

890. Нет, неверно. Если заряд имеет начальную скорость, то его движение совсем не совпадает с линиями напряженности. Без начальной скорости вдоль линий напряженности будет двигаться положительный заряд, а отрицательный будет двигаться в обратном направлении.

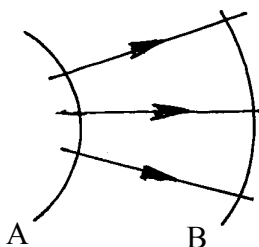
891. Не будет двигаться.

892. Так как поле между пластинами можно считать однородным, то в точках А, В, С, F оно имеет одинаковое значение. В точке Е поле равно нулю, т.к. поле приближенно сконцентрировано между пластинами. Так как точка D находится внутри проводника, то в точке D поле равно нулю. Работы, которые совершает поле при перемещении малого точечного заряда q из А в В и из А в С, одинаковы, т.к. проекции перемещений из А в В и из А в С на направление поля равны.

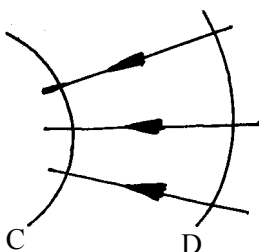
893. Сила, действующая на заряд, больше там, где гуще линии напряженности. На рисунке густота линий одинакова, значит, и силы одинаковы.

894. Линии напряженности направлены в сторону уменьшения потенциала. Значит, потенциал на поверхности В больше, чем на поверхности А. Напряженность больше, где линии напряженности гуще. Значит, напряженность в точке С больше, чем в точке D.

895.



а) $\varphi_A > \varphi_B$;



б) $\varphi_C < \varphi_D$.

896. См. учебник.

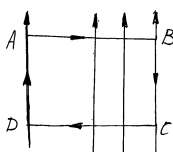
897. Все работы равны нулю, потому что все точки находятся на эквипотенциальной поверхности.

898. Работы по перемещению из точки А в точку В и из точки А в точку С равны, потому что В и С находятся на одной эквипотенциальной поверхности.

899. Работы по перемещению из точки А в точки В, С или D равны, т.к. точки В, С и D находятся на одной эквипотенциальной поверхности.

900. Для любого электростатического поля работа по замкнутому контуру равна нулю.

901.

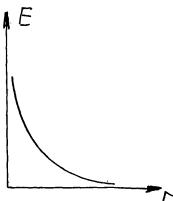


Рассмотрим работу по контуру ABCD. На участках AB и CD работа равна нулю, т.к. перемещение перпендикулярно линии напряженности. Сумма работ на участках AD и BC не равна нулю, т.к.

напряженность на линии ВС больше, чем на линии AD. Значит, это поле не является потенциальным.

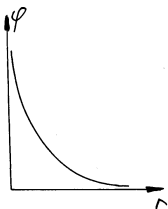
902. Поверхность шара является эквипотенциальной, т.к. в противном случае между точками разного потенциала тек бы ток, а значит, выделялось бы тепло, что противоречит закону сохранения энергии.

903.



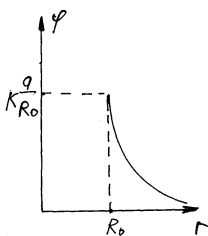
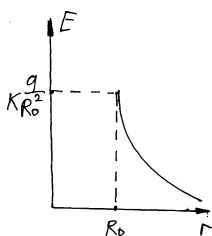
$$E = k \frac{q}{r^2}.$$

904.



$$\varphi = k \frac{q}{r}.$$

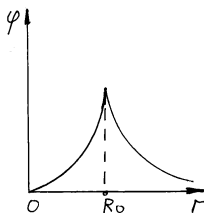
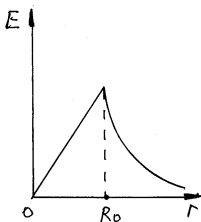
905.



Внутри шара напряженность равна нулю, потенциал постоянен.

$$E = \begin{cases} 0, & r < R_0, \\ k \frac{q}{r^2}, & r > R_0. \end{cases} \quad \varphi = \begin{cases} k \frac{q}{R_0}, & r < R_0, \\ k \frac{q}{r}, & r > R_0. \end{cases}$$

906.



$$E = k \frac{q}{r^2}; \varphi = k \frac{q}{r}; q = \rho V = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho, r < R_0; E = k \frac{4}{3} \pi \rho \frac{r^3}{r^2} = \alpha r, r < R_0;$$

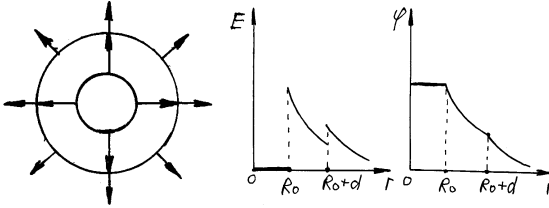
$$\varphi = k \frac{4}{3} \pi \rho \frac{r^3}{r} = \alpha r^2, r < R_0; \alpha = \frac{4}{3} \pi \rho k, \beta = kq.$$

$$E = \begin{cases} \alpha r, r < R_0, \\ \frac{\beta}{r^2}, \end{cases} \quad \varphi = \begin{cases} \alpha r^2, r < R_0, \\ \frac{\beta}{r}, r > R_0. \end{cases}$$

$$E = \begin{cases} 0, r < R_0, \\ \frac{k}{\varepsilon} \frac{q}{r^2}, R_0 < r < R_0 + d, \\ k \frac{q}{r^2}, r > R_0 + d; \end{cases}$$

$$\varphi = \begin{cases} \frac{k}{\varepsilon} \frac{q}{R_0}, r < R_0, \\ \frac{k}{\varepsilon} \frac{q}{r}, R_0 < r < R_0 + d, \\ k \frac{q}{r}, r > R_0 + d; \end{cases}$$

907.



а) Силовые линии

б)

908. $r = 1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$; $U = 820 \text{ В}$; $d = 8 \text{ мм} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3 = 800 \text{ кг/м}^3$; $e = ?$

$$2eE = mg; Ed = U; E = \frac{U}{d}; m = \rho \frac{4}{3} \pi r^3; e = \frac{2\pi \rho r^3 g d}{3U} \approx$$

$$\approx \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 820 \text{ В}} \approx 1,63 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

909. $m = 10^{-8} \text{ г} = 10^{-11} \text{ кг}$; $U = 6000 \text{ В}$; $N = 1000$; $d = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$;
 $\Delta U = ?$

$$\begin{cases} mg = q \frac{U}{d}, \\ mg = q_1 \frac{U_1}{d}, \\ q_1 = q - Ne, \\ qU = q_1 U_1; \end{cases}$$

$$q = \frac{mgd}{U}; U_1 = U \frac{q}{q_1} = U \frac{q}{q - Ne}; \Delta U = U_1 - U = U \left(\frac{q}{q - Ne} - 1 \right) =$$

$$= U \frac{Ne}{q - Ne}; q = \frac{mgd}{U} = \frac{10^{-11} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{6000 \text{ В}} \approx 8,3 \cdot 10^{-15} \text{ Кл};$$

$$\Delta U = \frac{1000 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{8,3 \cdot 10^{-15} - 1000 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} \cdot 6000 \text{ В} \approx 960 \text{ В.}$$

910. $r = 2 \text{ мкм} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}$; $d = 8 \text{ мм} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$; $U = ?$

$$\rho g \frac{4}{3} \pi r^3 = 3e \frac{U}{d}; U = \frac{4\pi \rho g r^3 d}{9e} \approx$$

$$\approx \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2^3 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} \approx 4466 \text{ В.}$$

а) Если конденсатор подключен, то ничего не изменится.

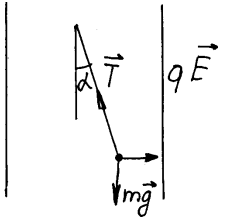
б) Если конденсатор не подключен, то капелька начнет падать.

911. $R = 0,5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; $d = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$; $F = 0,01 \text{ Н}$; $q = 3 \text{ нКл} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$; $U - ?$

$$q \frac{U}{d} = F + k \frac{q^2}{R^2}; U = \frac{d}{q} \left(F + k \frac{q^2}{R^2} \right) =$$

$$= \frac{0,1 \text{ м}}{3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} \left(0,01 \text{ Н} + 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \frac{3^2 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}^2}{5^2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} \right) \approx 4,4 \cdot 10^5 \text{ В.}$$

912.



$q = 3 \text{ нКл} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$; $\alpha = 45^\circ$; $m = 4 \text{ г} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$; $S = 314 \text{ см}^2 = 3,14 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$; $Q - ?$

$$G = \frac{Q}{S}; E = \frac{G}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}; F_{эл} = qE = \frac{qQ}{\epsilon_0 S};$$

$$\begin{cases} T \cos \alpha = mg, \\ T \sin \alpha = qE; \end{cases} \quad \frac{qE}{mg} = \tan \alpha; qE = mg \tan \alpha; \frac{qQ}{\epsilon_0 S} = mg \tan \alpha;$$

$$Q = \frac{mg \tan \alpha \epsilon_0 S}{q} =$$

$$= \frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{В} \cdot 1,85 \cdot 10^{-12} \text{ В/м} \cdot 3,14 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2}{3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} \approx 3,7 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$$

913. $U_1 = 1000 \text{ км/с} = 10^6 \text{ м/с}$; $v_2 = 3000 \text{ км/с} = 3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$; $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$; $U - ?$

$$U = \frac{m}{2e} (\sqrt{v_2^2} - \sqrt{v_1^2}) = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot \text{м}}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \sqrt{2} - \sqrt{1}} \cdot$$

$$\cdot (3^2 \cdot 10^{12} \text{ м}^2/\text{с}^2 - 10^{12} \text{ м}^2/\text{с}^2) \approx 23 \text{ В.}$$

914. $E = 1,2 \text{ В/см} = 120 \text{ В/м}$; $v_0 = 1000 \text{ км/с} = 10^6 \text{ м/с}$; $l - ?$; $t - ?$

По закону сохранения энергии: $\frac{m v_0^2}{2} = eEl$;

$$l = \frac{m v_0^2}{2eE} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 10^{12} \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 120 \text{ В/м}} \approx 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

$$0 = v_0 - \frac{eE}{m}t; v_0 = \frac{eE}{m}t; \frac{eE}{m} = \frac{v_0^2}{2l}; v_0 = \frac{v_0^2}{2l}t; t = \frac{2l}{v_0} = \frac{2 \cdot 2,4 \cdot 10^{-2}}{10^6} = 4,8 \cdot 10^{-8} \text{ с.}$$

915. $v = 4 \cdot 10^9 \text{ м/с} = 4 \cdot 10^7 \text{ м/с}; d = 1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м}; l = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}; U = 300 \text{ В}; \Delta x = ?$

$$t = \frac{l}{v}; E = \frac{U}{d}; \Delta x = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} t^2 = \frac{Ue}{md} \frac{l^2}{v^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{300 \text{ В} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Кг} \cdot 10^{-2} \text{ м}} \cdot \frac{5^2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{4^2 \cdot 10^{14} \text{ м}^2/\text{с}^2} \approx 4,12 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 4,12 \text{ мм.}$$

916. $U_0 = 5000 \text{ В}; l = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}; d = 1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м}; U = ?$

По закону сохранения энергии: $\frac{mv_0^2}{2} = eU_0; v_0^2 = \frac{2eU_0}{m};$

$$t = \frac{l}{v}; \frac{d}{2} = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} t^2 = \frac{1}{2} \frac{eU}{md} \frac{l^2}{v^2} = \frac{1}{2} \frac{eU}{md} \frac{m}{2eU_0} = \frac{1}{4} \frac{l^2}{d} \frac{U}{U_0};$$

$$U = 2U_0 \frac{d^2}{l^2} = 2 \cdot 5000 \text{ В} \cdot \frac{10^{-4} \text{ м}^2}{5^2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 400 \text{ В.}$$

917. $l = 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \Delta x = 2 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}; E = 2,25 \text{ кВ/м} = 2,25 \cdot 10^4 \text{ В/м}; v_0 = ? W_0 = ?$

$$t = \frac{l}{v_0}; W_0 = \frac{mv_0^2}{2}; \Delta x = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} t^2 = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \frac{l^2}{v_0^2} = \frac{1}{4} \frac{eEl^2}{W_0};$$

$$W_0 = \frac{1}{4} \frac{eEl^2}{\Delta x} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 2,25 \cdot 10^4 \text{ В/м} \cdot 4^2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{2 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 7,2 \cdot 10^{-16} \text{ Дж};$$

$$W_0 = \frac{mv_0^2}{2}; v_0 = \sqrt{\frac{2W_0}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7,2 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Дж}}} \approx 4 \cdot 10^7 \text{ м/с.}$$

918. $t = \frac{L}{v_0 \cos \alpha}; v \cos \beta = v_0 \cos \alpha; v = v_0 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta};$

$$v \sin \beta = v_0 \sin \alpha + \frac{eE}{m}t; v_0 \cos \alpha \tan \beta = v_0 \sin \alpha + \frac{eE}{m} \frac{L}{v_0 \cos \alpha};$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{eEL}{m \cos \alpha (\cos \alpha \tan \beta - \sin \alpha)}};$$

$$W_o = \frac{m v_o^2}{2} = \frac{eEl}{2 \cos \alpha (\cos \alpha \operatorname{tg} \beta - \sin \alpha)};$$

919. а) $W_o = 1,6 \cdot 10^{-15}$ Дж; $d = 1$ см = 10^{-2} м; $l = 10$ см = $0,1$ м;
 $L = 20$ см = $0,2$ м; $U = 40$ В; $\Delta x = ?$

$$W_o = \frac{m v_o^2}{2}; v_o = \sqrt{\frac{2W_o}{m}}; t = \frac{l}{v} = l \sqrt{\frac{m}{2W_o}};$$

$$v = \frac{eE}{m} t = \frac{eE}{m} l \sqrt{\frac{m}{2W_o}} = \frac{eEl}{\sqrt{2mW_o}}; t' = \frac{L}{v_o} = L \sqrt{\frac{m}{2W_o}};$$

$$\begin{aligned} \Delta x &= vt' + \frac{eE}{2m} t^2 = \frac{eElL}{2W_o} + \frac{eE}{2m} l^2 \frac{m}{2W_o} = \\ &= \frac{eEl}{2W_o} (L + \frac{l}{2}) = \frac{eUl}{2dW_o} (L + \frac{l}{2}) \approx 5 \cdot 10^{-5} \text{ м}; \end{aligned}$$

$$\text{б) } U = kt; U(0) = 0; \langle U \rangle = \frac{U}{2} = \frac{kt}{2} = \frac{kl}{2} \sqrt{\frac{m}{2W_o}};$$

$$\Delta x = \frac{e \langle U \rangle l}{2dW_o} (L + \frac{l}{2}) = \frac{kl}{4} \sqrt{\frac{m}{2W_o}} \cdot \frac{el}{dW_o} (L + \frac{l}{2}).$$

$$\textbf{920. 1) } ma = k \frac{q^2}{r^2} - \mu mg; r = 2x; ma = k \frac{q^2}{4x^2} - \mu mg;$$

т.к. ускорение есть производная скорости по времени, то условие максимума скорости будет: $k \frac{q^2}{4x^2} - \mu mg = 0$, откуда $x = \frac{q}{2} \sqrt{\frac{k}{\mu mg}}$.

2) По закону сохранения энергии:

$$k \frac{q^2}{l} = k \frac{q^2}{2x} + \frac{mv^2}{2} + \mu mg(x - \frac{l}{2}); v = \sqrt{\frac{(2x-l)(\frac{kq^2}{xl} - \mu mg)}{m}},$$

$$\text{где } x = \frac{q}{2} \sqrt{\frac{k}{\mu mg}}.$$

3) Условие остановки $v = 0$.

$$\sqrt{\frac{(2x-l)(\frac{kq^2}{xl} - \mu mg)}{m}} = 0. \text{ Т.к. } 2x - l > 0, \text{ то } \frac{kq^2}{xl} - \mu mg = 0; x = \frac{kq^2}{\mu mgl}.$$

921. Т.к. сила, действующая в конденсаторе, направлена перпендикулярно перемещению, то работа, а, значит, и изменение кинетической энергии, равны нулю.

922. Перейдем в систему отсчета, в которой скорости равны.

$$\begin{cases} v'_1 = v_1 + v_0, \\ v'_2 = v_2 - v_0, & v_0 = \frac{v_2 - v_1}{2}; v'_1 = v'_2 = \frac{v_1 + v_2}{2}. \\ v'_2 = v_1; \end{cases}$$

1) По закону сохранения энергии:

$$m \frac{v_1'^2}{2} + m \frac{v_2'^2}{2} = k \frac{q^2}{r}; \quad \frac{m}{4} (v_1 + v_2)^2 = k \frac{q^2}{r}; \quad r = \frac{4k}{m} \frac{q^2}{(v_1 + v_2)^2}.$$

2) По закону сохранения энергии и импульса:

$$\begin{cases} \frac{m}{2} (v_1^2 + v_2^2) = \frac{m}{2} (\tilde{v}_1^2 + \tilde{v}_2^2), & \begin{cases} v_1^2 + v_2^2 = \tilde{v}_1^2 + \tilde{v}_2^2, \\ v_1 - v_2 = \tilde{v}_1 - \tilde{v}_2; \end{cases} & \begin{cases} v_1^2 + v_2^2 = \tilde{v}_1^2 + \tilde{v}_2^2, \\ v_1 v_2 = \tilde{v}_1 \tilde{v}_2; \end{cases} \end{cases}$$

Сведем эту систему к одному уравнению: $v_1^2 + v_2^2 = \tilde{v}_1^2 + \frac{v_1^2 v_2^2}{\tilde{v}_1^2}$, которое

равносильно уравнению: $\tilde{v}_1^4 - (v_1^2 + v_2^2) \tilde{v}_1^2 + v_1^2 + v_2^2 = 0$. Корни этого уравнения: $\tilde{v}_1^2 = v_1^2$; $\tilde{v}_1^2 = v_2^2$. Второе решение не подходит из-за противоречия закону сохранения импульса.

923. а) К конденсатору потечет ток.

б) Если раздвинуть пластины конденсатора, то уменьшится его емкость. Е.к. напряжение постоянно, уменьшится заряд, что будет зафиксировано как ток, текущий в направлении, противоположном току в п. а).

924. Напряжение не изменится, т.к. конденсатор подключен к источнику тока. Напряженность не изменится из-за того, что напряженность пропорциональна напряжению. Заряд возрастет, т.к. возрастет емкость, прямо пропорциональная диэлектрической проницаемости.

925. Возрастает емкость, значит, возрастают заряд и энергия; напряжение остается постоянным, т.к. конденсатор подключен к источнику тока.

926. $S = 1 \text{ см}^2 = 10^{-4} \text{ м}^2$; $d = 0,1 \text{ мм} = 10^{-4} \text{ м}$; $\varepsilon = 10000$; $C = ?$

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} = \frac{10^4 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{10^{-4} \text{ м}} = 8,85 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}.$$

927. $a = 1 \text{ м}$; $b = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$; $d = 0,1 \text{ мм} = 10^{-4} \text{ м}$; $\varepsilon = 3$; $C = ?$

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 ab}{d} = \frac{3 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} \cdot 1 \text{ м} \cdot 0,1 \text{ м}}{10^{-4} \text{ м}} \approx 26,6 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}.$$

При сворачивании в цилиндр емкость уменьшится.

928. $C = 5 \text{ пФ} = 5 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$; $U = 1000 \text{ В}$; $q = ?$

$$q = CU = 5 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} \cdot 1000 \text{ В} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}.$$

929. $a = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$; $d = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$; $q = 1 \text{ нКл} = 10^{-9} \text{ Кл}$; $U = ?$

$$C = \frac{\varepsilon_0 a^2}{d}; \quad U = \frac{q}{C} = \frac{qd}{\varepsilon_0 a^2} = \frac{10^{-9} \text{ Кл} \cdot 10^{-3} \text{ м}}{8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} \cdot 0,1^2 \text{ м}^2} \approx 11 \text{ В}.$$

930. $a = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$; $q = 1 \text{ нКл} = 10^{-9} \text{ Кл}$; $Q = 100 \text{ нКл} = 10^{-7} \text{ Кл}$; $E - ?$ $F - ?$

$$C = \frac{\epsilon_0 a^2}{d}; U = \frac{q}{C} = \frac{qd}{\epsilon_0 a^2};$$

$$E = \frac{U}{d} = \frac{q}{\epsilon_0 a^2} = \frac{10^{-9} \text{ Кл}}{8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} \cdot 0,1^2 \text{ м}^2} \approx 1,1 \cdot 10^4 \text{ В/м};$$

$$F = QE = 10^{-7} \text{ Кл} \cdot 1,1 \cdot 10^4 \text{ В/м} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ Н}.$$

В теории напряженность постоянна, а, значит, и сила не зависит от пробного заряда. На практике же напряженность спадает к краям, и сила, действующая на заряд, меньше.

931. $S = 625 \text{ см}^2 = 6,25 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$; $d_1 = 0,5 \text{ мм}$; $U_1 = 10 \text{ В}$; $d_2 = 5 \text{ мм}$; $U_2 - ?$

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d_1}; C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d_2}; U_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{qd_1}{\epsilon_0 S}; U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{qd_2}{\epsilon_0 S};$$

$$U_2 = U_1 \frac{d_2}{d_1} = 10 \text{ В} \cdot \frac{5 \text{ мм}}{0,5 \text{ мм}} = 100 \text{ В}$$

932. $U_1 = 200 \text{ В}$; $d_1 = 0,2 \text{ мм}$; $d_2 = 0,7 \text{ мм}$; $\epsilon_1 = 1$; $\epsilon_2 = 7$; $U_2 - ?$

$$C_1 = \frac{\epsilon_1 \epsilon_0 S}{d_1}; C_2 = \frac{\epsilon_2 \epsilon_0 S}{d_2}; U_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{qd_1}{\epsilon_1 \epsilon_0 S}; U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{qd_2}{\epsilon_2 \epsilon_0 S};$$

$$U_2 = U_1 \frac{d_2}{d_1} \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = 200 \text{ В} \cdot \frac{0,7 \text{ мм}}{0,2 \text{ мм}} \cdot \frac{1}{7} = 100 \text{ В}.$$

933. $C_1 = 1 \text{ мкФ}$; $C_2 = 2 \text{ мкФ}$; $C_{\text{посл}} - ?$ $C_{\text{пар}} - ?$

$$\frac{1}{C_{\text{посл}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}; C_{\text{посл}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{1 \text{ мкФ} \cdot 2 \text{ мкФ}}{1 \text{ мкФ} + 2 \text{ мкФ}} \approx 0,67 \text{ мкФ};$$

$$C_{\text{пар}} = C_1 + C_2 = 1 \text{ мкФ} + 2 \text{ мкФ} = 3 \text{ мкФ}.$$

934. $C_1 = 2 \text{ мкФ}$; $C_{\text{посл}} = 1 \text{ мкФ}$; $C_{\text{пар}} = 11 \text{ мкФ}$; $C_2 - ?$ $C_3 - ?$

$$\begin{cases} C_{\text{пар}} = C_1 + C_2 + C_3; \\ \frac{1}{C_{\text{посл}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}; \end{cases} \begin{cases} C_{\text{пар}} - C_1 = C_2 + C_3; \\ \frac{C_1 - C_{\text{посл}}}{C_1 C_{\text{посл}}} = \frac{C_2 + C_3}{C_2 C_3}; \end{cases} \begin{cases} C_3 = C_{\text{пар}} - C_1 - C_2; \\ \frac{C_1 - C_{\text{посл}}}{C_1 C_{\text{посл}}} = \frac{C_{\text{пар}} - C_1}{C_2 C_3}. \end{cases}$$

Подставим численные значения:

$$\begin{cases} C_3 = 9 - C_2; \\ \frac{1}{2} = \frac{9}{C_2 C_3}; \end{cases} \begin{cases} C_3 = 9 - C_2; \\ C_2 C_3 = 18; \end{cases}$$

$$C_2 = 3 \text{ Ф}; C_3 = 6 \text{ Ф} \text{ или } C_2 = 6 \text{ Ф}; C_3 = 3 \text{ Ф}.$$

935. $C_1 = 3 \text{ мкФ}$; $C_2 = 5 \text{ мкФ}$; $C_3 = 6 \text{ мкФ}$; $C_4 = 5 \text{ мкФ}$; $C - ?$

$$C = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_3} \right)^{-1} + \left(\frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_4} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{6} \right)^{-1} + \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)^{-1} = 4,5 \text{ мкФ}.$$

936. $U = 20000 \text{ В}$; $C_1 = 2000 \text{ пФ} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$; $C_2 = 1000 \text{ пФ} = 10^{-9} \text{ Ф}$; $q - ?$

$$C = C_1 + C_2; q = CU = (C_1 + C_2)U = 2000 \text{ В} \cdot (2 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} + 10^{-9} \text{ Ф}) = 6 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}.$$

937.

$$C_1 = 1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}; C_2 = 3 \text{ мкФ} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}; U = 220 \text{ В}; U_1 - ? U_2 - ?$$

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}; q = CU;$$

$$U_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \cdot \frac{U}{C_1} = \frac{C_2 U}{C_1 + C_2} = \frac{3 \text{ мкФ} \cdot 220 \text{ В}}{3 \text{ мкФ} + 1 \text{ мкФ}} = 165 \text{ В};$$

$$U_2 = U - U_1 = 220 \text{ В} - 165 \text{ В} = 55 \text{ В}.$$

938. $C_1 = 1 \text{ мкФ}; C_2 = 2 \text{ мкФ}; U = 900 \text{ В}; U_{\text{пр}} = 550 \text{ В};$

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}; q = CU = U \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2};$$

Т.к. $U_1 > U_{\text{пр}}$, то работа в данных условиях невозможна из-за пробоя конденсатора.

939. $U = 32 \text{ В}; C_1 = 0,1 \text{ мкФ}; C_2 = 0,25 \text{ мкФ}; C_3 = 0,5 \text{ мкФ}; U_1 - ? U_2 - ?$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}; C = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{0,1} + \frac{1}{0,25} + \frac{1}{0,5} \right)^{-1} = 0,0625 \text{ мкФ};$$

$$U_1 = \frac{UC}{C_1} = 32 \text{ В} \cdot \frac{0,0625 \text{ мкФ}}{0,1 \text{ мкФ}} = 20 \text{ В};$$

$$U_2 = \frac{UC}{C_2} = 32 \text{ В} \cdot \frac{0,0625 \text{ мкФ}}{0,25 \text{ мкФ}} = 8 \text{ В};$$

$$U_3 = \frac{UC}{C_3} = 32 \text{ В} \cdot \frac{0,0625 \text{ мкФ}}{0,5 \text{ мкФ}} = 4 \text{ В}.$$

940. $C_1 = 1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}; C_2 = 2 \text{ мкФ} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}; U_1 = 20 \text{ В}; U_2 = 50 \text{ В}; U - ?$

$$C = C_1 + C_2; C_1 U_1 + C_2 U_2 = CU = (C_1 + C_2)U;$$

$$U = \frac{C_1 U_1 + C_2 U_2}{C_1 + C_2} = \frac{10^{-6} \text{ Ф} \cdot 20 \text{ В} + 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot 50 \text{ В}}{10^{-6} \text{ Ф} + 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}} = 40 \text{ В}$$

941. $C_1 = 20 \text{ мкФ} = 10^{-5} \text{ Ф}; U_1 = 100 \text{ В}; U_2 = 40 \text{ В}; U = 80 \text{ В}; C_2 - ?$

$$C = C_1 + C_2; C_1 U_1 + C_2 U_2 = CU = (C_1 + C_2)U;$$

$$C_2 = C_1 \frac{U_1 - U_2}{U - U_1} = 20 \text{ мкФ} \cdot \frac{100 \text{ В} - 80 \text{ В}}{80 \text{ В} - 40 \text{ В}} = 10 \text{ мкФ}$$

942. $C_1 = 3 \text{ мкФ} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}; C' = 0,75 \text{ мкФ} = 0,75 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}; U_1 = 20 \text{ В};$

$$C'' = 7 \text{ мкФ} = 7 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}; C_2 - ? C_3 - ? U_2 - ? U_3 - ?$$

$$\begin{cases} \frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}, \\ C'' = C_1 + C_2 + C_3. \end{cases}$$

Подставим численные значения:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{0,75} = \frac{1}{3} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{3} + \frac{C_3 + C_2}{C_3 C_2}, \\ 7 = 3 + C_3 + C_2; \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} 1 = \frac{4}{C_3 C_2}, \\ 4 = C_3 + C_2; \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} C_3 C_2 = 4, \\ C_3 + C_2 = 4; \end{array} \right.$$

$$C_3 = 2 \text{ мкФ}; C_2 = 2 \text{ мкФ};$$

$$C_1 U_1 = C_2 U_2; U_3 = \frac{C_1}{C_3} U_1 = \frac{3 \text{ мкФ}}{2 \text{ мкФ}} \cdot 20 \text{ В} = 30 \text{ В}$$

$$U_2 = \frac{C_1}{C_2} U_1 = \frac{3 \text{ мкФ}}{2 \text{ мкФ}} \cdot 20 \text{ В} = 30 \text{ В}$$

944.

$$C = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2 + C_3} \right)^{-1} = \frac{C_1(C_2 + C_3)}{C_1 + C_2 + C_3};$$

$$q_3 = \varepsilon C = \frac{\varepsilon C_1(C_2 + C_3)}{C_1 + C_2 + C_3};$$

$$q_2 = \left(\varepsilon - \frac{q_3}{C_1} \right) C_2 = \frac{\varepsilon C_1 C_2}{C_1 + C_2 + C_3};$$

$$q_3 = \left(\varepsilon - \frac{q_3}{C_1} \right) C_3 = \frac{\varepsilon C_1 C_2}{C_1 + C_2 + C_3}.$$

$$945. C_1 = 2 \text{ мкФ} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}; C_2 = 5 \text{ мкФ} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}; C_x = ? C_y = ?$$

$$U = \frac{q}{C_2}; U = \frac{q}{\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_x} + \frac{1}{C_y} \right)^{-1}};$$

$$U = \frac{q}{C_2}; U = \frac{q}{\left(\frac{1}{C_y} + \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)^{-1}}; C_x = C_2 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Ф};$$

$$C_2 = \left(\frac{1}{C_y} + \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)^{-1} = \frac{C_1 C_2 C_y}{C_1 C_2 + C_1 C_y + C_2 C_y};$$

$$C_1 C_2 + C_1 C_y + C_2 C_y = C_1 C_y; C_y = C_2 = 2 \text{ мкФ}.$$

$$q_1 = C_1(-\varepsilon_1 + U_{AB}); q_2 = C_2(\varepsilon_2 - U_{AB}); q_1 = q_2;$$

$$946. -C_1 \varepsilon_1 + C_1 U_{AB} = C_2 \varepsilon_2 - C_2 U_{AB};$$

$$U_{AB} = \frac{C_2 \varepsilon_2 + C_1 \varepsilon_1}{C_2 + C_1}.$$

947. $U = 600 \text{ В}$; $v = 6 \text{ см/с} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$; $S_0 = 100 \text{ см}^2 = 10^{-2} \text{ м}^2$;
 $d = 0,1 \text{ см} = 10^{-3} \text{ м}$; $I = ?$

$$S = S_0 - vt\sqrt{S_0}; C = \frac{\varepsilon_0 S}{d} = \frac{\varepsilon_0 S_0}{d} - \frac{\varepsilon_0 vt\sqrt{S_0}}{d};$$

$$q = CU = U\left(\frac{\varepsilon_0 S_0}{d} - \frac{\varepsilon_0 vt\sqrt{S_0}}{d}\right) = \frac{U \varepsilon_0 \sqrt{S_0}}{d}(\sqrt{S_0} - vt);$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q(t) - q(0)}{t - 0} = -\frac{U \varepsilon_0 \sqrt{S_0} v}{d} =$$

$$= \frac{600 \text{ В} \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} \cdot \sqrt{10^{-2} \text{ м}^2} \cdot 6 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}}{10^{-3} \text{ м}} \approx 3,19 \cdot 10^{-8} \text{ А}.$$

948. $q = 10^{-3} \text{ Кл}$; $C = 2 \text{ мкФ} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$; $W = ?$ $U = ?$

$$U = \frac{q}{C} = \frac{10^{-3} \text{ Кл}}{2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}} = 500 \text{ В}$$

$$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{10^{-6} \text{ Кл}^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}} = 0,25 \text{ Дж}.$$

949. $C = 10 \text{ мкФ} = 10^{-5} \text{ Ф}$; $U = 1000 \text{ В}$; $W = ?$

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{10^{-5} \text{ Ф} \cdot 1000^2 \text{ В}^2}{2} = 5 \text{ Дж}.$$

950. $C_1 = 2 \text{ мкФ} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$; $C_2 = 0,5 \text{ мкФ} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ Ф}$; $U_1 = 100 \text{ В}$;

$U_2 = 50 \text{ В}$; $W = ?$

$$q_1 = C_1 U_1; q_2 = C_2 U_2;$$

$$W = \frac{C_1 U_1^2}{2} + \frac{C_2 U_2^2}{2} - \frac{(C_1 U_1 + C_2 U_2)^2}{2C} = \frac{C_1 U_1^2}{2} + \frac{C_2 U_2^2}{2} - \frac{(C_1 U_1 + C_2 U_2)^2}{2(C_1 + C_2)} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot 100^2 \text{ В}^2}{2} + \frac{5 \cdot 10^{-7} \text{ Ф} \cdot 50^2 \text{ В}^2}{2} - \frac{(2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot 100 \text{ В} + 5 \cdot 10^{-7} \text{ Ф} \cdot 50 \text{ В})^2}{2 \cdot (2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} + 5 \cdot 10^{-7} \text{ Ф})} \approx$$

$$\approx 5 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}.$$

951. $C_0 = 4 \text{ мкФ} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$; $Q = 10 \text{ Дж}$; $N = 20$; $U = ?$

$$C = \sum_{n=1}^N C_0 = N C_0; Q = \frac{CU^2}{2} = \frac{N C_0}{2} U^2;$$

$$U = \sqrt{\frac{2Q}{N C_0}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \text{ Дж}}{4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot 20}} \approx 500 \text{ В}$$

952. $U = 2000 \text{ В}$; $R = 100 \text{ Ом}$; $C_1 = 2 \text{ мкФ} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$; $\Delta t = 10 \text{ с}$;

$C_2 = 10 \text{ мкФ} = 10^{-5} \text{ Ф}$; $Q = ?$

$$C(t) = C_1 + \frac{C_2 - C_1}{\Delta t} t; q(t) = C(t)U; I = \frac{dq}{dt} = \frac{C_2 - C_1}{\Delta t} U;$$

$$Q = RI^2 \Delta t = U^2 \frac{(C_2 - C_1)^2}{\Delta t^2} R \Delta t = U^2 (C_2 - C_1)^2 \frac{R}{\Delta t} =$$

$$= 2000^2 \cdot (10^{-5} \Phi - 2 \cdot 10^{-6} \Phi)^2 \cdot \frac{100 \text{ Ом}}{10 \text{ с}} = 0,00256 \text{ Дж.}$$

953. $d = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$; $S = 500 \text{ см}^2 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$; $U = 2000 \text{ В}$;
 $d_1 = 1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м}$; $\Delta W = ?$

$$W_0 = \frac{C_1 U^2}{2} = \frac{\epsilon_0 S U^2}{2d};$$

$$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{\frac{\epsilon_0 S}{d'}} + \frac{1}{\frac{\epsilon_0 S}{d - d' - d_1}} = \frac{d'}{\epsilon_0 S} + \frac{d}{\epsilon_0 S} - \frac{d'}{\epsilon_0 S} - \frac{d_1}{\epsilon_0 S} = \frac{d - d_1}{\epsilon_0 S};$$

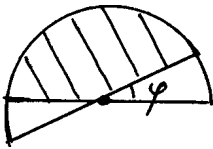
$$C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d - d_1}; W_1 = \frac{C_2 U^2}{2} = \frac{\epsilon_0 S U^2}{2(d - d_1)};$$

$$\Delta W = W_1 - W_0 = \frac{\epsilon_0 S U^2}{2(d - d_1)} \left(\frac{1}{d - d_1} - \frac{1}{d_1} \right) = \frac{\epsilon_0 S U^2}{2} \left(\frac{d - d + d_1}{d(d - d_1)} \right) =$$

$$= \frac{\epsilon_0 S U^2}{2} \frac{d_1}{d(d - d_1)} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 \cdot 2000^2 \text{ В}^2}{2} \cdot$$

$$\cdot \frac{0,01 \text{ м}}{0,05 \text{ м} \cdot (0,05 \text{ м} - 0,01 \text{ м})} \approx 4,4 \cdot 10^{-6} \text{ Дж.}$$

954.



$$S_1 = \frac{\pi}{2} R^2; S_2 = \frac{1}{2} (\pi - \varphi) R^2;$$

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S_1}{d} = \frac{\pi \epsilon_0 R^2}{2d}; C_2 = \frac{\epsilon_0 S_2}{d} = \frac{(\pi - \varphi) \epsilon_0 R^2}{2d};$$

1) Конденсатор не отключен от источника.

$$W_1 = \frac{C_1 U^2}{2}; W_2 = \frac{C_2 U^2}{2}; W_1 = \frac{\pi \epsilon_0 R^2 U^2}{4d};$$

$$W_2 = \frac{(\pi - \varphi) \epsilon_0 R^2 U^2}{4d}; A = W_1 - W_2 = \frac{\varphi \epsilon_0 R^2 U^2}{4d}.$$

2) Конденсатор отключен от источника тока.

$$q = C_1 U = \frac{\pi \varepsilon_0 R^2 U}{2d}; W_1 = \frac{\pi \varepsilon_0 R^2 U^2}{4d};$$

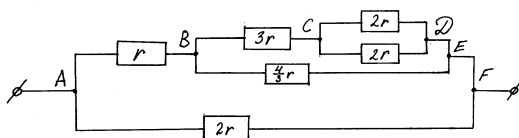
$$W_2 = \frac{q^2}{2C_2} = \left(\frac{\pi \varepsilon_0 R^2 U}{2d} \right)^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2d}{(\pi - \varphi) \varepsilon_0 R^2} = \frac{\varepsilon_0 \pi^2 R^2 U^2}{4d(\pi - \varphi)};$$

$$A = W_1 - W_2 = \frac{\pi \varepsilon_0 R^2 U^2}{4d} \left(\frac{\pi}{\pi - \varphi} - 1 \right) = \frac{\pi \varepsilon_0 R^2 U^2}{4d(\pi - \varphi)} \varphi$$

Закон Ома для участка цепи. Сопротивление.

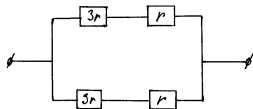
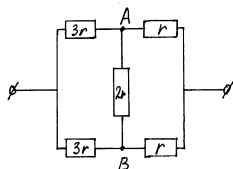
955.

Эквивалентная схема рисунку 138



$$R = 1 + \left(\frac{1}{1+8+1} + \frac{1}{10} \right)^{-1} + 1 = 7 \text{ Ом}$$

Эквивалентные схемы рисунку 139



$$R_{CD} = \left(\frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} \right)^{-1} = r; R_{BCD} = 3r + R_{CD} = 3r + r = 4r;$$

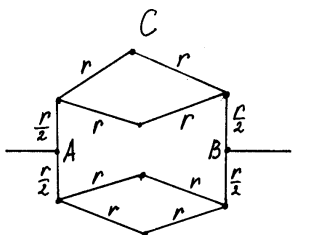
$$R_{BE} = \left(\frac{1}{R_{BCD}} + \frac{1}{\frac{4}{3}r} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{4r} + \frac{3}{4r} \right)^{-1} = r;$$

$$R_{AE} = R_{AB} + R_{BE} = r + r = 2r; R_{AF} = \left(\frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} \right)^{-1} = r.$$

Из симметрии схемы следует, что потенциалы в точках А и В равны. Значит, на участке АВ напряжение равно нулю, и ток через сопротивление $2r$ не течет. Значит, последняя схема эквивалентна следующей:

$$R = \left(\frac{1}{3r+r} + \frac{1}{3r+r} \right)^{-1} = 2r.$$

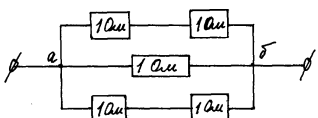
956. Точку А можно представить в виде двух точек равного потенциала A_1 и A_2 в силу симметрии схемы.



$$R_{AB} = \frac{R_{ACB}}{2}; R_{ACB} = \frac{r}{2} + \left(\frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} \right)^{-1} + \frac{r}{2} = 2r;$$

$$R_{AB} = \frac{2r}{2} = r.$$

957.



В силу симметрии схемы, потенциалы в точках А и В равны. Значит, ток по участку АВ не течет. Следовательно, эквивалентная схема имеет вид:

$$R_{ab} = \left(\frac{1}{1+1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1+1} \right)^{-1} = 0,5 \text{ (Ом)}.$$

959. 1) Характер изменения сопротивления имеет симметричный вид от центра к краям. У краев сопротивление $R_k = 0$, сопротивление в центре $R_{ц} =$

$$\frac{\frac{R}{2} \cdot \frac{R}{2}}{\frac{R}{2} + \frac{R}{2}} = \frac{R}{4}.$$

2) Сопротивление меняется постепенно от левого конца к правому, так что

сопротивление у левого конца $R_{л} = \frac{R \cdot R}{R + R} = \frac{R}{2}$, а сопротивление у

правого конца $R_{п} = 0$.

960. Для регулирования напряжения на лампе $U_{л}$ изменяется от 0 до U_0 .

961. 1) При ввинчивании и вывинчивании ламп сопротивление меняется, т.к. они включены параллельно.

2) Вместо этого нужно замкнуть ключи для регулировки сопротивления.

Преимущества: всегда видно, какое сопротивление (по количеству горящих ламп).

Недостатки: от включения и выключения лампы могут перегореть; сопротивление меняется дискретно.

962. R – сопротивление одной жилы.

$$R = \frac{\rho l}{S}; S = \frac{\pi d^2}{4};$$

$$R = \frac{4\rho l}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,017 \text{ Ом} \cdot \text{м} / \text{мм}^2 \cdot 30 \text{ м}}{3,14 \cdot 1,3^2} = 0,38 \text{ Ом}.$$

Т.к. удлинитель имеет две жилы, то его сопротивление $R' = R + R = 0,38 + 0,38 = 0,76 \text{ (Ом)}$.

$$\Delta U = R' \cdot I = 0,76 \cdot 10 = 7,6 \text{ (В)}.$$

963. Заменяем сопротивления лампы $R_{л}$ и вольтметра $R_{в}$ эквивалентным сопротивлением $R = \frac{R_{л} R_{в}}{R_{л} + R_{в}}$.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U(R_{л} + R_{в})}{R_{л} R_{в}};$$

$$I R_{л} R_{в} = U R_{л} + U R_{в}; R_{л} (I R_{в} - U) = U R_{в};$$

$$R_{л} = \frac{U R_{в}}{I R_{в} - U} = \frac{50 \cdot 40000}{0,5 \cdot 40000 - 50} \approx 1000 \text{ Ом}.$$

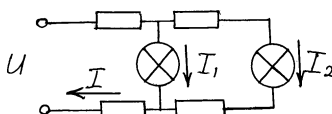
$$R_{\text{л}} = \frac{\Delta U_{\text{л}}}{I} = \frac{40 \text{ В}}{12 \text{ А}} = 3,33 \text{ Ом};$$

$$964. \quad R = R_{\text{л}} + R_{\text{л}} + R' = 2 R_{\text{л}} + R';$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{110 \text{ В}}{12 \text{ А}} = 9,17 \text{ Ом};$$

$$R' = R - 2 R_{\text{л}} = 9,17 - 2 \cdot 3,33 = 2,5 \text{ Ом}.$$

965.



$$\Delta U_{\text{л}} = I_{\text{л}} R_{\text{л}}; \Delta U_{\text{л1}} = U - IR - IR = U - 2IR;$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{общ}}} ; R_{\text{общ}} = R + \frac{(R + R_{\text{л}} + R) R_{\text{л}}}{(R + R_{\text{л}} + R) + R_{\text{л}}} + R = 2R + \frac{(2R + R_{\text{л}}) R_{\text{л}}}{2(R + R_{\text{л}})} =$$

$$= 2 \cdot 1,5 + \frac{(2 \cdot 1,5 + 36)36}{2(1,5 + 36)} = 21,72 \text{ Ом}.$$

$$I = \frac{12 \text{ В}}{21,72 \text{ Ом}} \approx 0,55 \text{ А};$$

$$\Delta U_{\text{л1}} = 12 - 2 \cdot 0,55 \cdot 1,5 = 10,4 \text{ В};$$

$$I_1 = \frac{\Delta U_{\text{л1}}}{R_{\text{л}}} = \frac{10,4}{36} = 0,29 \text{ А};$$

$$I_2 = I - I_1 = 0,55 - 0,29 = 0,26 \text{ А};$$

$$\Delta U_{\text{л2}} = I_2 R_{\text{л}} = 0,26 \cdot 36 = 9,4 \text{ В}.$$

966.

$$R_2 = n R_1; I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{U}{R_1(n+1)};$$

$$I_2 = \frac{U}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} = \frac{U}{R_1} \frac{n+1}{n}; \frac{I_2}{I_1} = \frac{(n+1)^2}{n}.$$

967.

n	1		2		3	
выключают	1	гаснет	1	в $\frac{3}{4}$ раза	1	в $\frac{3}{4}$ раза
	2	гаснет	2	гаснет	2	в $\frac{3}{2}$ раза
	3	гаснет	3	в $\frac{3}{2}$ раза	3	гаснет
закорачивают	1	гаснет	1	в $\frac{2}{3}$ раза	1	в $\frac{2}{3}$ раза
	2	в 3 раза	2	гаснет	2	гаснет
	3	в 3 раза	3	гаснет	3	гаснет

968. R – сопротивление I и II, $4R$ – сопротивление III.

$$R_{\text{общ}} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = R + \frac{R \cdot 4R}{4R + R} = 1,8R;$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{90}{1,8R} = 0,5; R = 100 \text{ Ом};$$

$$4R = 400 \text{ Ом}; R_1 = 100 \text{ Ом}; R_{II} = 100 \text{ Ом}; R_{III} = 400 \text{ Ом};$$

$$U_1 = R_1 I_1 = 0,5 \cdot 100 = 50 \text{ В};$$

$$U_{II} = U_{III} = 90 - 50 = 40 \text{ В};$$

$$I_{II} = \frac{U_{II}}{R_{II}} = \frac{40}{100} = 0,4 \text{ А}; I_{III} = \frac{U_{III}}{R_{III}} = \frac{40}{400} = 0,1 \text{ А}.$$

969.

$$I_1 = I_2 = \frac{U}{R_{\text{общ}}}; R_{\text{общ}} = R + R + \frac{(R + R + R)R}{(R + R + R) + R} = 2,75R = 2,75 \cdot 2 = 5,5 \text{ Ом};$$

$$I_1 = I_2 = \frac{55 \text{ В}}{5,5 \text{ Ом}} = 10 \text{ А};$$

$$U_1 = U_2 = I_1 \cdot R = 10 \cdot 2 = 20 \text{ В};$$

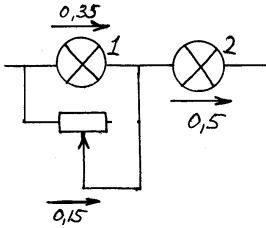
$$U_3 = U - U_1 - U_2 = 55 - 20 - 20 = 15 \text{ В};$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R} = \frac{15 \text{ В}}{2} = 7,5 \text{ Ом};$$

$$I_4 = I_5 = I_6 = I_1 - I_3 = 10 - 7,5 = 2,5 \text{ А};$$

$$U_4 = U_5 = U_6 = I_4 \cdot R = 2,5 \cdot 2 = 5 \text{ В}.$$

970.



$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{3,5}{0,35} = 10 \text{ Ом}; R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{2,5}{0,5} = 5 \text{ Ом};$$

$$U_1 + U_2 = 3,5 + 2,5 = 6 \text{ В.}$$

Отсюда следует, что лампы нужно включить последовательно, но первую лампу нужно догрузить реостатом на 0,15 А.

$$R_1 I_1 = R_p I_p; R_p = \frac{R_1 I_1}{I_p} = \frac{10 \text{ Ом} \cdot 0,35 \text{ А}}{0,15 \text{ А}} \approx 23 \text{ Ом};$$

$23 < 30$, следовательно, цепь рассчитана верно.

971.

$$U_{\text{ВР}} = U_1 - U_4 = I_1 R_1 - I_4 R_4 = 0;$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2}; I_4 = \frac{U}{R_3 + R_4};$$

$$\frac{U R_1}{R_1 + R_2} - \frac{U R_4}{R_3 + R_4} = 0;$$

$$U \frac{(R_1 R_3 + R_1 R_4 - R_1 R_4 - R_2 R_4)}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} = 0;$$

$$R_1 R_3 - R_2 R_4 = 0.$$

973. Аналогично № 972, $R_1 R_3 = R_x R_2 = 0$; $R_x = \frac{R_1 R_3}{R_2}$.

$$U = IR; I = \frac{\varepsilon}{R + r}; U = \frac{\varepsilon R}{R + r} = \frac{1,5 \cdot 1}{1 + 0,5} = 1 \text{ В.}$$

975. $U_0 = 1,5 \text{ В}; r = 0,5 \text{ Ом}; R = 1 \text{ Ом}; U = ?$

$$I = \frac{U_0}{R + r}; U = IR = \frac{U_0 R}{R + r} = \frac{1,5 \cdot 1}{1 + 0,5} = 1 \text{ В.}$$

976. $U = \frac{\varepsilon R}{R + r}; r = \frac{\varepsilon R}{U} - R = \left(\frac{\varepsilon}{U} - 1 \right) R = \left(\frac{1,55}{0,95} - 1 \right) \cdot 3 = 1,9 \text{ Ом.}$

977.

$$R + r = \frac{\varepsilon}{I} = \frac{30 \text{ В}}{3 \text{ А}} = 10 \text{ Ом};$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{18 \text{ В}}{3 \text{ А}} = 6 \text{ Ом}; r = (R + r) - R = 10 - 6 = 4 \text{ Ом}.$$

978. Параметры цепи аналогичны параметрам в задаче № 977, поэтому $r = 4 \text{ Ом}$.

979.

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r}; I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r};$$

$$I_1 R_1 + I_1 r = \varepsilon; I_2 R_2 + I_2 r = \varepsilon;$$

$$I_1 R_1 + I_1 r = I_2 R_2 + I_2 r;$$

$$r = \frac{I_1 R_1 - I_2 R_2}{I_2 - I_1} = \frac{5 \cdot 5 - 8 \cdot 2}{8 - 5} = 3 \text{ Ом};$$

$$\varepsilon = I_1 R_1 + I_1 r = I_1 (R_1 + r) = 5(5 + 3) = 40 \text{ В}.$$

980.

$$U_1 = \frac{\varepsilon R_1}{R_1 + r}; U_2 = \frac{\varepsilon R_2}{R_2 + r};$$

$$\frac{U_1 R_1 + U_1 r}{R_1} = \varepsilon; \frac{U_2 R_2 + U_2 r}{R_2} = \varepsilon;$$

$$U_1 + \frac{U_1}{R_1} r = U_2 + \frac{U_2}{R_2} r;$$

$$r = \frac{\frac{U_2}{R_2} - \frac{U_1}{R_1}}{\frac{U_2}{R_2} - \frac{U_1}{R_1}} = \frac{\frac{29}{14} - \frac{28}{29}}{\frac{29}{14} - \frac{28}{29}} = 1 \text{ Ом}.$$

981.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{л}} + R_{\text{н}} + r}; I = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{л}}} = \frac{1 \text{ В}}{10 \text{ Ом}} = 0,1 \text{ А};$$

$$R_{\text{н}} = \frac{\varepsilon}{I} - R_{\text{л}} - r = \frac{1,25}{0,1} - 10 - 0,4 = 2,1 \text{ Ом};$$

$$U_{\text{н}} = R_{\text{н}} I = 2,1 \cdot 0,1 = 0,21 \text{ В}.$$

982.

$$I_{\text{к}} = \frac{\varepsilon}{r}; r = \frac{\varepsilon}{I_{\text{к}}} = \frac{1,5}{30} = 0,05 \text{ Ом};$$

$$U = IR = \frac{\varepsilon R}{R + r} = \frac{1,5 \cdot 1}{1 + 0,05} = 1,43 \text{ В}.$$

983.

$$r = \frac{\varepsilon}{I_k} = \frac{6 \text{ В}}{300 \text{ А}} = 0,02 \text{ Ом};$$

$$U = IR = 100 \cdot 0,04 = 4 \text{ В}.$$

984.

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{40 \cdot 10}{40 + 10} = 8 \text{ Ом};$$

$$r = \frac{\varepsilon}{I} - R = \frac{10 \text{ В}}{1 \text{ А}} - 8 \text{ Ом} = 2 \text{ Ом};$$

$$I_k = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{10 \text{ В}}{2 \text{ Ом}} = 5 \text{ А}.$$

985. $R_{\text{л}}$ – сопротивление лампы, $R_{\text{лин}}$ – сопротивление линии.

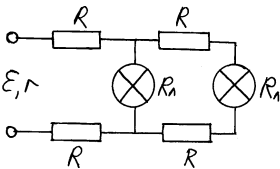
$$R_{\text{общ}} = \frac{R_{\text{л}}}{N} = \frac{1200}{100} = 12 \text{ Ом};$$

$$I = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{общ}}} = \frac{220}{12} = 18,3 \text{ А};$$

$$\varepsilon = I(R_{\text{общ}} + R_{\text{лин}} + r) = 18,3(12 + 4 + 0,8) = 307 \text{ В};$$

$$U = I(R_{\text{общ}} + R_{\text{лин}}) = 18,3(12 + 4) = 293 \text{ Ом}.$$

986.



$$2R = 20 \text{ Ом}; R = \frac{20}{2} = 10 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{общ}} = R + \frac{(R + R_{\text{л}} + R) R_{\text{л}}}{R + R_{\text{л}} + R + R_{\text{л}}} + R =$$

$$= 10 + \frac{(10 + 200 + 10)200}{10 + 200 + 10 + 200} + 10 = 124,7 \text{ Ом}.$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ}} + r} = \frac{120}{124,7 + 10} = 0,87 \text{ А}.$$

987.

$$R_{\text{общ}} = R + \frac{3R(R + \frac{2R(R + \frac{RR}{R + R})}{2R + (R + \frac{RR}{R + R})})}{3R + (R + \frac{2R(R + \frac{RR}{R + R})}{2R + (R + \frac{RR}{R + R})})};$$

$$R \left(1 + \frac{3(1 + \frac{2(1+0,5)}{2+(1+0,5)})}{3 + (1 + \frac{2(1+0,5)}{2+(1+0,5)})} \right) = R(1 + \frac{3(1+0,86)}{3+(1+0,86)}) = 73 \text{ Ом};$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ}} + r} = \frac{7,3}{73} = 0,1 \text{ А, т.к. } r \approx 0.$$

988. Сопротивления R_2 и R_3 включены параллельно, сопротивления $(R_2 + R_3)$ и R_1 включены последовательно, сопротивления $(R_2 + R_3 + R_1)$ и R_4 включены параллельно.

$$R = \frac{\left(\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_1 \right) R_4}{\left(\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_1 \right) + R_4} = \frac{19}{4} \text{ Ом}; I = \frac{\varepsilon}{R} = 1,8 \text{ А.}$$

$$U = \frac{\varepsilon R}{R + r}; q = UC = \frac{\varepsilon RC}{R + r} = \frac{15 \cdot 10}{5 + 10} \cdot 10^{-6} = 10^{-5} \text{ Кл.}$$

$$\mathbf{993.} \quad U_C = U_{R_2}, \text{ т.к. } R_C \gg R_3; \quad U_{R_2} = \frac{\varepsilon R_2}{R_1 + R_2}.$$

994.

$$U_C = U_{R_3} = \frac{\varepsilon R_3}{R_{\text{общ}}} = \frac{\varepsilon R_3}{R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + r};$$

$$q = UC; U = \frac{q}{C};$$

$$\varepsilon = \frac{q(R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + r)}{C R_3} = \frac{4,2 \cdot 10^{-6} (40 + \frac{28 \cdot 28}{28 + 28} + 3)}{5 \cdot 10^{-6} \cdot 40} = 1,197 \text{ В.}$$

995.

$$U_C = U_r; q = UC; U = \frac{q}{C};$$

$$U_C = \frac{\varepsilon \frac{r+r}{r+r}}{R_{\text{общ}}} = \frac{\varepsilon r}{2 R_{\text{общ}}} = \frac{\varepsilon r}{2(R + \frac{r}{2})} = \frac{q}{C};$$

$$\varepsilon = \frac{q \cdot 2(R + \frac{r}{2})}{Cr} = \frac{110 \cdot 10^{-6} \cdot 2(50 + \frac{25}{2})}{5 \cdot 10^{-6} \cdot 25} = 110 \text{ В.}$$

996. $R = \frac{U}{I}$.

Левая предпочтительнее, если вольтметр лучшего качества, чем амперметр, т.е. сопротивление вольтметра $R_B \rightarrow \infty$, сопротивление амперметра $R_A = a$, где a – достаточно большое число.

правая предпочтительнее, если амперметр лучше вольтметра, т.е. $R_A \rightarrow \infty$, $R_B = b$, где b – невелико.

997.

$$I_A = I_B + I_{R_1}; \frac{R_B R_1}{R_B + R_1} = \frac{U}{I};$$

$$R_B R_1 = \frac{U}{I} R_B + \frac{U}{I} R_1; R_1 = \frac{\frac{U}{I} R_B}{R_B - \frac{U}{I}} = \frac{U R_B}{I R_B - U};$$

$$R_1 = \frac{100 \cdot 2500}{5 \cdot 2500 - 100} = 20,16 \text{ Ом};$$

$$R_1' = \frac{U}{I} = \frac{100}{5} = 20 \text{ Ом};$$

$$\Delta R = |R - R'| = |20,16 - 20| = 0,16 \text{ Ом};$$

$$\varepsilon = \frac{0,16}{20,16} = 0,008 = 0,8\%.$$

998.

$$U = \frac{\varepsilon R_B}{r + R_B}; U r + U R_B = \varepsilon R_B;$$

$$R_B = \frac{U r}{\varepsilon - U} = \frac{118 \cdot 50}{120 - 118} = 2950 \text{ Ом}.$$

999.

$$U = I(R + R_B); U_B = I R_B; I = \frac{U_B}{R_B};$$

$$U = \frac{U_B}{R_B} (R + R_B) = \frac{100}{50 \cdot 10^3} (120 \cdot 10^3 + 50 \cdot 10^3) = 340 \text{ В}.$$

1000. $R = \frac{U}{I} = \frac{15 \text{ В}}{7,5 \cdot 10^{-3} \text{ А}} = 2000 \text{ Ом}.$

1001.

$$U_1 = \frac{\varepsilon R_B}{R_1 + R_B}; U_2 = \frac{\varepsilon R_B}{R_2 + R_B};$$

$$U_1 R_1 + U_1 R_B = \varepsilon R_B; U_2 R_2 + U_2 R_B = \varepsilon R_B;$$

$$R_2 = \frac{U_1 \varepsilon - U_2}{U_2 \varepsilon - U_1} R_1 = \frac{70 \cdot 220 - 20}{20 \cdot 220 - 70} \cdot 10^4 = 4,67 \cdot 10^4 \text{ Ом.}$$

$$\mathbf{1002.} \quad R_2 = \frac{U_2}{I}; I = \frac{U_1}{R_1}; R_2 = \frac{U_2 R_1}{U_1} = \frac{80 \cdot 5000}{20} = 20000 \text{ Ом.}$$

1003.

$$U_1 = \frac{\varepsilon R_B}{R_B + R + r}; U_2 = \frac{\varepsilon \frac{R R_B}{R_B + R}}{r + \frac{R_B R}{R_B + R}};$$

$$U_1 = U_2; R_B r + \frac{R_B^2 R}{R_B + R} = \frac{R_B^2 R}{R_B + R} + \frac{R^2 R_B}{R_B + R} + r \frac{R_B R}{R_B + R};$$

$$r = \frac{\frac{R^2 R_B}{R_B + R}}{R_B - \frac{R_B R}{R_B + R}} = \frac{R^2}{R_B} = \frac{10^2}{1000} = 0,1 \text{ Ом.}$$

1004.

$$\left\{ \begin{array}{l} I = \frac{\varepsilon}{R_1 + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1} + r}; \\ U = I_1 R_2; \\ U = I_2 R; \\ I = I_1 + I_2; \end{array} \right.$$

$$\frac{\varepsilon}{R_1 + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1} + r} = \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R};$$

$$R = \left(\frac{\frac{\varepsilon}{U} - 1}{R_1 + r} - \frac{1}{R_2} \right)^{-1} = \left(\frac{\frac{200}{160} - 1}{100 + 0,5} - \frac{1}{500} \right)^{-1} = 2000 \text{ Ом.}$$

1005.

$$I_A = \frac{\varepsilon}{r + R_A}; U_B = \frac{\varepsilon R_B}{r + R_B}; I_k = \frac{\varepsilon}{r};$$

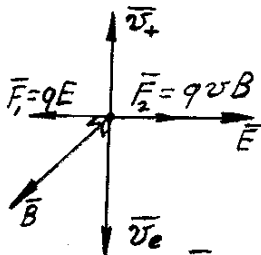
$$r = \frac{\varepsilon}{I_A} - R_A; \varepsilon = \frac{U_B(r + R_B)}{R_B};$$

$$r = \frac{U_B(r + R_B)}{I_A R_B} - R_A;$$

$$r = \frac{\frac{U_B}{I_A} - R_A}{1 - \frac{U_B}{I_A R_B}} = \frac{\frac{12}{5} - 2}{1 - \frac{12}{5 \cdot 150}} = 0,4065 \text{ Ом};$$

$$I_k = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{I_A(R_A + r)}{r} = \frac{5(2 + 0,4065)}{0,4065} = 29,6 \text{ А}.$$

1006.



Направление \vec{F}_2
по правилу ле-
вой руки.

$$\frac{R_1}{R_2} - ?$$

Если $U_1 = 2 U_2$, то $R_{(B1, R1)} = 2 R_{(B2, R2)}$.

$$I_n = N \cdot C = 100 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 10^{-4} \text{ A};$$

$$1009. U_n = I_n R = 10^{-4} \cdot 50 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ В};$$

а) Для $U = 1 \text{ В}$:

$$R_{\text{ш}} = R_n \left(\frac{U}{U_n} - 1 \right) = 50 \left(\frac{1}{5 \cdot 10^{-3}} - 1 \right) = 9950 \text{ Ом}.$$

$$\text{б) } R_{\text{ш}} = \frac{R_A}{\frac{I}{I_A} - 1} = \frac{50}{\frac{10^{-3}}{10^{-4}} - 1} \approx 4,5.$$

$$1010. C = \frac{I}{N} = \frac{U}{RN} = \frac{3}{300 \cdot 100} = 10^{-4} \frac{\text{А}}{\text{де л}} = 0,1 \frac{\text{мА}}{\text{де л}}.$$

$$1011. I_n = NC = 10^{-5} \cdot 100 = 10^{-3} \text{ А};$$

$$U_n = I_n R_n = 10^{-3} \cdot 50 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ В}.$$

$$\text{а) Для } I = 800 \text{ мА} = 0,8 \text{ А: } R_{\text{ш}} = \frac{R_n}{\frac{I}{I_A} - 1} = \frac{50}{\frac{0,8}{10^{-3}} - 1} = 0,0625 \text{ Ом}.$$

$$\text{б) Для } U = 200 \text{ В: } R_{\text{ш}} = R_n \left(\frac{U}{U_n} - 1 \right) = 50 \left(\frac{200}{5 \cdot 10^{-2}} - 1 \right) = 200000 \text{ Ом}.$$

1012.

$$R_A = \frac{U_1}{I_1} = \frac{15 \text{ В}}{0,0075 \text{ А}} = 2000 \text{ Ом};$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_A} = \frac{5 \text{ В}}{2000 \text{ Ом}} = 0,0025 \text{ А}.$$

1013.

$$U_n = IR = 0,01 \cdot 5 = 0,05 \text{ В};$$

$$R_{\text{ш}} = R_n \left(\frac{U}{U_n} - 1 \right) = 5 \left(\frac{300}{0,05} - 1 \right) = 30000 \text{ Ом}.$$

$$1014. \text{ а) } 1,2: R_{\text{о б ш}} = \frac{(R_A + R_2) R_1}{R_A + R_2 + R_1};$$

$$\text{б) } 2,3: R_{\text{о б ш}} = \frac{(R_A + R_1) R_2}{R_A + R_2 + R_1};$$

$$\text{в) } 1,3: R_{\text{о б ш}} = \frac{(R_2 + R_1) R_A}{R_A + R_2 + R_1};$$

$$U = \text{const}; I = \frac{U}{R};$$

$$I_1 = C_1 N; I_2 = C_2 N; I_3 = C_3 N; C_3 = \frac{I_3}{N};$$

$$I_3 = \frac{U}{R_{\text{общ}3}} = \frac{U(R_1 + R_2 + R_A)}{(R_1 + R_2) \cdot R_A} \quad (1)$$

$$R_{\text{общ}1} = \frac{U}{I_1}; R_{\text{общ}2} = \frac{U}{I_2};$$

$$\begin{aligned} R_{\text{общ}1} - R_{\text{общ}2} &= \frac{(R_A + R_2)R_1 - (R_A + R_1)R_2}{R_A + R_1 + R_2} = \\ &= \frac{R_A(R_1 - R_2)}{R_A + R_1 + R_2} = \frac{U}{I_1} - \frac{U}{I_2} = U \frac{I_2 - I_1}{I_1 I_2}. \end{aligned}$$

Отсюда, подставляя U в уравнение (1) и сокращая, получим:

$$I_3 = \frac{I_1 I_2}{I_2 - I_1} \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2} = \frac{I_1 I_2}{I_2 - I_1} \frac{\frac{U}{I_1} - \frac{U}{I_2}}{\frac{U}{I_1} + \frac{U}{I_2}} = \frac{I_1 I_2}{I_2 - I_1} = \frac{C_1 N C_2 N}{C_1 N + C_2 N} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} N;$$

$$I_3 = \frac{0,01 \cdot 0,02}{0,01 + 0,02} \cdot 100 = \frac{2}{3} \cdot 0,01 \cdot 100 = 0,67 \text{ A.}$$

$$I = \frac{U_1}{R_1}; I = \frac{U_1 + U_2}{R_1 + R_2}; I' = \frac{U'}{R_1};$$

1015.

$$I = \frac{U_2}{R_2}; I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r}; I' = \frac{\varepsilon}{R_1 + r}.$$

Решение этих 6-ти уравнений дает:

$$\varepsilon = \frac{U'(R + r)}{R_1}; r = \frac{R_1}{2}; \varepsilon = \frac{U'(1 + \frac{1}{2})}{1} = \frac{3}{2} U' = \frac{3}{2} \cdot 8 \text{ В} = 12 \text{ В.}$$

$$\mathbf{1016. а) } \varepsilon = I_1(R_A + R_B + r); R_B = \frac{U_B}{I_1} = \frac{10}{0,1} = 100 \text{ Ом}; I_1 = I_A = 0,1 \text{ A.}$$

$$\text{б) } \varepsilon = I_2 \left(\frac{R_B R_A}{R_B + R_A} + r \right);$$

$$I_2 = I_{2A} + I_{2B}; I_{2A} = 1 \text{ A}; I_{2B} = \frac{U_{2B}}{R_B} = \frac{1 \text{ В}}{100 \text{ Ом}} = 0,01 \text{ A};$$

$$I_2 = 1 + 0,01 = 1,01 \text{ A}; R_A = \frac{U_{2B}}{I_{2A}} = \frac{1}{1} = 1 \text{ Ом};$$

$$\begin{cases} \varepsilon = 0,1(1 + 100 + r), \\ \varepsilon = 1,01\left(\frac{1 \cdot 100}{1 + 100} + r\right); \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varepsilon = 10,1 + 0,1r, \\ \varepsilon = 1 + 1,01r. \end{cases}$$

Вычитая в последней системе одно уравнение из другого, получим:

$$9,1 = 0,91r; r = \frac{9,1}{0,91} = 10 \text{ Ом}; \varepsilon = 10,1 + 0,1 \cdot 10 = 11,1 \text{ В}$$

1017.а)

$$I = I_1 + I_2 = 2 + 3 = 5 \text{ A}; R_1 I_1 = R_2 I_2;$$

$$R_1 = \frac{R_2 I_2}{I_1} = 1,5 R_2; R_{\text{общ}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1,5 R_2 R_2}{1,5 R_2 + R_2} = 0,6 R_2;$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ}} + r}; 5 = \frac{\varepsilon}{0,6 R_2 + r};$$

б)

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ}} + r}; R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 = 1,5 R_2 + R_2 = 2,5 R_2;$$

$$4 = \frac{\varepsilon}{2,5 R_2 + r};$$

$$\begin{cases} 3 R_2 + 5r = \varepsilon, \\ 10 R_2 + 4r = \varepsilon. \end{cases}$$

Вычитая в последней системе одно уравнение из другого, получим:

$$r = 7 R_2; \varepsilon = 3 R_2 + 5 \cdot 7 R_2 = 38 R_2; I_k = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{38 R_2}{7 R_2} = 5,43 \text{ A}.$$

$$\mathbf{1018.} \quad \varepsilon' = 3\varepsilon = 3 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ В}; r' = 3r = 3 \cdot 0,05 = 0,15 \text{ Ом}.$$

1019.

$$\varepsilon' = \varepsilon = 1,5 \text{ В}; r' = \frac{r}{5} = \frac{0,05}{5} = 0,01 \text{ Ом};$$

$$I = \frac{\varepsilon'}{R + r'}; R = \frac{\varepsilon'}{I} - r' = \frac{1,5}{10} - 0,01 = 0,14 \text{ Ом};$$

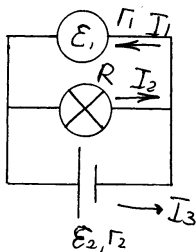
$$U = IR = 10 \cdot 0,14 = 1,4 \text{ В}.$$

1020. 1) $\varepsilon' = 2\varepsilon = 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ В}; r' = 2r = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ Ом};$

$$I = \frac{\varepsilon'}{R + r'} = \frac{3}{1,4 + 0,1} = 2 \text{ А}; \quad 2) \quad \varepsilon' = \varepsilon; r' = \frac{r}{2} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ Ом};$$

$$I = \frac{\varepsilon'}{R + r'} = \frac{1,5}{1,4 + 0,025} \approx 1,05 \text{ А}.$$

1021.



$$r' = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} = \frac{r}{2} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ Ом};$$

$$\frac{\varepsilon'}{r'} = \frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{r};$$

$$\varepsilon' = \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)r'}{r} = \frac{(2 + 1,8) \cdot 0,025}{0,05} = 1,9 \text{ В};$$

$$I = \frac{\varepsilon'}{R + r'} = \frac{1,9}{2 + 0,025} = 0,94 \text{ А}.$$

Найдем I_1, I_2 . По второму правилу Кирхгофа:

$$\varepsilon_2 - \varepsilon_1 = I_2 r - I_1 r = r(I_2 - I_1); I_2 + I_1 = I;$$

$$\begin{cases} I_2 - I_1 = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{r}, \\ I_2 + I_1 = I; \end{cases}$$

$$I_2 - I_1 = \frac{1,8 - 2}{0,05} = -4; I_2 + I_1 = 0,94; 2I_2 = 4,94;$$

$$I_2 = 2,47 \text{ А}; I_1 = 2,47 - 4 = -1,53 \text{ А}.$$

Таким образом, I_1 течет в направлении, противоположном указанному.

1022.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r_1 + r_2}; \varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 6 + 6 = 12 \text{ В};$$

$$R = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 7}{2 \cdot 4 + 2 \cdot 7 + 4 \cdot 7} = 1,12 \text{ Ом};$$

$$I = \frac{12}{1,12 + 0,5 + 0,38} = 6 \text{ А};$$

$$U_1 = \varepsilon_1 - I r_1 = 6 - 6 \cdot 0,5 = 3 \text{ В}; U_2 = \varepsilon_2 - I r_2 = 6 - 6 \cdot 0,38 = 3,72 \text{ В}.$$

1023.

$$I = \frac{\varepsilon}{r_1 + r_2} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{r_1 + r_2} = \frac{1,4 + 1,1}{0,3 + 0,2} = 5 \text{ A};$$

$$U_{AB} = U_1 = \varepsilon_1 - I r_1 = 1,4 - 5 \cdot 0,3 = -0,1 \text{ B};$$

$$U_{BA} = U_2 = \varepsilon_2 - I r_2 = 1,1 - 5 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ B};$$

$$U_{AB} = -U_{BA}.$$

1024.

$$r' = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} = \frac{r}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ Ом};$$

$$\frac{\varepsilon'}{r'} = \frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{r};$$

$$\varepsilon' = \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)r'}{r} = \frac{(1,25 + 1,5)0,2}{0,4} = 1,375 \text{ B};$$

$$I = \frac{\varepsilon_1}{r' + R} = \frac{1,375}{0,2 + 10} = 0,135 \text{ A}.$$

По второму правилу Кирхгофа:

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 = I_1 r - I_2 r = (I_1 - I_2)r;$$

$$I_1 - I_2 = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{r} = \frac{1,25 - 1,5}{0,4} = -0,625;$$

$$I_1 + I_2 = 0,135; 2I_1 = -0,590; I_1 = -0,245 \text{ A}; I_2 = 0,380 \text{ A}.$$

1025.

$$\frac{\varepsilon'}{r'} = \frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2}; r' = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}; \frac{\varepsilon'}{r'} = \frac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{r_1 r_2};$$

$$\varepsilon' = \frac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{r_1 + r_2} = \frac{6 \cdot 2 + 5 \cdot 1}{1 + 2} = 5,67 \text{ B};$$

$$r' = \frac{2 \cdot 1}{1 + 2} = 0,67 \text{ Ом}; I = \frac{\varepsilon'}{R + r'} = \frac{5,67}{10 + 0,67} = 0,53 \text{ A}.$$

1026.

$$r = r_1 + r_2 = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ Ом}; I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{r + R} = \frac{2 + 2}{0,6 + R};$$

$$U_1 = \varepsilon_1 - I r_1 = 0,2 - \frac{4 \cdot 0,4}{0,6 + R} = 0,6 + R = \frac{1,6}{2};$$

$$R = 0,2 \text{ Ом}; \text{ или } U_2 = \varepsilon_2 - I r_2 = 0; 2 - \frac{4 \cdot 0,2}{0,6 + R} = 0;$$

$$0,6 + R = \frac{0,8}{2}; R = -0,2.$$

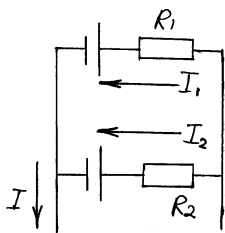
1027.

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = 2 \text{ Ом}; \quad I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{r_1 + r_2 + R} = \frac{2\varepsilon}{2 + 0,4 + r_1};$$

$$U_1 = \varepsilon_1 - I r_1 = 0; \varepsilon - \frac{2\varepsilon r_1}{2 + 0,4 + r_1} = 0;$$

$$2,4 + r_1 = 2 r_1; r_1 = 2,4 \text{ Ом}.$$

1028.



$$I_1 = \frac{\varepsilon_1}{R_1}; I_1 = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ A}; I_2 = \frac{\varepsilon_2}{R_2} = \frac{1,3}{5} = 0,26 \text{ A};$$

$$I = I_1 + I_2 = 0,1 + 0,26 = 0,36 \text{ A}; U_{AB} = IR;$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \cdot 5}{10 + 5} = 3,33 \text{ Ом};$$

$$U = 0,36 \text{ A} \cdot 0,33 \text{ Ом} = 1,2 \text{ В}$$

1029. 1) При параллельном соединении:

$$\varepsilon' = \frac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{r_1 + r_2} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2}, \text{ т.к. } r_1 = r_2.$$

$$\varepsilon' = \varepsilon = 1,5 \text{ В, т.к. } \varepsilon_1 = \varepsilon_2;$$

$$r' = \frac{r}{2} = \frac{0,2}{2} = 0,1 \text{ Ом}; \quad I = \frac{\varepsilon'}{r' + R} = \frac{1,5}{0,1 + 0,2} = 5 \text{ А}.$$

При последовательном соединении:

$$\varepsilon' = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 2\varepsilon = 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ В};$$

$$r' = r_1 + r_2 = 2r = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ Ом};$$

$$I = \frac{\varepsilon'}{r' + R} = \frac{3}{0,4 + 0,2} = 5 \text{ А}.$$

Таким образом, при последовательном и параллельном соединении токи одинаковы.

2) При параллельном соединении:

$$I = \frac{\varepsilon_1}{r' + R} = \frac{1,5}{0,1 + 20} = 0,075 \text{ А}.$$

При последовательном соединении:

$$I = \frac{\varepsilon_1}{r' + R} = \frac{3}{0,4 + 20} = 0,147 \text{ А}.$$

Таким образом, ток при последовательном соединении больше, чем ток при параллельном соединении.

1030.

Найдем количество элементов n .

$$1) r' = m; \varepsilon' = \varepsilon n; I = \frac{\varepsilon'}{r' + R} = \frac{\varepsilon n}{m + R} = \frac{\varepsilon n}{2,4n + 12} = 0,44;$$

$$2) r' = \frac{r}{n}; \varepsilon' = \varepsilon; I = \frac{\varepsilon'}{r' + R} = \frac{\varepsilon}{\frac{r}{n} + R} = \frac{\varepsilon}{\frac{2,4}{n} + 12} = 0,123;$$

$$\varepsilon = 0,123 \left(\frac{2,4}{n} + 12 \right); \frac{0,123 \left(\frac{2,4}{n} + 12 \right) n}{2,4n + 12} = 0,44;$$

$$0,2952 + 1,476n = 1,056n + 5,28; (1,467 - 1,056)n = 5,28 - 0,2952; n \approx 11,8.$$

Но n – целое число, поэтому $n = 12$.

$$\varepsilon = 0,123 \left(\frac{2,4}{12} + 12 \right) = 1,5 \text{ В.}$$

12 элементов разобьем на n групп по $\frac{12}{m}$ ($m = 1, 2, 3, 4, 6, 12$) и соединим их последовательно.

$$\varepsilon' = m\varepsilon; r' = m \frac{r}{12/m} = \frac{r m^2}{12};$$

$$I = \frac{\varepsilon'}{r' + R} = \frac{m\varepsilon}{\frac{r m^2}{12} + R} = \frac{1,5m}{\frac{2,4 m^2}{12} + 12} = \frac{1,5m}{0,2 m^2 + 12}.$$

Найдем максимальный ток, продифференцировав найденную зависимость $I(m)$ по m :

$$I'(m) = \frac{1,5}{0,2 m^2 + 12} - \frac{1,5m \cdot 2 \cdot 0,2m}{(0,2 m^2 + 12)^2} = \frac{0,3 m^2 + 12 - 0,6 m^2}{(0,2 m^2 + 12)^2}.$$

Для максимума тока необходимо выполнение условия:

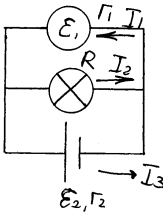
$$I'(m) = 0; 0,3 m^2 + 12 - 0,6 m^2 = 0;$$

$$0,3 m^2 = 12; m^2 = 40; m = 6,4.$$

Но $m = 1, 2, 3, 4, 6, 12$, следовательно, $m = 6$.

$$\text{Максимальный ток: } I_m = \frac{1,5 \cdot 6}{0,2 \cdot 6^2 + 12} = 0,47 \text{ А.}$$

1031.



$$I_1 = I_2 + I_3; \varepsilon_1 = I_1 r_1 + I_2 R; \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = I_1 r_1 + I_3 r_3;$$

$$\begin{cases} \varepsilon_1 = I_1 r_1 + I_2 R, \\ \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = I_1 r_1 + (I_1 - I_2) r_3; \end{cases}$$

$$\begin{cases} 12 = I_1 \cdot 0,2 + I_2 \cdot 3, \\ 12 - 10 = I_1 \cdot 0,2 + I_1 \cdot 0,6 - I_2 \cdot 0,6; \\ I_1 + 15 I_2 = 60; \\ I_1 - 0,75 I_2 = 2,5; \end{cases}$$

вычитая в последней системе одно уравнение из другого, получим:

$$15,75 I_2 = 57,5; I_2 = 3,65 \text{ A};$$

$$I_1 = 60 - 15 \cdot I_2 = 60 - 15 \cdot 3,65 = 5,24 \text{ A};$$

$$I_3 = I_1 - I_2 = 5,24 - 3,65 = 1,6 \text{ A}.$$

1032.

$$\varepsilon' = N\varepsilon = 40 \cdot 2,5 = 100 \text{ В}; r' = Nr = 40 \cdot 0,2 = 8 \text{ Ом};$$

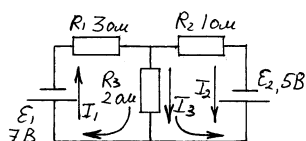
$$I = \frac{\varepsilon_{\text{сст}} - \varepsilon'}{r' + R} = \frac{127 - 100}{8 + 2} = 2,7 \text{ A}.$$

1033.

$$\varepsilon' = N\varepsilon; r' = Nr; \varepsilon' = 60 \cdot 1,2 = 72 \text{ В}; r' = 60 \cdot 0,02 = 1,2 \text{ Ом};$$

$$I = \frac{\varepsilon_{\text{ист}} - \varepsilon'}{r' + R} = \frac{115 - 72}{1,2 + R} = 2,5; 1,2 + R = 17,2; R = 16 \text{ Ом}.$$

1034.



$$I_1 + I_2 = I_3;$$

$$\begin{cases} \varepsilon_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3, \\ \varepsilon_2 = I_2 R_2 + I_3 R_3. \end{cases}$$

Вычитая в последней системе, одно уравнение из другого, получим:

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2; 7 - 5 = I_1 \cdot 3 - I_2 \cdot 1;$$

$$3 I_1 - I_2 = 2; I_2 = 3 I_1 - 2;$$

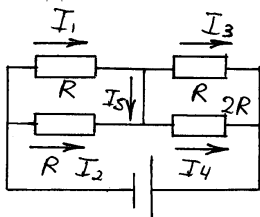
$$\begin{cases} \varepsilon_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3, \\ 3 I_1 - 2 = I_3 - I_1. \end{cases}$$

Из последней системы уравнений получим:

$$I_1 = 1,57 \text{ A}; I_3 = 1,14 \text{ A}; I_2 = I_3 - I_1 = 1,14 - 1,57 = -0,38 \text{ A}.$$

Последнее равенство означает, что ток I_2 течет в сторону, противоположную той, которая указана на рисунке.

1035. Для 5 неизвестных величин, обозначенных на схеме, составим систему из 5 уравнений:



$$\begin{cases} I_1 = I_3 + I_5, \\ I_5 + I_2 = I_4, \\ I_2 R + I_4 \cdot 2R = \varepsilon, \\ I_1 R - I_2 R = 0, \\ I_3 R - 2R I_4 = 0; \end{cases}$$

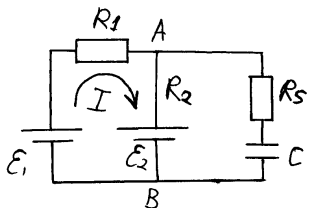
$$\begin{cases} I_4 = \frac{\varepsilon - I_2 R}{2R} = \frac{\varepsilon}{2R} - \frac{I_2}{2}, \\ I_1 = I_2, \\ I_3 = 2I_4, \\ I_2 = 2\left(\frac{\varepsilon}{2R} - \frac{I_2}{2}\right) + I_5, \\ I_5 + I_2 = \frac{\varepsilon}{2R} - \frac{I_2}{2}; \end{cases}; \begin{cases} 2I_2 - I_5 = \frac{\varepsilon}{R}, \\ 1,5I_2 + I_5 = \frac{\varepsilon}{2R}; \end{cases}$$

$$3,5I_2 = \frac{3\varepsilon}{2R}; I_2 = \frac{3\varepsilon}{2R \cdot 3,5} = \frac{3}{7} \frac{\varepsilon}{R};$$

$$I_5 = -\left(\frac{\varepsilon}{R} - 2I_2\right) = -\left(\frac{\varepsilon}{R} - \frac{2 \cdot 3}{7} \frac{\varepsilon}{R}\right) = -\frac{1}{7} \frac{\varepsilon}{R};$$

$$I_{ab} = |I_5| = \frac{1}{7} \frac{\varepsilon}{R}.$$

1036.



$$U_C = U_{AB}; U_{AB} = I(R_2 + r_2) + \varepsilon_2 = -(I(R_1 + r_1) - \varepsilon_1));$$

$$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2} = \frac{4 - 2}{1 + 3 + 0,25 + 0,75} = 0,4 \text{ A};$$

$$U = 0,4(3 + 0,75) + 2 = 3,5 \text{ V};$$

$$q = CU = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 3,5 = 7 \cdot 10^{-6} \text{ ж}.$$

1037.

Ток есть производная заряда по времени: $i(t) = q'(t)$.

$$q = CU; q'(t) = CU'(t) = C \frac{R}{l} I'(t) = \frac{IRv}{l};$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}; i = \frac{\varepsilon RvC}{(R+r)l} = \frac{\varepsilon Rv\varepsilon_0 S}{(R+r)dl} =$$

$$= \frac{1,4 \text{ В} \cdot 100 \text{ Ом} \cdot 0,004 \text{ м} / \text{с} \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} / \text{м} \cdot 1 \cdot 0,2^2}{(100 \text{ Ом} + 0,5 \text{ Ом}) \cdot 0,002 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ м}} = 3,3 \cdot 10^{-12} \text{ А}.$$

1038.

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_K S}{d}; C_1 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_B S}{d};$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = U \frac{\Delta C}{\Delta t}; \Delta t = \frac{a}{v}, \text{ где } a = \sqrt{S}.$$

$$v = \frac{Id}{U \varepsilon_0 (\varepsilon_B - \varepsilon_K) \sqrt{S}} = \frac{2 \cdot 10^{-11} \text{ А} \cdot 0,001 \text{ м}}{100 \text{ В} \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} / \text{м} \cdot (1-2) \sqrt{0,01 \text{ м}^2}} =$$

$$= 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ м} / \text{с}.$$

1039. Ток, текущий по цепи в первом случае, распределяется по двум лампам. Хотя во втором случае ток в общем уменьшается, но через оставшуюся лампу течет ток, больший, чем в первом случае. А для того, чтобы лампа горела, через нее должен протекать некоторый минимальный ток I_{\min} .

1040.

$$P = UI; U = \varepsilon - rI; P = (\varepsilon - rI)I = \varepsilon I - rI^2;$$

$$\varepsilon = \frac{P + rI^2}{I} = \frac{8 + 0,08 \cdot 4^2}{4} = 2,32 \text{ В};$$

$$P_2 = \varepsilon I_2 = 2,32 \cdot 6 - 0,08 \cdot 6^2 = 11,04 \text{ Вт}.$$

$$\mathbf{1041.} \quad I = \frac{U}{R}; P = I^2(R+r) = \frac{U^2(R+r)}{R^2} = \frac{6^2(4+2)}{4^2} = 13,5 \text{ Вт}.$$

1042.

$$P = UI; U = \frac{\varepsilon R}{R+r}; R = \frac{P}{I^2}; U = \frac{P}{I}; \frac{P}{I} = \frac{\varepsilon \frac{P}{I^2}}{\frac{P}{I^2} + r};$$

$$\varepsilon I = P + rI^2; \varepsilon = \frac{P}{I} + rI;$$

$$\begin{cases} \varepsilon = \frac{135}{15} + r \cdot 15, \\ \varepsilon = \frac{64,8}{6} + r \cdot 6. \end{cases}$$

Вычитая в последней системе одно равенство из другого, получим:

$$r = \frac{9-10,8}{6-15} = 0,2 \text{ Ом}; \varepsilon = \frac{135}{15} + 0,2 \cdot 15 = 12 \text{ В}.$$

1043.

$$P = r I^2; r + R = \frac{U}{I} = \frac{127}{200} = 0,635 \text{ Ом};$$

$$r = (r + R) - R = 0,635 - 0,2 = 0,435 \text{ Ом}$$

$$P = 0,435 \cdot 100^2 = 17400 \text{ Вт}.$$

$$1044. I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{внутр}} + r} = \frac{\varepsilon}{r + R + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} = \frac{200}{1 + 15 + \frac{6 \cdot 12}{6 + 12}} = 10 \text{ А};$$

$$U_{R_1} = U_{R_2} = I \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 10 \cdot \frac{6 \cdot 12}{6 + 12} = 40 \text{ В};$$

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1} = \frac{40^2}{6} = 270 \text{ Вт}.$$

$$1045. P_1 = P_2; I_1^2 R_1 = I_2^2 R_2; I_1 = \frac{\varepsilon}{r + R_1}; I_2 = \frac{\varepsilon}{r + R_2};$$

$$\frac{\varepsilon^2}{(r + R_1)^2} R_1 = \frac{\varepsilon^2}{(r + R_2)^2} R_2; (r + R_1)^2 R_2 = R_1 (r + R_2)^2;$$

$$r^2 R_2 + 2r R_1 R_2 + R_1^2 R_2 - R_1 r^2 - 2R_1 R_2 r - R_1 R_2^2 = 0;$$

$$r^2 (R_2 - R_1) = R_2 R_1 (R_2 - R_1); r = \sqrt{R_2 R_1} = \sqrt{4 \cdot 9} = 6 \text{ Ом}$$

$$1046. P = \varepsilon I - r' I^2; r' = \frac{r}{n}; P = \varepsilon I - \frac{r}{n} I^2;$$

$$n = \frac{r I^2}{\varepsilon I - P} = \frac{5 \cdot 2^2}{5,5 \cdot 2 - 7} = 5 \text{ элементов}.$$

1047. Работа за одну секунду – это мощность N.

$$R_{\text{внутр}} = \frac{\varepsilon}{I_2} = \frac{12}{3} = 4 \text{ Ом};$$

$$N = \varepsilon I_1 - R I_1^2 = 12 \cdot 2 - 4 \cdot 2^2 = 8 \text{ Вт}; A = 8 \text{ Дж}.$$

1048. Составим n секций по $\frac{4}{n}$ элементов.

$$R' = n \cdot \frac{R}{\frac{4}{n}} = \frac{R n^2}{4} = \frac{1 \cdot n^2}{4} = \frac{n^2}{4}; P = I^2 R'; I = \frac{\varepsilon}{R' + r};$$

$$P = \frac{\varepsilon^2 n^2}{4 \left(\frac{n^2}{4} + r \right)^2}; n = 1, 2, 4; 1) n = 1; P = \frac{8^2 \cdot \frac{1}{4}}{\left(\frac{1}{4} + 1 \right)^2} = 10,24 \text{ Вт};$$

$$2) n = 2; P = \frac{8^2 \frac{2^2}{4}}{\left(\frac{2^2}{4} + 1 \right)^2} = 16 \text{ Вт}; 3) n = 4; P = \frac{8^2 \frac{4^2}{4}}{\left(\frac{4^2}{4} + 1 \right)^2} = 10,24 \text{ Вт}.$$

В случае 2) вода греется быстрее.

$$R = \frac{2^2}{4} = 1 \text{ Ом}; I = \frac{8}{1+1} = 4 \text{ А};$$

$$P_A = r I^2 = 1 \cdot 4^2 = 16 \text{ Вт}.$$

1049.

$$P = R I^2; I = \frac{\varepsilon}{2 R_{np} + R} = \frac{\varepsilon}{\frac{2 \rho L}{S} + R};$$

$$P = \frac{\varepsilon^2 R}{\left(\frac{2 \rho L}{S} + R \right)^2}; L = \frac{\left(\sqrt{\frac{\varepsilon^2 R}{P}} - R \right) S}{2 \rho} \approx 11400 \text{ м}.$$

1050. $\frac{R_{л}}{R_{н}} = 0,1; P_{л} = R_{л} I^2; P_{н} = R_{н} I^2$; из последних двух равенств следует,

что $\frac{R_{л}}{R_{н}} = 0,1$.

$$I = \sqrt{\frac{P_{н}}{R_{н}}} = \frac{U}{R_{н} + R_{л}}; R_{н} = 10 R_{л};$$

$$\sqrt{\frac{P_{н}}{10 R_{л}}} = \frac{U}{R_{л} + 10 R_{л}}; \frac{P_{н}}{10 R_{л}} = \frac{U^2}{121 R_{л}^2};$$

$$121 P_{н} R_{л}^2 - U^2 \cdot 10 R_{л} = 0; 121 P_{н} R_{л} - U^2 \cdot 10 = 0;$$

$$R_{л} = \frac{10 U^2}{121 P_{н}} = \frac{10 \cdot 750^2}{121 \cdot 5 \cdot 10^3} = 9,3 \text{ Ом}.$$

1051. $\frac{R_{л}}{R_{н}} = 0,3$. Используя результат, полученный в № 1050, имеем:

$$R_{\text{л}} = \frac{33,3 U^2}{(1+33,3)^2 P_{\text{н}}} = \frac{33,3 \cdot (2 \cdot 10^3)^2}{(1+33,3)^2 \cdot 100 \cdot 10^3} = 1,12 \text{ Ом}.$$

$$L = \frac{R_{\text{л}} S}{\rho}; m = L S \rho_{\text{м}}.$$

Здесь $\rho_{\text{м}}$ – плотность меди, ρ – ее удельное сопротивление.

$$S = \frac{L \rho}{R_{\text{л}}}; L = 2l; l = 7500 \text{ м};$$

$$m = \frac{(2l)^2 \rho \rho_{\text{м}}}{R_{\text{л}}} = \frac{(2 \cdot 7500)^2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 8,9 \cdot 10^3}{1,12} = 30400 \text{ кг}$$

$$m' \sim \frac{1}{R_{\text{л}}} \sim \frac{1}{U^2} = \frac{1}{3^2} = \frac{1}{9} m_0.$$

1052.

$$R_{\text{л}} = 2 R_{\text{н}} = \frac{2 \rho l}{S} = \frac{2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}^2 / \text{м} \cdot 50 \text{ Ом}}{170 \cdot 10^{-6} \text{ м}} = 0,01 \text{ Ом};$$

$$U_{\Gamma \text{ е н}} = \varepsilon - I r = 40 - 0,04 \cdot 200 = 32 \text{ В};$$

$$U_{\text{апп}} = U_{\Gamma \text{ е н}} - U_{\text{л}} = U_{\Gamma \text{ е н}} - R_{\text{л}} I = 32 - 0,01 \cdot 200 = 30 \text{ В};$$

$$P_{\text{дуг}} = R_{\text{апп}} I^2 = \left(\frac{\varepsilon}{I} - r - R_{\text{л}} \right) I^2 = \left(\frac{40}{200} - 0,04 - 0,01 \right) 200^2 = 6000 \text{ Вт}.$$

1053.

$$I = \frac{U}{R_{\text{л}} + R_1} = \frac{U}{R_{\text{л}} + \frac{R}{N}} = \frac{128}{0,4 + \frac{300}{50}} = 20 \text{ А};$$

$$P = R' I^2 = \frac{300}{50} 20^2 = 2400 \text{ Вт};$$

$$P_{\text{л}} = R_{\text{л}} I^2 = 0,4 \cdot 20^2 = 160 \text{ Вт};$$

$$P_{\Gamma \text{ е н}} = r I^2 = 0,1 \cdot 20^2 = 40 \text{ Вт}.$$

1054.

$$l = \frac{RS}{\rho}; P = \frac{Q}{t} = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2 t}{Q}; l = \frac{U^2 S t}{\rho Q};$$

$$Q = 10^5 \text{ Дж}; t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с } p = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$l = \frac{36^2 \cdot 5 \cdot 10^{-7} \cdot 600}{1,1 \cdot 10^{-6} \cdot 10^5} = 3,53 \text{ м}.$$

1055.

$$Q_{\text{ПОТ}} = \alpha t; Q = \frac{U^2}{R} t - Q_{\text{ПОТ}} = \frac{U^2}{R} t - \alpha t = \left(\frac{U^2}{R} - \alpha\right)t;$$

$$\left(\frac{U_1^2}{R} - \alpha\right)t_1 = \left(\frac{U_2^2}{R} - \alpha\right)t_2 = \left(\frac{U_3^2}{R} - \alpha\right)t_3; t_3 = ?$$

$$\left(\frac{120^2}{R} - \alpha\right) \cdot 1200 = \left(\frac{110^2}{R} - \alpha\right) \cdot 1680;$$

$$\alpha = \frac{110^2 \cdot 1680 - 120^2 \cdot 1200}{R(1680 - 1200)} = \frac{6350}{R} = \frac{X}{R}; X = 6350;$$

$$\frac{U_1^2 - X}{R} t_1 = \frac{U_3^2 - X}{R} t_3; t_3 = \frac{U_1^2 - X}{R} t_1 = \frac{120^2 - 6350}{100^2 - 6350} \cdot 1200 = 2647 \text{ с} = 44,17 \text{ мин.}$$

1056.

$$\text{Найдем } Q_{\text{II}} \text{ и } Q_3. \eta = \frac{Q_{\text{II}}}{Q_3}.$$

$$Q_{\text{II}} = c m(t_1 - t_0) + Lm'; m' = 0,1m;$$

$$Q_{\text{II}} = (c(t_1 - t_0) + 0,1L)m;$$

$$Q_3 = I^2 R \Delta t; \eta = \frac{Q_{\text{II}}}{Q_3} = \frac{(c((t_1 - t_0) + 0,1L)m)}{I^2 R \Delta t} =$$

$$= \frac{(4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) + 0,1 \cdot 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}) 0,5 \text{ кг}}{(4 \text{ А})^2 \cdot 30 \text{ Ом} \cdot 900 \text{ с}} = 0,65 = 65\%.$$

$$Q = P \Delta t = Lm; P = I^2 R;$$

$$1057. I = \sqrt{\frac{Lm}{\Delta t \cdot R}} = \sqrt{\frac{2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot 0,1 \text{ кг}}{60 \text{ с} \cdot 10 \text{ Ом}}} \approx 19,5 \text{ А}.$$

1058. При увеличении диаметра проволоки в 2 раза ее поверхность также увеличивается в 2 раза. Следовательно, в 2 раза увеличиваются и потери теплоты проволокой. Значит, при прохождении тока теплоты должно выделяться в 2 раза больше:

$$I_2 R_2^2 = 2 I_1 R_1^2; I_2 = \sqrt{2 \frac{R_1}{R_2}} I_1; \frac{R_1}{R_2} = \frac{(2d)^2}{d^2} = 4; I_2 = 2\sqrt{2} I_1.$$

1059. Полная мощность $P_1 = UI = \varepsilon I - r I^2$. Полезная мощность

$P_2 = P_1 - P_3$, где P_3 – мощность потерь.

$$P_2 = P_1 - P_3 = \varepsilon I - r I^2 - R I^2;$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\varepsilon I - r I^2 - R I^2}{\varepsilon I - r I^2} = \frac{240 \cdot 10 - 4 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^2}{240 \cdot 10 - 4 \cdot 10^2} = 0,9 = 90\%.$$

Ток, при котором мощность максимальна, найдем, приравняв нулю производную полезной мощности по току: $\varepsilon - 2(r + R)I = 0$;

$$I = \frac{\varepsilon}{2(r + R)} = \frac{240}{2(4 + 2)} = 20 \text{ А. При этом полезная мощность равна:}$$

$$P = 20(240 - 14 + 2) \cdot 20 = 2400 \text{ Вт.}$$

$$1060. \text{ Полная мощность } P_1 = UI_0.$$

$$\text{Полезная мощность } P_2 = P_1 - UI = UI_0 - UI.$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{UI_0 - UI}{UI_0} = \frac{I_0 - I}{I_0} = \frac{15 - 6}{15} = 0,4 = 40\%.$$

1061. Мощность двигателя P_1 равна мощности сил трения P_2 , т.к. движение

$$\text{равномерное. } P_1 = P_2; P_2 = \frac{F_T X}{t}; F_T v = N \mu v = mg \mu v;$$

$$P_1 = \eta P_{\text{Э}} = \eta UI; mg \mu v = \eta UI; I = \frac{mg \mu v}{\eta U} = \frac{11000 \cdot 9,8 \cdot 0,02 \cdot 10}{550 \cdot 0,8} = 50 \text{ А.}$$

$$1062. \text{ Полная мощность } P_1 = UI. \text{ Полезная мощность } P_2 = \frac{F X}{t} = \frac{mgX}{t}.$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{mgX}{UI t} = \frac{1000 \cdot 9,8 \cdot 19}{380 \cdot 20 \cdot 50} = 0,5 = 50\%.$$

1063.

$$P_{\text{ЭЛ}} = \frac{P}{\eta}; P = \frac{Q}{t} = \frac{V \rho_{\text{В}} c_{\text{В}} (t_1 - t_0)}{t};$$

$$P_{\text{ЭЛ}} = \frac{U^2}{R}; R = \rho \frac{l}{S}; l = \frac{U^2 S}{P_{\text{ЭЛ}} \rho} = \frac{U^2 S \eta}{\rho V \rho_{\text{В}} c_{\text{В}} (t_1 - t_0)} =$$

$$= \frac{(200 \text{ В})^2 \cdot 0,84 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot 600 \text{ с} \cdot 0,8}{4 \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 1000 \text{ К} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}} = 60 \text{ м.}$$

1064. Полезная теплота $Q_1 = m(c(t_1 - t_0) + \alpha L)$, где α – доля выкипевшей воды.

$$Q = P \Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t; Q = \frac{Q_1}{\eta}; m = V \rho; \alpha = \frac{\frac{U^2 \Delta t \eta}{R V \rho} - c(t_1 - t_0)}{L};$$

$$\alpha = \frac{\frac{(220 \text{ В})^2 \cdot 1200 \text{ с} \cdot 0,8}{160 \text{ Ом} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 1000 \text{ К} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}} - 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}}{2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}} \approx 0,1;$$

$$V' = \alpha V = 0,1 \cdot 0,5 = 0,05 \text{ л.}$$

1065.

$$\eta = \frac{P}{P'} = \frac{R I^2}{R I^2 + r I^2} = \frac{R}{R + r}; \quad \eta_2 = \frac{\frac{R_2}{R_1 + r}}{\frac{R_2 + r}{R_1}} = 2;$$

$$2 R_1 R_2 + r = R_2 R_1 + r; r = \frac{2 R_2 R_1 - R_2 R_1}{R_2 - 2 R_1} = \frac{R_2 R_1}{R_2 - 2 R_1} = \frac{10,5 \cdot 3}{10,5 - 2 \cdot 3} = 7 \text{ Ом}.$$

1066. Q – полная теплота, Q₁ – полезная теплота, Q₂ – теплота потерь.

$$\eta = \frac{Q_1}{Q} = \frac{Q - Q_2}{Q} = \frac{P - P_2}{P} = \frac{UI - I^2 R}{UI} = \frac{120 \cdot 15 - 15^2 \cdot 1}{120 \cdot 15} = 0,875 = 87,5\%;$$

$$P = UI = 120 \cdot 15 = 1800 \text{ Вт}.$$

1067.

$$P_1 = R_1 I^2 = \frac{\varepsilon}{(R_1 + r)^2} R_1; P_2 = \frac{\varepsilon}{(R_2 + r)^2} R_2; P_1 = P_2;$$

$$\frac{\varepsilon R_1}{(R_1 + r)^2} = \frac{\varepsilon R_2}{(R_2 + r)^2}; R_1 (R_2 + r)^2 = R_2 (R_1 + r)^2;$$

$$R_1 R_2^2 + 2 R_1 R_2 r + R_1 r^2 - R_2 R_1^2 - 2 R_1 R_2 r - R_2 r^2 = 0;$$

$$r^2 = \frac{R_1 R_2 (R_2 - R_1)}{R_2 - R_1} = R_1 R_2; r = \sqrt{R_1 R_2} = \sqrt{12 \cdot 3} = 6 \text{ Ом};$$

$$\eta = \frac{R I^2}{R I^2 + r I^2} = \frac{R}{R + r}; \quad \eta_1 = \frac{3}{3 + 6} = 0,33 = 33\%;$$

$$\eta_2 = \frac{12}{12 + 6} = 0,67 = 67\%.$$

1068. а) по часовой стрелке; б) от нас; в) от нас.

1069. а) от нас; б) существует; в) по касательной;

1070. Северный полюс магнитной стрелки направлен от нас.

1071. а) Виток будет отталкиваться. б) Виток будет притягиваться.

в) Виток повернется к нам правым краем, а также притянется.

$$1072. M = nBIS = 100 \cdot 0,04 \cdot 0,06 \cdot 10 \cdot 1,2 = 2,88 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$1073. M = nBIS; M_{\max} = 200 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$1074. P = Bs \cos \alpha; \text{ а) } \Phi = 0,5 \text{ Тл} \cdot 0,0025 = 0,00125 \text{ Вб};$$

$$\text{ б) } \Phi = 0,00125 \cdot 0,5 = 0,000625 \text{ Вб}.$$

$$1075. \Phi = Bs \cos \alpha; \text{ 1) } \Phi = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,16 \text{ Вб. 2) } \Phi = 0.$$

$$1076. \Phi = Bs \cos \alpha; \text{ а) } 0,002 \text{ Вб}; \text{ б) } 0,0014 \text{ Вб}; \text{ в) } 0,001 \text{ Вб}.$$

$$1077. \Phi = Bs; 0,003 = 0,006 \cdot B; B = 0,05 \text{ Тл}.$$

1078. 1) Куда действует сила? Ответ: вверх. 2) Куда действует сила? Ответ: вправо. 3) Куда действует сила? Ответ: от нас. 4) Куда действует сила?

Ответ: влево. 5) Куда течет ток? Ответ: от нас. 6) Куда направлен вектор В? Ответ: от нас. 7) Куда направлен вектор В? Ответ: вниз. 8) Куда направлена сила? Ответ: сила равна нулю, направление указать невозможно.

1079. $F = Ibl$. $F = 0,01 \text{ Тл} \cdot 50 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ м} = 0,05 \text{ Н}$.

1080. $F = Ibl$. $F = 0,01 \cdot 5 \cdot 1 = 0,05 \text{ Н}$.

1081. $F = Ibl = 126000 \text{ Н}$.

1082. $F = Ibl \sin \alpha$; $\sin \alpha = \frac{F}{Ibl} = \frac{0,05}{2 \cdot 0,5 \cdot 0,1} = 0,5$; $\alpha = 30^\circ$.

1083. $I = \frac{F}{Bl} = \frac{0,15}{0,5 \cdot 0,02} = 15 \text{ А}$.

1084. $B = \frac{F}{Il} = \frac{1}{20 \cdot 0,2} = 0,25 \text{ Тл}$.

1085. $F = Ibl \sin \alpha$; $F_{\max} = 10 \cdot 0,6 \cdot 1,5 = 9 \text{ Н}$; $F_{\min} = 0$.

1086. $F = \frac{\mu I_0^2}{4\pi d^2}$.

1087. $A = FS = IBIS = 0,08 \cdot 50 \cdot 0,02 \cdot 0,1 = 0,008 \text{ Дж}$.

1088. $F = Ibl = mg$; $B = \frac{mg}{Il} = \frac{0,004 \cdot 10}{10 \cdot 0,2} = 0,02 \text{ Тл}$.

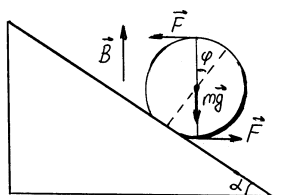
1089. $F = \frac{\mu I_0^2}{4\pi d^2}$. $I = \frac{P}{U}$; $F = \frac{\mu_0 P^2}{4\pi U^2 d^2}$.

$mg = T \cos \alpha$; $Ibl = T \sin \alpha$;

1090. $\frac{Ibl}{mg} = \operatorname{tg} \alpha$; $B = \frac{mgtg \alpha}{Il}$.

1091. $I = \frac{2 F_{\max} - mg}{Bl}$.

1092.



$m = 250 \text{ г} = 0,25 \text{ кг}$; $l = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$; $\alpha = 30^\circ$; $B = 0,5 \text{ Тл}$; $I_{\min} = ?$ $\varphi = ?$

1093.

$$\text{env} = q; I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\text{enbav}\Delta t}{\Delta t} = \text{enbav}.$$

$$v = \frac{I}{\text{ebna}}; \varepsilon = Bbv = Bb \cdot \frac{I}{\text{enba}} = \frac{BI}{\text{ena}};$$

$$E_2 = \frac{\varepsilon}{b} = \frac{BI}{\text{enab}}; \frac{I_{pe}}{abe} = \frac{I_p}{ab}; \frac{E_1}{E_2} = \frac{BIab}{\text{enabl}p} = \frac{BI}{\text{enlp}}.$$

1094. а) нет; б) нет; в) нет.

1095. Влево.

а) Вправо; б) вправо.

1096. Провода электрически нейтральны, а в пучках, помимо магнитных сил, действуют электростатические силы.

$$1097. F = qvB = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3 \cdot 10^6 \cdot 0,1 = 4,8 \cdot 10^{-14} \text{ Н}.$$

$$F = evB = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^7 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 8 \cdot 10^{-15} \text{ Н};$$

$$1098. R = \frac{mv}{qB} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^7}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,1} = 5,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$$

$$1099. qvB = m \frac{v^2}{R}; B = \frac{mv}{Rq} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^7}{0,01 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,005 \text{ Тл}.$$

$$1100. v = \frac{RqB}{m} = \frac{0,1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,01}{1,6 \cdot 10^{-27}} = 10000 \text{ м / с}.$$

$$1101. R = \frac{mv}{qB} = \frac{1,6 \cdot 10^{-27} \cdot 3 \cdot 10^7}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,5} = 0,2 \text{ м}.$$

$$1102. R = \frac{mv}{qB}; v = \frac{RqB}{m} = \frac{2\pi R}{T}; T = \frac{2\pi m}{qB} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,004} = 9 \cdot 10^{-9} \text{ с}.$$

$$1103. \text{ а) } v_1 = v_2; \frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1 v q_2 B}{q_1 B m_2 v} = \frac{m_1 q_2}{m_2 q_1};$$

$$\text{ б) } E_1 = E_2 = E; \frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1 v_1 q_2 B}{q_1 B m_2 v_2}; E = \frac{mv^2}{2};$$

$$v = \sqrt{\frac{2E}{m}}; \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} \frac{q_2}{q_1}.$$

1104.

$$W = eU = \frac{mv^2}{2}; v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}; m = \frac{RqB}{v} = \frac{ReB\sqrt{m}}{\sqrt{2eU}}; \sqrt{m} = \frac{ReB}{\sqrt{2eU}};$$

$$m = \frac{R^2 e^2 B^2}{2eU} = \frac{R^2 e B^2}{2U} = \frac{(1 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (5 \cdot 10^{-3})^2}{2 \cdot 220} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

1105.

$$eU = \frac{mv^2}{2}; v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}; R = \frac{mv}{qB} = \frac{m\sqrt{2eU}}{\sqrt{meB}} = \sqrt{\frac{2mU}{e}} \frac{1}{B} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-27} \cdot 600}{1,6 \cdot 10^{-19}}} \cdot \frac{1}{0,3} = 0,01 \text{ м.}$$

1106. $qvB = qE; v = \frac{E}{B} = \frac{1000}{0,001} = 1000000 \text{ м / с.}$

1107. $W_0 = \frac{mv^2}{2}; v = \sqrt{\frac{2E}{m}}.$

а) $F = eBv = eB\sqrt{\frac{2W_0}{m}}.$

б) $R = \frac{mv}{qB} = \frac{m\sqrt{2W_0}}{\sqrt{meB}} = \sqrt{\frac{2mW_0}{eB}}.$

$$T = \frac{2\pi m}{eB}.$$

1109. а) Ничего; б) в момент введения возникнет ток.

1110. 1) Куда направлен индукционный ток? Ответ: на нас.

2) Куда движется проводник? Ответ: на нас.

3) Где север? Ответ: справа.

4) Куда направлен индукционный ток? Ответ: на нас.

5) Куда движется проводник? Ответ: от нас.

6) Составьте самостоятельно.

7) Где плюс, где минус? Ответ: плюс справа, минус слева.

1111. а) нет; б) да; в) да; г) нет; д) да.

1112. а) нет; б) нет; в) да.

1113. В первом приборе будут наводиться индукционные токи, которые вызовут отклонение стрелки второго прибора.

1114. В латунной стрелке будут наводиться индукционные токи, порождающие силы, возвращающие ее к положению равновесия.

1115. Быстрее упадет свободно падающий магнит; так же быстро – магнит, падающий сквозь незамкнутый соленоид; последним – магнит, падающий через замкнутый соленоид (часть энергии уйдет на возникновение тока в соленоиде).

1116. а) На нас; б) никуда; в) от нас; г) никуда.

1117. а) Вверх; б) вниз; г) вниз; д) нет тока.

1118. К центру.

1119. $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{L\Delta I}{\Delta t} = RI = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 5 = 0,1 \text{ В.}$

1120. $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{0,06}{0,3} = 0,2 \text{ В при условии, что } \Delta\Phi = k \Delta t.$

$$1121. \varepsilon = \frac{n\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{4 \text{ мВ} \cdot 500}{5 \text{ мс}} = 400 \text{ В}$$

$$1122. \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\varepsilon}{n} = 0,06 \text{ В} / \text{с}.$$

$$1123. \Delta t = \frac{\Delta\Phi}{\varepsilon} = \frac{0,6}{1,2} = 0,5 \text{ с}; I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{1,2}{0,24} = 5 \text{ А}.$$

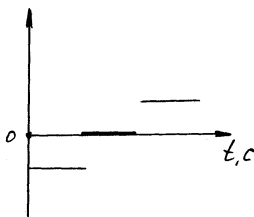
$$1124. \varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{0,4 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}{0,05} = 0,0016 \text{ В}.$$

$$1125. B = \frac{\varepsilon \Delta t}{S \cos \alpha} = \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 0,01}{0,01 \cdot 0,5} = 0,1 \text{ Тл}.$$

$$1126. \Delta\Phi = 0,001 \text{ Вб}.$$

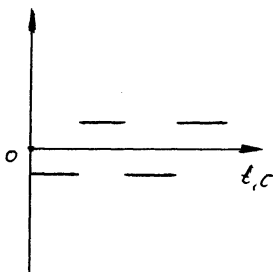
$$1127. \varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 0,000001 \text{ В}.$$

1128.



$$\varepsilon_{\max} = 400 \text{ В}.$$

1129.



$$1130. q = CU = C\varepsilon = C \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 100 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}.$$

1131.

$$\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = RI = R \frac{\Delta q}{\Delta t}; \Delta\Phi = 2BnS; \Delta q = \frac{2BnS}{R} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 1000 \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{10000} = 0,0001 \text{ Кл}.$$

$$1132. \varepsilon = vBl = 0,1 \cdot 2 \cdot 5 = 1 \text{ В}.$$

$$1133. \varepsilon = vBl \sin \alpha = 0,25 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 0,5 = 0,005 \text{ В.}$$

$$1134. \varepsilon = vBl; B = \frac{\varepsilon}{vl} = \frac{1,44}{1,8 \cdot 6} = 0,13 \text{ Тл.}$$

$$1135. v = \frac{\varepsilon}{Bl \sin \alpha} = \frac{12}{0,2 \cdot 15} = 5,8 \text{ м / с.}$$

$$1136. \text{ а) } 0,5 \text{ А; б) } 0,3 \text{ А; в) } 0,8 \text{ А.}$$

Проводник нужно перемещать вправо со скоростью 10 м/с.

$$1137. 900 \text{ км/ч} = 250 \text{ м/с.}$$

$$\varepsilon = vBl = 250 \cdot 12 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 0,15 \text{ В.}$$

$$1138. 60 \text{ км/ч} \approx 16,7 \text{ м/с.}; I = \frac{vBl}{R} = \frac{16,7 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \cdot 1,2}{100} = 10^{-5} \text{ А.}$$

$$1139. I = \frac{vBl}{R}.$$

$$1140. I\varepsilon = Fv; \frac{v^2 B^2 l^2}{R} = Fv; R = \frac{v B^2 l^2}{F} = \frac{10 \cdot (5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5)^2}{10^{-4}} = 0,625 \text{ Ом.}$$

$$1141. F = \frac{v B^2 l^2}{R}.$$

$$1142. mg = \frac{v B^2 l^2}{R}; R = \frac{v B^2 l^2}{mg}.$$

1143. При резком отключении возникает большая ЭДС самоиндукции.

1144. При включенном двигателе в месте контакта течет гораздо больший ток, нежели при выключенном двигателе.

1145. Сделать две взаимно обратные обмотки.

$$1146. L = \frac{\Phi}{I} = \frac{12 \cdot 10^{-3}}{6} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$$

$$1147. L = \frac{n\Phi}{I} = \frac{150 \cdot 20}{7,5} = 0,4 \text{ Гн}; \text{ Да.}$$

$$1148. \Phi = LI = 0,01 \text{ Гн.}$$

$$1149. L = \frac{n\Delta\Phi}{\Delta I} = 0,125 \text{ Гн}$$

1150.

$$\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

$$\varepsilon = 200 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 20 \text{ В}; \quad \varepsilon = 0,4 \cdot \frac{5}{0,02} = 100 \text{ В.}$$

$$1151. LI = nBS; B = \frac{LI}{nS} = \frac{0,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5}{100 \cdot 10^{-4}} = 0,002 \text{ Тл.}$$

$$1152. LI = nBS; I = \frac{nBS}{L} = \frac{1000 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{-4}}{0,02} = 0,1 \text{ А.}$$

$$1153. \varepsilon = L \frac{\Delta I}{\Delta t}; L = 0,0025 \text{ Гн}$$

$$1154. L = 2,5 \text{ Гн}; L = 0,6 \text{ Гн.}$$

$$1155. \varepsilon = L \frac{\Delta I}{\Delta t}; \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\varepsilon}{L} = 800 \text{ А / с.}$$

$$1156. 14,4 \text{ Дж.}$$

$$1157. E = 120 \text{ Дж; уменьшится в 4 раза.}$$

$$1158. I = \sqrt{\frac{2E}{L}} = 2 \text{ А.}$$

$$1159. E = \frac{LI^2}{2}; L = \frac{\Phi}{I} = \frac{0,5}{10} = 0,05 \text{ Гн}; E = \frac{0,05 \cdot 100}{2} = 2,5 \text{ Дж.}$$

$$1160.$$

$$\Delta E = E_1 - E_2 = \frac{L(I_2 - I_1)^2}{2}; L = \frac{2(E_1 - E_2)}{(I_2 - I_1)^2} = \frac{2 \cdot 2}{(8 - 12)^2} = 0,25 \text{ Гн}$$

$$E_1 = \frac{LI_1^2}{2} = \frac{0,25 \cdot 144}{2} = 18 \text{ Дж}; E_2 = \frac{LI_2^2}{2} = \frac{0,25 \cdot 64}{2} = 8 \text{ Дж.}$$

$$1161. \text{ Уменьшилась в 2 раза.}$$

$$1162. L = \frac{2E}{I^2} = 0,12 \text{ Гн}$$

$$1163. \Delta E = 1 \cdot 10^{-9} \text{ Дж.}$$

$$1164. \text{ Усилится только при стальном.}$$

$$1165. \text{ Горячий прокат немагнитен, т.к. его температура больше температуры Кюри.}$$

$$1166. \text{ Твердая сталь сохраняет магнитные свойства лучше.}$$

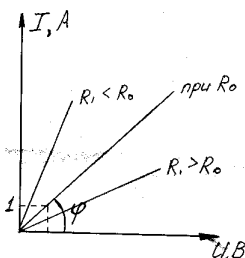
$$1167. \mu = \frac{B}{B_0} = \frac{0,75}{0,0375} = 20.$$

$$1168. \mu = 0,4.$$

$$1169. \text{ Уменьшится в 0,64 раза.}$$

$$1170. \Phi = 100 \cdot 10^{-4} \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} = 0,000007 \text{ Вб.}$$

$$1171.$$



$\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{R}$; если $R_1 > R_0$, $\operatorname{tg} \varphi < \operatorname{tg} \varphi_0$; если $R_1 < R_0$, $\operatorname{tg} \varphi > \operatorname{tg} \varphi_0$.

$$1172. I = \frac{\Delta q}{\Delta t}; \Delta q = I \Delta t; N = \frac{\Delta q}{e} = \frac{I \Delta t}{e} = \frac{3,2 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-9}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2 \cdot 10^5.$$

$$N = \frac{I \Delta t}{e}; n = \frac{N}{V}; N = nV; V = Sx; x = v \Delta t; nSv \Delta t = \frac{I \Delta t}{e};$$

$$1173. v = \frac{I}{enS} = \frac{10}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{28} \cdot 5 \cdot 10^{-6}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}.$$

$$1174. v = \frac{I}{enS}; n = \frac{N}{V}; N = \frac{m}{\mu} N_A,$$

где μ — молярная масса, N_A — число Авогадро;

$$m = \rho V; n = \frac{N_A \rho}{\mu}; v = \frac{I \mu}{N_A \rho e S} =$$

$$= \frac{50 \text{ А} \cdot 0,064 \text{ кг/моль}}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}.$$

1175.

$$v = \frac{I \mu}{N_A \rho e S}; S = \frac{\pi d^2}{4}; v = \frac{4 I \mu}{N_A \rho e \pi d^2} =$$

$$= \frac{4 \cdot 100 \text{ А} \cdot 0,64 \text{ кг/моль}}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (0,004 \text{ м})^2 \cdot 3,14} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}.$$

1176. Воспользуемся результатами задачи № 1175.

$$\frac{v_M}{v_{ал}} = \frac{\rho_{ал} \mu_M}{\rho_M \mu_{ал}} = \frac{2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,064 \text{ кг/моль}}{8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,027 \text{ кг/моль}} = 0,72;$$

$$\frac{v_{ал}}{v_M} = \frac{1}{0,72} = 1,39.$$

1177.

$$\varepsilon = \frac{A}{q} = \frac{A}{e}; A = \int_0^R F(r) dr; F = m_e a; a = 4\pi^2 v^2 r;$$

$$A = \frac{4\pi^2 v^2 m_e R^2}{2} = 2\pi^2 v^2 m_e R^2; \varepsilon = \frac{2\pi^2 v^2 m_e R^2}{e};$$

$$v = \frac{\sqrt{\varepsilon e}}{\pi R} = \frac{\sqrt{\frac{10^{-6} \text{ В} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ К Г}}}}{3,14 \cdot 0,25 \text{ м}} \approx 380 \text{ Г ц.}$$

1178. Сопротивление спирали повышается при повышении температуры. В первом случае спираль сначала разогревается слабым током, ее сопротивление увеличивается, и ток, протекающий через спираль, будет меньше протекающего через нее тока во втором случае, т.к. лампа в этом случае холодная, и, следовательно, сопротивление ее спирали невелико.

1179.

$$R = R_0(1 + \alpha(t - t_0)) = 0,005 \text{ Ом} (1 + 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}(80^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})) = 0,0067 \text{ Ом.}$$

1180.

$$R = R_0(1 + \alpha(t - t_0));$$

$$R = \frac{U^2}{P}; R_0 = \frac{U^2}{P(1 + \alpha(t - t_0))} = \frac{220^2}{60(1 + 4,8 \cdot 10^{-3} \cdot (2000 - 20))} = 76 \text{ Ом.}$$

1181.

$$R = \frac{U}{I}; R = R_0(1 + \alpha(t - t_0));$$

$$t = \frac{\frac{U}{I R_0} - 1}{\alpha} + t_0 = \frac{\frac{220}{0,68 \cdot 36} - 1}{4,6 \cdot 10^{-3}} + 20 = 1750^\circ\text{C.}$$

1182. При вращении барабана электролит лучше соприкасается с деталью, поэтому она равномерно покрывается никелем.

1183. Да, при добавлении соли сопротивление раствора уменьшается и, следовательно, ток через лампочку увеличивается.

1184. а) Количество меди не изменится. б) Не изменится.

в) Увеличится, т.к. $m \sim I \sim U$.

г) Не изменится.

д) Увеличится, т.к. упадет сопротивление раствора, и, как следствие, увеличится ток.

е) Увеличится, т.к. уменьшится сопротивление электролита.

ж) Уменьшится, т.к. увеличится сопротивление электролита.

з) Увеличится, т.к. повысится подвижность ионов в электролите, и, следовательно, уменьшится сопротивление.

1185. 1) Одинаково, т.к. $m = kIt$, $I_A = I_B = I$.

2) $m_A > m_B$, т.к. $I_A > I_B$ (в силу того, что $U_A = U_B$, $R_A < R_B$).

$$1186. v = \frac{I}{enS} = \frac{1,0 \text{ A}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3} \cdot 0,005 \text{ м}^2} = 1,25 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$$

$$1187. t = 10 \text{ ч} = 3,6 \cdot 10^4 \text{ с}; I = 1 \text{ A}; k = 0,093 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}; m - ?$$

$$m = Ikt = 1 \cdot 0,093 \cdot 10^{-6} \cdot 3,6 \cdot 10^4 = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг}.$$

$$1188. I = 1,8 \text{ A}; t = 5 \text{ ч} = 1,8 \cdot 10^4 \text{ с}; N = 12;$$

$$S_0 = 50 \text{ см}^2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2; \rho = 1,05 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3;$$

$$k = 1,118 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}; H - ?$$

$$m = kIt; m = \rho N S_0 H; H = \frac{kIt}{\rho N S_0} = \frac{1,118 \cdot 10^{-6} \cdot 1,8 \cdot 1,8 \cdot 10^4}{1,05 \cdot 10^4 \cdot 12 \cdot 5 \cdot 10^{-3}} \approx 5,7 \cdot 10^{-5} \text{ м}.$$

$$1189. Q = 7348 \text{ Кл}; m = 5 \text{ г} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}; X = 66 \text{ г/моль} = 6,6 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль};$$

$$F - ?$$

$$m = \frac{X}{F} It; F = \frac{X}{m} It = \frac{X}{m} Q = \frac{6,6 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-3}} \cdot 7348 \approx 9,7 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль}.$$

$$1190. m = 5 \text{ г} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}; X = 66 \text{ г/моль} = 6,6 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль}; F - ?$$

$$m = \frac{X}{F} It; F = \frac{X}{m} It = \frac{X}{m} q = \frac{6,6 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-3}} \cdot 7348 \approx 9,7 \cdot 10^4 \text{ кг/Кл};$$

$$m = kIt; t = \frac{m}{kI} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,34 \cdot 10^{-6} \cdot 2} \approx 7,4 \cdot 10^3 \text{ с}.$$

$$1191. Q = 9,65 \cdot 10^7 \text{ Кл};$$

$$m_1 - ? m_2 - ? m_3 - ?$$

Пусть m_1 - масса железа (III), m_2 - масса железа (II), m_3 - масса хлора.

$$m_1 = \frac{A_{\text{Fe}} Q}{3F} = \frac{5,6 \cdot 10^{-2} \cdot 9,65 \cdot 10^7}{3 \cdot 9,65 \cdot 10^4} \approx 18,7 \text{ кг};$$

$$m_2 = \frac{A_{\text{Fe}} Q}{2F} = \frac{5,6 \cdot 10^{-2} \cdot 9,65 \cdot 10^7}{2 \cdot 9,65 \cdot 10^4} \approx 28 \text{ кг};$$

$$m_3 = \frac{A_{\text{Cl}} Q}{F} = \frac{3,55 \cdot 10^{-2} \cdot 9,65 \cdot 10^7}{9,65 \cdot 10^4} \approx 35,5 \text{ кг}.$$

$$1192. V = 250 \text{ м}^3; T = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ К}; p = 2 \text{ атм} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$$k = 10^{-8} \text{ кг/Кл}; q - ?$$

$$pV = \frac{m}{M} RT; m = \frac{MpV}{kRT} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 250}{10^{-8} \cdot 8,31 \cdot 300} \approx 4 \cdot 10^9 \text{ кг}.$$

$$1193. t = 10 \text{ мин} = 6 \cdot 10^2 \text{ с}; m = 0,67 \text{ г} = 6,7 \cdot 10^{-4} \text{ кг};$$

$$k = 1,118 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}; I_0 = 0,90 \text{ A}.$$

$$m = kIt; I = \frac{m}{kt} = \frac{6,7 \cdot 10^{-4}}{1,118 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^2} \approx 1 \text{ A}. I \neq I_0.$$

Показания амперметра не верны.

