Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21203168**

ID профиля: **328512**

Вариант 2

Вариант 11-02 Класс 11. Чистовик

Лист № 1.

Задача №2.

Дано:
ν, T_0;
$c(T) = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}$

1) Q_1 ($Q_1 > 0$) $T_0 \to \frac{T_0}{2}$
2) T-? A_{min}
3) A_{min} - ?

1) Воспользуемся определением молярной теплоемкости:

$$c = \frac{dQ}{dT \cdot \nu}; \quad \text{Тогда} \quad Q = \nu \cdot \int_{T_{нач}}^{T_{конеч}} c\, dT;$$

Тогда:

$$|Q_1| = \nu \cdot \int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}} c(T)\, dT = \nu \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{R}{T_0} \int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}} T\, dT = \nu \frac{5}{2} \frac{R}{T_0} \cdot \left(\frac{T^2}{2} \Big|_{T_0}^{\frac{T_0}{2}} \right) =$$

$$= \frac{5}{2} \nu \frac{R}{T_0} \cdot \left(\frac{T_0^2}{8} - \frac{T_0^2}{2} \right) = - \frac{3T_0^2}{8} \cdot \frac{5}{2} \frac{\nu R}{T_0} = - \frac{15}{16} \nu R T_0.$$

т.к. требуется кол-во отданной теплоты ($Q_1 > 0$), то:

$$\underline{Q_1 = \frac{15}{16} \nu R T_0}.$$

2) Воспользуемся первым началом термодинамики и определением молярной теплоемкости (см п. 1).

$Q = \Delta U + A$; $A = Q - \Delta U$. Пусть T - в какой-то момент времени температура; т.к. $i_{He} = 3$, то

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T - T_0)$; $Q = \nu \int_{T_0}^{T} c(T)\, dT$;

Тогда:

$$A(T) = \frac{5}{2} \nu \frac{R}{T_0} \left(\frac{T^2}{2} \Big|_{T_0}^{T} \right) - \frac{3}{2} \nu R (T - T_0) = \frac{5}{2} \nu R \cdot \frac{1}{T_0} \left(\frac{T^2}{2} - \frac{T_0^2}{2} \right) - \frac{3}{2} \nu R T + \frac{3}{2} \nu R T_0 =$$

$$= -\frac{5}{4} \nu R T_0 + \frac{5}{4} \nu R \frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2} \nu R T + \frac{3}{2} \nu R T_0 = \frac{5}{4} \frac{\nu R}{T_0} T^2 - \frac{3}{2} \nu R T + \frac{1}{4} \nu R T_0;$$

Замечаем, что т.к. $T_0 > 0$, то $A(T)$ - парабола, ветвями вверх.

Тогда, очевидно, что минимум сущ-вует и достигается в вершине.

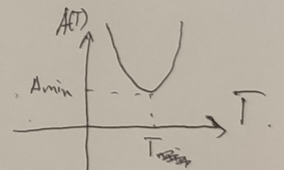


график условный.

$$T = \frac{-\left(-\frac{3}{2} \nu R\right)}{2\left(\frac{5}{4} \frac{\nu R}{T_0}\right)} = \frac{3 \nu R T_0}{5 \nu R} = \underline{\frac{3}{5} T_0}.$$

3) Тогда:

$$A_{min} = \frac{5}{4} \frac{\nu R}{T_0} \left(\frac{9}{25} T_0^2 \right) - \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{3}{5} T_0 + \frac{1}{4} \nu R T_0 = \frac{9}{20} \nu R T_0 - \frac{9}{10} \nu R T_0 + \frac{1}{4} \nu R T_0 =$$

$$= -\frac{9}{20} \nu R T_0 + \frac{5}{20} \nu R T_0 = \underline{-\frac{\nu R T_0}{5}}$$

$\Rightarrow$ газ совершает отриц. работу (над газом совершается положительная работа).

Ответ:
1) $Q_1 = \frac{15}{16} \nu R T_0$;
2) $T = \frac{3}{5} T_0$;
3) $A_{min} = -\frac{1}{5} \nu R T_0$.

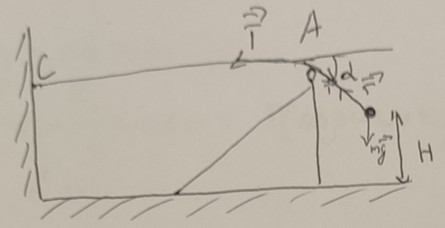
Вариант 11-02. Класс 11. Чистовик

Лист №2

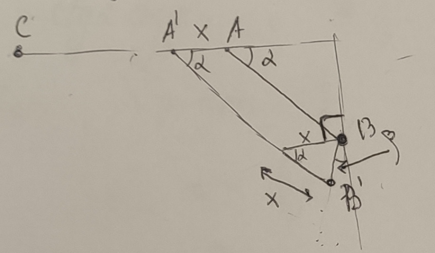
Задача №1

Дано:
$\cos\alpha = \frac{4}{5}$;
H

1) β - ?
2) $a_к$ - ?
3) $\frac{m}{M}$ - ?
4) T - ?



1) Пусть ~~пр~~ с момента отпускания шарика прошло время $t \to 0$, тогда горизонтальная часть нити уменьшилась на $x \to 0$ => наклонная увеличилась на x.
Найдем $\vec{r}$ - радиус-вектор шарика:



Пусть B - точка, где был шарик, B' - точка, где он в момент времени t.
Тогда по т. косинусов:

$$|BB'| = \sqrt{2x^2 - 2x^2 \cdot \cos\alpha} = x\sqrt{\frac{2}{5}};$$

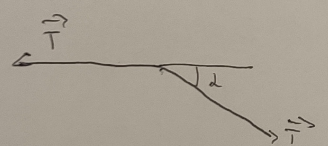
Также:

$$\cos(90^\circ - \beta) = \frac{|BB'|^2 + x^2 - x^2}{2x|BB'|} = \frac{\frac{2}{5}x^2}{2x^2 \cdot \sqrt{\frac{21}{5}}} =$$

$$= \frac{\sqrt{5}}{5\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{10}}{10} = \sin\beta. \text{ Т.о: } \boxed{\beta = \arcsin\frac{\sqrt{10}}{10}}$$

$\vec{a}_ш = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$ => ускорение сонаправлено с вектором $\overrightarrow{BB'}$

2)



II ЗН в проекции на верт. ось:

(1) $T\sin\alpha = Mg$, где M - масса клина

II ЗН для клина в проекции на ~~вер~~ горизонт. ось:

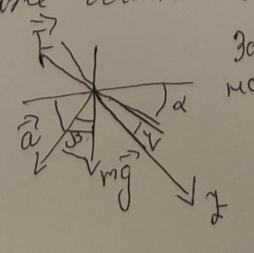
$$T(1-\cos\alpha) = Ma_к \Rightarrow a_к = \frac{T}{M}(1-\cos\alpha); \text{ Из (1): } \frac{T}{M} = \frac{g}{\sin\alpha};$$

Т.О:

$$a_к = \frac{g(1-\cos\alpha)}{\sin\alpha} = g \cdot \frac{\frac{1}{5}}{\frac{3}{5}} = \boxed{\frac{g}{3}}$$

3). Запишем II ЗН для шара:

$\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}_ш$. Как мы уже выяснили, ускорение шара направлено под углом β = к вертикали;



Запишем II ЗН в проекции на ось z, перпендикулярной ускорению шара.

$$90^\circ + 90^\circ - \beta + \gamma + \alpha = 180^\circ \Rightarrow \gamma = \beta - \alpha$$

см. на след. стр.

Вариант 11-02. Класс 11. Чистовик

Лист №3

Продолжение задачи №1:

II ЗН в проекциях на $\mathcal{Y}$:

$$T\cos\gamma = mg\cos(90^\circ-\beta);$$

$$T\cos(\beta-\alpha) = mg\sin\beta \Leftrightarrow T(\cos\beta\cos\alpha+\sin\beta\sin\alpha) = mg\sin\beta \Rightarrow T = mg\frac{\sin\beta}{\cos\beta\cos\alpha+\sin\beta\sin\alpha}.$$

Подставим в (1):

$$\frac{T}{M} = \frac{g}{\sin\alpha} \Leftrightarrow \frac{mg\frac{\sin\beta}{\cos\beta\cos\alpha+\sin\beta\sin\alpha}}{Mg} = \frac{1}{\sin\alpha} \Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha\cos\beta+\sin\alpha\sin\beta}{\sin\alpha\sin\beta} =$$

$$= 1+\operatorname{ctg}\alpha\cdot\operatorname{ctg}\beta = 1+\frac{4}{3}\cdot\frac{\frac{\sqrt{90}}{10}}{\frac{1}{\sqrt{10}}} = 1+\frac{4}{3}\cdot\frac{30}{10} = 1+4 = 5.$$

Ответ: 1) $\beta = \arcsin\frac{\sqrt{10}}{10}$;

2) $a_{к} = \frac{1}{3}g$;

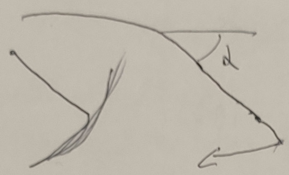
3) $\frac{m}{M} = 5$.

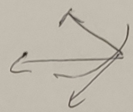
4) ~~Движение шара можно рассматривать, как сложные~~

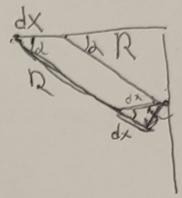
Черновик

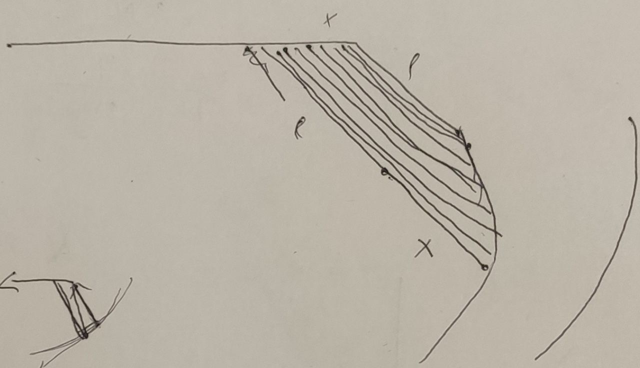
$\dot{x} = \overrightarrow{const}$

$\frac{dx}{dt} = \frac{d\,\overrightarrow{const}}{dt}$





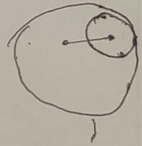


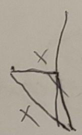


$\sqrt{2x^2 - 2x^2\frac{4}{5}} =$

$= \sqrt{\frac{2}{5}x^2} =$

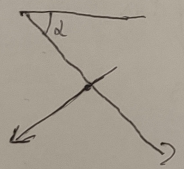
$= x\sqrt{\frac{2}{5}}$





$\cancel{x^2} = \cancel{x^2} + \frac{2}{5}x^2 - 2x^2\sqrt{\frac{2}{5}}\cdot\cos\beta =$

$= \frac{\frac{2}{5}x^2}{2x^2\sqrt{\frac{2}{5}}} = \frac{\sqrt{5}}{5\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{10}}{10} = \cos\beta$



$a_r = \frac{v^2}{R}$

$\sin\frac{\sqrt{10}}{10} = \frac{3\sqrt{10}}{10}$

$T\sin\alpha = Ma_x$

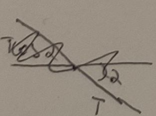
$\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$

$mgH = m\frac{v^2}{2} + M\frac{u^2}{2} +$

$$\begin{cases} \cancel{\frac{mv^2}{2}} + mgH = M\frac{u^2}{2} + \frac{mv^2}{2} \\ mv\sin\beta = Mu \end{cases} \qquad \begin{cases} \eta\left(-\frac{v^2}{2} + gH\right) = \frac{u^2}{2} \\ \eta v\sin\beta = u \end{cases}$$

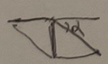
$X_2 - X_1 + X_1 - x_0 = d$

$\dot{x}_2 = 0$



$\eta\left(-\frac{v^2}{2} + gH\right) = \eta\frac{\eta v^2\sin^2\beta}{2};$

$-v^2 + 2gH = \eta v^2\sin^2\beta$



$\sqrt{1-\cos^2\alpha} =$

$\sqrt{2-2\cos\alpha} = \sqrt{\frac{2}{5}}$

$g\left[\frac{м}{с^2}\right]$

$\sqrt{\frac{g}{H}}$

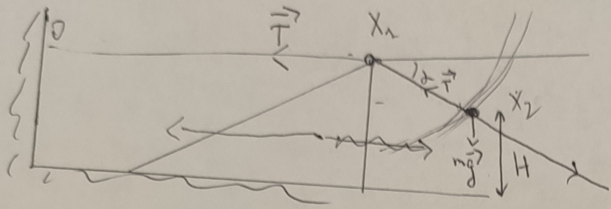
$\frac{m}{M}$

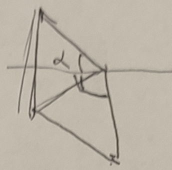
$T\cos\alpha + T = Ma$

$a = \frac{T}{m}(\cos\alpha + 1)$

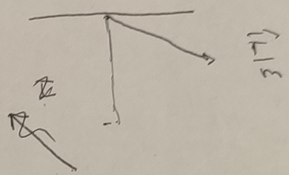
Черновик

$a = \frac{\dot{b}}{2}$

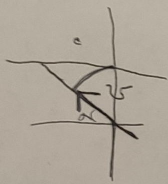


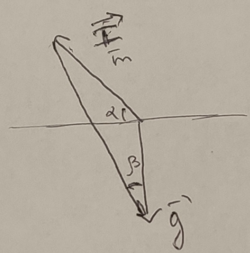


II ЗН: $\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$



$\frac{\vec{T}}{m} = \vec{g} - \vec{a}$ $\qquad$ $\vec{a} = \vec{g} - \frac{\vec{T}}{m}$

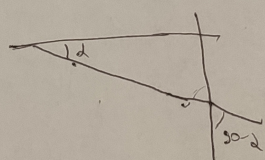


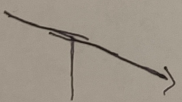


β - ?

$$\boxed{\begin{cases} m\upsilon\cos\alpha = Mu \\ mgH = M\frac{u^2}{2} \end{cases}}$$

arcsin $\frac{3}{5}$





$\vec{T} = M\vec{a}$

$T = mg\sin\alpha + ma_1$

Ox: $mg\sin\alpha + 2ma = Ma$

$x_2 - x_1 - x_1 = L$

$\cancel{x_2} \to a = \frac{a_1}{2}$

$\cancel{x_2 = x_2}$

$(0 - \cancel{x_1}) + (x_1 - x_2) = L$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21203168**

ID профиля: **328512**

Вариант 2

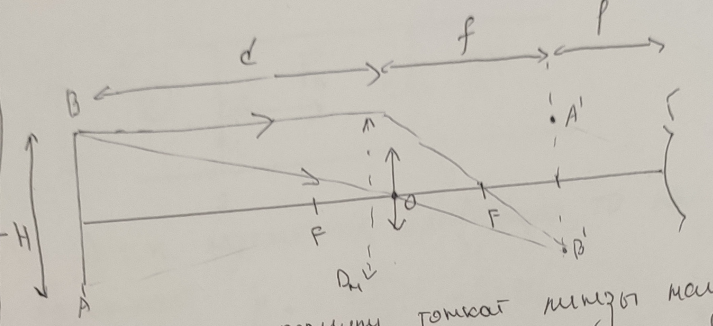
Чистовик. Вариант 11-02. Класс 11

Лист №2

Задача №5

Дано:
$H = 9$ см,
$F = 12$ см,
$d = 48$ см
$P = 24$ см

1) x - ?
2) $D_м$ - ?
3) b - ?



1) Используя формулу тонкой линзы найдем расстояние до изображения часов:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Leftrightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{12} - \frac{1}{48} = \frac{1}{16} \Rightarrow f = 16\text{см}.$$

По условию расстояние от глаза до изображения равно P.

Тогда $x = P + f = 24 + 16 = 40$ см.

2) Разберемся как мы получаем изобр. $A'B'$: из каждой точки отрезка AB мы пускаем 2 луча: параллельный ГОО и проходящий через O. Параллельный ГОО луч проходит через фокус линзы и пересекается со вторым. Поэтому наиболее удаленный от ГОО луч - это луч, ~~находящийся на~~ проходящий через A. И этот луч должен пройти через линзу. поэтому $D_м = H = 9$ см.

3) Т.к. речь идет о небольшом экране, то понятно, что мы не можем сделать экран диаметром H, чтобы полностью закрыть часы. Для того, чтобы не видеть ни одной детали нужно, чтобы никакие 2 луча не пересекались (речь идет о параллельном луче, и луче, проходящем через центр линзы). Поэтому понятно, что если поставить экран в центр линзы или в фокус, то мы получим нужный результат, однако в центр линзы мы ставить не можем, поэтому остается только фокус. Т.о: $b = F = 12$ см.

Ответ:
1) $x = 40$ см;
2) $D_м = 9$ см;
3) $b = 12$ см.

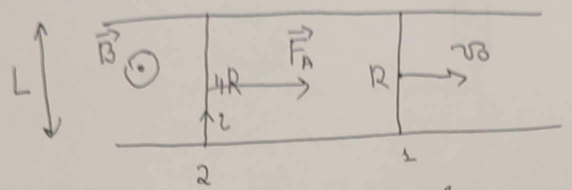
Чистовик. Вариант 11-02. Класс 11

Лист №3

Задача №4.

Дано:
B, L, m, R
$\frac{m}{2}, 4R, v_0$

1) a_2 - ?
2) v_1 - ?
v_2 - ?
3) k - ?



1) т.к. перемычка проводящая, то при движении в м.п. возникает $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -BLv_0$.

Тогда в контуре возникает ток $i = \frac{\mathcal{E}_i}{R+4R} = \frac{BLv_0}{5R}$,

Когда ток идет по проводнику, то на него начинает действовать сила ампера $F_A = i[\vec{l}\times\vec{B}]$, $iBl = F_A$.

Тогда по II ЗН в проекции на горизонталь: (2-я перемычка):

$$F_A = \frac{m}{2}a_2 \Rightarrow a_2 = \frac{2F_A}{m} = \frac{2iBl}{m} = \boxed{\frac{2(BL)^2 v_0}{5mR}}$$

2) ~~т.к. мы пренебрегаем~~

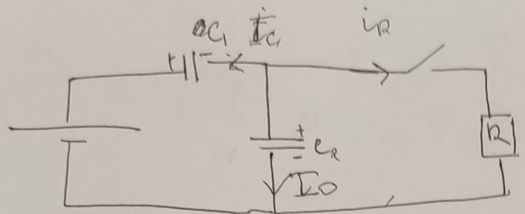
ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} - \left(\frac{m}{2}\frac{v_2^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}\right) = \int F_A\,dx + Q$$

$$Q = \int i^2R\,dt.$$

Ответ: 1) $\frac{2B^2L^2v_0}{5mR} = a_2$

Чертовик.



$i_R \cdot R$

$i_R \cdot R = U_2$

$\frac{dq}{dt} = 50$

$\mathcal{E} - U_1 = U_2$

1) i_R - ?

2) Q - ?

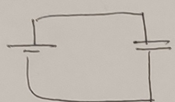
3) U_R $\quad i_2 = I_0$.

$i = \frac{dq}{dt}$

$c \cdot U = q \qquad \int_0^{I_0} i\,dt = q$

$3 - 0{,}77 = 2\frac{1}{4}$

1)



$\frac{3}{4}C$

$\frac{3}{4}C$

$3 - \frac{3}{4}$

$\underline{\frac{3}{4}C\mathcal{E} \to 3C\mathcal{E}}$

$-\frac{3}{4}C\mathcal{E}^2$

$2\frac{1}{4}$

$\cancel{3U_1 + cU_1 = \frac{3}{4}CU}$

$\cancel{U_1 = \frac{3}{16}U}$

$q_1 = q_2 = \frac{3}{4}C\mathcal{E}$.

$q = i t = \underline{I_0 t}$

$q_1 = q_2 = \frac{3}{4}C\mathcal{E}$

$3CU_1 = CU_2 = \frac{3}{4}C\mathcal{E}$

$3U_1 = U_2 = \frac{3}{4}C\mathcal{E}$

$U_2 = \frac{3}{4}C\mathcal{E} \qquad U_1 = \frac{1}{4}C\mathcal{E}$

$i_R \cdot R = \frac{3}{4}C\mathcal{E}$

$i_R = \frac{3}{4} \cdot \frac{C\mathcal{E}}{R}$.

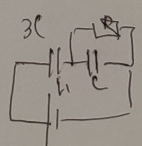
$U_1 + U_2 = \mathcal{E}$

$i_R R = \mathcal{E} - \frac{1}{4}C\mathcal{E} = \frac{3}{4}C\mathcal{E}$

$CU_1 = C\mathcal{E}$

$U_1 = \frac{\mathcal{E}}{C}$

2)



$U_1 + U_2 = \mathcal{E}$

$q_1 =$

$\cancel{q_1 + q_2 = 0}$

$\cancel{3CU_1 + CU_2 = 0}$

$\cancel{3\mathcal{E} - 3U_2 + U_2 = 0}$

$3\mathcal{E} = 2U_2 \to U_2 = \frac{3}{2}\mathcal{E}$

$U_1 = -\frac{1}{2}\mathcal{E}$

$24 + 48 = 72$

$\frac{3}{32} - \frac{48}{32} + \frac{9}{32} =$

$q_1 = C_1\mathcal{E}$

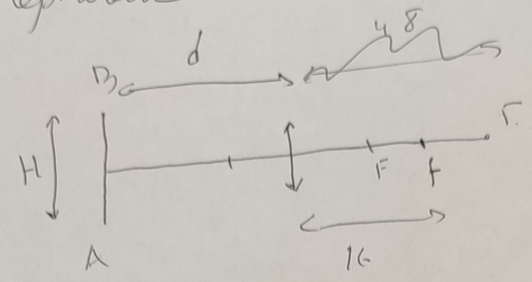
$72 - 24 = \underline{48} + 12 = 60 \mid 32$

Черновик

$F = 12$ см

$H = 9$ см

$d = 48$ см



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F};$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{12} - \frac{1}{48} = \frac{3}{48} = \frac{1}{16} \Rightarrow f = 16$$

$v = C \cdot v_0\, dt$

$BLCv_0\,dt - BLv_0$

$B\frac{dS}{dt}$ $(cdt - 1)$

$dS = \cancel{v\,dt \cdot L}$

$i = \frac{BLv}{5R}$

$\cancel{\frac{dx}{dt}}$

$iBl = F$

$a = \frac{dv}{dt}$

$\int a\,dt = dv$

$\frac{dv}{dt} = C \cdot v$

$\cancel{Bx\; qv}$

$\frac{dv}{v} = t$

$iL \times B$

$\ln(v) = t$

$iBL = ma$

$t \to \infty$ $\quad e^{\infty}$

$v = e^{t}$

$\int a\,dt = c\int v\,dt$

$t:$

$\cancel{BLv_D}$

$at = v_2$

$$v = \frac{2(Bl)^2 v_0 v_2}{5mR}$$

BLv

$$\frac{(Bl)^3 v_0 v_2}{5mR}$$

$\mathcal{E}_i = Blv(t)$

$$a_2 = \frac{2(Bl)^2}{5mR} \underbrace{v(t)}_{\text{const}}$$

Чистовик. Вариант 11-02. Класс 11

Задача №3

Лист №1

Дано:

$c_2 = c,\ c_1 = 3c,$

$\mathcal{E},\ R$

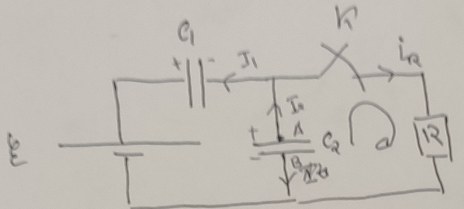
1) $i_R - ?$

2) $Q_R - ?$

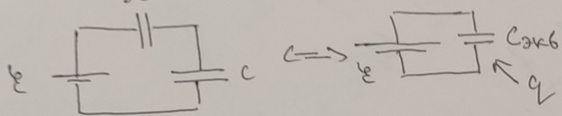
3) $U_R - ?$

$i_{c_2} = I_0$

1) (рис. 1)



Найдем какой заряд скопился на конденсаторах до замыкания:



$C_{экв} = \frac{3c^2}{3c+c} = \frac{3}{4}c.$

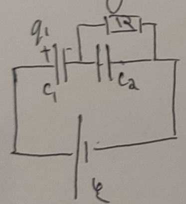
$q_1 = q_2 = q = \frac{3}{4}c\mathcal{E};$

$3cU_1 = cU_2 = \frac{3}{4}c\mathcal{E} \Rightarrow \begin{array}{l} U_2 = \frac{3}{4}\mathcal{E} \\ U_1 = \frac{1}{4}\mathcal{E} \end{array},\quad q_1 = q_2 = \frac{3}{4}c\mathcal{E}.$

Замкнем ключ и запишем закон Ома для участка цепи, как показано на рис. 1.

$\varphi_A - \varphi_B = i_R \cdot R = U_2;\quad \boxed{i_R = \frac{3}{4}\frac{\mathcal{E}}{R}}$

2) Найдем заряды кондеров после замыкания ключа в уст. режиме:



т.к. режим уст., то токов не будет $\Rightarrow U_2 = 0,\ U_1 = \mathcal{E}.$

Тогда: $q_1 = 3c\mathcal{E}.$

Запишем закон изменения энергии для этого контура:

$$\frac{3c\cdot\left(\frac{1}{4}\mathcal{E}\right)^2}{2} - \frac{3c\mathcal{E}^2}{2} + \frac{c\left(\frac{3}{4}\mathcal{E}\right)^2}{2} = Q_R + \left(\frac{3}{4}c\mathcal{E}^2 + (3-\tfrac{3}{4})c\mathcal{E}^2\right);$$

$$Q_R = c\mathcal{E}^2\left(\frac{3}{32} - \frac{48}{32} + \frac{9}{32} - \frac{24}{32} + \frac{72}{32}\right) =$$

$$= c\mathcal{E}^2\left(\frac{12}{32}\right) = \boxed{\frac{3}{8}c\mathcal{E}^2}$$

3) Пусть с момента замыкания прошло t секунд. Тогда $q_2 = I_0 t$, $q_1 = I_1 t$; ~~..~~ Тогда запишем закон сохр. энергии:

$q_2 = \frac{3}{4}c\mathcal{E} - I_0 t;\quad q_1 = \frac{3}{4}c\mathcal{E} + I_1 t;$

$W + A = Q;\quad \frac{3}{32}c\mathcal{E}^2 + \frac{9}{32}c\mathcal{E}^2 - \left(\frac{\left(\frac{3}{4}c\mathcal{E} - I_0 t\right)^2}{2c} + \frac{\left(\frac{3}{4}c\mathcal{E} + I_1 t\right)^2}{2c}\right) + I_1 t - I_0 t = i_R^2 \cdot R\, t$

Ответ:

1) $i_R = \frac{3}{4}\frac{\mathcal{E}}{R};$

2) $Q_R = \frac{3}{8}c\mathcal{E}^2.$