

**ЗАДАНИЯ, РЕШЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВТОРОГО ЭТАПА ОЛИМПИАДЫ
ПО ЭЛЕКТРОНИКЕ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ**

9 КЛАСС.

1. Два куса железной проволоки имеют одинаковые массы. Длина одного из них в 10 раз больше длины другого. Какой кусок проволоки имеет большее сопротивление и во сколько раз?

Дано: $m_1 = m_2$, $\frac{l_1}{l_2} = 10$.

Найти: $\frac{R_1}{R_2}$

Решение и критерии оценки:

- 1) Сопротивление образца связано с его геометрическими размерами по формуле $R = \rho l / S$. (4 балла).
- 2) Если два куса проволоки сделаны из одного материала и имеют одинаковые массы, то их удельные сопротивления и объемы равны $\rho_1 = \rho_2$ и $V_1 = V_2$. (4 балла).
- 3) Из равенства объемов следует, что $l_1 \cdot S_1 = l_2 \cdot S_2$,
откуда $\frac{l_1}{l_2} = \frac{S_2}{S_1}$. (4 балла).

4) Отношение сопротивлений двух кусков железной проволоки:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1 l_1 S_2}{\rho_2 l_2 S_1} = \frac{l_1^2}{l_2^2}.$$

Если длина первой проволоки в 10 раз больше второй, то

$$\frac{R_1}{R_2} = 100. \quad (4 \text{ балла}).$$

Всего 16 баллов.

Ответ: Длинный проводник имеет сопротивление больше в 100 раз.

2. К трем параллельно соединенным резисторам сопротивлениями $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 15 \text{ Ом}$ и $R_3 = 30 \text{ Ом}$ приложено напряжение $U = 36 \text{ В}$. Какова сила тока в каждом из резисторов и общая сила тока в цепи? Чему равно общее сопротивление?

Дано: $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 15 \text{ Ом}$, $R_3 = 30 \text{ Ом}$, $U = 36 \text{ В}$.

Найти: I_1, I_2, I_3, I, R .

Решение и критерии оценки:

1) Сила тока в каждом резисторе:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = 3,6A; \quad I_2 = \frac{U}{R_2} = 2,4A; \quad I_3 = \frac{U}{R_3} = 1,2A. \quad (5 \text{ баллов}).$$

2) Общая сила тока в цепи $I = I_1 + I_2 + I_3 = 7,2A$. (5 баллов).

3) Общее сопротивление равно $R = \frac{U}{I} = 5\text{Ом}$. Можно найти общее

сопротивление другим способом, воспользовавшись формулой:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}. \quad \text{Оба варианта - (6 баллов).}$$

Всего 16 баллов.

Ответ: $I_1 = 3,6A; I_2 = 2,4A; I_3 = 1,2A; I = 7,2A; R = 5\text{Ом}$.

3. Одинаковые металлические шарики, заряженные одноименно зарядами q и $4q$, находятся на расстоянии r друг от друга. Шарики привели в соприкосновение. На какое расстояние x надо их развести, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

Дано: $q_1 = q, q_2 = 4q, r, F = F^1$.

Найти: x

Решение и критерии оценки:

1) Сила взаимодействия между двумя шариками до соприкосновения:

$$F = k \frac{q \cdot 4q}{r^2} = k \frac{4q^2}{r^2}. \quad (4 \text{ балла})$$

2) После того, как шарики привели в соприкосновение и затем снова развели, их заряды стали равны

$$q_1^1 = q_2^1 = \frac{q + 4q}{2} = 2,5q. \quad (4 \text{ балла})$$

3) Чтобы сила взаимодействия осталась прежней, их надо развести на расстояние x такое, что

$$F^1 = F = k \frac{(2,5q)^2}{x^2}. \quad (4 \text{ балла})$$

4) Искомую величину x находим из приравнивания величин сил взаимодействия до и после соприкосновения шариков.

$$k \frac{4q^2}{r^2} = k \frac{(2,5q^2)}{x^2},$$

откуда следует $4x^2 = 6,25r^2$ и $x = 1,25 r$. (4 балла)
Всего 16 баллов.

Ответ: $x = 1,25 r$.

4. С каким по величине ускорением a движется электрон в электрическом поле напряженностью $E = 10 \text{ кВ/м}$?

Заряд электрона $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$.

Дано: $E = 10 \text{ кВ/м} = 10^4 \text{ В/м}$, $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$.

Найти: a

Решение и критерии оценки:

1) На электрон в электрическом поле действует сила

$$F = q_e \cdot E. \quad (4 \text{ балла})$$

2) Под действием этой силы электрон приобретает ускорение, которое можно определить из второго закона Ньютона

$$ma = q_e \cdot E,$$

$$a = \frac{q_e E}{m_e}. \quad (6 \text{ баллов})$$

3) Проведем проверку единиц и сделаем расчет значения ускорения.

$$[a] = \frac{\text{Кл} \cdot \text{В}}{\text{м} \cdot \text{кг}} = \frac{\text{Кл} \cdot \text{Н}}{\text{Кл} \cdot \text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}, \quad (2 \text{ балла})$$

$$a = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10 \cdot 10^3}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,76 \cdot 10^{15} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}. \quad (4 \text{ балла})$$

Всего 16 баллов.

Ответ: $a = \frac{q_e E}{m_e} = 1,76 \cdot 10^{15} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

5. Два резистора сопротивлениями $R_1 = 20 \text{ Ом}$ и $R_2 = 40 \text{ Ом}$ подключают к источнику постоянного напряжения $U = 60 \text{ В}$:

а) последовательно;

б) параллельно.

Каковы мощности тока в каждом из резисторов в этих двух случаях?

Дано: $R_1 = 20 \text{ Ом}$, $R_2 = 40 \text{ Ом}$, $U = 60 \text{ В}$.

Найти: P_{1a} , P_{2a} , $P_{1б}$, $P_{2б}$.

Решение и критерии оценки:

а) Последовательное соединение резисторов.

1) При последовательном соединении токи через резисторы одинаковы и

$$\text{равны: } I_1 = I_2 = I = \frac{U}{R_{\text{общ}}},$$

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2. \quad (2 \text{ балла})$$

2) При одинаковом токе через резисторы мощности тока в резисторах:

$$P_{1a} = I^2 \cdot R_1 = \left(\frac{U}{R_1 + R_2} \right)^2 \cdot R_1 = 20 \text{ Вт}, \quad (3 \text{ балла})$$

$$P_{2a} = I^2 \cdot R_2 = \left(\frac{U}{R_1 + R_2} \right)^2 \cdot R_2 = 40 \text{ Вт}. \quad (3 \text{ балла})$$

б) Параллельное соединение резисторов.

3) При параллельном соединении напряжения на резисторах одинаковы и равны: $U_1 = U_2 = U$. (2 балла)

4) При одинаковых напряжениях на резисторах мощность тока в резисторах:

$$P_{1б} = \frac{U^2}{R_1} = 180 \text{ Вт}, \quad (3 \text{ балла})$$

$$P_{2б} = \frac{U^2}{R_2} = 90 \text{ Вт}. \quad (3 \text{ балла})$$

Всего 16 баллов.

$$\underline{\text{Ответ:}} \quad P_{1a} = \left(\frac{U}{R_1 + R_2} \right)^2 \cdot R_1 = 20 \text{ Вт}, \quad P_{1a} = \left(\frac{U}{R_1 + R_2} \right)^2 \cdot R_1 = 20 \text{ Вт};$$

$$\underline{P_{1б} = \frac{U^2}{R_1} = 180 \text{ Вт}; \quad P_{1б} = \frac{U^2}{R_1} = 180 \text{ Вт}.}$$

6. В настоящее время кроме системы эфирного телевидения широко используется система спутникового телевидения. Какова роль спутника в системе? Как выбирается высота его орбиты?

Решение.

- спутник выполняет роль ретранслятора телевизионного сигнала и с высоты своей орбиты обеспечивает большую зону покрытия земной поверхности.

- высота орбиты выбирается из необходимости обеспечения геостационарности спутника.

Критерии оценки

1. Полнота ответа

В задании два вопроса: роль спутника в системе спутникового телевидения и особенности выбора его орбиты.

- спутник выполняет роль ретранслятора телевизионного сигнала и с высоты своей орбиты обеспечивает большую зону покрытия земной поверхности. Таким образом, система разбивается на две линии передачи ТВ-сигнала: с передающей станции (на Земле) на спутник и со спутника на приемники потребителей (те самые спутниковые тарелки).

- высота орбиты выбирается из необходимости обеспечения геостационарности спутника. Стабильная работа спутниковой системы возможна, только если положение спутника связи неизменно относительно земных станций передачи и приема (он должен перемещаться с такой же угловой скоростью, как у Земли). Это условие необходимое, поскольку для передачи радиосигнала на спутник (расстояние около 36 000км) используют узконаправленные антенны (параболические) и даже небольшое смещение компонентов системы (например, спутника) приведет к потере канала связи.

2. Наличие вариантов решения

Оценивается наличие и количество вариантов ответа.

3. Оригинальность решения

Оценивается оригинальность мышления конкурсанта.

7. В качестве источника энергии в системе электропитания бытовых потребителей загородного дома используется солнечная батарея постоянного тока напряжением 48В. Перечислить необходимые компоненты системы электропитания с указанием их назначения.

Решение.

- преобразователь напряжения из 48В постоянного тока выдаваемого солнечной батареей, в 220В переменного тока частотой 50Гц бытовой сети электропитания.

- аккумулятор (желательно на напряжение, вырабатываемое солнечной батареей, т.е. 48В) для поддержания работоспособности системы в ночное время.

- электронное устройство управления (контроллер) для обеспечения зарядки аккумулятора, мониторинга его состояния, а также контроля качества электросети (напряжения, тока и частоты).

Критерии оценки

1. Полнота ответа

Необходимо рассмотреть составные части системы электропитания. Так как в качестве источника питания используется солнечная панель (батарея), вырабатывающая 48В постоянного тока, а бытовые потребители рассчитаны на 220В переменного тока частотой 50Гц (бытовая сеть электропитания), то в системе должен присутствовать преобразователь постоянного (напряжением 48В) в переменный (напряжением 220В) ток (DC/AC конвертор). Еще особенность – работа солнечной панели в ночное время невозможна, поэтому в системе должен присутствовать аккумулятор, поддерживающий работоспособность системы питания ночью. Для поддержания заряда аккумулятора в системе должно присутствовать устройство управления (контроллер), обеспечивающее зарядку аккумулятора от энергии, вырабатываемой солнечной батареей в дневное время, а также мониторинг выходного напряжения и частоты. Можно отметить наличие в системе электропитания предохранителя, служащего для защиты системы от перегрузки.

2. Наличие вариантов решения

Оценивается наличие и количество вариантов ответа (компонентов системы).

3. Оригинальность решения

Оценивается оригинальность мышления конкурсанта.