



94-60-86-14
(4.14)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

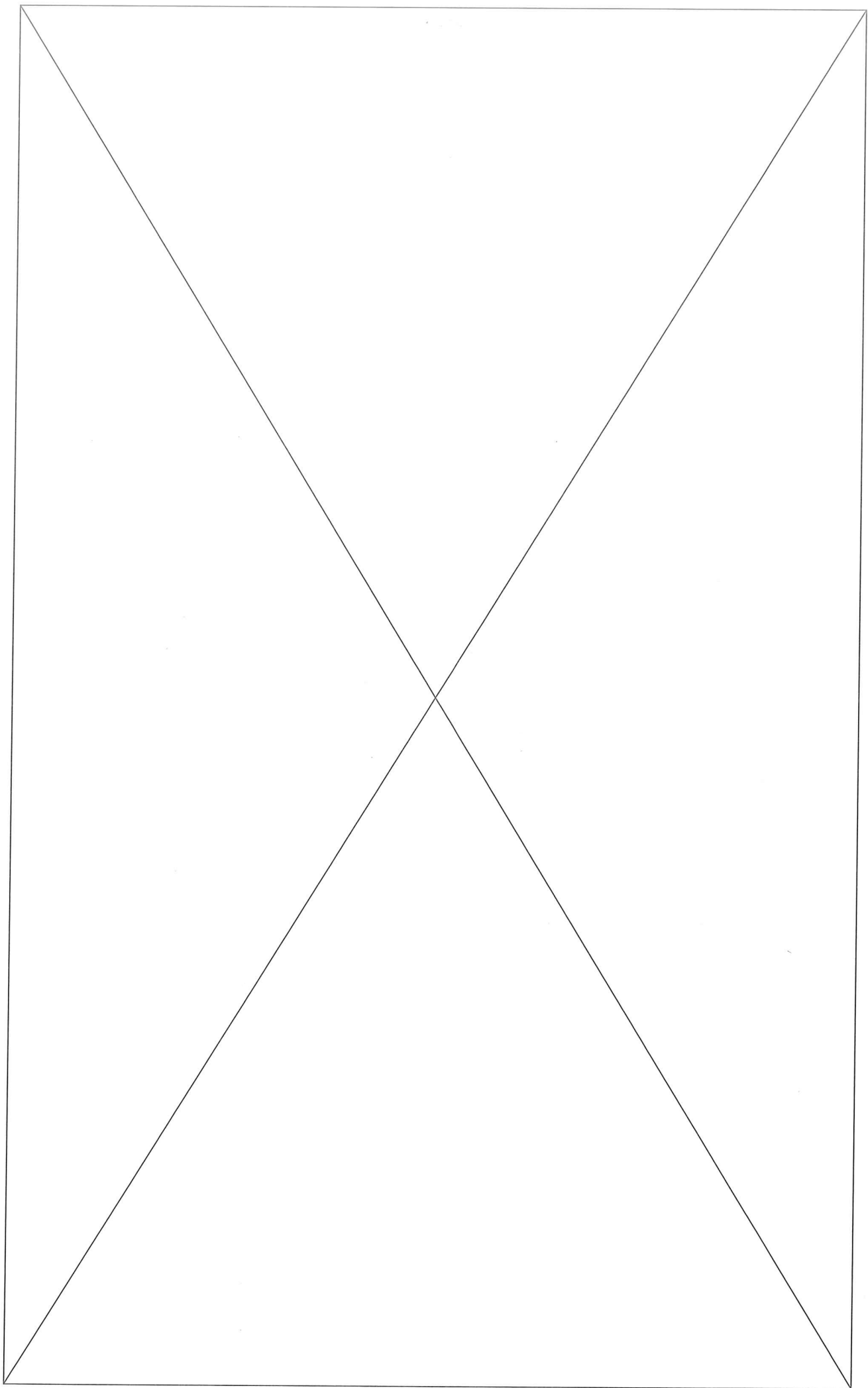
Олимпиада школьников Ломоносов по физике
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

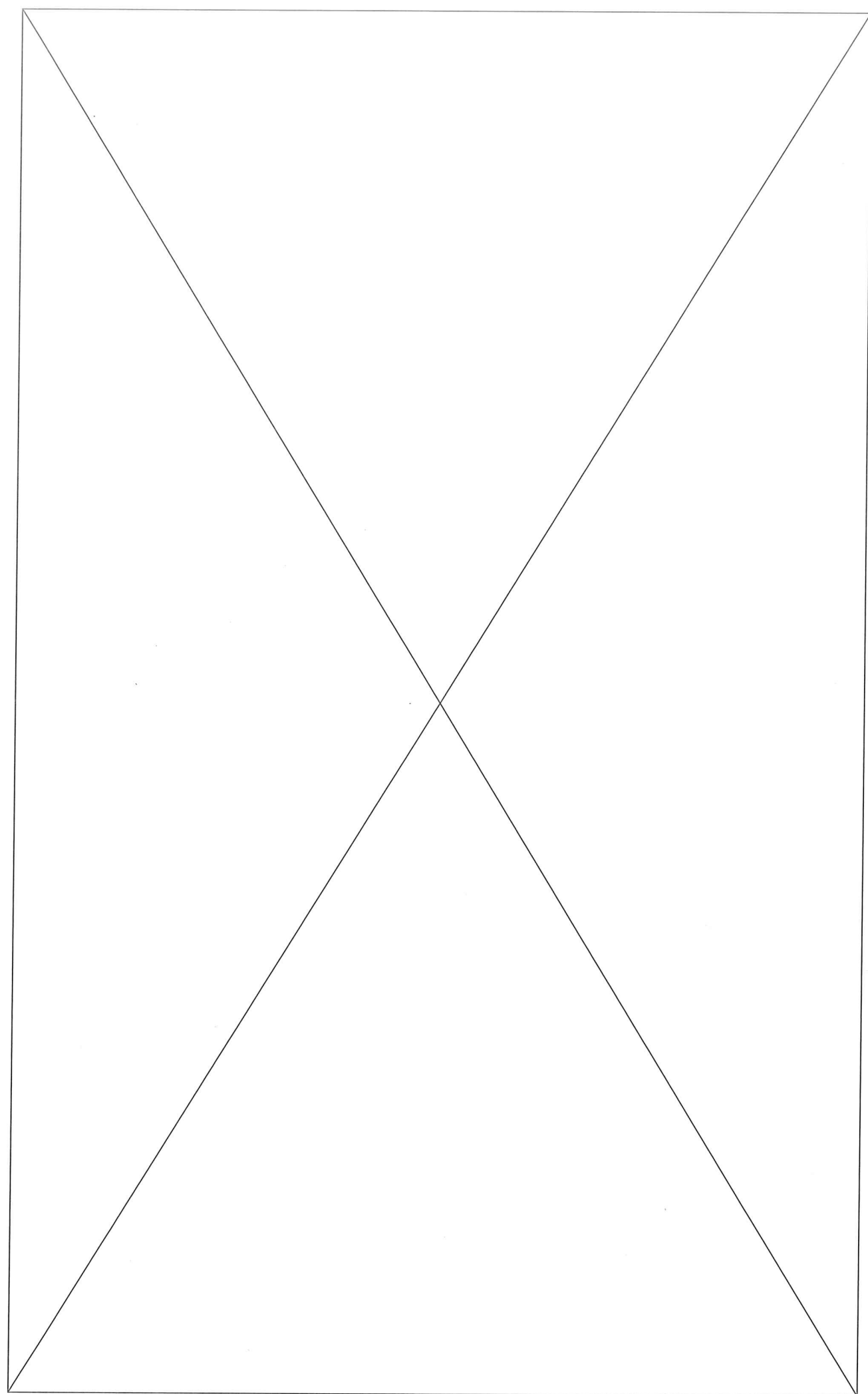
Истомин Илья Евгеньевич
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» февраля 202_ года

Подпись участника
[подпись]

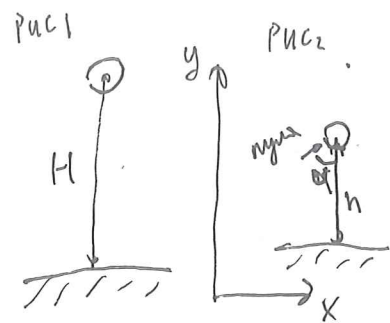


Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Условие
Задача 2



M - масса шарика
 m - масса пули
 h - высота, на которой пуля вылетела в шарик.
 V_{y1} - скорость шарика в момент соударения с пулей, V_2 - скорость

2

после удара, α - угол пули, β - угол полета пули к шарик сразу, т.к. вертикальная составляющая скорости обратилась в ноль, тогда $P_{py} = P \cos \alpha$, $P_x = P \sin \alpha$.
 Запишем ЗСИ на ось y для удара: $P_y = (M+m)V_2$
 на ось x : $P_x = M V_1 = 0$

(после удара шарик с пулей летит горизонтально; перед ударом $V_{1x} = 0$ по условию). Отсюда $\frac{P_x}{P_y} = \frac{(M+m)V_2}{M V_1} = \frac{P \sin \alpha}{P \cos \alpha} = \tan \alpha$,
 при этом $m \ll M$ (по условию) $\Rightarrow \tan \alpha \approx \frac{M V_2}{M V_1} = \frac{V_2}{V_1}$, запишем

уравнения движения 1.) для момента удара и падения на ось x : $V_2 t = L$, на ось y : $h = \frac{g t^2}{2}$. 2.) для момента движения и момента удара по ось y : $H = h + \frac{g V_1^2 - 0^2}{2(-g)}$

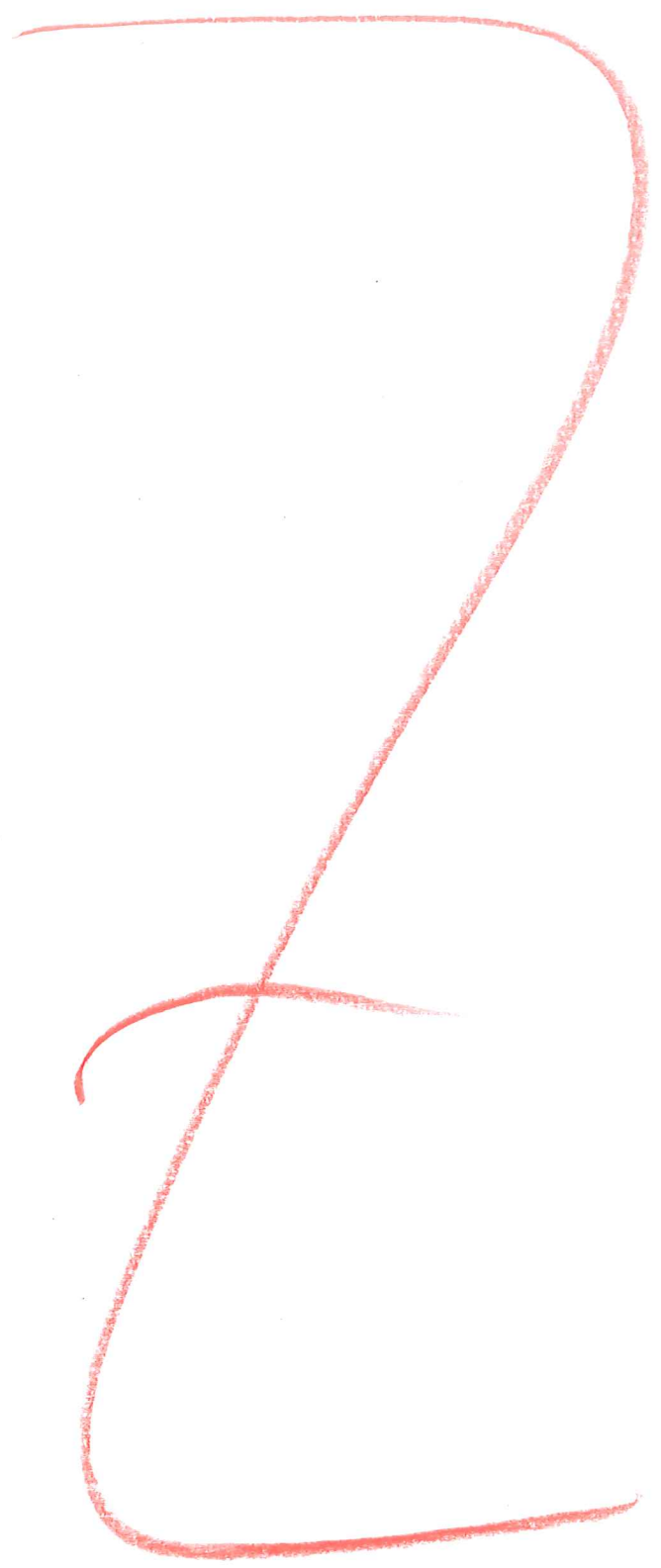
$$\Rightarrow V_1 = \frac{V_2}{\tan \alpha} = \frac{L}{t \tan \alpha} \Rightarrow H = h + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{g t^2}{2} + \frac{L^2}{2 t^2 \tan^2 \alpha} = \frac{10 \cdot 2^2}{2} + \frac{20^2}{2 \cdot 2^2 \cdot 1^2} =$$

= 25 м

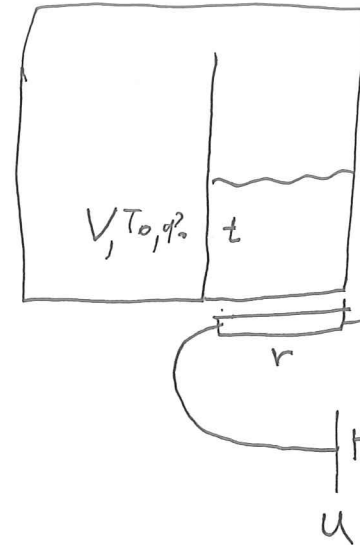
Ответ: $H = \frac{g t^2}{2} + \frac{L^2}{2 g t^2 \tan^2 \alpha} = 25 \text{ м}$

2





Чистовик
Задача 3



1. Контейнер излучает $\Rightarrow T_0 = \text{const} \Rightarrow$
 \Rightarrow все тепло уходит на нагрев воды.

2.) ДААААААА Мощность, выделяемая
 на резисторе постоянна и равна $\frac{U^2}{r}$,
 тогда вода получит $\frac{U^2}{r} \cdot \eta$

$$Q = \frac{U^2}{r} \cdot \eta \cdot \frac{h}{100\%} \Rightarrow \text{тепла} \Rightarrow \text{испарится}$$

$$m = \frac{Q}{\lambda} = \frac{U^2 \eta}{\lambda r} \cdot \frac{h}{100} \text{ кг воды (100\% = 1000 г)}$$

По уравнению Менделеева-Клапейрона: $PV = \frac{m}{\mu} RT_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow P = \frac{U^2 \eta RT_0}{\lambda \mu V} \cdot \frac{h}{100}, \text{ где } P - \text{ парциальное давление}$$

испаренной влаги, тогда относительная влажность, $\varphi = \varphi_0 + \frac{P}{P_{нас}}$

$$\Rightarrow \text{давление пара при } \tau = P' = \varphi P_{нас} = \varphi_0 P_{нас} + P.$$

По уравнению Менделеева-Клапейрона: $P' = \frac{P_{нас}}{\mu} RT_0$, P - абсолютная

$$\text{влажность} \Rightarrow P = \frac{\mu P'}{RT_0} = \frac{\mu(\varphi_0 P_{нас} + P)}{RT_0} = \frac{\mu \varphi_0 P_{нас}}{RT_0} + \frac{U^2 \eta}{\lambda \mu V} \cdot \frac{h}{100\%} =$$

$$= \frac{0,018 \cdot 0,415 \cdot 2000}{8,3 \cdot 300} + \frac{100^2 \cdot 2300}{80 \cdot 2,3 \cdot 10^6 \cdot 50} \cdot \frac{80\%}{100} = 8 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}, \text{ при этом}$$

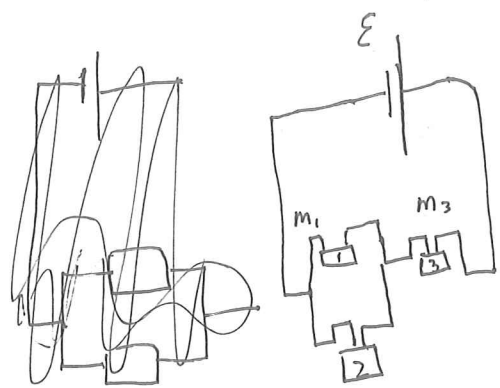
~~Ответ: 8 г/м³~~ φ должна быть $< 100\%$. $\Rightarrow \varphi = \varphi_0 + \frac{U^2 \eta RT_0}{\lambda \mu V P_{нас}} \cdot \frac{h}{100\%} \cdot 100\% =$

$$= 41,5 + \frac{100^2 \cdot 2300 \cdot 8,3 \cdot 300}{2,3 \cdot 10^6 \cdot 80 \cdot 0,018 \cdot 50 \cdot 2000} \cdot \frac{80}{100} \cdot 100\% \approx 55,3\% < 100\% \text{ в.т.д.}$$

Ответ: $P = 8 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$ ✓



Условие
Задача 3 = 24



m_2 - масса серебра
 q_1 - заряд, который пришел на банку 1, q_2 - заряд, который пришел на банку 2, q_3 - на банку 3, тогда

$$|q_1| = \frac{m_1}{K_1} ; |q_2| = \frac{m_2}{K_2} ; |q_3| = \frac{m_3}{K_3} \cdot q$$

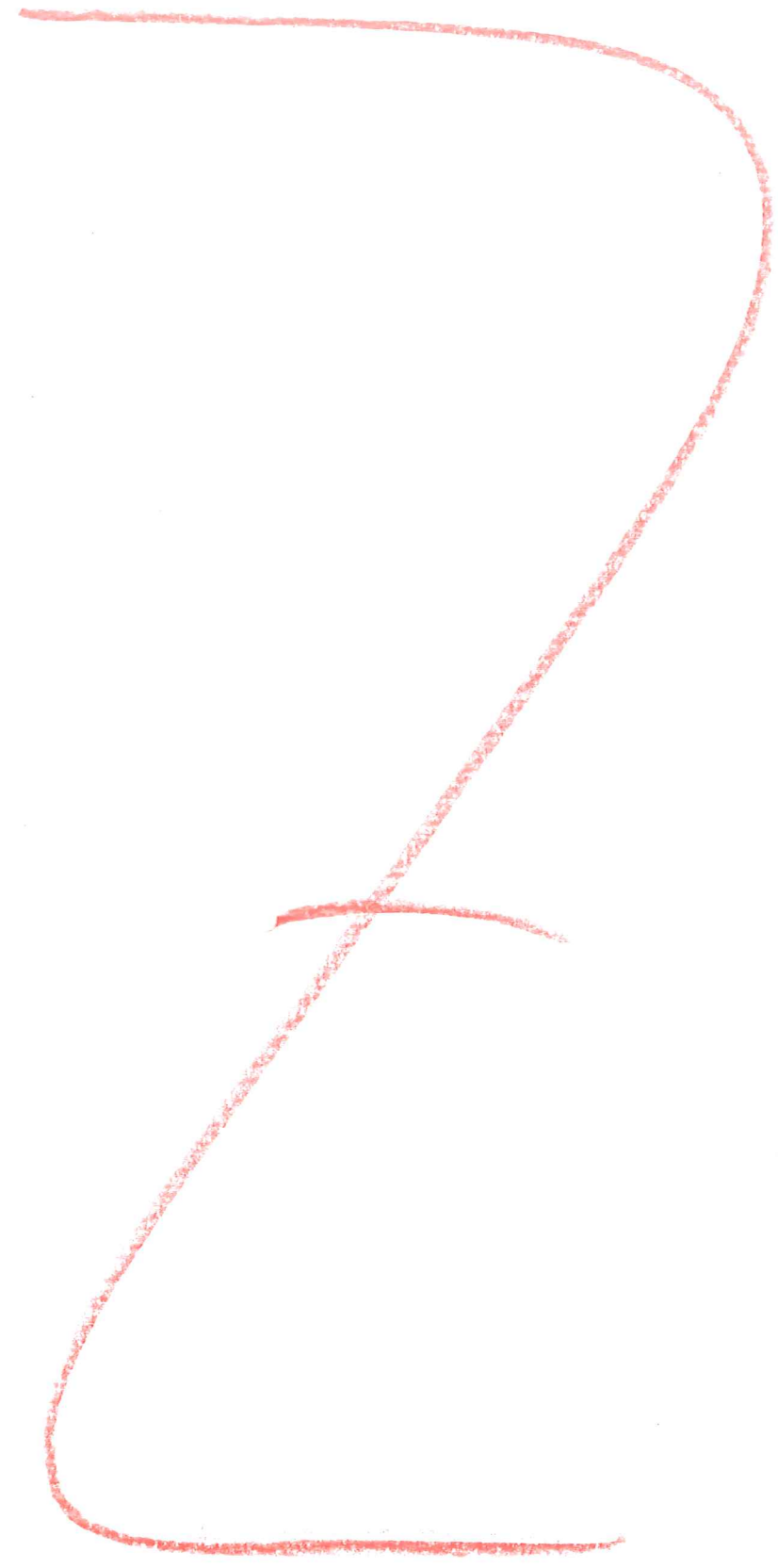
По закону сохранения заряда: $|q_3| = |q_2| + |q_1|$ (напряжение на между катодами и анодами смотрит в одну и другую сторону.) \Rightarrow

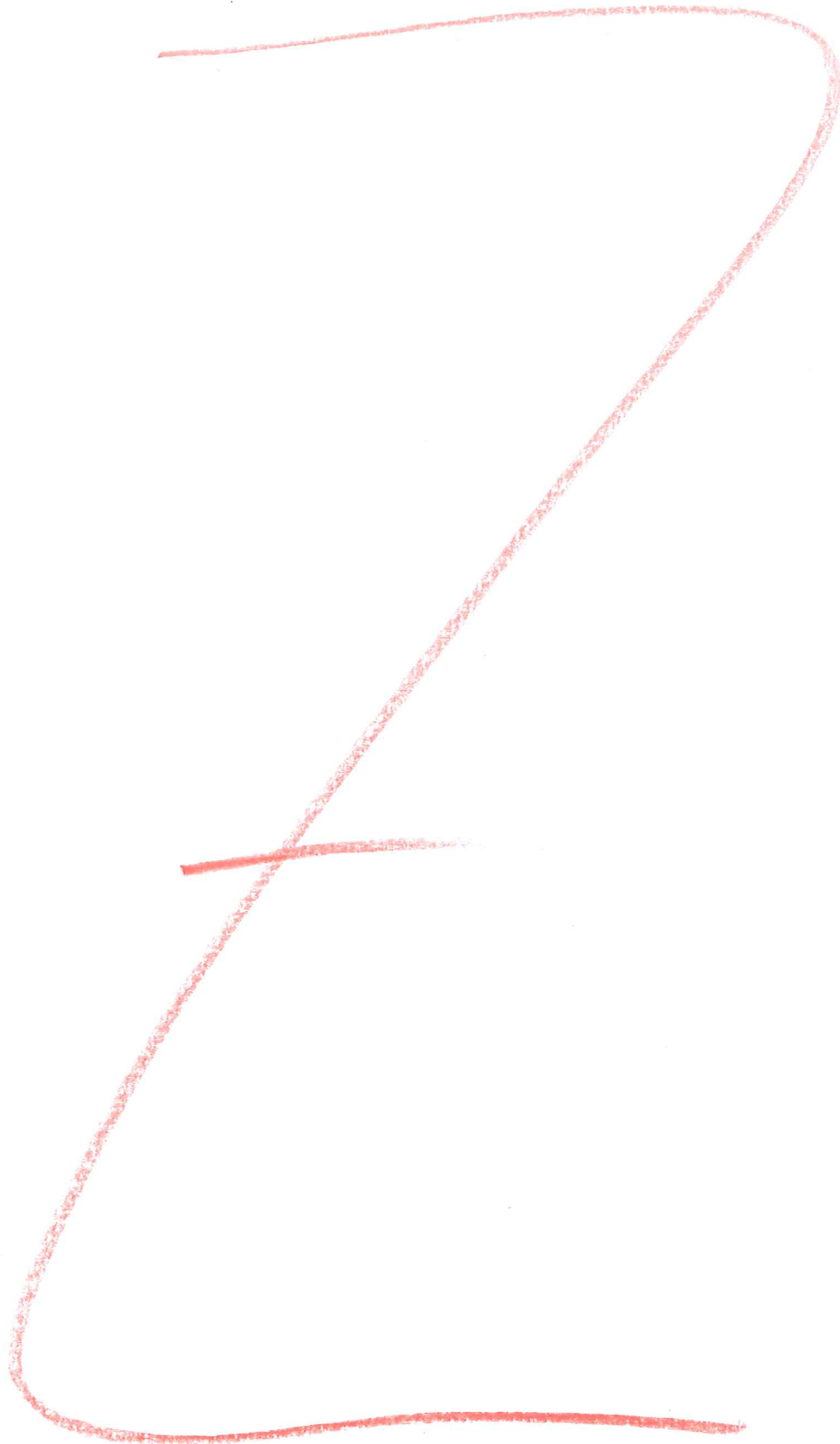
$$\Rightarrow \frac{m_3}{K_3} = \frac{m_2}{K_2} + \frac{m_1}{K_1} \Rightarrow m_2 = \frac{m_3 K_2}{K_3} - \frac{m_1 K_2}{K_1} \Rightarrow \text{толщина слоя,}$$

$$h = \frac{m_2}{\rho S} = \left(\frac{m_3}{K_3} - \frac{m_1}{K_1} \right) \frac{K_2}{\rho S} = \left(\frac{10 \cdot 660}{3,3 \cdot 10^{-4}} - \frac{444 \cdot 10^{-6}}{9,3 \cdot 10^{-8}} \right) \frac{1,1 \cdot 10^{-6}}{110 \cdot 10^{-4}}$$

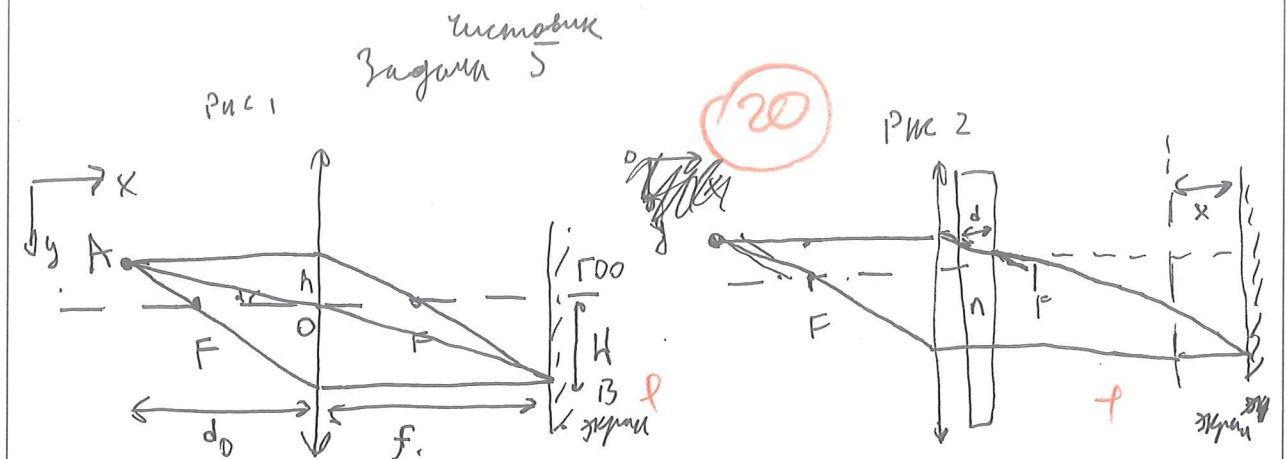
$$= \left(\frac{m_3}{K_3} - \frac{m_1}{K_1} \right) \frac{K_2}{\rho S} = \left(\frac{444 \cdot 10^{-6}}{9,3 \cdot 10^{-8}} - \frac{660 \cdot 10^{-6}}{3,3 \cdot 10^{-4}} \right) \frac{1,1 \cdot 10^{-6}}{1,25 \cdot 10^{-4} - 110 \cdot 10^{-4}} \approx 54,1 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 54,1 \text{ мкм}$$

Ответ: $54,1 \text{ мкм} = \left(\frac{m_3}{K_3} - \frac{m_1}{K_1} \right) \frac{K_2}{\rho S}$





94-60-86-14
(4.14)



источник
Задача 5
A - источник, B - изображение, O - опти. центр
Минута собирающая, т.к. изображение действительное. Для Рис 1:

d_o - расстояние от линзы до источника, f - от линзы до экрана,
 H - от $\Gamma O O$ до изображения, h - от $\Gamma O O$ до источника
Для параллельных лучей. Угол начального луча, когда

$\frac{H}{f} = \frac{h}{d_o} \Rightarrow f = \frac{H}{h} d_o$ (луч, проходящий через оптический центр не преломляется). Рассмотрим лучи d - угол между отрезком, соединяющим изображение и источник, и $\Gamma O O \Rightarrow \Rightarrow \tan \alpha = \frac{h}{d_o}$. h - малое расстояние (по \sin) $\Rightarrow \tan \alpha \approx \alpha \approx \sin \alpha = \frac{h}{d_o}$.

рассмотрим преломление луча AB в пластине. β - угол между лучом AB , β - угол между лучом и $\Gamma O O$. В пластине преломляется в пластине, и $\Gamma O O$.

По закону Снеллиуса: $n \sin \beta = \sin \alpha$. α мал $\Rightarrow \beta$ тоже мал $\Rightarrow \Rightarrow \sin \beta \approx \tan \beta \Rightarrow n \tan \beta = \frac{h}{d_o} \Rightarrow$ луч при прохождении пластины по оси x сместится на $d = 3 \text{ см}$, а по оси y - на $d \tan \beta = \frac{dh}{d_o h} \approx h$.

луч, проходящий через фокус, после прохождения линзы движется параллельно \Rightarrow такой луч не преломляется в пластине \Rightarrow параметры d_o, H, h - постоянные величины для Рис 1 и Рис 2. f_1 - новое расстояние от линзы до изображения. Луч d до и после пластинки движется по углу α к $\Gamma O O \Rightarrow$

См. прош. на след. листе

^{шестой}
Задача 5 (прочитайте)

\Rightarrow ~~В~~ расстояние от центра до поверхности, $X = f_1 - d \Rightarrow$ ρ

$$\Rightarrow H = h' + X \operatorname{tg} \alpha = \frac{dh_1}{d_0 n} + (f_1 - d) \frac{h}{d_0} \Rightarrow \frac{H d_0}{h} = \frac{d}{n} + f_1 - d \Rightarrow \rho$$

$$\Rightarrow f = \frac{d}{n} + f_1 - d \Rightarrow X = f_1 - f = d - \frac{d}{n} = d \frac{n-1}{n} = 3 \cdot \frac{1,5-1}{1,5} = 1 \text{ см}$$

Ответ: $X = 1 \text{ см}$ ρ

