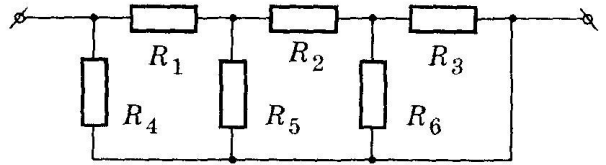


РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ВТОРОГО ТУРА ОЛИМПИАДЫ ПО ЭЛЕКТРОНИКЕ

9 КЛАСС

1. Определите общее сопротивление цепи, изображенной на рисунке, если $R_1 = 0,5$ Ом, $R_2 = 1,5$ Ом, $R_3 = R_4 = R_5 = 1$ Ом, $R_6 = 2/3$ Ом.



РЕШЕНИЕ:

Из схемы нетрудно заметить, что резисторы R_3 и R_6 включены параллельно. Обозначим их

общее сопротивление как $R_7 = \frac{R_3 \cdot R_6}{R_3 + R_6} = \frac{1 \cdot \frac{2}{3}}{1 + \frac{2}{3}} = \frac{2}{5} = 0,4$ Ом. Тогда получается, что резисторы

R_2 и R_7 соединены последовательно. Обозначим их общее сопротивление как R_8 .

Вычислим $R_8 = R_2 + R_7 = 1,5 + 0,4 = 1,9$ Ом. Далее видно, что R_8 и R_5 соединены параллельно.

Обозначим их общее сопротивление как R_9 . Вычислим $R_9 = \frac{R_8 \cdot R_5}{R_8 + R_5} = \frac{1,9 \cdot 1}{1,9 + 1} = 0,655$ Ом.

Тогда R_1 и R_9 соединены последовательно. Обозначим их общее сопротивление как R_{10} .

Вычислим $R_{10} = R_1 + R_9 = 0,5 + 0,655 = 1,155$ Ом. Из схемы видно, что R_4 и R_{10} включены параллельно. Поэтому общее сопротивление цепи $R_{общ.}$ будет равно:

$$R_{общ.} = \frac{R_4 \cdot R_{10}}{R_4 + R_{10}} = \frac{1 \cdot 1,155}{1 + 1,155} = 0,536 \text{ Ом.}$$

Ответ: общее сопротивление цепи $R_{общ.} = 0,536$ Ом.

2. В различных электронных приборах достаточно широко используют потоки свободных электронов в вакууме. Найдите кинетическую энергию электрона, изменение его потенциальной энергии и приобретенную скорость при перемещении электрона в однородном электрическом поле из точки с потенциалом $\varphi_1 = 200$ В в точку с потенциалом $\varphi_2 = 300$ В. Начальную скорость электрона считать равной нулю. Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

РЕШЕНИЕ:

Дано:

$$\varphi_1 = 200 \text{ В, } \varphi_2 = 300 \text{ В, } v_0 = 0 \text{ м/с, } m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг, } q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

$$W_k - ? \quad \Delta W_{пот} - ? \quad v_k - ?$$

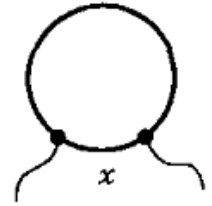
Т.к. электрон движется в сторону увеличения потенциала, то он движется против силовых линий электрического поля. Вычислим изменение его потенциальной энергии

$\Delta W_{пот.} = (-q_e)(\varphi_2 - \varphi_1) = q_e\varphi_1 - q_e\varphi_2 = -1,6 \cdot 10^{-17}$ Дж < 0, значит, потенциальная энергия $W_{пот.}$ убывает, следовательно, кинетическая энергия $W_{кин.}$ на столько же возрастает. Т.к. начальная скорость электрона v_0 равна нулю, то кинетическая энергия электрона $W_{кин.} = 1,6 \cdot 10^{-17}$ Дж = 100 эВ. Изменение потенциальной энергии электрона равно $\Delta W_{пот.} = -1,6 \cdot 10^{-17}$ Дж = -100 эВ. Вычислим приобретенную электроном скорость из формулы кинетической энергии:

$$v_k = \sqrt{\frac{2W_{кин.}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-17}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = \sqrt{200} = 14,1 \text{ м/с.}$$

Ответ: кинетическая энергия электрона $W_{\text{кин}} = 100 \text{ эВ}$, изменение потенциальной энергии электрона равно $\Delta W_{\text{пот.}} = -100 \text{ эВ}$, приобретенная скорость $v_k = 14,1 \text{ м/с}$.

3. На рисунке показано кольцо, изготовленное из проволоки сопротивлением $R = 25 \text{ Ом}$. К какой части кольца x необходимо изготовить контакты для подключения к источнику тока, чтобы сопротивление кольца было равно 4 Ом ? Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.



РЕШЕНИЕ:

Как видно из рисунка, контакты делят кольцо на два проводника (обозначим их сопротивления R_1 и R_2), включенные параллельно. По условию задачи их общее

сопротивление $R_{\text{общ.}}$ равно 4 Ом . Поэтому можно записать: $R_{\text{общ.}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$. Т.к. сопротивление

проволоки $R = 25 \text{ Ом}$, то $R_1 + R_2 = R = 25 \text{ Ом}$. Составим уравнение:

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(25 - R_2) \cdot R_2}{25} = 4, \text{ т.е. } R_2^2 - 25R_2 + 100 = 0, \text{ откуда } R_2 \text{ имеет два значения: } 20 \text{ Ом и } 5 \text{ Ом.}$$

Таким образом, часть кольца x имеет сопротивление 5 Ом , что составляет $5/25$ или.

Ответ: контакты для подключения к источнику тока необходимо изготовить к $1/5$ кольца.

4. К источнику постоянного тока подключены соединенные последовательно два проводника из медной и стальной проволоки. Длина медной проволоки в два раза больше, чем стальной, а площадь сечения стальной проволоки в 4 раза больше, чем медной. Сравните количества теплоты, выделенной в проводниках при протекании тока. Удельное сопротивление меди равно $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, стали - $12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

РЕШЕНИЕ:

Дано:

$$l_m = 2l_c, S_c = 4S_m, \rho_m = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}, \rho_c = 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

$$\frac{Q_m}{Q_c} = ?$$

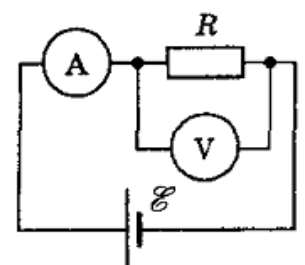
Согласно закону Джоуля – Ленца количество теплоты, выделяемое при протекании тока $Q = I^2 R t$. Т.к. проводники включены последовательно, то через них протекает одинаковый ток I за одно и то же время t . Поэтому отношение

$$\frac{Q_m}{Q_c} = \frac{R_m}{R_c} = \frac{\rho_m \frac{l_m}{S_m}}{\rho_c \frac{l_c}{S_c}} = \frac{\rho_m \cdot 2l_c \cdot 4S_c}{\rho_c \cdot l_c \cdot S_c} = \frac{8\rho_m}{\rho_c} = 8 \frac{1,7 \cdot 10^{-8}}{12 \cdot 10^{-8}} = 1,3$$

Ответ: $\frac{Q_m}{Q_c} = 1,3$

5. Для определения сопротивления резистора R школьник собрал схему, приведенную на рисунке. Сопротивление амперметра оказалось достаточно малым, а сопротивление вольтметра $R_V = 1000 \text{ Ом}$. Результаты измерений приведены в таблице.

Показания амперметра, А	Показания вольтметра, В
-------------------------	-------------------------



Чему равно сопротивление резистора R ? Какая ошибка будет допущена, если сопротивление вольтметра принять бесконечно большим?

РЕШЕНИЕ:

Дано:

$$I_A = 1,0 \text{ A}, U_V = 100 \text{ B}, R_V = 1000 \text{ Ом.}$$

δ_R - ?

Если сопротивление вольтметра R_V принять бесконечно большим, то сопротивление резистора

$$R_{(1)} = \frac{U_V}{I_A} = \frac{100 \text{ B}}{1 \text{ A}} = 100 \text{ Ом.}$$

Если учитывать сопротивление вольтметра R_V , то параллельно

резистору R подключается резистор R_V , через который протекает ток $I_V = \frac{U_V}{R_V} = 0,1 \text{ A}$. Это

значит, что через резистор R протекает ток $I_R = I_A - I_V = 1 - 0,1 = 0,9 \text{ A}$. Таким образом,

$$\text{сопротивление резистора } R_{(2)} = \frac{U_V}{I_R} = \frac{100 \text{ B}}{0,9 \text{ A}} = 111,11 \text{ Ом, т.е. сопротивление резистора } R \text{ равно}$$

не 100 Ом, а 111,11 Ом. Это значит, что идеализация вольтметра приводит к абсолютной ошибке измерения сопротивления $\Delta_R = R_{(2)} - R_{(1)} = 111,11 \text{ Ом} - 100 \text{ Ом} = 11,11 \text{ Ом}$, что

соответствует относительной ошибке измерения $\delta_R = \frac{\Delta_R}{R} \times 100\% = \frac{11,11}{111,11} \times 100\% = 10\%$.

Ответ: абсолютная ошибка измерения сопротивления $\Delta_R = 11,11 \text{ Ом}$, относительная ошибка измерения $\delta_R = 10\%$.

6. Путешествуя по дикой природе, выпускник МИЭМа заметил, что аккумуляторы его навигационного устройства сели. Даже в таких сложных условиях путешественник нашел подходящий вариант зарядки аккумуляторной батареи и благополучно вернулся домой. Подскажите несколько вариантов зарядки аккумулятора, которыми мог воспользоваться путешественник.

РЕШЕНИЕ:

Для успешного решения этой задачи нужно вспомнить возможно большее количество альтернативных способов получения электрического тока. Сюда подойдут и использование солнечной энергии и «батарейка», сделанная из лимона и т.п. Оценивается оригинальность подхода и наличие вариантов решения.

7. Существует задача: в жилом помещении обеспечить автоматическое управление освещением. Необходимо, чтобы освещение включалось только в случае присутствия человека в помещении. Предложите вариант построения подобной системы, а также используемые датчики.

РЕШЕНИЕ:

По условию задачи, необходимо отслеживать присутствие человека в помещении. Один из доступных способов – использовать ИК сенсоры. Возможно также использование и иных видов датчиков, например, давления, объема и т.п. Оценивается оригинальность подхода и наличие вариантов решения.