

Cảm ứng điện từ

Lê Quang Nguyên
www4.hcmut.edu.vn/~leqnguyen
nguyenquangle@zenbe.com

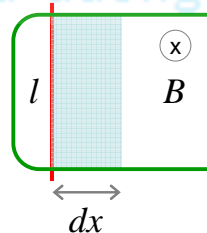
Nội dung

1. Hiện tượng cảm ứng điện từ
 - a. Sức điện động cảm ứng
 - b. Định luật Lenz
 - c. Định luật Faraday
2. Hiện tượng tự cảm
 - a. Sức điện động tự cảm
 - b. Độ tự cảm của solenoid
3. Hiện tượng hồ cảm
4. Năng lượng từ trường
 - a. Năng lượng từ của solenoid
 - b. Mật độ năng lượng từ trường

1a. Sức điện động cảm ứng

- Khi từ thông qua một vòng dây dẫn thay đổi thì trong vòng dây xuất hiện một sức điện động cảm ứng có độ lớn:
- Từ thông Φ qua vòng dây có thể thay đổi do:
- Từ trường thay đổi theo thời gian: $d\Phi/dt$ là đạo hàm của Φ theo thời gian.
- Vòng dây chuyển động trong từ trường tĩnh: $d\Phi/dt$ là từ thông mà vòng dây quét được trong một đơn vị thời gian.

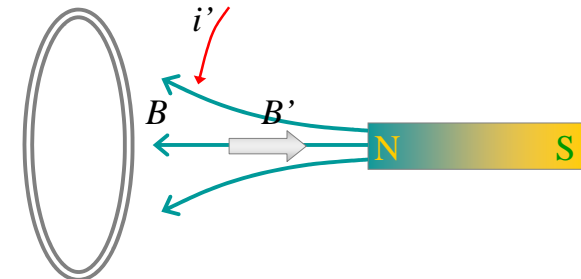
$$\mathcal{E} = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right|$$



$$d\Phi = B l dx$$

1b. Định luật Lenz

- Chiều của dòng cảm ứng hay sức điện động cảm ứng được xác định bởi định luật Lenz:
- Dòng cảm ứng có chiều sao cho từ trường do nó tạo ra (từ trường cảm ứng) có xu hướng chống lại sự biến đổi từ thông.

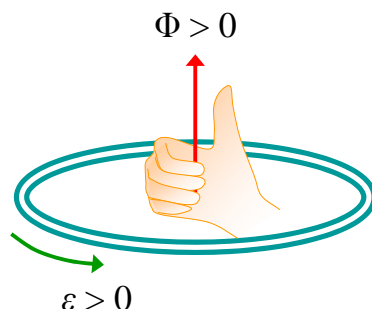


1c. Định luật Faraday

- Định luật Faraday xác định cả chiều và độ lớn của sức điện động cảm ứng:

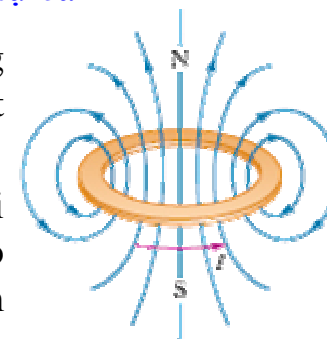
$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$$

- trong đó chiều dương của từ thông và chiều dương của sức điện động cảm ứng phải liên hệ với nhau theo quy tắc bàn tay phải.



2a. Sức điện động tự cảm

- Xét một vòng dây dẫn có dòng điện biến thiên $i(t)$, tạo ra một từ trường biến thiên.
- Từ thông do từ trường này gửi qua vòng dây biến thiên, tạo nên một sức điện động cảm ứng.
- Sức điện động này được gọi là sđđ **tự cảm**, vì nó do chính dòng điện biến thiên trong vòng dây đó tạo nên.



cuu duong than cong . com

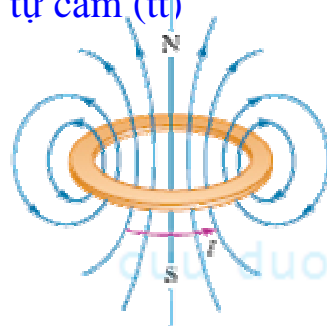
2a. Sức điện động tự cảm (tt)

- Liên hệ giữa từ thông và dòng điện tạo ra nó:

$$\Phi = Li$$

- trong đó L là độ tự cảm của vòng dây.
- Suy ra sđđ tự cảm:

$$\varepsilon = -L \frac{di}{dt}$$



• Nếu i tăng lên, dòng tự cảm sẽ có chiều ngược với i .

• Nếu i giảm đi, dòng tự cảm sẽ cùng chiều với i .

2b. Độ tự cảm của solenoid

- Từ thông qua N vòng dây:

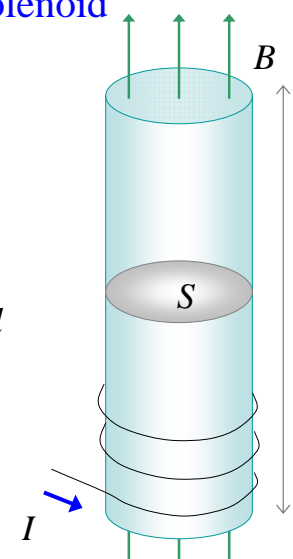
$$\Phi = NBS = N\mu_0\mu \frac{N}{l} IS$$

- Suy ra độ tự cảm:

$$L = \frac{\Phi}{I} = \mu_0\mu \frac{N^2}{l} S = \mu_0\mu \left(\frac{N}{l}\right)^2 Sl$$

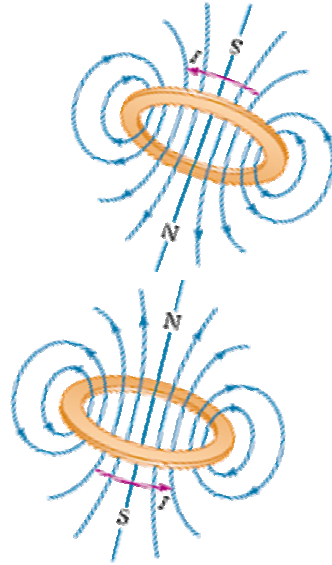
$$L = \mu_0\mu n^2 V$$

- $n = N/l$ là mật độ vòng.
- $V = Sl$ là thể tích solenoid.



3. Hiện tượng hồ cảm

- Xét hai khung dây đặt gần nhau, trong đó có các dòng điện biến thiên.
- Từ thông do khung này gửi qua khung kia cũng biến thiên, tạo nên trong mỗi khung một dòng điện cảm ứng.
- Đó là hiện tượng hồ cảm giữa hai khung dây.



cuu duong than cong . com

3. Hiện tượng hồ cảm (tt)

- Từ thông do dòng i_1 gửi qua vòng dây 2 tỷ lệ với i_1 :
- Từ thông do dòng i_2 gửi qua vòng dây 1 tỷ lệ với i_2 :
- với $M_{12} = M_{21}$ là hệ số hồ cảm của hai vòng dây.

$$\Phi_2 = M_{12}i_1$$

$$\Phi_1 = M_{21}i_2$$

$$\begin{aligned}\mathcal{E}_1 &= -M_{21} \frac{di_2}{dt} \\ \mathcal{E}_2 &= -M_{12} \frac{di_1}{dt}\end{aligned}$$

- Suy ra sức đđ hồ cảm trong hai vòng dây:

4. Năng lượng từ trường

- Dựa vào định luật Ohm và sđđ tự cảm, ta có thể tìm được năng lượng từ của một solenoid:

$$U_m = \frac{1}{2} Li^2$$

- Độ tự cảm của solenoid: $L = \mu_0 \mu n^2 V$
- Cường độ từ trường trong solenoid: $H = ni$
- Suy ra: $U_m = \frac{1}{2} \mu_0 \mu (ni)^2 V = \frac{1}{2} \mu_0 \mu H^2 V$

4. Năng lượng từ trường (tt)

- Vậy năng lượng từ trường được chứa trong không gian có từ trường với mật độ:

$$u_m = \frac{1}{2} \mu_0 \mu H^2 = \frac{1}{2} \vec{B} \cdot \vec{H}$$

- Kết quả trên cũng đúng cho một từ trường bất kỳ.