

Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn thẳng

A. Phương pháp & Ví dụ

- Lực từ F —có đặc điểm:

- + Điểm đặt tại trung điểm đoạn dòng điện
- + Có phương vuông góc với $I \rightarrow$ và $B \rightarrow$, có chiều tuân theo quy tắc bàn tay trái
- + Độ lớn: $F = B.I.l.\sin \alpha$ (với α là góc tạo bởi $I \rightarrow$ và $B \rightarrow$)

Trong đó: B là cảm ứng từ (đơn vị là Tesla – T); I là cường độ dòng điện (A); l là chiều dài của sợi dây (m).

- **Quy tắc bàn tay trái:** Đặt bàn tay trái xòe rộng, sao cho lòng bàn tay hứng các đường sức từ, chiều từ cổ tay đến các ngón tay giữa chỉ chiều dòng điện, khi đó ngón cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực từ.

Lưu ý:

- + Chiều của cảm ứng từ bên ngoài nam châm là chiều vào Nam (S) ra Bắc (N)
- + Quy ước:

: Có phương vuông góc với mặt phẳng biểu diễn, chiều đi ra.

: Có phương vuông góc với mặt phẳng biểu diễn, chiều đi vào.

: Có phương, chiều là phương chiều của mũi tên và nằm trên mặt phẳng vẽ nó.

Ví dụ 1: Hãy áp dụng quy tắc bàn tay trái để xác định chiều (của một trong ba đại lượng $F \rightarrow, B \rightarrow, I \rightarrow$) còn thiếu trong các hình vẽ sau đây:

Hướng dẫn:

Trước tiên ta phát biểu quy tắc bàn tay trái:

Quy tắc bàn tay trái: Đặt bàn tay trái xòe rộng, sao cho lòng bàn tay hứng các đường sức từ, chiều từ cổ tay đến các ngón tay giữa chỉ chiều dòng điện, khi đó ngón cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực từ.

Ví dụ 2: Một dây dẫn có chiều dài 10 m được đặt trong từ trường đều có $B = 5 \cdot 10^{-2}$ T. Cho dòng điện có cường độ 10 A chạy qua dây dẫn.

a) Xác định lực từ tác dụng lên dây dẫn khi dây dẫn đặt vuông góc với $B \rightarrow$

b) Nếu lực từ tác dụng có độ lớn bằng $2,5\sqrt{3}$ N. Hãy xác định góc giữa $B \rightarrow$ và chiều dòng điện ?

Hướng dẫn:

a) Lực từ F —có đặc điểm:

- + Điểm đặt tại trung điểm đoạn dây mang dòng điện
- + Có phương vuông góc với $I \rightarrow$ và $B \rightarrow$, có chiều tuân theo quy tắc bàn tay trái
- + Độ lớn: $F = B.I.l.\sin \alpha = (5 \cdot 10^{-2}).10.10.\sin 90^\circ = 5$ (N)

b) Ta có: $F = B.I.l.\sin \alpha$

Ví dụ 3: Cho đoạn dây MN có khối lượng m , mang dòng điện I có chiều như hình, được đặt vào trong từ trường đều có vectơ $B \rightarrow$ như hình vẽ. Biểu diễn các lực tác dụng lên đoạn dây MN (bỏ qua khối lượng dây treo).

Hướng dẫn:

- + Các lực tác dụng lên đoạn dây MN gồm: Trọng lực P —đặt tại trọng tâm (chính giữa thanh), có chiều hướng xuống; Lực căng dây T —đặt vào điểm tiếp xúc của sợi dây và thanh, chiều hướng lên; Lực từ F —áp dụng quy tắc bàn tay trái xác định được F —có phương thẳng đứng, chiều hướng lên như hình.
- + Các lực được biểu diễn như hình.

Ví dụ 4: Treo đoạn dây dẫn MN có chiều dài $l = 25$ cm, khối lượng của một đơn vị chiều dài là $0,04$ kg/m bằng hai dây mảnh, nhẹ sao cho dây dẫn nằm ngang. Biết cảm ứng từ có chiều như hình vẽ, có độ lớn $B = 0,04$ T. Cho $g = 10$ m/s².

- Xác định chiều và độ lớn của I để lực căng dây bằng 0.
- Cho $I = 16$ A có chiều từ M đến N. Tính lực căng mỗi dây ?

Hướng dẫn:

- Lực căng dây bằng 0 nghĩa là dây nằm lơ lửng $\Rightarrow P \rightarrow F \rightarrow 0 \Rightarrow F \rightarrow P \rightarrow$
 + Do đó lực từ F —phải có chiều hướng lên. Áp dụng quy tắc bàn tay trái ta xác định được chiều của dòng điện có chiều từ N đến M.

+ Mặt khác ta cũng có: $F = P \Leftrightarrow B.I.l.\sin 90^\circ = mg$

+ Mật độ khối lượng của sợi dây: $d = m/l$

+ Vậy:

- Khi dòng điện có chiều từ M đến N thì lực từ F —có chiều hướng xuống. Do lực căng dây T —có chiều hướng lên nên: $T = P + F = mg + BI l$

+ Mật độ khối lượng của sợi dây: $d = m/l$

+ Vậy:

+ Vì có hai sợi dây nên lực căng mỗi sợi là $T_1 = T_2 = T/2 = 0,13$ (N)

B. Bài tập

Bài 1: Hãy áp dụng quy tắc bàn tay trái để xác định chiều (của một trong ba đại lượng $F \rightarrow B \rightarrow I$) còn thiếu trong các hình vẽ sau đây:

Lời giải:

Bài 2: Xác định chiều đường sức từ (ghi tên cực của nam châm)

Lời giải:

Áp dụng quy tắc bàn tay trái ta xác định được các cực và chiều của B —như sau:

- Theo quy tắc bàn tay trái thì vectơ cảm ứng từ có phương thẳng đứng và chiều từ dưới lên. Đường sức của vectơ cảm ứng từ có chiều vào Nam, ra Bắc nên cực trên của nam châm là Nam (S) và cực dưới là Bắc (N) (như hình 1).

+) Theo quy tắc bàn tay trái thì vectơ cảm ứng từ có phương thẳng đứng và chiều từ trên xuống. Đường sức của vectơ cảm ứng từ có chiều vào Nam, ra Bắc nên cực trên của nam châm là Bắc (N) và cực dưới là Nam (S) (như hình 2).

+) Theo quy tắc bàn tay trái thì vectơ cảm ứng từ có phương vuông góc với mặt phẳng hình vẽ và chiều hướng từ trong ra ngoài (như hình 3).

Bài 3: Một dây dẫn có chiều dài $l = 5\text{m}$, được đặt trong từ trường đều có độ lớn $B = 3 \cdot 10^{-2} \text{ T}$. Cường độ dòng điện chạy trong dây dẫn có giá trị 6A . Hãy xác định độ lớn của lực từ tác dụng lên dây dẫn trong các trường hợp sau đây:

- a) Dây dẫn đặt vuông góc với các đường sức từ.
- b) Dây dẫn đặt song song với các đường sức từ.
- c) Dây dẫn hợp với các đường sức từ một góc 45° .

Lời giải:

a) Khi dây đặt vuông góc với các đường sức từ thì $\alpha = 90^\circ$

Lực từ tác dụng lên đoạn dây lúc này có độ lớn: $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin 90^\circ = 0,9 \text{ (N)}$

b) Khi dây đặt song song với các đường sức từ thì $\alpha = 0^\circ$

Lực từ tác dụng lên đoạn dây lúc này có độ lớn: $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin 0^\circ = 0$

c) Khi dây đặt tạo với các đường sức từ thì $\alpha = 45^\circ$

Lực từ tác dụng lên đoạn dây lúc này có độ lớn: $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin 45^\circ = 0,64 \text{ (N)}$

Bài 4: Một đoạn dây thẳng MN dài 6 cm , có dòng điện 5A , đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,5 \text{ T}$. Lực từ tác dụng lên đoạn dây có độ lớn $F = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ N}$. Góc hợp bởi dây MN và đường cảm ứng từ là bao nhiêu ?

Lời giải:

Ta có: $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$

Bài 5: Một dây dẫn mang dòng điện $I = 5\text{A}$, có chiều dài 1m , được đặt vuông góc với cảm ứng từ $B = 5 \cdot 10^{-3} \text{ T}$. Hãy xác định lực từ tác dụng lên dây dẫn ?

Lời giải:

Ta có: $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 1 \cdot \sin 90^\circ = 25 \cdot 10^{-3} \text{ (N)}$

Bài 6: Một đoạn dây dẫn dài 5cm đặt trong từ trường đều và vuông góc với vectơ cảm ứng từ. Dòng điện chạy qua dây có cường độ $0,75\text{A}$. Lực từ tác dụng lên dây có giá trị $3 \cdot 10^{-2} \text{ N}$. Hãy xác định cảm ứng từ của từ trường.

Lời giải:

Ta có: $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$

Bài 7: Một dây dẫn thẳng MN chiều dài l , khối lượng của một đơn vị dài của dây là $D = 0,04\text{kg/m}$. Dây được treo bằng hai dây dẫn nhẹ thẳng đứng và đặt trong từ trường đều có $B \rightarrow$ vuông góc với mặt phẳng chứa MN và dây treo, $B = 0,04\text{T}$. Cho dòng điện I qua dây.

- a) Định chiều và độ lớn của I để lực căng của các dây treo bằng không.
- b) Cho $MN = 25\text{cm}$, $I = 16\text{A}$ có chiều từ N đến M. Tính lực căng của mỗi dây.

Lời giải:

a) Để lực căng của dây treo bằng không thì trọng lực và lực từ tác dụng lên dây dẫn thẳng MN phải bằng nhau và lực từ phải hướng lên trên. Theo quy tắc bàn tay trái thì cường độ dòng điện I phải có chiều từ M đến N:

$$P \rightarrow F \rightarrow 0 \Rightarrow F = P \Leftrightarrow B.l/\sin\alpha = mg$$

$$\Leftrightarrow B.l.l = D.l.g$$

$$b) \text{ Lực từ tác dụng lên MN: } F = B.l.l.\sin\alpha = 0,04.16.0,25 = 0,16 \text{ N}$$

$$\text{Khi MN nằm cân bằng thì: } F \rightarrow P \rightarrow 2T \rightarrow 0 \rightarrow \quad (1)$$

$$\text{Chiếu (1) lên phương của } P \rightarrow F + P - 2T = 0$$