

# DIỆN TRƯỜNG VÀ CƯỜNG ĐỘ ĐIỆN TRƯỜNG-ĐƯỜNG SỨC ĐIỆN

## Câu 1: Điện trường là gì? Nêu tính chất cơ bản của điện trường.

Điện trường là dạng vật chất tồn tại xung quanh điện tích và tác dụng lực điện lên điện tích khác đặt trong nó.

Tính chất cơ bản của điện trường là tác dụng lực lên điện tích khác đặt trong nó.

## Câu 2: Nêu định nghĩa và viết công thức tính cường độ điện trường.

Cường độ điện trường  $E$  tại một điểm là đại lượng đặc trưng cho tác dụng lực của điện trường tại điểm đó. Nó được tính bằng thương số giữa lực điện tác dụng lên điện tích thử  $q$  (dương) đặt tại điểm đó và độ lớn của điện tích  $q_E$ : cường độ điện trường (V/m)

$$E = \frac{F}{|q|}$$

$F$ : lực điện trường tác dụng lên điện tích thử  $q$  (N)

$|q|$ : độ lớn điện tích thử  $q$  (C)

## Câu 3: Viết công thức lực điện trường do điện trường $\vec{E}$ tác dụng lên $q$ . Cho biết hướng, độ lớn của lực. Vẽ hình khi $q > 0$ và khi $q < 0$ .

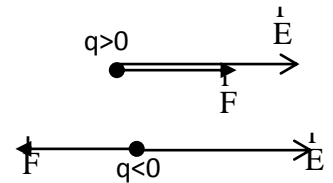
\*Biểu thức:  $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$

\*Hướng:

•  $q > 0$ :  $\vec{F}$  và  $\vec{E}$  cùng hướng.

•  $q < 0$ :  $\vec{F}$  và  $\vec{E}$  ngược hướng.

\*Độ lớn:  $F = |q| \cdot E$



## Câu 4: Định nghĩa đường sức điện trường. Nêu các tính chất đường sức điện.

\*Đường sức điện trường là đường mà tiếp tuyến tại mỗi điểm của nó là giá của vectơ cường độ điện trường tại điểm đó.

\*Các tính chất của đường sức điện.

- Qua mỗi điểm trong điện trường chỉ có thể vẽ một và chỉ một đường sức mà thôi → Các đường sức điện không cắt nhau.

- Các đường sức điện (của điện trường tĩnh) là các đường không khép kín.

- Các đường sức điện có chiều đi ra từ điện tích dương kết thúc ở điện tích âm. Trường hợp có một điện tích thì từ điện tích dương ra xa vô cực hoặc từ vô cực đến điện tích âm.

- Nơi nào cường độ điện trường lớn hơn thì các đường sức điện ở đó được vẽ dày hơn và ngược lại.

## Câu 5: Vectơ cường độ điện trường của một điện tích điểm $Q$ gây ra tại $M$ cách $Q$ một khoảng $r$ trong chân không có:

- Điểm đặt: tại điểm  $M$  (điểm ta xét)

- Phương: đường thẳng nối  $Q$  và  $M$

- Chiều:

Hướng ra xa  $Q$  nếu  $Q > 0$

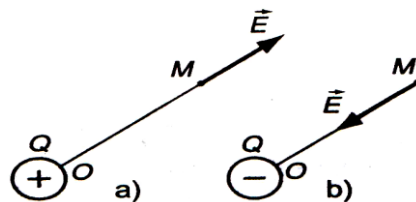
Hướng vào  $Q$  nếu  $Q < 0$

Độ lớn:

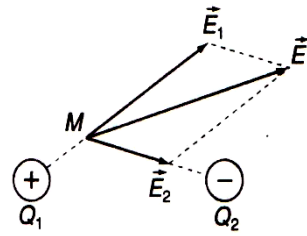
Chú ý: độ lớn của  $E$  không phụ thuộc độ lớn của điện tích thử  $q$ .

## Câu 6: nguyên lý chồng chất điện trường:

Hệ 2 điện tích điểm  $q_1, q_2$ , cường độ điện trường tổng hợp tại 1 điểm  $M$ :



$$\vec{E}_M = \vec{E}_{1M} + \vec{E}_{2M}$$



Bài tập:

1. Cho 2 điện tích điểm  $q_1 = 4 \cdot 10^{-10}$  C và  $q_2 = -4 \cdot 10^{-10}$  C đặt tại 2 điểm A và B cách nhau một khoảng  $a = 2$  cm. Xác định vector cường độ điện trường  $\vec{E}$  tại :

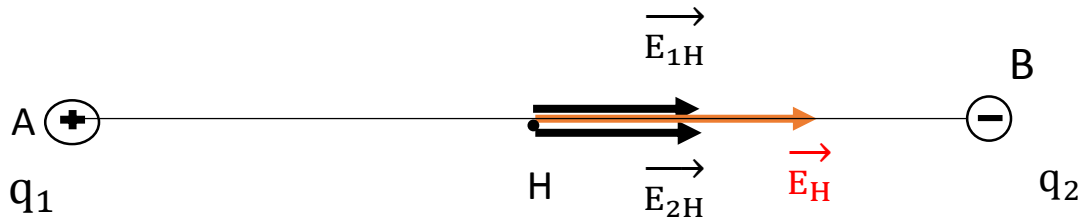
a) H là trung điểm của AB.

a) **Giải:** H là trung điểm AB

$$\Rightarrow AH = BH = \frac{AB}{2} = 1 \text{ cm}$$

Cường độ điện trường do  $q_1$  gây ra tại H :  $E_{1H} = k \cdot \frac{|q_1|}{AH^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-10}}{(10^{-2})^2} = 36000 \text{ V/m}$

Cường độ điện trường do  $q_2$  gây ra tại H :  $E_{2H} = k \cdot \frac{|q_2|}{BH^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-10}}{(10^{-2})^2} = 36000 \text{ V/m}$



**Nguyên lý chồng chất điện trường tại H:**

$$\left. \begin{array}{l} \vec{E}_H = \vec{E}_{1H} + \vec{E}_{2H} \\ \text{mà } \vec{E}_{1H} \uparrow \uparrow \vec{E}_{2H} \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow \vec{E}_H = \vec{E}_{1H} + \vec{E}_{2H} = 36000 + 36000 = 72000 \text{ V/m}$$

Vậy:  $\vec{E}_H$  có:

- điểm đặt tại H
- chiều từ H đến B

$$-E_H = 72000 \text{ V/m}$$

b/ M cách A 1 cm, cách B 3 cm.

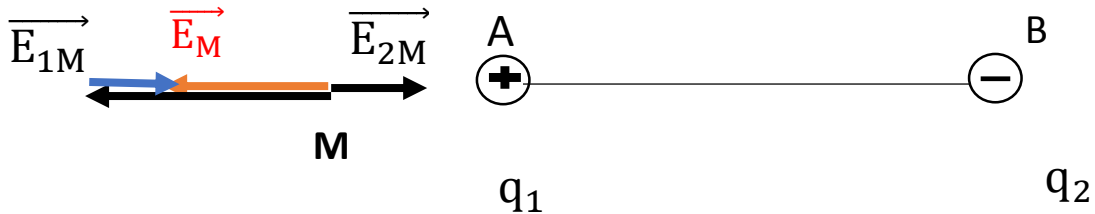
**Giải:**

Ta có  $MB = MA + AB$

$\Rightarrow A, B, M$  thẳng hàng và  $M$  nằm ngoài  $AB$  gần  $A$ .

Cường độ điện trường do  $q_1$  gây ra tại  $M$  :  $E_{1M} = k \cdot \frac{|q_1|}{AM^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-10}}{(10^{-2})^2} = 36000 \text{ V/m}$

Cường độ điện trường do  $q_2$  gây ra tại  $M$  :  $E_{2M} = k \cdot \frac{|q_2|}{BM^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-10}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = 4000 \text{ V/m}$



**Nguyên lý chồng chất điện trường tại M:**

$$\left. \begin{aligned} \vec{E}_M &= \vec{E}_{1M} + \vec{E}_{2M} \\ \text{mà } \vec{E}_{1M} &\uparrow \downarrow \vec{E}_{2M} \end{aligned} \right\}$$

Vậy:  $\vec{E}_M$  có:

- đặt tại M

- chiều từ A đến M

$$-E_M = 32000 \text{ V/m}$$

$$\Rightarrow E_M = E_{1M} - E_{2M} = 36000 - 4000 = 32000 \text{ V/m}$$

c/  $N$  hợp với  $A, B$  thành tam giác đều.

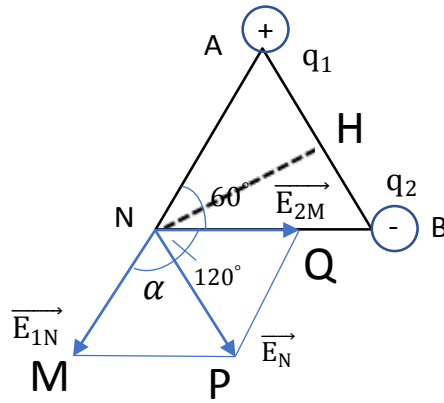
$AB = BN = AN = 2 \text{ cm} \Rightarrow \Delta ABN$  là tam giác đều

Cường độ điện trường do  $q_1$  gây ra tại  $N$  :

$$E_{1N} = k \cdot \frac{|q_1|}{AN^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-10}}{(2 \cdot 10^{-2})^2} = 9000 \text{ V/m}$$

Cường độ điện trường do  $q_2$  gây ra tại  $N$  :

$$E_{2N} = k \cdot \frac{|q_2|}{BN^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-10}}{(2 \cdot 10^{-2})^2} = 9000 \text{ V/m}$$



### Nguyên lý chồng chất điện trường tại N:

$$\left. \begin{aligned} \vec{E}_N &= \vec{E}_{1N} + \vec{E}_{2N} \\ \text{mà } (\vec{E}_{1H}; \vec{E}_{2H}) &= 120^\circ \\ E_{1H} &= E_{2H} \end{aligned} \right\}$$

⇒ Tứ giác NMPQ là hình thoi

⇒ NP là đường phân giác góc  $\alpha$

Mặt khác NH là phân giác góc  $\widehat{ANB}$

⇒ NP vuông góc với NH (đường phân giác của hai góc kề bù thì vuông góc nhau)

⇒  $\vec{E}_N \uparrow\uparrow AB$

⇒  $E_N = 2E_{1N} \cos \frac{120^\circ}{2} = 9000 \text{ V/m}$

Vậy:  $\vec{E}_N$  có:

- điểm đặt tại N
- phương  $\vec{E}_N \uparrow\uparrow AB$
- chiều từ A đến B
- $E_N = 9000 \text{ V/m}$

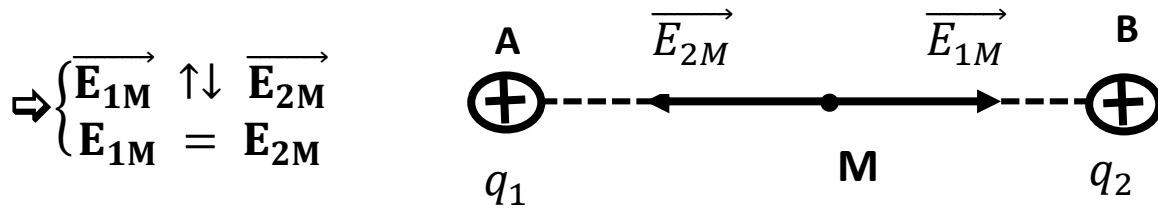
2. Hai điện tích điểm  $q_1 = +36 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  và  $q_2 = +4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  được đặt cách nhau 100 cm trong chân không. Hãy tìm các điểm mà tại đó cường độ điện trường bằng không?

**Giải:** Theo đề bài cường độ điện trường tại M bằng 0

$$\Leftrightarrow \vec{E}_M = \vec{E}_{1M} + \vec{E}_{2M} = \vec{0}$$

$$\Leftrightarrow \vec{E}_{1M} = -\vec{E}_{2M} \Rightarrow M \text{ nằm trong khoảng } AB$$

$$\Rightarrow MA + MB = AB = 100(1)$$



Ta có  $E_{1M} = E_{2M}$

$$\Rightarrow k \cdot \frac{|q_1|}{AM^2} = k \cdot \frac{|q_2|}{BM^2} \Leftrightarrow \left(\frac{AM}{BM}\right)^2 = \frac{|q_1|}{|q_2|} = \frac{36 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-6}} = 9 \Leftrightarrow \frac{AM}{BM} = 3$$

$$\Leftrightarrow AM - 3BM = 0(2)$$

Giải hệ phương trình:  $\begin{cases} MA + MB = AB = 100(1) \\ AM - 3BM = 0(2) \end{cases}$

$$\Rightarrow \begin{cases} AM = 75 \text{ cm} \\ BM = 25 \text{ cm} \end{cases}$$

Vật M cách  $q_1$  75 cm và cách  $q_2$  25 cm thì điện trường tại M bằng 0.

### CÔNG CỦA LỰC ĐIỆN

Công của lực điện trong điện trường:

$$A_{MN} = q \cdot E \cdot d$$

*Câu 1: Viết công thức tính công của lực điện khi một điện tích di chuyển từ điểm M đến điểm N trong điện trường. Lực điện trường có phải là lực thế không? Vì sao?*

\*Biểu thức:

$$A_{MN} = q \cdot \overline{E \cdot M'N'}$$

hoặc  $A_{MN} = q \cdot E \cdot d$

$A_{MN}$  : công của lực điện (J)

$q$  : điện tích di chuyển (C)

có thể  $q > 0$  hoặc  $q < 0$

$E$  : độ lớn của cường độ điện trường (V/m)

$d = \overline{M'N'}$  là giá trị đại số của hình chiếu của đường đi MN lên phương của đường sức (m)

\*Lực điện trường là lực thế vì công của lực điện không phụ thuộc dạng đường đi của điện tích mà chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm đầu và điểm cuối của đường đi.

### Câu 2: thế năng của một điện tích trong điện trường

- Thế năng của một điện tích  $q$  trong điện trường đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường khi đặt điện tích  $q$  tại điểm mà ta xét trong điện trường.

- Điểm mốc tính thế năng là điểm mà lực điện hết khả năng sinh công.

- Đối với một điện tích  $q > 0$  đặt tại điểm M trong điện trường đều thì :  $A = qEd = W_M$ , trong đó  $d$  là khoảng cách từ M đến bản âm;  $W_M$  là thế năng của điện tích  $q$  tại M.

- Đối với một điện tích  $q > 0$  đặt tại điểm M trong điện trường bất kì :  $W_M = A_{M\infty}$

### Câu 3: Công của lực điện và độ giảm thế năng của điện tích trong điện trường

Khi một điện tích  $q$  di chuyển từ điểm M đến điểm N trong một điện trường thì công mà lực điện tác dụng lên điện tích đó sinh ra sẽ bằng độ giảm thế năng của điện tích  $q$  trong điện trường.

$$A_{MN} = W_M - W_N$$

Bài tập:

**BÀI 4.1** Khi một điện tích  $q$  di chuyển trong một điện trường từ một điểm A có thế năng tĩnh điện 2,5J đến điểm B thì lực điện sinh công 2,5J .Thế năng tĩnh điện của  $q$  tại B là

A. - 2,5J      B. -5J      C. 5J      D. 0

**Giải :**  $A_{AB} = W_A - W_B$

$$\Rightarrow W_B = W_A - A_{AB}$$

$$= 2,5 - 2,5 = 0J$$

**BÀI 4.2** Một proton được tăng tốc từ trạng thái đứng yên đến vận tốc  $v$  nhờ hiệu điện thế  $U_1 = 100V$  . Nếu  $U_2 = 1600V$  thì proton được tăng tốc từ trạng thái đứng yên đến vận tốc là :

a )2v      **b) 4v**      c) 6v      d) 16v

**Giải :** Áp dụng định lý động năng :

$$\Rightarrow \begin{cases} W_{đ1} = A \\ W_{đ2} = A' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{2} m v_1^2 = q \cdot U_1 \\ \frac{1}{2} m v_2^2 = q \cdot U_2 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \text{Lập tỉ lệ : } \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{U_1}{U_2} \Leftrightarrow \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{100}{1600} \Leftrightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{4} \Leftrightarrow v_2 = 4v_1$$

**BÀI 4.3** Một êlectron chuyển động dọc theo đường sức của một điện trường đều có  $E = 100\text{V/m}$ . Vận tốc đầu của êlectron là  $300\text{km/s}$ . Hỏi êlectron đi được quãng đường dài bao nhiêu thì vận tốc bằng không? Biết khối lượng êlectron là  $9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$  **ĐS** :  $2,56\text{mm}$

**Áp dụng định lý động năng :**

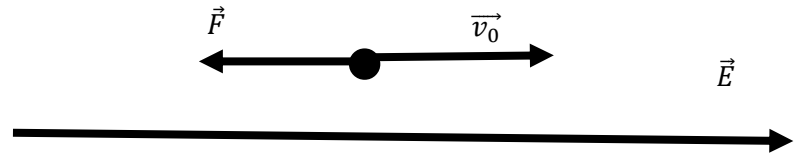
$$W_{đ2} - W_{đ1} = A$$

$$\Leftrightarrow 0 - \frac{1}{2} m v_1^2 = q \cdot E \cdot d$$

$$\Leftrightarrow d = \frac{-\frac{1}{2} m v_1^2}{q \cdot E}$$

$$= \frac{-\frac{1}{2} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (300 \cdot 10^3)^2}{(-1,6 \cdot 10^{-19}) \cdot 100}$$

$$= 2,56 \cdot 10^{-3} \text{ (m)}$$



**BÀI 4.4** Một quả cầu nhỏ, khối lượng  $3,06 \cdot 10^{-15}\text{kg}$  nằm lơ lửng giữa 2 tấm kim loại phẳng, song song, nằm ngang, cách nhau  $2\text{cm}$  nhiễm điện bằng về độ lớn và trái dấu. Điện tích của quả cầu là  $4,8 \cdot 10^{-18}\text{C}$ . Hiệu điện thế giữa 2 tấm bằng bao nhiêu? Cho  $g = 10\text{m/s}^2$  **ĐS** :  $127,5\text{V}$

**Giải :** Điều kiện cân bằng của quả cầu :

$$\vec{P} + \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow F = P \Leftrightarrow q \cdot E = mg \Leftrightarrow q \frac{U}{d} = mg$$

$$\Leftrightarrow U = \frac{mgd}{q} = \frac{3,06 \cdot 10^{-15} \cdot 10 \cdot 0,02}{4,8 \cdot 10^{-18}} = 127,5\text{V}$$

