

Lý thuyết và công thức trọng tâm

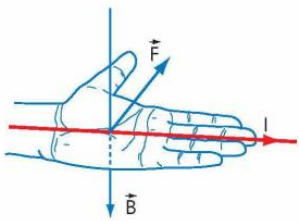
Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện (Định luật Ampere)

Khi một đoạn dây dẫn thẳng có chiều dài L mang dòng điện I đặt trong từ trường đều $\vec{B}$, lực từ $\vec{F}$ tác dụng lên đoạn dây có đặc điểm:

Điểm đặt tại trung điểm của đoạn dây dẫn.

Phương vuông góc với mặt phẳng chứa đoạn dây dẫn và vector cảm ứng từ $\vec{B}$.

Chiều xác định theo **quy tắc bàn tay trái**: Đặt bàn tay trái sao cho các đường sức từ hướng vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến ngón tay giữa là chiều dòng điện, khi đó ngón tay cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực từ.



Độ lớn của lực từ được tính theo công thức:

$$F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin \alpha$$

Trong đó:

F là độ lớn lực từ tác dụng lên đoạn dây (đơn vị Newton, N).

I là cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn (đơn vị Ampe, A).

L là chiều dài đoạn dây dẫn nằm trong từ trường (đơn vị mét, m).

B là độ lớn cảm ứng từ của từ trường (đơn vị Tesla, T).

α là góc hợp bởi vector cảm ứng từ $\vec{B}$ và chiều dòng điện qua đoạn dây ($0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$).

Định nghĩa Cảm ứng từ

Độ lớn của cảm ứng từ B tại một điểm trong từ trường đặc trưng cho từ trường về mặt tác dụng lực:

$$B = \frac{F}{I \cdot L \cdot \sin \alpha}$$

Trường hợp đoạn dây dẫn đặt vuông góc với đường sức từ ($\alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1$):

$$B = \frac{F}{I \cdot L}$$

Đơn vị cảm ứng từ: $1 \text{ Tesla (T)} = 1 \text{ N} / (\text{A} \cdot \text{m})$.

Ba ví dụ bài tập minh họa

Ví dụ 1: Tính độ lớn lực từ cơ bản

Một đoạn dây dẫn thẳng dài $0,2 \text{ m}$ mang dòng điện 5 A đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,04 \text{ T}$.

Góc hợp bởi hướng của dòng điện và vectơ cảm ứng từ là $\alpha = 30^\circ$.

Áp dụng công thức $F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,04 \cdot \sin(30^\circ)$.

Độ lớn của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn là $0,02 \text{ N}$.

Ví dụ 2: Xác định cảm ứng từ của từ trường

Một đoạn dây dẫn dài $0,15 \text{ m}$ có dòng điện cường độ 4 A chạy qua đặt vuông góc với các đường sức từ ($\alpha = 90^\circ$).

Lực từ đo được tác dụng lên đoạn dây có độ lớn bằng $0,06 \text{ N}$.

Áp dụng công thức $B = \frac{F}{I \cdot L \cdot \sin(90^\circ)} = \frac{0,06}{4 \cdot 0,15 \cdot 1}$.

Độ lớn cảm ứng từ của từ trường tại vị trí đặt dây dẫn là $0,1 \text{ T}$.

Ví dụ 3: Bài toán dây dẫn cân bằng trong từ trường

Một đoạn dây dẫn thẳng dài $0,5 \text{ m}$, khối lượng 20 g ($0,02 \text{ kg}$) được treo nằm ngang bằng hai dây nhẹ không dẫn trong từ trường đều nằm ngang vuông góc với dây ($\alpha = 90^\circ$), lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Để lực từ hướng thẳng đứng lên trên nâng đỡ hoàn toàn trọng lực của đoạn dây dẫn, lực từ cần thỏa mãn điều kiện cân bằng $F = P = m \cdot g = 0,02 \cdot 10 = 0,2 \text{ N}$.

Biết độ lớn cảm ứng từ $B = 0,08 \text{ T}$, áp dụng công thức $F = I \cdot L \cdot B \Rightarrow I = \frac{F}{L \cdot B} = \frac{0,2}{0,5 \cdot 0,08}$.

Cường độ dòng điện cần chạy qua đoạn dây để lực căng của hai dây treo bằng 0 là 5 A .

Bài 1

Một đoạn dây dẫn thẳng dài $0,25 \text{ m}$ mang dòng điện có cường độ 4 A đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,05 \text{ T}$. Đoạn dây được đặt vuông góc với vectơ cảm ứng từ. Tính độ lớn lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn đó.

Bài 2

Một đoạn dây dẫn thẳng dài 0,4 m được đặt trong từ trường đều có độ lớn cảm ứng từ $B = 0,2 \text{ T}$. Cho dòng điện 2,5 A chạy qua đoạn dây. Biết góc hợp bởi chiều dòng điện và vectơ cảm ứng từ là 30° . Tính độ lớn lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn.

Bài 3

Một đoạn dây dẫn thẳng dài 0,15 m đặt vuông góc với các đường sức từ của một từ trường đều. Khi cho dòng điện có cường độ 6 A chạy qua đoạn dây thì lực từ tác dụng lên nó đo được là 0,072 N. Hãy xác định độ lớn cảm ứng từ của từ trường tại vị trí đặt đoạn dây.

Bài 4

Một đoạn dây dẫn thẳng dài 0,5 m mang dòng điện I đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,08 \text{ T}$. Góc hợp bởi dòng điện và vectơ cảm ứng từ là 45° . Lực từ tác dụng lên đoạn dây có độ lớn bằng $0,04\sqrt{2} \text{ N}$. Tính cường độ dòng điện I chạy qua đoạn dây dẫn.

Bài 5

Một đoạn dây dẫn thẳng dài 0,2 m mang dòng điện 5 A đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,06 \text{ T}$. Lực từ tác dụng lên đoạn dây đo được bằng 0,03 N. Hãy xác định số đo góc hợp bởi đoạn dây dẫn và vectơ cảm ứng từ của từ trường.

Bài 6

Một đoạn dây dẫn thẳng dài 0,8 m được đặt trong một từ trường đều. Ban đầu, đoạn dây đặt vuông góc với đường sức từ thì lực từ tác dụng lên nó là $F_1 = 0,16 \text{ N}$. Nếu quay đoạn dây một góc sao cho dây hợp với vectơ cảm ứng từ một góc 60° (giữ nguyên cường độ dòng điện và cảm ứng từ) thì lực từ F_2 tác dụng lên dây có độ lớn bằng bao nhiêu?

Bài 7

Một đoạn dây dẫn thẳng dài 0,3 m, khối lượng 15 g được treo nằm ngang bằng hai sợi dây mảnh, nhẹ, không dẫn trong một từ trường đều có các đường sức từ nằm ngang và vuông góc với dây. Lấy gia tốc trọng trường $g = 10 \text{ m/s}^2$. Biết cảm ứng từ $B = 0,05 \text{ T}$. Cần cho dòng điện có cường độ bằng bao nhiêu chạy qua đoạn dây để lực căng của hai dây treo hoàn toàn triệt tiêu (lực căng bằng 0)?

Bài 8

Một thanh kim loại đồng chất dài 0,2 m, khối lượng 10 g có thể trượt không ma sát dọc theo hai thanh ray dẫn điện đặt nằm ngang song song cách nhau một khoảng bằng chiều dài thanh. Hệ thống được đặt trong từ trường đều có các đường sức từ hướng thẳng đứng từ dưới lên trên, cảm ứng từ $B = 0,1 \text{ T}$. Khi cho dòng điện 4 A chạy qua thanh kim loại, hãy tính độ lớn gia tốc chuyển động của thanh.

Bài 9

Một khung dây dẫn hình chữ nhật có kích thước $5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$, gồm 50 vòng dây, mang dòng điện 1,5 A chạy qua mỗi vòng. Khung dây được đặt trong từ trường đều có độ lớn cảm ứng từ $B = 0,04 \text{ T}$ sao cho

mặt phẳng khung dây song song với các đường cảm ứng từ. Hãy tính mômen ngẫu lực từ lớn nhất tác dụng làm quay khung dây.

Bài 10

Một khung dây dẫn hình vuông cạnh 10 cm gồm 100 vòng dây mang dòng điện 2 A đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,05 \text{ T}$. Vectơ cảm ứng từ hợp với vectơ pháp tuyến của mặt phẳng khung dây một góc 60° . Hãy xác định độ lớn của mômen ngẫu lực từ tác dụng lên khung dây tại vị trí đó.