

Tính công của lực điện trường, điện thế, hiệu điện thế giữa hai điểm

A. Phương pháp & Ví dụ

Áp dụng các công thức:

+ Công của lực điện trong điện trường đều $A = qEd$

$$V_M = \frac{A_{M\infty}}{q}$$

+ Điện thế của một điểm trong điện trường

$$V_M = k \frac{q}{\epsilon r}$$

+ Điện thế tại một điểm gây bởi điện tích q :

+ Điện thế do nhiều điện tích điểm gây ra $V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_M$

$$U_{MN} = U_M - U_N = \frac{A_{MN}}{q}$$

+ Hiệu điện thế

Ví dụ 1: Hiệu điện thế giữa hai điểm C, D trong điện trường là $U_{CD} = 200 \text{ V}$. Tính

a. Công của điện trường di chuyển proton từ C đến D.

b. Công của điện trường di chuyển electron từ C đến D.

Hướng dẫn:

a. Công của lực điện di chuyển proton: $A_{CD} = qU_{CD} = 3,2 \cdot 10^{-17} \text{ J}$

b. Công của lực điện trường di chuyển electron: $A_{CD} = qU_{CD} = -3,2 \cdot 10^{-17} \text{ J}$

Ví dụ 2: Hiệu điện thế giữa hai điểm M, N là $U_{MN} = 1 \text{ V}$. Một điện tích $q = -1 \text{ C}$ di chuyển từ M đến N thì công của lực điện bằng bao nhiêu. Giải thích về kết quả tính được.

Hướng dẫn:

+ Công điện trường làm di chuyển điện tích q từ M đến N là: $A = qU_{MN} = -1 \text{ (J)}$

+ Dấu (-) nói lên công của lực điện là công cản, do đó để di chuyển điện tích q từ M đến N thì cần phải cung cấp một công $A = 1 \text{ J}$.

Ví dụ 3: Khi bay qua 2 điểm M và N trong điện trường, electron tăng tốc, động năng tăng thêm 250 eV ($1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$). Tính hiệu điện thế giữa M và N.

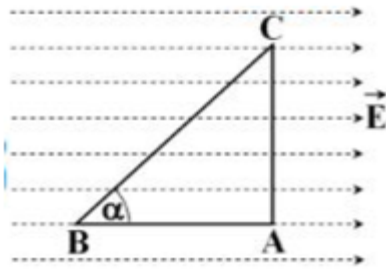
Hướng dẫn:

Ta có: Công của lực điện trường là $A = q \cdot U_{AB} = \Delta W_d$

$$\Rightarrow U_{MN} = \frac{\Delta W_d}{q} = \frac{250 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = -250 \text{ V}.$$

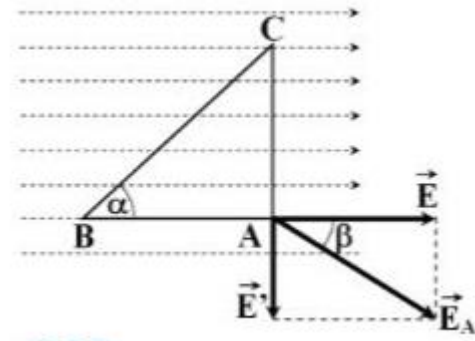
Vậy: Hiệu điện thế giữa hai điểm M và N trong điện trường là $U_{MN} = -250 \text{ V}$.

Ví dụ 4: A, B, C là ba điểm tạo thành tam giác vuông tại A đặt trong điện trường đều có véc tơ E song song với AB. Cho $\alpha = 60^\circ$; $BC = 10 \text{ cm}$ và $U_{BC} = 400 \text{ V}$.



- a) Tính U_{AC} , U_{BA} và E .
 b) Tính công thực hiện để dịch chuyển điện tích $q = 10^{-9}$ C từ $A \rightarrow B$, từ $B \rightarrow C$ và từ $A \rightarrow C$.
 c) Đặt thêm ở C một điện tích điểm $q = 9 \cdot 10^{-10}$ C. Tìm cường độ điện trường tổng hợp tại A.

Hướng dẫn:



- a) $U_{AC} = E \cdot AC \cdot \cos 90^\circ = 0$.
 $U_{BA} = U_{BC} + U_{CA} = U_{BC} = 400$ V.

$$E = \frac{U_{BC}}{BC \cdot \cos \alpha} = 8 \cdot 10^3 \text{ V/m.}$$

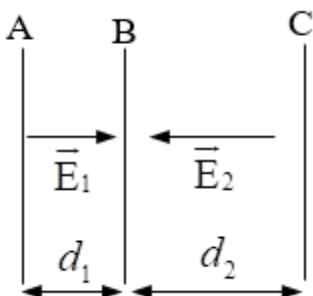
- b) $A_{AB} = qU_{AB} = -qU_{BA} = -4 \cdot 10^{-7}$ J.
 $A_{BC} = qU_{BC} = 4 \cdot 10^{-7}$ J.
 $A_{AC} = qU_{AC} = 0$.

- c) Điện tích q đặt tại C sẽ gây ra tại A véc tơ cường độ điện trường E' có phương chiều như hình vẽ; có độ lớn:

$$E' = 9 \cdot 10^9 \frac{|q|}{CA^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{|q|}{(BC \cdot \sin \alpha)^2} = 5,4 \cdot 10^3 \text{ V/m.}$$

$E_A \rightarrow E \rightarrow E'$ có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn: $EA = \sqrt{E^2 + E'^2} = 9,65 \cdot 10^3 \text{ V/m.}$

Ví dụ 5: Cho ba bản kim loại phẳng A, B, C đặt song song như hình vẽ. $d_1 = 5$ cm, $d_2 = 8$ cm. Các bản được tích điện và điện trường giữa các bản là đều, có chiều như hình vẽ với độ lớn: $E_1 = 4 \cdot 10^4$ V/m, $E_2 = 5 \cdot 10^4$ V/m. Chọn gốc điện thế tại bản A, tìm điện thế V_B , V_C của hai bản B, C.



Hướng dẫn:

- Vì E_1 hướng từ A đến B, ta có: $U_{AB} = V_A - V_B = E_1 \cdot d_1$

Gốc điện thế tại bản A: $V_A = 0$

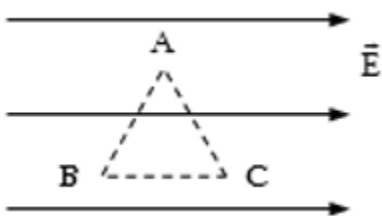
Suy ra: $V_B = V_A - E_1 d_1 = 0 - 4 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = -200V$

- Vì E_2 hướng từ C đến B, ta có: $U_{CB} = V_C - V_B = E_2 \cdot d_2$

Suy ra: $V_C = V_B + E_2 d_2 = -2000 + 5 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 10^{-2} = 2000V$

B. Bài tập

Bài 1: Điện tích $q = 10^{-8} \text{ C}$ di chuyển dọc theo các cạnh của tam giác đều ABC cạnh $a = 10 \text{ cm}$ trong điện trường đều cường độ điện trường là $E = 300 \text{ V/m}$, $E \perp BC$. Tính công của lực điện trường khi q di chuyển trên mỗi cạnh của tam giác.



Lời giải:

Công của lực điện trường khi q di chuyển trên các cạnh của tam giác:

$$A_{AB} = q \cdot E \cdot AB \cdot \cos 120^\circ = -10^{-8} \cdot 300 \cdot 0,1 / 2 = -1,5 \cdot 10^{-7} \text{ J}$$

$$A_{BC} = q \cdot E \cdot BC = 10^{-8} \cdot 300 \cdot 0,1 = 3 \cdot 10^{-7} \text{ J}$$

$$A_{CA} = q \cdot E \cdot AC \cdot \cos 60^\circ = 10^{-8} \cdot 300 \cdot 0,1 / 2 = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ J}$$

Bài 2: Một electron bay từ điểm M đến điểm N trong một điện trường, giữa hai điểm có hiệu điện thế $U_{MN} = 100V$. Công mà lực điện trường sinh ra bằng?

Lời giải:

$$A_{MN} = e \cdot U_{MN} = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 100$$

$$= -1,6 \cdot 10^{-17} \text{ J} = \frac{-1,6 \cdot 10^{-17}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} = -100 \text{ eV}$$

Bài 3: Cho điện tích dịch chuyển giữa 2 điểm cố định trong một điện trường đều với cường độ 3000 V/m thì công của lực điện trường là 90 mJ . Nếu cường độ điện trường là 4000 V/m thì công của lực điện trường dịch chuyển điện tích giữa hai điểm đó là?

Lời giải:

Ta có: $A_{MN1} = qE_1 d$; $A_{MN2} = qE_2 d$

$$\Rightarrow \frac{A_{MN1}}{A_{MN2}} = \frac{E_1}{E_2} \Rightarrow \frac{90}{A_{MN2}} = \frac{3}{4} \Rightarrow A_{MN2} = 120 \text{ mJ}$$

Bài 4: Trong một điện trường đều, nếu trên một đường sức, giữa hai điểm cách nhau 4 cm có hiệu điện thế 10 V, giữa hai điểm cách nhau 6 cm có hiệu điện thế là?

Lời giải:

Xét trên một đường sức: $U_1 = Ed_1$; $U_2 = Ed_2$

$$\Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{2}{3} \Rightarrow U_2 = 1,5U_1 = 15 \text{ V}$$

Bài 5: Có hai điện tích điểm $q_1 = 10^{-8} \text{ C}$ và $q_2 = 4 \cdot 10^{-8}$ đặt cách nhau $r = 12 \text{ cm}$. Tính điện thế của điện trường gây ra bởi hai điện tích trên tại điểm có cường độ điện trường bằng không.

Lời giải:

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2}; E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2}.$$

Ta có:

Để cường độ điện trường bằng không thì điểm M nằm giữa 2 điện tích điểm và thỏa mãn điều kiện

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{10^{-8}}{r_1^2} = \frac{4 \cdot 10^{-8}}{r_2^2} \Rightarrow r_2 = 2r_1.$$

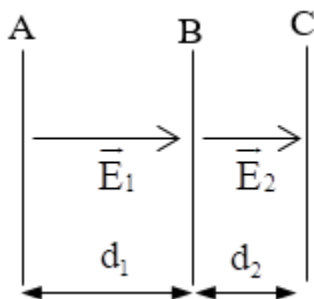
$$r_1 + r_2 = 12 \text{ cm} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = 4 \text{ cm} \\ r_2 = 8 \text{ cm} \end{cases}.$$

Mặt khác

$$V_M = V_1 + V_2 = k \cdot \frac{q_1}{r_1} + k \cdot \frac{q_2}{r_2} = 6750 \text{ V}$$

Khi đó

Bài 6: Có ba bản kim loại phẳng A, B, C đặt song song như hình vẽ. Cho $d_1 = 5 \text{ cm}$, $d_2 = 4 \text{ cm}$ bản C nối đất, bản A, B được tích điện có điện thế -100 V , $+50 \text{ V}$. Điện trường giữa các bản là điện trường đều. Xác định các vectơ cường độ điện trường \vec{E}_1, \vec{E}_2 .



Lời giải:

Chọn bản C làm gốc, $V_C = 0$.

$$E_2 = \frac{U_{BC}}{d_2} = \frac{V_B - V_C}{d_2} = \frac{V_B}{d_2} = 1250(V / m).$$

E_2 —hướng từ bản B sang bản C :

$$E_1 = \frac{U_{BA}}{d_1} = \frac{V_B - V_A}{d_1} = 3000(V / m).$$