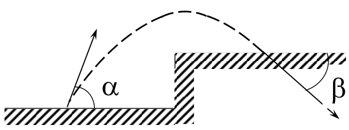
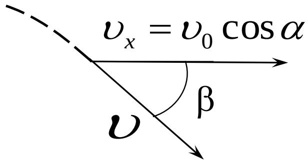
Решение варианта №1

З А Д А Ч А 1. (8 баллов)





Ответ:

$$\boxed{\beta = \arccos\left(\frac{\upsilon_0 \cos\alpha}{\sqrt{\upsilon_0^{\,2} - 2gh}}\right) = 50^0} \;.$$

Из рисунка видно, что

$$\beta = \arccos\left(\frac{\upsilon_0 \cos\alpha}{\upsilon}\right) .$$

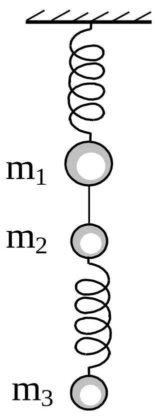
Модуль скорости υ найдём из закона сохранения энергии:

$$\frac{m\upsilon_0^{\,2}}{2} = \frac{m\upsilon^2}{2} + mgh, \quad \text{откуда} \quad \upsilon = \sqrt{\upsilon_0^{\,2} - 2gh}, \quad \text{тогда} \quad \beta = \arccos\left(\frac{\upsilon_0 \cos\alpha}{\sqrt{\upsilon_0^{\,2} - 2gh}}\right).$$

Подставив $\alpha = 60^0$, $\upsilon_0 = 10 м/с$, h = 2 м, получим

$$\beta = \arccos\left(\frac{10\cos 60^0}{\sqrt{10^2 - 2\cdot 10\cdot 2}}\right) = \arccos\frac{5}{\sqrt{60}} = \arccos 0{,}646\,, \quad \beta = 50^0 .$$

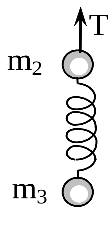
З А Д А Ч А 2. (8 баллов).



Ответ: $\boxed{T = (m_2 + m_3)g = 30H\,; \quad a = \frac{(m_2+m_3)g}{m_1} = 6 м/с^2}$.

Вектор ускорения направлен вверх .

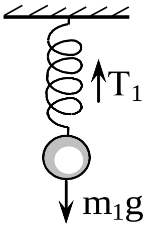
1. Сила натяжения нити найдём из условия равновесия $T = (m_2 + m_3)g$.



2. Сила упругости в верхней пружине $T_1 = (m_1 + m_2 + m_3)g$.

3. Ускорение шарика массой m_1**:**

После пережигания нити исчезает сила T и, следовательно, на шар массой m_1 действуют сила тяжести m_1g и сила упругости T_1. Ускорение этого шара



$$a = \frac{T_1 - m_1 g}{m_1} = \frac{(m_1 + m_2 + m_3 - m_1)g}{m_1} = \frac{(m_2 + m_3)g}{m_1}.$$

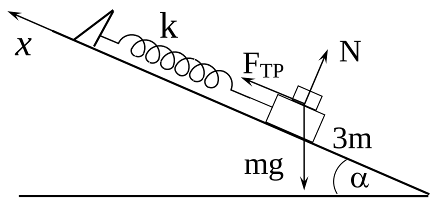
При $m_1 = 5кг$; $m_2 = 1кг$; $m_3 = 2кг$; $T = (1+2)\cdot 10 = 30H$;

$T_1 = (5+1+2)\cdot 10 = 80H$

$$a = \frac{(1+2)\cdot 10}{5} = 6м/c^2.$$ Вектор ускорения направлен вверх.

З А Д А Ч А 3. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\mu_{\min} = tg\alpha + \frac{A\cdot k}{4mg\cos\alpha}}$.



В соответствии со вторым законом Ньютона для шайбы $m\vec{a} = \vec{F}_{TP} + m\vec{g} + \vec{N}$. (1)

где F_{TP} - сила трения между шайбой и бруском.

При колебательном движении шайбы сила трения достигает максимального значения в крайнем нижнем положении шайбы. При этом ускорение шайбы

$a = A\omega^2$, где A – амплитуда колебаний,

$\omega = \sqrt{\frac{k}{4m}}$ - циклическая частота.

Для этого положения шайбы уравнение (1) в проекции на ось x будет иметь вид:

$mA\omega^2 = \mu mg\cos\alpha - mg\sin\alpha$ (2)

Совместные колебания шайбы и бруска будут возможны, если максимальная сила трения покоя будет больше или равна силе трения скольжения между шайбой и бруском:

$\mu mg\cos\alpha \geq mg\sin\alpha + mA\omega^2$. Отсюда минимальный коэффициент трения

$$\mu_{\min} = tg\alpha + \frac{A\omega^2}{g\cos\alpha} = tg\alpha + \frac{A\cdot k}{4mg\cos\alpha}.$$

З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{Q = mgh + \frac{mM\upsilon^2}{2(m+M)} = 65Дж}$.

В соответствии с законом сохранения импульса

$M\upsilon = (M+m)u$, (1) где u - скорость ящика с упавшим в него камнем.

Отсюда $u = \dfrac{M}{M+m}\upsilon$.

В соответствии с законом сохранения энергии $mgh + \dfrac{M\upsilon^2}{2} = \dfrac{M+m}{2}u^2 + Q$ (2),

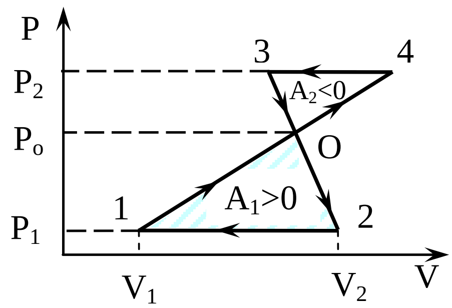
где Q- выделившаяся теплота.

Из решения (1) и (2) получаем $Q = mgh + \dfrac{mM\upsilon^2}{2(m+M)}$.

Подставляя числовые значения, получим $Q = 1\cdot 10\cdot 5 + \dfrac{1\cdot 5\cdot 6^2}{2(1+5)} = 65\,Дж$.

З А Д А Ч А 5. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{A = 750\,Дж}$.



Выполнение цикла 1 – 4 – 3 – 2 – 1 фактически эквивалентно выполнению двух простых циклов 1–0–2–1 и 0–4–3–0 . Работа газа определяется площадью соответствующего цикла на P V – диаграмме. Однако, если в первом цикле она положительна я, то во втором случае она отрицательная (работа совершается над газом).

Обозначим $\Delta p_1 = p_o - p_1 = (3-1)\cdot 10^5 = 2\cdot 10^5\,Па$.

$$\Delta p_2 = p_2 - p_o = (4-3)\cdot 10^5 = 1\cdot 10^5\,Па$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 10^{-2}\,м^3 .$$

Найдём работу A_1, совершённую над газом в первом цикле 1–0–2–1 :

$$A_1 = \frac{(p_o - p_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{\Delta p_1\cdot\Delta V}{2} = 1\cdot 10^3\,Дж .$$

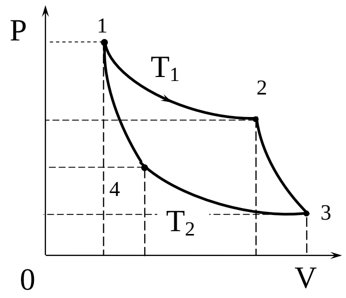
Треугольник на P V – диаграмме, соответствующий второму циклу 0–4–3–0 , подобен треугольнику, соответствующему циклу 1–0–2–1 .

Учитывая, что площади подобных треугольников относятся как квадраты длин соответствующих элементов, в данном случае – высот, найдём работу A_2 в цикле 1–0–2–1 :

$A_2 = -A_1\left(\dfrac{\Delta p_2}{\Delta p_1}\right) = -1\cdot 10^3\left(\dfrac{1}{2}\right)^2 = -250\,Дж$ Полная работа A за цикл будет, таким образом, равна

$$A = A_1 + A_2 = 1000 - 250 = 750 \ \ Дж.$$

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)



Ответ: $\boxed{T_1 = \dfrac{2A}{3R\eta}}$. КПД цикла $\eta = 1 - \dfrac{T_2}{T_1}$,

где T_1 – температура нагревателя, T_2 – холодильника.

Процесс 2–3 – адиабатическое расширение газа.

В соответствии с первым законом термодинамики для адиабатического процесса $\Delta U + A = 0$, тогда $A = -\Delta U$.

$$A = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2) = \frac{3}{2}\nu R T_1\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = \frac{3}{2}\nu R T_1 \eta.$$

Отсюда $T_1 = \dfrac{2A}{3\nu R\eta}$. Для $\nu = 1$ $T_1 = \dfrac{2A}{3R\eta}$.

З А Д А Ч А 7. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{W = \dfrac{5 \cdot q^2}{64\pi\varepsilon_0 a}}$.

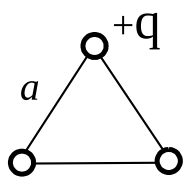


Рис. 1

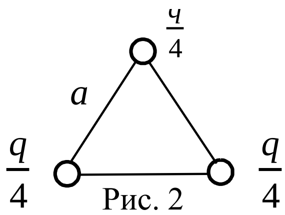


Рис. 2

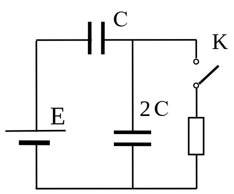
При каждом соединении заряженного шарика с незаряженным происходит перераспределение зарядов**:** шарики заряжаются одинаковым по величине зарядом. Схема зарядов после перераспределения показана на рис. 2:

Потенциальная энергия системы после перераспределения зарядов

$$\boxed{W = K\frac{q^2}{8a} + K\frac{q^2}{8a} + K\frac{q^2}{16a} = K\frac{5}{16}\frac{q^2}{a} = \frac{5 \cdot q^2}{64\pi\varepsilon_0 a}}.,$$ где

$\boxed{K = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}}$.

З А Д А Ч А 8. (10 баллов.



Ответ: $\boxed{Q = \dfrac{1}{6}\mathrm{C} \cdot E^2}$.

До замыкания ключа :

1) Ёмкость батареи конденсаторов $C_{БАТ} = \frac{C \cdot 2C}{C + 2C} = \frac{2C^2}{3C} = \frac{2}{3}C$.

2) Заряд на батарее конденсаторов $q_1 = \frac{2}{3}C \cdot E = \frac{2}{3}CE$.

3) Энергия батареи конденсаторов $W_1 = \frac{C_{БАЕ} \cdot E^2}{2} = \frac{2CE^2}{3 \cdot 2} = \frac{1}{3}CE^2$.

После замыкания ключа:

1) заряд на конденсаторе С $q_2 = CE$.

2) Энергия конденсатора С $W_2 = \frac{C \cdot E^2}{2}$.

3) Работа батареи конденсаторов $A = E(q_2 - q_1) = E\left(CE - \frac{2}{3}CE\right) = \frac{1}{3}CE^2$.

4) Количество тепла, которое выделится на резисторе после замыкания ключа К,

$$Q = A - (W_2 - W_1) = \frac{1}{3}CE^2 - \left[\frac{1}{2}C \cdot E^2 - \frac{1}{3}C \cdot E^2\right] = \frac{1}{6}C \cdot E^2, \quad \boxed{Q = \frac{1}{6}C \cdot E^2}.$$

З А Д А Ч А 9. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{I_{\max} = \sqrt{\left(q \cdot \frac{2\pi}{T}\right)^2 + I^2} = 0{,}94 \cdot 10^{-3} A = 0{,}94 мА}$.

В идеальном колебательном контуре заряд конденсатора изменяется по гармоническому закону

$$q = q_{\max}\cos(\omega t + \alpha), \qquad (1)$$

где $q_{\max}$ – амплитуда колебаний заряда, ω – циклическая частота колебаний, α –начальная фаза.

Сила тока есть производная заряда по времени $I = \frac{dq}{dt} = -q_{\max}\omega\sin(\omega t + \alpha)$ (2).

Максимальные (амплитудные) значения силы тока достигаются при $\sin(\omega t + \alpha) = \pm 1$. Следовательно, амплитуда колебаний силы тока $I_{\max} = q_{\max}\omega$. Циклическая частота и период колебаний связаны между собой соотношением $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

Из (1) и (2) $\dfrac{q}{q_{\max}} = \cos(\omega t + \alpha)$; $\dfrac{I}{q_{\max}\omega} = -\sin(\omega t + \alpha)$.

$$[\cos(\omega t + \alpha)]^2 + [-\sin(\omega t + \alpha)]^2 = 1$$

$$\left(\frac{q}{q_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{I}{q_{\max}\omega}\right)^2 = 1\ ; \qquad q_{\max} = \sqrt{q^2 + \left(\frac{I}{\omega}\right)^2} = 1;$$

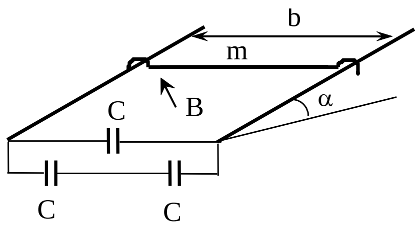
$I_{\max} = q_{\max}\omega = \sqrt{q^2\omega^2 + I^2} = \sqrt{\left(q\cdot\dfrac{2\pi}{T}\right)^2 + I^2}$. Подставив числовые значения , получим

$$I_{\max} = \sqrt{\left(5\cdot 10^{-9}\cdot 10^5\right)^2 + \left(0{,}8\cdot 10^{-3}\right)^2} = 0{,}94\cdot 10^{-3}\,A$$

З А Д А Ч А 10. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{a = \dfrac{mg\sin\alpha}{m + \dfrac{2}{3}Cb^2B^2}}$.

При движении перемычки меняется магнитный поток, пронизывающий контур, «замыкаемый» перемычкой. В результате в контуре возникает ЭДС индукции.



В течение малого промежутка времени, когда скорость υ перемычки можно считать неизменной, мгновенное значение ЭДС индукции равно

$$E = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \upsilon bB\,.$$

Сила тока, текущего через перемычку в это время, равна

$I = -\dfrac{\Delta q}{\Delta t}$, где Δq-заряд, накопившийся на конденсаторе за время Δt, то есть $\Delta q = C_{БАТ}\Delta E = \dfrac{2}{3}CbB\Delta\upsilon$ (поскольку сопротивление направляющих и перемычки отсутствует, мгновенное значение напряжения на конденсаторе равно E).

Итак, $I = \dfrac{2}{3}CbB\dfrac{\Delta\upsilon}{\Delta t} = \dfrac{2}{3}CbBa$, где a – ускорение, с которым движется перемычка.

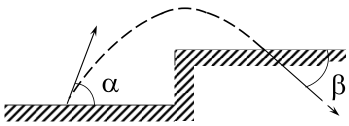
На перемычку действует сила тяжести и сила Ампера.

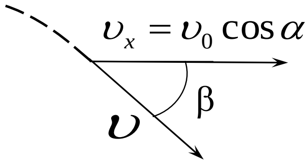
Напишем уравнение движения перемычки: $ma = mg\sin\alpha - IbB = mg\sin\alpha - \dfrac{2}{3}Cb^2B^2a$.

Отсюда найдем $a = \dfrac{mg\sin\alpha}{m + \dfrac{2}{3}Cb^2B^2}$.

Решение варианта №2

З А Д А Ч А 1. (8 баллов)





Ответ:

$$\boxed{\beta = \arccos\left(\frac{\upsilon_0 \cos\alpha}{\sqrt{\upsilon_0^{\,2} - 2gh}}\right) = 38^0} \,.$$

Из рисунка видно, что

$$\beta = \arccos\left(\frac{\upsilon_0 \cos\alpha}{\upsilon}\right) \,.$$

Модуль скорости υ найдём из закона сохранения энергии:

$$\frac{m\upsilon_0^{\,2}}{2} = \frac{m\upsilon^2}{2} + mgh, \quad \text{откуда} \quad \upsilon = \sqrt{\upsilon_0^{\,2} - 2gh}\,, \quad \text{тогда} \quad \beta = \arccos\left(\frac{\upsilon_0 \cos\alpha}{\sqrt{\upsilon_0^{\,2} - 2gh}}\right).$$

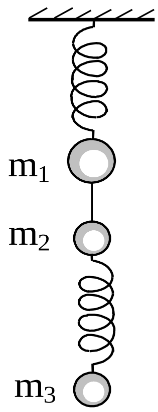
Подставив $\alpha = 60^0$, $\upsilon_0 = 10\,м/с$, $h = 3$ м,

получим $$\beta = \arccos\left(\frac{10\cos 60^0}{\sqrt{10^2 - 2\cdot 10\cdot 3}}\right) = \arccos\frac{5}{\sqrt{40}} = \arccos\frac{5}{2\sqrt{10}} = \arccos 0{,}79\,,$$

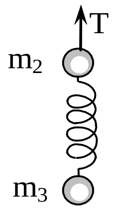
$\beta = 38^0$.

З А Д А Ч А 2. (8 баллов). Чешев 1.53 стр. 13

Ответ: $\boxed{T = (m_2 + m_3)g = 40H\,; \quad a = \dfrac{(m_2 + m_3)g}{m_1} = 10\,м/с^2} \,.$

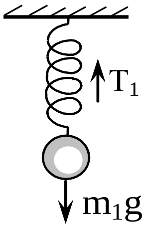


Вектор ускорения направлен вверх



1. Сила натяжения нити $T = (m_2 + m_3)g$.

2. Сила упругости в верхней пружине $T_1 = (m_1 + m_2 + m_3)g$.



3. Ускорение шарика массой m_1:

После пережигания нити исчезает сила T и , следовательно, на шар массой m_1 действуют сила тяжести mg и сила упругости T_1. Ускорение этого шара

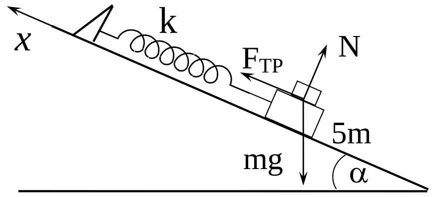
$$a = \frac{T_1 - m_1 g}{m_1} = \frac{(m_1 + m_2 + m_3 - m_1)g}{m_1} = \frac{(m_2 + m_3)g}{m_1}.$$

При $m_1 = 4кг$; $m_2 = 3кг$; $m_3 = 1кг$; $T = (3+1)\cdot 10 = 40H$; $T_1 = (4+3+1)\cdot 10 = 80H$

$a = \frac{(3+1)\cdot 10}{4} = 10 м/с^2$. Вектор ускорения направлен вверх.

З А Д А Ч А 3. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\mu_{\min} = tg\alpha + \frac{A\cdot k}{6mg\cos\alpha}}$.



В соответствии со вторым законом Ньютона для шайбы

$$m\vec{a} = \vec{F}_{TP} + m\vec{g} + \vec{N}\ . \qquad (1)$$

где F_{TP} - сила трения между шайбой и бруском.

При колебательном движении шайбы сила трения достигает максимального значения в крайнем нижнем положении шайбы. При этом ускорение шайбы

$a = A\omega^2$, где А – амплитуда колебаний, $\omega = \sqrt{\frac{k}{6m}}$ - циклическая частота.

ля этого положения шайбы уравнение (1) в проекции на ось *x* будет иметь вид:

$$mA\omega^2 = \mu mg\cos\alpha - mg\sin\alpha \qquad (2)$$

Совместные колебания шайбы и бруска будут возможны , если максимальная сила трения покоя будет больше или равна силе трения скольжения между шайбой и бруском:

$\mu mg\cos\alpha \geq mg\sin\alpha + mA\omega^2$. Отсюда минимальный коэффициент трения

$$\mu_{\min} = tg\alpha + \frac{A\omega^2}{g\cos\alpha} = tg\alpha + \frac{A\cdot k}{6mg\cos\alpha}.$$

З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{Q = mgh + \frac{mM\upsilon^2}{2(m+M)} = 195\,Дж}$.

В соответствии с законом сохранения импульса

$M\upsilon = (M+m)u$, (1) где u - скорость ящика с упавшим в него камнем.

Отсюда $u = \frac{M}{M+m}\upsilon$.

В соответствии с законом сохранения энергии $mgh+\frac{M\upsilon^2}{2}=\frac{M+m}{2}u^2+Q$ (2),

где Q- выделившаяся теплота.

Из решения (1) и (2) получаем $Q=mgh+\frac{mM\upsilon^2}{2(m+M)}$.

Подставляя числовые значения, получим $Q=3\cdot10\cdot5+\frac{3\cdot15\cdot6^2}{2(3+15)}=195\,Дж$.

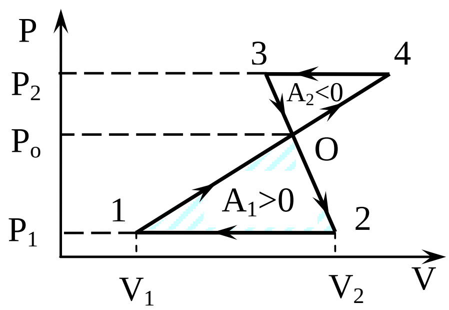
Полная работа А за цикл будет, таким образом, равна

$$A=A_1+A_2=A_1\left(1-\frac{(p_2-p_o)^2}{(p_o-p_1)^2}\right)=\frac{(p_o-p_1)(V_2-V_1)}{2}\left(1-\frac{(p_2-p_o)^2}{(p_o-p_1)^2}\right)$$

$$=\frac{(6\cdot10^5-10^5)\cdot10\cdot10^{-3}}{2}\left(1-\frac{(8\cdot10^5-6\cdot10^5)^2}{(6\cdot10^5-10^5)^2}\right)=\frac{5\cdot10\cdot10^2}{2}\left[1-\left(\frac{2}{5}\right)^2\right]=25\cdot10^2\,\frac{21}{25}\approx2100\ \ Дж$$

З А Д А Ч А 5. (10 баллов) Вар 20-5 Олимп 2013-2014

Ответ**:** $\boxed{A=2100\,Дж}$.



Выполнение цикла 1 – 4 – 3 – 2 – 1 фактически эквивалентно выполнению двух простых циклов 1–0–2–1 и 0–4–3–0 . Работа газа определяется площадью соответствующего цикла на P V – диаграмме. Однако, если в первом цикле она положительна я, то во втором случае она отрицательная (работа совершается над газом).

Обозначим $\Delta p_1=p_o-p_1=(6-1)\cdot10^5=5\cdot10^5\,Па$.

$$\Delta p_2=p_2-p_o=(8-6)\cdot10^5=2\cdot10^5\,Па$$

$$\Delta V=V_2-V_1=10^{-2}\,м^3.$$

Найдём работу A_1, совершённую над газом в первом цикле 1–0–2–1 :

$$A_1=\frac{(p_o-p_1)(V_2-V_1)}{2}=\frac{\Delta p_1\cdot\Delta V}{2}=2{,}5\cdot10^3\,Дж.$$

Треугольник на P V – диаграмме, соответствующий второму циклу 0–4–3–0 , подобен треугольнику, соответствующему циклу 1–0–2–1 .

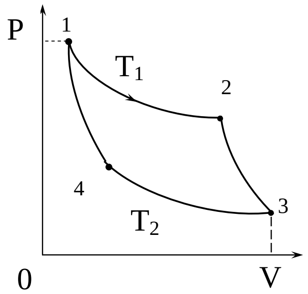
Учитывая, что площади подобных треугольников относятся как квадраты длин соответствующих элементов, в данном случае – высот, найдём работу А $_2$ в цикле 1–0–2–1 :

$$A_2 = -A_1\left(\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1}\right)^2 = -2{,}5\cdot 10^3\left(\frac{2}{5}\right)^2 = -400\,Дж$$ Полная работа А за цикл будет, таким образом, равна

$$A = A_1 + A_2 = 2500 - 400 = 2100 \quad Дж.$$

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{T_1 = \frac{A}{3R\eta}}$.



КПД цикла $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$,

где T_1 – температура нагревателя, T_2 – холодильника.

Процесс 2–3 – адиабатическое расширение газа.

В соответствии с первым законом термодинамики для адиабатического процесса $\Delta U + A = 0$, тогда $A = -\Delta U$.

Работа, которую совершает газ при адиабатическом расширении, равна

$$A = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2) = \frac{3}{2}\nu RT_1\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = \frac{3}{2}\nu RT_1\eta .$$ Отсюда $T_1 = \frac{2A}{3\nu R\eta}$. Для $\nu = 2$, $T_1 = \frac{A}{3R\eta}$.

З А Д А Ч А 7. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{W = \frac{2\cdot q^2}{\pi\varepsilon_0 a}}$.

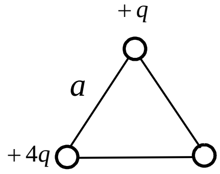


Рис. 1

При каждом соединении заряженного шарика с незаряженным происходит перераспределение зарядов: шарики заряжаются одинаковым по величине зарядом. Схема зарядов после перераспределения показана на рис. 2:

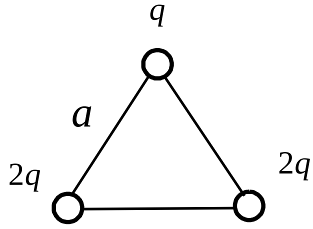


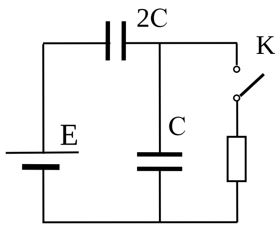
Рис. 2

Потенциальная энергия системы после перераспределения зарядов

$$\boxed{W = K\frac{2q^2}{a} + K\frac{4q^2}{a} + K\frac{2q^2}{a} = K\frac{8q^2}{a} = \frac{2\cdot q^2}{\pi\varepsilon_0 a}}$$, где $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$.

З А Д А Ч А 8. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{Q=\frac{2}{3}\mathrm{C}\cdot E^2}$.



До замыкания ключа :

1) Ёмкость батареи конденсаторов $C_{БАТ}=\dfrac{C\cdot 2C}{C+2C}=\dfrac{2C^2}{3C}=\dfrac{2}{3}C$.

2) Заряд на батарее конденсаторов $q_1=C_{БАТ}E=\dfrac{2}{3}C\cdot E=\dfrac{2}{3}CE$.

3) Энергия батареи конденсаторов $\mathrm{W}_1=\dfrac{\mathrm{C}_{\mathrm{БАЕ}}\cdot E^2}{2}=\dfrac{2CE^2}{3\cdot 2}=\dfrac{1}{3}CE^2$

После замыкания ключа:

1) заряд на конденсаторе 2C $q_2=2CE$

2) Энергия конденсатора 2C $\mathrm{W}_2=\dfrac{2\mathrm{C}\cdot E^2}{2}=CE^2$.

3) Работа батареи конденсаторов $A=E(q_2-q_1)=E\left(2CE-\dfrac{2}{3}CE\right)=\dfrac{4}{3}CE^2$

4) Количество тепла, которое выделится на резисторе после замыкания ключа К

$$Q=A-(W_2-W_1)=\frac{4}{3}CE^2-\left[\mathrm{C}\cdot E^2-\frac{1}{3}C\cdot E^2\right]=\frac{4}{3}\mathrm{C}\cdot E^2-\frac{2}{3}C\cdot E^2=\frac{2}{3}C\cdot E^2,$$

$\boxed{Q=\frac{2}{3}\mathrm{C}\cdot E^2}$.

З А Д А Ч А 9. (12 баллов.

Ответ: $\boxed{q_{\max}=\sqrt{q^2+\left(\frac{IT}{2\pi}\right)^2}\approx 5{,}9\cdot 10^{-9}\,Кл=5{,}9\,нКл}$.

В идеальном колебательном контуре заряд конденсатора изменяется по гармоническому закону

$$q=q_{\max}\cos(\omega t+\alpha)\,, \qquad (1)$$

где $q_{\max}$ – амплитуда колебаний заряда, ω – циклическая частота колебаний, α –начальная фаза.

Сила тока есть производная заряда по времени $I=\dfrac{dq}{dt}=-q_{\max}\omega\sin(\omega t+\alpha)$ (2) , где циклическая частота и период колебаний связаны между собой соотношением $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$

.

Из (1) и (2) $\dfrac{q}{q_{\max}} = \cos(\omega t + \alpha)$; $\dfrac{I}{q_{\max}\omega} = -\sin(\omega t + \alpha)$.

$\left(\dfrac{q}{q_{\max}}\right)^2 + \left(\dfrac{I}{q_{\max}\omega}\right)^2 = 1$. Из этого соотношения находим

$$q_{\max} = \sqrt{q^2 + \left(\frac{I}{\omega}\right)^2} = \sqrt{q^2 + \left(\frac{IT}{2\pi}\right)^2} = \sqrt{\left(5\cdot 10^{-9}\right)^2 + \left(\frac{8\cdot 10^{-6}\cdot 8\pi\cdot 10^{-4}}{2\pi}\right)^2} \approx 5{,}9\cdot 10^{-9}\,Кл = 5{,}9\,нКл;$$

З А Д А Ч А 10. (12 баллов) зад 10 ВАР 14-2001 изм

Ответ: $\boxed{a = \dfrac{mg\sin\alpha}{m + 2Cb^2B^2\cos^2\alpha}}$.

При движении перемычки меняется магнитный поток, пронизывающий контур, «замыкаемый» перемычкой. В результате в контуре возникает ЭДС индукции.

В течение малого промежутка времени, когда скорость υ перемычки можно считать неизменной, мгновенное значение ЭДС индукции равно

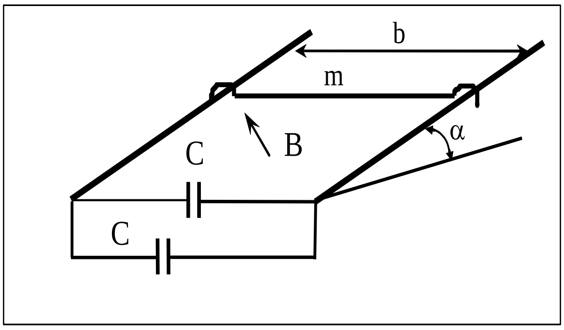
$$E = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \upsilon b B\cos\alpha$$

Сила тока, текущего через перемычку в это время, равна: $I = -\dfrac{\Delta q}{\Delta t}$, где Δq -заряд, накопившийся на конденсаторе за время Δt, т.е.

$\Delta q = C_{БАТ}\Delta E = 2CbB\Delta\upsilon\cos\alpha$ (поскольку сопротивление направляющих и перемычки отсутствует, мгновенное значение напряжения на конденсаторе равно Е).

Итак, $I = 2CbB\dfrac{\Delta\upsilon}{\Delta t}\cos\alpha = 2CbBa\cos\alpha$

,



где a - ускорение, с которым движется перемычка.

На перемычку действует сила тяжести и сила Ампера.

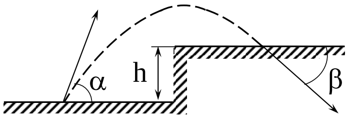
Напишем уравнение движения перемычки:

$$ma = mg\sin\alpha - IbB\cos\alpha = mg\sin\alpha - 2Cb^2B^2a\cos^2\alpha$$ Отсюда найдем

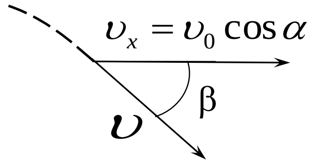
$$a = \frac{mg\sin\alpha}{m + 2Cb^2B^2\cos^2\alpha}.$$

Решение варианта №3

З А Д А Ч А 1. (8 баллов)



Ответ: $\boxed{\beta = \arccos\left(\dfrac{\upsilon_0\cos\alpha}{\sqrt{\upsilon_0^{\,2} - 2gh}}\right) = 36^0}$



Из рисунка видно, что

$$\beta = \arccos\left(\frac{\upsilon_0\cos\alpha}{\upsilon}\right) .$$

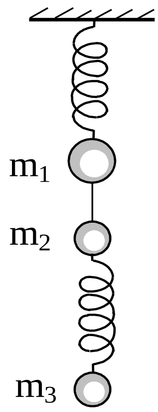
Модуль скорости υ найдём из закона сохранения энергии:

$$\frac{m\upsilon_0^{\,2}}{2} = \frac{m\upsilon^2}{2} + mgh, \text{ откуда } \upsilon = \sqrt{\upsilon_0^{\,2} - 2gh}, \text{ тогда } \beta = \arccos\left(\frac{\upsilon_0\cos\alpha}{\sqrt{\upsilon_0^{\,2} - 2gh}}\right).$$

Подставив $\alpha = 45^0$, $\upsilon_0 = 20\,м/с$, h = 5 м,

получим $\beta = \arccos\left(\dfrac{20\cos 45^0}{\sqrt{20^2 - 2\cdot 10\cdot 5}}\right) = \arccos\dfrac{10\sqrt{2}}{10\sqrt{3}} = \arccos 0{,}8$, $\beta = 36^0$.

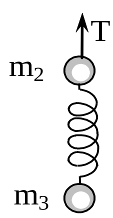
З А Д А Ч А 2. (8 баллов).



Ответ: $\boxed{T = (m_2 + m_3)g = 60H; \quad a = \dfrac{(m_2 + m_3)g}{m_1} = 30\,м/с^2 .}$

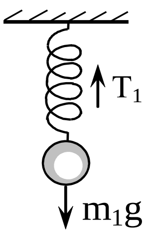
Вектор ускорения направлен вверх

1. Сила натяжения нити $T = (m_2 + m_3)g$.



2. Сила упругости в верхней пружине

   $T_1 = (m_1 + m_2 + m_3)g$.



3. Ускорение шарика массой m_1:

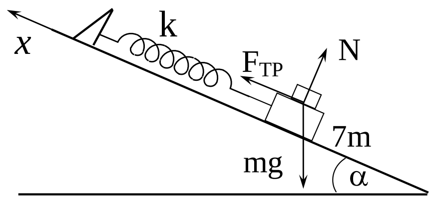
После пережигания нити исчезает сила T и , следовательно, на шар массой m_1 действуют сила тяжести mg и сила упругости T_1. Ускорение этого шара $a = \dfrac{T_1 - m_1 g}{m_1} = \dfrac{(m_1 + m_2 + m_3 - m_1)g}{m_1} = \dfrac{(m_2 + m_3)g}{m_1}$.

При $m_1 = 2кг$; $m_2 = 5кг$; $m_3 = 1кг$; $T = (5+1)\cdot 10 = 60H$; $T_1 = (2+5+1)\cdot 10 = 80H$

$$a=\frac{(5+1)\cdot 10}{2}=30\,м/с^2.$$ Вектор ускорения направлен вверх.

З А Д А Ч А 3. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\mu_{\min}=tg\alpha+\dfrac{A\cdot k}{8mg\cos\alpha}}$.



В соответствии со вторым законом Ньютона для шайбы

$m\vec{a}=\vec{F}_{TP}+m\vec{g}+\vec{N}$. (1)

где F_{TP} - сила трения между шайбой и бруском.

При колебательном движении шайбы сила трения достигает максимального значения в крайнем нижнем положении шайбы. При этом ускорение шайбы $a=A\omega^2$, где A – амплитуда колебаний,

$\omega=\sqrt{\dfrac{k}{8m}}$ - циклическая частота.

Для этого положения шайбы уравнение (1) в проекции на ось x будет иметь вид:

$mA\omega^2=\mu mg\cos\alpha-mg\sin\alpha$ (2)

$mA\omega^2=\mu mg\cos\alpha-mg\sin\alpha$. Совместные колебания шайбы и бруска будут возможны, если максимальная сила трения покоя будет больше или равна силе трения скольжения между шайбой и бруском: $\mu mg\cos\alpha\geq mg\sin\alpha+mA\omega^2$.

Отсюда минимальный коэффициент трения $\mu_{\min}=tg\alpha+\dfrac{A\omega^2}{g\cos\alpha}=tg\alpha+\dfrac{A\cdot k}{8mg\cos\alpha}$.

З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{Q=mgh+\dfrac{mM\upsilon^2}{2(m+M)}=430\,Дж}$.

В соответствии с законом сохранения импульса

$M\upsilon=(M+m)u$, (1) где u - скорость ящика с упавшим в него камнем.

Отсюда $u=\dfrac{M}{M+m}\upsilon$.

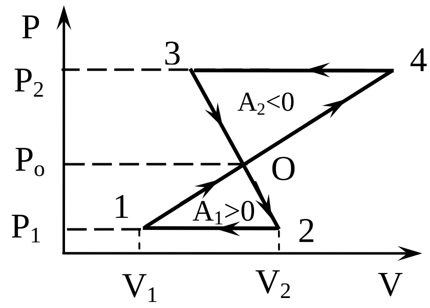
В соответствии с законом сохранения энергии $mgh+\dfrac{M\upsilon^2}{2}=\dfrac{M+m}{2}u^2+Q$ (2),

где Q- выделившаяся теплота.

Из решения (1) и (2) получаем $Q = mgh + \dfrac{mM\upsilon^2}{2(m+M)}$.

Подставляя числовые значения, получим $Q = 2\cdot 10\cdot 20 + \dfrac{2\cdot 10\cdot 6^2}{2(2+10)} = 430\,Дж$.

З А Д А Ч А 5. (10 баллов)



Ответ: $\boxed{A = -900\,Дж}$.

Выполнение цикла 1 – 4 – 3 – 2 – 1 фактически эквивалентно выполнению двух простых циклов 1–0–2–1 и 0–4–3–0 . Работа газа определяется площадью соответствующего цикла на P V – диаграмме. Однако, если в первом цикле она положительна я, то во втором случае она отрицательная (работа совершается над газом).

Обозначим $\Delta p_1 = p_o - p_1 = (3-2)\cdot 10^5 = 1\cdot 10^5\,Па$.

$$\Delta p_2 = p_2 - p_o = (5-3)\cdot 10^5 = 2\cdot 10^5\,Па$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 6\cdot 10^{-3}\,м^3 .$$

Найдём работу A_1, совершённую над газом в первом цикле 1–0–2–1 :

$$A_1 = \frac{(p_o - p_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{\Delta p_1\cdot\Delta V}{2} = 3\cdot 10^2\,Дж .$$

Треугольник на P V – диаграмме, соответствующий второму циклу 0–4–3–0 , подобен треугольнику, соответствующему циклу 1–0–2–1 .

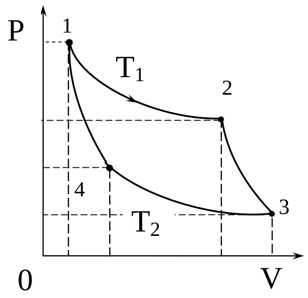
Учитывая, что площади подобных треугольников относятся как квадраты длин соответствующих элементов, в данном случае – высот, найдём работу A_2 в цикле 1–0–2–1 :

$A_2 = -A_1\left(\dfrac{\Delta p_2}{\Delta p_1}\right) = -3\cdot 10^2 2^2 = -12\cdot 10^2\,Дж$ Полная работа A за цикл будет, таким образом, равна

$$A = A_1 + A_2 = 300 - 1200 = -900\ \ Дж .$$

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{T_2 = \dfrac{(1-\eta)A}{3R\eta}}$.



КПД цикла $\eta = 1 - \dfrac{T_2}{T_1}$,

где T_1 – температура нагревателя, T_2 – температура холодильника.

Процесс 2–3 – адиабатическое расширение газа.

В соответствии с первым законом термодинамики для адиабатического процесса $\Delta U + A = 0$, тогда $A = -\Delta U$.

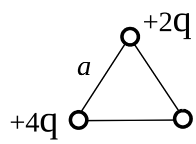
$$A = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2) = \frac{3}{2}\nu R T_2\left(\frac{T_1}{T_2} - 1\right). \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{1-\eta}.$$

Тогда $A = \dfrac{3}{2}\nu R T_2\left(\dfrac{\eta}{1-\eta}\right)$. Отсюда $T_2 = \dfrac{2(1-\eta)A}{3\nu R\eta}$. Для $\nu = 2$,

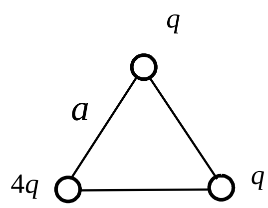
$$T_2 = \frac{(1-\eta)A}{3R\eta}.$$

З А Д А Ч А 7. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{W = \dfrac{9 \cdot q^2}{4\pi\varepsilon_0 a}}$.



При каждом соединении заряженного шарика с незаряженным происходит перераспределение зарядов: шарики заряжаются одинаковым по величине зарядом. Схема зарядов после перераспределения:



Потенциальная энергия системы после перераспределения зарядов

$$\boxed{W = K\frac{4q^2}{a} + K\frac{4q^2}{a} + K\frac{q^2}{a} = K\frac{9q^2}{a} = \frac{9 \cdot q^2}{4\pi\varepsilon_0 a}}., \text{ где } \boxed{K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}}.$$

З А Д А Ч А 8. (10 баллов)

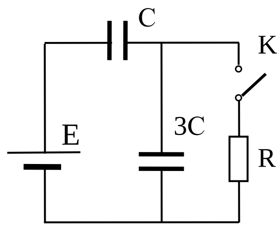
Ответ: $\boxed{Q = \frac{1}{8}\mathrm{C} \cdot E^2}$.

До замыкания ключа :

1) Ёмкость батареи конденсаторов $C_{БАТ} = \frac{C \cdot 3C}{C + 3C} = \frac{3C^2}{4C} = \frac{3}{4}C$.

2) Заряд на батарее конденсаторов $q_1 = C_{БАТ}E = \frac{3}{4}C \cdot E$.

3) Энергия батареи конденсаторов



$$\mathrm{W}_1 = \frac{\mathrm{C}_{\text{БАЕ}} \cdot E^2}{2} = \frac{3CE^2}{4 \cdot 2} = \frac{3}{8}CE^2$$

После замыкания ключа:

1) заряд на конденсаторе С $q_2 = CE$

2) Энергия конденсатора С $\mathrm{W}_2 = \frac{\mathrm{C} \cdot E^2}{2} = \frac{1}{2}CE^2$.

3) Работа батареи конденсаторов

$$A = E(q_2 - q_1) = E\left(CE - \frac{3}{4}CE\right) = \frac{1}{4}CE^2$$

4) Количество тепла, которое выделится на резисторе с сопротивлением R после замыкания ключа К

$$Q = A - (W_2 - W_1) = \frac{1}{4}CE^2 - \left[\frac{1}{2}\mathrm{C} \cdot E^2 - \frac{3}{8}C \cdot E^2\right] = \frac{1}{4}\mathrm{C} \cdot E^2 - \frac{1}{8}C \cdot E^2 = \frac{1}{8}C \cdot E^2,$$

$\boxed{Q = \frac{1}{8}\mathrm{C} \cdot E^2}$.

З А Д А Ч А 9. (12 баллов.

Ответ: $\boxed{q = \sqrt{\frac{\left(I^2_{\max} - I^2\right)T^2}{(2\pi)^2}} = 1{,}2 \cdot 10^{-6}\,Кл = 1{,}2\,мкКл}$.

В идеальном колебательном контуре заряд конденсатора изменяется по гармоническому закону

$$q = q_{\max}\cos(\omega t + \alpha)\,, \qquad (1)$$

где $q_{\max}$ – амплитуда колебаний заряда, ω – циклическая частота колебаний, α –начальная фаза.

Сила тока есть производная заряда по времени $I = \dfrac{dq}{dt} = -q_{\max}\omega\sin(\omega t+\alpha)$ (2).

Максимальные (амплитудные) значения силы тока достигаются при $\sin(\omega t+\alpha) = \pm 1$.

Следовательно, амплитуда колебаний силы тока $I_{\max} = q_{\max}\omega$, откуда $q_{\max} = \dfrac{I_{\max}}{\omega}$. Тогда

равенство (1) примет вид $q = \dfrac{I_{\max}}{\omega}\cos(\omega t+\alpha)$ (3), а равенство (2)

$I = -I_{\max}\sin(\omega t+\alpha)$ (4).

Циклическая частота и период колебаний связаны между собой соотношением $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$.

Из (3) и (4) $\dfrac{q\omega}{I_{\max}} = \cos(\omega t+\alpha)$; $\dfrac{I}{I_{\max}} = -\sin(\omega\cdot t+\alpha)$.

$$\left[\cos(\omega t+\alpha)\right]^2 + \left[-\sin(\omega t+\alpha)\right]^2 = 1$$

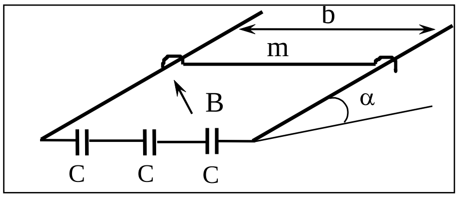
$$\left(\frac{q\omega}{I_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{I}{I_{\max}}\right)^2 = 1\ ; \qquad q = \sqrt{\frac{I_{\max}{}^2 - I^2}{\omega^2}} = \sqrt{\frac{\left(I^2{}_{\max} - I^2\right)T^2}{(2\pi)^2}} \ .$$

Подставив числовые значения , получим

$$q = \sqrt{\frac{\left(I^2{}_{\max} - I^2\right)T^2}{(2\pi)^2}} = \sqrt{\frac{\left(5\cdot 10^{-3} - 3\cdot 10^{-3}\right)^2\left(6\pi\cdot 10^{-4}\right)^2}{4\pi^2}} = 1{,}2\cdot 10^{-6}\,Кл = 1{,}2\,мкКл\,.$$

З А Д А Ч А 10.

Ответ: $\boxed{a = \dfrac{mg\sin\alpha}{m + \frac{1}{3}Cb^2B^2\cos^2\alpha}}$.



При движении перемычки меняется магнитный поток, пронизывающий контур, «замыкаемый» перемычкой. В результате в контуре возникает ЭДС индукции.

В течение малого промежутка времени, когда скорость υ перемычки можно считать неизменной, мгновенное значение ЭДС индукции равно

$$E = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \upsilon bB\cos\alpha$$

Сила тока, текущего через перемычку в это время, равна

$I = -\dfrac{\Delta q}{\Delta t}$, где Δq -заряд, накопившийся на конденсаторе за время Δt , т.е.

$I = \frac{1}{3}C\Delta E = \frac{1}{3}Cb\ B\Delta\upsilon\cos\alpha$ (поскольку сопротивление направляющих и перемычки отсутствует, мгновенное значение напряжения на конденсаторе равно E).

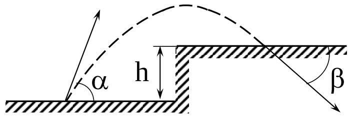
Итак, $I = \frac{1}{3}Cb\ B\frac{\Delta\upsilon}{\Delta t}\cos\alpha = \frac{1}{3}Cb\ Ba\cos\alpha$, где a - ускорение, с которым движется перемычка.

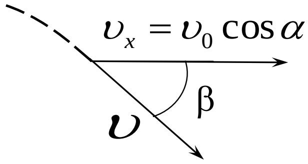
На перемычку действует сила тяжести и сила Ампера. Напишем уравнение движения перемычки:

$ma = mg\sin\alpha - IbB\cos\alpha = mg\sin\alpha - \frac{1}{3}Cb^2B^2a\cos^2\alpha$. Отсюда найдем $a = \frac{mg\sin\alpha}{m + \frac{1}{3}Cb^2B^2\cos^2\alpha}$.

Решение варианта №4

З А Д А Ч А 1. (8 баллов)





Ответ: $\boxed{\beta = \arccos\left(\dfrac{\upsilon_0 \cos\alpha}{\sqrt{\upsilon_0^{\,2} - 2gh}}\right) = 24^0}$

Из рисунка видно, что

$$\beta = \arccos\left(\frac{\upsilon_0 \cos\alpha}{\upsilon}\right) \quad .$$

Модуль скорости υ найдём из закона сохранения энергии:

$$\frac{m\upsilon_0^{\,2}}{2} = \frac{m\upsilon^2}{2} + mgh, \text{ откуда } \upsilon = \sqrt{\upsilon_0^{\,2} - 2gh}, \text{ тогда } \beta = \arccos\left(\frac{\upsilon_0 \cos\alpha}{\sqrt{\upsilon_0^{\,2} - 2gh}}\right).$$

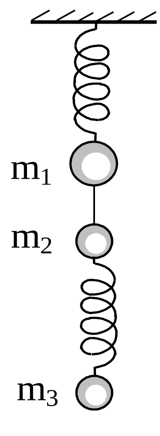
Подставив $\alpha = 45^0$, $\upsilon_0 = 20\,м/с$, h = 8 м,

получим $\beta = \arccos\left(\dfrac{20\cos 45^0}{\sqrt{20^2 - 2\cdot 10\cdot 8}}\right) = \arccos\dfrac{10\sqrt{2}}{4\sqrt{15}} = \arccos 0{,}91$, $\beta = 24^0$.

З А Д А Ч А 2. (8 баллов).

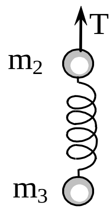
Ответ: $\boxed{T = (m_2 + m_3)g = 70H; \quad a = \dfrac{(m_2 + m_3)g}{m_1} = 70\,м/с^2}$.

Вектор ускорения направлен вверх

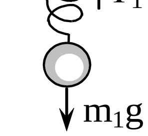


1. Сила натяжения нити $T = (m_2 + m_3)g$.

2. Сила упругости в верхней пружине $T_1 = (m_1 + m_2 + m_3)g$.



3. Ускорение шарика массой m_1:



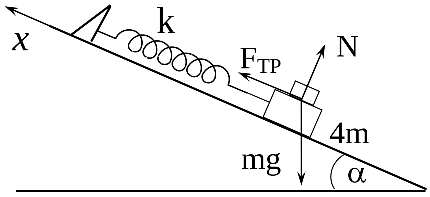
После пережигания нити исчезает сила T и , следовательно, на шар массой m_1 действуют сила тяжести m_1g и сила T_1.

Ускорение этого шара $a = \dfrac{T_1 - m_1 g}{m_1} = \dfrac{(m_1 + m_2 + m_3 - m_1)g}{m_1} = \dfrac{(m_2 + m_3)g}{m_1}$.

При $m_1 = 1кг$; $m_2 = 4кг$; $m_3 = 3кг$; $T = (4+3)\cdot 10 = 70H$; $T_1 = (1+4+3)\cdot 10 = 80H$

$$a = \frac{(4+3)\cdot 10}{3} = 70\,м/c^2.$$ Вектор ускорения направлен вверх.

З А Д А Ч А 3. (10 баллов)



Ответ: $\boxed{\mu_{\min} = tg\alpha + \dfrac{A\cdot k}{5mg\cos\alpha}}$.

В соответствии со вторым законом Ньютона для шайбы

$$m\vec{a} = \vec{F}_{TP} + m\vec{g} + \vec{N}\ . \qquad (1)$$

где F_{TP} - сила трения между шайбой и бруском.

При колебательном движении шайбы сила трения достигает максимального значения в крайнем нижнем положении шайбы. При этом ускорение шайбы

$a = A\omega^2$, где A – амплитуда колебаний, $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{5m}}$ - циклическая частота.

Для этого положения шайбы уравнение (1) в проекции на ось x будет иметь вид:

$$mA\omega^2 = \mu mg\cos\alpha - mg\sin\alpha \qquad (2)$$

Совместные колебания шайбы и бруска будут возможны , если максимальная сила трения покоя будет больше или равна силе трения скольжения между шайбой и бруском:

$\mu mg\cos\alpha \geq mg\sin\alpha + mA\omega^2$. Отсюда минимальный коэффициент трения

$$\mu_{\min} = tg\alpha + \frac{A\omega^2}{g\cos\alpha} = tg\alpha + \frac{A\cdot k}{5mg\cos\alpha}.$$

З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{Q = mgh + \dfrac{mM\upsilon^2}{2(m+M)} = 318\,Дж}$.

В соответствии с законом сохранения импульса

$M\upsilon = (M+m)u$, (1) где u - скорость ящика с упавшим в него камнем.

Отсюда $u = \dfrac{M}{M+m}\upsilon$.

В соответствии с законом сохранения энергии $mgh + \dfrac{M\upsilon^2}{2} = \dfrac{M+m}{2}u^2 + Q$ (2),

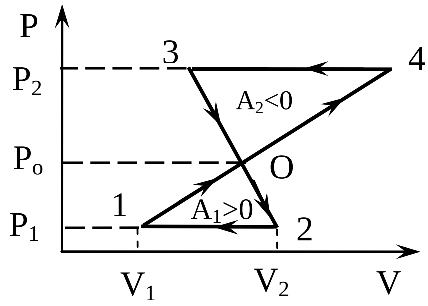
где Q- выделившаяся теплота.

Из решения (1) и (2) получаем $Q = mgh + \dfrac{mM\upsilon^2}{2(m+M)}$.

Подставляя числовые значения, получим $Q = 3\cdot 10\cdot 10 + \dfrac{3\cdot 9\cdot 4^2}{2(3+9)} = 318\,Дж$.

З А Д А Ч А 5. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{A = -750\,Дж}$.



Выполнение цикла 1 – 4 – 3 – 2 – 1 фактически эквивалентно выполнению двух простых циклов 1–0–2–1 и 0–4–3–0 . Работа газа определяется площадью соответствующего цикла на P V – диаграмме. Однако, если в первом цикле она положительна я, то во втором случае она отрицательная (работа совершается над газом).

Обозначим $\Delta p_1 = p_o - p_1 = (3-1)\cdot 10^5 = 2\cdot 10^5\,Па$.

$$\Delta p_2 = p_2 - p_o = (6-3)\cdot 10^5 = 3\cdot 10^5\,Па$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 6\cdot 10^{-3}\,м^3.$$

Найдём работу A_1, совершённую над газом в первом цикле 1–0–2–1 :

$$A_1 = \frac{(p_o - p_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{\Delta p_1\cdot\Delta V}{2} = 6\cdot 10^2\,Дж.$$

Треугольник на P V – диаграмме, соответствующий второму циклу 0–4–3–0 , подобен треугольнику, соответствующему циклу 1–0–2–1 .

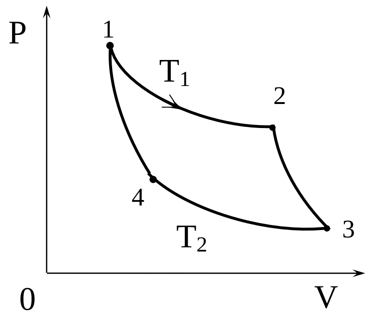
Учитывая, что площади подобных треугольников относятся как квадраты длин соответствующих элементов, в данном случае – высот, найдём работу A_2 в цикле 1–0–2–1 :

$$A_2 = -A_1\left(\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1}\right) = -6\cdot 10^2\left(\frac{3}{2}\right)^2 = -1350\,Дж$$

Полная работа A за цикл будет, таким образом, равна

$$A = A_1 + A_2 = 600 - 1350 = -750\ \ Дж.$$

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)



Ответ: $\boxed{T_2 = \dfrac{2(1-\eta)A}{3R\eta}}$. КПД цикла $\eta = 1 - \dfrac{T_2}{T_1}$,

где T_1 – температура нагревателя, T_2 – холодильника.

Процесс 2–3 – адиабатическое расширение газа.

В соответствии с первым законом термодинамики для адиабатического процесса $\Delta U + A = 0$, тогда $A = -\Delta U$.

$$A = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2) = \frac{3}{2}\nu R T_2\left(\frac{T_1}{T_2} - 1\right), \quad \text{где} \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{1-\eta}.$$

Тогда $A = \dfrac{3}{2}\nu R T_2\left(\dfrac{\eta}{1-\eta}\right)$. Отсюда $T_2 = \dfrac{2(1-\eta)A}{3\nu R\eta}$. Для $\nu = 1$,

$$T_2 = \frac{2(1-\eta)A}{3R\eta}.$$

З А Д А Ч А 7. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{W = \dfrac{5\cdot q^2}{4\pi\varepsilon_0 a}}$.

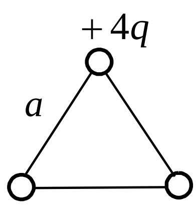


Рис. 1

При каждом соединении заряженного шарика с незаряженным происходит перераспределение зарядов**:** шарики заряжаются одинаковым по величине зарядом. Схема зарядов после перераспределения показана на рис. 2:

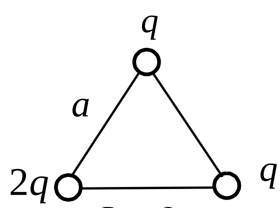


Рис. 2

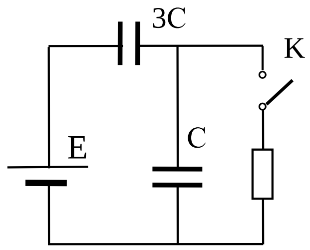
Потенциальная энергия системы после перераспределения зарядов

$$\boxed{W = K\frac{2q^2}{a} + K\frac{2q^2}{a} + K\frac{q^2}{a} = K\frac{5q^2}{a} = \frac{5\cdot q^2}{4\pi\varepsilon_0 a}}, \quad \text{где} \quad K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.$$

З А Д А Ч А 8. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{Q = 1\frac{1}{8}\mathrm{C}\cdot E^2}$.

До замыкания ключа :



1) Ёмкость батареи конденсаторов

$$C_{БАТ} = \frac{C \cdot 3C}{C + 3C} = \frac{3C^2}{4C} = \frac{3}{4}C .$$

2) Заряд на батарее конденсаторов

$$q_1 = C_{БАТ}E = \frac{3}{4}C \cdot E = \frac{3}{4}CE .$$

Энергия батареи конденсаторов $\mathrm{W}_1 = \frac{\mathrm{C}_{\text{БАЕ}} \cdot E^2}{2} = \frac{3CE^2}{4 \cdot 2} = \frac{3}{8}CE^2$

После замыкания ключа:

1) заряд на конденсаторе 3С $q_2 = 3CE$

2) Энергия конденсатора 3С $\mathrm{W}_2 = \frac{3\mathrm{C} \cdot E^2}{2} = \frac{3}{2}CE^2 .$

3) Работа батареи конденсаторов $A = E(q_2 - q_1) = E\left(3CE - \frac{3}{4}CE\right) = 2\frac{1}{4}CE^2$

4) Количество тепла, которое выделится на резисторе после замыкания ключа К

$$Q = A - (W_2 - W_1) = 2\frac{1}{4}CE^2 - \left[\frac{3}{2}\mathrm{C} \cdot E^2 - \frac{3}{8}C \cdot E^2\right] = 2\frac{1}{4}\mathrm{C} \cdot E^2 - 1\frac{1}{8}C \cdot E^2 = 1\frac{1}{8}C \cdot E^2 ,$$

$\boxed{Q = 1\frac{1}{8}\mathrm{C} \cdot E^2}$.

З А Д А Ч А 9. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{I = \frac{1}{\sqrt{LC}}\sqrt{q^2_{\max} - q^2} = 2{,}7 \cdot 10^{-5}\,A = 27\,мкА}$.

В идеальном колебательном контуре заряд конденсатора изменяется по гармоническому закону

$$q = q_{\max}\cos(\omega t + \alpha) , \qquad (1)$$

где $q_{\max}$ – амплитуда колебаний заряда, ω – циклическая частота колебаний, α –начальная фаза.

Сила тока есть производная заряда по времени $I = \frac{dq}{dt} = -q_{\max}\omega\sin(\omega t + \alpha)$ (2).

Максимальные (амплитудные) значения силы тока достигаются при $\sin(\omega t + \alpha) = \pm 1$.

Следовательно, амплитуда колебаний силы тока $I_{max} = q_{max}\omega$. Циклическая частота и период колебаний связаны между собой соотношением $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$.

Из (1) и (2) $\dfrac{q}{q_{max}} = \cos(\omega t + \alpha)$; $\dfrac{I}{q_{max}\omega} = -\sin(\omega t + \alpha)$.

$$\left[\cos(\omega t + \alpha)\right]^2 + \left[-\sin(\omega t + \alpha)\right]^2 = 1$$

$$\left(\frac{q}{q_{max}}\right)^2 + \left(\frac{I}{q_{max}\omega}\right)^2 = 1 \; ; \quad q^2{}_{max}\omega^2 = q^2\omega^2 + I^2 \; ;$$

$I = \omega\sqrt{q^2{}_{max} - q^2} = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}\sqrt{q_{max}{}^2 - q^2}$. Подставив числовые значения , получим

$$I = \frac{1}{\sqrt{LC}}\sqrt{q^2{}_{max} - q^2} = \frac{\sqrt{\left(10\cdot 10^{-9}\right)^2 - \left(6\cdot 10^{-9}\right)^2}}{\sqrt{4{,}5\cdot 10^{-3}\cdot 20\cdot 10^{-6}}} = 2{,}7\cdot 10^{-5}A = 27\,мкА.$$

З А Д А Ч А 10. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{a = \dfrac{mg\sin\alpha}{m + 3Cb^2B^2}}$.

При движении перемычки меняется магнитный поток, пронизывающий контур, «замыкаемый» перемычкой. В результате в контуре возникает ЭДС индукции.

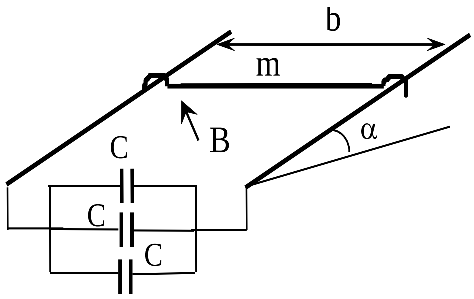
В течение малого промежутка времени, когда скорость υ перемычки можно считать неизменной, мгновенное значение ЭДС индукции равно

$$E = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \upsilon bB$$

Сила тока, текущего через перемычку в это время, равна

$I = -\dfrac{\Delta q}{\Delta t}$, где Δq -заряд, накопившийся на конденсаторе за время Δt , то есть

$\Delta q = C_{БАТ}\Delta E = 3CbB\Delta\upsilon$ (поскольку сопротивление направляющих и перемычки отсутствует, мгновенное значение напряжения на конденсаторе равно E).



Итак, $I = 3CbB\dfrac{\Delta\upsilon}{\Delta t} = 3CbBa$,

где a - ускорение, с которым движется перемычка.

На перемычку действует сила тяжести и сила Ампера.

Напишем уравнение движения перемычки:

$$ma = mg\sin\alpha - IbB = mg\sin\alpha - 3Cb^2B^2a$$

Отсюда найдем $a = \dfrac{mg\sin\alpha}{m + 3Cb^2B^2}$

Решение варианта №5

З А Д А Ч А 1. (8 баллов)

Ответ: $\boxed{\Delta t = 2\frac{\sin\alpha}{g}\sqrt{\frac{2E}{m}} = 1{,}5c}$.

1) Время полёта тела $\Delta t = 2\frac{\upsilon_0 \sin\alpha}{g}$. (1)

2) Его кинетическая энергия $E = \frac{m\upsilon_0^{\ 2}}{2}$, откуда $\upsilon_0 = \sqrt{\frac{2E}{m}}$ (2)

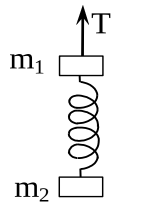
3) Подставим (2) в (1), получим $.\Delta t = 2\frac{\sin\alpha}{g}\sqrt{\frac{2E}{m}}$. При E =225 Дж,

$\Delta t = 2\frac{\sin 30^0}{10}\sqrt{\frac{2\cdot 225}{2}} = 1{,}5c$.

З А Д А Ч А 2. (8 баллов).

Ответ: $\boxed{T = (m_2 + m_3)g = 30H;\quad a = \frac{(m_1 + m_2 + m_3)g}{m_1} = 16м/c^2}$.

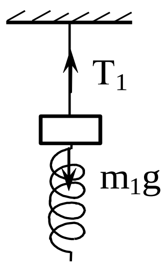
Вектор ускорения направлен вверх



1. Сила натяжения нити $T = (m_2 + m_3)g$.

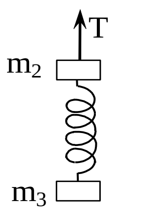
2. Сила упругости в верхней пружине

$T_1 = (m_2 + m_2 + m_3)g$.



3. Ускорение груза массой m_1:

После пережигания нити исчезает сила T и , следовательно, на груз массой m_1 действуют сила тяжести m_1g и сила T_1. Ускорение груза маасой m_1 равно $a = \frac{T_1 - m_1 g}{m_1} = \frac{(m_1 + m_2 + m_2)g}{m_1}$.



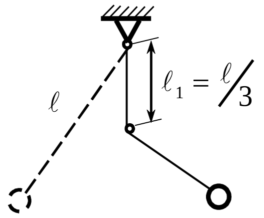
При $m_1 = 5кг$; $m_2 = 1кг$; $m_3 = 2кг$; $T = (2+1)\cdot 10 = 30H$;

$T_1 = (5+1+2)\cdot 10 = 80H$;

$a = \frac{(5+1+2)\cdot 10}{5} = 16м/c^2$. Вектор ускорения направлен вверх.

З А Д А Ч А 3. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{T = \pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}\left(1+\sqrt{\frac{2}{3}}\right)}$



З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\Delta T = \frac{9\upsilon^2}{8c}}$

На основании законов сохранения импульса и энергии имеем :

1) $m2\upsilon - m\upsilon = 2m\cdot u$, откуда $u = \frac{\upsilon}{2}$., где u - скорость движения шариков после столкновения.

2) $\Delta W_{MEX} = 2mc\Delta T$, где $\Delta W_{MEX} = \left(\frac{m}{2}(2\upsilon)^2 + \frac{m}{2}\upsilon^2\right) - \frac{2mu^2}{2} = \frac{9m\upsilon^2}{4}$.

3) $\Delta T = \frac{\Delta W_{MEX}}{2mc} = \frac{9m\upsilon^2}{4\cdot 2mc} = \frac{9\upsilon^2}{8c}$. $\quad \Delta T = \frac{9\upsilon^2}{8c}$.

З А Д А Ч А 5. (10 баллов)

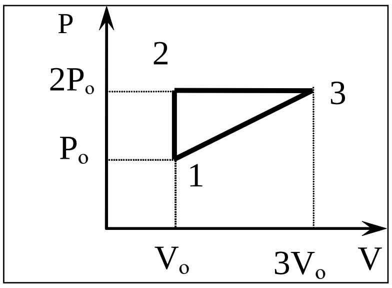
Ответ: $\boxed{V_A = \frac{m_A}{\mu_A}\cdot\frac{RT}{P_o} = 31\cdot 10^{-3}\ м^3}$.

При температуре t = 100 ^oC насыщенный пар воды имеет давление P_o= 10 ^{5} Па. 1 моль газа при таком давлении и температуре t_o = 0 ^oC занимает объем V_o= 22,4 дм^3, а при температуре t = 100 ^oC - ещё больший объем. Объем всего сосуда по условию задачи V = 40 дм^3; а количество воды равно 2 моль, следовательно, вся вода испариться не может. Наряду с остатком воды в левой части сосуда будет её насыщенный пар. Давление окажется равным $P_{o.}$ Таким же будет и давление в правой части цилиндра, занимаемой азотом. Занимаемый азотом объем

$$V_A = \frac{m_A}{\mu_A}\cdot\frac{RT}{P_o} = \frac{0{,}028}{0{,}028}\cdot\frac{8{,}31\cdot 373}{10^5} = 31\cdot 10^{-3}\ м^3$$

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\dfrac{Q_{12}}{Q_{23}} = 0{,}15}$



$$Q_{12} = \frac{3}{2}(2P_0V_0 - P_0V_0) = \frac{3}{2}P_0V_0$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2}(2P_0 \cdot 3V_0 - 2P_0V_0) = 10P_0V_0; \qquad \frac{Q_{12}}{Q_{23}} = 0{,}15.$$

З А Д А Ч А 7. (10 баллов.

Ответ: $\boxed{E = \dfrac{\varphi}{4R}}$.

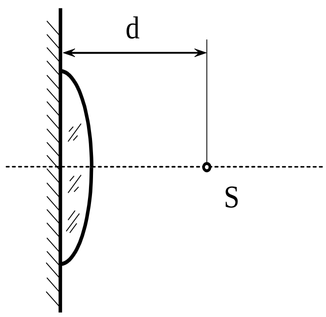
Так как проводящий шар является эквипотенциальным телом, то его потенциал $\varphi = \varphi_0 = k\dfrac{q}{R}$, где $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ и , следовательно, $q = \dfrac{\varphi \cdot R}{k}$. Тогда напряжённость электрического поля на расстоянии R_1 от центра шара будет равна $E = k\dfrac{q}{R_1^{\ 2}} = k\dfrac{\varphi \cdot R}{kR_1^{\ 2}} = \dfrac{\varphi \cdot R}{R_1^{\ 2}}$

.

При $R_1 = 2R$, $E = \dfrac{\varphi}{4R}$.

З А Д А Ч А 8. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\mathrm{f} = \dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{dD} - 1} \cong 0{,}33 \text{ м}}$.



Свет, падающий на эту оптическую систему, проходит через линзу. Следовательно, оптическая сила системы $\boxed{\mathrm{D} = \mathrm{D}_1 + \mathrm{D}_2 + \mathrm{D}_1 = 2\mathrm{D}_1 + \mathrm{D}_2}$, где D_1 – оптическая сила линзы, D_2 – оптическая сила зеркала.

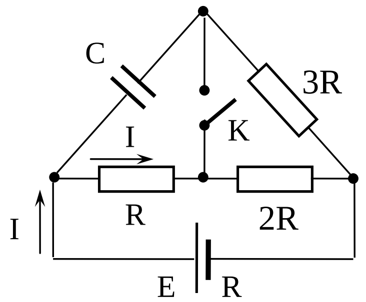
Так как $D_1 = \dfrac{1}{F}$, а $D_2 = 0$, то оптическая сила системы линза – зеркало $\boxed{D = \dfrac{2}{F} = \dfrac{2}{0{,}4} = 5 \text{ дптр}}$. Так как $d > \dfrac{F}{2}$, то изображение точки S будет действительным.

Используя формулу линзы $\boxed{D = \dfrac{1}{d} + \dfrac{1}{f}}$, найдем $\boxed{f = \dfrac{d}{d \cdot D - 1} = \dfrac{0{,}5}{0{,}5 \cdot 5 - 1} \cong 0{,}33 \text{ } м}$.

ЗАДАЧА 9. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{U_2 = \dfrac{5}{12} U_1 = 5B}$.

При разомкнутом ключе К:



напряжение на конденсаторе $U_1 = \dfrac{E}{4R} \cdot 3R = \dfrac{3}{4} E$.,

откуда $E = \dfrac{4}{3} U_1 = \dfrac{4}{3} 12 = 16B$.

После замыкания ключа К:

$$R_\Sigma = R + R + \frac{6}{5} R = \frac{16}{5} R.$$

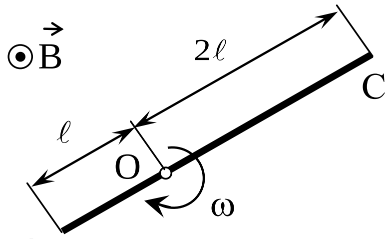
Ток в цепи $I = \dfrac{E}{R_\Sigma}$.

Установившееся напряжение на конденсаторе

$$U_2 = IR = \frac{E}{R_\Sigma} R = \frac{4}{3} U_1 \cdot \frac{5R}{16R} = U_1 \cdot \frac{5}{12} = \frac{12 \cdot 5}{12} = 5B.$$

ЗАДАЧА 10. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{U = E_1 - E_2 = \dfrac{B(2\ell)^2 \omega}{2} - \dfrac{B\ell^2 \omega}{2} = \dfrac{3}{2} B\ell^2 \omega}$.



Решение варианта №6

З А Д А Ч А 1. (8 баллов)

Ответ: $\boxed{\Delta t = 2\dfrac{\sin\alpha}{g}\sqrt{\dfrac{2E}{m}} = 1{,}2c}$ **.**

1) Время полёта тела $\Delta t = 2\dfrac{\upsilon_0 \sin\alpha}{g}$. (1)

2) Его кинетическая энергия $E = \dfrac{m\upsilon_0^{\ 2}}{2}$, откуда $\upsilon_0 = \sqrt{\dfrac{2E}{m}}$ (2)

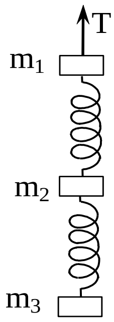
3) Подставим (2) в (1), получим $.\Delta t = 2\dfrac{\sin\alpha}{g}\sqrt{\dfrac{2E}{m}}$. При E =144 Дж,

$$\Delta t = 2\frac{\sin 30^0}{10}\sqrt{\frac{2\cdot 144}{2}} = 1{,}2c\ .$$

З А Д А Ч А 2. (8 баллов).

Ответ: $\boxed{T = (m_2 + m_3)g = 60H\ ; \quad a = \dfrac{(m_1 + m_2 + m_3)g}{m_1} = 20\text{м}/c^2}$.

$\boxed{\text{Вектор ускорения направлен вниз}}$



1. Сила натяжения нити $T = (m_2 + m_3)g$.

2. Сила упругости в верхней пружине $T_1 = (m_2 + m_2 + m_3)g$.

3. Ускорение шарика массой $m_{1:}$

После пережигания нити исчезает сила T и , следовательно, на шар массой m_1 действуют сила тяжести mg и сила T_1. Ускорение этого шара

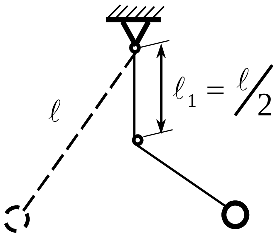
$$a = \frac{T_1 - m_1 g}{m_1} = \frac{(m_1 + m_2 + m_2 + m_3 - m_1)g}{m_1} = \frac{(m_2 + m_3)g}{m_1}.$$

ри $m_1 = 4кг$; $m_2 = 3кг$; $m_3 = 1кг$; $T = (2+1)\cdot 10 = 30H$; $T_1 = (4+3+1)\cdot 10 = 80H$;

$a = \dfrac{(4+3+1)\cdot 10}{4} = 20\text{м}/c^2$. Вектор ускорения направлен вниз

З А Д А Ч А 3. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{T = \pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}\left(1+\frac{\sqrt{2}}{2}\right)}$.



З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\Delta T = \frac{25\upsilon^2}{8c}}$

На основании законов сохранения импульса и энергии имеем :

1) $m\cdot 4\upsilon - m\upsilon = 2m\cdot u$, откуда $u = \frac{3\upsilon}{2}$.,

где u - скорость движения шариков после столкновения.

2) $\Delta W_{MEX} = 2mc\Delta T$, где $\Delta W_{MEX} = \left(\frac{m}{2}(4\upsilon)^2 + \frac{m}{2}\upsilon^2\right) - \frac{2mu^2}{2} = \frac{25m\upsilon^2}{4}$.

3) $\Delta T = \frac{\Delta W_{MEX}}{2mc} = \frac{25m\upsilon^2}{4\cdot 2mc} = \frac{25\upsilon^2}{8c}$. $\Delta T = \frac{25\upsilon^2}{8c}$.

З А Д А Ч А 5. (10 баллов)

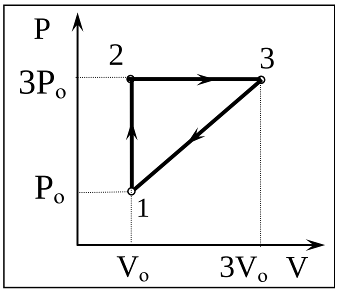
Ответ: $\boxed{V_A = \frac{m_A}{\mu_A}\cdot\frac{RT}{P_o} = 15{,}5\cdot 10^{-3}\ м^3}$

При температуре t = 100 ^oC насыщенный пар воды имеет давление P_o= 10 ^{5} Па. 1 моль газа при таком давлении и температуре t_o = 0 ^oC занимает объем V_o= 22,4 дм^3/моль, а при температуре t = 100 ^oC - ещё больший объем. Объем всего сосуда по условию задачи V = 20 дм^3; следовательно, вся вода испариться не может. Наряду с остатком воды в левой части сосуда будет её насыщенный пар. Давление окажется равным P_o. Таким же будет и давление в правой части цилиндра, занимаемой азотом. Занимаемый азотом объем

$$V_A = \frac{m_A}{\mu_A}\cdot\frac{RT}{P_o} = \frac{0{,}014}{0{,}028}\cdot\frac{8{,}31\cdot 373}{10^5} = 15{,}5\cdot 10^{-3}\ м^3$$

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\dfrac{Q_{12}}{Q_{23}} = 0{,}2}$.



$$Q_{12} = \frac{3}{2}(3P_0V_0 - P_0V_0) = 3P_0V_0\ ;$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2}(3P_0 \cdot 3V_0 - 3P_0V_0) = 15P_0V_0\ ; \qquad \frac{Q_{12}}{Q_{23}} = 0{,}2\,.$$

З А Д А Ч А 7. (10 баллов.

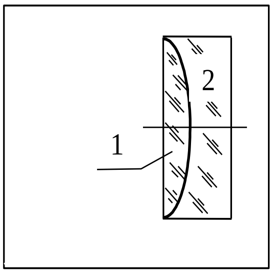
Ответ: $\boxed{E = \dfrac{\varphi}{9R}}$.

Так как проводящий шар является эквипотенциальным телом, то его потенциал $\varphi = k\dfrac{q}{R}$ где $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ и, следовательно, $q = \dfrac{\varphi \cdot R}{k}$. Тогда напряжённость электрического поля на расстоянии R_1 от центра шара будет равна $E = k\dfrac{q}{R_1^{\,2}} = k\dfrac{\varphi \cdot R}{kR_1^{\,2}} = \dfrac{\varphi \cdot R}{R_1^{\,2}}$. При $R_1 = 3R$, $E = \dfrac{\varphi}{9R}$

.

З А Д А Ч А 8. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\mathrm{F}_2 = \dfrac{1}{|\mathrm{D}_2|} = \dfrac{1}{3}\,\text{м}}$.

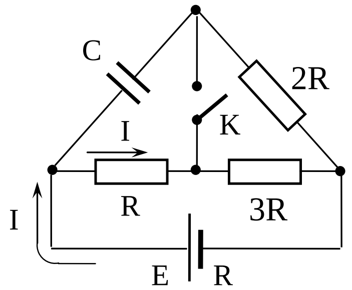


Линзы 1 и 2 образуют плоскую пластину, оптическая сила которой равна нулю, то есть $\mathrm{D} = \mathrm{D}_1 + \mathrm{D}_2 = 0$, где D_1 – оптическая сила 1 –ой линзы, D_2 – оптическая сила 2 –ой линзы, $D_2 = -D_1 =$ –3 дптр.

Поскольку $\mathrm{D}_2 = -3$ дптр, то $\boxed{\mathrm{F}_2 = \dfrac{1}{|\mathrm{D}_2|} = \dfrac{1}{3}\,м}$.

З А Д А Ч А 9. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{U_2 = \frac{25}{64}U_1 = 25B}$.



При разомкнутом ключе К:

напряжение на конденсаторе

$$U_1 = \frac{E}{5R}\cdot 4R = \frac{4}{5}E \text{., откуда } E = \frac{5}{4}U_1 .$$

После замыкания ключа К:

$$R_{\sum} = R + R + \frac{6}{5}R = \frac{16}{5}R .$$

Ток в цепи $I = \dfrac{E}{R_{\sum}}$.

Установившееся напряжение на конденсаторе

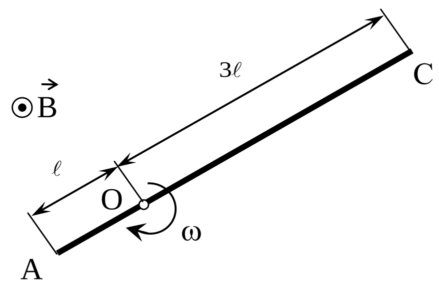
$$U_2 = IR = \frac{E}{R_{\sum}}R = \frac{5\cdot 5R}{4\cdot 16R}U_1 = \frac{25}{64}U_1 . \quad \text{При } U_1 = 64B ,$$

$$U_2 = \frac{25}{64}U_1 = \frac{25}{64}\cdot 64 = 25B \quad .$$

З А Д А Ч А 10. (12 баллов)

Ответ:

$$\boxed{U = E_1 - E_2 = \frac{B(3\ell)^2\omega}{2} - \frac{B\ell^2\omega}{2} = 4B\ell^2\omega}.$$



Решение варианта №7

З А Д А Ч А 1. (8 баллов)

Ответ: $\boxed{E = \frac{m}{2}\left(\frac{g \cdot \Delta t}{2\sin\alpha}\right)^2 = 450\,Дж}$.

1) Время полёта тела $\Delta t = 2\frac{\upsilon_0 \sin\alpha}{g}$, отсюда $\upsilon_0 = \frac{g \cdot \Delta t}{2\sin\alpha}$ (1)

2) Его кинетическая энергия тела $E = \frac{m\upsilon_0^{\ 2}}{2}$ (2)

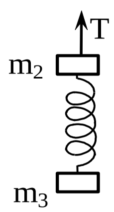
3) Подставим (1) в (2), получим $E = \frac{m}{2}\left(\frac{g \cdot \Delta t}{2\sin\alpha}\right)^2$. При $\Delta t = 1{,}5c$, m = 4 кг ,

$\sin\alpha = \sin 30^0 = \frac{1}{2}$,

$$E = \frac{4}{2}\left(\frac{10 \cdot 1{,}5}{2 \cdot 0{,}5}\right)^2 = 450\,Дж.$$

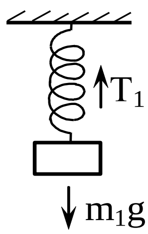
З А Д А Ч А 2. (8 баллов).

Ответ: $\boxed{T = (m_2 + m_3)g = 60H\,; \quad a = \frac{(m_1 + m_2 + m_3)g}{m_1} = 40\,м/c^2}$.



Вектор ускорения направлен вверх

1. Сила натяжения нити $T = (m_2 + m_3)g$.



2. Сила упругости в верхней пружине $T_1 = (m_2 + m_2 + m_3)g$.

3. Ускорение шарика массой m_1:

После пережигания нити исчезает сила T и , следовательно, на шар массой m_1 действуют сила тяжести mg и сила T_1. Ускорение этого шара

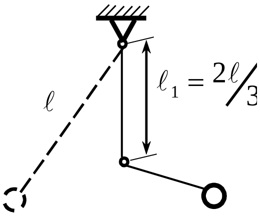
$$a = \frac{T_1 - m_1 g}{m_1} = \frac{(m_1 + m_2 + m_2 + m_3 - m_1)g}{m_1} = \frac{(m_2 + m_3)g}{m_1}.$$

При $m_1 = 2кг$; $m_2 = 5кг$; $m_3 = 1кг$; $T = (2+1) \cdot 10 = 30H$; $T_1 = (3+2+1) \cdot 10 = 60H$;

$$a = \frac{(2 + +5 + 1) \cdot 10}{2} = 40 м / с^2 .$$ Вектор ускорения направлен вверх.

З А Д А Ч А 3. (10 баллов) Исправить

Ответ: $\boxed{T = \pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \left(1 + \sqrt{\frac{2}{3}} \right)}$



З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{S = \frac{\upsilon^2}{8\mu g}}$ **.**

На основании законов сохранения импульса имеем :

7-2

1) $m2\upsilon - m\upsilon = 2m \cdot u$, откуда $u = \frac{\upsilon}{2}$., где u - скорость движения шариков после столкновения.

2) модуль ускорения шариков $a = \mu \cdot g$

3) Искомый путь равен $S = \frac{u^2}{2a} = \frac{\upsilon^2}{8\mu g}$ . .

З А Д А Ч А 5. (10 баллов)

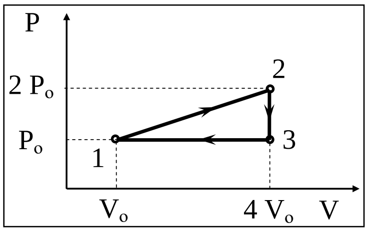
Ответ: $\boxed{V_K = \frac{m_K}{\mu_K} \cdot \frac{RT}{P_o} = 31 \cdot 10^{-3} \ м^3}$.

При температуре t = 100 °C насыщенный пар воды имеет давление P_o= 10 ^{5} Па. 1 моль газа при таком давлении и температуре t_o = 0 °C занимает объем V_o= 22,4 дм^3, а при температуре t = 100 °C - ещё больший объем. Объем всего сосуда по условию задачи V = 50 дм^3; а количество воды равно 3 моль, следовательно, вся вода испариться не может. Наряду с остатком воды в левой части сосуда будет её насыщенный пар. Давление окажется равным P_o. Таким же будет и давление в правой части цилиндра, занимаемой кислородом. Занимаемый кислородом объем

$$V_K = \frac{m_K}{\mu_K} \cdot \frac{RT}{P_o} = \frac{0{,}032}{0{,}032} \cdot \frac{8{,}31 \cdot 373}{10^5} = 31 \cdot 10^{-3}\ м^3.$$

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\dfrac{Q_{23}}{Q_{31}} = 0{,}8}$.



$$Q_{23} = \frac{3}{2}(2P_0 4V_0 - P_0 4V_0) = 6P_0V_0\ ; \quad Q_{31} = \frac{5}{2}(P_0 4V_0 - P_0V_0) = \frac{15}{2}P_0V_0\ ; \qquad \frac{Q_{23}}{Q_{31}} = 0{,}8.$$

З А Д А Ч А 7. (10 баллов.

Ответ: $\boxed{E = \dfrac{\varphi}{16R}}$.

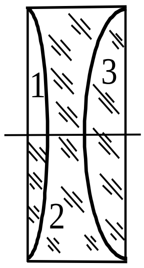
Так как проводящий шар является эквипотенциальным телом, то его потенциал $\varphi = k\dfrac{q}{R}$

где $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ и, следовательно, $q = \dfrac{\varphi \cdot R}{k}$. Тогда напряжённость электрического поля на расстоянии R_1 от центра шара будет равна $E = k\dfrac{q}{R_1^{\,2}} = k\dfrac{\varphi \cdot R}{kR_1^{\,2}} = \dfrac{\varphi \cdot R}{R_1^{\,2}}$. При $R_1 = 4R$, $E = \dfrac{\varphi}{16R}$

.

З А Д А Ч А 8. (10 баллов)

Ответ**:** $\boxed{D_2 = -5\ \text{дптр.}}$



Линзы 1 , 2 и 3 образуют плоскую стеклянную пластину, оптическая сила которой равна нулю $\quad D = D_1 + D_2 + D_3 = 0$,

где D_1 – оптическая сила 1 – ой линзы,

D_2 – оптическая сила 2 –ой линзы,

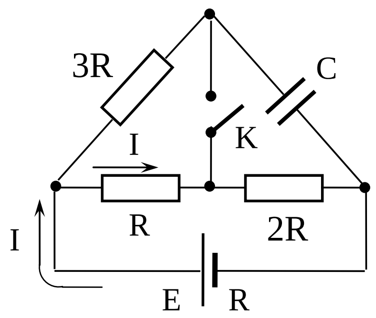
D_3 – оптическая сила 3 – ей линзы.

Кроме того, $\quad D_1 + D_2 = -2$ дптр., а $D_2 + D_3 = -3$ дптр.

Решив систему из трех уравнений с тремя неизвестными, получим $\quad D_2 = -5$ дптр.

З А Д А Ч А 9. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{U_2 = \frac{32}{45} U_1 = 32B}$.



При разомкнутом ключе К:

напряжение на конденсаторе $U_1 = \frac{E}{4R} \cdot 3R = \frac{3}{4} E$.,

откуда $E = \frac{4}{3} U_1$.

После замыкания ключа К:

$$R_{\sum} = R + 2R + \frac{3}{4} R = 3R + \frac{3}{4} R = \frac{15}{4} R .$$

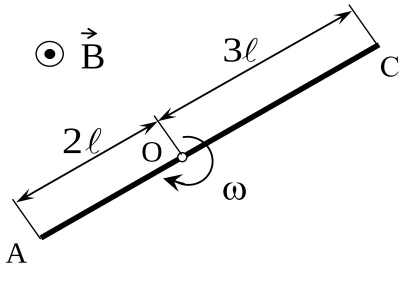
Ток в цепи $I = \frac{E}{R_{\sum}}$.

Установившееся напряжение на конденсаторе

$$U_2 = I \cdot 2R = \frac{E}{R_{\sum}} 2R = \frac{4 \cdot 4 \cdot 2R}{3 \cdot 15R} U_1 = \frac{32}{45} U_1 .$$ При $U_1 = 45B$,

$$U_2 = \frac{32}{45} U_1 = \frac{32}{45} \cdot 45 = 32B \quad .$$

З А Д А Ч А 10. (12 баллов)



Ответ: $\boxed{U = E_1 - E_2 = \frac{B(3\ell)^2 \omega}{2} - \frac{B(2\ell)^2 \omega}{2} = 2{,}5 B \ell^2 \omega}$.

Решение варианта № 8

З А Д А Ч А 1. (8 баллов)

Ответ: $\boxed{E = \frac{m}{2}\left(\frac{g\cdot\Delta t}{2\sin\alpha}\right)^2 = 288\,Дж}$ **.**

1) Время полёта тела $\Delta t = 2\frac{\upsilon_0 \sin\alpha}{g}$, отсюда $\upsilon_0 = \frac{g\cdot\Delta t}{2\sin\alpha}$ (1)

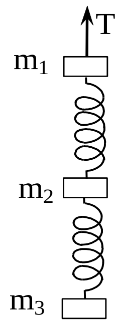
2) Его кинетическая энергия тела $E = \frac{m\upsilon_0^{\;2}}{2}$ (2)

3) Подставим (1) в (2), получим $E = \frac{m}{2}\left(\frac{g\cdot\Delta t}{2\sin\alpha}\right)^2$. При $\Delta t = 1{,}2\,с$, m = 4 кг ,

$\sin\alpha = \sin 30^0 = \frac{1}{2}$,

$$E = \frac{4}{2}\left(\frac{10\cdot 1{,}2}{2\cdot 0{,}5}\right)^2 = 288\,Дж.$$

З А Д А Ч А 2. (8 баллов).



Ответ: $\boxed{T = (m_1+m_2+m_3)g = 80H}$, $\boxed{;\quad a = \frac{(m_1+m_2+m_3)g}{m_1} = 80\,м/c^2}$.

$\boxed{\text{Вектор ускорения направлен вниз}}$

1. Сила натяжения нити $T = (m_1+m_2+m_3)g$.
2. Ускорение шарика массой m1:

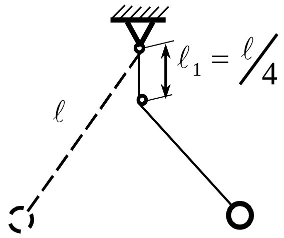
. $\boxed{a = \frac{(m_1+m_2+m_3)g}{m_1}}$

При $m_1 = 1кг$; $m_2 = 4кг$; $m_3 = 3кг$; $T = (1+4+3)\cdot 10 = 80H$; ;

$a = \frac{(1+4+3)\cdot 10}{1} = 80\,м/c^2$. Вектор ускорения направлен вниз.

З А Д А Ч А 3. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{T = \pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}\left(1+\frac{\sqrt{3}}{2}\right)}$.



З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\Delta t = \frac{3\upsilon}{2\mu g}}$.

На основании законов сохранения импульса имеем :

1) $m4\upsilon - m\upsilon = 2m \cdot u$, откуда $u = \frac{3\upsilon}{2}$., где u - скорость движения шариков после столкновения.

2) модуль ускорения шариков $a = \mu \cdot g$

3) Время, в течение которого шарики будут двигаться после столкновения,

равно $\Delta t = \frac{u}{a} = \frac{3\upsilon}{2\mu g}$.

З А Д А Ч А 5. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{V_{ПР} = V - V_K = 4{,}5 \cdot 10^{-3}\ м^3}$.

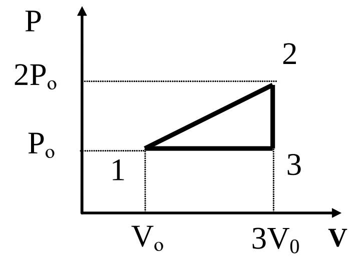
При температуре t = 100 °С насыщенный пар воды имеет давление P_o= 10 ^{5} Па. 1 моль газа при таком давлении и температуре t_o = 0 °С занимает объем V_o= 22,4 дм^3, а при температуре t = 100 °С - ещё больший объем. Объем всего сосуда по условию задачи V = 20 дм^3; а количество воды равно 1,5 моль, следовательно, вся вода испариться не может. Наряду с остатком воды в правой части сосуда будет её насыщенный пар. Давление окажется равным P_o. Таким же будет и давление в левой части цилиндра, занимаемой кислородом. Объем, занимаемый кислородом,

$$V_K = \frac{m_K}{\mu_K} \cdot \frac{RT}{P_o} = \frac{0{,}016}{0{,}032} \cdot \frac{8{,}31 \cdot 373}{10^5} = 15{,}5 \cdot 10^{-3}\ м^3.$$

Объем правой части цилиндра $V_{ПР} = V - V_K = (20 - 15{,}5) \cdot 10^{-3} = 4{,}5 \cdot 10^{-3}\ м^3$

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\dfrac{Q_{23}}{Q_{31}} = 0{,}9}$.



$$Q_{23} = \frac{3}{2}(6P_0V_0 - 3P_0V_0) = \frac{9}{2}P_0V_0;$$

$$Q_{31} = \frac{5}{2}(3P_0V_0 - P_0V_0) = 5P_0V_0;$$

$$\frac{Q_{23}}{Q_{31}} = 0{,}9.$$

З А Д А Ч А 7. (10 баллов.)

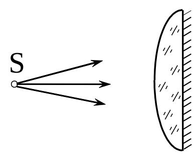
Ответ: $\boxed{E = \dfrac{\varphi}{25R}}$.

Так как проводящий шар является эквипотенциальным телом, то его потенциал $\varphi = k\dfrac{q}{R}$, где $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ и , следовательно, $q = \dfrac{\varphi \cdot R}{k}$. Тогда напряжённость электрического поля на расстоянии R_1 от центра шара будет равна $E = k\dfrac{q}{R_1^2} = k\dfrac{\varphi \cdot R}{kR_1^2} = \dfrac{\varphi \cdot R}{R_1^2}$. При $R_1 = 5R$,

$$E = \frac{\varphi}{25R}.$$

З А Д А Ч А 8. (10 баллов)

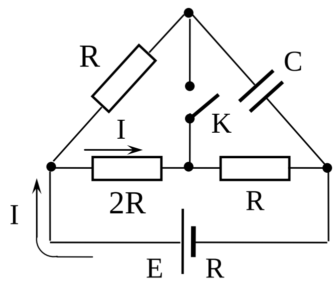
Ответ: $\boxed{D = 2 \text{ дптр.}}$.



Если посеребрить плоскую поверхность, то свет, падающий на линзу, пройдёт через неё, отразится от плоской поверхности и вновь пройдёт через линзу. Поэтому $D = D_1 + D_2 + D_1 = 2D_1 + D_2$, где D_1 - оптическая сила линзы, а D_2 - оптическая сила плоского зеркала. Так как D_1 =1 дптр, а D_2 = 0, то D = 2 дптр,

З А Д А Ч А 9. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{U_2 = \frac{1}{2}U_1 = 12B}$.



При разомкнутом ключе К:

напряжение на конденсаторе

$$U_1 = \frac{E}{4R}\cdot 3R = \frac{3}{4}E \text{ ., откуда } E = \frac{4}{3}U_1 .$$

После замыкания ключа К:

$$R_{\sum} = R + \frac{2}{3}R + R = 2R + \frac{2}{3}R = \frac{8}{3}R .$$

Ток в цепи $I = \frac{E}{R_{\sum}}$.

Установившееся напряжение на конденсаторе

$$U_2 = I\cdot R = \frac{E}{R_{\sum}}R = \frac{4\cdot 3\cdot R}{3\cdot 8R}U_1 = \frac{1}{2}U_1. \quad \text{При } U_1 = 24B, \quad U_2 = \frac{1}{2}U_1 = \frac{1}{2}\cdot 24 = 12B$$

.

З А Д А Ч А 10. (12 баллов)

Ответ:

$$\boxed{U = E_1 - E_2 = \frac{B(3\ell)^2\omega}{2} - \frac{B(1{,}5\ell)^2\omega}{2} = 3{,}37B\ell^2\omega}.$$