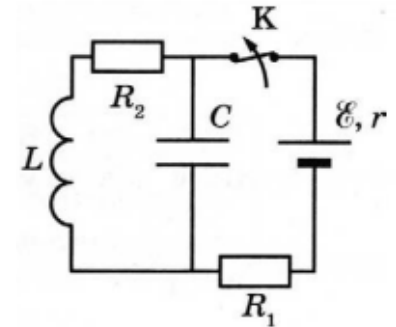


Вариант 3 Демидова 30 2021

На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из источника тока с ЭДС $\mathcal{E} = 18 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 2 \text{ Ом}$, двух резисторов с сопротивлениями $R_1 = 10 \text{ Ом}$ и $R_2 = 6 \text{ Ом}$, конденсатора ёмкостью $C = 6 \text{ мкФ}$ и катушки с индуктивностью $L = 12 \text{ мкГн}$. В начальном состоянии ключ K длительное время замкнут. Какое количество теплоты выделится на резисторе R_2 после размыкания ключа K ? Сопротивлением катушки пренебречь.



$Q = ?$

$\mathcal{E} = 18 \text{ В}$
 $r = 2 \text{ Ом}$
 $R_1 = 10 \text{ Ом}$
 $R_2 = 6 \text{ Ом}$
 $C = 6 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$
 $L = 12 \cdot 10^{-6} \text{ Гн}$

1) $Q = W_M + W_C$
 $W_M = \frac{L I^2}{2}$; $W_C = \frac{C U_C^2}{2}$

2) $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r}$

3) $U_C = U_R = I R_2 = \frac{\mathcal{E} R_2}{R_1 + R_2 + r}$

С учетом (2) $W_M = \frac{L \mathcal{E}^2}{2 (R_1 + R_2 + r)^2}$

(3) $W_C = \frac{C \mathcal{E}^2 R_2^2}{2 (R_1 + R_2 + r)^2}$

$\Rightarrow Q = \frac{\mathcal{E}^2 (L + C R_2^2)}{2 (R_1 + R_2 + r)^2}$

$Q = 114 \text{ мкДж}$

Вариант 21

- В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока соответственно равны 12 В и 1 Ом, ёмкость конденсатора 2 мФ, индуктивность катушки 36 мГн и сопротивление лампы 5 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.

B-21.
Q_л - ?

$\mathcal{E} = 12 \text{ В}$
 $r = 1 \text{ Ом}$
 $C = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Ф}$
 $L = 36 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$
 $R = 5 \text{ Ом}$

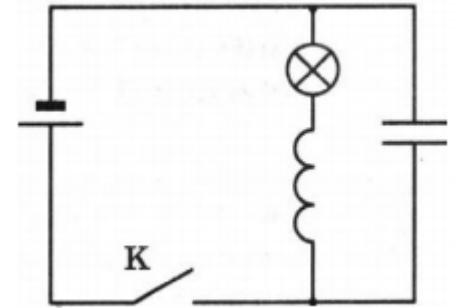
$$1) \quad W_M + W_Z = Q$$

$$2) \quad W_M = \frac{L y^2}{2} \quad \left. \begin{array}{l} y = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \end{array} \right\} W_M = \frac{L \mathcal{E}^2}{2(R+r)^2}$$

$$3) \quad W_Z = \frac{C U^2}{2} \quad \left. \begin{array}{l} U_L = I R \\ I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \end{array} \right\} W_Z = \frac{C \mathcal{E}^2 R^2}{2(R+r)^2}$$

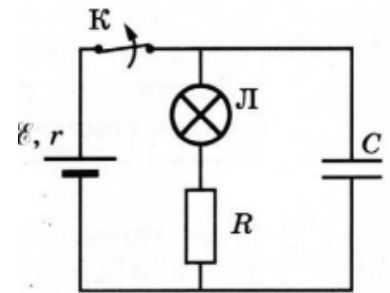
$$Q = \frac{\mathcal{E}^2 (L + C R^2)}{2(R+r)^2}$$

$$Q = \frac{144 \text{ В}^2 (36 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} + 2 \cdot 10^{-3} \text{ Ф} \cdot 25 \text{ Ом}^2)}{2 \cdot 36 \text{ Ом}^2} = 0,172 \text{ Дж}$$



Вариант 5

К аккумулятору с ЭДС $\mathcal{E} = 60$ В и внутренним сопротивлением $r = 5$ Ом подключили лампу сопротивлением $R_{\text{л}} = 10$ Ом и резистор сопротивлением $R = 15$ Ом, а также конденсатор ёмкостью $C = 80$ мкФ (см. рисунок). Спустя длительный промежуток времени ключ К размыкают. Какое количество теплоты выделится после этого на лампе?



$Q_{\text{л}} - ?$
 $\mathcal{E} = 60 \text{ В}$
 $r = 5 \text{ Ом}$
 $R_{\text{л}} = 10 \text{ Ом}$
 $R = 15 \text{ Ом}$
 $C = 8 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}$

1). $W_{\text{э}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{R}}$
 2). $W_{\text{э}} = \frac{CU^2}{2}$
 3). $\mathcal{U} = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{л}} + R + r}$; $U = \mathcal{U}(R + R_{\text{л}})$
 $U = \frac{\mathcal{E}(R + R_{\text{л}})}{R_{\text{л}} + R + r}$ постр. в (2) $\Rightarrow$
 $\Rightarrow W_{\text{э}} = \frac{CE^2(R + R_{\text{л}})^2}{2(R + R_{\text{л}} + r)^2}$ (3)
 4). В любой момент. $\mathcal{I}_{\text{л}} = \mathcal{I}_{\text{R}}$; $\frac{Q_{\text{л}}}{Q_{\text{R}}} = \frac{R_{\text{л}}}{R_{\text{R}}} \Rightarrow Q_{\text{R}} = \frac{R}{R_{\text{л}}} Q_{\text{л}}$
 (3) и (4) $\rightarrow$ в (1) $Q_{\text{л}}(1 + \frac{R}{R_{\text{л}}}) = W_{\text{э}}$; $Q_{\text{л}} = \frac{CE^2 R_{\text{л}}(R + R_{\text{л}})}{2(R + R_{\text{л}} + r)^2}$
 $Q_{\text{л}} = 0,04 \text{ Дж.}$

К аккумулятору с ЭДС $\mathcal{E} = 50$ В и внутренним сопротивлением $r = 4$ Ом подключили лампу сопротивлением $R_{\text{л}} = 10$ Ом и резистор сопротивлением $R = 15$ Ом, а также конденсатор ёмкостью $C = 100$ мкФ (см. рисунок). Спустя длительный промежуток времени ключ К размыкают. Какое количество теплоты выделится после этого на резисторе?

$\mathcal{E} = 50 \text{ В}$
 $r = 4 \text{ Ом}$
 $R_{\text{л}} = 10 \text{ Ом}$
 $R = 15 \text{ Ом}$
 $C = 10^{-4} \text{ Ф}$

$$1) W_2 = Q_{\text{л}} + Q_R \quad (1)$$

$$2) W_2 = \frac{CU^2}{2} \quad (2)$$

$$U = U_R = U_{\text{л}} = \mathcal{E} R_{\text{общ}} \quad (3)$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{R R_{\text{л}}}{R + R_{\text{л}}} ; R_{\text{общ}} = \frac{15 \cdot 10}{25} = 6 \text{ (Ом)}$$

$$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{общ}} + r} \quad \text{б (3)} \Rightarrow U = \frac{\mathcal{E} R_{\text{общ}}}{R_{\text{общ}} + r} \quad \text{б (2)}$$

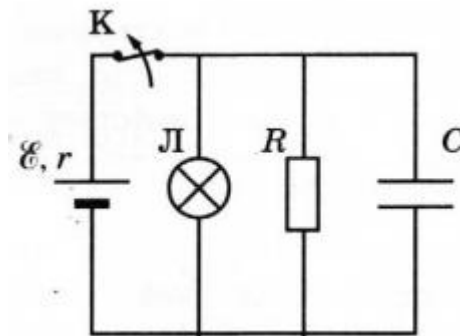
$$W_2 = \frac{C \mathcal{E}^2 R_{\text{общ}}^2}{2(R_{\text{общ}} + r)^2} \quad (3)$$

$$3) \text{ В } \Delta \text{ м. в. } U_{\text{л}} = U_R \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{Q_{\text{л}}}{Q_R} = \frac{R}{R_{\text{л}}} \Rightarrow Q_{\text{л}} = \frac{R}{R_{\text{л}}} Q_R \quad \text{б (1)} \\ Q = \mathcal{E}^2 R \Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t \end{array} \right.$$

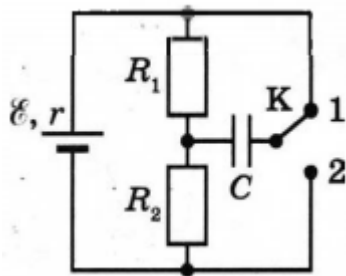
$$4) W_2 = Q_R \left(1 + \frac{R}{R_{\text{л}}} \right) \Rightarrow Q_R = \frac{W_2 R_{\text{л}}}{R_{\text{л}} + R} \quad \text{с учетом (3)}$$

$$Q_R = \frac{C \mathcal{E}^2 R_{\text{общ}}^2 R_{\text{л}}}{2(R_{\text{общ}} + r)^2 (R_{\text{л}} + R)}$$

$$Q_R = 18 \text{ мДж.}$$



В электрической цепи, показанной на рисунке, $r = 1 \text{ Ом}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 7 \text{ Ом}$, $E = 6 \text{ В}$, ключ K длительное время находится в положении 1. За длительное время после перевода ключа K в положение 2 изменение заряда на правой обкладке конденсатора $\Delta q = -0,55 \text{ мкКл}$. Найдите электроёмкость конденсатора C .



$C = ?$
 $r = 1 \text{ Ом}$
 $R_1 = 4 \text{ Ом}$
 $R_2 = 7 \text{ Ом}$
 $E = 6 \text{ В}$
 $\Delta q = -55 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$

1)
$$U_c = U_1$$

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + r}$$

$$U_1 = I R_1$$

$$U_1 = 2 \text{ В}$$

2)
$$U_c = U_2$$

$$U_2 = I R_2$$

$$U_2 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2 + r}$$

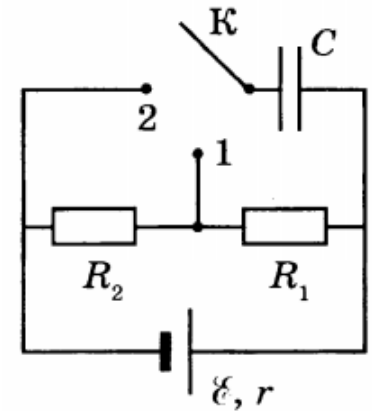
$$U_2 = 3,5 \text{ В}$$

3) $q_1 = C U_1$ на правой обкл. з-г (+)
 $q_2 = C U_2$ на правой обкл. з-г (-)
 $\Delta q = -q_2 - q_1$
 $\Delta q = -C U_2 - C U_1$
 $\Delta q = -C (U_2 + U_1)$
 $C = \frac{-\Delta q}{U_1 + U_2}$

$|\Delta q| = |q_1| + |q_2|$
 $|\Delta q| = C (U_1 + U_2) \Rightarrow$
 $\Rightarrow C = \frac{|\Delta q|}{U_1 + U_2}$

$C = \frac{55 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{5,5 \text{ В}} = 10^{-7} \text{ Ф} = 0,1 \text{ мкФ}$

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, конденсатор C изначально не заряжен, а отношение $\frac{R_2}{R_1} = 3$. Ключ K переводят в положение 1. Затем, спустя большой промежуток времени, ключ переводят в положение 2 и снова ждут в течение большого промежутка времени. В какое число раз n увеличилась энергия конденсатора в результате перевода ключа из положения 1 в положение 2?



В-9.
 $n = ?$
 $\frac{R_2}{R_1} = 3$

1) $\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r}$ не измен. при перех.

2). В полож. 1. $U_c = U_1 = \mathcal{E} R_1$
 $W_1 = \frac{C U_1^2}{2} = \frac{C \mathcal{E}^2 R_1^2}{2}$

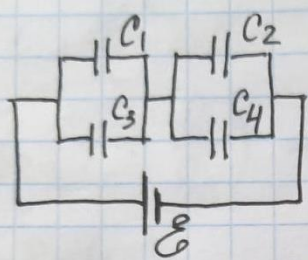
3). В полож. 2 $U_c = U_{12} = \mathcal{E} (R_1 + R_2)$
 $W_2 = \frac{C U_{12}^2}{2} = \frac{C \mathcal{E}^2 (R_1 + R_2)^2}{2}$

4) $n = \frac{W_2}{W_1} = \frac{(R_1 + R_2)^2}{R_1^2} = \frac{(4R_1)^2}{R_1^2} = 16$

• Вариант 15

Батарея из четырёх конденсаторов электроёмкостью $C_1 = 2C$, $C_2 = C$, $C_3 = 4C$ и $C_4 = 2C$ подключена к источнику постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E}$ и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Определите энергию конденсатора C_2 .

$C_1 = 2C$
 $C_2 = C$
 $C_3 = 4C$
 $C_4 = 2C$
 $\mathcal{E}$
 r
 $W_2 = ?$



1) $C_{13} = C_1 + C_3 = 6C$
 $C_{24} = C_2 + C_4 = 3C$
 $C_{\text{общ}} = \frac{C_{13} \cdot C_{24}}{C_{13} + C_{24}} = 2C$

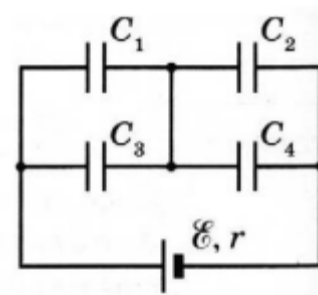
2) $U_{\text{общ}} = \mathcal{E}$; $q_{\text{общ}} = C_{\text{общ}} \mathcal{E} = 2C \mathcal{E}$

3) $q_{13} = q_{24} = q_{\text{общ}}$

4) $U_2 = U_4 = \frac{q_{24}}{C_{24}} = \frac{2C \mathcal{E}}{3C} = \frac{2}{3} \mathcal{E}$

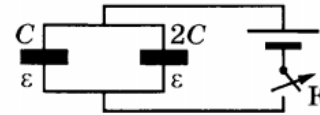
5) $W_2 = \frac{C_2 U_2^2}{2} = \frac{C \cdot \frac{4}{9} \mathcal{E}^2}{2}$

$W_2 = \frac{2}{9} C \mathcal{E}^2$



Вариант 3 Демидова 2022

Два плоских конденсатора ёмкостью C и $2C$ соединены параллельно, заряжены до разности потенциалов U . Пространство между их обкладками заполнено жидким диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ε . Затем источник напряжения отключили (см. рисунок). Какой станет разность потенциалов между обкладками левого конденсатора, если теперь из правого конденсатора диэлектрик вытечет?



В-3

U' - ?		1) $C_0 = C + 2C = 3C$
U		$U_1 = U_2 = U$
ε		$Q = C_0 U = 3C U$
C		2) после вытекания диэлектрика
$2C$		$C_2 = \frac{2C}{\varepsilon} ; C'_0 = C + \frac{2C}{\varepsilon} = \frac{C(\varepsilon + 2)}{\varepsilon}$

3) П.к. источник отключили $Q = \text{const}$

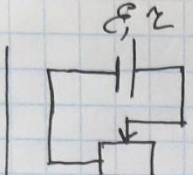
$U_1 = U_2 = U'$

$U' = \frac{Q}{C'_0} = \frac{3C U \varepsilon}{C(\varepsilon + 2)}$

$U' = \frac{3U\varepsilon}{\varepsilon + 2}$

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?

~ 44
 $P_{\max} - ?$
 $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$
 $r = 2 \text{ Ом}$
 $1 \leq R \leq 5 \text{ Ом}$



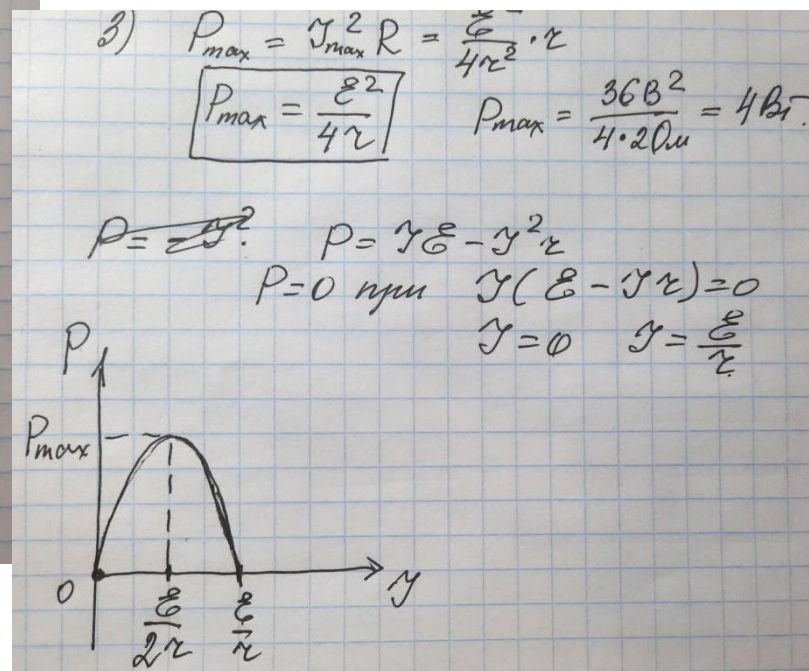
1) $P = UI \quad (1)$
 $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \Rightarrow \mathcal{E} = IR + Ir$
 $\mathcal{E} = U + Ir \Rightarrow$
 $\Rightarrow U = \mathcal{E} - Ir \text{ постр } U(I)$

2) $P = UI(\mathcal{E} - Ir)$
 $P = I\mathcal{E} - I^2 r$
 $P = -I^2 r + I\mathcal{E}$

$y = ax^2 + bx$
 $x_{\text{верш}} = \frac{-b}{2a}$

$I_{\max} \text{ при } R = r$

3) $P_{\max} = I_{\max}^2 R = \frac{\mathcal{E}^2}{4r^2} \cdot r$
 $P_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}$
 $P_{\max} = \frac{36 \text{ В}^2}{4 \cdot 2 \text{ Ом}} = 4.5 \text{ Вт}$



45. Электрическая цепь состоит из источника тока с конечным внутренним сопротивлением и реостата. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Максимальная мощность тока $P_{\max}$, выделяющаяся на реостате, равна 4,5 Вт и достигается при сопротивлении реостата $R = 2$ Ом. Какова ЭДС источника?