

5

BÀI TẬP VỀ LỰC CU-LÔNG VÀ ĐIỆN TRƯỜNG

1. Cho hai điện tích dương $q_1 = 2 \text{ nC}$ và $q_2 = 18 \text{ nC}$ đặt cố định trong không khí và cách nhau 10 cm . Đặt thêm một điện tích thứ ba q_0 tại một điểm trên đường thẳng nối hai điện tích q_1, q_2 sao cho q_0 nằm cân bằng. Hãy tìm :

- a) Vị trí đặt q_0 .
- b) Dấu và độ lớn của q_0 .

Bài giải

a) Giả sử q_1 và q_2 được đặt như trên Hình 5.1. Ta nhận thấy để q_0 nằm cân bằng thì q_0 phải nằm bên trong hai điện tích q_1, q_2 . Gọi khoảng cách giữa q_0 và q_1 là x , giữa q_1 và q_2 là a . Gọi độ lớn của lực Cu-lông mà q_1, q_2 tác dụng lên q_0 là F_1, F_2 tương ứng, ta có :

- Nếu $q_0 < 0$, $F_1 = k \frac{q_1 |q_0|}{x^2}, F_2 = k \frac{q_2 |q_0|}{(a-x)^2}$
- Nếu $q_0 > 0$, $F_1 = k \frac{q_1 q_0}{x^2}, F_2 = k \frac{q_2 q_0}{(a-x)^2}$

Muốn q_0 nằm cân bằng thì $F_1 = F_2$. Trong cả hai trường hợp đều có thể rút ra :

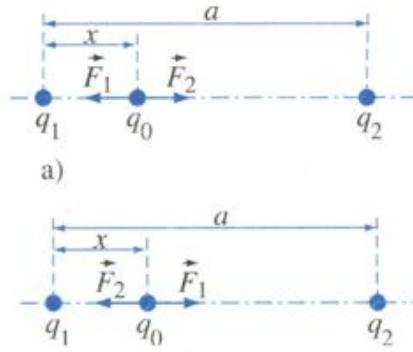
$$\frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(a-x)^2}$$

$$q_1(a-x)^2 = q_2 x^2$$

Thay số ta có $2 \cdot 10^{-9} (10-x)^2 = 18 \cdot 10^{-9} x^2$. Giải ra ta được $x = 2,5 \text{ cm}$.

b) Kết quả tìm được trên đây không phụ thuộc vào dấu và độ lớn của điện tích q_0 . Vì vậy, dấu và độ lớn của q_0 là tùy ý. Tuy nhiên, ta có thể thấy tính cân bằng của q_0 trong hai trường hợp $q_0 > 0$ và $q_0 < 0$ là khác nhau.

2. Có hai điện tích điểm $q_1 = 0,5 \text{ nC}$ và $q_2 = -0,5 \text{ nC}$ đặt cách nhau một đoạn $a = 6 \text{ cm}$ trong không khí. Hãy xác định cường độ điện trường \vec{E} tại điểm M cách đều hai điện tích q_1, q_2 và cách đường thẳng nối q_1, q_2 một đoạn $l = 4 \text{ cm}$.

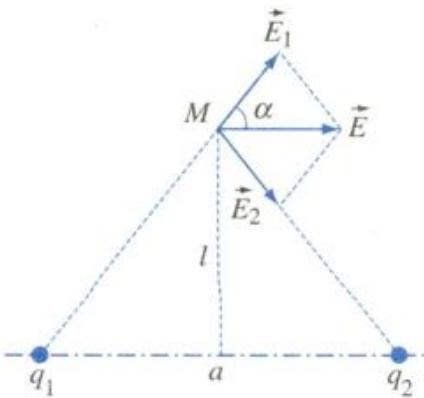


Hình 5.1

a) $q_0 < 0$.

b) $q_0 > 0$.

Bài giải



Hình 5.2

Gọi cường độ điện trường do điện tích q_1, q_2 gây ra tại M là \vec{E}_1, \vec{E}_2 . Vì độ lớn của hai điện tích q_1, q_2 bằng nhau và điểm M cách đều hai điện tích đó nên $E_1 = E_2$. Các vectơ \vec{E}_1, \vec{E}_2 được vẽ trên Hình 5.2.

Theo công thức xác định cường độ điện trường của một điện tích điểm, ta có :

$$E_1 = E_2 = 9 \cdot 10^9 \frac{q_1}{r^2}$$

$$r^2 = l^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2$$

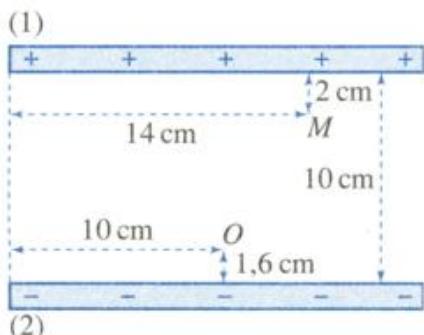
Ta có $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$. Vì $E_1 = E_2$ nên vectơ \vec{E} song song với đường thẳng nối q_1, q_2 và có chiều như Hình 5.2. Từ Hình 5.2, ta suy ra : $E = 2E_1 \cos\alpha$,

trong đó :

$$\cos\alpha = \frac{a}{2\sqrt{l^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}}$$

$$\text{Do đó : } E = 8 \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{q_1 a}{(4l^2 + a^2)^{3/2}}$$

Thay số, ta có $E = 2160 \text{ V/m}$.



Hình 5.3

3. Có hai tấm kim loại (1), (2) rộng, nằm ngang song song với nhau và cách nhau $d = 10 \text{ cm}$ (Hình 5.3). Tấm (1) mang điện dương, tấm (2) mang điện âm, điện tích trên hai tấm có độ lớn bằng nhau. Bên trong hai tấm kim loại có một hạt bụi khối lượng $m = 2 \cdot 10^{-9} \text{ g}$ mang điện tích $q = -0,06 \text{ pC}$ bị vướng ở điểm O (nằm yên tại O). O cách tấm kim loại (2) $1,6 \text{ cm}$ và cách mép trái hai tấm kim loại 10 cm . Lúc $t = 0$, ta truyền cho hạt bụi một vận tốc $v = 25 \text{ cm/s}$ theo phương ngang. Sau đó ít lâu hạt bụi đi đến M , M cách tấm kim loại (1) 2 cm và cách mép trái hai tấm kim loại 14 cm .

a) Hồi hiệu điện thế giữa hai tấm kim loại bằng bao nhiêu?

b) Tính công của lực điện trong di chuyển nói trên của hạt bụi.

Coi rằng quỹ đạo của hạt bụi nằm trong mặt phẳng hình vẽ. Điện trường bên trong hai tấm kim loại là điện trường đều. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Bài giải

a) Trọng lượng của hạt bụi $P = mg$.

$$\text{Lực điện tác dụng lên hạt bụi : } F_d = |q| \frac{U}{d}$$

Lực tổng hợp tác dụng lên hạt bụi :

$$F = F_d - P = |q| \frac{U}{d} - mg$$

Gia tốc của hạt theo phương vuông góc với hai tấm kim loại :

$$a = \frac{F}{m} = |q| \frac{U}{md} - g$$

Quỹ đạo của hạt bụi là một đoạn parabol (Hình 5.4).

$$y = \frac{a}{2} \left(\frac{x}{v} \right)^2$$

$$\text{Suy ra : } a = \frac{2yv^2}{x^2}$$

$$\text{Vậy : } |q| \frac{U}{md} - g = \frac{2yv^2}{x^2}$$

$$U = \frac{md}{|q|} \left(\frac{2yv^2}{x^2} + g \right)$$

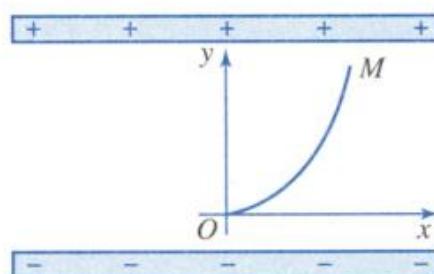
Thay số ta có : $U = 50 \text{ V}$

$$\text{b) Ta có thể viết : } \frac{U_{OM}}{d - 3,6 \cdot 10^{-2}} = -\frac{U}{d}$$

Từ đó tính được : $U_{OM} = -32 \text{ V}$

Áp dụng công thức $A_{OM} = qU_{OM}$, ta được :

$$A_{OM} = 1,92 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$



Hình 5.4