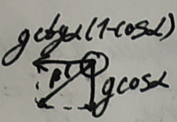
Часть 1

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

Шифр: **21202564**

ID профиля: **275343**

Вариант 1



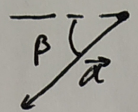
$$tg\beta = \frac{g\cos\alpha}{g\,ctg\alpha(1-\cos\alpha)} = \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$tg\beta = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{2}{5}} = 2. \quad |\ddot{y}| = g\,ctg\alpha = g\cdot\frac{\frac{3}{5}}{\frac{4}{5}} = \frac{3}{4}g$$

$$\frac{\ddot{x}t^2}{2} = H \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{\ddot{x}}} = \sqrt{\frac{2H}{g\cos\alpha}} = \sqrt{\frac{10H}{3g}}$$

Ответы: 1)



$tg\beta=2$ 2) $\frac{3}{4}g$ 3) $\frac{m}{M}=\frac{15}{4}$ 4) $\sqrt{\frac{10H}{3g}}$

Задача 2

$$dQ = dU + dA \Rightarrow C\nu dT = C_v\nu dT + p_0 dV$$

$$dQ = C\nu dT = 2R\nu\cdot\frac{T}{T_0}dT \qquad Q_1 = -\int_{Q_1} dQ = -\int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} 2R\nu\cdot\frac{T}{T_0}dT = 2R\nu\int_{\frac{5}{6}T_0}^{T_0}\frac{T}{T_0}dT =$$

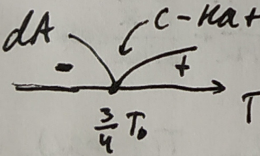
$$= 2R\nu\cdot\frac{T^2}{2T_0}\Big|_{\frac{5T_0}{6}}^{T_0} = 2R\nu\cdot\left(\frac{T_0^2}{2T_0} - \left(\frac{5T_0}{6}\right)^2 : 2T_0\right) = 2R\nu\cdot\left(\frac{T_0}{2} - \frac{25T_0}{72}\right) = R\nu\cdot\frac{11T_0}{36}$$

$$dA = 2R\nu\frac{T}{T_0}dT - \frac{3}{2}\nu R dT. \quad A = A_{min} \Rightarrow dA = 0$$

$C_v = \frac{3}{2}R$, т.к. гелий — одноатомный

$$2R\nu\frac{T}{T_0}dT - \frac{3}{2}\nu R dT = 0 \Leftrightarrow \frac{2T}{T_0} = \frac{3}{2} \Leftrightarrow T = \frac{3}{4}T_0$$

с-ка+ => $A = A_{min}$, не A_{max}



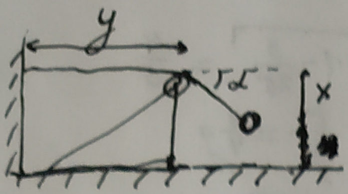
$$dA = \left(\frac{2T}{T_0} - \frac{3}{2}\right)R\nu dT \Rightarrow A_{min} = \int_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0}\left(\frac{2T}{T_0} - \frac{3}{2}\right)R\nu dT = R\nu\cdot\left(\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2}T\right)\Big|_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} =$$

$$= R\nu\cdot\left(\left(\frac{3}{4}\right)^2 T_0 - \frac{3}{2}\cdot\frac{3}{4}T_0 - T_0 + \frac{3}{2}T_0\right) = R\nu\cdot\left(\frac{9}{16} - \frac{9}{8} - 1 + \frac{3}{2}\right)T_0 = -R\nu\cdot\frac{T_0}{16}$$

Ответы: 1) $\frac{11}{36}R\nu T_0$ 2) $\frac{3}{4}T_0$ 3) $-\frac{1}{16}R\nu T_0$

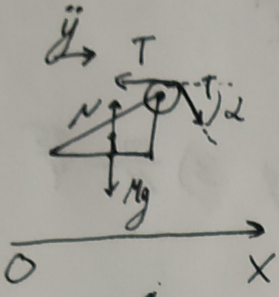
Чистовик

Задача 1

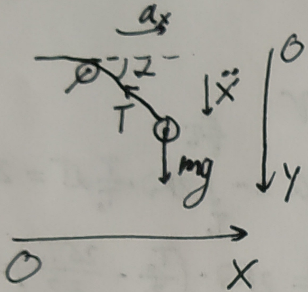


Условие постоянности длины нити:

$$y+\frac{x}{\sin\alpha}=\mathrm{const} \Rightarrow \frac{1}{\sin\alpha}\ddot{x}+\ddot{y}=0$$



На OX: $M\ddot{y}=-T+T\cos\alpha$



На OY: $m\ddot{x}=mg-T\sin\alpha$

На OX: $ma_x=-T\cos\alpha$

Расстояние от ~~груза~~ шара до стены: $y+x\cdot\mathrm{ctg}\alpha$

$$a_x=(y+x\cdot\mathrm{ctg}\alpha)''=\ddot{y}+\ddot{x}\cdot\mathrm{ctg}\alpha$$

Итого:

$$\begin{cases}(\sin\alpha)^{-1}\ddot{x}+\ddot{y}=0\\ M\ddot{y}=-T(1-\cos\alpha)\\ m\ddot{x}=mg-T\sin\alpha\\ m\ddot{y}+m\ddot{x}\,\mathrm{ctg}\alpha=-T\cos\alpha\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}-\frac{M\ddot{x}}{\sin\alpha}=-T+T\cos\alpha\\ m\ddot{x}=mg-T\sin\alpha\\ -\frac{m\ddot{x}}{\sin\alpha}+\frac{m\ddot{x}}{\sin\alpha}\cos\alpha=-T\cos\alpha\end{cases}$$

$$\begin{cases}\ddot{x}=\frac{T(1-\cos\alpha)}{M}\sin\alpha\\ \ddot{x}=g-\frac{T\sin\alpha}{m}\\ \ddot{x}=\frac{T\cos\alpha\sin\alpha}{(1-\cos\alpha)m}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\frac{T\cos\alpha\sin\alpha}{(1-\cos\alpha)m}=\frac{T(1-\cos\alpha)}{M}\sin\alpha\\ \frac{T\cos\alpha\sin\alpha}{(1-\cos\alpha)m}=g-\frac{T\sin\alpha}{m}\end{cases}$$

$$\frac{M}{m}=\frac{(1-\cos\alpha)^2}{\cos\alpha}=\frac{\left(\frac{2}{5}\right)^2}{\frac{3}{5}}=\frac{4}{15}$$

$$\frac{T}{m}\sin\alpha\cdot\left(\frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha}+1\right)=g \Leftrightarrow \frac{T}{m}=\frac{g(1-\cos\alpha)}{\sin\alpha}$$

$$\ddot{x}=\frac{T}{m}\cdot\frac{\cos\alpha\sin\alpha}{1-\cos\alpha}=g\cos\alpha$$

$$\ddot{y}=-\frac{\ddot{x}}{\sin\alpha}=-g\,\mathrm{ctg}\alpha$$

$$a_x=\ddot{x}\,\mathrm{ctg}\alpha+\ddot{y}=g\cos\alpha\,\mathrm{ctg}\alpha-g\,\mathrm{ctg}\alpha=g\,\mathrm{ctg}\alpha(\cos\alpha-1)=-g\,\mathrm{ctg}\alpha(1-\cos\alpha)$$

21202564 (U275343 M1264833)

Часть 2

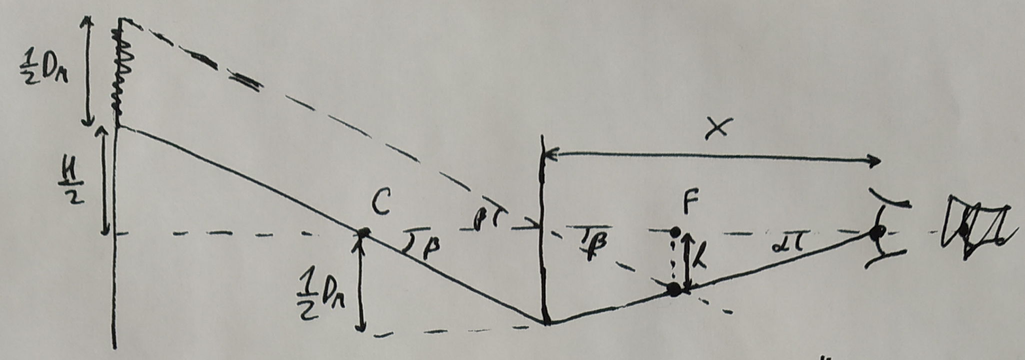
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21202564**

ID профиля: **275343**

Вариант 1

Чистовик



$$tg\alpha = \frac{h}{X-F} = \frac{\frac{1}{2}D_л}{X} \qquad tg\beta = \frac{h}{F} = \frac{\frac{1}{2}D_л + \frac{H}{2}}{b}$$

$$\frac{\frac{1}{2}D_л}{X}\cdot(X-F) = \frac{\frac{1}{2}D_л + \frac{H}{2}}{b}\cdot F$$

$$\frac{\frac{1}{2}D_л}{36см}\cdot 27см = \frac{\frac{1}{2}D_л + \frac{9}{2}см}{36см}\cdot 9см$$

$$\frac{1}{2}D_л \cdot 3 = \frac{1}{2}D_л + \frac{9}{2}\,см$$

$$\frac{1}{2}D_л = \frac{9}{4}\,см = 2,25см$$

$$D_л = 4,5см$$

Рассмотрим лучи, попадающие в глаз. У них есть общая точка – зрачок. Можно сказать, что они формируют там изображение картины. Но тогда это изображение должно получаться из другого изображения при помощи линзы. Таким образом у этих лучей есть вторая общая точка – это точка C (точка C общая для луча на картинке и для луча из центра картины в центр линзы, значит, общая и для остальных лучей). Положение точки C можно определить из формулы тонкой линзы: $\frac{1}{c} + \frac{1}{X} = \frac{1}{F}$

$c = \frac{FX}{X-F} = 12$ см. Или, из геометрических соображений:

$$tg\beta = \frac{\frac{1}{2}D_л + \frac{H}{2}}{b} = \frac{\frac{1}{2}D_л}{c} \Leftrightarrow c = \frac{\frac{1}{2}D_л b}{\frac{1}{2}D_л + \frac{H}{2}} = \frac{D_л}{D_л + H}b = 12см$$

Если поместить туда пластинку, лучи перестанут попадать в глаз.

Ответы: 1) $X = 36см$ 2) $D_л = 4,5см$ 3) на расстоянии 12 см влево от линзы

Чистовик

Через продолжительный промежуток времени система установится, значит $a_1=a_2=0 \Leftrightarrow F=0 \Rightarrow V_1=-V_2$

t	V_1	V_2
0	$-V_0$	0
∞	$-V$	V

$$\Delta V_1 = 2\Delta V_2 \Rightarrow -(V-V_0)=2V \Leftrightarrow 3V=V_0 \Leftrightarrow V=\frac{V_0}{3}$$

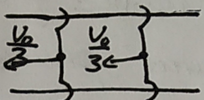
$$ds = ds_1+ds_2=(V_1+V_2)dt$$

$$ma_1=-\frac{(Bl)^2}{3R}(V_1+V_2)=-\frac{(Bl)^2}{3R}\cdot\frac{ds}{dt} \qquad a_1=\frac{dV_1}{dt}$$

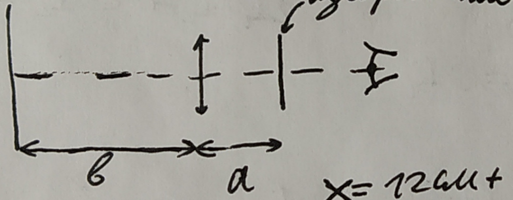
$$mdV_1=-\frac{(Bl)^2}{3R}\cdot ds \Leftrightarrow m\Delta V_1=-\frac{(Bl)^2}{3R}\Delta S$$

$$\Delta V_1=\frac{2}{3}V_0 \Rightarrow \Delta S=-\frac{3R}{(Bl)^2}\cdot\frac{2mV_0}{3}=-\frac{2mRV_0}{(Bl)^2}$$

$$s=s_0-\frac{2mRV_0}{(Bl)^2}$$

Ответы: 1) $\frac{(Bl)^2V_0}{6mR}$ 2)  3) $s_0-\frac{2mRV_0}{(Bl)^2}$

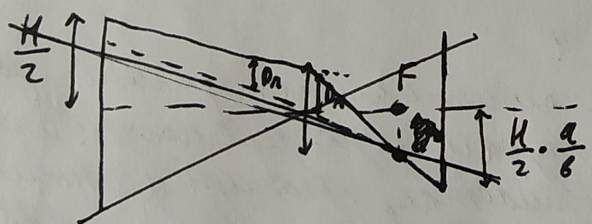
Задача 5

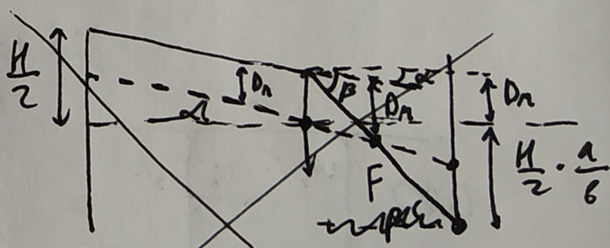


$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{F}$$

$$a=\frac{Fb}{b-F}=\frac{9см\cdot 36см}{36см-9см}=12см$$

$$x=12см+24см=36см$$





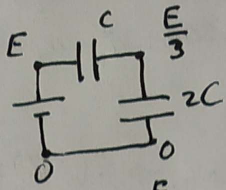
$$tg\alpha=\frac{\frac{H}{2}-D_1}{b} \qquad tg\beta=\frac{\frac{H}{2}\cdot\frac{a}{b}+D_1}{a}$$

~~$D_1=F\,tg\beta-F\,tg\alpha=F\cdot\left(\frac{\frac{H}{2}\cdot\frac{a}{b}+D_1}{a}-\frac{\frac{H}{2}-D_1}{b}\right)=F\cdot\frac{1}{ab}\left(\frac{H}{2}a+D_1b-\frac{H}{2}a+D_1a\right)=F\cdot\frac{b+a}{ab}D_1$~~

Задача 3

Чистовик

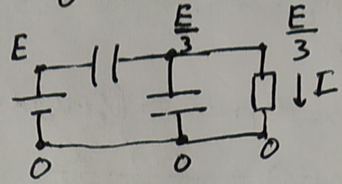
До замыкания:



$q = UC$, $W = \frac{U^2C}{2}$

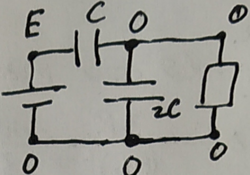
$q_1 = q_2 = \frac{2E}{3} \cdot C = \frac{E}{3} \cdot 2C$

Сразу после:



$I = \frac{E}{3R}$

Через долгое время:



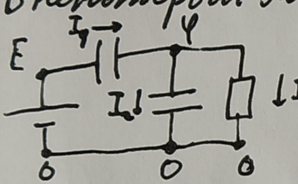
Ток по конденсаторам не течёт, значит, по резистору тоже.

$W_0 = W + Q$

$W_0 = \frac{C \cdot \left(\frac{2E}{3}\right)^2}{2} + \frac{2C \cdot \left(\frac{E}{3}\right)^2}{2} = \frac{2}{9}CE^2 + \frac{1}{9}E^2C = \frac{1}{3}CE^2$

$W = \frac{CE^2}{2}$ $\quad Q = W_0 - W = \frac{1}{6}CE^2$

В некоторый момент времени:



$\begin{cases} I_R R = \varphi \\ q_2 = 2C\varphi \\ q_1 = (E-\varphi)C \end{cases} \Rightarrow 2q_1 = 2EC - 2\varphi C = 2EC - q_2$

$2q_1 + q_2 = 2EC$

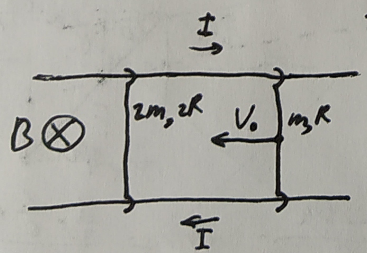
$2I_1 + I_2 = 0 \Leftrightarrow I_2 = -2I_1$

$I_1 = I_2 + I_R \Rightarrow I_R = I_1 - I_2 = 3I_1$

Когда $I_1 = I_0$, $I_R = 3I_0$

Ответы: 1) $\frac{E}{3R}$ 2) $\frac{CE^2}{6}$ 3) $3I_0$

Задача 4

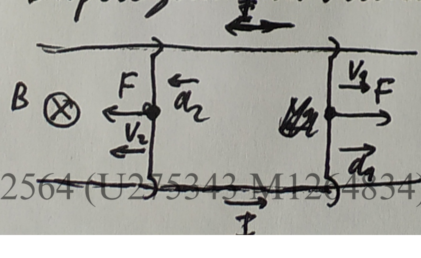


В начальный момент времени размер контура из двух перемычек и рельс уменьшается, значит уменьшается и поток через него. Тогда $\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = B\frac{dS}{dt} = B \cdot \frac{d(L \cdot s)}{dt} = -BLV_0$.

$I = \frac{\mathcal{E}}{3R}$. На перемычки действует сила Ампера. $F_1 = F_2 = BIL = \frac{BL\mathcal{E}}{3R}$

$F = \frac{(BL)^2}{3R}V_0 \quad a_2 = \frac{F}{2m} = \frac{(BL)^2V_0}{6mR}$

В произвольный момент времени:



$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = BL(V_1 + V_2)$

$I = \frac{BL(V_1+V_2)}{3R}$

$F = -\frac{(BL)^2}{3R}(V_1+V_2)$

$ma_1 = 2ma_2 = F = -\frac{(BL)^2}{3R}(V_1+V_2)$

$a_1 = 2a_2 \Leftrightarrow \Delta V_1 = 2\Delta V_2$