

Công thức tính cường độ điện trường tổng hợp

1. Định nghĩa

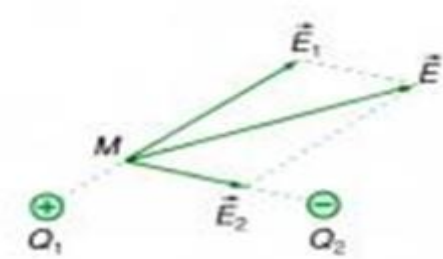
Giả sử có các điện tích q_1, q_2, \dots, q_n gây ra tại M các vectơ cường độ điện trường $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3, \dots, \vec{E}_n$ thì vectơ cường độ điện trường tổng hợp do các điện tích trên gây ra tuân theo nguyên lý chồng chất điện trường

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n = \sum \vec{E}_i$$

2. Công thức

Áp dụng nguyên lý chồng chất điện trường: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n = \sum \vec{E}_i$

Theo quy tắc hình bình hành, ta tổng hợp được vectơ \vec{E} hợp lực:



- Xét trường hợp tại điểm M trong vùng điện trường của 2 điện tích: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

Với các trường hợp đặc biệt, ta có:

+ Nếu $\vec{E}_1 \uparrow \uparrow \vec{E}_2 \rightarrow E_M = E_1 + E_2$

+ Nếu $\vec{E}_1 \uparrow \downarrow \vec{E}_2 \rightarrow E_M = E_1 - E_2$

+ Nếu $\vec{E}_1 \perp \vec{E}_2 \rightarrow E_M = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

+ Nếu $(\vec{E}_1, \vec{E}_2) = \alpha \rightarrow E_M = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos \alpha}$

3. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Có hai điện tích điểm $q_1 = 0,5 \text{ nC}$ và $q_2 = -0,5 \text{ nC}$ lần lượt đặt tại hai điểm A, B cách nhau một đoạn $a = 6 \text{ cm}$ trong không khí. Hãy xác định cường độ điện trường \vec{E} tại điểm M trong các trường hợp sau:

a) Điểm M cách A một đoạn 6 cm, cách B một đoạn 12 cm.

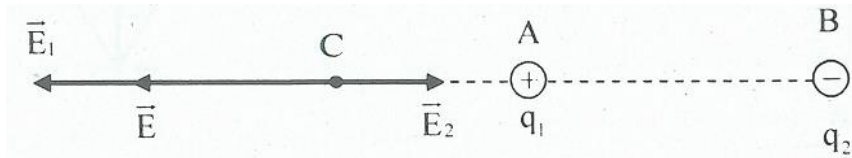
b) Điểm M nằm trên đường trung trực của AB và cách AB một đoạn 4 cm.

Hướng dẫn giải:

a) Gọi \vec{E}_1, \vec{E}_2 lần lượt là cường độ điện trường do điện tích q_1 và q_2 gây ra tại M

+ Ta có:
$$\begin{cases} E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{0,5 \cdot 10^{-9}}{0,06^2} = 1250 (\text{V} / \text{m}) \\ E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{0,5 \cdot 10^{-9}}{0,12^2} = 312,5 (\text{V} / \text{m}) \end{cases}$$

+ Các vector \vec{E}_1, \vec{E}_2 được biểu diễn như hình

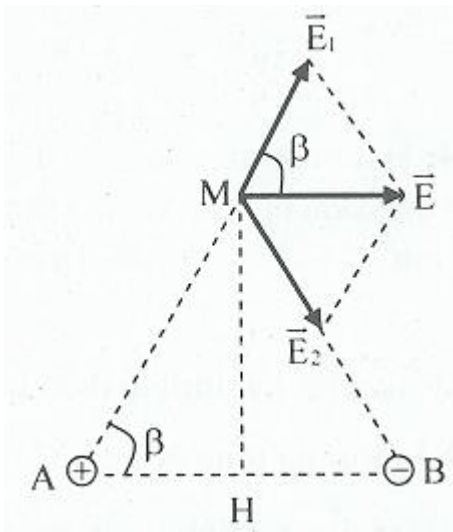


+ Gọi \vec{E} là điện trường tổng hợp do q_1 và q_2 gây ra tại M. Ta có: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

+ Vì \vec{E}_1, \vec{E}_2 ngược chiều nên: $E = E_1 - E_2 = 937,5 (\text{V} / \text{m})$

+ Vậy \vec{E} có điểm đặt tại M, phương AB, chiều từ B đến A, độ lớn 937,5 V/m

b)



Gọi \vec{E}_1, \vec{E}_2 lần lượt là cường độ điện trường do điện tích q_1 và q_2 gây ra tại M

+ Vì độ lớn hai điện tích bằng nhau nên điểm M cách đều hai điện tích nên:

$$E_1 = E_2 = k \frac{|q|}{r^2} = k \frac{|q|}{MH^2 + HA^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{0,5 \cdot 10^{-9}}{0,05^2} = 1800 (\text{V} / \text{m})$$

+ Các vector \vec{E}_1, \vec{E}_2 được biểu diễn như hình

+ Vì $E_1 = E_2$ nên hình ME_1EE_2 là hình thoi nên:

$$ME = 2.MK = 2.ME_1 \cos \beta \Leftrightarrow E = 2.E_1 \cos \beta$$

$$\Rightarrow E = 2.E_1 \frac{AH}{AM} = 2.1800. \frac{3}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = 2160 \text{ (V / m)}$$

+ Do ME_1EE_2 là hình thoi nên ME song song AB .

Vậy vectơ cường độ điện trường tổng hợp tại M có:

+ điểm đặt tại M

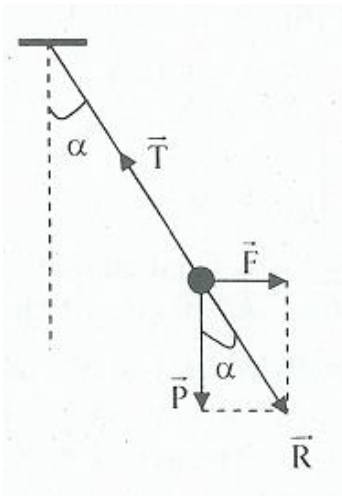
+ Phương: ME

+ Chiều: từ M đến E

+ Độ lớn 2160 V/m.

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

Hướng dẫn giải:



- Các lực tác dụng lên quả cầu gồm: Lực căng dây \vec{T} , trọng lực \vec{P} , lực điện trường \vec{F} .

+ Điều kiện cân bằng của quả cầu: $\vec{P} + \vec{F} + \vec{T} = 0$

+ Gọi \vec{R} là vectơ tổng hợp của \vec{P} và $\vec{F} \Rightarrow \vec{R} + \vec{T} = 0$

+ Suy ra \vec{R} có phương sợi dây $\Rightarrow \tan \alpha = \frac{F}{P} \Leftrightarrow \tan \alpha = \frac{qE}{mg}$

$$\Rightarrow E = \frac{mg \cdot \tan \alpha}{q} = \frac{(0,1 \cdot 10^{-3}) \cdot 10 \cdot \tan 45^\circ}{10^{-8}} = 10^5 \text{ (V / m)}$$