Часть 1

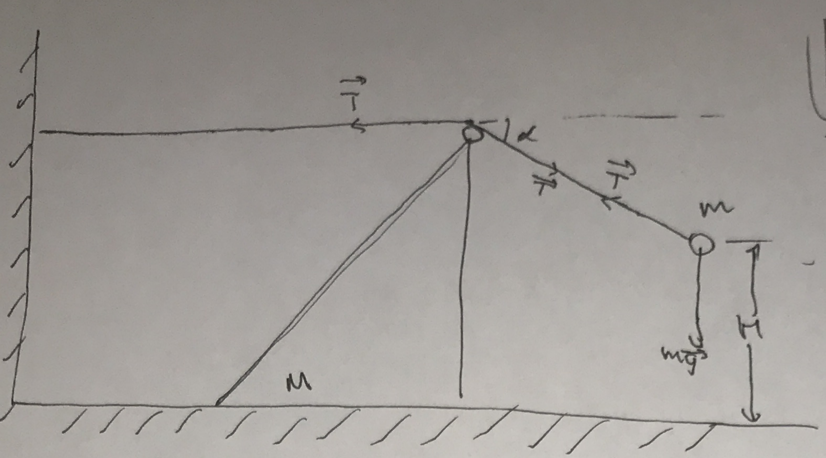
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

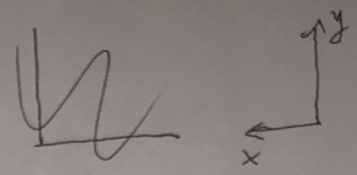
Шифр: **21200291**

ID профиля: **816895**

Вариант 2

№1 ЧИСТОВИК

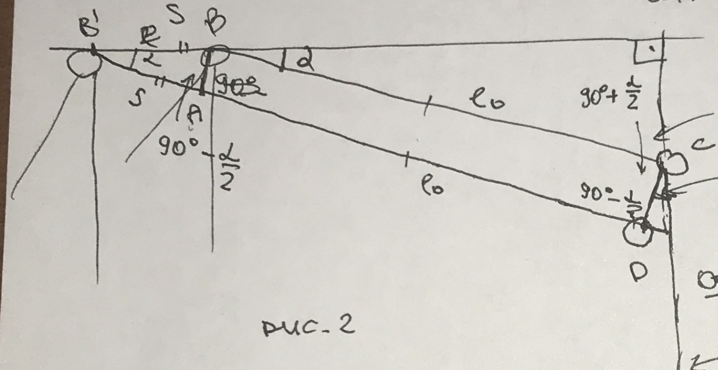




М – масса клина
m – маса шара

рис. 1

1) Пусть клин двигается с ускорением $a_к$, и проходит за какой-то промежуток малый промежуток времени расстояние S. Тогда нить, находящаяся под наклоном увеличит свою длину на S. Нач. длина нити l_0



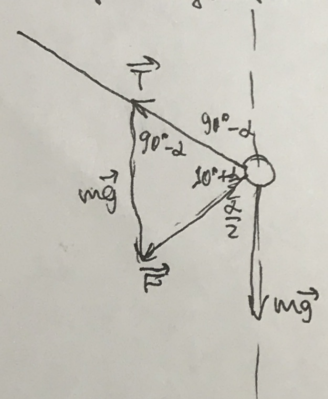
$180° - 90° + \alpha - 90° - \frac{\alpha}{2} = \frac{\alpha}{2} = \frac{\arccos\frac{4}{5}}{2}$

ОТВЕТ: $\cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1+\frac{4}{5}}{2}} = \sqrt{\frac{9}{10}} = \frac{3\sqrt{10}}{10}$

рис. 2

(См. ком. построения) Тогда искомый угол $\frac{\alpha}{2}$

2) Найдём ускорение шарика: $a_ш$:



По т. синусов:

$\frac{mg}{\sin(90°+\frac{\alpha}{2})} = \frac{F}{\sin(90°-\alpha)}$

$\frac{T}{\sin\frac{\alpha}{2}} = \frac{mg}{\sin(90°+\frac{\alpha}{2})}$

$T = tg\frac{\alpha}{2}\cdot mg$

$F = \frac{\cos\alpha}{\cos\frac{\alpha}{2}} mg$

II з-н Ньютона:

$a_ш = F/m = \frac{\cos\alpha}{\cos\frac{\alpha}{2}} g$

рис. 3

$(BA = 2BB'\cdot\sin\frac{\alpha}{2})$

из рис. 2 видно, что $a_ш = 2a_к\cdot\sin\frac{\alpha}{2} \Rightarrow a_к = \frac{a_ш}{2\sin\frac{\alpha}{2}} = \frac{\cos\alpha\, g}{2\cos\frac{\alpha}{2}\cdot\sin\frac{\alpha}{2}} =$

$= ctg\alpha\cdot g =$

ОТВЕТ: $= ctg(\arccos\frac{4}{5})\cdot g = \frac{4}{3} g$

3)

№2 чистовик

1) Молярная теплоёмкость по опр.:

$$C_V = \frac{dQ}{dT} = \frac{5}{2}\frac{\nu R}{T_0} T$$

Тогда $Q_1 = \left|\int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}} \frac{5}{2}\frac{\nu R}{T_0} T\,dT\right| = \left|\frac{5}{4}\frac{\nu R}{T_0} T^2 \Big|_{T_0}^{\frac{T_0}{2}}\right| = \left|\frac{5}{4}\frac{\nu R}{T_0}\left(\frac{T_0^2}{4} - T_0^2\right)\right| =$

$= \left|-\frac{5}{4}\frac{\nu R}{\cancel{T_0}}\cdot\frac{3}{4}T_0^{\cancel{2}}\right| =$

~~Ответ~~ $= +\frac{15}{16}\nu R T_0$: Ответ:

2) Т.к. $Q = \frac{3}{2}\nu R(T - T_0) + A$, где T – конечная температура, получаем, что:

$$\frac{3}{2}\nu R(T - T_0) + A = \int_{T_0}^{T} \frac{5}{2}\frac{\nu R}{T_0} T\,dT = \frac{5}{4}\frac{\nu R}{T_0}(T^2 - T_0^2) = \frac{5}{4}\frac{\nu R}{T_0}T^2 - \frac{5}{4}\nu R T_0$$

$$A = \frac{5}{4}\frac{\nu R}{T_0}T^2 - \frac{3}{2}\nu R T + \frac{\nu R T_0}{4}$$: Ответ:

Тогда температура, когда работа минимальна, находится как вершина параболы.

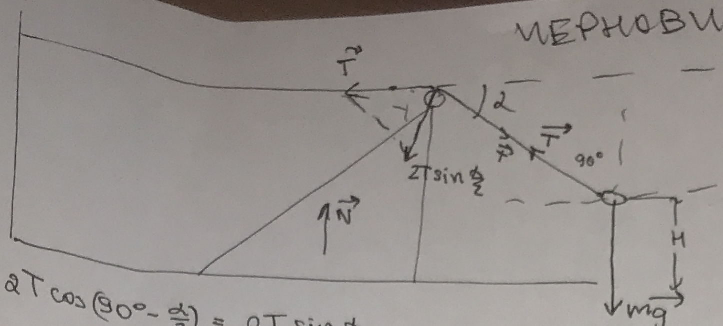
$$T_{min} = \frac{\frac{3}{2}\cancel{\nu R}}{2\frac{5}{4}\frac{\cancel{\nu R}}{T_0}} = \frac{3}{5}T_0$$

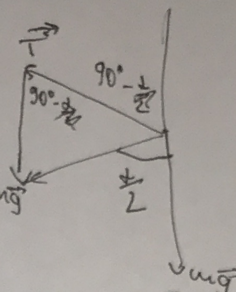
3) $A_{min} = A(T_{min}) = \frac{5}{4}\frac{\nu R}{\cancel{T_0}}\cdot\frac{9}{25}T_0^{\cancel{2}} - \frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{3}{5}T_0 + \frac{\nu R T_0}{4} =$

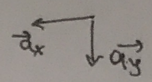
$$= \frac{9}{20}T_0\nu R - \frac{9}{10}\nu R T_0 + \frac{5\nu R T_0}{20} = -\frac{9}{20}\nu R T_0 + \frac{5}{20}\nu R T_0 =$$

Ответ: $= -\frac{1}{5}\nu R T_0$

ЧЕРНОВИК







$2T\cos(90°-\frac{\alpha}{2}) = 2T\sin\frac{\alpha}{2}$

$2T\sin\alpha/2 \cdot \cos(90°-\alpha/2) = 2T\sin^2\frac{\alpha}{2}$

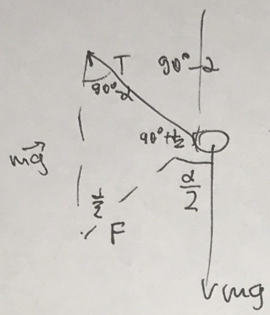
$mgH = \frac{Mv^2}{2} + mgh$

1)

$a_x = \frac{T\cos\alpha}{M}$

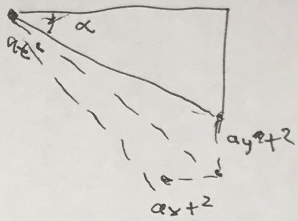
$a_y = \frac{mg - T\sin\alpha}{m}$

$a = \frac{2T\sin^2\frac{\alpha}{2}}{M}$



$ctg\,\alpha = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}\cdot g =$

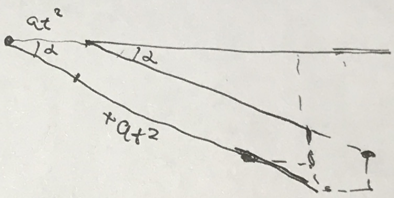
$= \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5}}g$



$\frac{mg}{\sin(90°+\frac{\alpha}{2})} = \frac{T}{\sin\frac{\alpha}{2}} = \frac{F}{\sin(90°-\alpha)}$

$\cos\frac{\alpha}{2} = \frac{1+\frac{4}{5}}{2} =$

$= \frac{3\sqrt{10}}{10}$

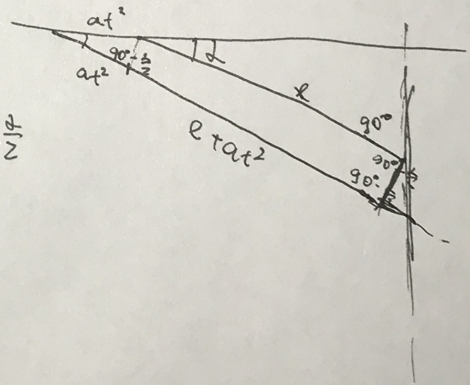


$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{10}}{10}$

$T = tg\frac{\alpha}{2}\,mg$

$F = \frac{\cos\alpha}{\cos\frac{\alpha}{2}}mg$

$a = \frac{\cos\alpha}{\cos\frac{\alpha}{2}}g$



$BB' = Vdt$

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

$a_ц = \frac{2T\sin^2\frac{\alpha}{2}}{M}$

$ctg\;\frac{\frac{4}{3}a}{2\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{10}} = 20$

5

4

№2 ЧЕРНОВИК $pV = \nu RT$

$C(T) = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}$ $\quad C = \frac{dQ}{dT} = \frac{\frac{3}{2}\nu R\,dT + p\,dV}{dT} =$ $\quad \frac{T}{p} = \frac{V}{\nu R}$

$T_0 \to T_0 \frac{1}{2}$ $\quad = \frac{3}{2}\nu R + p\frac{dV}{dT} =$

$= \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}$

$$Q = \int_{T_0/2}^{T_0} dQ = \int_{T_0/2}^{T_0} \frac{5}{2} R \frac{T\nu}{T_0}\,dT = \frac{5}{2} R \frac{\nu}{T_0}\cdot\frac{T^2}{2}\Big|_{T_0}^{T_0/2} =$$

$\frac{5}{2}\,dT\,\frac{R\nu}{T_0}\cdot($

$$= \frac{5}{4} R \frac{\nu}{T_0}\left(\frac{T_0^2}{4} - T_0^2\right) =$$

$$= -\frac{15}{16} R \frac{\nu}{T_0}\cdot T_0^2$$

$$\Delta U + A = \frac{5}{4} R \frac{\nu}{T_0}\cdot\left(T^2 - T_0^2\right)$$

$$\frac{3}{2}\nu R(T - T_0) + A = \frac{5}{4} R \frac{\nu}{T_0} T^2 - \frac{5}{4} R \nu T_0$$

$$\cancel{\frac{3}{2}\nu R T - A = \frac{5}{4}\nu R \frac{T^2}{T_0}}$$

$\frac{\nu R T_0}{4}$

$$A = \frac{5}{4}\frac{\nu R}{T_0}\cdot T^2 - \frac{3}{2}\nu R T + \cancel{\frac{\nu R T_0}{4}}\, C$$

$$T_{min} = \frac{\frac{3}{2}\nu R}{2\cdot\frac{5}{4}\frac{\nu R}{T_0}} = \cancel{\frac{12}{10}} \quad \frac{3}{5}T_0$$

$$A_{min} = \frac{5}{4}\frac{\nu R}{T_0}\cdot\frac{9}{25}T_0^2 - \frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{3}{5}T_0 - \frac{5}{4}\nu R T_0 = \frac{9}{20}\nu R T_0 - \frac{9}{10}T_0 \nu R - \frac{5}{4}\nu R T_0 =$$

$$= -\frac{9}{20}\nu R T_0 - \frac{25}{20}\nu R T_0 =$$

$$= -\frac{34}{20}\nu R T_0 = -\frac{17}{10}\nu R T_0$$

2

№1 (Продолжение)

3) Чистовик

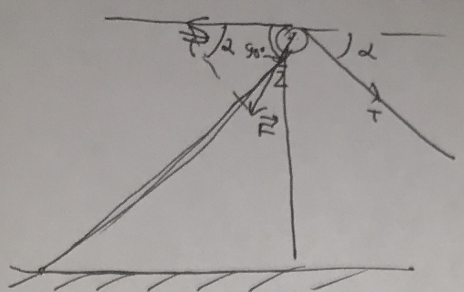


рис. 4

F — сила, действующая на клин (со стороны нити)

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

проекция на Ox:

$F_x = F\cos(90° - \frac{\alpha}{2}) = 2T\sin^2\frac{\alpha}{2}$,

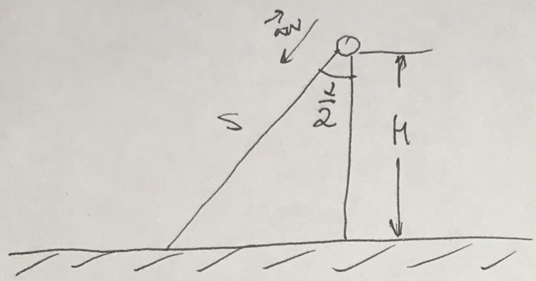
II з-н Ньютона:

$Ma_к = 2T\sin^2\frac{\alpha}{2}$

$$M = \frac{2\cdot \mathrm{tg}\frac{\alpha}{2}\cdot mg\sin^2\frac{\alpha}{2}}{\mathrm{ctg}\,\alpha\cdot g}$$

ОТВЕТ: $\frac{m}{M} = \frac{\mathrm{ctg}\,\alpha\, g}{2\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2}\cdot g\sin^2\frac{\alpha}{2}} = \frac{\mathrm{ctg}\,\alpha}{2\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2}\sin^2\frac{\alpha}{2}} = 20$

4)



прямая, по которой движется шар

$S = H/\cos\frac{\alpha}{2}$

t: $\frac{a_ш t^2}{2} = S$

ОТВЕТ: $t = \sqrt{\frac{2H}{\cos\frac{\alpha}{2}\cdot a_ш}} = \sqrt{\frac{2H}{\cos\alpha\, g}} = \sqrt{\frac{S}{2}}\ \sqrt{\frac{S}{2}\cdot\frac{H}{g}}$

Часть 2

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

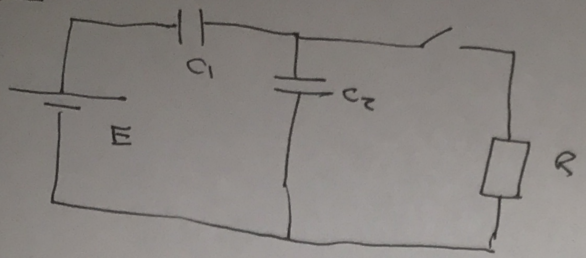
Шифр: **21200291**

ID профиля: **816895**

Вариант 2

ЧИСТОВИК

N3



$C_2 = C$

$C_1 = 3C$

1) Напряжения на конденсаторах:

$C_{общ} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

$C = \frac{q}{U}$

$q = \frac{C_1 C_2 E}{(C_1 + C_2)} = C_{общ} E = q_1 = q_2$

$U_1 = \frac{\frac{C_2 C_1 E}{(C_1 + C_2)}}{C_1} = \frac{C_2 E}{C_1 + C_2} = \frac{E}{4}$

$U_2 = \frac{C_1 E}{C_1 + C_2} = \frac{3E}{4}$

Тогда, при замыкании ключа напряжение на резисторе будет ~~рав~~ U_2 $\Rightarrow$ по з-ну Ома $I = \frac{U_2}{R} = \frac{C_1 E}{(C_1 + C_2)R} = \frac{3\cancel{C}E}{4\cancel{C}R} = \frac{3}{4}\frac{E}{R}$

ОТВЕТ:

2) По з-ну сохранения энергии:

$\frac{C_1 U_1^2}{2} + \frac{C_2 U_2^2}{2} + Q = \frac{C_1 E^2}{2}$ (напряжение на втором конденсаторе 0, т.к иначе бы будет идти ток через R)

$\frac{E^2 C_1}{32} + \frac{9 C_2 E^2}{32} + Q = \frac{C_1 E^2}{2}$

$\cancel{\frac{9C_2E^2}{32} - \frac{15C_1E^2}{32} = Q}$

$Q = \frac{48CE^2}{32} - \frac{12CE^2}{32} = \frac{36}{32}CE^2 = \frac{9}{8}CE^2$

№5 ЧИСТОВИК

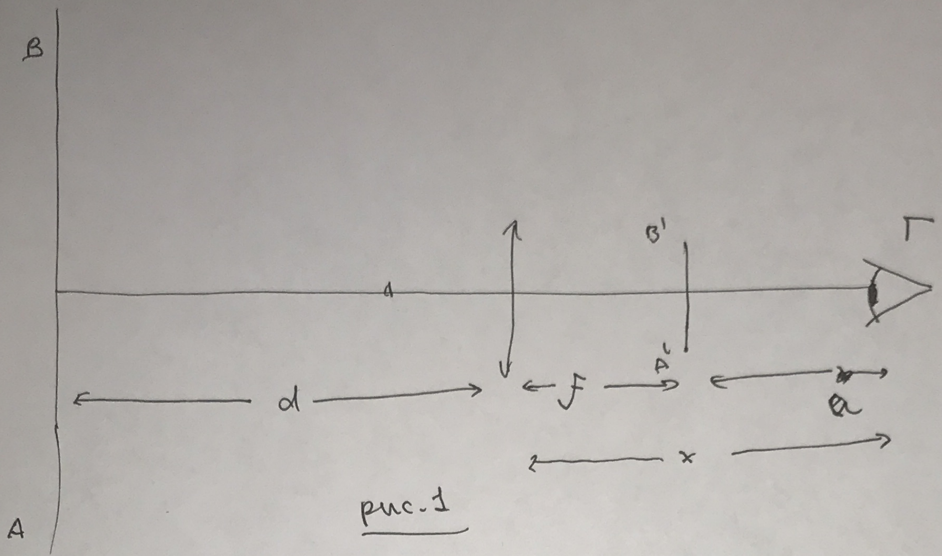


рис.1

1) Расстояние от линзы до изображения циферблата найдём по формуле тонкой линзы

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

$$f = \frac{dF}{d-F} \Rightarrow \Gamma = \frac{F}{d-F}$$, Г – увеличение циферблата

Т.к глаз аккомодировал на расстояние a, то искомое x – это:

$$x = f + a = \frac{dF}{d-F} + a = \frac{48см \cdot 12см}{48см - 12см} + 24см = \cancel{36}\ 40\ см.$$: ОТВЕТ.

2) Так как можно пренебречь размерами зрачка, то необходимо, чтобы ~~каждая~~ точка и изображения попадала в глаз. тогда минимальный диаметр линзы будет, тогда, когда выполняется условие, представленное на рис. 2

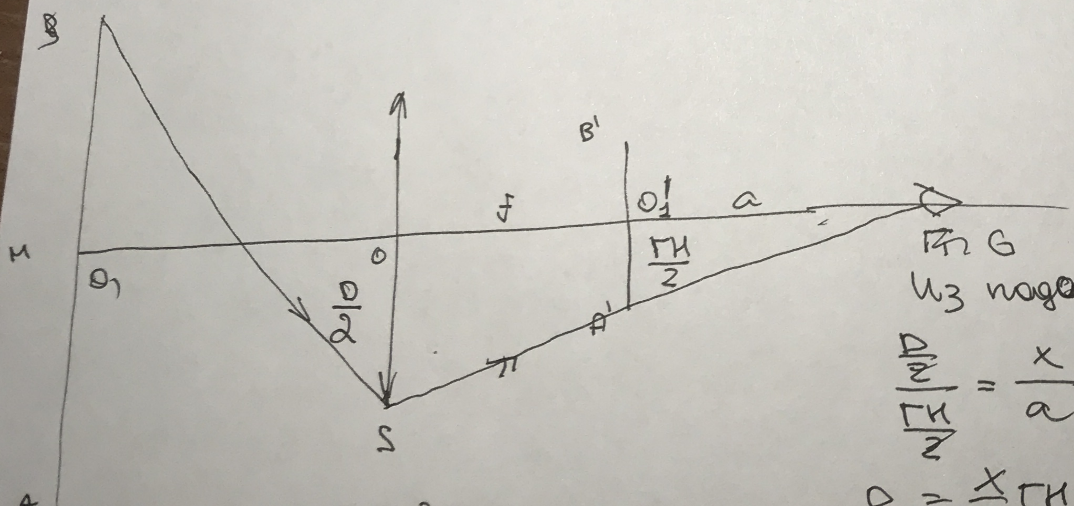


рис.2

Из подобия $\triangle A'O_1'G \sim \triangle SOG$:

$$\frac{\frac{D}{2}}{\frac{ГН}{2}} = \frac{x}{a}$$

$$D = \frac{x}{a} ГН = \frac{40см}{24см} \cdot \frac{12см}{48см - 12см} \cdot 9см =$$

$= 5см$: ОТВЕТ.

3

21200291 (U816895 M1264420)

ЧИСТОВИК

N5 (продолжение)

3) Чтобы не видеть ни одной детали изображения необходимо, чтобы выполнялось след. условие на рис. 3.

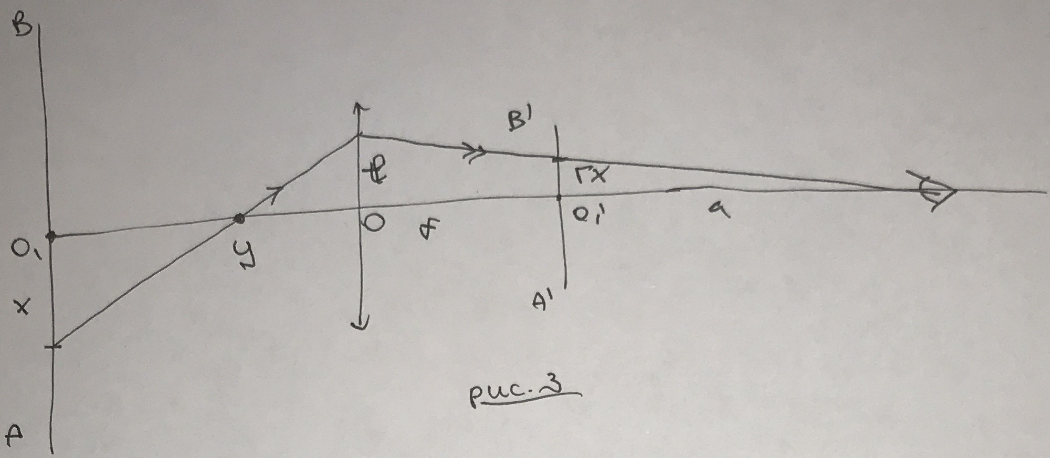


рис. 3

Пусть мы взяли какую-то точку предмета на высоте x от главной оптической оси. Тогда высота изображения этой точки Гx. Найдём где пересекает луч света из этой точки предмета глав. опт. ось.

$\frac{e}{\Gamma x} = \frac{a+F}{a} \Leftrightarrow e = \Gamma x \frac{a+F}{a}$ (из подобия треуг.)

$\frac{O_1 y}{Oy} = \frac{x}{e} = \frac{a}{\Gamma(a+F)} = 2$ => расположение т. y не зависит от x => если туда поставить маленький экран, нельзя будет увидеть ни одной детали!

$O_1 y + Oy = d$

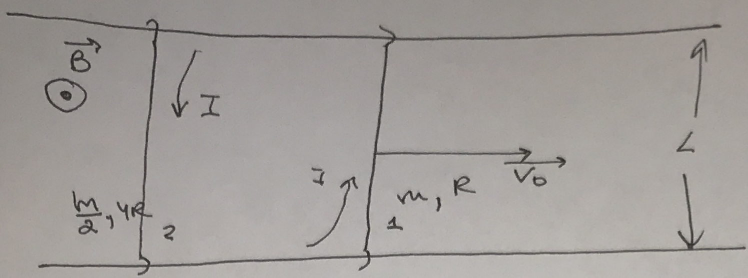
~~Oy a =~~

$\frac{d - Oy}{Oy} = 2$

$Oy = \frac{d}{3} = 16$ см : Ответ!

N4

ЧИСТОВИК



1) $\mathcal{E}_{si}$ ЭДС самоиндукции в контуре:

$$\mathcal{E}_{si} = \left|\frac{B\,dS}{dt}\right| = |B V_0 L|$$

По з-ну Ома:

$$I = \frac{\mathcal{E}_{si}}{R_1 + R_2} = \frac{B V_0 L}{5R}$$

Тогда, сила Ампера на ~~в~~ перемычку 2:

$$B I L = F_A = \frac{B^2 L^2 V_0}{5R}$$

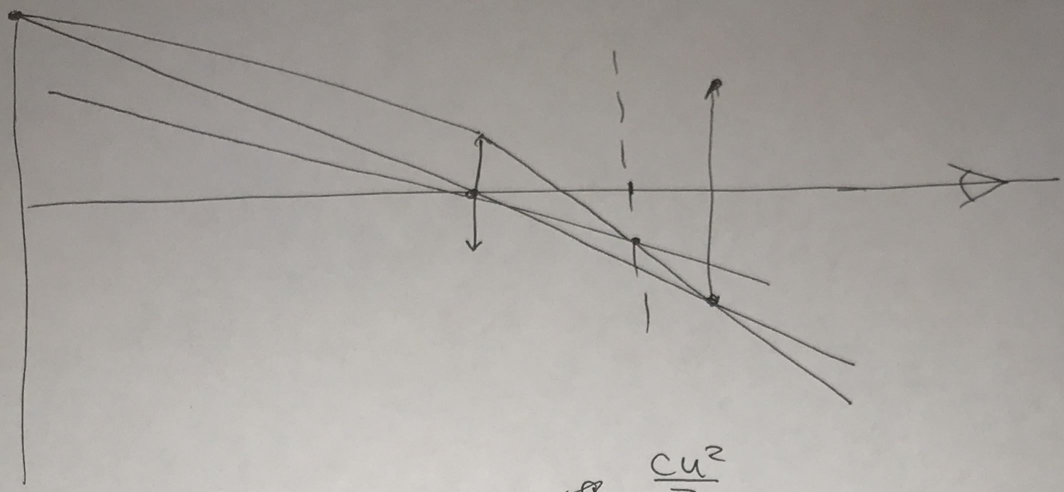
По II з-ну Ньютона:

$$F_A = \frac{m}{2} a \Leftrightarrow a = 2\frac{B^2 L^2 V_0}{5Rm}$$: ОТВЕТ

2) $$F_A = \frac{B^2 L^2 \cdot \dot{x}}{5R} = m\ddot{x}$$

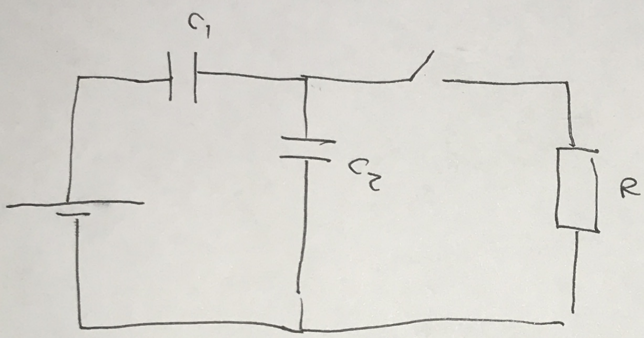
$$\frac{B^2 L^2}{5R} x = m\dot{x}$$

$$\dot{x} = \frac{B^2 L^2 x}{5Rm}$$



$$A = \Delta\varphi \cdot q = \cancel{q}\ \frac{Cu^2}{2}$$

$$c = \frac{q}{u}$$



$$\cancel{C_1 + C_2}$$

$$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C}$$

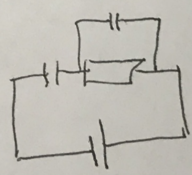
$$C = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}$$

$$\cancel{q}\quad q = \frac{C_1C_2}{(C_1+C_2)}\varepsilon$$

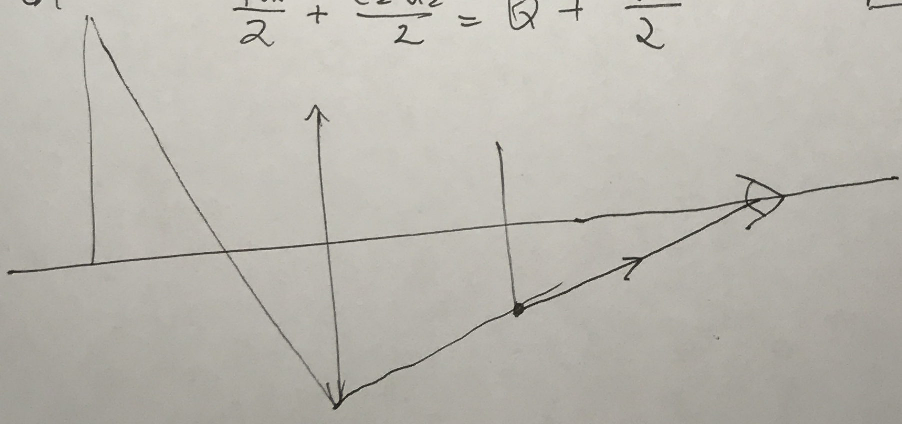
$$\cancel{\varepsilon}\ U_1 = \frac{\frac{\cancel{C_1}C_2}{(C_1+C_2)\varepsilon}}{\cancel{C_1}} = \frac{C_2}{(C_1+C_2)\varepsilon}$$

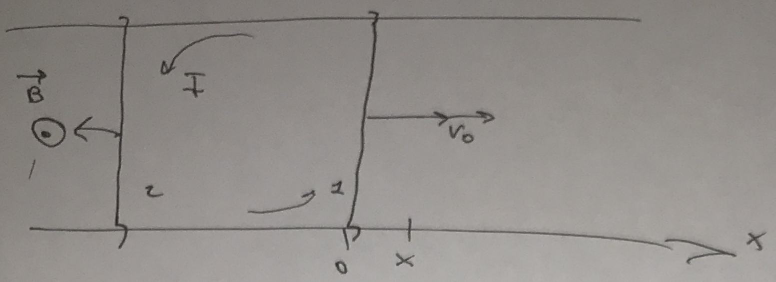
$$U_2 = \frac{C_1}{(C_1+C_2)\varepsilon}$$

$$I = \frac{U_2}{R} = \frac{C_1}{(C_1+C_2)\varepsilon R}$$



$$\cancel{Q}\qquad \frac{C_1U_1^2}{2} + \frac{C_2U_2^2}{2} = Q + \frac{C_1\varepsilon^2}{2}$$





$\mathcal{E} =$ $\quad \mathcal{E}_{si} = \frac{B\,dS}{dt} -$

$BV\ell \quad F = BI\ell = \frac{B^2VL^2}{R}$

$I = \frac{BVL}{R} \quad a = 2\frac{B^2VL^2}{Rm}$

$$\mathcal{E} = \frac{B\,dS}{dt} = \cancel{B \cdot dl}\ \frac{B \cdot dx \cdot \ell}{dt} =$$

$$= \frac{dx}{dt} B\ell$$

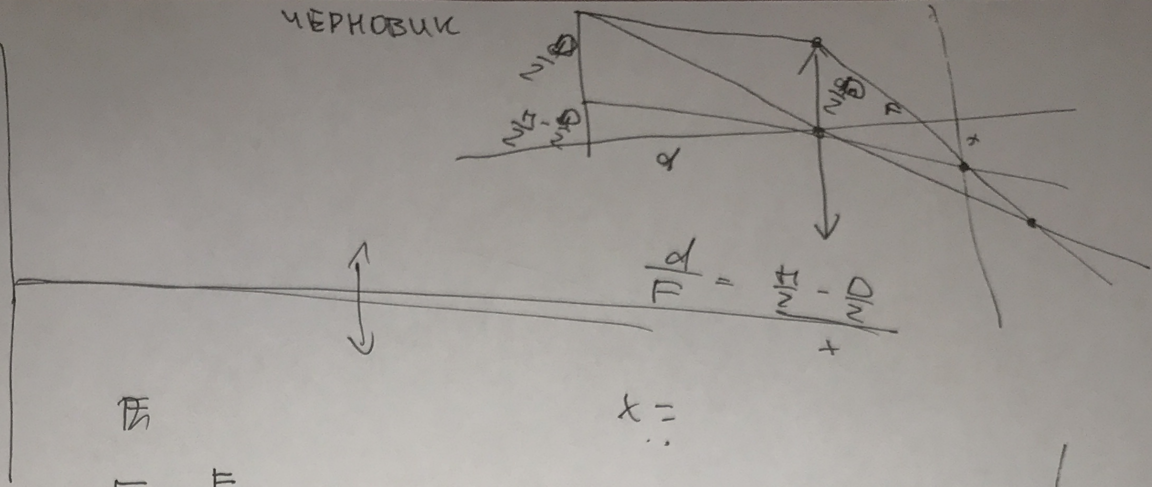
$\cancel{a =}$

$$F_A = \frac{B^2L^2 \cdot \frac{dx}{dt}}{5R} = ma$$

$$\frac{B^2L^2 \cdot \dot{x}}{5R} = m\ddot{x}$$

$$\frac{B^2L^2 \cdot x}{5R} = m\dot{x}$$

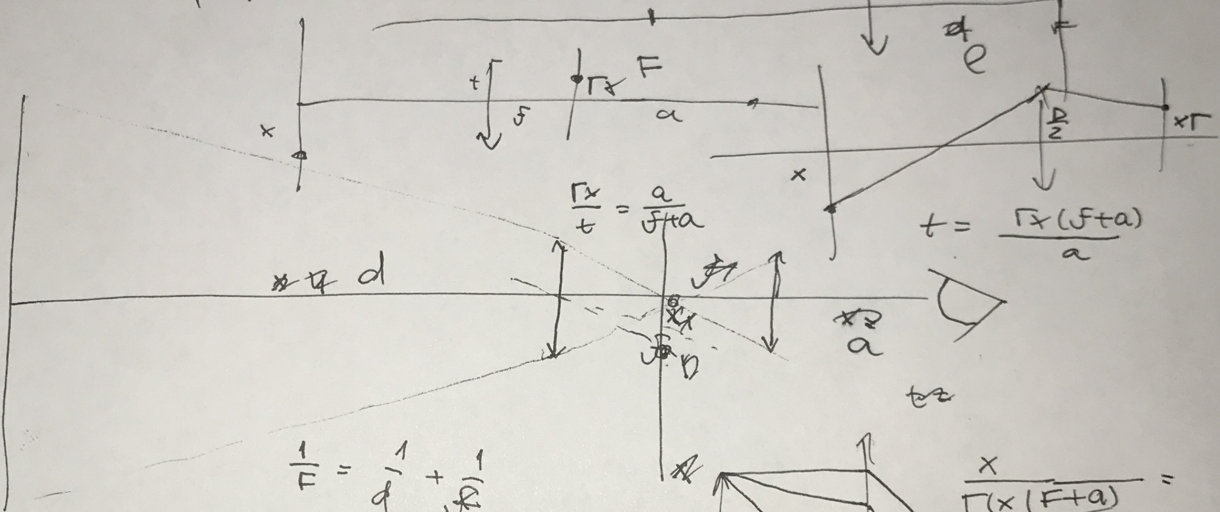
ЧЕРНОВИК



$$\frac{d}{F} = \frac{\frac{H}{2}-\frac{D}{2}}{x}$$

$x =$

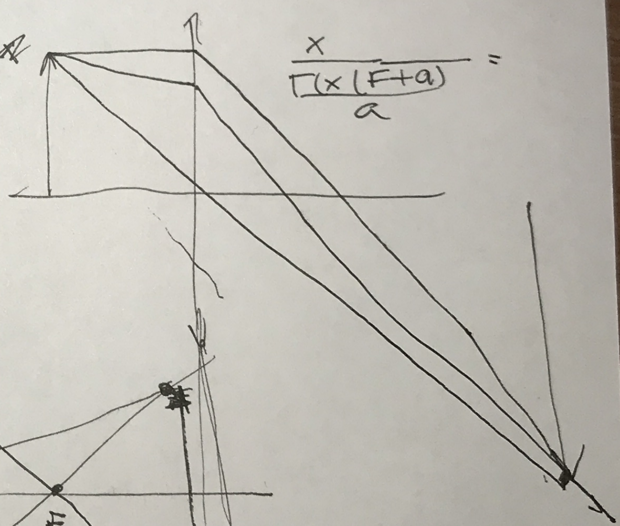
$$\Gamma = \frac{F}{d-F}$$



$$\frac{\Gamma x}{t} = \frac{a}{f+a}$$

$$t = \frac{\Gamma x (f+a)}{a}$$

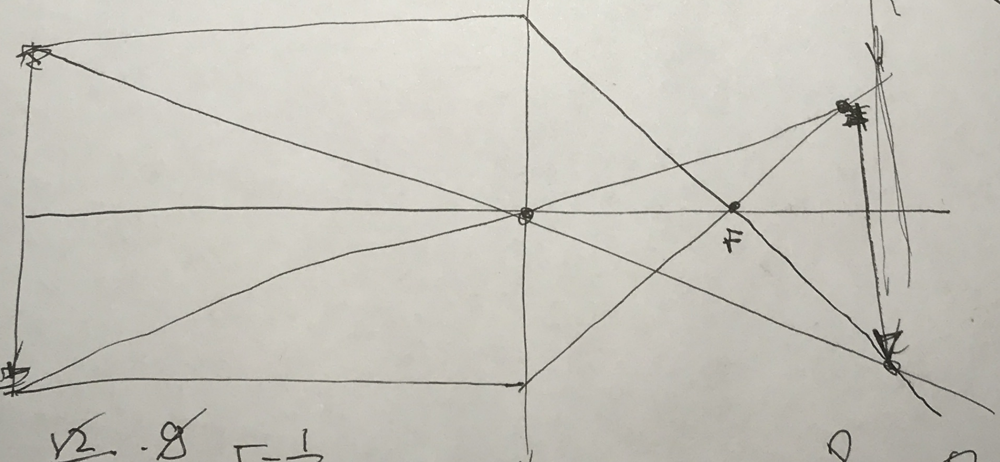
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$



$$\frac{x}{\frac{\Gamma(x(F+a)}{a}} =$$

$$\frac{10}{\cancel{6}}\cdot\frac{12}{\cancel{36}}\cdot \cancel{18}_{2} - \cancel{d} = \cancel{x} = \frac{Fd}{d-F} - a$$

$= 5$



$$\frac{\cancel{40}^{20}}{\cancel{24}_{2}}\cdot\frac{12}{\cancel{36}}\cdot\cancel{8}\,4 = 5$$

$$\Gamma = \frac{1}{3}$$

$$\frac{\cancel{24}\cdot 3}{\cancel{36}_3} = \frac{\cancel{24}^{2}\cdot 3}{\cancel{60}_4} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{\cancel{48}^{8}\cdot 12}{\cancel{36}_6}\,\cancel{2}\,2 = 16$$