



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

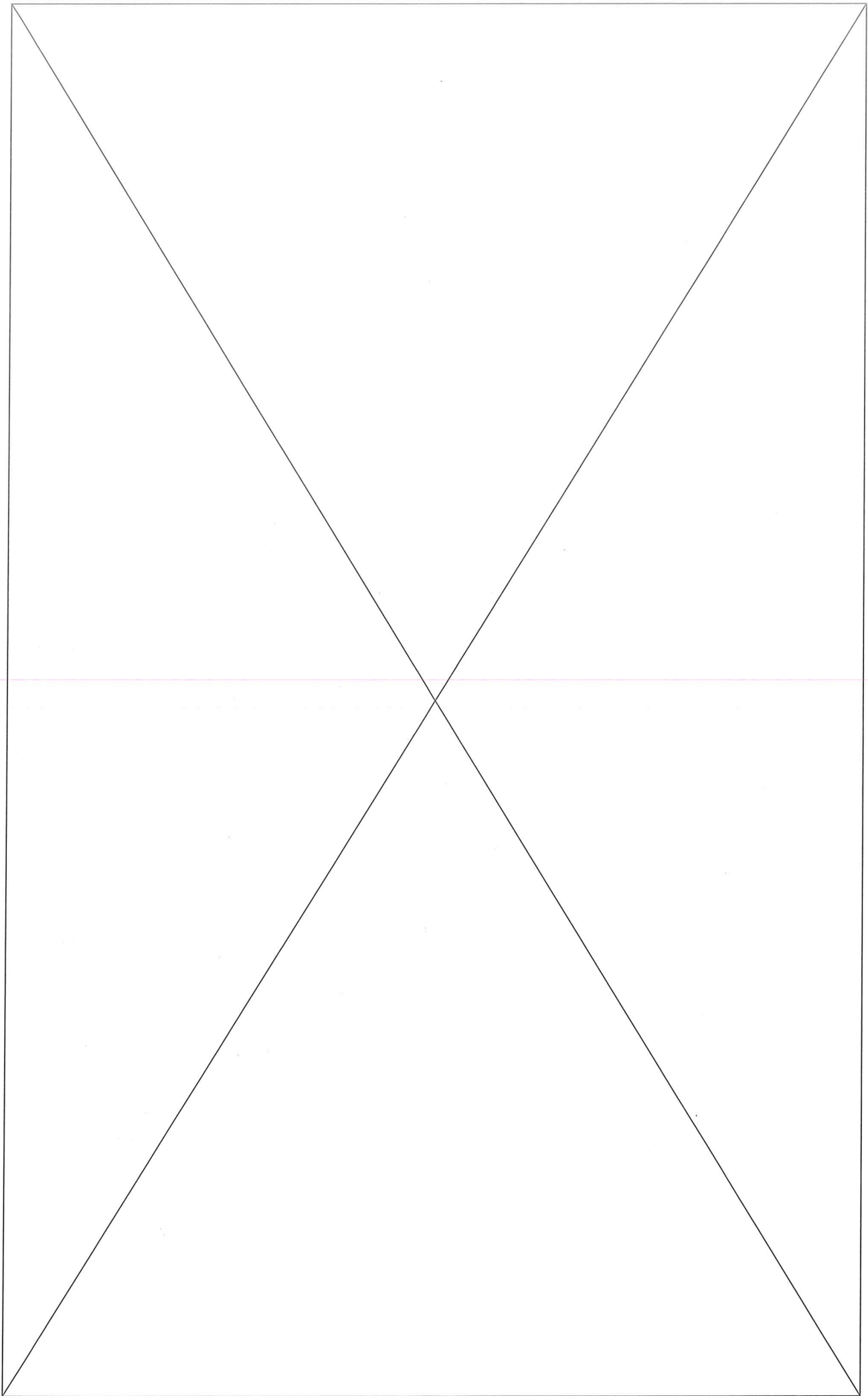
Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

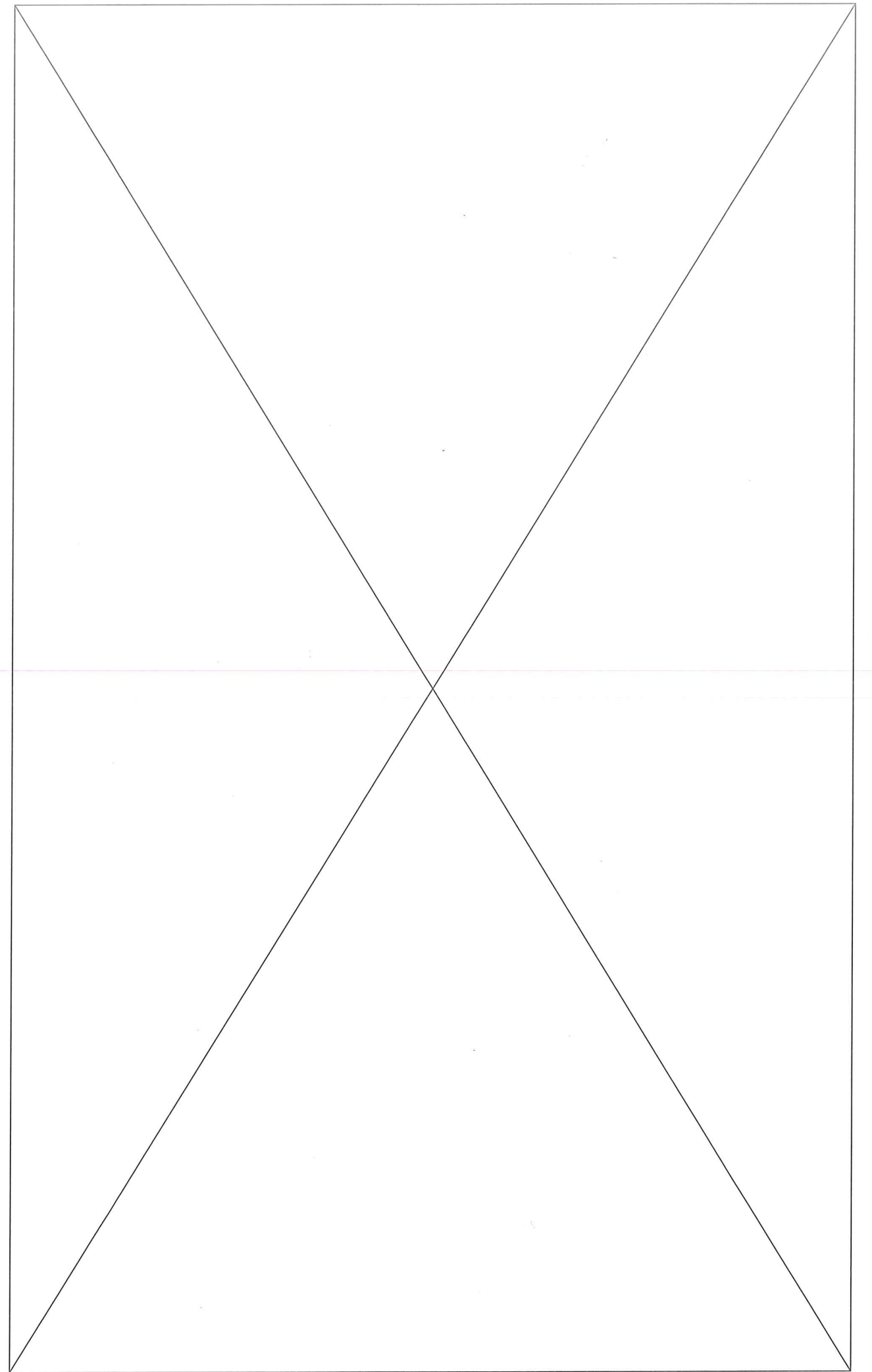
Батырева Александра Юрьевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» Февраль 2026 года

Подпись участника
А. Батырев

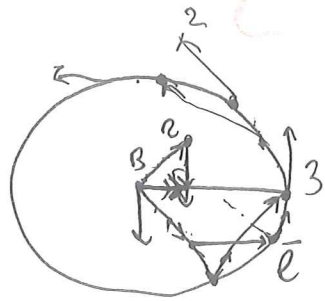


Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

керівник.



$$\frac{10}{x} = \frac{36}{25}$$

$$x = \frac{250}{36} \text{ м/с} = \frac{125}{18} = 6 \frac{17}{18} \text{ м/с}$$

$$v_2 = \frac{210}{36} = \frac{60}{9} = \frac{20}{3} = 6 \frac{2}{3} \text{ м/с}$$

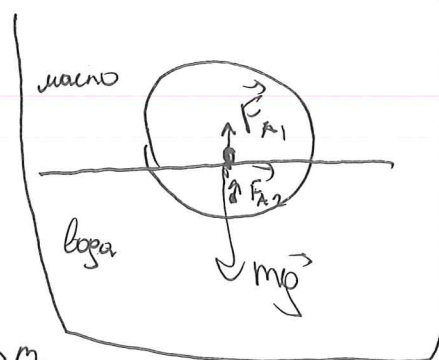
Перейдем в С. зоряна:

$$\vec{v}_{\text{коб}} = -\vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

$$v_{\text{коб}}^2 = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{625 + 546} =$$

$\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$ в любой момент времени.

$$\begin{array}{r} 452 \\ \times 319 \\ \hline 4068 \\ + 452 \\ \hline 140188 \text{ дм} \end{array}$$



$$\vec{F}_{A1} + \vec{F}_{A2} = m\vec{g}$$

$$F_{A1} = \rho_{\text{масло}} g \frac{V}{2}$$

$$F_{A2} = \rho_{\text{вода}} g \frac{V}{2}$$

$$mg = (M + m_n)g$$

$$\begin{array}{r} \times 420 \\ 2940 \\ + 250 \\ \hline 3190 \\ - 4212 \\ \hline 3 \\ 12 \end{array}$$

$$m = M + m_n$$

$$g \frac{V}{2} (\rho_{\text{масло}} + \rho_{\text{вода}}) = (M + m_n)g$$

$$m_n = \frac{V(\rho_{\text{масло}} + \rho_{\text{вода}}) - 2M}{2} = \frac{V(\rho_{\text{масло}} + \rho_{\text{вода}})}{2} - M$$

$$0,7 \cdot 4200 = 2940$$

$$\begin{array}{r} \times 420 \\ 2940 \\ + 250 \\ \hline 3190 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 144301319 \\ \times 29 \\ \hline 12764529 \\ + 84 \\ \hline 12180000 \\ + 22500 \\ \hline 144300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 144301319 \\ - 1595 \\ \hline 144300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 144300 \\ - 750 \\ \hline 144300 \\ - 638 \\ \hline 1120 \end{array}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 0$$

$$\begin{array}{r} 22500 \text{ дм} \\ \times 319 \\ \hline 7177500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3190 \\ \times 45,2 \\ \hline 144008 \end{array}$$

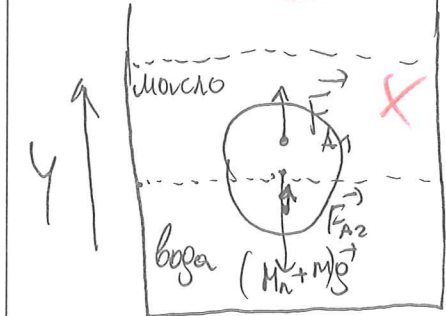
$$\begin{array}{r} 12180000 \\ + 22500 \\ \hline 12202500 \end{array}$$

04-13-48-02 (57)

чистовах

N2

Решение:



По II закону Ньютона:

$$\vec{F}_{A1} + \vec{F}_{A2} - (m + M_n)\vec{g} = 0$$

F_{A1} и F_{A2} - силы архимеда.

$$Q_1: F_{A1} + F_{A2} = (m + M_n)g$$

$$F_{A1} = \rho_{\text{масло}} g \frac{V}{2}; F_{A2} = \rho_{\text{вода}} g \frac{V}{2}$$

$$(\rho_{\text{масло}} + \rho_{\text{вода}})g \frac{V}{2} = (m + M_n)g \Leftrightarrow M_n = \frac{V(\rho_{\text{масло}} + \rho_{\text{вода}})}{2} - m = \frac{100 \text{ см}^3 (0,92 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} + 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3})}{2} - 202 = \frac{192}{2} - 202 = 96 - 202 = -106$$

Ответ: 76 грамм

N3

Решение: Запишем тепловой баланс после добавления.

вода в чайник: $m \rho c_{\text{ф}} (t_1 - t_x) + m_1 c_{\text{в}} (t_1 - t_x) = c_{\text{в}} m_3 (t_x - t_3) \cdot m_3$

$$m \rho c_{\text{ф}} t_1 - m \rho c_{\text{ф}} t_x + m_1 c_{\text{в}} t_1 - m_1 c_{\text{в}} t_x = c_{\text{в}} m_3 t_x - t_3 m_3 c_{\text{в}}$$

$$\Leftrightarrow m \rho c_{\text{ф}} t_1 + m_1 c_{\text{в}} t_1 + c_{\text{в}} m_3 t_3 = c_{\text{в}} m_3 t_x + m_1 c_{\text{в}} t_x + m \rho c_{\text{ф}} t_x$$

$$\Leftrightarrow t_x = \frac{m \rho c_{\text{ф}} t_1 + c_{\text{в}} (m_1 t_1 + m_3 t_3)}{c_{\text{в}} (m_3 + m_1) + m \rho c_{\text{ф}}} = \frac{\frac{1}{2} \text{ кг} \cdot 500 \frac{\text{дж}}{\text{кг} \cdot \text{с}} \cdot 90^\circ \text{C} + 4200 \frac{\text{дж}}{\text{кг} \cdot \text{с}} (0,3 \text{ кг} \cdot 90^\circ \text{C} + 0,4 \text{ кг} \cdot 50^\circ \text{C})}{22500 \frac{\text{дж}}{\text{с}} + 121800 \frac{\text{дж}}{\text{с}}} = 45,2^\circ \text{C}$$

Для того чтобы лёд растаял нужно $Q = \lambda \cdot m_2 + m_2 c_{\text{л}} (0 - t_2) = 340 \cdot 10^3 \frac{\text{дж}}{\text{кг}} \cdot 0,25 \text{ кг} + \frac{1}{4} \text{ кг} \cdot 100 \frac{\text{дж}}{\text{кг} \cdot \text{с}} \cdot 10^\circ \text{C} = 85250 \text{ дж}$ теплоты.

лист 1

числа. мз прополтеки.

А для охлаждения воды $m_1 + m_3$ и чайника до 0°C .

необходимо: $Q = (m_1 + m_3)c_{\text{в}} \cdot t_x + m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} t_x = t_x (c_{\text{в}}(m_1 + m_3) + m_{\text{ф}} c_{\text{ф}})$ - отпустить теплоты. $Q = ((0,3 \text{ кг} + 0,4 \text{ кг}) \cdot 4200 \frac{\text{дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} + \frac{1}{2} \text{ кг} \cdot 500 \frac{\text{дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}) \cdot 45,2^\circ = 140188 \text{ Дж}$

$140188 > 85250 \Rightarrow$ лёд полностью растает.

Запишем тепловой баланс после добавления льда:

$$m_2 \lambda + m_2 c_{\text{л}} \cdot (t_0 - t_2) = m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} (t_x - t_4) + (t_x - t_4) c_{\text{в}} (m_1 + m_3) - m_2 c_{\text{в}} (t_4 - t_0) \Leftrightarrow m_2 \lambda + m_2 c_{\text{л}} t_0 - m_2 c_{\text{л}} t_2 = m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} t_x - m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} t_4 + c_{\text{в}} (m_1 + m_3) t_x - c_{\text{в}} (m_1 + m_3) t_4 - m_2 c_{\text{в}} t_4 + m_2 c_{\text{в}} t_0. t_0 = 0^\circ\text{C},$$

тогда формула преобразуется в: $m_2 \lambda - m_2 c_{\text{л}} t_2 - m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} t_x - c_{\text{в}} t_x (m_1 + m_3) = - (m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} + c_{\text{в}} (m_1 + m_3) + m_2 c_{\text{в}}) t_4$

$$\Leftrightarrow t_4 = \frac{m_2 (c_{\text{л}} t_2 - \lambda) + t_x (m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} + c_{\text{в}} (m_1 + m_3))}{m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} + c_{\text{в}} (m_1 + m_2 + m_3)}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \text{ кг} \cdot 500 \frac{\text{дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot (-10^\circ\text{C}) - 340 \cdot 10^3 \frac{\text{дж}}{\text{кг}} + 45,2^\circ\text{C} \left(\frac{1}{2} \text{ кг} \cdot 500 \frac{\text{дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} + 4200 \frac{\text{дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} (0,3 \text{ кг} + 0,4 \text{ кг}) \right)}{\frac{1}{2} \text{ кг} \cdot 500 \frac{\text{дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} + 4200 \frac{\text{дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} (0,25 \text{ кг} + 0,3 \text{ кг} + 0,4 \text{ кг})}$$

$$= \frac{-85250 + 140188}{4240} \approx 13^\circ\text{C}$$

ответ: 13°C

черта

$$\begin{array}{r} 340000 \\ + 1000 \\ \hline 341000 \end{array} / 4$$

$$\begin{array}{r} 420 \\ \times 7 \\ \hline 2940 \\ + 250 \\ \hline 3190 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4200 \cdot 0,45 = \\ \leq 42 \\ \times 95 \\ \hline 210 \\ + 378 \\ \hline 3990 \\ + 250 \\ \hline 4240 \end{array}$$

$$90 + 81 = 171$$

$$\begin{array}{r} 18,05 \\ - 9,50 \\ \hline 8,55 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ - 20 \\ \hline 10 \\ - 8 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 140188 \\ - 85250 \\ \hline 54938 \\ - 4240 \\ \hline 12538 \\ - 8480 \\ \hline 40580 \\ 38160 \\ \hline 24200 \end{array} / 12,96$$

$$\begin{array}{r} 361120 \\ - 20 \\ \hline 161 \\ - 160 \\ \hline 100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 19 \\ \times 19 \\ \hline 171 \\ + 19 \\ \hline 361 \end{array}$$

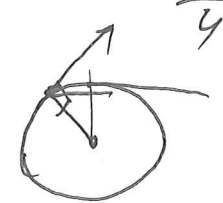
$y = \sin x, y = \sin x$

$\frac{dy}{dx} = \cos x$

$$\frac{dy}{dx} = \cos x$$

$$P = \frac{PL}{s} \quad P = \frac{U^2}{R}$$

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

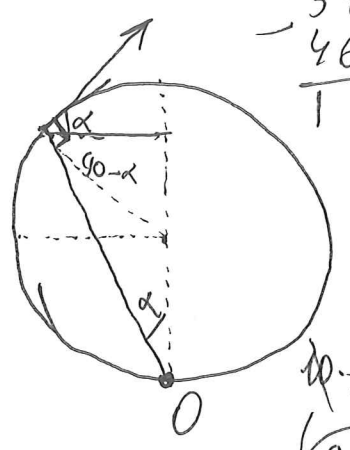
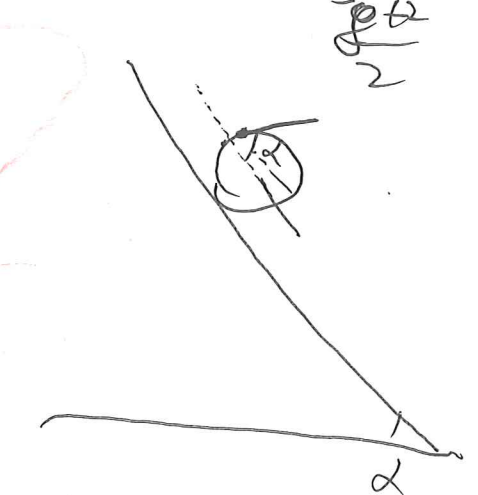


$$y(t) = \sin at$$

$$1,1 \text{ дж} \cdot \text{мм}^2 = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} \cdot \text{мм}^2$$

$$\begin{array}{r} 36000 \\ 308 \\ \hline 528 \\ - 462 \\ \hline 580 \\ - 462 \\ \hline 1180 \end{array} / 154$$

$$\begin{array}{r} 580 \\ - 462 \\ \hline 1180 \end{array}$$



$$\frac{1}{2} \cdot \frac{19}{19} = 9,5$$

04-13-48-02
(5.7)

Чистовик N4

Решение: Зопишем тепловой баланс для погруженной вилы:

$$P_{\Delta} t = \alpha \rho_0 c \Delta t (t_2 - t_1) \Leftrightarrow P = \alpha \rho_0 c (t_2 - t_1) \cdot \text{мощность нагревателя}$$

$$P = \frac{U^2 N}{R}, R = \frac{\rho L}{S}, S = \frac{\pi D^2}{4} \Leftrightarrow R = \frac{4 \rho L}{\pi D^2} \rightarrow P = \frac{\pi D^2 U^2 N}{4 \rho L}$$

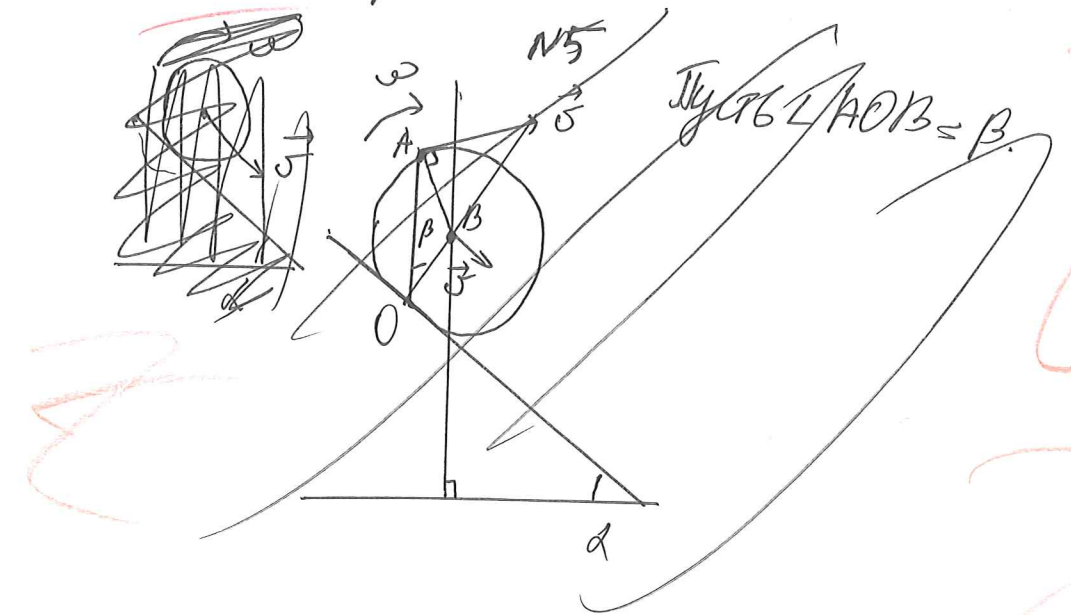
$$\text{Тогда } \frac{\pi D^2 U^2 N}{4 \rho L} = \alpha \rho_0 c (t_2 - t_1) \Leftrightarrow L = \frac{\pi D^2 U^2 N^2}{\alpha \rho_0 c (t_2 - t_1) 4 \rho}$$

$$= 3,14 \cdot (10^{-3} \cdot 6)^2 \cdot (2000)^2 \cdot 2$$

$$\frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{60 \text{ с}} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 4 \cdot 4200 \frac{\text{дж}}{\text{кг} \cdot \text{C}} \cdot (40 \text{C} - 8,6 \text{C}) \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м} =$$

$$= \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 2 \cdot 40000}{4 \cdot 11 \cdot 2 \cdot 140 \cdot 1,1 \cdot 314 \text{ м}} = \frac{314 \cdot 9 \cdot 4000}{11 \cdot 14 \cdot 314} \approx 234 \text{ метра}$$

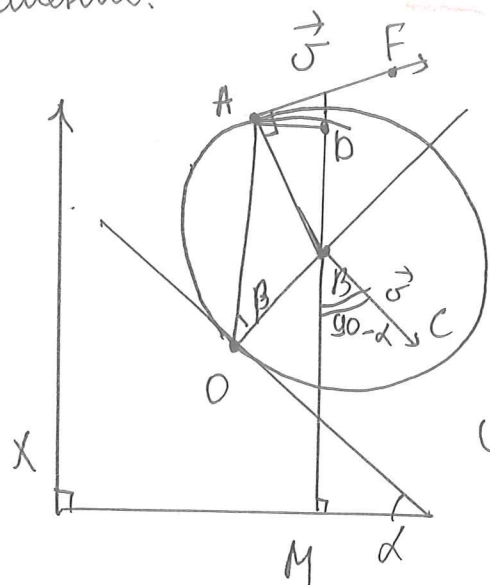
Ответ: 234 метра -



Черновик

N5

Решение:



$$\angle MBC = 90 - \alpha = 60^\circ$$

$$\angle AOB = \beta$$

$$\angle EAD = \alpha + \beta$$

$v_A = v + v_B$. Тогда v_{Ax} выразим:

$$v_{Ax} = v \sin(\alpha + \beta) - v \cos(90 - \alpha) = v(\sin(\alpha + \beta) - \sin \alpha)$$

$$x(t) = v_{Ax} t - \frac{g t^2}{2} = v(\sin(\alpha + \beta) - \sin \alpha) t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \sin \beta + \sin \alpha \cdot \cos \beta = \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \beta + \frac{1}{2} \cos \beta = \frac{1}{2}(\sqrt{3} \sin \beta + \cos \beta)$$

$$x(t) = \frac{1}{2} v t (\sqrt{3} \sin \beta + \cos \beta) - \frac{g t^2}{2}$$

$$\frac{dx}{d\beta} \Rightarrow 0 = \frac{1}{2} v t \cos \beta - \frac{1}{2} v t$$

$$x(t) = v t \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \sin \beta + \frac{\cos \beta}{2} - \frac{1}{2} \right) - \frac{g t^2}{2}$$

$$\frac{dx}{d\beta} \Rightarrow 0 = \frac{v t \sqrt{3}}{2} \cos \beta - \frac{v t \sin \alpha}{2} \Rightarrow v t \sqrt{3} \cos \beta = v t \sin \alpha$$

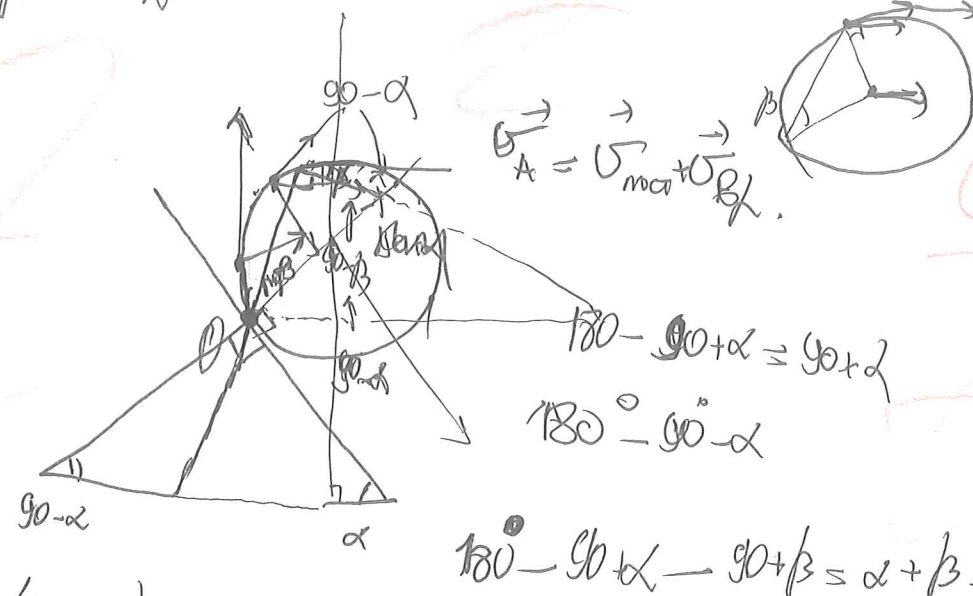
$$\Leftrightarrow \tan \beta = \sqrt{3} \Rightarrow \beta = 60^\circ$$

$$\frac{dx}{dt} \Rightarrow 0 = v \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \beta + v \frac{\cos \beta}{2} - \frac{1}{2} - \frac{g t}{2} \Leftrightarrow g t + 1 = v(\sqrt{3} \sin \beta + \cos \beta)$$

$$\Leftrightarrow g t + 1 = v \left(\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \right) \Leftrightarrow g t + 1 = 2v \Leftrightarrow t = \frac{2v - 1}{g}$$

мет 4

Черновик

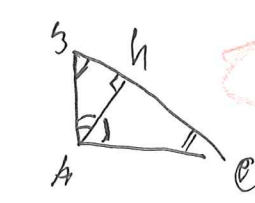
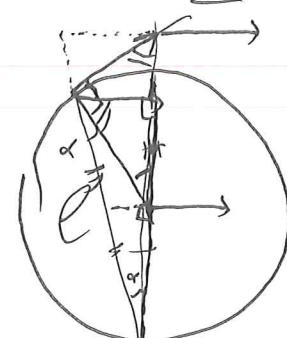
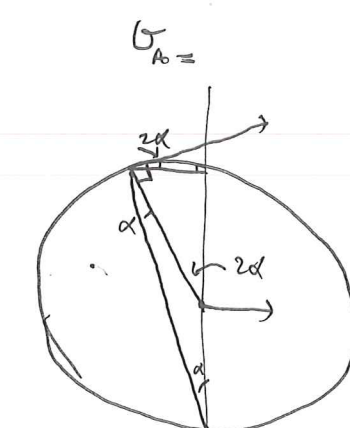


$$v_A = v_{\text{vert}} + v_{\text{hor}}$$

$$v(t) = \sin(\alpha + \beta) v_A t - \frac{g t^2}{2}$$

$$v = v \sin \alpha - v \cos(90 - \alpha) = v(\sin \alpha - \cos(90 - \alpha))$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$



$$c = 2x = \frac{2R}{\cos \alpha}$$

$$x = \frac{R}{\cos \alpha}$$

$$\frac{AH}{AC} = \frac{BH}{AB}$$

$$AH^2 = BH \cdot AC$$

$$v(t) = \sin(\alpha + \beta) t \cdot \sqrt{2v^2 + 2v^2 \cos 2\beta} - \frac{g t^2}{2}$$

$$\sqrt{2v^2 + 2v^2 \cos 2\beta}$$

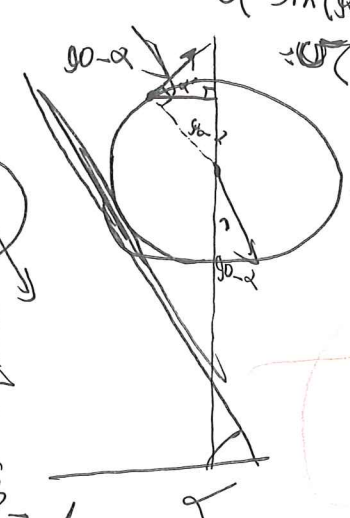
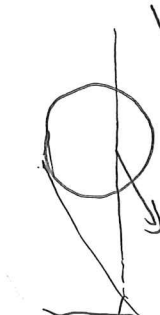
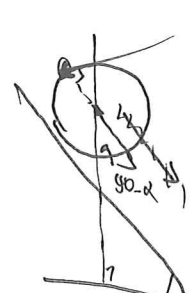
$$v(\sin(90 - \alpha) - \cos(90 - \alpha)) = v(\cos \alpha - \sin \alpha)$$

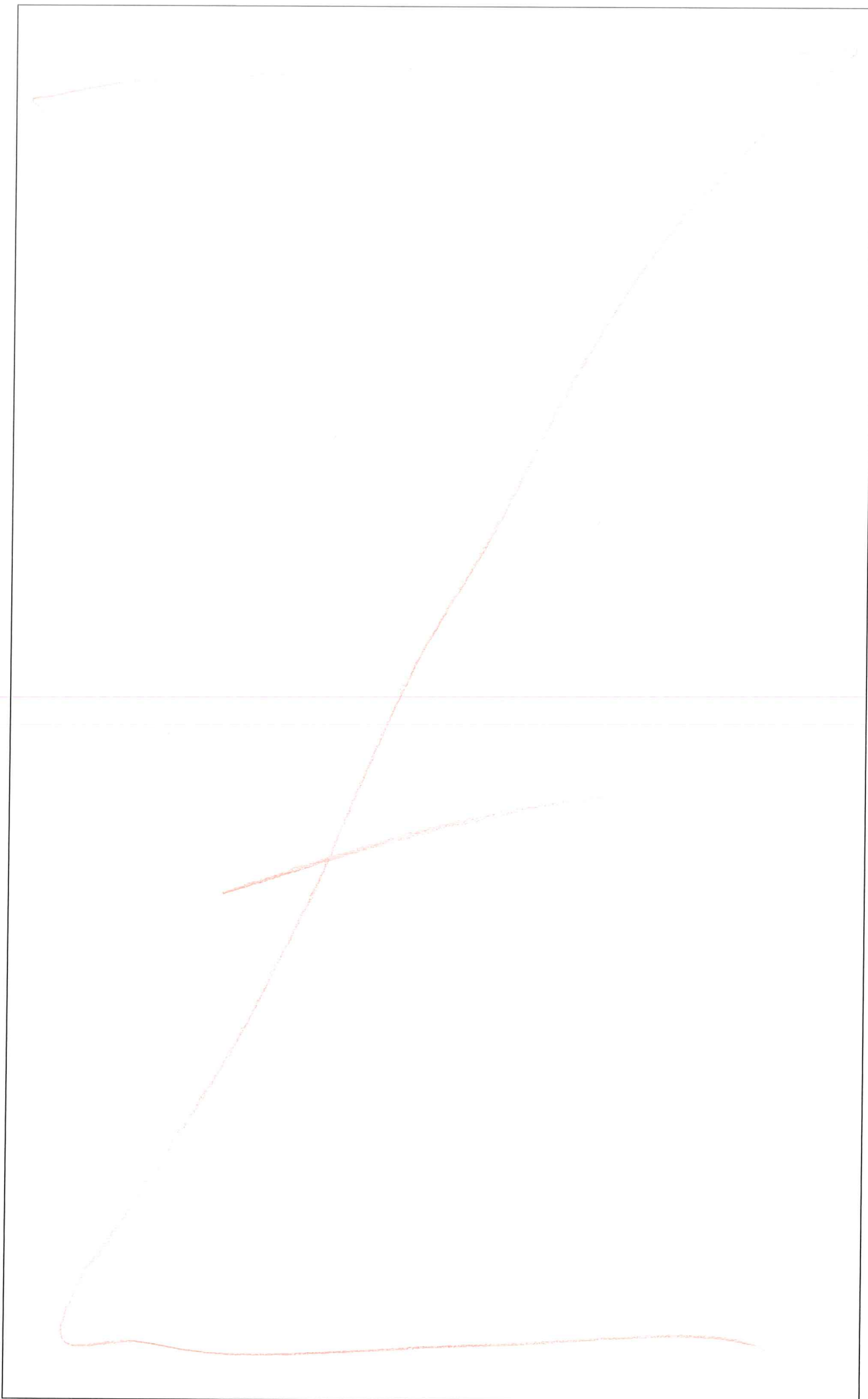
$$\sin \alpha t$$

$$\sin(\alpha + \beta)$$

$$\sin(60 + 30) = 1$$

$$\cos 60^\circ \cdot \sin 30^\circ + \cos 30^\circ \cdot \sin 60^\circ = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 1$$





Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!