

Chuyên đề bài tập Lực tương tác giữa hai điện tích điểm hay

A. Phương pháp & Ví dụ

Lực tương tác giữa 2 điện tích điểm là lực Culông: $F = 9 \cdot 10^9 \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon r^2}$ (trong điện môi lực giảm đi ϵ lần so với trong chân không).

- Hai điện tích có độ lớn bằng nhau thì: $|q_1| = |q_2|$

Hai điện tích có độ lớn bằng nhau nhưng trái dấu thì: $q_1 = -q_2$

Hai điện tích bằng nhau thì: $q_1 = q_2$

Hai điện tích cùng dấu: $q_1 q_2 > 0 \rightarrow |q_1 q_2| = q_1 q_2$.

Hai điện tích trái dấu: $q_1 q_2 < 0 \rightarrow |q_1 q_2| = -q_1 q_2$.

- Áp dụng hệ thức của định luật Coulomb để tìm ra $|q_1 \cdot q_2|$ sau đó tùy điều kiện bài toán chúng ta sẽ tìm được q_1 và q_2 .

- Nếu đề bài chỉ yêu cầu tìm độ lớn thì chỉ cần tìm $|q_1|; |q_2|$

► Bài toán cho tích độ lớn 2 đt và tổng độ lớn 2 đt thì AD hệ thức Vi-ét:

$$\begin{cases} q_1 + q_2 = S \\ q_1 q_2 = P \end{cases} \text{ thì } q_1^2 - S q_1 + P = 0.$$

► Các công thức trên được áp dụng trong các trường hợp:

+ Các điện tích là điện tích điểm.

+ Các quả cầu đồng chất, tích điện đều, khi đó ta coi r là khoảng cách giữa hai tâm của quả cầu.

Ví dụ 1: Ví dụ 1: Hai điện tích điểm $q_1 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, $q_2 = -10^{-8} \text{ C}$. Đặt cách nhau 20 cm trong không khí. Xác định lực tương tác giữa chúng?

Hướng dẫn:



Cách giải bài tập Lực tương tác giữa hai điện tích điểm hay, chi tiết q_1 và q_2 là $F_{\rightarrow 2}$ và $F_{\rightarrow 1}$ có:

+ Phương là đường thẳng nối hai điện tích điểm.

+ Chiều là lực hút

+ Độ lớn

$$F_{12} = F_{21} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{-8}}{0,2^2} = 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ N.}$$

Ví dụ 2: Ví dụ 2: Hai điện tích đặt cách nhau một khoảng r trong không khí thì lực tương tác giữa chúng là $2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$. Nếu khoảng cách đó mà đặt trong môi trường điện môi thì lực tương tác giữa chúng là 10^{-3} N .

a. Xác định hằng số điện môi.

b. Để lực tương tác giữa hai điện tích đó khi đặt trong điện môi bằng lực tương tác giữa hai điện tích khi đặt trong không khí thì khoảng cách giữa hai điện tích là bao nhiêu? Biết khoảng cách giữa hai điện tích này trong không khí là 20 cm.

Hướng dẫn:



a. Ta có biểu thức lực tương tác giữa hai điện tích trong không khí và trong điện môi được xác định bởi

$$\begin{cases} F_0 = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \\ F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2} \end{cases} \Rightarrow \epsilon = \frac{F_0}{F} = 2$$

b. Để lực tương tác giữa hai điện tích khi đặt trong điện môi bằng lực tương tác giữa hai điện tích khi ta đặt trong không khí thì khoảng cách giữa hai điện tích bây giờ là r'

$$\begin{cases} F_0 = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \\ F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r'^2} \end{cases} \Rightarrow F_0 = F' \Rightarrow r' = \frac{r}{\sqrt{\epsilon}} = 10\sqrt{2} \text{ cm}$$

Ví dụ 3: Ví dụ 3: Trong nguyên tử Hidro, electron chuyển động tròn đều quanh hạt nhân theo quỹ đạo tròn có bán kính $5 \cdot 10^{-9} \text{ cm}$.

a. Xác định lực hút tĩnh điện giữa electron và hạt nhân.

b. Xác định tần số chuyển động của electron. Biết khối lượng của electron là $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Hướng dẫn:



a. Lực hút tĩnh điện giữa electron và hạt nhân:

$$F = k \frac{e^2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \left(\frac{1,6 \cdot 10^{-19}}{5 \cdot 10^{-11}} \right)^2 = 9,2 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

b. Tần số chuyển động của electron:

Electron chuyển động tròn quanh hạt nhân, nên lực tĩnh điện đóng vai trò là lực hướng tâm

$$F = k \frac{e^2}{r^2} = m\omega^2 r \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{F}{mr}} = \sqrt{\frac{9,2 \cdot 10^{-8}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 5 \cdot 10^{-11}}} = 4,5 \cdot 10^{16} \text{ rad/s}$$

$$\text{Vật } f = 0,72 \cdot 10^{26} \text{ Hz}$$

Ví dụ 4: Ví dụ 4: Hai điện tích q_1 và q_2 đặt cách nhau 20 cm trong không khí, chúng đẩy nhau một lực $F = 1,8 \text{ N}$. Biết $q_1 + q_2 = -6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ và $|q_1| > |q_2|$. Xác

định dấu của điện tích q_1 và q_2 . Vẽ các vecto lực điện tác dụng lên các điện tích. Tính q_1 và q_2 .

Hướng dẫn:



Hai điện tích đẩy nhau nên chúng cùng dấu, mặt khác tổng hai điện tích này là số âm do đó có hai điện tích đều âm:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \Rightarrow |q_1 q_2| = \frac{Fr^2}{k} = 8 \cdot 10^{-12}$$

+ Kết hợp với giả thuyết $q_1 + q_2 = -6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, ta có hệ phương trình

$$\begin{cases} q_1 + q_2 = -6 \cdot 10^{-6} \\ q_1 q_2 = 8 \cdot 10^{-12} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} q_1 = -2 \cdot 10^{-6} \text{ C} \\ q_2 = -4 \cdot 10^{-6} \text{ C} \\ q_1 = -4 \cdot 10^{-6} \text{ C} \\ q_2 = -2 \cdot 10^{-6} \text{ C} \end{cases} \begin{matrix} \\ \\ \\ \text{vì } |q_1| > |q_2| \Rightarrow \end{matrix} \begin{cases} q_1 = -4 \cdot 10^{-6} \text{ C} \\ q_2 = -2 \cdot 10^{-6} \text{ C} \end{cases}$$

Ví dụ 5: Ví dụ 5: Hai điện tích điểm có độ lớn bằng nhau được đặt trong không khí cách nhau 12 cm. Lực tương tác giữa hai điện tích đó bằng 10 N. Đặt hai điện tích đó trong dầu và đưa chúng lại cách nhau 8 cm thì lực tương tác giữa chúng vẫn là 10 N. Tính độ lớn của các điện tích và hằng số điện môi của dầu.

Hướng dẫn:



+ Lực tương tác giữa hai điện tích khi đặt trong không khí

$$F_0 = k \frac{q^2}{r^2} \Rightarrow |q| = \sqrt{\frac{F_0 r^2}{k}} = 4 \cdot 10^{-12} \text{ C}$$

+ Khi đặt trong điện môi mà lực tương tác vẫn không đổi nên ta

$$\epsilon = \frac{r^2}{r'^2} = \frac{12^2}{8^2} = 2,25.$$

có:

Ví dụ 6: Ví dụ 6: Hai quả cầu nhỏ giống hệt nhau bằng kim loại A và B đặt trong không khí, có điện tích lần lượt là $q_1 = -3,2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$, $q_2 = 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ C}$, cách nhau một khoảng 12 cm.

a. Xác định số electron thừa và thiếu ở mỗi quả cầu và lực tương tác giữa chúng.

b. Cho hai quả cầu tiếp xúc điện với nhau rồi đặt về chỗ cũ. Xác định lực tương tác tĩnh điện giữa hai quả cầu đó.

Hướng dẫn:



a. Số electron thừa ở quả cầu A là: $n_A = \left| \frac{q_A}{e} \right| = 2 \cdot 10^{12}$ electron

Số electron thiếu ở quả cầu B là $n_B = \left| \frac{q_B}{e} \right| = 1,5 \cdot 10^{12}$ electron

Lực tương tác tĩnh điện giữa hai quả cầu là lực hút, có độ lớn $F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = 48 \cdot 10^{-3} \text{ N}$.

b. Lực tương tác giữa chúng bây giờ là lực hút $F = k \frac{|q'_1 q'_2|}{r^2} = 10^{-3} \text{ N}$.

Ví dụ 7: Ví dụ 7: Cho hai quả cầu kim loại nhỏ, giống nhau, tích điện và cách nhau 20 cm thì chúng hút nhau một lực bằng 1,2 N. Cho chúng tiếp xúc với nhau rồi tách chúng ra đến khoảng cách như cũ thì chúng đẩy nhau một lực bằng lực hút. Tính điện tích lúc đầu của mỗi quả cầu

Hướng dẫn:

+ Hai quả cầu ban đầu hút nhau nên chúng mang điện trái dấu.

+ Từ giả thuyết bài toán, ta có:

$$\begin{cases} |q_1 q_2| = -q_1 q_2 = \frac{Fr^2}{k} = \frac{16}{3} 10^{-12} \\ \left(\frac{q_1 + q_2}{2} \right)^2 = \frac{Fr^2}{k} \Rightarrow q_1 + q_2 = \pm \frac{\sqrt{192}}{3} 10^{-6} \end{cases}$$

→ q_1, q_2 của phương trình:

$$x^2 \pm \frac{\sqrt{192}}{3} 10^{-6} x + \frac{16}{3} \cdot 10^{-12} = 0$$

$$\rightarrow \begin{cases} q_1 = 0,96 \cdot 10^{-6} \text{ C} \\ q_2 = -5,58 \cdot 10^{-6} \text{ C} \end{cases} \text{ hoặc } \begin{cases} q_1 = -5,58 \cdot 10^{-6} \text{ C} \\ q_2 = 0,96 \cdot 10^{-6} \text{ C} \end{cases}$$

B. Bài tập

Bài 1: Hai điện tích điểm bằng nhau đặt trong chân không, cách nhau một đoạn $r = 4 \text{ cm}$. Lực đẩy tĩnh điện giữa chúng là $F = 10^{-5} \text{ N}$.

a) Tìm độ lớn mỗi điện tích.

b) Tìm khoảng cách r' giữa chúng để lực đẩy tĩnh điện là $F' = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ N}$.

Hiện thị lời giải

a) Độ lớn mỗi điện tích:

Ta có: $F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = k \frac{q^2}{r^2}$

$$\Rightarrow |q| = r \sqrt{\frac{F}{k}} = 4 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{10^{-5}}{9 \cdot 10^9}} \approx 1,3 \cdot 10^{-9} \text{ (C)}.$$

b) Khoảng cách

$$r' = \frac{q\sqrt{k}}{\sqrt{F'}} = 1,3 \cdot 10^{-9} \frac{\sqrt{9 \cdot 10^9}}{\sqrt{2,5 \cdot 10^{-6}}}$$

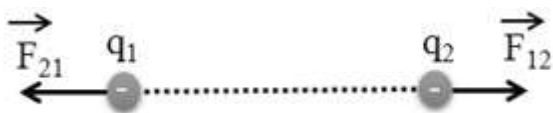
$$= 7,8 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 7,8 \text{ cm}.$$

Bài 2: Hai điện tích q_1 và q_2 đặt cách nhau 20 cm trong không khí, chúng đẩy nhau với một lực $F = 1,8 \text{ N}$. Biết $q_1 + q_2 = -6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ và $|q_1| > |q_2|$. Xác định loại điện tích của q_1 và q_2 . Vẽ các véc tơ lực tác dụng của điện tích này lên điện tích kia. Tính q_1 và q_2 .

Hiện thị lời giải

Hai điện tích đẩy nhau nên chúng cùng dấu; vì $q_1 + q_2 < 0$ nên chúng đều là điện tích âm.

Véc tơ lực tương tác điện giữa hai điện tích:



Ta có: $F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$

$$\rightarrow |q_1 q_2| = \frac{Fr^2}{k} = \frac{1,8 \cdot 0,2^2}{9 \cdot 10^9} = 8 \cdot 10^{-12}$$

q_1 và q_2 cùng dấu nên $|q_1 q_2| = q_1 q_2 = 8 \cdot 10^{-12}$ (1) và $q_1 + q_2 = -6 \cdot 10^{-6}$ (2).

Từ (1) và (2) ta thấy q_1 và q_2 là nghiệm của phương trình: $x^2 + 6 \cdot 10^{-6}x + 8 \cdot 10^{-12} = 0$

$$\Rightarrow \begin{cases} x_1 = -2.10^{-6} \\ x_2 = -4.10^{-6} \end{cases} . \text{Kết quả } \begin{cases} q_1 = -2.10^{-6} C \\ q_2 = -4.10^{-6} C \end{cases}$$

$$\text{hoặc } \begin{cases} q_1 = -4.10^{-6} C \\ q_2 = -2.10^{-6} C \end{cases} .$$

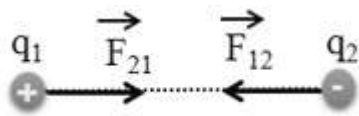
Vì $|q_1| > |q_2| \Rightarrow q_1 = -4.10^{-6} C; q_2 = -2.10^{-6} C.$

Vì $|q_1| > |q_2| \Rightarrow q_1 = -4.10^{-6} C; q_2 = -2.10^{-6} C.$

Bài 3: Hai điện tích q_1 và q_2 đặt cách nhau 30 cm trong không khí, chúng hút nhau với một lực $F = 1,2$ N. Biết $q_1 + q_2 = -4.10^{-6} C$ và $|q_1| < |q_2|$. Xác định loại điện tích của q_1 và q_2 . Tính q_1 và q_2 .

Hiện thị lời giải

Hai điện tích hút nhau nên chúng trái dấu nhau; vì $q_1 + q_2 < 0$ và $|q_1| < |q_2|$ nên $q_1 > 0; q_2 < 0$.



$$\text{Ta có: } F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

$$\Rightarrow |q_1 q_2| = \frac{F r^2}{k} = \frac{1,2 \cdot 0,3^2}{9 \cdot 10^9} = 12 \cdot 10^{-12};$$

q_1 và q_2 trái dấu nên $|q_1 q_2| = -q_1 q_2 = 12 \cdot 10^{-12}$ (1); theo bài ra thì $q_1 + q_2 = -4 \cdot 10^{-6}$ (2).

Từ (1) và (2) ta thấy q_1 và q_2 là nghiệm của phương trình: $x^2 + 4 \cdot 10^{-6} x - 12 \cdot 10^{-12} = 0$

$$\Rightarrow \begin{cases} x_1 = 2 \cdot 10^{-6} \\ x_2 = -6 \cdot 10^{-6} \end{cases} . \text{Kết quả } \begin{cases} q_1 = 2 \cdot 10^{-6} C \\ q_2 = -6 \cdot 10^{-6} C \end{cases}$$

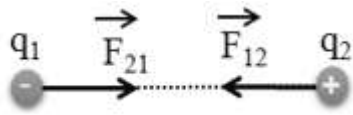
$$\text{hoặc } \begin{cases} q_1 = -6 \cdot 10^{-6} C \\ q_2 = 2 \cdot 10^{-6} C \end{cases} .$$

Vì $|q_1| < |q_2| \Rightarrow q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}; q_2 = -6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$.

Bài 4: Hai điện tích q_1 và q_2 đặt cách nhau 15 cm trong không khí, chúng hút nhau với một lực $F = 4,8 \text{ N}$. Biết $q_1 + q_2 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}; |q_1| < |q_2|$. Xác định loại điện tích của q_1 và q_2 . Vẽ các véc tơ lực tác dụng của điện tích này lên điện tích kia. Tính q_1 và q_2 .

Hiện thị lời giải

Hai điện tích hút nhau nên chúng trái dấu nhau; vì $q_1 + q_2 > 0$ và $|q_1| < |q_2|$ nên $q_1 < 0; q_2 > 0$.



$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \Rightarrow |q_1 q_2| = \frac{Fr^2}{k} = \frac{4,8 \cdot (15 \cdot 10^{-2})^2}{9 \cdot 10^9} = 12 \cdot 10^{-12};$$

vì q_1 và q_2 trái

dấu nên:

$$|q_1 q_2| = -q_1 q_2 = 12 \cdot 10^{-12} \quad (1) \text{ và } q_1 + q_2 = -4 \cdot 10^{-6} \quad (2).$$

Từ (1) và (2) ta thấy q_1 và q_2 là nghiệm của phương trình: $x^2 + 4 \cdot 10^{-6}x - 12 \cdot 10^{-12} = 0$

$$\Rightarrow \begin{cases} x_1 = 2 \cdot 10^{-6} \\ x_2 = -6 \cdot 10^{-6} \end{cases} \cdot \text{Kết quả} \begin{cases} q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C} \\ q_2 = -6 \cdot 10^{-6} \text{ C} \end{cases}$$

hoặc $\begin{cases} q_1 = -6 \cdot 10^{-6} \text{ C} \\ q_2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C} \end{cases}$.

Vì $|q_1| < |q_2| \Rightarrow q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}; q_2 = -6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$.

Bài 5: Hai điện tích điểm có độ lớn bằng nhau được đặt cách nhau 12 cm trong không khí. Lực tương tác giữa hai điện tích đó bằng 10 N. Đặt hai điện tích đó trong dầu và đưa chúng cách nhau 8 cm thì lực tương tác giữa chúng vẫn bằng 10 N. Tính độ lớn các điện tích và hằng số điện môi của dầu.

Hiện thị lời giải

Bài 6: Hai vật nhỏ giống nhau (có thể coi là chất điểm), mỗi vật thừa một electron. Tìm khối lượng của mỗi vật để lực tĩnh điện bằng lực hấp dẫn. Cho hằng số hấp dẫn $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$.

Hiện thị lời giải

$$\text{Lực tĩnh điện: } F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = k \frac{q^2}{r^2};$$

$$\text{lực hấp dẫn: } F' = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = G \frac{m^2}{r^2}.$$

$$\text{Để } F = F' \text{ thì: } k \frac{q^2}{r^2} = G \frac{m^2}{r^2}$$

$$\Rightarrow m = |q| \sqrt{\frac{k}{G}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9}{6,67 \cdot 10^{-11}}} = 1,86 \cdot 10^{-9} \text{ (kg)}.$$