

**Họ và tên : Nguyễn
Quỳnh Anh**

**Mã sinh viên :
201200014**

Lớp CNTT2_K61

Các dạng bài tập phần điện

Câu 1. Một mặt cầu kim loại bán kính $R = 20$ (cm) đặt trong chân không. Tính lượng điện tích mà mặt cầu tích được khi:

a) Điện thế của quả cầu là $V_1 = 900$ (V).

b) Điện thế tại một điểm cách mặt cầu $d = 8$ (cm) là $V_2 = 450$ (V).

c) Tính năng lượng điện trường bên trong và bên ngoài mặt cầu trong trường hợp câu a.

Bài làm

Ta có : $R = 20$ (cm) = $0,2$ (m) ; $k = 9.10^9$ (Nm²/C²)

a) Khi điện thế của quả cầu là $V_1 = 900$ (V), áp dụng công thức tính điện thế của quả cầu ta có :

$$V_1 = \frac{k.Q_1}{\epsilon.R} \rightarrow Q_1 = \frac{\epsilon.R.V_1}{k} = \frac{0,2.900}{9.10^9} = 2.10^{-8} \text{ (C)}$$

b) Khi điện thế tại điểm M cách mặt cầu $d = 8$ (cm) = $0,08$ (m) là $V_2 = 450$ (V), áp dụng công thức ta có :

$$V_2 = \frac{k.Q_2}{\epsilon.(R+d)} \rightarrow Q_2 = \frac{\epsilon.(R+d).V_2}{k} = \frac{(0,2+0,08).450}{9.10^9} = 1,4.10^{-8} \text{ (C)}$$

c) Năng lượng điện trường bên trong quả cầu là $W_t = 0$.
Do quả cầu kim loại nên điện tích chỉ phân bố bề mặt, bên trong không có điện tích.

Năng lượng điện trường bên ngoài quả cầu là :

$$W_n = \frac{1}{2} Q_1 . V_1 = \frac{2.10^{-8}.900}{2} = 9.10^{-6} \text{ (J)}$$

Câu 2. Tại hai đỉnh A, B của một tam giác đều cạnh $a = 8$ (cm) có đặt hai điện tích điểm $q_1 = 1.10^{-8}$ (C), và điện tích $q_2 = -3.10^{-8}$ (C). Xác định cường độ điện trường và điện thế tại đỉnh C. Cho $\varepsilon = 1$.

Bài làm

Ta có : $a = 8$ (cm) $= 8.10^{-2}$ (m) ; $k = 9.10^9$ (Nm²/C²)

Gọi \vec{E}_A , \vec{E}_B là vectơ cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại C (hình vẽ).

Áp dụng nguyên lý chồng chất điện trường, ta có : $\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$

\vec{E} được tổng hợp theo quy tắc hình bình hành.

$$E_A = \frac{k \cdot |q_1|}{\varepsilon \cdot a^2} = \frac{9.10^9 |1.10^{-8}|}{1 \cdot (8.10^{-2})^2} = 14062,5 \text{ (V/m)}$$

$$E_B = \frac{k \cdot |q_2|}{\varepsilon \cdot a^2} = \frac{9.10^9 |-3.10^{-8}|}{1 \cdot (8.10^{-2})^2} = 42187,5 \text{ (V/m)}$$

Áp dụng công thức : $E = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2E_A E_B \cos \alpha}$

Thay số vào ta được $E_C =$

$$\sqrt{14062,5^2 + 42187,5^2 + 2 \cdot 14062,5 \cdot 42187,5 \cdot \cos 120^\circ} \\ = 37205,9 \text{ (V/m)}$$

Gọi V_A , V_B là điện thế do q_1 và q_2 gây ra tại C.

Ta có : $V_C = V_A + V_B = \frac{k.q_1}{\epsilon.a} + \frac{k.q_2}{\epsilon.a}$

Thay số : $V_C = \frac{9.10^9.1.10^{-8}}{1.8.10^{-2}} + \frac{9.10^9.(-3.10^{-8})}{1.8.10^{-2}} = -2250 \text{ (V)}$

Câu 3. Tại hai đỉnh C, D của hình vuông ABCD cạnh $a = 5 \text{ (cm)}$ có đặt hai điện tích điểm $q_1 = -5.10^{-8} \text{ (C)}$ và $q_2 = 5.10^{-8} \text{ (C)}$. Tính điện thế và cường độ điện trường tại đỉnh A. Cho $\epsilon = 1$.

Bài làm

Gọi V_1, V_2 là điện thế do q_1 và q_2 gây ra tại A.

$$V_A = V_1 + V_2 = \frac{k.q_1}{\epsilon.a} + \frac{k.q_2}{\epsilon.a\sqrt{2}} = \frac{9.10^9.(-5.10^{-8})}{1.5.10^{-2}} + \frac{9.10^9.5.10^{-8}}{1.5.\sqrt{2}.10^{-2}}$$

$\approx -2636 \text{ (V)}$

Gọi \vec{E}_1, \vec{E}_2 là vectơ cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại A (hình vẽ).

Áp dụng nguyên lý chồng chất điện trường, ta có : $\vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

\vec{E}_A được tổng hợp theo quy tắc hình bình hành.

$$E_1 = \frac{k.|q_1|}{\epsilon.a^2} = \frac{9.10^9|-5.10^{-8}|}{1.(5.10^{-2})^2} = 1,8.10^5 \text{ (V/m)}$$

$$E_2 = \frac{k \cdot |q_2|}{\epsilon \cdot 2 \cdot a^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot |5 \cdot 10^{-8}|}{1 \cdot 2 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2} = 0,9 \cdot 10^5 \text{ (V/m)}$$

Áp dụng công thức : $E_A = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 - 2E_1^2 E_2^2 \cos 45^\circ}$

Vậy $E_A =$

$$\sqrt{(1,8 \cdot 10^5)^2 + (0,9 \cdot 10^5)^2 - 2 \cdot 1,8 \cdot 10^5 \cdot 0,9 \cdot 10^5 \cdot \cos 45^\circ} \approx 132626 \text{ (V/m)}$$

Câu 4. Một mặt phẳng vô hạn tích điện đều, đặt thẳng đứng. Một quả cầu nhỏ khối lượng $m = 1,2 \text{ (g)}$, tích điện $q = -8 \cdot 10^{-10} \text{ (C)}$ treo ở đầu một sợi dây mảnh (bỏ qua khối lượng sợi dây) đầu trên của dây gắn vào một điểm trên mặt phẳng, thấy rằng khi cân bằng sợi dây treo bị lệch góc $\alpha = 30^\circ$ so với phương thẳng đứng. Lấy $\epsilon = 1$, $g = 9,8 \text{ (m/s}^2 \text{)}$.

a) Tìm mật độ điện mặt của mặt phẳng trên.

b) Nếu muốn góc lệch là $\alpha' = 45^\circ$ thì điện tích của quả cầu phải bằng bao nhiêu.

Bài làm

a) Phân tích các lực tác dụng lên quả cầu ở vị trí cân bằng gồm lực căng dây \vec{T} , trọng lực \vec{P} và lực \vec{F} .

Theo định luật I Newton ta có : $\vec{F} + \vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$ (1)

Chiếu phương trình (1) lên hệ trục tọa độ Oxy :

$$+ \text{ Theo phương Ox : } F - T \sin \alpha = 0$$

$$+ \text{ Theo phương Oy : } T \cos \alpha - P = 0$$

$$\rightarrow \tan \alpha = \frac{F}{P} = \frac{|q|E}{mg} = \frac{|q|\frac{|\sigma|}{2\epsilon\epsilon_0}}{mg} = \frac{|q\sigma|}{2\epsilon\epsilon_0 mg}$$

Thay số với $m = 1,2 \text{ (g)} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ (kg)}$;

$$q = -8 \cdot 10^{-10} \text{ (C)} ;$$

$$\alpha = 30^\circ ;$$

$$\epsilon = 1 ;$$

$$\epsilon_0 = 8,846 \cdot 10^{-12} \text{ (C}^2 \text{ /N.m}^2 \text{)} ;$$

$$g = 9,8 \text{ (m/s}^2 \text{)}$$

$$\text{ta được : } \tan 30^\circ = \frac{|-8 \cdot 10^{-10} \cdot \sigma|}{2 \cdot 1 \cdot 8,846 \cdot 10^{-12} \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8} \rightarrow |\sigma| =$$

$$1,5 \cdot 10^{-4} \text{ (C/m}^2 \text{)}$$

$$\text{b) Ta có } q' \rightarrow \alpha' \text{ nên } |q'| = |q| \frac{\tan \alpha'}{\tan \alpha} \rightarrow |q'| =$$

$$|-8 \cdot 10^{-10}| \frac{\tan 45^\circ}{\tan 30^\circ} = 1,3 \cdot 10^{-9} \text{ (C)}$$

Vậy nếu góc lệch $\alpha' = 45^\circ$ thì điện tích của quả cầu là $q' = 1,3 \cdot 10^{-9} \text{ (C)}$.

Câu 5. Một vòng tròn làm bằng dây dẫn mảnh, bán kính $R = 8 \text{ (cm)}$, mang điện $q = -5 \cdot 10^{-7} \text{ (C)}$ phân bố đều trên dây. Dùng nguyên lý chồng chất hãy xác định cường độ điện trường và điện thế tại một điểm M trên trục vòng dây, cách tâm O một đoạn $h = 8 \text{ (cm)}$. Lấy $\varepsilon = 1$.

Bài làm

❖ Chia vòng dây thành những vi phân chiều dài dl mang điện tích dq .

❖ Cường độ điện trường do dq gây ra tại M là $d\vec{E}_M$ (hình vẽ)

$$\text{Có độ lớn : } dE_M = \frac{k|dq|}{\varepsilon r^2} \quad (1)$$

❖ Áp dụng nguyên lý chồng chất điện trường, ta có cường độ điện trường do vòng dây gây ra tại M :

$$\vec{E}_M = \int_{\text{vongdây}} d\vec{E}_M \quad (*)$$

❖ Phân tích $d\vec{E}_M$ thành 2 phần : $d\vec{E}_M = d\vec{E}_n + d\vec{E}_t \quad (**)$

$$\rightarrow \quad \overrightarrow{E_M} = \int_{vongday} d\overrightarrow{E_n} \quad + \quad \int_{vongday} d\overrightarrow{E_t} \quad (2)$$

❖ Xét vi phân chiều dài dl' , mang điện tích dq' đối xứng với dq qua tâm vòng dây.

$$\text{Tương tự ta có } d\overrightarrow{E_M}' = d\overrightarrow{E_n}' + d\overrightarrow{E_t}'$$

$$\text{Theo hình vẽ : } d\overrightarrow{E_n} \updownarrow d\overrightarrow{E_n}' \Rightarrow \int_{vongday} d\overrightarrow{E_n} = 0$$

$$d\overrightarrow{E_t} \upuparrows d\overrightarrow{E_t}' \Rightarrow \overrightarrow{E_M} \upuparrows d\overrightarrow{E_t}$$

$$\text{Vậy } E_M = \int_{vongday} dE_t \quad (3)$$

❖ Theo hình vẽ : $dE_t = dE_M \cdot \cos\alpha$ (4) và $\cos\alpha = \frac{h}{r}$
(5)

Thay phương trình (4), (5) và (1) vào (3) : $E_M =$

$$\int_{vongday} dE_t = \int_{vongday} \frac{k|dq|}{\epsilon r^2} \frac{h}{r}$$

$$\Rightarrow E_M = \frac{k.h}{\epsilon.r^3} \int_0^q |dq| \quad \Rightarrow E_M = \frac{k|q|h}{\epsilon(R^2+h^2)^{3/2}} =$$

$$\frac{9.10^9 |-5.10^{-7}| 8.10^{-2}}{1((8.10^{-2})^2 + (8.10^{-2})^2)^{3/2}} \approx 2,5.10^5 \text{ (V/m)}$$

❖ Điện thế tại điểm M do dq gây ra là $dV_M = \frac{k.dq}{\epsilon r}$

❖ Vậy điện thế tại điểm M do vòng dây gây ra là :

$$V_M = \int_{\text{vongday}} dV_M = \int_{\text{vongday}} \frac{k.dq}{\epsilon r}$$

$$\Rightarrow V_M = \frac{k}{\epsilon.r} \int_0^Q dq \Rightarrow E_M = \frac{k.Q}{\epsilon.r} \quad \text{với } r = \sqrt{R^2 + h^2}$$

$$\Rightarrow E_M = \frac{k.Q}{\epsilon.\sqrt{R^2+h^2}} = \frac{9.10^9.(-5.10^{-7})}{1.\sqrt{(8.10^{-2})^2+(8.10^{-2})^2}} \approx -39775 \text{ (V)}$$

Câu 6. Một sợi dây dẫn mảnh uốn thành hình nửa vòng tròn bán kính $R = 80 \text{ (mm)}$ mang điện Q phân bố đều trên dây. Đặt điện tích điểm $q = 0,8.10^{-8} \text{ (C)}$ tại tâm O của nửa vòng dây thì thấy

q bị Q hút một lực $F = 5,38.10^{-3} \text{ (N)}$. Lấy $\epsilon = 1$.

Tìm công thức tính Q qua q và F .

Bài làm

❖ Chia vòng dây thành các phần có chiều dài dl , mang điện dQ .

❖ Lực Cu-lông do dQ tác dụng lên q là $d\vec{F}$

$$d\vec{F} = \frac{k.q.dQ}{\epsilon.R^3} \vec{R} \quad \text{hay} \quad dF = \frac{k|q.dQ|}{\epsilon.R^2} \quad (1)$$

- ❖ Áp dụng nguyên lý tổng hợp lực , lực điện do nửa vòng dây tác dụng lên điện tích điểm q là :

$$\vec{F} = \int_{nuavong} d\vec{F} \quad (*)$$

- ❖ Phân tích $d\vec{F}$ thành 2 thành phần : $d\vec{F} = d\vec{F}_1 + d\vec{F}_2$

- ❖ Thay vào (*) ta có : $\vec{F} = \int_{nuavong} d\vec{F}_1 + \int_{nuavong} d\vec{F}_2 \quad (**)$

- ❖ Lấy phần tử dl' mang điện dQ' đối xứng với dl qua trục Δ

- ❖ Gọi $d\vec{F}'$ là lực điện do dQ' tác dụng lên q

- ❖ Tương tự ta phân tích : $d\vec{F}' = d\vec{F}_1' + d\vec{F}_2'$

Theo hình vẽ ta có : $d\vec{F}_1 \uparrow\downarrow d\vec{F}_1' \Rightarrow \int_{nuavong} d\vec{F}_1 = 0$

$$d\vec{F}_2 \uparrow\uparrow d\vec{F}_2' \Rightarrow \vec{F} \uparrow\uparrow d\vec{F}_2$$

$$\Rightarrow \vec{F} = \int_{nuavong} d\vec{F}_2 \quad \text{hay} \quad F = \int_{nuavong} dF_2 \quad (2)$$

- ❖ Gọi α là góc tạo bởi $d\vec{F}$ với $d\vec{F}_1$ và $d\alpha$ là góc chắn cung dl

❖ Ta có : $dF_2 = dF . \sin \alpha$ (3)

❖ Thay biểu thức (1) , (3) vào (2) ta được : $F =$

$$\int_{nuavong} \frac{k|q.dQ|}{\epsilon.R^2} \sin \alpha \quad (4)$$

❖ Gọi λ là mật độ điện dài thì $dQ = \lambda.dl$

❖ Mặt khác : $dl = R.d\alpha$

❖ Vậy $F = \int_{nuavong} \frac{k|q.\lambda|.dl}{\epsilon.R^2} \sin \alpha$ hay $F =$

$$\int_{\alpha} \frac{k|q.\lambda|.R.d\alpha}{\epsilon.R^2} \sin \alpha$$

$$\rightarrow F = \int_0^{\pi} \frac{k|q.\lambda|}{\epsilon.R} \sin \alpha . d\alpha \rightarrow F =$$

$$\frac{k|q.\lambda|}{\epsilon.R} (-\cos \alpha) \Big|_0^{\pi}$$

$$\rightarrow F = \frac{k|q.\lambda|}{\epsilon.R} [-(\cos \pi - \cos 0)] \rightarrow F = \frac{2k|q.\lambda|}{\epsilon.R} =$$

$$\frac{2k \left| q \cdot \frac{Q}{\pi R} \right|}{\epsilon.R}$$

$$\rightarrow F = \frac{2k|q.Q|}{\epsilon.\pi.R^2} \Rightarrow |Q| = \frac{F.\epsilon.\pi.R^2}{2.k.|q|}$$

Thay số : $|Q| = \frac{5,38.10^{-3}.1.\pi.(80.10^{-3})^2}{2.9.10^9.|0,8.10^{-8}|} \approx 7,5.10^{-7} (C)$

Câu 7. Một quả cầu kim loại bán kính $R = 5$ (cm), tâm O, giả sử mang điện $Q = -3.10^{-7}$ (C). Dùng định lý O-G, tìm biểu thức tính cường độ điện trường tại hai điểm M và N với $OM = r_M = 3$ (cm) $< R$ và $ON = r_N = 8$ (cm) $> R$. Lấy $\epsilon = 1$.

Bài làm

❖ Xét điểm M nằm trong mặt cầu ($r_M < R$)

- Qua M vẽ mặt cầu S_1 (O, R_1) với $r_M = R_1$

+ Theo định lý O-G :

$$\Phi_e = 0 \quad (1)$$

+ Theo định nghĩa điện thông :

$$\Phi_e = D \int_{(S_1)} dS = D \cdot 4\pi R_1^2 \quad (2)$$

Từ biểu thức (1) và (2) suy ra : $D_M = 0$ và $E_M = 0$

❖ Xét điểm N nằm ngoài mặt cầu ($r_N > R$)

- Qua N vẽ mặt cầu S_2 (O, R_2) với $r_N = R_2$

+ Theo định lý O-G :

$$\Phi_e = \oint_{(S_2)} \vec{D} d\vec{S} = Q \quad (3)$$

+ Theo định nghĩa điện thông :

$$\Phi_e = \oint_{(S_2)} \vec{D} d\vec{S} =$$

$$\oint_{(S_2)} D \cdot dS \cdot \cos\alpha \quad (*)$$

- Vì mặt cầu tích điện đều nên điện trường do nó gây ra phải đối xứng cầu : vectơ \vec{D} có phương trùng với phương bán kính, chiều phụ thuộc vào Q, có $D = \text{const}$ tại những điểm cách đều tâm cầu. Do $Q > 0$ nên $\cos\alpha = 1$. Từ (*) ta có : $\Phi_e = D \int_{(S_2)} dS = D \cdot 4\pi R_2^2 \quad (4)$

$$\text{Từ biểu thức (3) và (4) suy ra : } D = \frac{|Q|}{4\pi R_2^2} \quad (5)$$

$$\Rightarrow E = \frac{|Q|}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R_2^2} = \frac{k|Q|}{\epsilon R_2^2}$$

(6)

$$\begin{aligned} \text{Thay số vào (5) và (6) ta được : } D_N &= \frac{|-3 \cdot 10^{-7}|}{4 \cdot \pi \cdot (8 \cdot 10^{-2})^2} \\ &\approx 3,7 \cdot 10^{-6} \text{ (C/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

Và $E_N =$

$$\frac{9 \cdot 10^9 |-3 \cdot 10^{-7}|}{1 \cdot (8 \cdot 10^{-2})^2} \approx 4,22 \cdot 10^5 \text{ (V/m)}$$

Câu 8. Một tụ điện phẳng chứa điện môi có $\varepsilon = 2$, có điện dung $C = 2.10^{-11}$ (F), diện tích mỗi bản là $S = 200$ (cm²). Một điện tích điểm $q = 3,5.10^{-9}$ (C) nằm trong lòng tụ chịu tác dụng của lực điện trường $F = 9.10^{-5}$ (N) . Xác định:

- a) Hiệu điện thế giữa hai bản tụ.
- b) Mật độ năng lượng điện trường trong lòng tụ
- c) Lực tương tác giữa hai bản tụ.

Bài làm

$$\text{Cho } q = 3,5.10^{-9} \text{ (C)}$$

$$C = 2.10^{-11} \text{ (F)}$$

$$F = 9.10^{-5} \text{ (N)}$$

$$S = 200 \text{ (cm}^2\text{)} = 2.10^{-2} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\varepsilon = 2$$

$$\varepsilon_0 = 8,846.10^{-12} \text{ (C}^2\text{/N.m}^2\text{)}$$

a) Hiệu điện thế giữa hai bản tụ là $U = Ed = \frac{F}{q} \cdot \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{C}$

$$\text{Thay số : } U = \frac{9.10^{-5}}{3,5.10^{-9}} \cdot \frac{2.8,846.10^{-12} \cdot 2.10^{-2}}{2.10^{-11}} \approx 455 \text{ (V)}$$

b) Mật độ năng lượng điện trường trong lòng tụ là : $\omega =$

$$\frac{1}{2} \varepsilon \varepsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} \varepsilon \varepsilon_0 \left(\frac{F}{q} \right)^2$$

$$\text{Thay số : } \omega = \frac{1}{2} \cdot 2.8,846.10^{-12} \cdot \left(\frac{9.10^{-5}}{3,5.10^{-9}} \right)^2 \approx 5,8.10^{-3}$$

(J/m³)

c) Gọi lực tương tác giữa 2 bản tụ là F_{12}

Coi bản 2 nằm trong điện trường \vec{E}_1 của bản 1 : $E_1 = \frac{|\sigma|}{2\varepsilon\varepsilon_0}$

Thì lực tương tác lên bản tụ 2 là F_{12} , ta có : $F_{12} = |Q_2|E_1$

$$\Rightarrow F_{12} = |Q_2| \frac{|\sigma|}{2\varepsilon\varepsilon_0} = \frac{|Q^2|}{2\varepsilon\varepsilon_0 S} = \frac{|(CU)^2|}{2\varepsilon\varepsilon_0 S}$$

$$\text{Thay số : } F_{12} = \frac{|(2.10^{-11}.455)^2|}{2.2.8,846.10^{-12}.2.10^{-2}} \approx 1,17.10^{-4} \text{ (N)}$$