



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

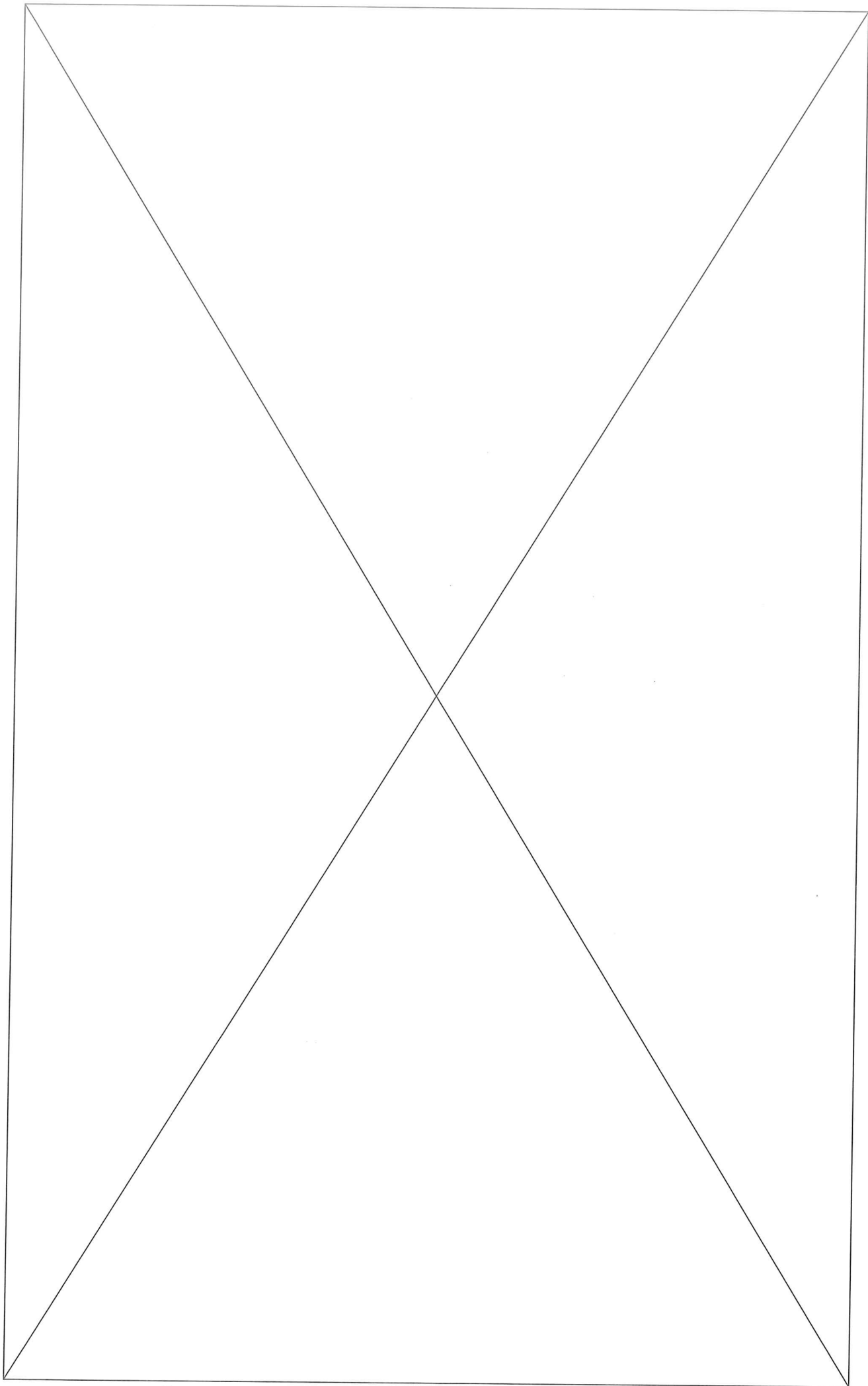
Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

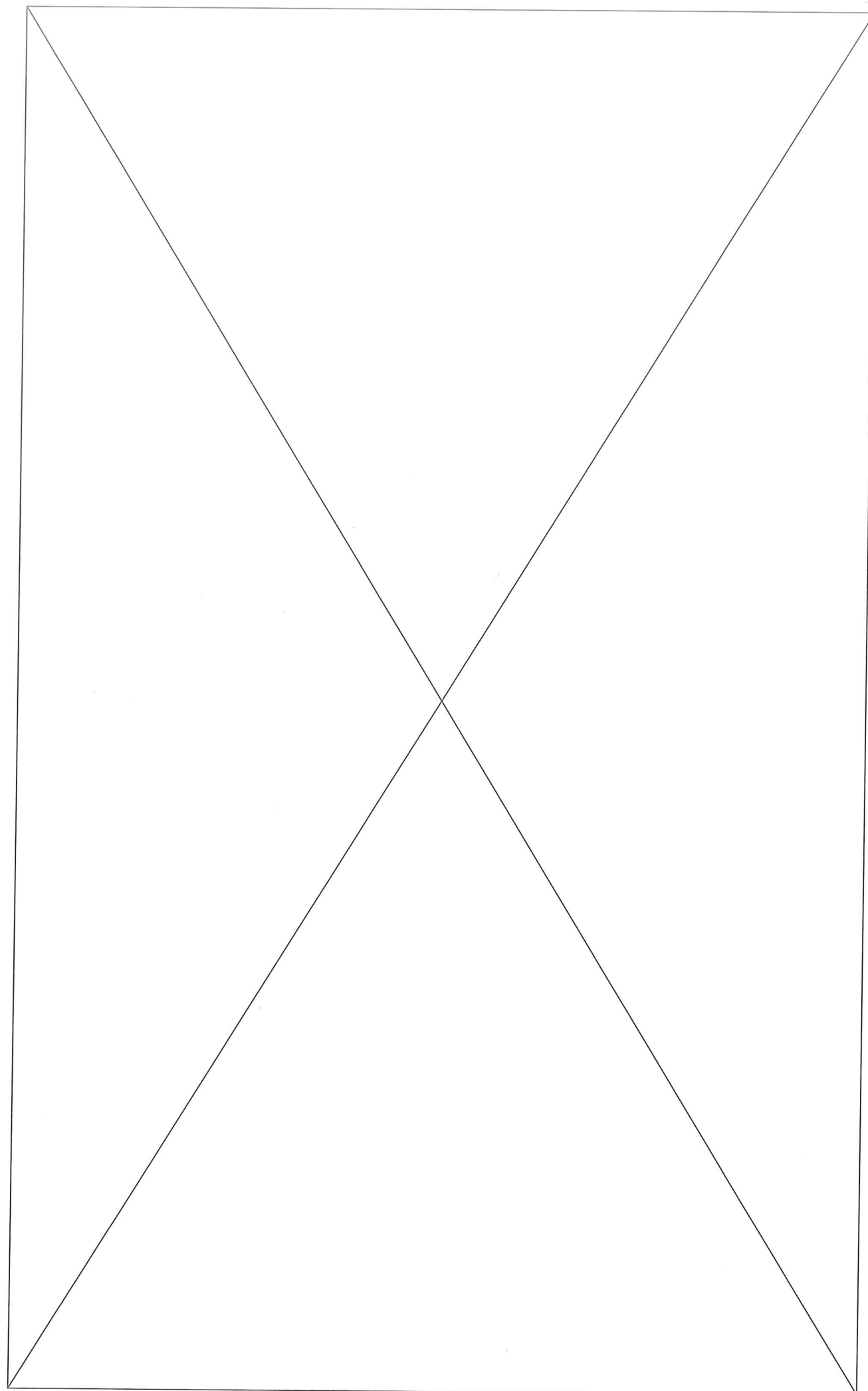
Клюева Святослава Олеговича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» 02 2026 года

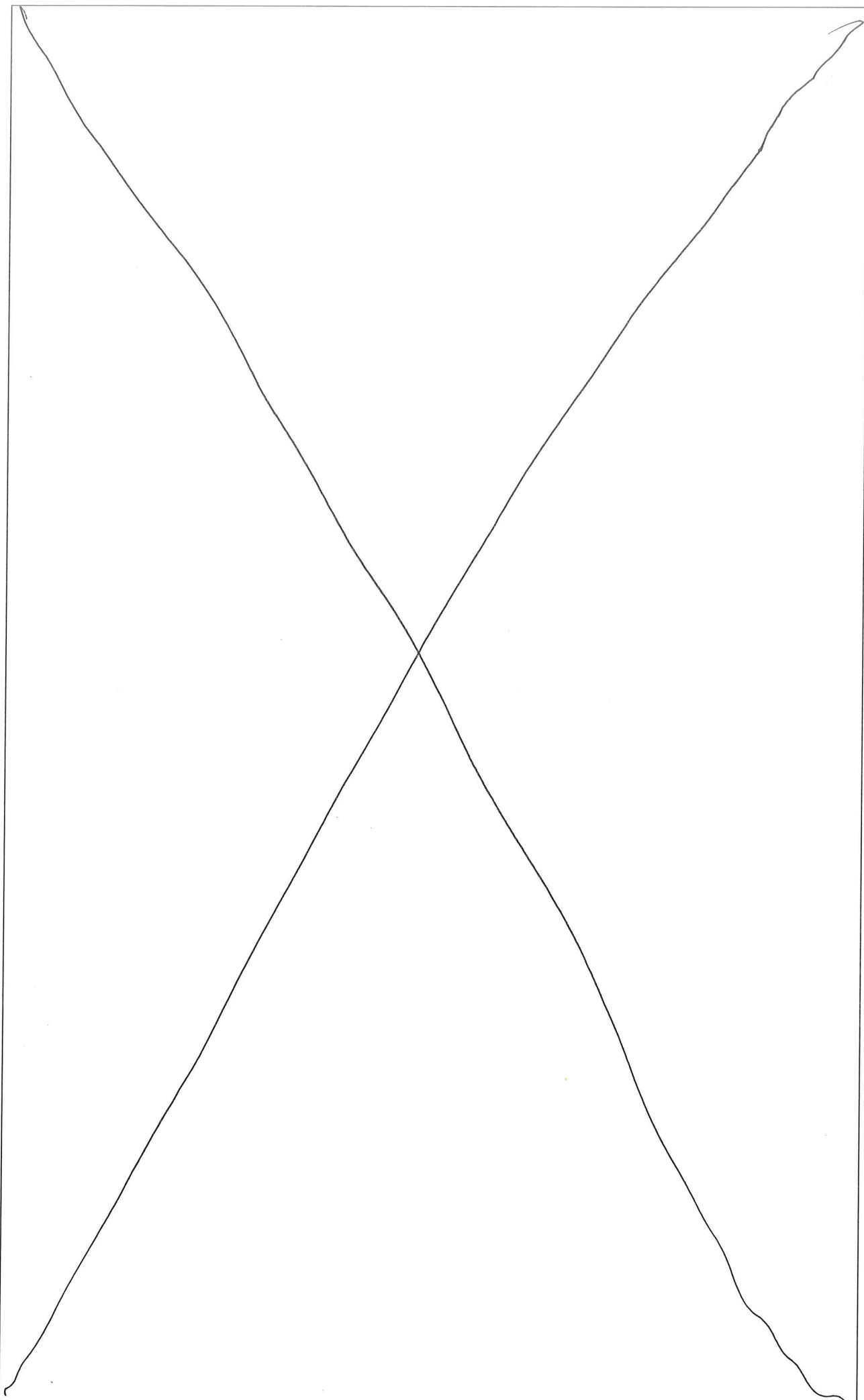
Подпись участника



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



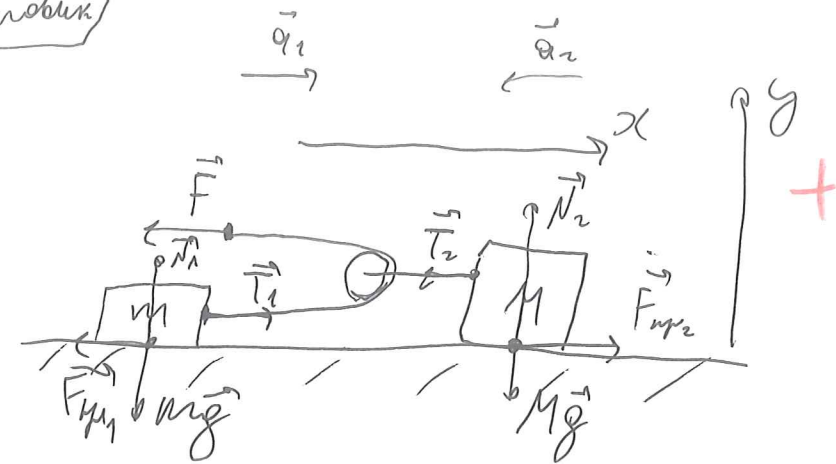
Выполнять задания на титульном листе запрещается!



68-32-03-21
(43)

N_1
 $m = 500 \text{ г}$
 $M = 2 \text{ м}$
 $\tau = 1 \text{ с}$
 $\Delta x = 1 \text{ м}$
 $\mu = 0,3$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

Тусмобил



мк митъ равесина и мераста митъ: $|\vec{F}| = |\vec{T}_1|$

мк суох равесина и 23-н на O_2 : $\vec{T}_2 + \vec{T}_1 + \vec{F} = \vec{0}$

$$T_2 = T_1 + F$$

$$T_2 = F + F = 2F$$

23-н:

$$m\vec{a}_1 = \vec{T}_1 + \vec{F}_{fr1} + \vec{N}_1 + m\vec{g}$$

$$M\vec{a}_2 = \vec{T}_2 + \vec{N}_2 + M\vec{g} + \vec{F}_{fr2}$$

$$F_{fr1} = \mu N_1 = \mu mg$$

$$F_{fr2} = \mu N_2 = \mu Mg$$

маса: (вир. на O_1)

$$m a_{1x} = T_1 - F_{fr1} = F - \mu mg$$

$$M a_{2x} = F_{fr2} - T_2 = \mu Mg - 2F$$

мк мац. скорестн мет:

$$\frac{a_1 t^2}{2} + \frac{a_2 t^2}{2} = \Delta x$$

1	20	потакия др
2	20	полжаеви
3	20	папи на АВ
4	20	Б/миле
5	20	Умарула
Σ	100	Умарула

нр-уна на O_y :
 $N_1 = mg$
 $N_2 = Mg$

числовый $a_1 + a_2 = \frac{2\Delta x}{t^2}$

магдм $a_1 = \frac{F}{m} - \mu g$

$a_2 = \frac{2F}{M} - \mu g = \frac{F}{m} - \mu g$

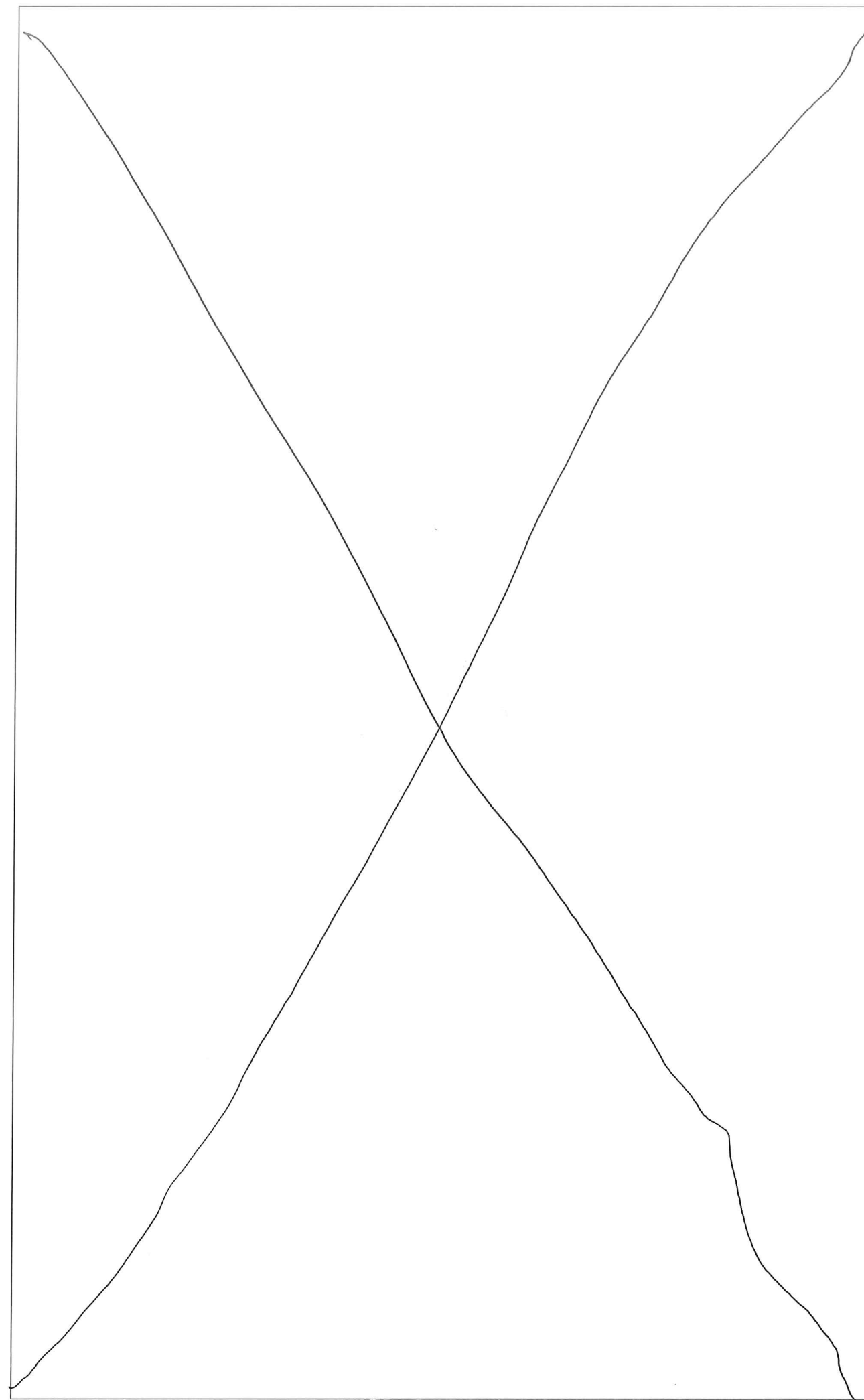
$$\frac{2\Delta x}{t^2} = \frac{2F}{m} - 2\mu g$$

$$F = m \left(\frac{\Delta x}{t^2} + \mu g \right) = +$$

$$= 0,5 \cdot \left(\frac{1}{1^2} + 0,3 \cdot 10 \right)$$

$$\boxed{F = 2M}$$

Ответ: $F = 2M$ +



(числовик)

тогда $x = \frac{h}{\cos(\alpha - \beta)} = \frac{h}{\sin \alpha}$

$h = AB \cdot \sin(\alpha - \beta)$

$AB = d \sqrt{1 + \frac{\sin^2 \alpha}{h^2}} \approx d \sqrt{1 + \frac{\alpha^2}{h^2}} \approx$

$\approx d$ так как β малый

$\sin(\alpha - \beta) \approx \alpha - \beta$

$\sin \alpha \approx \alpha$; $\sin \beta \approx \beta$

$x = \frac{AB(\sin \alpha - \beta)}{\sin \alpha} = \frac{\alpha - \beta}{\alpha} \cdot d =$

$= (1 - \frac{1}{1.5}) d =$

$= 3 (1 - \frac{1}{1.5}) = 1 \text{ м}$

$x = 1 \text{ м}$

Ответ: $x = 1 \text{ м}$

68-32-03-21
(4,3)

(числовик)

$N2$
 $\alpha = 45^\circ$
 $T = 2 \text{ с}$
 $L = 20 \text{ м}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 M



M - масса тела
 m - масса пули
 $m \ll M$
 v - скор. пули
перед
ударом

пусть скорость шарика
пули сразу после удара
была v_1

тогда: $L = v_1 T$

$(\vec{v} = \vec{v}_0 t + \vec{g} \frac{t^2}{2} \rightarrow L = v_1 T)$

найдем высоту
удара h :

$0_y: 0 = h - \frac{gT^2}{2}$

$h = \frac{gT^2}{2}$

из ЗСД найдем v_0 шарика
перед столкновением:

$mg(H-h) = \frac{mv_0^2}{2} \rightarrow v_0 = \sqrt{2g(H-h)}$

расши соударение:

запишем ЗСИ на v_x

~~пуля и шарик~~

$0_{x1} = (M+m)v_1 = m v \frac{\sqrt{2}}{2}$

~~пуля и шарик~~

~~$$m(1 + \frac{u\sqrt{2}}{g_0}) J_1 = m u \frac{\sqrt{2}}{2}$$~~

$$(m+m) J_1 = m u \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$m \ll m \ll M$

$$M J_1 = m u \frac{\sqrt{2}}{2}$$

зсикаду: $\vartheta = M \vartheta_0 + u m \frac{\sqrt{2}}{2}$

$$M = \frac{u \sqrt{2}}{g_0} \frac{m}{2}$$

$$m \frac{u \sqrt{2}}{g_0} \frac{J_1}{2} = m u \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$J_0 = J_1$$

$$\sqrt{2g(M-h)} = \frac{L}{t} \rightarrow 2g(M-h) = \frac{L^2}{t^2}$$

$$M = h + \frac{L^2}{2gt^2} = \frac{8t^2}{2} + \frac{L^2}{2 \cdot 10 \cdot 2^2} = \frac{10 \cdot 2^2}{2} + \frac{20^2}{2 \cdot 10 \cdot 2^2}$$

$$M = 25 \text{ м}$$

Ответ: $M = 25 \text{ м}$

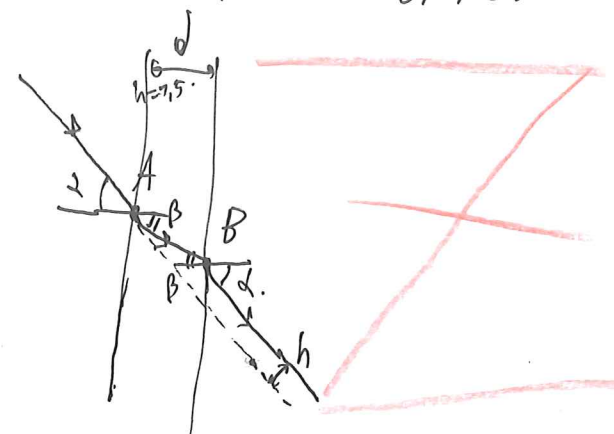
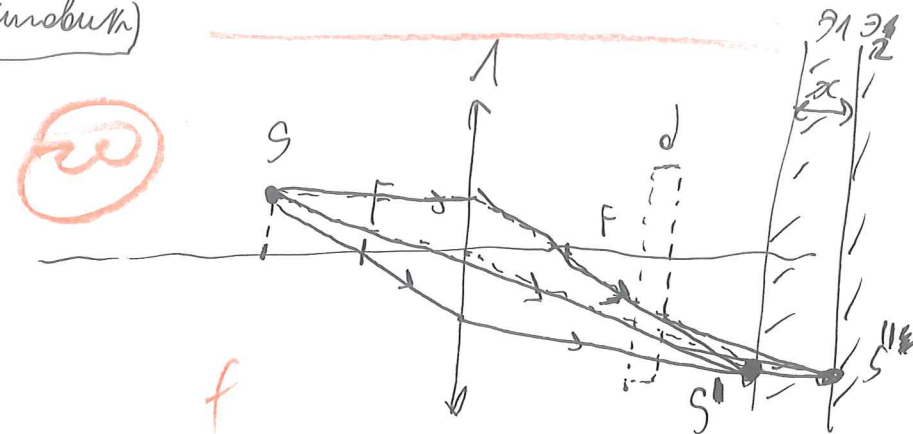
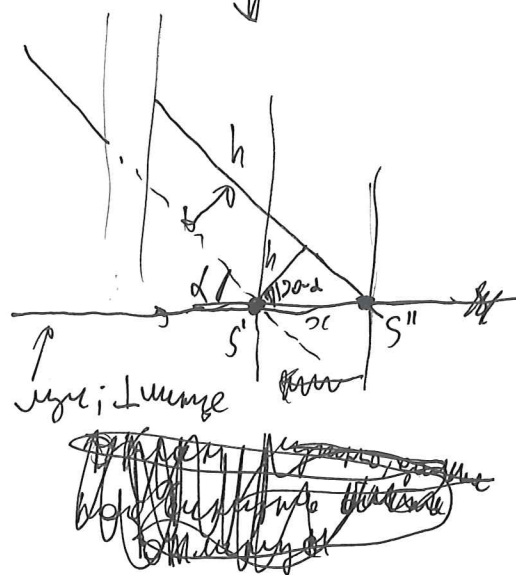
№5 - ~~штатив~~

$d = 3 \text{ м}$
 $n = 1,5$

2С

М.к. есть угло. за
интервал, она
собира.

м.к. луч, \perp линзе
не преломляется,
потому что экран
можно определить
по смещению 1го
луча вдоль z_{00}



Можно, направлено
смещение луча:

$\sin \alpha = n \sin \beta$
смещение вдоль z_{00}
равно d
смещение $\perp z_{00}$
равно $d \sin \beta = d \frac{n-1}{n}$

тогда $AB = d \sqrt{1 + \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}}$

Введем смещение луча от м.м. по
направлению h

числом

$$= \frac{1,1 \cdot 10^{-6}}{1,05 \cdot 110} \left(\frac{744 \cdot 10^2}{93} - \frac{660,10}{33} \right) =$$

$$= \frac{1,1 \cdot 10^{-5}}{110 \cdot 1,05} \left(\frac{744 \cdot 10}{93} - \frac{660}{33} \right) =$$

$$= \frac{10^{-7}}{1,05} \cdot \left(\frac{744 \cdot 100}{93} - \frac{6600}{66/2} \right) =$$

$$= \frac{10^{-7}}{1,05} \left(\frac{744 \cdot 100}{93} - 200 \right) = \frac{10^{-7}}{1,05} (800 - 200) =$$

$$= 10^{-7} \cdot \frac{600}{1,05} = 10^{-5} \cdot \frac{6}{1,05} = 6 \cdot \frac{20}{21} \cdot 10^{-5} =$$

$$= \frac{40}{7} \cdot 10^{-5} = \frac{400}{7} \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$d = 57 \frac{1}{7} \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$d = 60 \text{ мкм} \quad \checkmark$$

Ответ: $d = 60 \text{ мкм}$

Handwritten calculations and scribbles on the left margin.

68-32-03-21
(4.3)

№3 (1)

числом

- $V = 50 \text{ м}^3$
- $T_0 = 300 \text{ К}$
- $\varphi_0 = 41,5\%$
- $t = 100^\circ \text{C}$
- $r = 800 \text{ Дж/кг}$
- $U = 100 \text{ В}$
- $\eta = 80\%$
- $\tau = 2300 \text{ с}$
- $\rho_{\text{мас}} = 2 \text{ кг/л}$
- $\lambda = 2,3 \text{ МДж/кг}$
- $\mu = 9018 \text{ кг/моль}$
- $R = 8,3 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$



вода кипит тентому Q.

$$Q = P \tau \quad \checkmark$$

мощн. кипения:

$$P_1 = \frac{U^2}{r} \quad \checkmark$$

$$P = \eta \frac{U^2}{r} \quad \text{— мощн. вода} \quad \checkmark$$

$$Q = \eta \frac{U^2}{r} \tau \quad \checkmark$$

масса испарившейся воды:

$$m_{\text{исп}} = \frac{Q}{\lambda} = \frac{\eta U^2 \tau}{r \lambda}$$

идеальный газ:

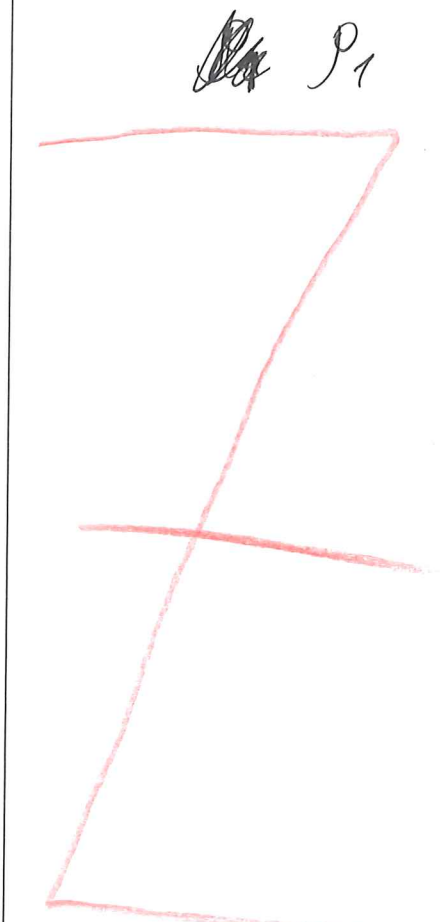
$$\frac{P M V_0}{m_0} = \frac{2 R T_0}{m_0}$$

$$\frac{P M}{\rho_{\text{мас}}} = \frac{R T_0}{\mu}$$

$$\rho_{\text{мас}} = \frac{\mu \rho_{\text{мас}}}{R T_0} \quad \checkmark$$

тогда:

$$\rho_0 = \varphi_0 \frac{\mu \rho_{\text{мас}}}{R T_0} \quad \checkmark$$



м. пара в воздухе

$$\rho_0 = \frac{\rho_0}{\rho_{\text{мас}}}$$

математика масса всего пара в паре:

$$m_1 = m_{\text{исп}} + V \rho_0$$

плотность

$$\rho_1 = \frac{m_{\text{исп}}}{V} + \rho_0 =$$

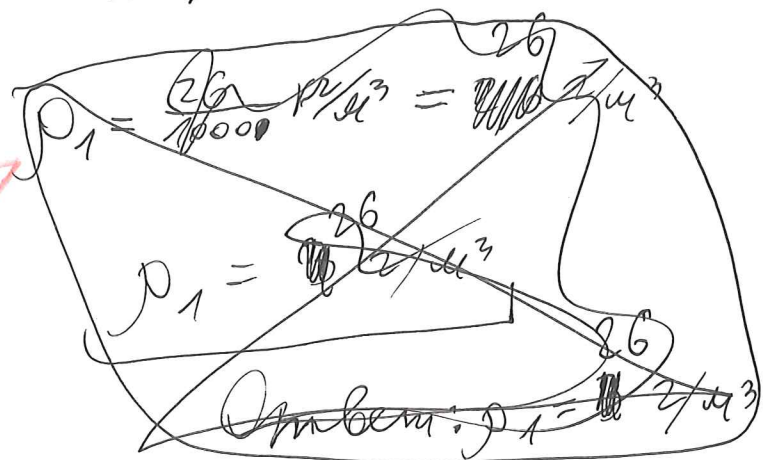
$$= \frac{\eta U^2 t}{\lambda n V} + \rho_0 \frac{\mu P_{\text{исп}}}{R T_0} =$$

$$= \frac{0,80 \cdot 100^2 \cdot 2300}{80 \cdot 50 \cdot 23 \cdot 10^6} + 0,415 \cdot \frac{0,018 \cdot 2000}{8,3 \cdot 300} =$$

$$= \frac{0,8 \cdot 1^2 \cdot 23}{80 \cdot 50 \cdot 23} + 0,415 \cdot \frac{2 \cdot 18}{83 \cdot 30} =$$

$$= \frac{8}{80 \cdot 50} + \frac{83}{200} \cdot \frac{2 \cdot 18}{83 \cdot 30} = \frac{1}{500} + \frac{6^2}{60000}$$

$$= \frac{1}{500} + \frac{6}{10000} = \frac{20}{10000} + \frac{6}{10000} = \frac{8}{1000} \text{ кг/м}^3$$



$\rho_1 = 8 \text{ кг/м}^3$ ✓

ответ: $\rho_1 = 8 \text{ кг/м}^3$ ✓

№3 (2) математика

$$M_1 = 660 \text{ мг}$$

$$M_3 = 744 \text{ мг}$$

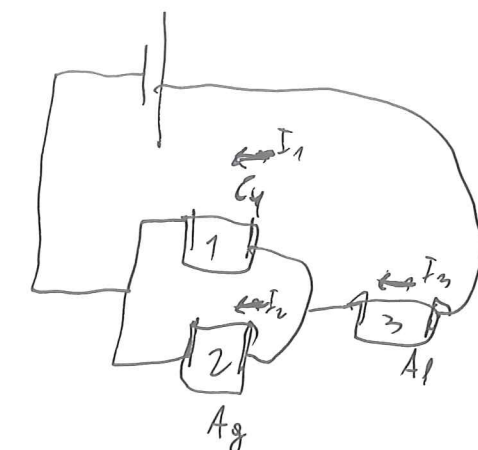
$$S = 110 \text{ см}^2$$

$$K_1 = 3,3 \cdot 10^{-7} \text{ Кг/Кл}$$

$$K_2 = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Кг/Кл}$$

$$K_3 = 9,3 \cdot 10^{-8} \text{ Кг/Кл}$$

$$\rho = 1,05 \cdot 10^4 \text{ Кг/м}^3$$



$$m_2 = \rho S d \text{ - масса серебра}$$

расчет массы:

$$I_1 + I_2 = I_3$$

за время t протекет At:

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

$$q_1 + q_2 = q_3$$

$$q_1 K_1 = m_1$$

$$q_3 K_3 = m_3$$

$$q_2 K_2 = m_2$$

$$\frac{m_1}{K_1} + \frac{m_2}{K_2} = \frac{m_3}{K_3}$$

$$m_2 = \left(\frac{m_3}{K_3} - \frac{m_1}{K_1} \right) K_2$$

$$d = \frac{m_2}{\rho S} = \frac{K_2}{\rho S} \left(\frac{m_3}{K_3} - \frac{m_1}{K_1} \right) =$$

$$= \frac{1,1 \cdot 10^{-6}}{1,05 \cdot 10^4 \cdot 110 \cdot 10^{-4}} \left(\frac{744 \cdot 10^{-6}}{9,3 \cdot 10^{-8}} - \frac{660 \cdot 10^{-6}}{3,3 \cdot 10^{-7}} \right) =$$