

## Cân bằng của điện tích trong điện trường

### A. Phương pháp & Ví dụ

Để điện tích nằm cân bằng trong điện trường thì hợp lực của các lực tác dụng lên điện tích phải bằng 0:

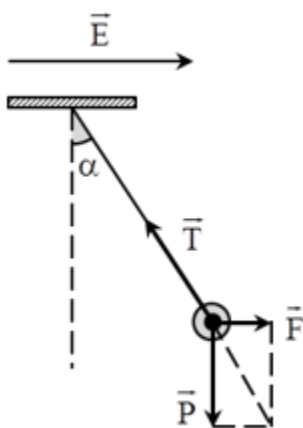
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = 0$$

**Ví dụ 1:** Một quả cầu có khối lượng  $m = 0,1 \text{ g}$  mang điện tích  $q = 10^{-8}$  được treo bằng một sợi dây không giãn và đặt vào điện trường đều  $E$  — có đường sức nằm ngang. Khi quả cầu cân bằng, dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc  $45^\circ$ , lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Tính:

a. Độ lớn của cường độ điện trường.

b. Tính lực căng dây.

**Hướng dẫn:**



Tại vị trí cân bằng, vật chịu tác dụng của ba lực như hình vẽ.

a. Ta có  $\tan \alpha = \frac{|q|E}{mg} \Rightarrow E = \frac{mg \tan \alpha}{q} = 10^5 \text{ V/m}$

b. Lực căng dây  $T = \frac{P}{\cos \alpha} = 1,41 \cdot 10^{-4} \text{ N}$

**Ví dụ 2:** Điện trường giữa hai bản kim loại thẳng đứng, tích điện trái dấu có độ lớn bằng nhau và có cường độ  $4900 \text{ V/m}$ . Xác định khối lượng của hạt bụi đặt trong điện trường này nếu nó mang điện tích  $q = 4 \cdot 10^{-10} \text{ C}$  và ở trạng thái cân bằng dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc  $30^\circ$ .

**Hướng dẫn:**

$$\tan \alpha = \frac{|q|E}{mg} \Rightarrow m = \frac{|q|E}{g \tan \alpha} = 3,4 \cdot 10^{-7} \text{ kg}$$

Tương tự, ta cũng có

**Ví dụ 3:** Một hòn bi nhỏ bằng kim loại được đặt trong dầu. Bi có thể tích  $V = 10 \text{ mm}^3$ , khối lượng  $m = 9 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$ . Dầu có khối lượng riêng  $D = 800 \text{ kg/m}^3$ . Tất cả được đặt trong điện trường đều,  $E$  — hướng thẳng đứng từ trên xuống dưới. Tính điện tích mà hòn bi tích được để nó có thể lơ lửng trong dầu. Cho  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

### Hướng dẫn:

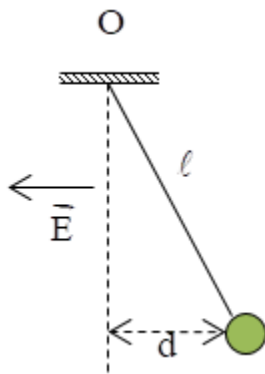
+ Hòn bi chịu tác dụng của ba lực: Trọng lực  $P$ , Lực đẩy Acsimet  $F_A$ , Lực điện  $F$   
+ Để hòn bi nằm cân bằng thì hợp lực giữa lực điện và lực đẩy Acsimet phải đúng bằng trọng lực của hòn bi, ta có:

$$P = F + F_A \Rightarrow F = P - F_A \Rightarrow |q| = \frac{P - F_A}{E} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

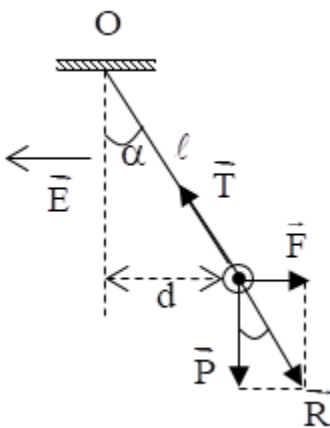
### B. Bài tập

**Bài 1:** Một quả cầu khối lượng  $m = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$  treo vào một sợi dây dài 2 m. Quả cầu nằm trong điện trường có vec-tơ  $E$  nằm ngang, hướng sang trái như hình vẽ. Biết  $d = 1 \text{ m}$ ,  $E = 2000 \text{ V/m}$ . Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- Biểu diễn các lực tác dụng lên quả cầu.
- Tính điện tích của quả cầu.
- Tính độ lớn của lực căng dây.



### Lời giải:



Các lực tác dụng gồm: trọng lực  $P$ , lực điện trường  $F$ , lực căng dây  $T$

+ Các lực được biểu diễn như hình

+ Khi quả cầu cân bằng:  $P \rightarrow F \rightarrow T \rightarrow 0 \Rightarrow R \rightarrow T \rightarrow 0$

$\Rightarrow R$ —có phương sợi dây

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{d}{\sqrt{\ell^2 - d^2}} = \frac{F}{P}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{\sqrt{2^2 - 1^2}} = \frac{|q|E}{mg} \Rightarrow |q| = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ (C)}$$

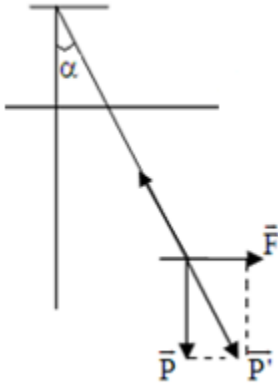
+ Do  $F$  và  $E$  ngược chiều nên  $q < 0 \Rightarrow q = -1,3 \cdot 10^{-5} \text{ (C)}$

$$T = R = \frac{P}{\cos 30^\circ} = 0,052 \text{ (N)}$$

+ Độ lớn lực căng dây:

**Bài 2:** Một quả cầu nhỏ khối lượng 0,1g và có điện tích  $q = -10^{-6} \text{ C}$  được treo bằng một sợi dây mảnh ở trong điện trường  $E = 1000 \text{ V/m}$  có phương ngang cho  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Khi quả cầu cân bằng, tính góc lệch của dây treo quả cầu so với phương thẳng đứng.

**Lời giải:**



$E$  có phương ngang, khi đó  $F$  cũng có phương ngang. Do trọng lực  $P$  hướng xuống nên  $F \perp P$

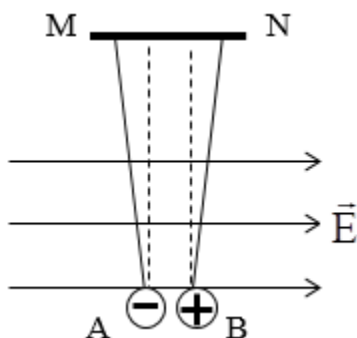
Ta có:  $F = qE$ ,  $P = mg$

Góc lệch của con lắc so với phương ngang là  $\alpha$  được xác định bởi công thức: .

$$\tan \alpha = \frac{F}{P} = \frac{|q|E}{mg} = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

**Bài 3:** Hai quả cầu nhỏ A và B mang những điện tích lần lượt  $-2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$  và  $2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$  được treo ở đầu hai sợi dây tơ cách điện dài bằng nhau. Hai điểm treo dây M và N cách nhau 2cm; khi cân bằng, vị trí các dây treo có dạng như hình vẽ. Hỏi để đưa các dây treo trở về vị trí thẳng đứng người ta phải dùng một điện trường đều có hướng nào và độ lớn bao nhiêu?

**Lời giải:**



Để đưa các dây treo trở về vị trí thẳng đứng cần phải tác dụng lực điện trường ngược chiều với lực tĩnh điện và cùng độ lớn với lực tĩnh điện:  $F' = F$ .

– Với quả cầu A:  $|q|E = k \frac{q^2}{AB^2}$

$$\Rightarrow E = k \frac{|q|}{AB^2} = k \frac{|q|}{MN^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-9}}{(2 \cdot 10^{-2})^2} = 4,5 \cdot 10^4 \text{ V/m.}$$

và vì  $q_1 < 0$  nên  $E$ —ngược chiều với  $F'$ —nghĩa là cùng chiều với  $F$ —(hướng từ trái sang phải).

– Với quả cầu B: Tương tự.

Vậy: Để đưa các dây treo trở về vị trí thẳng đứng cần phải dùng một điện trường đều có hướng từ trái sang phải và có độ lớn  $E = 4,5 \cdot 10^4 \text{ V/m}$ .

**Bài 4:** Cho hai tấm kim loại song song, nằm ngang, nhiễm điện trái dấu. Khoảng không gian giữa hai tấm kim loại đó chứa đầy dầu. Một quả cầu bằng sắt bán kính  $R = 1 \text{ cm}$  mang điện tích  $q$  nằm lơ lửng trong lớp dầu. Điện trường giữa hai tấm kim loại là điện trường đều hướng từ trên xuống và có độ lớn  $20000 \text{ V/m}$ . Hỏi độ lớn và dấu của điện tích  $q$ . Cho biết khối lượng riêng của sắt là  $7800 \text{ kg/m}^3$ , của dầu là  $800 \text{ kg/m}^3$ . Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**Lời giải:**

Các lực tác dụng lên quả cầu gồm: lực điện  $F \rightarrow$  trọng lực  $P$ —hướng xuống và lực đẩy Ac-si-mét  $F_A$ —hướng lên.

+ Điều kiện cân bằng của quả cầu:  $P \rightarrow F_d \rightarrow F_A \rightarrow 0$

$$\begin{cases} P = mg = \rho_{\text{vật}} Vg = \rho_{\text{vật}} \frac{4}{3} \pi R^3 g \\ F_A = \rho_{\text{mt}} Vg = \rho_{\text{mt}} \frac{4}{3} \pi R^3 g \end{cases}$$

+ Lại có:

+ Vì khối lượng riêng của vật lớn hơn  $\Rightarrow P > F_A \Rightarrow F_A + F = P \Rightarrow F = P - F_A$

$$\Leftrightarrow |q|E = P - F_A \Rightarrow |q| = \frac{P - F_A}{E} = \frac{\frac{4}{3} \pi R^3 g (\rho_{\text{vật}} - \rho_{\text{mt}})}{E} = 14,7 \cdot 10^{-6} \text{ (C)}$$

+ Vậy để vật cân bằng thì lực điện phải hướng lên

$\Rightarrow$  lực ngược hướng  $E \Rightarrow q < 0 \Rightarrow q = - 14,7 \cdot 10^{-6} \text{ (C)}$

