

ELEKTROTEHNIKA – ZADACI

1. Четири кола тела истог наелектрисања $Q = 1 \text{ нС}$ налазе се у геометријској конфигурацији $a = 3 \text{ см}$. Израчунајте потенцијал у тачки у средини дијагонала и потенцијалну разлику измеђ те тачке и средине једне од страна кола.

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

$$Q = 1 \text{ нС} = 10^{-9} \text{ С}$$

$$a = 3 \text{ см} = 0,03 \text{ м}$$

$$\varphi_1 = ?$$

$$\varphi_2 = ?$$

$$\varphi = k \cdot \frac{Q}{r}$$

$$r = \frac{a\sqrt{2}}{2} = \frac{0,03 \text{ м} \sqrt{2}}{2} = \frac{0,0424 \text{ м}}{2} = 0,0212 \text{ м}$$

$$\varphi_1 = k \cdot \frac{Q}{r} = \frac{8,99 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-9} \text{ С}}{0,0212} = 424,05 \text{ В}$$

$$\varphi_{1\text{ук}} = 4 \cdot \varphi_1 = 1696,2 \text{ В}$$

$$\varphi_{2a} = 2 \cdot k \cdot \frac{Q}{a/2} = 2 \cdot \frac{8,99 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-9}}{0,015} = 1198,6 \text{ В}$$

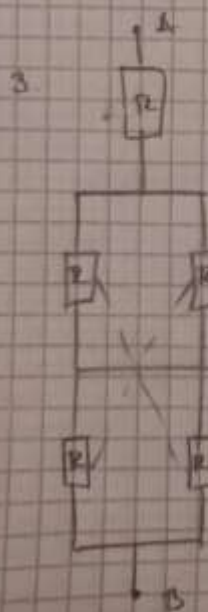
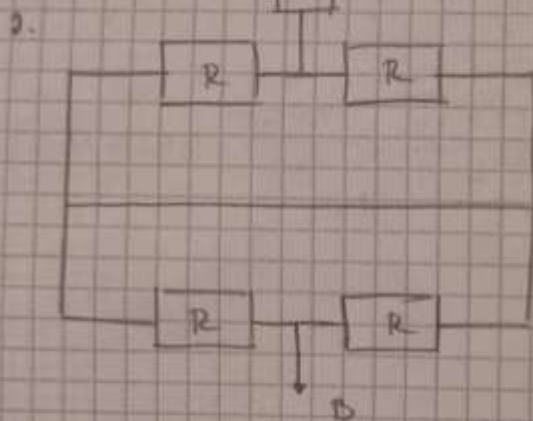
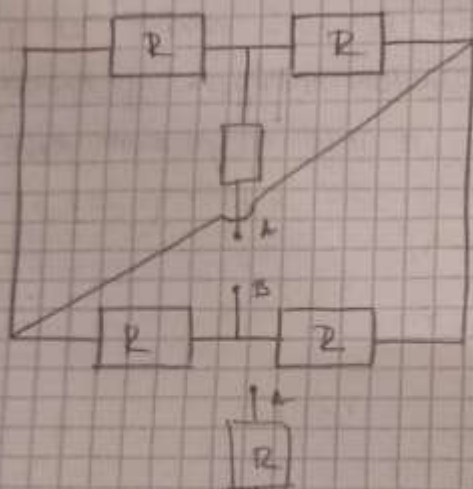
$$r_b = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + a^2} = 0,0335$$

$$\varphi_{2b} = 2 \cdot k \cdot \frac{Q}{r_b} = 2 \cdot \frac{8,99 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-9}}{0,0335} = 536,8 \text{ В}$$

$$\varphi_{2\text{ук}} = \varphi_{2a} + \varphi_{2b} = 1735,4 \text{ В}$$

$$U = \Delta \varphi = \varphi_{2\text{ук}} - \varphi_{1\text{ук}} = 37,4 \text{ В}$$

3. 2) Найти эквивалентное сопротивление A и B



$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{2}{R}$$

$$R_1 = \frac{R}{2} = R_2$$

$$R_3 = R$$

$$R_{\text{эк}} = R_1 + R_2 + R_3 = 2R$$

3) Определить магнитный вектор и магнитное поле в тороидальной катушке (R=5 см, d=2 см) из ферромагн. материала ($\mu_r = 1000$) катушка имеет ток $I = 100 \text{ мА}$ и количество витков $N = 500$.

$$R = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$$

$$d = 2 \text{ см}$$

$$\mu_r = 1000$$

$$I = 100 \text{ мА}$$

$$N = 500$$

$$B = \frac{\mu N I}{l_{sr}} \rightarrow \text{магнитное поле в тороидальной катушке}$$

$$l_{sr} = 2\pi R_{sr}$$

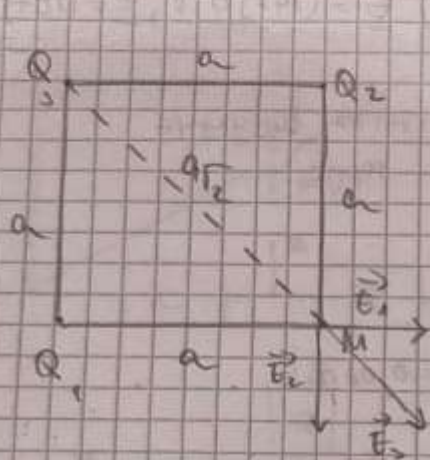
$$R_{sr} = R + \frac{d}{2} = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м}$$

$$\mu = \mu_r \cdot \mu_0 = 1000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Вб}}{\text{А} \cdot \text{м}} = 4\pi \cdot 10^{-4} \frac{\text{Вб}}{\text{А} \cdot \text{м}}$$

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-4} \frac{\text{Вб}}{\text{А} \cdot \text{м}} \cdot 500 \cdot 0,1 \text{ А}}{2\pi \cdot 0,06 \text{ м}} = \frac{0,388}{0,368} = 1,06 \text{ Тл}$$



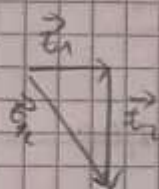
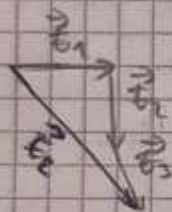
4) у три точках квадрата знайде се точката електричного поля.
 Определте резултирн вектор $\vec{E}$ - поля и е потенциал φ точки M.



$$Q_1 = Q_2 = Q_3$$

$$E_R = ?$$

$$\varphi_R = ?$$



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$

$$|\vec{E}_R| = |\vec{E}|$$

$$E_1 = k \cdot \frac{Q}{a^2}$$

$$E_2 = k \cdot \frac{Q}{a^2}$$

$$E_{12} = k \cdot \frac{Q}{a^2} \sqrt{2}$$

$$E_3 = k \cdot \frac{Q}{(a\sqrt{2})^2}$$

$$E_3 = k \cdot \frac{Q}{2a^2}$$

$$\vec{E}_R = \vec{E}_{12} + \vec{E}_3$$

Угол между $\vec{E}_{12}$ и $\vec{E}_3$ равен 45°

$$E_R = k \cdot \frac{Q}{a^2} \cdot \sqrt{2} + k \cdot \frac{Q}{2a^2}$$

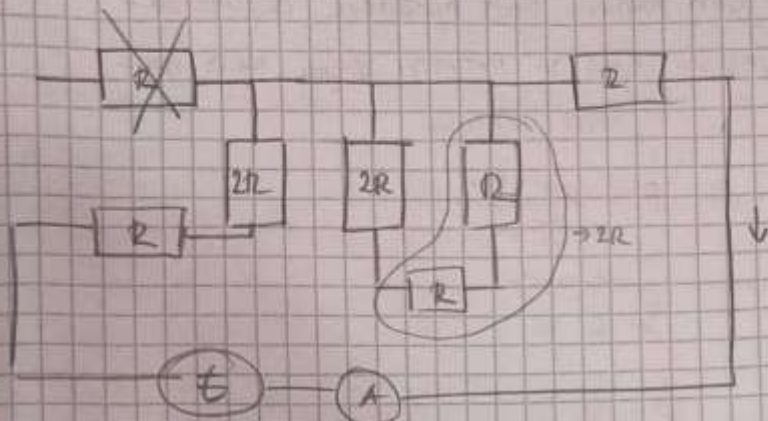
$$E_R = k \cdot \frac{Q}{a^2} \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2} \right)$$

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3$$

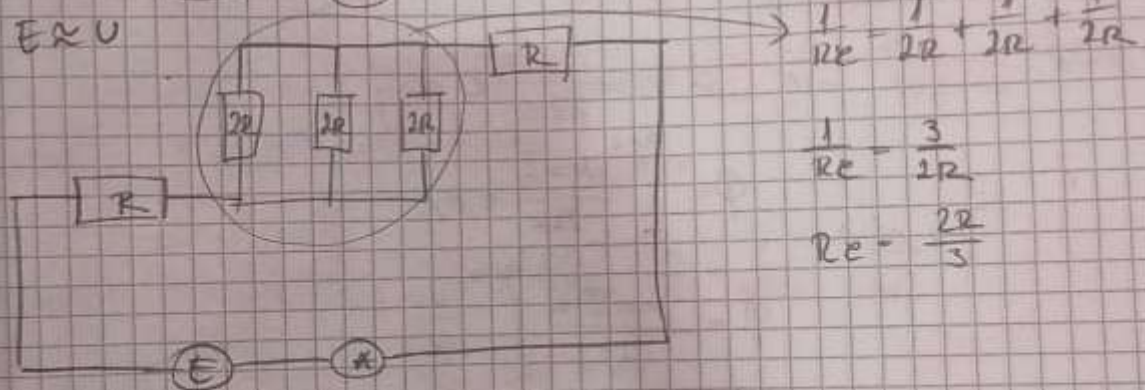
$$\varphi = k \cdot \frac{Q}{a} + k \cdot \frac{Q}{a} + k \cdot \frac{Q}{a\sqrt{2}}$$

$$\varphi = k \cdot \frac{Q}{a} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

5) y kary jgkoy. oyo nostrato $\mathcal{E} = 12V$ u $I_A = 4mA$. oyo R .



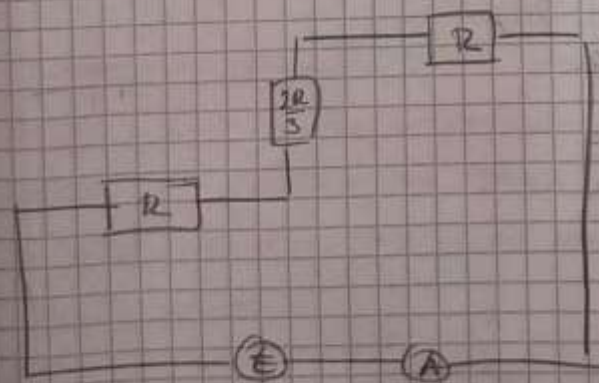
$\mathcal{E} = 12V$



$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R}$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{3}{2R}$$

$$R_e = \frac{2R}{3}$$



$$R_e = R + \frac{2R}{3} + R =$$

$$= 2R + \frac{2}{3}R = \frac{6R + 2R}{3} =$$

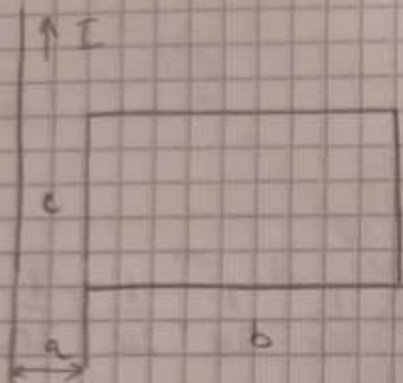
$$= \frac{8}{3}R \Rightarrow R = \frac{3R_e}{8} = \frac{3 \cdot 3000}{8}$$

$$= \frac{9000}{8} = 1,125$$

$$I = \frac{U}{R_e}$$

$$R_e = \frac{U}{I} = \frac{12V}{0,004A} = 3000$$

g) Вектор дугинок праволинейного проводника и прямоугольная катушка нарисованы в вакууме у себя рядом. Через проводник протекает ток силой I . Определите выражение для магнитного потока через прямоугольную катушку.



магн. индукция

$$B = \frac{\mu \cdot I}{2\pi r}$$

площадь

$$S = c \cdot b$$

$$\Phi = B \cdot S$$

$$d\Phi = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} c dx \quad \Bigg| \int_a^{a+b}$$

$$\Phi = \int_a^{a+b} \frac{\mu_0 I}{2\pi x} c dx$$

$$\Phi = \frac{\mu_0 I c}{2\pi} \int_a^{a+b} \frac{dx}{x}$$

$$\Phi = \frac{\mu_0 I c}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a}$$

$$\Phi = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot c}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a}$$

1) Три точечных заряда $Q_1 = Q_2 = 5 \cdot 10^{-14} \text{ Кл}$ и $Q_3 = -5 \cdot 10^{-14} \text{ Кл}$ расположены в вершинах квадрата со стороной $a = 2 \text{ см}$.



$$Q_1 = Q_2 = 5 \cdot 10^{-14} \text{ Кл}, Q_3 = -5 \cdot 10^{-14} \text{ Кл}$$

$$a = 2 \text{ см} \quad V_{AB} = ?$$

$$V_A = V_1 + V_2 - V_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1}{a} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_2}{a} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q_3|}{a} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 a} (Q_1 + Q_2 - |Q_3|)$$

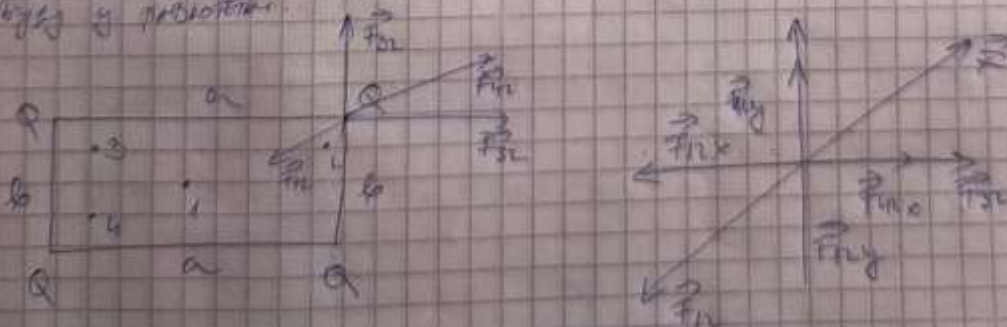
$$= \frac{5 \cdot 10^{-14} + 5 \cdot 10^{-14} - 5 \cdot 10^{-14}}{2 \cdot 10^{-2} \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} (2 \cdot 10^{-2})} = 3,148 \text{ В}$$

$$V_B = V_1 + V_2 - V_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1}{a} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_2}{a} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q_3|}{a} =$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0 a} (Q_1 + Q_2 - \frac{|Q_3|}{a}) = 2,906 \text{ В}$$

2) В вершинах квадрата расположены четыре заряда a и $b = 3a$ и заряды q в центре квадрата. Число зарядов q равно $q = 10^{-14} \text{ Кл}$.

Какая сила действует на заряд q в центре квадрата? Число зарядов q равно $q = 10^{-14} \text{ Кл}$. Число зарядов q равно $q = 10^{-14} \text{ Кл}$. Число зарядов q равно $q = 10^{-14} \text{ Кл}$.



$$F_2 = \sqrt{F_{2x}^2 + F_{2y}^2} = 0$$

$$F_{2x} = F_{2y} = 0$$

$$\vec{F}_{Rx} = 0 \Rightarrow (F_{R1} + F_{R2} - F_{R3}) \cdot \vec{i} = 0$$

$$\Rightarrow F_{R1} + F_{R2} \cdot \cos 60^\circ - F_{R3} \cdot \cos 60^\circ = 0 \quad (1)$$

$$\vec{F}_{Ry} = 0 \Rightarrow (-F_{R1} + F_{R2} + F_{R3}) \cdot \vec{j} = 0 \Rightarrow F_{R1} + F_{R2} \cdot \sin 60^\circ = F_{R3} \cdot \sin 60^\circ \quad (2)$$

$$\cos 60^\circ = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

$$\sin 60^\circ = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

$$(1) \Rightarrow F_{R1} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q_1||Q_2|}{a^2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q_1||Q_3|}{(\sqrt{a^2 + b^2})^2} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q_2||Q_3|}{(\sqrt{a^2 + b^2})^2}$$

$$(2) \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{a^2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{a^2}{a^2 + b^2} - \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q/Q_1}{(\sqrt{a^2 + b^2})^2} - \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

$$a = b = 3 \text{ cm}$$