



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

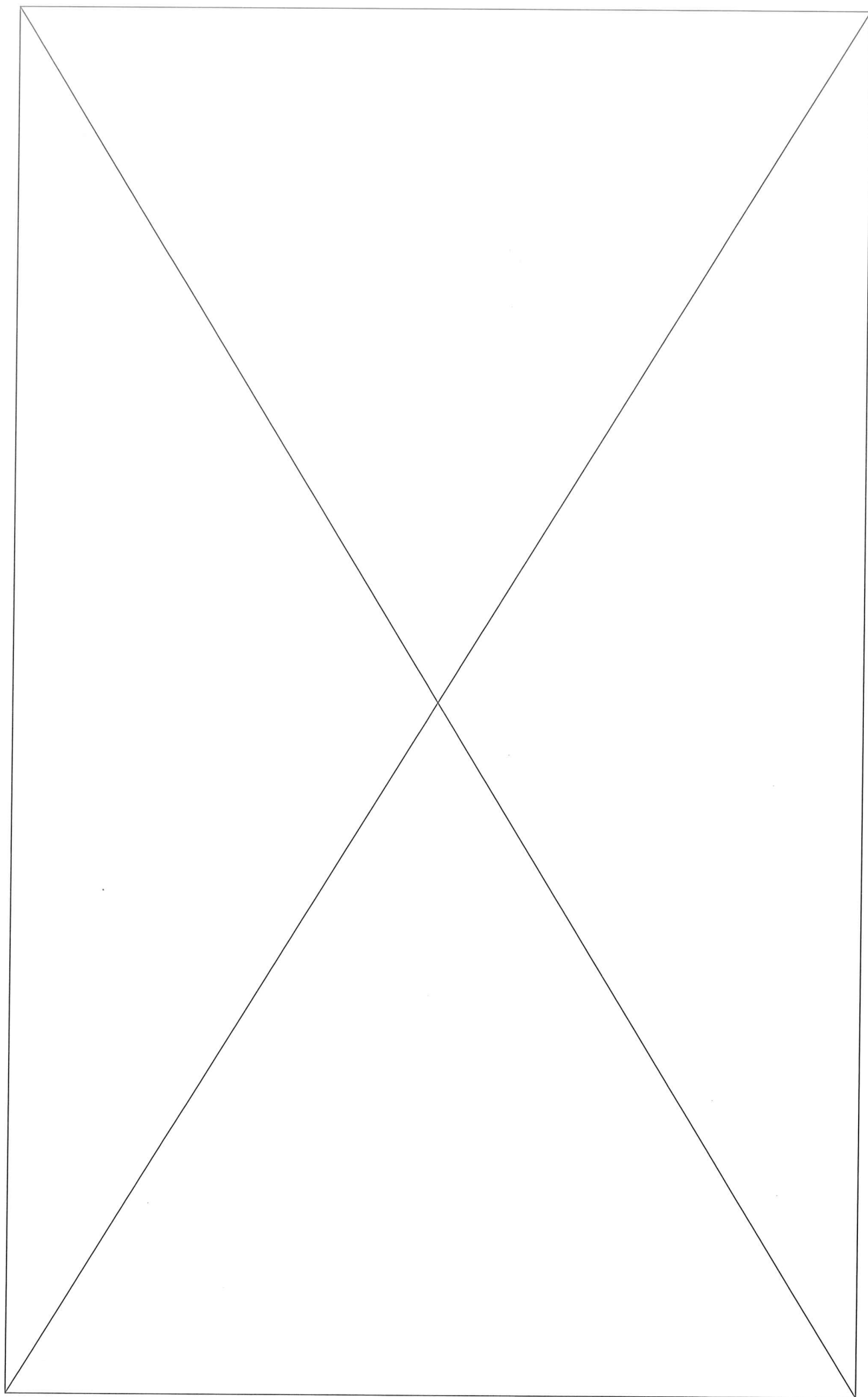
Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

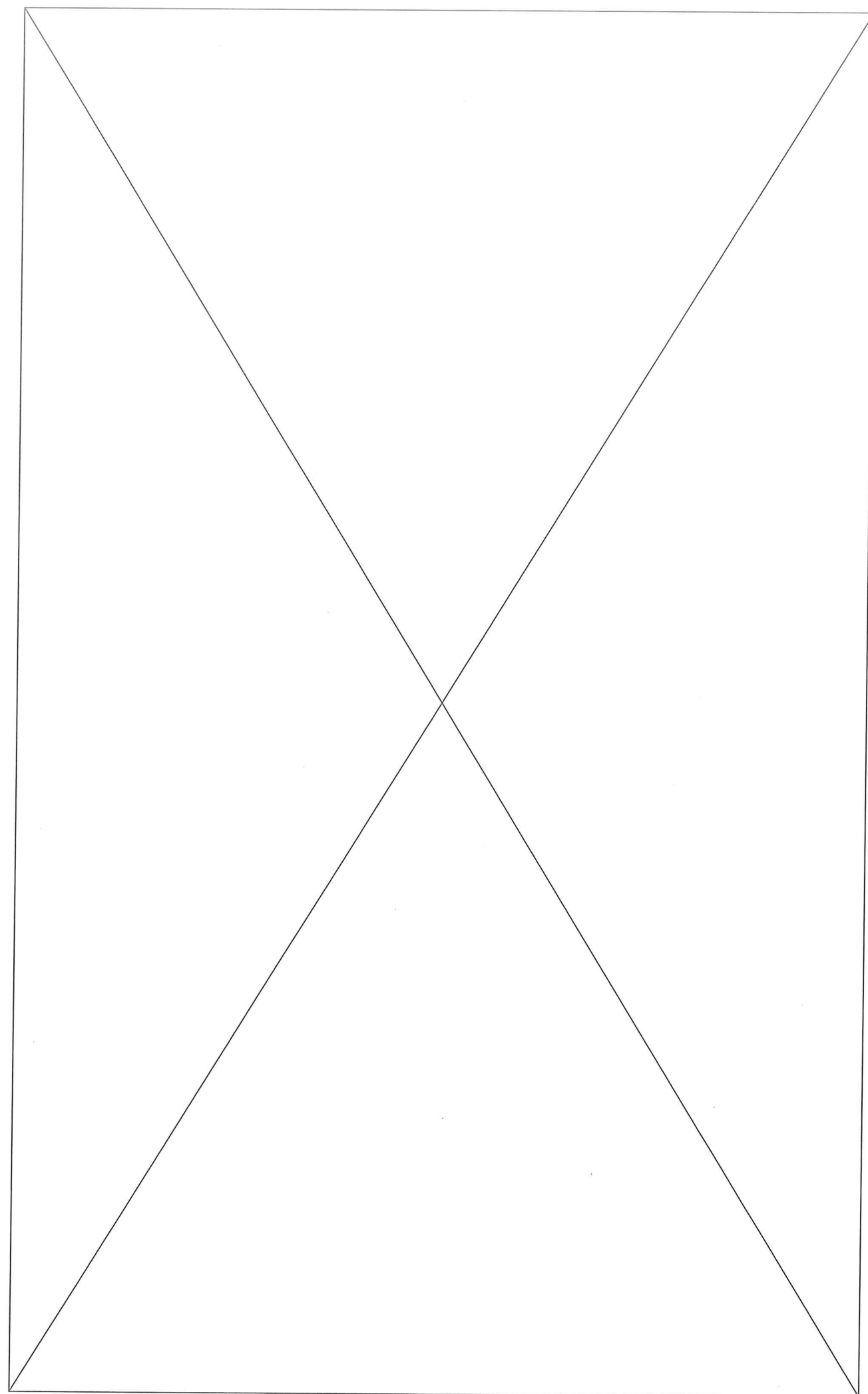
Логина Иван Алексеевич
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» 02 2026 года

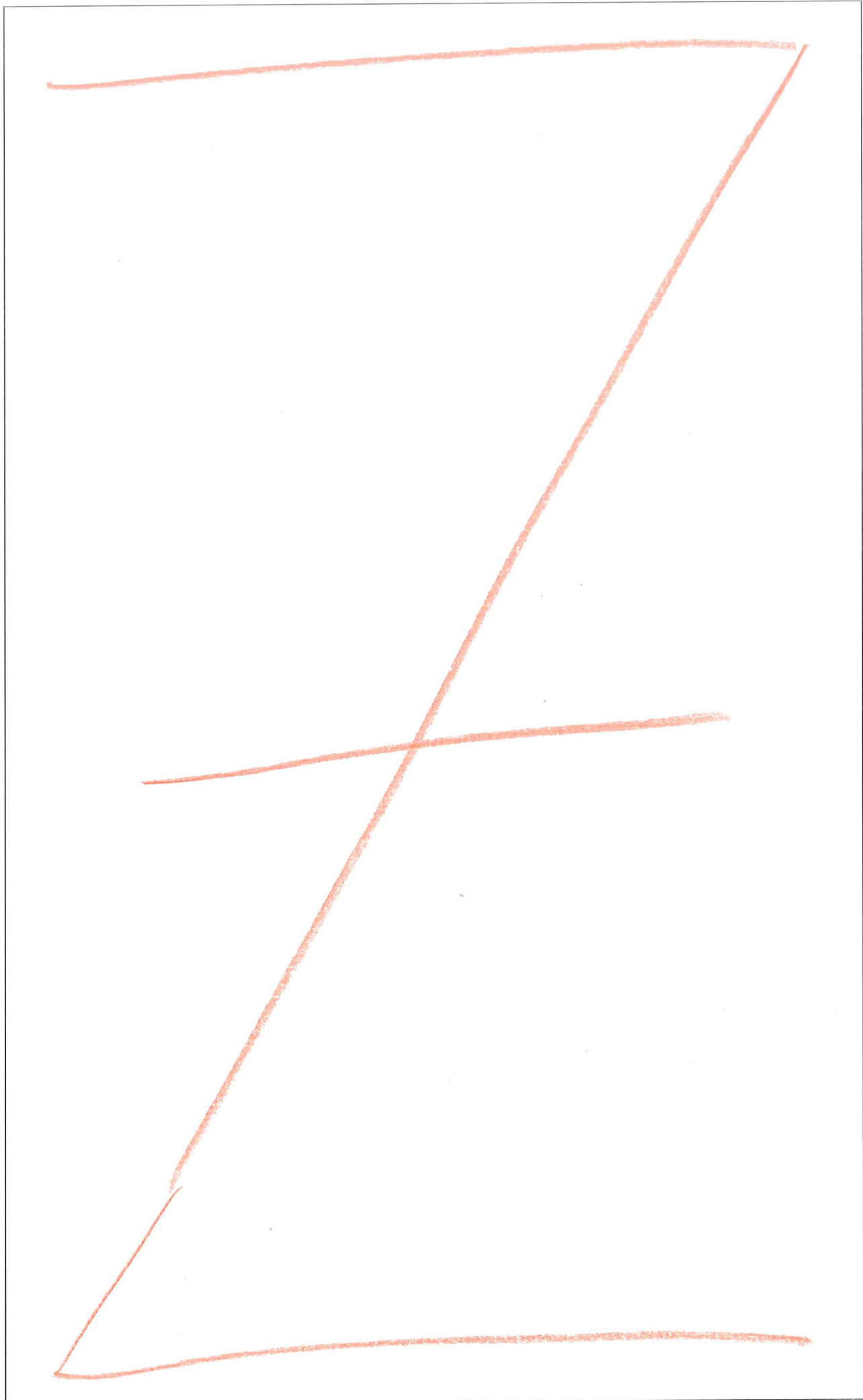
Подпись участника



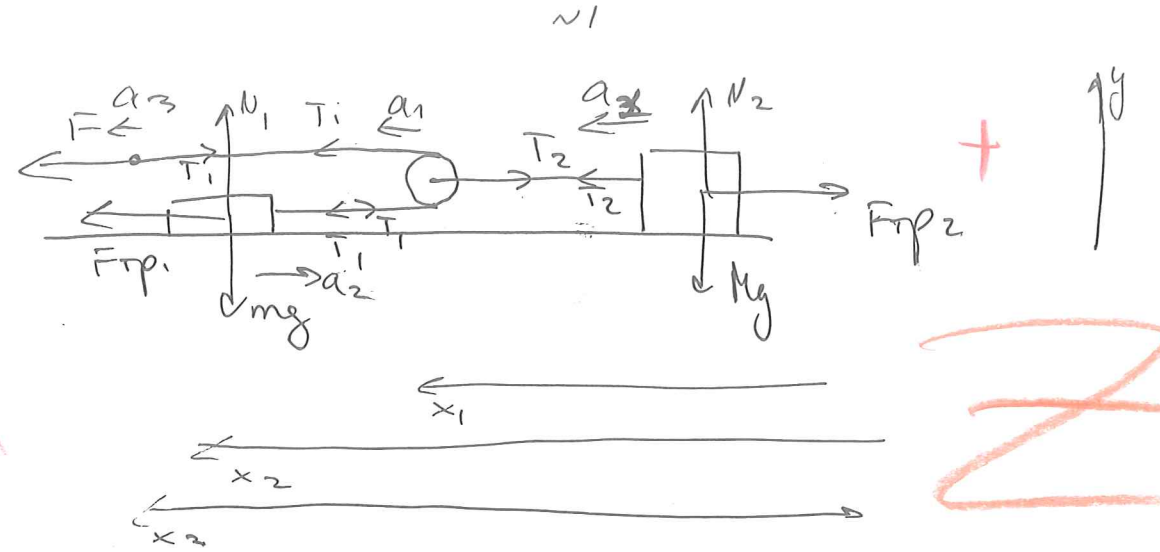
Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



24-69-07-96
(4.20)



x_1, x_2, x_3 - координаты блока, наименьшего груза и поезда соответственно.

Длина левой нити:

$$x_2 - x_1 + x_3 - x_1 = \text{const}$$

$$x_2 + x_3 - 2x_1 = \text{const}$$

$$a_2 + a_3 - 2a_1 = 0 \quad (\text{могут иметь любой знак, это не произведение})$$

IIз - в состоянии для левого груза. $\mu mg - T_1 = ma_2$ (уже есть предположение, напр. движ.)

$$\begin{cases} \text{Ox: } \mu mg - T_1 = ma_2 \\ \text{Oy: } N_1 - mg = 0 \\ N_1 = mg \end{cases} \Rightarrow \mu mg - T_1 = ma_2 \Rightarrow \mu mg - F = ma_2$$

IIIз - в состоянии для блока: $2T_1 - T_2 = ma_1$

IIз - для правого груза: $2T_2 - F_{\text{тр}2} = Ma_3$

$$\begin{cases} 2F - 2\mu mg = 2ma_2 \\ F - \mu mg = ma_2 \\ N_2 - Mg = 0 \\ N_2 = 2mg \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2F - 2\mu mg = 2ma_2 \\ 2F - 2\mu mg = 2ma_2 \\ N_2 = 2mg \end{cases}$$

$$\begin{cases} F - \mu mg = ma_2 \\ \mu mg - F = ma_2 \end{cases} \Rightarrow a_2 = a_1$$

кинематика. $\Delta x = \frac{(a_2 - a_1)t^2}{2}$

Знаю: $a_2 - a_1 = \mu g - \frac{F}{m} = \frac{F}{m} + \mu g = 2\mu g - \frac{2F}{m}$

$$\Delta x = \frac{2\mu mg - 2F}{m} t^2 = (\mu mg - F) t^2$$

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

ли. удобнее дальше

(Воспользуйтесь формулой)
 1 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 2 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 3 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 4 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 5 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 6 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 7 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 8 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 9 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 10 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 11 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 12 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 13 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 14 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 15 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 16 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 17 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 18 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 19 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 20 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 21 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 22 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 23 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 24 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 25 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 26 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 27 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 28 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 29 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 30 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 31 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 32 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 33 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 34 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 35 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 36 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 37 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 38 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 39 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 40 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 41 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 42 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 43 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 44 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 45 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 46 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 47 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 48 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 49 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88
 50 19 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 88

$F = \frac{m}{r^2} \mu g t^2$ ~~dx~~ $F = \frac{0,5m}{1c^2} (0,3 \cdot 10^4 \frac{m}{c^2} \cdot 1c^2 - 1m) =$
 $= 0,5 \cdot \frac{m}{c^2} \cdot (3m - 1m) = 0,5 \frac{m}{c^2} \cdot 2m = 1H$

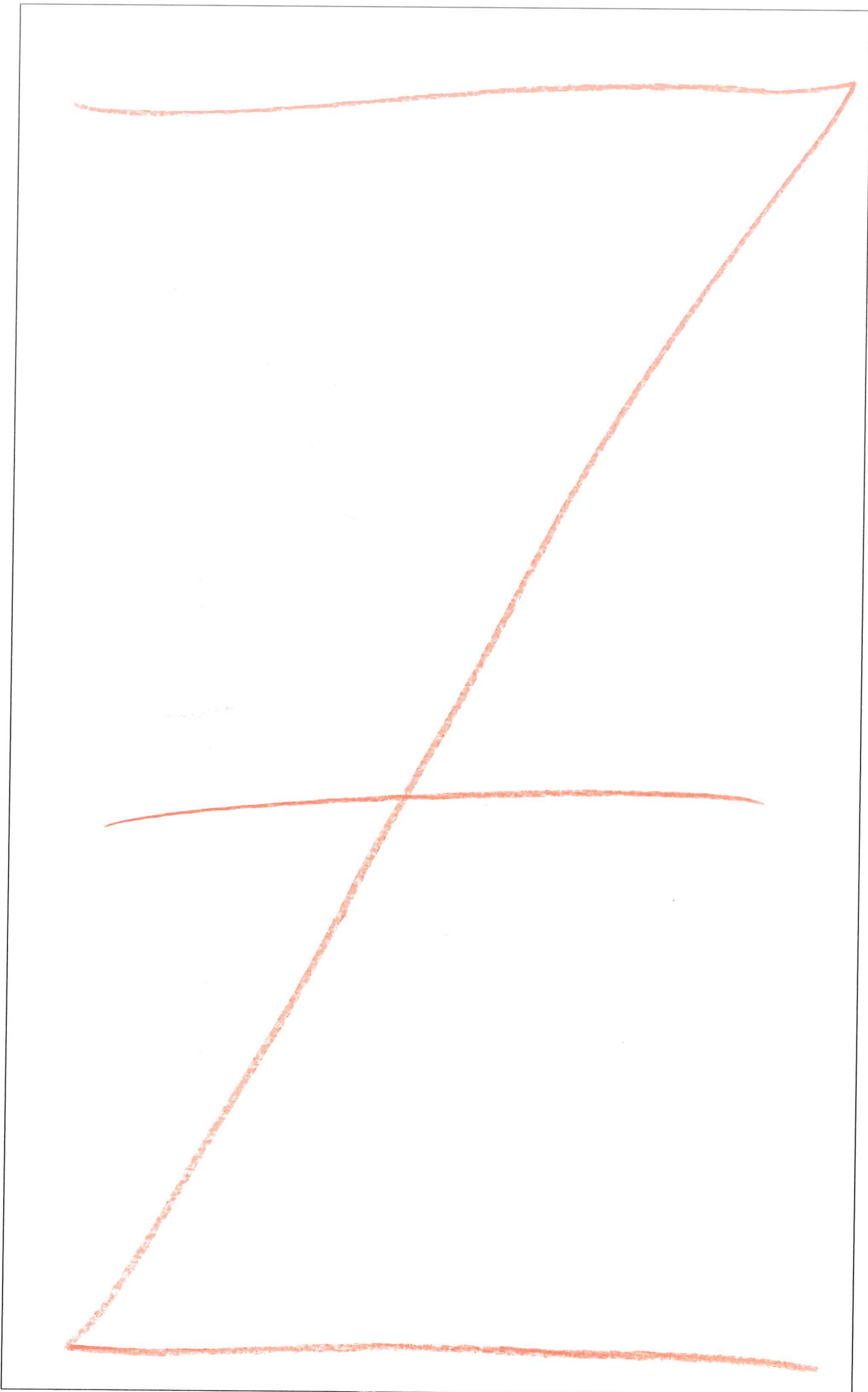
Ответ: 1H



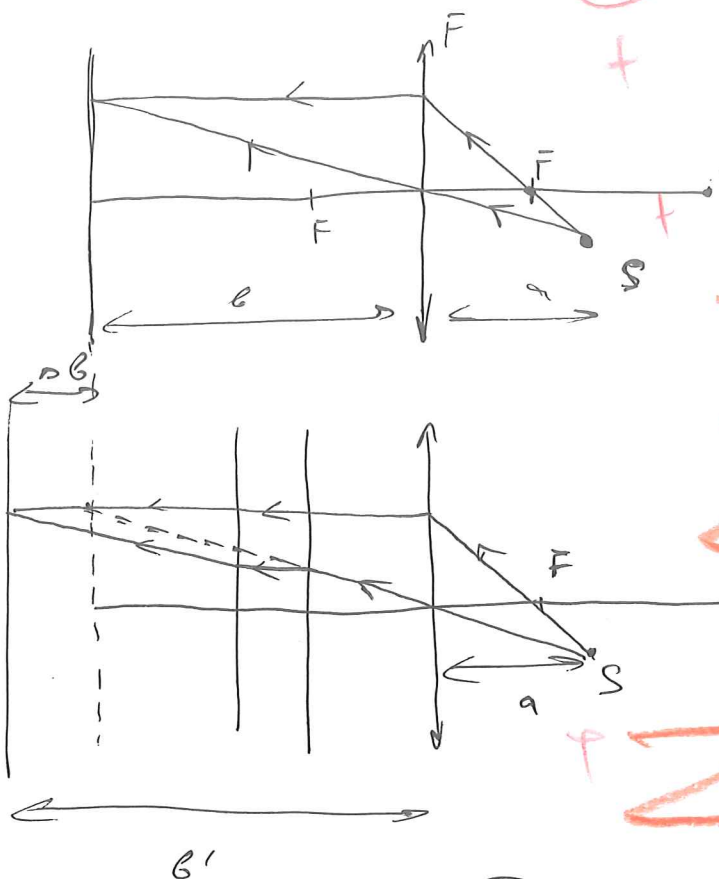
v - скорость шара с нуля
 после попадания. $v = \frac{L}{I}$
 1) $L = I \omega$
~~...~~
 2) $h_2 = \frac{v^2}{2g}$
~~...~~
 3) ЗСел по Ox :
 $m_2 v_2 \cos \alpha = (m_2 + m_1) v$ (1)
 по Oy :
 $m_2 v_2 \sin \alpha = (m_2 + m_1) \cdot 0$
 $m_2 v_2 \sin \alpha - m_1 v_1 = 0$ (2)

Р) (1):
 $\tan \alpha = \frac{m_1 v_1}{(m_2 + m_1) v} = \frac{v_1}{v}$
~~...~~
 $v_1 = v \tan \alpha$

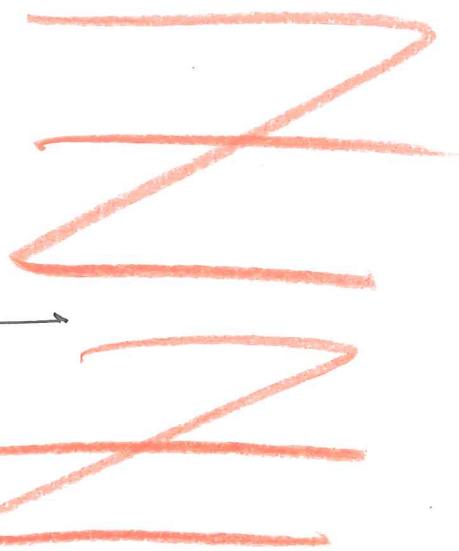
Искать: $h_2 = \frac{v^2}{2g}$
 $H = h_1 + h_2 = \frac{v_1^2}{2g} + \frac{v^2}{2g}$
 $H = \frac{v^2 \tan^2 \alpha}{2g} + \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{2g} (\tan^2 \alpha + 1) = \frac{v^2}{2g} \sec^2 \alpha$
 $H = \frac{10^4 \cdot 1}{2 \cdot 10^8 \cdot 2^2} + \frac{10^4 \cdot 2^2}{2} = \frac{400 \cdot 1}{20 \cdot 4} + \frac{10 \cdot 4}{2} = 5m + 20m = 25m$
 Ответ: 25m



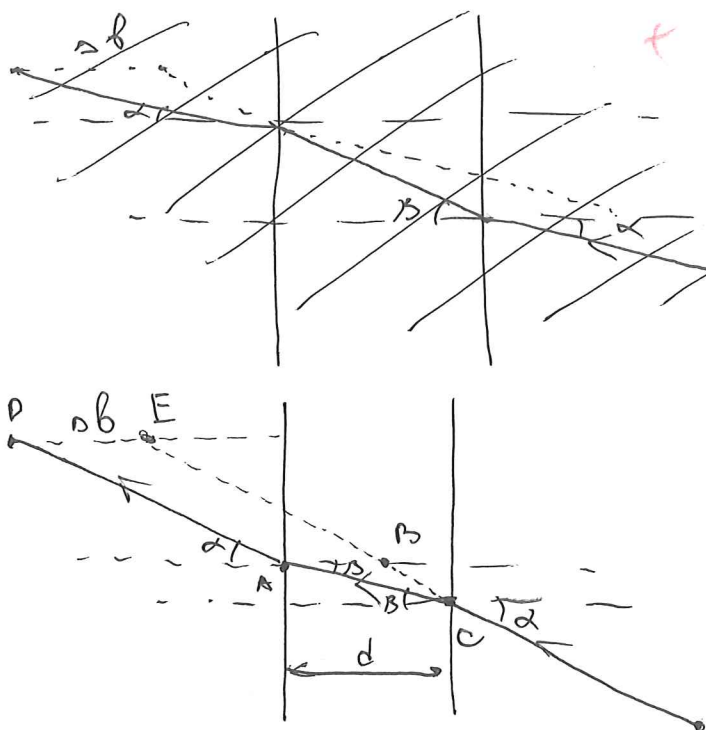
н₅
нарисовано погрудней. Источники справа,
эпурой слева;



Из чертежа
видно, что
изображение
мелкое и
перевернутое.



нарисовано погрудней, что
в ППП.



0) $k \cdot \sin \alpha = n \sin \beta$
 $2 = n \sin \beta$ т.к. углы малы
1) $DI = BA$ - параллельно
 $\Rightarrow DE = AB = 0.6$
2) $\triangle ABE$:
 $\angle BAC = \beta$; $\angle ACB = \alpha - \beta$
 $\angle ABE = 180^\circ - \alpha + \beta - \beta =$
 $= 180^\circ - \alpha$
по т. синусов:
 $\frac{AB}{\sin(\alpha - \beta)} = \frac{AC}{\sin(180 - \alpha)}$
 $AC = \frac{1}{\cos \beta} \cdot 0.6 \approx d$ т.к. β мал
 $\frac{0.6}{\sin(\alpha - \beta)} = \frac{d}{\sin \alpha}$
 $0.6 = \frac{d(\alpha - \beta)}{\sin \alpha} = \frac{d(Bn - \beta)}{Bn}$
 $= \frac{d(n - 1)}{n}$
 $x = 0.6 = \frac{3 \text{ см} \cdot (1.5 - 1)}{1.5}$
 $= 1 \text{ см}$
Ответ: 1 см

24-69-07-96
(4.20)

н_{3а}
1) Плотность, масса нагретой воды
испаряется масса за t . пор-0.26%

$$P = UI = \frac{U^2}{R}; Q = \eta P t = \frac{\eta U^2 t}{100 \tau}$$

$$Q = \lambda \Delta m; \Delta m = \frac{Q}{\lambda} = \frac{\eta U^2 t}{100 \tau \lambda}$$

$$\Delta m = \frac{0.8 \cdot 100^2 \text{ В}^2 \cdot 2300 \text{ с}}{80 \text{ Дж} \cdot 2.3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}$$

$$= \frac{80 \cdot 10^{-2} \cdot 10^4 \cdot 2.3 \cdot 10^3}{80 \cdot 2.3 \cdot 10^6} \text{ кг} = \frac{10^5}{10^6} = 0.1 \text{ кг}$$



2) Неиспаряется, сколько воды испаряется
паром. $\varphi_2 = 1$

3-й путь - клан:

$$pV = \frac{m_1 R T_0}{\mu} - \text{где } \mu \text{ молярная}$$

$$p = \frac{m_1 R T_0}{\mu V}$$

$$p_{\text{наг}} V = \frac{m_2 R T_0}{\mu} - \text{где } \mu \text{ молярная}$$

$$m_2 - m_1 = \frac{p_{\text{наг}} V \mu (\varphi_2 - \varphi_1)}{R T_0} = \Delta m$$

$$\Delta m = \frac{2 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 50 \text{ м}^3 \cdot 0.8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{8.3 \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}} (1 - 0.415) = \frac{2.5 \cdot 2.5 \cdot 6 \cdot 10^5}{8.3 \cdot 300} \cdot 0.585$$

$$\approx 6 \cdot 7.04 \text{ кг} \approx 42 \text{ кг} > 0.1 \text{ кг} = \Delta m$$

значит, пар не станет испаряться.

3) $\varphi_2 = \frac{p_2}{p_{\text{наг}}} = 3$ -й путь. клан:

$$p_2 V = \frac{(m_1 + \Delta m) R T_0}{\mu}$$

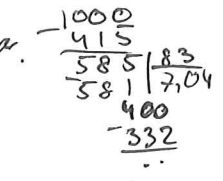
$$m_1 = \frac{p_{\text{наг}} \varphi_1 \mu V}{R T_0}; m_2 = \frac{2 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 0.415 \cdot 50 \text{ м}^3 \cdot 0.8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{8.3 \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}}$$

$$= \frac{2 \cdot 415 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 7 \cdot 6}{8.3 \cdot 10^{-1} \cdot 300} \text{ кг} = 56 \cdot 10^2 \text{ кг} = 30 \cdot 10^2 \text{ кг} = 0.3 \text{ кг}$$

3-й путь - клан:

$$\varphi_2 = \frac{p}{p_{\text{наг}}}; p_{\text{наг}} = \frac{p_{\text{наг}} R T_0}{\mu}; p_{\text{наг}} = \frac{p_{\text{наг}} \mu V}{R T_0}$$

$$p = \varphi_2 p_{\text{наг}} = \frac{(m_1 + \Delta m) R T_0}{\mu V p_{\text{наг}}}$$



№3а продолжение

$$3) : m_1 = \frac{\rho_{\text{расф}} \mu V}{R_{\text{то}}} ; m_1 = \frac{2 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 0,415 \cdot 0,8 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м}}{\text{сек}} \cdot 50 \text{ м}^3}{8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{м}^2} \cdot 300 \text{ К}}$$

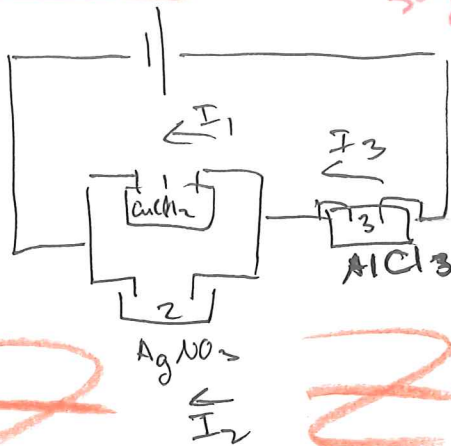
$$= \frac{2 \cdot 415 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10}{83 \cdot 10^{-1} \cdot 300} \text{ м} = 5 \cdot 6 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 0,3 \text{ м}$$

$$g = \frac{m_1 \cdot g_{\text{ом}}}{V} ; g = \frac{0,3 \text{ м} + 0,1 \text{ м}}{50 \text{ м}^3} = \frac{0,4 \text{ м}}{50 \text{ м}^3}$$

$$= 8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{м}^3} = 8 \frac{\text{м}}{\text{м}^3}$$

ОТВЕТ: $8 \frac{\text{м}}{\text{м}^3}$

№35 (4) м в учебном было 2 третьих задачи
Задача 4 $I_1 + I_2 = I_3$



~~...~~
 $m_1 = k_1 q_1$
 $q_1 = I_1 \tau$
 $m_1 = k_1 I_1 \tau$; Аналог.
 $m_2 = k_2 I_2 \tau$
 $m_3 = k_3 I_3 \tau$
 $I_1 + I_2 = I_3$

$$m_2 = k_2 I_2 \tau = k_2 (I_3 - I_1) \tau =$$

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

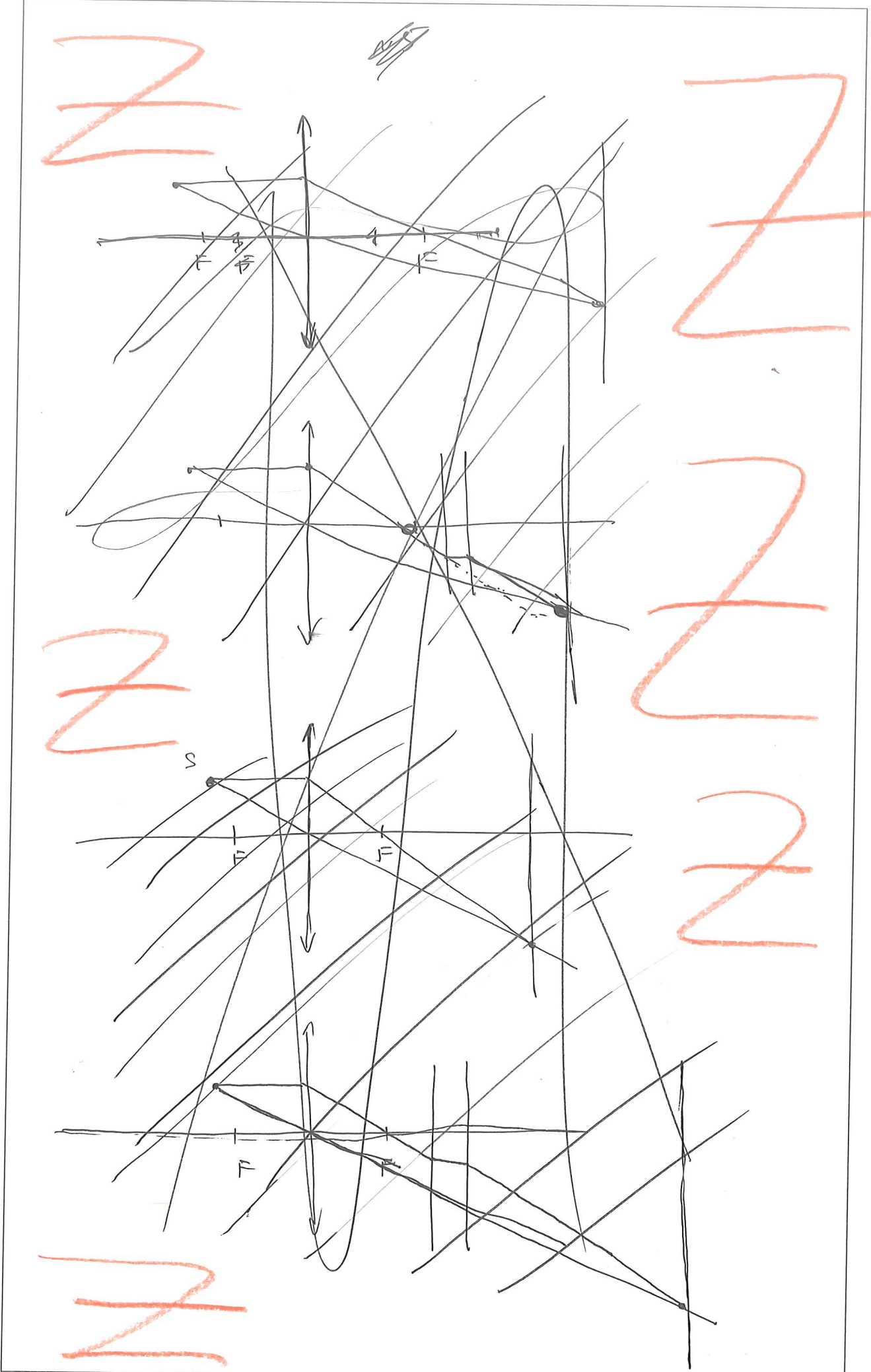
$$m_2 = gV = g \cdot h \cdot S = k_2 \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right) ;$$

$$h = \frac{k_2 \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right)}{gS} \checkmark$$

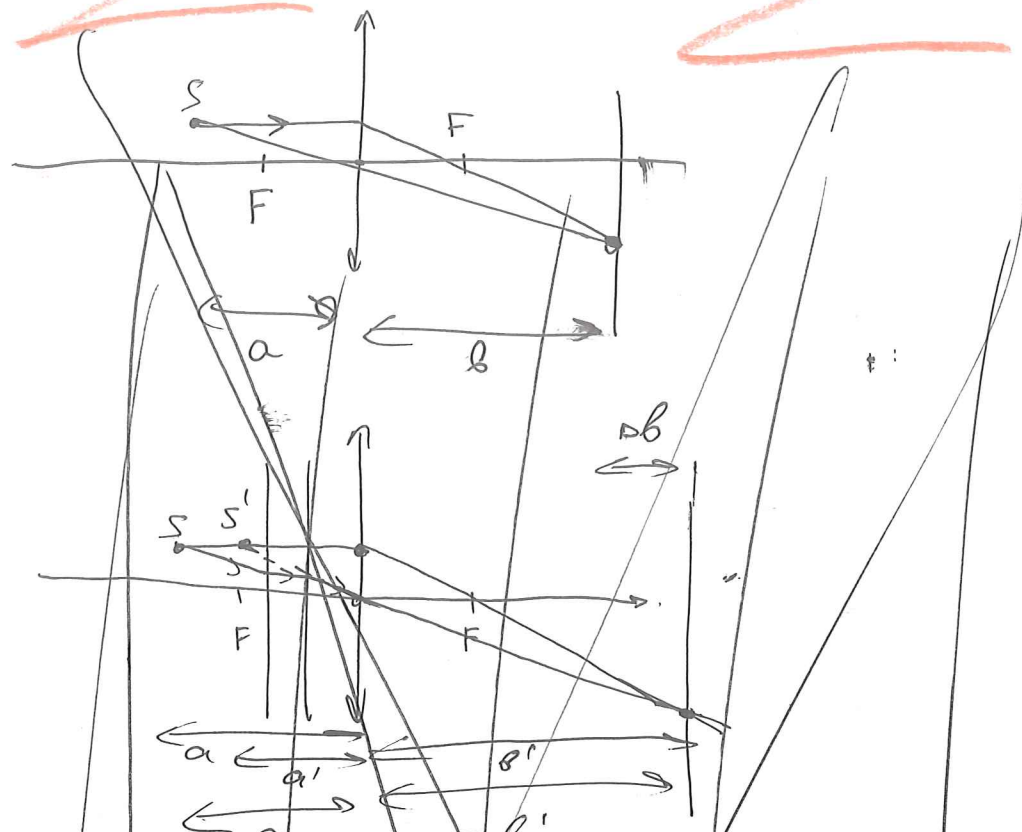
$$h = \frac{1,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{кг}}}{1,05 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot 110 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} \left(\frac{744 \cdot 10^{-6} \text{ кг}}{9,3 \cdot 10^{-8} \frac{\text{м}^2}{\text{кг}}} - \frac{660 \cdot 10^{-6} \text{ кг}}{33 \cdot 10^{-8} \frac{\text{м}^2}{\text{кг}}} \right) = \frac{10^{-8}}{1,05} \cdot (8 \cdot 10^{+3} - 2 \cdot 10^{+3}) \text{ м} =$$

$$= \frac{10^{-5} \cdot 6}{1,05} \text{ м} = \frac{60}{1,05} \text{ мкм} = \approx 57,1 \text{ мкм} \approx 60 \text{ мкм}$$

ОТВЕТ: 60 мкм



157



Кареево предполо, что пересекает в ППД. Если кратко то ППД можно "сменить" центрами света две линзы. (s' - "новый" источник)

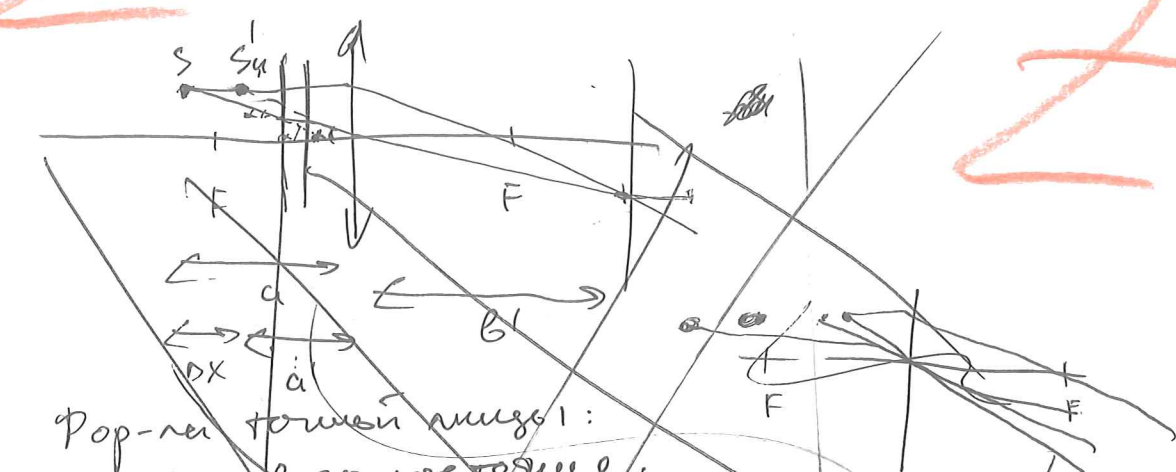


1) $\sin \alpha = \sin \beta$ и $\alpha = \beta$ и т.д. углы малые.
 2) $AB = SS' = dx$ в паралл.
 $\triangle ABE$:
 $\angle ACB = \alpha - \beta$
 $\angle BAC = \beta$
 $\angle ABE = 180^\circ - \alpha + \beta - \beta = 180^\circ - \alpha$

по т. синусов:
 $\frac{AC}{\sin \angle ABE} = \frac{AB}{\sin \angle ACB}$
 $\frac{AC}{\sin(180^\circ - \alpha)} = \frac{AB}{\sin(\alpha - \beta)}$
 $\frac{AC}{\sin \alpha} = \frac{AB}{\sin(\alpha - \beta)}$
 $\frac{AC}{\alpha} = \frac{AB}{\alpha - \beta}$
 $AC = \frac{\alpha}{\alpha - \beta} AB$
 $AC = \frac{\alpha}{\alpha - \beta} dx$
 $AB = dx$

$dx = \frac{(\alpha - \beta)d}{\alpha} = \frac{(\beta n - \beta)d}{\beta n} = \frac{d(n-1)}{n}$ не зависит от угла.
 См. след. лист.

158



Попр-на точкой линзы:
 где первое изображение:
 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$
 где второе:
 $\frac{1}{a'} + \frac{1}{b'} = \frac{1}{F}$
 $a' = a - dx$
 $\frac{1}{a - dx} + \frac{1}{b'} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$
 $b' = b + dx$
 $\frac{1}{a - dx} + \frac{1}{b + dx} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$

$$\frac{b + dx + a - dx}{ab + a(b + dx) + b(a - dx) - dx(b + dx)} = \frac{b + a}{ab}$$

$$ab^2 + ab(b + dx) + a^2b - dxab = ab^2 + a^2b + ab(b + dx) + a^2b - b^2dx - abdx$$

$$a^2b - b^2dx - abdx - b^2dx = 0$$

$$dx(a^2 - a^2dx - b^2dx) = b^2dx$$

$$dx \left(\frac{a^2}{b^2} - dx \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) \right) = dx$$

$$dx \left(\frac{a^2}{b^2} - \frac{dx}{F} \right) = dx$$

$$dx \cdot \frac{a^2}{b^2} = dx \left(\frac{1}{F} \right)$$