

## Xác định vectơ cường độ điện trường tổng hợp tại M

### A. Phương pháp & Ví dụ

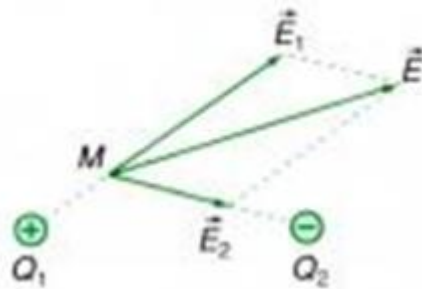
Áp dụng nguyên lý chồng chất điện trường:

- Xác định phương, chiều, độ lớn của từng vectơ cường độ điện trường do từng điện tích gây ra.

- Vẽ vectơ cường độ điện trường tổng hợp (quy tắc hình bình hành).

- Xác định độ lớn của cường độ điện trường tổng hợp từ hình vẽ.

Khi xác định tổng của hai vectơ cần lưu ý các trường hợp đặc biệt:  $\uparrow\uparrow$ ,  $\uparrow\downarrow$ ,  $\perp$ , tam giác vuông, tam giác đều, ... Nếu không xảy ra các trường hợp đặt biệt thì có thể tính độ dài của vectơ



bằng định lý hàm cosin:  $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos A$ .

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

$$+ \vec{E}_1 \uparrow\uparrow \vec{E}_2 \rightarrow \vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$+ \vec{E}_1 \uparrow\downarrow \vec{E}_2 \rightarrow \vec{E}_M = \vec{E}_1 - \vec{E}_2$$

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

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

Nếu  $E_1 = E_2 \rightarrow E = 2E_1\cos(\alpha/2)$

**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 điểm này gây ra tại

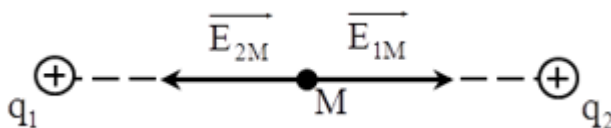
a. M với  $MA = MB = 5 \text{ cm}$ .

b. N với  $NA = 5 \text{ cm}$ ,  $NB = 15 \text{ cm}$ .

c. C biết  $AC = BC = 8 \text{ cm}$ .

d. Xác định lực điện trường tác dụng lên  $q_3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  đặt tại C.

**Hướng dẫn:**



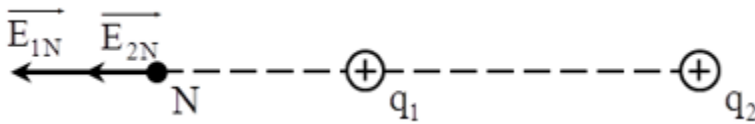
a. Ta có  $MA = MB = 5 \text{ cm}$  và  $AB = 10 \text{ cm}$  nên M là trung điểm của AB.

Vecto cường độ điện trường tại M là tổng hợp hai vecto cường độ điện trường do mỗi điện tích gây ra:  $\vec{E}_M = \vec{E}_{1M} + \vec{E}_{2M}$

$$E_{1M} = E_{2M} = k \frac{|q_1|}{AM^2} = 5,76 \cdot 10^5 \text{ V/m}$$

Với

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



b. Ta có  $NA = 5 \text{ cm}$ ,  $NB = 15 \text{ cm}$  và  $AB = 10 \text{ cm}$  nên N nằm ngoài AB và nằm trên đường thẳng AB.

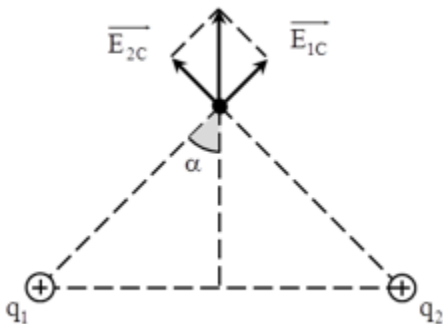
Vecto cường độ điện trường tại M là tổng hợp hai vecto cường độ điện trường do mỗi điện tích gây ra:  $\vec{E} = \vec{E}_{1M} + \vec{E}_{2M}$

$$\begin{cases} E_{1M} = k \frac{|q_1|}{AN^2} = 5,76 \cdot 10^5 \text{ V.m}^{-1} \\ E_{2M} = k \frac{|q_1|}{BN^2} = 0,64 \cdot 10^5 \text{ V.m}^{-1} \end{cases}$$

Với

Vì  $\vec{E}_{1M}$  cùng phương và cùng chiều với  $\vec{E}_{2M}$  nên  $E_M = E_{1M} + E_{2M} = 6,4 \cdot 10^5 \text{ V/m}$

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



Tương tự, ta có vecto cường độ điện trường tổng hợp tại C sẽ là:

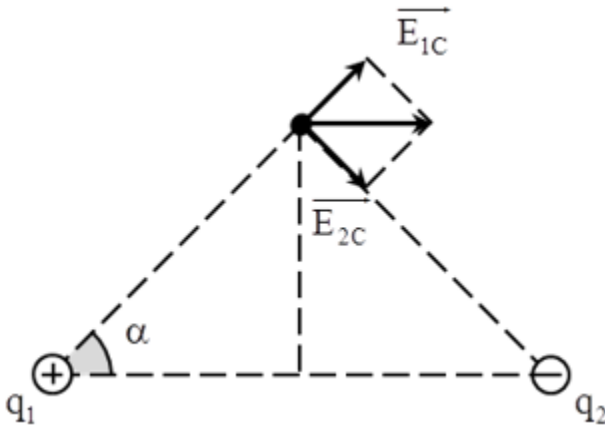
$$E_C = 2E_{1C} \cos \alpha = 3,51 \cdot 10^5 \text{ V/m}$$

d. Lực điện trường tổng hợp tác dụng lên  $q_3$  là  $F = q_3 E = 0,7 \text{ N}$

Có chiều cùng chiều với  $\vec{E}$

**Ví dụ 2:** Tại hai điểm A và B cách nhau 10 cm trong không khí có đặt 2 điện tích  $q_1 = -q_2 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ . Xác định cường độ điện trường do hai điện tích điểm 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:**



+ Ta có  $AC = BC = 12 \text{ cm}$  và  $AB = 10 \text{ cm}$  nên C nằm trên trung trực của AB. Cường độ điện trường tại C là tổng hợp của các vectơ điện trường thành phần  $\vec{E}_C = \vec{E}_{1C} + \vec{E}_{2C}$ . Trong đó  $E_{1C}$  và  $E_{2C}$  lần lượt là cường độ điện trường do các điện tích điểm  $q_1$  và  $q_2$  gây ra tại C. Ta có:

$$E_{1C} = E_{2C} = k \frac{|q_1|}{AC^2} = 3,75 \cdot 10^6 \text{ V/m}$$

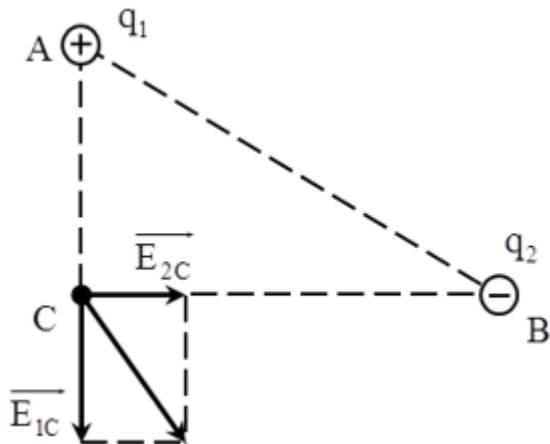
Từ hình vẽ ta có:

$$E_C = 2E_{1C} \cos \alpha = 3,125 \cdot 10^6 \text{ V/m.}$$

+ Lực điện tác dụng lên điện tích  $q_3$  có chiều cùng chiều với  $\vec{E}_C$  và có độ lớn  $F = |q_3| \cdot E_C = 0,094 \text{ N}$

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

**Hướng dẫn:**



+ Cường độ điện trường do các điện tích  $q_1$  và  $q_2$  gây ra tại C có chiều như hình vẽ và có độ lớn:

$$\begin{cases} E_{1C} = k \frac{|q_1|}{AC^2} = 25 \cdot 10^5 \text{ V.m}^{-1} \\ E_{2C} = k \frac{|q_2|}{BC^2} = 22,5 \cdot 10^5 \text{ V.m}^{-1} \end{cases}$$

Ta có  $E_C = \sqrt{E_{1C}^2 + E_{2C}^2} = 33,6 \cdot 10^5 \text{ V/m}$

+ Lực điện tác dụng lên  $q_3$  ngược chiều với  $\vec{E}_C$  và có độ lớn:

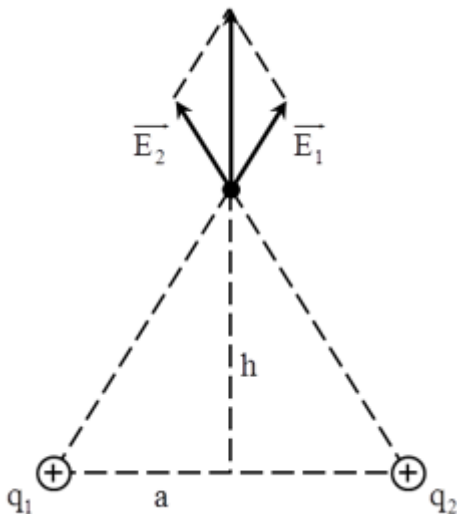
$$F = |q_3| E_C$$

**Ví dụ 4:** Hai điện tích  $q_1 = q_2$  ( $q > 0$ ) đặt tại hai điểm A và B với  $AB = 2a$ . M là điểm nằm trên đường trung trực của AB và cách AB một đoạn  $h$ .

a. Xác định vectơ cường độ điện trường tại điểm M.

b. Xác định  $x$  để cường độ điện trường tại M cực đại, tính giá trị đó.

**Hướng dẫn:**



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

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

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

+ Cường độ điện trường tổng hợp tại M

$$E_M = 2E_1 \cos \alpha = \frac{2k|q|h}{(a^2 + h^2)^{1,5}} \text{ V/m.}$$

b. Xác định  $h$  để  $E_M$  cực đại

Ta

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

có

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

$$\text{Vậy } E_M \leq \frac{2kqh}{\frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 h} = \frac{4kq}{3\sqrt{3} a^2}$$

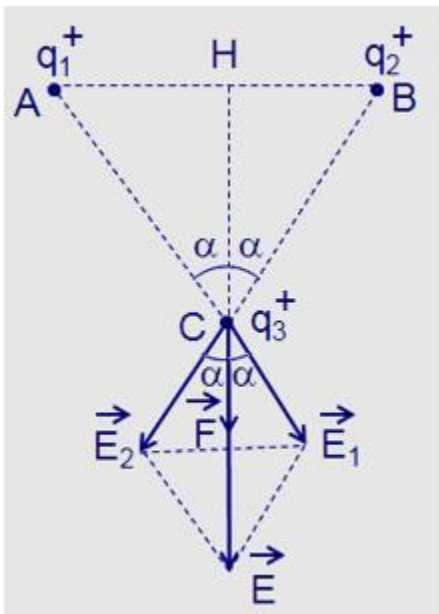
$$h = \frac{a}{\sqrt{2}} \Rightarrow E_{M_{\max}} = \frac{4kq}{3\sqrt{3} a^2}$$

$E_M$  cực đại khi

## B. Bài tập

**Bài 1:** Tại 2 điểm A và B cách nhau 10 cm trong không khí có đặt 2 điện tích  $q_1 = q_2 = 16 \cdot 10^{-8}$  C. Xác định cường độ điện trường do hai điện tích này gây ra tại điểm C biết AC = BC = 8 cm. Xác định lực điện trường tác dụng lên điện tích  $q_3 = 2 \cdot 10^{-6}$  C đặt tại C.

**Lời giải:**



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

$$E_1 = E_2 = 9 \cdot 10^9 \frac{|q_1|}{AC^2} = 225 \cdot 10^3 \text{ V/m.}$$

Cường độ điện trường tổng hợp tại C do các điện tích  $q_1$  và  $q_2$  gây ra là:  $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$  có phương chiều như hình vẽ; có độ lớn:

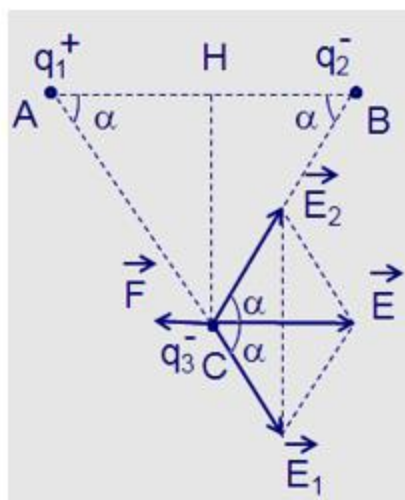
$$\frac{\sqrt{AC^2 - AH^2}}{AC}$$

$$E = E_1 \cos \alpha + E_2 \cos \alpha = 2E_1 \cos \alpha = 2E_1 \cdot \frac{AH}{AC} \approx 351 \cdot 10^3 \text{ V/m.}$$

Lực điện trường tổng hợp do  $q_1$  và  $q_3$  tác dụng lên  $q_3$  là:  $\vec{F} = q_3 \vec{E}$ . Vì  $q_3 > 0$ , nên  $F$  cùng phương cùng chiều với  $E$  và có độ lớn:  $F = |q_3|E = 0,7 \text{ N}$ .

**Bài 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.

**Lời giải:**



Các điện tích  $q_1$  và  $q_2$  gây ra tại C các véc tơ  $\vec{E_1}$  và  $\vec{E_2}$  có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

$$E_1 = E_2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot |q_1|}{AC^2} = 375 \cdot 10^4 \text{ V/m.}$$

$$E_1 = E_2 =$$

Cường độ điện trường tổng hợp tại C do các điện tích  $q_1$  và  $q_2$  gây ra là:  $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$  có phương chiều như hình vẽ; có độ lớn:

$$\frac{AH}{AC}$$

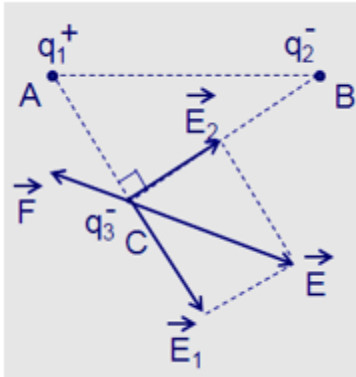
$$E = E_1 \cos \alpha + E_2 \cos \alpha = 2E_1 \cos \alpha = 2E_1 \cdot \frac{AH}{AC} \approx 312,5 \cdot 10^4 \text{ V/m.}$$

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

Vì  $q_3 < 0$ , nên  $F$  cùng phương ngược chiều với  $E$  và có độ lớn:  $F = |q_3|E = 0,094 \text{ N}$ .

**Bài 3:** Tại 2 điểm A, B cách nhau 20 cm trong không khí có đặt 2 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.

**Lời giải:**



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

$$E_1 = 9.10^9 \frac{|q_1|}{AC^2} = 25.10^5 \text{ V/m};$$

$$E_2 = 9.10^9 \frac{|q_2|}{BC^2} = 22,5.10^5 \text{ V/m}.$$

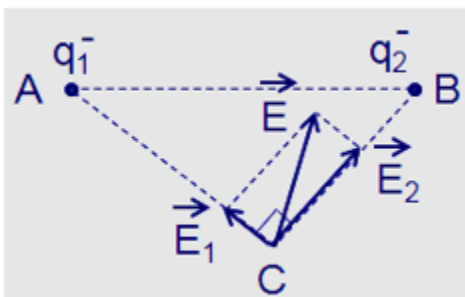
Cường độ điện trường tổng hợp tại C do các điện tích  $q_1$  và  $q_2$  gây ra là  $\vec{E}_1$  và  $\vec{E}_2$  có

phương chiều như hình vẽ; có độ lớn:  $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \approx 33,6.10^5 \text{ V/m}.$

Lực tác dụng lên  $q_3$  là:  $F = q_3.E$ . Vì  $q_3 < 0$ , nên F cùng phương ngược chiều với E và  $F = |q_3|E = 0,17 \text{ N}.$

**Bài 4:** Tại hai điểm A và B cách nhau 10 cm trong không khí có đặt hai điện tích  $q_1 = -1,6.10^{-6} \text{ C}$  và  $q_2 = -2,4.10^{-6} \text{ C}$ . Xác định cường độ điện trường do 2 điện tích này gây ra tại điểm C. Biết  $AC = 8 \text{ cm}$ ,  $BC = 6 \text{ cm}$ .

**Lời giải:**



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:

$$E_1 = 9.10^9 \frac{|q_1|}{AC^2} = 255.10^4 \text{ V/m};$$

$$E_2 = 9.10^9 \frac{|q_2|}{BC^2} = 600.10^4 \text{ V/m}.$$

Cường độ điện trường tổng hợp tại C do các điện tích  $q_1$  và  $q_2$  gây ra là:  $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$  có

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \approx 64.10^5 \text{ V/m}.$$

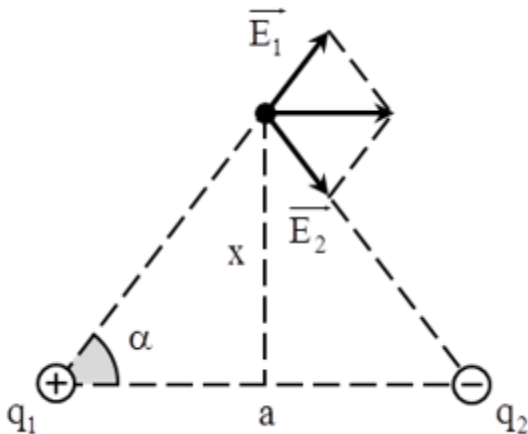
phương chiều như hình vẽ; có độ lớn:

**Bài 5:** Hai điện tích  $+q$  và  $-q$  ( $q > 0$ ) đặt tại hai điểm A và B với  $AB = 2a$ . M là điểm nằm trên đường trung trực của AB và cách AB một đoạn  $x$ .

a. Xác định vectơ cường độ điện trường tại điểm M.

b. Xác định  $x$  để cường độ điện trường tại M cực đại, tính giá trị đó.

**Lời giải:**



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

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

$$E_1 = E_2 = k \frac{|q_1|}{a^2 + x^2}$$

+ Cường độ điện trường tổng hợp tại M

$$E_M = 2E_1 \cos \alpha = \frac{2k|q|a}{(a^2 + x^2)^{1.5}} \text{ V/m}$$

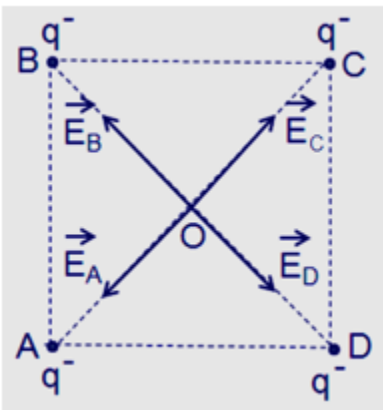
$$E_M = \frac{2kq}{a^2}$$

b. Để thấy rằng để  $E_M$  lớn nhất thì  $x = 0$ , khi đó



**Bài 6:** 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.

**Lời 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  $\vec{E}_A, \vec{E}_B, \vec{E}_C, \vec{E}_D$  có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:  $E_A = E_B =$

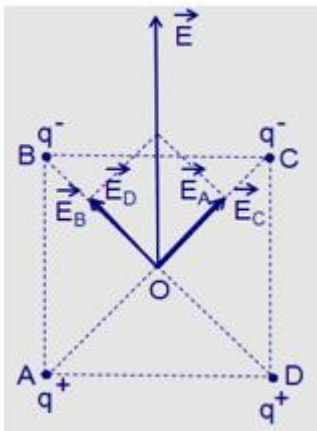
$$E_C = E_D = \frac{2kq}{\epsilon a^2}.$$

Cường độ điện trường tổng hợp tại O là:

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C + \vec{E}_D = \vec{0}; \text{ vì } \vec{E}_A + \vec{E}_C = \vec{0} \text{ và } \vec{E}_B + \vec{E}_D = \vec{0}$$

**Bài 7:** 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.

**Lời 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  $\vec{E}_A, \vec{E}_B, \vec{E}_C, \vec{E}_D$  có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:  $E_A = E_B =$

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

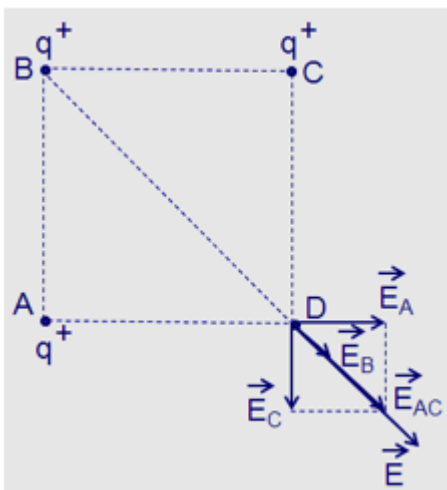
Cường độ điện trường tổng hợp tại O là:

$E = E_{\vec{A}} + E_{\vec{B}} + E_{\vec{C}} + E_{\vec{D}}$  có phương chiều như hình vẽ; có độ lớn:

$$E = 4E_A \cos 45^\circ = \frac{4\sqrt{2}kq}{\epsilon a^2}.$$

**Bài 8:** Tại 3 đỉnh của một hình vuông cạnh  $a$  đặt 3 điện tích dương cùng độ lớn  $q$ . Xác định cường độ điện trường tổng hợp do 3 điện tích gây ra tại đỉnh thứ tư của hình vuông.

**Lời giải:**



Các điện tích đặt tại các đỉnh A, B, C của hình vuông gây ra tại đỉnh D của hình vuông các

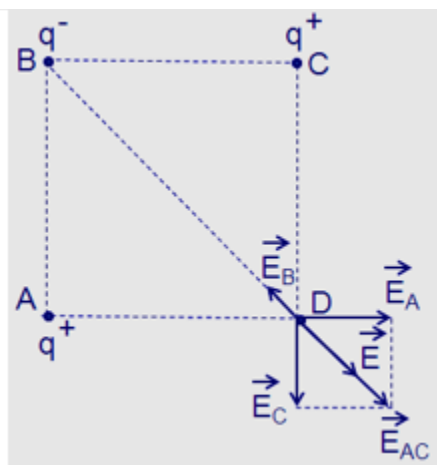
véc tơ  $E_{\vec{A}}, E_{\vec{B}}, E_{\vec{C}}$  có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:  $E_A = E_C = \frac{kq}{\epsilon a^2}$ ;  $E_B = \frac{kq}{2\epsilon a^2}$ .

Cường độ điện trường tổng hợp tại D là:  $E = E_{\vec{A}} + E_{\vec{B}} + E_{\vec{C}}$  có phương chiều như hình vẽ; có độ lớn:

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

**Bài 9:** Tại 3 đỉnh A, B, C của một hình vuông cạnh  $a$  đặt 3 điện tích dương cùng độ lớn  $q$ . Trong đó điện tích tại A và C dương, còn điện tích tại B âm. Xác định cường độ điện trường tổng hợp do 3 điện tích gây ra tại đỉnh D của hình vuông.

**Lời 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:  $E_B =$

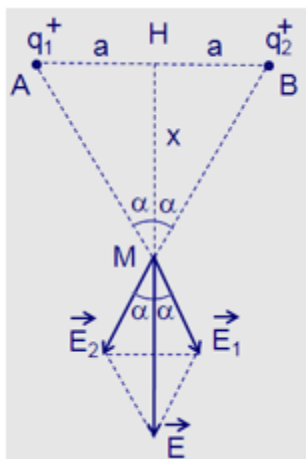
$$E_C = \frac{kq}{\epsilon a^2}; E_A = \frac{kq}{2\epsilon a^2}.$$

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:

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

**Bài 10:** Hai điện tích  $q_1 = q_2 = q > 0$  đặt tại hai điểm A và B trong không khí cách nhau một khoảng  $AB = 2a$ . Xác định véc tơ cường độ điện trường tại điểm M nằm trên đường trung trực của đoạn AB và cách trung điểm H của đoạn AB một đoạn x.

**Lời giải:**



Các điện tích  $q_1$  và  $q_2$  gây ra tại M các véc tơ cường độ điện trường  $E_1$  và  $E_2$  có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

$$E_1 = E_2 = \frac{kq}{\epsilon(a^2 + x^2)}.$$

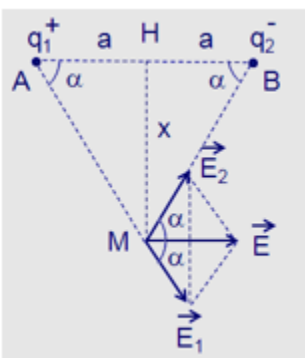
Cường độ điện trường tổng hợp tại M do các điện tích  $q_1$  và  $q_2$  gây ra là:  $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$  có phương chiều như hình vẽ; có độ lớn:

$$E = E_1 \cos \alpha + E_2 \cos \alpha = 2E_1 \cos \alpha$$

$$= 2E_1 \cdot \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{kqx}{\varepsilon(a^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

**Bài 11:** Hai điện tích  $q_1 = -q_2 = q > 0$  đặt tại hai điểm A và B trong không khí cách nhau một khoảng  $AB = a$ . Xác định véc tơ cường độ điện trường tại điểm M nằm trên đường trung trực của AB và cách trung điểm H của đoạn AB một khoảng  $x$ .

**Lời giải:**



Các điện tích  $q_1$  và  $q_2$  gây ra tại M các véc tơ cường độ điện trường  $\vec{E_1}, \vec{E_2}$  có phương

chiều như hình vẽ, có độ lớn:  $E_1 = E_2 = \frac{kq}{\varepsilon(a^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}.$

Cường độ điện trường tổng hợp tại M do các điện tích  $q_1$  và  $q_2$  gây ra là:  $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$  có phương chiều như hình vẽ; có độ lớn:

$$E = 2E_1 \cos \alpha = 2E_1 \cdot \frac{a}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{kqa}{\varepsilon(a^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$