



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

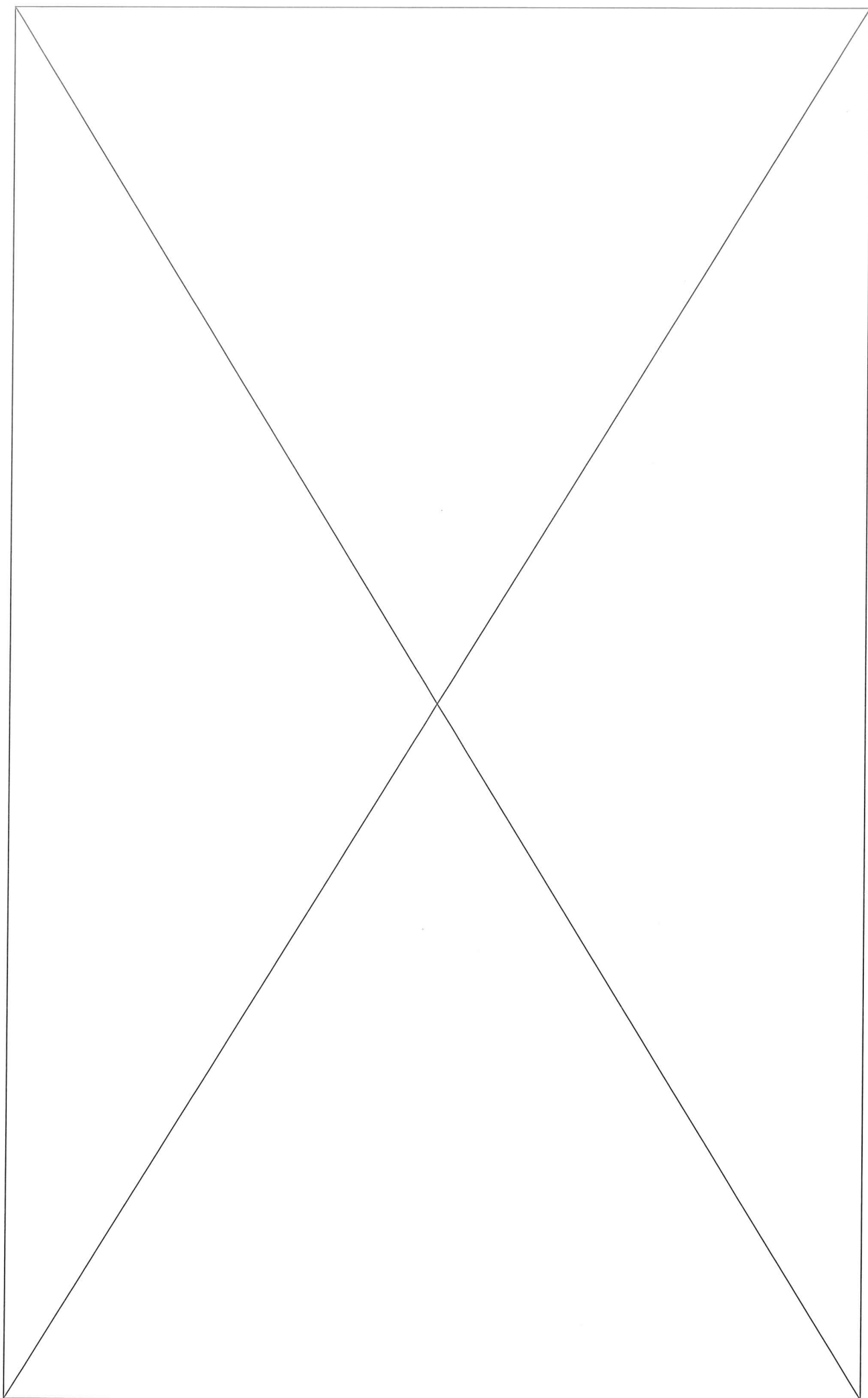
по ФИЗИКЕ
профиль олимпиады

Долгих Никиты Антоновича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

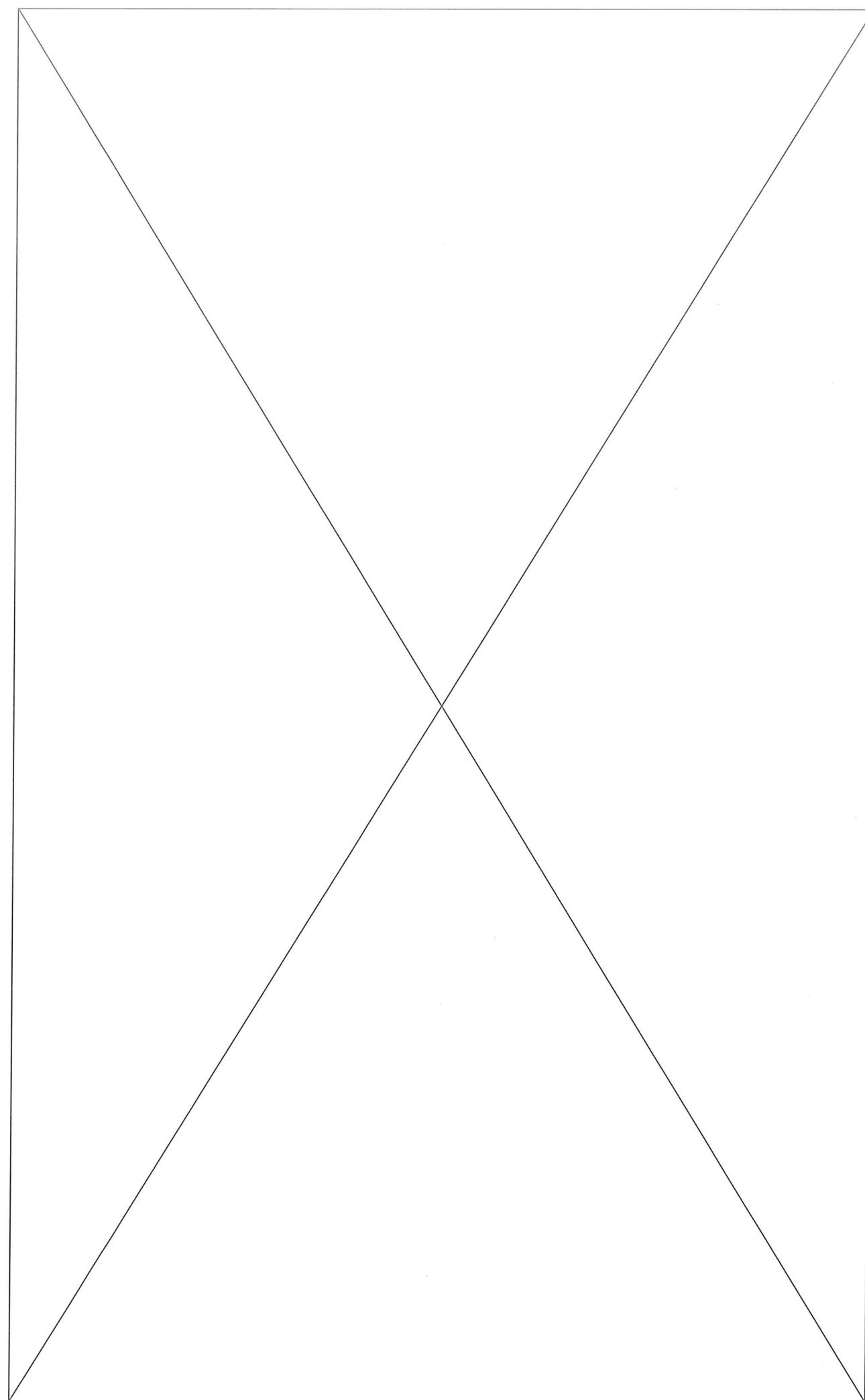
+1 лист ш.л.

Дата
« 13 » февраля 2026 года

Подпись участника
[подпись]



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик

$N_2 V = 50 \text{ м}^3$

$T_0 = 300 \text{ К}$

$\varphi_0 = \frac{P_1}{P_H} = 0,415$

$P_1 V = \nu R T$

$\nu P_2 = (\nu + \Delta \nu) R T$

$\nu P_2 = P_1 V + \Delta \nu R T$

$P_2 = P_1 + \frac{\Delta \nu R T}{V}$



$Q_n = UI t = I^2 r t$; $Q_n = UI t = \frac{U^2}{r} t$

$\eta = \frac{Q_B}{Q_n}$

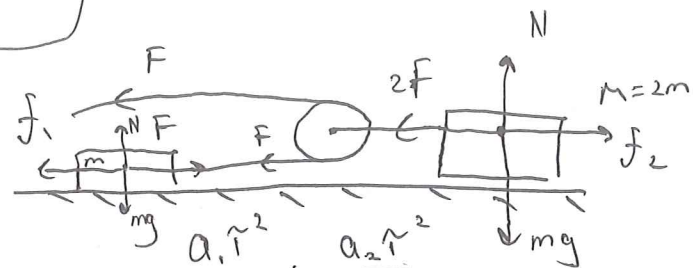
$Q_B = \eta Q_n$

$\lambda_{\mu \Delta \nu} = \frac{\eta U^2}{r}$

$\Delta \nu = \frac{\eta U^2 t}{\lambda_{\mu \nu}}$

$\varphi' = \frac{P_1 + \frac{\eta U^2 t R T}{\lambda_{\mu \nu} V}}{P_H}$

$\varphi' = \varphi_0 + \frac{\eta U^2 t R T}{\lambda_{\mu \nu} P_H V}$



$\Delta X = \frac{a_1 r^2}{2} + \frac{a_2 r^2}{2}$

$\Delta X = \frac{r^2}{2} (a_1 + a_2)$

$ma_1 = F - f_1$

$ma_1 = F - \mu mg$

$2ma_2 = 2F - 2\mu mg$

$ma_2 = F - \mu mg$

$a_1 = a_2$

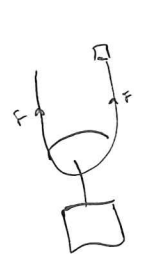
$\Delta X = a r^2$

$a = \frac{\Delta X}{r^2}$

$ma_1 = 2F - 2\mu mg$

$2F - T = ma$

$F = m(a_1 + \mu g)$



$2x_0 - x_1 = \text{const}$
 $x_1 = a$
 $a_2 = \frac{a}{2}$

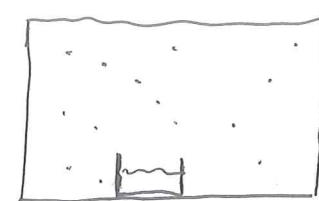
$2F - T = ma$
 $T = 2F$

2F

42-72-70-44
(4,2)

Черновик:

N_2



$V = 50 \text{ м}^3$
 $T = 300 \text{ К}$

$\varphi_0 = \frac{P_1}{P_H} = 0,415$

1) Т.к. вода в сосуде $t = 100^\circ \text{C} \Rightarrow$ при подводе теплоты вся теплота уйдет на парообразование.

$\eta = \frac{Q_B}{Q_n}$

$Q_B = \lambda m = \lambda \mu \Delta \nu$; $\Delta \nu$ - сколько испар.

$Q_n = UI t = \frac{U^2}{r} t$

$Q_B = \eta Q_n$

$\lambda_{\mu \Delta \nu} = \frac{\eta U^2 t}{r}$

$\Delta \nu = \frac{\eta U^2 t}{\lambda_{\mu \nu}}$

2) Пусть P_1 - нач. давл. вод. пара; тогда

$P_1 V = \nu R T$

После испарения $\Delta \nu$

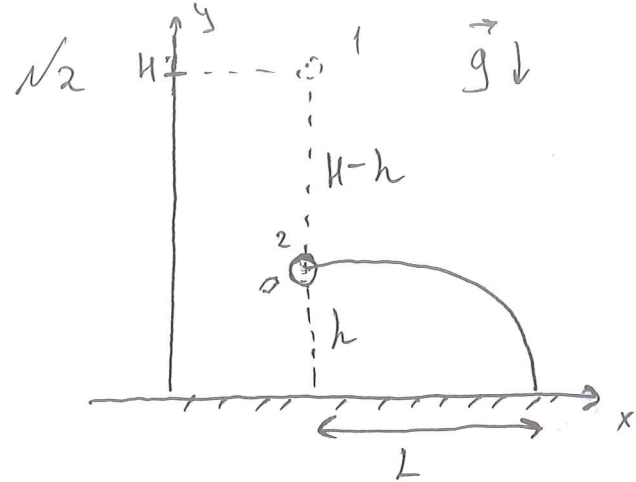
$P_2 V = (\nu + \Delta \nu) R T$

$P_2 = \frac{\nu R T}{V} + \frac{\Delta \nu R T}{V}$
" P_1

~~В кон. момент~~
 ~~$\varphi' = \frac{P_2}{P_H} = \frac{P_1 + \frac{\Delta \nu R T}{V}}{P_H} = \varphi_0 + \frac{\Delta \nu R T}{P_H V}$~~
 ~~$\varphi = \varphi_0 + \frac{\eta U^2 t R T}{\lambda_{\mu \nu} P_H V}$~~
~~относительная~~

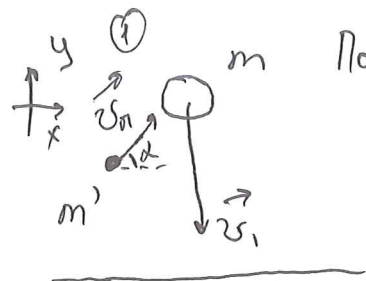
~~$0,8 \cdot 100000 \cdot 2300 \cdot 8,3 \cdot 300 =$~~
 ~~$18 \cdot 10^5 \cdot 2,3 \cdot 10^6 \cdot 8,3 \cdot 300 =$~~
 ~~$2300 \cdot 100 \cdot 8,3 \cdot 300 =$~~
 ~~$= \frac{23 \cdot 8,3 \cdot 300}{23 \cdot 5 \cdot 300} = \frac{8,3}{60}$~~

Чистовик



Пусть столкновение произойдет в точке 2 на высоте h;

1) Рассмотрим столкновение; v_n - скорость пули, m' - масса пули

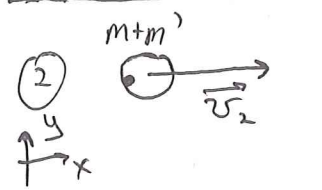


По ЗСУ

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

$$O_y: m' v_n \sin \alpha - m v_1 = 0$$

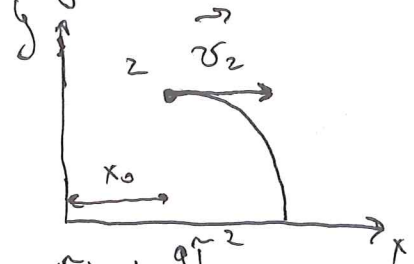
$$m' v_n \sin \alpha = m v_1 \quad (1.1.)$$



$$O_x: m' v_n \cos \alpha = (m+m') v_2 \quad (1.2.)$$

т.к. $m' \ll m \quad (m+m') v_2 \approx m v_2$

2) Рассмотрим баллистическое движение после столкновения.



$$y(t) = h - \frac{g t^2}{2}$$

$$\Delta x(t) = x_0 + v_2 t - x_0 = v_2 t$$

$$y(t) = 0 \Leftrightarrow h = \frac{g t^2}{2}$$

$$\Delta x(t) = L \Leftrightarrow v_2 t = L \Rightarrow v_2 = \frac{L}{t}$$

3) Известно, что $S = \frac{v_2^2 - v_0^2}{2a}$; в нашем случае, когда $S = H-h$, $v_2 = v_1$, $v_0 = 0$

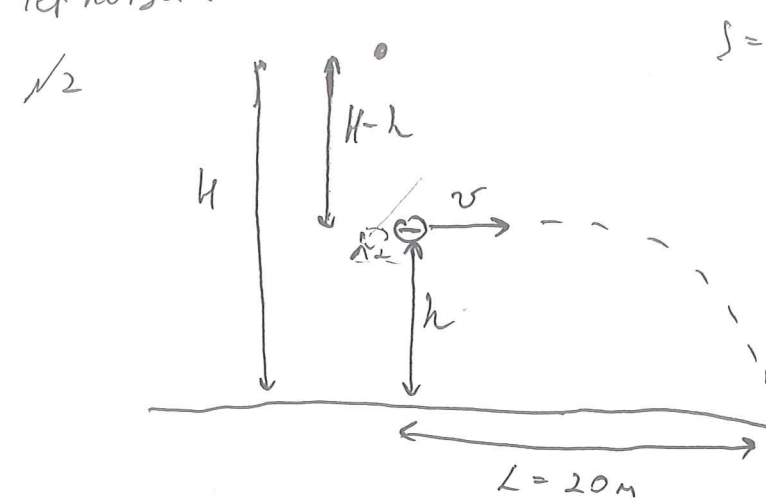
$$H-h = \frac{v_1^2}{2g}$$

$$v_1 = \sqrt{2g(H-h)}$$

Подставим в 1.1.

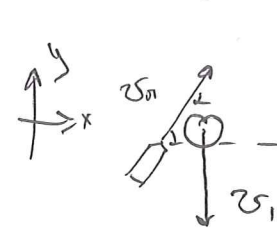
$$m \sqrt{2g(H-h)} = m' v_n \sin \alpha$$

Черновик



$$S = \frac{v_0 + v_1}{2} t = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2g}$$

$$h = \frac{g t^2}{2}$$



По ЗСУ

$$m' \vec{v}_n + m \vec{v}_1 = m' \vec{v}_n' + m \vec{v}_m'$$

$$O_y: m' v_n \sin \alpha - m v_1 = 0$$

$$m v_1 = m' v_n \sin \alpha$$

$$v_1 \text{ и } H-h = \frac{v_1^2}{2g}$$

$$v_1^2 = 2g(H-h)$$

$$O_x: m' v_n \cos \alpha = m v_2$$

$$v_2 = \frac{L}{t}$$

$$m' v_n \cos \alpha = \frac{m L}{t}$$

$$m \sqrt{2g(H-h)} = m' v_n \sin \alpha$$

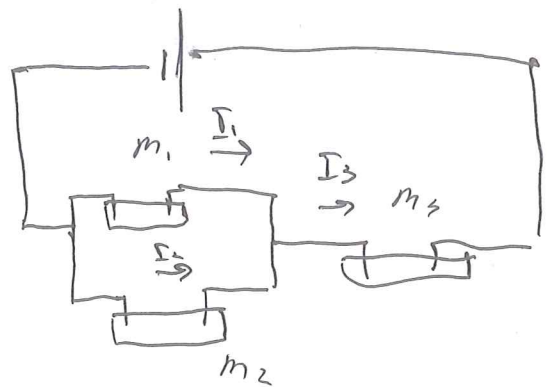
т.к. $L = h \Rightarrow \sin \alpha = \cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$$m \sqrt{2g(H-h)} = \frac{m L}{t}$$

Черновик

$$h = \frac{1,1 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{1,05 \cdot 10^4}$$

№3



$$\rho = \frac{m_2}{V} \cdot l; \quad k = \frac{k_1 r}{k_1 l} = \frac{m}{q}; \quad h = \frac{k_2}{\rho S} \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right)$$

$$v = Sh \cdot i; \quad I = \frac{q}{\Delta t}; \quad \text{Микрограм} = 10^{-6} \text{ кг}$$

$$\rho S h = m_2$$

$$q = I \Delta t$$

$$h = \frac{m_2}{\rho S}$$

$$k_1 = \frac{m_1}{q_1}$$

$$I_1 = \frac{m_1}{k_1 \Delta t}$$

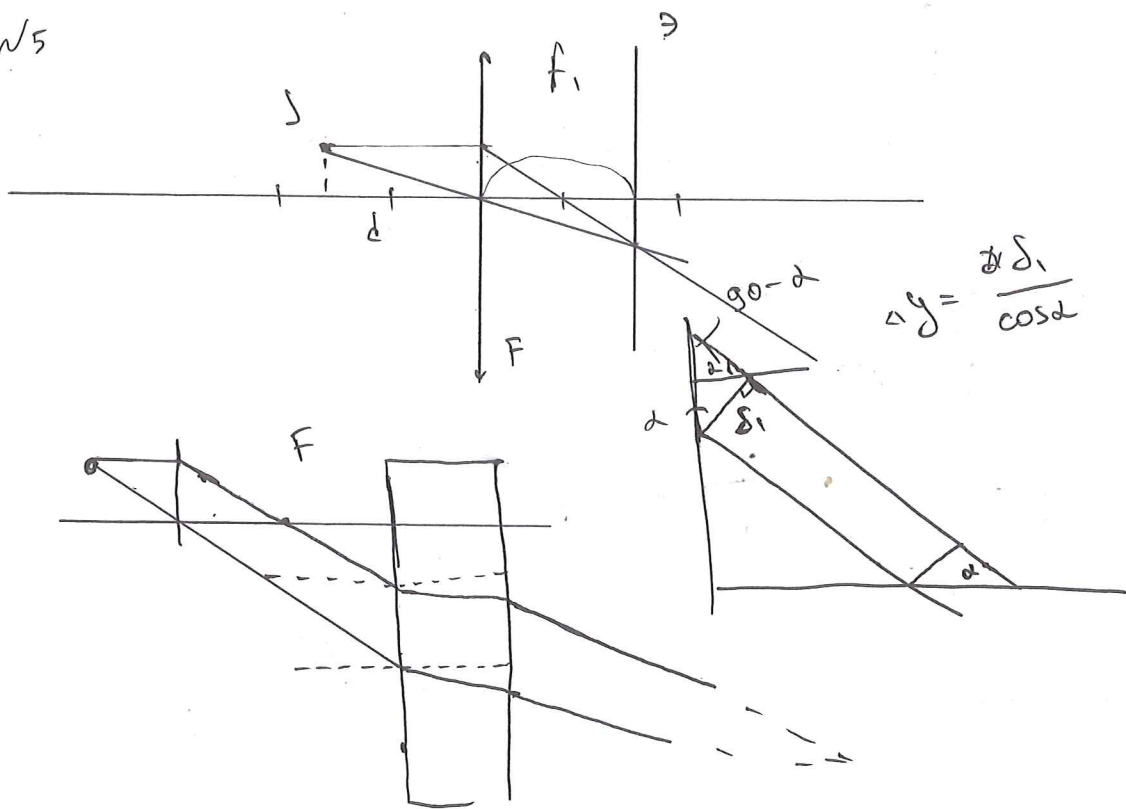
$$q_1 = \frac{m_1}{k_1} \cdot i$$

$$I_3 = \frac{m_3}{k_3 \Delta t}$$

$$I_2 = \frac{q_2}{\Delta t} = \frac{m_2}{k_2 \Delta t} = \frac{m_2}{k_3 \Delta t}$$

$$I =$$

№5



$$\Delta y = \frac{\Delta \delta_1}{\cos \alpha}$$

42-72-70-44 (4.2)

Задача 2, продолжит, число Вук

по т.к. $\alpha = 45 \Rightarrow \sin \alpha = \cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2} = \beta$

$$m \sqrt{2g(H-h)} = m' v_n \beta$$

из (1.2) $m' v_n \beta = m v_2$ где $v_2 = \frac{L}{T}$

$$m \sqrt{2g(H-h)} = \frac{mL}{T}$$

$$2g(H-h) = \frac{L^2}{T^2}$$

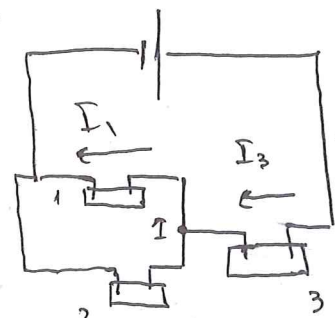
$$H = \frac{L^2}{2gT^2} + h$$

$$H = \frac{L^2}{2gT^2} + \frac{gT^2}{2}$$

$$H = \frac{400}{2 \cdot 10 \cdot 4} + \frac{10 \cdot 4}{2} = 5 + 20 = 25 \text{ м}$$

Но базируй вид

№3б



$$k = \frac{m}{q};$$

1) Т.к. перед нами цепь постоянного тока, то $I = \frac{q}{\Delta t}$, при $q = \frac{m}{k}$

2) Из 1-го правила Кирггофа

$$I_2 \leftarrow$$

$$I_1 + I_2 = I_3$$

$$I_2 = I_3 - I_1 \quad | \cdot \Delta t$$

$$I_3 = \frac{m_3}{k_3 \Delta t}$$

$$I_1 = \frac{m_1}{k_1 \Delta t}$$

$$I_2 = \frac{m_2}{k_2 \Delta t}$$

$$I_2 \Delta t = I_3 \Delta t - I_1 \Delta t$$

Поставим соотношение из (1.1)

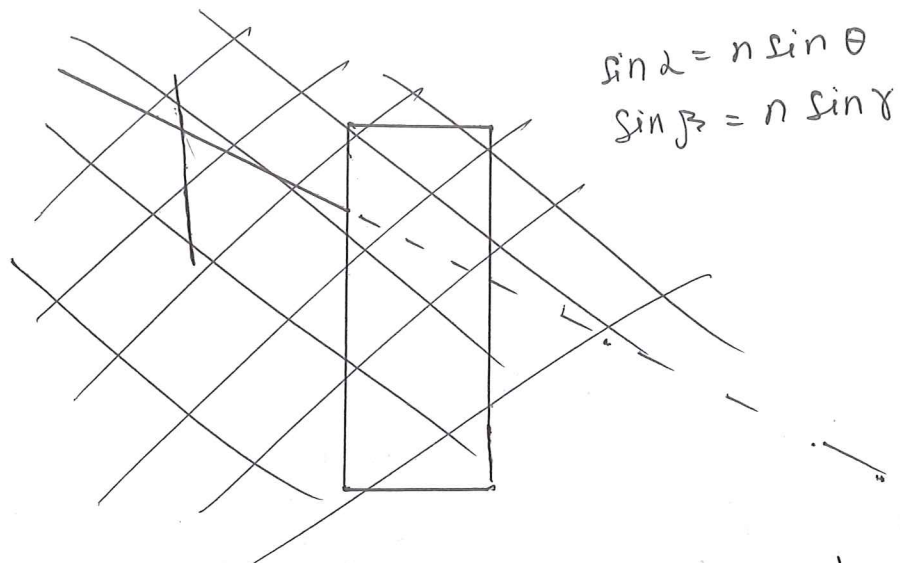
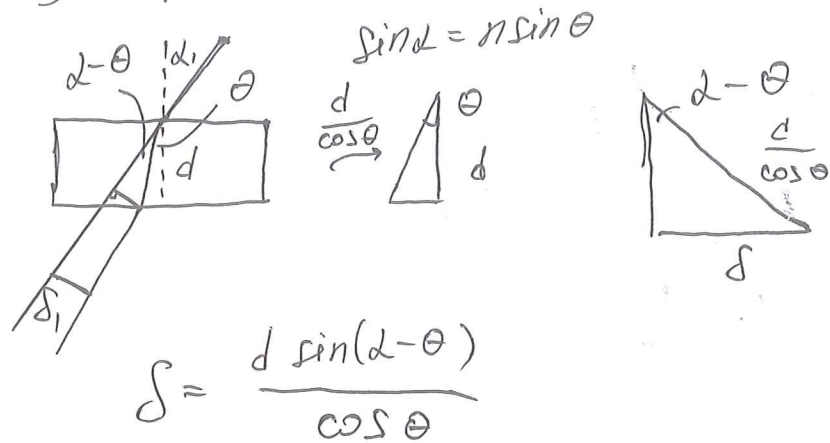
$$\frac{m_2}{k_2} = \frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}; \quad m_2 = k_2 \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right)$$

$$\rho_c = \frac{m_2}{V} \cdot l = Sh \rightarrow h = \frac{k_2}{\rho S} \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right); \quad h - \text{толщина слоя серебра}$$

$$\rho_c = \frac{m_2}{Sh}$$

$$h = \frac{m_2}{\rho S}$$

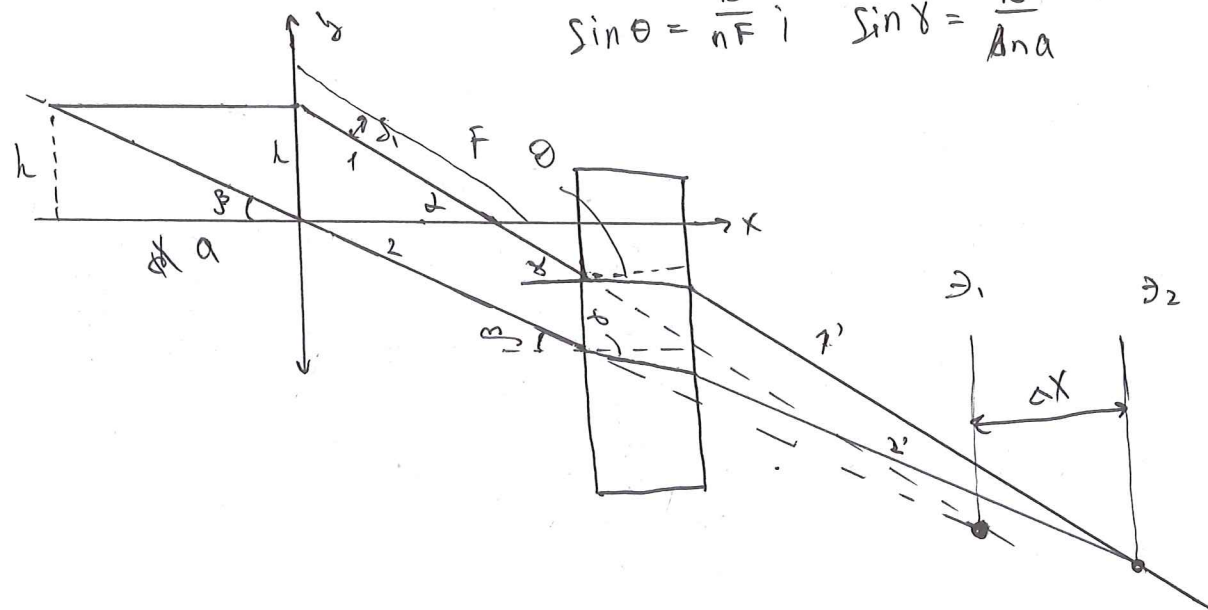
№5 Пунктиром будем отмечать ход лучей без пластины
 1. Выведем формулу отклонения луча в пластинке Числовик



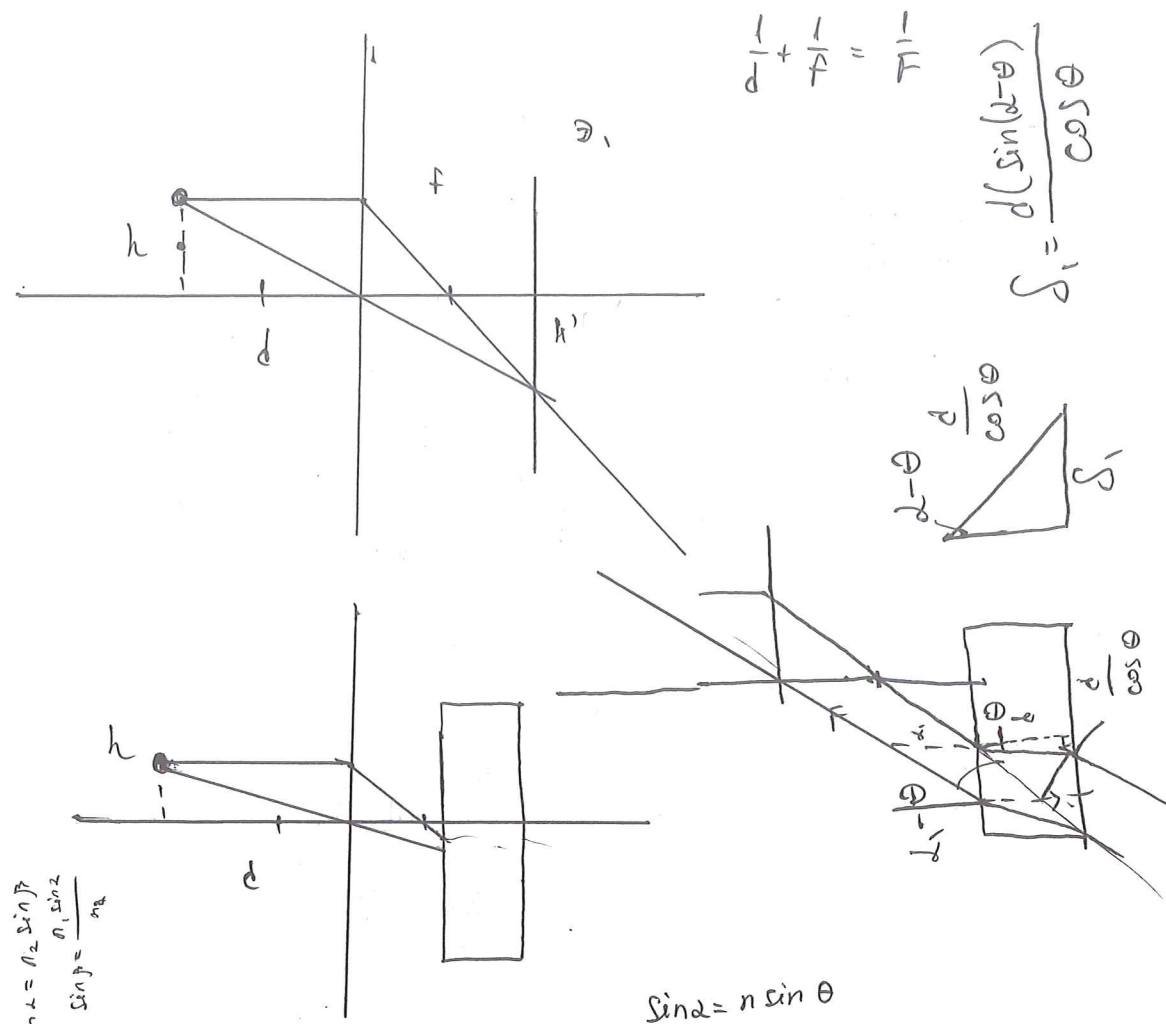
2) $d > F \Rightarrow h$

$$\sin \alpha = \frac{h}{F}; \quad \sin \beta = \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}} \approx \frac{h}{d}$$

$$\sin \theta = \frac{h}{nF}; \quad \sin \gamma = \frac{h}{n d}$$



Черко Вик

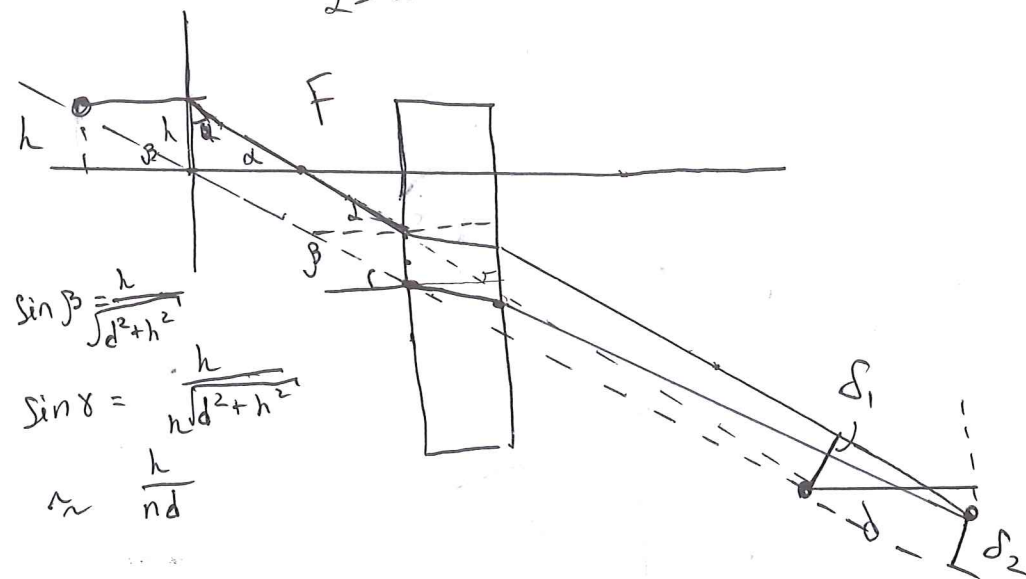


$$\delta_1 = \frac{d(\sin(\alpha - \theta))}{\cos \theta}$$

$$\delta_2 = d$$

$$\alpha = \arcsin \frac{h}{F} \approx \frac{h}{F}; \quad \sin \alpha \approx \frac{h}{F}$$

$$\sin \theta \approx \frac{h}{F n}$$



Мерковик:

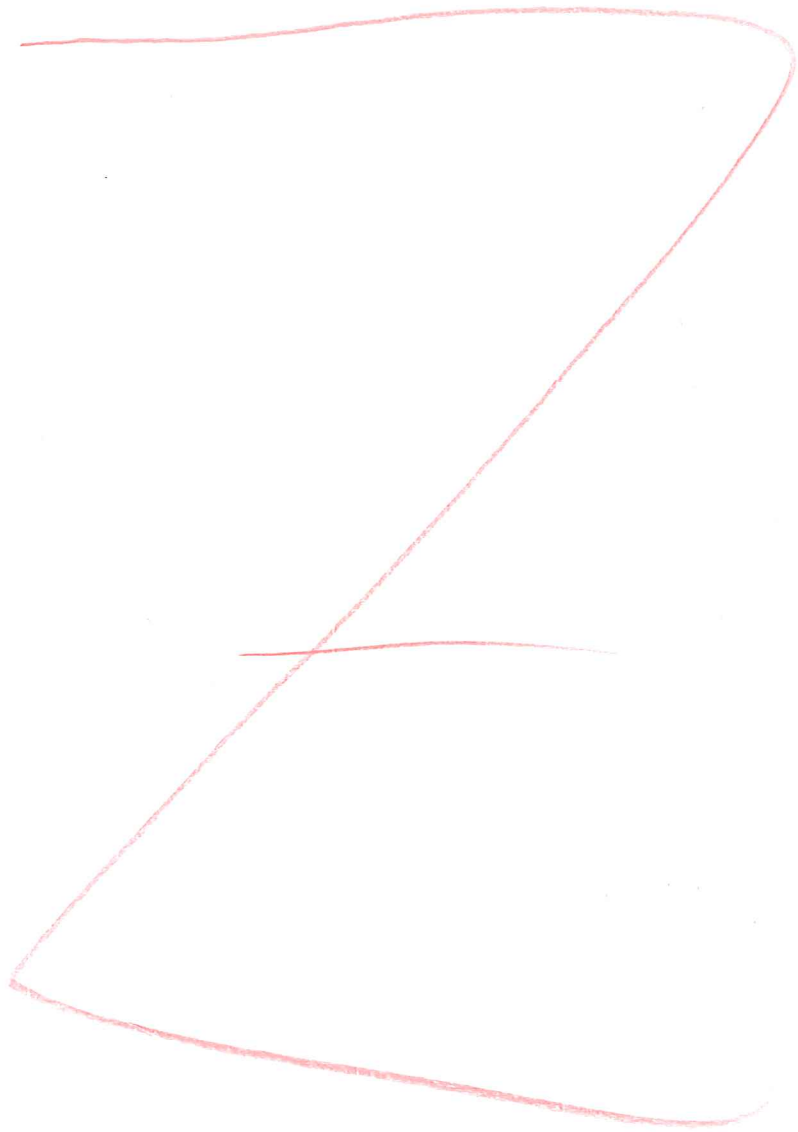
луч 1: $y(x) = l - \operatorname{tg} \alpha x$
 луч 2: $y(x) = \operatorname{tg} \beta x$

луч 1': $y(x) = l + \frac{\delta_1}{\cos \alpha} - \operatorname{tg} \alpha(x)$
 луч 2': $y(x) = \frac{\delta_2}{\cos \beta} - \operatorname{tg} \beta x$

$$l - \operatorname{tg} \alpha x = -\operatorname{tg} \beta x$$

$$x(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta) = l$$

$$x = \frac{l}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}$$

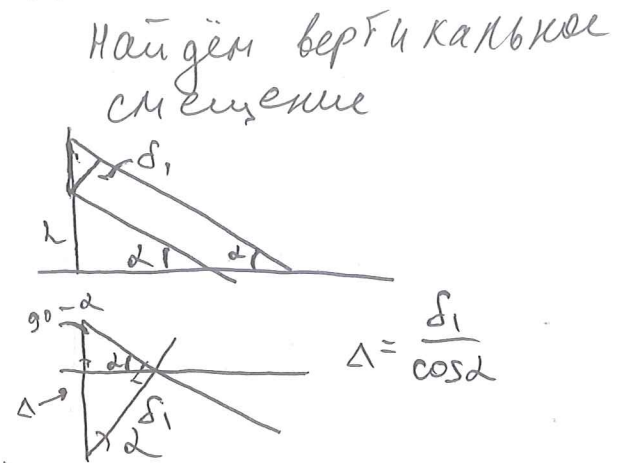


42-72-70-44 (4.2)

№5, продолжение; мерковик

3) Представим лучи в виде функций:

луч 1: $y(x) = l - \operatorname{tg} \alpha x$
 луч 2: $y(x) = -\operatorname{tg} \beta x$



луч 1': $y(x) = l + \frac{\delta_1}{\cos \alpha} - \operatorname{tg} \alpha(x)$

луч 2': $y(x) = \frac{\delta_2}{\cos \beta} - \operatorname{tg} \beta(x)$

4) Координата x первого изобр. (экрана):

$$y_1(x) = y_2(x)$$

$$l - \operatorname{tg} \alpha x = -\operatorname{tg} \beta x$$

$$x(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta) = l$$

$$x \left(\frac{l}{F} - \frac{l}{da} \right) = l$$

$$x_1 \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{na} \right) = 1$$

при малых углах $\operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha$
 $\operatorname{tg} \beta \approx \sin \beta$ (т.к. $l \rightarrow 0$)

5) Координата x второго изобр.:

$$l + \frac{d(\sin \alpha \cos \theta - \sin \theta \cos \alpha)}{\cos \alpha \cdot \cos \theta} - \operatorname{tg} \alpha \cdot x = \frac{d(\sin \beta \cos \gamma - \sin \gamma \cos \beta)}{\cos \beta \cdot \cos \gamma} - \operatorname{tg} \beta \cdot x$$

$$l + d(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \theta) - \operatorname{tg} \alpha \cdot x = l + d(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \gamma) - \operatorname{tg} \beta \cdot x$$

$$l + d(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \theta) - l - d(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \gamma) = x(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta)$$

Вно вб воспользуемся аппроксимацией тангенса.

$$l + dl \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{nF} \right) - l - dl \left(\frac{1}{da} - \frac{1}{na} \right) = x_2 \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a} \right) \quad | : l$$

$$1 + \frac{d}{F} \left(1 - \frac{1}{n} \right) - \frac{d}{a} \left(1 - \frac{1}{n} \right) = x_2 \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a} \right)$$

№5, продолжение, кисточки

$$\begin{cases} 1 + \frac{d}{F} \left(1 - \frac{1}{n}\right) - \frac{d}{a} \left(1 - \frac{1}{n}\right) = \chi_2 \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a}\right) \\ \chi_1 \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a}\right) = 1 \end{cases}$$

$$d \left(1 - \frac{1}{n}\right) \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a}\right) = (\chi_2 - \chi_1) \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a}\right) \quad | : \frac{1}{F} - \frac{1}{a}$$

$$\boxed{\chi_2 - \chi_1 = d \left(1 - \frac{1}{n}\right) \cdot \frac{1}{1,5} = \frac{2}{3}}$$

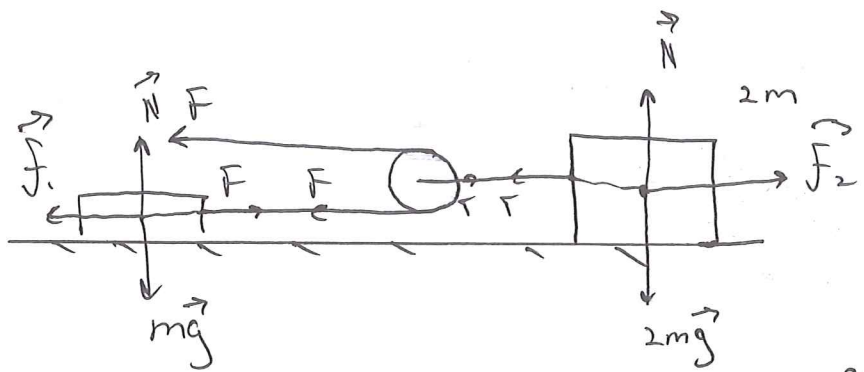
$$\chi_2 - \chi_1 = 3 \cdot \left(1 - \frac{2}{3}\right)$$

$$\chi_2 - \chi_1 = 3 - \frac{3 \cdot 2}{3}$$

$$\chi_2 - \chi_1 = 1 \text{ см}$$

20

№1



1) Исходя из ~~неразрывности~~ непрерывности и веса, сила натяжения внутри цепи const;

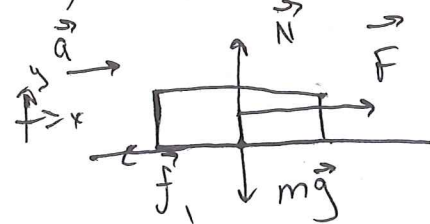
Рассмотрим блок:

$$2F - T = ma$$

$$a = \frac{2F - T}{m}$$

если $2F - T \neq 0$, то $a \rightarrow \infty$, т.к. $m \rightarrow 0$, что не имеет смысла,

$$\Rightarrow 2F = T$$



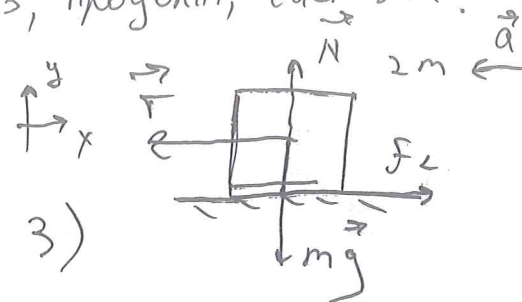
По II з.Н

$$\vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} + \vec{f}_1 = m\vec{a}$$

$$O_y: mg = N$$

$$O_x: ma = F - f_1 = F - \mu N = F - \mu mg$$

№5, продолж, кисточки.



По II з.Н

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F} + \vec{f}_2 = m\vec{a}$$

$$O_y: N = 2mg$$

$$O_x: 2ma_2 = T - f_2 = T - 2\mu mg, \text{ но}$$

$$T = 2F \Rightarrow 2ma_2 = 2F - 2\mu mg \Rightarrow ma_2 = F - \mu mg$$

4) Отсюда заметим, что

$$ma_1 = F - \mu mg \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$ma_2 = F - \mu mg$$

5) т.к. тела движутся кверху, то из закона слож. ускорений $a_r = a_1 + a_2 = 2a$

$$\Delta X = \frac{a_r T^2}{2}$$

$$a_r = \frac{2\Delta X}{T^2}$$

$$2a = \frac{2\Delta X}{T^2}$$

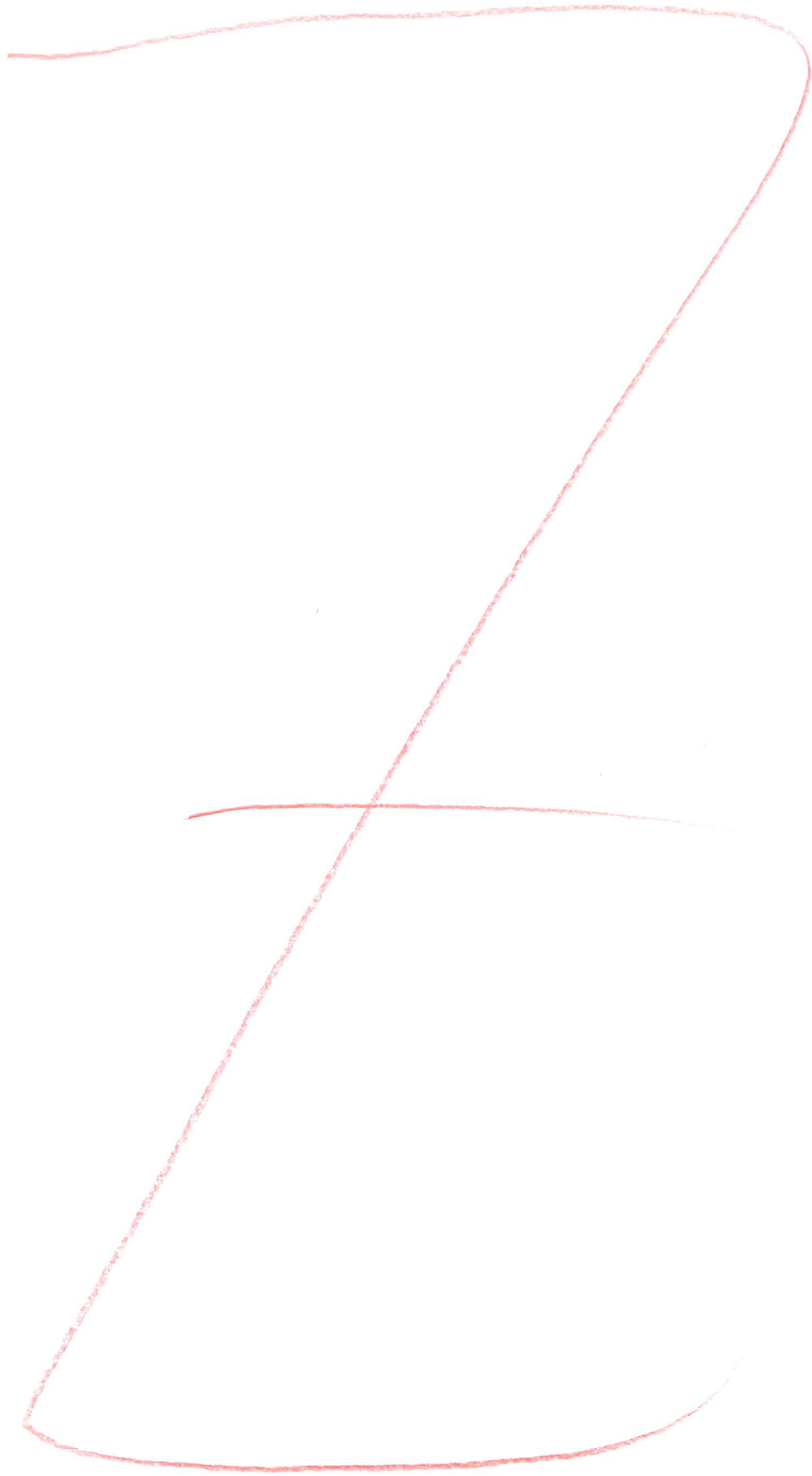
$$a = \frac{\Delta X}{T^2}$$

$$6) \begin{cases} ma = F - \mu mg \\ F = m(a + \mu g) \end{cases}$$

$$\boxed{F = m \left(\frac{\Delta X}{T^2} + \mu g \right)}$$

$$F = 0,5 \cdot (1 + 3) = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ Н}$$

20



42-72-70-44
(4,2)

№3а, продолжение, источник:

абсолютная влажность $\rho = \frac{(\rho_1 + \rho_2) V_{\text{ж}}}{V}$

$\rho_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} \Gamma$; Ур. состояния для начального момента

$$\frac{P_1}{P_{\text{ж}}} = \varphi$$

$$\rho_1 = \frac{\varphi P_{\text{ж}} V}{R \Gamma}$$

$$\rho = \frac{\varphi P_{\text{ж}} V_{\text{ж}}}{R \Gamma V} + \frac{\rho_{\text{ж}}^2 V_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ж}} V}$$

$$\rho = \frac{0,415 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,3 \cdot 300} + \frac{0,8 \cdot 10^4 \cdot 25 \cdot 10^2}{25 \cdot 10^5 \cdot 80 \cdot 50} = \frac{80 \cdot 10^2 \cdot 10^2}{80 \cdot 5 \cdot 10^8 \cdot 2} +$$

$$+ \frac{0,415 \cdot 36}{8,3 \cdot 3 \cdot 10^2} = \frac{1}{5} \cdot 10^{-2} + \frac{14,94}{24910} = 0,2 \cdot 10^{-2} + 6 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-3} + 6 \cdot 10^{-3}$$

8,33 = 24,9

$$\begin{array}{r} 415 \\ - 36 \\ \hline 2490 \\ 1245 \\ \hline 14940 \end{array}$$

0,415 · 36 = 14,94

4

$$\begin{array}{r} 1494 \overline{) 249} \\ 25 \\ \hline 249 \\ \hline 0 \end{array}$$

14,94 = 1494 · 10⁻²

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

$$\rho = 8 \frac{\Gamma}{\text{м}^3}$$

№3б Продолжи, источник

$$l = \frac{k_2}{\rho s} \left(\frac{m_2}{k_2} - \frac{m_1}{k_1} \right);$$

$$l = \frac{1,1 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{1,05 \cdot 10^4 \cdot 110 \cdot 10^{-4}} \left(\frac{444}{9,3 \cdot 10^{-8}} - \frac{660}{3,3 \cdot 10^{-4}} \right) =$$

$$= \frac{1,1 \cdot 10^{-12}}{105 \cdot 1,1} \cdot (80 \cdot 10^8 - 200 \cdot 10^4) = \frac{10^{-5}}{105} \cdot 600 = 5,71 \cdot 10^{-5} = 5,71 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$\frac{600}{105} = \frac{600}{33} \cdot 10 = 200$$

$$\begin{array}{r} 600 \overline{) 105} \\ 525 \\ \hline 450 \\ - 435 \\ \hline 150 \\ - 105 \\ \hline 45 \end{array}$$

$$l = 5,71 \text{ микрометра}$$

S = 110 см²; 1 см² = 10⁻⁴ м²

