Часть 1

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

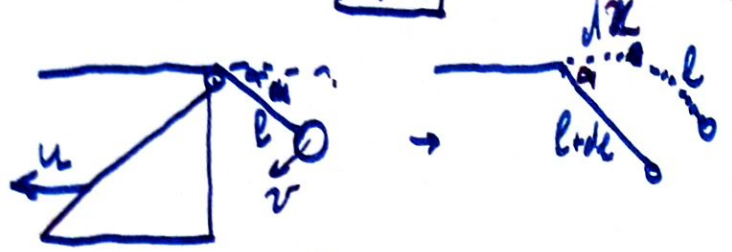
Шифр: **21201871**

ID профиля: **282035**

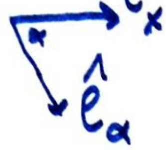
Вариант 3

Чистовик

$\boxed{N1}$



$dx = dl$



$\downarrow \hat{e}_y$

$|\hat{e}_x| = |\hat{e}_\alpha| = 1$

$|\hat{e}_y| = 1$

$\hat{e}_x \perp \hat{e}_y$

$\dot{l} = u$

1) $\vec{v}\,dt = \vec{l} + d\vec{l} - \vec{l} - d\vec{x} = d\vec{l} - d\vec{x} =$

$= u\,dt\,(\hat{e}_\alpha - \hat{e}_x)$

$\vec{v} = u(\hat{e}_\alpha - \hat{e}_x)$

$\vec{a}_ш = \dot{\vec{v}} = \dot{u}(\hat{e}_\alpha - \hat{e}_x)$

$\vec{a}_ш \uparrow\uparrow (\hat{e}_\alpha - \hat{e}_x)$

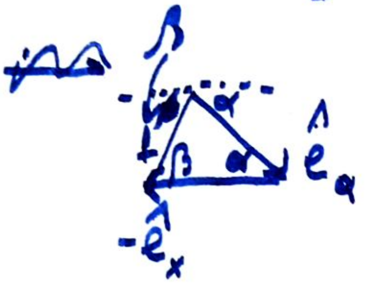
$\sin\alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{5}{13}\right)^2} =$

$= \frac{12}{13}$

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{12}{5}$

$\cos 2\alpha = 2\left(\frac{5}{13}\right)^2 - 1 =$

$= -\frac{119}{169}$



по т. косинусов

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

$= 2\sin\frac{\alpha}{2}$

по т. синусов

$\frac{1}{\sin\beta} = \frac{f}{\sin\alpha}$

$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{2\sin\frac{\alpha}{2}}$

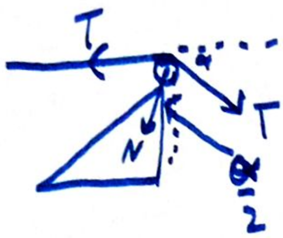
$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{\sqrt{2 - 2\cos\alpha}} = \frac{\frac{12}{13}}{\sqrt{2 - \frac{10}{13}}} = 3\frac{\sqrt{13}}{13}$

$\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{9}{13}} = 2\frac{\sqrt{13}}{13}$

$\boxed{\text{Ответ: } \operatorname{tg}\beta = \frac{3}{2}}$

Чистовик

2,3)



Из II ЗН и т. кос.:

$$N = \sqrt{2 - 2\cos\alpha}\, T = 2\sin\frac{\alpha}{2} T$$

II ЗН для клина:

$$M\dot{u} = N\sin\frac{\alpha}{2}$$

$$M\dot{u} = T \cdot 2\sin^2\frac{\alpha}{2} = T(1-\cos\alpha)$$

II ЗН для шара:

$$m a_ш \cos\beta = T\cos\alpha$$

$$m a_ш \sin\beta = mg - T\sin\alpha$$

$$a_ш \cos\beta = \vec{a}_ш \cdot \hat{e}_x = -\dot{u}(\cos\alpha - 1)$$

$$a_ш \sin\beta = \vec{a}_ш \hat{e}_y = \dot{u}\sin\alpha$$

$$\begin{cases} M\dot{u} = T(1-\cos\alpha) \\ m\dot{u}(1-\cos\alpha) = T\cos\alpha \\ m\dot{u}\sin\alpha = mg - T\sin\alpha \end{cases}$$

$$M = \gamma m$$

$$T\sin\alpha = mg - m\dot{u}\sin\alpha$$

$$\begin{cases} \gamma\dot{u} = g - \dot{u}(1-\cos\alpha) \\ \dot{u}(1-\cos\alpha) = \operatorname{ctg}\alpha(g - \dot{u}\sin\alpha) \end{cases}$$

$$\dot{u} = \frac{g\operatorname{ctg}\alpha}{1-\cos\alpha+\cos\alpha}$$

$$\dot{u} = g\operatorname{ctg}\alpha = \frac{5}{12}g$$

$$\gamma = \frac{1-\sin\alpha\operatorname{ctg}\alpha}{\cos\alpha}(1-\cos\alpha)$$

$$\gamma g\operatorname{ctg}\alpha = g\frac{1-\sin\alpha\operatorname{ctg}\alpha}{\sin\alpha}(1-\cos\alpha)$$

$$\gamma = \frac{1-\frac{12}{13}\cdot\frac{5}{12}}{\frac{5}{12}}\cdot\frac{7}{12} = \frac{8}{13}\cdot\frac{7}{5} = \frac{56}{65}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } \dot{u} = g\operatorname{ctg}\alpha = \frac{5}{12}g \quad \frac{m}{M} = \frac{65}{56}}$$

Чистовик

4) $a_ш$ верт. ускорение шара

$$a_{шy} = a_ш \sin\beta = \dot{u}\sin\alpha$$

$$\frac{a_{шy}\tau^2}{2} = H$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{шy}}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin\alpha\,\mathrm{ctg}\,\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{5}{12}g\cdot\frac{12}{13}}} = \sqrt{\frac{26H}{5g}}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } \tau = \sqrt{\frac{26H}{5g}}}$$

Чистовик

$\boxed{N2}$

$$C(T)=3R\frac{T}{T_0}$$

1) $\delta Q' = -\nu C(T)dT$ – отданное тепло

$$Q' = -\nu\int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} C(T)dT = \nu\cdot 3R\int_{\frac{3}{5}T_0}^{T_0}\frac{T}{T_0}dT = 3\nu RT_0\left(\frac{1}{2}-\frac{\left(\frac{3}{5}\right)^2}{2}\right) = \frac{3}{2}\nu RT_0\cdot\frac{16}{25}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } Q' = \frac{24}{25}\nu RT_0}$$

2,3) $\delta A = \delta Q - dU \qquad \delta Q = \nu C(T)dT$

$$\delta A = \nu C(T)dT - \frac{3}{2}\nu R dT$$

– работа газа

$$\delta A = 3\nu R dT\left(\frac{T}{T_0}-\frac{1}{2}\right)$$ ~~работа над газом~~

~~$\delta A' = 3\nu R dT\left(\frac{1}{2}-\frac{T}{T_0}\right)$ – работа газа~~

$$\frac{\delta A}{dT} \geq 0 \text{ при } T \geq \frac{T_0}{2} \Rightarrow$$ при понижении температуры $\delta A \leq 0$ $(dT \leq 0)$, пока $T \geq \frac{T_0}{2}$ (потом $\delta A > 0$)

$$T_1 = \frac{T_0}{2}$$

$$A_1 = \int_{T_0}^{T_1} 3\nu R dT\left(\frac{T}{T_0}-\frac{1}{2}\right) = \frac{3}{2}\nu RT_0\left(\left(\frac{T_1}{T_0}\right)^2-\frac{T_1}{T_0}\right)$$

$$A_1 = 3\nu RT_0\left(\frac{\left(\frac{1}{2}\right)^2-1}{2}-\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}-1\right)\right) = -\frac{3}{2}\nu RT_0\left(-\frac{1}{4}\right) = -\frac{3}{8}\nu RT_0$$

$$\boxed{\text{Ответ: } T_1=\frac{T_0}{2} \quad A_1 = -\frac{3}{8}\nu RT_0}$$

Часть 2

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

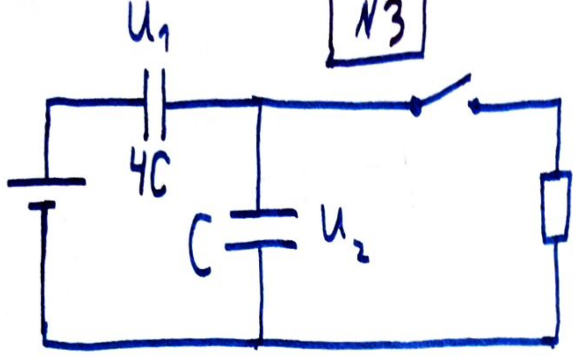
Шифр: **21201871**

ID профиля: **282035**

Вариант 3

$\boxed{№3}$

Чистовик



до замыкания $\quad q_{\Sigma 1}=q_{\Sigma 2}$

$$4CU_{10}=CU_{20},\quad U_{10}+U_{20}=\mathcal{E}$$

$$U_{10}=\frac{\mathcal{E}}{5},\quad U_{20}=\frac{4}{5}\mathcal{E}$$

1) Сразу после замыкания напряжения не поменяются

$$\Downarrow$$

$$I_{R0}=\frac{U_{20}}{R}=\frac{\frac{4}{5}\mathcal{E}}{R}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } I_{R0}=\frac{4\mathcal{E}}{5R}}$$

2) ~~М~~ В конце (при $t\to\infty$):

$$I_R=0 \Rightarrow U_{2k}=0,\quad U_{1k}=\mathcal{E}$$

$\cancel{\Delta A}$

$$\Delta q_\Sigma=4C\Delta U_1=\frac{16}{5}C\mathcal{E}$$

$$Q=A_{\text{и}}+\frac{4CU_{10}^2}{2}+\frac{CU_{20}^2}{2}-\frac{4CU_{1k}^2}{2}-\frac{CU_{2k}^2}{2}=$$

$$=\mathcal{E}\cdot\frac{16}{5}C\mathcal{E}+2C\mathcal{E}^2\cdot\frac{1}{25}+\frac{C\mathcal{E}^2}{25}\cdot 8-2\cdot C\mathcal{E}^2=$$

$$=C\mathcal{E}^2\left(\frac{16}{5}+\frac{2}{25}+\frac{8}{25}-2\right)=C\mathcal{E}^2\cdot\frac{40}{25}=\frac{8}{5}C\mathcal{E}^2$$

$$\boxed{\text{Ответ: } Q=\frac{8}{5}C\mathcal{E}^2}$$

3)

$$I_{C1} = 4CU_1' \qquad I_{C1} = I_0$$

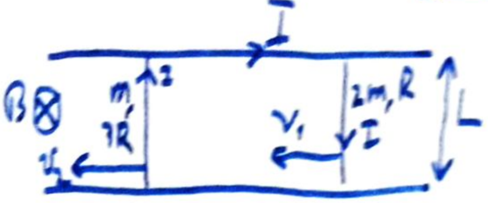
$$U_2 = \mathcal{E} - U_1 \Rightarrow U_2' = -U_1'$$

$$I_R = I_{C1} - I_{C2} = 4CU_1' - CU_2' = 5CU_1' = \frac{5}{4} I_{C1}$$

$$U_R = RI_R = \frac{5}{4} I_{C1} R$$

$$\boxed{\text{Ответ: } U_R = \frac{5}{4} I_0 R}$$

$\boxed{N4}$



$$I = \frac{\mathcal{E}}{4R}$$

$$\mathcal{E} = \left|\frac{d\Phi}{dt}\right| = B\cdot L\cdot(v_1 - v_2)$$

$v_1(0) = v_0$

$$2m a_1 = -IBL \qquad I = \frac{BL}{4R}(v_1 - v_2)$$

$$m a_2 = IBL \qquad |a_1(t=0)| = \frac{B^2L^2 v_0}{4R\cdot 2m}$$

$$a_{10} = \frac{B^2L^2v_0}{8mR}$$

$$2m\,dv_1 = -IBL\,dt$$

$$m\,dv_2 = IBL\,dt$$

$$dv_1 = -\frac{dv_2}{2}$$

$$v_0 - v_1 = \frac{v_2}{2}$$

$$m\dot{v}_2 = \frac{B^2L^2}{4R}\left(v_0 - \frac{3}{2}v_2\right)$$

$$m\dot{v}_2 = \frac{3B^2L^2}{8R}\left(\frac{2}{3}v_0 - v_2\right)$$

$$u = v_2 - \frac{2}{3}v_0$$

$$\frac{du}{u} = -\frac{3B^2L^2}{8Rm}dt$$

$$v_2(t) = \frac{2}{3}v_0\left(1 - e^{-\frac{3B^2L^2}{8Rm}t}\right)$$

$$v_1(t) = v_0 - \frac{v_2}{2} = \frac{2}{3}v_0\left(1 + \frac{1}{2}e^{-\frac{3B^2L^2}{8Rm}t}\right)$$

$$\lim_{t\to\infty} v_1 = \lim_{t\to\infty} v_2 = \frac{2}{3}v_0 \qquad (e^{-kt}\to 0)$$

Чистовик

$$\Delta v = v_2 - v_1 = -v_0 e^{-\frac{3B^2L^2}{8Rm}t}$$

$$s = s_0 + \int\limits_0^{\infty} \Delta v(t) = s_0 - v_0 \cdot \frac{8mR}{3B^2L^2}$$

Ответ:

$$a_{10} = \frac{B^2L^2v_0}{8mR}$$

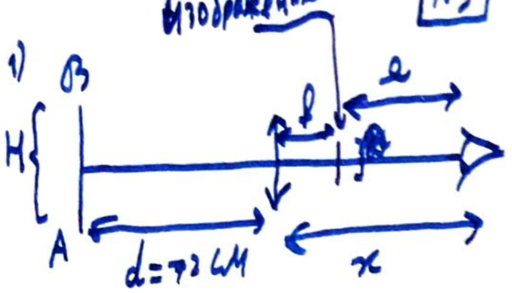
$$\lim_{t\to\infty} v_1 = \lim_{t\to\infty} v_2 = \frac{2}{3}v_0$$

$$s = s_0 - v_0 \cdot \frac{8mR}{3B^2L^2}$$

Чистовик

$\boxed{№5}$

1)



$\cancel{D = \frac{f}{d} H}$

$e = 24$ см   По ф. тонкой линзы

$F = 18$ см

$H = 9$ см

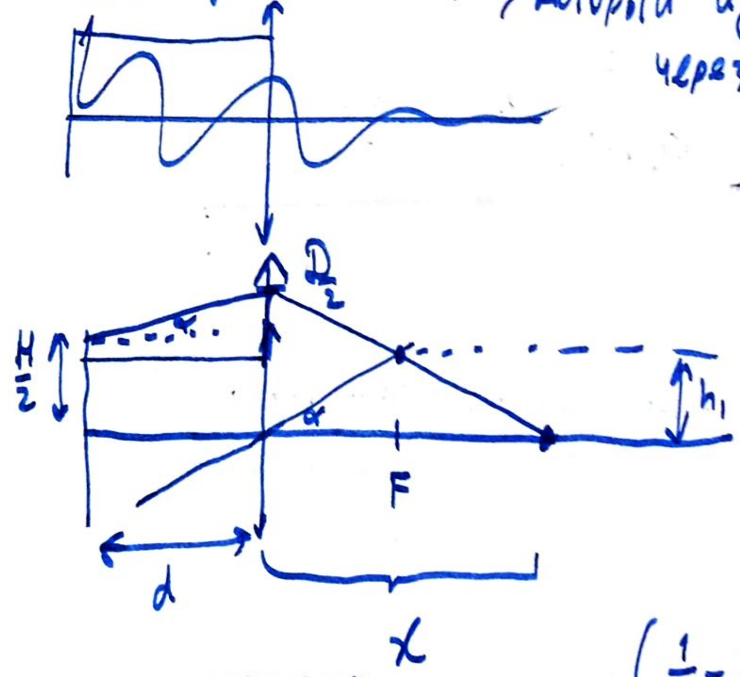
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$$

$$f = \frac{Fd}{d-F}$$

$$x = f + e \qquad x = e + \frac{Fd}{d-F} = 48 \text{ см}$$

Рассм. ход крайнего луча, который идет от края картины через край линзы в глаз

2)



$$h_1 = \frac{x-F}{x} \cdot \frac{D}{2}$$

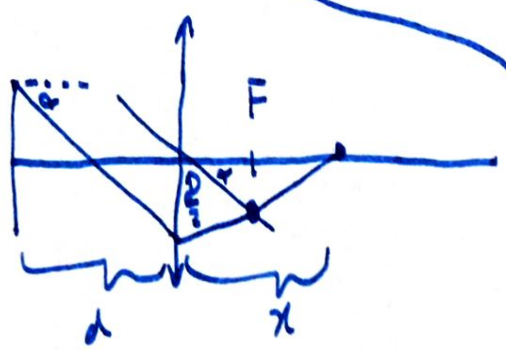
$$\frac{h_1}{F} = tg\,\alpha = \frac{\frac{D}{2} - \frac{H}{2}}{d}$$

$$\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{x}\right) \cdot \frac{D}{2} \cdot d = \frac{D}{2} - \frac{H}{2}$$

Стоит заметить, что такой луч проходит и через крайнюю точку изображения

$$D = \frac{H}{1 + \frac{d}{x} - \frac{d}{F}} \qquad H = D\left(1 + \frac{d}{x} - \frac{d}{F}\right)$$

D получается < 0 ⇒ луч идет через другой край



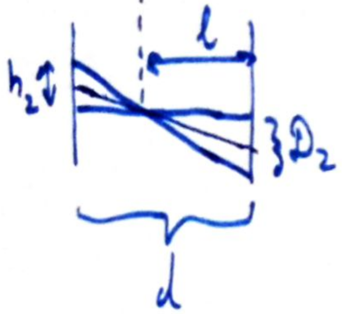
$$\cancel{h_1 = \frac{F}{x} \cdot \frac{D}{2}} \qquad h_1 = \frac{x-F}{x} \cdot \frac{D}{2}$$

$$\frac{h_1}{F} = tg\,\alpha = \frac{D+H}{2d} \qquad F(D+H)x = Dd(x-F)$$

$$D_м = \frac{HxF}{xd - Fd - Fx} = 6 \text{ см}$$

3) $D \sim H$ в формуле из п.2 $\Rightarrow$ все лучи, идущие от картины к глазу, пройдут через одну точку

(если ~~...~~ обобщить ее на произвольную точку картины на расст. H от оси)



$$D_2 = k h_2$$

$$k = \frac{Fx}{xd - Fd - Fx}$$

$$\frac{l}{d-l} = \frac{D_2}{h_2} \qquad l h_2 = k h_2 (d - l)$$

$$l = \frac{kd}{k+1} = \frac{Fdx}{xF + xd - Fd - Fx}$$

$$l = \frac{Fdx}{\cancel{Fx} + xd - Fd - \cancel{Fx}} = \frac{Fx}{x - F} = 28{,}8\text{ см}$$

Ответ:
1) $x = 48$ см
2) $D_м = 6$ см
3) $l = 28{,}8$ см