

**LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN KHUNG DÂY MANG DÒNG ĐIỆN ĐẶT TRONG TỪ TRƯỜNG ĐỀU**

**1. Phương pháp chung**

- Phân tích lực từ tác dụng lên từng đoạn dây của khung dây. Từ đó tính lực tổng hợp tác dụng lên khung hoặc momen lực tác dụng lên khung.
- Nếu dây gồm N vòng, độ lớn của lực từ sẽ tăng lên N lần.
- Momen lực được xác định bởi:  $M = F.l$  (N.m) trong đó:  $F$  là lực làm cho khung quay.  $l$  là độ dài cánh tay đòn.

**2. Ví dụ minh họa**

**Ví dụ 1:** Khung dây hình chữ nhật có  $AB = a = 10$  cm,  $BC = b = 5$  cm gồm 20 vòng dây nối tiếp với nhau có thể quay quanh cạnh AB thẳng đứng, khung có dòng điện 1 A chạy qua và đặt trong từ trường đều có  $\vec{B}$  nằm ngang,  $(\vec{B}, \vec{n}) = 30^\circ$ ,  $B = 0,5$  T. Tính mômen lực tác dụng lên khung.

- A.  $5.10^{-2}$  N.m.      B.  $2,5.10^{-2}$  N.m.      C.  $10^{-2}$  N.m.      D.  $3.10^{-2}$  N.m.

**Lời giải**

Ta có:  $M = NIBS \sin \alpha = 20.1.0,5.0,1.0,05. \sin 30^\circ = 2,5.10^{-2}$  (N.m)

Vậy momen lực từ đặt lên khung là  $2,5.10^{-2}$  (N.m)

**Đáp án B.**

**Ví dụ 2:** Dòng điện có cường độ  $I_1 = 4$  A chạy trong dây dẫn thẳng dài. Khung dây dẫn ABCD đồng phẳng với dòng  $I_1$  có  $AB = CD = 10$  cm,  $AD = BC = 5$  cm. AB song song với  $I_1$  và cách  $I_1$  5cm. Dòng điện chạy qua khung ABCD là  $I_2 = 2$  A. Xác định lực từ tổng hợp tác dụng lên khung.

- A.  $3,2.10^{-6}$  N.      B.  $1,6.10^{-6}$  N.      C.  $2.10^{-6}$  N.      D.  $1,5.10^{-6}$  N.

**Lời giải**

+ Từ trường do dòng  $I_1$  gây nên tại các vị trí nằm trên cạnh khung dây và có chiều hướng vào mặt phẳng nên cảm ứng từ  $\vec{B}$  có chiều từ ngoài vào trong hay mang dấu (+)

+ Lực từ tác dụng lên mỗi cạnh của khung dây được xác định dựa trên quy tắc bàn tay trái

+ Hợp lực tác dụng lên khung dây:  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$  (với  $F_1$  trên AD,  $F_2$  trên DC,  $F_3$  trên CB,  $F_4$  trên AB)

+ Do tính chất đối xứng nên lực từ gây ra tại AD và BC bằng nhau và  $\vec{F}_1 \uparrow \vec{F}_3$

$\Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_3 = \vec{0}$

+ Ta có: 
$$\begin{cases} F_2 = 2.10^{-7} \cdot \frac{I_1 I_2}{d + AD} \cdot a \\ F_4 = 2.10^{-7} \cdot \frac{I_1 I_2}{d} \cdot a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_2 = 1,6.10^{-6} \text{ N} \\ F_4 = 3,2.10^{-6} \text{ N} \end{cases}$$

+ Vì  $\vec{F}_2 \uparrow \vec{F}_4 \Rightarrow F = |F_2 - F_4| = 1,6.10^{-6}$  N

**Đáp án B.**

**Ví dụ 3:** Một khung dây có bán kính 10 cm, gồm 50 vòng. Trong mỗi vòng có dòng điện cường độ 10 A đi qua. Khung đặt trong từ trường đều đường sức từ song song với mặt phẳng khung,  $B = 0,2$  T. Tính momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung.

- A. 31,4 N.m.      B. 3,14 N.m.      C. 0,314 N.m.      D. 1,57 N.m.

**Lời giải**

Momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung là

$$M = NIBS \sin \alpha = 50 \cdot \pi \cdot 0,1^2 \cdot 0,2 \cdot 10 \cdot 1 = 3,14 \text{ N.m}$$

**Đáp án B.**

**Ví dụ 4:** Một khung dây có bán kính 5 cm, gồm 75 vòng. Trong mỗi vòng có dòng điện cường độ 8 A đi qua. Khung đặt trong từ trường đều đường sức từ hợp với mặt phẳng khung một góc  $60^\circ$ ,  $B = 0,25$  T. Tính momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung.

- A. 0,59 N.m.      B. 0,3 N.m.      C. 0,2 N.m.      D. 0,4 N.m.

**Lời giải**

+ Vì đường sức từ hợp với mặt phẳng khung dây một góc  $60^\circ$  nên  $(\vec{B}, \vec{n}) = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$

+ Momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung là:

$$M = NIBS \sin \alpha = 75 \cdot \pi \cdot 0,05^2 \cdot 0,25 \cdot 8 \cdot \sin 30^\circ = 0,59 \text{ N.m.}$$

**Đáp án A.**

**Ví dụ 5:** Một khung dây hình vuông ABCD cạnh  $a = 10$  cm có dòng điện  $I = 1$  A chạy qua. Khung đặt cạnh một dây dẫn thẳng dài có dòng điện  $I_1 = 2$  A song song AD, cách cạnh AD một đoạn  $a$ . Xác định lực từ tổng hợp lên khung dây.

- A.  $4 \cdot 10^{-7}$  N.      B.  $2 \cdot 10^{-7}$  N.      C.  $3 \cdot 10^{-7}$  N.      D.  $1 \cdot 10^{-7}$  N.

**Lời giải**

+ Từ trường do dòng  $I_1$  gây nên tại các vị trí nằm trên cạnh khung dây và có chiều hướng vào mặt phẳng nên cảm ứng từ  $\vec{B}$  có phương vuông góc với khung dây.

+ Lực từ tác dụng lên mỗi cạnh của khung dây được xác định dựa trên quy tắc bàn tay trái.

+ Hợp lực tác dụng lên khung dây:  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$  (với  $F_4$  trên AD,  $F_2$  trên BC,  $F_3$  trên AB,  $F_1$  trên CD)

+ Do tính chất đối xứng nên lực từ gây ra tại AB và CD bằng nhau và  $\vec{F}_1 \uparrow \vec{F}_3$

$$\Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_3 = \vec{0}$$

$$+ \text{Ta có: } \begin{cases} F_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_1}{d + AB} \cdot a \\ F_4 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_1}{d} \cdot a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_2 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ N} \\ F_4 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ N} \end{cases}$$

+ Vì  $\vec{F}_2 \uparrow \vec{F}_4 \Rightarrow F = |F_2 - F_4| = 2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$       **Đáp án B.**