Часть 1

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

Шифр: **21202255**

ID профиля: **199525**

Вариант 7

Чистовик.

№1.

Дано:
$m; \frac{m}{2}$
$\cos\alpha = \frac{5}{13}$
$\cos\beta = \frac{3}{5}$

Найти:
$a = ?$
$a_{бок} = ?$
$t = ?$

Решение: $g = 9{,}8\ м/с^2$

- $\vec{a}$ - ускорение клина

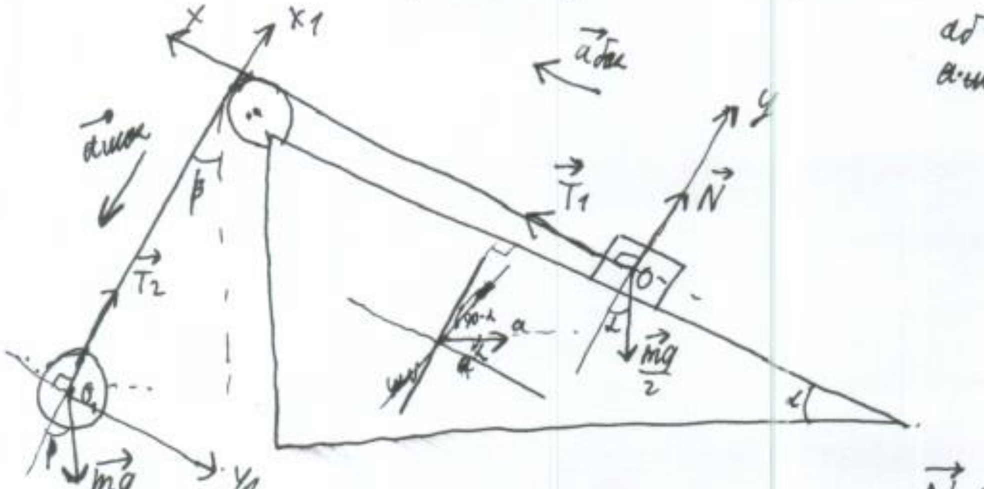
$\vec{a}_{бок}$ - ускорение бруска относительно клина.

$\vec{a}_{шок}$ - ускорение шара относительно клина.

Тогда $\vec{a}_{бок}$ направлено по оси OX, $\vec{a}_{шок}$ - по оси O_1X_1, $\vec{a}$ - по горизонтали.

Если клин начинает двигаться влево, то ~~шар~~ нить с шаром не смогут образовать угол β.

Значит, клин двигается вправо.



аб - ускорение блока
аш - ускорение шара

$\sin\beta = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$

$\sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{25}{169}} = \frac{12}{13}$

2 закон Ньютона для шара и бока:

$$\vec{N} + \vec{T}_1 + \frac{\vec{mg}}{2} = \frac{m}{2}(\vec{a}_{бок} + \vec{a})$$

$$\vec{T}_2 + \vec{mg} = m(\vec{a}_{шок} + \vec{a})$$

$|\vec{T}_2| = |\vec{T}_1| = T.$

в проекции на ось OY для блока: $N - \frac{mg}{2}\cos\alpha = \frac{m}{2} a \sin\alpha$

на ось Ox для блока: $T - \frac{mg}{2}\sin\alpha = \frac{m}{2}(a_{бок} + a\cos\alpha)$

на ось O_1x_1 для шара: $T - mg\cos\beta = m(\overset{-a_{шок}}{\cancel{a_{шок}}} + a\sin\beta)$

$mg\sin\beta = m\, a\cos\beta.$

1) Тогда $a = \frac{g\sin\beta}{\cos\beta} = 9{,}8 \cdot \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} = \frac{9{,}8 \cdot 4}{3} = 13{,}07\ (м/с^2).$

2) Так как блок и шар связаны нерастяжимой нитью, то путь, который прошёл блок по оси OX ~~от~~ без учёта ускорения ~~бло~~ клина, равен ~~пути~~ по модулю пути, который прошёл шар по оси O_1X_1 без учёта ускорения клина. Тогда $|\vec{a}_{шок}| = |\vec{a}_{бок}|$. Тогда

$$\begin{cases} 2T - mg\sin\alpha = m(a_{бок} + a\cos\alpha) \\ T - mg\cos\beta = m(\overset{-a_{бок}}{\cancel{a_{бок}}} + a\sin\beta) \end{cases}$$

$$\frac{2T}{m} - \frac{12}{13}g = a_{бок} + \frac{5}{13}a.$$

$$\frac{2T}{m} - 2g\cdot\frac{3}{5} = -2a_{бок} + 2a\cancel{\sin}\cdot\frac{4}{5}$$

$$\frac{2T}{m} - \frac{2T}{m} + \frac{12}{13}g + \frac{6}{5}g = 3a_{бок} + \left(\frac{5}{13} - \frac{8}{5}\right)\cdot\frac{4}{3}g$$

$$\frac{6\cdot 13 - 12\cdot 5}{65}g = 3a_{бок} + \frac{25 - 8\cdot 13}{65}\cdot\frac{4}{3}g.$$

$$\left(\frac{78-60}{65} + \frac{104-25}{65}\cdot\frac{4}{3}\right)g = 3a_{бок}.$$

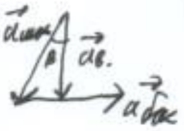
$$\left(\frac{18}{65} + \frac{79\cdot 4}{65\cdot 3}\right)g = 3a_{бок}$$

$$a_{бок} = \frac{18\cdot 3 + 79\cdot 4}{65\cdot 9}g$$

$$a_{бок} = \frac{316+54}{585}\cdot 9{,}8$$

$$a_{бок} = \frac{370}{585}\cdot 9{,}8 = 6{,}2\ (м/с^2)$$

3) ускорение шара по вертикали $\vec{a}_в$



$$|\vec{a}_в| = |\vec{a}_{шар}|\cdot\cos\beta = a_{бок}\cdot\frac{3}{5} \approx 3{,}72\ (м/с^2)$$

$$H = \frac{a_в t^2}{2}. \qquad t^2 = \frac{2H}{a_в} \qquad |\vec{a}_в| = \frac{74}{195}g$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{3{,}72}} \approx \sqrt{0{,}54H}.\ (с).$$

Ответ: 1) $\frac{4}{3}g$, или $13{,}07$ м/с²

2) $\frac{74}{117}g$, или $6{,}2$ м/с²

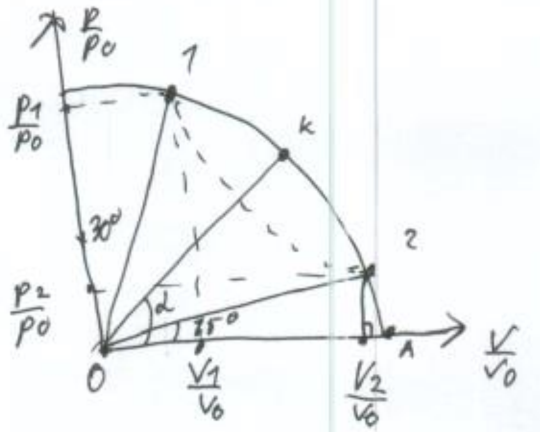
3) $\sqrt{\frac{195H}{37g}}$, или $\sqrt{0{,}54H}$ с.

Чистовик.

№ 2.

Дано:
2-1-адиабата.
1-2-окружность.
30°; 75°.
$\frac{p}{p_0}$; $\frac{V}{V_0}$.

Решение:



Пусть радиус этой окружности – R. Тогда

$\frac{p_1}{p_0} = R\cos 30^\circ$, $\frac{V_1}{V_0} = R\sin 30^\circ$; $\frac{p_2}{p_0} = R\sin 75^\circ$, $\frac{V_2}{V_0} = R\cos 75^\circ$.

$p_1V_1 = p_0V_0R^2\sin 30^\circ\cos 30^\circ$; $p_2V_2 = p_0V_0R^2\sin 75^\circ\cos 75^\circ$.

$pV = \nu RT$.

$\nu RT_1 = \frac{p_0V_0R^2}{2}\sin 60^\circ$; $\nu RT_2 = \frac{p_0V_0R^2\sin 30^\circ}{2}$.

$T_1 = \frac{p_0V_0R^2}{\nu R}\cdot\frac{\sqrt{3}}{4}$; $T_2 = \frac{p_0V_0R^2}{\nu R}\cdot\frac{1}{4}$

$T_1 - T_2 = \frac{p_0V_0R^2}{\nu R}\cdot\frac{\sqrt{3}-1}{4}$.

1) $\frac{T_1-T_2}{T_2} = \frac{\frac{p_0V_0R^2}{\nu R}\cdot\frac{\sqrt{3}-1}{4}}{\frac{p_0V_0R^2}{\nu R}\cdot\frac{1}{4}} = \sqrt{3}-1$.

2) ~~3) Так как при процессе 2-1 теплообмен с окружающей средой пренебрежимо мал, то $Q_{21}=0$.~~
~~Тогда $A_{21} + \Delta U_{21} = 0$... Так как $T_1 > T_2$~~
~~Q_{12}~~
заметим, что $\angle kOA = \alpha$.
Рассмотрим точку k. Пусть в этот момент $p = p_3$, $V = V_3$, $T = T_3$.

Тогда $p_3V_3 = \nu RT_3$ $\qquad$ $\frac{p_3}{p_0} = Ok\sin\alpha$; $\frac{V_3}{V_0} = Ok\cos\alpha$.

$\frac{p_3}{p_0}\cdot\frac{V_3}{V_0} = \frac{\nu R}{p_0V_0}T_3$. $\qquad$ $Ok = R$.

$R\sin\alpha\cdot R\cos\alpha = \frac{\nu R}{p_0V_0}T_3$.

$T_3 = \frac{p_0V_0R^2}{\nu R}\sin\alpha\cos\alpha$..

Тогда $T(\alpha) = \frac{p_0V_0R^2}{2\nu R}\cdot\sin 2\alpha$

Чистовик

Так как ~~на~~ при $x \in [0;90°]$ функция $y=\sin x$ возрастает, и при $x \in [90°;180°]$ функция $y=\sin x$ убывает, то функция $T(\alpha)$ возрастает при α от $0°$ до $45°$ и убывает при α от $45°$ до $90°$.

Наибольшая температура $T_m = T(45°) = \frac{p_0 V_0 R^2}{2\nu R}$

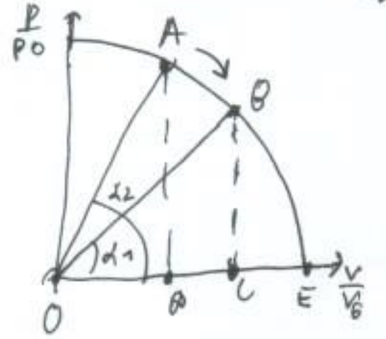
$C \Delta T = \Delta Q$. При $C=0$ $\Delta Q = 0$., значит, нужна точка на окружности, где ~~передаваемое~~ изменение переданного количества теплоты равно 0.

$Q_{01} = A_{01} + \Delta U_{01}$

$Q_{02} = A_{02} + \Delta U_{02}$.

$\Delta Q = (A_1 - A_2) + (\Delta U_1 - \Delta U_2)$.

Пусть $A_1, \Delta U_1, Q_1$ при угле $\alpha = \alpha_1$, $A_2, \Delta U_2, Q_2$ при угле $\alpha = \alpha_2$. Тогда значение $(A_1 - A_2)$ – это работа за время, пока угол менялся с α_2 до α_1.



$$\frac{A_1 - A_2}{p_0 V_0} = \Delta\left(\frac{pV}{p_0 V_0}\right)$$

$\Delta\left(\frac{pV}{p_0V_0}\right)$ численно равна площади ABCD.

$S(ABCD) = S(AOE) - S(AOD) - S(BCE)$. $S(BCE) = S(BOE) - S(BOC)$.

$S(BOC) = \frac{R\sin\alpha_1 \, R\cos\alpha_1}{2} = \frac{R^2 \sin 2\alpha_1}{4}$; $S(AOD) = \frac{R^2 \sin 2\alpha_2}{4}$.

$S(AOE) = \frac{\alpha_2 R^2}{2}$, $S(BOE) = \frac{\alpha_1 R^2}{2}$. $S(BCE) = \frac{\alpha_1 R^2}{2} - \frac{R^2 \sin 2\alpha_1}{4}$.

$S(ABCD) = \frac{\alpha_2 R^2}{2} - \frac{\alpha_1 R^2}{2} + \frac{R^2 \sin 2\alpha_1}{4} - \frac{R^2 \sin 2\alpha_2}{4}$. $A_1 - A_2 = p_0 V_0 S(ABCD)$.

$\Delta U_{02} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_2 = \frac{3}{2}\nu R (T_2 - T_0)$. $T_2 = \frac{p_0 V_0 R^2}{2\nu R}\sin 2\alpha_2$.

$\Delta U_{01} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_1 = \frac{3}{2}\nu R (T_1 - T_0)$. $T_1 = \frac{p_0 V_0 R^2}{2\nu R}\sin 2\alpha_1$

$\Delta U_{01} - \Delta U_{02} = \frac{3}{2}\nu R (T_1 - T_2) = \frac{3}{2}\frac{p_0 V_0 R^2}{2}(\sin 2\alpha_1 - \sin 2\alpha_2) = \frac{3}{4} p_0 V_0 R^2 (\sin 2\alpha_1 - \sin 2\alpha_2)$.

$\Delta Q = p_0 V_0 R^2 \left(\left(\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right) + \frac{1}{4}(\sin 2\alpha_1 - \sin 2\alpha_2)\right) + \frac{3}{4} p_0 V_0 R^2 (\sin 2\alpha_1 - \sin 2\alpha_2)$

~~$\Delta Q = p_0 V_0$~~ $\alpha_2 = \alpha_1 + \Delta\alpha$. , $\Delta\alpha \to 0$.

$$\frac{\Delta Q}{p_0 V_0 R^2} = \frac{\Delta\alpha}{2} + \sin(2\alpha_1) - \sin(2\alpha_1 + 2\Delta\alpha).$$

Чистовик.

$$\frac{\Delta Q}{p_0V_0R^2} = \frac{\Delta\alpha}{2} + \sin(2\alpha_1) - \sin(2\alpha_1)\cos(2\Delta\alpha) + \sin 2\Delta\alpha \cos 2\alpha_1.$$

$$\frac{\Delta Q}{p_0V_0R^2\,\Delta\alpha} = \frac{1}{2} + \frac{\sin 2\alpha_1(1-(1-2\sin^2\Delta\alpha))}{\Delta\alpha} + \frac{2\sin\Delta\alpha\cos\Delta\alpha\cos 2\alpha_1}{\Delta\alpha}$$

$$\lim_{\Delta\alpha\to 0}\left(\frac{\Delta Q}{\Delta\alpha}\right)\cdot\frac{1}{p_0V_0R^2} = \frac{1}{2} + 2\sin 2\alpha_1 \lim_{\Delta\alpha\to 0}\left(\sin\Delta\alpha\cdot\frac{\sin\Delta\alpha}{\Delta\alpha}\right) + 2\cos 2\alpha_1 \lim_{\Delta\alpha\to 0}\left(\frac{\sin\Delta\alpha}{\Delta\alpha}\cdot\cos\Delta\alpha\right).$$

Так как ΔQ – чистый 0, а $\Delta\alpha$ – лишь близкое к нулю число, то

$$0 = \frac{1}{2} + 2\sin 2\alpha_1\cdot 1\cdot 0 + 2\cos 2\alpha_1\cdot 1\cdot 1$$

$$\cos 2\alpha_1 = -\frac{1}{4}.$$

$$1 - 2\sin^2\alpha_1 = -\frac{1}{4}$$

$$2\sin^2\alpha_1 = \frac{5}{4}$$

$$\sin^2\alpha_1 = \frac{5}{8}. \quad 0^\circ \le \alpha_1 \le 90^\circ.$$

$$\sin\alpha_1 = \frac{\sqrt{10}}{4}.$$

~~$\alpha_1 = \arcsin\frac{\sqrt{10}}{4}$~~

$\frac{\sqrt{3}}{2} \vee \frac{\sqrt{10}}{4}$ $\quad 2\sqrt{3} \vee \sqrt{10}$

$4\cdot 3 > 10$, значит, $\alpha_1 < 60^\circ$.

У нас α_1 может принимать значения от 15° до 60°.

$\frac{\sqrt{10}}{4} > \sin 15^\circ$. Значит, такая точка есть, и угол между радиусом и горизонтальной осью и равен $\arcsin\frac{\sqrt{10}}{4}$.

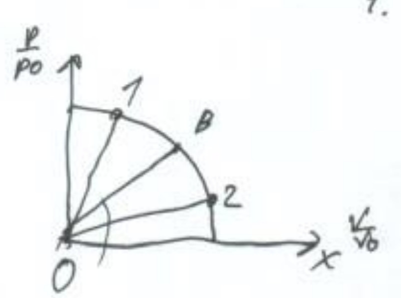
3) ~~$Q_{затр.} = Q_{B2}$ – это знач~~ Тогда при $\alpha > \arcsin\frac{\sqrt{10}}{4}$ $\cos 2\alpha < \cos 2\alpha_1$,

тогда $\Delta Q < 0$, значит, тепло отдается холодильнику.

При $\alpha \le \arcsin\frac{\sqrt{10}}{4}$ $\Delta Q > 0$, значит, тепло передается газу.

Тогда $Q_{затраченное} = Q_{B2}$, где B – точка, такая, что

$\angle BOX = \arcsin\frac{\sqrt{10}}{4}.$



$$Q_{B2} = A_{B2} + \Delta U_{B2}.$$

$\frac{15^\circ}{360^\circ}$

$$\Delta U_{B2} = \frac{3}{4}p_0V_0R^2 \times$$
$$\times\left(\sin 30^\circ - \sin\left(2\arcsin\frac{\sqrt{10}}{4}\right)\right).$$

$$A_{B2} = p_0V_0R^2\left(\frac{\arcsin\frac{\sqrt{10}}{4} - \frac{\pi}{12}}{2} + \frac{1}{4}\left(\sin 30^\circ - \sin\left(2\arcsin\frac{\sqrt{10}}{4}\right)\right)\right)$$

Чистовик.

$$Q_з = p_0 V_0 R^2 \left(\frac{1}{2} \arcsin\frac{\sqrt{10}}{4} - \frac{\pi}{24} + \frac{1}{2} - \sin\left(2\arcsin\frac{\sqrt{10}}{4}\right)\right)$$

$$A_п = A_{12} - A_{21}.$$

$$0 = A_{21} + \Delta U_{21}.$$

$$A_{21} = -\Delta U_{21}.$$

$$A_п = A_{12} - \Delta U_{21}.$$

$$\Delta U_{21} = \frac{3}{4} p_0 V_0 R^2 \left(\sin(2\cdot 60^\circ) - \sin(2\cdot 15^\circ)\right).$$

$$\cancel{A_{21}}\ A_{12} = p_0 V_0 R^2 \left(\frac{\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{12}}{2} + \frac{1}{4}\left(\sin 30^\circ - \sin 120^\circ\right)\right)$$

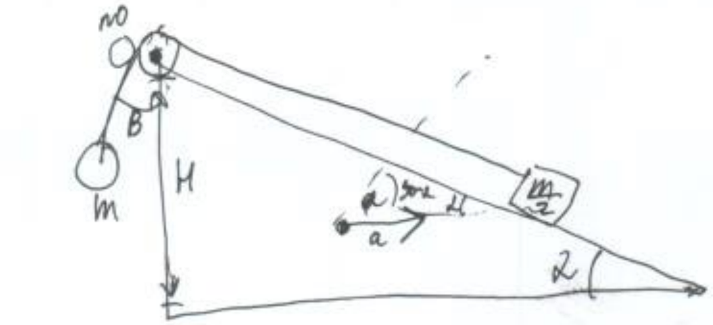
~~зная~~ → осталось просто сложить A_{12} ~~и~~ и ΔU_{21}, и узнать $A_п$, а дальше $\eta = \frac{A_п}{Q_з}$, откуда просто найти КПД, зная $Q_з$, и $A_п$.

Ответ: 1) $\sqrt{3} - 1$

2) $\arcsin\frac{\sqrt{10}}{4}$

3) легко найти

Черновик.



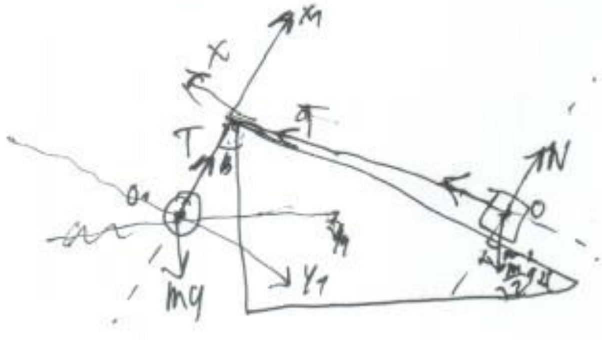
$\cos\alpha = \frac{5}{13}$

$\cos\beta = \frac{3}{5}$

$a = ?$ $a_{\text{отн клин}} = ?$

$t = ?$ упал.

$\sin\alpha = \frac{12}{13}$



$a_y = a \sin\alpha$

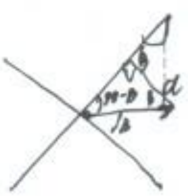
$a_x = a_{\text{отн клин}} + a\cos\alpha$

$\frac{mg}{2}\sin\alpha - T = ma_x$

$$\begin{cases} N - \frac{mg}{2}\cos\alpha = \frac{m}{2}a\sin\alpha \\ \frac{mg}{2}\sin\alpha - T = \frac{m}{2}a\cos\alpha + \frac{m}{2}a_{\text{отн к}} \end{cases}$$

шар - по OX_1 - ускорение $a_ш$

по O_1Y_1 - $a\cos\beta$



по OX_1 - $a_{\text{отн кл}} + a\sin\beta$

$A_{21} + \Delta U_{21} = 0$, т.к. адиабата

$Q = A_{12} + \Delta U_{12}$

$\Delta U_{12} = -\Delta U_{21}$

$-\Delta U_{21} = A_{21}$

$\Delta U_{12} = A_{21}$

$Q = A_{12} + A_{21}$

$T_1 > T_2$, значит, на $2 \to 1$

$\Delta U > 0 \Rightarrow$ значит $A_{21} < 0$.

т.к.

$p_1V_1 = \nu RT_1$

$\frac{p_xV_x}{p_0V_0} = \frac{\nu R}{p_0V_0}T_x$, $\frac{\nu R}{p_0V_0} = const = k$

$\frac{p_x}{p_0} = R\sin\alpha$, $\frac{V_x}{V_0} = R\cos\alpha$

$R^2\sin\alpha\cos\alpha = \frac{\nu R}{p_0V_0}T_x$

$T(\alpha) = \frac{p_0V_0 \cdot R^2}{2\nu R}\sin 2\alpha$

значит, при α от 0 до 45° Т растет

$\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}R^2 + R^2\left(\frac{\sin 2\alpha_1 - \sin 2\alpha_2}{4}\right) = \frac{3}{2}\frac{A}{p_0 V_0}$. чертовщик

$\frac{\Delta U}{p_0V_0} = \frac{3}{4}\frac{p_0V_0R^2}{p_0V_0}(\sin 2\alpha_1 - \sin 2\alpha_2) = \Delta U$

$-\frac{3}{4}R^2(\sin 2\alpha_1 - \sin 2\alpha_2) = R^2\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2} + \frac{\sin 2\alpha_1 - \sin 2\alpha_2}{4}\right)$

$-\Delta U + Q = A$ $\quad$ ~~$\frac{1}{2}(\sin 2\alpha_1 - \sin 2\alpha_2) = \frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}$~~

$-\frac{3}{4}(\ ) + Q = A\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2} + \frac{(\ )}{4}$

$Q = \frac{\alpha_2-\alpha_1}{2} + (\sin 2\alpha_1 - \sin 2\alpha_2)$.

$\alpha_2 = \alpha_1 + \Delta\alpha$.

$Q = \frac{\Delta\alpha}{2} + \sin(2\alpha_1) - \sin(2\alpha_1 + 2\Delta\alpha)$

$\sin 2\alpha_1 - \sin 2\alpha_1 \cos 2\alpha + \cos 2\alpha_1 \sin 2\Delta\alpha$

$\sin(2\alpha_1)(1 - \underbrace{\cos 2\Delta\alpha}_{1-2\sin^2_\Delta\alpha}) + \frac{\alpha}{2} + \cos 2\alpha_1 \sin 2\Delta\alpha$.

$\frac{\Delta Q}{\Delta\alpha} = 2\sin 2\alpha_1 \frac{\sin\Delta\alpha}{\Delta\alpha}\cdot\sin\Delta\alpha + \frac{1}{2} + \frac{\cos 2\alpha_1 \cdot \sin 2\Delta\alpha}{2\Delta\alpha}\cdot 2$

предел

$Q'(\alpha) = 0 + \frac{1}{2} + 2\cos 2\alpha_1$ ~~$\Rightarrow 2\alpha_1 = 90°$~~ $= 0$ когда $\cos 2\alpha_1 = -\frac{1}{4}$

~~$Q = A$~~ при

~~Чистовик~~. Черновик

$$\frac{2T}{m} - \cancel{mg} \cdot \frac{12}{13} = \cancel{m}a\delta a\kappa + a \cdot \frac{5}{13}$$

$$\frac{2T}{m} - 2g \cdot \frac{3}{5} = 2a\delta a\kappa + 2a \cdot \frac{4}{5}$$

$$2a\delta a\kappa + \frac{8}{5}a - a\delta a\kappa - \frac{5}{13}a = \frac{2T}{m} - \frac{6}{5}g - \frac{2T}{m} + \frac{12}{13}g$$

$$a\delta a\kappa + \frac{8 \cdot 13 - 25}{5 \cdot 13}a = \frac{12 \cdot 5 - 6 \cdot 13}{5 \cdot 13}g$$

$$a\delta a\kappa + \frac{4}{3}g \cdot \frac{104-25}{65} = \frac{60-78}{65}g$$

$$a\delta a\kappa = -$$

1 ~~закон~~.

$$\frac{p_1}{p_0} = R\cos 30^\circ.$$

$$p_1 = p_0 R\cos 30^\circ$$

$$\frac{V_1}{V_0}$$

$$V_1 = V_0 R \sin 30^\circ.$$

2-1 – адиабата,

$\Delta Q = 0.$

$A = \Delta U.$

$$p_1 V_1 = \frac{p_0 V_0 R^2 \sin 60^\circ}{2} = \frac{p_0 V_0 R^2 \sqrt{3}}{4.} = \nu R T_1.$$

$$p_2 = p_0 R\cos 15^\circ$$

$$V_2 = V_0 R \sin 15^\circ.$$

$p_2 V_2$

$$\frac{3}{2}\nu R: \frac{p_0 V_0 R^2}{\nu R}(\sin 2\alpha_1 - \sin 2\alpha_2) = S_{сект 1} - S_{сект 2}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T$$

на 1-2 работа > 0.

$$C\Delta T = Q$$

$C = 0$ → когда $Q = 0.$ → $A = -\Delta U$

$A =$ ~~$p_1V_1 - p_2V_2$~~

пл...

площадь равна $\frac{p\,\Delta V}{p_0 V_0}$

↓

площадь под графиком

↓

равна работе.

$$\frac{S_{сект 1}}{\pi R^2} = \frac{\alpha_1}{2\pi}$$

$$S_{сект 1} = \frac{\alpha_1 R^2}{2.}$$

$$S_{кус.} = \frac{\alpha_1 R^2}{2} - \frac{R\sin\alpha_1 \cdot R\cos\alpha_1}{2} = \frac{R^2}{2}\left(\alpha_1 - \frac{\sin 2\alpha_1}{2}\right).$$

$$S_{кус 2} = \frac{R\sin\alpha_2 \cdot R\cos\alpha_2}{2} = \frac{R^2 \sin 2\alpha_2}{4.}$$

$$A_{раб} = \frac{\alpha_2 R^2}{2} - \frac{\alpha_1 R^2}{2} + \frac{\sin 2\alpha_1 R^2}{4} - \frac{\sin 2\alpha_2 R^2}{4.}$$

Часть 2

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

Шифр: **21202255**

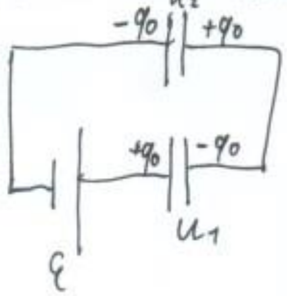
ID профиля: **199525**

Вариант 7

Чистовик

№1

До включения ключа:



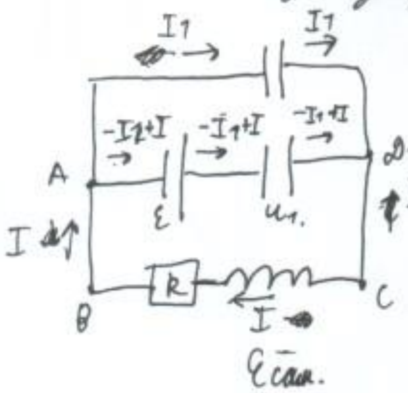
$$\mathcal{E} = U_1 + U_2$$

$$U_1 = \frac{q_0}{C}, \quad U_2 = \frac{q_0}{4C}.$$

$$\mathcal{E} = \frac{4q_0}{4C} + \frac{q_0}{4C} = \frac{5q_0}{4C}.$$

$$\frac{q_0}{C} = \frac{4}{5}\mathcal{E}. \quad q_0 = \frac{4}{5}C\mathcal{E}.$$

Пока через катушку идёт ток:



$$\mathcal{E}_{сам} = -LI'$$

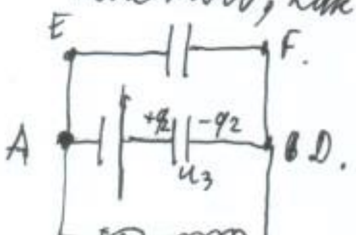
Как только включили ключ, напряжение на конденсаторе C_1 - это $U_1 = \frac{4}{5}\mathcal{E}$, ток через резистор равен 0. Тогда, обходя контур ADCB, получим:

$$\mathcal{E} - U_1 + \mathcal{E}_{сам} = 0.$$

$$\mathcal{E} - LI' = \frac{4}{5}\mathcal{E}.$$

$$LI' = \frac{1}{5}\mathcal{E}. \quad I' = \frac{\mathcal{E}}{5L}$$

После того, как ток перестанет течь:



$\varphi_A = \varphi_D$, так как ток не течёт через резистор и катушку. Тогда напряжение на конденсаторе $4C$ равно 0.

Потенциальная энергия в конце - $W_к = W_{1к} = \frac{q_2^2}{2C}$.

$q_2 = CU_3$, $U_3 = \mathcal{E}$. $W_к = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

Потенциальная энергия в начале $W_н = W_{1н} + W_{2н} = \frac{q_0^2}{2C} + \frac{q_0^2}{8C} = \frac{16}{50}C\mathcal{E}^2 + \frac{16}{25 \cdot 8}C\mathcal{E}^2 = \frac{8}{25}C\mathcal{E}^2 + \frac{2}{25}C\mathcal{E}^2 = \frac{10}{25}C\mathcal{E}^2 = \frac{2}{5}C\mathcal{E}^2.$

За всё время выделилось Q - количество теплоты.

Чистовик

Работа источника по разделению заряда – $A = \Delta q \mathcal{E}$,

где $\Delta q = q_2 - q_0 = C\mathcal{E} - \frac{4}{5}C\mathcal{E} = \frac{1}{5}C\mathcal{E}$.

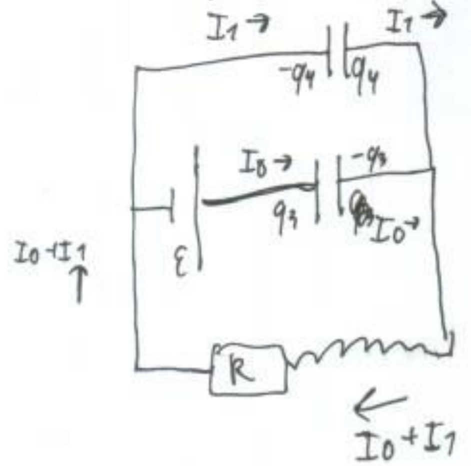
$A_{ист} = \frac{1}{5}C\mathcal{E}^2$.

Тогда по закону сохранения энергии $W_н + A_{ист} - Q = W_к$

$$\frac{4}{10}C\mathcal{E}^2 + \frac{2}{10}C\mathcal{E}^2 - Q = \frac{5}{10}C\mathcal{E}^2$$

$$Q = \frac{1}{10}C\mathcal{E}^2.$$

3) Ток в резисторе такой же, как ток в катушке.



Тогда рассмотрим малый интервал Δt, когда I_0 и I_1 постоянны.

Тогда

$$\mathcal{E} = \frac{q_3}{C} + \frac{q_4}{4C}.$$

новые заряды через Δt: $q_{3н} = q_3 + I_0 \Delta t$

$q_{4н} = q_4 - I_1 \Delta t$.

$$\mathcal{E} = \frac{q_{3н}}{C} + \frac{q_{4н}}{4C}.$$

q_3 тогда $q_3 + \frac{q_4}{4} = q_3 + I_0 \Delta t + \frac{q_4}{4} - \frac{I_1 \Delta t}{4}$.

$I_0 \Delta t = \frac{I_1 \Delta t}{4}$. $I_1 = 4I_0$.

Тогда ток через резистор в этот момент $I_1 + I_0 = 5I_0$.

Ответ: 1) $\frac{\mathcal{E}}{5C}$;

2.) $\frac{C\mathcal{E}^2}{10}$;

3.) $5I_0$.

Чистовик

№5.

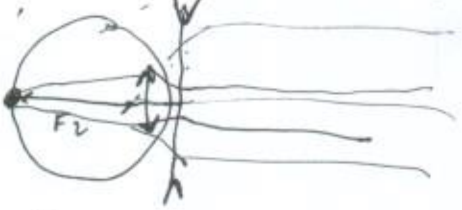
Пусть оптическая сила самого глаза D_0, и ~~фокусное расстояние $F_г$~~. расстояние от сетчатки глаза до хрусталика $F_г$.

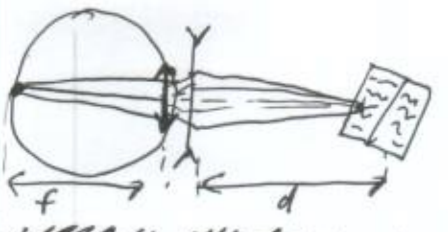
Тогда, ~~из~~ так как человек близорукий, то $\frac{1}{D_0} < F_г$. Тогда очки для дальних объектов – рассеивающие, $D_{даль}$ – оптическая сила очков для дальних объектов.

Пусть $D_б$ – оптическая сила очков для ближних предметов (очки для чтения)

Тогда, $\frac{D_б}{D_{даль}} = 3$ или $\frac{D_{даль}}{D_б} = 3$, в любом случае, $D_б < 0$, тогда эти очки также рассеивающие.

~~свет~~ лучи света от удалённых предметов можно считать параллельными. Тогда они все соберутся в фокусе системы из глаза и очков для дальних предметов, то есть $\frac{1}{F_г} = D_0 + D_{даль}$.





оптическая сила системы из глаза и очков для чтения ~~D_0~~ это $D_0 + D_б$. Тогда, так как $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$, а где $\frac{1}{F} = D_0 + D_б$, $d = 25 см$, $f = F_г$, так как изображение букв попадает на сетчатку глаза, то $D_0 + D_б = \frac{1}{d} + \frac{1}{F_г}$. $25 см = \frac{1}{4} м$.

$\frac{1}{F_г} = D_0 + D_{даль}$. Тогда $D_0 + D_б = \frac{4}{м} + D_0 + D_{даль}$.

$D_б = \frac{4}{м} + D_{даль}$. Так как $D_б < 0$, $D_{даль} < 0$, то $|D_б| < |D_{даль}|$, тогда $\frac{|D_{даль}|}{|D_б|} = \frac{D_{даль}}{D_б} > 1$, значит, $\frac{D_{даль}}{D_б} = 3$.

$D_{даль} = 3 D_б$.

$$\frac{4}{м} + 2D_б = 0.$$

$$D_б = -\frac{2}{м} \quad D_б = -2 \text{ дптр}.$$

$$D_{даль} = -6 \text{ дптр}.$$

Тогда, если человек видит предмет с расстояния x ~~см~~ м без очков, то:

Чистовик

$\cancel{\frac{1}{x}+\frac{1}{F_2}=}$ $F_2=f,\ d=x,\ \frac{1}{F}=D_0.$

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f}+\frac{1}{d}\ .\quad D_0=\frac{1}{x}+\frac{1}{F_2}.$$

$$D_0=\frac{1}{x}+D_0+D_{даль}.\qquad \frac{1}{x}=-D_{даль}.$$

$$x=\frac{1}{6}\ м$$

2.) Пусть новые очки для компьютера имеют оптическую силу D_1. тогда $\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f}$.

$f=F_2,\ d=50см=\frac{1}{2}м,$

$\frac{1}{F}=D_0+D_1$

$$D_0+D_1=\frac{2}{м}+D_0+D_{даль}.$$

$$D_1=2дптр\ -6дптр.$$

$$D_1=-4дптр$$

Ответ: 1.) $x=\frac{1}{6}м$; оптическая сила очков для рассматривания удалённых предметов $D_{даль}=-6дптр$

2.) оптическая сила очков для ~~рассматривания~~ работы на компьютере $D_1=-4дптр.$

Чистовик.

№4.

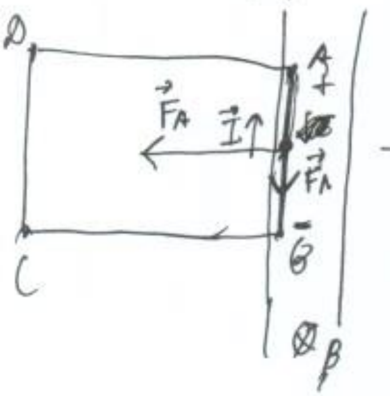
Сразу при входе рамки в магнитное поле на электроны начинает действовать сила Лоренца, из-за чего происходит разделение зарядов и появляется ток I, а так как на проводник с появившимся током I действует магнитное поле, то на рамку начинает действовать сила Ампера.

$$ma = F_A. \quad F_A = BId. \quad I = \frac{U}{r}.$$

Так как сопротивление всей рамки R, то сопротивление участка длиной $8d$

AB – это $r = \frac{R}{8}$.

$$U = Ed. \quad E = \frac{F_{притяж}}{q} \quad U = \frac{F_{пр} d}{q}$$



$$I = \frac{F_{пр} d}{qr}.$$

$$F_{пр} = F_Л. \quad F_Л = qv_0B$$

$$I = \frac{qv_0Bd}{qr}$$

$$I = \frac{8v_0Bd}{R}$$

$$F_A = BId. \quad F_A = B \cdot \frac{8v_0Bd}{R} d = 8\frac{v_0B^2d^2}{R}.$$

$$ma = \frac{8v_0B^2d^2}{R}.$$

1) $$a = \frac{8v_0B^2d^2}{mR}.$$

2) Силы, действующие на ~~участ~~ боковые участки AD и BC, компенсируют друг друга. Тогда в течение всего времени, пока правая граница внутри этого участка длиной $\frac{d}{5}$, на рамку действует ускорение $-\frac{8vB^2d^2}{mR}$, где v – скорость в данный момент времени.

$$a = v'. \quad \frac{dv}{dt} = -\frac{8B^2d^2}{mR} v. \quad \text{Пусть } k_0 = \frac{-8B^2d^2}{mR}.$$

$$\frac{dv}{v} = k_0 dt. \quad \int \frac{dv}{v} = \int k_0 dt.$$

Чистовик.

$\ln V = k_0 t + c.$

$V = e^{k_0 t} \cdot e^c.$

В момент $t=0$ $V = V_0$. $e^c = V_0$.

$V = V_0 \cdot e^{k_0 t}$

$V = \cancel{x} S'$

$S' = e^{k_0 t} \cdot V_0.$

$S = \int e^{k_0 t} \cdot V_0 = V_0 \cdot \frac{1}{k_0} \cdot e^{k_0 t} + c_1 = \frac{V_0}{k_0} e^{k_0 t} + c_1$

при $t=0$ $S=0$. , значит, $c_1 = -\frac{V_0}{k_0}.$

$S = \frac{V_0}{k_0}(e^{k_0 t}) - \frac{V_0}{k_0}.$

Тогда рамка пройдет этот путь $\frac{d}{5}$ за время t_1

$\frac{d}{5} = \frac{V_0}{k_0}(e^{k_0 t_1} - 1).$

$\frac{k_0 d}{5 V_0} + 1 = e^{k_0 t_1}$

$\ln\left(\frac{k_0 d}{5 V_0} + 1\right) = k_0 t_1.$

$t_1 = \frac{\ln\left(\frac{k_0 d}{5 V_0} + 1\right)}{k_0}.$

Тогда скорость рамки в при выходе правой границы:

$V_1 = V(t_1) = V_0 \cdot e^{k_0 \cdot t_1} = V_0 \cdot e^{\ln\left(\frac{k_0 d}{5 V_0} + 1\right)} = V_0 \cdot \left(\frac{k_0 d}{5 V_0} + 1\right) =$

$= V_0 + \frac{k_0 d}{5} = V_0 \cancel{\frac{8\beta^2 d^3}{5 m R}} - \frac{8\beta^2 d^3}{5 m R}$

3) при прохождении ~~в~~ отрезков AD и BC ~~шин~~ разделения зарядов не будет, значит, ускорение будет равно 0

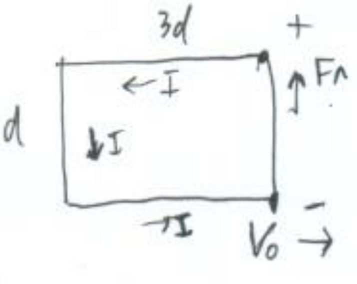
При вхождении левой границы в рамку повторим рассуждения для правой границы, и получим $V_2 = V_1 - \frac{8\beta^2 d^3}{5 m R} = V_0 - \frac{16\beta^2 d^3}{5 m R}$

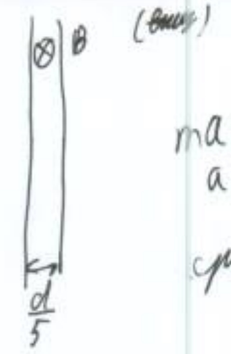
Ответ: 1) $a = \frac{8 V_0 \beta^2 d^2}{m R}$

2) $V_0 - \frac{8\beta^2 d^3}{5 m R}$

3) $V_0 - \frac{16\beta^2 d^3}{5 m R}$

Черновик





R

$ma = F$.
$a = \frac{F}{m}$.

сразу сила Лоренца
↓
сразу ток I_1 ↑
такой что

$R = 8d \cdot r$. $BIL\sin\alpha$ $qV\beta = m_e a_e$.
$r = \frac{R}{8}$ – одного участка d. $\frac{eV_0\beta}{m_e} = a_e$
↓ разделение зарядов.

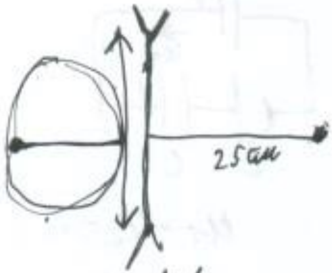
$F_л = F_e$. $\cancel{E=U=\mathcal{E}}$
$\frac{eV_0\beta}{\cancel{m}} = \cancel{\frac{ke^2}{d^2}}$ $\cancel{eV_0\beta = \frac{ke}{d}}$ $dE = U\cancel{d}$.
$F_{прит}$ $F_{прит} = E \cdot e$. $E = \frac{U}{d}$.
$\mathcal{E}\cancel{e} = \cancel{e}V_0\beta$ $\mathcal{E} = V_0\beta d$.
разность пот. – $\mathcal{E}$. $r = \frac{R}{8}$ – сопр → $I = \frac{V_0\beta d}{\frac{R}{8}}$

$$V_0' = \frac{8\beta^2 d^2}{mR} V_0.$$
$\| k$

$$\frac{dV_0}{dt} = kV_0.$$
$$\frac{dV_0}{V_0} = k\,dt$$
$$\int \frac{dV_0}{V_0} = \int k\,dt. \qquad \ln V_0 = kt + C$$
$$V_0 = e^{kt} \cdot e^C$$

в момент 0 – $V_0 \to e^C = V_0$ $V_0 = C_1 \cdot e^{kt}$
$$V_0\,dt = C_1 \cdot e^{kt}\,dt$$
в момент 0 – $x = 0$.
$$x = \int V_0\,dt = C_1 \cdot \int e^{kt}\,dt = C_1 \cdot \frac{1}{k} \cdot e^{kt} + C_0. \quad C_0 = \frac{C_1}{k}$$

Черновик.



$\frac{D_1}{D_0}=3$

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

в глазе ↕ с силой D_0.

$F>0$ т.к собир.

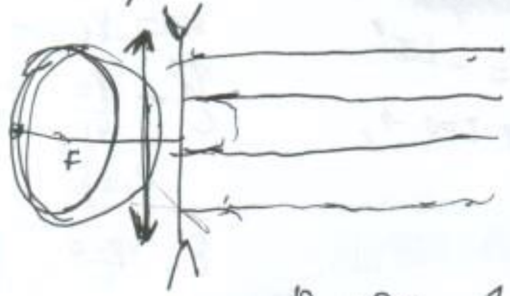
$f>0$ т.к. зав глазе

$\frac{1}{F_{глаза}}=D_0+D_{даль}.$

$d=25см.=\frac{1}{4}м$

$D_0>\frac{1}{F_{глаза}}$

$f=F_{глаз}$



$D_2=D_0+D_{близ}.$

$D_0+D_{бл}=\frac{1}{\frac{1}{4}м}+\frac{1}{F_{глаз}}$

$D_0+D_{бл}=\frac{4}{м}+D_0+D_{даль}.$

$D_{бл}=\frac{4}{м}+D_{даль}.$

$D_{даль}<0$, т.к. рассеив.

тогда и $D_{бл}<0$

т.к.

их отнош >0 $=3.$

$\frac{4}{м}+2D_{бл}=0.$

тогда $|D_{бл}|<|D_{даль}|.$

$D_{бл}=-\frac{2}{м}$

$D_{даль}=-\frac{6}{м}=-6$ дптр.

$\frac{D_{даль}}{D_{бл}}=\frac{|D_{даль}|}{|D_{бл}|}=3.$

$\frac{1}{F_{глаза}}$ $\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=D_0.$

$D_{даль}=3D_{бл}.$

$d=x,\ f=F_{глаза}$

$\frac{1}{x}+\frac{1}{F_{гл}}=D_0$

$\frac{1}{x}+\cancel{D_0}+D_{даль}=\cancel{D_0}$

$x=\frac{1}{6}м$

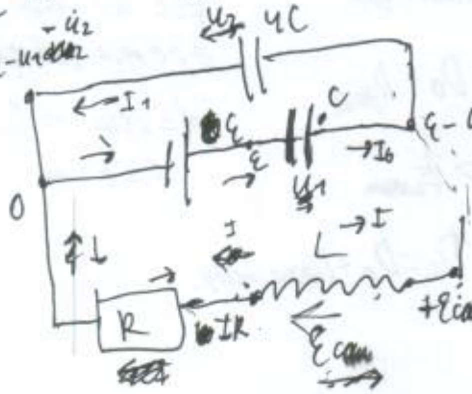
$\frac{1}{x}=-D_{даль}=+\frac{6}{м}$

Черновик

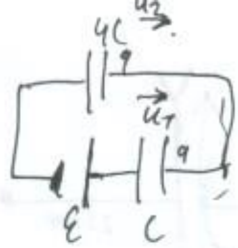
1

$C_1 = C,\ C_2 = 4C.$

$I' = ?\quad Q?$ ~~$C_T = I_0$~~



до включения



$U_1 - U_2 = \mathcal{E}$

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

$q_1 = q_2$

$\mathcal{E} = \frac{4q - q}{4C} = \frac{3q}{4C}.$

~~$U_1 = \frac{q}{C} = \frac{4}{3}\mathcal{E},\ U_2 = \frac{q}{4C} = \frac{1}{3}\mathcal{E}$~~

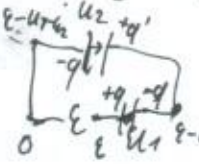
сразу замкнули

$\mathcal{E}_{сам} = -LI'$

вначале $I = 0 \Rightarrow$,

$0 \cdot R + U_1 = \mathcal{E} - \mathcal{E}_{сам}.$

$\frac{4}{3}\mathcal{E} = \mathcal{E} - \mathcal{E}_{сам} \quad \mathcal{E}_{сам} = -$



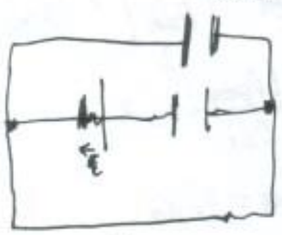
$U_1 + U_2 = \mathcal{E}$

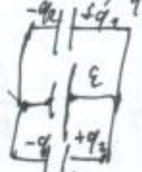
$U_2 =$

$\mathcal{E} - U_1 = \mathcal{E}_{сам} + IR.$

$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{сам} = U_1. = \frac{4}{3}\mathcal{E}.$

$\mathcal{E}_{сам} = \frac{\mathcal{E}}{3} = LI'$





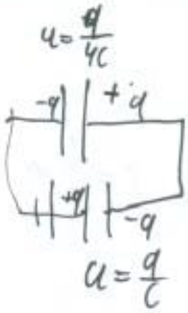
конец. $U_1 = U_2 = \mathcal{E}.$

$W_к = W_{1к} + W_{2к} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{4C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{5}{2}C\mathcal{E}^2$

$A_{разр} = q\mathcal{E}.$ A-полож.

$e \rightarrow$

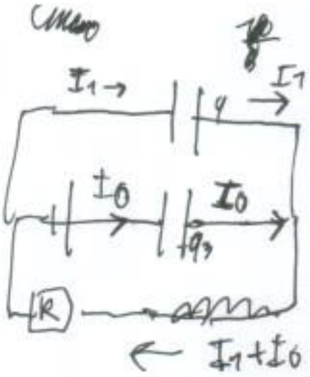
$W_н + A = W_к + Q$



$W_н = $ ~~$\frac{4C \cdot \frac{1}{3}\mathcal{E}^2}{2} + \frac{C(\frac{4}{3}\mathcal{E})^2}{2}$~~

$\frac{q}{4C} + \frac{q}{C} = \mathcal{E} \quad \frac{5q}{4C} = \mathcal{E}. \quad \frac{q}{C} = \frac{4}{5}\mathcal{E}, \quad \frac{q}{4C} = \frac{1}{5}\mathcal{E}.$

$W_н = \frac{\frac{16}{25}C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{\frac{4}{25}C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{10}{25}C\mathcal{E}^2.$



$\Delta q = q_2 - q_0 \qquad q_2 = C\mathcal{E}.$

$q_0 = C \cdot \frac{4}{5}\mathcal{E} \rightarrow \frac{4}{5}C\mathcal{E}$

$q_4 = q_{н4} - I_1 \Delta t$

$q_3 = q_{н3} + I_0 \Delta t.$

$\mathcal{E} = \frac{q_3}{C} + \frac{q_4}{4C}$