

CHƯƠNG IV: TỪ TRƯỜNG.

Phần I: LÝ THUYẾT

I. TƯƠNG TÁC TỪ

- Các tương tác giữa nam châm - nam châm; nam châm – dòng điện; dòng điện – dòng điện có cùng bản chất và được gọi là tương tác từ
- Tương tác từ chỉ xảy ra giữa các hạt mang điện chuyển động và không liên quan đến điện trường của các điện tích

II. TỪ TRƯỜNG

1. Định nghĩa: Từ trường là một dạng vật chất tồn tại xung quanh điện tích hay một dòng điện (nói chính xác hơn là xung quanh các hạt mang điện chuyển động)

- ❖ Đặc trưng cơ bản của từ trường: tác dụng lực từ lên nam châm hay một dòng điện khác đặt trong nó
- ❖ Quy ước : Hướng của từ trường tại một điểm là hướng Nam - Bắc của kim nam châm cân bằng tại điểm đó

2. Vecto cảm ứng từ $\vec{B}$: Đặc trưng của từ trường là cảm ứng từ ký hiệu là $\vec{B}$ đơn vị của cảm ứng từ là T (Tesla)

a) **Định nghĩa** : *Cảm ứng từ tại một điểm trong từ trường là đại lượng đặc trưng cho sự mạnh yếu của từ trường và được đo bằng thương số giữa lực từ F tác dụng lên một dây dẫn mang dòng điện đặt vuông góc với đường cảm ứng từ tại điểm đó và tích cường độ dòng điện I và chiều dài l đoạn dây dẫn đó*

$$B = \frac{F}{Il}$$

b) **Vecto cảm ứng từ** $\vec{B}$ có:

- *Điểm đặt*: tại điểm đang xét
- *Phương*: tiếp tuyến với đường sức từ tại điểm ta xét
- *Chiều*: trùng với chiều của từ trường tại điểm đó (vào cực nam ra cực bắc của nam châm thử)

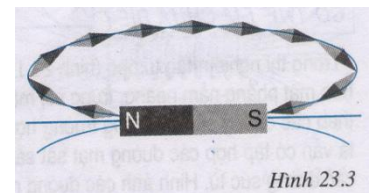
– *Độ lớn*: $B = \frac{F}{Il}$

3. Đường sức từ :

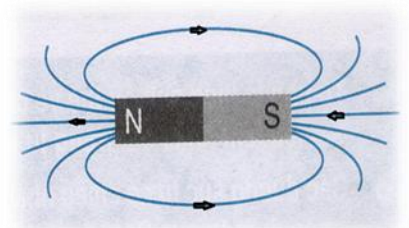
a. Đ/N : đường sức từ là những đường vẽ trong không gian có từ trường sao cho tiếp tuyến tại mỗi điểm có hướng trùng với hướng của của từ trường tại điểm đó.

b. Tính chất :

- Qua mỗi điểm trong không gian chỉ vẽ được một đường sức từ
- Các đường sức từ là những đường cong khép kín hoặc vô hạn ở 2 đầu



Hình 23.3



- Chiều của đường sức từ tuân theo những quy tắc xác định (quy tắc nắm tay phải , quy tắc đinh ốc...)
- Quy ước : Vẽ các đường cảm ứng từ sao cho chỗ nào từ trường mạnh thì các đường sức dày và chỗ nào từ trường yếu thì các đường sức từ thưa .

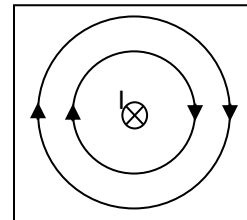
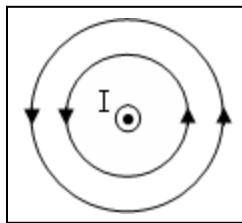
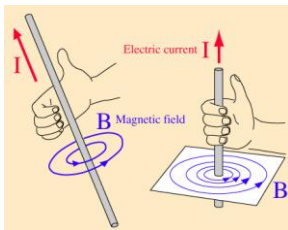
4. **Từ trường đều:** là từ trường mà đặc tính của nó giống nhau tại mọi điểm; các đường sức từ là những đường thẳng song song, cùng chiều và cách đều.

III. TỪ TRƯỜNG CỦA DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC TRƯỜNG HỢP ĐẶC BIỆT

2.1 Từ trường của dòng điện thẳng dài:

a. Đường sức từ

- Hình dạng: Đường sức từ là những đường tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với dòng điện và có tâm nằm trên dòng điện
- Chiều : xác định bởi quy tắc nắm tay phải
- **Quy tắc nắm bàn tay phải :** Dùng bàn tay phải nắm lấy dây dẫn sao cho ngón cái chỉ theo chiều dòng điện , khi đó các ngón kia khum lại cho ta chiều của đường sức từ (chiều của từ trường $\vec{B}$)



**Dòng điện thẳng có chiều
hướng về phía trước mp h vẽ**

**Dòng điện thẳng có chiều
hướng về phía sau mp h vẽ**

b. Vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$:

- **Điểm đặt** : tại điểm đang xét
- **Phương** : tiếp tuyến với đường sức từ tại điểm ta xét
- **Chiều** : theo quy tắc bàn tay phải

- **Độ lớn** : $B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r}$ Trong môi trường có độ từ thẩm μ thì : $B = 2 \cdot 10^{-7} \mu \frac{I}{r}$

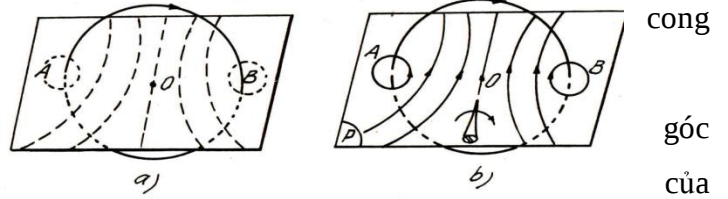
Trong đó:

- I : Cường độ dòng điện chạy trong dây dẫn (A)
- r : Khoảng cách từ điểm khảo sát đến dòng điện (m)
- B : Cảm ứng từ (T: Tesla)

2. Từ trường của dòng điện tròn:

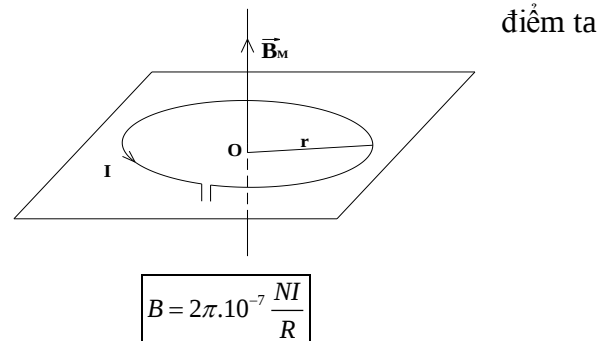
a. Đường sức từ

- **Hình dạng:** Các đường sức từ là những đường xuyên qua lòng khung dây, nằm trong mặt phẳng chứa tâm O của khung dây và vuông với mặt phẳng khung dây. Càng gần tâm O khung độ cong các đường sức từ càng giảm. **Đường sức từ qua tâm O của khung là đường thẳng**
- **Chiều của các đường sức từ trong dòng điện tròn:**
 - o Được xác định theo quy tắc bàn tay phải: **“Dùng bàn tay phải ôm lấy khung dây, chiều cong của các ngón tay theo chiều dòng điện. Khi đó ngón cái choãi ra 90° chỉ chiều của đường sức từ”**
 - o Hoặc có chiều đi vào mặt Nam và đi ra mặt Bắc của dòng điện tròn ấy
- Quy ước:
 - + Mặt Nam của dòng điện tròn là mặt khi nhìn vào dòng điện ta thấy dòng điện chạy theo chiều kim đồng hồ
 - + Mặt Bắc của dòng điện tròn là mặt khi nhìn vào dòng điện ta thấy dòng điện chạy ngược chiều kim đồng hồ



b. Vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$:

- **Điểm đặt** : tại điểm đang xét
- **Phương** : tiếp tuyến với đường sức từ tại xét
- **Chiều** : theo quy tắc nắm bàn tay phải
- **Độ lớn** : $B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{I}{R}$



Nếu khung có N vòng dây giống nhau thì:

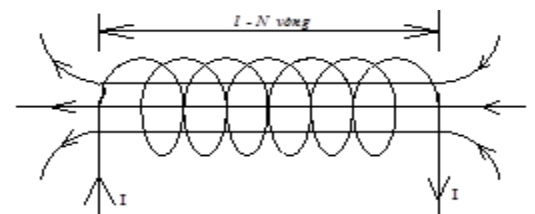
Trong đó:

- o I : Cường độ dòng điện chạy trong dây dẫn (A)
- o R : Khoảng cách từ điểm khảo sát đến dòng điện (m)
- o B : Cảm ứng từ (T: Tesla)

3. Từ trường của dòng điện trong ống dây:

a. Đường sức từ

- ❖ **Hình dạng:** Bên trong ống dây đường sức từ là những đường thẳng song song, cách đều nhau (nếu chiều dài $l \gg$ đường kính d của ống dây thì từ trường trong ống dây là từ trường đều)
- ❖ **Chiều:** xác định theo quy tắc bàn tay phải



“Dùng bàn tay phải ôm lấy khung dây, chiều cong của các ngón tay theo chiều dòng điện. Khi đó ngón cái choãi ra 90° chỉ chiều của đường sức từ ”

b. Vecto cảm ứng từ $\vec{B}$:

- Phương : song song với trục ống dây.
- Chiều : theo quy tắc nắm bàn tay phải
- Độ lớn : $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} I = 4\pi \cdot 10^{-7} n \cdot I$

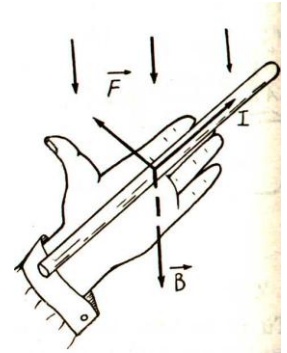
Trong đó:

- I : Cường độ dòng điện chạy trong dây dẫn (A)
- $n = \frac{N}{l}$: số vòng dây trên mỗi mét chiều dài
- N : số vòng dây
- l : Chiều dài ống dây (m)

IV. LỰC TỪ:

1. Lực từ: lực từ $\vec{F}$ tác dụng lên một đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đều có:

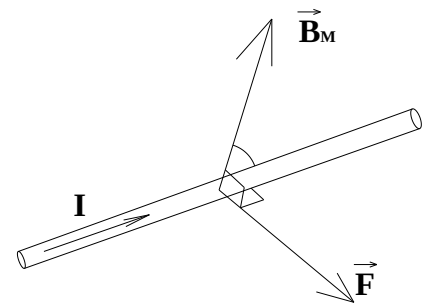
- Điểm đặt: tại trung điểm của dòng điện
- Phương: $\perp$ với dòng điện I và $\perp$ với đường sức từ tức $\perp$ với mp($I, \vec{B}$)
- Chiều : được xác định theo quy tắc bàn tay trái



Quy tắc bàn tay trái: Để bàn tay trái mở rộng sao cho từ trường hướng vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến ngón tay là chiều dòng điện, khi đó ngón cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực từ

- Độ lớn: $F = IB l \sin \alpha$

Trong đó $\begin{cases} I: & \text{Cường độ dòng điện (A)} \\ B: & \text{Cảm ứng từ (T)} \\ l: & \text{Chiều dài dây dẫn (m)} \\ \alpha: & \text{Góc hợp bởi } \vec{B} \text{ và } \vec{l} \\ F: & \end{cases}$



2. Lực Lorentz (Lo-ren-xơ): lực từ tác dụng lên điện tích chuyển động

Khi một điện tích chuyển động trong từ trường, nó sẽ chịu tác dụng của lực từ gọi là lực Lorentz

Lực Lorentz có:

- Điểm đặt : trên điện tích
- Phương : $\perp$ mp ($\vec{v}, \vec{B}$)
- Chiều : Xác định theo quy tắc bàn tay trái

- ❖ Quy tắc bàn tay trái: đặt bàn tay trái duỗi thẳng để cho các đường cảm ứng từ xuyên vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến ngón tay trùng với chiều của vectơ vận tốc của điện tích, khi đó ngón tay cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực Lorentz nếu hạt mang điện dương và chiều ngược lại nếu hạt mang điện âm

– **Độ lớn** : $f_L = |q|vB \sin \alpha$

- q : điện tích của hạt (C)
- v : vận tốc của hạt (m/s)
- B : cảm ứng từ (T)
- $\alpha = (\vec{v}, \vec{B})$
- f_L : lực Lorentz (N)

Phần II: BÀI TẬP

Dạng I: XÁC ĐỊNH VECTO CẢM ỨNG TỪ TẠI MỘT ĐIỂM DO DÒNG ĐIỆN GÂY RA

Phương pháp :

1. Trường hợp chỉ có một dòng điện:

- Xác định điểm đặt, phương chiều, độ lớn của vectơ cảm ứng từ tại điểm khảo sát

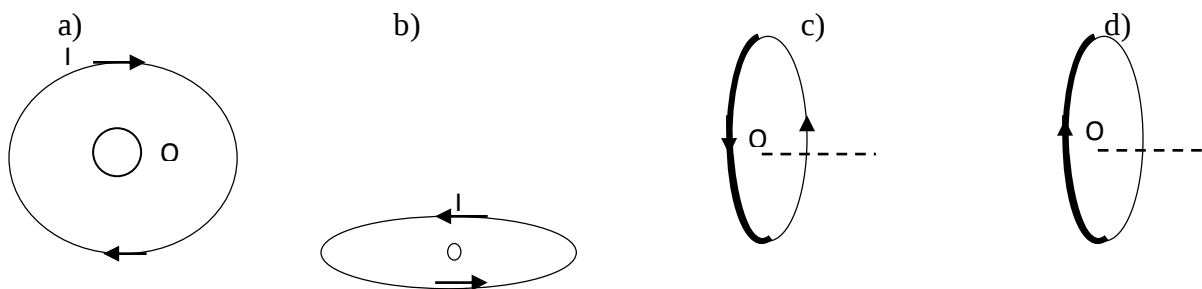
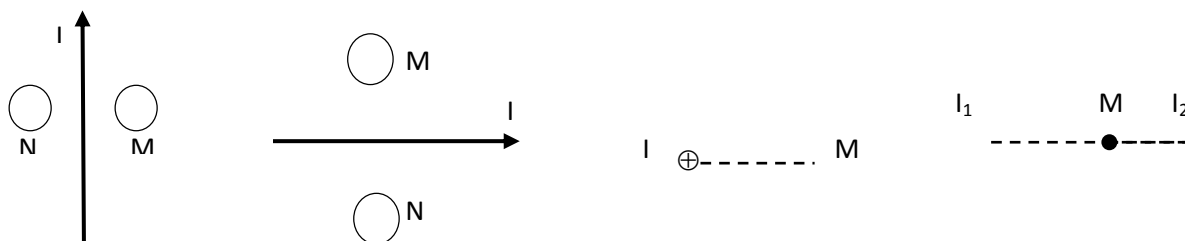
2. Trường hợp có nhiều dòng điện:

- Xác định điểm đặt, phương chiều, độ lớn của các vectơ cảm ứng từ thành phần $\vec{B}_1, \vec{B}_2 \dots$
- Vectơ cảm ứng từ tại điểm khảo sát là : $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots$

(nguyên lý chồng chất từ trường)

TỰ LUẬN

Câu 1. Biết chiều dòng điện chạy trong dây dẫn có chiều như hình vẽ. Xác định vectơ cảm ứng từ



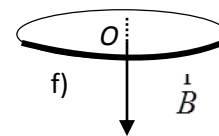
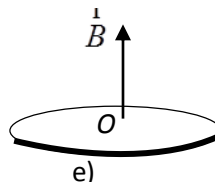
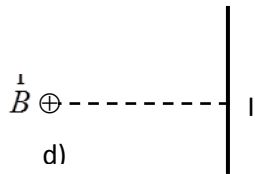
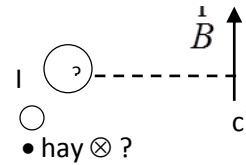
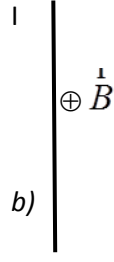
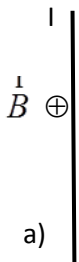
e)

f)

g)

h)

Câu 2. Biết chiều vectơ cảm ứng từ như hình vẽ. Xác định chiều dòng điện



Câu 3. Một dây dẫn thẳng dài có dòng điện cường độ $I = 0.5A$ đặt trong không khí

a. Tính cảm ứng từ tại M cách dây 4cm

b. Cảm ứng từ tại N có độ lớn $10^{-6}T$. Xác định khoảng cách từ dây dẫn tới N

Câu 4. Dòng điện $I = 1 (A)$ chạy trong dây dẫn thẳng dài. Cảm ứng từ tại điểm M cách dây dẫn 10 (cm) có độ lớn bằng bao nhiêu?

Câu 5. Một dòng điện có cường độ $I = 5 (A)$ chạy trong một dây dẫn thẳng, dài. Cảm ứng từ do dòng điện này gây ra tại điểm M có độ lớn $B = 4.10^{-5} (T)$. Điểm M cách dây một khoảng bao nhiêu?

Câu 6. Một dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng, dài. Tại điểm A cách dây 10 (cm) cảm ứng từ do dòng điện gây ra có độ lớn $2.10^{-5} (T)$. Tính cường độ dòng điện chạy trên dây.

Câu 7. Tại tâm của một dòng điện tròn cường độ 5 (A) cảm ứng từ đo được là $31,4.10^{-6}(T)$. Tính đường kính của dòng điện đó.

Câu 8. Một khung dây tròn bán kính $R = 30cm$ gồm 10 vòng dây giống nhau, cường độ dòng điện qua mỗi vòng dây là 0,3A. Xác định cảm ứng từ tại tâm khung dây

Câu 9. Một ống dây dài 50 (cm), cường độ dòng điện chạy qua mỗi vòng dây là 2 (A). cảm ứng từ bên trong ống dây có độ lớn $B = 25.10^{-4} (T)$. Tính số vòng dây của ống dây.

Câu 10. Một dây dẫn tròn bán kính $R = 5\text{cm}$, dòng điện chạy trong dây dẫn có cường độ 5A . xác định cảm ứng từ tại tâm O của dây dẫn

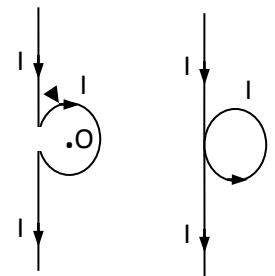
Câu 11. Hai dây dẫn dài song song với nhau, nằm cố định trong cùng một mặt phẳng, cách nhau $d = 16\text{cm}$. dòng điện trong 2 dây $I_1 = I_2 = 10\text{A}$. Tính cảm ứng từ tại những điểm nằm trong mặt phẳng trên và cách đều hai dây dẫn trong 2 trường hợp:

- Dòng điện trong 2 dây cùng chiều
- Dòng điện trong 2 dây ngược chiều

Câu 12. Hai dây dẫn thẳng song song dài vô hạn đặt cách nhau $d = 8\text{cm}$ trong không khí. Dòng điện trong hai dây là $I_1 = 10\text{A}$, $I_2 = 20\text{A}$ và ngược chiều nhau. Tìm cảm ứng từ tại:

- Tại M cách mỗi dây 4cm
- Tại N cách dây I_1 8cm , cách I_2 16cm

Câu 23. Một dây dẫn dài được căng thẳng, trong đó có một đoạn nhỏ ở giữa dây được uốn thành một vòng tròn có bán kính $1,5\text{cm}$. Cho dòng điện có cường độ $I = 3\text{A}$ chạy trong dây dẫn. Xác định vectơ cảm ứng từ tại tâm O của vòng tròn trong hai trường hợp :



- Vòng tròn được uốn như hình (a)
- Vòng tròn được uốn như hình (b) trong đó chỗ bắt chéo hai đoạn dây không nối với nhau.

Dạng III: XÁC ĐỊNH LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN ĐIỆN TÍCH CHUYỂN ĐỘNG - LỰC LORENZT (LO-REN-XƠ)

Phương pháp :

Lực Lo-ren-xơ có:

- **Điểm đặt** : trên điện tích
- **Phương** : $\perp \text{mp } (\vec{v}, \vec{B})$
- **Chiều** : Theo quy tắc bàn tay trái
- **Độ lớn** : độ lớn $f_L = |q|vB\sin\alpha$
 - q : điện tích của hạt (C)
 - v : vận tốc của hạt (m/s)
 - $\alpha = (\vec{v}, \vec{B})$
 - B : cảm ứng từ (T)
 - f_L : lực lo-ren-xơ (N)
- **Nếu chỉ có lực Lorentz tác dụng lên hạt và $\alpha = (\vec{v}, \vec{B}) = 90^\circ$** thì hạt chuyển động tròn đều. Khi vật chuyển động tròn đều thì lực Lorentz đóng vai trò là lực hướng

tâm.

Bán kính quỹ đạo :
$$R = \frac{mv}{|q|B}$$

- Câu 1.** Một electron bay vào không gian có từ trường đều có cảm ứng từ $B=0,2(T)$ với vận tốc ban đầu $v_0 = 2.10^5$ (m/s) vuông góc với $\vec{B}$. Tính lực Lorenxơ tác dụng vào electron.
- Câu 2.** Một hạt proton chuyển động với vận tốc 2.10^6 (m/s) vào vùng không gian có từ trường đều $B = 0,02$ (T) theo hướng hợp với vectơ cảm ứng từ một góc 30^0 . Biết điện tích của hạt proton là $1,6.10^{-19}$ (C). Tính lực Lorenxơ tác dụng lên proton.
- Câu 3.** Một hạt mang điện tích $q = 3,2.10^{-19}C$ bay vào từ trường đều, cảm ứng từ $B = 0,5T$. Lúc lọt vào trong từ trường vận tốc hạt là $v = 10^6m/s$ và vuông góc với $\vec{B}$. Tính lực Lorenxơ tác dụng lên hạt đó.
- Câu 4.** Một electron bay vào trong từ trường đều, cảm ứng từ $B = 1,2T$. Lúc lọt vào từ trường, vận tốc của hạt là $v_0 = 10^7m/s$ và vectơ $\vec{v}_0$ làm thành với $\vec{B}$ một góc $= 30^0$. Tính lực Lorenxơ tác dụng lên electron đó.
- Câu 5.** Một hạt có điện tích $q = 3,2.10^{-19}C$ bay vào vùng có từ trường đều với $\vec{v} \perp \vec{B}$, với $v = 2.10^6m/s$, từ trường $B = 0,2T$. Lực lorenxơ tác dụng vào hạt điện có độ lớn ?
- Câu 6.** Một hạt mang điện tích $q = 4.10^{-10}C$ chuyển động với vận tốc $v = 2.10^5$ m/s trong từ trường đều. Mặt phẳng quỹ đạo của hạt vuông góc với vectơ cảm ứng từ . Lực Lorentz tác dụng lên hạt đó có giá trị $4.10^{-5}N$. Tính cảm ứng từ B của từ trường.

CHƯƠNG V: CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

Phần I: Lý thuyết

Chủ đề 1: HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ. SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG

I. Từ thông

Từ thông qua khung dây kín diện tích S đặt trong từ trường đều $\vec{B}$ có độ lớn: $\Phi = BS \cos \alpha$

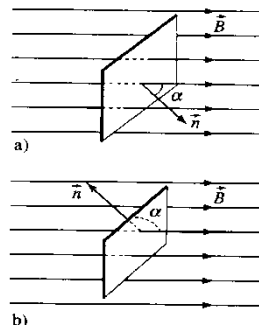
Nếu khung có N vòng dây : $\Phi = NBS \cos \alpha$

Trong đó

1. B : cảm ứng từ (T)
2. S : diện tích khung dây (m^2)
3. Φ : từ thông (Wb) “Vêbe”; $1Wb = 1 T.m^2$
4. $\alpha = (\vec{B}, \vec{n})$; $\vec{n}$: vectơ pháp tuyến của khung dây

❖ Nhận xét:

- $\alpha = 0 : \vec{B} \perp (S) \rightarrow \Phi = \Phi_{\max} = BS$
- $0 < \alpha < 90^0 \rightarrow \cos \alpha > 0 \rightarrow \Phi > 0$



- $\alpha = 90^\circ : \vec{B} // (\vec{h}) \rightarrow \Phi = 0$
- $90^\circ < \alpha < 180^\circ \rightarrow \cos \alpha < 0 \rightarrow \Phi < 0$

→ **Từ thông là một đại lượng vô hướng có thể dương, âm hoặc bằng 0 (dấu của từ thông phụ thuộc vào việc ta chọn chiều của $\vec{h}$)**

- Giá trị $\Phi \sim$ với số đường sức xuyên qua diện tích S
- Nếu khung dây đặt $\perp$ với đường sức từ thì $|\Phi| =$ số đường sức từ xuyên qua diện tích S của khung dây

→ **Ý nghĩa của từ thông: từ thông diễn tả số đường sức từ xuyên qua một diện tích nào đó**

II. Hiện tượng cảm ứng điện từ: là hiện tượng xuất hiện suất điện động cảm ứng (hay dòng điện cảm ứng) khi từ thông qua mạch kín biến thiên

1. Các cách làm từ thông biến thiên (thay đổi):

- Thay đổi cảm ứng từ $\vec{B}$: bằng cách thay đổi I hoặc cho nam châm chuyển động
- Thay đổi S : Bằng cách làm biến dạng khung dây
- Thay đổi góc $\alpha = (\vec{B}, \vec{h})$: bằng cách xoay khung dây

Kết quả của sự biến thiên từ thông → trong mạch xuất hiện dòng điện, gọi là dòng điện cảm ứng

2. Định luật cảm ứng điện từ:

”Khi có sự biến thiên từ thông qua diện tích giới hạn bởi một mạch điện kín thì trong mạch xuất hiện dòng điện cảm ứng”

Thời gian tồn tại dòng điện cảm ứng cũng là thời gian có sự biến thiên từ thông

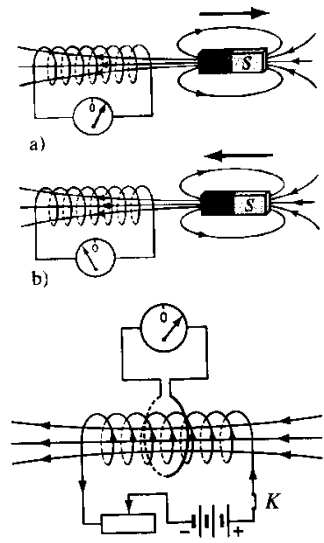
3. Chiều của dòng điện cảm ứng – định luật Lenz:

“Dòng điện cảm ứng trong một đoạn mạch điện kín có chiều sao cho từ trường mà nó sinh ra có tác dụng chống lại **nguyên nhân sinh ra nó** (đó là sự biến thiên của từ thông qua mạch)”

- Nếu $\Phi_{tổng} \rightarrow \vec{B}_c \uparrow \downarrow \vec{B}$

- Nếu $\Phi_{giảm} \rightarrow \vec{B}_c \uparrow \uparrow \vec{B}$

($\vec{B}$ là từ trường ban đầu; $\vec{B}_c$ là từ trường cảm ứng)



III. Suất điện động cảm ứng

Trong mạch điện kín có dòng điện thì phải tồn tại suất điện động. ta gọi suất điện động sinh ra do dòng điện cảm ứng gọi là suất điện động cảm ứng

1. Trường hợp tổng quát:

$$e_c = -k \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \text{ (dấu trừ “-” biểu diễn định luật Lenz)}$$

Độ lớn:
$$e_C = k \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$$

Trong hệ SI, $k = 1$. Suy ra: $e_C = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$; độ lớn: $e_C = k \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$

- $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$: độ biến thiên từ thông
- Δt : thời gian xảy ra biến thiên từ thông
- $\left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$: Tốc độ biến thiên từ thông
- e_C : Suất điện động cảm ứng (V)

Trong trường hợp mạch điện là một khung dây có N vòng dây thì: $e_C = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$; trong đó Φ là từ thông qua diện tích giới hạn một vòng dây

IV. DÒNG ĐIỆN FU – CÔ (Foucault)

Dòng điện Fu – Cô là dòng điện cảm ứng sinh ra ở trong **khối vật dẫn** (như khối kim loại chẳng hạn) khi những khối này chuyển động trong một từ trường hoặc đặt trong một từ trường biến thiên theo thời gian.

Đặc tính của dòng điện Fu – Cô là tính chất xoáy. Nghĩa là các đường dòng của dòng Fu- cô là những đường cong khép kín trong khối vật dẫn. Vì vậy, để giảm tác hại của dòng Fu-Cô người ta thay các khối vật rắn bằng những tấm kim loại có xẻ rãnh (để cắt đứt dòng Fu-cô)

Dòng điện Fu – Cô gây ra hiệu ứng tỏa nhiệt Joule trong các lõi động cơ, máy biến áp...

Do tác dụng của dòng Fu – Cô, mọi khối kim loại chuyển động trong từ trường đều chịu tác dụng của lực hãm điện từ