

CƯỜNG ĐỘ ĐIỆN TRƯỜNG

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Khái niệm điện trường:

- + Điện trường là môi trường vật chất tồn tại xung quanh các điện tích.
- + Tính chất cơ bản của điện trường là nó tác dụng lực điện lên điện tích khác đặt trong nó.
- + Điện trường tĩnh là điện trường do các điện tích đứng yên gây ra.

2. Cường độ điện trường:

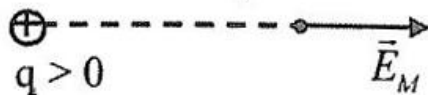
Véc tơ cường độ điện trường tại một điểm là đại lượng đặc trưng cho điện trường về phương diện tác dụng lực: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$

Đơn vị của E: V/m

3. Cường độ điện trường do một điện tích điểm Q gây ra tại một điểm cách nó một đoạn r

- **Điểm đặt:** tại điểm đang xét.
- **Phương:** là đường thẳng nối điện tích điểm và điểm đang xét.
- **Chiều:** hướng vào Q nếu $Q < 0$; hướng xa Q nếu $Q > 0$

- **Độ lớn:** $E = k \frac{|Q|}{r^2}$



4. Lực điện tác dụng lên một điện tích đặt trong điện trường:

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

Về độ lớn: $F = |q| \cdot E$.

Về hướng:

$\vec{F}$ cùng hướng với $\vec{E}$ nếu $q > 0$

$\vec{F}$ ngược hướng với $\vec{E}$ nếu $q < 0$

5. Nguyên lý chồng chất điện trường:

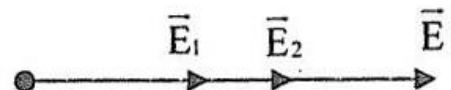
Cường độ điện trường tại một điểm do nhiều điện tích điểm gây ra:

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

Xét trường hợp chỉ có hai điện tích: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

a) Khi $\vec{E}_1$ cùng hướng với $\vec{E}_2$:

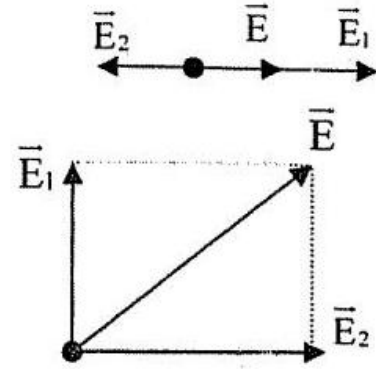
$\vec{E}$ cùng hướng với $\vec{E}_1, \vec{E}_2$ và có độ lớn: $E = E_1 + E_2$



b) Khi $\vec{E}_1$ ngược hướng với $\vec{E}_2$:

$$\vec{E} \text{ có độ lớn } E = |E_1 - E_2|$$

$$\vec{E} \text{ cùng hướng với } \begin{cases} \vec{E}_1 \text{ khi: } E_1 > E_2 \\ \vec{E}_2 \text{ khi: } E_1 < E_2 \end{cases}$$



c) Khi $\vec{E}_1 \perp \vec{E}_2$

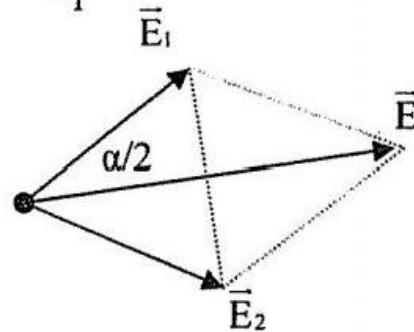
$$\vec{E} \text{ có độ lớn } E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

$$\vec{E} \text{ hợp với } \vec{E}_1 \text{ một góc } \alpha \text{ xác định bởi: } \tan \alpha = \frac{E_2}{E_1}$$

d) Khi $E_1 = E_2$ và $\widehat{E_1, E_2} = \alpha$

$$\vec{E} \text{ có độ lớn } E = 2E_1 \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\vec{E} \text{ hợp với } \vec{E}_1 \text{ một góc } \frac{\alpha}{2}$$



6. Đường sức điện

+ Đường sức điện là đường được vẽ trong điện trường sao cho hướng của tiếp tuyến tại bất kì điểm nào trên đường sức cũng trùng với hướng của vectơ cường độ điện trường tại điểm đó.

+ Tính chất của đường sức:

- Tại mỗi điểm trong điện trường ta có thể vẽ được một đường sức điện và chỉ một mà thôi. Các đường sức điện không cắt nhau.
- Các đường sức điện trường tĩnh là các đường không khép kín.
- Nơi nào cường độ điện trường lớn hơn thì các đường sức điện ở đó sẽ được vẽ mau hơn (dày hơn), nơi nào cường độ điện trường nhỏ hơn thì các đường sức điện ở đó sẽ được vẽ thưa hơn.
- + Một điện trường mà cường độ điện trường tại mọi điểm đều bằng nhau gọi là điện trường đều. Điện trường đều có các đường sức điện song song và cách đều nhau.

B. CÁC DẠNG BÀI TẬP VÀ VÍ DỤ MINH HỌA

Dạng 1: Xác định cường độ điện trường tại một điểm do một điện tích điểm gây ra.

* Phương pháp:

Vận dụng kiến thức:

Vectơ cường độ điện trường do điện tích điểm Q gây ra tại một điểm cách nó một đoạn r có:

- Điểm đặt: tại điểm đang xét.
- Phương: là đường thẳng nối điện tích điểm và điểm đang xét.
- Chiều: hướng vào Q nếu $Q < 0$; hướng xa Q nếu $Q > 0$
- Độ lớn: $E = k \frac{|Q|}{r^2}$

* Các ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Cho hai điểm A và B cùng nằm trên một đường sức của điện trường do một điện tích điểm $q > 0$ gây ra. Biết độ lớn của cường độ điện trường tại A là 36V/m , tại B là 9V/m .

- Xác định cường độ điện trường tại trung điểm M của AB.
- Nếu đặt tại M một điện tích điểm $q_0 = -10^{-2}\text{C}$ thì độ lớn lực điện tác dụng lên q_0 là bao nhiêu? Xác định phương chiều của lực.

Hướng dẫn giải

- Cường độ điện trường tại M:

Ta có:

Cường độ điện trường tại A, B và M:

$$E_A = k \frac{q}{OA^2} = 36\text{V/m} \quad (1)$$

$$E_B = k \frac{q}{OB^2} = 9\text{V/m} \quad (2)$$

$$E_M = k \frac{q}{OM^2} \quad (3)$$



$$\text{Lấy (1) chia (2)} \Rightarrow \left(\frac{OB}{OA} \right)^2 = 4 \Rightarrow OB = 2OA.$$

$$\text{Lấy (3) chia (1)} \Rightarrow \frac{E_M}{E_A} = \left(\frac{OA}{OM} \right)^2$$

$$\text{Vì O là trung điểm của AB nên: } OM = \frac{OA + OB}{2} = 1,5OA$$

$$\Rightarrow \frac{E_M}{E_A} = \left(\frac{OA}{OM} \right)^2 = \frac{1}{2,25} \Rightarrow E_M = 16\text{V/m}$$

- Lực điện tác dụng lên q_0 đặt tại M là: $\vec{F} = q_0 \vec{E}_M$

Vì $q_0 < 0$ nên $\vec{F}$ ngược hướng với $\vec{E}_M$ và có độ lớn: $F = |q_0| E_M = 0,16\text{N}$

Vậy cường độ điện trường tại M là $E_M = 16\text{V/m}$.

Lực điện tác dụng lên q_0 đặt tại M là $F = 0,16\text{N}$.

Dạng 2: Xác định cường độ điện trường tổng hợp tại một điểm do hệ điện tích điểm gây ra

* *Phương pháp:*

Cường độ điện trường tại một điểm do nhiều điện tích điểm gây ra:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n \quad (*)$$

(*) là phép cộng vector, để chuyển (*) về biểu thức đại số có hai cách:

Cách 1: Dùng phương pháp hình chiếu

Chiếu (*) lên hai trục của một hệ tọa độ Oxy:

$$\begin{cases} E_x = E_{1x} + E_{2x} + \dots + E_{nx} \\ E_y = E_{1y} + E_{2y} + \dots + E_{ny} \end{cases}$$

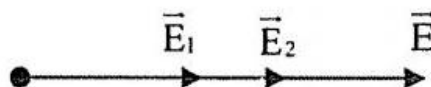
Khi đó cường độ điện trường tổng hợp: $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$

$$(\vec{E}, O_x) = \alpha \text{ với } \tan \alpha = \frac{E_y}{E_x}.$$

Cách 2: Dùng phương pháp cộng vector theo quy tắc hình bình hành (tiến hành cho từng cặp cho đến khi hết)

Xét trường hợp chỉ có hai điện tích: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

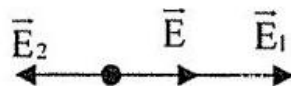
a) Khi $\vec{E}_1$ cùng hướng với $\vec{E}_2$:



$\vec{E}$ cùng hướng với $\vec{E}_1, \vec{E}_2$ và có độ lớn: $E = E_1 + E_2$

b) Khi $\vec{E}_1$ ngược hướng với $\vec{E}_2$:

$\vec{E}$ có độ lớn $E = |E_1 - E_2|$

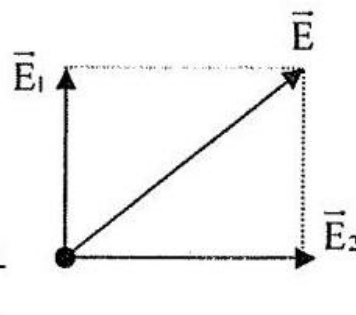


$\vec{E}$ cùng hướng với $\begin{cases} \vec{E}_1 \text{ khi: } E_1 > E_2 \\ \vec{E}_2 \text{ khi: } E_1 < E_2 \end{cases}$

c) Khi $\vec{E}_1 \perp \vec{E}_2$

$\vec{E}$ có độ lớn $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

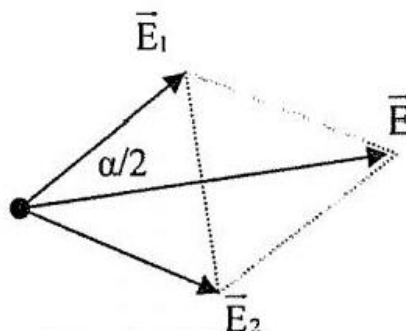
$\vec{E}$ hợp với $\vec{E}_1$ một góc α xác định bởi: $\tan \alpha = \frac{E_2}{E_1}$



d) Khi $E_1 = E_2$ và $\widehat{E_1, E_2} = \alpha$

$\vec{E}$ có độ lớn $E = 2E_1 \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$

$\vec{E}$ hợp với $\vec{E}_1$ một góc $\frac{\alpha}{2}$



* Các ví dụ minh họa

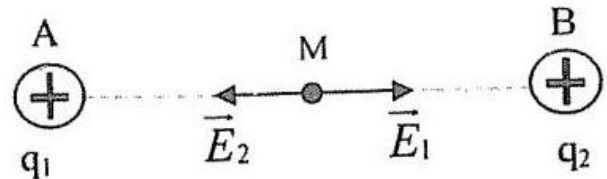
Ví dụ 1: Tại hai điểm A và B cách nhau 10 cm trong không khí có đặt hai điện tích $q_1 = q_2 = 16 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. Xác định cường độ điện trường do hai điện tích này gây ra tại điểm:

- M với $MA = MB = 5 \text{ cm}$
- N với $NA = 5 \text{ cm}$; $NB = 15 \text{ cm}$.
- C biết $AC = BC = 8 \text{ cm}$.
- Xác định lực điện trường tác dụng lên điện tích $q_3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ đặt tại C.

Hướng dẫn giải

- a) Cường độ điện trường tại M

Ta có $MA = MB = 5 \text{ cm}$; $AB = 10 \text{ cm}$
nên M là trung điểm của AB



Vecto cường độ điện trường tổng hợp tại M: $\vec{E}_M = \vec{E}_{1M} + \vec{E}_{2M}$

Trong đó $\vec{E}_{1M}$; $\vec{E}_{2M}$ lần lượt là vectơ cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại M.

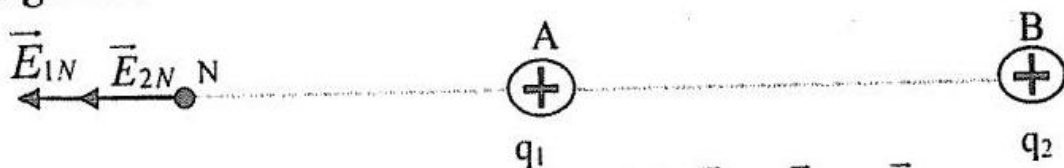
Ta có $\vec{E}_{1M}$; $\vec{E}_{2M}$ có phương chiều như hình vẽ và có độ lớn:

$$E_{1M} = E_{2M} = 9 \cdot 10^9 \frac{|q_1|}{AM^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{16 \cdot 10^{-8}}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = 5,76 \cdot 10^5 \text{ V/m}$$

Vì $\vec{E}_{1M}$ và $\vec{E}_{2M}$ cùng phương ngược chiều nên $E_M = E_{1M} - E_{2M} = 0$.

- b) Cường độ điện trường tại N

Ta có $NA = 5 \text{ cm}$; $NB = 15 \text{ cm}$; $AB = 10 \text{ cm}$ nên N nằm trên đường thẳng AB và ở gần A hơn.



Vecto cường độ điện trường tổng hợp tại N: $\vec{E}_N = \vec{E}_{1N} + \vec{E}_{2N}$

Trong đó $\vec{E}_{1N}$; $\vec{E}_{2N}$ lần lượt là vectơ cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại N.

Ta có $\vec{E}_{1N}$; $\vec{E}_{2N}$ có phương chiều như hình vẽ và có độ lớn:

$$E_{1N} = 9 \cdot 10^9 \frac{|q_1|}{AN^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{16 \cdot 10^{-8}}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = 5,76 \cdot 10^5 \text{ V/m}$$

$$E_{2N} = 9 \cdot 10^9 \frac{|q_2|}{BN^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{16 \cdot 10^{-8}}{(15 \cdot 10^{-2})^2} = 0,64 \cdot 10^5 \text{ V/m}$$

Vì $\vec{E}_{1N}$ và $\vec{E}_{2N}$ cùng phương cùng chiều với nhau nên:

$$E_N = E_{1N} + E_{2N} = 6,4 \cdot 10^5 \text{ V/m}.$$

c) Cường độ điện trường tại C

Ta có $AC = BC = 8 \text{ cm}$; $AB = 10 \text{ cm}$ nên C nằm trên đường trung trực của AB.

Vecto cường độ điện trường tổng hợp tại C: $\vec{E}_C = \vec{E}_{1C} + \vec{E}_{2C}$

Trong đó $\vec{E}_{1C}$; $\vec{E}_{2C}$ lần lượt là vecto cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại C.

Ta có $\vec{E}_{1C}$; $\vec{E}_{2C}$ có phương chiều như hình vẽ và có độ lớn:

$$E_{1C} = E_{2C} = 9 \cdot 10^9 \frac{|q_1|}{AC^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{16 \cdot 10^{-8}}{(8 \cdot 10^{-2})^2} = 2,25 \cdot 10^5 \text{ V/m}$$

Khi đó $\vec{E}_C$ có phương chiều như hình vẽ và có độ lớn:

$$E_C = E_{1C} \cos \alpha + E_{2C} \cos \alpha = 2E_{1C} \cos \alpha$$

$$= 2E_{1C} \cdot \frac{\sqrt{AC^2 - AH^2}}{AC} \approx 3,51 \cdot 10^5 \text{ V/m}.$$

d) Lực điện trường tổng hợp do q_1 và q_2 tác dụng lên q_3 là: $\vec{F} = q_3 \vec{E}_C$.

Vì $q_3 > 0$, nên $\vec{F}$ cùng phương cùng chiều với $\vec{E}_C$ và có độ lớn:

$$F = |q_3| E_C = 0,7 \text{ N}.$$

Ví dụ 2: Tại hai điểm A và B cách nhau 10 cm trong không khí có đặt hai điện tích $q_1 = -q_2 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$. Xác định cường độ điện trường do hai điện tích này gây ra tại điểm C biết $AC = BC = 12 \text{ cm}$. Tính lực điện trường tác dụng lên điện tích $q_3 = -3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ đặt tại C.

Hướng dẫn giải

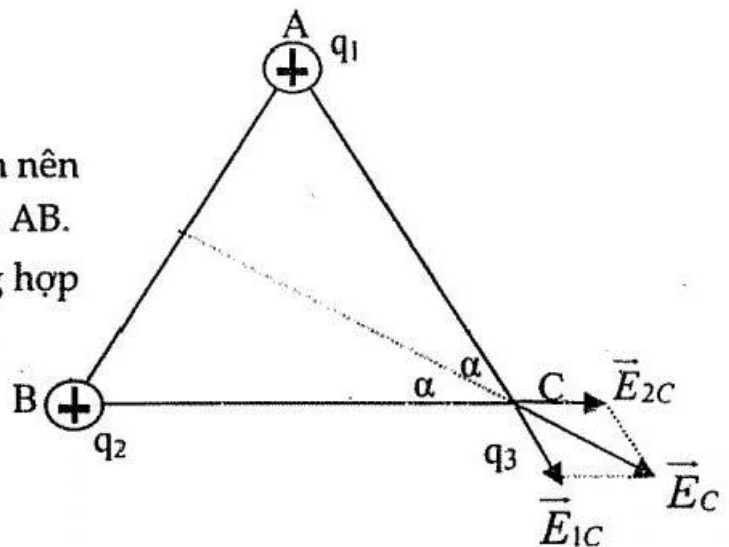
* Cường độ điện trường tại C

Ta có $AC = BC = 12 \text{ cm}$; $AB = 10 \text{ cm}$ nên C nằm trên đường trung trực của AB.

Vecto cường độ điện trường tổng hợp tại C: $\vec{E}_C = \vec{E}_{1C} + \vec{E}_{2C}$

Trong đó $\vec{E}_{1C}$; $\vec{E}_{2C}$ lần lượt là vecto cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại C.

Ta có $\vec{E}_{1C}$; $\vec{E}_{2C}$ có phương chiều như hình vẽ và có độ lớn:



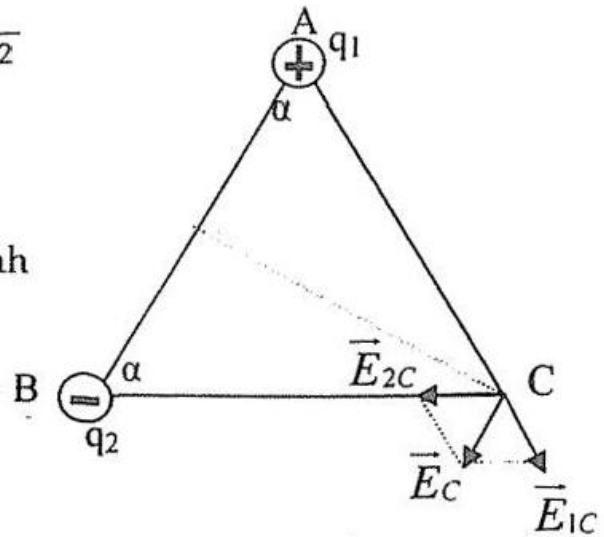
$$E_{1C} = E_{2C} = 9 \cdot 10^9 \frac{|q_1|}{AC^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{6 \cdot 10^{-6}}{(12 \cdot 10^{-2})^2}$$

$$= 3,75 \cdot 10^6 \text{ V/m}$$

Khi đó $\vec{E}_C$ có phương chiều như hình vẽ và có độ lớn:

$$E_C = E_{1C} \cos \alpha + E_{2C} \cos \alpha = 2E_1 \cos \alpha$$

$$= 2E_1 \cdot \frac{AH}{AC} \approx 3,125 \cdot 10^6 \text{ V/m.}$$



* Lực điện trường tổng hợp do q_1 và q_2 tác dụng lên q_3 là: $\vec{F} = q_3 \vec{E}_C$.

Vì $q_3 > 0$, nên $\vec{F}$ cùng phương cùng chiều với $\vec{E}_C$ và có độ lớn:

$$F = |q_3| E_C = 0,094 \text{ N.}$$

Ví dụ 3. Tại hai điểm A, B cách nhau 20 cm trong không khí có đặt hai điện tích $q_1 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, $q_2 = -6,4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$. Xác định cường độ điện trường do hai điện tích này gây ra tại điểm C biết $AC = 12 \text{ cm}$; $BC = 16 \text{ cm}$. Xác định lực điện trường tác dụng lên $q_3 = -5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ đặt tại C.

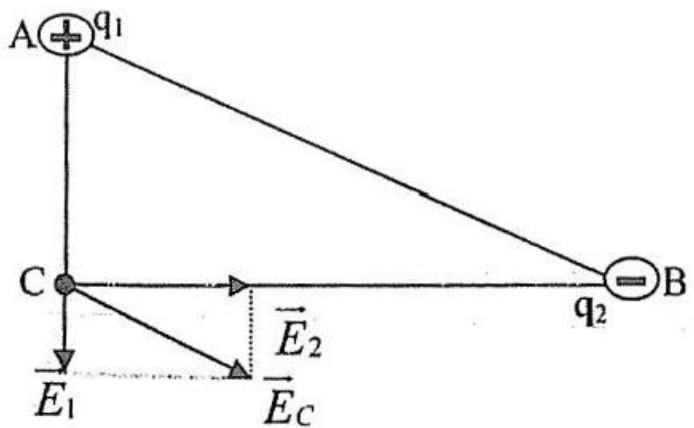
Hướng dẫn giải

* Cường độ điện trường tại C

Ta có $AC = 12 \text{ cm}$; $BC = 16 \text{ cm}$;
 $AB = 20 \text{ cm}$ nên tam giác ABC vuông tại C

Vecto cường độ điện trường tổng hợp tại C: $\vec{E}_C = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

Trong đó $\vec{E}_1$; $\vec{E}_2$ lần lượt là vecto cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại C.



Ta có $\vec{E}_1$; $\vec{E}_2$ có phương chiều như hình vẽ và có độ lớn:

$$E_1 = 9 \cdot 10^9 \frac{|q_1|}{AC^2} = 25 \cdot 10^5 \text{ V/m}; \quad E_2 = 9 \cdot 10^9 \frac{|q_2|}{BC^2} = 22,5 \cdot 10^5 \text{ V/m.}$$

Vì $\vec{E}_1$ và $\vec{E}_2$ vuông góc với nhau nên: $E_C = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \approx 33,6 \cdot 10^5 \text{ V/m.}$

* Lực điện trường tổng hợp do q_1 và q_2 tác dụng lên q_3 là: $\vec{F} = q_3 \vec{E}$. Vì $q_3 < 0$, nên $\vec{F}$ cùng phương ngược chiều với $\vec{E}_C$ và có độ lớn: $F = |q_3| E_C = 0,17 \text{ N.}$

Dạng 3: Tìm vị trí cường độ điện trường tổng hợp triệt tiêu

* *Phương pháp:*

Điểm có điện trường triệt tiêu phải thỏa mãn: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n = \vec{0}$

Trường hợp chỉ có hai điện tích gây điện trường:

- Tìm vị trí để cường độ điện trường tổng hợp triệt tiêu:

❖ *Trường hợp 2 điện tích cùng dấu: ($q_1, q_2 > 0$): q_1 đặt tại A, q_2 đặt tại B*

Gọi M là điểm có cường độ điện trường tổng hợp triệt tiêu

$$\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{0} \Rightarrow M \in \text{đoạn AB} \Rightarrow r_1 + r_2 = AB \quad (1)$$

$$\text{Và } E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \quad (2)$$

$\Rightarrow$ Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ vị trí M.

❖ *Trường hợp 2 điện tích trái dấu: ($q_1, q_2 < 0$)*

* $|q_1| > |q_2| \Rightarrow$ M thuộc đường thẳng AB và ngoài đoạn AB, gần B hơn ($r_1 > r_2$)

$$\Rightarrow r_1 - r_2 = AB \quad (1) \text{ và } E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \quad (2)$$

$\Rightarrow$ Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ vị trí M.

* $|q_1| < |q_2| \Rightarrow$ M thuộc đường thẳng AB và ngoài đoạn AB, gần A hơn ($r_1 < r_2$)

$$\Rightarrow r_2 - r_1 = AB \quad (1) \text{ và } E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \quad (2)$$

$\Rightarrow$ Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ vị trí M.

- Tìm vị trí để 2 vectơ cường độ điện trường do q_1, q_2 gây ra tại đó bằng nhau, vuông góc nhau:

a) *Bằng nhau:*

+ $q_1, q_2 > 0$:

* Nếu $|q_1| > |q_2| \Rightarrow$ M đặt ngoài đoạn AB và gần B

$$\Rightarrow r_1 - r_2 = AB \quad (1) \text{ và } E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \quad (2)$$

* Nếu $|q_1| < |q_2| \Rightarrow$ M đặt ngoài đoạn AB và gần A ($r_1 < r_2$)

$$\Rightarrow r_2 - r_1 = AB \quad (1) \text{ và } E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \quad (2)$$

+ $q_1, q_2 < 0$ ($q_1 (-); q_2 (+)$) M $\in$ đoạn AB (nằm trong AB)

$$\Rightarrow r_1 + r_2 = AB \text{ (1) và } E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \quad (2)$$

$\Rightarrow$ Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ vị trí M.

b) **Vuông góc nhau:**

$$r_1^2 + r_2^2 = AB^2; \tan \beta = \frac{E_1}{E_2}$$

* **Các ví dụ minh họa**

Ví dụ 1: Cho hai điện tích điểm cùng dấu có độ lớn $q_1 = 4q_2$ đặt tại A, B cách nhau 12cm. Tìm điểm tại đó có vectơ cường độ điện trường tổng hợp bằng không.

Hướng dẫn giải

Gọi M là điểm có cường độ điện trường tổng hợp triệt tiêu.

$$\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{0} \quad (1)$$

Trong đó $\vec{E}_1$ và $\vec{E}_2$ lần lượt là vectơ cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại M.

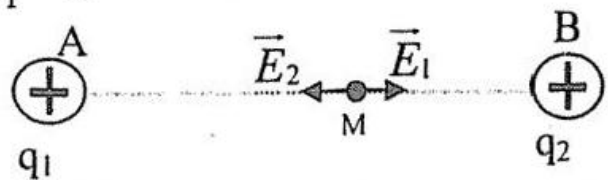
$$\text{Từ (1) suy ra } \Rightarrow \begin{cases} \vec{E}_1 \uparrow \downarrow \vec{E}_2 \\ E_1 = E_2 \end{cases}$$

Để $\vec{E}_1 \uparrow \downarrow \vec{E}_2$ (mà q_1 và q_2 cùng dấu) thì $M \in$ đoạn AB $\Rightarrow r_1 + r_2 = AB$ (*)

$$\text{Để } E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \quad (**)$$

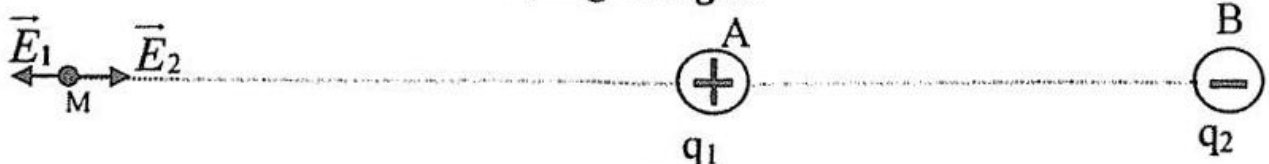
$$\text{Từ (*) và (**)} \text{ ta có: } \begin{cases} r_1 + r_2 = AB \\ \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_1 + r_2 = 12 \\ \frac{r_2}{r_1} = \frac{1}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = 8\text{cm} \\ r_2 = 4\text{cm} \end{cases}$$

Vậy điểm M có cường độ điện trường tổng hợp bằng không là điểm cách q_1 8 cm và cách q_2 4 cm.



Ví dụ 2: Cho hai điện tích $q_1 = 9.10^{-8} \text{ C}$, $q_2 = -16.10^{-8} \text{ C}$ đặt tại A, B cách nhau 5cm trong không khí. Tìm điểm tại đó có vectơ cường độ điện trường tổng hợp bằng không.

Hướng dẫn giải



Gọi M là điểm có cường độ điện trường tổng hợp triệt tiêu

$$\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{0} \quad (1)$$

Trong đó $\vec{E}_1$ và $\vec{E}_2$ lần lượt là vectơ cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại M.

$$\text{Từ (1) suy ra} \Rightarrow \begin{cases} \vec{E}_1 \uparrow \downarrow \vec{E}_2 \\ E_1 = E_2 \end{cases}$$

Để $\vec{E}_1 \uparrow \downarrow \vec{E}_2$ (mà q_1 và q_2 trái dấu) thì M $\in$ đường thẳng AB và nằm ngoài đoạn thẳng AB. (*)

$$\text{Để } E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \sqrt{\frac{|q_2|}{|q_1|}} = \frac{4}{3} \Rightarrow r_2 = \frac{4}{3} \cdot r_1$$

$$\text{Từ (*) và (**) ta có:} \begin{cases} r_2 - r_1 = AB = 12 \\ r_2 = \frac{4}{3} \cdot r_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = 36 \text{ cm} \\ r_2 = 48 \text{ cm} \end{cases}$$

Vậy điểm M có cường độ điện trường tổng hợp bằng không là điểm cách q_1 36 cm và cách q_2 48 cm.

Ví dụ 3: Tại ba đỉnh A, B, C của hình vuông ABCD cạnh $a = 6\text{ cm}$ trong chân không, đặt ba điện tích điểm $q_1 = q_3 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ và $q_2 = -4 \cdot 10^{-7} \text{ C}$. Xác định điện tích q_4 đặt tại D để cường độ điện trường tổng hợp gây bởi hệ điện tích tại tâm O của hình vuông bằng 0.

Hướng dẫn giải

Cường độ điện trường tổng hợp tại tâm O của hình vuông:

$$\vec{E}_O = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4$$

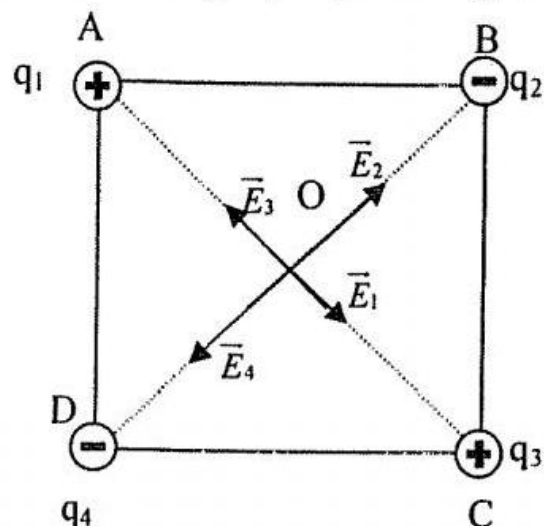
Trong đó $\vec{E}_1$; $\vec{E}_2$; $\vec{E}_3$; $\vec{E}_4$ lần lượt là vectơ cường độ điện trường do q_1 ; q_2 ; q_3 và q_4 gây ra tại O.

Để cường độ điện trường tổng hợp tại tâm O của hình vuông triệt tiêu thì: $\vec{E}_O = \vec{0}$

Vì $q_1 = q_3$ và $AO = CO$ nên:

$$\begin{cases} \vec{E}_1 \uparrow \downarrow \vec{E}_3 \\ E_1 = E_3 \end{cases} \Rightarrow \vec{E}_1 + \vec{E}_3 = \vec{0}$$

$$\text{Vậy } \vec{E}_O = \vec{E}_2 + \vec{E}_4$$



Để $\vec{E}_O = \vec{0}$ thì $\begin{cases} \vec{E}_2 \updownarrow \vec{E}_4 \\ E_2 = E_4 \end{cases}$ mà $DO = BO$ nên suy ra $q_2 = q_4$.

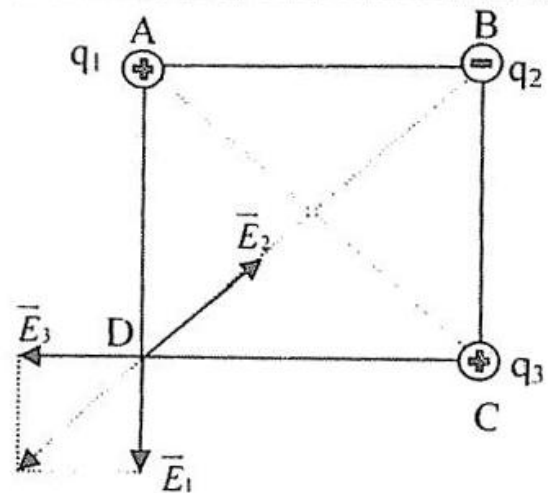
Vậy để cường độ điện trường tổng hợp gây bởi hệ điện tích tại tâm O của hình vuông bằng 0 thì phải đặt tại D điện tích $q_4 = -4.10^{-7}C$.

Ví dụ 4: Cho hình vuông ABCD, tại A và C đặt các điện tích $q_1 = q_3 = q$. Hỏi phải đặt tại B điện tích bao nhiêu để cường độ điện trường ở D bằng không.

Hướng dẫn giải

Cường độ điện trường tổng hợp tại đỉnh D của hình vuông: $\vec{E}_D = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$

Trong đó $\vec{E}_1; \vec{E}_2; \vec{E}_3$ lần lượt là vectơ cường độ điện trường do $q_1; q_2; q_3$ gây ra tại D.



Để cường độ điện trường tổng hợp tại đỉnh D của hình vuông triệt tiêu thì:

$$\vec{E}_D = \vec{0}$$

Vì $q_1 = q_3$ và $AD = CD$ nên $E_1 = E_3$ và $\vec{E}_{13}$ là cường độ điện trường tổng hợp của $\vec{E}_1; \vec{E}_3$ có độ lớn bằng $E_{13} = \sqrt{2}E_1 = \sqrt{2} \cdot \frac{k \cdot |q|}{a^2}$

Để cường độ điện trường tổng hợp tại đỉnh D của hình vuông triệt tiêu thì:

$$\vec{E}_D = \vec{0}$$

$$\text{Suy ra } \begin{cases} \vec{E}_2 \updownarrow \vec{E}_{13} \\ E_2 = E_{13} \end{cases} \Rightarrow \frac{k \cdot |q_2|}{(a\sqrt{2})^2} = \sqrt{2} \cdot \frac{k \cdot |q|}{a^2} \Rightarrow |q_2| = 2\sqrt{2}|q|$$

Mà $\vec{E}_2 \updownarrow \vec{E}_{13}$ nên suy ra $q_2 = -2\sqrt{2}q$.

Vậy để cường độ điện trường tại đỉnh D triệt tiêu thì phải đặt tại B một điện tích $q_2 = -2\sqrt{2}q$

Dạng 4: Cân bằng bằng của điện tích trong điện trường

** Phương pháp:*

Để điện tích nằm cân bằng trong điện trường thì hợp lực tác dụng lên điện tích đó phải bằng 0: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = \vec{0}$

** Các ví dụ minh họa*

Ví dụ 1: Một quả cầu nhỏ khối lượng $m=0,1\text{g}$ mang điện tích $q = 10^{-8}\text{C}$ được treo bằng sợi dây không giãn 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 một góc $\alpha = 45^\circ$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Tính:

- Độ lớn của cường độ điện trường.
- Tính lực căng dây.

Hướng dẫn giải

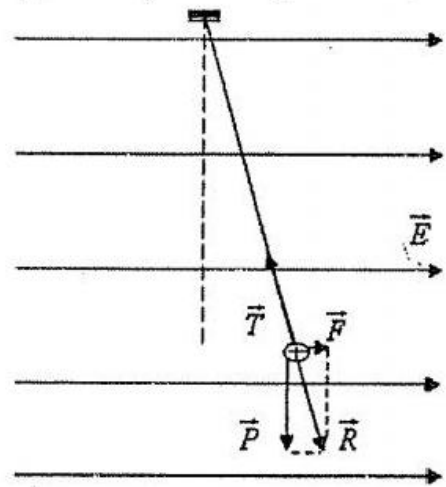
Quả cầu chịu tác dụng của 3 lực:

- Trọng lực $\vec{P}$
- Lực căng dây $\vec{T}$
- Lực điện $\vec{F}$

Khi quả cầu nằm cân bằng ta có: $\vec{P} + \vec{T} + \vec{F} = \vec{0}$

a) Ta có: $\tan \alpha = \frac{qE}{mg} \Rightarrow E = \frac{mg \cdot \tan \alpha}{q} = 10^5 \text{ V/m}$

b) Lực căng dây $T = \frac{P}{\cos \alpha} = \frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{\cos 45^\circ} = 1,414 \cdot 10^{-4} \text{ (N)}$



Ví dụ 2: Điện trường giữa hai bản kim loại thẳng đứng tích điện trái dấu và có độ lớn bằng nhau có cường độ $E = 4900\text{V/m}$. 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° .

Hướng dẫn giải

Hạt bụi chịu tác dụng của 3 lực:

- Trọng lực $\vec{P}$
- Lực căng dây $\vec{T}$
- Lực điện $\vec{F}$

Khi hạt bụi nằm cân bằng ta có: $\vec{P} + \vec{T} + \vec{F} = \vec{0}$, khi đó dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc α .

Ta có: $\tan \alpha = \frac{F}{P} = \frac{|q|E}{mg} \Rightarrow m = \frac{|q|E}{\tan \alpha \cdot g} = \frac{4 \cdot 10^{-10} \cdot 4900}{\tan 30^\circ \cdot 10} = 3,4 \cdot 10^{-7} \text{ kg}$

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 $m = 9.10^{-5}\text{kg}$. Dầu có khối lượng riêng $D = 800\text{kg/m}^3$. Tất cả được đặt trong một điện trường đều, $\vec{E}$ hướng thẳng đứng từ trên xuống, $E = 4,1.10^5\text{V/m}$. Tìm điện tích của bi để nó cân bằng lơ lửng trong dầu. Cho $g=10\text{m/s}^2$.

Hướng dẫn giải

Hòn bi chịu tác dụng của 3 lực:

- Trọng lực $\vec{P}$ với $P = mg = 9.10^{-5}.10 = 9.10^{-4}\text{N}$
- Lực đẩy Acsimet $\vec{F}_A$ với $F_A = D.V.g = 800.10.10^{-9}.10 = 0,8.10^{-4}\text{N}$
- Lực điện $\vec{F}$

Khi hòn bi nằm cân bằng ta có: $\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{F} = \vec{0}$, Mà Trọng lực và lực đẩy Acsimet ngược chiều nhau và $P > F_A$ do đó Lực điện $\vec{F}$ cùng hướng với lực đẩy Acsimet $\vec{F}_A$. Mặt khác $\vec{E}$ hướng thẳng đứng từ trên xuống, nên $q < 0$.

Về độ lớn ta phải có $P = F_A + F \rightarrow F = P - F_A = 9.10^{-4} - 0,8.10^{-4} = 8,2.10^{-4}\text{N}$.

Độ lớn của điện tích là $|q| = \frac{F}{E} = \frac{8,2.10^{-4}}{4,1.10^5} = 2.10^{-9}\text{C}$

Vì $q < 0$ nên $q = - 2.10^{-9}\text{C}$.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN CÓ HƯỚNG DẪN

Câu 1: Hai điện tích điểm $q_1 = 0,5\text{ (nC)}$ và $q_2 = - 0,5\text{ (nC)}$ đặt tại hai điểm A, B cách nhau 6(cm) trong không khí. Tính cường độ điện trường tại trung điểm của AB.

Hướng dẫn giải

Cường độ điện trường tại trung điểm M của AB là: $\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

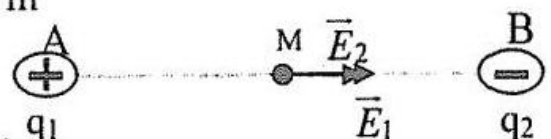
Trong đó $\vec{E}_1; \vec{E}_2$ lần lượt là vecto cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại M.

Ta có: $\vec{E}_1$ có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

$$E_1 = k \cdot \frac{|q_1|}{\epsilon \cdot AM^2} = 9.10^9 \cdot \frac{0,5.10^{-9}}{1 \cdot (3.10^{-2})^2} = 5000\text{V / m}$$

$\vec{E}_2$ có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

$$E_2 = k \cdot \frac{|q_2|}{\epsilon \cdot BM^2} = 9.10^9 \cdot \frac{0,5.10^{-9}}{1 \cdot (3.10^{-2})^2} = 5000\text{V / m}$$



Vì $\vec{E}_1$ cùng phương cùng chiều với $\vec{E}_2$ nên:

$$E_M = E_1 + E_2 = 5000 + 5000 = 10000 \text{ V/m}$$

Vậy cường độ điện trường tại trung điểm của AB có độ lớn $E_M = 10000 \text{ (V/m)}$.

Câu 2: Hai điện tích điểm $q_1 = 0,5 \text{ (nC)}$ và $q_2 = -0,5 \text{ (nC)}$ đặt tại hai điểm A, B cách nhau 6(cm) trong không khí. Tính cường độ điện trường tại điểm M nằm trên trung trực của AB, cách trung điểm của AB một khoảng $l = 4 \text{ (cm)}$.

Hướng dẫn giải

Cường độ điện trường tại điểm M là: $\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

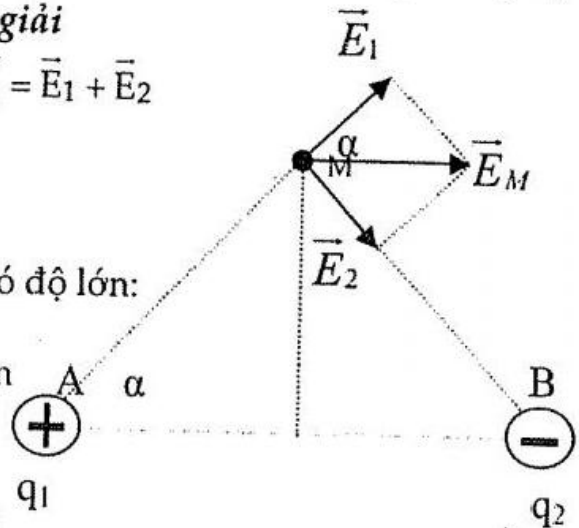
Trong đó $\vec{E}_1; \vec{E}_2$ lần lượt là vectơ cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại M.

Ta có: $\vec{E}_1$ có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

$$E_1 = k \cdot \frac{|q_1|}{\epsilon \cdot AM^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{0,5 \cdot 10^{-9}}{1 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2} = 1800 \text{ V/m}$$

$\vec{E}_2$ có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn: q_1

$$E_2 = k \cdot \frac{|q_2|}{\epsilon \cdot BM^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{0,5 \cdot 10^{-9}}{1 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2} = 1800 \text{ V/m}$$



Vì $\vec{E}_1$ hợp với $\vec{E}_2$ một góc 2α và $E_1 = E_2$ nên hình bình hành tạo bởi $\vec{E}_1$ và

$\vec{E}_2$ là hình thoi, do đó $E_M = 2E_1 \cdot \cos \alpha = 2E_1 \cdot \frac{\frac{AB}{2}}{AM} = 2 \cdot 1800 \cdot \frac{3}{5} = 2160 \text{ (V/m)}$

Vậy cường độ điện trường tại M có độ lớn $E_M = 2160 \text{ (V/m)}$ và có hướng song song với $\overline{AB}$.

Câu 3: Một điện tích $q = 10^{-7} \text{ (C)}$ đặt tại điểm M trong điện trường của một điện tích điểm Q, chịu tác dụng của lực $F = 3 \cdot 10^{-3} \text{ (N)}$. Cường độ điện trường do điện tích điểm Q gây ra tại điểm M có độ lớn bằng bao nhiêu.

Hướng dẫn giải

Lực điện do điện trường của điện tích Q tác dụng lên điện tích q đặt tại M là: $\vec{F} = q\vec{E}$

Suy ra cường độ điện trường do điện tích điểm Q gây ra tại M có độ lớn

$$\text{bằng: } E = \frac{F}{|q|} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{10^{-7}} = 3 \cdot 10^4 \text{ (V/m)}$$

Câu 4: Một điện tích điểm dương Q trong chân không gây ra tại điểm M cách điện tích một khoảng $r = 30$ (cm), một điện trường có cường độ $E = 30000$ (V/m). Độ lớn điện tích Q là:

Hướng dẫn giải

Cường độ điện trường do điện tích Q gây ra tại M là:

$$E_M = k \cdot \frac{|Q|}{\epsilon r^2} = k \cdot \frac{Q}{\epsilon r^2} \Rightarrow Q = \frac{E_M \cdot \epsilon \cdot r^2}{k} = \frac{30000 \cdot 10^{-9} \cdot 0,3^2}{9 \cdot 10^9} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ (C)}$$

Vậy độ lớn của điện tích $Q = 3 \cdot 10^{-7} \text{ (C)}$

Câu 5: Hai điện tích điểm $q_1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ (}\mu\text{C)}$ và $q_2 = -2 \cdot 10^{-2} \text{ (}\mu\text{C)}$ đặt tại hai điểm A và B cách nhau một đoạn $a = 30$ (cm) trong không khí. Tính cường độ điện trường tại điểm M cách đều A và B và cách AB một khoảng bằng a .

Hướng dẫn giải

Cường độ trường tại điểm M cách đều AB là: $\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

Trong đó $\vec{E}_1; \vec{E}_2$ lần lượt là vectơ cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại M .

Ta có: $\vec{E}_1$ có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

$$E_1 = k \cdot \frac{|q_1|}{\epsilon \cdot AM^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-8}}{1 \cdot (0,15^2 + 0,3^2)} = 1600 \text{ V / m}$$

$\vec{E}_2$ có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

$$E_2 = k \cdot \frac{|q_2|}{\epsilon \cdot BM^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-8}}{1 \cdot (0,15^2 + 0,3^2)} = 1600 \text{ V / m}$$

Vì $\vec{E}_1$ hợp với $\vec{E}_2$ một góc 2α và $E_1 = E_2$ nên hình bình hành tạo bởi $\vec{E}_1$ và $\vec{E}_2$ là hình thoi, do đó:

$$E_M = 2E_1 \cdot \cos \alpha = 2E_1 \cdot \frac{\frac{AB}{2}}{AM} = 2 \cdot 1600 \cdot \frac{15}{\sqrt{15^2 + 30^2}} = 1431 \text{ (V / m)}$$

Vậy cường độ điện trường tại M có độ lớn $E_M = 1431 \text{ (V / m)}$ và có hướng song song với $\overline{AB}$.

Câu 6: Tại hai điểm A và B cách nhau 10 cm trong không khí có đặt hai điện tích $q_1 = -1,6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ và $q_2 = -2,4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$. Xác định cường độ điện trường do 2 điện tích này gây ra tại điểm C . Biết $AC = 8 \text{ cm}$, $BC = 6 \text{ cm}$.

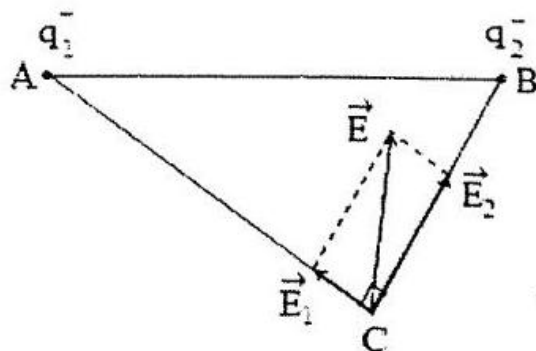
Hướng dẫn giải

Ta có $AB = 10 \text{ cm}$; $BC = 6 \text{ cm}$; $AC = 8 \text{ cm}$ nên tam giác ABC vuông tại C .

Các điện tích q_1 và q_2 gây ra tại C các véc tơ cường độ điện trường $\vec{E}_1$ và $\vec{E}_2$ có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

$$E_1 = 9 \cdot 10^9 \frac{|q_1|}{AC^2} = 255 \cdot 10^4 \text{ V/m};$$

$$E_2 = 9 \cdot 10^9 \frac{|q_2|}{BC^2} = 600 \cdot 10^4 \text{ V/m}.$$



Cường độ điện trường tổng hợp tại C do các điện tích q_1 và q_2 gây ra là:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2;$$

Vì $\vec{E}_1$ vuông góc với $\vec{E}_2$ nên $\vec{E}$ có phương chiều như hình vẽ; có độ lớn:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \approx 64 \cdot 10^5 \text{ V/m}.$$

Câu 7: Hai điện tích $+q$ và $-q$ ($q > 0$) đặt tại hai điểm A và B với $AB = 2a$. M là một điểm nằm trên đường trung trực của AB cách AB một đoạn x .

- Xác định vectơ cường độ điện trường tại M
- Xác định x để cường độ điện trường tại M cực đại, tính giá trị đó

Hướng dẫn giải

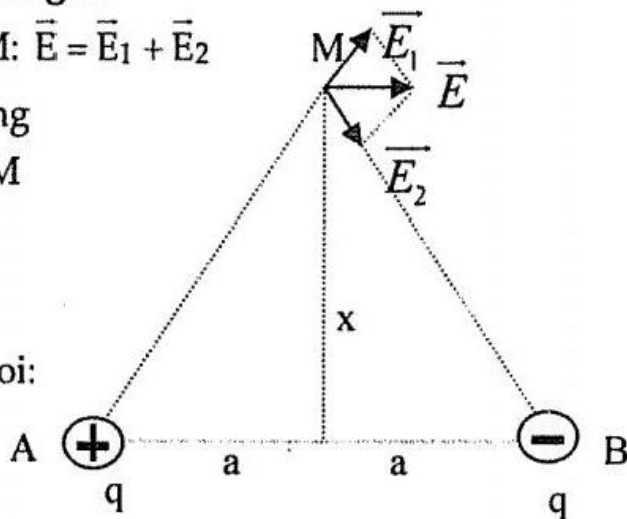
- Cường độ điện trường tổng hợp tại M: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

Trong đó $\vec{E}_1, \vec{E}_2$ lần lượt là vectơ cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại M

Ta có: $E_1 = E_2 = k \frac{|q|}{a^2 + x^2}$

Hình bình hành xác định $\vec{E}$ là hình thoi:

$$E = 2E_1 \cos \alpha = \frac{2k|q|a}{(a+x)^{3/2}} \quad (*)$$



- Từ (*) thấy để $E_{\max}$ thì $x = 0$ (tức là M khi đó là trung điểm của AB):

$$E_{\max} = 2E_1 = \frac{2kq}{a^2}$$

Câu 8: Hai điện tích $q_1 = q_2 = q > 0$ đặt tại A và B trong không khí. Cho biết $AB = 2a$.

- Xác định cường độ điện trường tại điểm M trên đường trung trực của AB cách AB một đoạn h .
- Xác định h để E_M cực đại. Tính giá trị cực đại này.

Hướng dẫn giải

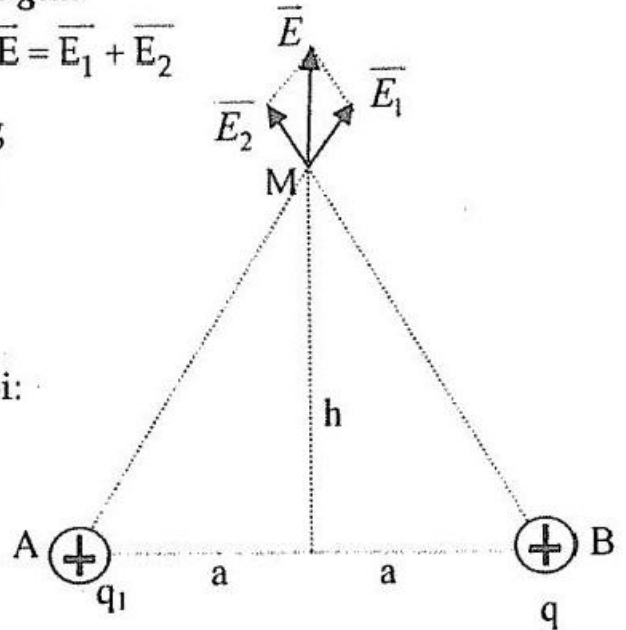
- a) Cường độ điện trường tổng hợp tại M: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

Trong đó $\vec{E}_1, \vec{E}_2$ lần lượt là vectơ cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại M

Ta có: $E_1 = E_2 = k \frac{|q|}{a^2 + h^2}$

Hình bình hành xác định $\vec{E}$ là hình thoi:

$$E = 2E_1 \cos \alpha = \frac{2kqh}{(a^2 + h^2)^{3/2}}$$



- b) Định h để E_M đạt cực đại:

$$a^2 + h^2 = \frac{a^2}{2} + \frac{a^2}{2} + h^2 \geq 3 \sqrt[3]{\frac{a^4 \cdot h^2}{4}}$$

$$\Rightarrow (a^2 + h^2)^3 \geq \frac{27}{4} a^4 h^2 \Rightarrow (a^2 + h^2)^{3/2} \geq \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 h$$

Do đó: $E_M \leq \frac{2kqh}{\frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 h} = \frac{4kq}{3\sqrt{3} a^2}$

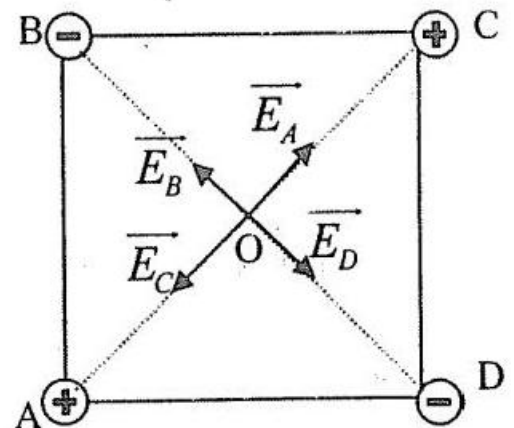
E_M đạt cực đại khi: $h^2 = \frac{a^2}{2} \Rightarrow h = \frac{a}{\sqrt{2}} \Rightarrow (E_M)_{\max} = \frac{4kq}{3\sqrt{3} a^2}$

Câu 9. Đặt 4 điện tích có cùng độ lớn q tại 4 đỉnh của một hình vuông ABCD cạnh a với điện tích dương đặt tại A và C, điện tích âm đặt tại B và D. Xác định cường độ tổng hợp tại giao điểm hai đường chéo của hình vuông.

Hướng dẫn giải

Các điện tích đặt tại các đỉnh của hình vuông gây ra tại giao điểm O của hai đường chéo hình vuông các véc tơ cường độ điện trường $\vec{E}_A, \vec{E}_B, \vec{E}_C, \vec{E}_D$ có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

$$E_A = E_B = E_C = E_D = \frac{2kq}{\epsilon a^2}$$



Cường độ điện trường tổng hợp tại O là: $\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C + \vec{E}_D$

Vì $\vec{E}_A$ cùng phương ngược chiều với $\vec{E}_C$ và $\vec{E}_B$ cùng phương ngược chiều với $\vec{E}_D$, nên ta có $\vec{E}_A + \vec{E}_C = \vec{0}$ và $\vec{E}_B + \vec{E}_D = \vec{0}$.

Vậy $\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C + \vec{E}_D = \vec{0}$;

Câu 10. Đặt 4 điện tích có cùng độ lớn q tại 4 đỉnh của một hình vuông ABCD cạnh a với điện tích dương đặt tại A và D, điện tích âm đặt tại B và C. Xác định cường độ tổng hợp tại giao điểm hai đường chéo của hình vuông.

Hướng dẫn giải

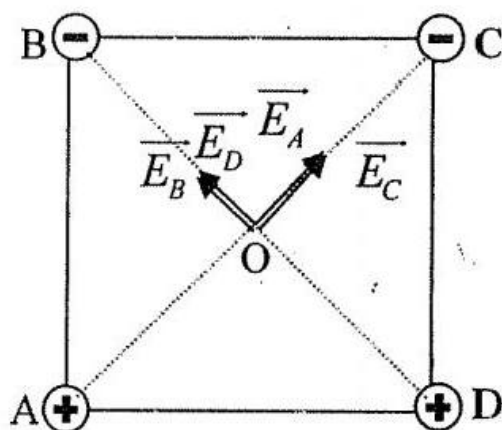
Các điện tích đặt tại các đỉnh của hình vuông gây ra tại giao điểm O của hai đường chéo hình vuông các véc tơ cường độ điện trường $\vec{E}_A, \vec{E}_B, \vec{E}_C, \vec{E}_D$; có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

$$E_A = E_B = E_C = E_D = \frac{2kq}{\epsilon a^2}.$$

Cường độ điện trường tổng hợp tại O là:

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C + \vec{E}_D$$

Vì $\vec{E}_A$ cùng phương cùng chiều với $\vec{E}_C$ và $\vec{E}_B$ cùng phương cùng chiều với $\vec{E}_D$, nên ta có $\vec{E} = 2.(\vec{E}_A + \vec{E}_B)$ và $E = 4E_A \cos 45^\circ = \frac{4\sqrt{2}kq}{\epsilon a^2}$.

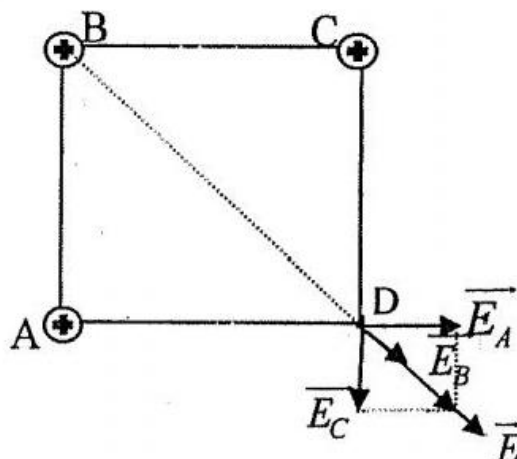


Câu 11. Tại ba đỉnh của một hình vuông cạnh a đặt ba điện tích dương cùng độ lớn q. Xác định cường độ điện trường tổng hợp do ba điện tích gây ra tại đỉnh thứ tư của hình vuông.

Hướng dẫn giải

Các điện tích đặt tại các đỉnh A, B, C của hình vuông gây ra tại đỉnh D của hình vuông các véc tơ cường độ điện trường $\vec{E}_A, \vec{E}_B, \vec{E}_C$; có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn: $E_A = E_C = \frac{kq}{\epsilon a^2}$;

$$E_B = \frac{kq}{2\epsilon a^2}.$$



Cường độ điện trường tổng hợp tại D là: $\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C$; có phương chiều như hình vẽ; có độ lớn: $E = 2E_B \cos 45^\circ + E_A = \frac{kq}{2}(2\sqrt{2} + 1)$.

Câu 12. Tại 3 đỉnh A, B, C của một hình vuông cạnh a đặt 3 điện tích cùng độ lớn q. Trong đó điện tích tại A và C là điện tích dương, còn điện tích tại B là điện tích âm. Xác định cường độ điện trường tổng hợp do 3 điện tích gây ra tại đỉnh D của hình vuông.

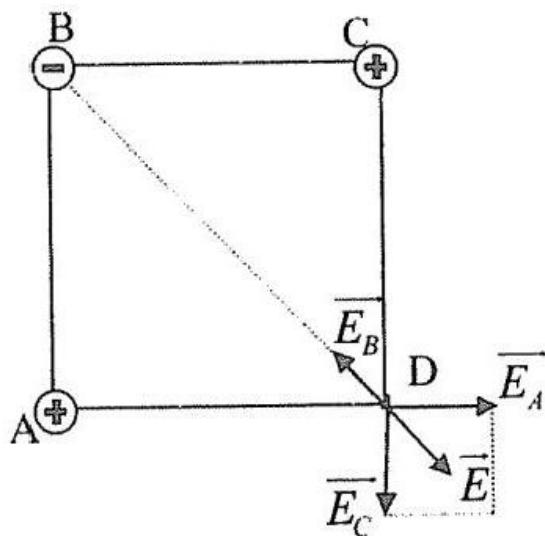
Hướng dẫn giải

Các điện tích đặt tại các đỉnh A, B, C của hình vuông gây ra tại đỉnh D của hình vuông các vectơ cường độ điện trường $\vec{E}_A, \vec{E}_B, \vec{E}_C$; có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

$$E_A = E_C = \frac{kq}{\epsilon a^2}; E_B = \frac{kq}{2\epsilon a^2}.$$

Cường độ điện trường tổng hợp tại D là: $\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C$; có phương, chiều như hình vẽ; có độ lớn:

$$E = 2E_A \cos 45^\circ - E_B = \frac{kq}{2}(2\sqrt{2} - 1).$$

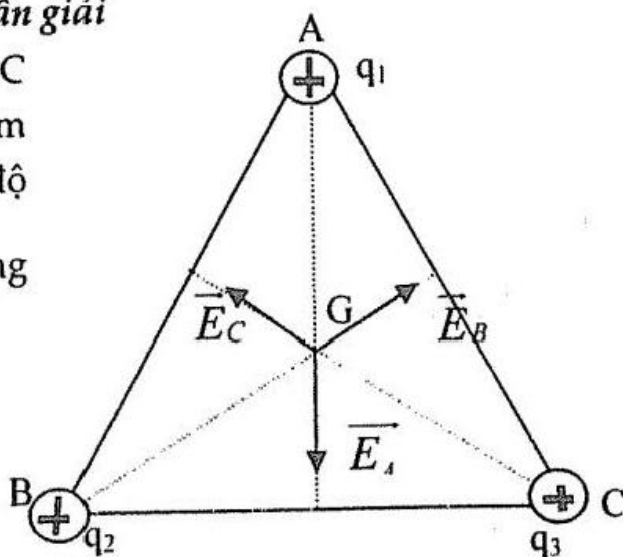


Câu 13. Tại hai đỉnh A, B của tam giác đều ABC cạnh a đặt hai điện tích điểm $q_1 = q_2 = 4 \cdot 10^{-9} \text{C}$ trong không khí. Hỏi phải đặt điện tích q_3 có giá trị bao nhiêu tại C để cường độ điện trường gây bởi hệ ba điện tích tại trọng tâm G của tam giác bằng 0.

Hướng dẫn giải

Các điện tích đặt tại các đỉnh A, B, C của tam giác ABC gây ra tại trọng tâm G của tam giác các vectơ cường độ điện trường $\vec{E}_A, \vec{E}_B, \vec{E}_C$; có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

$$E_A = E_B = k \frac{q_1}{\left(\frac{2}{3} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} \right)^2} = \frac{3k \cdot q_1}{\epsilon a^2};$$



$$E_C = k \frac{q_3}{\left(\frac{2}{3} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} \right)^2} = \frac{3 \cdot k \cdot q_3}{\epsilon a^2}.$$

Cường độ điện trường tổng hợp tại G là: $\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C$;

Vì $\vec{E}_A, \vec{E}_B, \vec{E}_C$ lần lượt hợp với nhau những góc 120° mà $E_A = E_B$ nên để $\vec{E} = \vec{0}$ thì $E_C = E_A = E_B$, suy ra $q_3 = q_1 = q_2 = 4 \cdot 10^{-9} \text{C}$

Câu 14. Bốn điểm A, B, C, D trong không khí tạo thành hình chữ nhật ABCD cạnh $AD = a = 3 \text{cm}$, $AB = b = 4 \text{cm}$. Các điện tích q_1, q_2, q_3 được đặt lần lượt tại A, B, C. Biết $q_2 = -12,5 \cdot 10^{-8} \text{C}$ và cường độ điện trường tổng hợp tại D bằng 0. Tính q_1, q_3 .

Hướng dẫn giải

Vector cường độ điện trường tại D: $\vec{E}_D = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$

Theo giả thiết $\vec{E}_D = \vec{0}$

Vì $q_2 < 0$ nên q_1, q_3 phải là điện tích dương.

Ta có: $E_{13} = E_2 \Rightarrow \frac{E_1}{\cos \alpha} = E_2$

$$\Leftrightarrow \frac{k \cdot \frac{|q_1|}{AD^2}}{\frac{AD}{BD}} = k \cdot \frac{|q_2|}{BD^2}$$

$$\Leftrightarrow |q_1| = |q_2| \cdot \frac{AD^3}{BD^3} = 12,5 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{3^3}{5^3} = 2,7 \cdot 10^{-8} \text{C}$$

Mà $q_1 > 0 \Rightarrow q_1 = 2,7 \cdot 10^{-8} \text{C}$

$$\text{Tương tự: } E_{13} = E_2 \Rightarrow \frac{E_3}{\sin \alpha} = E_2 \Leftrightarrow \frac{k \cdot \frac{|q_3|}{AB^2}}{\frac{AB}{BD}} = k \cdot \frac{|q_2|}{BD^2}$$

$$\Leftrightarrow |q_3| = |q_2| \cdot \frac{AB^3}{BD^3} = 12,5 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{4^3}{5^3} = 6,4 \cdot 10^{-8} \text{C}$$

Mà $q_3 > 0 \Rightarrow q_3 = 6,4 \cdot 10^{-8} \text{C}$

