

## Задание №11

### Электрическое поле. Законы постоянного тока

1. Между двумя точечными заряженными телами сила электрического взаимодействия равна 12 мН. Если заряд одного тела увеличить в 3 раза, а заряд другого тела уменьшить в 4 раза и расстояние между телами уменьшить в 2 раза, то какова будет сила взаимодействия между телами? (Ответ дайте в мН.)

$$\text{Закон Кулона: } F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

Отсюда, увеличение заряда одного из тел в 3 раза, уменьшение заряда другого тела в 4 раза и уменьшение расстояния между ними в 2 раза приведет к увеличению силы взаимодействия:

$$\frac{3 * 1/4}{(1/2)^2} = 3 \text{ раза}$$
$$F = 3 * 12 = 36 \text{ мН}$$

Ответ: 36

2. Два маленьких одинаковых металлических шарика, имеющие заряды 4 мкКл и 6 мкКл, взаимодействуют в вакууме с силой 0,24 Н. Какой будет сила взаимодействия между этими шариками, если их привести в соприкосновение, а потом разнести на прежнее расстояние друг от друга? Ответ запишите в Ньютонах.

Закон сохранения заряда при соприкосновении:

$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2$$

Так как шарики одинаковые:  $q'_1 = q'_2 = q$

Тогда после соприкосновения:  $q = \frac{q_1 + q_2}{2}$

По закону Кулона сила взаимодействия до соприкосновения:

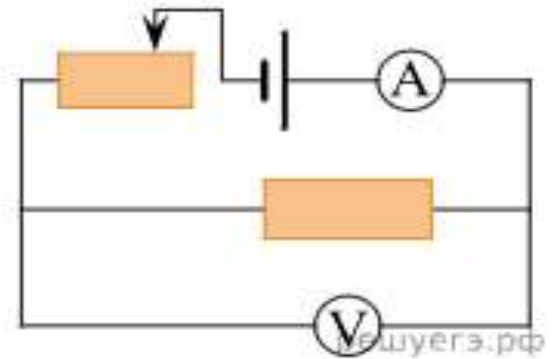
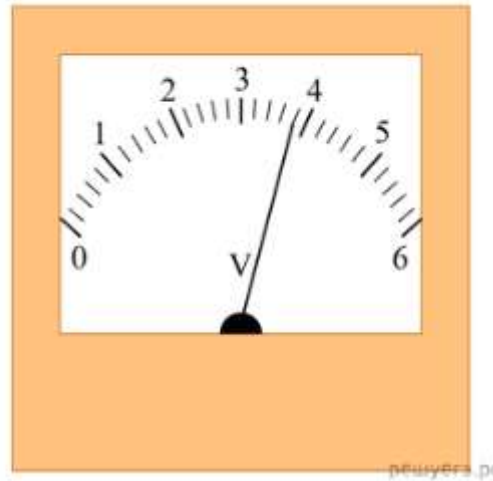
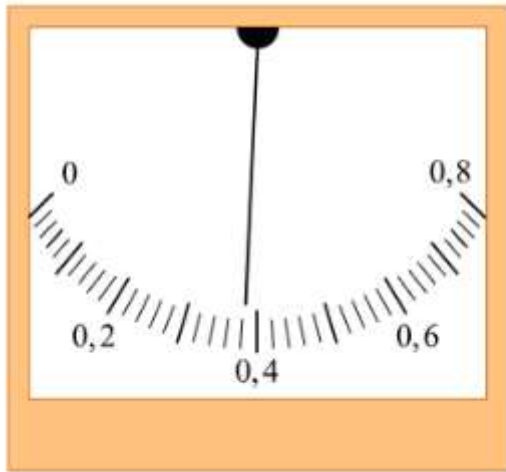
$$F_1 = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

После соприкосновения:  $F_2 = \frac{kq^2}{r^2} = \frac{k(q_1 + q_2)^2}{4r^2}$

Отсюда:  $F_2 = \frac{F_1(q_1 + q_2)^2}{4kq_1q_2} = \frac{0,24(4 \cdot 10^{-6} + 6 \cdot 10^{-6})^2}{4 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^{-6}} = 0,25 \text{ Н}$

Ответ: 0,25

3. Для исследования зависимости силы тока, протекающего через проволочный резистор, от напряжения на нем была собрана электрическая цепь, представленная на рисунке. На какую величину необходимо увеличить напряжение для увеличения силы тока на 0,22 А? (Ответ дайте в вольтах.) Приборы считайте идеальными.



По закону Ома:  $U = IR$

Увеличение силы тока и увеличение напряжения связаны аналогичным соотношением:  $\Delta U = \Delta IR$

Отсюда для увеличения силы тока на 0,22 А, необходимо увеличить напряжение на  $\Delta U = U \frac{\Delta I}{I} = 3,8 \frac{0,22}{0,38} = 2,2 \text{ В}$

Ответ: 2,2

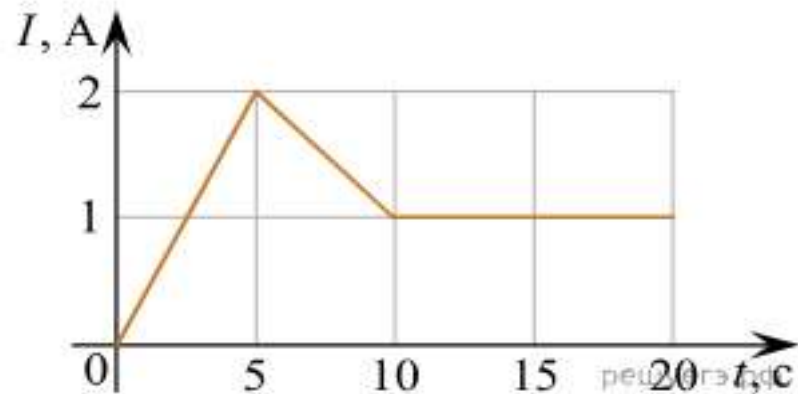
4. Сила тока в проводнике постоянна и равна 0,5 А. Какой заряд пройдёт по проводнику за 20 минут? (Ответ дайте в кулонах.)

$$\text{Сила тока: } I = \frac{q}{t}$$

$$\text{Отсюда: } q = It = 0,5 * 20 * 60 = 600 \text{ Кл}$$

Ответ: 600

5. На графике представлена зависимость силы тока  $I$  в проводнике от времени  $t$ . Определите заряд, прошедший через этот проводник за первые 20 с. Ответ дайте в Кл.

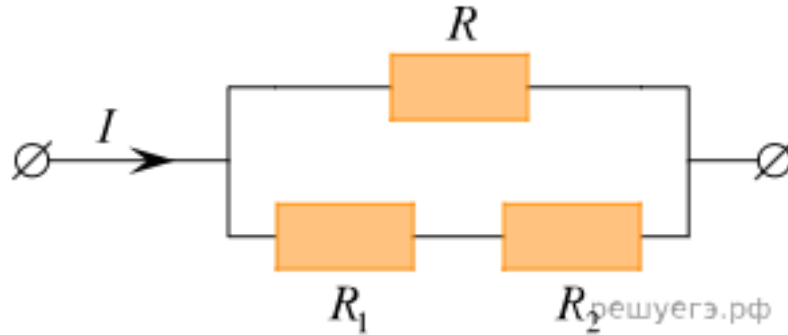


Заряд, прошедший через проводник, можно найти как площадь фигуры под графиком.

$$q = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{2 * 5}{2} + \frac{2 + 1}{2} * 5 + 10 * 1 = 22,5 \text{ Кл}$$

Ответ: 22,5

6. Участок электрической цепи состоит из трёх резисторов, соединённых так, как показано на рисунке. Сила тока 3А. Сопротивления резисторов равны 20 Ом и 30 Ом. Каким должно быть сопротивление резистора  $R$ , чтобы сила текущего через него тока была равна 2 А? Ответ запишите в омах.



При параллельном соединении проводников:

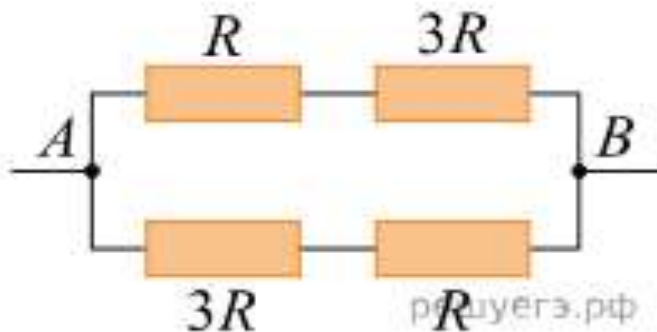
$$\begin{aligned} I &= I_1 + I_2 \\ \frac{I_1}{I_2} &= \frac{R_1 + R_2}{R} \end{aligned}$$

Отсюда:  $\frac{R_1 + R_2}{R} = \frac{I_1}{I - I_1}$

$$R = \frac{(I - I_1)(R_1 + R_2)}{I_1} = \frac{1 * 50}{2} = 25 \text{ Ом}$$

Ответ: 25

7. Какая мощность выделяется в участке цепи, схема которого изображена на рисунке, если  $R = 16$  Ом, а напряжение между точками  $A$  и  $B$  равно 8 В? Ответ приведите в ваттах.



При последовательном соединении проводников:

На верхнем участке:  $R_1 = R + 3R = 4R$

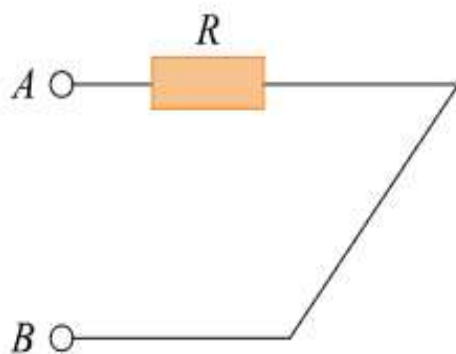
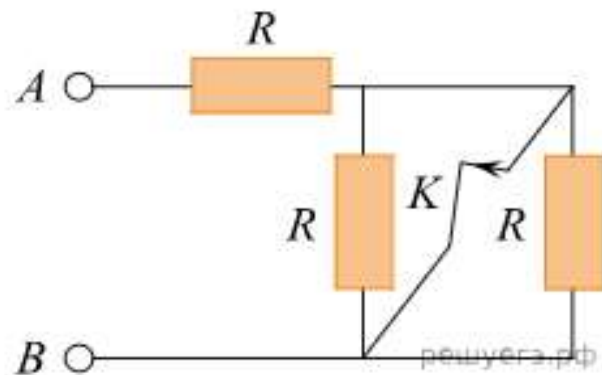
На нижнем участке:  $R_2 = 3R + R = 4R$

Сопротивление всей цепи:  $R_{\text{общ}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2R$

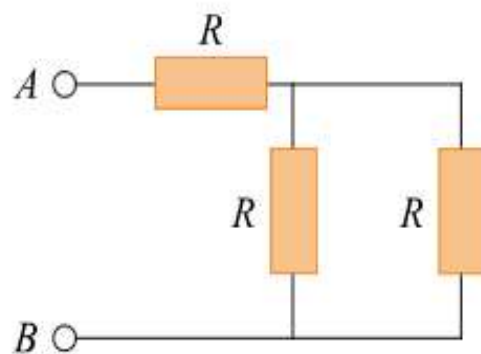
Мощность:  $P = \frac{U^2}{R_{\text{общ}}} = \frac{8^2}{2 \cdot 16} = 2$  Вт

Ответ: 2

8. На сколько изменится сопротивление участка цепи  $AB$ , изображенного на рисунке, если ключ  $K$  разомкнуть? Сопротивление каждого резистора равно  $4\text{ Ом}$ . (Ответ дайте в омах. Если сопротивление увеличится, изменение считайте положительным, если уменьшится — отрицательным.)

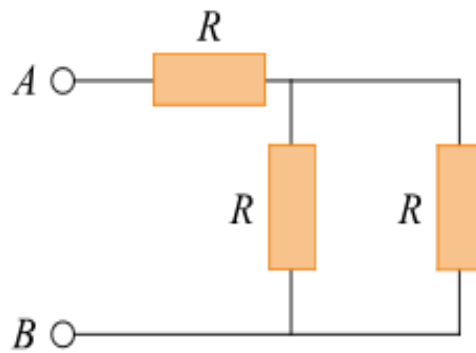


до размыкания



после размыкания





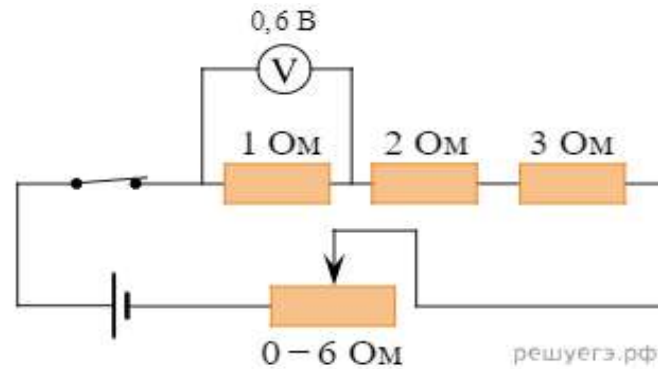
Значит, сопротивление участка цепи после размыкания ключа:

$$R + \frac{R * R}{R + R} = 1,5R = 1,5 * 4 = 6 \text{ Ом}$$

Отсюда. Сопротивление участка цепи увеличится на 2 Ом.

Ответ: 2

9. На фотографии — электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах. Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 2 Ом? (Ответ дайте в вольтах. Вольтметр считать идеальным.)



По закону Ома:  $U = IR$

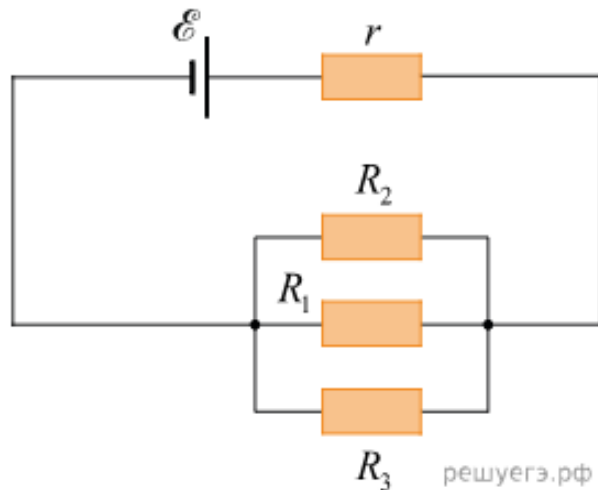
Так как резистор 1 Ом и резистор 2 Ом подключены последовательно, то сила тока, текущего через них, совпадает.

Значит, идеальный вольтметр, подключенный параллельно к резистору 2 Ом, покажет напряжение:

$$U_2 = \frac{U_1}{R_1} R_2 = \frac{0,6}{1} * 2 = 1,2 \text{ В}$$

Ответ: 1,2

10. Источник тока имеет ЭДС 6В внутреннее сопротивление  $r = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_1 = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = R_3 = 2 \text{ Ом}$ . Какой силы ток течет через источник? (Ответ дайте в амперах.)



Общее сопротивление цепи:

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 2$$

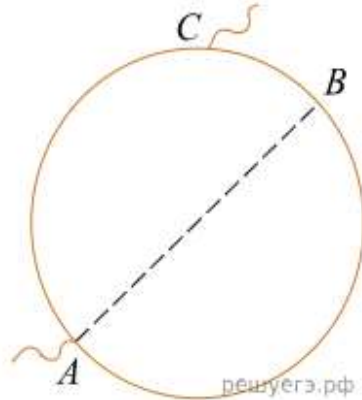
Отсюда:  $R_{\text{общ}} = 0,5 \text{ Ом}$

По закону Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{6}{0,5 + 1} = 4 \text{ А}$$

Ответ: 4

11. Металлическая проволока сопротивлением 4 Ом изогнута в виде окружности с диаметром  $AB$ . К точке  $A$  прикреплена неподвижная клемма. Вторую клемму  $C$  можно двигать вдоль окружности (с сохранением электрического контакта). Клемму  $C$  совмещают с точкой  $B$  на окружности. Чему при этом становится равно электрическое сопротивление между клеммами?



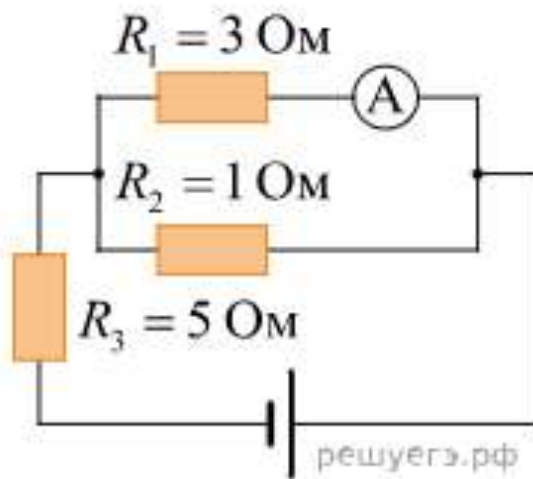
Так как проволока однородная, то сопротивление верхнего полукольца  $AB$  и нижнего равны между собой:  $4 / 2 = 2$  Ом

Сопротивление полученной электрической схемы — это сопротивление параллельно подключенных проводников:

$$R_{AB} = \frac{2 * 2}{2 + 2} = 1 \text{ Ом}$$

Ответ: 1

12. В цепи, изображённой на рисунке, амперметр показывает 1 А. Найдите напряжение на  $R_2$ . Амперметр считать идеальным. Ответ дайте в В.



По закону Ома:  $U_1 = I_1 R_1 = 1 * 3 = 3 \text{ В}$

Резисторы первый и второй соединены параллельно, значит, напряжение на втором резисторе так же будет 3 В.

Ответ: 3