

Раздел II: Электричество и магнетизм.

Глава 5: Проводники в электрическом поле. Емкость.

1. Распределение электрического поля и зарядов в заряженном уединённом проводнике.

Проводники – вещества, в которых есть свободные носители зарядов, способные перемещаться под действием сколь угодно слабых электрических полей.

⇓

а) Напряжённость поля внутри проводника равна нулю.
(заряды перетекают до тех пор, пока поле внутри не обнулится)

$$\overline{E}_{\text{внутри}} = 0$$

б) Весь объём проводника и его поверхность эквипотенциален.

$$\overline{\varphi}_{\text{внутри}} = \text{const} \quad \leftarrow \quad \varphi_1 - \varphi_2 = \int_1^2 \overline{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

в) Весь нескомпенсированный заряд растекается по поверхности, максимальная плотность зарядов на остриях.

$$\overline{\rho}_{\text{внутри}} = 0 \quad \leftarrow \quad \int_S \overline{E}_{\text{внутри}} \cdot d\vec{S} = \int \rho dV$$

⇓ ⇓

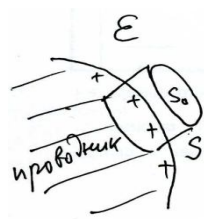
$$0 \quad \rho = 0$$

г) Напряжённость поля вне проводника вблизи поверхности

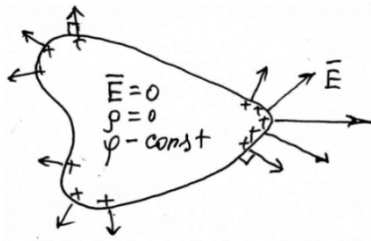
направлена по нормали и равна $E_n = \frac{\sigma}{\epsilon \epsilon_0}$, где σ –

поверхностная плотность зарядов, ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость окружающего пространства.

↑

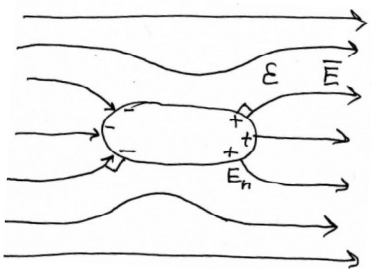


$$\oint_S \overline{D} \cdot d\vec{S} = \sum q_{\text{стор.}} \rightarrow D_n S_0 = \sigma S_0$$



Картина распределения зарядов и поля в заряженном уединённом проводнике.

2. Проводник во внешнем электростатическом поле.



а) $\bar{E}_{\text{внутри}} = 0$

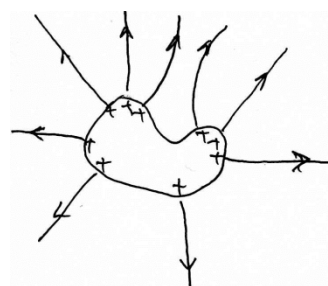
б) $\varphi_{\text{внутри}} = \text{const}$

в) $\rho_{\text{внутри}} = 0$

г) $E_n = \frac{\sigma}{\epsilon \epsilon_0}$

(с наружи $\bar{E} \perp$ поверхности)

3. Электроёмкость уединённого проводника.



$\varphi_{\text{поверх.}} = \text{const}$

$\varphi_{\infty} = 0$

$\varphi_{\text{поверх}} - \varphi_{\infty} = \int_{\text{поверх}}^{\infty} \bar{E} d\bar{r}$

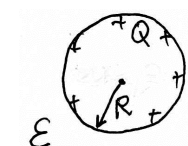
\Downarrow

$\varphi_{\text{поверх}} = \int_{\text{поверх}}^{\infty} \bar{E} d\bar{r} = \frac{Q}{C}$

Электроёмкость уединённого проводника:

$C = \frac{Q}{\varphi} [\Phi]$ (Фарада), Q – заряд проводника

Пример(шар):



$$\varphi_{шара} = \int_R^{\infty} \frac{Q dr}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon R}$$

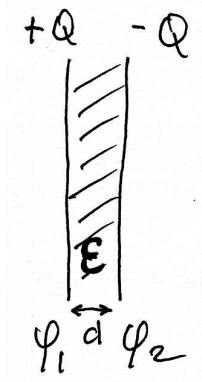
⇓

$$C_{шар} = 4\pi\epsilon_0 \epsilon R$$

$$R_{земли} = 6400 \text{ км} \rightarrow C_{земли} \sim 10^{-3} \text{ Ф}$$

Ёлектроёмкость зависит от геометрии проводника, диэлектрической проницаемости окружающего вещества и не зависит от величины заряда Q , нанесённого на проводник.

4. Конденсаторы.

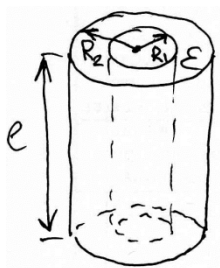


$$C = \left| \frac{Q}{\varphi_1 - \varphi_2} \right| = \frac{Q}{U} \quad \left[\frac{\text{Кл}}{\text{В}} = \text{Ф} \right]$$

а) Плоский конденсатор

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

б) Цилиндрический конденсатор



$$C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 l}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$$

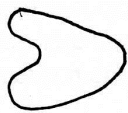
в) Сферический конденсатор

$$C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$

Вопросы

1. Распределение электрического поля и заряда в уединённом заряженном проводнике.

2. Распределение электрического поля и заряда в проводнике, помещённом во внешнее электрическое поле.



3. Нарисовать распределение \vec{E}, φ, ρ для а)

б) $\oplus \ominus$ (диполь)

4. Что такое электроёмкость уединённого проводника?

5. Что такое электроёмкость конденсатора?

6. Ёмкость а) плоского б) цилиндрического в) сферического конденсаторов.