



HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM
VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

Chương 10

Từ trường và Cảm ứng từ

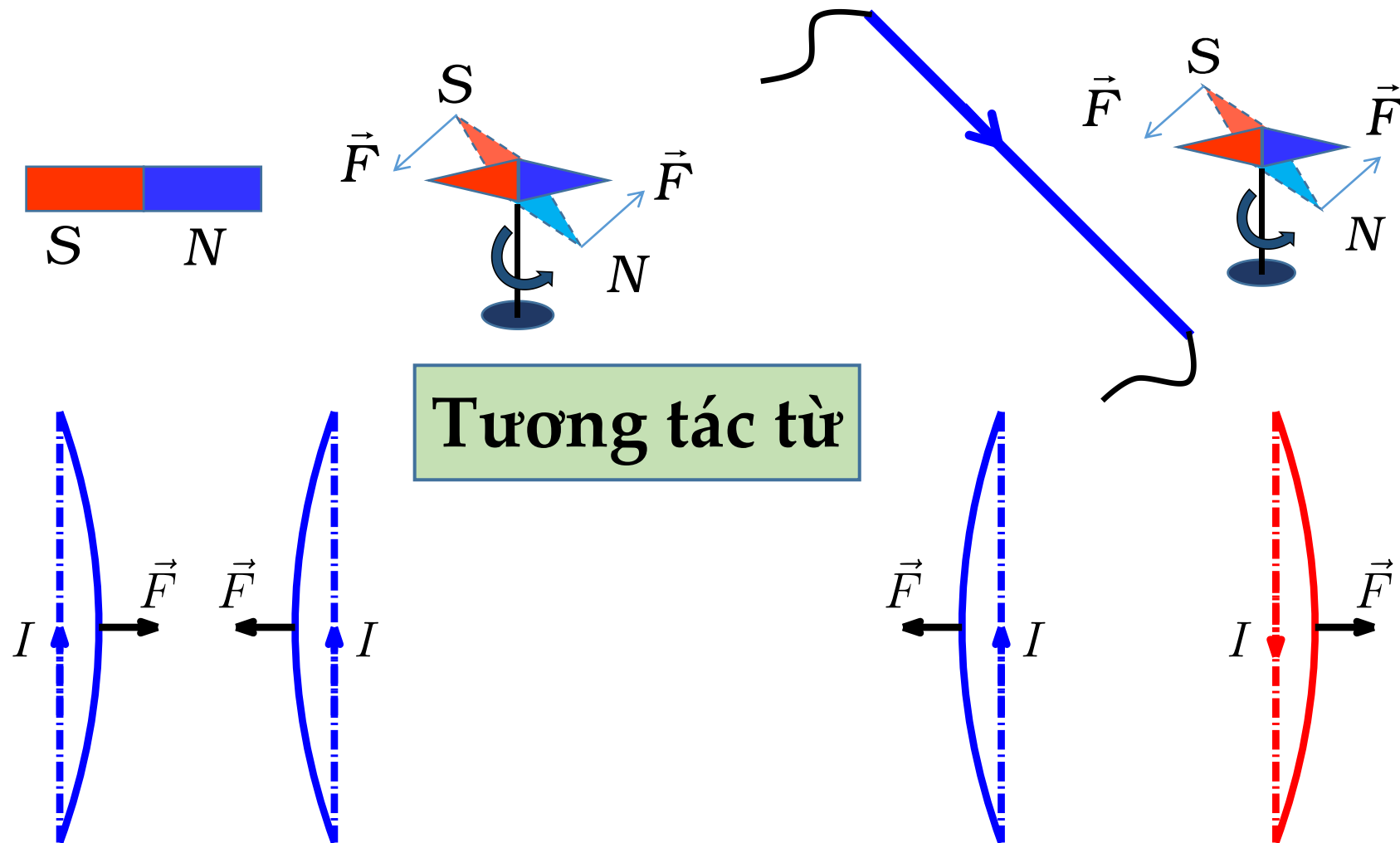
Nguyễn Tiến Hiến - Bộ môn Vật lý

Email: nguyentienhien@vnua.edu.vn

Webpage: <http://fita.vnua.edu.vn/nthien/>

Từ trường

❖ Tương tác từ



Từ trường

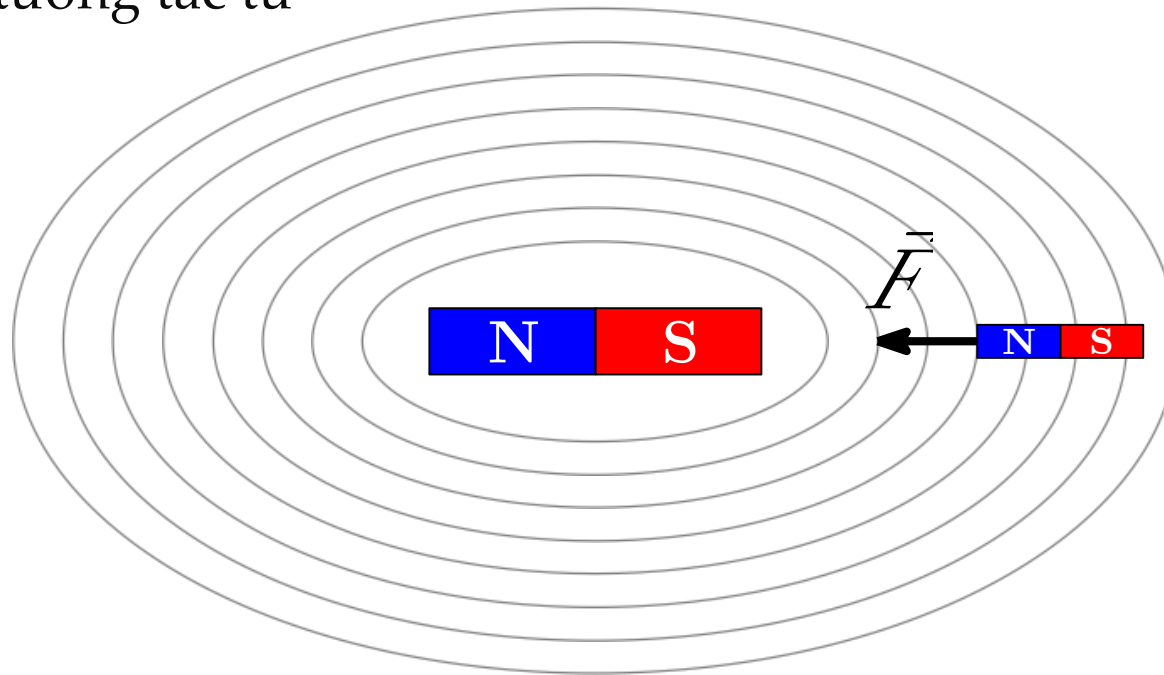
❖ Tương tác từ

- Kết luận: Tương tác từ là tương tác giữa
 - Nam châm - Nam châm
 - Nam châm - Dòng điện
 - Dòng điện - Dòng điện
- Bản chất của tương tác từ: là tương tác giữa các hạt điện tích chuyển động với nhau
- Từ tính của nam châm là do dòng điện phân tử bên trong nó gây ra.

Từ trường

❖ Khái niệm

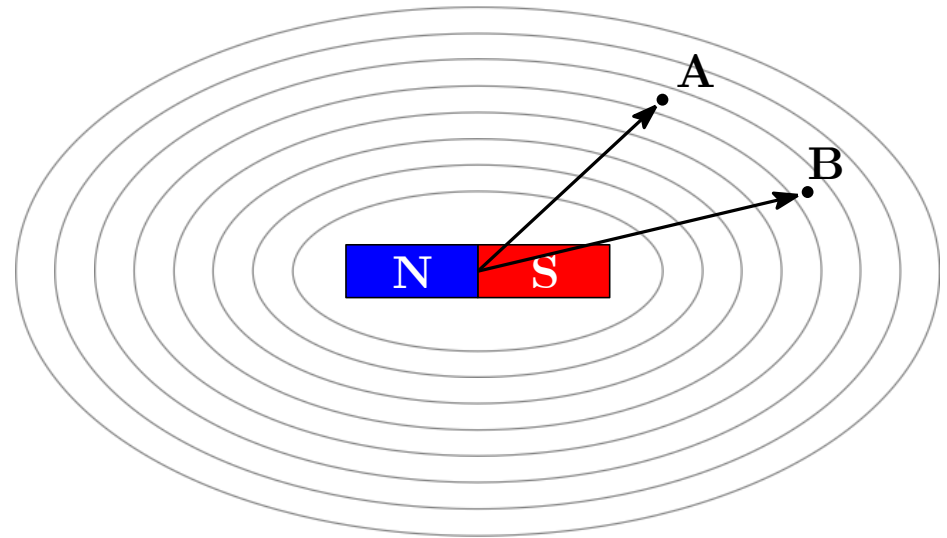
- “Từ trường là một dạng vật chất tồn tại xung quanh các dòng điện (các hạt điện tích chuyển động), và là nhân tố trung gian truyền tương tác giữa các dòng điện với nhau. Từ trường cũng là một dạng đặc biệt của trường điện từ”.
- Cơ chế tương tác từ



Từ trường

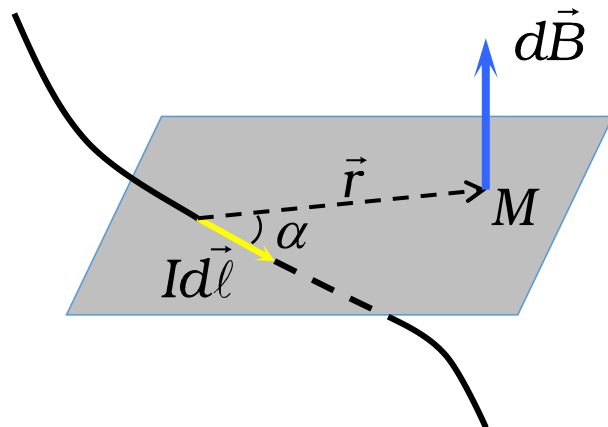
❖ Véc tơ cảm ứng từ, Định lý Bio-Savart-Laplace

- Đại lượng nào đặc trưng cho từ trường
- Để đặc trưng cho từ trường về mặt lực tác dụng người ta sử dụng véc tơ cảm ứng từ \vec{B} .
- Như vậy véc tơ cảm ứng từ \vec{B} của từ trường cũng tương tự như véc tơ cường độ điện trường \vec{E} của điện trường.
- Để xác định véc tơ cảm ứng từ \vec{B} người ta áp dụng định luật Bio-Savart-Laplace



Từ trường

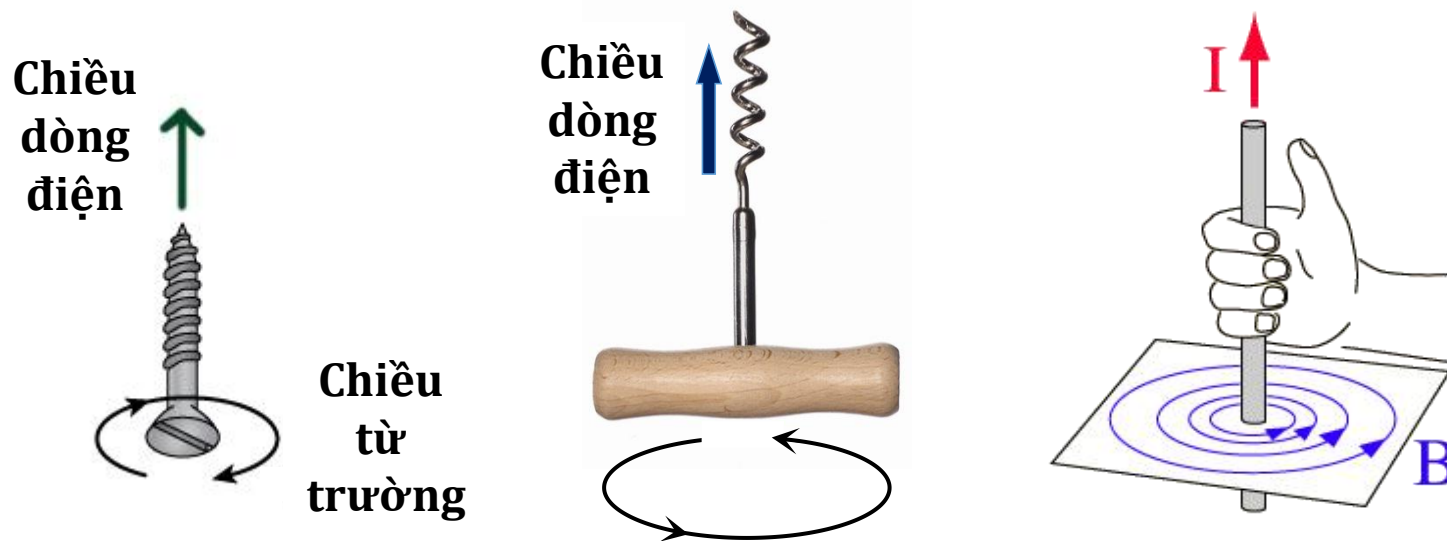
❖ Định luật Bio-Savart-Laplace



- Định luật: Véc tơ cảm ứng từ $d\vec{B}$ do một phần tử dòng điện $I d\vec{l}$ gây ra tại điểm M cách nó một khoảng \vec{r} có đặc điểm:
 - Phương: vuông góc với mặt phẳng chứa phần tử $I d\vec{l}$ và điểm M
 - Chiều sao cho 3 véc tơ $I d\vec{l}$, \vec{r} và \vec{B} lập thành một tam diện thuận (xác định theo quy tắc vắn đinh ốc)
 - Độ lớn
 - Trong đó $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} H/m$ là hằng số từ của chân không, μ là hằng số từ tỷ đối của môi trường

Từ trường

- ❖ Quy tắc vặn đinh ốc xác định chiều của véc tơ cảm ứng từ
 - “Đặt cái đinh ốc theo chiều của dòng điện, nếu quay cho cái đinh ốc tiến theo chiều dòng điện thì chiều quay của cái đinh ốc tại một điểm sẽ là chiều của véc tơ cảm ứng từ tại điểm đó”



Từ trường

❖ Nguyên lý chồng chất từ trường

- Cho phép tìm véc tơ cảm ứng từ do toàn bộ dòng điện gây ra tại một điểm nào đó. Véc tơ cảm ứng từ do một dòng điện bất kỳ gây ra tại một điểm nào đó bằng tổng các véc tơ cảm ứng từ do các phần tử dòng điện gây ra tại điểm đó.

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

- Dưới dạng tích phân

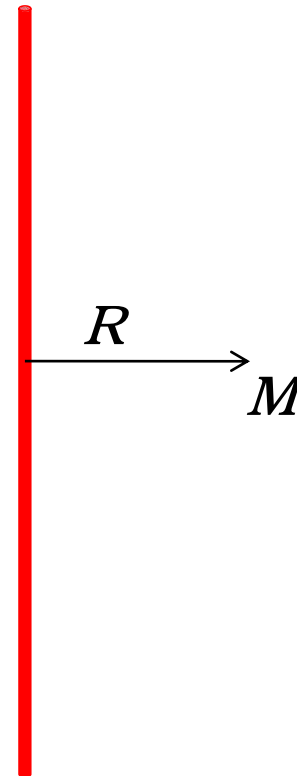
$$\Delta \vec{B}_i \rightarrow d\vec{B}_i; n \rightarrow \infty$$

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

(Toàn dòng)

Từ trường

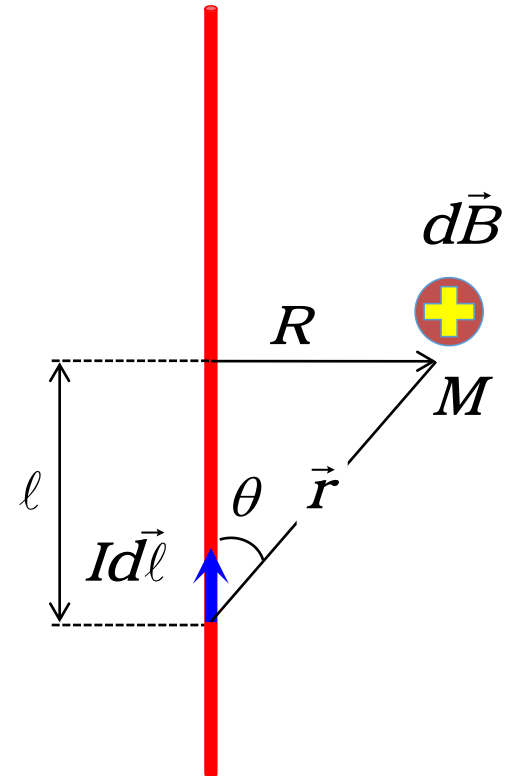
- ❖ Ví dụ: Từ trường của một dây dẫn có cường độ I thẳng dài vô hạn



Từ trường

- ❖ Ví dụ: Từ trường của một dây dẫn có cường độ I thẳng dài vô hạn

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{[I d\vec{\ell} \times \vec{r}]}{r^3}$$

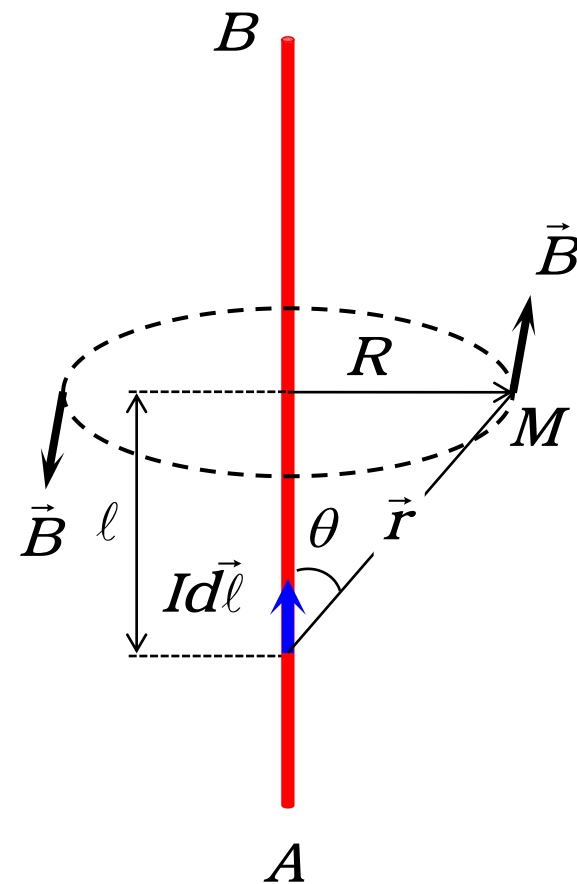


Từ trường

- ❖ Ví dụ: Từ trường của một dây dẫn có cường độ I thẳng dài vô hạn

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{[I d\vec{\ell} \times \vec{r}]}{r^3}$$

$$B = \int dB = \frac{\mu_0 \mu I}{4\pi} \int_A^B \frac{d\ell \cdot \sin \theta}{r^2}$$



Từ trường

- ❖ Ví dụ: Từ trường của một dây dẫn có cường độ I thẳng dài vô hạn

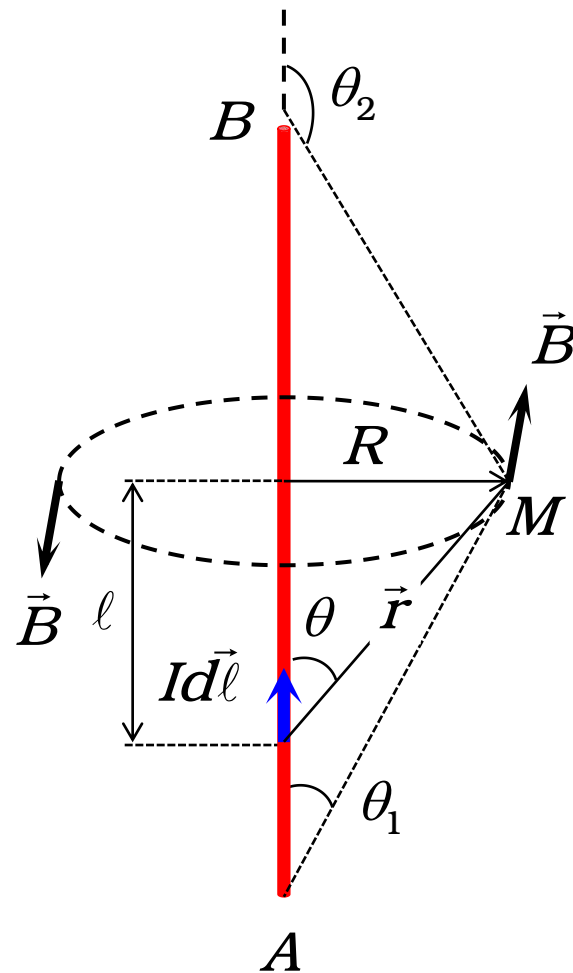
$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{[I d\vec{\ell} \times \vec{r}]}{r^3}$$

$$B = \int dB = \frac{\mu_0 \mu I}{4\pi} \int_A^B \frac{d\ell \cdot \sin \theta}{r^2}$$

$$r = \frac{R}{\sin \theta} \text{ và } \frac{\ell}{R} = \cot \theta \Rightarrow d\ell = \frac{R d\theta}{\sin^2 \theta}$$

$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{4\pi} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{d\theta \cdot \sin \theta}{R} = \frac{\mu_0 \mu I}{4\pi R} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$$

$$\theta_1 = 0; \theta_2 = \pi \Rightarrow B = \frac{\mu_0 \mu I}{2\pi R}$$



Từ trường

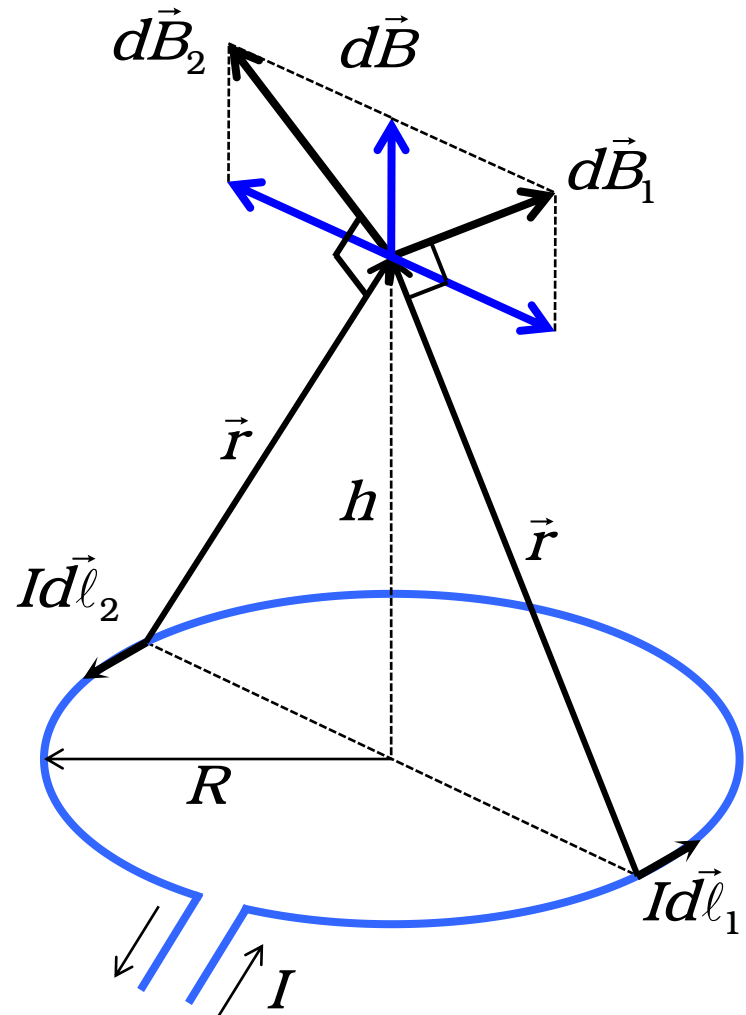
- ❖ Ví dụ: Từ trường của một dây dẫn có cường độ I thẳng dài vô hạn



Từ trường

- ❖ Ví dụ: Từ trường của một vòng dây dẫn hình tròn

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



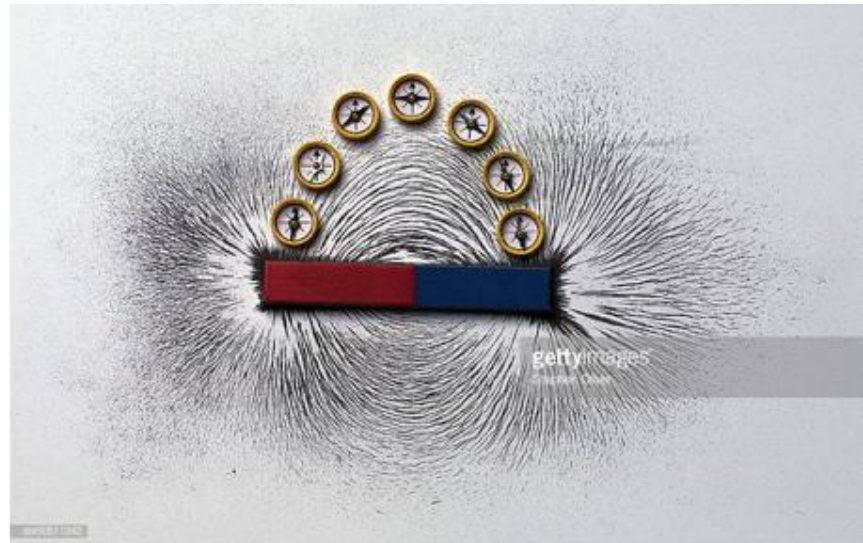
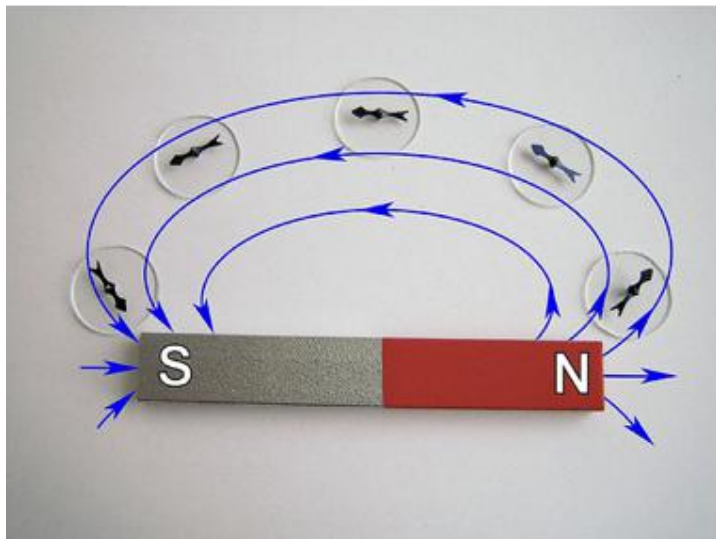
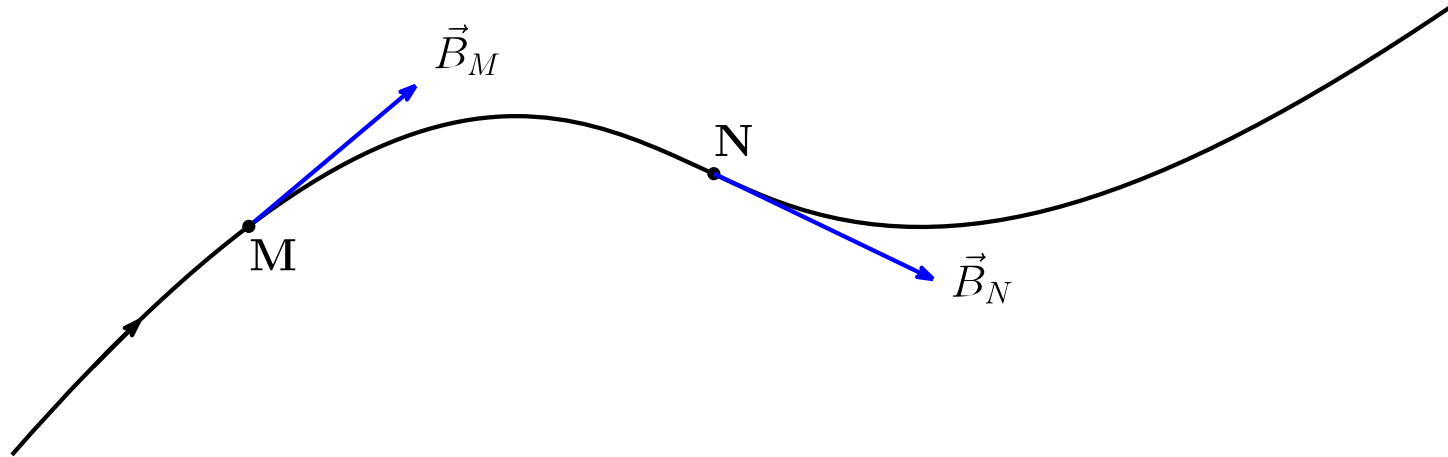
Định lý Ostrogradski-Gauss

❖ Đường cảm ứng từ

- Để biểu diễn từ trường một cách hình ảnh người ta dùng các đường cảm ứng từ.
- Đó là những đường cong vẽ ra trong từ trường sao cho tiếp tuyến tại mọi điểm của nó trùng với phương của véc tơ cảm ứng từ tại điểm đó. Chiều của đường sức từ trường là chiều của véc tơ cảm ứng từ.
- Quy ước: vẽ số đường cảm ứng từ qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với chúng có trị số bằng độ lớn của véc tơ cảm ứng từ tại điểm đó.
- Đặc điểm:
 - Đường cảm ứng từ là những đường cong kín không giao nhau.
 - Chiều đi ra từ cực bắc, đi vào cực nam của nam châm

Định lý Ostrogradski-Gauss

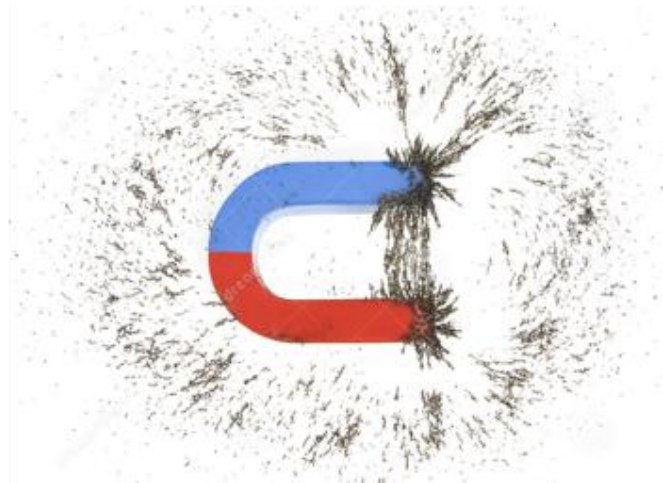
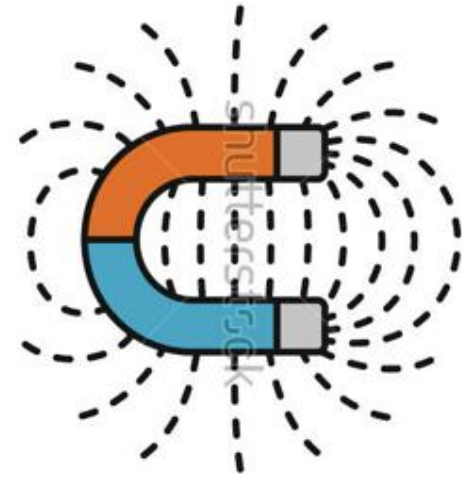
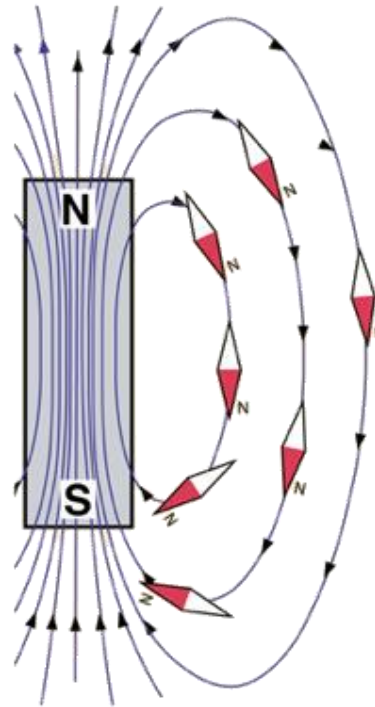
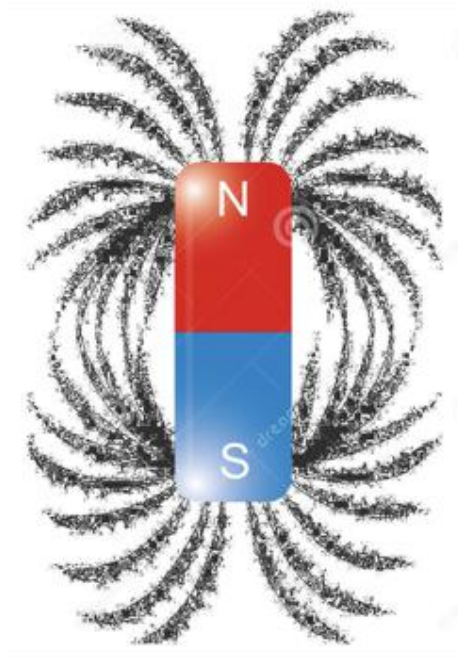
❖ Đường cảm ứng từ



Định lý Ostrogradski-Gauss

❖ Đường cảm ứng từ

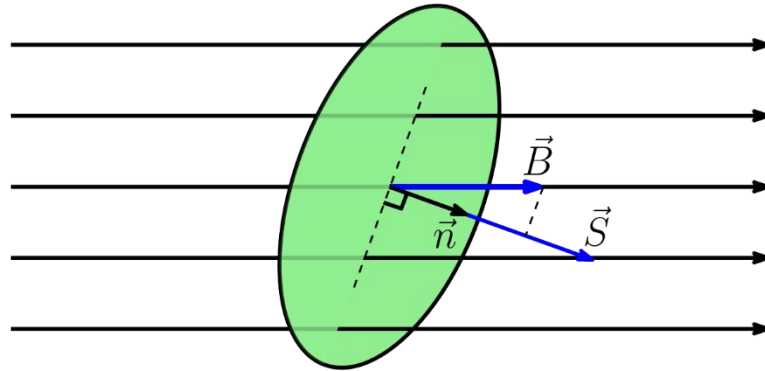
- Từ phổ: Tập hợp tất cả các đường sức từ



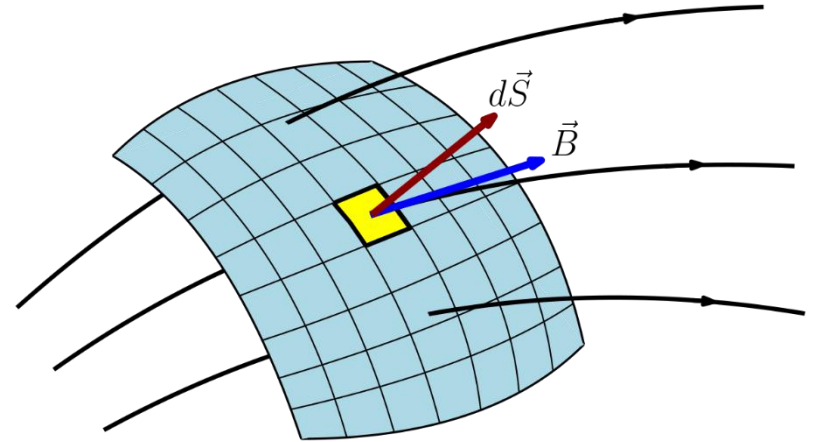
Định lý Ostrogradski-Gauss

❖ Từ thông

○ Định nghĩa



$$\Phi_M = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

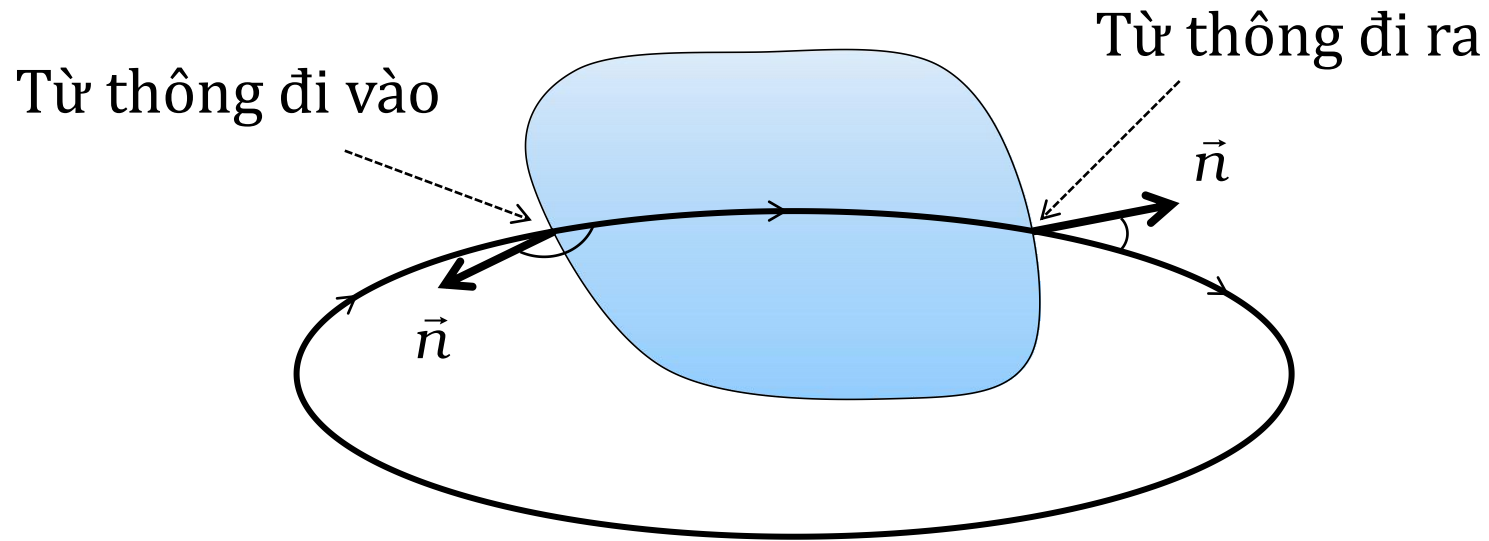


$$\Phi_M = \int d\Phi_M = \int \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

- Ý nghĩa: Từ thông có trị số bằng số lượng đường cảm ứng từ gửi qua diện tích S
- Quy ước: từ thông đi ra khỏi mặt cong lồi mang giá trị dương

Định lý Ostrogradski-Gauss

❖ Định luật Ostrogradsky-Gauss



$$\Phi_M = \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

- Từ thông toàn phần gửi qua mặt kín S bất kì bằng không.
- Ý nghĩa: Không tồn tại "từ tích"

Định lý dòng toàn phần

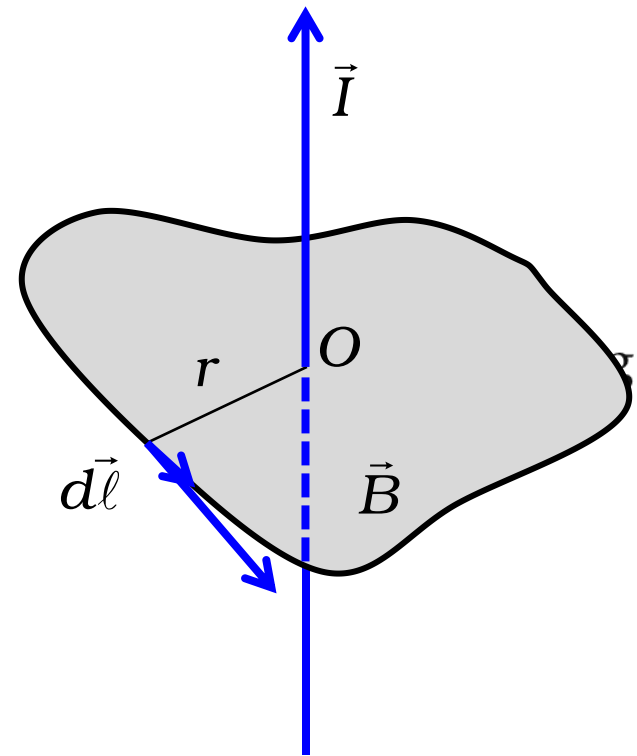
❖ Lưu số của véc tơ cảm ứng từ

- Lưu số của véc tơ cảm ứng từ \vec{B} dọc theo đường cong kín là đại lượng về giá trị bằng tích phân của véc tơ cảm ứng từ \vec{B} dọc theo toàn bộ đường cong đó

$$\oint_{(C)} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \oint_{(C)} B \cdot dl \cdot \cos(\vec{B} \cdot d\vec{\ell})$$

- Định lý “Lưu số của véc tơ cảm ứng từ dọc theo một đường cong kín có giá trị bằng tổng đại số dòng điện xuyên qua mặt cong giới hạn đó nhân với $\mu_0\mu$ ”

$$\oint_{(C)} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0\mu I$$



Định lý dòng toàn phần

❖ Chứng minh (tham khảo)

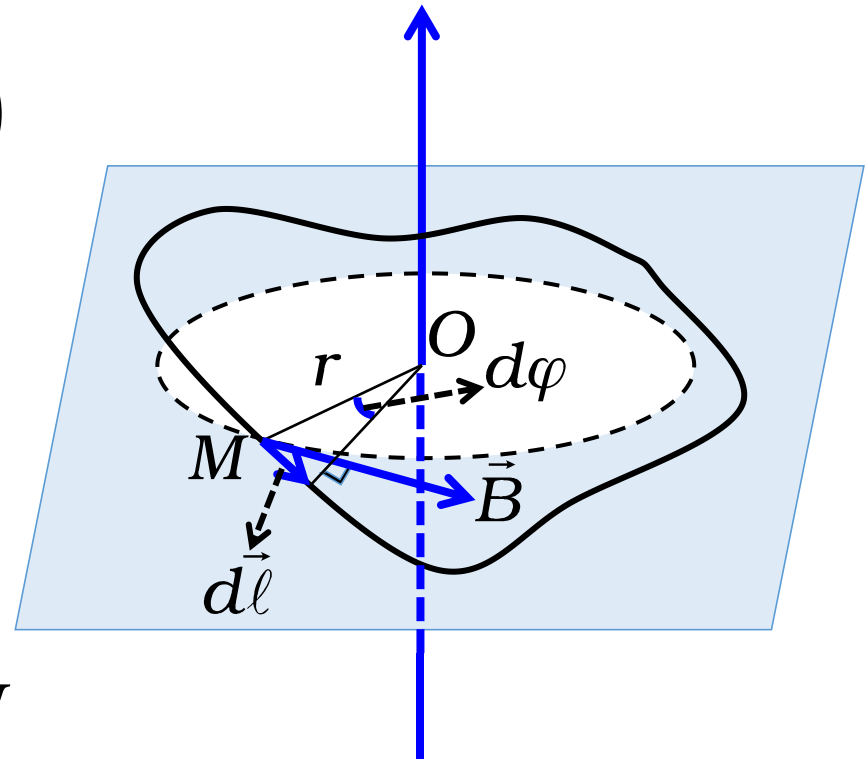
$$\oint_{(C)} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \oint_{(C)} B \cdot d\ell \cdot \cos(\vec{B} \cdot d\vec{\ell})$$

$$d\ell \cdot \cos(\vec{B} \cdot d\vec{\ell}) = r d\phi$$

$$B = \mu_0 \mu \frac{I}{2\pi r}$$

$$\oint_{(C)} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \oint_{(C)} \mu_0 \mu \frac{I}{2\pi r} \cdot r d\phi$$

$$\oint_{(C)} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \mu \frac{I}{2\pi} \oint_{(C)} d\phi = \mu_0 \mu I$$



Định lý dòng toàn phần

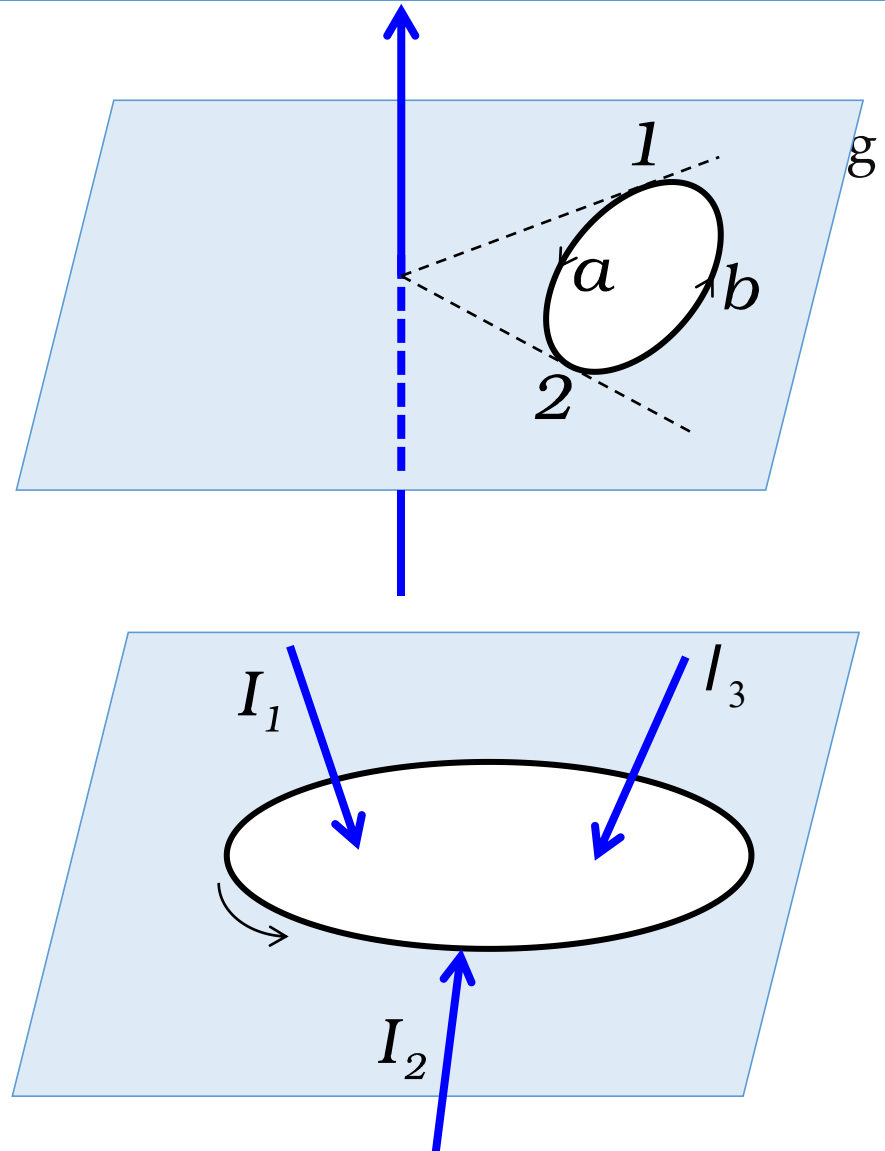
❖ Áp dụng

- Đường cong không bao điện

$$\oint_{(C)} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \int_{1a2} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} + \int_{2b1} \vec{B} \cdot d\vec{\ell}$$
$$\Rightarrow \oint_{(C)} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = 0$$

- Nhiều dòng điện

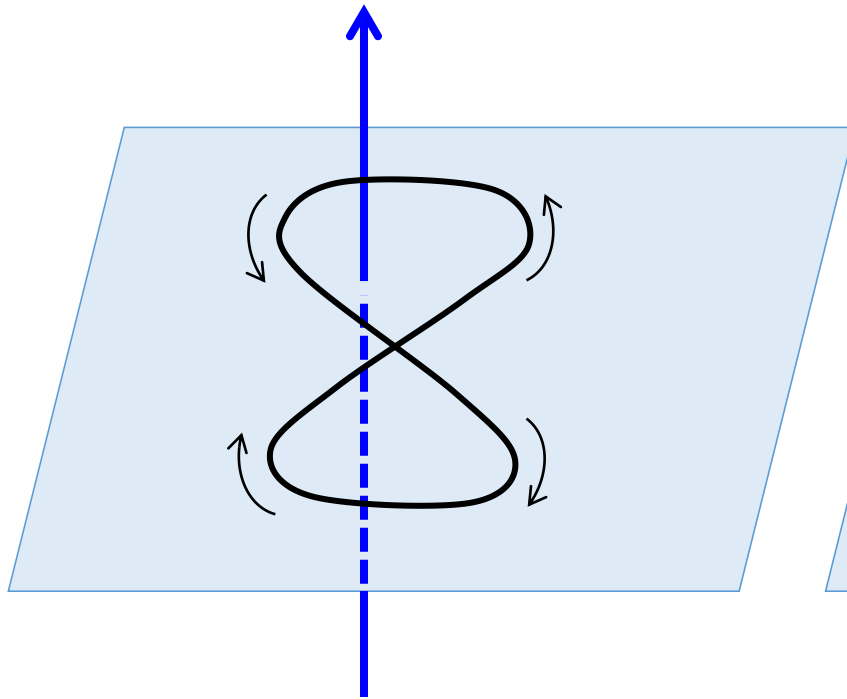
$$\oint_{(C)} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \mu (-I_1 + I_2 - I_3)$$



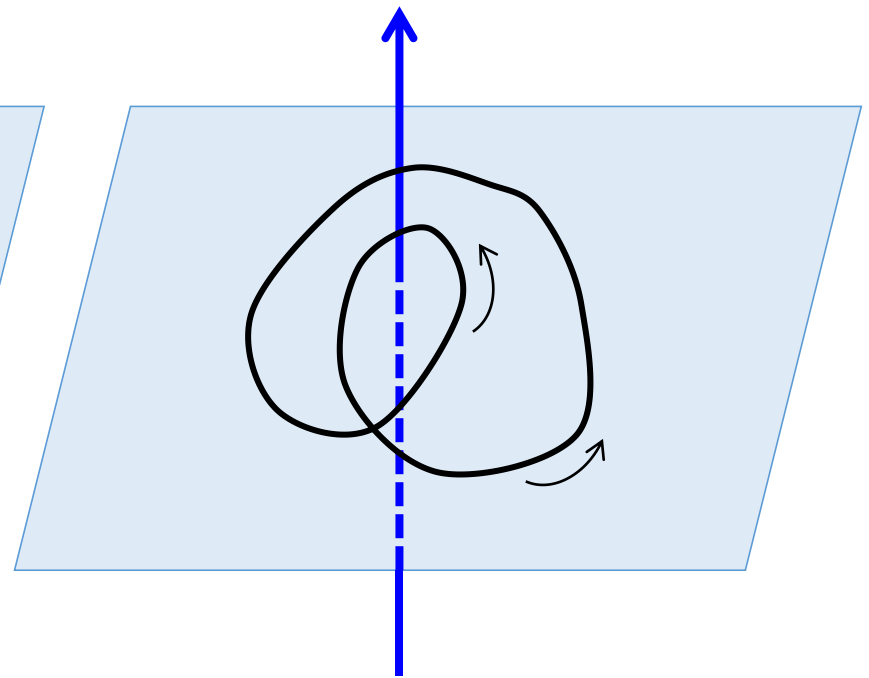
Định lý dòng toàn phần

❖ Áp dụng

- Đường cong bao quanh dòng điện nhiều lần



$$\oint_{(C)} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = 0$$



$$\oint_{(C)} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = 2\mu_0\mu I$$

Định lý dòng toàn phần

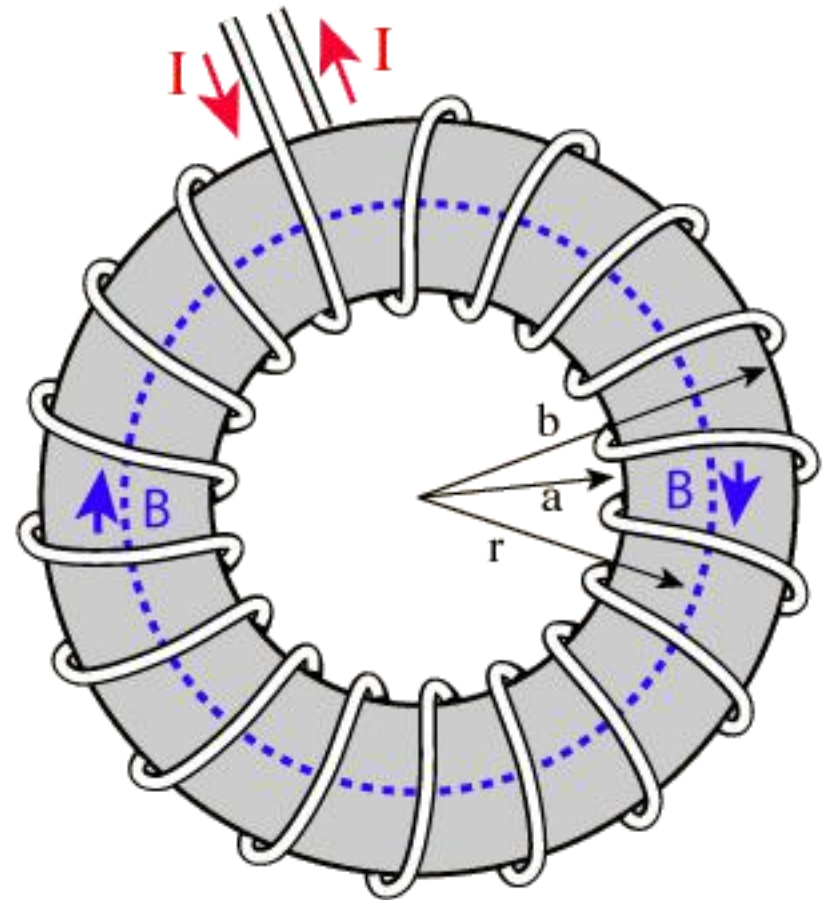
- ❖ Áp dụng: Từ trường trong lòng cuộn dây hình xuyên

$$\oint_{(c)} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \mu \cdot nI$$

$$B \oint_{(c)} d\ell = B \cdot 2\pi R = \mu_0 \mu \cdot nI$$

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

n là số vòng dây

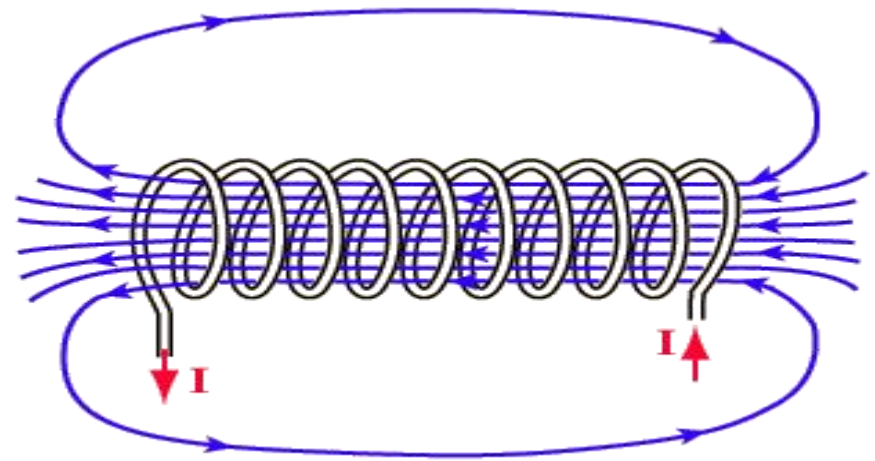


Định lý dòng toàn phần

- ❖ Áp dụng: Từ trường của ống dây thẳng (từ trường của cuộn cảm)
 - Ống dây dài vô hạn \equiv hình xoắn có bán kính bằng vô cùng.

$$B = \mu_0 \mu n_0 I$$

- $n_0 = n/2\pi R$ là mật độ số vòng dây trên một đơn vị độ dài của ống dây.
- Trên thực tế những ống dây có chiều dài lớn hơn khoảng 10 lần đường kính của nó có thể coi gần đúng là có từ trường đều bên trong ống.



Tác dụng của từ trường

❖ Lực Ampere

- Lực Ampe là lực của từ trường tác dụng lên một dòng điện đặt trong nó.
- Biểu thức: một phần tử dòng điện dài l có cường độ I đặt trong từ trường có cảm ứng từ B sẽ chịu tác dụng của một lực từ dF

- Có phương vuông góc với mặt phẳng chứa $I\vec{l}$ và \vec{B}
- Có chiều xác định theo quy tắc bàn tay trái
- Có độ lớn:

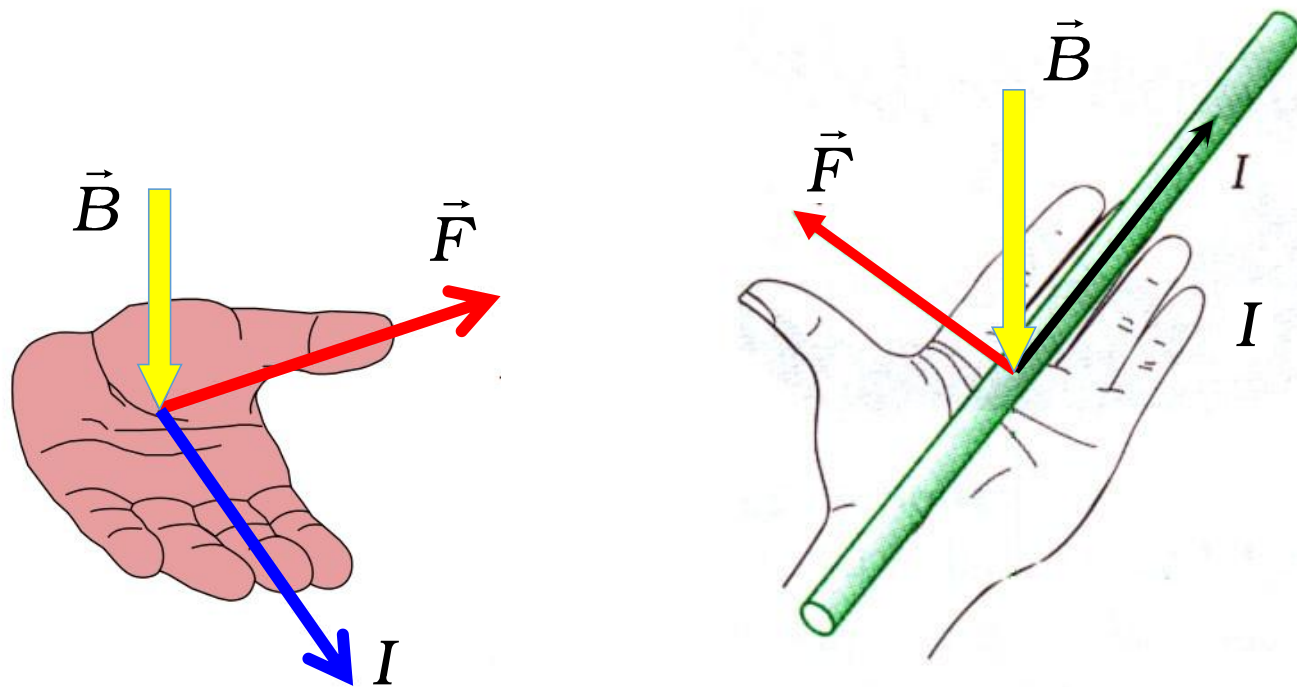
Trong đó α là góc hợp bởi hai véc tơ $I\vec{l}$ và \vec{B}

$$F = Il \cdot B \sin \alpha$$

Tác dụng của từ trường

❖ Lực Ampere

- Quy tắc bàn tay trái: “Đặt bàn tay trái sao cho véc tơ cảm ứng từ hướng vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay tới các ngón tay chỉ chiều của dòng điện khi đó chiều của ngón tay cái choãi ra một góc 90 độ chỉ chiều của lực từ tác dụng lên dòng điện”



Tác dụng của từ trường

❖ Lực Lorentz

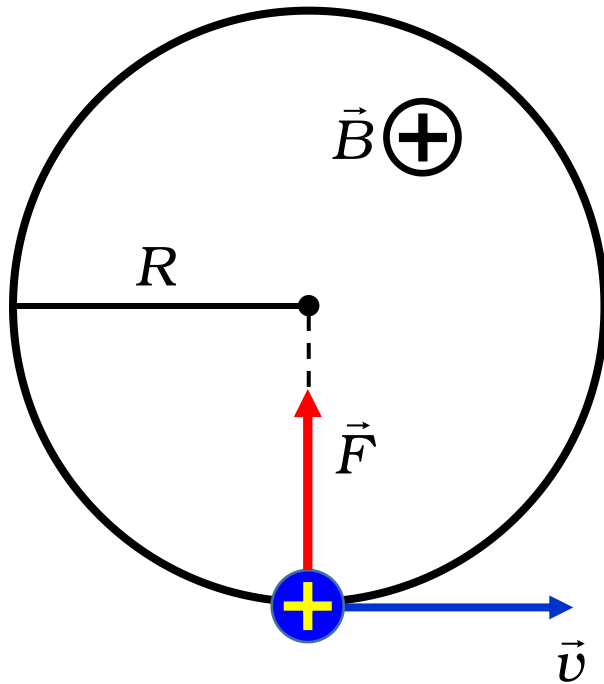
- Lực Lorentz là lực của từ trường tác dụng lên một điện tích chuyển động trong nó
- Giả sử điện tích q chuyển động với vận tốc \vec{v} trong từ trường \vec{B}

$$\left. \begin{array}{l} q = I \cdot t \\ \vec{\ell} = \vec{v} \cdot t \end{array} \right\} \Rightarrow I \cdot \vec{\ell} = q \cdot \vec{v} \Rightarrow F = BIl \sin \alpha = Bqv \sin \alpha$$

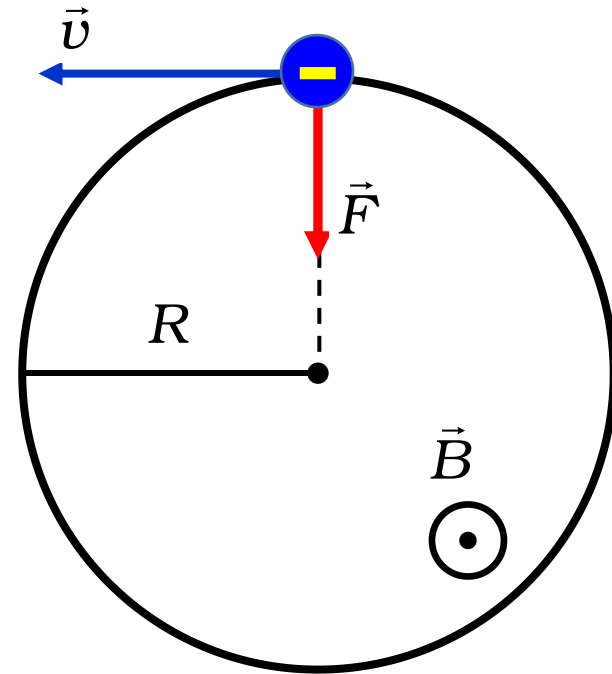
- Alpha là góc hợp bởi phương của véc tơ vận tốc \vec{v} và phương của véc tơ cảm ứng từ \vec{B}
- Lưu ý:
 - Chiều của dòng điện I là chiều chuyển động của điện tích dương, cùng chiều với vận tốc \vec{v} nếu q dương và ngược lại
 - \vec{F} vuông góc với \vec{v} nên chỉ làm thay đổi phương của \vec{v}

Tác dụng của từ trường

❖ Lực Lorentz



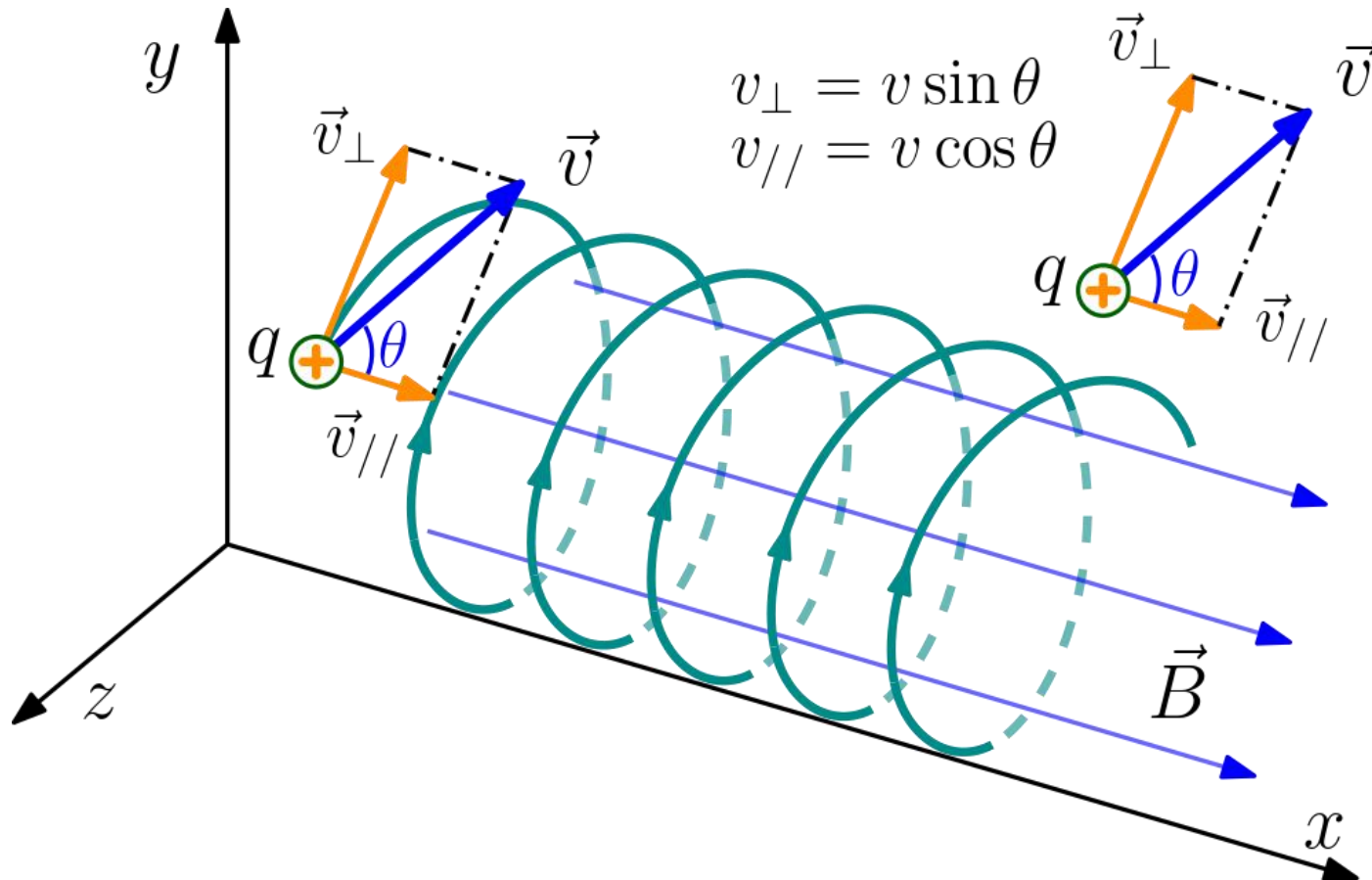
$$R = \frac{mv}{qB}$$



$$T = \frac{2\pi R}{v}$$

Tác dụng của từ trường

❖ Chuyển động của hạt tích điện trong từ trường



$$R = \frac{mv_\perp}{qB} \quad T = \frac{2\pi R}{v_\perp} \quad \lambda = v_\parallel \cdot T$$

Tác dụng của từ trường

❖ Tương tác của hai dòng điện song song

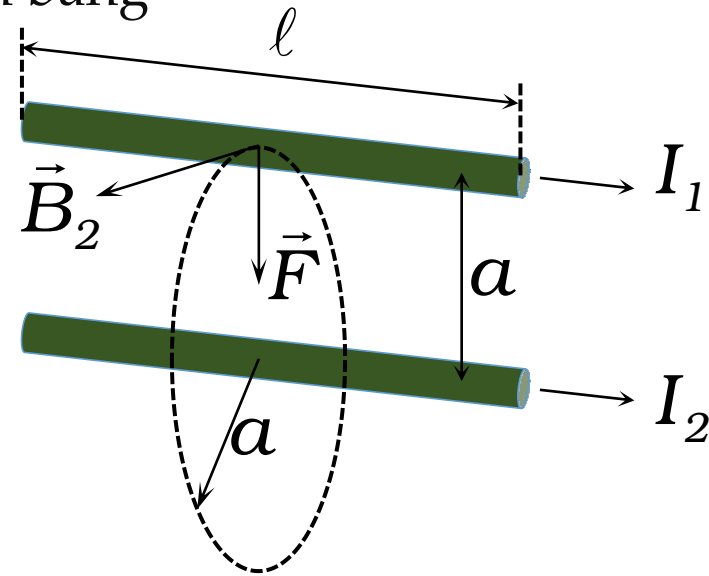
- Dòng điện I_2 gây ra một từ trường xung quanh nó
- Tại vị trí của I_1 cách I_2 một khoảng a từ trường này có phương vuông góc với I_1 , chiều như hình vẽ và có độ lớn bằng

$$B_2 = \frac{\mu_0 \mu I_2}{2\pi a}$$

- B_2 tác dụng lên I_1 một lực từ

$$F = I_1 \vec{l} \times \vec{B}_2 = I_1 l \times B_2 = \frac{\mu_0 \mu I_1 I_2 l}{2\pi a}$$

- Theo quy tắc bàn tay trái, lực này hướng về I_1 nếu hai dòng điện cùng chiều và ngược lại, tức là chúng hút nhau nếu cùng chiều, đẩy nhau nếu ngược chiều



Tác dụng của từ trường

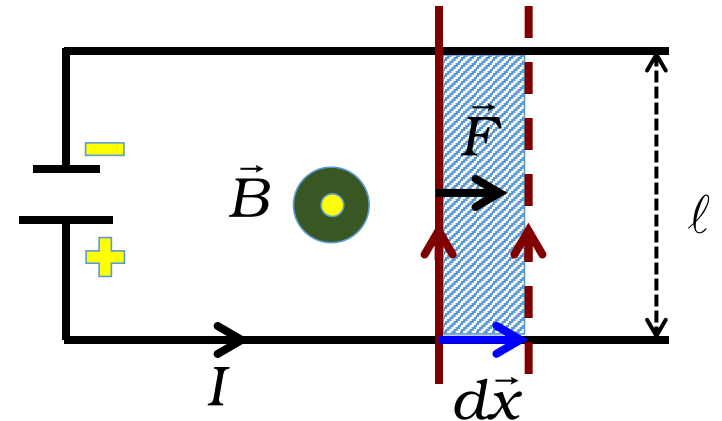
❖ Công của lực từ

$$dA = F \cdot dx = Idl \cdot B \cdot \sin 90^\circ \cdot dx$$

$$dA = I \cdot B \cdot dS (d\Phi_M = B \cdot dS)$$

⇓

$$dA = I \cdot d\Phi_M$$

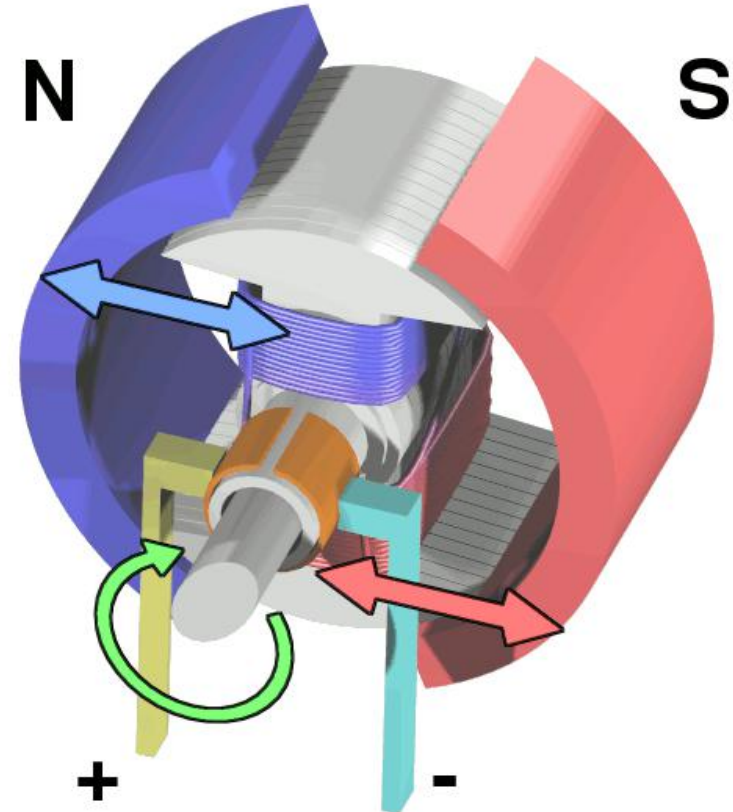
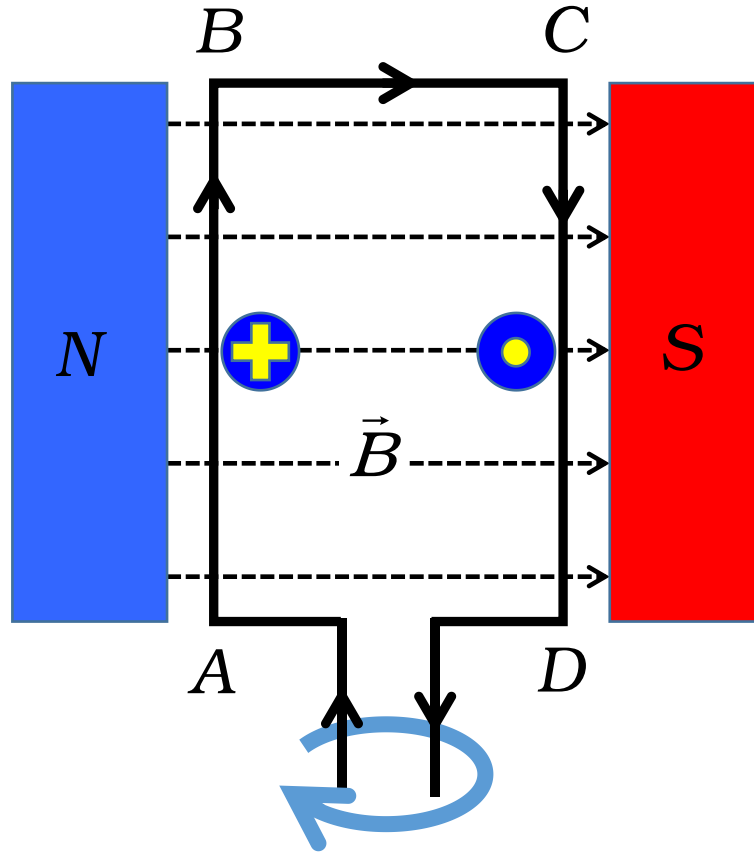


$dS = dl \cdot dx$, là phần diện tích mà dây dẫn quét được trong quá trình chuyển động; $d\Phi_M$ là từ thông gửi qua dS .

Tác dụng của từ trường

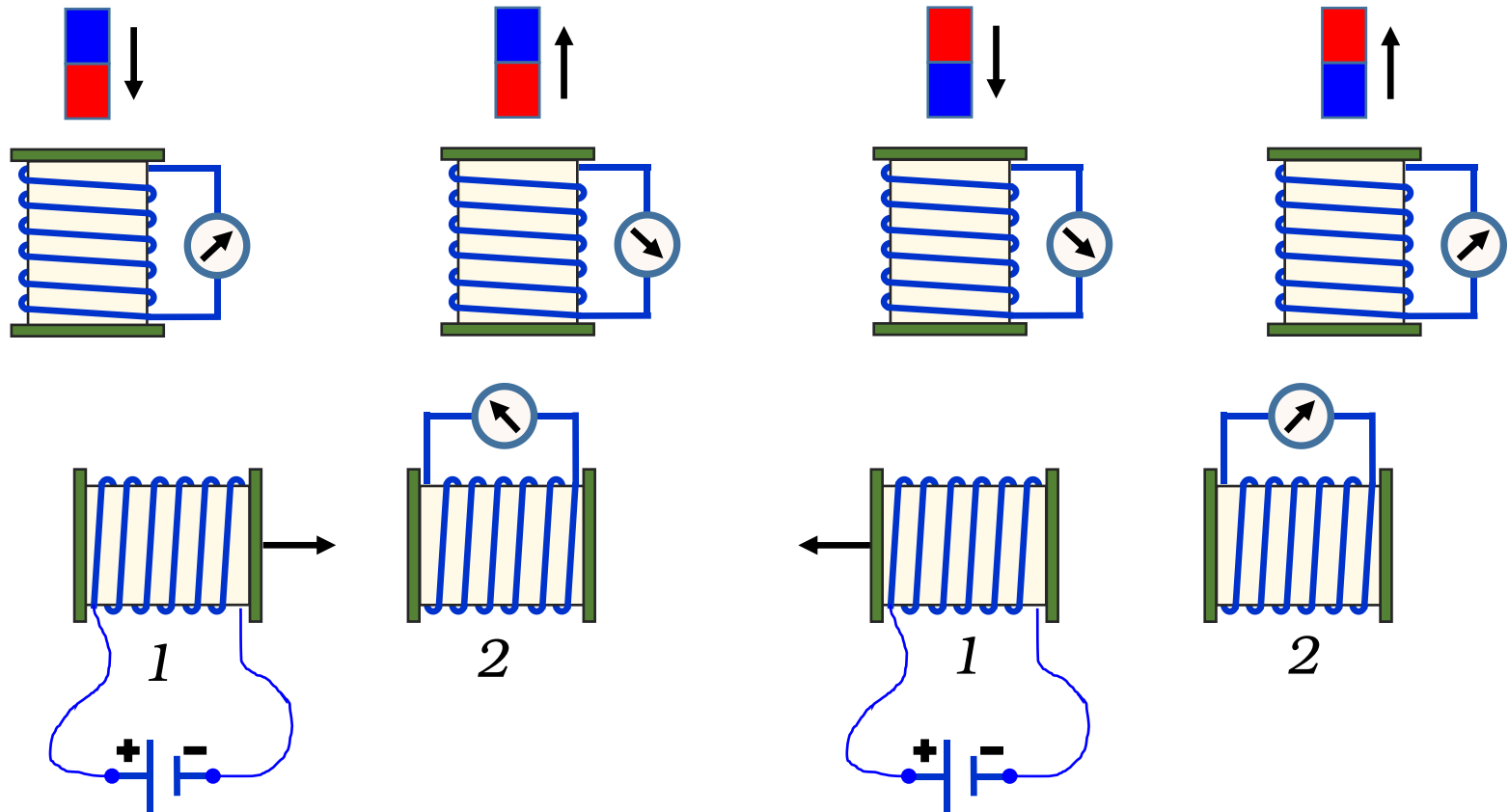
❖ Động cơ điện

- Cặp lực từ tác dụng lên khung dây dẫn; Động cơ điện



Hiện tượng cảm ứng điện từ

❖ Thí nghiệm Faraday



- Khi nam châm (ống dây có dòng điện) chuyển động có dòng điện xuất hiện chạy qua điện kế

Hiện tượng cảm ứng điện từ

❖ Nhận xét

- Nam châm dịch chuyển, ống dây có dòng điện dịch chuyển.
- Thay đổi dòng điện hoặc dịch chuyển lõi sắt thì từ thông qua ống dây 1 biến thiên. Ngoài ra không còn một biết đổi nào khác trong ống dây 1.
- Đảo chiều của nam châm hay ống dây thì kim điện kế dịch chuyển theo hướng ngược lại.
- Độ lệch của kim điện kế phụ thuộc vào tốc độ di chuyển của các thanh nam châm và ống dây 1.
- Mọi sự dịch chuyển đều dẫn đến sự thay đổi của từ thông gửi qua ống dây.

Hiện tượng cảm ứng điện từ

❖ Kết luận của Faraday

- Sự biến đổi của từ thông gửi qua mạch kín là nguyên nhân sinh ra dòng điện cảm ứng trong mạch đó
- Dòng điện cảm ứng chỉ tồn tại khi từ thông gửi qua mạch kín thay đổi
- Cường độ của dòng điện cảm ứng tỉ lệ thuận với tốc độ biến đổi của từ thông gửi qua mạch

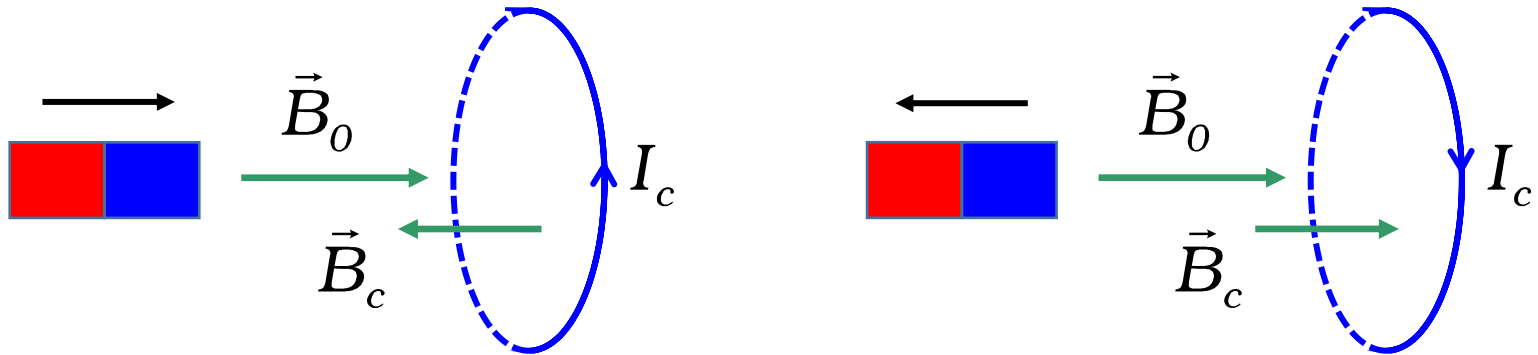
❖ Khái niệm

- Vậy “hiện tượng cảm ứng điện từ là hiện tượng xuất hiện suất điện động cảm ứng trong một mạch điện khi từ thông qua mạch đó biến thiên”.

Hiện tượng cảm ứng điện từ

❖ Định luật Lens

- “Dòng điện cảm ứng phải có chiều sao cho từ trường mà nó sinh ra có tác dụng chống lại nguyên nhân sinh ra nó”.
- Nếu từ thông qua mạch kín tăng thì từ trường cảm ứng ngược chiều với từ trường gây ra nó.
- Nếu từ thông qua mạch kín giảm thì từ trường cảm ứng cùng chiều với từ trường gây ra nó.



Hiện tượng cảm ứng điện từ

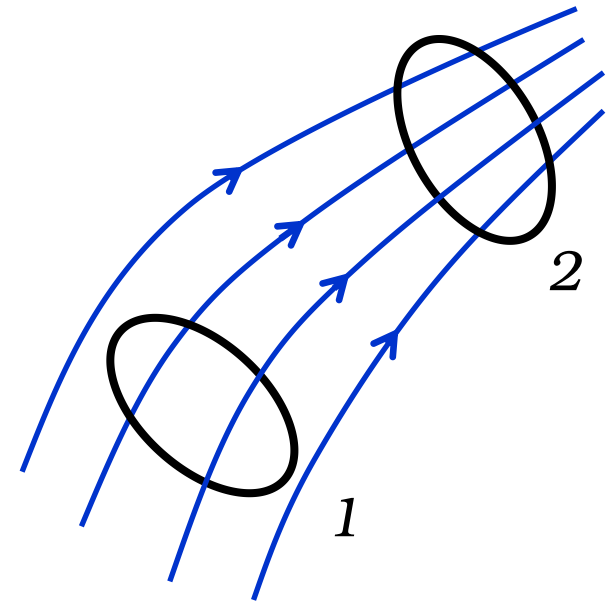
❖ Suất điện động cảm ứng

- Giả sử có một vòng dây dẫn kín dịch chuyển trong một từ trường không đều sao cho từ thông qua vòng dây thay đổi gây ra một suất điện động cảm ứng trong vòng dây.
- Gọi dA là công của lực từ tác dụng lên vòng dây trong khoảng thời gian dt , khi đó

$$dA = I_c d\Phi_M$$

- Theo định luật Lenz công của lực từ cản trở sự dịch chuyển của vòng dây cho nên để dịch chuyển vòng dây ta cần phải tốn một công dA' bằng công dA về trị số.

$$dA' = -dA = -I_c d\Phi_M$$



Hiện tượng cảm ứng điện từ

❖ Suất điện động cảm ứng

- Mặt khác theo định luật bảo toàn năng lượng, công cơ học dA' được chuyển thành năng lượng của dòng cảm ứng. Nếu gọi ξ_c là suất điện động cảm ứng thì năng lượng của dòng cảm ứng sinh ra trong khoảng thời gian dt là:

$$dE_c = \xi_c I_c dt = dA'$$

- Vậy

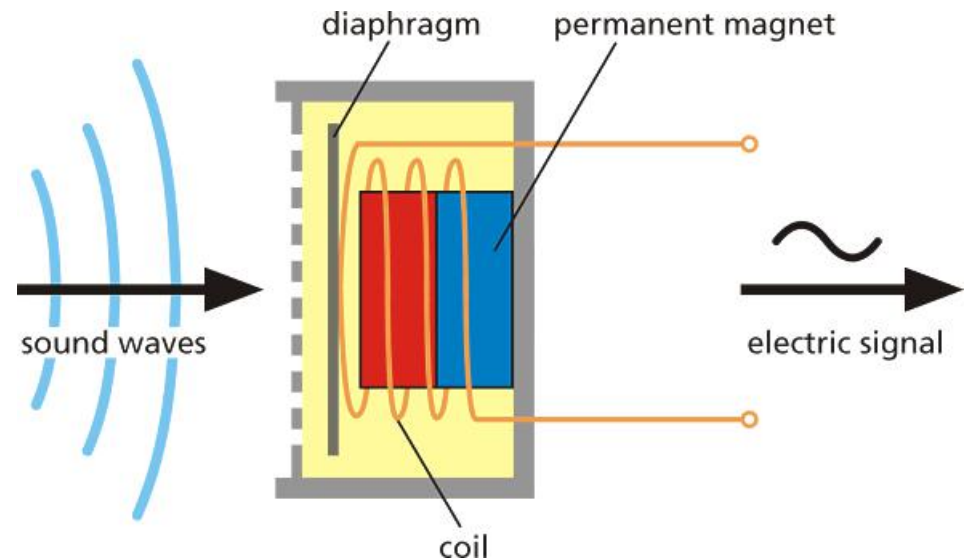
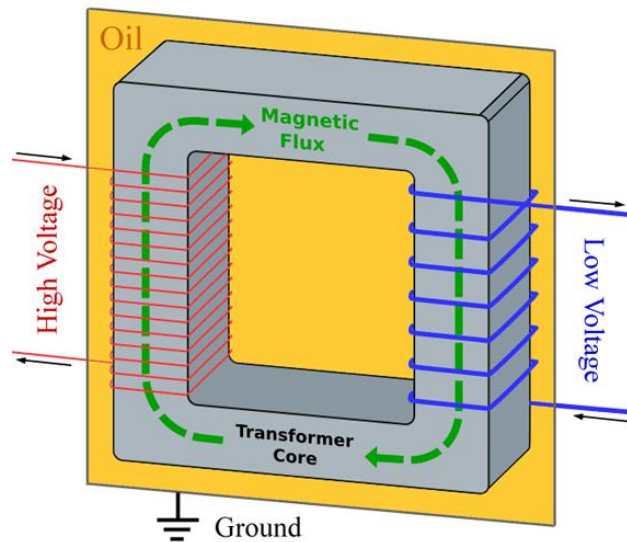
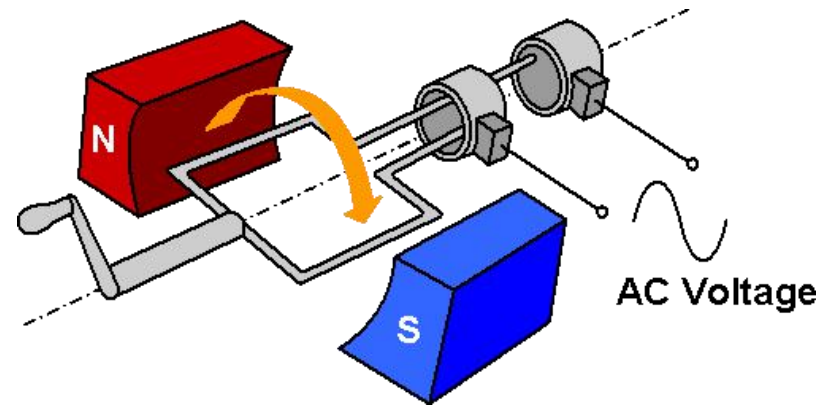
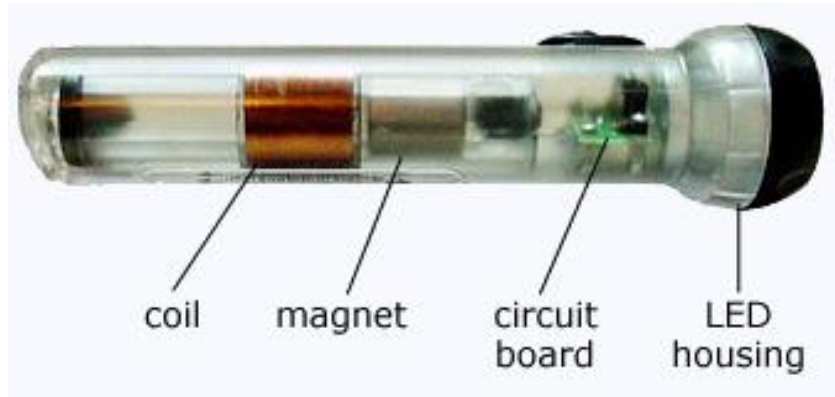
$$dA' = -dA \Leftrightarrow \xi_c I_c dt = -I_c \cdot d\Phi_M$$

- “Suất điện động cảm ứng luôn bằng về trị số nhưng trái dấu với tốc độ biến thiên của từ thông gửi qua diện tích của mạch điện”.

$$\Rightarrow \xi_c = -\frac{d\Phi_M}{dt}$$

Hiện tượng cảm ứng điện từ

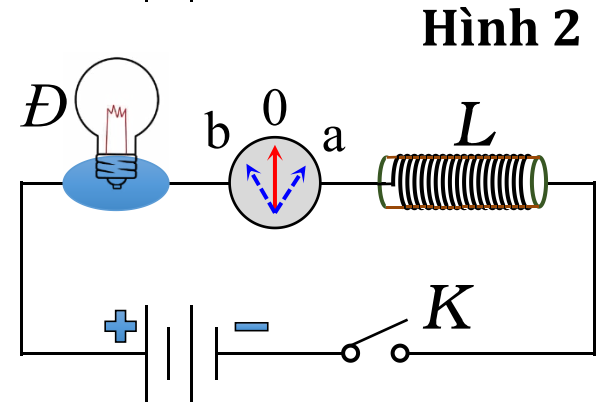
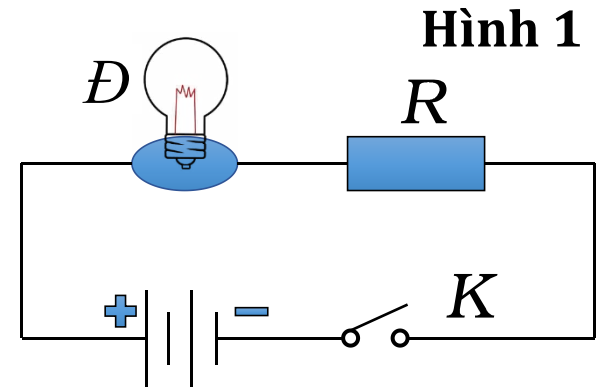
❖ Một vài ứng dụng



Hiện tượng tự cảm

❖ Thí nghiệm

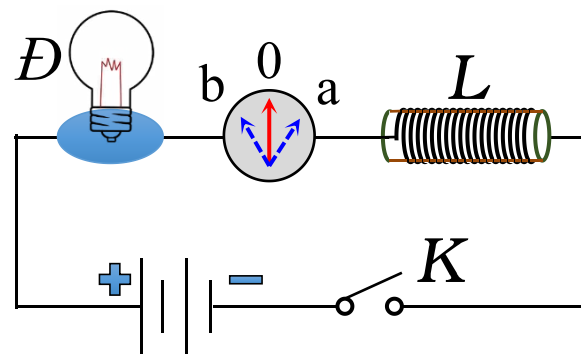
- Mạch điện 1: Đèn sáng tối bình thường khi đóng ngắt khóa K
- Mạch điện 2: Đóng khóa K đèn sáng từ từ, ngắt khóa K đèn tắt từ từ. Khi đóng khóa K kim điện kế lệch về a, khi ngắt khóa K kim điện kế lệch về b trước khi quay trở lại vị trí cân bằng 0
- Kết luận: Rõ ràng khi ngắt khóa K đã có một dòng điện xuất hiện trong mạch làm đèn vụt tắt và làm kim điện kế lệch về vị trí b trước khi quay trở về 0



Hiện tượng tự cảm

❖ Giải thích

- Bật khóa K, i tăng $\Rightarrow \Phi_m$ gửi qua ống dây L tăng \Rightarrow xuất hiện dòng điện tự cảm i_c trong mạch có chiều chống lại việc tăng i \Rightarrow cuộn cảm L tích trữ một phần năng lượng dưới dạng năng lượng từ trường làm đèn sáng từ từ.
- Ngắt khóa K, i giảm $\Rightarrow \Phi_m$ gửi qua ống dây L giảm \Rightarrow xuất hiện dòng điện tự cảm i_c trong mạch có chiều chống lại việc giảm i \Rightarrow cuộn L giải phóng năng lượng tích trữ làm đèn tắt từ từ.



Hiện tượng tự cảm

❖ Định nghĩa

- Hiện tượng tự cảm là hiện tượng xuất hiện dòng điện cảm ứng do chính sự thay đổi của dòng điện đang chạy trong mạch gây ra

❖ Suất điện động tự cảm

$$\xi_{tc} = -\frac{d\Phi_M}{dt}; \text{ mà } \Phi_M \propto i$$

$$\Phi_M = Li \Rightarrow \xi_{tc} = -L \frac{di}{dt}$$

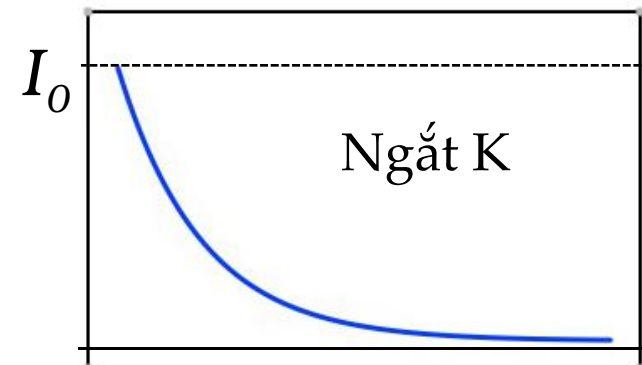
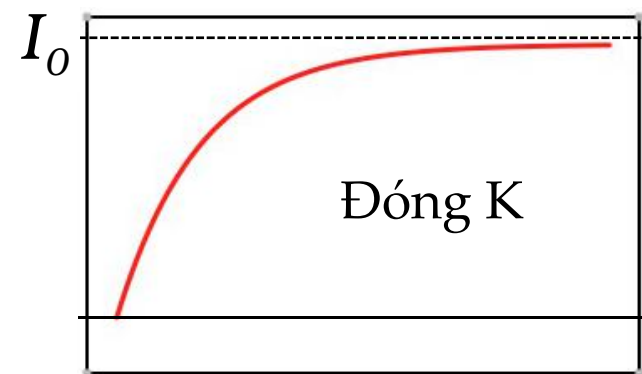
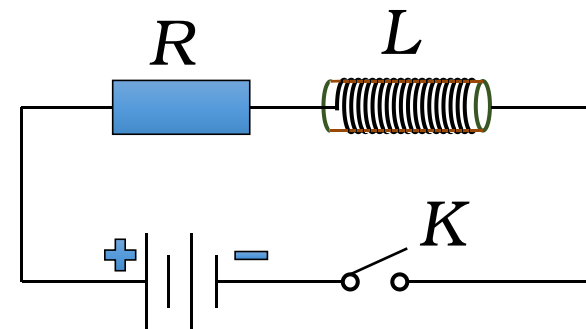
L là hệ số tự cảm của ống dây, đơn vị *henri* (H)

- “Trong mạch điện đứng yên và không thay đổi hình dạng, suất điện động tự cảm luôn tỉ lệ thuận nhưng trái dấu với tốc độ biến thiên cường độ dòng điện trong mạch”.

Năng lượng từ trường

❖ Năng lượng của ống dây (cuộn cảm)

- Đóng khóa K dòng điện tăng từ từ do xuất hiện dòng điện tự cảm trong mạch, dòng điện này ngược chiều với dòng điện do nguồn phát ra. Nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở R nhỏ hơn $I_0^2 R t$.
- Ngắt khóa K, dòng điện giảm từ từ \Rightarrow có một năng lượng dự trữ ở đâu đó được giải phóng ra làm tỏa nhiệt trên điện trở R dù mạch hở.



Năng lượng từ trường

❖ Năng lượng của ống dây (cuộn cảm)

- Áp dụng định luật Ohm

$$\varepsilon + \varepsilon_{tc} = iR; \varepsilon_{tc} = -L \frac{di}{dt}$$

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

- Nhân hai vế với idt

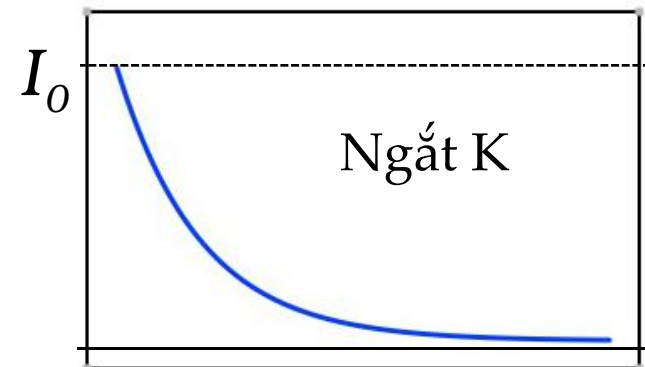
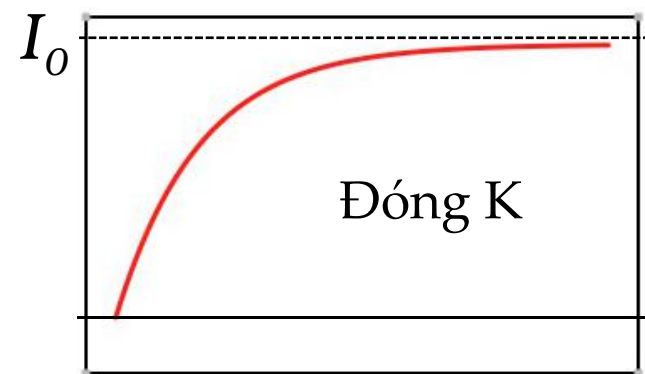
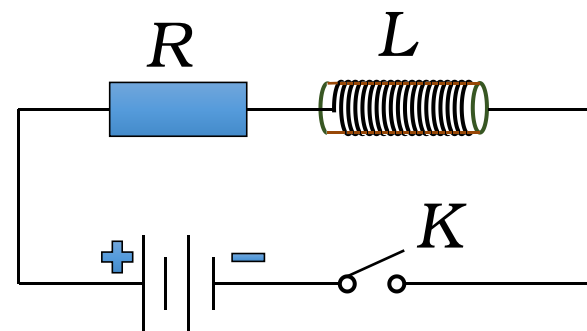
$$\varepsilon idt - Lidi = i^2 Rdt$$

- \Rightarrow Năng lượng từ trường

$$dW_m = -Lidi$$

- Trong cả quá trình

$$W_m = \int dW_m = - \int_0^{I_0} Lidi = \frac{1}{2} LI^2$$



Năng lượng từ trường

❖ Năng lượng từ trường

- Năng lượng từ trường

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

- Năng lượng này tồn tại trong khoảng không gian có từ trường (tức là chỉ tồn tại trong thể tích của ống dây)
- Mật độ năng lượng từ trường

$$\omega_m = \frac{W_m}{V} = \frac{1}{2} Li^2 \cdot \frac{1}{\ell \cdot S} = \frac{1}{2} \left(\mu_0 \mu \frac{n^2 S}{\ell} \right) i^2 \cdot \frac{1}{\ell \cdot S} = \frac{1}{2} \mu_0 \mu \frac{n^2}{\ell^2} i^2$$

$$B = \mu_0 \mu \frac{n}{\ell} i \Rightarrow \omega_m = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0 \mu}$$

Năng lượng từ trường

❖ Năng lượng từ trường

- Từ trường mang năng lượng.
- Năng lượng từ trường định xứ trong khoảng không gian có từ trường (khoảng không gian giới hạn bởi thể tích của ống dây)
- Mật độ năng lượng từ trường

$$w_m = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0 \mu}$$

- Biểu thức này áp dụng cho một từ trường bất kỳ.



HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM
VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

Hết Chương 10

Nguyễn Tiến Hiến - Bộ môn Vật lý

Email: nguyentienhien@vnua.edu.vn

Webpage: <http://fita.vnua.edu.vn/nthien/>