Часть 1

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

Шифр: **21200081**

ID профиля: **154080**

Вариант 7

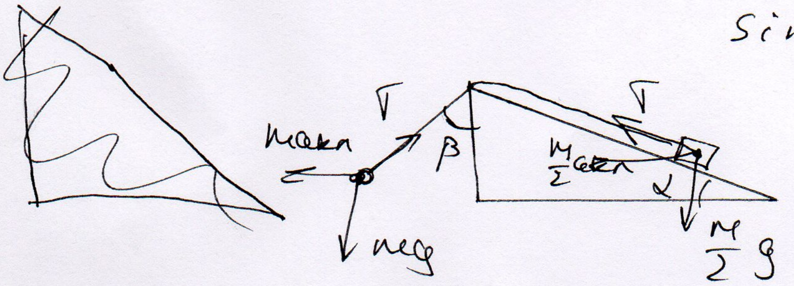
Чистовик

№1

Перейдём в СО с бруском ($a_{кл}$ – ускорение клина):

$\sin\alpha = \frac{12}{13}$ $\cos\alpha = \frac{5}{13}$

$\sin\beta = \frac{4}{5}$ $\cos\beta = \frac{3}{5}$



для шарика: $m\vec{a}_1 = m\vec{a}_{кл} + \vec{T} + m\vec{g}$

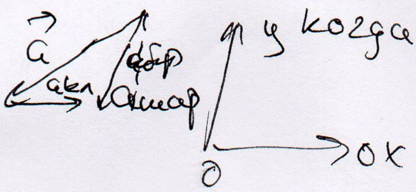
для блока: $\frac{m}{2}\vec{a}_2 = \frac{m}{2}\vec{a}_{кл} + \vec{T} + \frac{m}{2}\vec{g}$

Заметим, что в этой СО брусок движется под углом β к вертикали, т.е по нити, брусок движется по нити $\Rightarrow$ $\vec{a}$ – по нити $\vec{a}_2$ – по нити $\Rightarrow$ в си нерастяжимости нити $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2|$

На ось нити:

$$\begin{cases} ma = mg\cos\beta + ma_{кл}\sin\beta - T & (1) \\ \frac{m}{2}a = T + \frac{m}{2}a_{кл}\cos\alpha \quad \frac{mg}{2}\sin\alpha & (2) \end{cases}$$

кинематическая связь:



когда ~~брусок~~ шар проходит Δy по oy, клин проходит тоже расстояние по ox $\Rightarrow$

$\rightarrow a_{шар\,y} = a_{кл}$ ($a_{бр\,y} = a\cos\beta$) $\Rightarrow$

$\rightarrow a_{кл} = a\cos\beta$ $\quad a = \frac{a_{кл}}{\cos\beta}$ (3)

Складываем (1) и (2) (подставив 3):

$\cancel{\frac{3}{2}\cdot\frac{a_{кл}\cdot 5}{3} = a_{кл}}$ $\quad \frac{3}{2}\frac{a_{кл}}{\cos\beta} = a_{кл}\left(\frac{1}{2}\cos\alpha + \sin\beta\right) - g\left(\frac{1}{2}\sin\alpha - \cos\beta\right)$

$\frac{3}{2}\frac{a_{кл}5}{3} = a_{кл}\left(\frac{1}{2}\frac{5}{13} + \frac{4}{5}\right) + g\left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13}\right)$

$\frac{5}{2}a_{кл} - \frac{129}{130}a_{кл} = g\frac{9}{65} \Rightarrow \boxed{a_{кл} = \frac{9}{98}g}$

$\boxed{4}$

2) брусок относительно клина движется с ускорением a $\quad a = \frac{a_{кл}}{\cos\beta} = \frac{\frac{9}{98}g}{\frac{3}{5}} = \boxed{\frac{15}{98}g}$

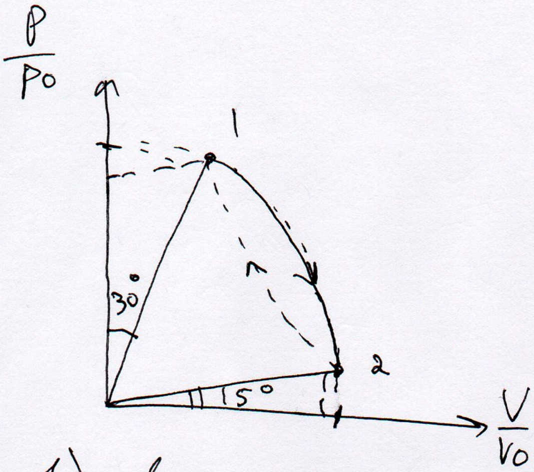
3) когда брусок коснётся стола, он пройдет $\frac{H}{\cos\beta}$ с ускорением a:

$$\frac{at^2}{2} = \frac{H}{\cos\beta} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a\cos\beta}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{9}{98}g}} \quad \boxed{\frac{14}{3}\sqrt{\frac{H}{g}}}$$

Ответ. 1) $a_{кл} = \frac{9}{98}g$ 2) $a_{отн} = a = \frac{15}{98}g$ 4) $t_{пад} = \frac{14}{3}\sqrt{\frac{H}{g}}$

Чистовик

№ 2



1) в состоянии 1: $p_1V_1=\mu RT_1$

в состоянии 2: $p_2V_2=\mu RT_2$

Из окружности радиуса r (безразмерные ед)

для 1

$\frac{p_1}{p_0}\cancel{\cdot\cos 30} = r\cos 30$

$\frac{V_1}{V_0} = r\sin 30.$

для 2:

$\frac{p_2}{p_0} = r\sin 15$

$\frac{V_2}{V_0} = r\cdot\cos 15°$

$p_1V = r^2\cdot\cos 30\sin 30\, p_0V_0 = \mu RT_1$

$p_2V_2 = r^2\cos 15\sin 15°\, p_0V_0 = \mu RT_2$

$T_1 = \frac{r^2\sin 60\, p_0V_0}{2\mu R}$

$T_2 = \frac{r^2\sin 30\, p_0V_0}{2\mu R}$

$\frac{T_1\quad T_2}{T_2} \qquad \frac{\frac{r^2 \cancel{p_0V_0}}{\cancel{2\mu R}}(\sin 60-\sin 30)}{\frac{r^2\cancel{p_0V_0}}{\cancel{2\mu R}}\sin 30} = \frac{\sin 60-\sin 30}{\sin 30} =$

$= \frac{\frac{\sqrt3}{2}-\frac12}{\frac12} = \boxed{\sqrt3-1}$

$\boxed{1}$

Чистовик

2) ~~пусть~~ заметим, что $C=0$, тогда, когда $\varphi'(T)=0$, т.е. экстремум $\Rightarrow$ при $T_{макс}$

пусть $T_{макс}$ при $p_{макс}$ и $V_{макс}$:

$p_{макс} = r \frac{\sin\alpha}{\cancel{\cos\alpha}} \cdot p_0 \quad V_{макс} = r\cos\alpha\, V_0$

$p_{макс} \cdot V_{макс} = \frac{1}{2} r^2 \cdot \sin 2\alpha\, p_0 V_0 = \mu R T_{макс} \Rightarrow$

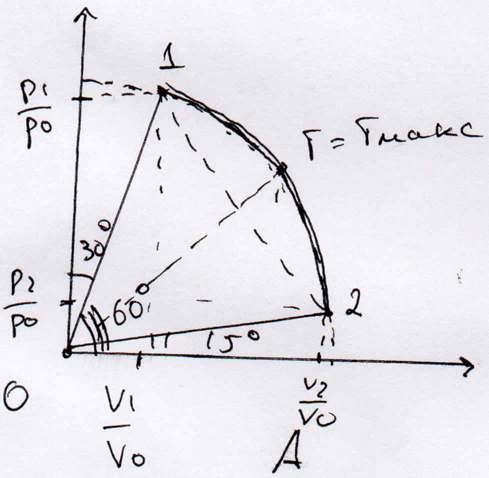
$\Rightarrow T_{макс} = \left(\frac{1}{2} r^2 p_0 V_0 \cdot \frac{1}{\mu R}\right) \cdot \sin 2\alpha \le \frac{1}{2} r^2 p_0 V_0 \frac{1}{\mu R}$ при $\sin 2\alpha = 1$

(остальное константы)

$\sin 2\alpha = 1 \Rightarrow 2\alpha = 90 \quad \alpha = 45^\circ \quad (0^\circ < \alpha < 45^\circ)$

зн радиус, проведённый в точку, в которой $T = T_{макс}$, составит с горизонтальной осью 45°

3)



заметим, раз в окружающую среду в процессе 2-1 не выделялось (почти) тепло, можно сказать $A_{2-1} = -\Delta U$

$A_{2-1} = -\frac{3}{2}(T_1 - T_2) \cdot \mu R$

$= -\frac{3}{2} \frac{r^2 p_0 V_0}{2\mu R}(\sin 60 - \sin 30) \cdot \mu R$

на участке 1-2, газ получал тепло от 1 до $T_{макс}$, а работу совершал на участке 1-2 $\Rightarrow$

$\Rightarrow Q_{нагр} = A_{1-2} + \Delta U_{1-T_{мак}}$

$T_1 = \frac{r^2 p_0 V_0}{2\mu R} \sin 60 \quad T_{макс} = \frac{r^2 p_0 V_0}{2\mu R} \sin 90^\circ$

$\Delta U_{1-T_{макс}} = \frac{3}{2}\mu R(T_{мак} - T_1) = \frac{3r^2 p_0 V_0}{4} \cdot (\sin 90 - \sin 60)$

Чистовик

A_{1-2} + площадь сектора с углом $60°$ радиуса r

– площадь треугольника с точками $\left(\frac{p_1}{p_0}, \frac{V_1}{V_0}, 0\right)$ –

площадь сектора с углом $15°$ (прилегает к гор. оси) +

+ площадь $\Delta\left(\frac{p_2}{p_0}; \frac{V_2}{V_0}, 0\right)$

$$S_1 = \pi r^2 \cdot \frac{60}{360} = \frac{\pi r^2}{6}$$

$$S_2 = \frac{1}{2} r \sin 60 \cdot r \cos 60 = \frac{1}{4} r^2 \sin 120$$

$$S_3 = \pi r^2 \frac{15}{360} = \frac{\pi r^2}{24}$$

$$S_4 = \frac{1}{2} r \sin 15 \; r \cos 15 = \frac{1}{4} r^2 \sin 30°$$

$$A_{1-2} \quad \frac{\pi r^2}{6} - \frac{\pi r^2}{24} - \frac{1}{4} r^2 (\sin 20 - \sin 30) = \frac{\pi r^2}{8} - \frac{1}{4} r^2 (\sin 60 - \sin 30)$$

(в без разм. ед.) $A_{1-2}' = p_0 V_0 A_{1-2}$

$$\text{КПД} = \frac{A_{\text{полезн}}}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{A_{1-2}^* + A_{2-1}}{A_{1-2}^* + \Delta U_{1\max}} = \cancel{\frac{p_0 V_0 \left(\frac{\pi r^2}{8} - \frac{1}{4} r^2 (\sin 60 - \sin 30)\right) - \frac{3}{2} \frac{r^2 p_0 V_0}{2}}{p_0 V_0 \left(\frac{\pi r^2}{8} - \frac{1}{4} r^2 (\sin 60 - \sin 30) + \frac{3 r^2}{4}\right)}}$$

$$= \frac{p_0 V_0 \left(\frac{\pi r^2}{8} - \frac{1}{4} r^2 (\sin 60 - \sin 30) - \frac{3}{2} \frac{r^2 p_0 V_0}{2} (\sin 60 - \sin 30)\right)}{p_0 V_0 \left(\frac{\pi r^2}{8} - \frac{1}{4} r^2 (\sin 60 - \sin 30) + \frac{3}{4} r^2 p_0 V_0 (\sin 90 - \sin 60)\right)} =$$

$$= \frac{\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}(\sin 60 - \sin 30) - \frac{3}{4}(\sin 60 - \sin 30)}{\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}(\sin 60 - \sin 30) + \frac{3}{4}(1 - \sin 60)} = \frac{\frac{\pi}{8} - (\sin 60 - \sin 30)}{\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}(\sin 60 - \sin 30) + \frac{3}{4} \cdot (1 - \sin 60)} =$$

$$\approx \frac{0{,}0267}{0{,}4} \approx 0{,}067 \text{ (или } 6{,}7\%)$$

Ответ 1) $\sqrt{3} - 1$ 2) $45°$ 3) $0{,}067$ ($6{,}7\%$)

21200081 (U154080 M1268314)

$$\frac{p_1 V_1}{p_0 V_0}\,\frac{1}{2} = \frac{\mu R T_1}{p_0 V_0}\,\frac{1}{2} =$$

[Черновик]

$0{,}933 \qquad \frac{2\cdot 11\cdot 98}{9\cdot 9}$

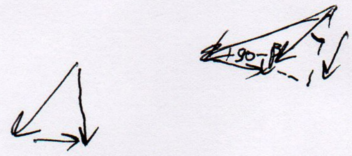
$\boxed{0{,}3927}$

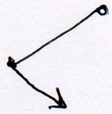
$0{,}366 \qquad 1 - \frac{14}{3}\sqrt{\frac{4}{9}}$

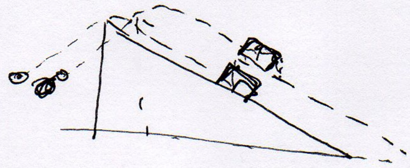
$0{,}3927 - \frac{1}{4} \qquad 0{,}366$

$\underbrace{0{,}366}_{0{,}0915} + \boxed{\sqrt{\frac{3}{4}\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)} = 0{,}134} \approx 0{,}1$

$0{,}4.$

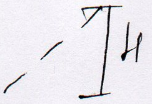






$\cos\beta = \frac{3}{5} \quad \sin\beta = \frac{4}{5}$

$\cos\alpha = \frac{5}{13} \quad \sin\alpha = \frac{12}{13}$



$H \qquad \frac{H}{\cos\beta} = \frac{at^2}{2}$

$$\begin{cases} \frac{m}{2}a = T + \frac{m}{2}a_{кл}\cos\alpha - \frac{m}{2}g\sin\alpha \\ ma = mg\cos\beta + ma_{кл}\sin\beta - T \end{cases}$$

$t = \frac{2H}{a\cos\beta}$

$a\cos\beta = a_{кл}$

$a = \frac{a_{кл}}{\cos\beta} = \frac{3}{2}$

$$\frac{3}{2}\cancel{m}a = \cancel{m}a_{кл}\left(\frac{1}{2}\cos\alpha + \sin\beta\right) - \cancel{m}g\left(\frac{1}{2}\sin\alpha - \cos\beta\right)$$

$= \frac{3g}{98}\cdot\frac{5}{3} = \frac{15}{98}g$

$$\frac{3}{2}\cancel{m}\frac{a_{кл}}{\cos\beta} = ma_{кл}\left(\frac{1}{2}\cos\alpha + \sin\beta\right)\quad g\left(\frac{1}{2}\sin\alpha - \cos\beta\right)$$

$\frac{25}{26} + \frac{4}{5} \quad 104$

$$\frac{3}{2}\,\frac{a_{кл}\cdot 5}{3} = a_{кл}\left(\frac{1}{2}\,\frac{5}{13} + \frac{4}{5}\right) - g\left(\frac{6}{13} - \frac{3}{5}\right)$$

$30 \quad 39$

$$\frac{5}{2}a_{кл} = \frac{129}{130}a_{кл} + g\,\frac{9}{65}$$

$$a_{кл}\frac{325 - 129}{130} = g\,\frac{9}{65}$$

$$\frac{196}{130}a_{кл} = g\,\frac{9}{65}$$

$$a_{кл} = \frac{18}{196} = \frac{9}{98}g$$

Черновик

$Q_{нагр} = A_{12} + \Delta U_{1T_{макс}}$

$A_{12} =$

$A = \pi \cdot r^2 \frac{60}{360} - \frac{\pi r^2}{6}$

$\frac{1}{2} r \sin 60 \; r \cos 60 = \frac{1}{4} r^2 \sin 120$

$-\pi r^2 \frac{15}{360} = \frac{\pi r^2}{24}$

$+ \frac{1}{2} r \sin 15 \; r \cos 15 = \frac{1}{4} r^2 \sin 30$

$\frac{\pi r^2}{6} - \frac{\pi r^2}{24} + \frac{1}{4} r^2 \sin 30 - \frac{1}{4} r^2 \sin 120 =$

$= \frac{\pi r^2}{8} - \frac{1}{4} r^2 (\sin 120 - \sin 30)$

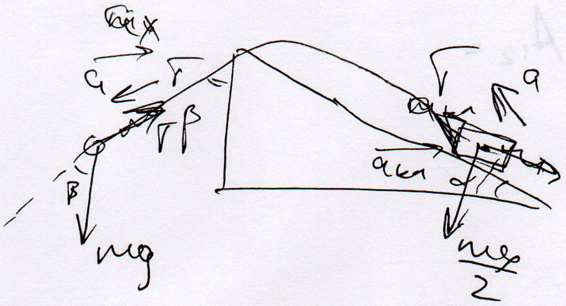
~~$Q_{нагр} =$~~ $\Delta U_{1T_{макс}} = \frac{3}{2} \mu R (T_2 - T_1) =$

$\frac{3}{2} \mu R \alpha \frac{r^2}{2} (\sin 90 - \sin 60)$

$Q_{нагр} = \frac{\pi r^2}{8} - \frac{1}{4} r^2 + \frac{3}{2} \mu R \alpha^2 \frac{r^2}{2} (\sin 90 - \sin 60)$

$A_{обр} = -\Delta U = -\frac{3}{2} \mu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \mu R$

Черновик



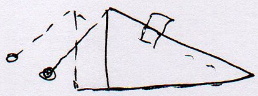
$$+\begin{cases} \frac{m}{2}a = T - \frac{m}{2}g\sin\alpha \\ ma = mg\cos\beta - T \end{cases}$$

$$\sin\alpha = \frac{\sqrt{169-25}}{13} = \frac{\sqrt{188}}{13} =$$

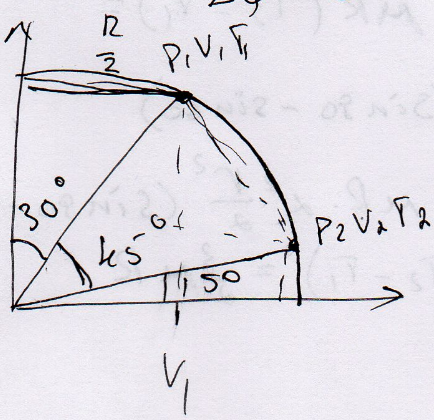
$$\frac{12}{13}$$

$$\frac{3}{2}ma = mg\left(\cos\beta - \frac{\sin\alpha}{2}\right)$$

$$a = \frac{2}{3}g\left(\cos\beta - \frac{\sin\alpha}{2}\right) - \frac{2}{3}g\left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13}\right) - \frac{2}{3}g\,\frac{9}{65} = \frac{6}{65}g$$



$$\Delta Q = 0$$



$p_1V_1 = \mu RT_1$

$p_2V_2 = \mu RT_2$

$p_1^2 + V_1^2 = p_2^2 + V_2^2$

$V_1 = \frac{R}{2}$

$V_1 = r\sin 30 \quad V_2 = r\cos 15$

$p_1 = r\cos 30 \quad p_2 = r\sin 15$

$$\mu RT_1 = \frac{r^2}{2}\sin 60$$

$$\mu RT_2 = \frac{r^2}{2}\sin 30$$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\frac{r^2}{2\mu R}(\sin 60 - \sin 30)}{\frac{r^2}{2\mu R}\sin 30}$$

$$= \frac{\sin 60 - \sin 30}{\sin 30} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = \boxed{\sqrt{3} - 1}$$

21200081 (U154080 M1268314)

$pV^{\frac{5}{3}} = const$ $\boxed{\text{Черновик}}$

$\frac{P}{P_0} = \frac{V}{V_0}$ $\quad Q = A + \Delta U \quad \frac{C - C_p}{C - C_V} = \quad \frac{C_p}{C_V} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$

$\boxed{\alpha = 45^\circ}$

$pV = \mu R T$

$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{dQ}{dT} = \frac{dA + dU}{dT} =$

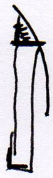
$\left(\frac{P}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 \geq 2\sqrt{\frac{p^2V^2}{p_0^2V_0^2}} = 2 \cdot \frac{pV}{p_0 V_0}$

$dU = \frac{3}{2}\mu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\mu R\, dT$

$- \frac{dA}{dT} + \frac{3}{2}\mu R$

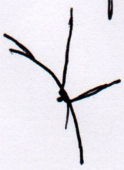
$pV = \mu R T$

Tмакс при pV-макс $\quad \frac{dA}{dT} = \frac{3}{2}\mu R$



$p\,dV = -\frac{3}{2}\mu R\, dT$

$p^2 + V^2 = const$



$pV^{\frac{5}{3}} = const$

$p(V) = \frac{const}{V^{\frac{5}{3}}} \cdot V^{-\frac{5}{3}}$ $\quad -dA =$

pV – макс.

$p^2 + V^2 = const \quad p' = -\frac{5}{3} const \cdot V^{-\frac{8}{3}}\, dV$

$p^2 + V^2 \geq 2\sqrt{p^2V^2} = 2pV \quad p^2 + V^2 = const$

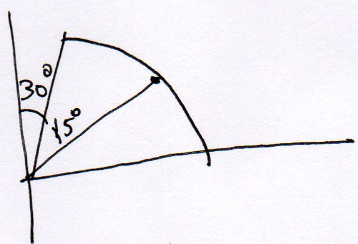
$pV^{\frac{5}{3}} = const$

$p = \sqrt{const_1 - V^2}$

$P = \frac{const_2}{V^{\frac{5}{3}}} = \quad V^{\frac{5}{3}}\sqrt{const_1 - V^2} = const_2$

$p^2 = const - V^2$

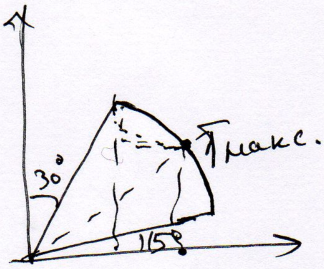
КПД



$T_1 = \alpha^2 \frac{V^2}{2} \sin 60$

$T_{2\,макс} = \alpha^2 \frac{V^2}{2} \sin 90$

$\Delta U =$



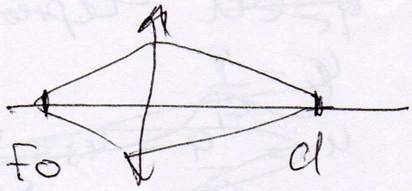
Часть 2

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

Шифр: **21200081**

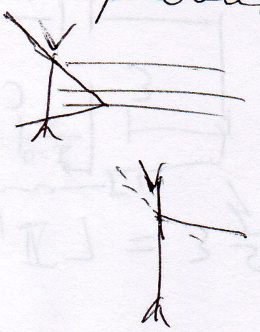
ID профиля: **154080**

Вариант 7

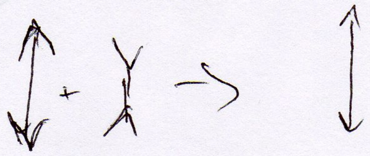


$$\frac{1}{F_c} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F_0}$$

Черновик



$F_{c2} > F_{c1}$



$$D_{гл} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d}$$

$$D_{гл} + D_{л} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d_1}$$

$$D_{гл} + D_{л2} \quad \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d_2} - \frac{1}{F_0} \quad d_2 \to \infty$$

$D_{л1} < 0 \quad D_{л2} < 0. \quad (D_{гл} > -D_{л2} \quad D_{гл} > -D_{л1})$

$D_{л1} \quad D_{л2} \quad \frac{1}{d_1} \qquad D_{л2} > D_{л1}$

$$D_{л2} = 3D_{л1} \Rightarrow -2D_{л1} = \frac{1}{d_1} \quad D_{л} = -\frac{1}{2d_1} = -\frac{1}{0,5} = -2$$

$$\ominus\left(D_{гл} + D_{л2} = \frac{1}{F_0} \right. \qquad D_{л2} \quad 3D_{л1} = -6 \text{ Дптр.}$$

$$D_{гл} = \frac{1}{d_x} + \frac{1}{F_0}$$

$$-D_{л2} = \frac{1}{d_x} \quad d_x = \frac{1}{-D_{л2}} = \frac{1}{6} \text{ м} < 25 \text{ см}$$

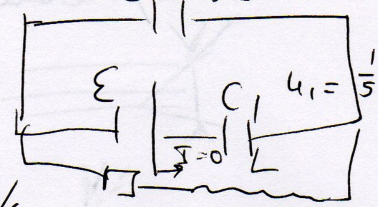
$$\left(\ominus \; D_{гл} + D_{л2} = \frac{1}{F_0}\right.$$

$$D_{гл} + D_{л3} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d_y}$$

$$D_{л3} - D_{л2} = \frac{1}{d_y}$$

$$D_{л3} = -D_{л2} + \frac{1}{d_y} = D_{л} + 2 = -4 \text{ Дптр}$$

1) $u_2 = \frac{4}{5}\varepsilon C_2$



$\cancel{q_1 - q_2 = \frac{4}{5}\frac{\varepsilon}{c}}$ $\cancel{q = CU}$ Черновик

$\cancel{q =}$

$\cancel{u_1 = \frac{q}{C_1}}$

$\cancel{u_2 = \frac{q}{C_2}}$ $\cancel{u_3 = \frac{q}{C_3}}$

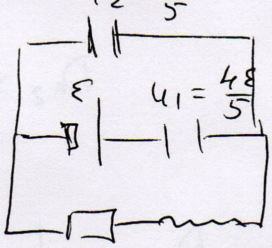
$\frac{4}{5}\varepsilon = LI' \to I' \quad \frac{4\varepsilon}{5L}$

2) $q_1 = u_1 C_1 - \cancel{\frac{4}{5}\varepsilon C} - u_1 C - \frac{4\varepsilon C}{5}$ $\quad u_1 + u_2 = \varepsilon$

$\cancel{q_2 = \frac{4}{5}\varepsilon}$ $\quad q_2 = u_2 C_2 - 4u_2 C = \frac{4\varepsilon C}{5}$ $\quad 4u_2 = u_1 \Rightarrow u_2 = \frac{\varepsilon}{5}$, $u_1 = \frac{4\varepsilon}{5}$

$u_1 - \frac{4\varepsilon}{5} \quad u_2 = \frac{\varepsilon}{5} \quad q_1 = q_2 = \frac{4\varepsilon C}{5}$

начало:



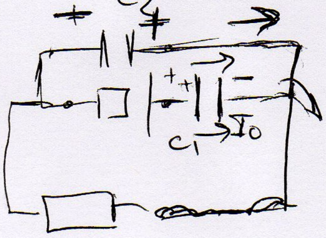
$q = \frac{4\varepsilon C}{5} \quad q_{макс} = \frac{\varepsilon C}{5} \Rightarrow \Delta q = \frac{1}{5}\varepsilon C$

$W_1 = \frac{C_2 u_2^2}{2} + \frac{C_1 u_1^2}{2} - \frac{4C\varepsilon^2}{50} + \frac{C\cdot 16\varepsilon^2}{50} = \frac{2}{5}\varepsilon^2 C$

Вконец $\quad A - \varepsilon\Delta q = \frac{1}{5}\varepsilon^2 C$

$W_2 \quad \cancel{\frac{C_2 u_2^2}{2}}\ 0 + \frac{C_1 u_1^2}{2} \quad \frac{C\varepsilon^2}{2}$

$A - \Delta W + Q \to Q = A - \Delta W = \frac{1}{5}\varepsilon^2 C + \frac{2}{5}\varepsilon^2 C - \frac{C\varepsilon^2}{2} -$
$- \frac{3}{5}\varepsilon^2 C \quad \frac{1}{2}\varepsilon^2 C = \boxed{\frac{1}{10}\varepsilon^2 C}$



$q_1 = C_1 u_1 \Rightarrow I$

$q_2 = C_2 u_2$

$q_2 - C_2 u_2$

$u_1 + u_2 = \varepsilon \quad q_1 - C_1 u_1$

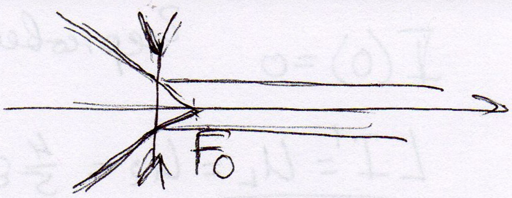
$\frac{q_2}{C_2} + \frac{q_1}{C_1} - \varepsilon$

$I_2 = \frac{C_2}{C_1} I$

$\frac{q_2'}{C_2} + \frac{q_1'}{C_1} = 0 \quad -\frac{I_2}{C_2} + \frac{I_1}{C_1} = 0 \quad I_2 = 4I_1 = 4I_0$

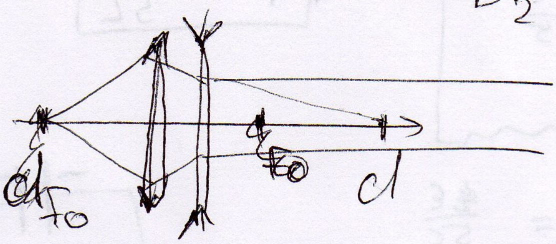
$\boxed{I_R = 5I_0}$

Черновик



$F = f_0 = 25$ см.

$D_2 = \frac{1}{F} = \frac{1}{f_0} = 4$



$D_{гл} = \frac{1}{F_{гл}} = \cancel{\frac{1}{F_0}} + \frac{1}{d}$

$D_{гл} + D_{л_2} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f_0}$

$D_{гл} + D_{л_1} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d}$

$\cancel{D_{л_1} > D_{л_2}}$, $D_{л_1} > D_{л_2}$ $\left(\frac{1}{F_1} > \frac{1}{F_2} \Rightarrow F_2 > F_1 \text{ - верно}\right)$

$3н$ $D_{л_1} = 3 D_{л_2}$

$\ominus \begin{cases} D_{гл} + 3D_{л_2} & \frac{1}{F_0} \\ D_{гл} + 3D_{л_2} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d} \end{cases}$

$2D_{л_2} = \frac{1}{d} \Rightarrow D_{л_2} = \frac{1}{2d} = \frac{1}{0{,}5d} = -2$ Дп

$D_{л_1} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{d} = -6$ Дп

$D_{гл.} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d}$ - нужно найти.

$2 = D_{л_1} = \frac{1}{d_0} - \frac{1}{d}$ $\quad \frac{1}{d} = 6$

$\frac{1}{d} = \frac{1}{d_0} + 2$ $\quad d = \frac{1}{6}$

$D_{л_2} + D_{гл} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{F_0}$

$D_{л_1} < 0$ $\quad D_{л_2} < 0$

$D_{л_1} + D_{гл} > D_{л_2} + D_{гл}$

$D_{л_1} + D_{гл} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d_0}$

$D_{л_1} > D_{2л}$ $\quad \left(\begin{matrix} D_{2л} > D_{л_1} \\ D_{2л} > -D_{л_2} \end{matrix}\right)$

$D_{л_2} = 3 D_{л_1}$

$\Rightarrow D_{л_2} = 3D_{л_1}$

$\ominus$ $3D_{л_1} + D_{гл} = \frac{1}{F_0}$ $\quad 2 D_{л_1}$ $\quad \frac{1}{d_0}$

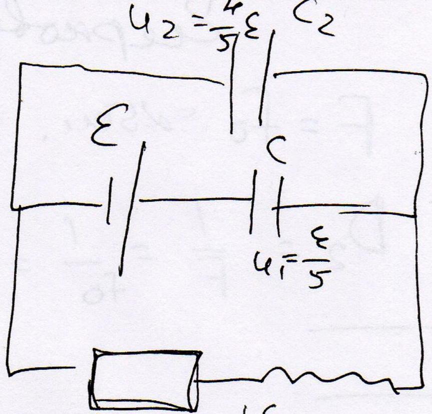
$\cancel{3D_{л_1}} > -D_{2л} > -D_{л_1}$

$D_{л_1} + D_{гл} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d_0}$ $\quad D_{л_2} = -6$ Дптр $\quad D_{л_1} = -\frac{1}{2d_0} = -2$ Дптр.

$\frac{D_{л_2}}{D_{л_1}} > 1$ $\quad D_{л_2} = 3D_{л_1}$.

Черновик

1)

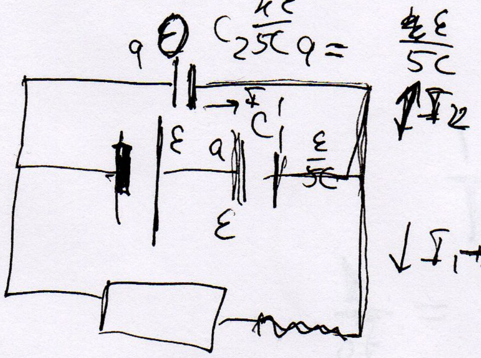


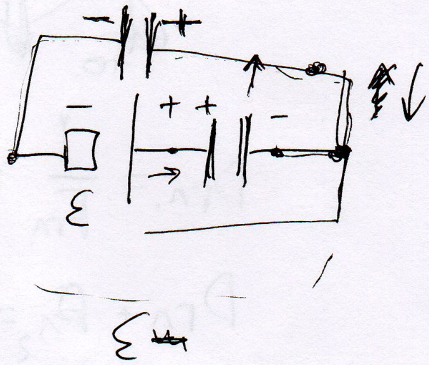
$I(0) - 0$

$LI' = U_L = U_2 = \frac{4}{5}\varepsilon$

$$\boxed{I' = \frac{4\varepsilon}{5L}}$$

2)





$\frac{Cu^2}{2}$

$R(I_1 + I_2) = U_2 - \varepsilon - U_1$

$\frac{u_1^2 C_1}{2} + \frac{u_2^2 C_2}{2} =$

$= 0 + \frac{\varepsilon^2 C q}{2} +$

$+ Q$

$q_2 C_2 = U_2$ $\quad q_2' = I_2$

$q_1' = I_1$

$C \; q_н = U_1 \cancel{q_н} =$

$= \frac{\varepsilon}{5\cancel{u}} \cdot c \quad U_2 = \varepsilon - U_1$

$A = \Delta W + Q$

$q_н = \frac{\varepsilon}{5C}$

$q_2 C_2 = \varepsilon - q_1 C_1$

$U_1 = \frac{\varepsilon}{5C}$

$A = \varepsilon \Delta q \quad \frac{\varepsilon^2 C}{2} - \frac{\varepsilon^2 C}{25C} -$

$q_к = \frac{\varepsilon}{C}$

$q_2' C_2 = -q_1' C_1$

$- \frac{16\varepsilon^2 C}{25C} + Q$

$\Delta q -$

$\Delta q = \frac{4}{5}\frac{\varepsilon}{C}$

$I_2 C_2 = -I_1 C_1$

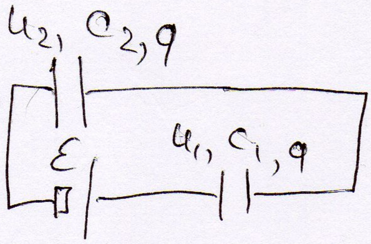
$\frac{4}{5}\frac{\varepsilon^2}{C} = \frac{\varepsilon^2 C}{2}$

$\left|\frac{I_2}{I_1}\right| = \left|-\frac{C_1}{C_2}\right| = \frac{C}{4C} \Rightarrow \frac{1}{4}$

$I_1 = 4 I_2$

21200081 (U154080 M1268315)

№ 3 Чистовик



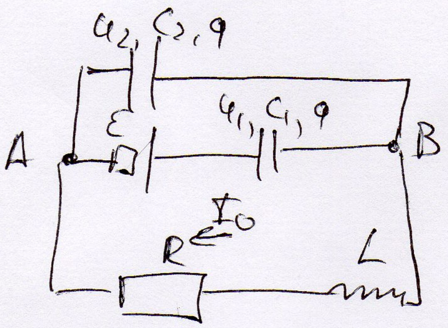
Перед замыканием ключа (момент времени $t=0$)

$U_1 + U_2 = \mathcal{E}$ $U_1 C_1 = q = U_2 C_2$ (т.к. последовательно)

$U_1 C = 4C U_2 \to 5U_2 = \mathcal{E}$ и $U_2 = \frac{\mathcal{E}}{5}$, $U_1 = \frac{4\mathcal{E}}{5}$

$q = \frac{4\mathcal{E}C}{5}$

1) Момент, когда ключ замкнули:



$I_0 = I(0) = 0$ (т.к. есть катушка)

$U_L = LI'$

$U_L = U_2(0) = U_2 \Rightarrow$

$\to \boxed{I' = \frac{\mathcal{E}}{5L}}$

2) при прохождении тока через резистор, конденсатор 1 заряжается, а 2 - разряжается. ($U_1\uparrow$, $U_2\downarrow$)

Ток закончит течь, если $U_{1*} = \mathcal{E}$, $U_{2*} = 0$ (т.к. $\varphi_A - \varphi_B = 0$)

при этом заряд, который протащит батарея, будет равен разности зарядов на 1 конденсаторе в моменты 0 и конечный.

$q_1(0) = q_1 = \frac{4\mathcal{E}C}{5}$ $q_к = C_1 \cdot \mathcal{E} = \mathcal{E}C$.

$\Delta q = q_к - q = \frac{1}{5}\mathcal{E}C$ ($A_Б = \Delta q\,\mathcal{E} = \frac{1}{5}\mathcal{E}^2 C$)

$W_н = \frac{C_1U_1^2}{2} + \frac{C_2U_2^2}{2} = \frac{C\,16\mathcal{E}^2}{2\cdot 25} + \frac{4C\,\mathcal{E}^2}{2\cdot 25} = \frac{20C\mathcal{E}^2}{50} = \frac{2}{5}C\mathcal{E}^2$

$W_к = \frac{C_1U_{1*}^2}{2} + \frac{C_2U_{2*}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{4C\cdot 0}{2}$

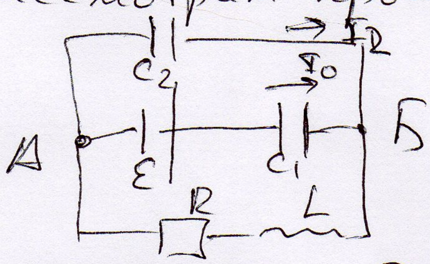
Чистовик

Тогда $A_Б = \Delta W + Q \Rightarrow Q = A_Б - (W_к - W_н) =$

$= \frac{1}{5}\varepsilon^2 C + \frac{2}{5}\varepsilon^2 C - \frac{1}{2}\varepsilon^2 C = \frac{3}{5}\varepsilon^2 C - \frac{1}{2}\varepsilon^2 C = \frac{1}{10}\varepsilon^2 C$

$\boxed{Q = \frac{1}{10}\varepsilon^2 C}$

3) Рассмотрим произвольный момент:



(Ток I_2 идёт по часовой, т.к. правая обкладка кон 2 заряжена положительно, а заряд + уходит с 2 конденсатора)

Для точек А, Б:

$\varphi_A - \varphi_Б \quad -\varepsilon + U_1 = -U_2$

$\varepsilon = U_1 + U_2$

~~$U_1 = q_1^* C_1$~~ $\quad U_1 = \frac{q_1^*}{C_1}$

~~$U_2 = q_2^* C_2$~~ $\quad U_2 = \frac{q_2^*}{C_2}$

~~$\varepsilon = q_1^* C$~~ $\quad \varepsilon = \frac{q_1^*}{C_1} + \frac{q_2^*}{C_2}$

$(\varepsilon)' = \left(\frac{q_1^*}{C_1}\right)' + \left(\frac{q_2^*}{C_2}\right)'$

$0 = \frac{I_1}{C_1} - \frac{I_2}{C_2}$ (т.к. $(q_2^*)'$ отрицательна q_2^* - уменьшается)

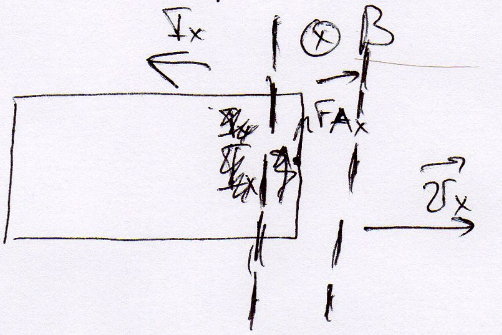
$\frac{I_2}{4C} = \frac{I_1}{C_1} \quad I_2 = 4I_1 = 4I_0$

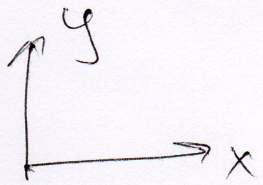
Тогда через R: $I_R = I_2 + I_1 = 4I_0 + I_0 = \boxed{5I_0}$

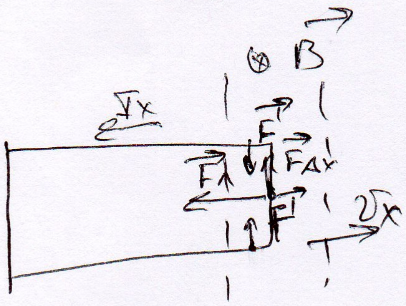
Ответ: 1) $I'(0) = \frac{\varepsilon}{5L}$ 2) $Q = \frac{1}{10}\varepsilon^2 C$ 3) $I_R = 5I_0$

Пока рамка не войдёт в поле, на неё действуют силы $m\vec{g}$ и $\vec{N}$, направленные в разные стороны, перпендикулярно столу, равные по величине

Когда край рамки зашёл в поле







1) На частицы в рамке действует сила Ампера$_x$, ~~равная $F_A = Bv_x$~~ направленная вверх, зн. туда потечёт ток. (по правилу левой руки)

На движущиеся заряды в проводнике действует сила Лоренца $F_л = BId$, направленная против оси ox (по правилу левой руки)

на участки параллельные ox ~~$F_л$ не оказывают влияние~~ две силы $F_л'$ действуют так, что не оказывают влияния (т.к. части проводников в поле равны, а токи противоположны)

$$I = \frac{|\varepsilon_и|}{R} = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t R} = \frac{B\Delta S}{R\Delta t} = \frac{Bv_x d}{R}$$

Тогда в момент 0 $\quad ma = -F_л(0) = -BId = -\frac{B^2d^2v_x(0)}{R} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{a_0 = -\frac{B^2d^2v_0}{mR}} \quad (v_x(0)=0)$$

2) Пока рамка идёт в поле её скорость уменьшается

$$ma_x = -F_л$$

$$m\frac{dv_x}{dt} = -\frac{B^2d^2v_x}{R}$$

21200081 (U154080 M1268315)

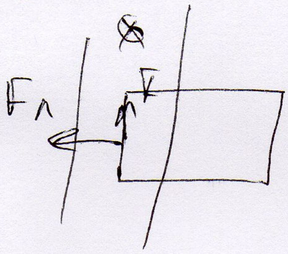
$m\,dv_x = -\frac{B^2 d^2 v_x\,dt}{R} = -\frac{B^2 d^2\,dl}{R}$ Чистовик

~~когда~~ правый конец пробдет $l = \frac{H}{5} = \frac{d}{5}$, при этом, т.к. $b - 3d > H$ — второй конец ещё не войдёт в поле ⇒

→ $m(v_1 - v_0) = -\frac{B^2 d^2 \cancel{H}}{R}$

$$\boxed{v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3}{5Rm}}$$

3) Рассмотрим момент, когда второй конец рамки в поле



аналогично:

$m\,dv_x = -\frac{B^2 d^2\,dl}{R}$

$m(v_2 - v_1) = -\frac{B^2 d^2 d}{5R}$

$v_2 = v_1 - \frac{B^2 d^3}{5Rm} = v_0 - \frac{2B^2 d^3}{5Rm}$

Ответ: $a(0) = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$; $v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3}{5Rm}$, $v_2 = v_0 - \frac{2B^2 d^3}{5Rm}$

№3

(3) $D_{гл} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d}$ → возможно видеть

$$\begin{cases} D_{гл} + D_{л1} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d_1} & (1) \\ D_{гл} + D_{л2} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{F_0} \quad (d_2 \to \infty) & (2) \end{cases}$$

$(D_{л1} < 0;\ D_{л2} < 0;\ D_{гл} > -D_{л1};\ D_{гл} > -D_{л2})$

⇓

$D_{л2} < D_{л1}$ (но, т.к. они обе < 0)

$D_{л2} = 3D_{л1}$

(2) − (1) ⇒ $2D_{л1} = -\frac{1}{d_1}$ ⇒ $D_{л1} = -\frac{1}{2d_1} = -\frac{1}{2 \cdot 0{,}25} = -2$ Дп

$\boxed{D_{л2} = -6 \text{ Дп.}}$

Чистовик.

(2) - (3):

$D_{л2} \quad -\frac{1}{d} \Rightarrow d = -\frac{1}{D_{л2}} = \frac{1}{6}$ м $< 0,25$ см $\Rightarrow$ верно

$\boxed{d_{мин} = \frac{1}{6} м}$

3) для другой линзы $d_3 = 50$ см

(4) $D_{гл} + D_{л3} = \frac{1}{f_0} + \frac{1}{d_3}$

(3) - (4) $D_{л2} \quad D_{л3} = -\frac{1}{d_3} \Rightarrow D_{л3} = D_{л2} + \frac{1}{d_3} = 6 + \frac{1}{0,5} =$

$= -6 + 2 = -4$ Дп

$\boxed{D_{л3} = -4 Дп}$

Ответ: $d_{мин} = \frac{1}{6}$ м; $D_{л2} = -6$ Дп; $D_{л3} = -4$ Дп

Пояснение: человек близорукий, т.к. его хрусталик «слишком сильно фокусирует» => нужно рассеивать идущие к нему лучи, т.к. все линзы в его очках рассеивающие => $D_л < 0$ (а $D_{гл}$ > любой $D_л$, поэтому получаем более «слабую» собирающую линзу, для которой $D = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$, рассматривая систему «хрусталик + линза», оптические силы при этом складываются)