

Từ trường tĩnh

Lê Quang Nguyên

www4.hcmut.edu.vn/~leqnguyen

nguyenquangle59@yahoo.com

Nội dung

1. Dòng điện
2. Từ trường
3. Lực từ
4. Định luật Gauss đối với từ trường
5. Định luật Ampère
6. Dipole từ
7. Từ trường ở quanh ta

cuuduongthancong.com

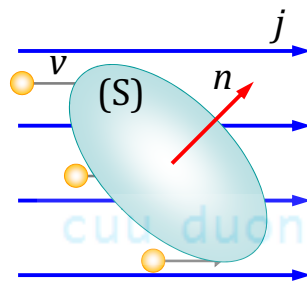
1a. Vector mật độ dòng điện

- Xét dòng các hạt điện tích q chuyển động.

- Vector mật độ dòng điện:

$$\vec{j} = Nq\vec{v} = \rho\vec{v} \quad \begin{matrix} (\text{C/m}^2.\text{s}) \\ \text{hay } (\text{A/m}^2) \end{matrix}$$

- N : mật độ hạt mang điện,
- $\rho = Nq$: mật độ điện tích.
- j hướng theo chiều chuyển động của các hạt mang điện dương.



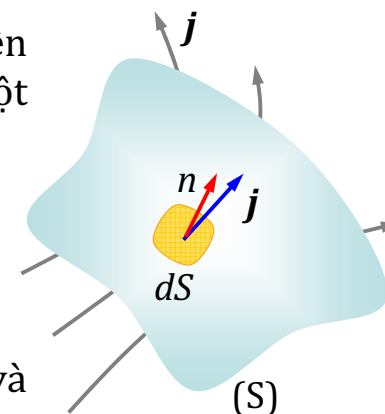
$j.n$ là điện lượng đi qua một đơn vị diện tích của (S) trong một đơn vị thời gian

1b. Cường độ dòng điện

- Cường độ dòng = điện lượng qua (S) trong một đơn vị thời gian:

$$I = \int_{(S)} \vec{j} \cdot \vec{n} dS$$

- j, n là mật độ dòng và pháp vector trên dS .
- n theo chiều chuyển động của điện tích dương.

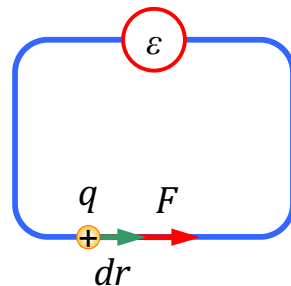


1c. Sức điện động

- Công do nguồn thực hiện khi dịch chuyển một đơn vị điện tích thành dòng kín trong mạch:

$$\varepsilon = \frac{1}{q} \oint \vec{F} \cdot d\vec{r} \quad (\text{J/C}) \text{ hay } (\text{V})$$

- trong đó F là lực do nguồn tác động lên q , dr là độ dịch chuyển của q .

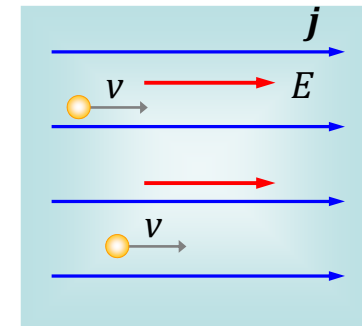


1d. Định luật Ohm

- Giữa mật độ dòng điện và điện trường trong vật dẫn có hệ thức:

$$\vec{j} = \sigma \vec{E}$$

- σ là **điện dẫn suất** của vật (nghịch đảo của điện trở suất).
- Đó là dạng vi phân của định luật Ohm.



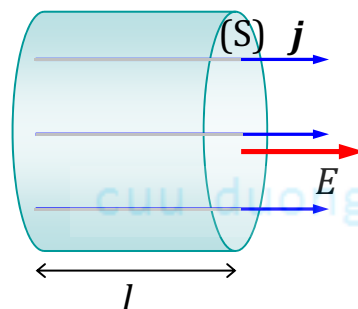
cuu duong than cong . com

1d. Định luật Ohm (tt)

- Xét một đoạn dây dẫn chiều dài l , tiết diện S , có mật độ dòng điện j đều.
- Cường độ dòng qua dây:

$$I = jS = \sigma ES = \frac{\sigma S}{l} El$$

$$I = \frac{\Delta V}{R}$$



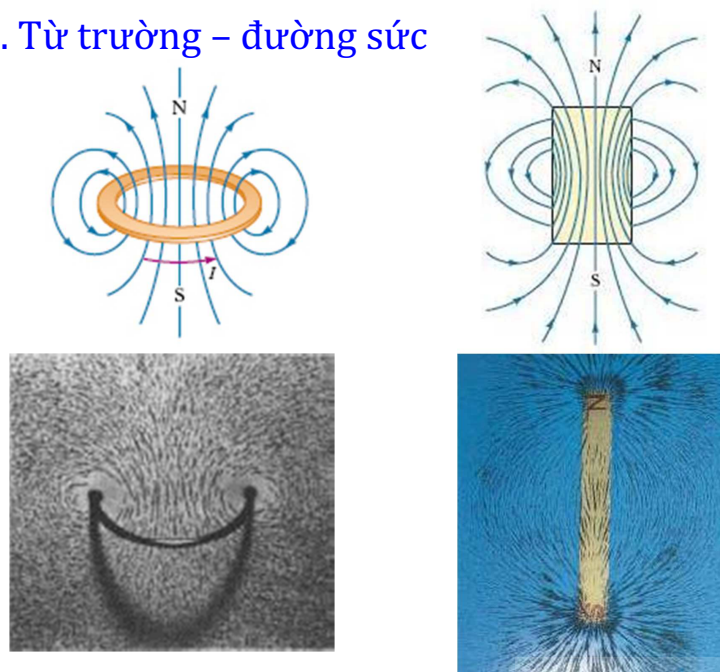
$$R = \frac{l}{\sigma S}$$

$$\Delta V = El$$

2a. Từ trường - vector cảm ứng từ

- Nam châm hay dòng điện tạo ra từ trường, ở mỗi vị trí trong từ trường có một **vector cảm ứng từ B** xác định.
- Từ trường tạo bởi các **dòng điện dừng**, có cường độ dòng không thay đổi theo thời gian, được gọi là **từ trường tĩnh**.
- Để mô tả từ trường người ta cũng dùng các **đường sức từ**.

2a. Từ trường – đường sức

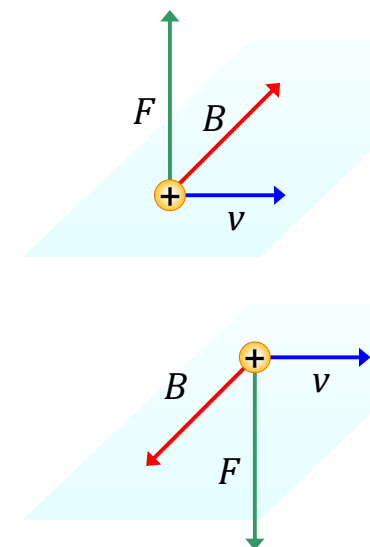


2b. Lực từ lên một điện tích chuyển động

- Điện tích điểm q chuyển động trong từ trường B với vận tốc v ,
- lực từ (lực Lorentz) tác động lên q :

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

- B đo bằng Tesla (T).
- Công của lực từ luôn bằng không.



2c. Lực từ lên một dòng điện

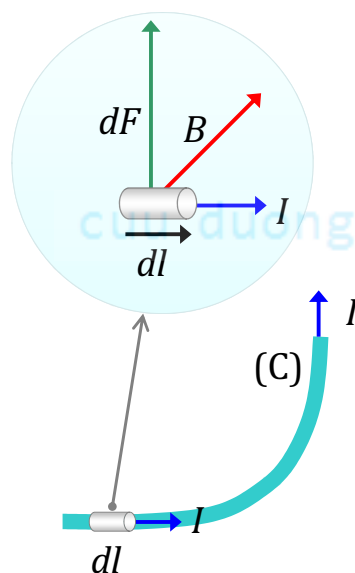
- Lực từ tác động lên một dòng điện vi phân:

$$d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B}$$

- Lực từ tác động lên một dòng điện bất kỳ:

$$\vec{F} = \int_{(C)} I d\vec{l} \times \vec{B}$$

- tích phân theo các đoạn $d\vec{l}$ trên (C).



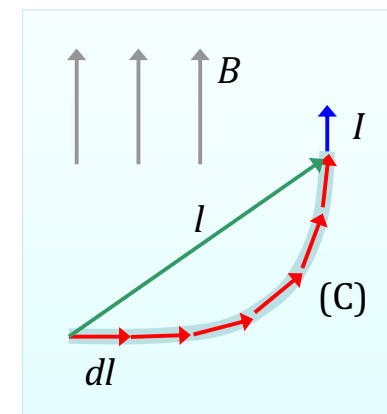
2c. Lực từ lên một dòng điện (tt)

- Khi từ trường đều:

$$\vec{F} = I \left(\int_{(C)} d\vec{l} \right) \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$$

- với \vec{l} là vector nối từ điểm đầu đến điểm cuối của dòng điện.



2d. Từ trường tạo bởi dòng điện

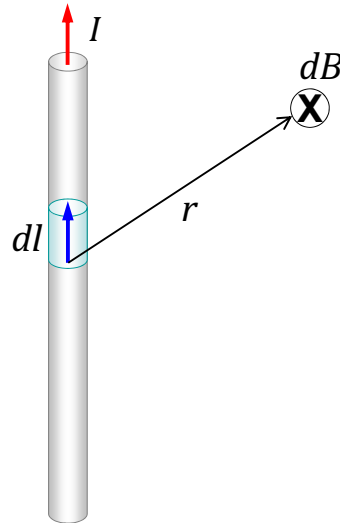
- Định luật Biot-Savart:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} (T.m/A)$$

- là **độ từ thẩm** của chân không.
- Từ trường toàn phần:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{(C)} \frac{Id\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$



3. Định luật Gauss cho từ trường

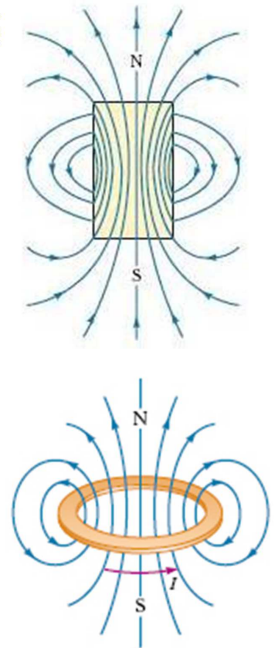
- Từ thông qua một mặt kín bằng không:

$$\oint_{(S)} \vec{B} \cdot \vec{n} dS = 0$$

- Hay dưới dạng vi phân:

$$\text{div} \vec{B} = 0$$

- Ý nghĩa: đường sức từ trường luôn luôn khép kín.

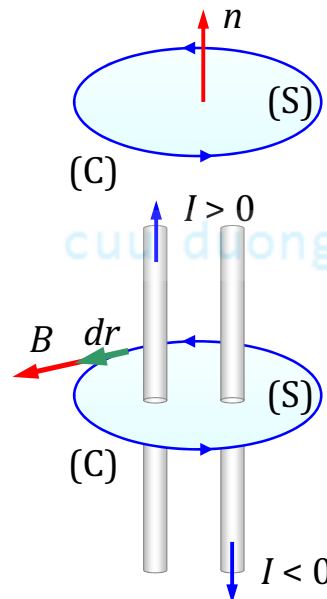


4. Định luật Ampère

- Chiều dương của pháp vector n là chiều thuận đối với định hướng của (C).
- Lưu số của B theo (C) tỷ lệ với cường độ dòng toàn phần qua (S):

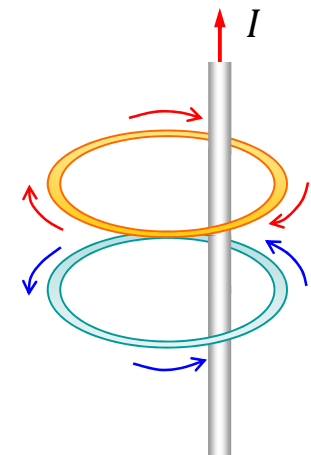
$$\oint_{(C)} \vec{B} \cdot d\vec{r} = \mu_0 I_{tot}$$

$$\text{rot} \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$$



4. Định luật Ampère (tt)

- Nếu (C) đi vòng qua một dòng điện nhiều lần,
- thì dòng điện đó phải được cộng bấy nhiêu lần với dấu tương ứng.



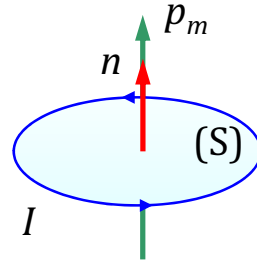
$$I_{tot} = I - I = 0$$

5a. Dipole từ

- Dipole từ là một dòng điện kín có kích thước nhỏ.
- Momen dipole từ:

$$\vec{p}_m = NIS\vec{n}$$

- N là số vòng dây,
- I là cường độ dòng điện,
- S : diện tích một vòng dây,
- n : pháp vector theo chiều thuận đối với dòng điện.



5b. Dipole từ trong từ trường

- Dipole từ trong từ trường ngoài có thể năng:

$$U_m = -\vec{p}_m \cdot \vec{B}$$

- thế năng cực tiểu khi momen từ cùng chiều với từ trường.
- Dipole chịu tác động của momen ngẫu lực:

$$\vec{\tau} = \vec{p}_m \times \vec{B}$$

- Momen này có xu hướng quay dipole song song với từ trường ngoài.

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com