

Контрольная работа №5
по разделу «Электростатика. Постоянный ток»

Задача №1

Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $2 \cdot 10^{-7}$ Кл и $-2 \cdot 10^{-7}$ Кл. Расстояние между зарядами 50 см. Определить напряженность электрического поля в точке А, находящейся на расстоянии 40 см от первого заряда и на расстоянии 30 см от второго заряда.

Задача №2

Два положительно заряженных тела с зарядами 1,67 и 3,33 нКл находятся на расстоянии 20 см друг от друга. В какой точке на линии, соединяющей эти тела, надо поместить третье тело с зарядом $-0,67$ нКл, чтобы оно оказалось в равновесии? Массами тел пренебречь.

Задача №3

Электрон влетает в плоский воздушный конденсатор параллельно его пластинам со скоростью $6 \cdot 10^7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Расстояние между пластинами 1 см, разность потенциалов 600 В. Найти отклонение электрона, вызванное полем конденсатора, если длина его пластины 5 см.

Задача №4

Элемент с э.д.с. 2,1 В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом соединен с реостатом. Определить силу тока в цепи и сопротивление реостата, если напряжение на зажимах элемента 2 В. Какой длины надо взять для изготовления реостата железную проволоку, если площадь ее сечения $0,75 \text{ мм}^2$

Задача №5

Однородный железный проводник длиной 100 м подключают к источнику постоянного напряжения 100 В на 10 с. Как изменится при этом температура проводника? Изменением сопротивления проводника при его нагревании пренебречь.

Задача №1

Дано:

$$q_1 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$$

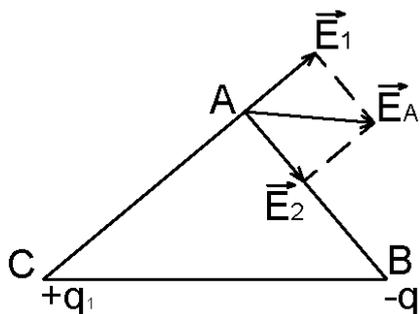
$$q_2 = -2 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$$

$$|BC| = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$$

$$|AC| = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}$$

$$|AB| = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$$

$$E_A = ?$$



Согласно принципу суперпозиции полей:

$$\vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$E_1 = \frac{|q_1|}{4\pi\epsilon_0\epsilon|AC|^2}; E_2 = \frac{|q_2|}{4\pi\epsilon_0\epsilon|AB|^2};$$

$\triangle ABC$ – прямоугольный ($\angle CAB = 90^\circ$), так как

$$BC^2 = AC^2 + AB^2, \text{ следовательно, } \angle E_2AE_1 = \angle AE_1E_A = 90^\circ$$

из $\triangle AE_1E_2$ $E_A^2 = E_1^2 + E_2^2$ (теорема Пифагора)

$$E_A = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

$$E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \sqrt{\frac{q_1^2}{|AC|^4} + \frac{q_2^2}{|AB|^4}} = 9 \cdot 10^9 \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-14}}{0,0256} + \frac{4 \cdot 10^{-14}}{0,0081}} \approx 2,3 \cdot 10^4 \left(\frac{\text{В}}{\text{м}}\right)$$

Ответ: $2,3 \cdot 10^4 \left(\frac{\text{В}}{\text{м}}\right)$

Задача №2

Дано:

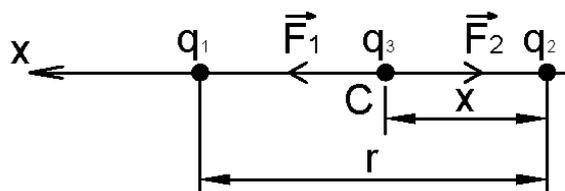
$$q_1 = 1,67 \text{ нКл} = 1,67 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$q_2 = 3,33 \text{ нКл} = 3,33 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$r = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$q_3 = -0,67 \text{ нКл} = -0,67 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$x = ?$$



На

тело C с зарядом q_3 действуют силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2

Условие равновесия:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$$

в проекциях на X : $F_1 - F_2 = 0$ или $F_1 = F_2$

$$F_1 = \frac{|q_1||q_3|}{4\pi\epsilon_0\epsilon(r-x)^2}; F_2 = \frac{|q_2||q_3|}{4\pi\epsilon_0\epsilon x^2}$$

$$\frac{|q_1||q_3|}{4\pi\epsilon_0\epsilon(r-x)^2} = \frac{|q_2||q_3|}{4\pi\epsilon_0\epsilon x^2}$$

$$|q_1||q_3| * 4\pi\epsilon_0\epsilon x^2 = |q_2||q_3| * 4\pi\epsilon_0\epsilon(r-x)^2$$

$$|q_1||q_3|x^2 = |q_2||q_3|(r-x)^2$$

$$|q_1|x^2 = |q_2|(r-x)^2$$

$$x\sqrt{|q_1|} = (r-x)\sqrt{|q_2|}$$

$$x\sqrt{|q_1|} = r\sqrt{|q_2|} - x\sqrt{|q_2|}$$

$$x(\sqrt{|q_1|} + \sqrt{|q_2|}) = r\sqrt{|q_2|}$$

$$x = \frac{r\sqrt{|q_2|}}{\sqrt{|q_1|} + \sqrt{|q_2|}}$$

$$x = \frac{0,2\sqrt{3,33 * 10^{-9}}}{\sqrt{1,67 * 10^{-9}} + \sqrt{3,33 * 10^{-9}}} \approx 0,12(\text{м})$$

Ответ: 0,12м

Задача №3

Дано:

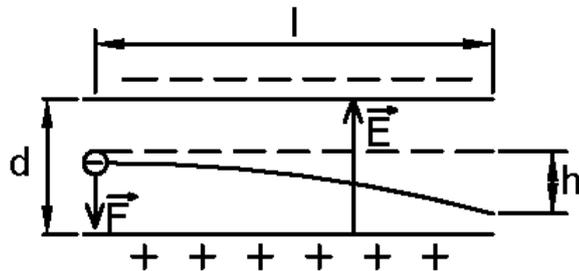
$$v = 6 * 10^7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$d = 1\text{см} = 10^{-2}\text{м}$$

$$U = 600\text{В}$$

$$l = 5\text{см} = 5 * 10^{-2}\text{м}$$

h —?



Движение электрона можно рассматривать как

одновременное движение по горизонтали и по вертикали

Движение по горизонтали равномерное, так как в этом направлении на электрон не действуют силы.

$$l = vt \quad (1)$$

Движение по вертикали равноускоренное, так как в этом направлении на электрон действует сила $F = eE$, тогда перемещение по вертикали

$$h = \frac{at^2}{2} \quad (2)$$

Из (1) :

$$t = \frac{l}{v} \quad (3)$$

(3) подставим в (2) :

$$h = \frac{al^2}{2v^2} \quad (4)$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m}, \text{ так как } E = \frac{U}{d}, \text{ то } a = \frac{eU}{dm} \quad (5)$$

(5) подставим в (4) :

$$h = \frac{eUl^2}{dm2v^2}$$

$$h = \frac{1,6 * 10^{19} * 600 * (5 * 10^{-2})^2}{10^{-2} * 9,1 * 10^{-31} * 2 * (6 * 10^7)^2} = 3,66 * 10^{-3}(\text{м})$$

$$[h] = \frac{\text{Кл} * \text{В} * \text{м}^2 * \text{с}^2}{\text{м} * \text{кг} * \text{м}^2} = \frac{\text{А} * \text{с} * \text{В} * \text{с}^2}{\text{м} * \text{кг}} = \frac{\text{Дж} * \text{с}^2}{\text{м} * \text{кг}} = \frac{\text{Н} * \text{м} * \text{с}^2}{\text{м} * \text{кг}} = \frac{\text{кг} * \text{м} * \text{с}^2}{\text{с}^2 * \text{кг}} = \text{м}$$

Ответ: $3,66 * 10^{-3}\text{м}$

Задача №4

Дано:

$$\varepsilon = 2,1\text{В}$$

$$r = 0,2\text{Ом}$$

$$U = 2\text{В}$$

$$S = 0,75\text{мм}^2 = 7,5 * 10^{-7}\text{м}^2$$

$$\rho = 1,2 * 10^{-7}\text{Ом} * \text{м}$$

$$I-?, R-?, l-?$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \left\{ \begin{array}{l} U \\ I = \frac{U}{R} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{U}{R} = \frac{\varepsilon}{R+r}$$

$$U(R+r) = \varepsilon R$$

$$UR + Ur = \varepsilon R$$

$$Ur = R(\varepsilon - U) \Rightarrow R = \frac{Ur}{\varepsilon - U}$$

$$R = \frac{2 * 0,2}{0,1} = 4(\text{Ом})$$

$$I = \frac{U}{R}; I = \frac{2}{4} = 0,5(\text{А})$$

$$R = \frac{\rho l}{S}; l = \frac{RS}{\rho}; l = \frac{4 * 7,5 * 10^{-7}}{1,2 * 10^{-7}} = 25(\text{м})$$

Ответ: $0,5 \text{ А}, 4 \text{ Ом}, 25 \text{ м}$

Задача №5

Дано:

$$l = 10^2 \text{ м}$$

$$U = 10^2 \text{ В}$$

$$t = 10 \text{ с}$$

$$\rho_{\text{пл}} = 7,8 * 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$c = 0,46 * 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} * \text{К}}$$

$$\rho = 1,2 * 10^{-7} \text{ Ом} * \text{ м}$$

$$\Delta T - ?$$

$$Q = cm\Delta T$$

$$Q = I^2 R t = \frac{U^2 R t}{R^2} = \frac{U^2 t}{R}$$

Пренебрегая теплопотерями можно записать:

$$cm\Delta T = \frac{U^2 t}{R}$$

$$m = \rho_{\text{пл}} V = \rho_{\text{пл}} S l$$

$R = \frac{\rho l}{S}$, где ρ — удельное сопротивление железа, $\rho_{\text{пл}}$ — плотность железа

$$c \rho_{\text{пл}} S l \Delta T = \frac{U^2 t S}{\rho l}$$

$$c \rho_{\text{пл}} l \Delta T = \frac{U^2 t}{\rho l} \Rightarrow \Delta T = \frac{U^2 t}{\rho l c \rho_{\text{пл}} l}$$

$$[\Delta T] = \frac{\text{В}^2 * \text{с} * \text{кг} * \text{К} * \text{м}^3}{\text{Ом} * \text{м} * \text{м} * \text{Дж} * \text{кг} * \text{м}} = \frac{\text{В} * \text{В} * \text{с} * \text{К}}{\text{Ом} * \text{В} * \text{А} * \text{с}} = \frac{\text{В} * \text{К}}{\text{Ом} * \text{А}} = \frac{\text{В} * \text{К}}{\text{В}} = \text{К}$$

$$\Delta T = \frac{10^4 * 10}{1,2 * 10^{-7} * 10^2 * 0,46 * 10^3 * 7,8 * 10^3 * 10^2} = \frac{10^5}{4,3 * 10^3} = \frac{100}{4,3} = 23,3(\text{К})$$

Ответ: 23,3К