



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант \_\_\_\_\_

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

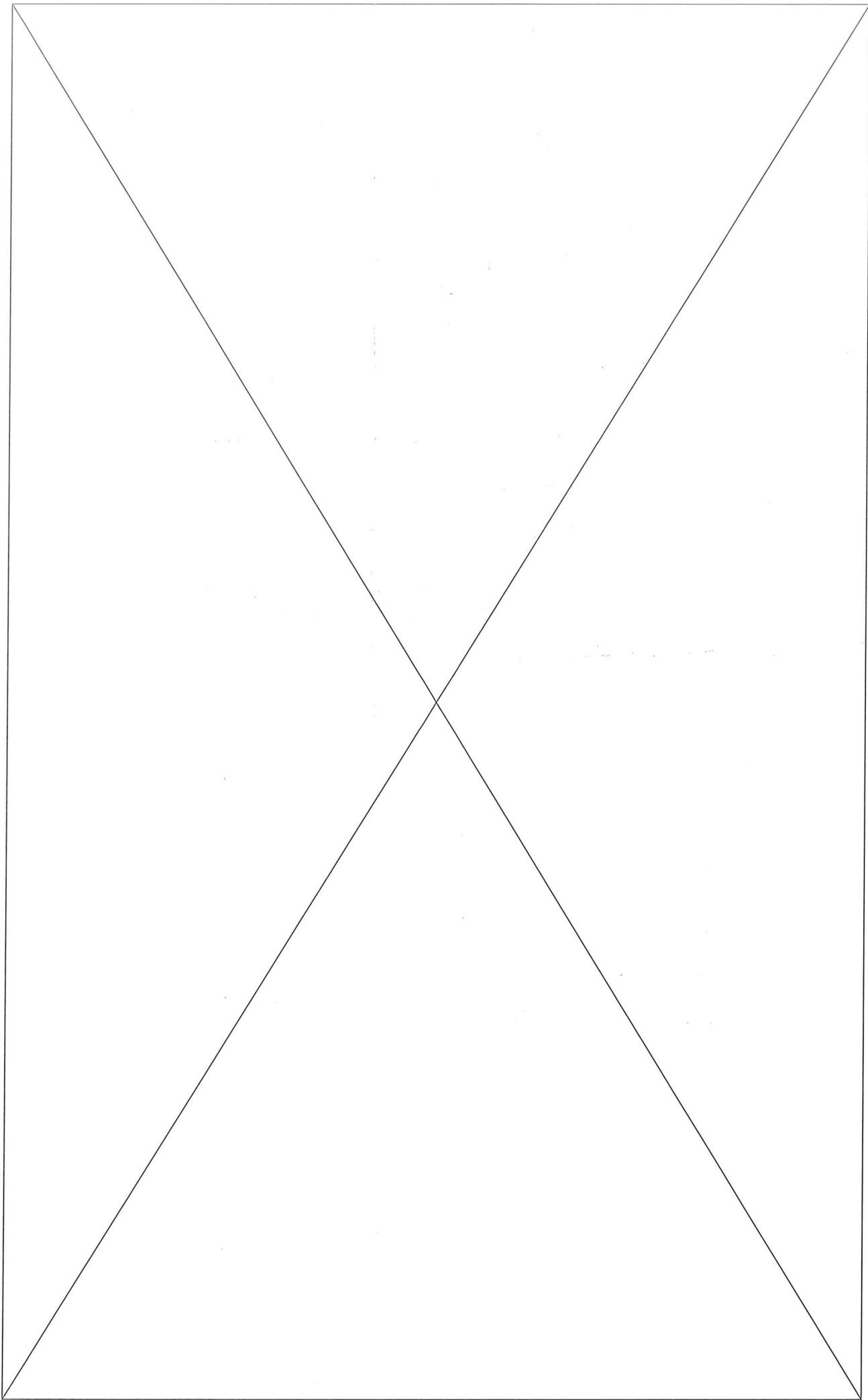
Олимпиада школьников "Ломоносов"  
наименование олимпиады

по Физике  
профиль олимпиады

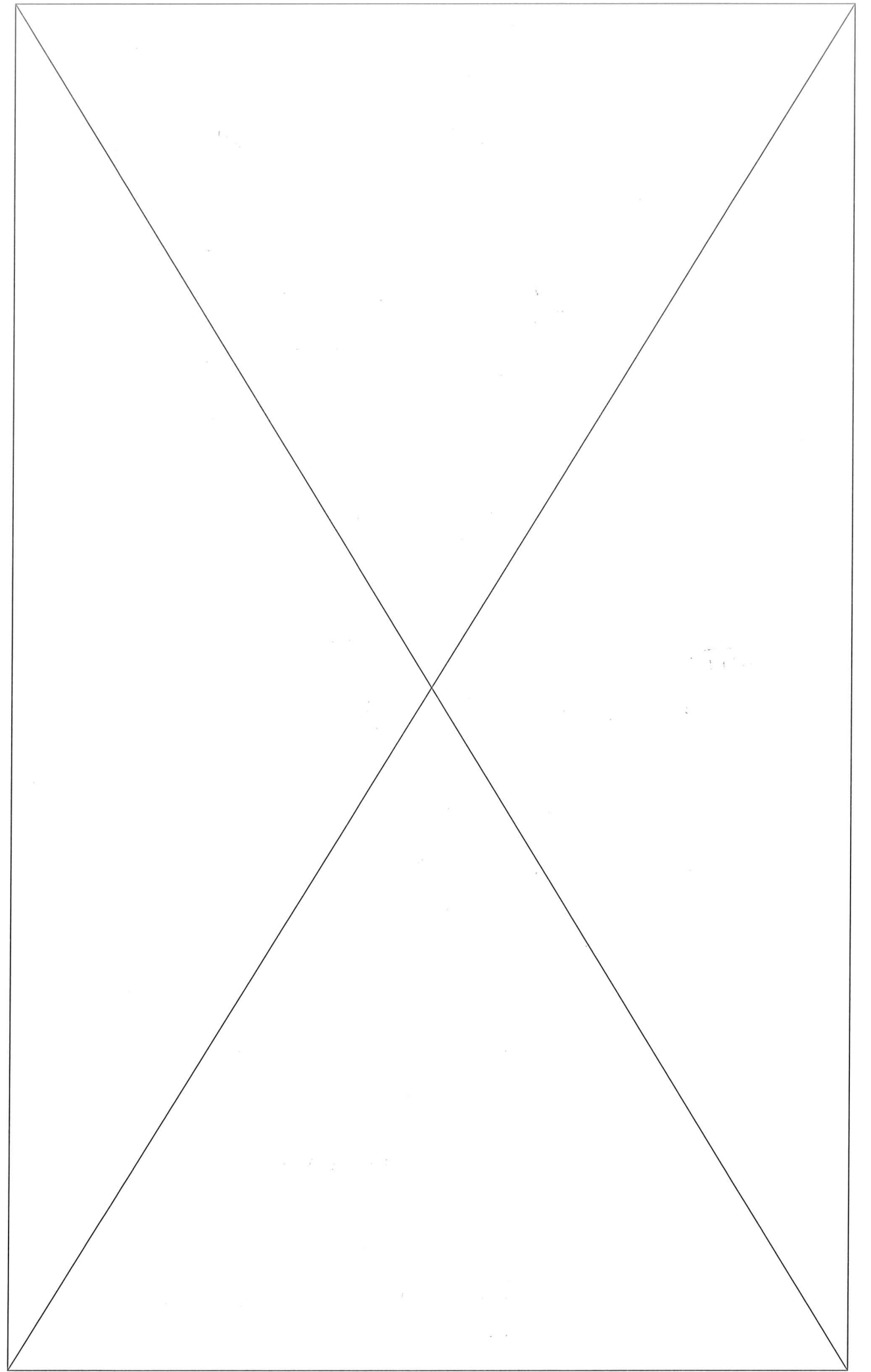
Сорокина Михаила Владимировича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«13» февраля 2026 года

Подпись участника  
[Подпись]



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

ЧЕРНОВИК.

$v_1 = 25 \text{ км/ч}$   
 $R = 30 \text{ м}$   
 $t = 0$   
 $v_2 = 24 \text{ км/ч} = \frac{24}{3.6} = \frac{20}{3} \text{ м/с}$   
 $t > \frac{2\sqrt{1}R}{v_1}$

$v_{\text{век}} = v_{\text{омн}} + v_{\text{нпр}}$

Перейдем в ИСО вагона:  
 В  $t_0 = 0.01 \text{ с}$  находится в R от зайца:

$L = R$

$V = 1000 \text{ м}^3 = \frac{10^3}{10^6} = \frac{1}{10^3}$   
 $m = 202 = 0.202 \text{ кг}$   
 $\rho_l = 1000 \text{ кг/м}^3$   
 $\rho_m = 920 \text{ кг/м}^3$

$F_A = \frac{1}{2} V \rho_l g$   
 $F_{g1} = \frac{1}{2} V \rho_m g$   
 $F_{g2} = \frac{1}{2} V \rho_l g$

По 2-му 3. Ньютону:

$F_{g2} - F_{g1} - F_T = 0$   
 $F_{g2} - F_{g1} - (m_n + m)g = 0$   
 $\frac{1}{8} V \rho_l g - \frac{1}{2} V \rho_m g = (m_n + m)g$   
 $\frac{1}{2} V (\rho_l - \rho_m) = m_n + m$   
 $V(1000 - 920) = 2(m_n + m)$   
 $\frac{1}{10^4} \cdot 80 = 2m_n + 0.04$   
 $\frac{8}{10^3} = 2m_n + 0.04$   
 $0.008 = 2m_n + 0.04$

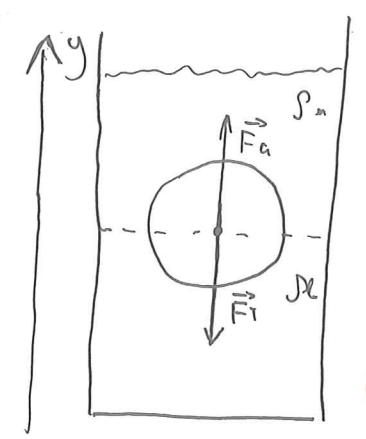
22500  
 12600  
 113400  
 340000  
 470  
 68  
 85000

319 11  
 26 59 11.29  
 319 11  
 22 29 11.29  
 144 30 11  
 144 30 11  
 11 132  
 34 130  
 11  
 14430 13  
 12 4810  
 24 30  
 2 4810  
 3 14430  
 4810.3  
 29.11

ЧИСТОВИК

24-22-08-48  
 (5.15)

№2  
 $V = 1000 \text{ м}^3 = 10^{-4} \text{ м}^3$   
 $m = 202 = 0.202 \text{ кг}$   
 $\rho_l = 1000 \text{ кг/м}^3$   
 $\rho_m = 920 \text{ кг/м}^3$



$m_n = ?$   
 Упрощение

На тело действует выталкивающая сила - сила Архимеда.  
 Вот только среда разной плотности

П.к. тело находится в масле и воде =>  
 $F_A = m_{\text{вытес}} \cdot g = g(m_{\text{вытес.масл.}} + m_{\text{вытес.вода}}) =$   
 $= g(\frac{1}{2} V \cdot \rho_l + \frac{1}{2} V \rho_m) = g \frac{1}{2} \cdot V (\rho_l + \rho_m) = \frac{1}{2} V g (\rho_l + \rho_m) =$   
 $= \frac{1}{2} \cdot 10^{-4} \cdot 1920 \cdot g = 960 \cdot 10^{-4} \cdot g = 0.096g$

П.к. тело находится в равновесии =>  $a = 0$   
 Распишем 2 з. Ньютона для шара:

ОУ:  $-F_T + F_A = 0$   
 $F_A = F_T$   
 $0.096g = m_n g$   
 $0.096 = m_n$  ( $m_n = m + m_n$ )  
 $m + m_n = 0.096$   
 $0.02 + m_n = 0.096$   
 $m_n = 0.076 \text{ кг} = 76 \text{ г}$   
 Ответ:  $m_n = 76 \text{ г}$

ЧИСТОВИК.

№3

- $m_{\text{ф}} = 0,5 \text{ кг}$
- $m_1 = 0,3 \text{ кг}$
- $t_1 = 90^\circ \text{C}$
- $m_3 = 0,4 \text{ кг}$
- $t_3 = 5^\circ \text{C}$
- $m_2 = 0,25 \text{ кг}$
- $t_2 = -10^\circ \text{C}$
- $c_{\text{ф}} = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$
- $c_{\text{л}} = 100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$
- $c_{\text{в}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$
- $\lambda = 340.000 \text{ Дж/кг}$

Распишем ур-ние теплового баланса, когда к яму добавим воды пусть установится температура  $t_{\text{к}}$

$$Q_0 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$c_0 m_0 (t_{\text{к}} - t_1) + c_{\text{в}} m_3 (t_{\text{к}} - t_3) + c_{\text{л}} m_2 (t_{\text{к}} - t_2) = 0$$

$$500 \cdot 0,5 (t_{\text{к}} - 90) + 4200 \cdot 0,3 (t_{\text{к}} - 90) + 4200 \cdot 0,4 (t_{\text{к}} - 5) = 0$$

$$250(t_{\text{к}} - 90) + 1260(t_{\text{к}} - 90) + 1680(t_{\text{к}} - 5) = 0$$

$$250t_{\text{к}} - 22500 + 1260t_{\text{к}} - 113400 + 1680t_{\text{к}} - 8400 = 0$$

$$3190t_{\text{к}} = 144300$$

$$t_{\text{к}} = \frac{144300}{3190} = \frac{14430}{319} \approx 45^\circ \text{C}$$

$t_{\text{к}} = ?$

Распишем ур-ние теплового баланса после добавления льда:

$$Q_{\text{лн}} + Q_{\text{лст}} + Q_{\text{р2}} + Q_0 = 0$$

$(t_{\text{к}} \text{ лед} = 0^\circ \text{C}) \Rightarrow \Delta t_{\text{успеша лед}} = t_{\text{к}}$

$$250 \lambda m_2 + c_{\text{л}} m_2 (t_{\text{к}} - 0) + c_{\text{в}} m_{\text{р2}} (t_{\text{к}} - t_{\text{к}}) + c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} (t_{\text{к}} - t_{\text{к}}) = 0$$

$$250 \lambda m_2 + 100 \cdot 0,25 (t_{\text{к}} - 0) + 4200 (m_1 + m_3) (t_{\text{к}} - t_{\text{к}}) + 500 \cdot 0,5 (t_{\text{к}} - t_{\text{к}}) = 0$$

$$250 \cdot 0,25 \lambda + 25 t_{\text{к}} + 4200 \cdot 0,7 (t_{\text{к}} - t_{\text{к}}) + 250 (t_{\text{к}} - t_{\text{к}}) = 0$$

$$250 \cdot 0,25 \lambda + 250 t_{\text{к}} + 2940 t_{\text{к}} - 2940 t_{\text{к}} + 250 t_{\text{к}} - 250 t_{\text{к}} = 0$$

$$3215 t_{\text{к}} = 3190 t_{\text{к}} - 0,25 \lambda$$

$$3215 t_{\text{к}} = \frac{3190 \cdot 144300}{319} - 0,25 \cdot 340.000$$

$$t_{\text{к}} = \frac{3190 \cdot 144300 - 85.000}{3215} = \frac{444300 - 85000}{3215} = \frac{359300}{3215} \approx 112^\circ \text{C}$$

СТР 2

ЧЕРНОВИК.

4200 · 0,25. 1050 t<sub>к</sub>. 4200

$$m_{\text{н}} + m = m_{\text{вода}} + m_{\text{лед}} \quad 250$$

$$m_{\text{н}} + m = \frac{1}{2} \sqrt{\rho} \cdot \rho \cdot \dots + \frac{1}{2} \sqrt{\rho} \cdot \rho \cdot \dots \quad 13400$$

$$2m_{\text{н}} + 0,04 = \bar{v} \cdot (\rho_{\text{н}} + \rho_{\text{л}})$$

$$2m_{\text{н}} + 0,04 = \frac{1}{10^4} \cdot (1000 + 920) \quad 34: \text{в}$$

$$2m_{\text{н}} + 0,04 = \frac{1920}{10^4} \quad 17:2 \quad 22500$$

$$2m_{\text{н}} + 0,04 = 0,1920 \quad 85000 \quad 8400 \quad 30900$$

$$2m_{\text{н}} = 0,1920 - 0,04 = 0,1520$$

$$m_{\text{н}} = 0,076 \approx [76 \text{ г}]$$

№3

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

$$Q_{\text{л}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{ф}} = 0$$

$$c_{\text{в}} m_1 (t_{\text{к}} - t_1) + c_{\text{в}} m_3 (t_{\text{к}} - t_3) + c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} (t_{\text{к}} - t_1) = 0$$

$$4200 \cdot 0,3 (t_{\text{к}} - 90) + 4200 \cdot 0,4 (t_{\text{к}} - 5) + 500 \cdot 0,5 (t_{\text{к}} - 90) = 0$$

$$1260(t_{\text{к}} - 90) + 1680(t_{\text{к}} - 5) + 250(t_{\text{к}} - 90) = 0$$

$$1260t_{\text{к}} + 1680t_{\text{к}} + 250t_{\text{к}} = 113400 - 8400 - 22500 = 0$$

$$3190 t_{\text{к}} = 143300$$

$$t_{\text{к}} \approx 45^\circ \text{C}$$

$$Q_{\text{лн}} + Q_{\text{лст}} + Q_{\text{р2}} + Q_{\text{ф}} = 0$$

$$\lambda m_2 + c_{\text{в}} (m_1 + m_3) (t_{\text{к}} - t_{\text{к}}) + c_{\text{л}} m_2 (t_{\text{к}} - 0) + c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} (t_{\text{к}} - t_{\text{к}}) = 0$$

$$50 \cdot 300 - 144300 + 59300 = 0$$

СТР 11

№4

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

$U = 200\text{В}$

$N = 2 \parallel$

$a = 4 \mu/\text{мин.}$

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

$d = 0,6 \text{ мм} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

$\rho = 1,1 \frac{\text{Дж} \cdot \text{м}^3}{\text{К}^\circ\text{C}}$

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

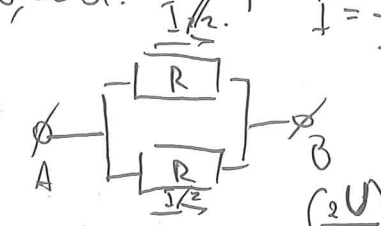
$\rho_l = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$

ЧЕРТОВИК

$S_{\text{сечения}} = \pi r^2 = \pi (0,3)^2 = \pi \cdot 0,09 = 0,09\pi$

$R = \frac{\rho l}{S} = \frac{1,1 l}{0,09\pi}$

$L = 2l$



$U_{AB} = 200\text{В}$

П.к. нормализован компм и

нормализован  $\Rightarrow R_0 = \frac{R}{2}$

$I_0 = \frac{U}{R_0} = \frac{2U}{R} = \frac{2U}{R}$

$I = \frac{U}{R} = \frac{2U}{2R}$

$\left(\frac{U}{R}\right)^2 \cdot R = \frac{U^2}{R} \Rightarrow \frac{2U^2}{R} = \dots$

$\frac{1510}{3190}$

$4 \mu/\text{мин} \Rightarrow 4 \text{ кг}/\text{мин.}$

$Q = Pt$

$m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = \frac{2U^2}{R} \cdot 60$

$4 \cdot 4200 \cdot (40 - 8,6) = \frac{2 \cdot 60 \cdot (200)^2}{R}$

$4 \cdot 4200 \cdot 31,4 R = 2 \cdot 60 \cdot 200 \cdot 200$

$42 \cdot 31,4 \cdot R = 60 \cdot 200$

$R = \frac{60 \cdot 200}{42 \cdot 31,4} = \frac{2000}{219,8}$

$\frac{1,1 l}{0,09\pi} = \frac{2000}{219,8}$

$1,1 l \cdot \frac{219,8}{0,09\pi} = 2000$

$1,1 l \cdot 77 = 9 \cdot 20$

ЕТР10  $l = \frac{18}{7,7}$

$R = \frac{U^2}{I^2} = \dots$

$100 = 25 \cdot \frac{31,4^2}{7} = \frac{15}{7} \cdot 70 + 28$

$219,8 \cdot 1314$

$\frac{21980}{2198} = \frac{1314}{70}$

$\frac{180}{154} = \frac{177}{2,337}$

$\frac{230}{231} = \frac{4}{5}$

$l = \frac{230}{590} = 2,337 \cdot 2 = 4,674 \approx 5 \text{ м.}$

24-22-08-48 (5.15)

$4265 \text{ тн} = 3190 \text{ тн} - 0,25 \cdot 250$

ЧИСТОВИК

58

$4265 \text{ тн} = 10 \cdot 14430 - 85000 + 250$

$4265 \text{ тн} = 59.640$

$t_k = 14^\circ\text{C}$

Ответ:  $t_k = 14^\circ\text{C}$

№4

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

$U_{AB} = 200\text{В}$

$N = 2$

$a = 4 \mu/\text{мин}$

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

$d = 0,6 \text{ мм}$

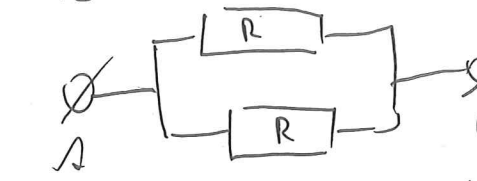
$\rho = 1,1 \frac{\text{Дж} \cdot \text{м}^3}{\text{м}^\circ\text{C}}$

$c = 4200 \text{ Дж}$

$\rho_l = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3 = 1 \text{ кг}/\text{л}$

$L = ?$

Презентация в виде резисторов



П.к. нормализован  $\parallel \Rightarrow R_0 = \frac{R}{2}$

$I_0 = \frac{U_{AB}}{R_0} = \frac{U}{\frac{R}{2}} = \frac{2U}{R}$

По 3. Джонд масса:

$P = \frac{U_{AB}^2}{R_0} = \frac{U^2}{\frac{R}{2}} = \frac{2U^2}{R}$

За 1 минуту протекает 4 литра

воды  $\Rightarrow m = \rho_l \cdot V = 4 \cdot 1 = 4 \text{ кг}$  воды.

Нагрев энергии необходимой для нагрева этой воды:

$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = 4200 \cdot 4 \cdot (40 - 8,6) = 4200 \cdot 4 \cdot 31,4 \text{ Дж.}$

$Q = 4200 \cdot 4 \cdot 31,4 \text{ Дж.}$

П.к. это  $4 \mu/\text{мин} \Rightarrow t = 60 \text{ сек.} \Rightarrow$

$\Rightarrow Pt = Q$

$\frac{2U^2}{R} \cdot 60 = 4200 \cdot 4 \cdot 31,4$

$\frac{U^2}{R} = 140 \cdot 31,4$

ЧИСТОВИК

$$R = \frac{v^2}{\omega \cdot 31,4} = \frac{200^2}{140 \cdot 31,4}$$

Сопротивление нагревательной нити вычисляется:

$$R = \frac{\rho l}{S} = \frac{\rho l}{\pi \frac{d^2}{4}} = \frac{4 \rho l}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 1,1 l}{\pi \cdot 0,009} \quad (\text{Пусть } \pi \approx 3,14)$$

Подставим в выражение.

$$\frac{4 \cdot 1,1 l}{0,009 \cdot 3,14} = \frac{200^2}{140 \cdot 31,4} \quad | \cdot 31,4$$

$$\frac{4,4 l}{0,028} = \frac{200^2}{140}$$

$$4,4 l = \frac{0,009 \cdot 200 \cdot 200}{140}$$

$$l = \frac{0,009 \cdot 200 \cdot 200}{4,4 \cdot 140} = \frac{180}{77} \approx 2,337$$

$$L = 2l = 2 \cdot 2,337 = 4,674 \approx 5 \text{ м}$$

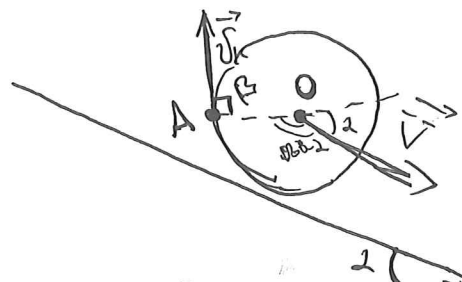
Ответ:  $l \approx 5 \text{ м}$ .

№5

$$\alpha = 30^\circ$$

$$v = 10 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$



Пусть  $\beta$  — угол между вектором скорости и касательной к траектории.

$$H_{\text{max}} = v_k^2 \cdot \sin^2 \beta$$

т.к.  $0 \leq \beta \leq 120^\circ \Rightarrow 0 \leq \sin \beta \leq 1 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  т.к.  $H_{\text{max}}$  должна быть максимальной из возможных, а

СТР4

№5

$$\alpha = 30^\circ$$

$$v = 10 \text{ м/с}$$

$$90^\circ - \alpha$$



М. Центр масс

$$H_{\text{max}} = v_y = g t_{\text{max}}$$

$$v_{0y} \sin \alpha = g t_{\text{max}}$$

$$H_{\text{max}} = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{g t_{\text{max}}^2}{2}$$

$$= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - g \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = \frac{2 \pi R}{g}$$

$$= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2 v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = \left[ \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} \right]$$

90-

$$\begin{array}{r} 4265 \\ 14 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 200 + 20 \\ 4265 \\ 14 \\ \hline 17060 \\ 4265 \\ \hline 59050 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3190 \\ 250 \\ \hline 3215 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \cdot 14430 \\ 3190 \cdot 14430 \\ \hline 319 \cdot 3215 \cdot 3215 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 59050 \\ 4265 \\ \hline 3215 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 59050 \\ 4265 \\ \hline 3215 \end{array}$$

$$10 \cdot 144300 - 25000 = 59050$$

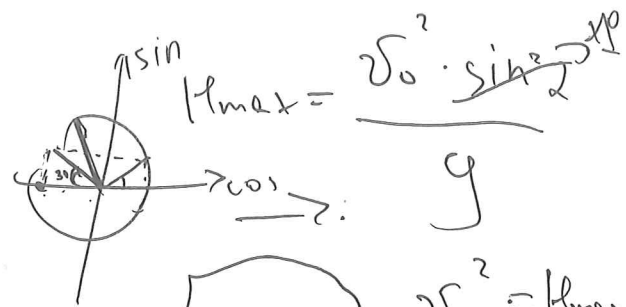
СТР5

Черновики

$\vec{V} = 10 \text{ м/с}$



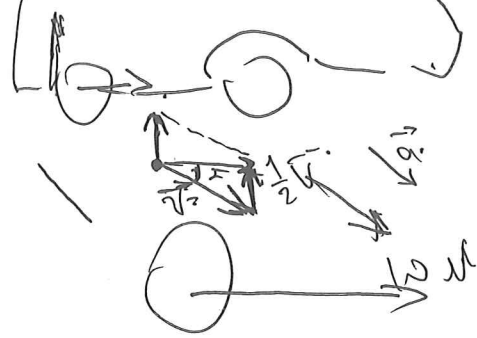
$F_1 \cdot \cos \alpha = F_2 \cdot \cos \beta$



$K_{\max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{g}$

$0 \leq \sin \beta \leq 1 \Rightarrow \Rightarrow \max \sin^2 \beta = 1 \Rightarrow$

$0,1 \cdot v_0^2 = K_{\max} \Rightarrow \Delta 90^\circ \text{ от точки}$



20 м/с

$v_k \cdot \cos 90^\circ = v \cdot \sin 30^\circ$

$N = F_1 \cdot \sin \alpha \quad v_{\text{кР}} = v$

$ma = F_T \cdot \sin \alpha$

$ka = mg \sin \alpha$

$a = g \cdot \sin \alpha = 10 \cdot \frac{1}{2} = 5 \text{ м/с}^2$

$2 \pi R = 10$

$\pi R = 5$

$R = \frac{\pi}{5}$



$v_{\text{абс}} = v_{\text{эфр}} = v_k + v$

$\frac{10}{20} = N$

СТР 8

ИСТОВИКИ

$K_{\max}$  пропорционально  $\sin \beta \Rightarrow \Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow \sin^2 \beta = 1. \Rightarrow \text{в точке A} \Rightarrow$

$\Rightarrow K_{\max} = \frac{v_k^2 \cdot 1}{g} = 0,1 \cdot v_k^2$

Необходимо найти  $v_k$ .

Точка O это мгновенный центр скоростей.  $\Rightarrow$

Запишем ур-ние "Палочки" для AO:

$v_k \cdot \sin \beta = \vec{v} \cdot \sin(180^\circ - \alpha)$

$v_k \cdot 1 = \vec{v} \cdot \frac{1}{2}$

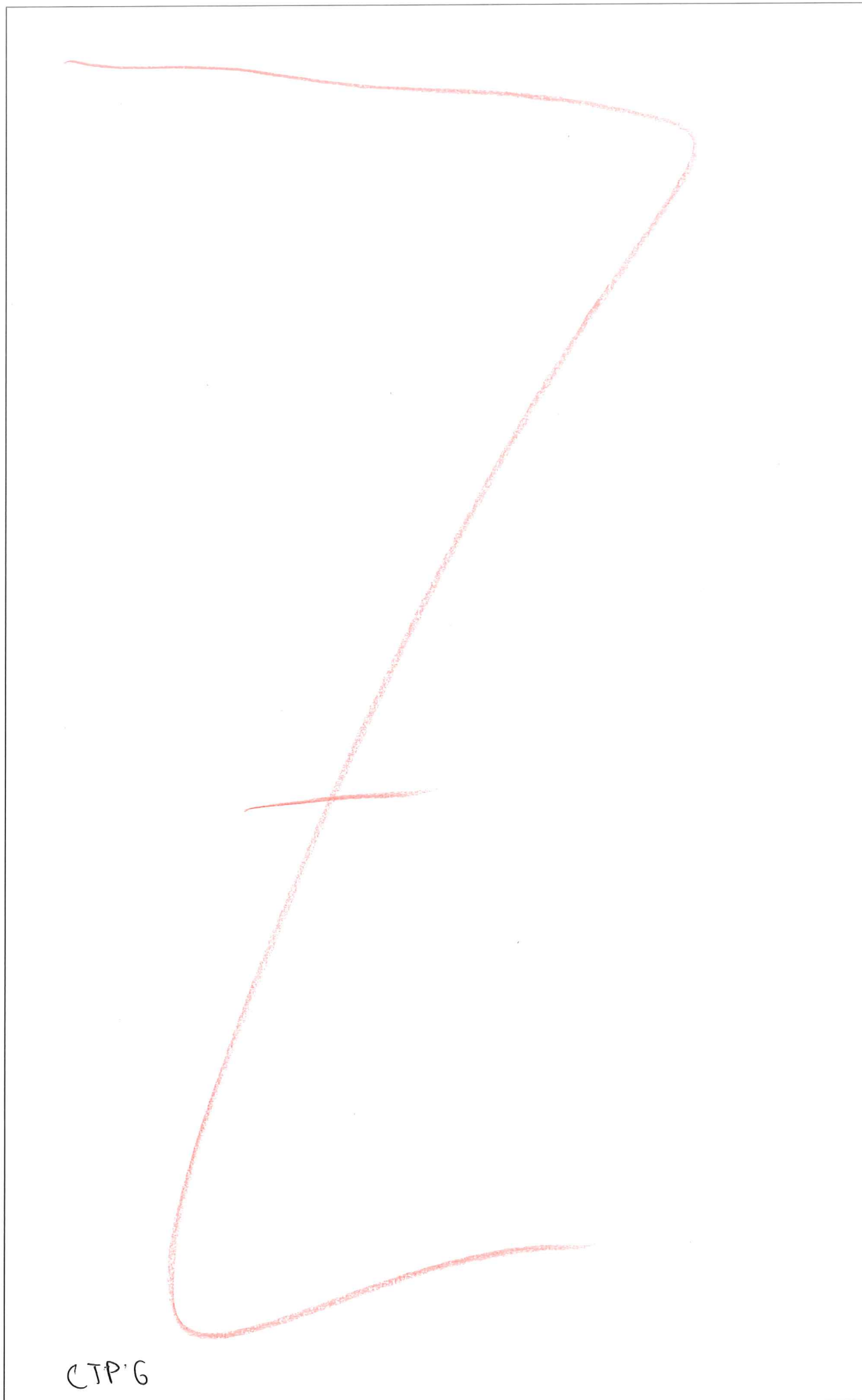
$v_k = \frac{\vec{v}}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ м/с}$

$K_{\max} = v_k^2 \cdot 0,1 = 5^2 \cdot 0,1 = 25 \cdot 0,1 = 2,5 \text{ м}$

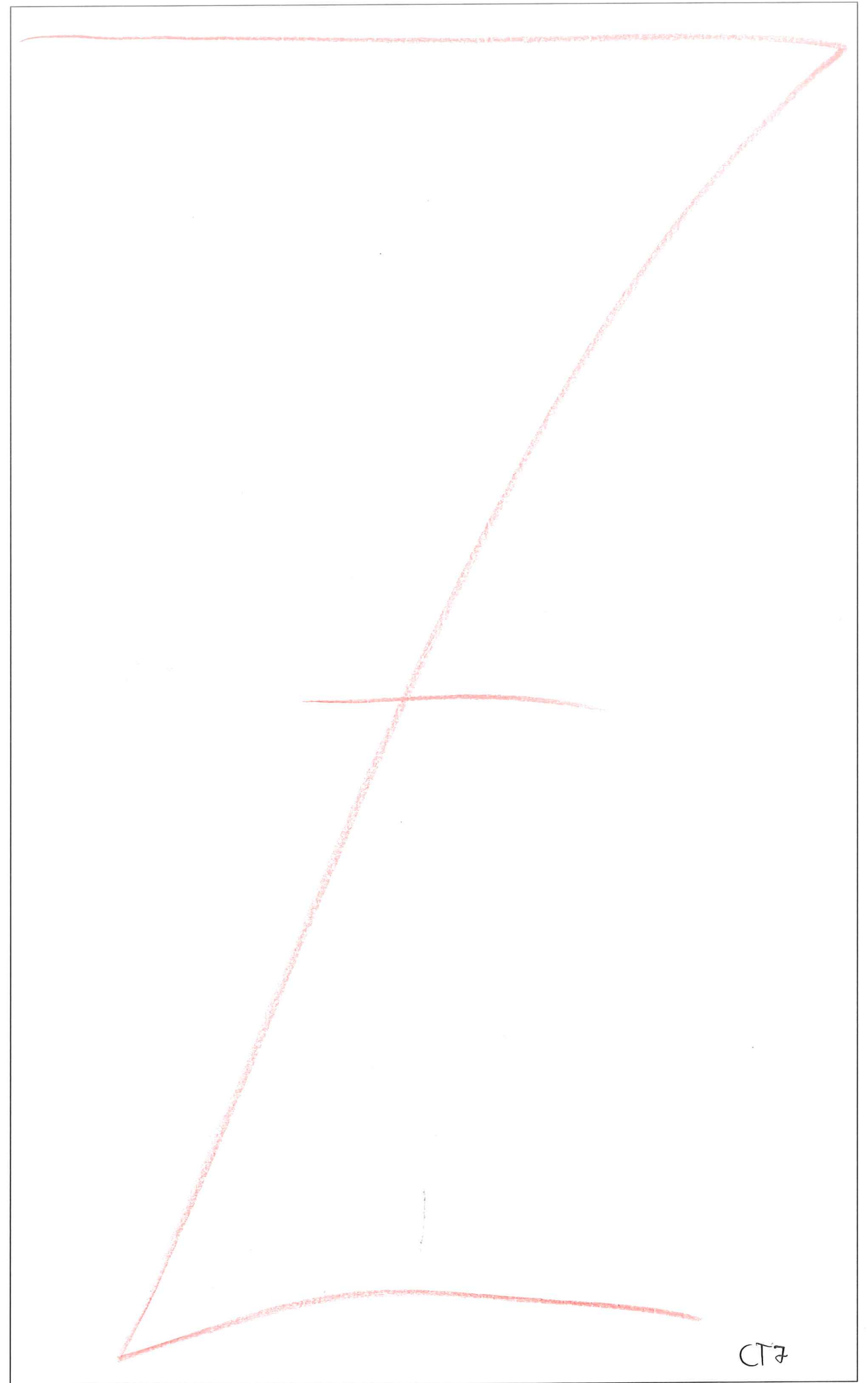
Ответ:  $K_{\max} = 2,5 \text{ м}$

17

СТР 5



СТР 6



СТР 7