

Lực từ tác dụng lên 2 dây dẫn song song

A. Phương pháp & Ví dụ

+ Khi cho dòng điện chạy qua hai dây dẫn thẳng song song thì hai dòng điện tương tác với nhau.

- Nếu hai dòng điện cùng chiều thì chúng hút nhau.
- Nếu hai dòng điện ngược chiều thì chúng đẩy nhau.

+ Độ lớn của lực từ tác dụng lên **một đơn vị chiều dài** của dây:

Trong đó: I_1 và I_2 là cường độ dòng điện chạy qua các dây, đơn vị là ampe (A); r là khoảng cách giữa hai dòng điện, đơn vị là mét (m).

Lưu ý:

+ Lực hút hay lực đẩy giữa hai dòng điện có phương nằm trên đường nối hai dòng điện

+ Nếu tính cho dây có chiều dài l thì:

+ Khi có nhiều dòng điện tác dụng lên nhau thì ta áp dụng nguyên lý chồng chất: $F = F_1 + F_2 + F_3 + \dots$

Ví dụ 1: Hai dây dẫn thẳng dài, đặt song song với nhau và cách nhau 10 cm đặt trong không khí. Dòng điện chạy trong dây dẫn có cường độ là $I_1 = 1 \text{ A}$, $I_2 = 5 \text{ A}$.

- Tính lực từ tác dụng lên một đơn vị chiều dài của dây
- Tính lực từ tác dụng lên một đoạn có chiều dài 2 m của mỗi dây

Hướng dẫn:

a) Lực tác dụng lên một đơn vị chiều dài của dây:

b) Lực từ tác dụng lên một đoạn có chiều dài 2m của mỗi dây:

Ví dụ 2: Dây dẫn thẳng dài có dòng $I_1 = 15 \text{ A}$ đi qua, đặt trong chân không.

- Tính cảm ứng từ tại điểm cách dây 15 cm.
- Tính lực từ tác dụng lên 1 m dây của dòng $I_2 = 10 \text{ A}$ đặt song song cách I_1 đoạn 15 cm. Cho biết lực đó là lực hút hay lực đẩy. Biết rằng I_1 và I_2 ngược chiều nhau.

Hướng dẫn:

a) Cảm ứng từ do dòng điện I_1 gây ra tại điểm M cách dây đoạn 15 cm là:

b) Lực từ do dòng I_1 tác dụng lên 1m dây dòng I_2 :

+ Vì hai dòng điện ngược chiều nên lực là lực đẩy.

Ví dụ 3: Ba dây dẫn thẳng dài mang dòng điện I_1 , I_2 , I_3 theo thứ tự đó, đặt song song cách đều nhau, khoảng cách giữa 2 dây là $a = 4 \text{ cm}$. Biết rằng chiều của I_1 và I_3 hướng vào, I_2 hướng ra mặt phẳng hình vẽ, cường độ dòng điện $I_1 = 10 \text{ A}$, $I_2 = I_3 = 20 \text{ A}$. Xác định F tác dụng lên 1 mét của dòng I_1 .

Hướng dẫn:

+ Dòng I_1 sẽ chịu tác dụng của hai dòng điện I_2 và I_3 .

+ Gọi F_{21} , F_{31} lần lượt là lực do dòng điện I_2 và dòng điện I_3 tác dụng lên 1m dây của dòng điện I_1

+ Ta có:

+ Vì hai dòng điện I_1 và I_3 cùng chiều nên lực tương tác giữa chúng là lực hút. Còn hai dòng điện I_1 và I_2 ngược chiều nên lực tương tác giữa chúng là lực đẩy.

+ Lực tổng hợp tác dụng lên một đơn vị chiều dài của dây mang dòng điện I_1 là:

$$\vec{F} = \vec{F}_{31} + \vec{F}_{21}$$

+ Vì \vec{F}_{31} cùng phương ngược chiều với \vec{F}_{21} nên: $F = |F_{31} - F_{21}| = 5 \cdot 10^{-4} \text{ N}$

+ Vậy lực F có phương vuông góc với sợi dây mang I_1 và có chiều hướng về bên trái (vì $F_{21} > F_{31}$) như hình vẽ, có độ lớn $F = 5 \cdot 10^{-4} \text{ N}$

Ví dụ 4: Hai dòng điện thẳng dài vô hạn đặt song song cách nhau 30 cm mang hai dòng điện cùng chiều $I_1 = 20\text{A}$, $I_2 = 40\text{A}$. Xác định vị trí đặt dòng I_3 để lực từ tác dụng lên I_3 là bằng không.

Hướng dẫn:

Gọi F_{13} , F_{23} lần lượt là lực do dòng I_1 và I_2 tác dụng lên dòng I_3

$$\text{+ Ta có: } F_{13} + F_{23} = 0 \Rightarrow F_{13} = -F_{23}$$

+ Từ (2) suy ra: (4)

+ Vì hai dòng điện I_1 và I_3 cùng chiều nên từ (1) suy ra: dòng I_3 phải ở bên trong khoảng giữa hai dòng I_1 và I_2 . Do đó ta có: $r_{23} + r_{13} = 30$ (5)

+ Giải (4) và (5) ta có: $r_{13} = 10 \text{ cm}$ và $r_{23} = 20 \text{ cm}$

+ Vậy để lực từ tác dụng lên dòng I_3 bằng 0 thì dòng I_3 phải đặt cách dòng I_1 đoạn 10 cm hay đặt cách dòng I_2 đoạn 20 cm (hình vẽ).

B. Bài tập

Bài 1: Hai dây dẫn thẳng dài, song song được đặt trong không khí. Cường độ trong hai dây bằng nhau và bằng $I = 1 \text{ A}$. Lực từ tác dụng lên mỗi đơn vị chiều dài của dây bằng $2 \cdot 10^{-5} \text{ N}$. Hỏi hai dây đó cách nhau bao nhiêu.

Lời giải:

Ta có:

Bài 2: Một dây dẫn dài vô hạn, có cường độ $I_1 = 6\text{A}$ đặt tại điểm A.

a) Hãy tính độ lớn cảm ứng từ do dây dẫn trên gây ra tại điểm B nằm cách A đoạn 6 cm ?

b) Nếu tại B đặt một dây dẫn thứ 2 song song với dây thứ nhất. Cho dòng điện $I_2 = 3\text{A}$, chạy cùng chiều với dòng điện thứ nhất, hãy xác định lực từ do I_1 tác dụng lên mỗi mét dây dẫn của I_2 , cho biết chúng đẩy hay hút nhau?

Lời giải:

a) Cảm ứng từ do dòng điện thẳng dài vô hạn gây ra tại B:

b) Vì hai dây dẫn có dòng điện cùng chiều nên lực tương tác giữa chúng là lực hút.

Độ lớn của lực tương tác:

Bài 3: Hai dây dẫn đặt cách nhau 2cm trong không khí, dòng điện trong 2 dây có cùng giá trị cường độ, lực tương tác từ giữa 2 dây là lực hút và có độ lớn $F = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ N}$. Hai dòng điện trên cùng chiều hay ngược chiều ? Tìm cường độ dòng điện trong mỗi dây ?

Lời giải:

Vì lực tương tác là lực hút nên hai dòng điện cùng chiều

Ta có:

Bài 4: Hai dây dẫn dài vô hạn đặt cách nhau 4cm, cho 2 dòng điện chạy ngược chiều nhau trong 2 dây dẫn, 2 dòng điện có cùng cường độ $I = 5A$. Hãy cho biết:

a) Hai dây dẫn trên có tương tác lực từ với nhau không? Nếu có thì chúng đẩy hay hút nhau? Vẽ hình?

b) Hãy tính lực từ tương tác trên mỗi mét chiều dài của mỗi sợi dây?

Lời giải:

a) Vì hai dây dẫn đều mang dòng điện nên chúng sẽ tương tác với nhau bằng lực từ. Vì hai dòng điện ngược chiều nên chúng sẽ đẩy nhau:

b) Lực tương tác giữa hai dây dẫn:

Bài 5: Ba dòng điện cùng chiều cùng cường độ 10A chạy qua ba dây dẫn thẳng đặt đồng phẳng và dài vô hạn. Biết rằng khoảng cách giữa dây 1 và 2 là 10 cm dây 2 và 3 là 5cm và dây 1 và 3 là 15cm. Xác định lực từ do:

a) Dây 1 và dây 2 tác dụng lên dây 3

b) Dây 1 và dây 3 tác dụng lên dây 2

Lời giải:

a) Vì dòng điện I_1 và I_3 cùng chiều nên I_1 hút I_3 một lực:

Vì dòng điện I_2 và I_3 cùng chiều nên I_2 hút I_3 một lực:

Lực từ do dây 1 và dây 2 tác dụng lên dây 3: $F \leftarrow F_{13} \rightarrow F_{23} \rightarrow$

Vì $F_{13} \rightarrow \uparrow \uparrow F_{23} \rightarrow$ nên: $F = F_{13} + F_{23} = 5,33 \cdot 10^{-4} \text{ (N)}$

b) Vì dòng điện I_1 và I_2 cùng chiều nên I_1 hút I_2 một lực:

Vì dòng điện I_3 và I_2 cùng chiều nên I_3 hút I_2 một lực:

Lực từ do dây 1 và dây 2 tác dụng lên dây 3: $F \leftarrow F_{13} \rightarrow F_{23} \rightarrow$

Vì $F_{13} \rightarrow \uparrow \downarrow F_{23} \rightarrow$ nên: $F = F_{32} - F_{12} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ (N)}$