



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

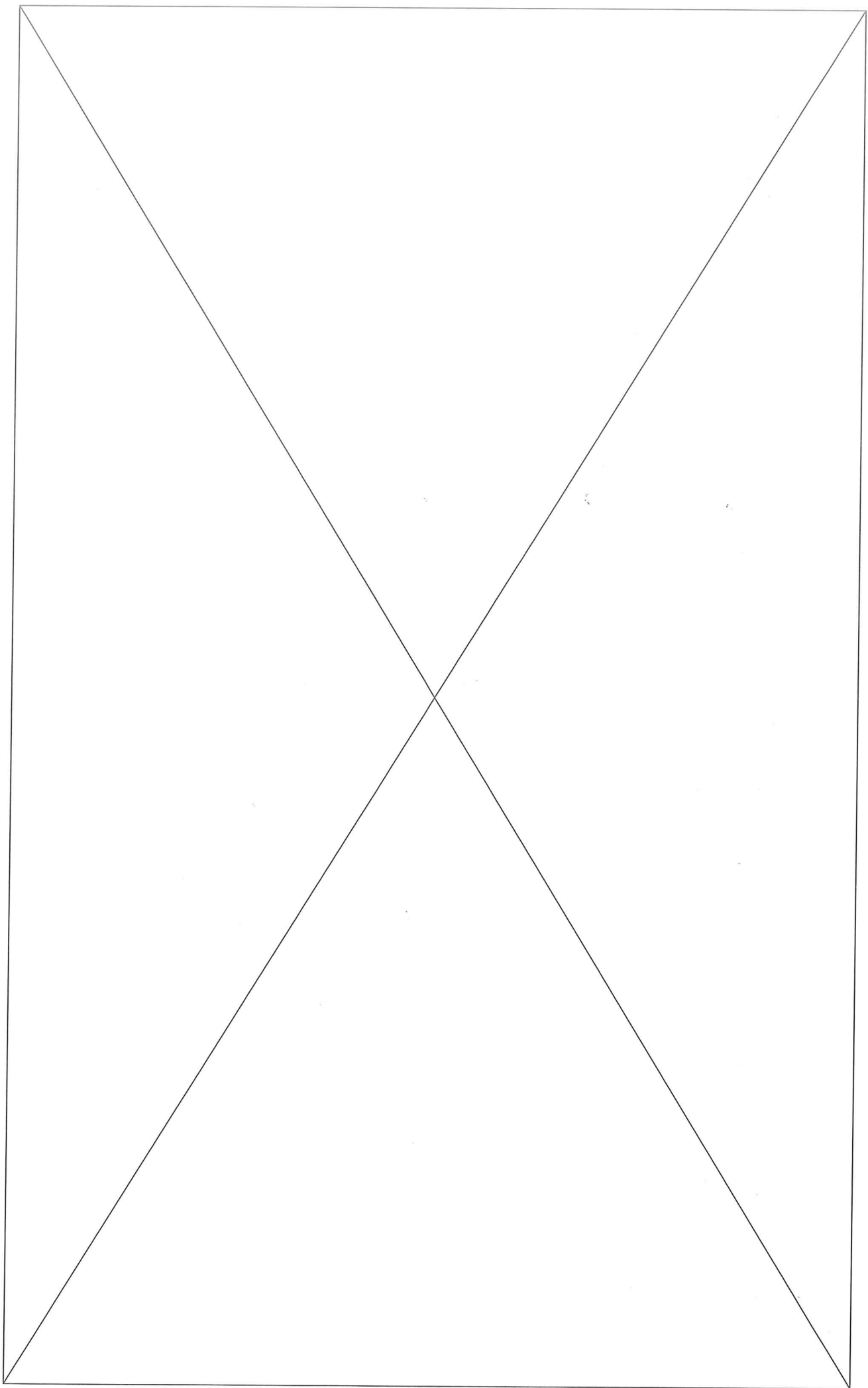
Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

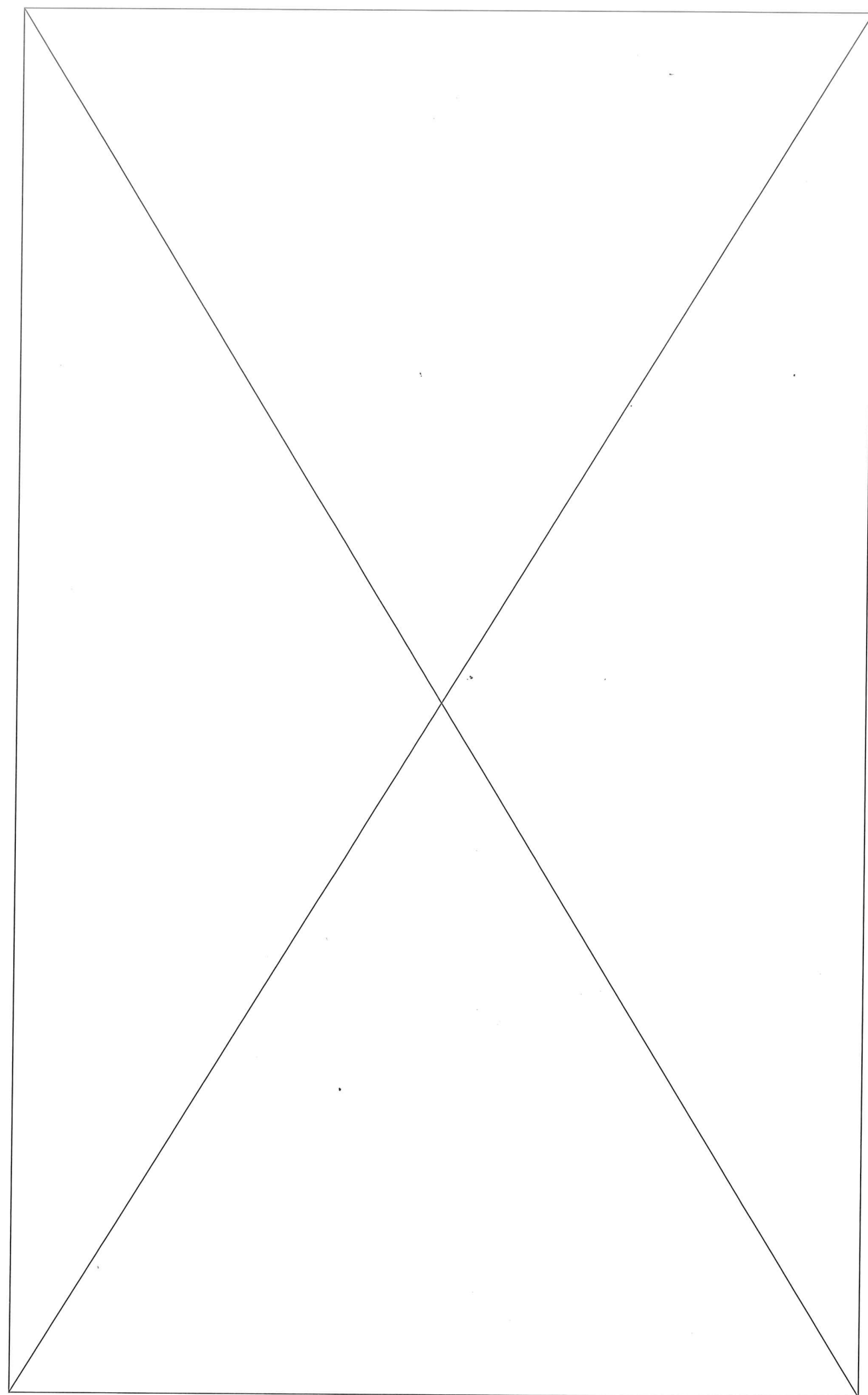
ГондARENKO Матвея Петровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника
Гу



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик

$20 \text{ м} + 5 \text{ м}$

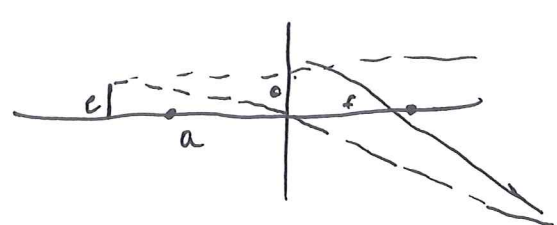
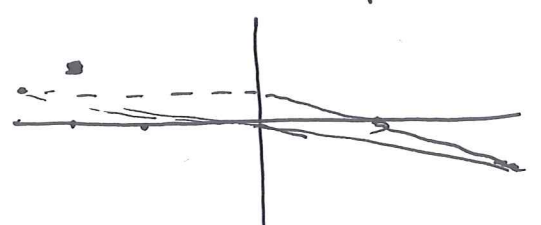
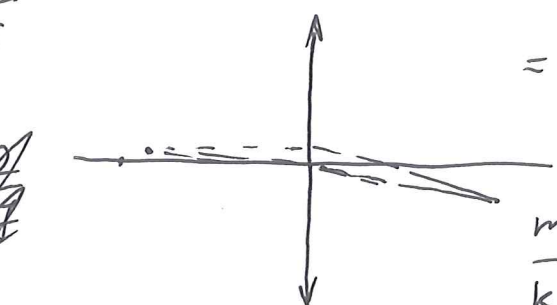
$\frac{600}{2 \cdot 10 \cdot 4}$

$\frac{400}{2 \cdot 10 \cdot 4} + \frac{10 \cdot 4}{2} = \frac{400}{80} + 20 = 5 + 20 = 25$

$\frac{6}{105} = \frac{2}{35}$

$\frac{0,2}{3,5} = \frac{2}{35}$

$\frac{0,4}{7}$



$\frac{m_3}{k_3} = \frac{7,44 \cdot 10^{-3}}{9,3 \cdot 10^{-2}} = \frac{7,44}{9,3} \cdot 10^{-1} = 0,8$

$\frac{2,48}{3,1} = \frac{2,48}{3,1} = 0,8$

$\frac{6,6 \text{ м}}{1,05 \cdot 10^4 \cdot 110}$

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

6,6

$\frac{6,6}{110 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 6,6 \cdot 10^2 \text{ м}^2$
 $\frac{600 \text{ кг}}{3,3 \cdot 10^{-7}} = 2 \cdot 10^6 \text{ кг}$

$\frac{400000}{57142,85} = 7$

$\frac{400000}{57142,85} = 7$

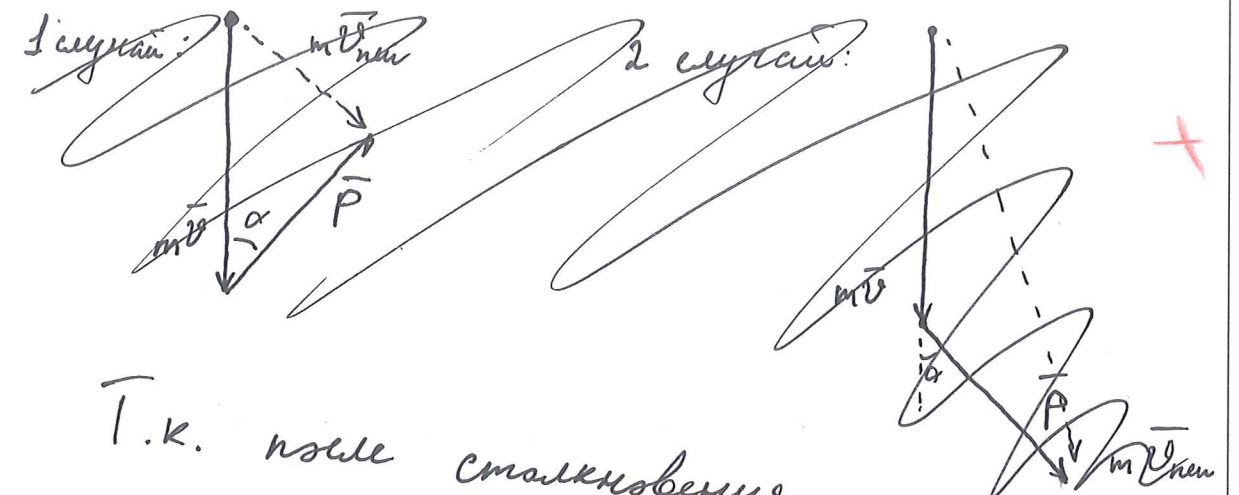
21-14-56-74 (4.4)

20 20 19 20 20
 Потанни Потанни Потанни Потанни Потанни

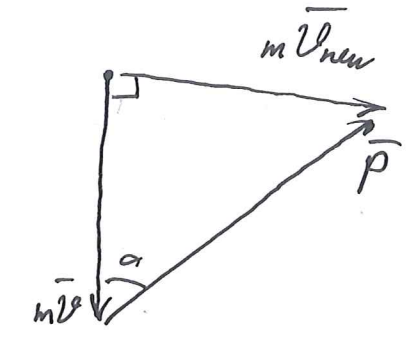
Черновик стр. 1 из 11

№ 2

Пусть в момент попадания пули у шарика была скорость \vec{v} , а масса шарика - m .
 При ударе пули, пуля передала некоторый импульс \vec{p} направленный под углом $\alpha = 45^\circ$, но не увеличила массу шарика ведь масса пули \ll массы шарика:



Т.к. после столкновения шарик движется горизонтально, то \vec{p} направлен вверх, и вертикальная часть скорости увеличится:



v_{new} - скорость шарика после столкновения.
 Замечу, что $\vec{v} \perp \vec{v}_{\text{new}}$, ведь вектор \vec{v} вертикален (в своем падении не является вектор \vec{v}_{new} горизонтальной проекции скорости), а см. стр. 2.

Тогда из прямоугольного треуголь-
ника:

$$\frac{|m\vec{v}_{new}|}{|m\vec{v}|} = \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow |\vec{v}_{new}| = |\vec{v}|, \text{ т.к. } \operatorname{tg} \alpha = 1 \quad (\alpha = 45^\circ)$$

$\vec{v} = \vec{g} t_1$, т.к. до столкновения шарик в
свободном падении (t_1 - время до столкнове-
ния)

После столкновения движение равно-
значно горизонтальному броску:

$$L = v_{new} \cdot \tau \Rightarrow v_{new} = \frac{L}{\tau} = 10 \text{ м/с}$$

$$\text{высота места столкновения: } h_1 = \frac{g\tau^2}{2} =$$

$$= 20 \text{ м.}$$

$$|\vec{v}| = |\vec{v}_{new}| = \frac{L}{\tau} = |\vec{g}| t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{L}{\tau \cdot g}$$

Высота точки старта над столкно-
вением: $h_2 = \frac{g t_1^2}{2}$, тогда высота точки стар-
та над землей $H = h_1 + h_2 = \frac{g t_1^2}{2} + \frac{g \tau^2}{2} =$

$$= \frac{g}{2} \left(\frac{L^2}{\tau^2 g^2} + \tau^2 \right) = \frac{L^2}{2g\tau^2} + \frac{g\tau^2}{2} = 25 \text{ м.}$$

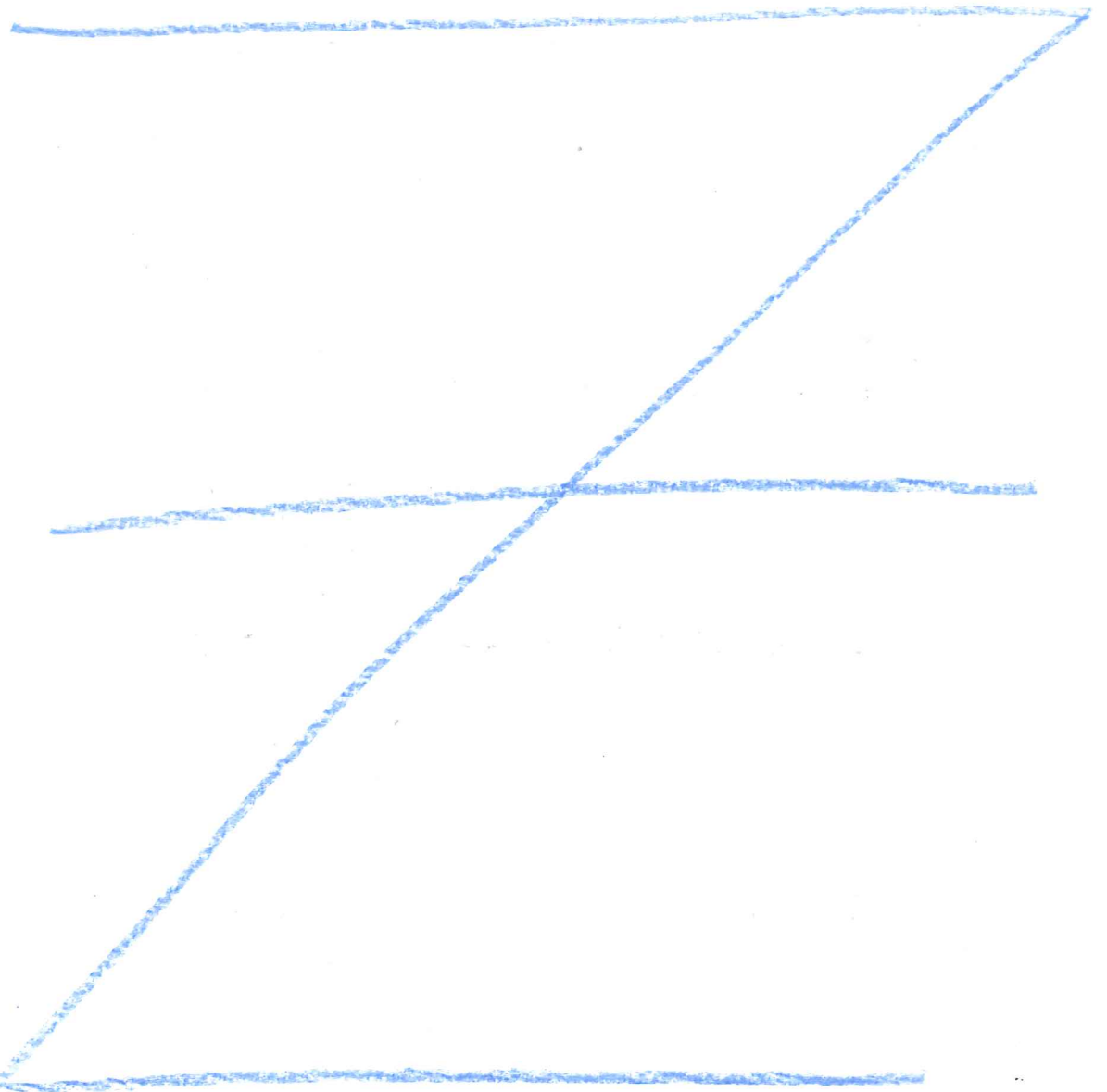
$$\text{Ответ: } 25 \text{ м. } \left(\frac{L^2}{2g\tau^2} + \frac{g\tau^2}{2} \right) \text{ Формула.}$$

Чистовик стр. 11 из 11

$$\begin{aligned} d &= \frac{k_2}{\rho S} (8 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^6) k_1 = \\ &= \frac{6,6 \text{ кВ}}{\rho S} = \frac{600 \text{ кВ/м}^2}{\rho} = \frac{600}{10500} \text{ м} = \\ &= \frac{6}{105} \text{ м} = \frac{6000000}{105} \text{ мкм} = \frac{400000}{7} \text{ мкм} = \end{aligned}$$

$$= 57142,85(714285) \approx 57142,9 \text{ мкм.}$$

$$\text{Формула: } \left(\frac{k_2}{\rho S} \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right) \right)$$



Чистовик стр. 10 из 11

№35 или №4

Через ванну 3 ~~крана~~ протекает ток равный сумме токов, протекающих через ванны 1 и 2. (В узле ~~нет~~ заряд не накапливается) $\Rightarrow I_3 = I_1 + I_2$ | *t - время

$$I_3 t = I_1 t + I_2 t$$

, т.к. система -
- цепь постоянного
тока, то:

$$Q_3 = q_1 + q_2$$

$$m_i = k_i q_i, \text{ тогда:}$$

$$q_3 = \frac{m_3}{k_3} \quad q_1 = \frac{m_1}{k_1} \quad q_2 = \frac{m_2}{k_2}$$

$$q_2 = q_3 - q_1 = \frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}$$

$$m_2 = q_2 \cdot k_2 = \frac{k_2}{k_3} m_3 - \frac{k_2}{k_1} m_1$$

$m_2 = \rho V_2$, объем серебра образующего.

$$\Rightarrow V_2 = \frac{m_2}{\rho} = \frac{k_2 m_3}{k_3 \rho} - \frac{k_2 m_1}{k_1 \rho}$$

$$V_2 = S \cdot d \Rightarrow d = \frac{V_2}{S} = \frac{k_2}{\rho S} \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right)$$

см. стр. 11.

Чистовик стр. 3 из 11

№3(a)

Сначала определю количество молей воды, которое стало паром.

Определим эффективную мощность электронагревателя:

$$P_{\text{eff}} = \eta P_{\text{полн}} = \eta \frac{U^2}{r} = 0,8 \cdot \frac{(100\text{В})^2}{80 \text{ Ом}} =$$

$$= \frac{10000}{100} \text{ Вт} = 100 \text{ Вт}$$

Полученная вода масса:

$$Q = P_{\text{eff}} \cdot \tau = \eta \frac{U^2}{r} \tau = 230000 \text{ Дж} = 230 \text{ кДж}$$

Пусть этой теплоты хватило, чтобы испарить воду массой m , тогда:

$$Q = \lambda \cdot m$$

$$m = \frac{Q}{\lambda} = \frac{\eta U^2 \tau}{\lambda \cdot r} = 0,1 \text{ кг} = 100 \text{ г}$$

Теперь из закона Менделеева-Клапейрона найду сколько воды было до этого в камере в виде пара:

$$P_{\text{пар}} = \varphi_0 P_{\text{нас}} = 0,83 \text{ кПа} = 830 \text{ Па}$$

$$P_{\text{пар}} V = \nu R T_0 \Rightarrow \nu = \frac{P_{\text{пар}} V}{R T_0} = \frac{\varphi_0 P_{\text{нас}} V}{R T_0} \text{ см. стр. 4.}$$

Чистовик стр. 4 из 11

$$V = \frac{\varphi P_{нас} V}{R T_0} = \frac{830 \text{ Па} \cdot 50 \text{ м}^3}{8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}} = \frac{5000 \text{ моль} \cdot 50 \text{ м}^3}{300} = \frac{50}{3} \text{ м}^3$$

$$V = \frac{M}{\mu} \Rightarrow M = \mu V = \frac{\mu \varphi P_{нас} V}{R T_0} = 300 \text{ г}$$

В сумме пара стало:

$$M + m = \frac{\mu \varphi_0 P_{нас} V}{R T_0} + \frac{\eta U^2 \tau}{\lambda r} = 400 \text{ г}$$

Такой массы не хватит чтобы $P_{поры}$ превысило $P_{нас}$, т.к. $T = const$; $V = const \Rightarrow$

$$\Rightarrow P_{поры} \sim V \quad P_{поры, new} = \frac{M+m}{M} P_{поры} = \frac{4}{3} P_{поры} < P_{нас} = \frac{4}{3} \cdot 830 \text{ Па}$$

$$\text{Тогда } \rho = \frac{M+m}{V} = \frac{400 \text{ г}}{50 \text{ м}^3} = 8 \frac{\text{г}}{\text{м}^3} = \frac{\mu \varphi_0 P_{нас} V + \eta U^2 \tau}{R T_0 + \lambda r V}$$

$$= \frac{\mu \varphi_0 P_{нас}}{R T_0} + \frac{\eta U^2 \tau}{\lambda r V}$$

Формула: $\rho = \frac{\mu \varphi_0 P_{нас}}{R T_0} + \frac{\eta U^2 \tau}{\lambda r V}$

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

Чистовик стр. 9 из 11

Рассчитано ускорение брусков при $F > F_{кр}$

Брусок m:

$$m a_1 = F - F_{тр1} = F - \mu m g$$

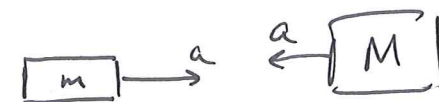
$$a_1 = \frac{F}{m} - \mu g$$

Брусок M:

$$2m a_2 = 2F - F_{тр2} = 2F - 2\mu m g$$

$$a_2 = \frac{F}{m} - \mu g$$

Заметим, что $a_2 = a_1 (= a)$



$$\bar{a}_{отн} = \bar{a}_{ЛДБ} - \bar{a}_{СО}$$

Взяв в СО бруска m $\Rightarrow a_{отн} = a - (-a) = 2a$

Движение равноускоренное:

$$\Delta x = \frac{2a \tau^2}{2} = a \tau^2 \Rightarrow a = \frac{\Delta x}{\tau^2}$$

$$a = \frac{F}{m} - \mu g \Rightarrow m(a + \mu g) = F$$

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

Ответ: 2 Н

Для оси ~~вертикальной~~ направленной вертикально вверх:

$$0 = N_1 - mg \Rightarrow N_1 = mg$$

В случае $a > 0$ или в критическом случае $F_{\text{тр}1} = \mu N_1$.

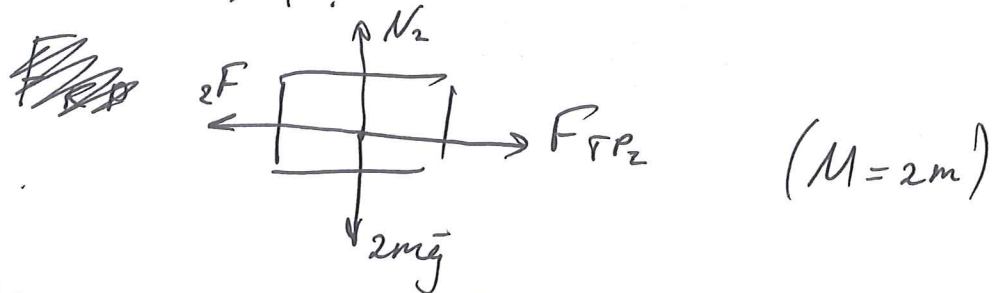
Рассмотрим критический случай — «еще чуть-чуть и движется»

В горизонтальной оси направленной вправо:

$$m\ddot{a} = F - F_{\text{тр}1}$$

$$0 = F - \mu N_1 \Rightarrow F_{\text{кр}1} = \mu mg$$

Аналогично найдем $F_{\text{кр}2}$ для ~~второй~~ бруска массой M :



Аналогично первому бруску: $N_2 = 2mg$

$$-2F_{\text{кр}2} + \mu N_2 = 0$$

$$F_{\text{кр}2} = \frac{\mu N_2}{2} = \mu mg$$

Замечу, что $F_{\text{кр}1} = F_{\text{кр}2} \Rightarrow$ если какой-либо брусок начнет движение, то и второй начнет.
см. стр. 9.

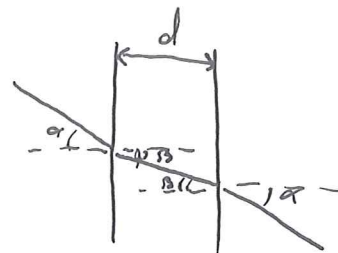
21-14-56-74
(4.4)

20 v 5

~~Угол падения мале \Rightarrow лучи направлены вертикально \Rightarrow увеличена скорость тонкой линзы.~~

При $\alpha \ll 1$, то $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha \approx \alpha$

Рассмотрим стеклянную пластинку:

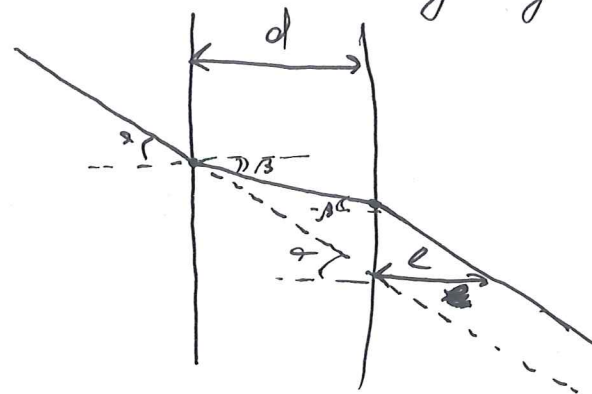


Во первых лучи всегда выйдут под тем же углом

$$\frac{\alpha}{\beta} = n \quad \frac{\beta}{\alpha_{\text{нов}}} = \frac{1}{n}$$

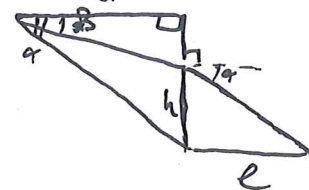
$$\alpha = \alpha_{\text{нов}}$$

Пусть и минимальный луч который проходит \leftarrow изображению до установки пластинки:



Замечу, что луч сместился на какое-то расстояние относительно оси до установки стекла.

Определим это смещение:



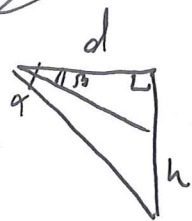
$$e = d \text{tg } \alpha - d \text{tg } \beta = d(\text{tg } \alpha - \text{tg } \beta)$$

см. стр. 6

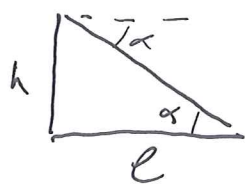
~~$\frac{\alpha}{\beta} = n \Rightarrow \beta = \frac{\alpha}{n}$~~

~~$l = d \cdot \alpha \left(1 - \frac{1}{n}\right) = d \alpha^2 \frac{n-1}{n} = \frac{d \alpha^2}{3}$~~

~~М.к. изобразим действительные
то масса ~~и~~ собирающаяся.~~



$h = d \operatorname{tg} \alpha - d \operatorname{tg} \beta = d\alpha - d\beta = d(\alpha - \beta)$



$\frac{h}{e} = \operatorname{tg} \alpha = \alpha$

$l = \frac{h}{\alpha} = d \frac{\alpha - \beta}{\alpha}$

$\frac{\alpha}{\beta} = n \Rightarrow \beta = \frac{\alpha}{n} \Rightarrow l = d \frac{\alpha - \frac{\alpha}{n}}{\alpha} = d \frac{n-1}{n}$

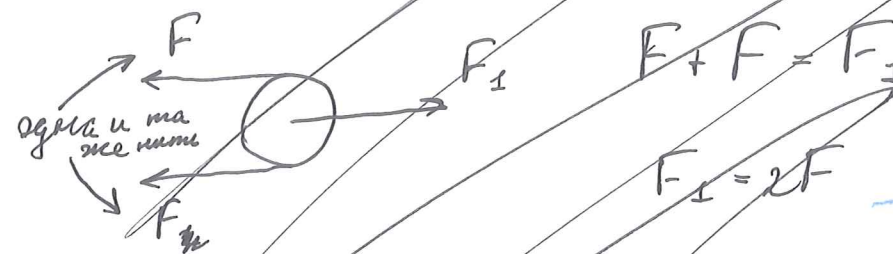
$= \frac{d}{3} = \text{const}$ где всех условий падения на стекле \Rightarrow путь ~~сдвигается~~ на l дальше чем без пластинки.

формула: $l = d \frac{n-1}{n} = 1 \text{ см}$
 Ответ: 1 см. $\left(d \frac{n-1}{n}\right)$

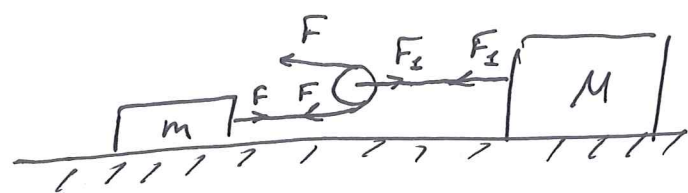
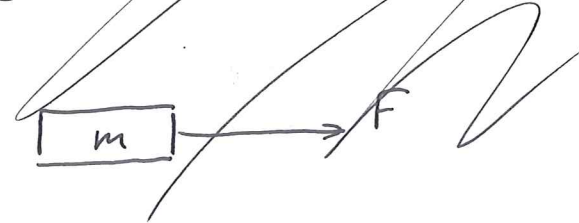
~~Т.к. блок невесомый, то:~~

~~$m\vec{a} = \sum \vec{F}$, ведь $m=0$~~

~~$0 = \sum \vec{F}$~~



~~Брусок массой m:~~

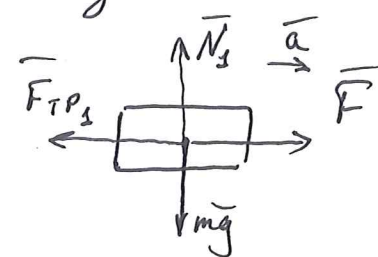


Т.к. блок невесомый, то:

$F + F - F_1 = m_0 a = 0$

$2F = F_1$

2-й закон Ньютона для бруска m:



~~$F_{тр} = \mu N$~~
~~случае $F_{тр} = \mu N$~~

$m\vec{a} = \vec{F}_{тр1} + \vec{N}_1 + \vec{F} + m\vec{g}$

см. стр. 8