



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения МОСКВА
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по ФИЗИКЕ
профиль олимпиады

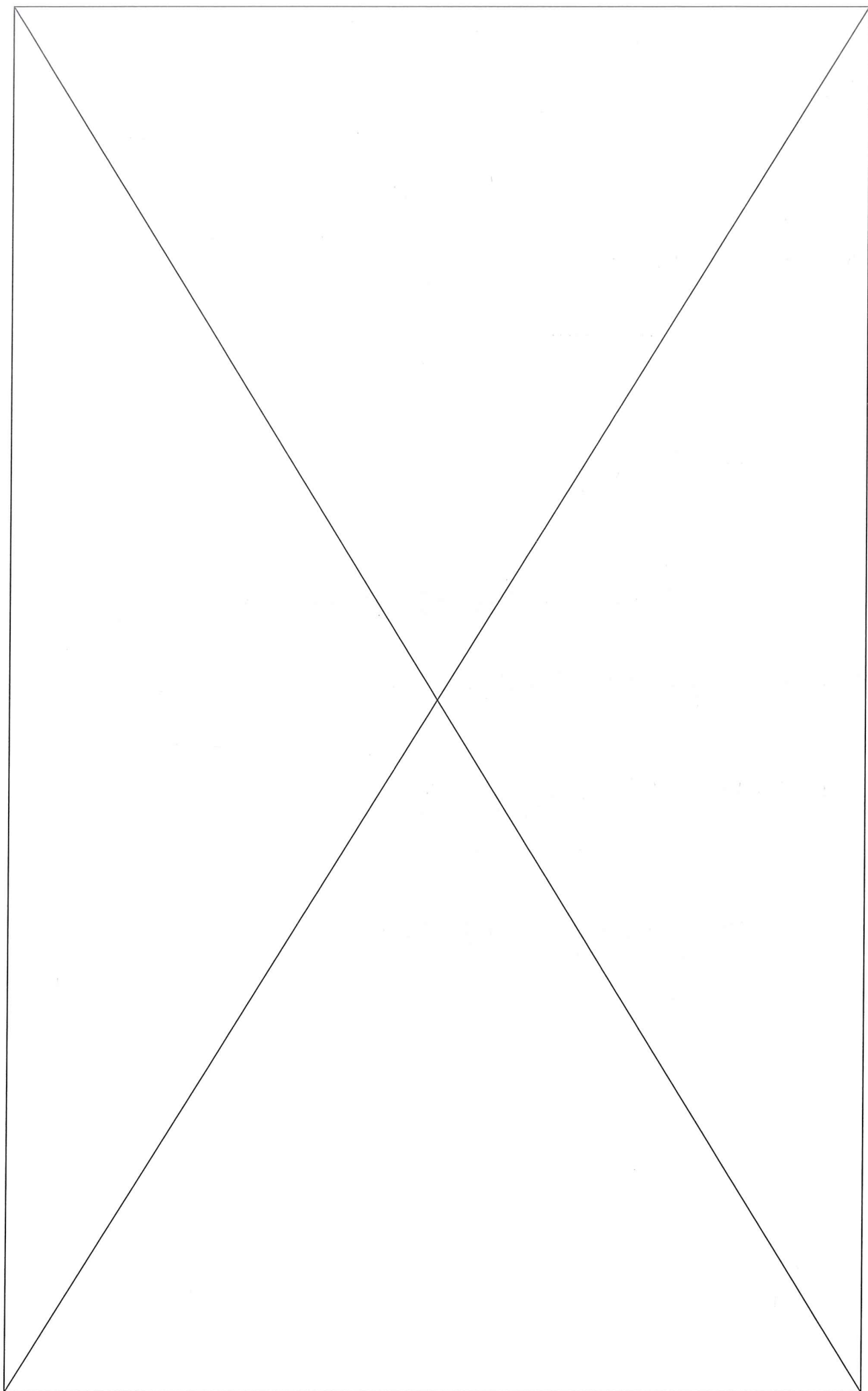
ЗЕЛЕНОВОЙ МАРИНЫ АНАРЕЕВНОЙ
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

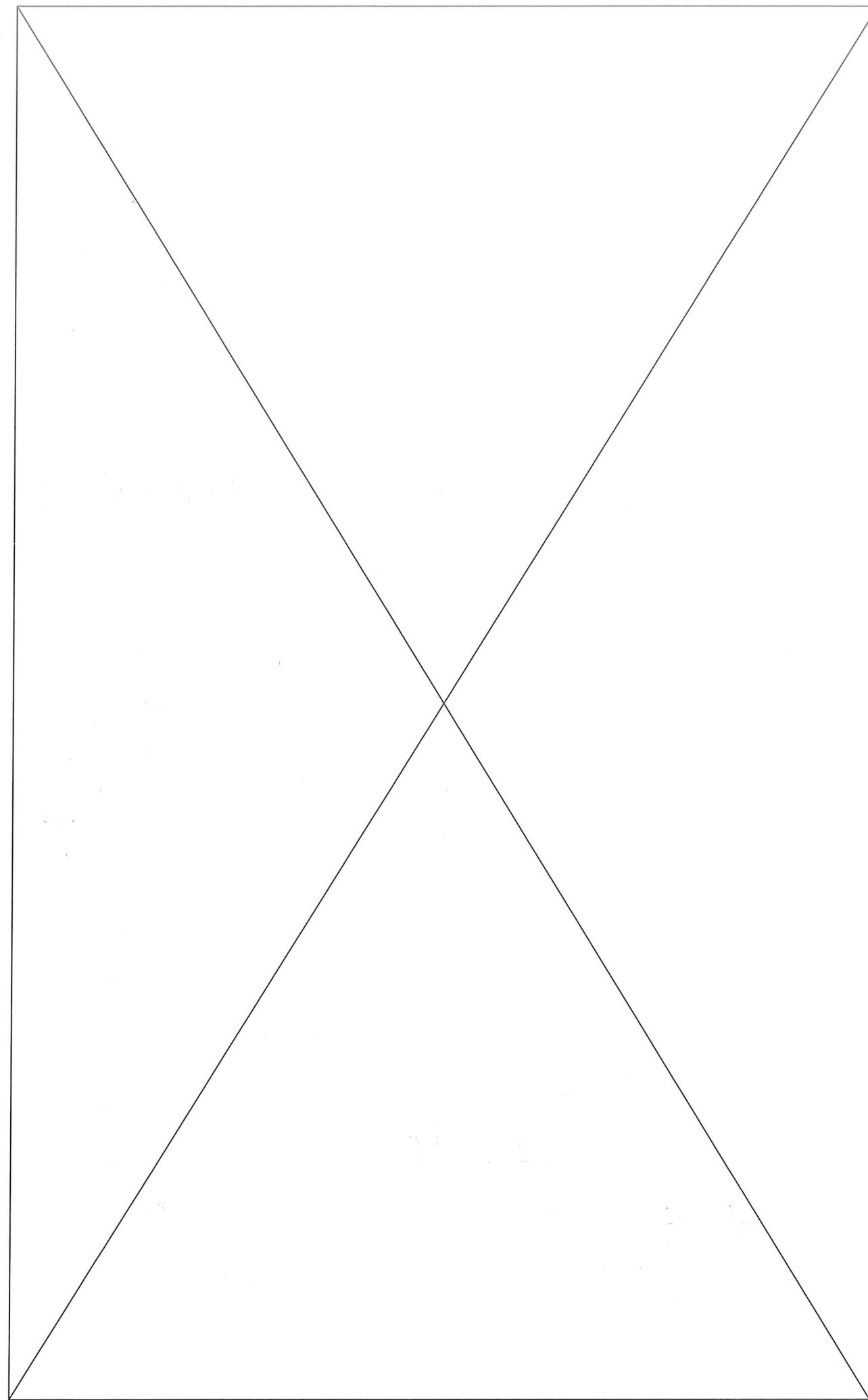
«13» ФЕВРАЛЯ 2026 года

Подпись участника

МЗ



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик

$u_1 = 25 \text{ км/ч}$
 $R = 30 \text{ м}$
 $u_2 = 24 \text{ км/ч}$
 $\tau \Rightarrow 2\pi R / u_1$



$u = \sqrt{25^2 + 24^2} = 34$

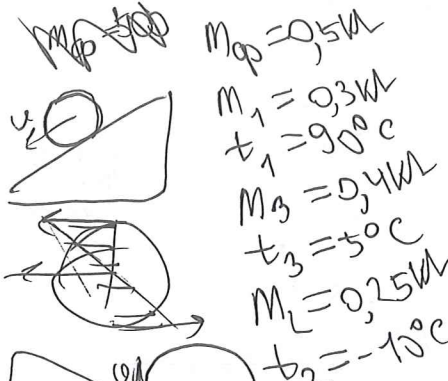
| | |
|------|-----|
| 25 | 24 |
| 25 | 24 |
| 125 | 96 |
| 50 | 48 |
| 625 | 576 |
| 576 | |
| 1201 | |

$\rho_{\text{ж}} = 1000 \text{ кг/м}^3$
 $\rho_{\text{м}} = 920 \text{ кг/м}^3$

$(m+m')g = F_{A1} + F_{A2} = \rho_{\text{ж}} g V/2 + \rho_{\text{м}} g V/2$

$2(m+m') = V(\rho_{\text{ж}} + \rho_{\text{м}})$

$m' = \frac{V}{2}(\rho_{\text{ж}} + \rho_{\text{м}}) - m = \frac{100}{2}(1 + 0,92) - 20 = \frac{192}{2} - 20 = 96 - 20 = 76 \text{ г}$



$m_{\text{оп}} = 0,5 \text{ кг}$
 $m_1 = 0,3 \text{ кг}$
 $t_1 = 90^\circ \text{C}$
 $m_3 = 0,4 \text{ кг}$
 $t_3 = 50^\circ \text{C}$
 $m_2 = 0,25 \text{ кг}$
 $t_2 = -10^\circ \text{C}$

$m_3 c_B (t_{13} - t_3) = m_{\text{оп}} c_{\text{оп}} (t_1 - t_{13}) + m_1 c_B (t_1 - t_{13})$

$m_3 c_B t_{13} - m_3 c_B t_3 = (m_{\text{оп}} c_{\text{оп}} + m_1 c_B) t_1 - (m_{\text{оп}} c_{\text{оп}} + m_1 c_B) t_{13}$

$t_{13} (m_3 c_B + m_{\text{оп}} c_{\text{оп}} + m_1 c_B) = (m_{\text{оп}} c_{\text{оп}} + m_1 c_B) t_1 + m_3 c_B t_3$

$t_{13} = \frac{(m_{\text{оп}} c_{\text{оп}} + m_1 c_B) t_1 + m_3 c_B t_3}{m_3 c_B + m_{\text{оп}} c_{\text{оп}} + m_1 c_B} = \frac{(0,5 \cdot 500 + 0,3 \cdot 4200) \cdot 90 + 0,4 \cdot 50 \cdot 4200}{0,4 \cdot 4200 + 0,5 \cdot 500 + 0,3 \cdot 4200} = \frac{8400 + 50400}{16,8 + 2,5 + 12,6} = \frac{58800}{21,9} \approx 2685^\circ \text{C}$

$t_{\text{кон}} = ?$
 $c_{\text{оп}} = 500 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ \text{C)}$
 $c_{\text{л}} = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ \text{C)}$
 $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ \text{C)}$
 $\lambda = 3400 \text{ Дж/кг}$

$H = 0 + v \sin \alpha - g$
 $v \sin \alpha = \frac{H}{g}$

$m_2 t_2 c_{\text{л}} + \lambda m_2 = m_2 c_{\text{в}} t_{\text{кон}} = (m_1 + m_2) c_{\text{л}} t_{\text{кон}} - m_1 c_{\text{л}} t_1$

| | |
|------|---------|
| 25 | 126 |
| 225 | 1134 |
| 16,8 | 225 |
| 12,6 | 84 |
| 2,5 | 1443 |
| 31,9 | 14430 |
| 1276 | 1452203 |
| 1670 | |
| 1590 | |
| 450 | |
| 638 | |
| 1200 | |

$t_{\text{кон}} = \frac{0,7 \cdot 4500 \cdot 4200 - 0,25 \cdot 10 \cdot 4200 - 3400 \cdot 0,25}{4200 \cdot 0,95} = \frac{1323000 - 10500 - 850000}{3998} = \frac{470500}{3998} \approx 117,5^\circ \text{C}$

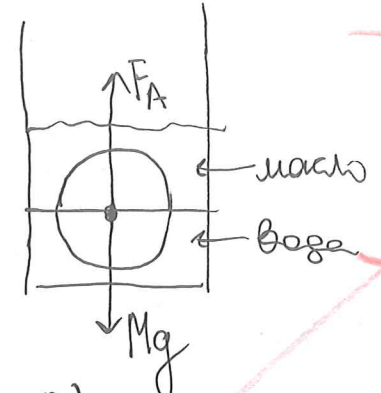
Черновик

75-85-37-80 (5.16)

Задача ~ 2.

Дано:
 $V = 100 \text{ см}^3$
 $m = 20 \text{ г}$
 $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3 = 1 \text{ г/см}^3$
 $\rho_{\text{м}} = 920 \text{ кг/м}^3 = 0,92 \text{ г/см}^3$

По условию шарик будет находиться в равновесии на границе 2-х сред.



$m_{\text{н}} = ?$
 Шарик в равновесии, то: $\vec{Mg} + \vec{F}_A = 0$
 (Сумма сил векторов равна 0)

$Mg - F_A = 0$
 $Mg = (m + m_{\text{н}})g$
 $F_A = F_{A1} + F_{A2}$ $F_{A1} = \rho_{\text{в}} g V/2$ $F_{A2} = \rho_{\text{м}} g V/2$

$(m + m_{\text{н}})g = \rho_{\text{в}} g V/2 + \rho_{\text{м}} g V/2$
 $2(m + m_{\text{н}}) = V(\rho_{\text{в}} + \rho_{\text{м}})$

$m_{\text{н}} = \frac{V}{2}(\rho_{\text{в}} + \rho_{\text{м}}) - m = \frac{100}{2}(1 + 0,92) - 20 = \frac{192}{2} - 20 = 96 - 20 = 76 \text{ г}$

Ответ: $m_{\text{н}} = 76 \text{ г}$

Handwritten notes and calculations in the left margin, including a vertical list of numbers (2, 5, 4, 3, 2, 1) and some scribbles.

Задача 13.

Дано:
 $m_{\text{ф}} = 0,5 \text{ кг}$
 $m_1 = 0,3 \text{ кг}$
 $t_1 = 90^\circ \text{C}$
 $m_3 = 0,4 \text{ кг}$
 $t_3 = 5^\circ \text{C}$
 $m_2 = 0,25 \text{ кг}$
 $t_2 = -10^\circ \text{C}$
 $c_{\text{ф}} = 500 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{C)}$
 $c_n = 100 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{C)}$
 $c_B = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{C)}$
 $t_{\text{кон}} = ?^\circ \text{C}$
 $\lambda = 340 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C)}$

Числовик

Запишем уравнение теплового баланса
 со, когда в мик m_3 воды:
 $m_3 c_B (t_{13} - t_3) = m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} (t_1 - t_{13}) + m_1 c_B (t_1 - t_{13})$
 $m_3 c_B t_{13} - m_3 c_B t_3 = (m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} + m_1 c_B) t_1 - (m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} + m_1 c_B) t_{13}$
 $t_{13} (m_3 c_B + m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} + m_1 c_B) = (m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} + m_1 c_B) t_1 + m_3 c_B t_3$
 $t_{13} = \frac{(m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} + m_1 c_B) t_1 + m_3 c_B t_3}{m_3 c_B + m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} + m_1 c_B}$
 $= \frac{(0,5 \cdot 500 + 0,3 \cdot 4200) \cdot 90 + 0,4 \cdot 4200 \cdot 5}{0,4 \cdot 4200 + 0,5 \cdot 500 + 0,3 \cdot 4200} = \frac{14430}{319} \approx 45^\circ \text{C}$

Запишем уравнение теплового баланса
 после того, как добавим лёд:

$m_2 t_2 c_n + \lambda m_2 + m_2 t_{\text{кон}} c_B = (m_1 + m_3) c_B (t_{13} - t_{\text{кон}})$
 $t_{\text{кон}} (m_2 c_B + m_1 c_B + m_3 c_B) = (m_1 + m_3) c_B t_{13} - m_2 t_2 c_n - \lambda m_2$
 $t_{\text{кон}} = \frac{(m_1 + m_3) c_B t_{13} - m_2 t_2 c_n - \lambda m_2}{(m_1 + m_2 + m_3) c_B}$
 $= \frac{0,7 \cdot 4200 - 0,25 \cdot 10 \cdot 100 - 340000 \cdot 0,25}{0,95 \cdot 4200} = \frac{47050}{3998} \approx \frac{47000}{4000} = \frac{47}{4} = 11,75^\circ$

Ответ: $t_{\text{кон}} = 11,75^\circ$

p.s. я использовала $c_n = 100 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{C)}$, как написано
 в условии (навероятно правильное $c_n = 2100 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{C)}$)

Черновик

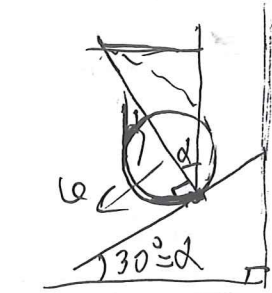
$t_1 = 8,6^\circ \text{C}$
 $U = 200 \text{ В}$
 $\alpha = 4 \text{ м/мм} = 4 \text{ мм/мм}$
 $t_2 = 40^\circ \text{C}$
 $d = 0,6 \text{ мм}$
 $\rho_{\text{н}} = 1,1 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$
 $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{C)}$
 $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$
 $R = \rho_{\text{н}} \frac{l}{S}$
 $L = 2l$



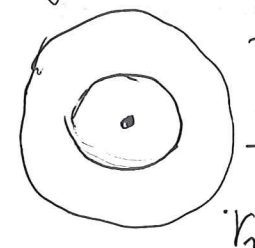
$P = \frac{U^2}{R_0}$
 $R_0 = \frac{R \cdot R}{2R} = \frac{R}{2}$
 $R = \rho_{\text{н}} \cdot \frac{l}{S}$
 $S = \frac{\pi d^2}{4}$
 $P \cdot t = Q = m c \Delta t$
 $\Delta t = t_2 - t_1$
 $L = 2l$
 $P = \alpha \cdot c \Delta t = 4 \cdot 4200 \cdot 31,4 = 527520$
 $m = \frac{P \cdot t}{c \Delta t} = \frac{168 \cdot 3140}{168 \cdot 100 \cdot 31,4} = \frac{527520}{527520} = 1$
 $R = 2R_0 = \frac{2U^2}{P} = \frac{40000 \cdot 2 \cdot 60}{527520} = \frac{480000}{527520} \approx 0,91$

$S = \frac{\pi \cdot 0,6^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,36}{4} = 3,14 \cdot 0,9 = 2,826 \text{ мм}^2$
 $R \approx 0,152 \text{ Ом}$
 $L = 2l = \frac{R \cdot S \cdot 2}{\rho_{\text{н}}} = \frac{0,152 \cdot 2,826 \cdot 2}{1,1} = 0,781 \text{ м}$

| sin | cos |
|-----|-------|
| 30 | 0,5 |
| 45 | 0,707 |
| 60 | 0,5 |



$\frac{v^2}{2} = mgh$
 $h = \frac{v^2}{2g} = \frac{100}{20} = 5 \text{ м}$
 $H_{\text{max}} = \cos \alpha \cdot h = \frac{5\sqrt{3}}{2}$



$\frac{v_1}{r_1} = \frac{v_2}{r_2}$
 $\frac{25000}{30} = \frac{24000}{r_2}$
 $r_2 = \frac{24000 \cdot 30}{25000} = 28,8 \text{ м}$

75-85-37-80
(5.16)

Задача №4

Чистовик

Дано:

$t_1 = 8,6^\circ\text{C}$

$U = 200\text{В}$

$d = 4\text{ мм} = \frac{4}{60}\text{ см}$

$t_2 = 40^\circ\text{C}$

$d = 0,6\text{ мм}$

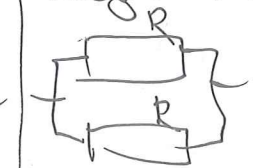
$\rho = 1,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

$c = 4200\text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$

$\rho_0 = 1000\text{ кг/м}^3$

$L = ?\text{ м}$

Известно что всего 2 стержня, и они соединены параллельно, т.е.



$$R_0 = \frac{R \cdot R}{R + R} = \frac{R}{2}$$

$$R = \rho \cdot \frac{L_{\text{ст}}}{S_{\text{ст}}} \text{ где } L = 2l \text{ и } S = \frac{\pi d_{\text{ст}}^2}{4}$$

$$\text{Мощность } P = i^2 \cdot R_0 = \frac{U^2}{R_0} = \frac{2U^2}{R}$$

$$Q = m c \Delta t, \text{ где } \Delta t = t_2 - t_1, \text{ а также}$$

$m = d \cdot \gamma$

$\Delta t = 31,4^\circ\text{C}$

т.к. по условию все тепло идет на нагрев воды, то справедливо, что: $\rho \cdot \gamma = Q$

$$\rho \cdot \gamma = m c \Delta t = d \cdot \gamma c \Delta t$$

$$\rho = d \cdot c \cdot \Delta t = \frac{4 \cdot 4200 \cdot 31,4}{60} = \frac{527520}{60} = 8792\text{ Вт}$$

$$R = 2R_0 = \frac{2U^2}{P} = \frac{2 \cdot 200^2 \cdot 60}{8792} = \frac{80000}{8792} \approx 9,1\text{ Ом}$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,6^2}{4} = 2,826\text{ мм}^2$$

$$L = 2l = \frac{2R \cdot S}{\rho} = \frac{2 \cdot 9,1 \cdot 2,826}{1,1} \approx 46,8 = 47\text{ м}$$

решено верно
погрешн коэф-т 10 в
расчетах

использованы
данные из условия

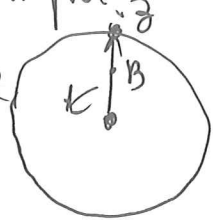
Ответ: $L = 47\text{ м}$

Числовик

Задача ~1
Известно, что $t \rightarrow 2\pi R / \omega_1$, т.е. зайцы сделают более одного полного круга

Также известно, что скорость валя всегда направлена на зайца, т.е. ~~валя~~ зайцы всегда находится на одном радиус векторе из центра.

Это означает, что ~~валя~~ зайцы всегда имеют равные скорости (спустя t)



$$\omega = \frac{v}{r} \Rightarrow \omega_Z = \omega_B$$

$$\frac{u_1}{R} = \frac{u_2}{r} \rightarrow \frac{25000}{30} = \frac{24000}{r}$$

$(R-r) = ?$ *решено неверно*

$$r = \frac{30 \cdot 24}{25} = \frac{144}{5} = 28,8 \text{ м.}$$

$d = R - r = 1,2 \text{ м}$ между зайцем и Валком спустя t .

Ответ: $d = 1,2 \text{ м}$

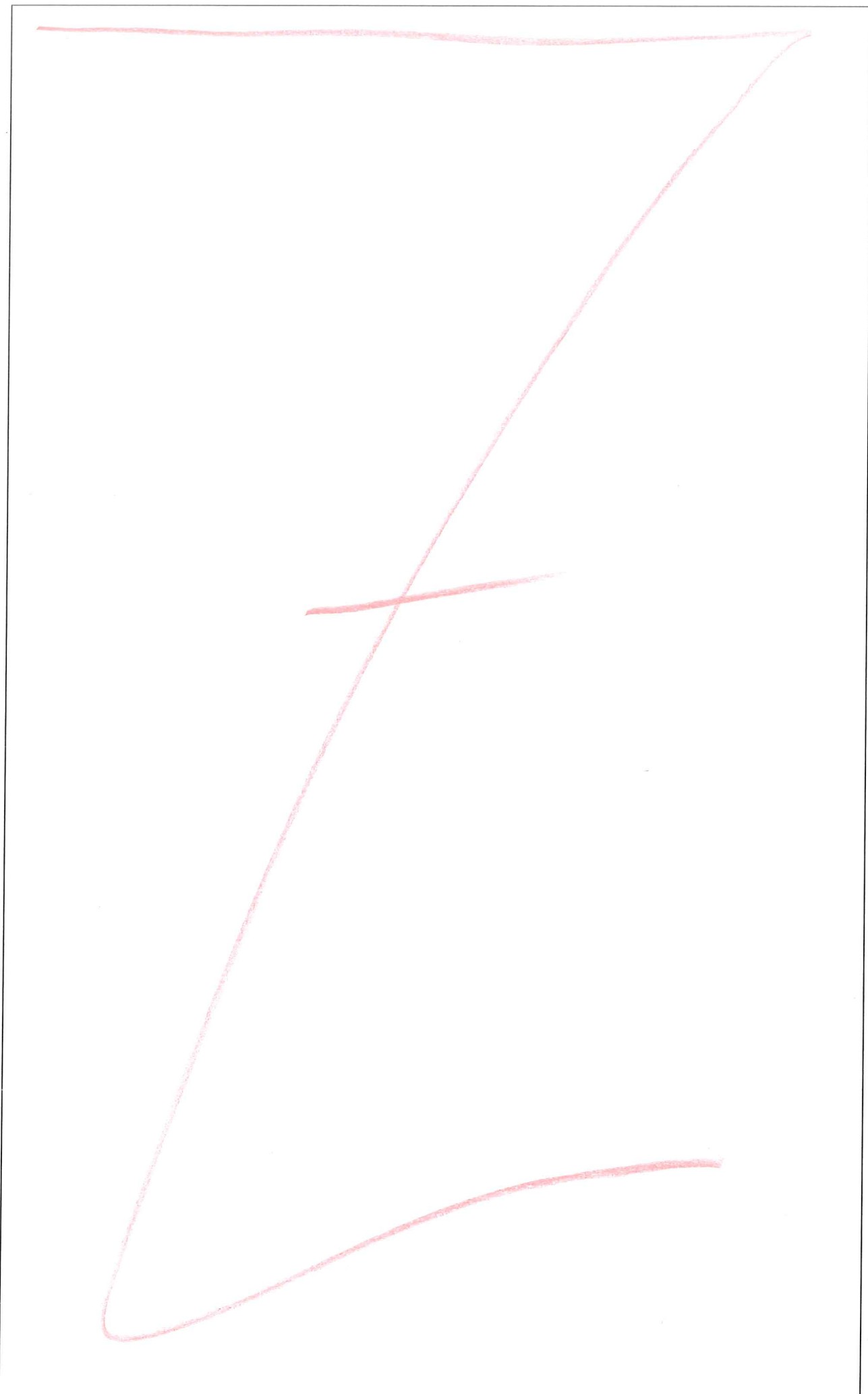
Задача ~5 камень полетит по параболе



$$H_{\max} = \frac{v_y^2}{2g}$$

$$v_y = \sin \alpha \cdot v \Rightarrow H_{\max} = \frac{v^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{100}{4 \cdot 2 \cdot 10} = \frac{10}{8} = 1,25 \text{ м}$$

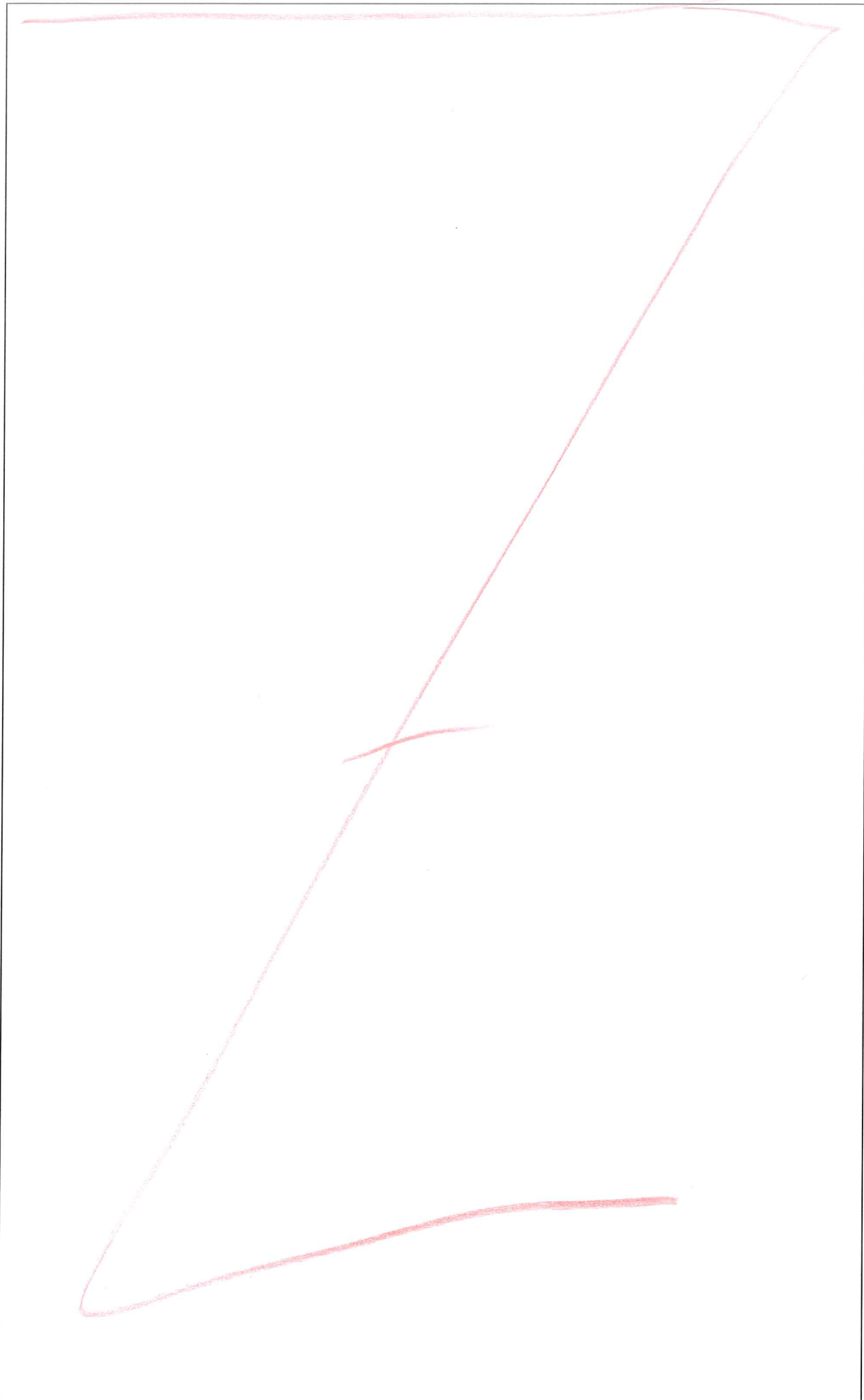
Ответ: $H_{\max} = 1,25 \text{ м.}$ + 20



75-85-37-80
(5.16)

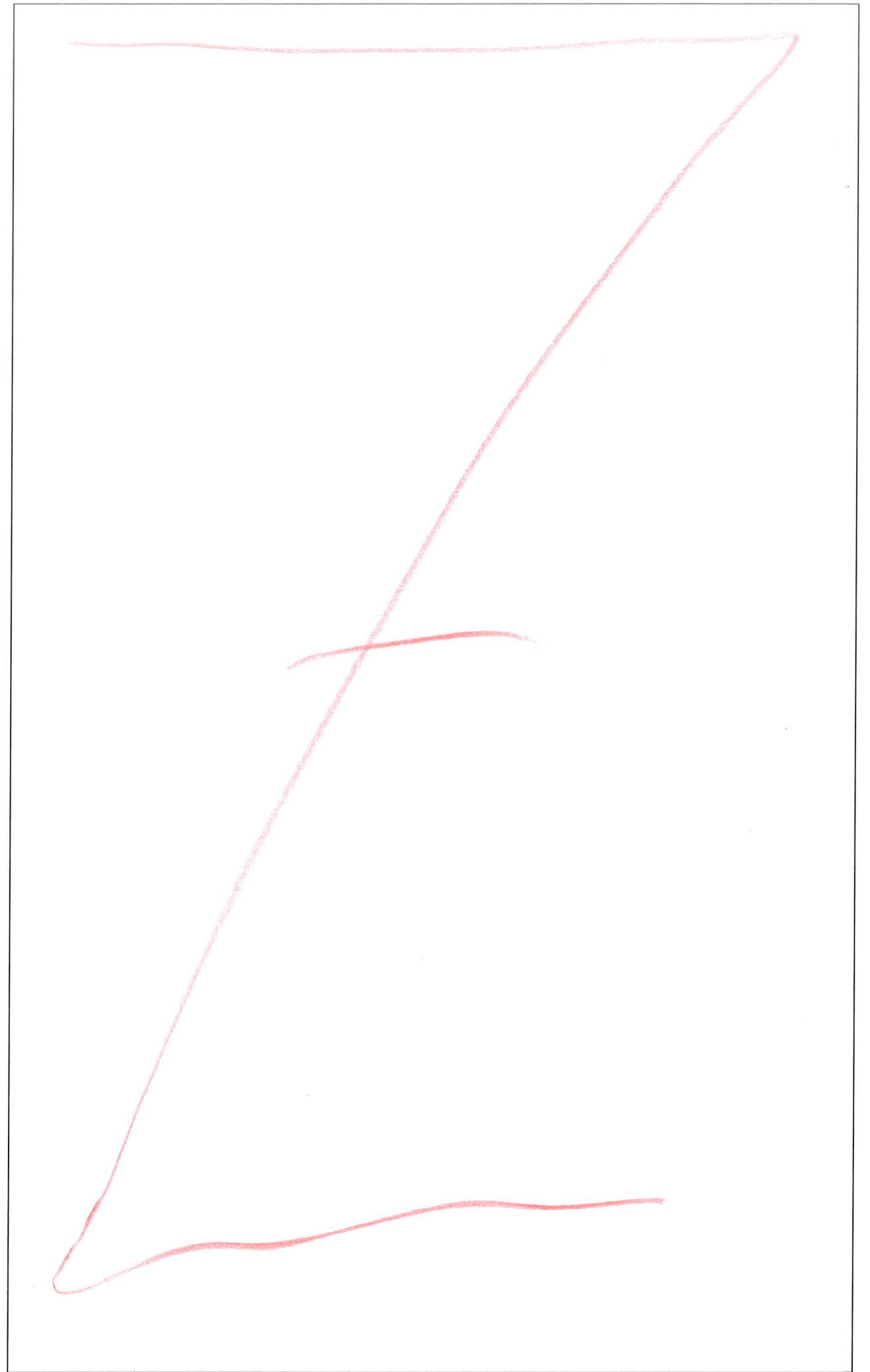


ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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