

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения 2. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

ПО физике
профиль олимпиады

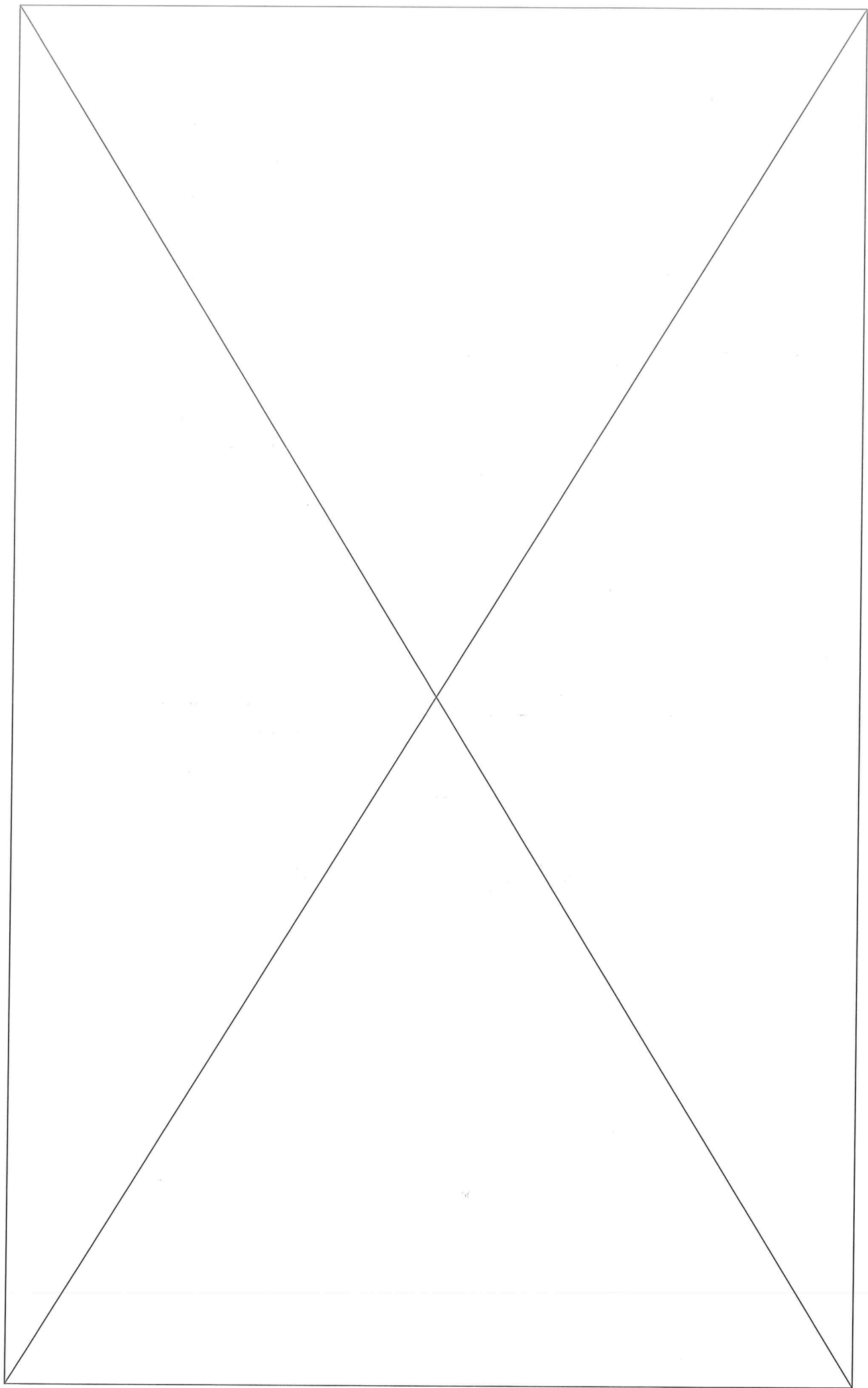
Аксимова Вероника Евгеньевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

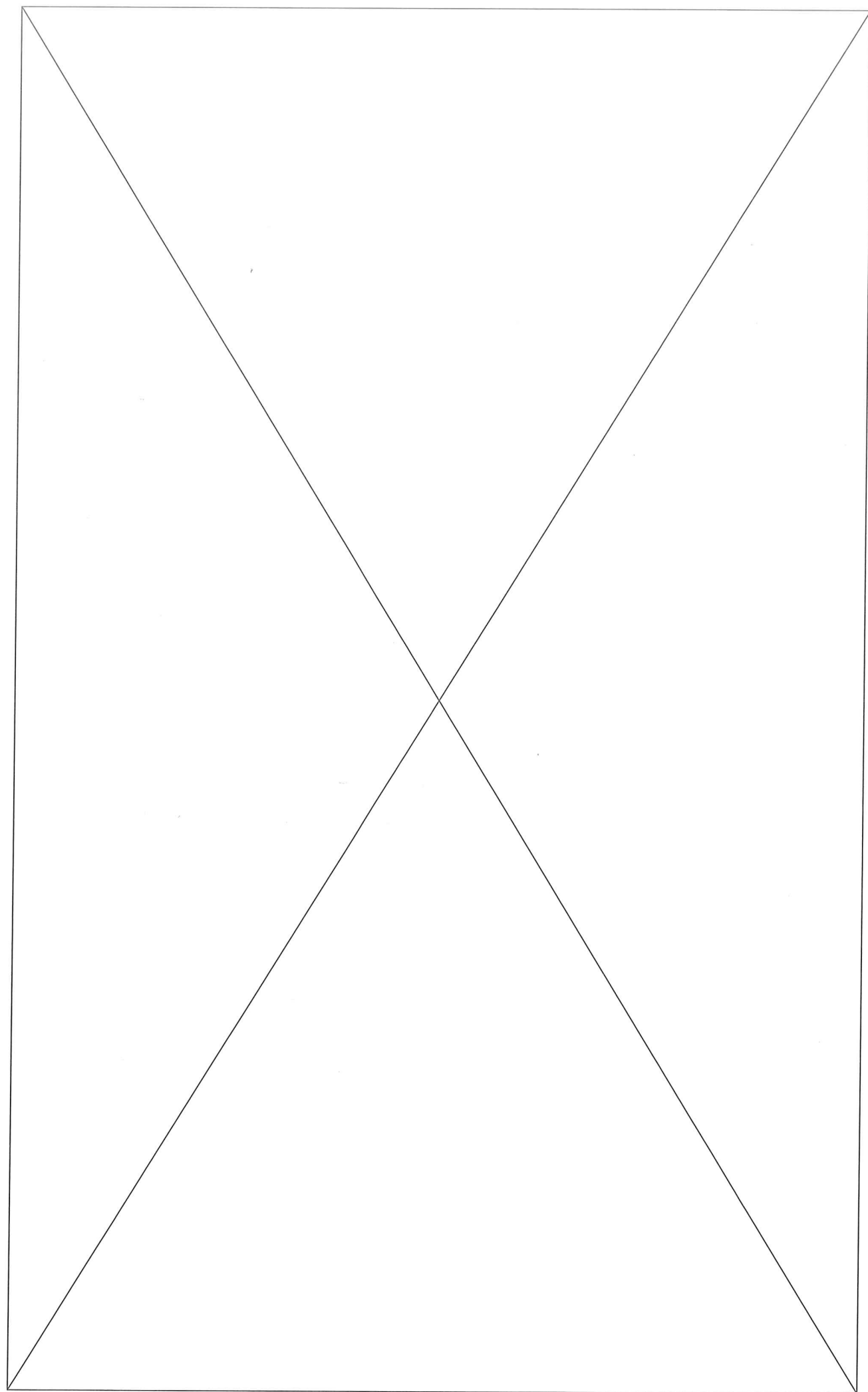
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

AB



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик

CO волка

на него элимент

CO забия

$\cos 60 = \frac{1}{2}$
 $\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $\cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $\cos 0 = 1$
 $\cos 90 = 0$
 $\sin 90 = 1$

$\frac{24}{24} = \frac{96}{48} = \frac{576}{576}$
 $\frac{25}{25} = \frac{125}{50} = \frac{625}{576} = \frac{1201}{1201}$
 $\frac{42}{40} = \frac{84}{80}$
 $\frac{2}{2} = \frac{84}{420}$

$\sqrt{25^2 + 24^2} - 2 \cos \alpha \cdot 24 \cdot 25$
 $100 \text{ см}^3 = \frac{100}{1000000} = \frac{1}{10000}$

$F_{\text{об}} = \rho_{\text{ж}} g \frac{V}{2}$
 $F_{\text{ам}} = \rho_{\text{м}} g \frac{V}{2}$
 $(m+m')g = \frac{\rho_{\text{ж}} V}{2} (\rho_{\text{ж}} + \rho_{\text{м}}) = \rho_{\text{ж}} (m + \rho_{\text{м}} \frac{V}{\rho_{\text{ж}}}) g$
 $V(\rho_{\text{ж}} + \rho_{\text{м}}) = 2m g + \rho_{\text{ж}} V g$
 $V = \frac{2m(\rho_{\text{ж}} + \rho_{\text{м}}) - 2m \rho_{\text{ж}}}{2 \rho_{\text{ж}} \rho_{\text{м}}} = \frac{1}{1000 \cdot (1000 + 920)} - \frac{2 \cdot 20 \cdot 1000}{2 \cdot 920 \cdot 1000}$
 $= \frac{192 - 40}{1000 \cdot 2 \cdot 920} = \frac{152}{2000 \cdot 920}$
 $M = ?$
 $\rho_{\text{ж}} = 920 \text{ кг/м}^3$
 $\rho_{\text{в}} = 1 \text{ т/м}^3$
 $(M+m)g = \rho_{\text{ж}} g \frac{V}{2} + \rho_{\text{в}} g \frac{V}{2}$
 $M = (\rho_{\text{ж}} + \rho_{\text{в}}) \frac{V}{2} - m = (920 + 1) \frac{152}{2 \cdot 2000} - 20 = \frac{192}{2} - 20 = 76 \text{ г}$

74-18-32-69 (5,16)

85
 18
 18
 9
 20
 20

Чистовик

Дано:
 $\omega = 25 \text{ см/с}$
 $R = 30 \text{ м}$
 $u_2 = 24 \text{ см/с}$
 Найти:
 $L = ?$

Решение:
 Заметим, что после того, как зайц пробежит I круг, расстояние между волком и зайцем будет постоянным. Это значит, что волк движется по той же траектории, что и зайц, т.е. по окружности радиусом r и с центром в той же точке, что и у зайца (см рис). Также зайц пробегает свою окр. за то же время, что и волк - это длина окружностей: $2\pi R$ и $2\pi r \Rightarrow$
 $\frac{2\pi R}{\omega} = \frac{2\pi r}{u_2} \Rightarrow r = \frac{R u_2}{\omega}$
 Заметим, что направление движения волка касается $\omega_2 \Rightarrow$ Степень Т. А отн. $\omega_2 = AC^2 = AB^2 - OB^2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow T.K. AC = L \Rightarrow L^2 = R^2 - r^2 = R^2 - \frac{R^2 u_2^2}{\omega^2} = R^2 \left(\frac{\omega^2 - u_2^2}{\omega^2} \right) \Rightarrow L = \frac{R}{\omega} \cdot \sqrt{\omega^2 - u_2^2} =$
 $= \frac{30}{25} \cdot \sqrt{25^2 - 24^2} = \frac{42}{5} \text{ м} = 8,4 \text{ м}$
 Ответ: 8,4 м

Дано:
 $V = 100 \text{ см}^3$
 $m = 20 \text{ г}$
 $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$
 $\rho_{\text{ж}} = 920 \text{ кг/м}^3$
 Найти:
 $M = ?$

Решение:
 $\rho_{\text{ж}} = 920 \text{ кг/м}^3 = 0,92 \text{ т/м}^3$
 $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3 = 1 \text{ т/м}^3$
 M - масса песка нулево добавляет
 Расставим силы (см рис).
 Запишем условие равновесия шарика:
 $(m+M)g = F_a + F_{\text{об}}$
 $F_a = \rho_{\text{ж}} g \frac{V}{2} + \rho_{\text{в}} g \frac{V}{2}$
 $\Rightarrow (m+M)g = \frac{V}{2} g (\rho_{\text{ж}} + \rho_{\text{в}}) \Rightarrow M = \frac{V(\rho_{\text{ж}} + \rho_{\text{в}})}{2} - m =$
 $= \frac{100(1 + 0,92)}{2} - 20 = \frac{192}{2} - 20 = 76 \text{ г}$
 Ответ: 76 г

Дано:
 $\alpha = 30^\circ$
 $v = 10 \text{ м/с}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 Найти:
 $h_{\text{max}} = ?$

Решение:
 $h_{\text{max}} = \frac{v^2 \sin^2(\beta - \alpha)}{2g} = \frac{v^2 \sin^2(\beta - \alpha)}{2g}$
 Заметим, что v и g - const \Rightarrow нужен макс $\sin^2(\beta - \alpha)$. Он макс = 1 \Rightarrow Макс достигается при $\sin(\beta - \alpha) = 1 \Rightarrow \beta - \alpha = 90^\circ \Rightarrow$
 $\Rightarrow \beta = \alpha + 90^\circ = 30^\circ + 90^\circ = 120^\circ$. Эта ситуация возможна \Rightarrow при ней получим $h_{\text{max}} \Rightarrow h_{\text{max}} = \frac{v^2 \sin^2(120^\circ - 30^\circ)}{2g} = \frac{10^2 \cdot 1^2}{2 \cdot 10} = 5 \text{ м}$
 Ответ: 5 м

Чистовик

Дано:
 $m_p = 5002$
 $m_1 = 3002$
 $t_1 = 90^\circ\text{C}$
 $t_3 = 5^\circ\text{C}$
 $m_3 = 4002$
 $m_2 = 2502$
 $t_2 = -10^\circ\text{C}$

$c_p = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$
 $c_l = 100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$
 $c_B = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$
 $\lambda = 3400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$

Найти:
 $t = ?$

Решение:

Запишем условие теплового баланса, когда дуть добавили m_3 воды при температуре t_3 . Пусть получим T — температура:

$$(c_B m_1 + c_p m_p)(t_1 - T) + c_B m_3(t_3 - T) = 0$$

$$T(c_B m_3 + c_B m_1 + c_p m_p) = c_B m_3 t_3 + t_1(c_B m_1 + c_p m_p)$$

Теперь УТБ, когда добавили лёд. Получим t — температура

$$(c_B(m_1 + m_3) + c_p m_p)(T - t) + \lambda m_2 + c_l m_2(t_2 - 0) = 0$$

$$t(c_B(m_1 + m_3) + c_p m_p + c_B m_2) = (c_B(m_1 + m_3) + c_p m_p) T + \lambda m_2 + c_l m_2 t_2$$

$$\Rightarrow t = \frac{(c_B(m_1 + m_3) + c_p m_p) T + \lambda m_2 + c_l m_2 t_2}{c_B(m_1 + m_3 + m_2) + c_p m_p}$$

$$= \frac{c_B m_3 t_3 + t_1(c_B m_1 + c_p m_p) + \lambda m_2 + c_l m_2 t_2}{c_B(m_1 + m_2 + m_3) + c_p m_p}$$

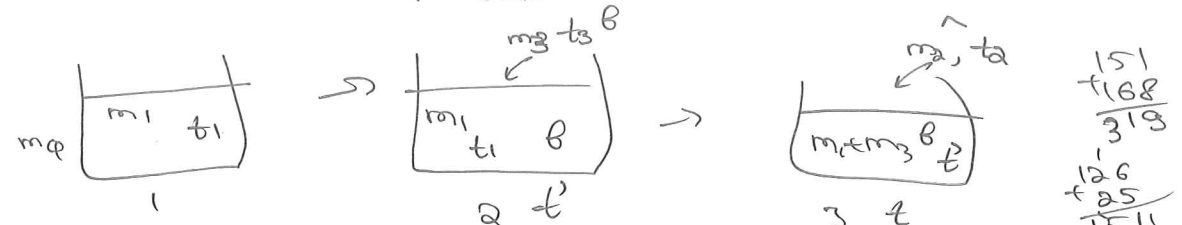
$$= \frac{4200 \cdot 0,4 \cdot 5 + 90(4200 \cdot 0,3 + 500 \cdot 0,5) + 340000 \cdot 0,25 + 2100 \cdot 0,25 \cdot 10}{4200(0,3 + 0,25 + 0,4) + 500 \cdot 0,5}$$

$$= \frac{8400 + 90(1260 + 250) + 85000 + 5250}{42(30 + 25 + 40) + 50 \cdot 5}$$

$$= \frac{8400 + 90 \cdot 1510 + 25 \cdot 3190}{42 \cdot 95 + 250} = \frac{14430 + 85 \cdot 3190}{4240} = \frac{3418}{424} \approx 22,2^\circ\text{C}$$

Ответ: $22,2^\circ\text{C}$

Черновик



УТБ: $c_B m_1(t_1 - t) + c_p m_p(t_1 - t) = c_B m_3(t - t_3)$

$$\begin{cases} c_B m_1(t_1 - t) + c_p m_p(t_1 - t) = c_B m_3(t - t_3) \\ c_B(m_1 + m_3)(t - t) + c_p m_p(t - t) = c_l m_2(t - t_2) + \lambda m_2 + c_B m_2(t - t_2) \end{cases}$$

$$t = \frac{(c_B m_1 + c_p m_p) t_1 + c_B m_3 t_3}{c_B m_3 + c_p m_p + c_B m_1} = \frac{(4200 \cdot 0,3 + 500 \cdot 0,5) \cdot 90 + 4200 \cdot 5 \cdot 0,4}{4200 \cdot 0,4 + 500 \cdot 0,5 + 4200 \cdot 0,3}$$

$$= \frac{(1260 + 250) \cdot 90 + 840}{1680 + 250 + 1260} = \frac{14430}{3190}$$

$$t = \frac{c_B(m_1 + m_3)t - c_p m_p t + c_l m_2 t_2 + \lambda m_2}{c_B m_2 + c_p m_p + c_B(m_1 + m_3)}$$

$$= \frac{(4200(0,3 + 0,4) - 500 \cdot 0,5) \cdot \frac{14430}{3190} + 2100 \cdot 0,25 \cdot 10 - 340000 \cdot 0,25}{4200(0,3 + 0,25 + 0,4) + 500 \cdot 0,5}$$

$$= \frac{2690 \cdot \frac{14430}{3190} - 3250 + 5250}{42(70 + 25) + 250} = \frac{2690 \cdot 4,5235 - 3250 + 5250}{42 \cdot 95 + 250}$$

$$= \frac{12168,715 - 3250 + 5250}{4240} = \frac{14168,715}{4240} \approx 33,4^\circ\text{C}$$

$$= \frac{2690 \cdot 1443 - 1375 \cdot 319}{4240} = \frac{388167 - 438625}{4240} = \frac{135256}{4240} \approx 31,9^\circ\text{C}$$

$$= \frac{1375 \cdot 319}{4240} = \frac{438625}{4240} \approx 103,4^\circ\text{C}$$



Черновик

$$R = \frac{\rho L}{S}$$

Pt

$$P = UI \quad U = IR$$

$$l = \frac{L}{N}$$

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

$$R = \frac{\rho L}{S} = \frac{\rho L}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4\rho L}{\pi d^2}$$

$$l = 9 \mu m^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2 \cdot \pi d^2}{4\rho L}$$

$$P \tau = C_0 \alpha \tau \rho_0 (t_2 - t_1)$$

$$\frac{U^2 \pi d^2}{4\rho L} = C_0 \alpha \rho_0 (t_2 - t_1)$$

$$L = \frac{U^2 \pi d^2}{4 C_0 \alpha \rho_0 (t_2 - t_1)}$$

$$= \frac{2 \cdot 200^2 \cdot \pi \cdot 0,6^2 \cdot 4}{4 \cdot 1,1 \cdot 4200 \cdot \frac{4}{1000} \cdot 1000 (40 - 8,6)} = \frac{14400 \pi}{18480 \cdot 3,14} =$$

$$(200 \cdot 0,6)^2 = 120^2$$

$$\frac{120}{24} = 5$$

$$\frac{40,6}{8,6} = 4,7$$

$$\frac{44}{88} = 0,5$$

$$\frac{42}{168} = 0,25$$

$$\frac{120^2 \cdot 3,14}{4 \cdot 4200 \cdot 4} = \frac{14400 \pi}{14400}$$

$$\frac{1848}{9240} = 0,2$$

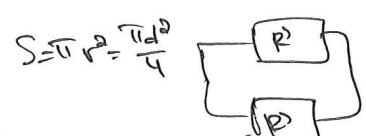
$$d_{\text{из}} = \frac{0,6 \cdot \text{мм}^3 \cdot \text{м}}{\text{м} \cdot \text{мм}^2}$$

$$S \leftarrow \text{мм}^2$$

$$\frac{2 U^2 \cdot \pi d^2 \cdot N}{4 \cdot \rho \cdot C_0 \alpha \rho_0 (t_2 - t_1)} = \frac{2 \cdot 200^2 \cdot \pi \cdot 0,6^2 \cdot 4 \cdot 3,14}{4 \cdot 1,1 \cdot 4200 \cdot \frac{4}{1000} \cdot 1000 \cdot 3,14 \cdot 1000}$$

$$\frac{3400 + 210}{3610 \cdot 25} = 0,003$$

$$0,6 \text{ мм} = \frac{0,6}{1000} \text{ м} = \frac{6}{10000} \text{ м}$$



$$R = \frac{\rho L}{S}$$

$$P \tau = C_0 \alpha \tau \rho_0 (t_2 - t_1) = \frac{U^2 \pi d^2}{4\rho L}$$

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2 \cdot N}{R} = \frac{U^2 \cdot S \cdot N}{\rho L}$$

$$L = \frac{U^2 \pi d^2}{4\rho C_0 \alpha \rho_0 (t_2 - t_1)} = \frac{U^2 \pi d^2 \cdot N}{4\rho C_0 \alpha \rho_0 (t_2 - t_1)}$$

$$= \frac{200^2 \cdot 3,14 \cdot 0,6^2}{4 \cdot 1,1 \cdot 4200 \cdot \frac{4}{1000} \cdot 1000 \cdot 3,14} = \frac{120^2 \cdot 3,14}{4200 \cdot 4 \cdot 11} = \frac{36}{42 \cdot 11} = \frac{6}{77} \text{ м}$$

74-18-32-69 (5.16)

Чистовик

Дано:

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

$$U = 200 \text{ В}$$

$$N = 2$$

$$\alpha = 4 \text{ н/мм}$$

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

$$d = 0,6 \text{ мм}$$

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

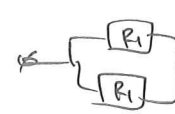
$$C = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{C}}$$

$$\rho_0 = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Найти:

L - ?

Решение:



$$\alpha = 4 \text{ н/мм} = \frac{4}{1000} \text{ м}^3/\text{с}$$

Пусть R - общее сопротивление этой системы $\Rightarrow R = \frac{R_1}{N}$

R - мощность системы $\Rightarrow P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2 N}{R_1}$

П.к L - общая длина проволоки \Rightarrow длина каждой катушки $= l = \frac{L}{N}$ (равные длины).

$R_1 = \frac{\rho l}{S}$, где S - площадь сечения проволоки \Rightarrow П.к d - её диаметр $\Rightarrow S = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow R_1 = \frac{\rho l \cdot 4}{\pi d^2} = \frac{\rho \cdot L \cdot 4}{N \pi d^2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow P = \frac{U^2 N^2 \cdot \pi d^2}{4 \rho L}$$

Запишем уравнение теплового баланса происходящего. Пусть прошло время $\tau \Rightarrow$ добавилось $\alpha \tau$ воды $\Rightarrow P \tau = c m (t_2 - t_1)$, где m - масса добавленной воды $\Rightarrow m = \alpha \tau \rho_0 \Rightarrow P \tau = c \alpha \tau \rho_0 (t_2 - t_1) \Rightarrow P = C_0 \alpha \rho_0 (t_2 - t_1) \Rightarrow$

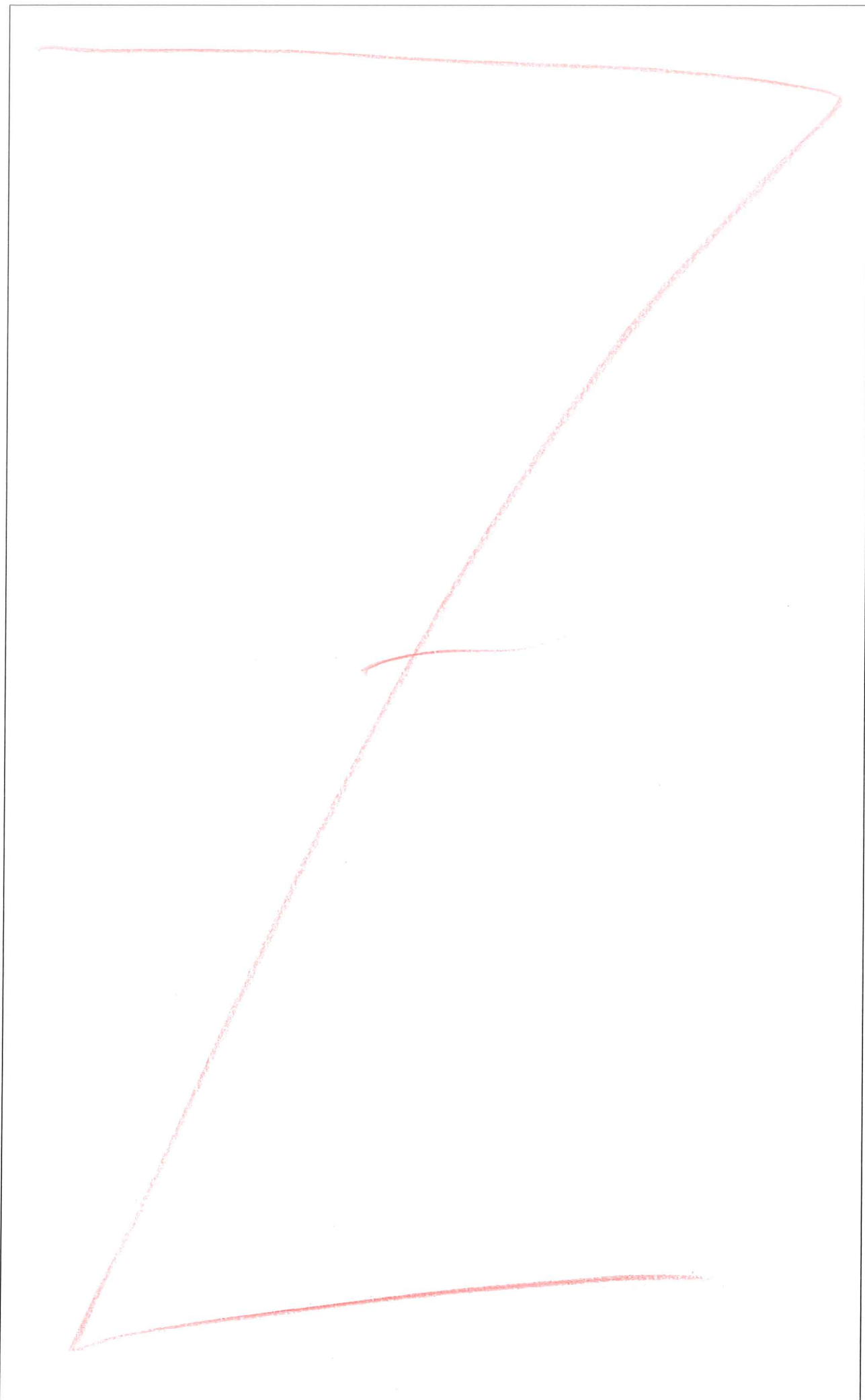
$$\Rightarrow \frac{U^2 N^2 \cdot \pi d^2}{4 \rho L} = C_0 \alpha \rho_0 (t_2 - t_1) \Rightarrow L = \frac{U^2 N^2 \cdot \pi d^2}{4 \rho C_0 \alpha \rho_0 (t_2 - t_1)}$$

$$= \frac{200^2 \cdot 2^2 \cdot 3,14 \cdot 0,6^2}{4 \cdot 1,1 \cdot 4200 \cdot \frac{4}{1000} \cdot 1000 (40 - 8,6)} = \frac{(200 \cdot 0,6)^2 \cdot 3,14}{1,1 \cdot 4200 \cdot 4 \cdot 3,14} =$$

$$= \frac{120^2 \cdot 3,14}{11 \cdot 4200 \cdot 4 \cdot 3,14} = \frac{6}{77} \text{ м}$$

Ответ: $\frac{6}{77} \text{ м}$

~~н/мм \rightarrow м³/с \rightarrow нет формула кинематическая \rightarrow неверно~~



Чертовик

$$H = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$L = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$\cos 60 = \frac{1}{2}$
 $\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $\sin 30 = \frac{1}{2} \Rightarrow \sin 90 = 1$

$\alpha = 30^\circ$

$$H_{\max} = \frac{v^2 \sin^2(\alpha - 30^\circ)}{2g} = \frac{v^2}{2g} = \frac{10^2}{2 \cdot 10} = 5 \text{ м}$$

$\alpha + 30^\circ$

$\frac{319}{28} \cdot \frac{17}{4}$
 $\frac{319}{26} \cdot \frac{13}{2}$
 $\frac{319}{17} \cdot \frac{17}{1}$
 $\frac{319}{28} \cdot \frac{11}{29}$

$\frac{1443}{116} \cdot \frac{29}{4}$
 $\frac{1443}{283}$

$\frac{2690 \cdot 1443}{319} = 325$
 $\frac{2690 \cdot 1443}{319} = 484$
 $\frac{2690 \cdot 1443}{319} = 803$
 $\frac{2690 \cdot 1443}{319} = 144$

$\frac{2TR'}{u} = \frac{2TR}{u} \Rightarrow R' = \frac{u}{2} R = \frac{24 \cdot 30^6}{255} = \frac{144}{5} \text{ м}$

$x^2 = R^2 - R'^2 = 150^2 - 144^2 = 5 \cdot 6^2 = 180$
 $x = \sqrt{180} = 6\sqrt{5}$

$2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 9 = 2 \cdot 3 \cdot 7 = 42$
 $\frac{150}{144} \cdot \frac{150}{144}$
 $\frac{294}{27} \cdot \frac{13}{24}$
 $\frac{150}{18} \cdot \frac{13}{49}$
 $\frac{150}{36} \cdot \frac{13}{389}$

$150^2 - 6^2 = 144 \cdot 156$
 $150 + 144 \cdot 2 = 4308$

$(R - r) \cdot (R + 2r) = 6 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 = 72$

$\frac{35}{22} + \frac{190}{380} + \frac{250}{4240}$
 $\frac{319}{25} + \frac{1595}{638} + \frac{2075}{1443} = 9418$

Черновик

$$\frac{2690 \cdot 1443 - 325 \cdot 319}{424 \cdot 319} =$$

$$\begin{cases} (C_0 m_1 + C_0 m_2) (t_1 - T) + C_0 m_3 (t_3 - T) = 0 \\ (C_0 (m_1 + m_2) + C_0 m_3) (T - t) + C_0 m_2 (0 - t) + C_0 m_2 (t_2 - 0) + \lambda m_2 = 0 \end{cases}$$

$$T = \frac{t_1 (C_0 m_1 + C_0 m_2) + C_0 m_3 t_3}{C_0 m_1 + C_0 m_2 + C_0 m_3} = \frac{90(4200 \cdot 0,3 + 500 \cdot 0,5) + 4200 \cdot 0,4}{4200 \cdot 0,3 + 500 \cdot 0,5 + 4200 \cdot 0,4}$$

$$= \frac{9 \cdot (126 + 25) + 84}{29,4 + 2,5} = \frac{1443}{31,9} = \frac{14430}{319}$$

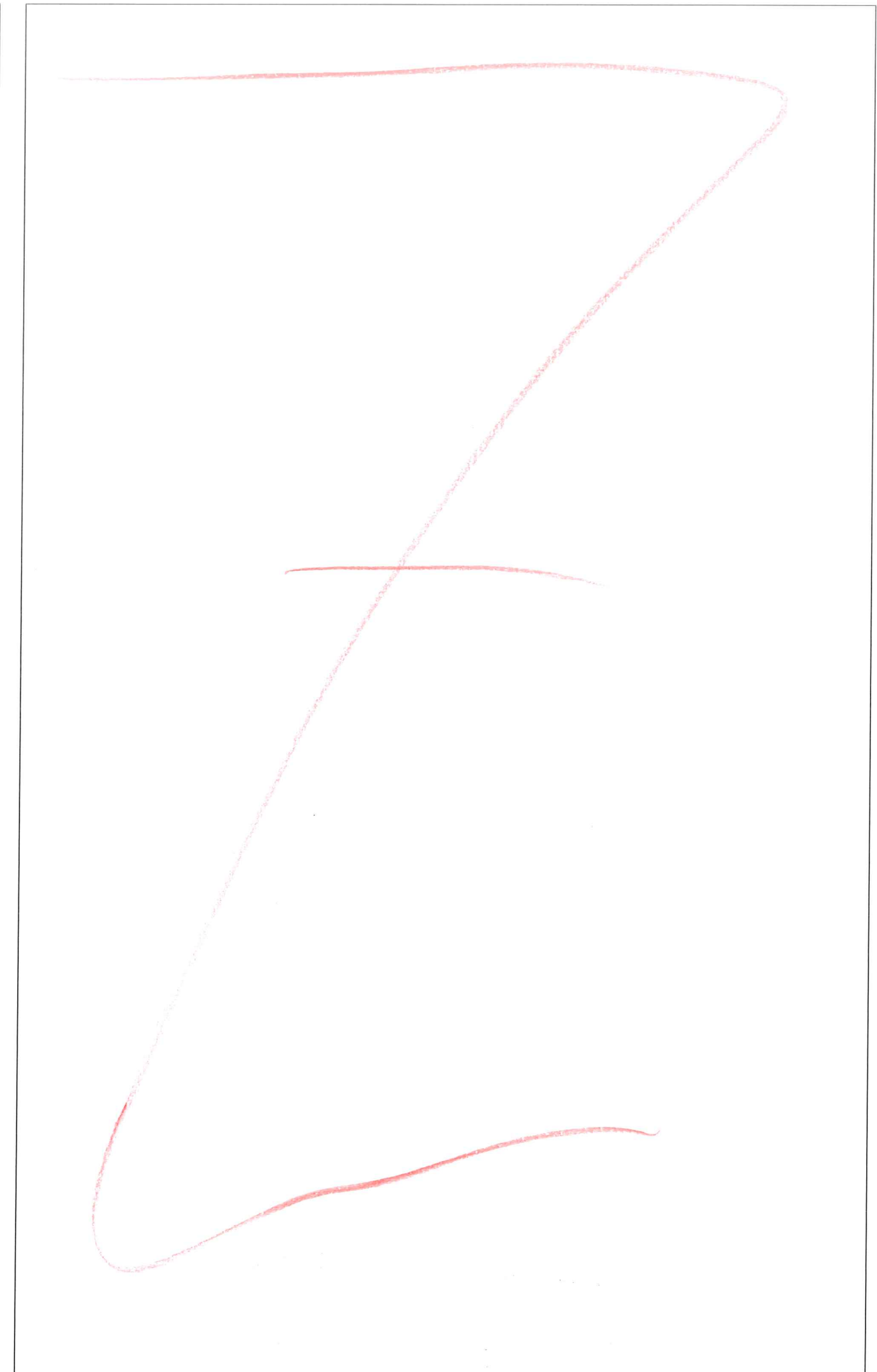
$$t = \frac{T(C_0(m_1 + m_2) + C_0 m_3) + C_0 m_2 t_2 + \lambda m_2}{C_0(m_1 + m_2 + m_3) + C_0 m_3} = \frac{14430 - 5250 + 8500 \cdot 0,5}{4200(0,3 + 0,25 + 0,4) + 500 \cdot 0,5}$$

$$= \frac{14430 - 5250 + 4250}{3990 + 250} = \frac{4880}{4240} = \frac{39}{212} \approx 0,18$$

$$\frac{14430 + 3250}{4240} = \frac{17680}{4240} = \frac{442}{106} = \frac{221}{53} \approx 4,17$$

Handwritten calculations and diagrams follow, including various arithmetic steps and a large red scribble on the right side of the page.

74-18-32-69
(5.16)





Черновик

$R = \frac{R_1}{N} = \frac{S L}{S N} = \frac{P L \cdot 4}{\pi d^2 \cdot N}$

$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2 \cdot N^2 \cdot \pi d^2}{4 S L}$

$P T = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = c (t_2 - t_1) \cdot \rho_0 \cdot \alpha T$

$\frac{U^2 N^2 \pi d^2}{4 S L} = c (t_2 - t_1) \rho_0 \alpha \Rightarrow L = \frac{U^2 N^2 \pi d^2}{4 S c (t_2 - t_1) \rho_0 \alpha} =$

$= \frac{200^2 \cdot 8^2 \cdot 3,14 \cdot 0,6^2}{11 \cdot 1,4 \cdot 200 \cdot (40 - 8,6) \cdot 1000 \cdot \frac{4}{1000}} = \frac{200^2 \cdot 0,6^2 \cdot \pi}{11 \cdot 8,14 \cdot 4000 \cdot 4} =$

$= \frac{6 \cdot 12 \cdot 100}{11 \cdot 4 \cdot 4000} = \frac{6}{77} \text{ м}$

$600 \mid 77$

$11 \cdot 31,4 =$

$= 11 \cdot 3,14$

$\frac{11 \cdot 314}{10 \cdot 10} = \frac{11 \cdot 314}{100} \text{ (в)}$