

тери до поверхонь у цих точках;
ектори повинні вказувати у напрямку від позитивних до негативних зарядів.

Практична робота №2

06.11

Тема: Провідники і діелектрики в електричному полі. Електрична ємність. Конденсатори

Мета: Дослідження електростатичних властивостей провідників та діелектриків в електричному полі

Основні формули:

• Напруженість ел. поля біля поверхні провідника у вакуумі

$$E_n = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

• Ємність плоского конденсатора

$$C = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$$

- Енергія взаємодії системи точкових зарядів.

$$W = \frac{1}{2} \cdot \sum_i q_i \cdot \varphi_i$$

- Потік вектора поляризації \vec{P} через замкнену поверхню

$$\oint \vec{P} \cdot d\vec{S} = -q'$$

- \vec{D} ел. індукція: $\vec{D} = \epsilon_0 \cdot \vec{E} + \vec{P}$ $\oint \vec{D} \cdot d\vec{S} = q$

- Умови на межі поділу двох діелектриків:

$$P_{2n} - P_{1n} = -\sigma', \quad P_{2n} - P_{1n} = \sigma, \quad E_{2t} = E_{1t}$$

- Для ізотропних діелектриків.

$$\vec{P} = \chi \cdot \epsilon_0 \cdot \vec{E}, \quad \vec{D} = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot \vec{E}, \quad \epsilon = 1 + \chi$$

- Якщо заповнює весь простір

$$\vec{E} = \frac{\vec{E}_0}{\epsilon}$$

• Потенціальна енергія системи з нерухомими розподілами електричного заряду

$$W = \frac{1}{2} \cdot \int \rho \cdot \varphi \cdot dV$$

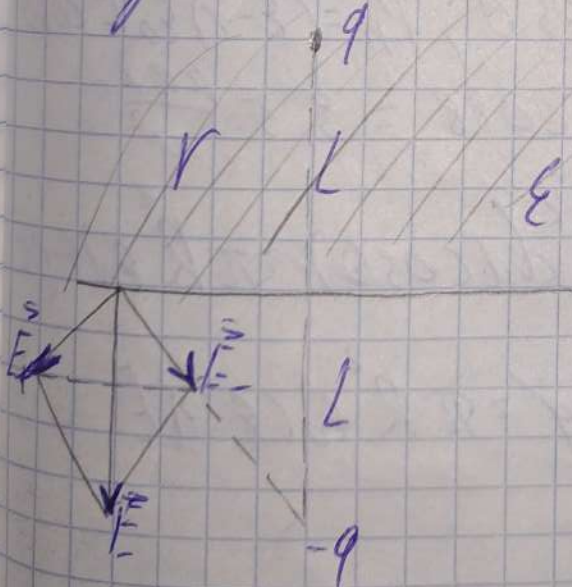
• Енергія зарядженого конденсатора

$$W = \frac{q \cdot U}{2} = \frac{q^2}{2 \cdot C} = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

• Об'ємна густина енергії е.к.

$$W = \frac{\vec{E} \cdot \vec{D}}{2} = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot E^2}{2}$$

Задача 1



Склад. (r) - ?

$$\vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$$

$$E_+ = E_- = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$$

$$\frac{E_+}{E_{1/2}} = \frac{r}{L} \Rightarrow E(r) = E_+ \frac{2L}{2}$$

$$E(r) = \frac{qL}{2\pi\epsilon\epsilon_0 r^3} ; \vec{P} = (\epsilon - 1)\epsilon_0 \vec{E} \Rightarrow P = \frac{(\epsilon - 1)qL}{2\pi\epsilon r^3}$$

$$P_{2n} - P_{1n} = -\sigma_{\text{св.вз.}}$$

$$P_{1n} = P = \frac{(\epsilon - 1) qL}{2\pi \epsilon r^3}$$

$$P = 0 \Rightarrow \sigma_{\text{св.вз.}} = P \Rightarrow \sigma_{\text{св.вз.}}(r) = \frac{(\epsilon - 1) qL}{2\pi \epsilon r^3}$$

Видового: $\sigma(r) = \frac{(\epsilon - 1) qL}{2\pi \epsilon r^3}$

Задача 2

Дано:

$$\epsilon = 5$$

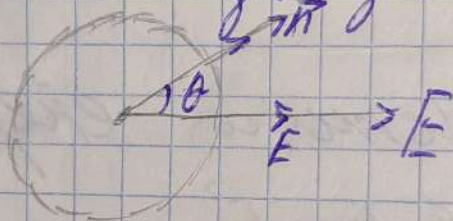
$$E = 100 \text{ В/м}$$

$$R = 3 \text{ см}$$

$$\sigma'_{\text{max}} = ?$$

$$q' = ?$$

Решение



$$E_n = E \cos \theta, E_t = E \sin \theta$$

$$D_n = \epsilon \epsilon_0 E \cos \theta; P_n = (\epsilon - 1) \epsilon_0 E \cos \theta$$

$$\sigma_{\text{max}} = (\epsilon - 1) \epsilon_0 E = 4 \cdot 100 \cdot 0,0088 = 3,5 \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$$

$$q' = \int_0^\pi (\epsilon - 1) \epsilon_0 E \cos \theta 2\pi R^2 \sin \theta d\theta = \pi R^2 \epsilon_0 (\epsilon - 1) E$$

Видн.: $\sigma_{\text{max}} = 3,5 \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$

$$q' = \pi R^2 \epsilon_0 (\epsilon - 1) E$$

Задача 3

Дано:

$$R_1, R_2; R_2 > R_1$$

a) ϵ

$$\text{б) } q = q_1, a = \text{const}$$

(-?)



a)

$$\Phi_b = \oint \vec{D} d\vec{S} =$$

$$= D \cdot S = 4\pi r^2 D = q$$

$$D = \frac{q}{4\pi r^2}; E = \frac{q}{4\pi r \epsilon_0 \epsilon r^2}$$

$$\varphi = - \int E dr = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon r} + C_1$$

$$\Delta \varphi = \varphi_a - \varphi_b = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon a} - \frac{q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon b} + C_1 - C_1 = \frac{q(b-a)}{4\pi \epsilon_0 \epsilon ab}$$

$$C = \frac{q}{\Delta \varphi} = \frac{4\pi \epsilon_0 \epsilon ab}{b-a}$$

$$\text{б) } \Phi_b = \oint \vec{D} d\vec{S} = D \cdot S = D \cdot 4\pi r^2 = q$$

$$D = \frac{q}{4\pi r^2}; E = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon r^2} = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon r}$$

$$\varphi = - \int E dr = - \frac{q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon} \cdot \ln(r) + C_2$$

$$\Delta \varphi = \varphi_a - \varphi_b = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon} \ln \frac{b}{a}; C = \frac{4\pi \epsilon_0 \epsilon}{\ln \frac{b}{a}}$$

Вигн:

$$\text{a) } C = \frac{4\pi \epsilon_0 \epsilon ab}{b-a}$$

$$\text{б) } C = \frac{4\pi \epsilon_0 \epsilon}{\ln \frac{b}{a}}$$

Задача 4

Дано:

$$U = 6 \text{ кВ} = 6000 \text{ В}$$

$$Q = 10 \text{ нКл} = 10^{-8} \text{ Кл}$$

$W = ?$

$$W = \frac{QU}{2} = \frac{6 \cdot 10^3 \text{ В} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{2}$$

$$= 3 \cdot 10^{-5} \text{ Дж} = 30 \text{ мкДж}$$

Відп.: 30 мкДж

Задача 5

Дано:

$$U = 1,5 \cdot 10^4 \text{ В}$$

$$d = 1 \text{ мм}$$

$$\epsilon = 7$$

$$S = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$$

$Q = ?$

$$Q = W = \frac{\epsilon U^2}{2}, \quad \epsilon = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{d}$$

$$Q = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r U^2}{2d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 7 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \cdot (1,5 \cdot 10^4)^2}{2 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 0,209 \text{ Дж}$$

Відп.: $Q = 0,209 \text{ Дж}$

Висновок: на цій практичній роботі я дослідив електростатичні властивості провідників та діелектриків в електричному полі та полюбив свої знання з цієї теми.