# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

# I
# РАЗДЕЛ

# ЭЛЕКТРОСТАТИКА

**1.Металлическому шарику радиусом 30 см сообщен заряд 6 нКл. Напряженность электрического поля:**
**а) на поверхности шара…**
**б) внутри шара…**
**в) на расстоянии 10 см от поверхности шара…**

**Решение.**

**Напряженность электрического поля, создаваемого заряженным шаром:**

**1) E = 0 – внутри шара;**

**2) E =** $k\frac{q}{\varepsilon \cdot R^2}$ **- на поверхности шара, R – радиус шара;**

**3) E =** $k\frac{q}{\varepsilon \cdot r^2}$ **- вне шара, r – расстояние до центра шара.**

**Значит:**

**а) E = 9 ·10⁹ ·** $\frac{6 \cdot 10^{-9}\,Кл}{0{,}3^2\,м^2}$ **= 600 В/м = 600 Н/Кл – на поверхности.**

**б) E = 0 – внутри шара;**

**в) E = 9 ·10⁹ = 337,5 Н/м - вне шара.**

***2.С формулами на определение напряженности или потенциала связаны задачи такого характера:***
***1) Как измениться напряженность электрического поля, если расстояние до точки, в которой определяется напряженность, увеличить в 2 раза (напряженность уменьшится в 4 раза);***
***2) Если расстояние от точечного заряда уменьшится в 3 раза, то потенциал поля (увеличится в 3 раза)***

***<u>Напряженность</u> электрического поля, создаваемого:***

***E =*** $k\frac{q}{r^2}$ ***- для точечного заряда;***

$E = \frac{1}{2}\cdot\frac{\sigma}{\varepsilon_0\varepsilon}$ ***- для заряженной плоскости.***

***<u>Потенциал поля,</u> создаваемого шаром:***

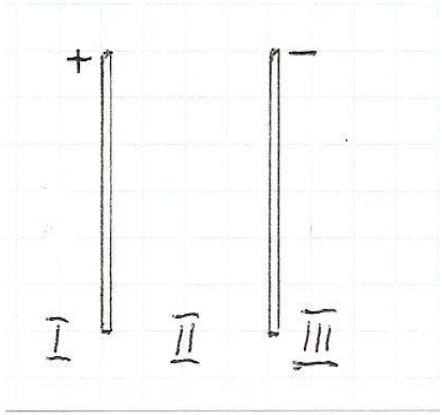
***1)*** $\varphi = 0$ ***- внутри шара;***

***2)*** $\varphi = k\frac{q}{R\varepsilon}$ ***- на поверхности шара радиусом R;***

***3)*** $\varphi = k\frac{q}{r\varepsilon}$ ***- вне шара, r – расстояние от центра шара;***

***4)*** $\varphi = k\frac{q}{r\varepsilon}$ ***- для точечного заряда.***

***3. Две большие металлические пластины, расстояние между которыми мало по сравнению с их размерами, заряжены до +q и q. Напряженность электрического поля, созданного пластинами, равна нулю…***




**Решение**

***Для решения задачи построим линии напряженности и вспомним принцип суперпозиции электрических полей. Векторы напряженности всегда направлены от «+» к «-». По принципу суперпозиции*** $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$

***E = 0*** $\Rightarrow$ ***E=*** $E_1 - E_2$***, т.е. векторы*** $\vec{E_1}$ и $\vec{E_2}$ ***прот положны должны быть по направлению – это наблюдается в области I и III.***

**4.**

;

***Если OA=AB, то напряженности электрического поля заряда q в точках A и B находятся в соотношении…***

**Решение**

$$E_A = k\frac{q}{AO^2} \qquad E_B = k\frac{q}{OB^2}$$

$$OB = 2AO \Rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{k\cdot q\cdot OA^2}{OB^2\cdot k\cdot q} = \frac{OA^2}{(2OA)^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow E_B = \frac{1}{4}E_A$$

Аналогичное задание: ***Если OA=AB, то потенциалы электрического поля заряда q в точках A и B находятся в следующем соотношении***

$$\varphi_A = k\frac{q}{OA}; \qquad \varphi_B = k\frac{q}{OB}$$

$$\frac{\varphi_B}{\varphi_A} = \frac{k\cdot q\cdot OA}{OB\cdot k\cdot q} = \frac{OA}{2OA} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_B = \frac{1}{2}\varphi_A$$

***5. Электрическое поле в вакууме создано четырьмя точечными положительными зарядами, размещенными в вершинах квадрата со стороной a. Потенциал в центре квадрата равен …***

## Решение

По принципу суперпозиции электрических полей

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 = 4\varphi_1$$

(т.к. заряды равны, расстояния от них до точки 0 одинаковы)

Для точечного заряда

$$\varphi_1 = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

$$r = \frac{a\sqrt{2}}{2}$$ - по теореме [illegible] значит

$$\varphi = 4 \cdot \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q \cdot 2}{a\sqrt{2}} = \frac{2q}{\pi\varepsilon_0 a\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}q}{\pi\varepsilon_0 a}$$

***6. Встречаются задачи на определение электроемкости плоского конденсатора, уединенного шара.***

**Основные формулы:**

$$C = \frac{q}{\varphi} \qquad C = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S}{d} \qquad C = 4\pi\varepsilon_0\varepsilon R_ш$$

$$\varphi_ш = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R} \qquad \boldsymbol{W = \frac{qU}{2}}$$

$$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S(n-1)}{d}$$ ***(n пластин)***

***7. Воздушный конденсатор заряжен от источника напряжения и отключен от него. После этого расстояние между пластинами увеличили вдвое. При этом энергия электрического поля конденсатора…***

**Решение.**

***Т.к. конденсатор отключен от источника тока, то*** $W = \frac{q^2}{2C}$

***Для плоского конденсатора*** $C = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S}{d}$

***d увеличили в 2 раза емкость уменьшится в 2 раза, значит энергия увеличится в 2 раза. Если бы конденсатор остался подключенным к источнику тока, то*** $W = \frac{CU^2}{2}$***, поэтому т.к. С уменьшилась в 2 раза, то и энергия уменьшилась в 2 раза.***

***Обращать внимание подключен или нет конденсатор к источнику!!!***

***7а. Электрическая энергия заряженного шара 0,02 Дж. Если шар заряжен до потенцивла 100 В, то ему сообщен заряд…***

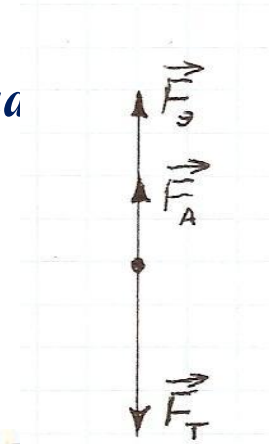
***Решение.***

***Энергия заряженного шара*** $W = \frac{q \cdot \varphi}{2}$

$$q = \frac{2W}{\varphi} = \frac{2 \cdot 0{,}02\ \text{Дж}}{100\ \text{В}} = 4 \cdot 10^{-4}\text{Кл}$$

**8. Положительно заряженный шарик массой 0,18 г и плотностью 1800кг/м$^3$ находится в равновесии в жидком диэлектрике плотностью 900 кг/м$^3$. В диэлектрике имеется однородное электрическое поле напряженностью 45 кВ/м, направленной вертикально вверх. Найти заряд шарика**

**Решение:**




*На шарик действует три силы: сила тяжести, сила со стороны электрического поля, выталкивающая сила, действующая со стороны жидкого диэлектрика Шарик находится в равновесии, значит* $\vec{F}_т + \vec{F}_a + \vec{F}_э = 0$

*При переходе к проекции получаем выражение Значит .*

$$F_т = F_а + F_э F_т = mg = \rho V_т g; \quad F_а = \rho_ж g V_т; \quad F_э = qE$$

$$\rho V_т g_а = \rho_ж g V_т + qE \Rightarrow qE = \rho V_т g_а - \rho_ж g V_т = (\rho - \rho_ж) g V_т$$

$$V_т = \frac{m}{\rho} = \frac{0{,}18 \cdot 10^{-3}\text{кг}}{1800\ \text{кг/м}^3} = 10^{-7}\text{м}^3 q = \frac{(\rho - \rho_ж) g V_т}{E} =$$

$$\frac{(1800-900)\text{кг/м}^3 \cdot 9{,}8\text{м/с}^2 \cdot 10^{-7}}{45 \cdot 10^3} = 200 \cdot 10^{-10}\text{Кл} = 20\text{нКл}$$

***9. В вертикально направленном однородном электрическом поле находится пылинка массой $1 \cdot 10^{-9}$г и зарядом $3,2 \cdot 10^{-17}$Кл. Если сила тяжести пылинки уравновешена силой электрического поля, то напряженность поля равна…***

**10.** ***Заряды 90 и 10 нКл расположены на расстоянии 4 см друг от друга. Где надо разместить третий заряд, чтобы силы, действующие на него со стороны двух других зарядов, были равны по модулю и противоположны по направлению.***

**Решение:**

$$F_1 = k\frac{q_1 \cdot q_2}{r_1^2}; \quad F_2 = k\frac{q_2 \cdot q_3}{r_2^2} \Rightarrow k\frac{q_1 \cdot q_2}{r_1^2} = k\frac{q_2 \cdot q_3}{r_2^2} \Rightarrow \frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_3}{r_2^2} \Rightarrow$$

$$\frac{r_1^2}{q_1} = \frac{r_2^2}{q_3}$$

$$\frac{r_1^2}{90 \cdot 10^{-9}} = \frac{r_2^2}{10 \cdot 10^{-9}}; \quad \frac{r_1^2}{9} = r_2^2; \quad r_1^2 = 9r_2^2; \quad r_1 = 3r_2.$$

$$r_1 + r_2 = 4; \; r_1 = 4 - r_2 \Rightarrow 4 - r_2 = 3r_2; \; r_2 = 1 \text{ см}, r_1 = 3 \text{ см}.$$

***11.Между анодом и катодом диода приложено напряжение 100 В. Если каждую секунду из катода эмитирует электронов, то за 1 час электрическое поле совершает работу … (е = 1,6·10 $^{-19}$Кл).***

**Решение**

$A = q \cdot U; \quad q = I \cdot t$

$A = I \cdot t \cdot U$ ***– работа электрического тока***

$I = N \cdot e, \; N = 10^{16}; \quad t = 3600\ c.$

$A = N \cdot e \cdot t \cdot U = 10^{16} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\text{Кл} \cdot 100\text{В} \cdot 3600\text{с} = 576\text{Дж}$

***12.Потенциалы двух проводников относительно Земли соответственно равны 24 В и - 8 В. Чтобы перенести заряд $8 \cdot 10^{-7}$ Кл с первого проводника на второй нужно совершить работу…***

**Решение.**

$$A = q \cdot U \qquad U = \varphi_1 - \varphi_2$$ ***, где***

$$A = 8 \cdot 10^{-7} \cdot (24 - (-8)) = 2{,}6 \cdot 10^{-5}$$ ***Дж***

***13.Если разность потенциалов, которую проходит электрон, уменьшить в 10 раз, то кинетическая энергия электрона…***

**Решение.**

***Не нужно забывать, что работа равна изменению кинетической энергии*** $A = \Delta E_к = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$

***С другой стороны работа электрического поля*** $A = q \cdot U$ ***,***
***Значит*** $q \cdot U = \Delta E_к$***, т.е. кинетическая энергия так же уменьшается в 10 раз.***

***14а. Электрон, пролетевший ускоряющую разность потенциалов 100 В, обладает скоростью… ( $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл, $m = 9 \cdot 10^{-31}$ кг )***

**Решение**

$$A = qU = \Delta E_K$$

$$eU = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 100}{9 \cdot 10^{-31}}} = 6 \cdot 10^6 \text{м/с}$$

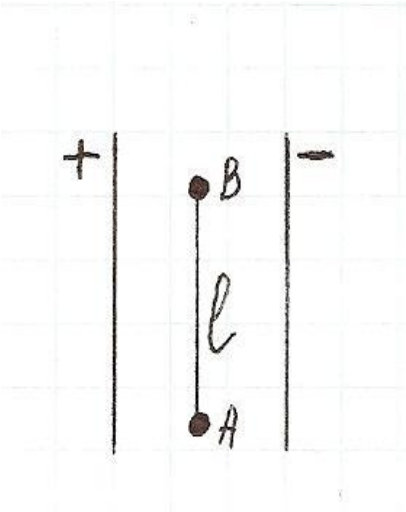
***14. Двигаясь в электрическом поле, протон перешел из одной точки в другую, потенциал которой выше на 1 В. При этом потенциальная энергия протона… ($q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл )***

**Решение**

$$A = -\Delta E_P = q \cdot U = q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) = -1{,}6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \Rightarrow \Delta E_P = 1{,}6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

***т.е. потенциальная энергия увеличилась на*** $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Дж.

## 15.Работа, совершаемая при перемещении заряда в однородном электрическом поле на расстояние *l* равна…

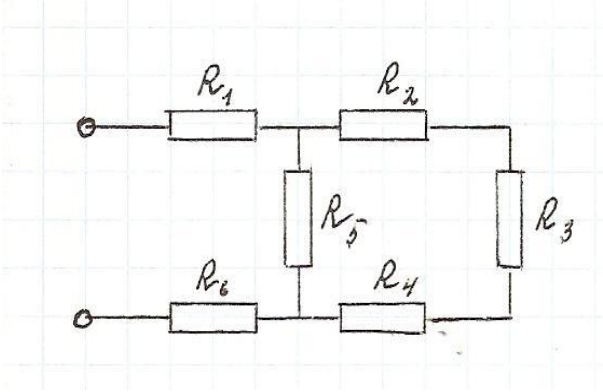



**Решение.**

$A = q \cdot E \cdot \Delta d$, $\Delta d$ - ***изменение расстояния до пластины, т.к. оно не изменяется, то A = 0. Если заряд движется вдоль пластины, то электрическое поле не совершает работу.***

# II
# РАЗДЕЛ

# ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

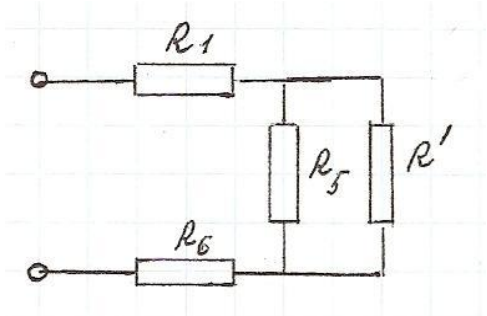



**16. $R_1$ =1 Ом, $R_2$ =1 Ом, $R_3$ =8 Ом, $R_4$ =1 Ом, $R_5$ =1 Ом, $R_6$ =1 Ом. Общее сопротивление цепи…**

**Решение.**

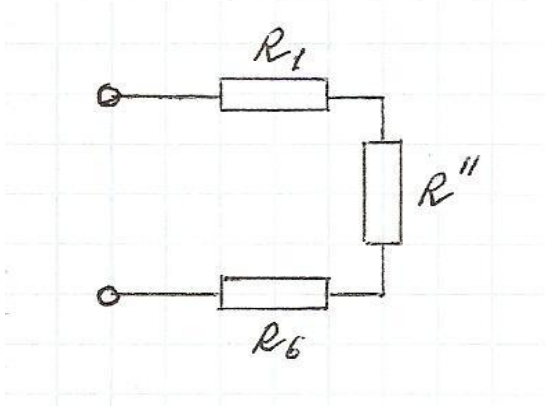
*Цепь начинаем сворачивать с дальнего от источника края. $R_2$, $R_3$, $R_4$ – соединены последовательно, поэтому*

$$R' = R_2 + R_3 + R_4 = 1 + 8 + 1 = 10 \text{ Ом.}$$



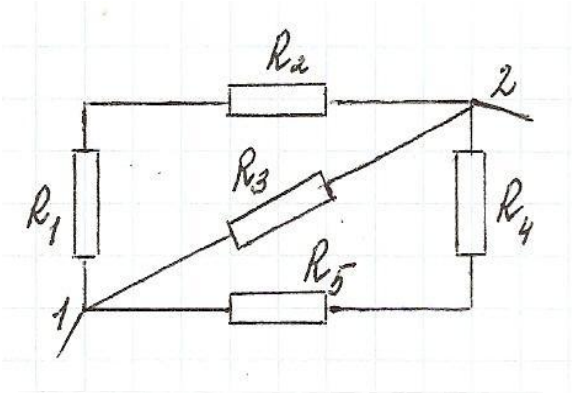

*Получаем эквивалентную цепь. $R'$, $R_5$ соединены параллельно, поэтому*

$$R'' = \frac{R_5 \cdot R'}{R_5 + R'} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = \frac{100}{20} = 5 \text{ Ом}$$



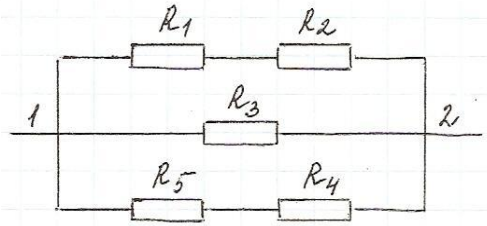

*Получаем эквивалентную цепь. Данные три сопротивления соединены последовательно, поэтому*

$$R_{общ} = R_1 + R'' + R_6 = 1 + 5 + 1 = 7 \text{ Ом}$$




**17**. ***Найти сопротивление схемы между точками1 и 2, если $R_1 = R_2 = = R_3 = R_4 = R_5 = 8$ Ом.***

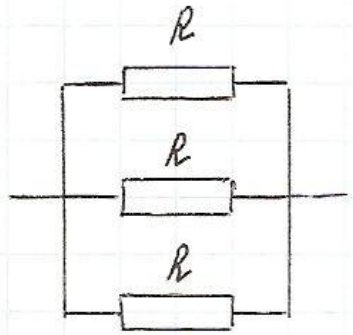
**Решение.**




***Схему можно вычертить иначе, тогда $R_1$ и $R_2$ соединены последовательно, значит***

$$R' = R_1 + R_2 = 16 \text{ Ом}$$

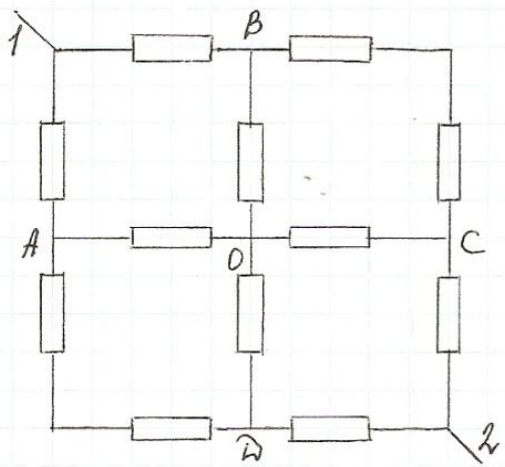
***$R_5$ и $R_4$ так же соединены последовательно, значит*** $R'' = R_4 + R_5 = 16$ Ом




$R', R_3, R''$ ***соединены последовательно, поэтому***

$$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R''}$$

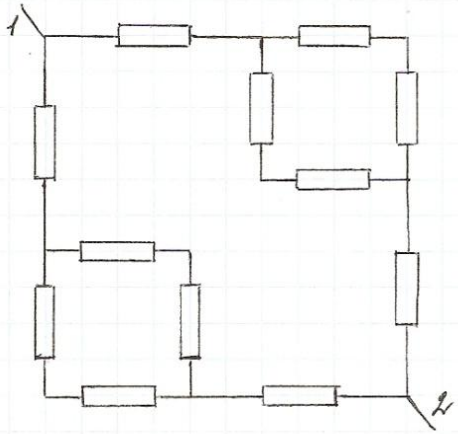
$$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{16} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{4} \Rightarrow R_{общ} = 4 \text{ Ом}$$




**18. Сетка состоит из одинаковых звеньев. Сопротивление каждого звена 1 Ом. Найти сопротивление между точками 1 и 2.**

## Решение.

*От данной схемы можно перейти к другой схеме из-за равенства потенциалов в точках A, B и C, D. Тогда получаем две симметричные ветви равных сопротивлений.*




$R_1$ и $R_2$, $R_3$ и $R_4$ *соединены последовательно, значит* $R'$ и $R''$ *соединены последовательно, поэтому*

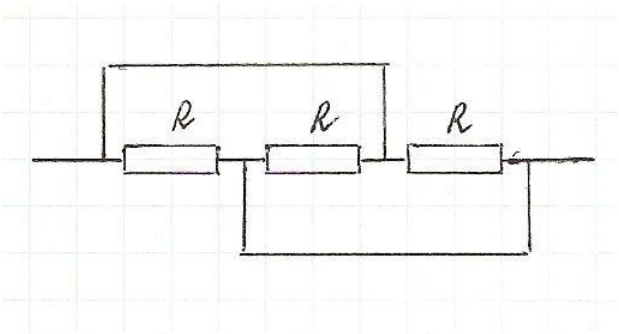
$$R''' = \frac{R' \cdot R''}{R' + R''} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1 \text{ Ом.}$$

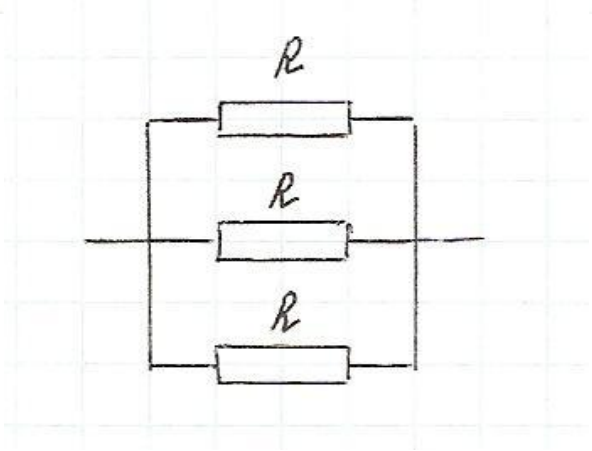
$R_9, R''', R_4$ *соединены последовательно, значит*

$$R_1' = R_2' = R_9 + R''' + R_4 = 1 + 1 + 1 = 3 \text{ Ом}$$

*сопротивление каждой ветви параллельного соединения (2 ветви). Значит*

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_1' \cdot R_2'}{R_1' + R_2'} = \frac{3 \cdot 3}{3 + 3} = \frac{9}{6} = 1{,}5 \text{ Ом}$$




## *19. Дан участок цепи. Найти общее сопротивление.*

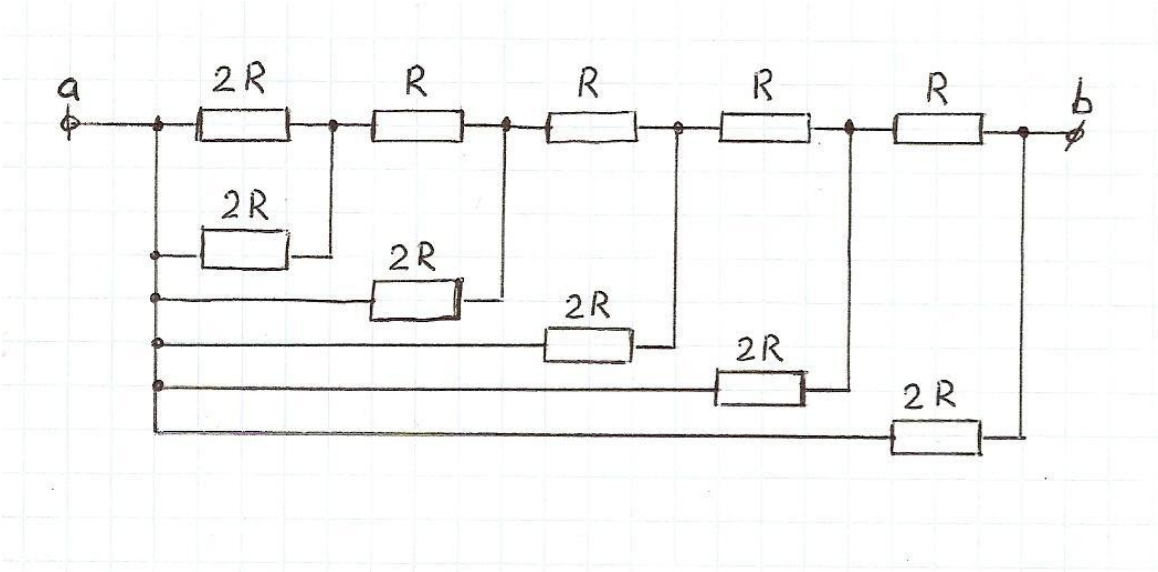
**Решение.**

***Эту схему можно вычертить по-другому. Это параллельное соединение. Т.к. сопротивление ветвей равны и ветвей три, то***

$$R_{общ} = \frac{R}{3}$$

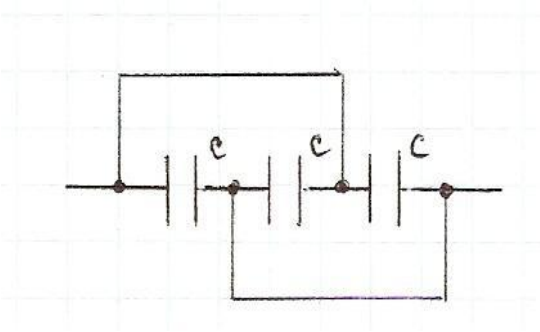
***20. Чему равно общее сопротивление электрической цепи, изображенной на рисунке между точками a и b?***

**Решение.**



***21.Аналогичные задания могут быть заданы и для конденсаторов (Найти общую емкость батареи конденсаторов).***

**Решение.**



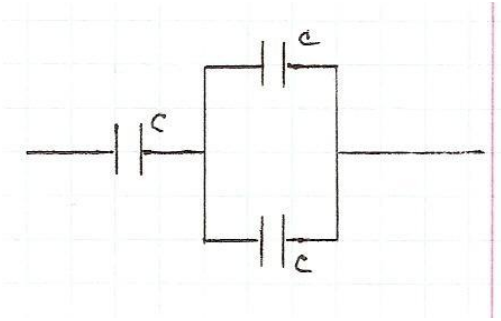

*Для параллельного соединения конденсаторов*

$C_{общ} = 3C$

$C_1 = C_2 = C_3 = C$

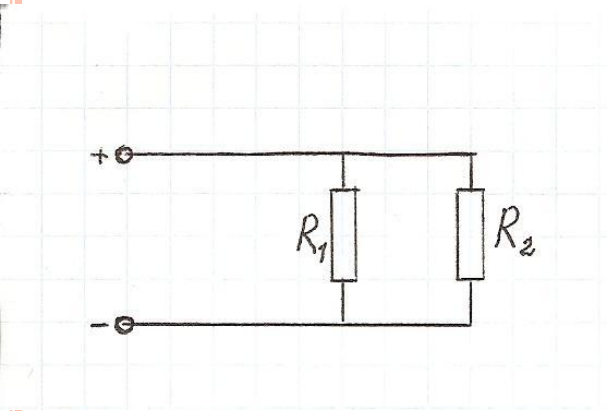
$C_1$ и $C_2$ *соединены параллельно, значит*

$C' = C_1 + C_2 = 2C$




$C'$ и $C_3$ *соединены последовательно, значит*

$$C_{общ} = \frac{C_3 \cdot C'}{C_3 + C'} = \frac{C \cdot 2C}{C + 2C} = \frac{2}{3}C$$




***22. Если через резистор сопротивлением*** $R_2 = 120$ ***Ом проходит ток 6А, то через резистор сопротивлением*** $R_2 = 80$ ***Ом проходит ток…***

***Решение***

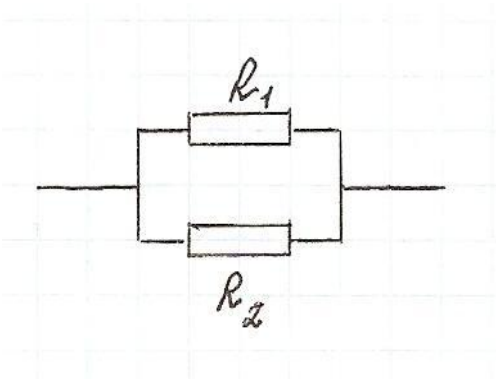
***Резисторы соединены параллельно, значит*** $U_1 = U_2$

***По закону Ома для участка цепи*** $I = \frac{U}{R}$ ***, значит***

$$I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 \Rightarrow I_2 = \frac{I_1 \cdot R_1}{R_2} = \frac{6\ \text{А} \cdot 120\ \text{Ом}}{80\ \text{Ом}} = 9\ \text{А}$$

***23.Если проводник разрезать на две равные части и соединить эти части параллельно, то сопротивление проводника …***

## Решение




$$R_1 = R_2 = \frac{R_0}{2},\ R_1 = R_2 = \rho \cdot \frac{l_1}{S}$$

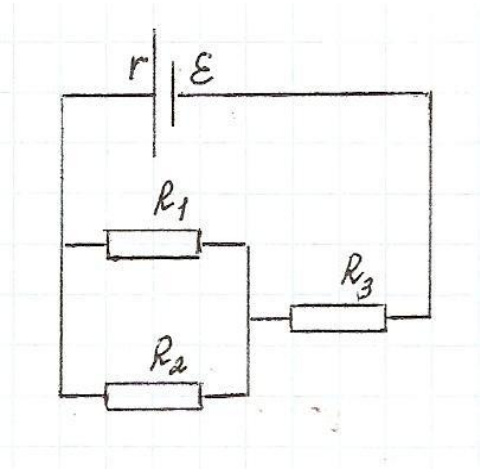
***l уменьшилась в 2 раза, значит R уменьшилось в 2 раза.***

***При параллельном соединении***

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \text{ или } R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R = \frac{\frac{R_0}{2} \cdot \frac{R_0}{2}}{\frac{R_0}{2} + \frac{R_0}{2}} = \frac{R_0^2}{4R_0} = \frac{R_0}{4}.$$

***Сопротивление уменьшилось в 4 раза***




***24. К источнику тока с ЭДС 4,5В и внутренним сопротивлением r = 1,5Ом присоединена цепь. Если $R_1 = R_2 = 10$ Ом, $R_3 = 2,5$ Ом, то сила тока в неразветвленной части цепи равна…***

**Решение**

*По закону Ома для полной цепи* $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$

*Найдем внешнее сопротивление.* $R_1 = R_2$ *и соединены параллельно, то* $R' = \frac{R_1}{2}$ *(по количеству ветвей).* $R'$ и $R_3$ *соединены последовательно, значит*

$$R = R' + R_3 = \frac{R_1}{2} + R_3 = 5 + 2,5 = 7,5 \text{ (Ом)}$$

$$I = \frac{4,5}{7,5 + 1,5} = 0,5 \text{ А}$$

***25. Электрическое сопротивление медной проволоки 8 Ом . Проволоку потянули за концы в противоположные стороны, и её длина увеличилась вдвое. Электрическое сопротивление проволоки стало равным…***

**Решение**

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

***Если длина изменилась, то что произошло с площадью? Объем остался прежним $V_1 = V_2$. Т.к. проволоку можно рассматривать как цилиндр, значит $V = S \cdot l$ .***

$$S_1 \cdot l_1 = S_2 \cdot l_2 \Rightarrow S_2 = \frac{S_1 \cdot l_1}{l_2} = \frac{S_1 \cdot l_1}{2 l_2} = \frac{S_1}{2}$$

***Тогда . Значит,***

$$R_2 = \rho \frac{l_2}{S_2} = \rho \frac{2 l_1}{\frac{S_1}{2}} = 4\rho \frac{l_1}{S_1} = 4R_1$$

$$R_2 = 4 \cdot 8 \text{ Ом} = 32 \text{ Ом}.$$

***25а.Если площадь поперечного сечения проводника 10 мм², концентрация свободных электронов и по проводнику протекает ток 3,2 А, то свободные электроны движутся со скоростью …(е = -1,6· 10 $^{-19}$Кл)***

**Решение.**

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q_0 \cdot n \cdot S \cdot \Delta l \cdot v}{\Delta l} = q_0 \cdot n \cdot S \cdot v$$

$$q_0 = e \Rightarrow v = \frac{I}{e \cdot n \cdot S} = \frac{3{,}2}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^{28} \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 10^{-4}\ \text{м/с}$$

$$\boxed{I = q_0 \cdot n \cdot S \cdot v}$$

***26.Сравните мощность электрического тока двух резисторов, имеющих сопротивления Ом, Ом, включенных в цепь параллельно (или м.б. последовательно).***

**Решение.**

***При параллельном соединении*** $U_1 = U_2$ ***. Мощности выразим через напряжение и сопротивление.***

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1}, \quad P_2 = \frac{U^2}{R_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}, \quad P_1 = \frac{1}{2}P_2$$

***При последовательном соединении*** $I_1 = I_2$

***Значит***

$$P_1 = I_1^2 R_1, \quad P_2 = I_2^2 R_2 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{4}{2} = 2$$

$$P_1 = 2\,P_2$$

**27. *Найти КПД источника тока с внутренним сопротивлением 0,1 Ом, если он работает на нагрузку с сопротивлением 1,5 Ом***

**Решение:**

***По определению*** $\eta = \frac{P_{полез}}{P_{полн}}$

***Полезная мощность*** $P_{полез} = I^2R$ ***(R– внешнее сопротивление )***

***Полная мощность*** $P_{полн} = \varepsilon I = I \cdot I(R + r) = I^2(R + r)$

***Значит***

$$\eta = \frac{I^2R}{I^2(R + r)} = \frac{R}{R + r} = \frac{1{,}5}{1{,}5 + 0{,}1} = 0{,}94; \quad \eta = 94\%$$

$$\boxed{\eta = \frac{R}{R + r}}$$

***27а.Если напряжение на клеммах сварочного аппарата 100В, а сила тока 200А, то стоимость его работы в течении 8 часов при тарифе 1кВт·ч – 4 тенге будет …***

***28. Определить массу выделившейся меди, если на ванну подавалось напряжение 6 В при электролизе раствора медного купороса и было затрачено 720 МДж энергии (k = 0,33кг/Кл)***

**Решение.**

***По закону электролиза*** $m = k \cdot I \cdot t = k \cdot q$

***Энергия, затраченная на процесс – это энергия электрического тока .***

$$Q = I \cdot U \cdot t \Rightarrow I \cdot t = \frac{Q}{U}$$

***Значит,***

$$m = k\frac{Q}{U} = 0{,}33 \cdot 10^{-6}\left(\frac{\text{кг}}{\text{Кл}}\right)\frac{720 \cdot 10^{6}\text{Дж}}{6\ B} = 39{,}5\ \text{кг}$$

***29. При электролизе в первой ванне выделилось 39 г цинка, за это же время во второй ванне выделилось 22,4 г железа; электролитические ванны соединены последовательно. Определите валентность железа, если цинк двухвалентен. ( )***

$$M_{цинка} = 65\frac{г}{моль};\ M_{железа} = 56\frac{г}{моль}$$

**Решение.**

***Электрохимический эквивалент*** $k = \dfrac{M}{n \cdot N_A \cdot e}$

***По закону электролиза*** $m_1 = k_1 I_1 t_1\ ,\ \ m_2 = k_2 I_2 t_2\ ;\ t_1 = t_2$

***Т.к. ванны соединены последовательно, то*** $I_1 = I_2$***, значит***

$$I_1 t_1 = I_2 t_2 = q_1 = q_2$$

$$q_1 = \frac{m_1}{k_1};\ q_2 = \frac{m_2}{k_2} \Rightarrow \frac{m_1}{k_1} = \frac{m_2}{k_2} \Rightarrow \frac{m_ц}{k_ц} = \frac{m_ж}{k_ж} \Rightarrow k_ж = \frac{m_ж k_ц}{m_ц}$$

$$\frac{M_ж}{n_ж \cdot N_A \cdot e} = \frac{m_ж \cdot M_ц}{m_ц \cdot n_ц \cdot N_A \cdot e} \Rightarrow \frac{M_ж}{n_ж} = \frac{m_ж \cdot M_ц}{m_ц \cdot n_ц}$$

$$n_ж = \frac{m_ц \cdot n_ц \cdot M_ж}{m_ж \cdot M_ц} = \frac{39 \cdot 2 \cdot 56}{65 \cdot 22{,}4} = 3$$

***30. Через какое время медный анод станет тоньше на 33 мкм при плотности тока на электролите 89 А/? (k =***

$3,3 \cdot 10^{-7}$ кг/кл; $g = 8.9 * 10^3$кг/м$^3$ ***)***

**Решение.**

$$m = k \cdot I \cdot t \Rightarrow t = \frac{m}{k \cdot I}$$

$$j = \frac{I}{S}; \quad m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot h; \quad t = \frac{\rho \cdot S \cdot h}{k \cdot j \cdot S} = \frac{\rho \cdot h}{k \cdot j}$$

$$= \frac{8{,}9 \cdot 10^3 \cdot 3{,}3 \cdot 10^{-6}}{3{,}3 \cdot 10^{-7} \cdot 89} = 10^3\ c$$