

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

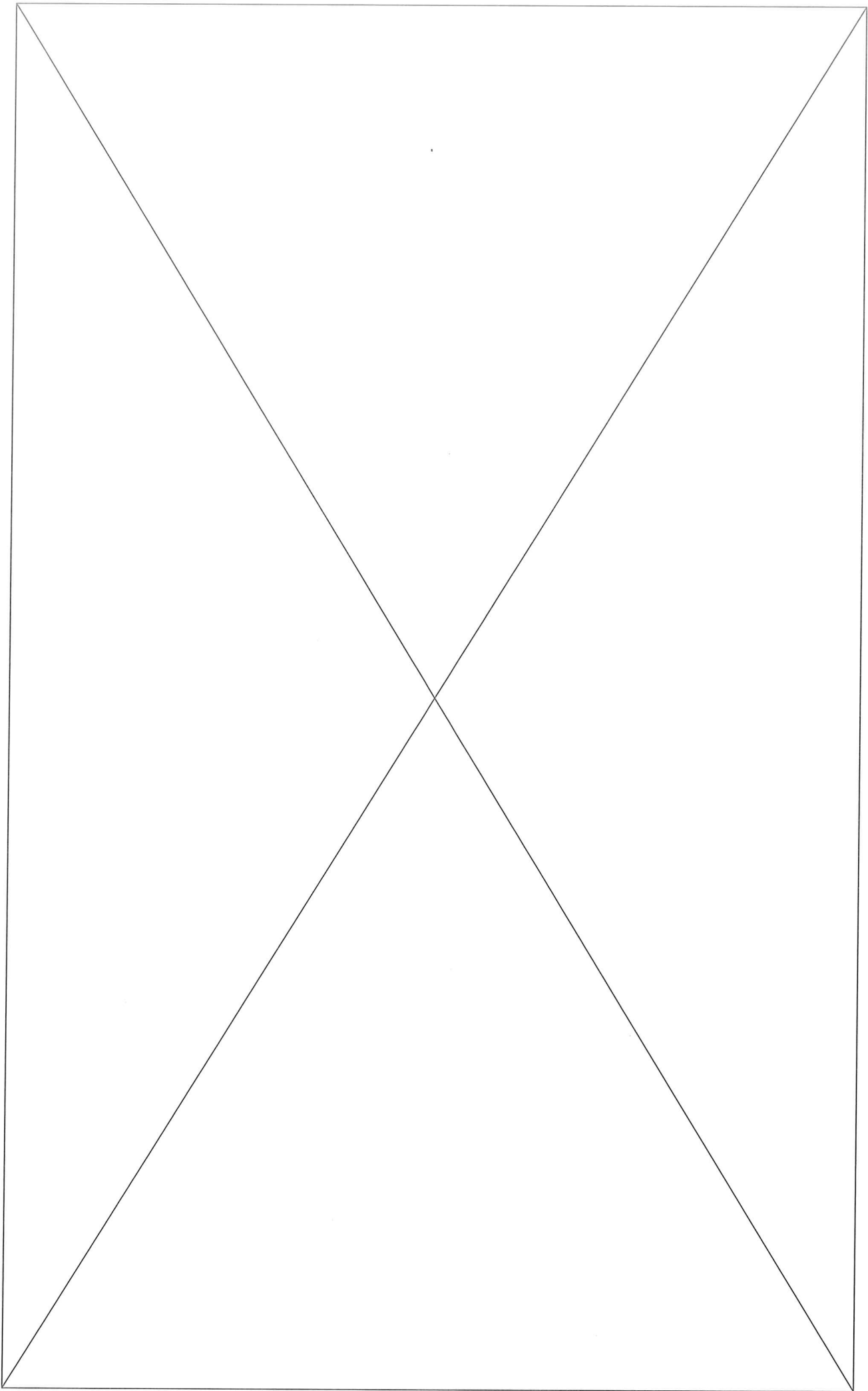
Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

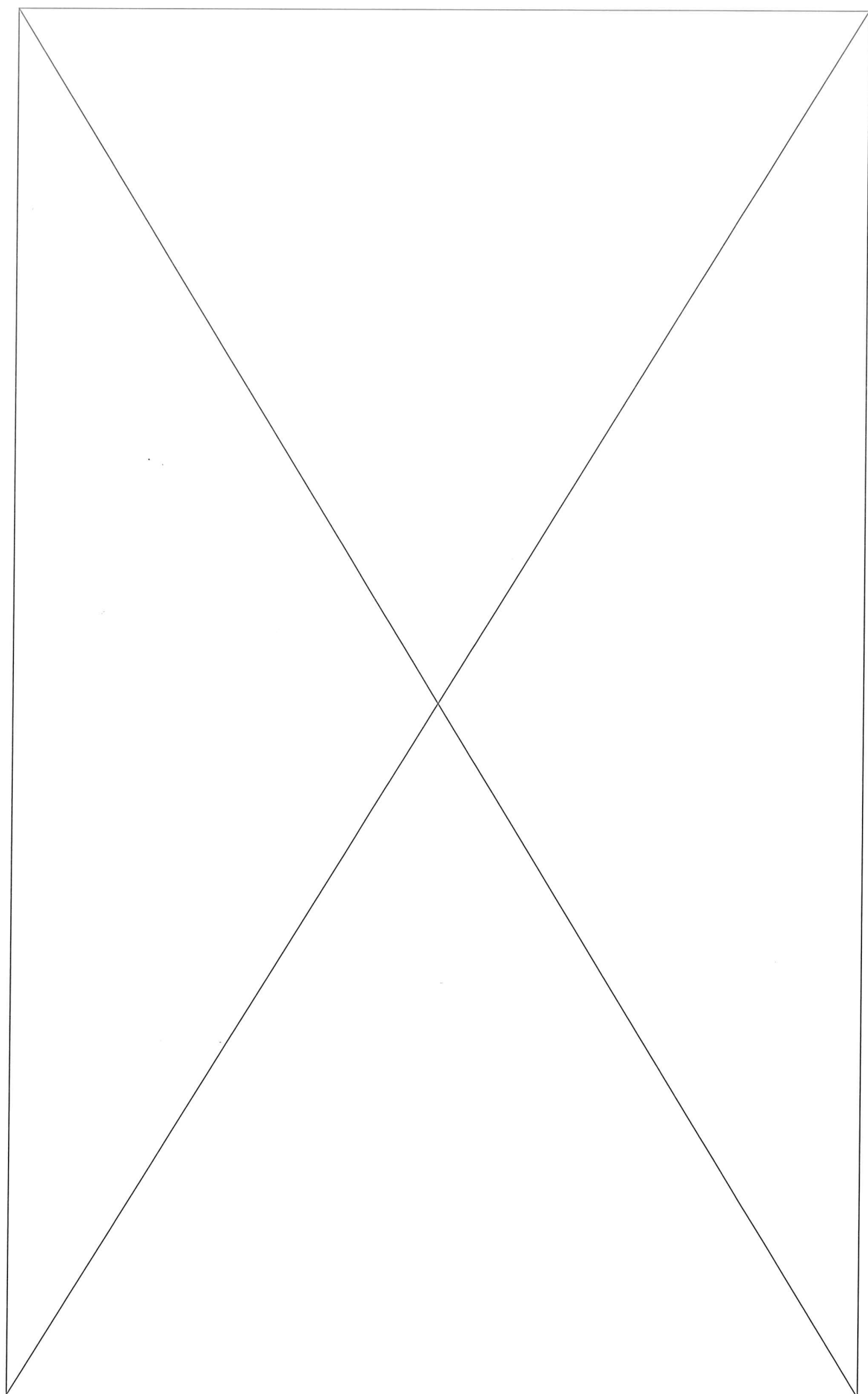
Леонтьевой Софьи Валентиновны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 13 » февраля 2026 года

Подпись участника
Соб



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

ЧЕРНОВИК

$M\vec{v} + m\vec{u} = M\vec{v}_0$

$y: -v \cdot M + m \cdot u \cdot \frac{m}{\sqrt{2}} = 0 \Rightarrow Mv_0 = MV$

$x: \frac{-m u}{\sqrt{2}} = -Mv_0$

$400 \cdot \frac{31}{8} = 248 \cdot \frac{31}{8}$
 $400 \cdot 3.875 = 248 \cdot 3.875$
 $1550 = 961$

$PV = IRT$
 $d = \frac{PV}{RT}$
 $v_0 = \frac{20 \text{ м}}{с}$

$L_0 = N \cdot \frac{U^2}{R} = I^2 R = I^2 R$
 $U = IR$
 $R = \frac{U}{I}$
 $I = \frac{U}{R}$

$tg \beta_2 = \frac{tg d_2}{1.5} = \frac{h}{(F+L) \cdot 1.5}$
 $tg \beta_1 = \frac{h}{F \cdot 1.5}$

$tg \beta_2 = \frac{h}{(F+L) \cdot 1.5}$
 $tg \beta_1 = \frac{h}{F \cdot 1.5}$

$d_1 + \left(\frac{h}{F+L}\right) \cdot x_1 = \frac{h}{F} \cdot x_1$
 $d_1 = x_1 \cdot \left(\frac{hL}{(F+L)F}\right)$
 $x_1 = \frac{(F+L)F}{hL} \cdot d_1$

$d_1 = d_0 - tg \beta_1 \cdot d + tg \beta_2 \cdot d$
 $\frac{-Lh}{(F+L) \cdot F \cdot 1.5}$

$\frac{F+L}{hL} (d_1 - d_0) + d = ?$
 $-\frac{1}{1.5F} \cdot d + d = \left(1 - \frac{2}{3F}\right) d$

ЧИСТОВИК

Задача №1

$m = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$
 $M = 2m = 1 \text{ кг}$

$N_1 = mg = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ (Н)}$
 $N_2 = Mg = 1 \cdot 10 = 10 \text{ (Н)}$

$F_{T1} = \mu N_1 = 0,3 \cdot 5 = 1,5 \text{ (Н)}$
 $F_{T2} = \mu N_2 = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ (Н)}$

Если нить тянется силой F, то нить действует на малую m с силой F, а на большую M с силой 2F

$\begin{cases} ma_1 = F - F_{T1} \\ Ma_2 = 2F - F_{T2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_1 = \frac{F - 1,5}{m} \\ a_2 = \frac{2F - 3}{M} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_1 = \frac{F - 1,5}{0,5} \\ a_2 = \frac{2F - 3}{1} \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} a_1 = \frac{2F - 3}{0,5} \\ a_2 = 2F - 3 \end{cases}$

F_{T1} и F_{T2} - силы трения действуют на бруски с малой m и M соответ.

т.к. бруски изначально покоятся и ускорения у них равны, значит скорости у них будут равны в любой момент времени, а значит за время $\tau = 1 \text{ сек}$ они пройдут одинаковое расстояние, а в сумме пройдут $\Delta x = 1 \text{ м}$. Получаем что каждый пройдет за $\tau = 1 \text{ сек}$ по $\frac{\Delta x}{2} = 0,5 \text{ м}$

$\begin{cases} \frac{\Delta x}{2} = \frac{a_1 \cdot \tau^2}{2} \\ \frac{\Delta x}{2} = \frac{a_2 \cdot \tau^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta x = a_1 \cdot \tau^2 \\ \Delta x = a_2 \cdot \tau^2 \end{cases} \Rightarrow \Delta x = (2F - 3) \cdot \tau^2$
 $2F - 3 = \frac{\Delta x}{\tau^2}$
 $F = \left(\frac{\Delta x}{\tau^2} + 3\right) : 2 \Rightarrow \left(\frac{1}{1^2} + 3\right) : 2 = 2 \text{ (Н)}$

Ответ: $F = 2 \text{ Н}$

17-69-71-95 (4.16)

1 20 Поляны

2 20 Поляны

3 20 Поляны

4 12 Поляны

5 20 Поляны

6 20 Поляны

7 20 Поляны

8 20 Поляны

9 20 Поляны

10 20 Поляны

11 20 Поляны

12 20 Поляны

13 20 Поляны

14 20 Поляны

15 20 Поляны

16 20 Поляны

17 20 Поляны

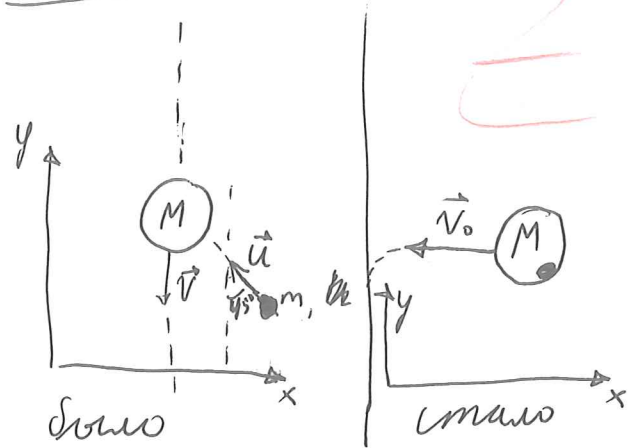
18 20 Поляны

19 20 Поляны

20 20 Поляны

Задача №2

ЧИСТОВИК



Из закона сохранения импульса

$$M\vec{v} + m\vec{u} = M\vec{v}_0$$

M - масса шарика

m - масса пули

(пренебрежимо мала по сравнению с M поэтому в $M\vec{v}_0$ не учитываем m)

\vec{v} - скорость шарика в момент до столкновения

\vec{v}_0 - скорость шарика сразу после столкновения

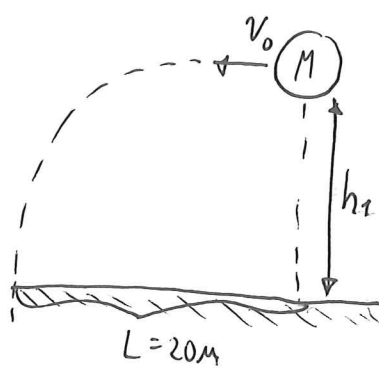
Запишем ЗИ на оси Ox и Oy :

$$Ox: -m u \cos 45^\circ = -v_0 \cdot M$$

$$Oy: -Mv + m u \cos 45^\circ = 0$$

\Downarrow

$$Mv = m u \cos 45^\circ = M v_0 \Rightarrow v = v_0$$



так как в результате столкновения с пулей шарик сдвинулся на $L=20m$.
Значит скорость шарика по горизонтали умноженная на время падения (после столкновения) равна L (т.к. по горизонтали ~~не действуют никакие силы~~ не действуют никакие силы на шарик)

$$v_0 \cdot t = L$$

т.к. v_0 направлена по горизонтали

$$v = v_0 = \frac{L}{t} = \frac{20m}{2} = 10 \left(\frac{m}{c} \right)$$

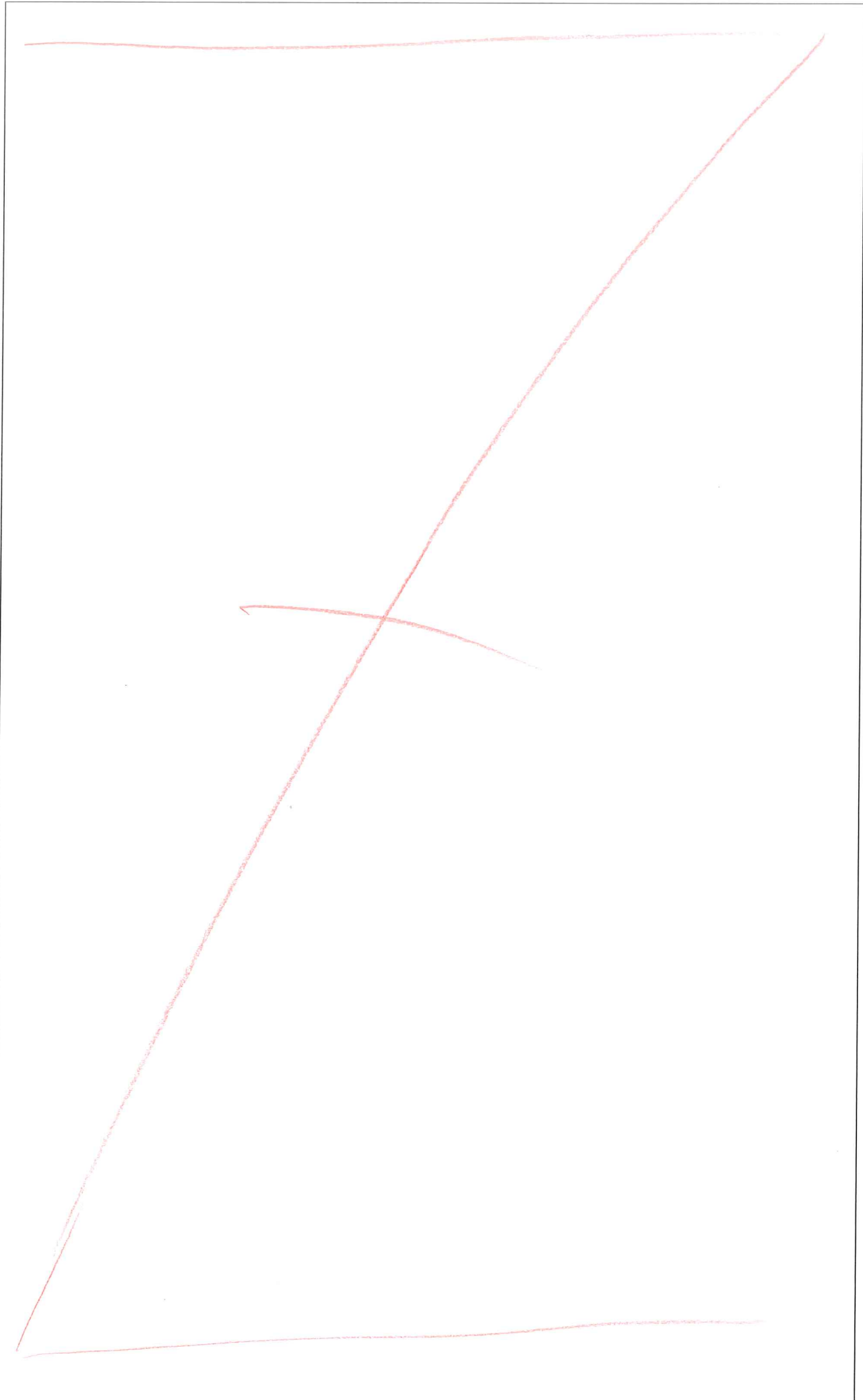
Так как шарик опускается без начальной скорости то скорость до столкновения равна $v = gt_0$ где

t_0 - время ~~от момента когда шарик опускается~~ от момента когда шарик опускается до столкновения

$$t_0 = \frac{v}{g} = \frac{10}{10} = 1 \text{ (c)}$$

расстояние h_0 которое пролетел шарик до столкновения равен $h_0 = \frac{g t_0^2}{2} = \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 5 \text{ (m)}$





17-69-71-95
(416)

ЧИСТОВИК

расстояние по вертикали которое прошел шарик после столкновения равно $h_1 = \frac{g \tau^2}{2} = \frac{10 \cdot 2^2}{2} = 20 \text{ (м)}$
 $\frac{v_1^2}{2} = v_0^2$ так как после столкновения скорость по вертикали равна 0
 Высота с которой шарик отпустили

шарик равна $H = h_0 + h_1 = 5 + 20 = 25 \text{ (м)}$

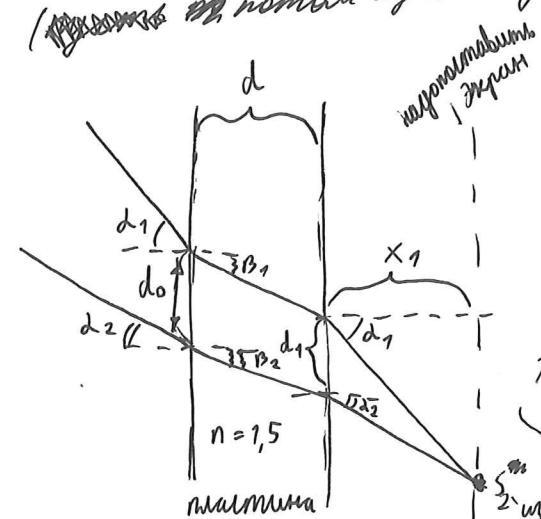
Ответ: $H = 25 \text{ м}$

Задача N5



Путь светящаяся точка смещена на расстояние h вверх от оптической оси и на расстояние l по горизонтали от переднего фокуса

Изображение точки будет на пересечении прямой проходящей через центр линзы и прямой идущей параллельно оптической оси и потом преломляющейся и проходящей через фокус (эти прямые перпендикулярны друг другу)
 (эта прямая проходит под углом d_2 к горизонтали)
 (потом идет под углом d_1 к горизонтали)



получаем что
 $\sin d_2 \approx \tan d_2 = \frac{h}{F+l}$
 $\sin d_1 \approx \tan d_1 = \frac{h}{F}$
 м.к. углы малы (по условию)
 $\sin d_1 = n \sin \beta_1$
 $\sin d_2 = n \sin \beta_2$
 $\Rightarrow \left. \begin{aligned} \tan \beta_1 &= \frac{\tan d_1}{n} \\ \tan \beta_2 &= \frac{\tan d_2}{n} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \tan \beta_1 &= \frac{h}{F \cdot n} \\ \tan \beta_2 &= \frac{h}{(F+l) \cdot n} \end{aligned} \right\}$

Путь пластины поставим на таком расстоянии что между точками изображения световых лучей расстояние было d_0

ЧИСТО ВИК
~~Путь луча~~ А также пусть d_1 - расстояние между точками выноса лучей из пластины, тогда

$$d_1 = d_0 - d \cdot \text{tg} \beta_1 + d \cdot \text{tg} \beta_2$$

~~расстояние~~ ^(горизонталь) расстояние от края пластины до места где ~~должен~~ нужно поставить экран (так чтобы изображение было на экране) это расстояние x_1 , ~~для неверно~~

(от ближнего к экрану края пластины)

$$d_1 + x_1 \cdot \text{tg} \alpha_2 = x_1 \cdot \text{tg} \alpha_1 \quad (\text{геометрически})$$

$$d_1 = x_1 \left(\frac{h}{F} - \frac{h}{F+l} \right)$$

$$x_1 = \frac{(F+l) \cdot F}{hl} \cdot d_1$$

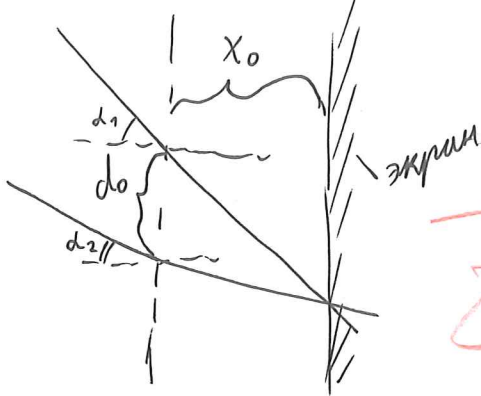
тогда расстояние от ~~ближнего~~ дальнего края пластины (где между ~~точками~~ d_0 точками где выносятся лучи расстояние d_0)

это $d + x_1$ ~~или~~ пластина пластины

а расстояние где был экран до появления пластины от того же места

$$\text{равно } x_0 = \frac{(F+l) \cdot F}{hl} \cdot d_0$$

Сез пластины:



а ~~расстояние~~ ~~для~~ x_0 верно

$$d_0 + x_0 \cdot \text{tg} \alpha_2 = x_0 \cdot \text{tg} \alpha_1$$

Значит искомое расстояние на которое ~~нужно~~ надо

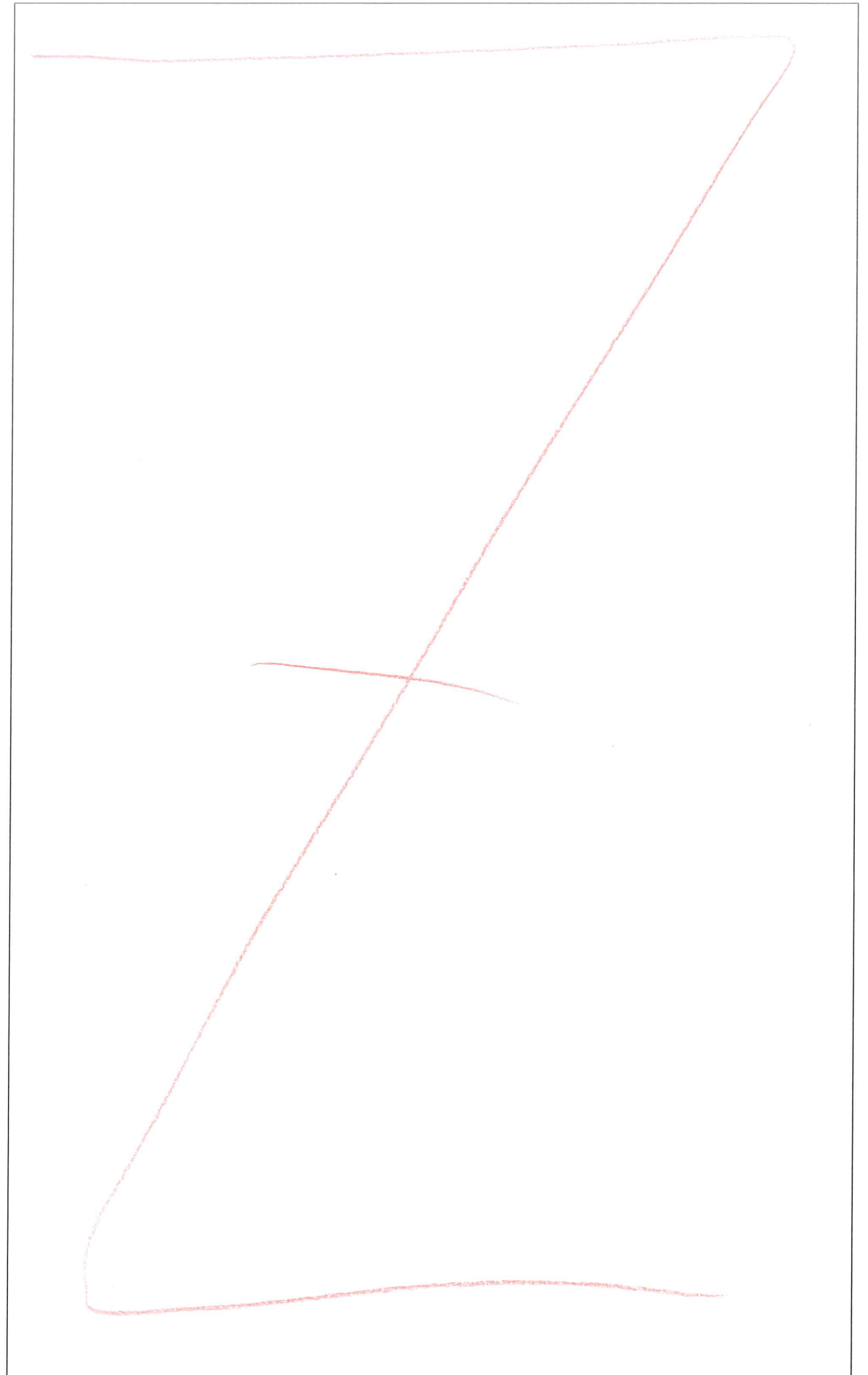
переместить экран $\Delta x = d + x_1 - x_0 = d + \frac{(F+l)F}{hl} d_1 - \frac{(F+l)F}{hl} d_0$

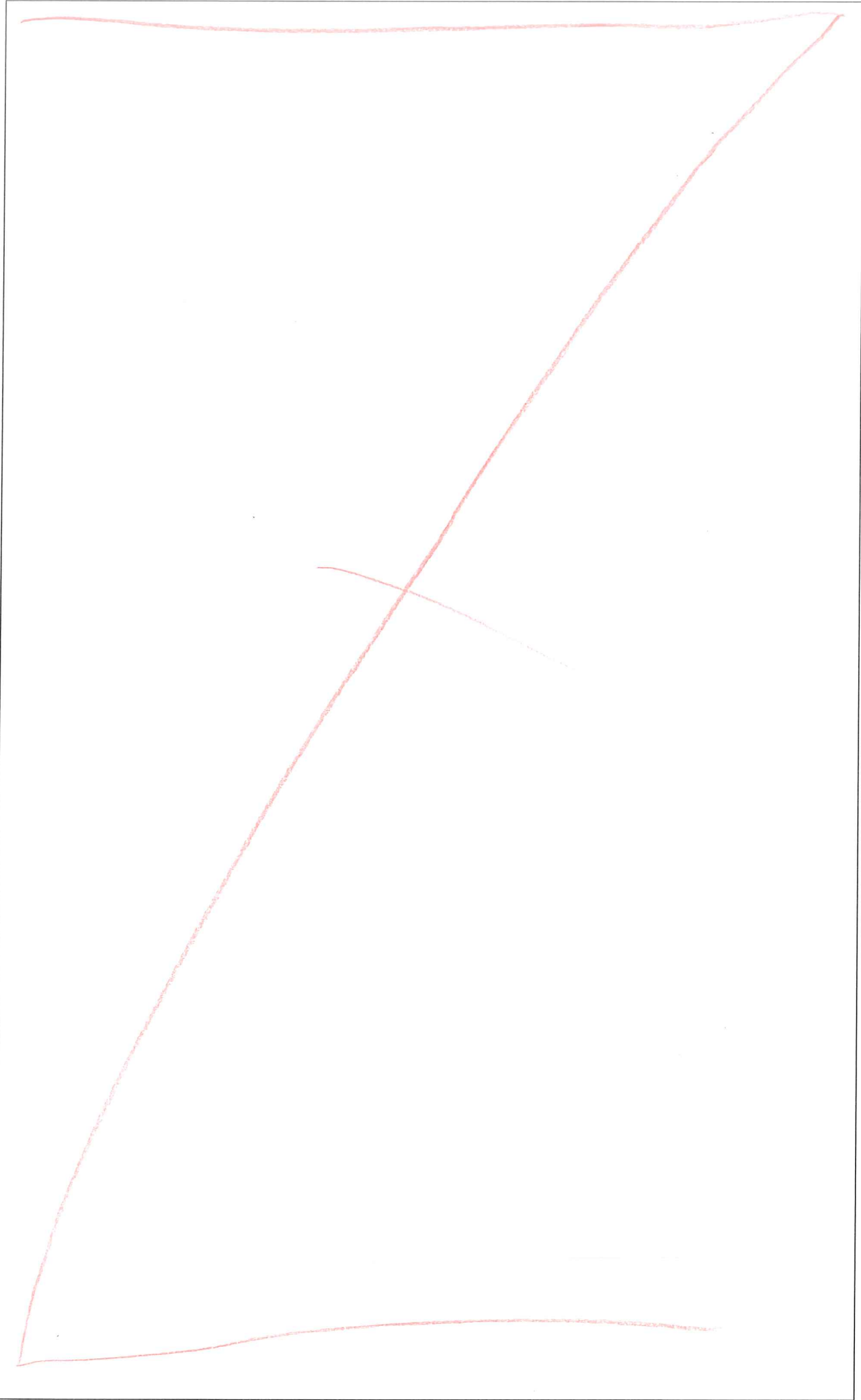
$$\Leftrightarrow d + \frac{(F+l)F}{hl} (d_1 - d_0) = d + \frac{(F+l)F}{hl} (d \text{tg} \beta_2 - d \text{tg} \beta_1) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow d \cdot \left(1 + \frac{(F+l)F}{hl} \left(\frac{h}{(F+l) \cdot n} - \frac{h}{F \cdot n} \right) \right) = d \cdot \left(1 - \frac{(F+l)F}{hl} \cdot \frac{hl}{(F+l) \cdot F \cdot n} \right) = d \cdot \left(1 - \frac{1}{n} \right) =$$

$$= 3 \cdot \left(1 - \frac{1}{1.5} \right) = 3 \cdot \frac{1}{3} = 1 \text{ (см)}$$

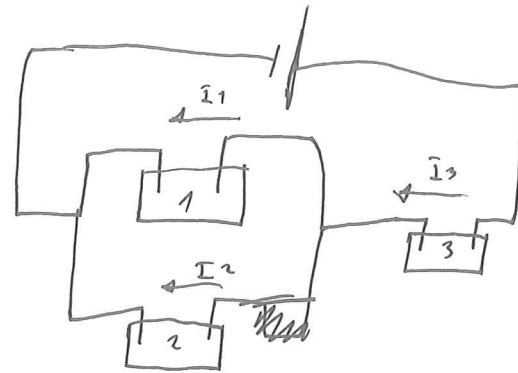
Ответ: $\Delta x = 1 \text{ см}$





17-69-71-95
(4.16)

ЧИСТОВИК
Задача №3 (б) ≡ Задача 4



так как суммарный ток
через 1 и 2 ветви равен
току через 3 ветвь
 $I_1 + I_2 = I_3$
↓ (закон сохранения энергии)
время

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

$$\Downarrow$$

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

$m_1 = 660 \text{ мг} = 660 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$
 $m_2 = 444 \text{ мг} = 444 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$
 $m_3 = 744 \text{ мг} = 744 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$
 $k_1 = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/кг}$
 $k_2 = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ кг/кг}$
 $k_3 = 9,3 \cdot 10^{-8} \text{ кг/кг}$

$$m_2 = \frac{744 \cdot 10^{-6}}{9,3 \cdot 10^{-8}} - \frac{660 \cdot 10^{-6}}{3,3 \cdot 10^{-3}} \cdot 1,1 \cdot 10^{-6}$$

$$\Rightarrow \frac{744 \cdot 1,1 \cdot 10^{-12}}{9,3 \cdot 10^{-8}} - \frac{660 \cdot 1,1 \cdot 10^{-12}}{3,3 \cdot 10^{-7}} = \frac{444 \cdot 1,1}{9,3 \cdot 10^4} - \frac{66 \cdot 1,1}{33 \cdot 10^4}$$

**в разе решены
перемычки**

$$\Rightarrow \frac{88}{10^4} - \frac{22}{10^4} = 66 \cdot 10^{-4} \text{ (кг)}$$

масса

толщина слоя равна $h = \frac{V_3}{S} = \frac{m_3}{\rho \cdot S} = \frac{66 \cdot 10^{-4}}{105 \cdot 110 \cdot 110 \cdot 10^{-4}}$

капучинский

$V_3 = \frac{m_3}{\rho}$ — плотность серебра
 $\rho = 1,05 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3$
 $S = 110 \text{ см}^2 = 110 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

$$\Rightarrow \frac{66 \cdot 10^{-4}}{105 \cdot 110} \cdot 10^{-2} = \frac{6}{105 \cdot 10} \cdot 10^{-2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{35 \cdot 5} \cdot 10^{-2} = 10^{-6} \cdot \frac{10^4}{35 \cdot 5}$$

$$\Rightarrow 10^{-6} \cdot \frac{400}{7} \approx 57,1 \cdot 10^{-6} \text{ (м)} \checkmark$$

~~$h = 57,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}$~~

Ответ: $h = 57,1 \text{ микрометр}$

Задача №3 (а)

$P_{\text{нас}} \cdot V = J \cdot R \cdot T_0 \Rightarrow J = \frac{P_{\text{нас}} \cdot V}{R T_0}$

давление насыщенного пара при температуре T_0

$J_v = \rho_0 \cdot J = \frac{\rho_0 \cdot P_{\text{нас}} \cdot V}{R T_0}$

количество молей воды до испарения в воздухе

$m_{\text{во}} = \mu \cdot J_v = \frac{\mu \rho_0 P_{\text{нас}} V}{R T_0}$

масса воды в воздухе до испарения

ЧИСТОВИК

мощность электроплитки $P = \frac{U^2}{R}$

тепло Q которое получит вода в сосуде

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

также $Q = \lambda m_{в1}$ она равна

$Q = \lambda m_{в1}$, где $m_{в1}$ - масса испарившейся из сосуда воды

$$\lambda m_{в1} = \eta \cdot \frac{U^2}{R} \cdot \tau$$

$$m_{в1} = \frac{\eta \cdot U^2 \cdot \tau}{R \cdot \lambda}$$

$$\lambda = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\eta = 80\%$$

$$U = 100 \text{ В}$$

$$R = 80 \text{ Ом}$$

Получаем, что $m_{в1}$ через время $\tau = 2300 \text{ с}$ в воздухе будет масса воды, масса которой равна

$$m = m_{в0} + m_{в1} = \frac{\mu \cdot \rho_{\text{пар}} \cdot V}{R T_0} + \frac{\eta \cdot U^2 \cdot \tau}{R \cdot \lambda}$$

$$\Rightarrow \frac{0,018 \cdot 0,415 \cdot 2000 \cdot 50}{8,3 \cdot 300} + \frac{0,8 \cdot 100^2 \cdot 2300}{80 \cdot 2,3 \cdot 10^6}$$

$$\Rightarrow \frac{18 \cdot 415}{83 \cdot 300} + \frac{88 \cdot 23 \cdot 10^5}{80 \cdot 23 \cdot 10^5} = \frac{18 \cdot 5}{300} + \frac{1}{10} = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ (кг)}$$

$$m = 0,4 \text{ кг} = 400 \text{ г}$$

абсолютная влажность равна $\varphi = \frac{m}{V} = \frac{400}{50} = 8 \text{ (г/м}^3\text{)}$

Ответ: $\varphi = 8 \text{ г/м}^3$

$$\varphi_0 = 41,5\% \quad p_{\text{пар}} = 2000 \text{ Па}$$

$$T_0 = 300 \text{ К} \quad \mu = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$V = 50 \text{ м}^3 \quad R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$