



36-93-13.25
(4.13)



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 10 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

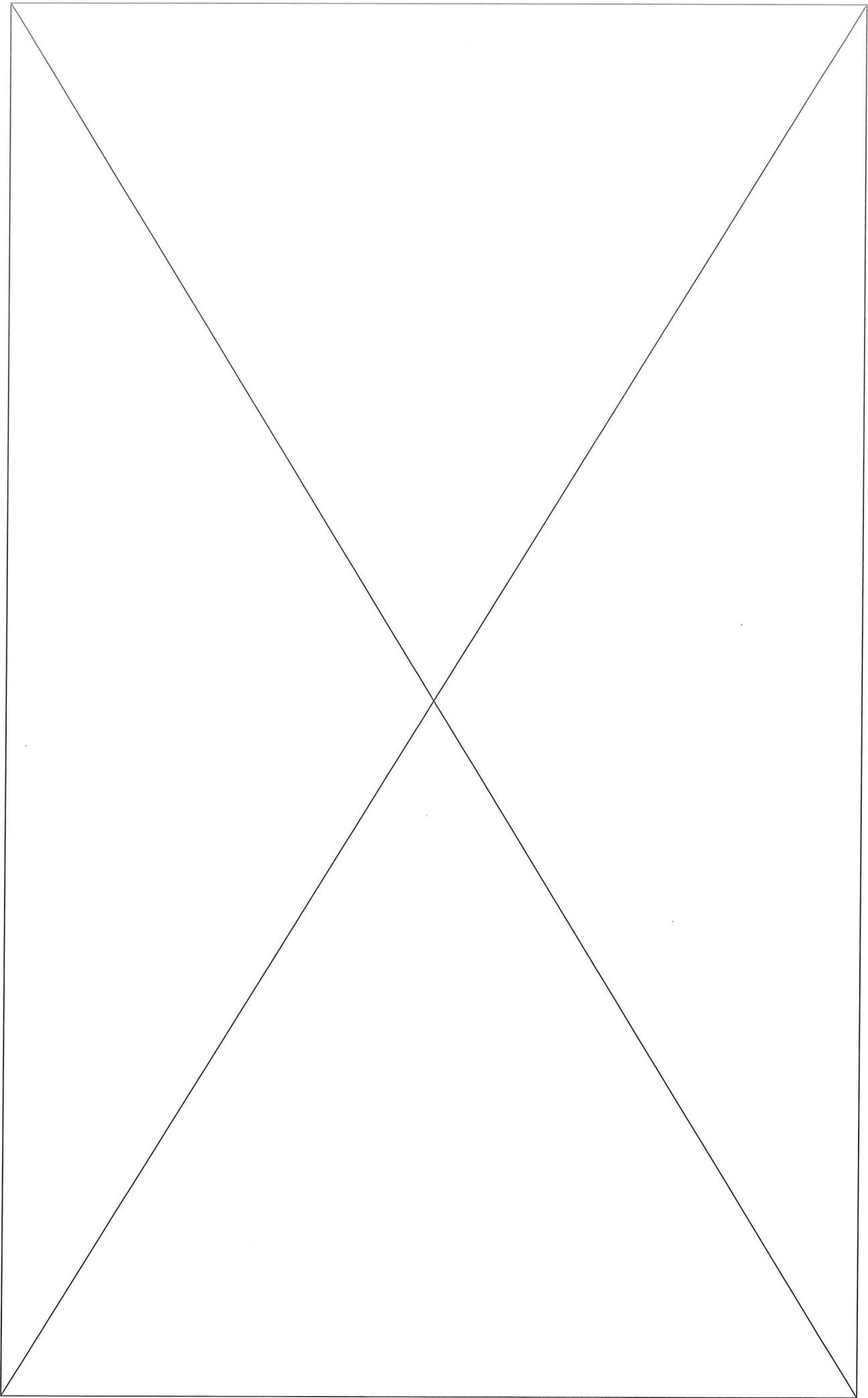
Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

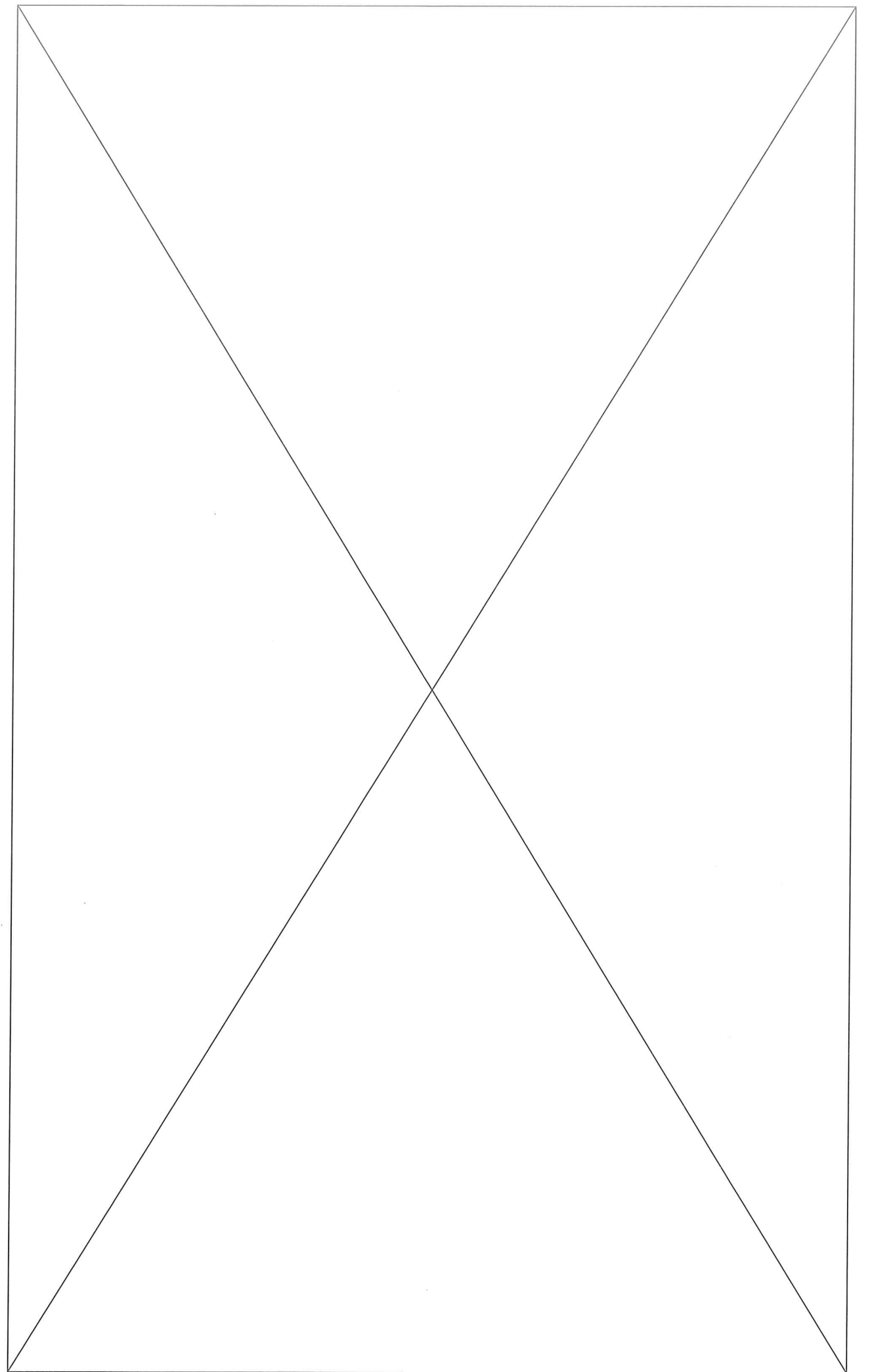
Киселевой Марины Сергеевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника
Аб



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик

$$\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{10 \cdot 4}{40} + \frac{400}{40} \right) = 25$$

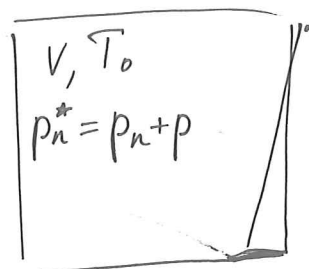
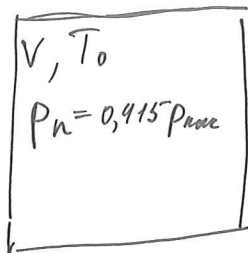
$$\Delta = d \left(1 - \frac{1}{n} \right)^{10}$$

$$n = \frac{3}{2} \Rightarrow \Delta = d \left(1 - \frac{2}{3} \right) = \frac{1}{3} d = 1 \text{ см}$$

$$P = UI$$

$$I = \frac{U}{R} \rightarrow P = \frac{U^2}{R}; Q = \sum P \Delta t = P \cdot \tau = \frac{U^2 \tau}{R}$$

$$Q = \frac{U^2 \tau}{R}$$



$$\lambda m_b = 0,8 Q$$

$$m_b = \frac{0,8 Q}{\lambda}$$

$$m_n = \frac{0,8 Q}{\lambda}$$

$$0,415 \cdot 2 = 0,83 \text{ кВт}$$

$$D_n = \frac{m_n}{\mu}$$

$$P_n^* = 1,107 \text{ кВт} < P_{\text{max}}$$

$$P_n^* = (P_n) V = \sqrt{RT_0} \cdot \frac{415}{830}$$

$$P = \frac{P_n \mu}{RT_0}$$

$$D_n = \frac{4 U^2 \tau}{5 \mu \lambda v} = \frac{4 \cdot (100)^2 \cdot (2300)}{5 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 23 \cdot 10^6 \cdot 80} = \frac{23 \cdot 10^6}{5 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 23 \cdot 10^6 \cdot 2} = \frac{10^3}{10 \cdot 18} = \frac{10^2}{18}$$

$$D_n = \frac{50}{9} \text{ моль}$$

$$P_n = \frac{D_n RT_0}{V}$$

$$P_n = \frac{50 \cdot 8,3 \cdot 300}{8 \cdot 50} = \frac{83 \cdot 100}{3} = \frac{830}{3}$$

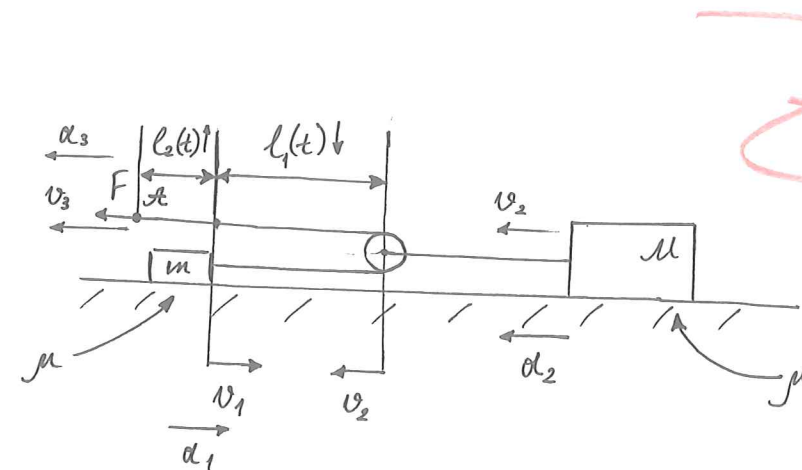
$$\frac{830}{6} \cdot \frac{3}{276,66...} \approx 2,77 \text{ Па}$$

$$\frac{1107 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{83 \cdot 300} = \frac{1107}{83 \cdot 300}$$

36-93-13-25 (4.13)

№1. Чистовик.

- $m = 0,5 \text{ кг}$
- $M = 2m$
- $\tau = 1 \text{ с}$
- $\Delta x = 1 \text{ м}$
- $\mu = 0,3$
- $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
- $F = ?$



1) ИЛ. к. нить нерастяжима, то

$$l_2(t) + 2l_1(t) = \text{const} +$$

$$l_2'(t) + 2l_1'(t) = 0$$

$$l_1'(t) = -(v_1 + v_2) +$$

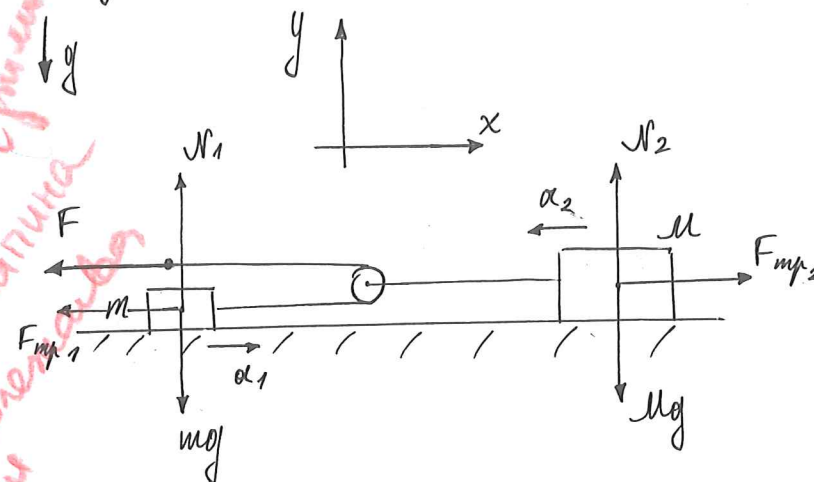
$$l_2'(t) = v_1 + v_3$$

$$v_1 + v_3 - 2v_1 - 2v_2 = 0$$

$$v_3 = v_1 + 2v_2$$

$$v_3'(t) = v_1'(t) + 2v_2'(t) \Rightarrow \alpha_3 = \alpha_1 + 2\alpha_2$$

2) Рассм. систему "брусок массой m + брусок массой M + блок".



$$23 \text{ Н: } y: x: F_{mp2} - F_{mp1} - F = m\alpha_1 - M\alpha_2$$

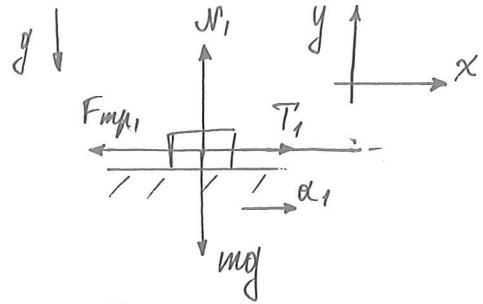
$$F + F_{mp1} - F_{mp2} = M\alpha_2 - m\alpha_1$$

1 | 2 | 3 | 4 | 5

 20 | 20 | 12 | 19 | 91 / 91
 Потанцы Лопелавы
 Брунел ГФ

№1. Чистовик

Рассм. брусок массой m :

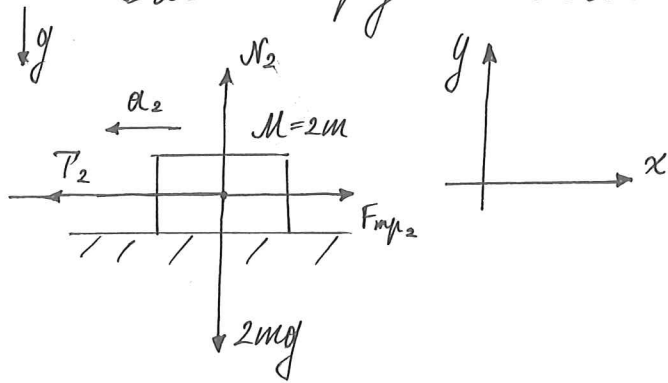


2 3 Н: $y: N_1 = mg$
 $x: -F_{тр1} + T_1 = ma_1$
 $T_1 - F_{тр1} = ma_1$

$F_{тр1} = \mu N_1 = \mu mg$

$T_1 - \mu mg = ma_1$

Рассм. брусок массой $M = 2m$:



2 3 Н: $y: N_2 = 2mg$
 $x: T_2 - F_{тр2} = 2ma_2$

$F_{тр2} = \mu N_2 = 2\mu mg$

$T_2 - 2\mu mg = 2ma_2$

3) $F + F_{тр1} - F_{тр2} = Ma_2 - ma_1$
 $F + \mu mg - 2\mu mg = 2ma_2 - ma_1$
 $F - \mu mg = m(2a_2 - a_1)$

П. к. нить лёгкая, то сила её натяжения одинакова по всей длине нити, следовательно, $T_1 = F$.

Черновик

$\rho = \frac{18 \cdot 10^3 \cdot 0,83 \cdot 10^3}{8,3 \cdot 300} + \dots = \dots = 6 \cdot 10^{-6}$

$\frac{18 \cdot 10^3 \cdot 0,83}{0,83 \cdot 3000} = \frac{18 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^3} = \frac{18 \cdot 10^3 \cdot 10^3}{3} = 6 \cdot 10^3$

$\rho = 6 \cdot 10^{-6} + \frac{11 \cdot 10^6 \cdot 23 \cdot \dots}{5 \cdot 23 \cdot 10^6 \cdot 80 \cdot 50} = \dots = \frac{23}{5 \cdot 23 \cdot 20 \cdot 50} = \dots$

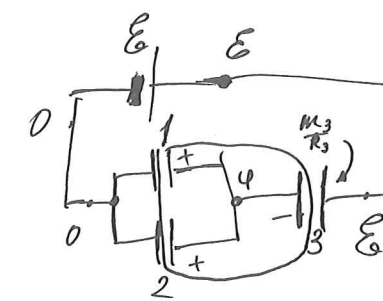
$= 6 \cdot 10^{-6} + \frac{23^1}{23 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 50} = \frac{1}{100 \cdot 5} = \frac{1}{500} = \frac{2}{1000}$

$6 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-3}$

$6 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-3}$

$k_1 = \frac{m_1}{q}$

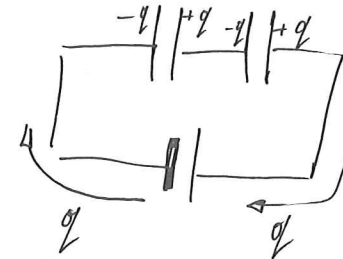
$q_1 = \frac{m}{k_1}$



~~Сила натяжения~~

$m_2 = \rho \cdot V = \rho S d$

$d = \frac{m_2}{\rho S}$ — надо



При паралл.: $C = C_1 + C_2$

$U_1 = U_2 = U$

$q = CU$

$q_1 = C_1 U, q_2 = C_2 U$

$q = C_1 U + C_2 U = q_1 + q_2$

при послед.: $q_1 = q_2$

Черновик

$$\frac{1,1 \cdot 10^{-6}}{1,05 \cdot 10^4 \cdot 110 \cdot 10^{-4}} \cdot \left(\frac{744 \cdot 10^{-6}}{9,3 \cdot 10^{-8}} - \frac{660 \cdot 10^{-6}}{3,3 \cdot 10^{-7}} \right)$$

$$\frac{410 \cdot 10^{-8}}{1,05 \cdot 110} \cdot \left(\frac{744 \cdot 10^{-6}}{9,3 \cdot 10^{-8}} - \frac{660 \cdot 10^{-6}}{3,3 \cdot 10^{-7}} \right) = 8 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^3 = 6 \cdot 10^3$$

$$\frac{744}{744} \left| \frac{93}{8} \right. \quad \frac{660 \cdot 10^{-6}}{330 \cdot 10^{-7}} = 2 \cdot 10^3$$

$$\frac{10^{-8}}{1,05} \cdot 6 \cdot 10^3$$

$$\frac{10^{-8}}{105 \cdot 10^{-2}} \cdot 6 \cdot 10^3 = \frac{10^{-6}}{105} \cdot 6 \cdot 10^3 = \frac{6}{105} \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 6 \quad | \quad 105 \\ \underline{2} \quad | \quad 0,05714 \approx \\ -800 \\ \hline 525 \\ -750 \\ \hline 735 \\ -150 \\ \hline 105 \\ \underline{450} \\ -420 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$0,05714 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$0,5714 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$57,14$$

$$57,1 \text{ мкм}$$

36-93-13-25 (4.13)

№ 1. Чистовик

$$F - \mu mg = m a_1$$

$$m a_1 = 2 m a_2 - m a_1 \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$v_1 = v_2$$

4) По закону слож. скоростей:

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_2 \Rightarrow \vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_1 + (-\vec{v}_2)$$

$$\vec{v}_{\text{отн}} = v_1 + v_2 = 2v_1$$

По закону слож. ускорений:

$$\vec{a}_1 = \vec{a}_{\text{отн}} + \vec{a}_2 \Rightarrow \vec{a}_{\text{отн}} = \vec{a}_1 + (-\vec{a}_2)$$

$$a_{\text{отн}} = a_1 + a_2 = 2a_1$$

По условию $s_{\text{отн}} = \Delta x$. П. к. $\vec{a}_1 = \text{const}$, $\vec{a}_2 = \text{const}$, то $\vec{a}_{\text{отн}} = \text{const}$ и $s_{\text{отн}} = \frac{1}{2} a_{\text{отн}} t^2$

$$\Delta x = \frac{1}{2} a_{\text{отн}} t^2$$

$$2 \Delta x = a_{\text{отн}} t^2$$

$$a_{\text{отн}} = \frac{2 \Delta x}{t^2}$$

$$2 a_1 = \frac{2 \Delta x}{t^2} \Rightarrow a_1 = \frac{\Delta x}{t^2}$$

$$F = \mu mg + m a_1 = m (\mu g + a_1) = m \left(\mu g + \frac{\Delta x}{t^2} \right)$$

$$F = m \left(\mu g + \frac{\Delta x}{t^2} \right)$$

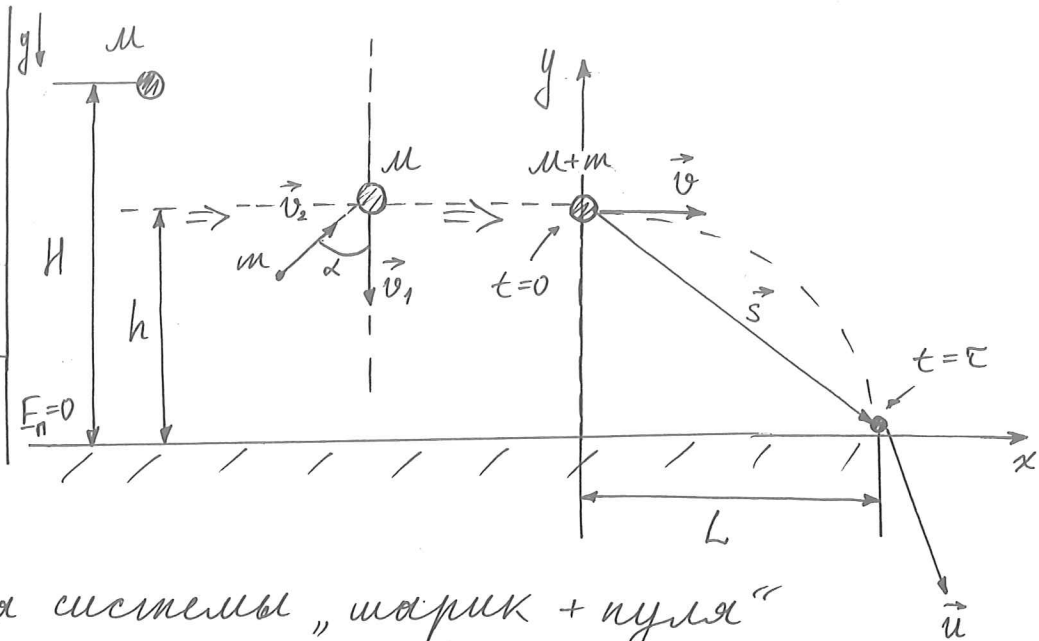
$$F = 0,5 \text{ кН} \left(0,3 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + \frac{1 \text{ м}}{(1 \text{ с})^2} \right) = 2 \text{ Н}$$

Ответ: $F = 2 \text{ Н}$.

20

№2. Чистовик

$\alpha = 45^\circ$
 $\tau = 2\text{с}$
 $L = 20\text{м}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $H = ?$
 $m \ll M$



1) Для системы „шарик + пуля“
 верен ЗСМ за малое время соударения:

$$m\vec{v}_2 + M\vec{v}_1 = (m+M)\vec{v}$$

$$y: mv_2 \cos \alpha - Mv_1 = 0 \Rightarrow Mv_1 = mv_2 \cos \alpha$$

$$x: mv_2 \sin \alpha + 0 = (m+M)v \Rightarrow (m+M)v = mv_2 \sin \alpha$$

$$2) L = v\tau \Rightarrow v = \frac{L}{\tau}$$

$$v_2 = \left(\frac{m+M}{m \sin \alpha}\right) \cdot v$$

$$v_1 = \frac{m}{M} v_2 \cos \alpha = \frac{m \cdot \cos \alpha (m+M)}{M \cdot m \sin \alpha} v = \frac{m+M}{M} v \cot \alpha =$$

$$= \left(\frac{m}{M} + 1\right) v$$

$$3) \vec{s} = \vec{v}\tau + \frac{1}{2}g\tau^2$$

$$y: -h = 0 - \frac{1}{2}g\tau^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2}g\tau^2$$

4) ЗСЭ:

$$MgH = Mgh + \frac{1}{2}Mv_1^2$$

$$gH = gh + \frac{1}{2}v_1^2$$

$$H = h + \frac{1}{2g}v_1^2$$

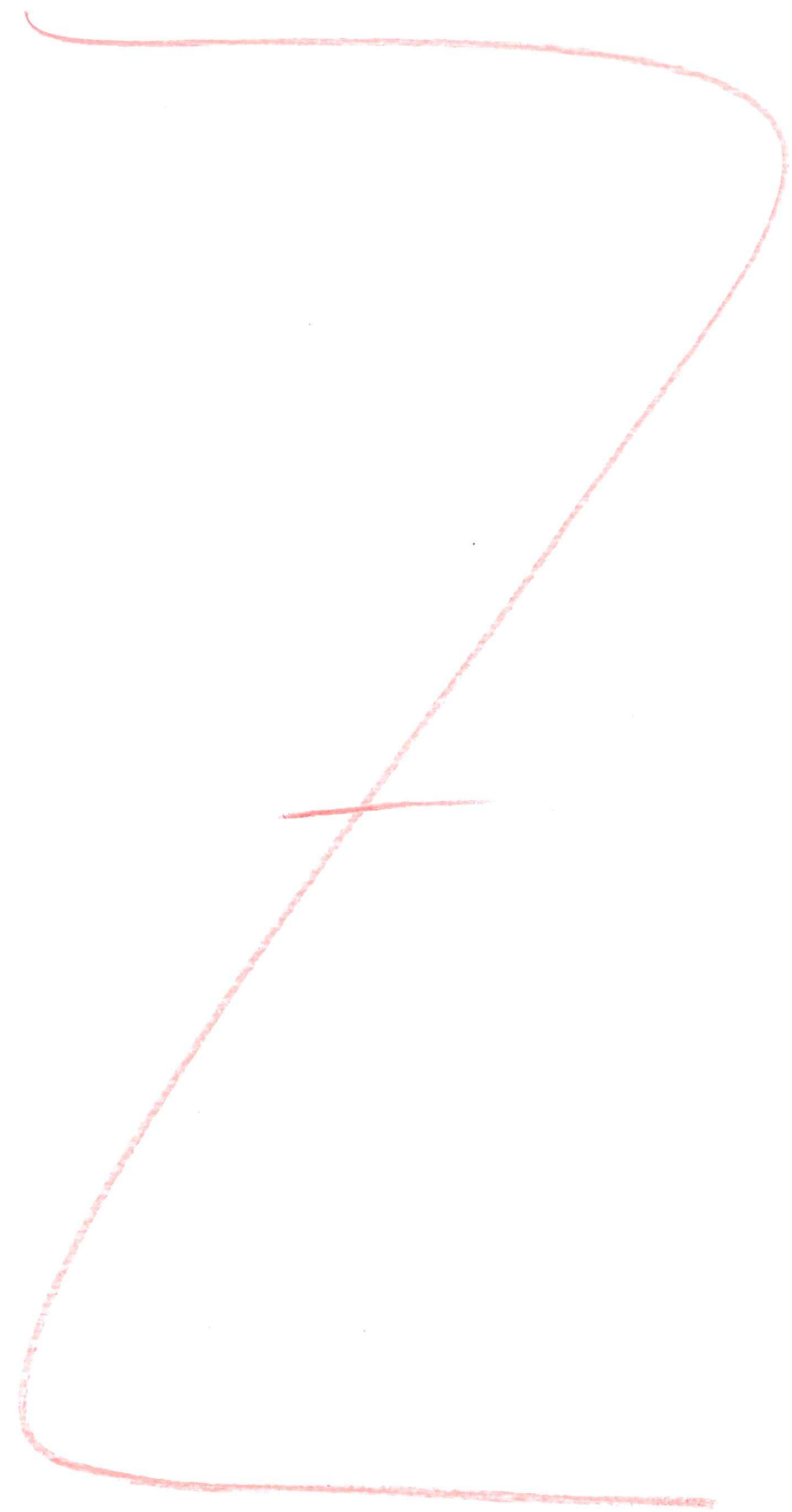
$$v_1^2 = \left(\frac{m}{M} + 1\right)^2 v^2 = \left(\frac{m^2}{M^2} + \frac{2m}{M} + 1\right) v^2 = \left(\frac{m^2 + 2mM + M^2}{M^2}\right) v^2$$

$$v_1^2 = \left(\frac{m}{M} + 1\right)^2 \cdot v^2 = \left(\frac{m}{M} + 1\right)^2 \frac{L^2}{\tau^2}$$



Чистовик

Ответ: $d = 57,4 \text{ мм}$ $571,4 \text{ мм}$



$$\rho = \frac{\nu_0 R T_0}{V} \approx 277 \text{ Па} = 0,277 \text{ кПа}$$

$$\rho_n^* = (0,83 + 0,277) \text{ кПа} = 1,107 \text{ кПа} < \rho_{\text{нас}} \Rightarrow \text{предположение верно.}$$

$$\rho = \frac{\rho_n^* \cdot \mu}{R \cdot T_0} = \frac{(\nu_0 \rho_{\text{нас}} + \frac{\nu_0 R T_0}{V}) \mu}{R T_0}$$

$$\rho = \frac{(\nu_0 \rho_{\text{нас}} + \frac{\mu^2 c R T_0}{5 \mu \lambda n V}) \mu}{R T_0}$$

$$\rho = \frac{\mu \nu_0 \rho_{\text{нас}} + \frac{4}{5} \frac{\mu^2 c R T_0}{\lambda n V}}{R T_0}$$

$$\rho = \frac{\mu \nu_0 \rho_{\text{нас}}}{R T_0} + \frac{4}{5} \frac{\mu^2 c}{\lambda n V}$$

$$\rho = \frac{\mu \nu_0 \rho_{\text{нас}}}{R T_0} + \frac{4 \mu^2 c}{5 \lambda n V}$$

$$\rho = 8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 8 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $\rho = 8 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$.

№ 3 (б) Чистовик

$$m_1 = 660 \text{ м}$$

$$m_3 = 744 \text{ м}$$

$$S = 110 \text{ см}^2$$

$$k_1 = 8,3 \cdot 10^{-8} \frac{\text{кВ}}{\text{кВ}}$$

$$k_2 = 1,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кВ}}{\text{кВ}}$$

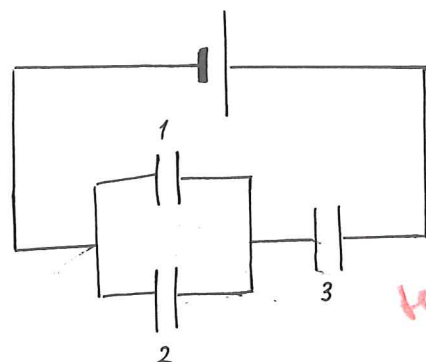
$$k_3 = 9,3 \cdot 10^{-8} \frac{\text{кВ}}{\text{кВ}}$$

$$\rho = 1,05 \cdot 10^4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}^3}$$

$d = ?$

1) $d = \frac{m_2}{\rho \cdot S}$

2)



$$\frac{m_3}{k_3} = \frac{m_1}{k_1} + \frac{m_2}{k_2}$$

$$\frac{m_2}{k_2} = \frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}$$

$$m_2 = k_2 \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right)$$

$$d = \frac{k_2}{\rho S} \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right) \approx 5,7 \text{ мкм}$$

*необъясн-р
реш-ч,
форм-ч,
д-мтб*

36-93-13-25
(4.13)

$$H = h + \frac{(\frac{m}{\mu} + 1)^2 L^2}{2g\tau^2}$$

П.к. $m \ll \mu$, то $\frac{m}{\mu} \ll 1$, следовательно,

$$H = h + \frac{L^2}{2g\tau^2}$$

$$H = \frac{1}{2} g\tau^2 + \frac{L^2}{2g\tau^2}$$

$$H = \frac{1}{2} \left(g\tau^2 + \frac{L^2}{g\tau^2} \right)$$

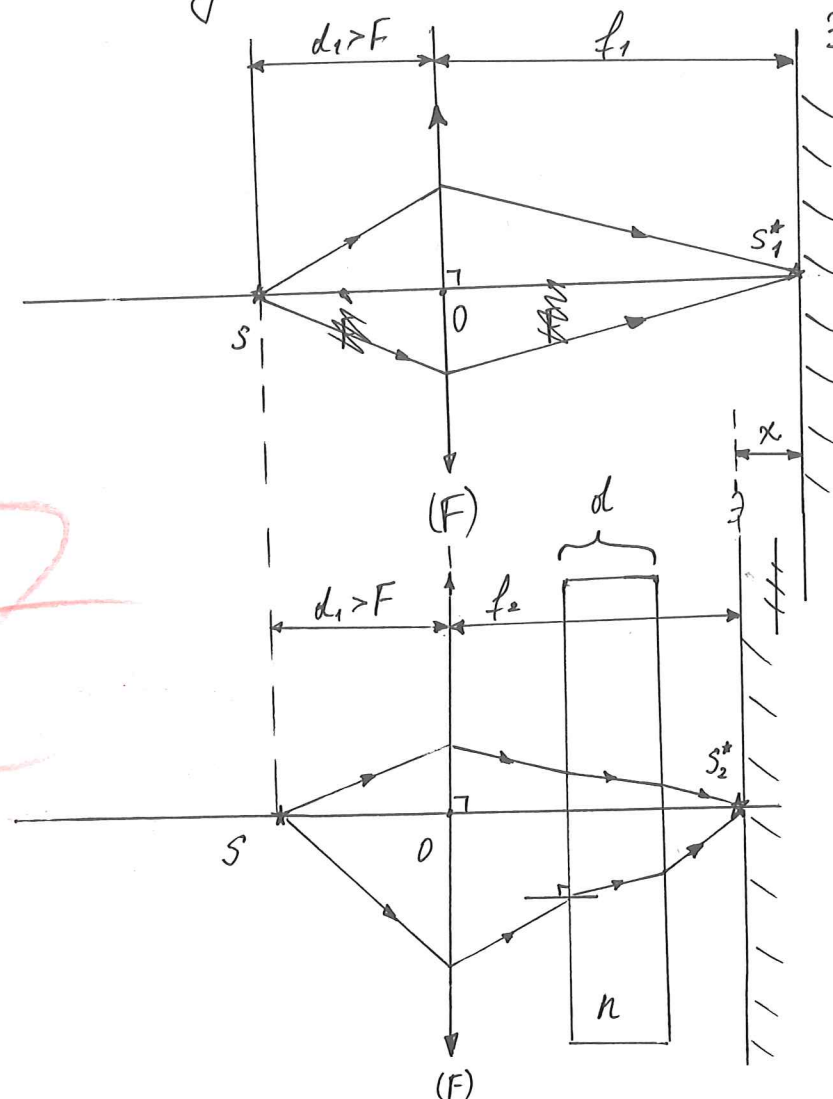
$$H = \frac{1}{2} \left(10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (2\text{с})^2 + \frac{(20\text{м})^2}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (2\text{с})^2} \right) = 25 \text{ м.}$$

Ответ: $H = 25 \text{ м.}$

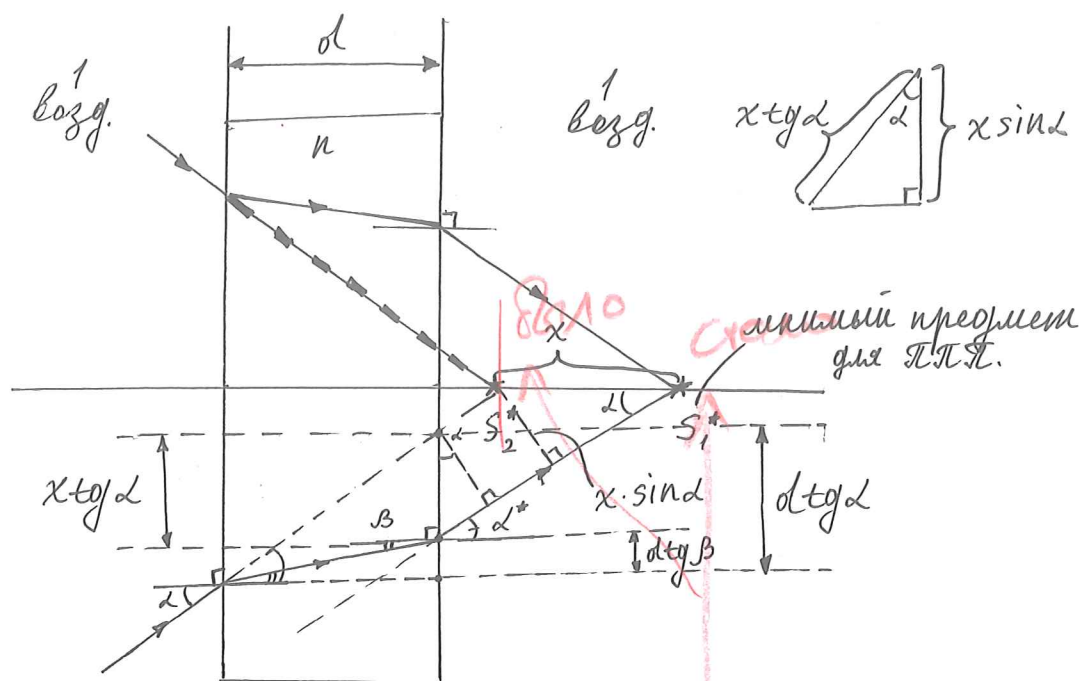
№ 5 Чистовик

$d = 0,03 \text{ м}$
 $n = 1,5$
 $x = ?$

Изобр. получено на экране \Rightarrow
 \Rightarrow оно действит. и миза



№5 Чистовик
Найдем путь изображения x , обуславливаемый нащипом ППТ.



1) $1 \cdot \sin \alpha = n \cdot \sin \beta$ и $n \cdot \sin \beta = 1 \cdot \sin \alpha^* \Rightarrow \sin \alpha = \sin \alpha^* \Rightarrow \alpha = \alpha^*$

2) П.к. углы α и β малы, то $\sin \alpha \approx \alpha$, $\sin \beta \approx \beta$, $\text{tg} \alpha \approx \alpha$, $\text{tg} \beta \approx \beta$.

$\alpha \approx n \cdot \beta$

3) Из чертёнка: $d \text{tg} \alpha = d \text{tg} \beta + x \text{tg} \alpha$

$d \cdot \alpha \approx d \cdot \beta + x \cdot \alpha$

$d \cdot n \beta = d \cdot \beta + x \cdot n \beta$

$x n = d \cdot n - d$

$x \cdot n = d \cdot n - d$

$x = d - \frac{d}{n}$

$x = d \left(1 - \frac{1}{n}\right)$

$x = 3 \text{ см} \cdot \left(1 - \frac{2}{3}\right) = 1 \text{ см}$

ответ: экран надо переместить на расстояние $x = d \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 1 \text{ см}$ к линзе.

№3(a) Чистовик.

- $V = 50 \text{ м}^3$
- $T_0 = 300 \text{ К}$
- $\varphi_0 = 0,415$
- $t = 100^\circ \text{C}$
- $r = 80 \text{ Ом}$
- $U = 100 \text{ В}$
- $\eta = 0,8$
- $\tau = 2300 \text{ с}$
- $p_{\text{нас}} = 2 \text{ кПа}$
- $\lambda = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
- $\mu = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$
- $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$S = ?$

1) $P = \frac{U^2}{r}$
 $Q = \sum R P \Delta t = P \cdot \tau = \frac{U^2 \tau}{r}$

$\lambda \cdot m_b = \eta \cdot Q$

$m_b = \frac{\eta Q}{\lambda}$

$m_b = \frac{0,8 U^2 \tau}{\lambda r}$

$\nu_b = \frac{m_b}{\mu} = \frac{0,8 U^2 \tau}{\mu \lambda r}$ - кол-во испарившейся воды

2) $p_n V = \nu_n R T_0$

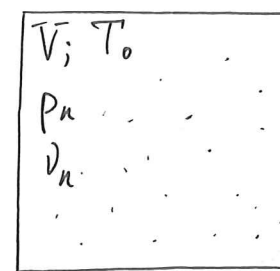
~~$p_n = \frac{\nu_n R T_0}{V}$~~

~~$\varphi_0 = \frac{p_{n0}}{p_{\text{нас}}} \Rightarrow p_{n0} = \varphi_0 \cdot p_{\text{нас}}$~~

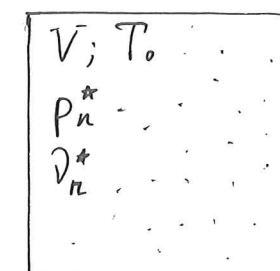
~~Предположим, что пар в конце не насыщен, т.е. конденсации не было, $\nu_n = \text{const}$ и $p_n < p_{\text{нас}}$.~~

~~Тогда $p_n = \frac{\nu_n R T_0}{V}$~~

2) $\varphi_0 = \frac{p_n}{p_{\text{нас}}} \Rightarrow p_n = \varphi_0 \cdot p_{\text{нас}} = 0,415 \cdot p_{\text{нас}}$



\Rightarrow



П.к. $T = T_0 = \text{const}$, то $p_{\text{нас}} = p_{\text{нас}}(T) = \text{const}$.

Предположим, что пар в конце не насыщен, т.е. конденсации не было и $p_n^* < p_{\text{нас}}$.

Тогда $p_n^* = p_n + p$, $\nu_n^* = \nu_n + \nu_b$

$p_n = 0,415 \cdot 2 \text{ кПа} = 0,83 \text{ кПа}$