



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

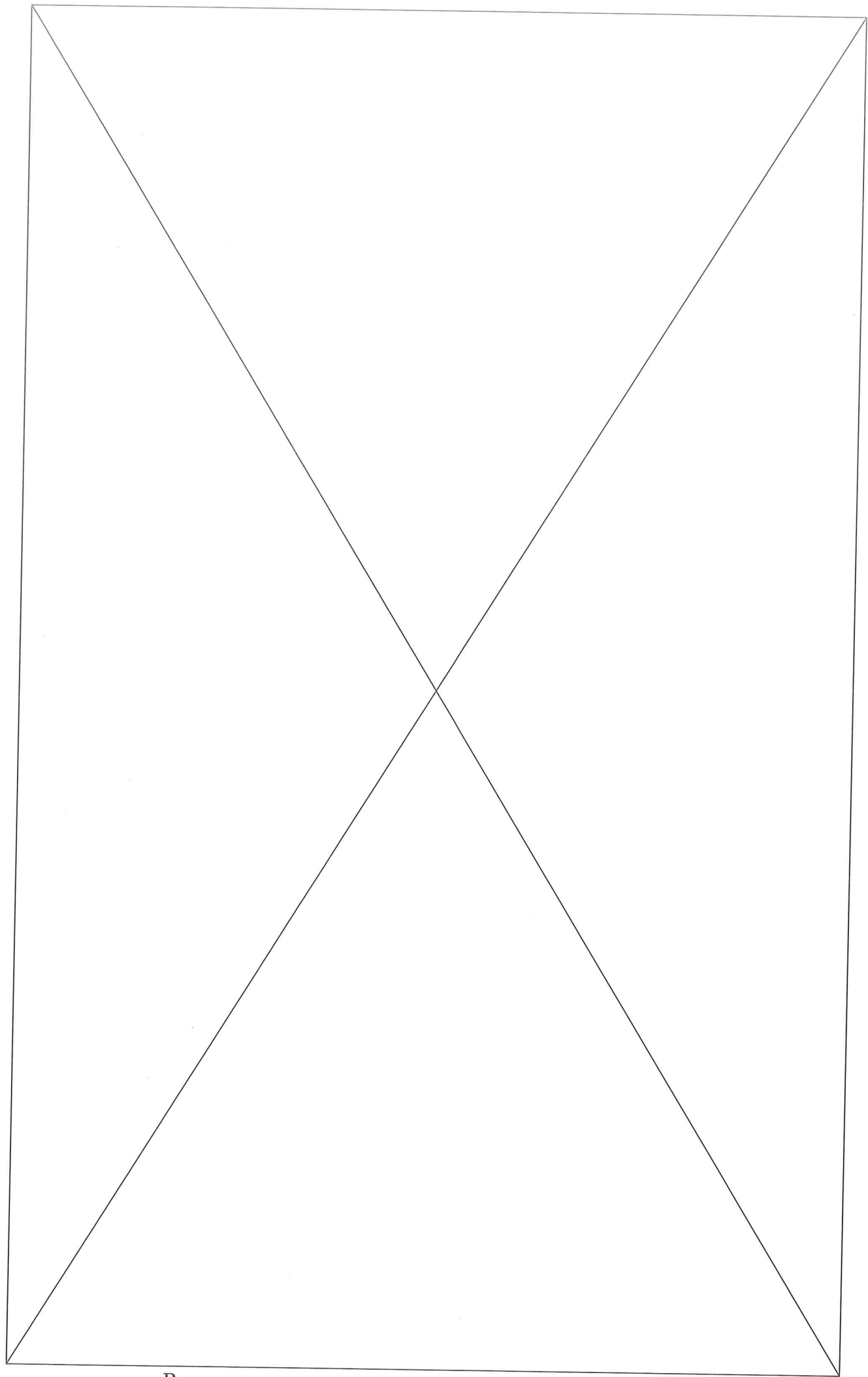
по физике
профиль олимпиады

Могилева Ивана Дмитриевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

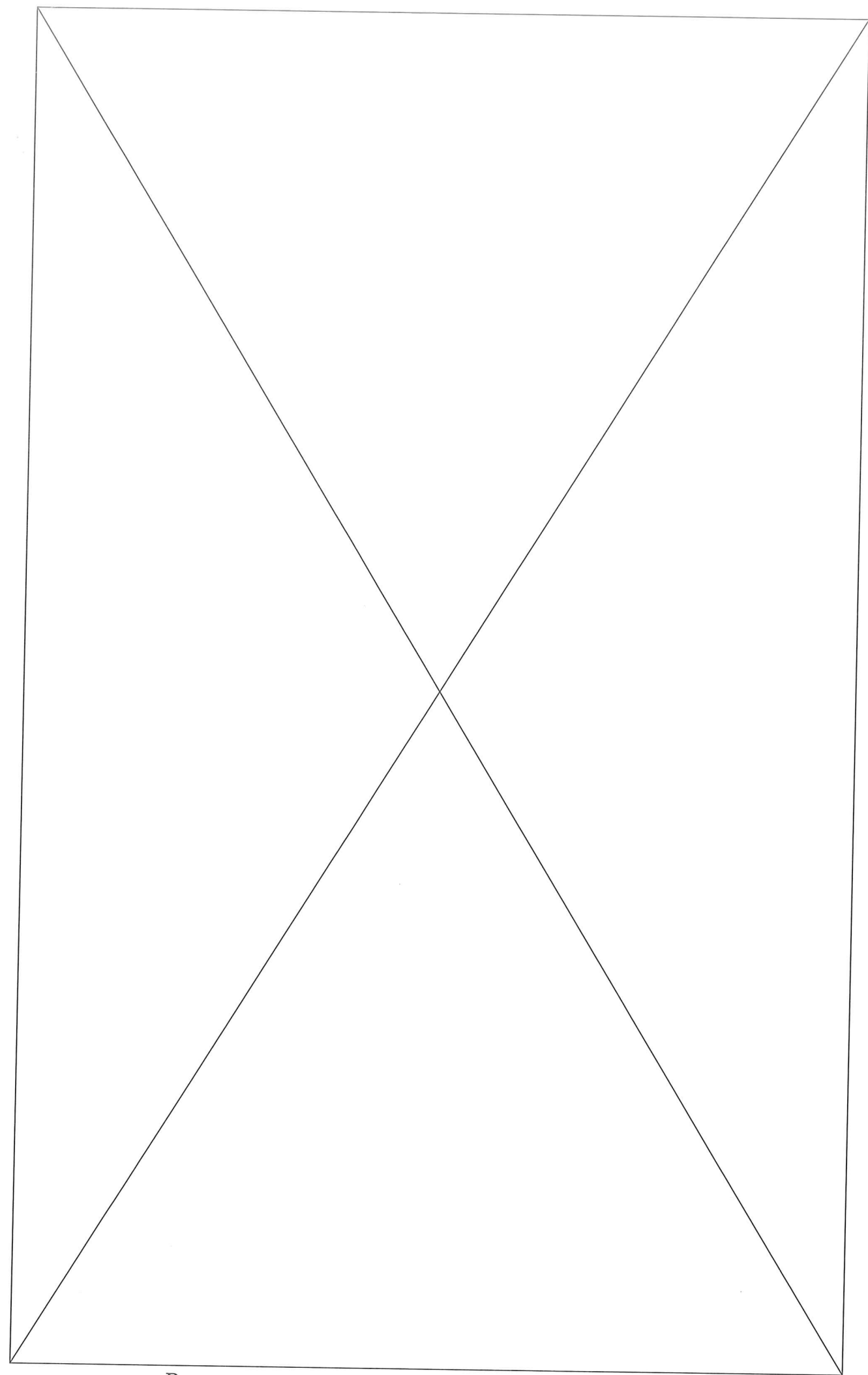
+1 мет
+1 мет

Дата
«13» ФЕВРАЛЯ 2026 года

Подпись участника
Могилев



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Центровик
(продолжение задачи N1)

Перейдем в систему отсчета бруска М.

$$\vec{a}_1 = \vec{a}_{12} + \vec{a}_2$$

$$Ox: a_1 = a_{12} - a_2$$

$$a_1 + a_2 = a_{12}, a_1 = a_2 = a, a_{12} = a_{отн.}$$

$$a_{отн.} = 2a.$$

5) Из кинематики: $\Delta x = \frac{a_{отн.} t^2}{2}, \Delta x = \frac{2a t^2}{2}$

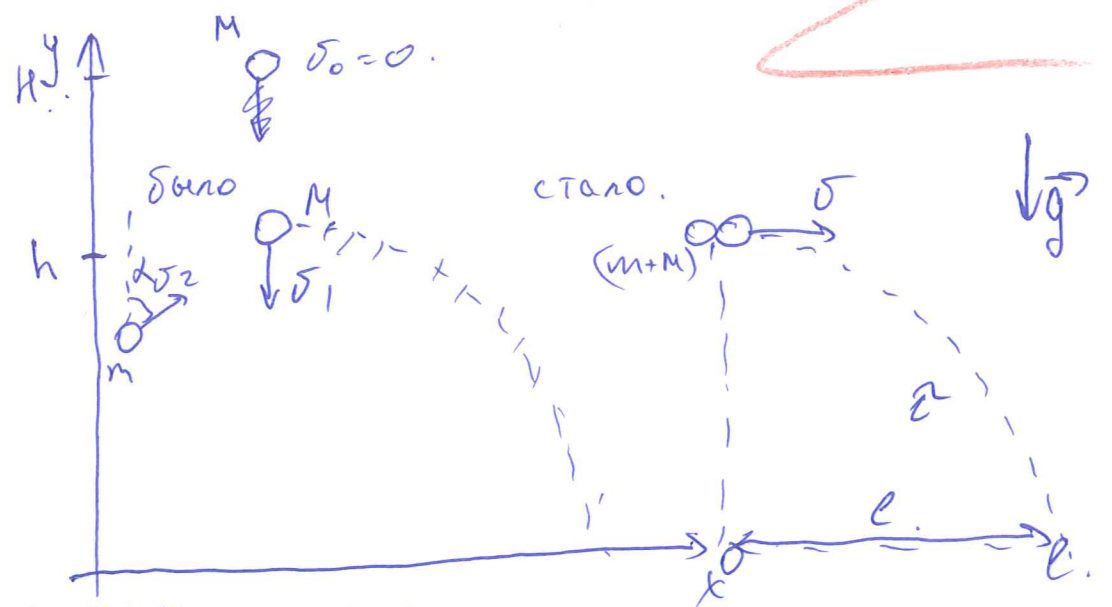
$$\Delta x = a t^2, a = \frac{\Delta x}{t^2}$$

6) $F = 11mg + \frac{m \Delta x}{t^2}$

$$F = 0,3 \cdot 0,5 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + \frac{0,5 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м}}{1 \text{ с}^2} = 1,5 \text{ Н} + 0,5 \text{ Н} = 2 \text{ Н}$$

Ответ: 2 Н.

Задача N2



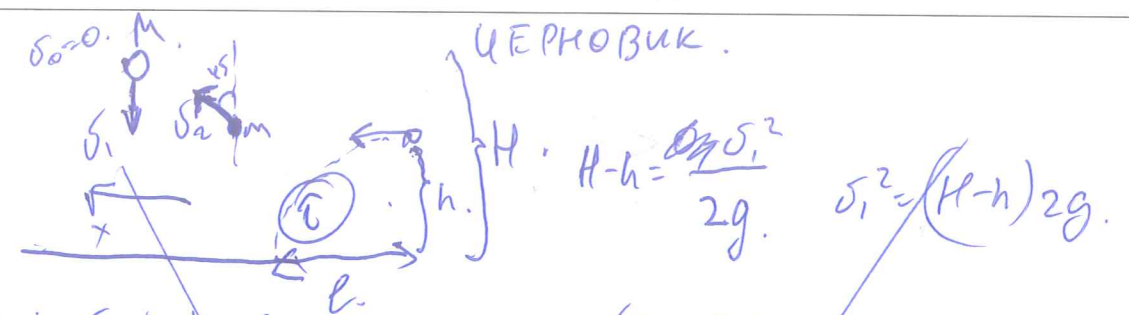
1) ЗСМ по осям:

$$Ox: m \sigma_2 \sin \alpha = (M+m) \sigma$$

$$Oy: m \sigma_2 \cos \alpha = M \sigma_1 = 0$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{(M+m) \sigma}{M \sigma_1} \text{ см. продолжение}$$

ЦЕНТРОВИК



$$H \cdot H - h = \frac{0,5 \sigma_1^2}{2g}, \sigma_1^2 = (H-h) 2g$$

$$Ox: m \sigma_2 \sin \alpha = (M+m) \sigma, \sigma_2 = \frac{(M+m) \sigma}{m \sin \alpha}$$

$$M \sigma_1 = m \sigma_2 \cos \alpha$$

$$\frac{M \sigma_1^2}{2} + \frac{m \sigma_2^2}{2} = \frac{(M+m) \sigma^2}{2}$$

$$M(H-h) \cdot 2g + m \frac{(M+m)^2 \sigma^2}{m^2 \sin^2 \alpha} = (M+m) \sigma^2$$

$$\sigma_2 = \frac{(M+m) \sigma}{m \sin \alpha}, \sigma_1 = \frac{m \sigma_2 \cos \alpha}{M} = \frac{m \cos \alpha}{M} \frac{(M+m) \sigma}{m \sin \alpha}$$

$$M \frac{m^2 \cos^2 \alpha}{m^2 \sin^2 \alpha} (M+m)^2 \sigma^2 + m \frac{(M+m)^2 \sigma^2}{m^2 \sin^2 \alpha} = (M+m) \sigma^2$$

$$\frac{(M+m) \sigma^2}{M} + \frac{(M+m) \sigma^2}{m \sin^2 \alpha} = \sigma^2 \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}$$

$$(M+m) \left(\frac{1}{M} + \frac{1}{m \sin^2 \alpha}\right) = 1$$

$$(M+m) (m \sin^2 \alpha + M) = M m \sin^2 \alpha$$

$$(M+m) (0,5m + M) = 0,5 M m$$
~~$$0,5 M m + M^2 + 0,5 m^2 + M m = 0,5 M m$$~~

Черновик.

$3\cos(\alpha) \cdot (m\sigma_2 \sin \alpha) = (m+m)\sigma$
 $(m\sigma_2 \cos \alpha) = M\sigma_1$
 $(M+m)\sigma = M\sigma_1 \Rightarrow \sigma = \sigma_1$
 $H-h = \frac{\sigma_1^2}{2g}$
 $\sigma_1^2 = (H-h)2g$

$x(t) = \sigma t$
 $y(t) = h - \frac{gt^2}{2}$
 $2h = gt^2$
 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$
 $l = \sigma \sqrt{\frac{2h}{g}}$
 $h = \frac{g l^2}{2\sigma^2}$
 $\sigma^2 = \frac{g l^2}{2h}$
 $h = \frac{g l^2}{2\sigma^2}$
 $t^2 = \frac{e^2}{\sigma^2}$
 $2gH - 2g \cdot \frac{gt^2}{2} = \frac{l^2}{t^2}$
 $2gH = \frac{l^2}{t^2} + g^2 t^2$
 $2gH = \frac{l^2 + g^2 t^4}{t^2} \Rightarrow K = \frac{l^2 + g^2 t^4}{2t^2 g}$
 $H = \frac{400 \text{ м}^2 + 10 \cdot 10 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot 2^4}{2 \cdot 2^2 \cdot 10} = \frac{400 + 1600}{80} \text{ м} = \frac{2000}{80} \text{ м} = 25 \text{ м}$
 $H = \frac{10 \cdot 10 \cdot 16 + 400}{2 \cdot 10 \cdot 4} = \frac{2000}{80} = 25 \text{ м}$
 $\frac{25}{4} = 6,25 \text{ м} = 6 \text{ м}$

11-32-67-88 (47)

Условие (продолжение задачи №2)

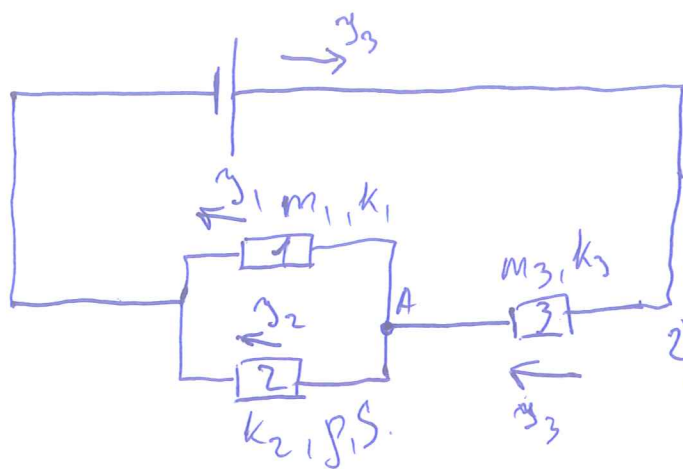
$\alpha = 45^\circ \Rightarrow \text{tg} \alpha = 1$
 \Downarrow
 $1 = \frac{(M+m)\sigma}{M\sigma_1} \Rightarrow (M+m)\sigma = M\sigma_1$, т.к. $m \ll M$, то m можно пренебречь.
 $M\sigma = M\sigma_1$
 $\sigma = \sigma_1$

2) Найдём скорость шарика в момент попадания пули:
 $(H-h) = \frac{\sigma_1^2}{2g} \Rightarrow \sigma_1^2 = 2g(H-h) = \sigma^2$

3) Найдём уравнение координат для пули и шарика, когда они падают.
 $x(t) = \sigma t$
 $y(t) = h - \frac{gt^2}{2}$
 В момент падения $x(t) = l$
 $y(t) = 0$
 $l = \sigma t, \sigma = \frac{l}{t}$
 $2h = g t^2$
 $h = \frac{g t^2}{2}$
 $2g(H-h) = \frac{l^2}{t^2}$
 $2gH - 2g \cdot \frac{gt^2}{2} = \frac{l^2}{t^2}$
 $2gH = \frac{l^2}{t^2} + g^2 t^2$
 $2gH = \frac{l^2 + g^2 t^4}{t^2} \Rightarrow K = \frac{l^2 + g^2 t^4}{2t^2 g}$
 $H = \frac{400 \text{ м}^2 + 10 \cdot 10 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot 2^4}{2 \cdot 2^2 \cdot 10} = \frac{400 + 1600}{80} \text{ м} = \frac{2000}{80} \text{ м} = 25 \text{ м}$
 Ответ: 25 м.

цистовик

Задача N3 (б)



1) Пусть источник создаёт ток I_3 . Тогда по I правилу Кирхгофа $I_3 = I_1 + I_2$ для узла А. +

2) $I_3 = \frac{q_3}{t}$
 $I_2 = \frac{q_2}{t}$
 $I_1 = \frac{q_1}{t}$
 (время одинаковое)
 $\Rightarrow I_3 = I_1 + I_2$

3) $I_3 = \frac{m_3}{k_3}$
 $I_2 = \frac{m_2}{k_2} = \frac{\rho h S}{k_2}$
 $I_1 = \frac{m_1}{k_1}$
 $\frac{m_3}{k_3} = \frac{m_1}{k_1} + \frac{\rho h S}{k_2}$

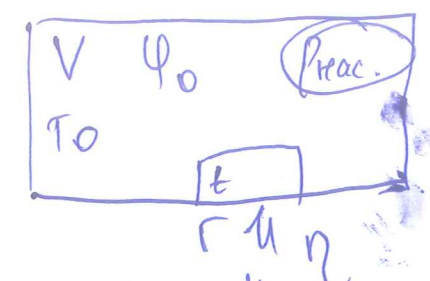
$\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} = \frac{\rho h S}{k_2} = h$

$h = \frac{\begin{pmatrix} 744 & -6 \\ 660 \cdot 10^3 & \text{кн} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 660 \cdot 10^3 \\ 3,3 \cdot 10^{-7} \text{кн} \end{pmatrix} \cdot 1,1 \cdot 10^6}{1,05 \cdot 10^4 \frac{\text{кн}}{\text{м}^3} \cdot 110 \cdot 10^{-6} \text{м}^2} =$

$= \frac{(8000 \text{кн} - 2000 \text{кн}) \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кн}}{\text{м}}}{1,05 \cdot 110 \cdot \frac{\text{кн}}{\text{м}}} = \frac{6000 \cdot 1,1 \cdot 10^{-6}}{105 \cdot 110} =$
 $= 57,23 \cdot 10^{-6} \text{м} = 60 \text{мкм}$

Ответ: 60 мкм.

Черновик



$\Phi_0 = \frac{P_{в.п.}}{P_{м.п.}}$ $P_{в.п.} = P_{0} P_{м.п.}$

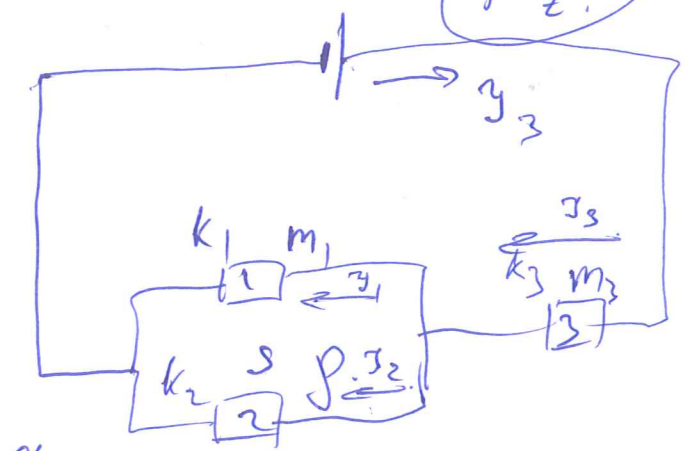
$Q = P_{в.п.} \cdot t = P_{0} P_{м.п.} \cdot t = \frac{U^2}{R} t$

$P_{в.п.} V = U R I_0$

$U R = \frac{P_{в.п.} V}{I_0}$

$\frac{U^2}{R} t = \frac{P_{в.п.} V}{I_0} (T - T_0)$

$\frac{10000}{800} \cdot 2700 \cdot \frac{3}{2}$



$[k] = \frac{\text{кн}}{\text{кн}}$

$\frac{\text{кн}}{\text{кн/кн}} = \text{кн}$

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

$I_3 = \frac{q_3}{t} = \frac{m_3}{k_3 t}$

$I_3 = I_1 + I_2$

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

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

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

$\frac{m_3}{k_3} = \frac{m_1}{k_1} + \frac{\rho h S}{k_2}$

$h = \frac{(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}) \cdot k_2}{\rho S}$

Черновик.

$$h = \left(\frac{744 \cdot 10^3}{9,7 \cdot 10^2} - \frac{660 \cdot 10^3}{3,3 \cdot 10^1} \right) \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} = \frac{744}{335} \cdot 10^{-6} = 20 \cdot 10^{-6}$$

$$\begin{array}{r} 744 \overline{) 93} \\ 744 \\ \hline 0 \end{array}$$

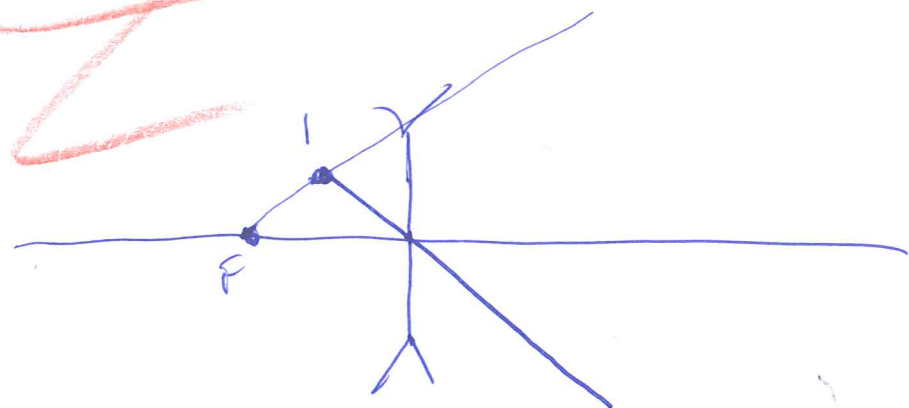
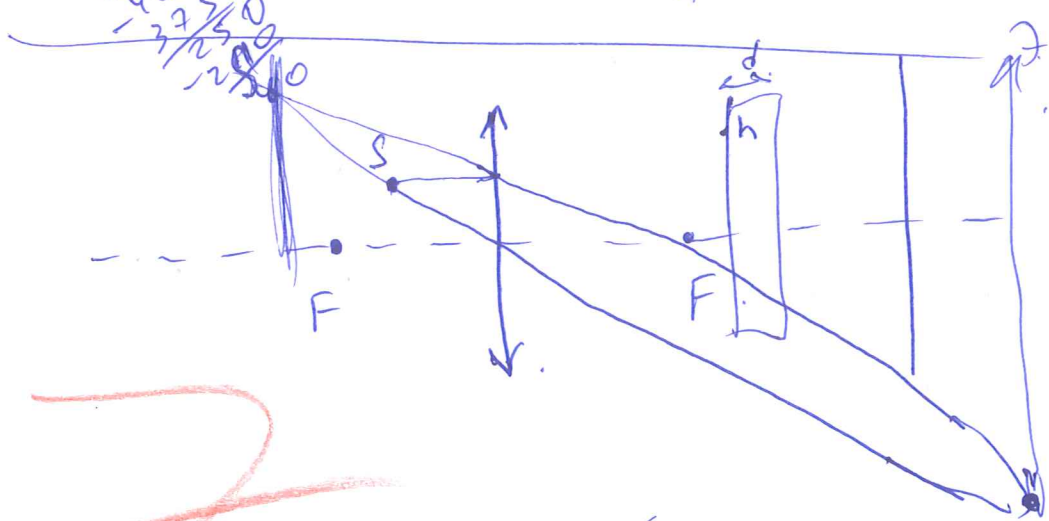
$$\frac{(8000 - 2000) \cdot 1,1 \cdot 10^{-6}}{1,05 \cdot 110} = \frac{6000 \cdot 1,1 \cdot 10^{-6}}{1,05 \cdot 1,1 \cdot 10^2} = \frac{6000}{105} \cdot 10^{-6}$$

$$= \frac{6000}{105} \cdot 10^{-6}$$

$$\begin{array}{r} 6000 \overline{) 105} \\ 525 \\ \hline 750 \\ 750 \\ \hline 0 \end{array} \quad 23 = 57,2$$

$$\begin{array}{r} 6000 \overline{) 105} \\ 525 \\ \hline 750 \\ 750 \\ \hline 0 \end{array} \quad 23 = 57,23$$

$$\begin{array}{r} 6000 \overline{) 105} \\ 525 \\ \hline 750 \\ 750 \\ \hline 0 \end{array} \quad 23 = 57,23$$

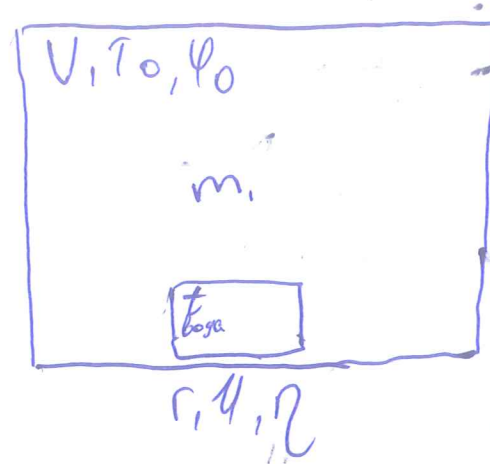


11-32-67-88 (4,7)

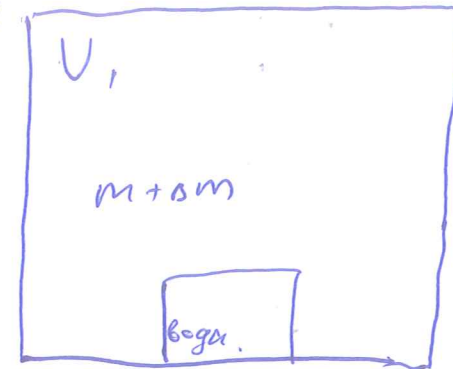
Цитировать.

Задача №3 (а)

Было:



Стало:



m - масса пара.

Δm - масса испарившейся воды.

1) η = 0,8 - КПД электроплитки. η = Q_поп / Q_затр.

$$\eta = \frac{\lambda \Delta m}{\frac{U^2}{R} \cdot t} = \frac{\lambda \Delta m \cdot R}{U^2 \cdot t} \quad \Delta m = \frac{\eta U^2 t}{\lambda R}$$

2) Ур-ие Менделеева-Клапейрона для пара (до испарения)

$$P_1 V = \frac{m}{M} R T_0, \quad P_0 = \frac{P_1}{\rho_{нас}}$$

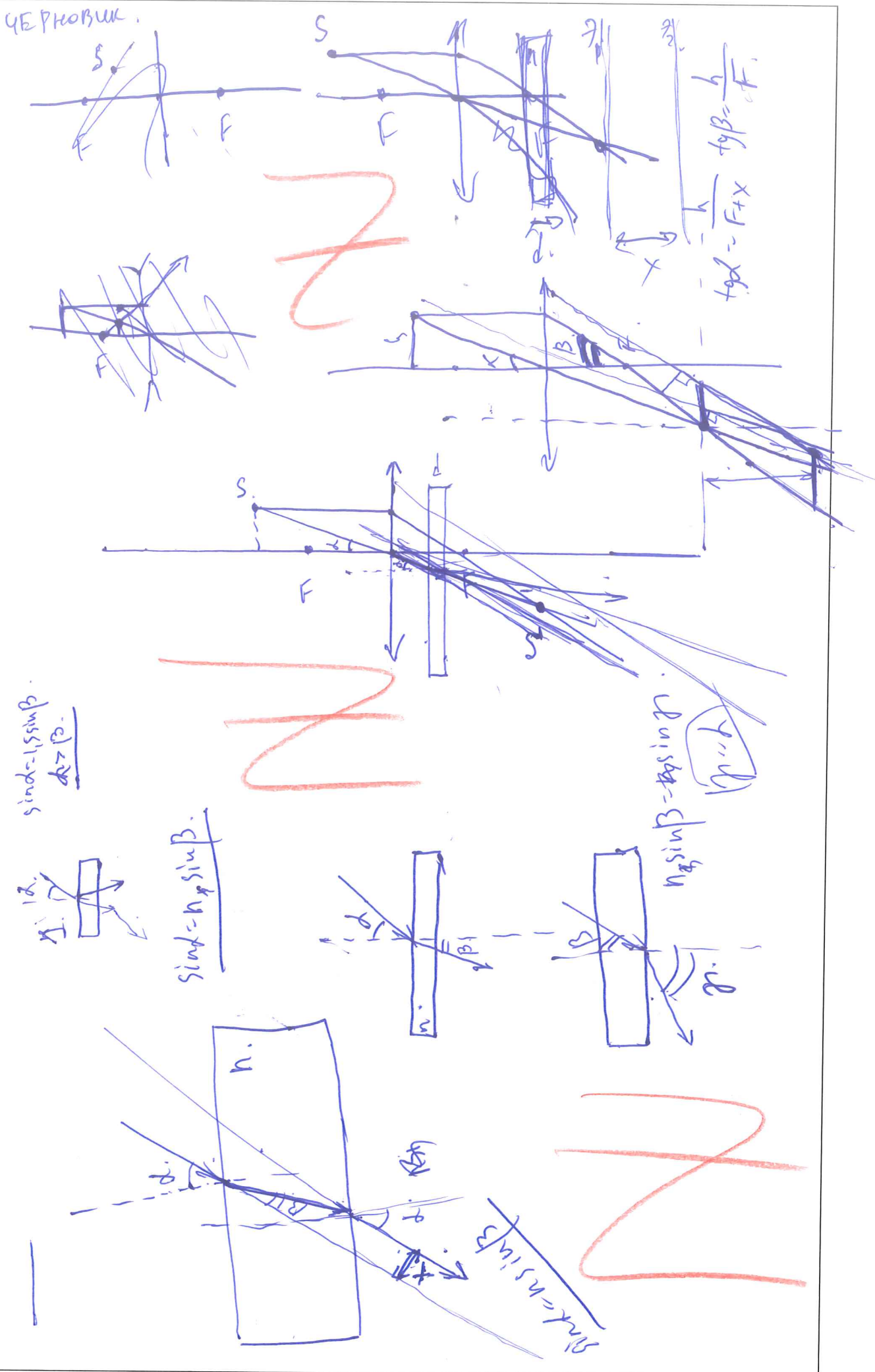
$$P_0 \rho_{нас} V M = m R T_0, \quad m = \frac{P_0 \rho_{нас} V M}{R T_0}$$

$$\rho = \frac{m + \Delta m}{V} = \frac{P_0 \rho_{нас} V M}{R T_0} + \frac{\eta U^2 t}{\lambda R} = \frac{P_0 \rho_{нас} M}{R T_0} + \frac{\eta U^2 t}{\lambda R V}$$

$$\rho = \frac{4,5 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,3 \cdot 300} + \frac{0,8 \cdot 220 \cdot 200 \cdot 2300}{273 \cdot 10^6 \cdot 80 \cdot 50} = \frac{6}{1000} + \frac{1}{500} = \frac{8}{1000} \frac{кг}{м^3} = 8 \text{ (г} \cdot \text{м}^{-3})$$

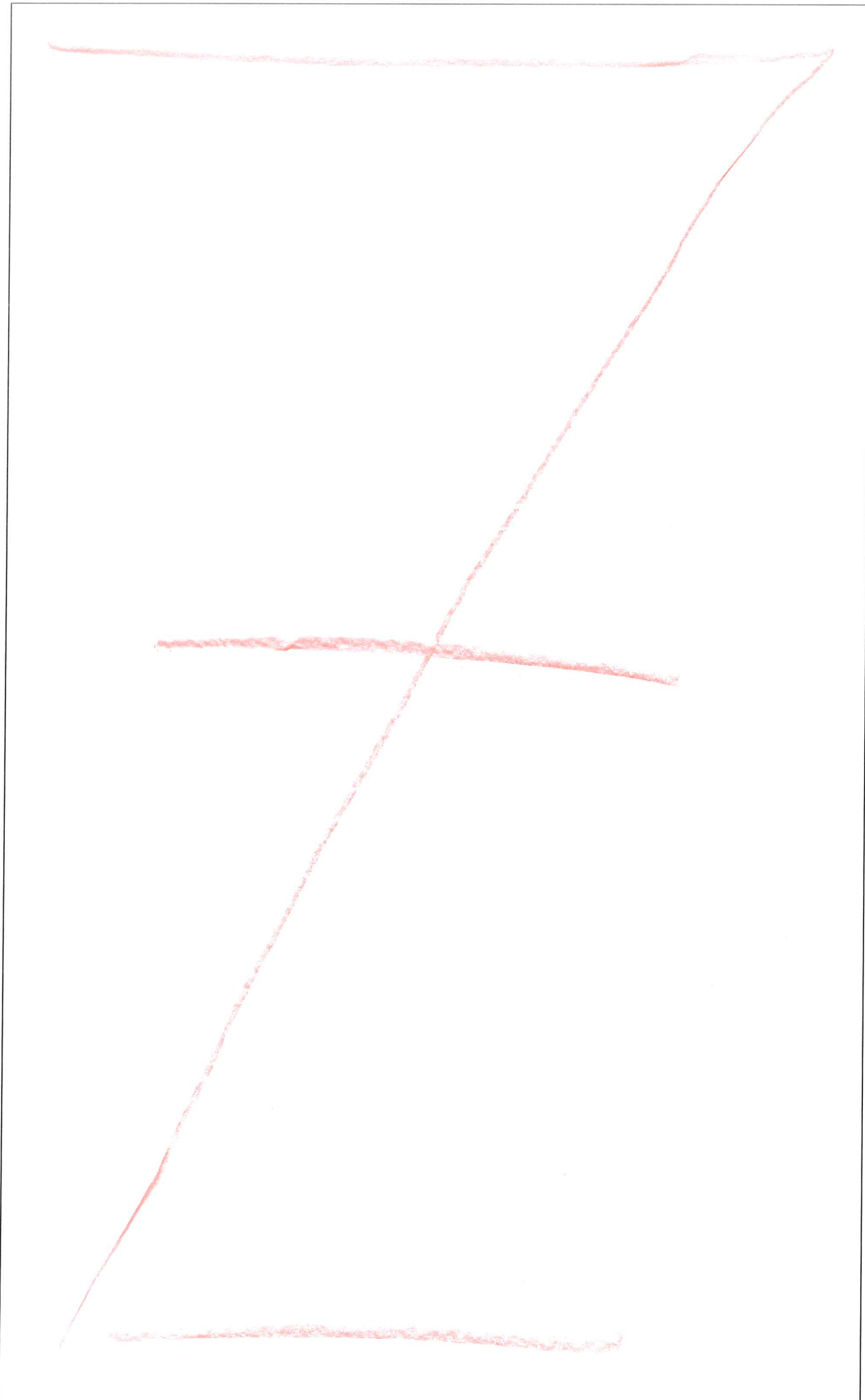
Ответ: 8 (г · м⁻³)

Черновик.



Черновик.

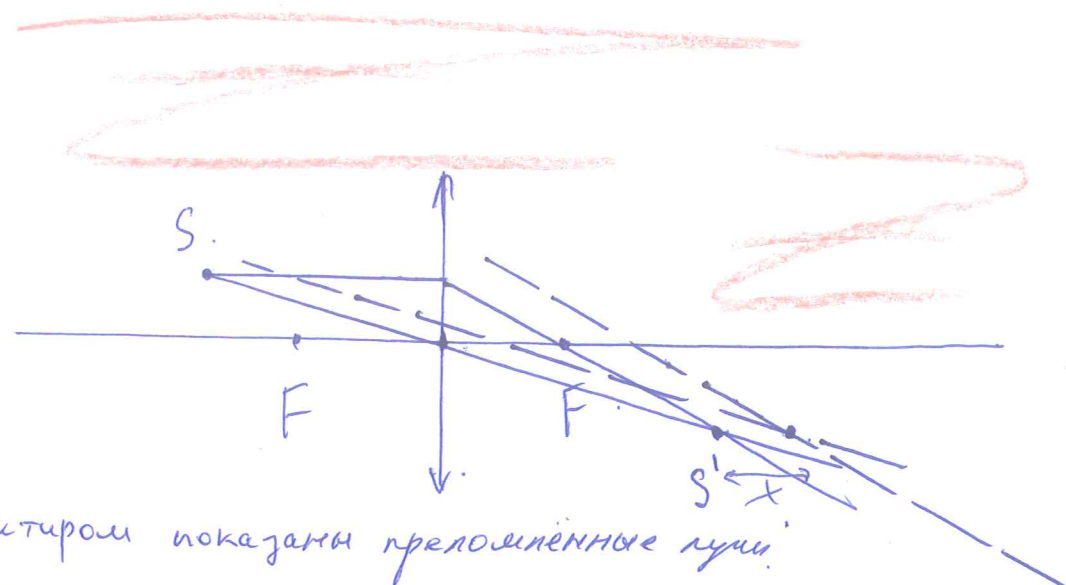
V, ρ_0, φ_0
 $\rho_{н.п.}$
 μ
 R
 V
 ρ_0
 $\varphi = ?$
 τ
 $\tau = 1000$
 $\rho_{г.п.}$
 $\rho_{г.п.}, \mu, \eta$
 $\eta = \frac{Q_{пол}}{Q_{зап}} = \frac{\lambda m_b}{\frac{u^2 \tau}{r}} = \frac{\lambda m_b r}{u^2 \tau}$
 $m_b = \frac{\eta u^2 \tau}{\lambda r}$
 $\varphi_0 = \frac{r}{\rho_{н.п.}}$ $r = \varphi_0 \rho_{н.п.}$
 $pV = \frac{m}{\mu} RT$
 $\varphi_0 \rho_{н.п.} V \mu = m_1 RT$
 $m_1 = \frac{\varphi_0 \rho_{н.п.} V \mu}{RT}$
 $\rho = \frac{m_1 + m_b}{V} = \left[\frac{\varphi_0 \rho_{н.п.} V \mu}{RT} + \frac{\eta u^2 \tau}{\lambda r V} \right]$
 $\frac{41,5 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{813 \cdot 3000} + \frac{0,8 \cdot 1000 \cdot 100 \cdot 2300}{2,3 \cdot 10^6 \cdot 80 \cdot 50} =$
 $\frac{41,5 \cdot 10^{-2} \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{813 \cdot 3000} + \frac{8 \cdot 23}{23 \cdot 80 \cdot 50} = 10^{-3} \cdot \frac{1}{500} =$
 $\frac{6}{1000} + \frac{2}{1000} = 0,003 \frac{kg}{m^3} = 3 \left(2 \cdot 10^{-3} \right)$
 $\frac{41,5 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{813 \cdot 3000} = \frac{18}{3000} = \frac{6}{1000} + \frac{1}{500} = \frac{8}{1000} = 0,008$



цистовик.

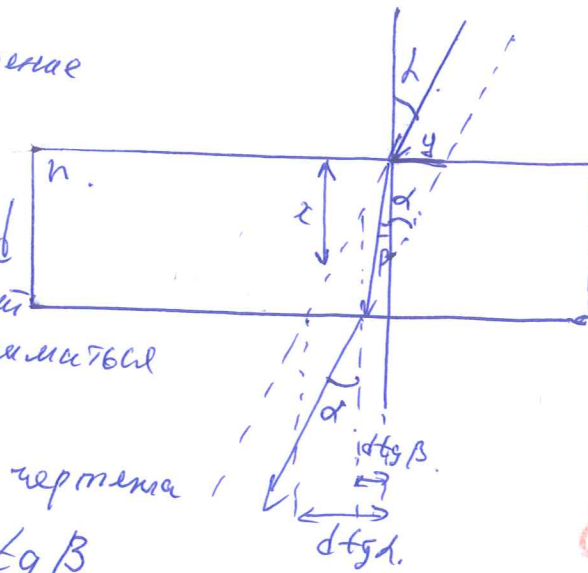
Задача №5

Т.к. изображение за линзой, то линза собирающая.



Пунктиром показаны преломленные лучи.

На рисунке показано преломление луча в стеклянной пластинке.



Т.к. $n = 1,5 > 1$, то преломленный луч будет притягиваться к нормали.

Из геометрии чертежа $y = d \tan \alpha - d \tan \beta$.

Горизонтальное смещение $x = y \cot \alpha = (d \tan \alpha - d \tan \beta) \cot \alpha =$
 $= d \left(1 - \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} \right)$

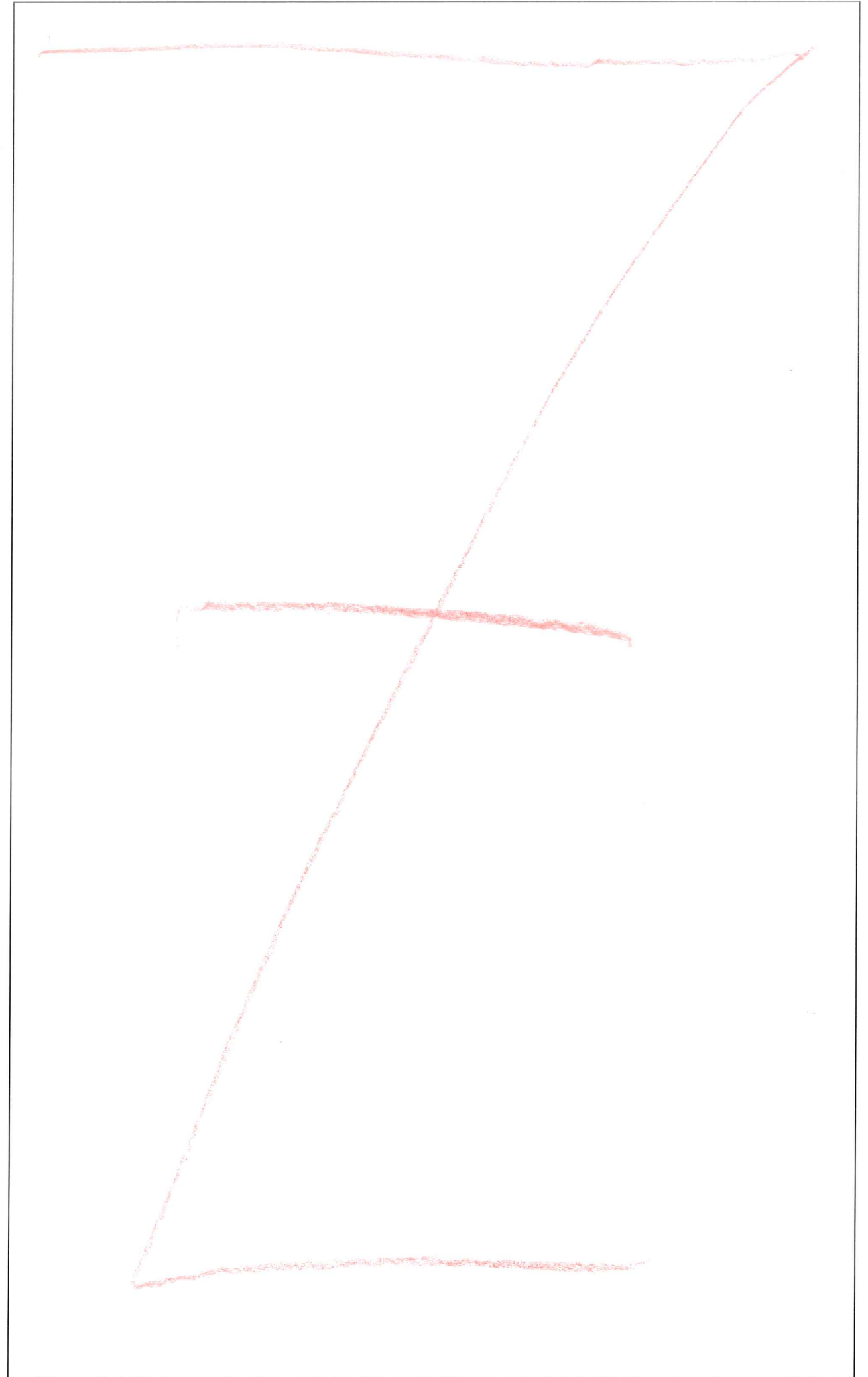
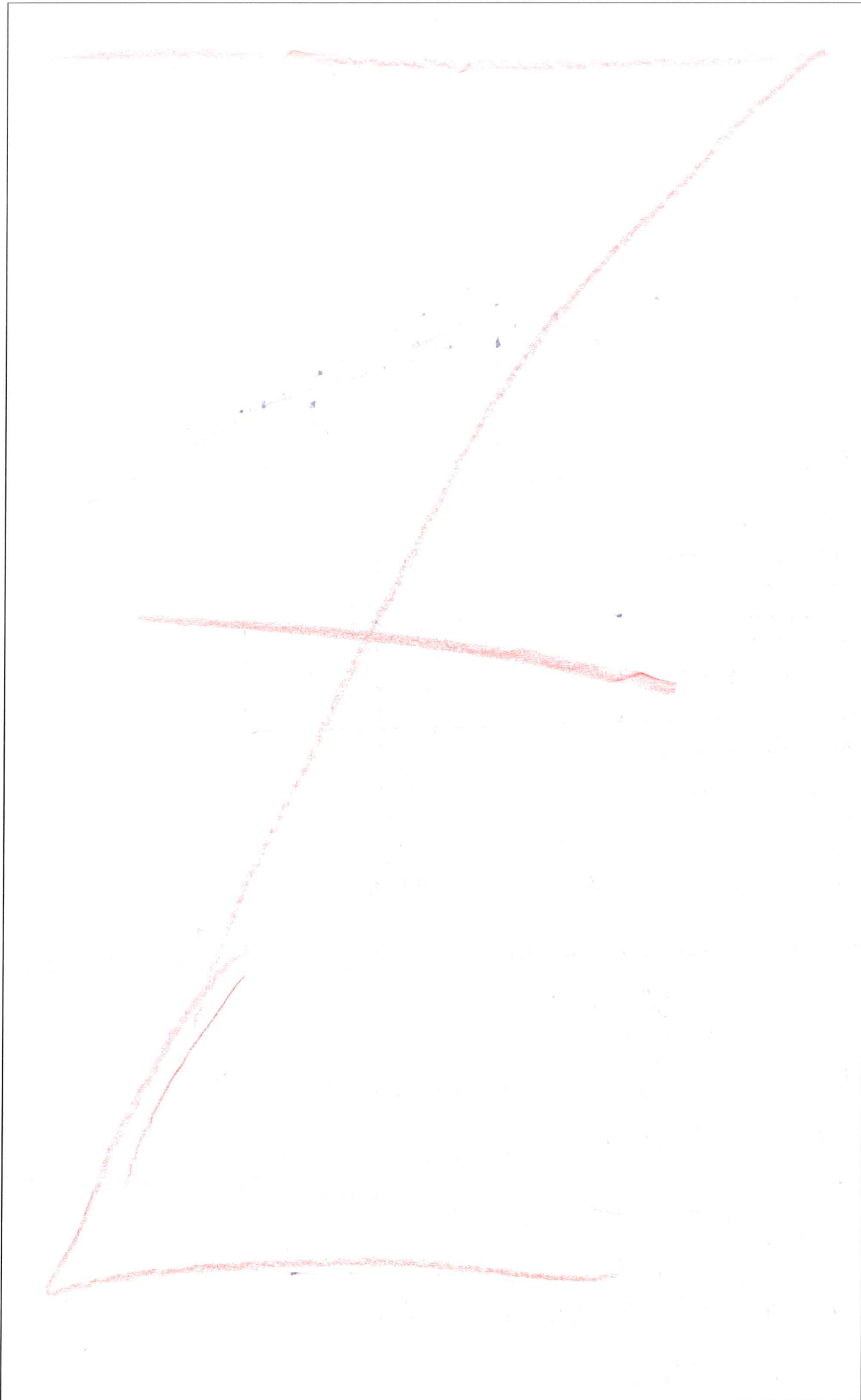
По закону Снеллиуса: $1 \cdot \sin \alpha = n \sin \beta$, $\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{1}{n}$.

Т.к. α и β - малые углы, то $\sin \alpha \approx \tan \alpha$, $\sin \beta \approx \tan \beta \Rightarrow$

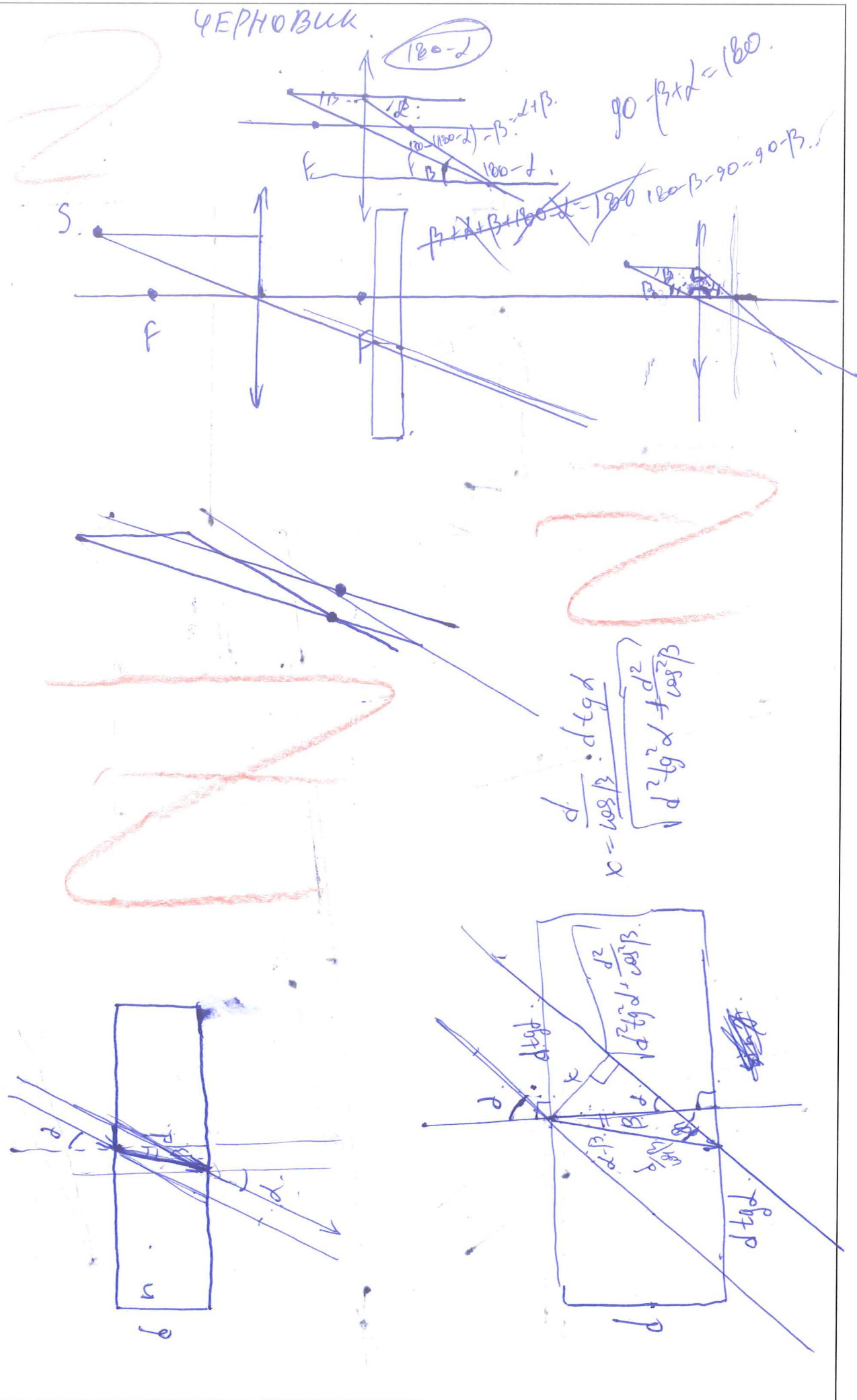
$\Rightarrow \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,5} = \frac{2}{3}$. $x = d \left(1 - \frac{1}{n} \right)$

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

Ответ: 1 см.

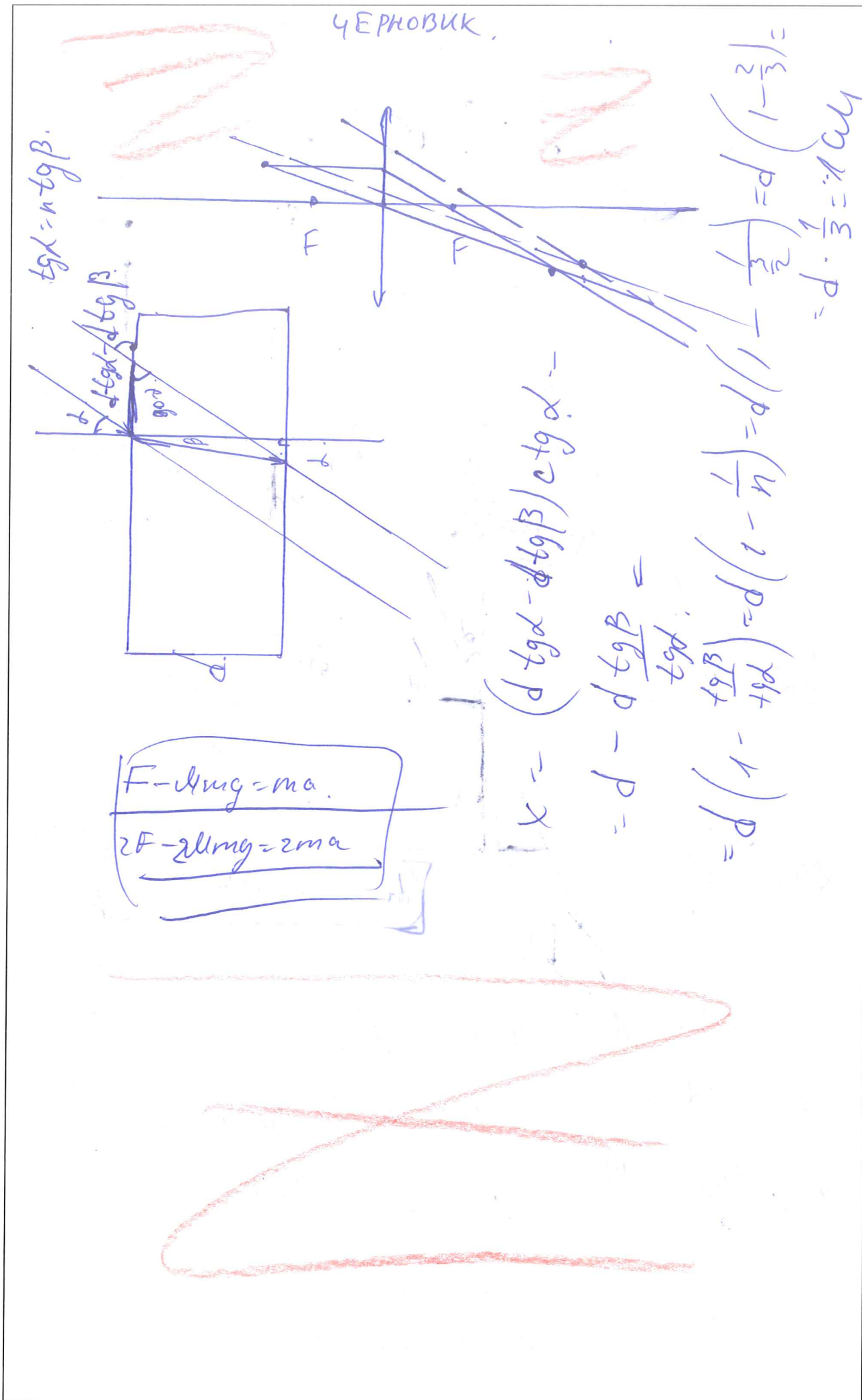


ЧЕРНОВИК



11-32-67-88
(4.7)

ЧЕРНОВИК



ЧЕРНОВИК

$\text{tg} \alpha = \frac{h}{F}$
 $\text{tg}(90 - \alpha) = \frac{x}{y}$
 $x = ctg \alpha \cdot y$
 $\text{tg} \alpha = n \text{tg} \beta$
 $\frac{\text{tg} \alpha}{\text{tg} \beta} = n$
 $\sin \alpha = n \sin \beta$
 $d \cos \alpha \cdot \sin \alpha$
 $\text{tg} \alpha = \frac{x}{d \text{tg} \beta \text{tg} \beta}$
 $x = d \text{tg} \alpha - d \text{tg} \beta$
 $d \text{tg} \alpha - d \text{tg} \beta = x$
 $x = x \cdot \text{tg} \alpha = d \text{tg} \alpha (d \text{tg} \alpha - d \text{tg} \beta)$
 $= d \text{tg}^2 \alpha (d \text{tg} \alpha - d \text{tg} \beta) = d n^2 \text{tg}^2 \beta (n \text{tg} \beta - \text{tg} \beta)$
 $x = d (\text{tg} \alpha - \text{tg} \beta)$
 $d (\text{tg}^2 \alpha - \text{tg} \alpha \text{tg} \beta) = x$
 $d (n^2 \text{tg}^2 \beta - n \text{tg}^2 \beta) = x$
 $x = d (\text{tg} \alpha - \text{tg} \beta) \text{tg} \alpha$

ЧЕРНОВИК

$\text{tg} \alpha (d \text{tg} \alpha - \text{tg} \beta) - \text{tg} \beta d (\text{tg} \alpha - \text{tg} \beta)$
 $\text{tg} \alpha = \frac{x}{d \text{tg} \beta \text{tg} \beta}$
 $x = d (\text{tg} \alpha - \text{tg} \beta) \text{tg} \alpha$