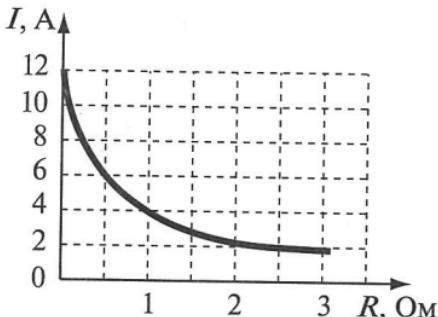


## Примеры заданий с выбором ответа

1. К источнику тока с внутренним сопротивлением 0,5 Ом подключили реостат. На рисунке показан график зависимости силы тока в реостате от его сопротивления. Чему равна ЭДС источника тока?

- 1) 12 В      3) 6 В  
2) 4 В      4) 2 В



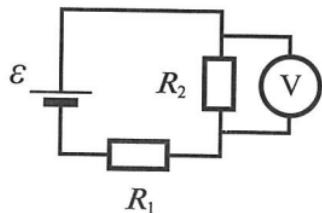
**Проверь себя:** Когда реостат полностью выведен (его сопротивление  $R$  равно нулю), сила тока в цепи 12 А. В этом случае цепь работает в режиме короткого замыкания. Тогда из закона Ома для полной цепи следует:  $I_{\text{к.з.}} = \frac{\mathcal{E}}{r}$ .

Следовательно,  $\mathcal{E} = I_{\text{к.з.}} \cdot r = 12 \text{ A} \cdot 0,5 \text{ Ом} = 6 \text{ В}$ .

**Ответ:** 3.

2. В схеме, изображённой на рисунке, ЭДС источника тока равна 6 В, его внутреннее сопротивление пренебрежимо мало, а сопротивление резисторов  $R_1 = R_2 = 2 \text{ Ом}$ . Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

- 1) 1 В      3) 3 В  
2) 2 В      4) 4 В



**Проверь себя:** Смысл словосочетания «идеальный вольтметр» см. в задании №2 п. 3.2.2. Резисторы  $R_1$  и  $R_2$  соединены последовательно, а

внутренним сопротивлением источника по условию можно пренебречь. Это значит, что закон Ома для полной цепи в данном случае можно записать как

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2}.$$

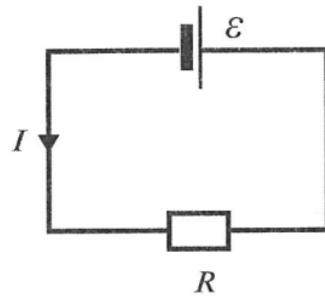
Напряжение на втором резисторе определим с помощью закона Ома для участка цепи:  $U_2 = I \cdot R_2 = \frac{\mathcal{E} \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \text{ В} \cdot 2 \text{ Ом}}{4 \text{ Ом}} = 3 \text{ Ом}$ .

Можно рассчитать проще. Так как резисторы одинаковые и соединены последовательно, то напряжения на них также одинаковые. Так как сопротивлением источника тока мы пренебрегаем, то  $\mathcal{E} = U_1 + U_2 = 2U_2$ , откуда и получаем тот же ответ.

**Ответ:** 3.

### Примеры заданий с развернутым ответом

3. В схеме известны ЭДС источника  $\mathcal{E} = 1 \text{ В}$ , ток в цепи  $I = 0,8 \text{ А}$ , сопротивление внешнего участка цепи  $R = 1 \text{ Ом}$ . Определите работу сторонних сил за 20 секунд.

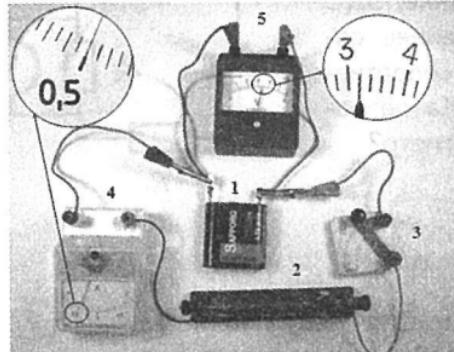


**Проверь себя:** По определению электродвижущей силы (ЭДС)  $\mathcal{E} = \frac{A_{ct}}{q}$ , заряд может быть рассчитан исходя из знания силы тока:  $q = I \cdot t$ . Таким образом, получим:  $A_{ct} = \mathcal{E} \cdot q = \mathcal{E} \cdot I \cdot t = 1 \text{ В} \cdot 0,8 \text{ А} \cdot 20 \text{ с} = 16 \text{ Дж}$ .

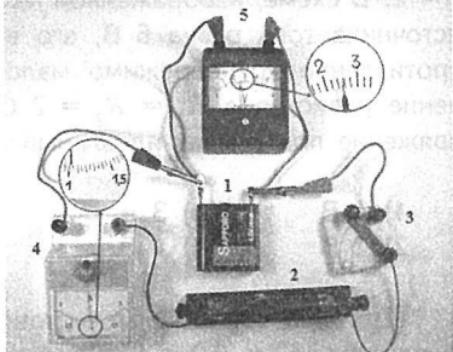
**Ответ:** 16.

4. Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки (1), реостата (2), ключа (3), амперметра (4) и вольтметра (5) (см. фотографии: опыт 1, опыт 2). После этого он измерил напряжение на полюсах источника тока и силу тока в цепи при двух положениях ползунка реостата. Определите КПД источника тока в первом опыте.

Опыт 1



Опыт 2



**Проверь себя:** Определим из рисунка значения напряжения и силы тока:

$$U_1 = 3,2 \text{ В}; \quad I_1 = 0,5 \text{ А}.$$

$$U_2 = 2,6 \text{ В}; \quad I_2 = 1 \text{ А}.$$

Из закона Ома для полной цепи:  $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$  или  $\mathcal{E} = U + Ir$ .

Поскольку в задаче описано два случая, запишем эти выражения для каждого случая:  $\mathcal{E} = U_1 + I_1 r$ ;  $\mathcal{E} = U_2 + I_2 r$ . Решая систему уравнений, можно определить значение ЭДС:  $\mathcal{E} = \frac{U_1 I_2 - U_2 I_1}{I_2 - I_1} = 3,8 \text{ В}$ .

Выражение для КПД источника тока в первом опыте:

$$\eta = \frac{U_1 I_1}{\mathcal{E} I_1} = \frac{U_1}{\mathcal{E}}, \text{ его значение } \eta = \frac{3,2}{3,8} \cdot 100\% \approx 84\%.$$

**Внимание!** Отклонения в записанных показаниях приборов в пределах цены деления этих приборов не считаются ошибкой; соответственно могут различаться и числовые значения ответа. Например, некоторые учащиеся определяют, что напряжение во втором случае равно 2,5 В.

**5.** Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника  $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$ , его внутреннее сопротивление  $r = 2 \text{ Ом}$ . Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Чему равна максимальная мощность тока, выделяемая на реостате?

**Проверь себя:** Мощность, выделяющаяся на реостате при прохождении по нему тока, равна произведению силы тока  $I$  на напряжение  $U$  на нём:  $P = IU$ .

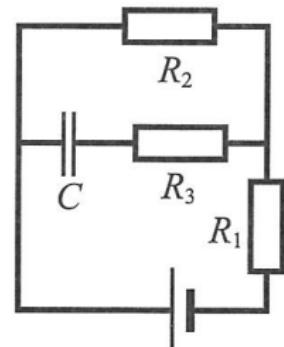
В соответствии с законом Ома для полной цепи, сила тока определяется выражением:  $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ , а напряжение на реостате можно определить с помощью закона Ома для участка цепи:  $U = IR$ , где  $R$  — сопротивление части реостата, включённой в цепь.

С помощью приведённых выражений напряжение на реостате можно выразить как функцию силы тока  $U(I) = \mathcal{E} - Ir$ , что позволяет записать формулу для мощности как функции силы тока в цепи:  $P(I) = I(\mathcal{E} - Ir)$ .

Полученная функция  $P(I) = \mathcal{E}I - I^2r$  — квадратичная зависимость мощности от силы тока, график которой — парабола. Её ветви направлены вниз, так как перед  $I^2$  стоит знак «минус», а корни уравнения  $P(I) = \mathcal{E}I - I^2r = 0$  расположены симметрично относительно положения максимума функции. Эти корни равны соответственно  $I_1 = 0$ ,  $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{r}$ . Значит, максимальное значение мощности достигается при значении тока  $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{2r}$  и равно:  $P_{max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r} = \frac{36 \text{ В}^2}{4 \cdot 2 \text{ Ом}} = 4,5 \text{ Вт}$ .

**Ответ:**  $P_{max} = 4,5 \text{ Вт}$ .

**6.** Конденсатор ёмкостью 2 мкФ присоединён к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов  $R_1 = 4$  Ом,  $R_2 = 7$  Ом,  $R_3 = 3$  Ом. Каков заряд на левой обкладке конденсатора?



**Проверь себя:** Под зарядом конденсатора понимают абсолютное значение (модуль) заряда одной из его обкладок. Поэтому в задаче необходимо найти заряд конденсатора:  $q = CU$ . Поскольку дана цепь постоянного тока, то после зарядки конденсатора постоянный ток через конденсатор не течёт, значит, не течёт ток и через резистор  $R_3$ . Так как участки, содержащие конденсатор и резистор  $R_2$ , соединены параллельно, напряжения на них одинаковы:  $U_c = U_2$ . Следовательно, закон Ома для этой цепи можно записать в виде:  $I = \frac{\varepsilon}{r + R_1 + R_2}$ . Тогда напряжение на конденсаторе будет

$$U_c = U_2 = IR_2 = \frac{\varepsilon R_2}{r + R_1 + R_2}.$$

$$U_c = \frac{3,6 \text{ В} \cdot 7 \text{ Ом}}{1 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом} + 7 \text{ Ом}} = 2,1 \text{ В.}$$

Тогда заряд конденсатора:  $q = CU_c = 2 \cdot 10^{-6} \Phi \cdot 2,1 \text{ В} = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$   
Ответ также может быть записан в микрокулонах: 4,2 мКл.