



CHƯƠNG 4 TỪ TRƯỜNG

CÁC DẠNG BÀI TOÁN ĐIỆN HÌNH

- Dạng 1: Bài toán tìm \vec{B} và \vec{H}

4.4, 4.5, 4.9, 4.10, 4.13, 4.14, 4.17

- Dạng 2: Từ thông gây ra bởi dòng điện

4.20, 4.21

- Dạng 3: Dây dẫn hình trụ

4.23, 4.24

- Dạng 4: Lực tác dụng của từ trường và công của lực từ:

4.29, 4.33, 4.34, 4.35, 4.37

- Dạng 5: Lực Lorentz

4.39, 4.42, 4.44, 4.46

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

- Mối liên hệ giữa \vec{B} và \vec{H} :

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

- Cảm ứng từ \vec{B} gây ra bởi:

- Dòng điện thẳng:

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

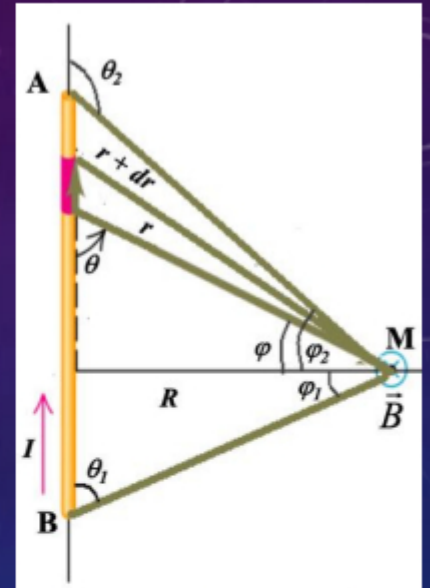
$$\xrightarrow{\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{\pi}{2}} B = \frac{\mu_0 \mu I}{2\pi R}$$

- Dòng điện tròn:

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

- Ống dây:

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



TÓM TẮT LÝ THUYẾT

- Từ thông gây bởi dòng điện:

$$d\phi = \vec{B} \cdot d\vec{S} \rightarrow \phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

Từ thông qua khung dây quay quanh trục vuông góc với đường sức từ trường:

$$\phi = NBS \cos(\omega t + \alpha)$$

- Định lý Ampere về dòng điện toàn phần:

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

Qui ước: $+I_i > 0$ nếu dòng điện nhận chiều dịch chuyển trên đường cong (C) làm chiều quay thuận của nó

$+I_i < 0$ nếu ngược lại

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Xác định cường độ từ trường gây bởi dây dẫn hình trụ:

- Chọn đường cong (C) một đường tròn bán kính r tâm nằm trên trục của dây.
- Xác định cường độ dòng điện I_r qua tiết diện tròn bán kính r
- Áp dụng định lý Ampe: $\oint_{(C)} \vec{H} d\vec{l} = \oint_{(C)} H dl = H \oint_{(C)} dl = H 2\pi r = I_r$

	Cường độ dòng điện I_r	Cường độ từ trường H
Bên ngoài	$I_r = I$	$H = \frac{I}{2\pi r}$
Bên trong	$\left. \begin{array}{l} \pi R^2 \sim I \\ \pi r^2 \sim I_r \end{array} \right\} \rightarrow I_r = \frac{\pi r^2}{\pi R^2} I = \frac{r^2}{R^2} I$	$H = \frac{I r}{2\pi R^2}$

Bài 4.23 (Bài toán về dây dẫn hình trụ): 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 $r_1 = 1cm$, $r_2 = 5cm$.

Tại vị trí M_1 : $r_1 < R \rightarrow$ nằm trong dây dẫn. $\rightarrow H_{M1} = \frac{I r_1}{2\pi R^2} \approx 20A/m$

Tại vị trí M_2 : $r_2 > R \rightarrow$ nằm ngoài dây dẫn. $\rightarrow H_{M2} = \frac{I}{2\pi r_2} \approx 16A/m$

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

- Lực từ:

$$\overrightarrow{dF} = I \overrightarrow{dl} \times \vec{B} \rightarrow \vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$$

- Moment từ của cuộn dây:

$$p_m = NIS$$

- Thế năng của khung dây trong từ trường

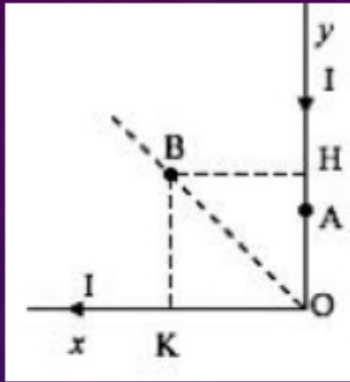
$$W_t = -\overrightarrow{p_m} \cdot \vec{B} = -NISB \cos(\overrightarrow{p_m} \cdot \vec{B})$$

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

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

- Lực Lorentz:

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B} (= qvB \sin \alpha)$$

BÀI 4.10

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

Cường độ từ trường tại điểm A nằm trên một cạnh góc vuông và cách đỉnh O một đoạn $OA = 2\text{cm}$

Cường độ từ trường tại điểm B nằm trên đường phân giác của góc vuông và cách đỉnh O một đoạn $OB = 10\text{cm}$

Hướng dẫn giải:

Cảm ứng từ tổng hợp tại A: ($A \in Oy \rightarrow H_{yA} = 0$)

- Phương: vuông góc với mặt phẳng khung dây
- Chiều: hướng vào trong mặt phẳng.
- Độ lớn:

$$H_A = H_{xA} = \frac{I}{4\pi AO} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2) = \frac{I}{4\pi AO} \left(\cos\frac{\pi}{2} - \cos\pi \right) = \frac{I}{4\pi AO} = 79.58 (A/m)$$

Cường độ từ trường tổng hợp tại B:

- Phương: vuông góc với mặt phẳng khung dây
- Chiều: hướng vào trong mặt phẳng.
- Độ lớn:

$$H_B = H_{xB} + H_{yB} = \frac{2I}{4\pi OB \cos\left(\frac{\pi}{4}\right)} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 76,84 (A/m)$$

BÀI 4.13

Trên một vòng dây dẫn bán kính $R = 10\text{cm}$ có dòng điện cường độ $I = 1\text{A}$. Tìm B :

a. Tại tâm O của vòng dây

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

Hướng dẫn giải:

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

BÀI 4.17

Hai vòng dây dẫn giống nhau bán kính $R = 10\text{ cm}$ được đặt song song, trục trùng nhau và mặt phẳng của chúng cách nhau một đoạn $a = 20\text{cm}$. Tìm \vec{B} tại tâm của mỗi vòng dây và tại điểm giữa của đoạn thẳng nối tâm của chúng trong hai trường hợp.

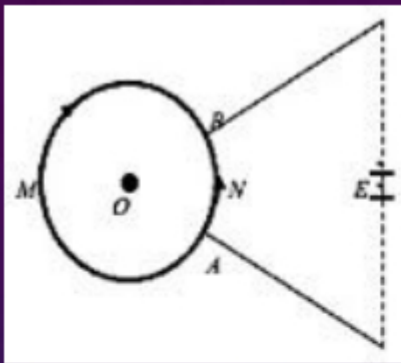
a. Các dòng điện chạy trên các vòng dây bằng nhau và cùng chiều ($I = 3\text{A}$)

b. Các dòng điện chạy trên các vòng dây bằng nhau nhưng ngược chiều ($I = 3\text{A}$)

Đáp án: Cảm ứng từ tại một điểm bất kì cách O_1 một khoảng x là:

$$\begin{aligned} a. \quad B_x &= \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} + \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + (a-x)^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_0 I}{2} \left(\frac{R^2}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} + \frac{R^2}{(R^2 + (a-x)^2)^{\frac{3}{2}}} \right) \\ b. \quad B_x &= \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + (a-x)^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_0 I}{2} \left(\frac{R^2}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{R^2}{(R^2 + (a-x)^2)^{\frac{3}{2}}} \right) \end{aligned}$$

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 \vec{H} tại tâm của vòng dây.

Hướng dẫn giải:

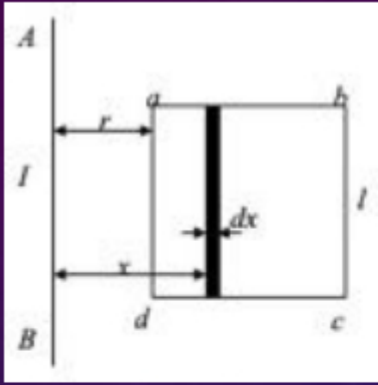
Theo định luật Biot-Savart-Laplace: $d\vec{B} = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \vec{r}}{r^2}$

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

- Xét cường độ từ trường gây ra bởi cung AMN:
 - Phương: vuông góc với mặt phẳng vòng dây
 - Chiều: hướng vào trong
 - Độ lớn: $H_{AMB} = \frac{I_1}{2R} \frac{l_1}{2\pi R}$
- Xét cường độ từ trường gây ra bởi cung ANB:
 - Phương: vuông góc với mặt phẳng vòng dây
 - Chiều: hướng ra ngoài
 - Độ lớn: $H_{ANB} = \frac{I_2}{2R} \frac{l_2}{2\pi R}$

Ta có:

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \rightarrow I_1 l_1 = I_2 l_2 \text{ (do } R \sim l) \rightarrow H_{AMB} = H_{ANB} \rightarrow \vec{H}_O = \vec{0}$$

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.

Hướng dẫn giải:

Chia khung dây thành các dải nhỏ song song với dòng điện thẳng và cách AB một khoảng x

$$\left. \begin{aligned} dS &= ldx \\ d\phi &= BdS = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} ldx \end{aligned} \right\} \rightarrow \phi = \int_r^{r+l} \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \frac{dx}{x} = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln \frac{r+l}{r} = 1,32 \cdot 10^{-7} \text{Wb}$$

