

HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP ĐỊNH HƯỚNG TUẦN 6 - 7 - 8 - 9

**DẠNG TOÁN: XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ TỪ TRƯỜNG H VÀ CẢM ỨNG TỪ B**

**1. Nhận xét:**

- Cảm ứng từ gây bởi một đoạn dòng điện thẳng:

$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{4\pi R} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2) = \frac{\mu_0 \mu I}{4\pi R} (\sin\varphi_1 + \sin\varphi_2)$$

- Dài vô hạn:  $\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{\pi}{2}$  nên:

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

- Cảm ứng từ gây bởi dòng điện tròn:

$$B_x = \frac{\mu_0 \mu I S}{2\pi(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

- Cảm ứng từ trong lòng ống dây:

$$B = \mu_0 \mu n I$$

- Cảm ứng từ bên trong cuộn dây điện hình xuyên:

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

- Các công thức liên quan tới cường độ từ trường có thể dễ dàng suy ra từ mối liên hệ giữa H và B:

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

- Định lý Ampe về lưu số của từ trường:

$$\oint_{(c)} \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_{i=1} I_i$$

$$\oint_{(c)} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \mu \sum_{i=1} I_i$$

Trong đó chiều + của I được xác định bằng qui tắc bàn tay phải: "Uốn cong các ngón tay phải theo chiều lấy tích phân dọc theo đường kín, ngón tay cái choãi ra sẽ cho chiều dòng điện đóng góp dương".

**2. Hướng giải:**

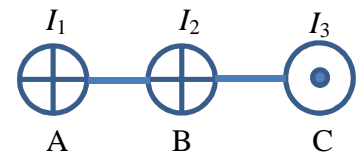
**Bước 1:** Xác định hình dạng của nguồn gây từ trường (chú ý một số trường hợp gần đúng vô hạn)

**Bước 2:** Lựa chọn công thức ứng với từng dạng của nguồn

**Bước 3:** Từ dữ kiện đề bài ta xác định đại lượng cần tìm (chú ý tới nguyên lý chồng chất điện trường)

**3. Bài tập minh họa:**

**Bài 4-4:** Hình vẽ biểu diễn tiết diện của ba dòng điện thẳng song song dài vô hạn. Cường độ các dòng điện lần lượt bằng:  $I_1 = I_2 = I$ ;  $I_3 = 2I$ . Biết  $AB = BC = 5\text{cm}$ . Tìm trên đoạn AC điểm có cường độ từ trường tổng hợp bằng không.



**Tóm tắt:**

Dòng điện thẳng:  $I_1 = I_2 = I$ ;  $I_3 = 2I$

$AB = BC = 5\text{cm}$ .

Xác định  $M \in AC / B_M = 0$

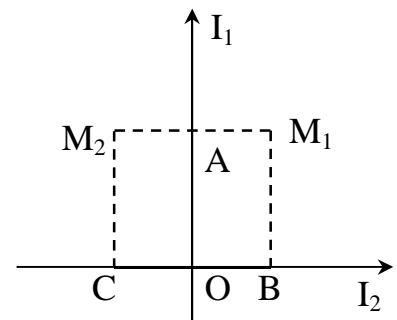
**Giải:**

- Đây là bài toán cường độ từ trường của dòng điện thẳng dài nên sẽ phải sử dụng các công thức liên quan tới dòng điện thẳng dài.
- Cường độ từ trường tại điểm M sẽ là tổng hợp của cường độ từ trường gây bởi 3 dòng điện.
- Dựa vào hình vẽ để phân tích vị trí điểm M ta thấy nếu M thuộc đoạn BC thì cường độ từ trường gây bởi ba dòng điện trên đều có cùng hướng xuống dưới → không thể triệt tiêu lẫn nhau → M thuộc đoạn AB (gọi  $AM = x$ ).
- Phân tích cường độ từ trường gây bởi từng dòng điện lên điểm M:
  - o Dòng  $I_1$ :
    - Phương: vuông góc với AC và nằm trong mặt phẳng hình vẽ
    - Chiều: hướng xuống dưới (xác định bằng quy tắc bàn tay phải)
    - Độ lớn:  $H_{1M} = \frac{I_1}{2\pi AM} = \frac{I}{2\pi x}$
  - o Dòng  $I_2$ :
    - Phương: vuông góc với AC và nằm trong mặt phẳng hình vẽ
    - Chiều: hướng lên trên
    - Độ lớn:  $H_{2M} = \frac{I_2}{2\pi BM} = \frac{I}{2\pi x(5-x)}$
  - o Dòng  $I_3$ :
    - Phương: vuông góc với AC và nằm trong mặt phẳng hình vẽ
    - Chiều: hướng xuống dưới
    - Độ lớn:  $H_{3M} = \frac{I_3}{2\pi BM} = \frac{2I}{2\pi x(10-x)}$
- Để cường độ từ trường tại M bằng không thì:  $H_{1M} - H_{2M} + H_{3M} = 0 \rightarrow x = 3,33 \text{ cm}$

**Bài 4-5:** Hai dòng điện thẳng dài vô hạn đặt thẳng góc với nhau và nằm trong cùng một mặt phẳng. Xác định vector cường độ từ trường tổng hợp tại các điểm  $M_1$  và  $M_2$ , biết rằng:  $I_1 = 2A$ ,  $I_2 = 3A$ ;  $AM_1 = AM_2 = 1\text{cm}$ ;  $BM_1 = CM_2 = 2\text{cm}$ .

**Tóm tắt:**

Dòng điện thẳng:  $\infty$ ,  $I_1 = 2A$ ;  $I_2 = 3A$ ;  $I_1 \perp I_2$   
 $AM_1 = AM_2 = 1 \text{ cm}$   
 $BM_1 = CM_2 = 2 \text{ cm}$   
 Xác định:  $\vec{E}_{M_1}$  và  $\vec{E}_{M_2}$



**Giải:**

- Đây là bài toán xác định vector cường độ từ trường → xác định phương, chiều, độ lớn của vector.
- Vector cường độ từ trường tổng hợp tại  $M_1, M_2$  là tổng của hai vector cường độ từ trường gây bởi dòng  $I_1$  và  $I_2$ .
- Xác định vector cường độ từ trường tổng hợp tại điểm  $M_1$  → phân tích cường độ dòng điện của từng thành phần  $I_1, I_2$  lên vị trí  $M_1$ :
  - o Dòng  $I_1$ :
    - Phương: vuông góc với mặt phẳng chứa hai dòng  $I_1$  và  $I_2$
    - Chiều: hướng vào trong mặt phẳng
    - Độ lớn:  $H_{1M_1} = \frac{I_1}{2\pi AM_1} = \frac{100}{\pi} \left(\frac{A}{m}\right)$

- Dòng  $I_2$ :
  - Phương: vuông góc với mặt phẳng chứa hai dòng  $I_1$  và  $I_2$
  - Chiều: hướng ra ngoài mặt phẳng
  - Độ lớn:  $H_{2M_1} = \frac{I_2}{2\pi BM_1} = \frac{75}{\pi} \left(\frac{A}{m}\right)$
- Vector cường độ từ trường tổng hợp tại  $M_1$ :
  - Phương: vuông góc với mặt phẳng chứa hai dòng  $I_1$  và  $I_2$
  - Chiều: hướng vào trong mặt phẳng do  $H_{1M_1} > H_{2M_1}$
  - Độ lớn:  $H_{M_1} = H_{1M_1} - H_{2M_1} = \frac{25}{\pi} \left(\frac{A}{m}\right)$
- Xác định vector cường độ từ trường tại điểm  $M_2$ : tương tự ta có
  - Phương: vuông góc với mặt phẳng chứa hai dòng  $I_1$  và  $I_2$
  - Chiều: Hướng ra ngoài mặt phẳng do  $\vec{H}_{2M_2}$  và  $\vec{H}_{1M_2}$  có cùng hướng ra ngoài
  - Độ lớn:  $H_{M_2} = H_{1M_2} + H_{2M_2} = \frac{175}{\pi} \left(\frac{A}{m}\right)$

**Bài 4-9:** Một dây dẫn được uốn thành hình thang cân, có dòng điện cường độ 6,28A chạy qua. Tỷ số chiều dài hai đáy bằng 2. Tìm cảm ứng từ tại điểm A – giao điểm kéo dài của hai cạnh bên. Cho biết: đáy bé của hình thang  $l = 20$  cm, khoảng cách từ A tới đáy bé là  $b = 5$  cm

**Tóm tắt:**

Dây dẫn thẳng: hữu hạn, hình thang cân

$$I = 6,28 \text{ A}$$

$$BC/DE = 1/2$$

$$BC = l = 20 \text{ cm}$$

$$A = BE \cap CD$$

$$AH = b = 5 \text{ cm} \quad (\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}; \mu = 1)$$

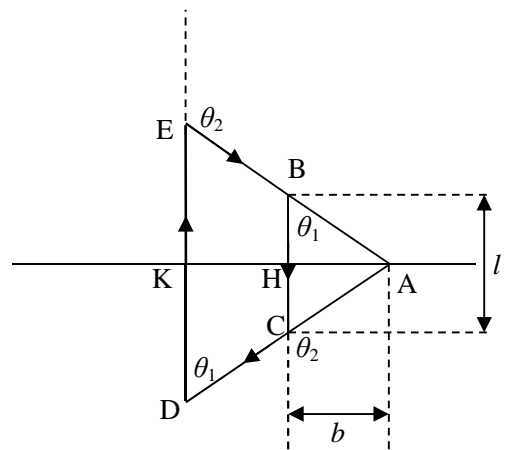
Xác định  $B_A$

**Giải:**

- Để thấy từ trường gây tại A sẽ phải là tổng hợp từ trường gây bởi các đoạn dây  $EB, BC, CD, DE$ . Vì  $A = BE \cap CD \rightarrow$  từ trường gây bởi hai đoạn  $BE$  và  $CD$  sẽ bằng 0  $\rightarrow$  từ trường tổng hợp tại A sẽ gồm hai thành phần gây bởi hai đoạn dây  $BC$  và  $ED \rightarrow$  cần xác định khoảng cách  $AH$  và  $AK$

$$\frac{AH}{AK} = \frac{BC}{DE} = \frac{1}{2} \Rightarrow AK = 2AH = 2b = 10 \text{ cm}$$

- Xác định cảm ứng từ gây bởi từng đoạn  $BC$  và  $DE$ :
  - Đoạn  $BC$ :
    - Phương: vuông góc với mặt phẳng  $(BCDE)$
    - Chiều: hướng ra ngoài mặt phẳng
    - Độ lớn:  $B_{BCA} = \frac{\mu_0 I}{4\pi AH} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$
  - Đoạn  $DE$ :
    - Phương: vuông góc với mặt phẳng  $(BCDE)$
    - Chiều: hướng vào trong mặt phẳng

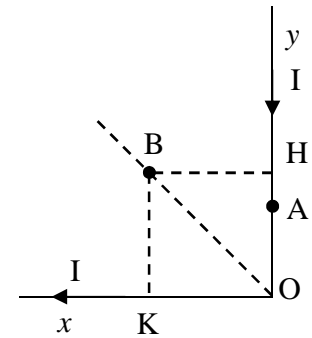


▪ Độ lớn:  $B_{DEA} = \frac{\mu_0 I}{4\pi AK} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

- Cảm ứng từ tổng hợp tại A:
  - o Phương: vuông góc với mặt phẳng (BCDE)
  - o Chiều: hướng ra ngoài mặt phẳng do  $B_{BCA} > B_{DEA}$
  - o Độ lớn:  $B_A = B_{BCA} - B_{DEA} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2) \left(\frac{1}{AH} - \frac{1}{AK}\right) \approx 1,12 \cdot 10^{-5} T$
- Sử dụng tính chất lượng giác của tam giác vuông AHB và tam giác vuông AHC ta dễ dàng xác định được:  $\cos\theta_1 = -\cos\theta_2 = \frac{2}{\sqrt{5}}$

**Bài 4-10:** Một dây dẫn dài vô hạn được uốn thành một góc vuông trên có dòng điện 20A chạy qua. Tìm:

- a. Cường độ từ trường tại điểm A nằm trên một cạnh góc vuông và cách đỉnh O một đoạn OA = 2cm
- b. Cường độ từ trường tại điểm B nằm trên đường phân giác của góc vuông và cách đỉnh O một đoạn OB = 10cm



**Tóm tắt:**

- Dòng điện thẳng:  $\infty$ , uốn  $\perp$ ,  $I = 20A$
- $OA = 2cm$ ;
- $OB = 10cm$  ( $B \in$  phân giác góc O)
- Xác định  $H_A, H_B$

**Giải:**

- Bài toán dây dẫn thẳng dài vô hạn một đầu  $\rightarrow$  sử dụng công thức liên quan tới dây dẫn thẳng dài.
- Cường độ từ trường tại A và B gồm hai thành phần gây bởi dây x và dây y
- Xác định cường độ từ trường tại A:
  - o Đoạn dây y: dễ thấy  $H_{yA} = 0$  do  $A \in Oy$
  - o Đoạn dây x:
    - Phương: vuông góc với mặt phẳng khung dây
    - Chiều: hướng vào trong mặt phẳng.
    - Độ lớn:
 
$$H_{xA} = \frac{I}{4\pi AO} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2) = \frac{I}{4\pi AO} \left(\cos\frac{\pi}{2} - \cos\pi\right) = \frac{I}{4\pi AO} = 79,58(A/m)$$
  - o Cường độ từ trường  $H_A$  sẽ cùng phương, cùng chiều, cùng độ lớn với  $H_{xA}$
- Xác định cường độ từ trường tại B:
  - o Đoạn dây y:
    - Phương: vuông góc với mặt phẳng khung dây
    - Chiều: hướng vào trong mặt phẳng.
    - Độ lớn:  $H_{yB} = \frac{I}{4\pi BH} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2) = \frac{I}{4\pi BH} \left(\cos 0 - \cos\frac{3\pi}{4}\right)$
  - o Đoạn dây x:
    - Phương: vuông góc với mặt phẳng khung dây
    - Chiều: hướng vào trong mặt phẳng.
    - Độ lớn:  $H_{xB} = \frac{I}{4\pi BK} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2) = \frac{I}{4\pi BK} \left(\cos\frac{\pi}{4} - \cos\pi\right)$
  - o Cường độ từ trường tổng hợp tại B:

- Phương: vuông góc với mặt phẳng khung dây
- Chiều: hướng vào trong mặt phẳng.
- Độ lớn:  $H_B = H_{xB} + H_{yB} = \frac{2I}{4\pi OB \cos(\frac{\pi}{4})} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 76,84 \text{ (A/m)}$   
( $BK = BH = BO \cos(\pi/4)$ )

**Bài 4-13:** Trên một vòng dây dẫn bán kính  $R = 10\text{cm}$  có dòng điện cường độ  $I = 1\text{A}$ . Tìm cảm ứng từ  $B$ :

- a. Tại tâm  $O$  của vòng dây
- b. Tại một điểm trên trục của vòng dây và cách tâm  $O$  một đoạn  $h = 10\text{cm}$

**Tóm tắt:**

Vòng dây:  $R = 10\text{cm}$ ,  $I = 1\text{A}$

$h = 10\text{cm}$

Xác định  $B_O$ ,  $B_h$

**Giải:**

- Đây là bài toán cảm ứng từ gây bởi vòng dây  $\rightarrow$  áp dụng công thức cảm ứng từ tại điểm trên trục và cách tâm dây một khoảng  $h$

$$B_h = \frac{\mu_0 \mu I S}{2\pi(R^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_0 \mu I R^2}{2(R^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$$

- Tại  $O$ :  $h = 0\text{cm}$ :  $B_O = \frac{\mu_0 \mu I S}{2\pi(R^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_0 \mu I}{2R} = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{T}$
- Tại vị trí:  $h = 10\text{cm}$ :  $B_h = \frac{\mu_0 \mu I R^2}{2(R^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}} = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{T}$

**Bài 4-14:** Người ta nối liền hai điểm  $A, B$  của một vòng dây dẫn kín hình tròn với hai cực của nguồn điện. Phương của dây nối đi qua tâm của vòng dây, chiều dài của chúng coi như lớn vô cùng. Xác định cường độ từ trường tại tâm của vòng dây.

**Tóm tắt:**

Vòng dây: bán kính  $R, I$

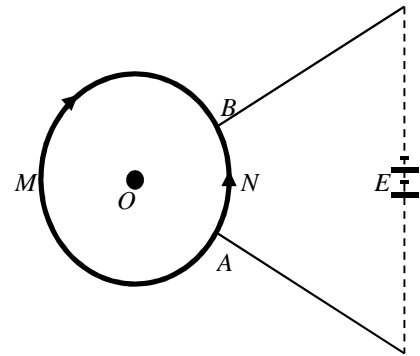
Xác định  $H_O$

**Giải:**

- Đây là bài toán liên quan tới cường độ từ trường tại tâm vòng dây. Ta chú ý một bài toán mở rộng là cường độ từ trường gây bởi cung tròn  $l$  bán kính  $R$ . Cường độ từ trường gây bởi cung tròn  $l$  sẽ tỷ lệ với cường độ từ trường gây bởi cả vòng dây theo tỷ số  $l/2\pi R$ . Tức là ta có hệ thức:

$$\frac{H_l}{H} = \frac{l}{2\pi R}$$

- Đối với bài toán này cường độ từ trường tổng hợp tại tâm  $O$  chỉ gồm hai thành phần gây bởi hai cung tròn  $AMN$  và  $ANB$  (hai thành phần dây dẫn thẳng do đi qua tâm nên từ trường gây bởi hai dây này coi như bằng không)
- Xét cường độ từ trường thành phần:
  - o Cung  $AMN$ :
    - Phương: vuông góc với mặt phẳng vòng dây



- Chiều: hướng vào trong
- Độ lớn:  $H_{AMB} = \frac{I_1 \cdot l_1}{2R \cdot 2\pi R}$
- Cung ANB:
  - Phương: vuông góc với mặt phẳng vòng dây
  - Chiều: hướng ra ngoài
  - Độ lớn:  $H_{ANB} = \frac{I_1 \cdot l_1}{2R \cdot 2\pi R}$
- **Nhận xét:** ta đã biết  $I_1 r_1 = I_2 \cdot r_2$  (tính chất mạch song song) mà  $r$  lại tỷ lệ với  $l$  nên ta có:  $I_1 l_1 = I_2 l_2$ .  
Như vậy  $H_{AMB} = H_{ANB} \rightarrow$  cường độ từ trường tại tâm vòng dây bằng không.

**Bài 4-17:** Hai vòng dây dẫn giống nhau bán kính  $R = 10$  cm được đặt song song, trục trùng nhau và mặt phẳng của chúng cách nhau một đoạn  $a = 20$ cm. Tìm cảm ứng từ tại tâm của mỗi một vòng dây và tại điểm giữa của đoạn thẳng nối tâm của chúng trong hai trường hợp.

- a. Các dòng điện chạy trên các vòng dây bằng nhau và cùng chiều ( $I = 3A$ )
- b. Các dòng điện chạy trên các vòng dây bằng nhau nhưng ngược chiều ( $I = 3A$ )

**Tóm tắt:**

Vòng dây dẫn:  $R = 10$  cm, đồng trục, không khí  $\mu = 1$

$a = 20$ cm

$M$  là trung điểm  $O_1 O_2$

Xác định  $B_M, B_{O1}, B_{O2}$

- TH1:  $I_1 = I_2 = I = 3A$ , cùng chiều
- TH2:  $I_1 = I_2 = I = 3A$ , ngược chiều

**Giải:**

- Đây là bài toán cảm ứng từ gây bởi vòng dây  $\rightarrow$  áp dụng Công thức liên quan tới vòng dây:

$$B_x = \frac{\mu_0 \mu I S}{2\pi(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

- Cảm ứng từ trong bài sẽ là tổng hợp của cảm ứng từ gây bởi từng vòng dây
- TH1:  $I_1 = I_2 = I = 3A$ , cùng chiều

- Xét cảm ứng từ tại một điểm bất kì cách  $O_1$  một khoảng  $x$  là:

$$B_x = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} + \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + (a-x)^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_0 I}{2} \left( \frac{R^2}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} + \frac{R^2}{(R^2 + (a-x)^2)^{\frac{3}{2}}} \right)$$

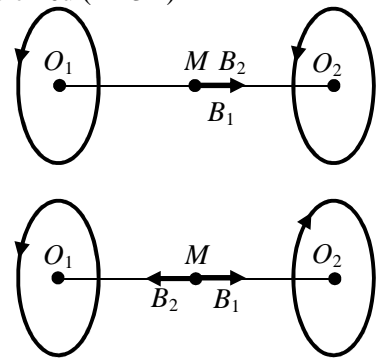
- Tại  $O_1$ :  $x = 0$ , tại  $O_2$ :  $x = a$

$$B_{O1} = B_{O2} = \frac{\mu_0 I}{2} \left( \frac{1}{R} + \frac{R^2}{(R^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \right) = 2,05 \cdot 10^{-5} T$$

- Tại  $M$ :  $x = a/2$

$$B_M = \mu_0 I \frac{R^2}{(R^2 + \frac{a^2}{4})^{\frac{3}{2}}} = 1,33 \cdot 10^{-5} T$$

- TH2:  $I_1 = I_2 = I = 3A$ , ngược chiều



- Xét cảm ứng từ tại một điểm bất kì cách  $O_2$  một khoảng  $x$  là:

$$B_x = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + (a-x)^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_0 I}{2} \left( \frac{R^2}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{R^2}{(R^2 + (a-x)^2)^{\frac{3}{2}}} \right)$$

- Tại  $O_1$ :  $x = 0$ :

$$B_{O1} = \frac{\mu_0 I}{2} \left( \frac{1}{R} - \frac{R^2}{(R^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \right) = 1,71 \cdot 10^{-5} T$$

- Tại  $O_2$ :  $x = a$ :

$$B_{O2} = \frac{\mu_0 I}{2} \left( \frac{R^2}{(R^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{1}{R} \right) = -1,71 \cdot 10^{-5} T$$

- Tại  $M$ :  $x = a/2 \rightarrow$  dễ thấy từ trường tổng hợp tại  $M$  bằng không.

## DẠNG TOÁN: TỪ THÔNG GÂY BỞI DÒNG ĐIỆN

### 1. Nhận xét:

- Đối với bài toán từ thông ta thường phải sử dụng các công thức liên quan tới từ thông và sử dụng phương pháp tích phân để giải bài toán
- Một số công thức quan trọng:
  - $d\phi = B dS \Rightarrow \phi = \int B dS$
  - Từ thông qua khung dây quay quanh trong từ trường với vận tốc góc  $\omega$ , trục quay vuông góc với đường sức từ trường: ( $N$  là số vòng dây)
 
$$\phi = NBS \cos(\omega t + \alpha)$$
  - Từ thông cực đại:  $\phi_{max} = NBS$

### 2. Hướng giải:

**Bước 1:** Xác định diện tích và cảm ứng từ  $B$  (tùy thuộc vào nguồn gây từ trường)

**Bước 2:** Áp dụng công thức xác định từ thông.

### 3. Bài tập minh họa

**Bài 4-20:** Một khung dây hình vuông  $abcd$  mỗi cạnh  $l = 2\text{cm}$ , được đặt gần dòng điện thẳng dài vô hạn  $AB$  cường độ  $I = 30\text{A}$ . Khung dây  $abcd$  và dây  $AB$  cùng nằm trong một mặt phẳng, cạnh  $ad$  song song với dây  $AB$  và cách dây một đoạn  $r = 1\text{cm}$ . Tính từ thông gửi qua khung dây.

**Tóm tắt:**

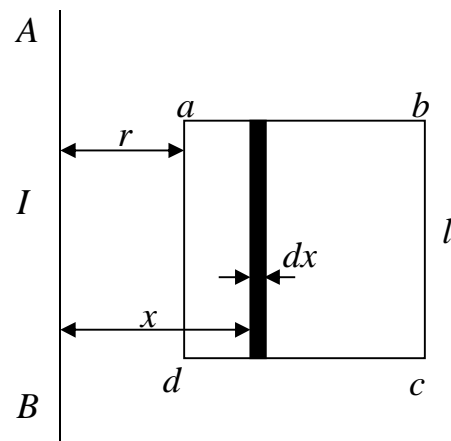
Dây  $AB$  thẳng dài vô hạn:  $I = 30\text{A}$

Khung dây hình vuông  $abcd$ :  $l = 2\text{cm}$

$r = 1\text{cm}$

Xác định  $\Phi$

**Giải:**



- Từ thông qua khung dây không đồng đều trên toàn diện tích  $\rightarrow$  phải sử dụng tích phân  $\rightarrow$  chia khung dây thành các dải nhỏ song song với dòng điện thẳng và cách  $AB$  một khoảng  $x$ , trong mỗi dải có diện tích  $dS = l dx$

- Vi phân từ thông qua diện tích  $dS$  là:  $d\phi = BdS = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} l dx$
- Độ lớn từ thông qua khung dây là:  $\phi = \int_r^{r+l} \frac{\mu_0 I l dx}{2\pi x} = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln \frac{r+l}{r} = 1,32 \cdot 10^{-7} \text{Wb}$

**Bài 4-21:** Cho một khung dây phẳng diện tích  $16\text{cm}^2$  quay trong một từ trường đều với vận tốc 2 vòng/s. Trục quay nằm trong mặt phẳng của khung và vuông góc với đường sức từ trường. Cường độ từ trường bằng  $7,96 \cdot 10^4 \text{ A/m}$ . Tìm

- a. Sự phụ thuộc của từ thông gửi qua khung dây theo thời gian.
- b. Giá trị lớn nhất của từ thông

**Tóm tắt:**

Khung dây:  $S = 16\text{cm}^2$

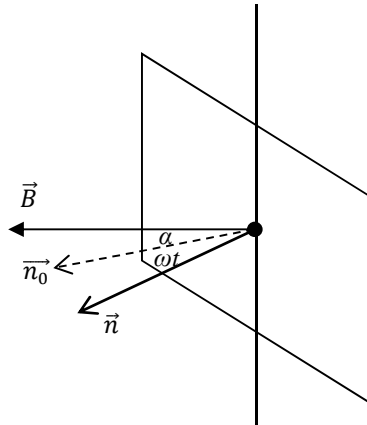
Vận tốc góc:  $\omega = 2$  vòng/s

Từ trường đều:  $H = 7,96 \cdot 10^4 \text{ A/m}$

Xác định  $\phi(t)$ ;  $\phi_{\max}$

**Giải:**

- Gọi  $\alpha$  là góc tạo bởi vector pháp tuyến  $\vec{n}_0$  của mặt phẳng khung dây và từ trường tại thời điểm  $t = 0 \rightarrow$  tại thời điểm  $t$  góc hợp bởi  $\vec{n}$  và  $\vec{B}$  là:  $\omega t + \alpha$
- Công thức xác định từ thông là:
 
$$\phi = BS \cos(\omega t + \alpha) = \mu_0 H S \cos(\omega t + \alpha) = 1,6 \cdot 10^{-4} \cos(4\pi t + \alpha)$$
- Giá trị lớn nhất của từ thông là:  $\phi_{\max} = BS = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{Wb}$



## DẠNG TOÁN: DÂY DẪN HÌNH TRỤ

### 1. Nhận xét:

- Đối với bài toán dây dẫn hình trụ ta thường quan tâm tới hai khu vực: bên trong và bên ngoài dây dẫn hình trụ.
- Để xác định cường độ từ trường gây bởi dây dẫn hình trụ ta sử dụng định lý Ampe:
  - o Bao vây dòng điện bằng một đường tròn bán kính  $r$  tâm nằm trên trục của dây  $\rightarrow$  lý do chọn dòng điện tròn là để đảm bảo  $H$  tại mọi điểm trên đường tròn là như nhau.
  - o Xác định cường độ dòng điện  $I_r$  qua tiết diện tròn bán kính  $r$ 
    - Bên ngoài dây dẫn:  $I_r = I$



- Bên trong dây dẫn:
  - $\pi R^2$  tương đương với  $I$
  - $\pi r^2$  tương đương với  $I_r$
$$\rightarrow I_r = \frac{I\pi r^2}{\pi R^2} = \frac{I r^2}{R^2}$$
- Áp dụng định lý Ampe:  $\oint_{(C)} \vec{H} \cdot d\vec{l} = \oint_{(C)} H dl = H \oint_{(C)} dl = H 2\pi r = I_r$ 
  - Bên ngoài dây dẫn:  $H = \frac{I}{2\pi r}$
  - Bên trong dây dẫn:  $H = \frac{I r}{2\pi R^2}$

**2. Hướng giải:**

**Bước 1:** Xác định vị trí điểm cần khảo sát (trong hay ngoài) → lựa chọn công thức thích hợp

**Bước 2:** Áp dụng công thức tương ứng để giải bài toán.

**3. Bài tập minh họa:**

**Bài 4-23:** Cho một dòng điện  $I = 5A$  chạy qua một dây dẫn đặc hình trụ, bán kính tiết diện thẳng góc  $R = 2cm$ . Tính cường độ từ trường tại hai điểm  $M_1$  và  $M_2$  cách trục của dây dẫn lần lượt là  $r_1 = 1cm$ ,  $r_2 = 5cm$ .

**Tóm tắt:**

Dây dẫn trụ:  $I = 5A$ ,  $R = 2cm$

$r_1 = 1cm$ ,  $r_2 = 5cm$

Xác định  $H_{M1}$  và  $H_{M2}$

**Giải:**

- Đây là bài toán cơ bản của từ trường gây bởi dây dẫn hình trụ. Ở đây chúng ta sẽ phải đi xác định cường độ từ trường tại hai vị trí cơ bản là bên trong và bên ngoài của dây dẫn. Ứng với mỗi trường hợp sẽ có một công thức riêng. Chúng ta chỉ việc áp dụng và tính toán.
- Tại vị trí  $M_1$ :  $r_1 < R$  → nằm trong dây dẫn. Ta có cường độ từ trường sẽ là:

$$H_{M1} = \frac{I r_1}{2\pi R^2} \approx 20A/m$$

- Tại vị trí  $M_2$ :  $r_2 > R$  → nằm ngoài dây dẫn. Cường độ từ trường lúc này sẽ là:

$$H_{M2} = \frac{I}{2\pi r_2} \approx 16A/m$$

**Bài 4-24:** Một dòng điện  $I = 10 A$  chạy dọc theo thành một ống mỏng hình trụ bán kính  $R_2 = 5 cm$ , sau đó chạy ngược lại qua một dây dẫn đặc, bán kính  $R_1 = 1 mm$ , đặt trùng với trục của ống. Tìm:

- a. Cảm ứng từ tại các điểm cách trục của ống  $r_1 = 6 cm$  và  $r_2 = 2 cm$
- b. Từ thông gây ra bởi một đơn vị chiều dài của hệ thống. Coi toàn bộ hệ thống là dài vô hạn và bỏ qua từ trường bên trong kim loại.

**Tóm tắt:**

Ống trụ:  $R_2 = 5 cm$

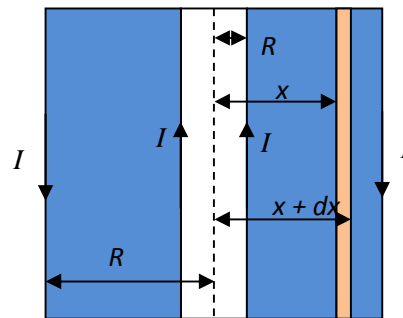
Dây đặc trụ:  $R_1 = 1 mm$  → trùng với trục của ống

$I = 10 A$

$r_1 = 6 cm$ ,  $r_2 = 2 cm$

Xác định  $B_1, B_2, \phi$

**Giải:**



- Bài toán đối xứng trụ  $\rightarrow$  chọn đường cong kín là đường tròn bán kính  $r$  và  $\vec{dl}, \vec{H}$  có cùng phương chiều,  $H = \text{const}$ . Áp dụng định lý Ampe ta có:

$$H2\pi r = \sum_i I_i = I_r$$

- Bây giờ ta sẽ xét từng trường hợp:
  - o Tại vị trí  $r_1 = 6 \text{ cm}$  để thấy vị trí này nằm ngoài ống hình trụ. Số dòng điện bị bao bọc bởi đường tròn bán kính  $r_1$  là 2 (một dòng trên ống + một dòng trên dây). Để thấy một dòng đóng góp dương, một vòng đóng góp âm. Vì hai dòng này có cường độ như nhau nên  $I_r = 0 \rightarrow H_1 = 0 \rightarrow B_1 = 0$
  - o Tại vị trí  $r_2 = 2 \text{ cm}$ : vị trí nằm giữa ống và dây trụ  $\rightarrow$  dòng trong ống dây không đi qua đường tròn bán kính  $r_2$  nên chỉ còn một dòng trên dây hình trụ chạy bên trong  $\rightarrow I_r = I$ .  
 $\rightarrow$  cảm ứng từ tại vị trí này là:  $B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_2} = 10^{-4} T$

- Câu b là câu liên quan tới từ thông gây bởi hệ thống. Ở đây ta thấy có hai khu vực cần quan tâm là bên ngoài ống trụ và bên trong ống trụ. Theo kết quả ở câu trên cảm ứng từ bên ngoài ống trụ bằng 0 nên từ thông sẽ chỉ tập trung trong lòng ống trụ.

- o Xét tiết diện dọc của ống có diện tích  $dS = 1 \cdot dx$  (1: đơn vị dài), gọi B là cảm ứng từ đi qua đơn vị diện tích  $dS \rightarrow$  từ thông qua đơn vị diện tích  $dS$  là:  $d\phi = BdS = Bdx$
- o Lấy tích phân từ vị trí  $R_1$  đến  $R_2$  ta sẽ xác định được từ thông gây bởi một đơn vị dài của hệ thống:

$$\phi = \int_{R_1}^{R_2} BdS = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\mu_0 I}{2\pi x} dx = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1} \approx 7,8 \cdot 10^{-6} Wb$$

## DẠNG TOÁN: LỰC TÁC DỤNG CỦA TỪ TRƯỜNG - CÔNG

### 1. Nhận xét:

- Đối với dạng bài này ta cần chú ý công thức tính lực tác dụng lên một phần tử dòng điện:
  - o Dòng điện  $I$ :  $\mathbf{F} = \mathbf{B}I l$  (từ trường B vuông góc với chiều dòng điện)
  - o Phần tử dòng điện  $Idl$ :  $d\mathbf{F} = \mathbf{B}Idl$
- Lực tác dụng giữa hai dòng điện song song và dài vô hạn:

$$F = \frac{\mu_0 \mu I_1 I_2 l}{2\pi d}$$

- Các bài toán dạng này đôi khi đòi hỏi chúng ta phải xác định công để dịch chuyển hoặc quay một khung dây.
- Công thức tính moment từ của cuộn dây:

$$\mathbf{p}_m = NIS$$

- Công thức tính thế năng của khung dây trong từ trường

$$W_t = -\vec{p}_m \cdot \vec{B} = -NISB \cos(\vec{p}_m, \vec{B})$$

- Công của lực từ khi dịch chuyển một mạch điện kín có dòng I trong từ trường:

$$A = I\Delta\phi = I(\phi_2 - \phi_1)$$

### 2. Hướng giải:

**Bước 1:** Xác định đối tượng chịu tác dụng lực: khung dây, cuộn dây,... và xác định phương của từ trường với phương dòng điện.

**Bước 2:** Áp dụng công thức liên quan để tính toán

**3. Bài tập minh họa:**

**Bài 4-29:** Trong một từ trường đều cảm ứng từ  $B = 0.1 \text{ T}$  và trong mặt phẳng vuông góc với các đường sức từ, người ta đặt một dây dẫn uốn thành nửa vòng tròn. Dây dẫn dài  $S = 63 \text{ cm}$ , có dòng  $I = 20 \text{ A}$  chạy qua. Tìm lực tác dụng của từ trường lên dây dẫn.

**Tóm tắt:**

Dây dẫn tròn:  $I = 20 \text{ A}$

$B = 0.1 \text{ T}$

$S = 63 \text{ cm}$ .

Xác định  $F = ?$

**Giải:**

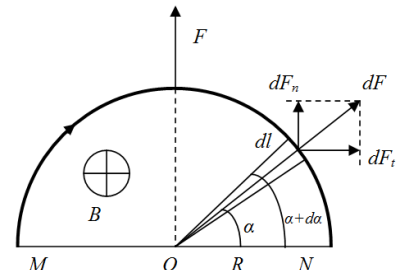
- Do không có một công thức tổng quát tính lực tác dụng lên một nửa dòng điện tròn  $\rightarrow$  sử dụng tích phân. Giả sử ta chia vòng tròn thành các phần tử dây dẫn mang điện  $dl = (S/\pi)d\alpha$ . Xét tại vị trí mà  $Odl$  tạo với trục  $ON$  một góc  $\alpha$ .
- Lực tác dụng của từ trường lên dây dẫn  $dl$ :
  - o Phương: qua tâm của dây dẫn tròn
  - o Chiều: như hình vẽ (được xác định bằng quy tắc bàn tay trái)
  - o Độ lớn:  $dF = BIdl$
- Lực tác dụng của từ trường lên toàn bộ dây dẫn là:

$$\vec{F} = \int d\vec{F} = \int d\vec{F}_n + \int d\vec{F}_t$$

- Do tính chất đối xứng nên thành phần  $F_t$  nếu tính trên toàn bộ dây dẫn sẽ bằng 0  $\rightarrow$  lực  $F$  sẽ cùng phương và chiều với  $F_n$  và có độ lớn là:

$$F = \int dF_n = \int dF \sin\alpha = \int BIdl \sin\alpha = \int BIsin\alpha \frac{S}{\pi} d\alpha$$

$$\rightarrow F = \int_0^\pi \frac{\pi BIS}{\pi} \sin\alpha d\alpha = -\frac{BIS}{\pi} \cos\alpha \Big|_0^\pi = \frac{2BIS}{\pi} = 0.8N$$



**Bài 4-33:** Hai cuộn dây nhỏ giống nhau được đặt sao cho trục của chúng nằm trên cùng một đường thẳng. Khoảng cách giữa hai cuộn dây  $l = 200 \text{ mm}$  rất lớn so với kích thước dài của các cuộn dây. Số vòng trong mỗi cuộn dây  $N = 200$  vòng, bán kính mỗi vòng dây  $R = 10 \text{ mm}$ . Hỏi lực tương tác  $f$  giữa các cuộn dây khi cho cùng một dòng điện  $0.1 \text{ A}$  chạy qua chúng.

**Tóm tắt:**

$l = 200 \text{ mm}$

$N = 200$  vòng

$R = 10 \text{ mm}$

$I = 0.1 \text{ A}$

Xác định  $f$

**Giải:**

- Các cuộn dây có dòng điện chạy qua sẽ tương tác với nhau như các nam châm. Giả sử xét cuộn dây 2, ta thấy thế năng tương tác của cuộn dây 2 là:

$W_{t2} = -p_m B$  trong đó  $p_m = NIS = NI\pi R^2$

- Cảm ứng từ gây bởi cuộn dây 1 lên cuộn dây 2 là:

$$B = \frac{\mu_0 I S N}{2\pi(R^2 + l^2)^{3/2}} \approx \frac{\mu_0 I N R^2}{2l^3}$$

$$\rightarrow W_{t2} = -\frac{\mu_0 \pi I^2 N^2 R^4}{2l^3}$$

- Lực tác dụng lên cuộn 2 theo phương  $l$  là:

$$F = -\frac{\partial W_{t2}}{\partial l} = \frac{3\mu_0 \pi N^2 I^2 R^4}{2l^4}$$

**Bài 4-34:** Cạnh một dây dẫn thẳng dài trên có dòng điện có cường độ  $I_1 = 30$  A chạy, người ta đặt một khung dây dẫn hình vuông có dòng điện cường độ  $I_2 = 2$  A. Khung và dây dẫn nằm trong cùng một mặt phẳng. Khung có thể quay xung quanh một trục song song với dây dẫn và đi qua điểm giữa của hai cạnh đối diện của khung. Trục quay cách dây dẫn một đoạn  $b = 30$  mm. Mỗi cạnh của khung có chiều dài  $a = 20$  mm. Tìm:

- Lực tác dụng  $f$  lên khung
- Công cần thiết để quay khung  $180^\circ$  xung quanh trục của nó.

**Tóm tắt:**

$$I_1 = 30 \text{ A}$$

$$I_2 = 2 \text{ A}$$

$$b = 30 \text{ mm}$$

$$a = 20 \text{ mm}$$

Xác định  $f, A_{180}$

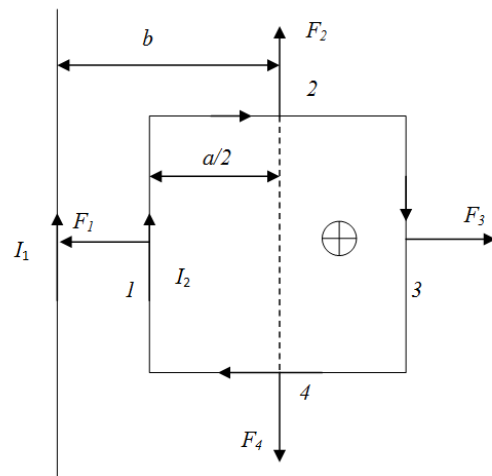
**Giải:**

- Về bản chất thì đây chỉ đơn thuần là bài toán tương tác giữa hai dòng điện thẳng  $\rightarrow$  ta sẽ sử dụng các công thức liên quan tới tương tác giữa hai dòng điện thẳng.
- Lực tác dụng lên khung sẽ là tổng hợp của 4 lực tác dụng lên từng cạnh:
 
$$\vec{f} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$
- Do dòng điện thẳng dài vô hạn nên vị trí tương đối của cạnh 2 và 4 là như nhau nhưng do dòng điện lại ngược chiều và bằng nhau nên:  $\vec{F}_2 + \vec{F}_4 = \vec{0}$
- Các lực  $\vec{F}_1, \vec{F}_3$  nằm giữa cạnh khung, cùng phương, ngược chiều (xác định theo quy tắc bàn tay trái) và có độ lớn:

$$F_1 = \frac{\mu_0 I_1 I_2 a}{2\pi(b - \frac{a}{2})}$$

$$F_3 = \frac{\mu_0 I_1 I_2 a}{2\pi(b + \frac{a}{2})}$$

- Lực tổng hợp tác dụng lên thanh sẽ cùng chiều, cùng phương với  $F_1$  (do  $F_1 > F_3$ ) và có độ lớn:



$$F = F_1 - F_3 = \frac{\mu_0 I_1 I_2 a}{2\pi} \left( \frac{1}{b - \frac{a}{2}} - \frac{1}{b + \frac{a}{2}} \right) = \frac{\mu_0 I_1 I_2 a^2}{2\pi} \left( \frac{1}{b^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} \right) = 6.10^{-6} N$$

- Đối với bài xác định công để quay khung dây một góc nào đó ta cần xác định từ thông biến thiên qua khung dây (lấy từ thông ở vị trí 2 - từ thông ở vị trí 1):

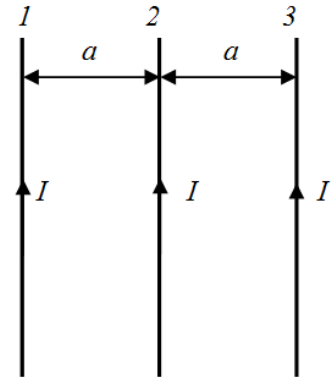
$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = 2\phi$$

Mà từ bài 4-20 ta có:  $\phi = \frac{\mu_0 I_1 a}{2\pi} \ln \frac{b + \frac{a}{2}}{b - \frac{a}{2}}$  (công thức này rất quan trọng các bạn nên học thuộc)

- Công để khung dây quay  $180^\circ$  là:

$$A = I_2 \Delta\phi = \frac{\mu_0 I_1 I_2 a}{\pi} \ln \frac{b + \frac{a}{2}}{b - \frac{a}{2}} = 3,327.10^{-6} J$$

**Bài 4-35:** Hai dây dẫn thẳng dài vô hạn đặt song song cách nhau một khoảng nào đó. Dòng điện chạy qua các dây dẫn bằng nhau và cùng chiều. Tìm cường độ dòng điện chạy qua mỗi dây, biết rằng muốn dịch chuyển các dây dẫn tới khoảng cách gấp đôi lúc đầu thì phải tốn một công bằng  $5,5.10^{-5} J/m$  (công dịch chuyển 1m dài của dây dẫn).



**Tóm tắt:**

Dây dẫn thẳng dài:  $2, \infty$

$$I_1 = I_2 = I$$

$$A_{1m} = 5,5.10^{-5} J/m$$

Xác định  $I$

**Giải:**

- Giả sử ta cố định dây 1 và dịch chuyển dây 2 từ vị trí 2 sang vị trí 3 như hình vẽ. Một điều dễ nhận thấy là càng ra xa dây 1 thì lực tác dụng lên dây 2 sẽ càng giảm  $\rightarrow$  lực này sẽ phụ thuộc vào vị trí  $x$  tại thời điểm  $t$  nào đó của dây 2  $\rightarrow$  tính công  $A$  theo tích phân:

$$A = \int_{x_1}^{x_2} F dx = \int_{x_1}^{x_2} \frac{\mu_0 \mu I^2 l}{2\pi x} dx = \frac{\mu_0 \mu I^2 l}{2\pi} \ln \frac{x_2}{x_1}$$

- Công thực hiện trên một đơn vị độ dài dây dẫn là:

$$A_{1m} = \frac{A}{l} = \frac{\mu_0 \mu I^2}{2\pi} \ln \frac{x_2}{x_1}$$

- Thay giá trị  $x_2 = 2a, x_1 = a$  ta có cường độ dòng điện trong dây dẫn là:

$$I = \left( \frac{2\pi A_{1m}}{\mu_0 \mu \ln 2} \right)^{\frac{1}{2}} \approx 19.92 A$$

**Bài 4-37:** Cuộn dây của một điện kế gồm  $N = 400$  vòng có dạng khung chữ nhật chiều dài  $a = 3$  cm, chiều rộng  $b = 2$  cm, được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0.1$  T. Dòng điện chạy trong khung có cường độ bằng  $10^{-7}$  A. Hỏi:

- Thế năng của khung dây trong từ trường tại hai vị trí.
  - o Vị trí 1: Mặt phẳng khung dây song song với đường sức của từ trường

- o Vị trí 2: Mặt phẳng của khung dây hợp với đường sức từ trường một góc  $30^\circ$ .

b. Công của lực điện từ khi khung dây quay từ vị trí 1 đến vị trí 2.

**Tóm tắt:**

$N = 400$  vòng.

Khung dây: hcn:  $a = 3$  cm,  $b = 2$  cm

$B = 0.1$  T

VT1:  $(\vec{p}_m \cdot \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$

VT2:  $(\vec{p}_m \cdot \vec{B}) = \frac{\pi}{3}$

Xác định  $W_1, W_2, A_{12}$

**Giải:**

- Đây là bài toán liên quan tới thế năng của khung dây trong từ trường  $\rightarrow$  áp dụng công thức tính thế năng.

- Xét vị trí 1:  $(\vec{p}_m \cdot \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$

$$W_1 = -NISB \cos(\vec{p}_m \cdot \vec{B}) = -NISB \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$$

- Xét vị trí 2:  $(\vec{p}_m \cdot \vec{B}) = \frac{\pi}{3}$

$$W_2 = -NISB \cos(\vec{p}_m \cdot \vec{B}) = -NISB \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = -NIabB \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = -1,2 \cdot 10^{-9} J$$

- Xác định công dịch chuyển khung dây từ vị trí 1 đến vị trí 2  $\rightarrow$  ở đây ta thấy một định lý quen thuộc là công dịch chuyển bao giờ cũng bằng độ biến thiên thế năng  $\rightarrow$  ta có:

$$A = W_1 - W_2 = \frac{1}{2} NIabB = 1,2 \cdot 10^{-9} J$$

## DẠNG TOÁN: CHUYỂN ĐỘNG CỦA ELECTRON (ĐIỆN TÍCH) TRONG TỪ TRƯỜNG

### 1. Nhận xét:

- Đối với bài toán chuyển động của electron trong từ trường ta thường phải quan tâm tới góc giữa phương chuyển động của electron với phương của từ trường ngoài.
  - o Electron chuyển động song song với từ trường  $\rightarrow$  chuyển động thẳng
  - o Electron chuyển động vuông góc với từ trường  $\rightarrow$  chuyển động theo quỹ đạo tròn (đại lượng cần quan tâm: bán kính quỹ đạo, chu kì quay)
  - o Electron chuyển động không song song, không vuông góc với từ trường  $\rightarrow$  chuyển động theo quỹ đạo là đường xoắn ốc (đại lượng cần quan tâm: bán kính quỹ đạo, chu kì quay, bước của xoắn ốc)
- Khi electron chuyển động trong từ trường ngoài nó sẽ chịu tác dụng bởi lực Lorentz:

$$\vec{F}_L = q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

- o Phương: vuông góc với  $\vec{v}; \vec{B}$
- o Chiều: xác định theo quy tắc bàn tay trái (đặt lòng bàn tay hứng đường sức từ, chiều từ cổ tay đến đầu ngón tay là chiều chuyển động của điện tích dương, ngón cái choãi ra sẽ là chiều của lực Lorentz)
- o Độ lớn:  $F_L = qvB \sin(\vec{v}, \vec{B})$
- Chú ý:

- Bán kính quỹ đạo:  $R = \frac{mv \sin \alpha}{|e|B}$
- Lực Lorent không sinh công và chỉ làm thay đổi về phương của electron, lực Lorentz thường đóng vai trò là lực hướng tâm:

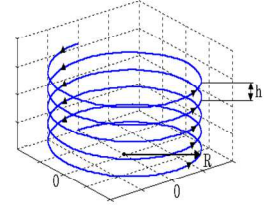
$$F_L = \frac{mv^2}{R}$$

- Chu kỳ quay của electron là:

$$T = \frac{2\pi R}{v \sin \alpha} = \frac{2\pi m}{|e|B}$$

- Bước của quỹ đạo xoắn ốc:

$$h = vT \cos \alpha = \frac{2\pi R}{\tan \alpha}$$



## 2. Hướng giải:

**Bước 1:** Xác định góc hợp bởi vector vận tốc và cảm ứng từ  $B \rightarrow$  quỹ đạo của electron

**Bước 2:** Sử dụng công thức liên quan để giải bài toán.

## 3. Bài tập minh họa:

**Bài 4-39:** Một electron được gia tốc bởi hiệu điện thế  $U = 1000V$  bay vào một từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 1,19 \cdot 10^{-3} T$ . Hướng bay của electron vuông góc với các đường sức từ trường. Tìm:

- Bán kính quỹ đạo của electron
- Chu kỳ quay của electron quỹ đạo
- Moment động lượng của electron đối với tâm quỹ đạo

**Tóm tắt:**

Electron:  $\vec{v} \perp \vec{B}$

$B = 1,19 \cdot 10^{-3} T$

$U = 1000 V$

Xác định  $R, T, M_o$

**Giải:**

- Quỹ đạo electron là đường tròn
- Đối với câu xác định bán kính quỹ đạo chúng ta thấy theo công thức tính  $R$  thì chỉ còn duy nhất một đại lượng  $v$  là chưa biết  $\rightarrow$  tìm mối liên hệ giữa  $v$  và dữ kiện đề bài (chính là  $U$ )  $\rightarrow$  electron được gia tốc nhờ hiệu điện thế  $U$  nên có thể nói là hiệu điện thế đã thực hiện một công  $A$  chính bằng độ biến thiên động năng của electron (coi động năng ban đầu bằng 0) nên ta có:

$$A = |e|U = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2|e|U}{m}}$$

- Công thức tính bán kính quỹ đạo lúc này sẽ có dạng:

$$R = \frac{mv}{|e|B} = \sqrt{\frac{2mU}{|e|B^2}} = 8,96 \cdot 10^{-2} m$$

- Áp dụng công thức tính chu kỳ quay của quỹ đạo ta có:

$$T = \frac{2\pi m}{|e|B} = 3 \cdot 10^{-8} s$$

- Moment động lượng của electron đối với tâm quỹ đạo:

$$L = I\omega = mR^2 \frac{v}{R} = mRv = 1,53 \cdot 10^{-24} \text{ kgm}^2/\text{s}$$

**Bài 4-42:** Một hạt  $\alpha$  có động năng  $W_d = 500 \text{ eV}$  bay theo hướng vuông góc với đường sức của một từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0.1 \text{ T}$ . Tìm:

- Tìm lực tác dụng lên hạt  $\alpha$
  - Bán kính quỹ đạo của hạt  $\alpha$
  - Chu kỳ quay của hạt trên quỹ đạo
- Cho biết hạt  $\alpha$  có điện tích bằng  $+2e$

**Tóm tắt:**

Hạt  $\alpha$ :  $+2e$ ,  $\vec{v} \perp \vec{B}$ ,  $m = 6,644 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$W_d = 500 \text{ eV}$

$B = 0.1 \text{ T}$

Xác định  $F_L$ ,  $R$ ,  $T$

**Giải:**

- Đây là bài toán chuyển động của điện tích dương trong từ trường đều, do  $\vec{v} \perp \vec{B}$  nên quỹ đạo của hạt  $\alpha$  sẽ là đường tròn.
- Áp dụng công thức lực Lorentz tổng quát cho điện tích ta có:

$$F_L = Bqv$$

- Như vậy còn đại lượng  $v$  là chưa được xác định → kết hợp với đề bài ta thấy có mối liên hệ giữa  $W_d$  và  $v$  thông qua biểu thức:

$$W_d = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2W_d}{m}}$$

Thay vào biểu thức tính  $F_L$  ta có:  $F_L = Bqv = Bq\sqrt{\frac{2W_d}{m}} \approx 4,966 \cdot 10^{-15} \text{ N}$

- Lực Lorentz đóng vai trò là lực hướng tâm nên ta có:

$$F_L = \frac{mv^2}{R} = \frac{2W_d}{R} \Rightarrow R = \frac{2W_d}{F_L} = 3,22 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

- Chu kỳ là thời gian để hạt quay được 1 vòng nên ta có:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = 2\pi R \sqrt{\frac{m}{2W_d}} = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

**Bài 4-44:** Một electron được gia tốc bằng một hiệu điện thế  $U = 6000 \text{ V}$  bay vào từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ . Hướng bay của electron hợp với đường sức từ một góc  $\alpha = 30^\circ$ ; quỹ đạo của electron khi đó là một đường đing ốc. Hãy tìm:

- Bán kính của vòng xoắn ốc
- Bước của đường đing ốc.

**Tóm tắt:**

Electron

$U = 6000 \text{ V}$

$B = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ T}$

$\alpha = 30^\circ$



Xác định  $R, h$

**Giải:**

- Quỹ đạo electron là đường xoắn ốc  $\rightarrow$  áp dụng công thức

$$R = \frac{mvs\sin\alpha}{|e|B}$$

- $\rightarrow$  Từ công thức ta thấy cần đi xác định đại lượng  $v$  (khi đã biết  $U$ )  $\rightarrow$  theo bài 4-39 ta có:

$$A = |e|U = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2|e|U}{m}}$$

- Thay vào phương trình tính bán kính ta có:

$$R = \frac{mvs\sin\alpha}{|e|B} = \frac{s\sin\alpha}{B} \sqrt{\frac{2mU}{|e|}} = 0.01m$$

- Khi xác định được  $R$  ta dễ dàng xác định được bước của đường xoắn ốc theo công thức:

$$h = \frac{2\pi R}{t\alpha} = 0.11m$$

**Bài 4-46:** Một electron có năng lượng  $W = 10^3$  eV bay vào một điện trường đều có cường độ điện trường  $E = 800$  V/cm theo hướng vuông góc với đường sức điện trường. Hỏi phải đặt một từ trường có phương và chiều của cảm ứng từ như thế nào để chuyển động của electron không bị lệch phương.

**Tóm tắt:**

Electron

$$W = 10^3 \text{ eV}$$

$$E = 800 \text{ V/cm}$$

$$\vec{E} \perp \vec{B}$$

Xác định  $\vec{B}$  để e không bị lệch phương

**Giải:**

- Từ trường  $\vec{B}$  phải tạo ra lực Lorentz cân bằng với lực Coulomb  $\rightarrow$  Từ trường  $\vec{B}$  phải có tính chất:
  - o Phương: vuông góc với mặt phẳng ( $F_C, v$ )
  - o Chiều: hướng vào trong mặt phẳng ( $F_C, v$ )
  - o Độ lớn: thỏa mãn  $F_L = F_C \rightarrow qE = Bqv \rightarrow B = \frac{E}{v} = E \sqrt{\frac{m}{2W}} = 4,266 \cdot 10^{-3} T$

