



«

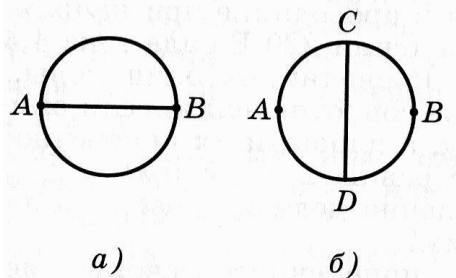
»

2013-2014

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

**10 КЛАСС.**

1. Из металлической проволоки изготовлено кольцо, точки А и В соединены отрезком такой же проволоки, длина которой равна диаметру кольца (рис. а). Во сколько раз изменится сопротивление между точками А и В, если проволокой соединить точки С и D (рис б)?



**Решение и критерии оценки:**

1) Сопротивление проводника равно  $R = \rho \frac{l}{S}$ ,

где:  $\rho$  - удельное сопротивление,  $l$  - длина и  $S$  - площадь сечения проводника. (2 балла)

2) В случае **а** общее сопротивление складывается из трех параллельно соединенных проволок с сопротивлениями:

$r_1 = r_2 = \rho \frac{\pi D}{2S}$  и  $r_3 = \rho \frac{D}{S}$ , откуда при параллельном соединении получается:

$$\frac{1}{R_a} = \frac{2S}{\rho \pi D} \cdot 2 + \frac{S}{\rho D} = \frac{S}{\rho D} \left( \frac{4 + \pi}{\pi} \right),$$

$$R_a = \frac{\rho \pi D}{S(4 + \pi)}. \quad (6 \text{ баллов})$$

3) В случае **б** проволока соединяет две точки с одинаковым потенциалом, следовательно, при расчете общего сопротивления ее можно не учитывать.

$$R_b = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} = \frac{\rho \pi D}{4S}. \quad (6 \text{ баллов})$$

4) Отношение сопротивлений равно

$$\frac{R_b}{R_a} = \frac{\pi + 4}{4} = 1,785. \quad (2 \text{ балла})$$

Всего 16 баллов.

Ответ: Сопротивление увеличилось в  $\frac{\pi + 4}{4} = 1,785$  раз.

2. К источнику тока присоединили последовательно два одинаковых сопротивления  $R$ . Когда их соединили параллельно и подключили к

источнику, сила тока в цепи увеличилась в 3 раза. Во сколько раз каждое из этих сопротивлений больше внутреннего сопротивления источника  $r$ ?

Дано:  $I_2 = 3 I_1$

Найти:  $\frac{R}{r}$

**Решение и критерии оценки:**

1) Ток в цепи при подключении к источнику последовательно соединенных сопротивлений

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{r + 2R}. \quad (5 \text{ баллов})$$

2) Ток в цепи при подключении к источнику параллельно соединенных сопротивлений

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{r + \frac{R}{2}} = \frac{2\varepsilon}{2r + R}. \quad (5 \text{ баллов})$$

3) Отношение этих токов  $\frac{I_2}{I_1} = 3 = \frac{2(r + 2R)}{2r + R}$ , откуда получаем

$R = 4r$ , что означает

$$\frac{R}{r} = 4. \quad (6 \text{ баллов})$$

Всего 16 баллов

Ответ:  $\frac{R}{r} = 4$

3. Два конденсатора с емкостями  $C_1$  и  $C_2$  и зарядами  $q_1$  и  $q_2$ , соединяют так, что положительно заряженная пластина одного конденсатора соединяется с отрицательно заряженной пластиной другого. Какими будут заряды на конденсаторах после соединения?

Дано:  $C_1; C_2; q_1; q_2$ .

Найти:  $q_1', q_2'$ .

**Решение и критерии оценки:**

После соединения конденсаторов:

1) общая емкость  $C = C_1 + C_2$ , (4 балла)

2) общий заряд  $q = q_1 - q_2$ , (4 балла)

3) напряжения на конденсаторах  $U_1 = U_2 = \frac{q}{C} = \frac{q_1 - q_2}{C_1 + C_2}$ , (4 балла)

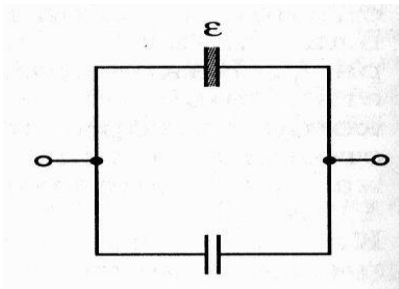
4) заряды на конденсаторах  $q_1' = C_1 \cdot U_1 = C_1 \cdot \frac{q_1 - q_2}{C_1 + C_2}$  и

$$q_2' = C_2 \cdot U_2 = C_2 \cdot \frac{q_1 - q_2}{C_1 + C_2}. \quad (4 \text{ балла})$$

Всего 16 баллов.

Ответ:  $q_1' = C_1 \cdot \frac{q_1 - q_2}{C_1 + C_2}$ ,  $q_2' = C_2 \cdot \frac{q_1 - q_2}{C_1 + C_2}$ .

4. Два одинаковых конденсатора, в один из которых помещена диэлектрическая пластина с относительной диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$ , были соединены, как показано на рисунке, и заряжены до напряжения  $U$ . Какую работу надо совершить, чтобы вытащить диэлектрическую пластину из конденсатора? Электроемкость воздушного конденсатора  $C$ .



Дано:  $\varepsilon$ ,  $U$ ,  $C$

Найти:  $A$

**Решение и критерии оценки:**

1) Энергия, запасенная в конденсаторах  $W_1 = \frac{C_{\text{общ1}} U^2}{2}$ .

$$C_{\text{общ1}} = C + \varepsilon C = C(1 + \varepsilon),$$

$$W_1 = \frac{C(1 + \varepsilon) U^2}{2}. \quad (4 \text{ балла})$$

2) Так как при вытаскивании диэлектрической пластины из конденсатора источник к цепи не подключен, общий заряд останется прежним  $q_1 = q_2$ , изменится напряжение, при этом

$$C_{\text{общ1}} \cdot U = C_{\text{общ2}} \cdot U_2, \text{ откуда получаем } U_2 = U \frac{C_{\text{общ1}}}{C_{\text{общ2}}}. \quad (4 \text{ балла})$$

3) После того, как из конденсатора вынули пластину, общая емкость стала равной  $C_{\text{общ2}} = 2C$ .

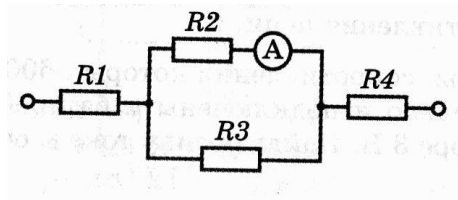
$$W_2 = \frac{C_{\text{общ}2} \cdot U_2^2}{2} = \frac{C(1+\varepsilon)^2 U^2}{2}. \quad (4 \text{ балла})$$

$$4) A = W_2 - W_1 = W_2 - \frac{C(1+\varepsilon)U^2}{2} = \frac{C(1+\varepsilon)^2 U^2}{2} - \frac{C(1+\varepsilon)U^2}{2} = \frac{CU^2}{2} \varepsilon(1+\varepsilon) \quad (4 \text{ балла})$$

Всего 16 баллов.

$$\text{Ответ: } A = \frac{CU^2}{2} \varepsilon(1+\varepsilon).$$

5. Цепь, изображенная на рисунке, подключена к источнику постоянного напряжения 44 В. Амперметр показывает 500 мА. Найдите напряжение на каждом из резисторов, если  $R_1 = R_4$ , а  $R_2 = 44 \text{ Ом}$ .



Дано:  $U = 44 \text{ В}$ ;  $I_A = 500 \text{ мА}$ ;  $R_1 = R_4$ ;  $R_2 = 44 \text{ Ом}$ .

Найти:  $U_1$ ;  $U_2$ ;  $U_3$ ;  $U_4$ .

**Решение и критерии оценки:**

$$1) U_2 = U_3 = I_A \cdot R_2 = 22 \text{ В}. \quad (6 \text{ баллов})$$

$$2) U_1 + U_4 = U - U_2 \quad (5 \text{ баллов})$$

3) Так как  $R_1 = R_4$  и они соединены последовательно друг к другу, по ним протекает одинаковый ток. Отсюда следует, что  $U_1 = U_4 = \frac{U - U_2}{2} = 11 \text{ В}$ .  
(5 баллов)

Всего 16 баллов

$$\text{Ответ: } U_2 = U_3 = 22 \text{ В}, \quad U_1 = U_4 = 11 \text{ В}.$$

6. При проектировании гусеничного робота, поставлена задача – обеспечить защиту от наезда на препятствия, падения (например с поверхности стола), опрокидывания (например при движении по рельефной местности).

Перечислить необходимые датчики и их назначение в данной системе.

**Решение:**

- УЗ датчик расстояния (УЗ сонар)
- ИК датчик препятствия (излучатель и приемник отраженного сигнала)
- Датчик положения в пространстве (гироскоп, акселерометр)

**Критерии оценки:**

1. Полнота ответа

В ответе оцениваются варианты датчиков, необходимых для решения всех ситуаций. Устройство датчиков может быть различным – готовых вариантов тут нет (вопрос творческий). Например, это могут быть:

- УЗ датчик расстояния (УЗ-сонар, дальномер)
- ИК датчик препятствия (излучатель и приемник отраженного сигнала)
- Датчик положения в пространстве (гироскоп, акселерометр)

## 2. Наличие вариантов решения

Оценивается наличие и количество вариантов конструкций необходимых датчиков.

## 3. Оригинальность решения

Оценивается оригинальность конструкций датчиков или их применения.

7. На спутниках, работающих в системе связи, кроме основного источника энергии (солнечных батарей) используются аккумуляторные батареи. Каково их назначение?

### **Решение:**

- для обеспечения электропитания систем спутника при нахождении его в тени Земли или другой планеты.

### **Критерии оценки:**

#### 1. Полнота ответа

При ответе на этот вопрос нужно вспомнить, что при работе спутника может возникнуть ситуация, когда он попадает в тень Земли или другой планеты. В это время солнечные панели (батареи) не эффективны, и для поддержания работоспособности систем спутника необходимо использовать аккумулятор. При выходе спутника из тени аккумулятор заряжается энергией солнечных панелей. Это основная причина. Еще можно добавить, что аккумулятор может использоваться для обеспечения качества (стабильности) электропитания систем спутника, поскольку выходное напряжение солнечной панели нестабильно.

#### 2. Наличие вариантов решения

Оценивается наличие и количество вариантов.

#### 3. Оригинальность решения

Оценивается оригинальность решения.