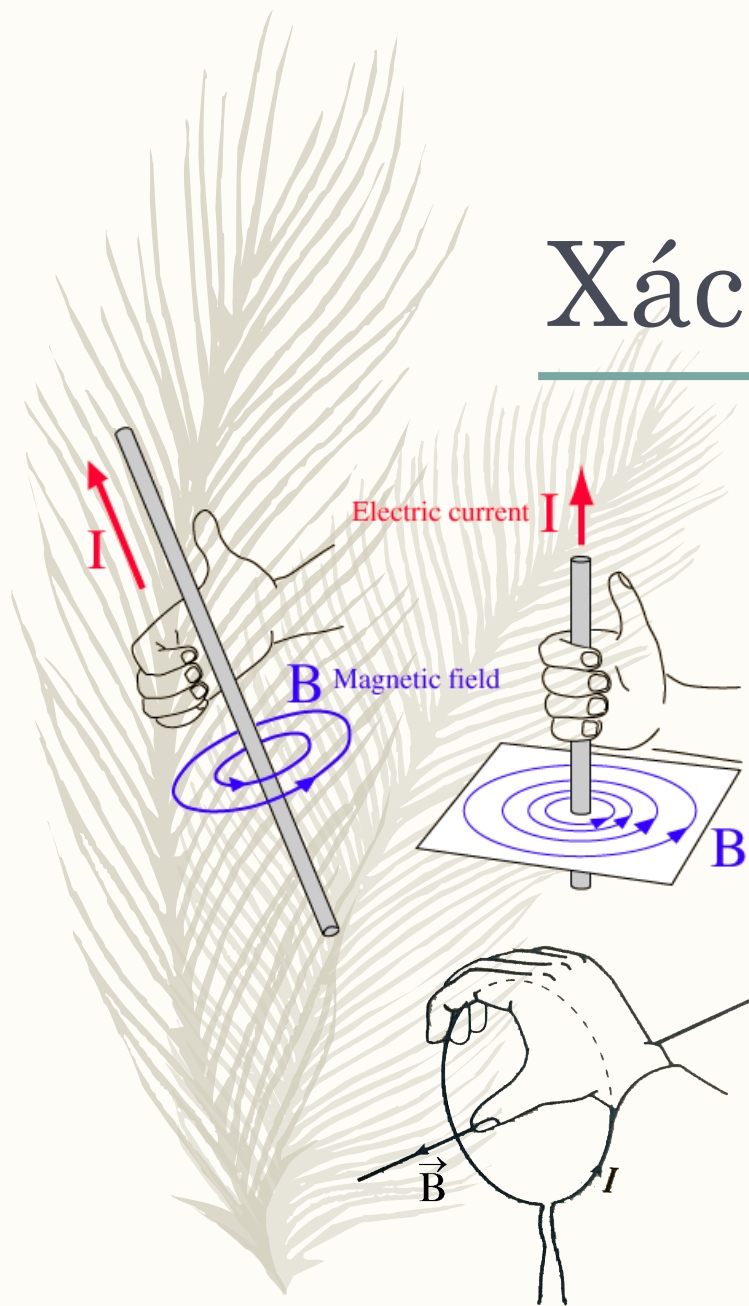
θ là góc giữa $I d\vec{\ell}$ và \vec{r} .



Định luật
Biot-Savart



Xác định chiều \vec{B}



QUY TẮC CHỒNG CHẤT TỪ TRƯỜNG

+ véc tơ cảm ứng từ:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$$

$$\vec{B} = \int d\vec{B}$$

+ véc tơ cường độ từ trường:

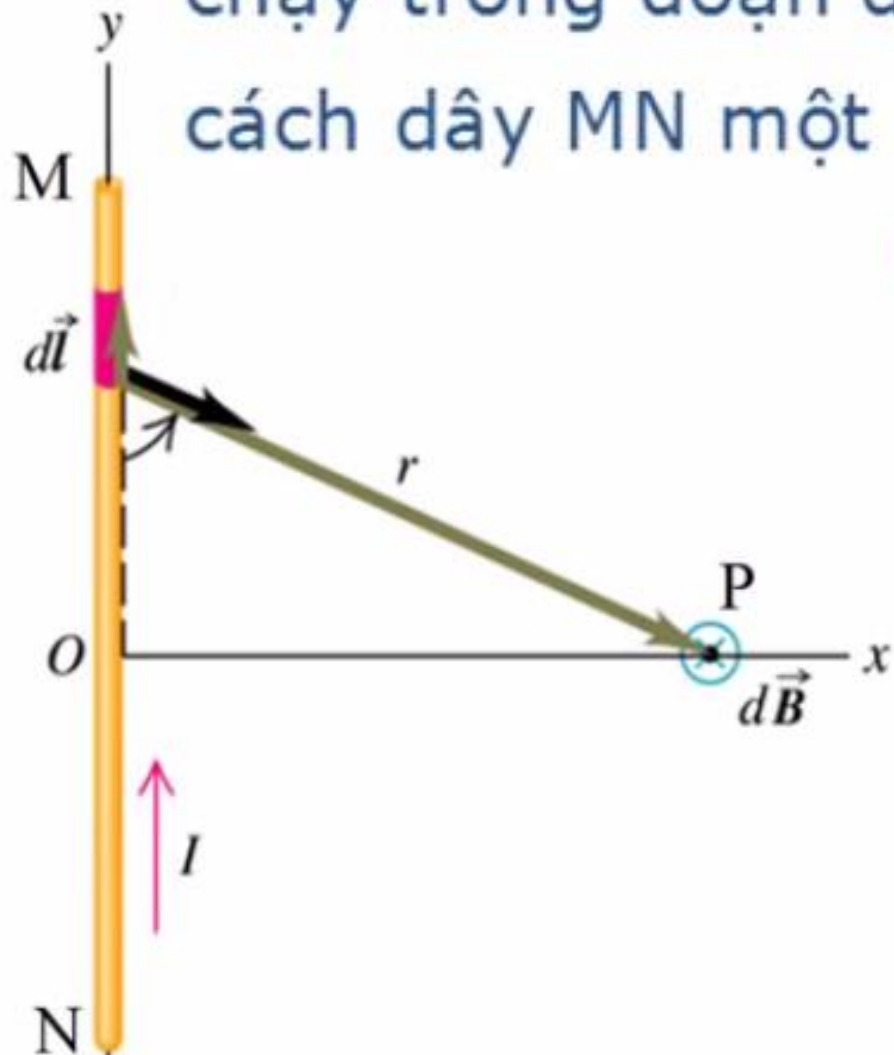
$$\vec{H} = \sum_{i=1}^n \vec{H}_i$$

$$\vec{H} = \int d\vec{H}$$

EXAMPLE

1 Cảm ứng từ của dòng điện thẳng

Xác định vectơ cảm ứng từ do dòng điện có cường độ I chạy trong đoạn dây dẫn thẳng MN gây ra tại điểm P cách dây MN một khoảng h .



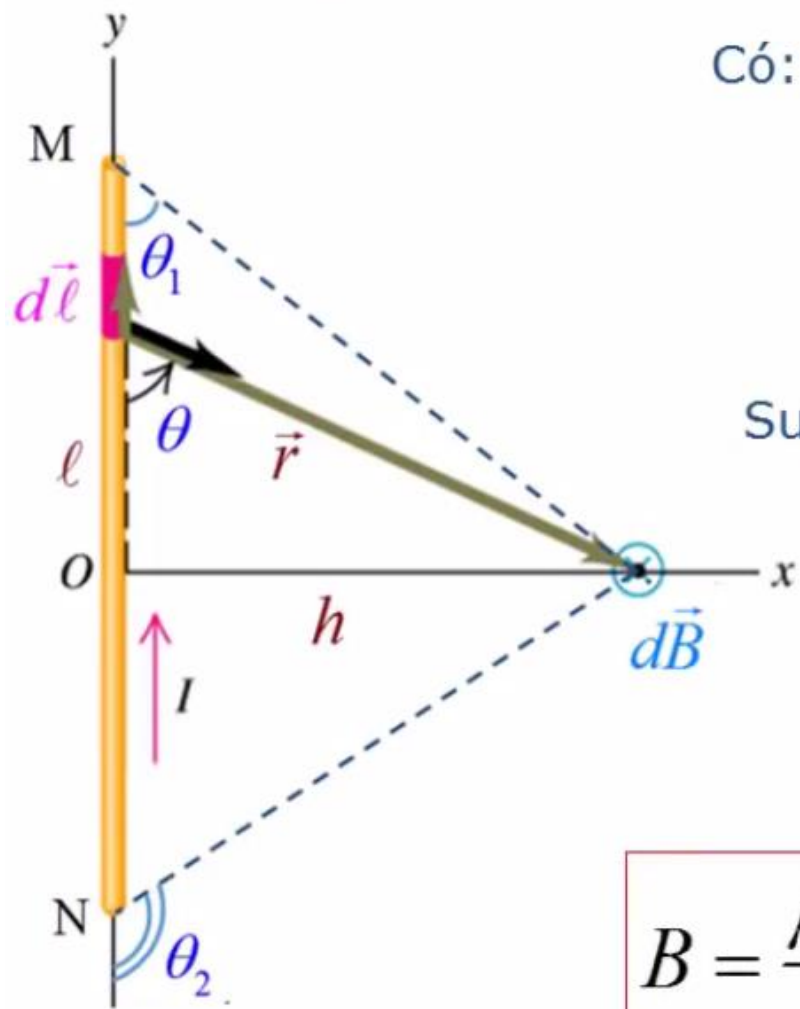
Hướng dẫn giải

+ Xét một yếu tố dòng $I d\vec{l}$ bất kỳ trên đoạn dây MN:

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

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

EXAMPLE 1



Có: $\ell = h \cdot \cot \theta \rightarrow d\ell = \frac{h d\theta}{\sin^2 \theta}$

$$r = \frac{h}{\sin \theta}$$

Suy ra: $B = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \int_M^N \frac{I \frac{h d\theta}{\sin^2 \theta} \sin \theta}{\left(\frac{h}{\sin \theta}\right)^2}$

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi h} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin \theta d\theta$$

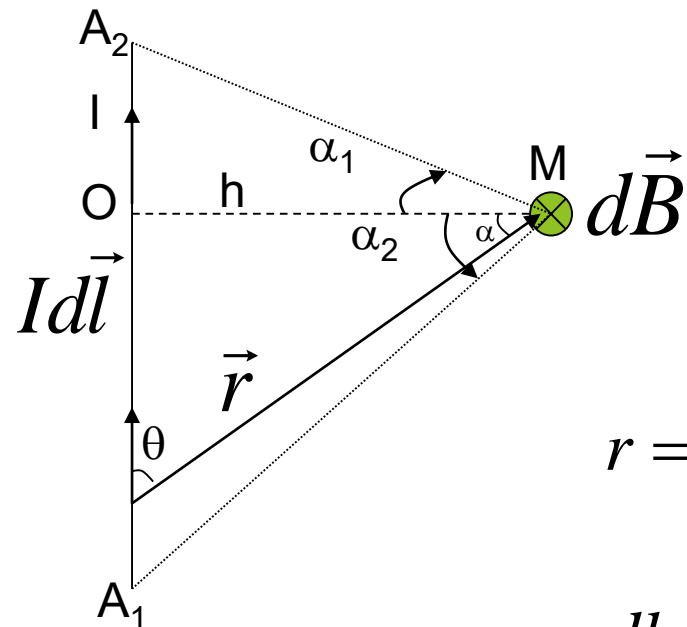
$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi h} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$$

EXAMPLE 1

Cách khác:

$$dB = \frac{\mu_0 I dl \sin \theta}{4\pi r^2}$$

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi h} \cos \alpha d\alpha$$



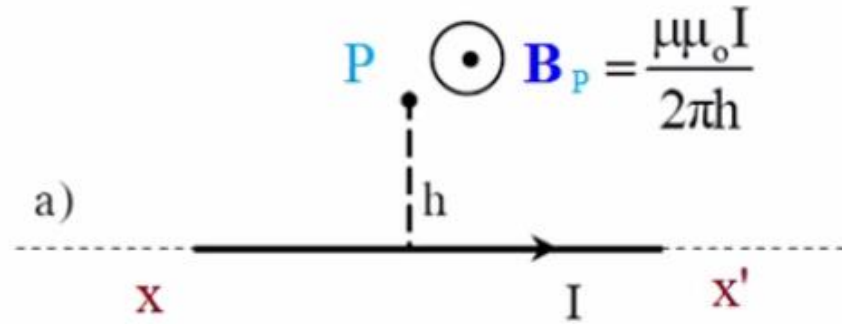
$$r = \frac{h}{\cos \alpha}$$

$$dl = \frac{h d\alpha}{\cos^2 \alpha}$$

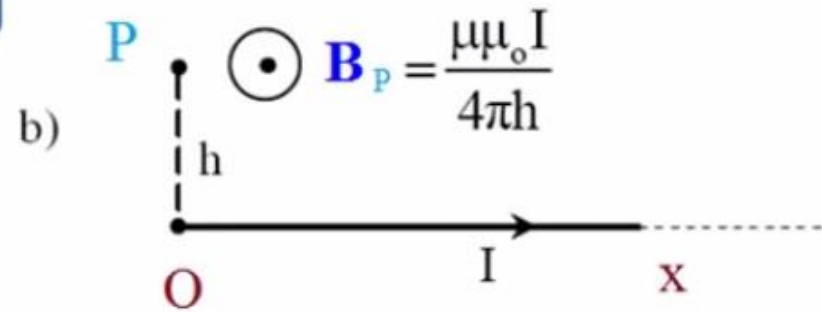
$$B_{A_1 A_2} = \int_{A_1}^{A_2} dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi h} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \cos \alpha d\alpha = \frac{\mu_0 I}{4\pi h} (\sin \alpha_2 + \sin \alpha_1)$$

□ HỆ QUẢ

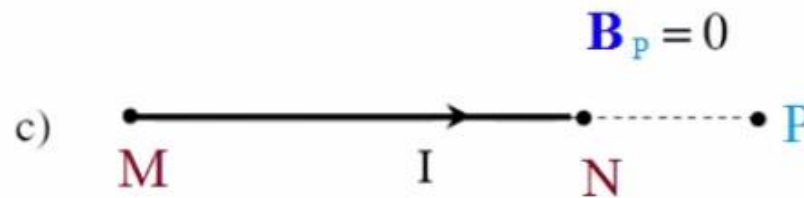
+ Dây MN rất dài



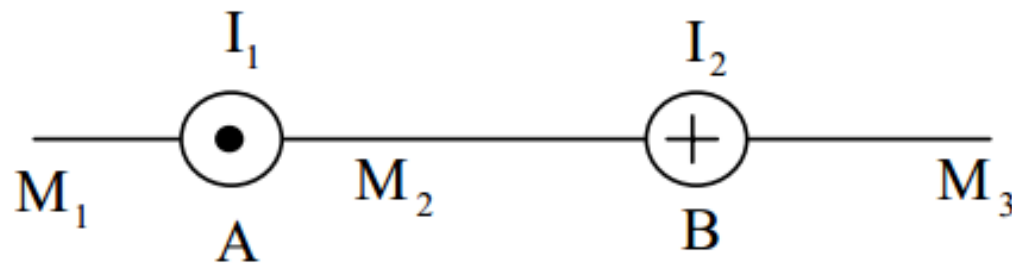
+ Dây MN như nửa đường thẳng



+ Điểm P nằm trên đường thẳng MN

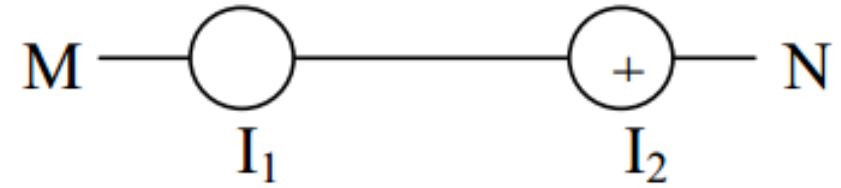


VD1: Hình 11-12 vẽ mặt cắt vuông góc của hai dòng điện thẳng song song dài vô hạn ngược chiều nhau. Khoảng cách giữa hai dòng điện $AB = 10\text{cm}$. Cường độ của các dòng điện lần lượt bằng: $I_1 = 20\text{A}$, $I_2 = 30\text{A}$. Xác định vector cảm ứng từ (vector B) tổng hợp tại các điểm M_1 , M_2 , M_3 . Biết $M_1A = 2\text{cm}$; $AM_2 = 4\text{cm}$; $BM_3 = 3\text{cm}$. (Hai dòng điện đặt trong không khí).



Hình 11-12

VD2: Hai dây dẫn thẳng dài song song xuyên qua và vuông góc với mặt phẳng hình vẽ (hình 1). Khoảng cách giữa hai dây là 32cm, khoảng cách từ dòng điện I_1 đến điểm M là 8cm, khoảng cách từ dòng điện I_2 đến điểm N là 8cm. Dòng điện I_2 có chiều như hình vẽ và có cường độ là 5A.



Hình 1

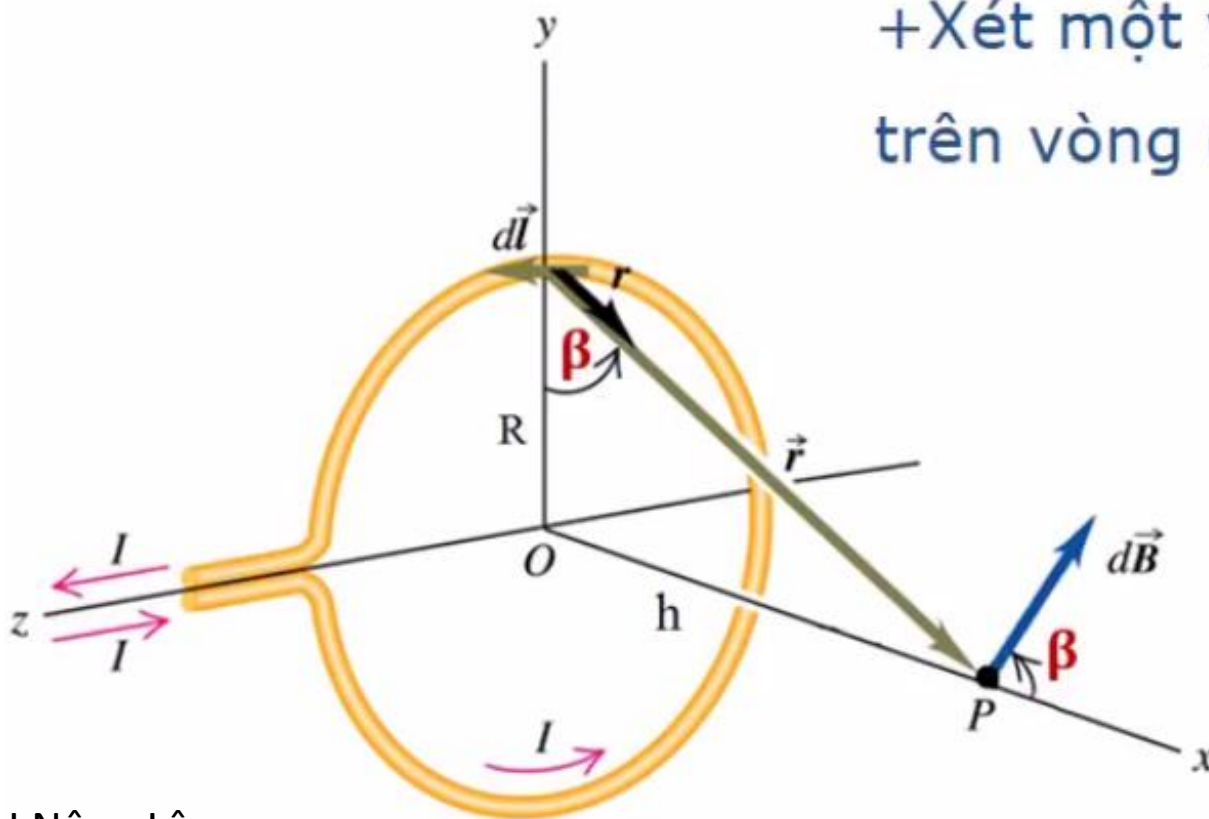
- Hỏi dòng điện I_1 phải có chiều và cường độ là bao nhiêu để cảm ứng từ tại N bằng không?
- Xác định véc tơ cảm ứng từ tại điểm M trong trường hợp dòng điện I_1 vừa tìm được ở trên.

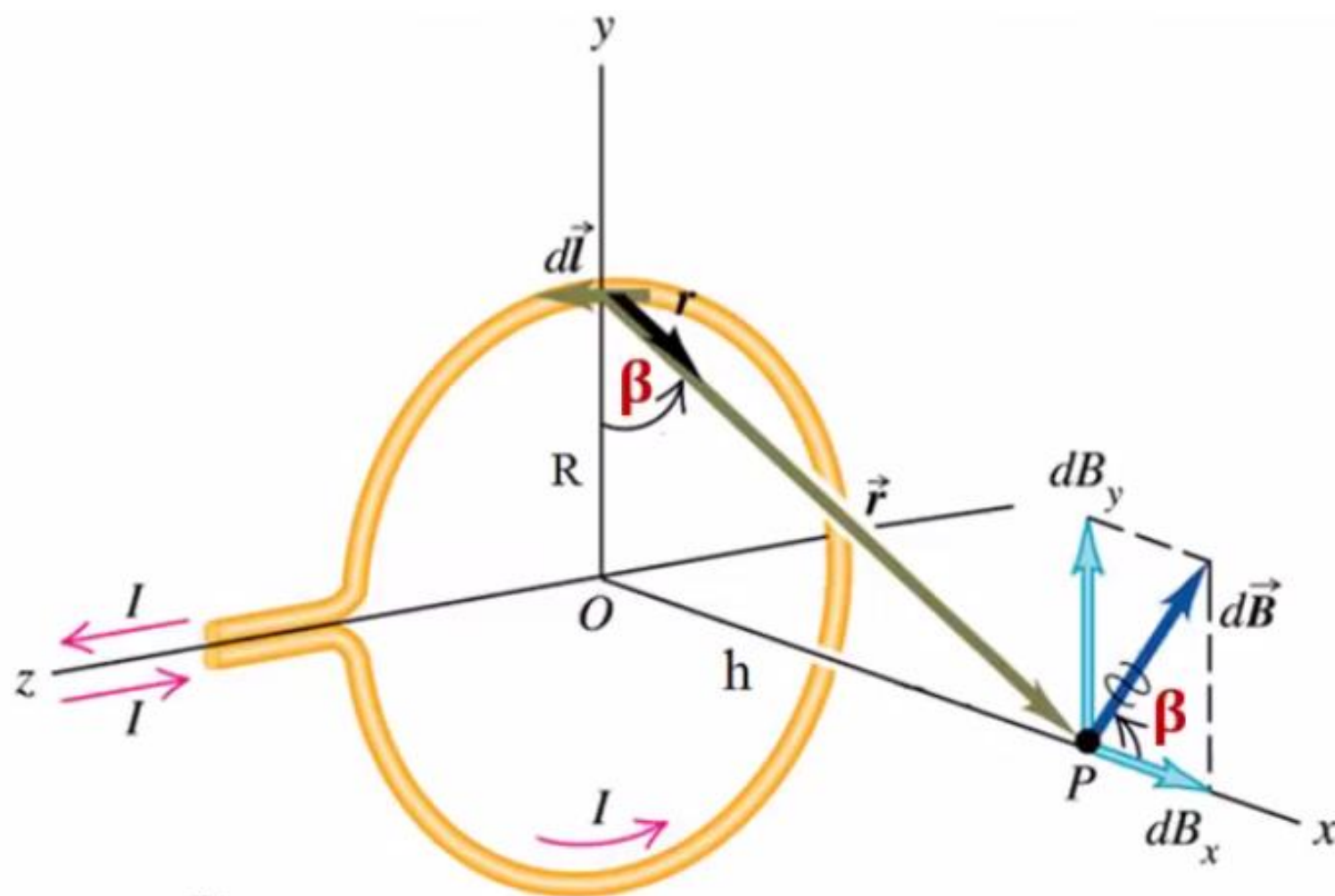
Cảm ứng từ của dòng điện tròn

Xác định vectơ cảm ứng từ do dòng điện cường độ I chạy trong vòng dây dẫn tròn tâm O , bán kính R gây ra tại điểm P nằm trên trục của vòng dây, cách tâm O một khoảng h .

Hướng dẫn giải

+Xét một yếu tố dòng $I d\vec{l}$ bất kỳ trên vòng dây.



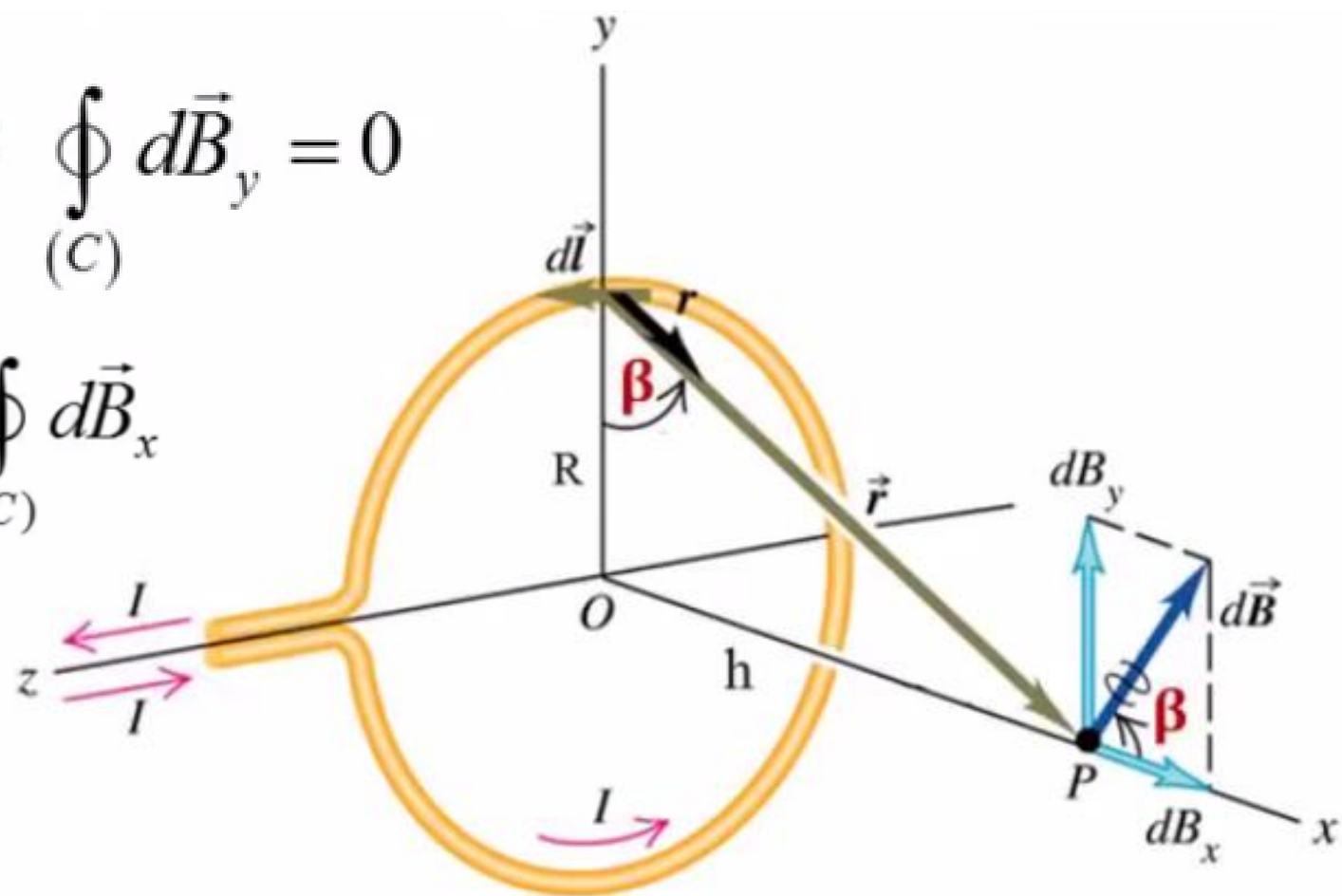


Phân tích $d\vec{B}$ thành 2 thành phần:

$$\vec{B}_P = \oint_{(C)} d\vec{B} = \oint_{(C)} (dB_x + dB_y) = \oint_{(C)} dB_x + \oint_{(C)} dB_y$$

Do đối xứng trục: $\oint_{(C)} d\vec{B}_y = 0$

$$\rightarrow \vec{B}_P = \oint_{(C)} d\vec{B}_x$$



Độ lớn của cảm ứng từ tại M:

$$B_P = \oint_{(C)} dB \cdot \cos \beta = \oint_{(C)} \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{Idl}{r^2} \cdot \cos \beta = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{I}{r^2} \cdot \cos \beta \oint_{(C)} dl$$

EXAMPLE**2**

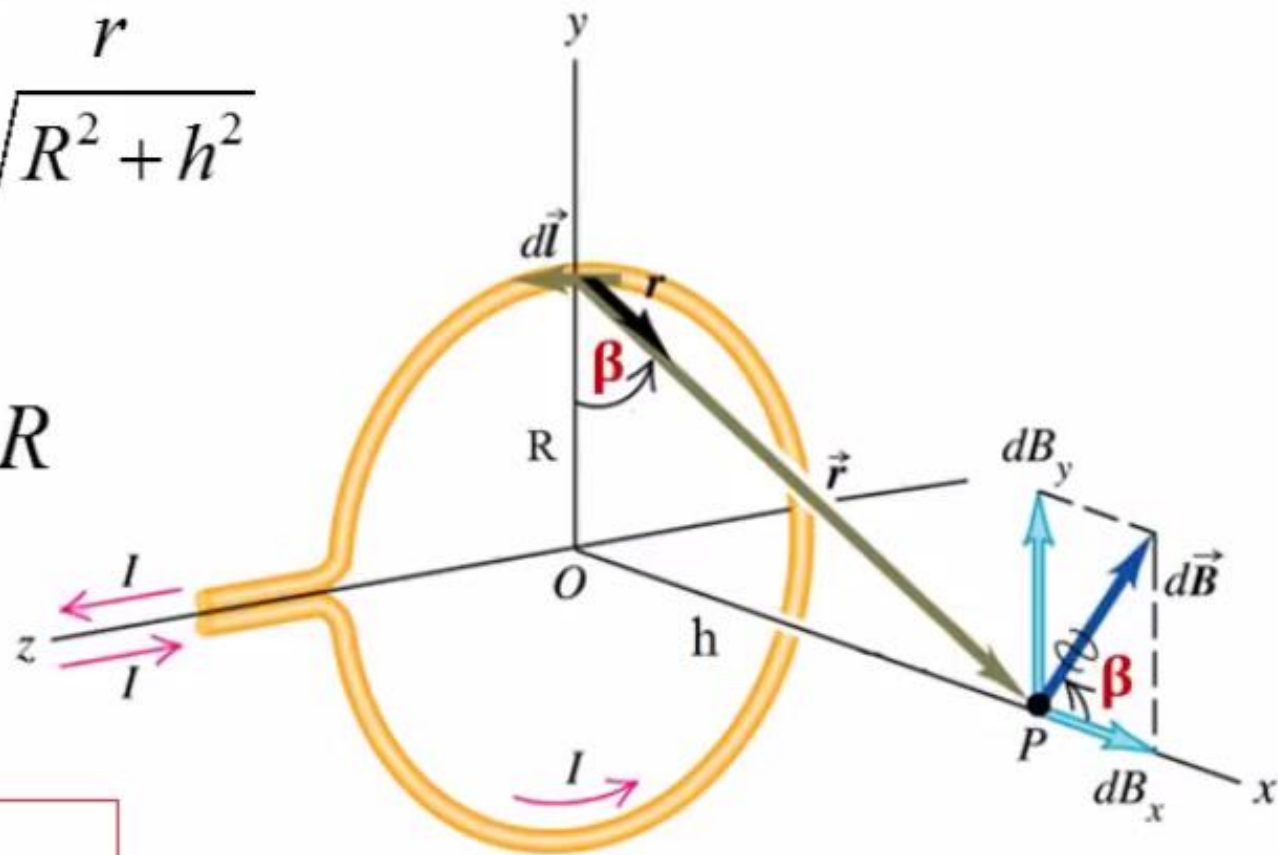
Từ hình vẽ có: $\cos\beta = \frac{R}{r}$

$$r = \sqrt{R^2 + h^2}$$

Suy ra:

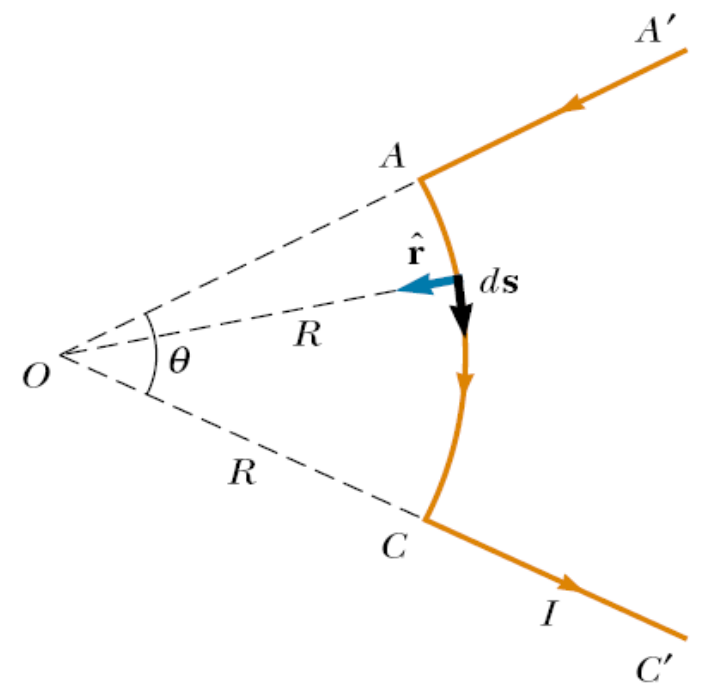
$$B_P = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{I}{r^2} \frac{R}{r} \cdot 2\pi R$$

$$B_P = \frac{\mu\mu_0}{2} \frac{IR^2}{(R^2 + h^2)^{3/2}}$$



EXAMPLE 3

CẢM ỨNG TỪ CỦA VÒNG ĐIỆN TRÒN



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

$$l = R\varphi \Rightarrow dl = R d\varphi$$

$$\varphi : 0 \rightarrow \theta$$

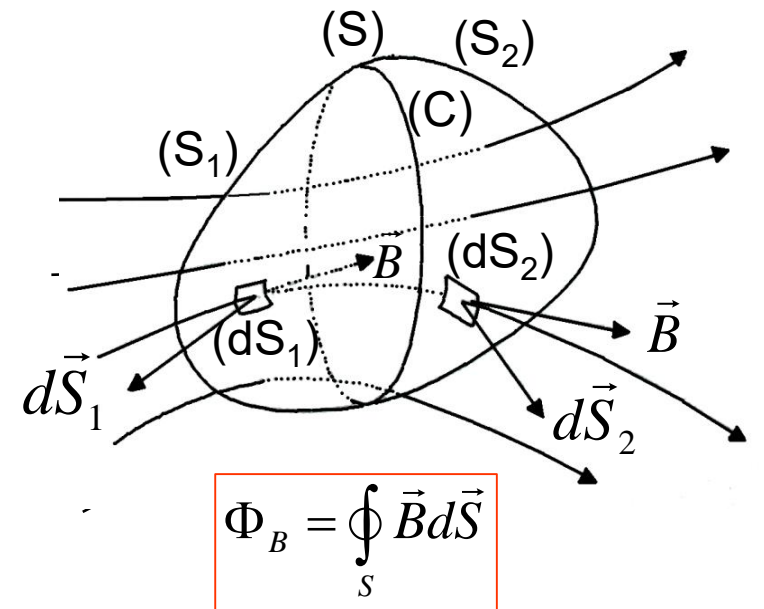
$$B_0 = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi R} \theta$$

ĐỊNH LÝ GAUSS CHO TỪ TRƯỜNG

TỪ THÔNG $d\Phi_B = \vec{B}d\vec{S} = B dS \cos \alpha$

ĐL GAUSS “Từ thông qua mọi mặt kín đều bằng không”

$$\left. \begin{aligned} \oint_S \vec{B}d\vec{S} &= \int_{S_1} \vec{B}d\vec{S}_1 + \int_{S_2} \vec{B}d\vec{S}_2 \\ \int_{S_1} \vec{B}d\vec{S}_1 > 0 &\quad \&\quad \int_{S_2} \vec{B}d\vec{S}_2 < 0 \\ \left| \int_{S_1} \vec{B}d\vec{S}_1 \right| &= \left| \int_{S_2} \vec{B}d\vec{S}_2 \right| \end{aligned} \right\} \oint_S \vec{B}d\vec{S} = 0$$



“Phương trình này chứng tỏ trường vectơ cảm ứng từ là một trường không có nguồn, các đường cảm ứng từ không có điểm xuất phát cũng như không có điểm tận cùng. Điều này cũng có nghĩa là trong tự **nhiên không tồn tại các từ tích** tạo ra từ trường giống như các điện tích tạo ra điện trường mà sự xuất hiện của từ trường là do các điện tích chuyển động”

ĐỊNH LÝ AMPÈRE

1. Lưu số của vectơ cảm ứng từ:

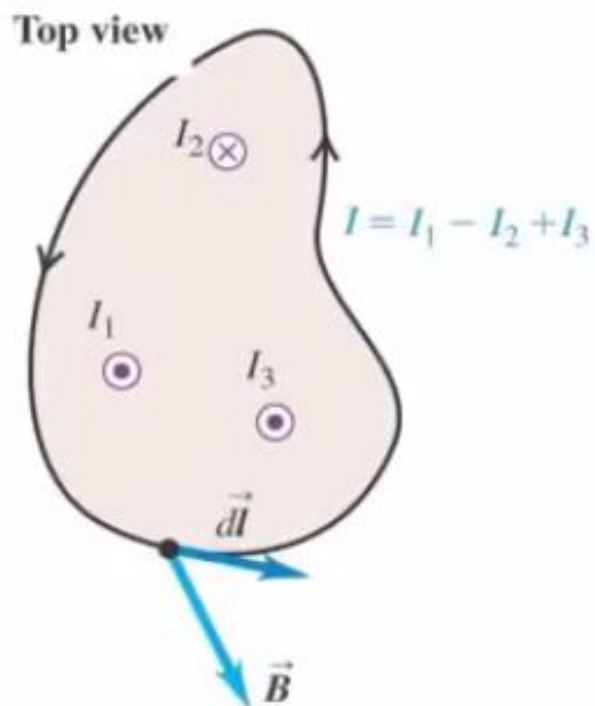
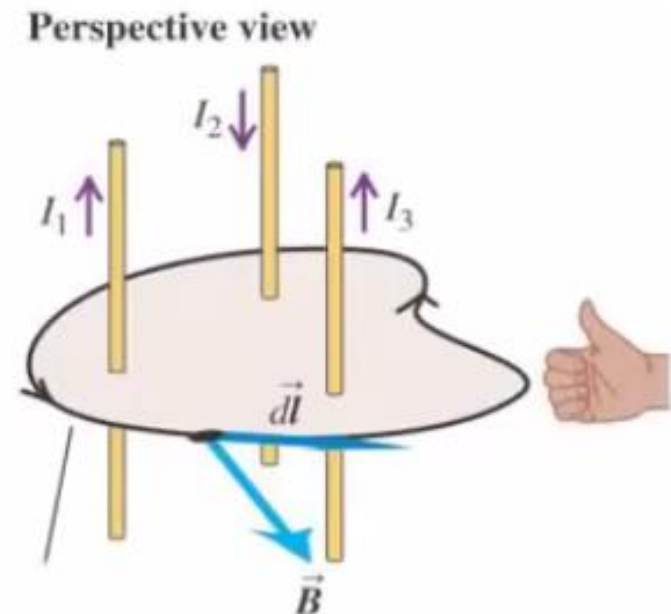
Xét một đường cong kín (C) trong một từ trường bất kỳ, \vec{B} là cảm ứng
Theo định nghĩa, đại lượng:

$$L = \oint_C \vec{B} d\vec{l}$$

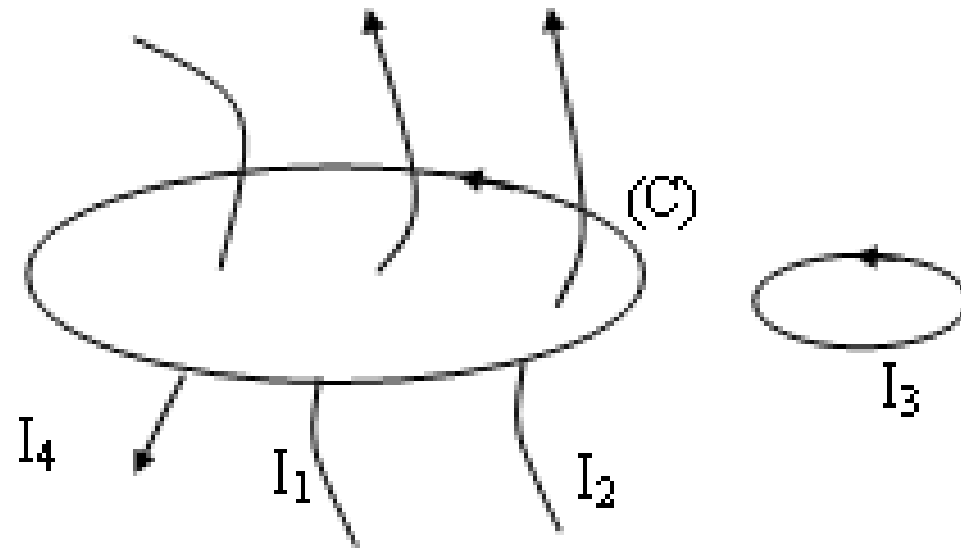
là lưu số của vectơ cảm ứng từ \vec{B} dọc theo đường cong kín (C) trong

2. Định lý dòng toàn phần: Lưu số của vectơ cảm ứng từ \vec{B} dọc theo
cong kín bất kì bằng tổng đại số cường độ dòng điện qua diện tích giới
cong nhân cho μ_0 :

$$L = \oint_C \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \sum_i I_i$$



VD3: Lưu số cảm ứng từ dọc theo đường cong kín (C) như hình vẽ là:
(Cho $I_1 = 8A$; $I_2 = 5A$; $I_3 = 15A$; $I_4 = 7A$)



ĐỊNH LÝ AMPÈRE

① Từ trường trong cuộn dây hình xuyên

Giả sử cuộn dây gồm N vòng có I chạy qua. Do tính đối xứng, \vec{B} tại mọi điểm trên (C) tâm O bán kính r đều có giá trị bằng nhau, có phương tiếp xúc với (C), chiều như hình vẽ.

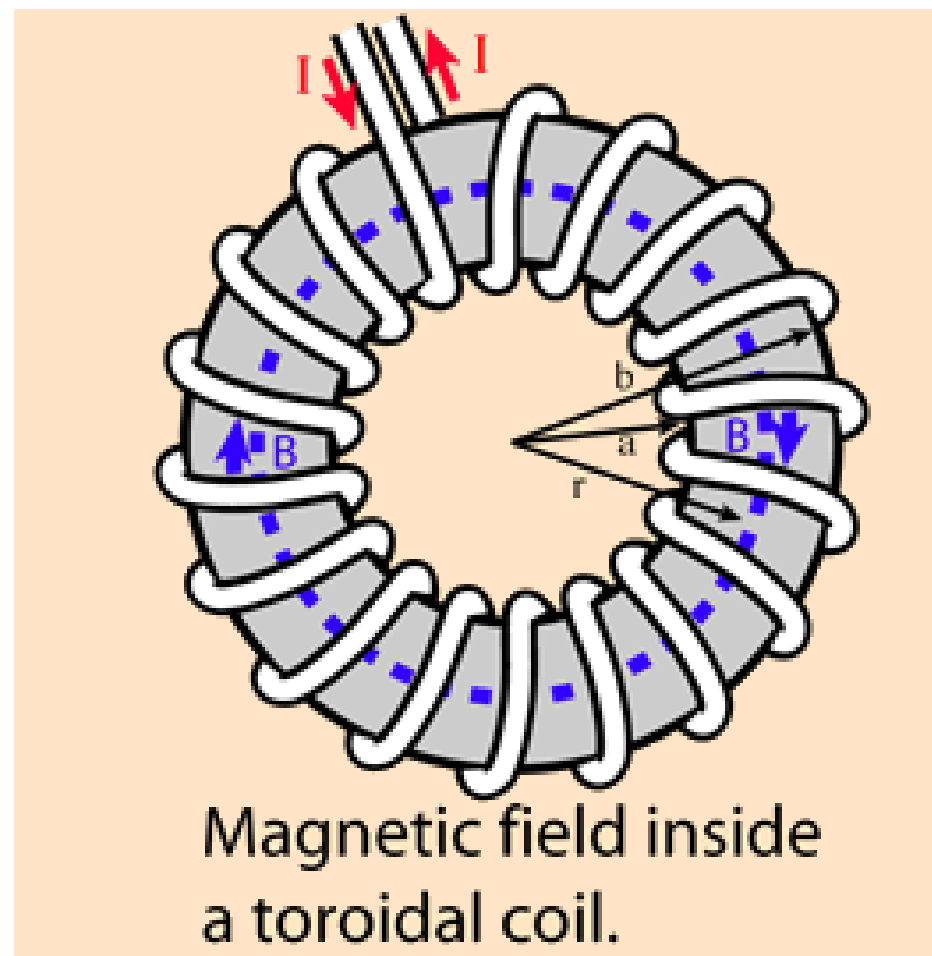
Ta có: $\oint_C \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 NI \Rightarrow B 2\pi r = \mu_0 NI$

hay: $B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi r}$

$$B = n\mu_0 I$$

Trong đó, $n = \frac{N}{2\pi r}$ là số vòng dây trên

đơn vị chiều dài của đường tròn.



ĐỊNH LÝ AMPÈRE

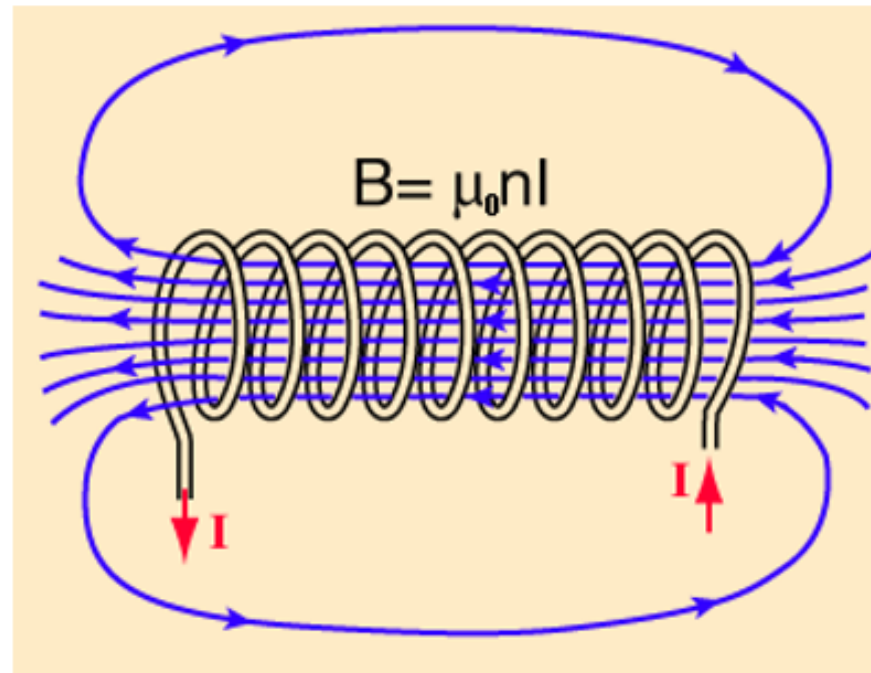
② Từ trường trong ống dây điện rất dài

Ống dây thẳng dài vô hạn có thể xem như một cuộn dây điện hình xoắn có các bán kính lớn vô cùng:

$$R_1 = R_2 \approx \infty$$

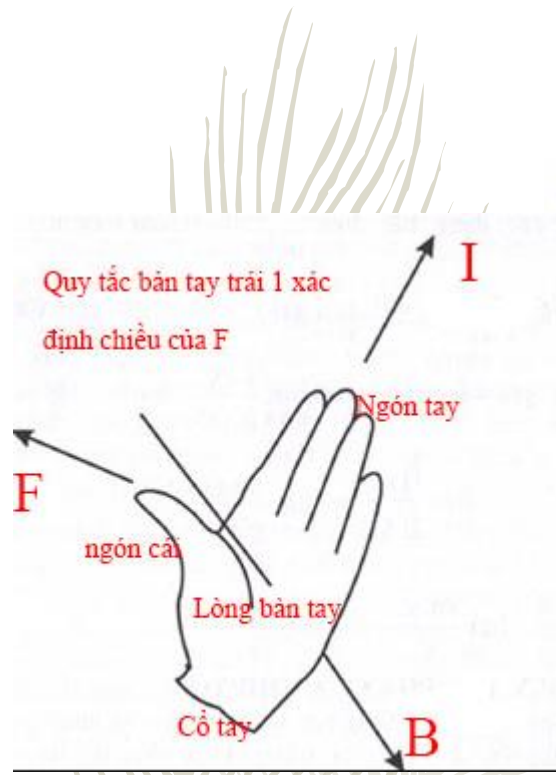
Do đó cảm ứng từ tại mọi điểm bên trong ống dây đều bằng nhau và bằng:

$$B = n\mu_0 I$$

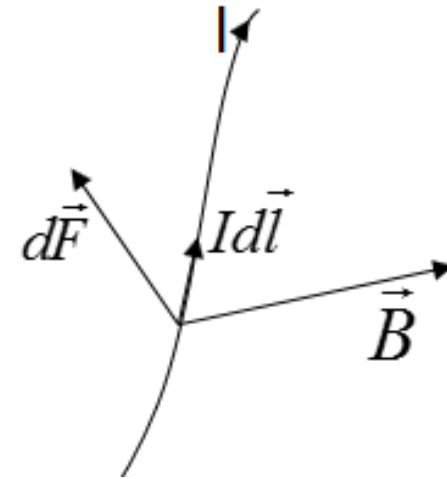


Lực Ampère

+ Xét một đoạn dây dẫn thẳng có chiều dài ℓ



$$F = \int_{\text{doan dây}} d\vec{F} = \int_{\text{doan dây}} I d\vec{\ell} \wedge \vec{B}$$



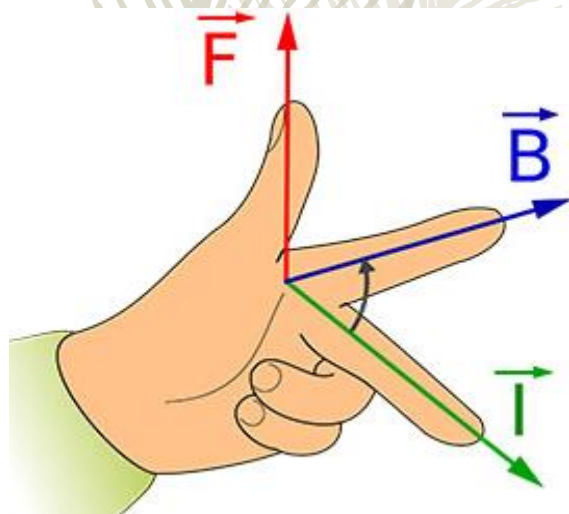
- **Điểm đặt:** tại trung điểm của đoạn ℓ

- **Phương:** vuông góc với mặt phẳng $(I d\vec{\ell}, \vec{B})$

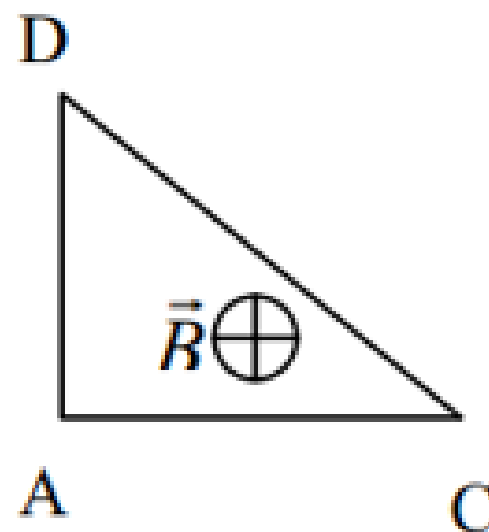
- **Chiều:** tuân theo quy tắc bàn tay trái.

- **Độ lớn:**

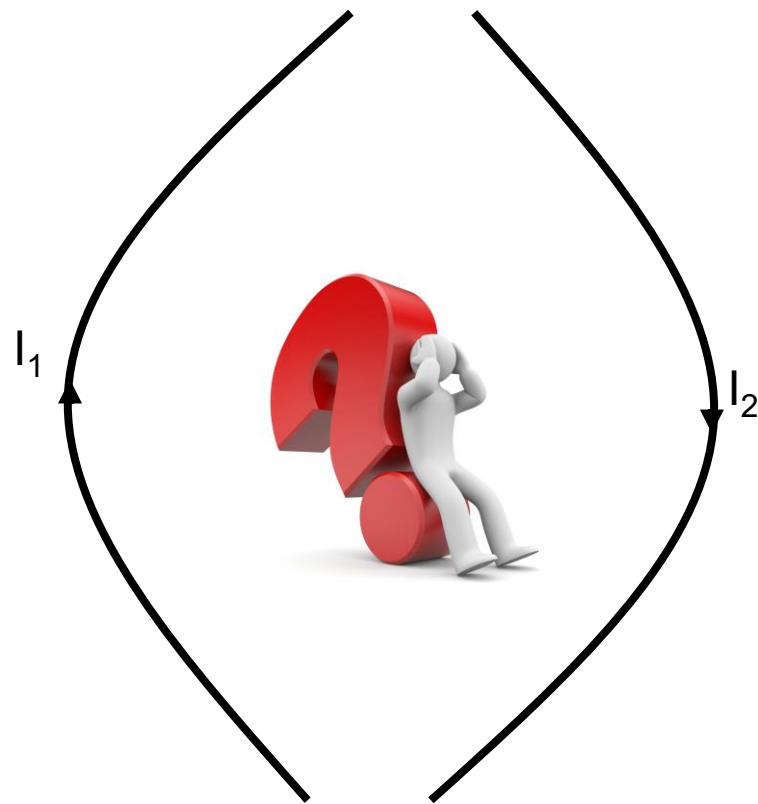
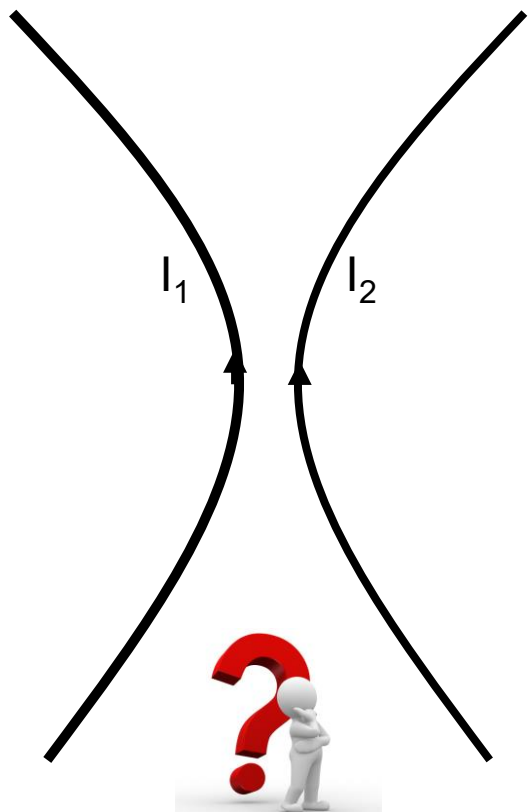
$$F = BI\ell \sin(\widehat{I d\vec{\ell}, \vec{B}})$$



VD4: Một dây dẫn được gập lại thành hình tam giác vuông cân ADC có $AD=AC=10\text{cm}$ (hình 2). Khung dây được đặt trong một từ trường đều cảm ứng từ $B=0,01\text{T}$. Cho dòng điện $I=10\text{A}$ chạy trong khung theo chiều CADC. Xác định lực từ tác dụng lên các cạnh của khung dây.



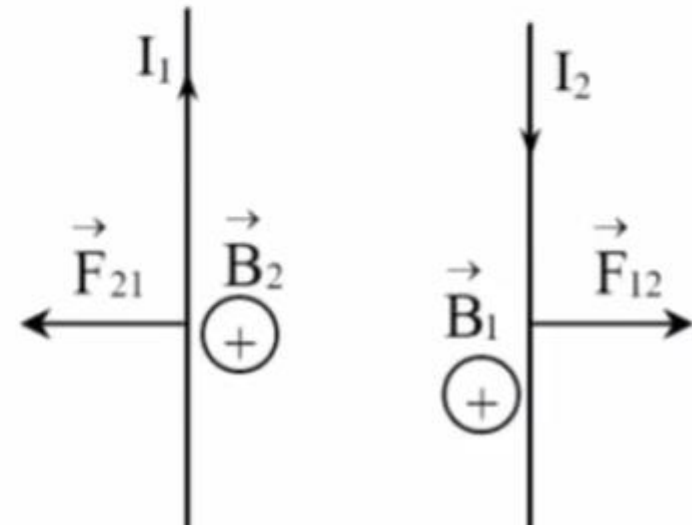
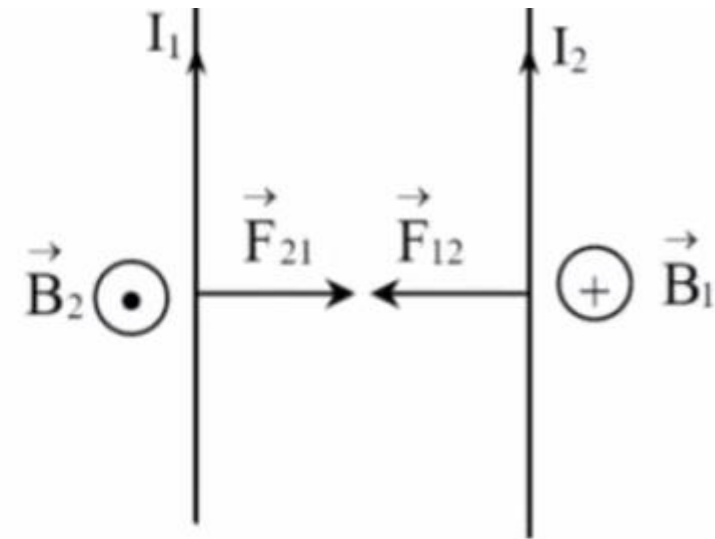
Hình 2



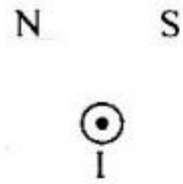
LỰC AMPÈRE

+ Xét hai dây dẫn thẳng song song dài vô hạn, đặt cách nhau một khoảng d .

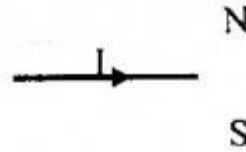
+ Độ lớn của lực tương tác trên một đoạn có chiều dài l là:



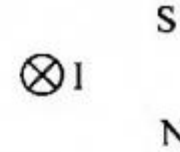
XÁC ĐỊNH VECTOR CÒN THIỂU



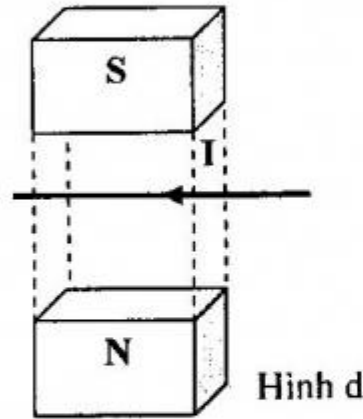
Hình a



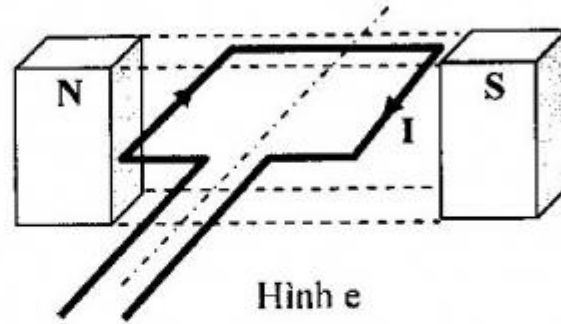
Hình b



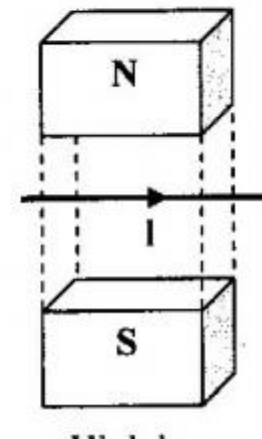
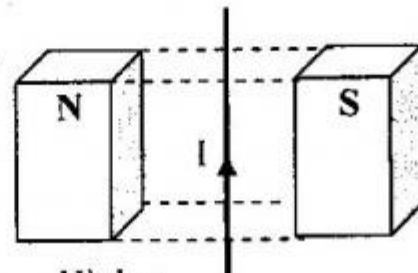
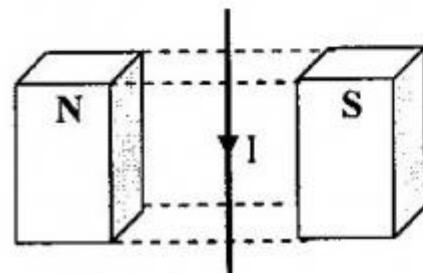
Hình c



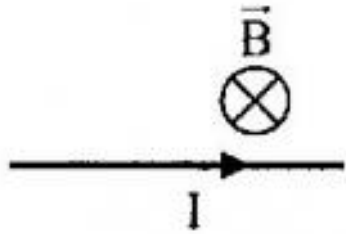
Hình d



Hình e



XÁC ĐỊNH VECTOR CÒN THIẾU



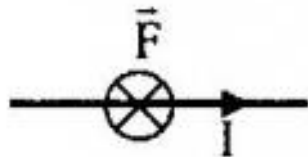
Hình a



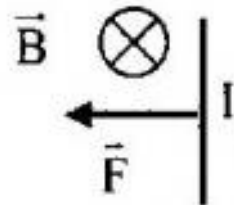
Hình b



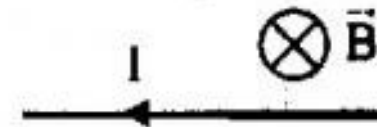
Hình c



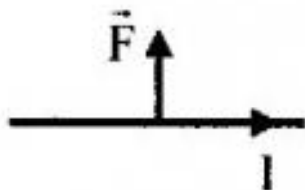
Hình d



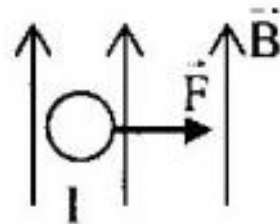
Hình e



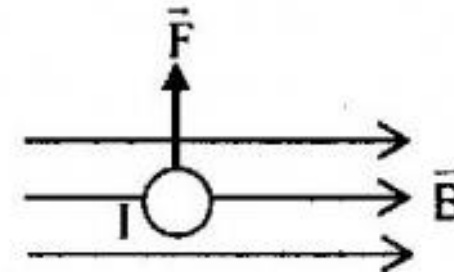
Hình f



Hình g



Hình h



Hình k

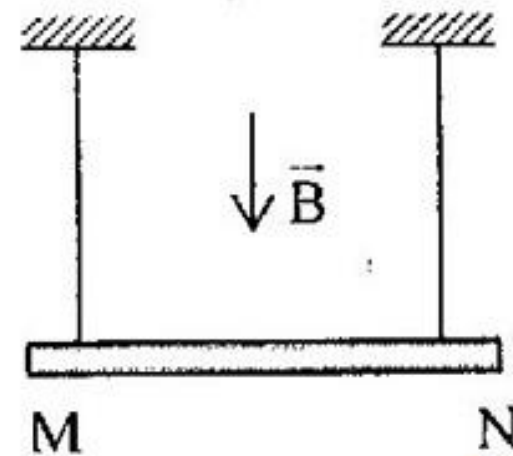
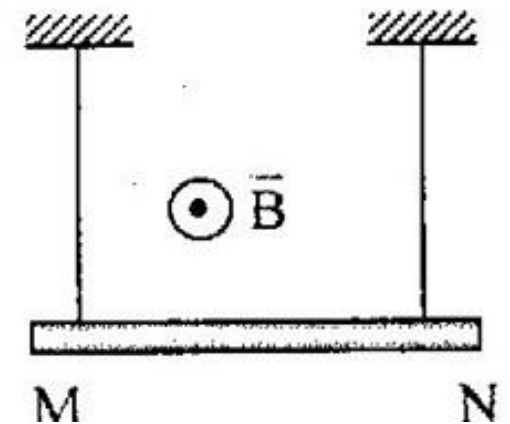
BÀI TẬP

Bài 1: Treo đoạn dây dẫn MN có chiều dài $L = 25\text{cm}$, khối lượng một đơn vị chiều dài $0,04\text{kg/m}$ bằng hai dây mảnh nhẹ sao cho dây dẫn nằm ngang. Biết cảm ứng từ có chiều như hình vẽ, độ lớn $B = 0.04\text{T}$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$

a/ Xác định chiều và độ lớn của I để lực căng dây bằng 0

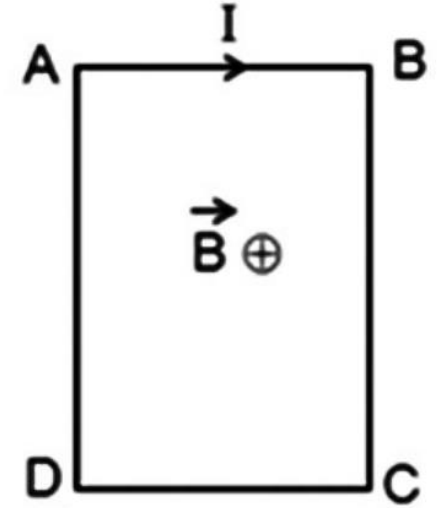
b/ Cho $I = 16\text{A}$ có chiều từ M đến N, tính lực căng mỗi dây.

Bài 2: Treo dây MN = 5cm khối lượng 5g bằng hai dây không giãn khối lượng không đáng kể. Độ lớn cảm ứng từ $0,5\text{T}$ phương vuông góc với đoạn dây, chiều từ trên xuống (như hình vẽ). Tính góc lệch của dây treo so với phương thẳng đứng khi đoạn dây MN nằm cân bằng biết cường độ dòng điện qua đoạn dây MN là 2A , lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

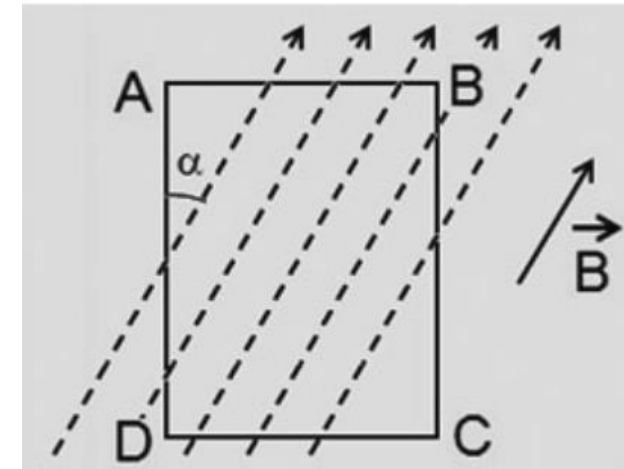


BÀI TẬP

Bài 3: Dòng điện $I=5A$ chạy trong khung dây chữ nhật ABCD mặt phẳng khung dây đặt vuông góc trong từ trường đều có cảm ứng từ $B=0,02T$. Biết $AB=15\text{ cm}$; $BC=25\text{ cm}$ Xác định các véc tơ lực từ do từ trường đều tác dụng lên các cạnh của khung dây.

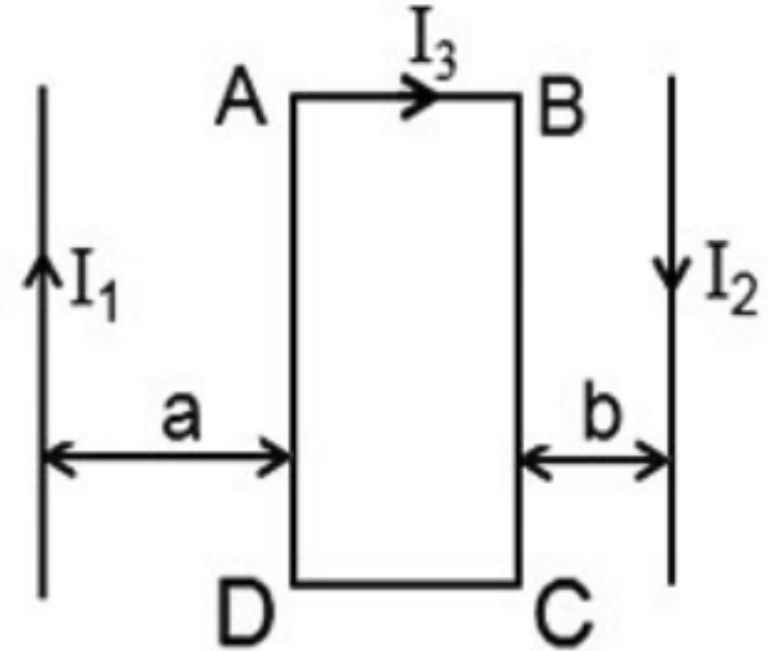


Bài 4: Dòng điện $I=5A$ chạy trong khung dây chữ nhật ABCD mặt phẳng khung dây đặt song song với từ trường đều hợp với cạnh AD của khung dây góc 30° có cảm ứng từ $B=0,02T$. Biết $AB=10\text{ cm}$; $BC=20\text{ cm}$ Xác định các véc tơ lực từ do từ trường đều tác dụng lên các cạnh của khung dây.



BÀI TẬP

Bài 5: Xác định lực từ do từ trường của hai dòng điện chạy trong hai dây dẫn thẳng tác dụng lên cạnh BC của khung dây hình chữ nhật cùng nằm trong một mặt phẳng đặt trong không khí và có các dòng điện chạy qua như hình vẽ. Biết $I_1=15$ A; $I_2=10$ A; $I_3=4$ A; $a=15$ cm; $b=10$ cm; $AB=15$ cm; $BC=20$ cm.



Bài 6: Xác định lực từ do từ trường của hai dòng điện chạy trong hai dây dẫn thẳng tác dụng lên cạnh AB của khung dây hình chữ nhật cùng nằm trong một mặt phẳng đặt trong không khí và có các dòng điện chạy qua như hình vẽ. Biết $I_1=12$ A; $I_2=15$ A; $I_3=4$ A; $a=20$ cm; $b=10$ cm; $AB=10$ cm; $BC=20$ cm.

