Часть 1

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

Шифр: **21202608**

ID профиля: **263934**

Вариант 4

Черновик.

$Q=\frac{9}{40}R\nu\frac{T_0}{4}=\frac{9}{160}\nu RT_0$

$C(T)=\frac{9}{5}R\frac{T}{T_0}$

$144-81=63$

$C_m=\left(\frac{9}{5}R\frac{\frac{3}{4}T_0}{T_0}-\frac{9}{5}R\right)\frac{1}{2}=\left(\frac{9}{5}\cdot\frac{3}{4}-\frac{9}{5}\right)\frac{1}{2}R=$

$Q=C(T)\nu\Delta T$

$=\frac{1}{4}\cdot\frac{9}{5}\cdot\frac{1}{2}R=$

$=\frac{9}{40}R$

$Q=(T)=\frac{9}{5}\frac{\nu R}{T_0}TdT$

$Q_1=\int_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0}\frac{9\nu R}{5T_0}TdT=\frac{9\nu RT^2}{10T_0}\Big|_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0}=\frac{9\nu R\frac{9}{16}T_0^2}{10T_0}-\frac{9\nu RT_0^2}{10T_0}=$

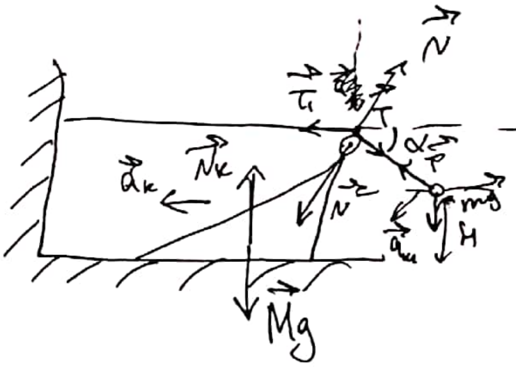
$=\frac{81\nu RT_0}{160}-\frac{9\nu RT_0}{10}=\frac{(81-16)\nu RT_0}{160}=-\frac{65\nu RT_0}{160}=-\frac{13\nu RT_0}{32}.$

$Q=A+\Delta U$

$\int_{T_0}^{x}\frac{9\nu RT}{5T_0}dT=A+\frac{3}{2}\nu R(x-T_0)$ $\quad\Delta U=\frac{3}{2}\nu R\Delta T=\frac{3}{2}\nu R(x-T_0)$

$\frac{9\nu RT^2}{10T_0}\Big|_{T_0}^{x}+\frac{3}{2}\nu R(T_0-x)=A$

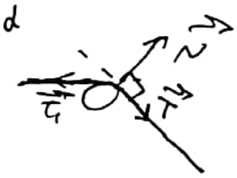
$A=\frac{9\nu R(x^2-T_0^2)}{10T_0}+\frac{3}{2}\nu R(T_0-x)$



$A(x)=\frac{9\nu Rx^2}{10T_0}-\frac{3}{2}\nu Rx-\frac{9\nu RT_0}{10}+\frac{3}{2}\nu RT_0$

$x_B=\frac{\frac{3}{2}\nu R}{\frac{9\nu R}{5T_0}}=\frac{\frac{1}{2}}{\frac{3}{5T_0}}=\frac{5T_0}{6}$ $\quad 288-64=$

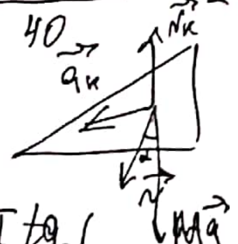
$\begin{cases}T_1=T\cos\alpha+N\sin\alpha\\ N\cos\alpha-T\sin\alpha=0\end{cases}$



$A(x_B)=\frac{9\nu R\cdot\frac{25T_0^2}{36}}{10T_0}-\frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{5T_0}{6}-\frac{9\nu RT_0}{10}+\frac{3\nu RT_0}{2}=$

$=\frac{\nu RT_0\cdot 25}{40}-\frac{5\nu RT_0}{4}-\frac{9\nu RT_0}{10}+\frac{3\nu RT_0}{2}=\nu RT_0\left(\frac{5}{8}-\frac{5}{4}-\frac{9}{10}+\frac{3}{2}\right)=$

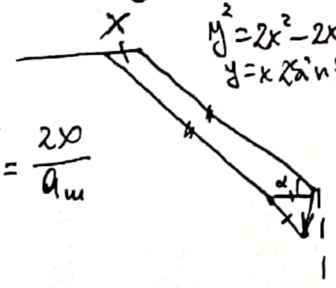
$=\nu RT_0\cdot\frac{25-50-36+60}{40}=\nu RT_0\cdot\frac{85-122}{40}=-\frac{37}{40}\nu RT_0.$



$\begin{cases}T\cos\alpha=ma\sin\beta\\ mg-T\sin\alpha=ma\cos\beta\end{cases}$

$N=T\,tg\,\alpha$

$N\sin\alpha=Ma_K$



$y^2=2x^2-2x^2\cos\alpha$

$y=x\cdot 2\sin\frac{\alpha}{2}$

$T_1=T\cos\alpha+N\sin\alpha+m_xa_x\sin\beta$

$N\cos\alpha-T\sin\alpha=-m_xa_x\cos\beta$

$t^2=\frac{2S}{a}=\frac{2lx\sin\frac{\alpha}{2}}{a_K}=\frac{2x}{a_m}$

$90-\frac{180-\alpha}{2}=\frac{\alpha}{2}$

Чистовик.

№12.

I $Q(t) = C(t)\,\nu\,dT$

$Q(t) = \dfrac{9\nu RT}{5T_0}dT$

$Q_x = \int\limits_{T_0}^{x}\dfrac{9\nu RT}{5T_0}dT = \dfrac{9\nu RT^2}{10T_0}\Big|_{T_0}^{x} = \dfrac{9\nu Rx^2}{10T_0} - \dfrac{9\nu RT_0^2}{10T_0} = \dfrac{9\nu R(x^2-T_0^2)}{10T_0}$

Q_x - количество теплоты, которое получит (или отдаст) ~~газ~~ газ ~~за~~ в процессе ~~от~~ изменения температуры с T_0 до x К.

Тогда при $x = \frac{3}{4}T_0$ $Q_x < 0$, значит,

$Q_1 = -Q_x\left(\frac{3T_0}{4}\right) = -\dfrac{9\nu R\left(\left(\frac{3T_0}{4}\right)^2 - T_0^2\right)}{10T_0} = \dfrac{9\nu R\left(T_0^2 - \frac{9T_0^2}{16}\right)}{10T_0} =$

$= \dfrac{9\nu RT_0\cdot\frac{7}{16}}{10} = \dfrac{63\nu RT_0}{160}$.

1.) В процессе охлаждения до $\frac{3T_0}{4}$ газ отдаст $\underline{\underline{Q_1 = \frac{63\nu RT_0}{160}}}$.

II $Q = A_2 + \Delta U$

He - одноатомный, значит, $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$

$Q_x = A_2 + \frac{3}{2}\nu R(x - T_0)$

$\dfrac{9\nu R(x^2-T_0^2)}{10T_0} + \frac{3}{2}\nu R(T_0 - x) = A_2$

$\dfrac{9\nu R}{10T_0}x^2 - \dfrac{3\nu R}{2}x + \dfrac{3\nu RT_0}{2} - \dfrac{9\nu RT_0}{10} = A_2$

$A(x) = \dfrac{9\nu R}{10T_0}x^2 - \dfrac{3\nu R}{2}x + \dfrac{3\nu RT_0}{5}$ - квадратичная функция

Значит, $A(x)$ принимает своё наименьшее значение в вершине (т.к. $\frac{9\nu R}{10T_0} > 0$)

2.) $x_B = -\dfrac{b}{2a}$; $x_B = \dfrac{\frac{3\nu R}{2}}{\frac{9\nu R}{5T_0}} = \dfrac{3}{2}\cdot\dfrac{5T_0}{9} = \dfrac{5T_0}{6}$

3.) $A(x_B) = \dfrac{9\nu R\cdot 25T_0^2}{10T_0\cdot 36} - \dfrac{3\nu R}{2}\cdot\dfrac{5T_0}{6} + \dfrac{3\nu RT_0}{5} = \dfrac{5T_0\nu R}{8} - \dfrac{5T_0\nu R}{4} + \dfrac{3\nu RT_0}{5} = \dfrac{(25+24-50)\nu RT_0}{40} =$

$= -\dfrac{\nu RT_0}{40}$

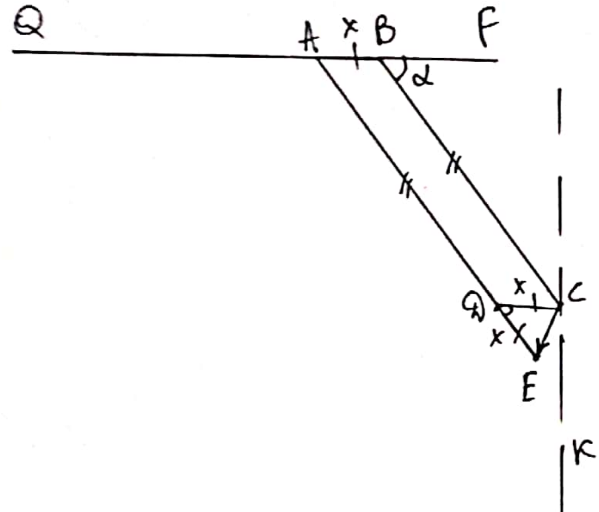
Ответ: 1.) $Q_1 = \dfrac{63\nu RT_0}{160}$; 2.) $\dfrac{5T_0}{6}$; 3.) $A_{min} = -\dfrac{\nu RT_0}{40}$

1

Чистовик.

№ 1.

Рассмотрим положение нити и шара через промежуток времени Δt после начала движения.



QBC – положение нити изначально (шар в точке C)

QAE – положение нити через время Δt (шар в точке E)

т.к. угол наклона нити к горизонту не меняется

$\angle FBC = \angle FAD = \alpha$.

За Δt отрезок нити от блока до шара увеличился на x, т.е. клин прошёл расстояние x и ~~н~~ отрезок нити после блока увеличился на x.

ΔEDC – равнобедренный, значит, $\angle DEC = \angle DCE$.

$\angle CDE = \angle BAD = \alpha$, т.к. $AB \parallel DC$

$$\angle ECK = 90^\circ - \angle DCE = 90^\circ - \frac{\angle DCE + \angle DEC}{2} = 90^\circ - \frac{180^\circ - \angle EDC}{2} =$$

$$= \frac{\angle EDC}{2} = \frac{\alpha}{2}.$$

т.к. шар ~~ра~~ перемещается по прямой CE (т.к. каждый раз будут получаться треугольники, подобные ΔDEC с общим углом $\angle C$, т.е. все точки E_i будут на CE), то $\vec{CE} \uparrow\uparrow \vec{a}$.

$$\angle(\vec{a}; \vec{CK}) = \angle(\vec{CE}; \vec{CK}) = \angle ECK = \frac{\alpha}{2}.$$

$$\cos\angle ECK = \cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}} = \sqrt{\frac{1+\frac{8}{17}}{2}} = \sqrt{\frac{25}{34}} = \frac{5\sqrt{34}}{34}$$

За Δt клин прошёл расстояние x, а шар расстояние CE

$$CE = \sqrt{DC^2 + DE^2 - 2DC\cdot DE\cos\angle CDE} = \sqrt{x^2 + x^2 - 2x^2\cos\alpha} = x\sqrt{2(1-\cos\alpha)} =$$

$$= x\sqrt{2(1-1+2\sin^2\frac{\alpha}{2})} = 2x\sin\frac{\alpha}{2}$$

Чистовик.

№1. (продолжение)

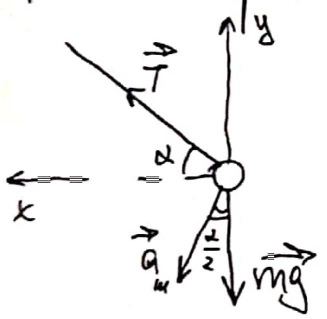
$S=\frac{at^2}{2}$ $\quad t^2=\frac{2S}{a}$

$\Delta t^2=\frac{2S_{кл}}{a_{кл}}=\frac{2S_{ш}}{a_{ш}}$

$\frac{S_{кл}}{a_{кл}}=\frac{S_{ш}}{a_{ш}}$ $\quad \frac{x}{a_{кл}}=\frac{2x\sin\frac{\alpha}{2}}{a_{ш}}$

$a_{кл}=a_{ш}\cdot\frac{1}{2\sin\frac{\alpha}{2}}$

Рассмотрим шар и силы, действующие на него



$m\vec{g}$ - сила тяжести, m - масса шара

$\vec{T}$ - сила натяжения нити.

По II закону Ньютона:

$\vec{F}=m\vec{a}$

$$\begin{cases} OX: & T\cos\alpha = ma_{ш}\sin\frac{\alpha}{2} \\ OY: & T\sin\alpha - mg = -ma_{ш}\cos\frac{\alpha}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} T=\frac{ma_{ш}\sin\frac{\alpha}{2}}{\cos\alpha} \\ \frac{ma_{ш}\sin\frac{\alpha}{2}}{\cos\alpha}\cdot\sin\alpha - mg = -ma\cos\frac{\alpha}{2} \end{cases}$$

$ma_{ш}\sin\frac{\alpha}{2}\,tg\alpha - mg + ma\cos\frac{\alpha}{2}=0 \quad |:m$

$a_{ш}(\sin\frac{\alpha}{2}tg\alpha+\cos\frac{\alpha}{2})=g$

$a_{ш}=\frac{g}{\sin\frac{\alpha}{2}tg\alpha+\cos\frac{\alpha}{2}}$; $\sin\frac{\alpha}{2}=\sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{2}}=\sqrt{\frac{1-\frac{8}{17}}{2}}=\frac{3\sqrt{34}}{34}$

$tg^2\alpha+1=\frac{1}{\cos^2\alpha}$ $\quad tg\alpha=\sqrt{\frac{1}{\frac{64}{289}}-1}=\sqrt{\frac{289-64}{64}}=\frac{\sqrt{225}}{8}=\frac{15}{8}$

$a_{ш}=\frac{g}{\frac{3\sqrt{34}}{34}\cdot\frac{15}{8}+\frac{5\sqrt{34}}{34}}\,(\sqrt{34}=\frac{g\sqrt{34}}{\frac{45}{8}+5}=\frac{g\sqrt{34}\cdot 8}{45+40}=\frac{8g\sqrt{34}}{85}$

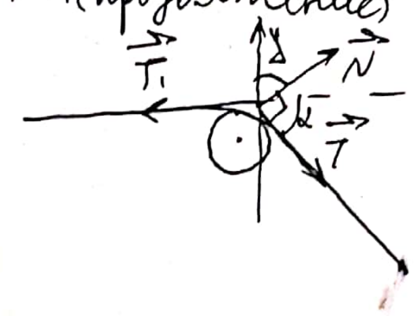
$a_{кл}=a_{ш}\cdot\frac{1}{2\sin\frac{\alpha}{2}}=\frac{8g\sqrt{34}}{85}\cdot\frac{1}{2\cdot\frac{3\sqrt{34}}{34}}=\frac{8g\sqrt{34}\cdot\sqrt{34}}{85\cdot 6}=\frac{8\cdot \cancel{34}^{2\,1}\cdot g}{\cancel{85}_5\cdot \cancel{6}_3}=$

$=\frac{8g}{15}$

Рассмотрим ~~точ~~ место касания нити и блока

Чистовик.

№ 1 (продолжение)



$\vec N$ – сила реакции блока

$\vec T_1$ – сила натяжения нити между стеной и блоком.

~~Т~~ Т.к. блок движется, $\vec N \perp \vec T$

По II закону Ньютона:

$\vec F = \Delta m \vec a$

$$\begin{cases} O_x: N\sin\alpha + T\cos\alpha = T_1 + \Delta m a_x \\ O_y: N\cos\alpha - T\sin\alpha = \Delta m a_y \end{cases}$$

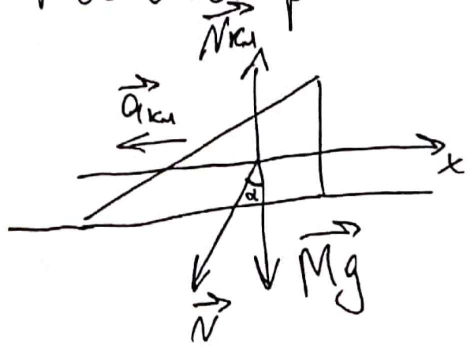
Т.к. $\Delta m \to 0$, то $\Delta m a_x \to 0$, $\Delta m a_y \to 0$

$N\cos\alpha = T\sin\alpha$

$N = T\,tg\alpha.$

Рассмотрим клин. $M\vec g$ – сила тяжести, M – масса клина

$\vec N_{кл}$ – сила реакции поверхности



По II закону Ньютона:

$\vec F = M\vec a$

$O_x: N\sin\alpha = M a_{кл}$

$T\,tg\alpha\sin\alpha = M a_{кл}.$

~~Вернемся~~ $T = \dfrac{m a_ш \sin\frac{\alpha}{2}}{\cos\alpha}$

$\dfrac{m a_ш \sin\frac{\alpha}{2}}{\cos\alpha} \cdot tg\alpha\sin\alpha = M a_{кл}$

$m a_ш \sin\frac{\alpha}{2}\, tg^2\alpha = M a_{кл}$; $\dfrac{m}{M} = \dfrac{a_{кл}}{a_ш} \cdot \sin\frac{\alpha}{2}\ \cancel{\alpha}\ tg^2\alpha$

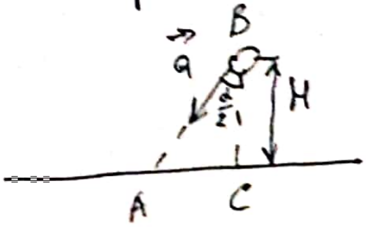
$$\frac{m}{M} = \frac{\frac{8}{15}g}{\frac{8g\sqrt{34}}{85}} \cdot \frac{3\sqrt{34}}{34} \cdot \frac{225}{64} = \frac{8}{15} \cdot \frac{225}{64} \cdot \frac{3\sqrt{34}}{34} \cdot \frac{85}{8\sqrt{34}} = \frac{\cancel{8}\cdot\cancel{225}^{15}\cdot 3\cancel{\sqrt{34}}\cdot\cancel{85}^{5}}{\cancel{15}_1\cdot\cancel{64}_8\cdot 3\cancel{4}_2\cdot 8\cancel{\sqrt{34}}} =$$

$$= \frac{225}{128}.$$

Рассмотрим движение шара.

Чистовик

№ 1. (продолжение)



$\triangle ABC$, $\angle BCA = 90^\circ$.

$$\cos\angle ABC = \frac{BC}{AB} = \frac{H}{AB}$$

$$AB = \frac{H}{\cos\angle ABC} = \frac{H}{\cos\frac{\alpha}{2}}$$

$$S = \frac{at^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2S}{a}}; \quad S = AB$$

$$t = \sqrt{\frac{2\cdot\frac{H}{\cos\frac{\alpha}{2}}}{\frac{8g\sqrt{34}}{85}}} = \sqrt{\frac{H\cdot 85}{\cos\frac{\alpha}{2}\cdot 4g\sqrt{34}}} = \sqrt{\frac{85H}{\frac{5\sqrt{34}}{34}\cdot 4g\sqrt{34}}} = \sqrt{\frac{85H}{20g}} = \sqrt{\frac{17H}{4g}}$$

Ответ: 1.) β, т.к. $\cos\beta = \cos\frac{\alpha}{2} = \frac{5\sqrt{34}}{34}$; 2.) $a_{кл} = \frac{8g}{15}$; 3.) $\frac{m}{M} = \frac{225}{128}$;
4.) $t = \sqrt{\frac{17H}{4g}}$.

Часть 2

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

Шифр: **21202608**

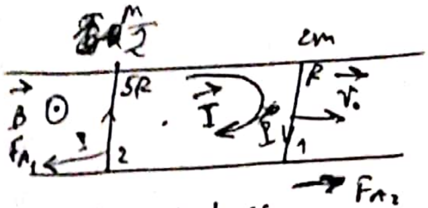
ID профиля: **263934**

Вариант 4

Черновик

$(B-B_2)IL = F_1$

$(B-B_1)IL = F_2$



$F_A = BI\ell \sin\alpha$

$\varepsilon_i = BLv_0$

$I = \frac{\varepsilon_i}{R_1+R_2} = \frac{BLv_0}{6R}$

$v_0 + BL\frac{\varepsilon}{16Rm} - BL\frac{\varepsilon}{3Rm} =$

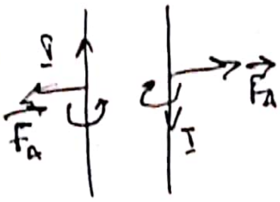
$= v_0 - \frac{BL\varepsilon}{4mR} = v_0 + \frac{B^2L^2 v_{12}}{4mR}$

$F_A = BL\cdot\frac{BLv_0}{6R} = 2ma_1 \quad a_2 = \frac{B^2L^2v_0}{3mR}$

$a_1 = \frac{B^2L^2v_0}{12mR}$

$v_{12} = v_0 + \frac{B^2L^2 v_{12}}{4mR}$

$v_{12} = \frac{4v_0 mR}{4mR - B^2L^2}$



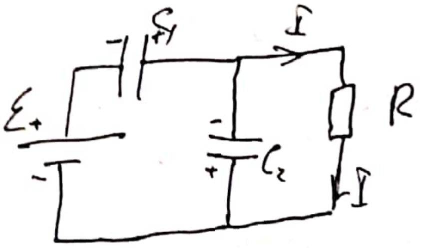
$\varepsilon_i = -\Phi' = -(BS)' = -BL\cdot\rho'(1;2)$

$\rho(1;2) = x_0 + v_0t + \frac{a_{1x}t^2}{2} - \frac{a_{2x}t^2}{2} \qquad W_1 + W_2 = Q + W_1' + W_2'$

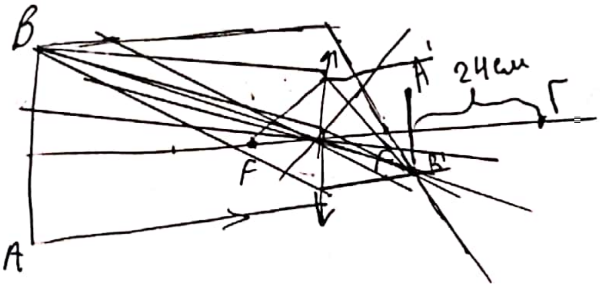
$\rho'(1;2) = v_0 + a_{1x}t - a_{2x}t$

$a_{1x} = \frac{B\frac{\varepsilon_i}{R_1+R_2}L}{2m} \qquad a_2 = \frac{B\frac{\varepsilon_i}{R_1+R_2}L\cdot 2}{m}$

$I = q'$



$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$



$32 = 24 + 8$

$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{32}{96} = \frac{1}{3}$

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

$\frac{1}{24} = \frac{1}{96} + \frac{1}{f}$

$\frac{3}{96} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{32} = f \quad \rho(\Gamma; A') = 32 + 24 = 56.$

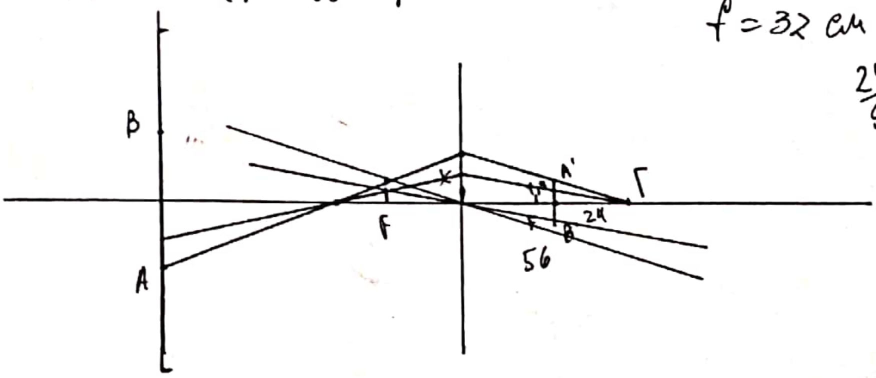
$f = 32$ см

$\frac{h}{4{,}5} = \frac{1}{3}$

$h = 1{,}5$

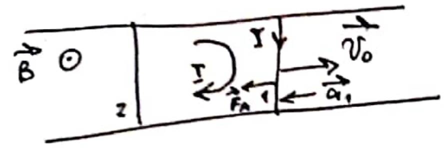
$\frac{24}{56} = \frac{1{,}5}{x}$

$\frac{3}{7} = \frac{1{,}5}{x} \quad x = 3{,}5$



Чистовик

№4.



В начальный момент

$\mathcal{E}_i = \cancel{B L} - \Phi' = -BS' = -BLv_0$

Ток пойдёт по часовой стрелке и на 1 перемычку начнёт действовать сила Ампера.

$F_A = m_1 a_1$

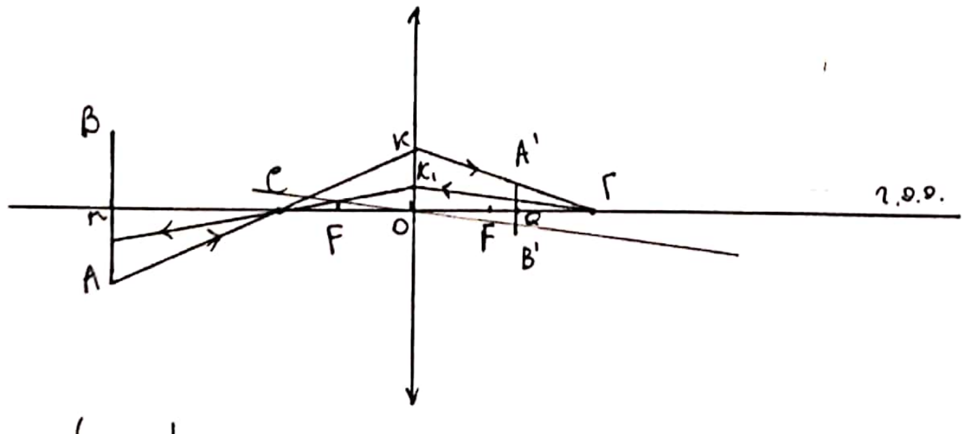
$BIL = 2ma_1 \qquad a_1 = \frac{BIL}{2m}$

$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R_0} = \frac{BLv_0}{6R}$

$a_1 = \frac{B^2L^2v_0}{12mR}$, направлено влево

Ответ: 1.) $a_1 = \frac{B^2L^2v_0}{12mR}$

№5.



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

$\frac{1}{24} = \frac{1}{96} + \frac{1}{f} \qquad \frac{1}{f} = \frac{3}{96} \qquad f = 32$ (см)

$x = f + l_{Акком} = 32 + 24 = 56$ (см)

$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{32}{96} = \frac{1}{3} = \frac{h}{H} \qquad h = 3$ (см) – диаметр изображение

Для того, чтобы глаз видел целиком всё изображение необходимо, чтобы луч, пущенный из точки A в верхний край линзы, прошёл через глаз.

Чистовик.

№5. (продолжение)

$\Delta KO\Gamma \sim \Delta A'Q\Gamma$

$$\frac{A'Q}{KO} = \frac{Q\Gamma}{O\Gamma}$$

$$\frac{1,5}{KO} = \frac{\cancel{24}^{3}}{\cancel{56}_{7}}$$

$KO = 3,5$ (см)

$D_л = 2KO = 7$ (см)

Луч AK пересёк ГОО в точке C, также любой луч, пущенный из глаза через точку на $A'B'$ пройдёт через C и через точку на AB (см. рис.)

Тогда $\Delta MAC \sim \Delta OKC$

$$\frac{AM}{OK} = \frac{MC}{OC}$$

$$\frac{4,5}{3,5} = \frac{96 - OC}{OC}$$

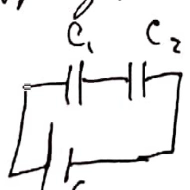
$$\frac{9}{7} = \frac{96}{OC} - 1 \qquad \frac{96}{OC} = \frac{16}{7} \qquad \frac{6}{OC} = \frac{1}{7} \qquad OC = 42 \text{ (см)}$$

Тогда, чтобы не было видно ни одной детали изображения необходимо поставить экран в точку C, которая расположена между циферблатом и его изображением, на расстоянии 42 см от линзы.

Ответ: 1.) $x = 56$ см; 2.) $D_л = 7$ см; 3.) в точку C, на расстоянии 42 см от линзы между часами и изображением циферблата.

№3.

До замыкания ключа



$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C}^{5} + \frac{1}{5C}$$

$$C_0 = \frac{5C}{6}$$

$$q = \varepsilon C_0 = \frac{5C\varepsilon}{6}$$