

TƯƠNG TÁC GIỮA CÁC DÂY DẪN THẲNG DÀI ĐẶT SONG SONG CÓ DÒNG ĐIỆN CHẠY QUA

1. Phương pháp chung

- Áp dụng kiến thức, các công thức về lực tương tác từ giữa hai dây dẫn thẳng, song song, có dòng điện chạy qua.

- Áp dụng phép xác định hợp các vector lực trong trường hợp có nhiều dòng điện thẳng song song.

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Dây dẫn thẳng dài có dòng $I_1 = 5 \text{ A}$ đi qua đặt trong không khí

a) Tính cảm ứng từ tại điểm cách dây 15 cm.

- A. $2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. B. $3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. C. $1 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. D. $4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

b) Tính lực từ tác dụng lên 1 m dây dòng $I_2 = 10 \text{ A}$ đặt song song, cách I_1 15 cm, I_2 ngược chiều I_1 .

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

Lời giải

a) Cảm ứng từ do dây dẫn thẳng dài có dòng điện gây ra tại điểm cách dây 15 cm là:

$$B = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_1}{r} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{15}{0,15} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Đáp án A.

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

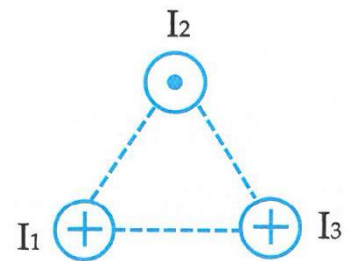
$$F = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_1 I_2}{r} \cdot l = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{15 \cdot 10}{0,15} \cdot 1 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Ba dây dẫn thẳng dài đặt song song cách đều nhau, khoảng cách giữa hai dây là 4 cm. Biết $I_1 = 10 \text{ A}$, $I_2 = I_3 = 20 \text{ A}$. Tìm lực từ tác dụng

lên 1 m của dòng I_1 .

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



Lời giải

+ Vì 2 dòng điện 1 và 2 ngược chiều nhau nên lực tương tác là lực tương tác đẩy nên vector \vec{F}_{21} hướng ra ngoài.

+ Vì 2 dòng điện 1 và 3 cùng chiều nhau nên lực tương tác là lực tương tác hút nên vector \vec{F}_{31} hướng vào trong.

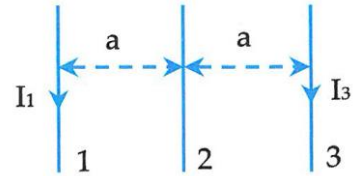
Hợp lực tác dụng $\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31}$

Ta có $I_2 = I_3$, $r_{13} = r_{23} \Rightarrow F_{21} = F_{31} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_1 I_2}{r} = 10^{-3} \text{ N}$

Mặt khác $(\vec{F}_{21}, \vec{F}_{31}) = 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ \Rightarrow F_1 = F_{21} = F_{31} = 10^{-3} \text{ N}$

Đáp án B.

Ví dụ 3: Ba dây dẫn thẳng dài song song có khoảng cách $a = 5 \text{ cm}$. Dây 1 và 3 được giữ cố định, có dòng $I_1 = 2I_3 = 4 \text{ A}$ đi qua như hình. Dây 2 tự do, có dòng $I_2 = 5 \text{ A}$ đi qua. Tìm chiều di chuyển của dây 2 và lực tác dụng lên 1 m dây 2 khi nó bắt đầu chuyển động nếu I_2 có chiều:



a) Đi lên

A. Sang phải, $F_2 = 4.10^{-5} \text{ N}$.

B. Sang trái, $F_2 = 4.10^{-5} \text{ N}$.

C. Sang phải, $F_2 = 8.10^{-5} \text{ N}$.

D. Sang trái, $F_2 = 8.10^{-5} \text{ N}$.

b) Đi xuống

A. Sang phải, $F_2 = 4.10^{-5} \text{ N}$.

B. Sang trái, $F_2 = 4.10^{-5} \text{ N}$.

C. Sang phải, $F_2 = 8.10^{-5} \text{ N}$.

D. Sang trái, $F_2 = 8.10^{-5} \text{ N}$.

Lời giải

- Lực từ tác dụng do 1 m dây thứ hai:

+ Do I_1 gây ra: $F_{12} = 2.10^{-7} \cdot \frac{I_1 I_2}{a} = 2.10^{-7} \cdot \frac{4,5}{0,05} = 8.10^{-5} \text{ N}$

+ Do I_3 gây ra: $F_{32} = 2.10^{-7} \cdot \frac{I_3 I_2}{a} = 2.10^{-7} \cdot \frac{2,5}{0,05} = 4.10^{-5} \text{ N}$

Lực từ tổng hợp lên 1 m dây thứ 2: $\vec{F}_2 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32}$

a) Khi I_2 đi lên khi đó $\vec{F}_{12} \uparrow \downarrow \vec{F}_{32}$

$\Rightarrow F_2 = |F_{12} - F_{32}| = 4.10^{-5} \text{ N}$ và $\vec{F}_2 \uparrow \uparrow \vec{F}_{12}$ nên dây thứ 2 sẽ di chuyển sang phải

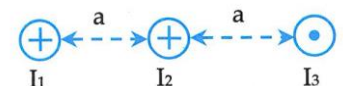
Đáp án A.

b) Khi I_2 đi xuống khi đó $\vec{F}_{12} \uparrow \downarrow \vec{F}_{32}$

$\Rightarrow F_2 = |F_{12} - F_{32}| = 4.10^{-5} \text{ N}$ và $\vec{F}_2 \uparrow \uparrow \vec{F}_{12}$ nên dây thứ 2 sẽ di chuyển sang trái

Đáp án B.

Ví dụ 4: Ba dây dẫn thẳng song song dài vô hạn đặt song song trong không khí như hình, với $a_1 = 3 \text{ cm}$, $a_2 = 4 \text{ cm}$. Dây 1, 3 cố định, dây 2 tự do.



Cường độ dòng điện trong các dây là $I_1 = 6 \text{ A}$, $I_2 = 5 \text{ A}$, $I_3 = 10 \text{ A}$.

a) Xác định vectơ cảm ứng từ tại vị trí đặt dây 2

A. 4.10^{-5} T .

B. 5.10^{-5} T .

C. 9.10^{-5} T .

D. 1.10^{-5} T .

b) Xác định lực từ tác dụng lên 1 m chiều dài dây 2 và chiều di chuyển của nó.

A. $F_2 = 4,5.10^{-4} \text{ N}$, di chuyển sang trái.

B. $F_2 = 4,5 \cdot 10^{-4}$ N, di chuyển sang phải.

C. $F_2 = 1,5 \cdot 10^{-4}$ N, di chuyển sang trái.

D. $F_2 = 1,5 \cdot 10^{-4}$ N, di chuyển sang phải.

c) Để dây 2 không di chuyển thì ta phải đưa nó tới vị trí khác, xác định vị trí đó.

A. Ngoài khoảng 2 dây, cách dây 1 đoạn 10,5 cm.

B. Ngoài khoảng 2 dây, cách dây 1 đoạn 10,5 cm.

C. Trong khoảng 2 dây, cách đều 2 dây.

D. Trong khoảng 2 dây, cách 1 dây 1 đoạn 7,5 cm.

Lời giải

a) + Cảm ứng từ đặt tại dây 2 là cảm ứng từ tổng hợp do dây 1 và 3 gây ra

$$\Rightarrow \vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_3$$

+ Sử dụng quy tắc cái đinh ốc 1 với 2 dòng điện (1) và (3) ta được $\vec{B}_1 \uparrow \uparrow \vec{B}_3$

$$\Rightarrow B = B_1 + B_3 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_1}{a_1} + 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_3}{a_2} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{6}{0,03} + 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{10}{0,04} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Đáp án C.

b) – Lực từ tác dụng do 1 m dây thứ hai:

$$+ \text{ Do } I_1 \text{ gây ra: } F_{12} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_1 I_2}{a_1} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{6,5}{0,03} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

$$+ \text{ Do } I_3 \text{ gây ra: } F_{32} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_3 I_2}{a_2} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{5 \cdot 10}{0,04} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

$$\text{Lực từ tổng hợp lên 1 m dây thứ 2: } \vec{F}_2 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32}$$

Mặt khác do $\vec{F}_{12} \uparrow \uparrow \vec{F}_{32} \Rightarrow F_2 = F_{12} + F_{32} = 4,5 \cdot 10^{-4}$ N, và có chiều di chuyển về bên trái tức là hướng về dây thứ 1.

Đáp án A.

c) + Để dây 2 không di chuyển thì hợp lực tác dụng lên nó phải bằng 0

$$\Rightarrow \vec{F}_2 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32} = \vec{0} \Rightarrow \begin{cases} \vec{F}_{12} \uparrow \downarrow \vec{F}_{32} \\ F_{12} = F_{32} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{I_1}{a_1} = \frac{I_3}{a_2} \Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{I_1}{I_3} = \frac{3}{5}, \text{ do đó dây 2 phải ở khoảng ngoài của hai dây 1 và 3 và ở gần dây 1 hơn}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 5a_1 = 3a_2 \\ a_2 - a_1 = 3 + 4 = 7 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_1 = 10,5 \text{ cm} \\ a_2 = 17,5 \text{ cm} \end{cases}$$

Vậy vị trí đó ở ngoài khoảng của hai dây 1 và 3 và cách dây 1 một đoạn bằng 10,5 cm.

Đáp án A.