



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов“
наименование олимпиады

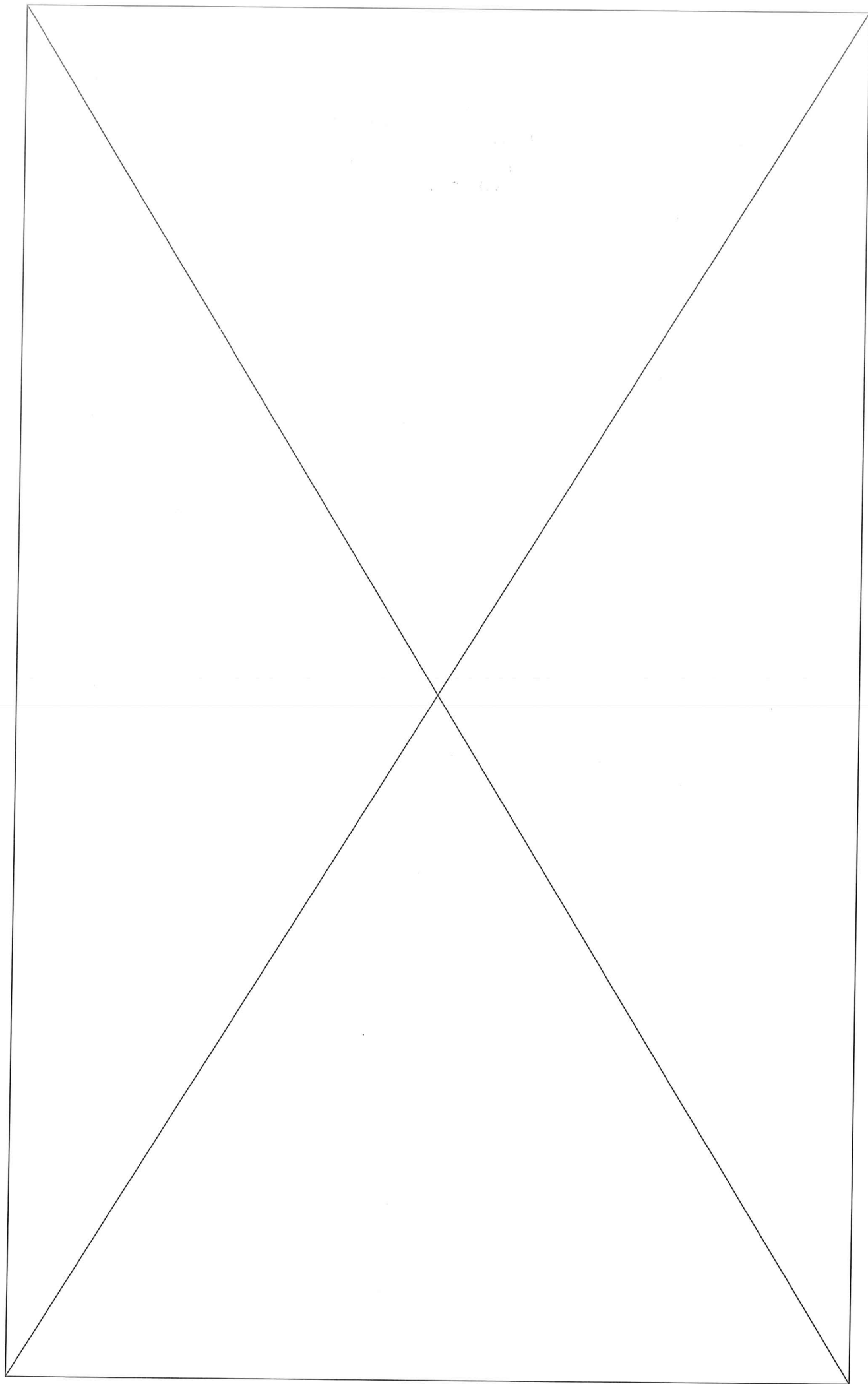
по физике
профиль олимпиады

Амировой Виктории Евгеньевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

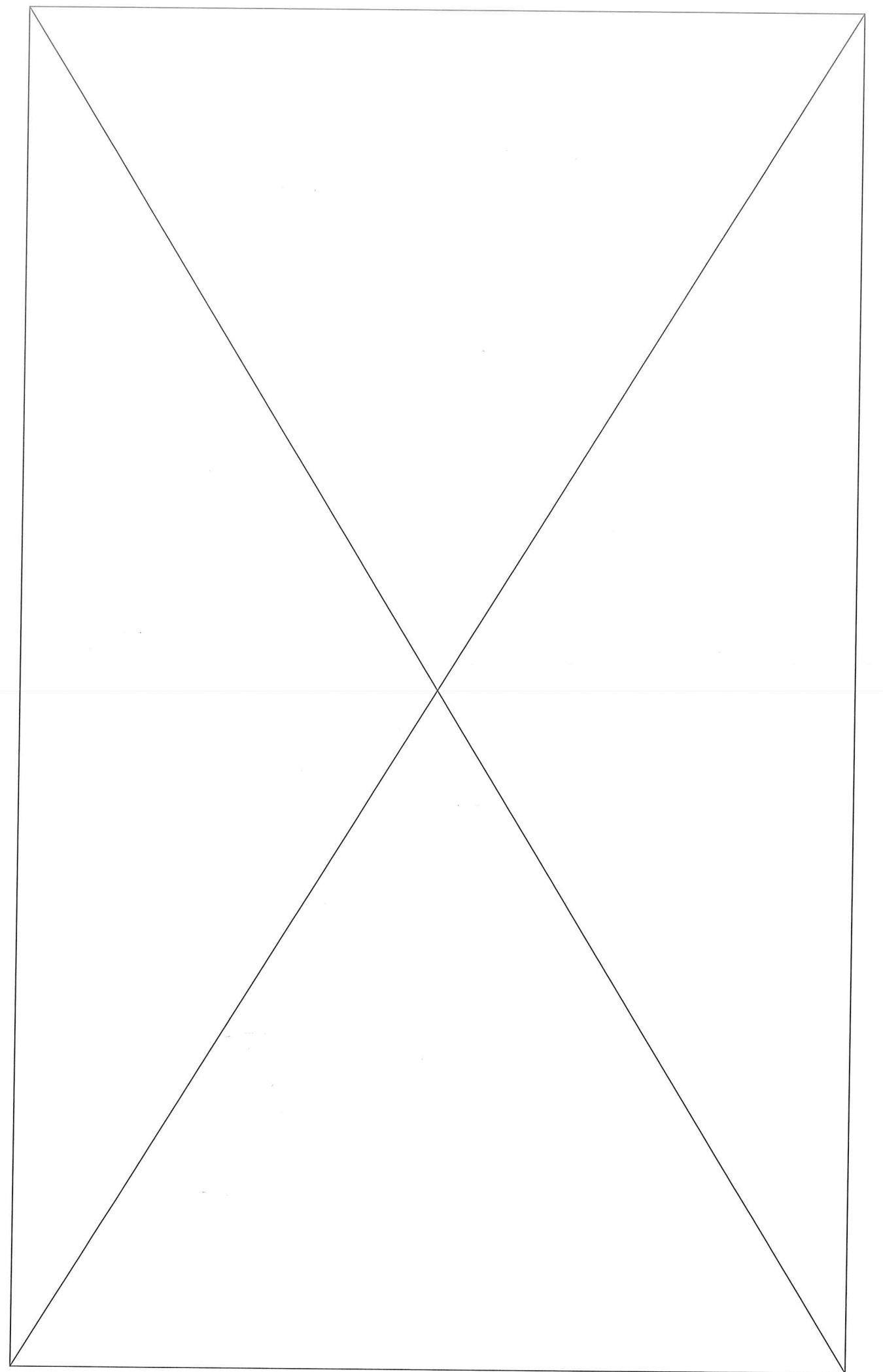
Вопросы 16:02 АВ
Приказы 16:06 АВ

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника
АВ



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Чистовик

№3 Решение:

- $m_{op} = 500г$
- $m_1 = 300г$
- $t_1 = 90^\circ C$
- $m_3 = 400г$
- $t_3 = 5^\circ C$
- $m_2 = 250г$
- $t_2 = -10^\circ C$
- $c_p = 500 Дж/кг \cdot ^\circ C$
- $c_1 = 2100 Дж/кг \cdot ^\circ C$
- $c_3 = 4200 Дж/кг \cdot ^\circ C$
- $\lambda = 3400 Дж/м \cdot ^\circ C$

1. Запишем уравнение теплового баланса (когда влием m_3 г. воды).
 Пусть T_1 - получившаяся темпер.
 $(m_{op} c_p + m_1 c_1)(t_1 - T_1) = m_3 c_3 (T_1 - t_3)$
 $(m_{op} c_p + m_1 c_1) t_1 - T_1 (m_{op} c_p + m_1 c_1) = m_3 c_3 T_1 - m_3 c_3 t_3$
 $T_1 = \frac{m_{op} c_p t_1 + m_1 c_1 t_1 + m_3 c_3 t_3}{m_{op} c_p + m_1 c_1 + m_3 c_3}$

2. Запишем уравн. тепл. баланса, когда инициум лёд (получившаяся темпер T_0).

Итак:
 $T_0 = ?$
 $(m_{op} c_p + m_1 c_1 + m_3 c_3)(T_1 - T_0) = c_1 m_2 |t_2| + \lambda m_2 + m_2 c_3 T_0$

$$T_0 = \frac{T_1 m_{op} c_p + T_1 m_1 c_1 + T_1 m_3 c_3 - c_1 m_2 |t_2| - \lambda m_2}{m_{op} c_p + m_1 c_1 + m_3 c_3 + m_2 c_3}$$

$$T_1 = \frac{0,5 \cdot 500 \cdot 90 + 0,3 \cdot 4200 \cdot 90 + 0,4 \cdot 4200 \cdot 5}{0,5 \cdot 500 + 0,3 \cdot 4200 + 0,4 \cdot 4200} = \frac{225 + 1134 + 84}{2,5 + 12,6 + 16,8} =$$

$$= \frac{1443}{31,9} = \frac{14430}{319} \text{ } ^\circ C$$

$$T_0 = \frac{T_1 \cdot (0,5 \cdot 500 + 0,3 \cdot 4200 + 0,4 \cdot 4200) - 0,25 \cdot 10 \cdot 100 - 340000 \cdot 0,25}{0,5 \cdot 500 + 0,3 \cdot 4200 + 0,4 \cdot 4200 + 0,25 \cdot 4200}$$

$$= \frac{1443 \cdot 850 - 25}{42,4} = \frac{590,5}{42,4} = \frac{5905}{424} \approx 13 \frac{393}{424} \text{ } ^\circ C \approx 14^\circ C$$

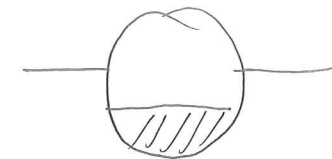
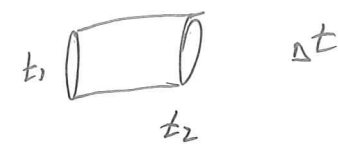
$$T_0 = \frac{m_{op} c_p t_1 + m_1 c_1 t_1 + m_3 c_3 t_3 - c_1 m_2 |t_2| - \lambda m_2}{m_{op} c_p + m_1 c_1 + m_3 c_3 + m_2 c_3} = \frac{0,5 \cdot 500 \cdot 90 + 0,3 \cdot 4200 \cdot 90 + 0,4 \cdot 4200 \cdot 5 - 100 \cdot 0,25 \cdot 10 - 340000 \cdot 0,25}{0,5 \cdot 500 + 0,3 \cdot 4200 + 0,4 \cdot 4200 + 0,25 \cdot 4200}$$

$$= \frac{225 + 42(27+2) - 25 - 850}{2,5 + 12,6 + 16,8 + 10,5} =$$

$$= \frac{590,5}{42,4} = \frac{5905}{424} \approx 13 \frac{393}{424} \text{ } ^\circ C$$

Ответ: $T_0 = 13 \frac{393}{424} \text{ } ^\circ C$

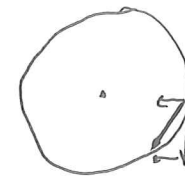
Черновик



1n 1m

$$1n \cdot 1000 \text{ Дж/кг} = 1m \cdot 1000$$

$$1n = 10^{-3} \text{ м}^3$$



$$m + m_{\text{л}} = \frac{V}{2} (\rho_{\text{л}} + \rho_{\text{м}})$$

$$m_{\text{л}} = 50 \text{ м}^3 \cdot 1,92 \text{ г/см}^3 = 20$$

$$\begin{array}{r} 1405 \\ 1272 \\ \hline 133 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 42 \\ 27 \\ \hline 294 \\ 84 \\ \hline 1134 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 192 \\ 55 \\ \hline 960 \end{array}$$

76г

$$\begin{array}{r} 12 \\ 12,6 \\ 2,5 \\ 16,8 \\ \hline 10,5 \\ \hline 42,4 \end{array}$$

$$\frac{m_{op} c_p t_1 + m_1 c_1 t_1 + m_3 c_3 t_3 - c_1 m_2 |t_2| - \lambda m_2}{m_{op} c_p + m_1 c_1 + m_3 c_3 + m_2 c_3}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 42 \\ 29 \\ \hline 378 \\ 84 \\ \hline 1218 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 1134 \\ 225 \\ 84 \\ \hline 1443 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ 993 \\ 850 \\ \hline 1430 \\ 25 \\ \hline 1405 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1218 \\ 225 \\ \hline 1443 \\ 850 \\ \hline 5930 \\ 25 \\ \hline 5905 \end{array}$$



Чертовик

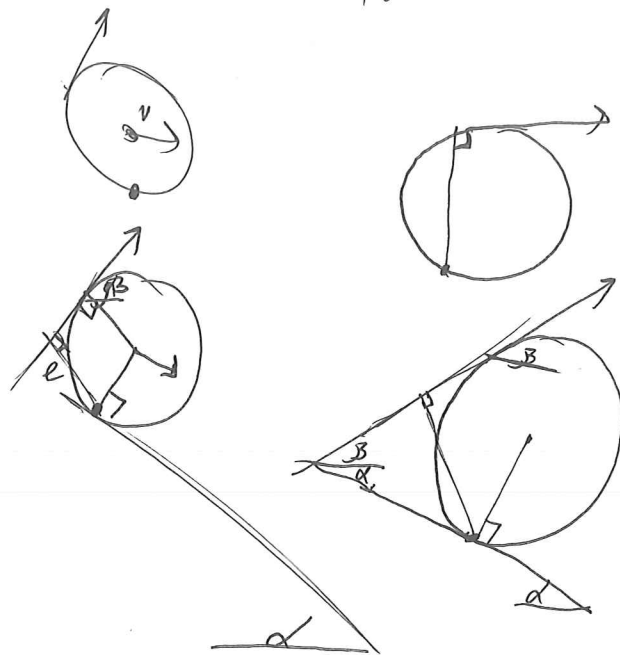


$1 \text{ л} \cdot 1000 \text{ м}^3/\text{м}^3 = 1 \text{ м}^3$

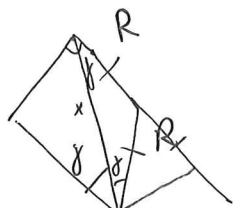
$$\frac{180}{11} \Big| \frac{11}{16}$$

$$\frac{v_1^2 \sin^2 \beta}{2g}$$

$$\frac{v}{R} = \frac{v_1}{l}$$



$$x = 2R \cos \beta$$



$$15 \Big| \frac{4}{3,75}$$

$$\frac{3,75}{4}$$

$$\frac{1500}{4}$$

$$e = x \cos \beta = 2R \cos^2 \beta$$

$$R + R \cos(\alpha + \beta)$$

$$v \cdot 2R \cos^2 \beta = R v_1$$

$$\sin \beta = 2 \cos^2 \frac{\alpha + \beta}{2}$$

$$v_1 = v \cdot 2 \cos \beta$$

$$\sqrt{R(1 + \cos(\alpha + \beta))} = R v_1$$

$$(1 + \cos(\alpha + \beta)) \sin \beta$$

20-64-28-13 (5,3)

Чистовик

Решение:

Дано:
 $t_1 = 8,6^\circ\text{C}$
 $d = 4 \text{ мм}$

$U = 200 \text{ В}$
 $t_2 = 40^\circ\text{C}$
 $d = 0,6 \text{ мм}$

$\rho = 1,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$
 $c = 4200 \text{ Дж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$
 $\rho_0 = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$

Найти:
 $L = ?$

Рассмотрим на момент времени Δt масса Тогда за это время вода "новая", которая внутри пошла, должна нагреться от t_1 до t_2 кон-во теплоты, которое ей для этого нужно:
 $(t_2 - t_1) \cdot c \cdot m_B$
 масса поступившей воды

$m_B = \rho_0 V_B = \rho_0 \cdot d \cdot \Delta t$
 Тогда мощность, которая нужна воде, появится от нагреват. элементов
 $P = (t_2 - t_1) c \rho_0 d \Delta t / \Delta t = (t_2 - t_1) c \rho_0 d$

На помощь сплать нужно $\frac{L}{N}$ длины проволоки.



Тогда сопротивление проволоки $R = \rho \frac{L/N}{S}$

S - поперечное сечение $= \pi r^2 = \pi \frac{d^2}{4}$

$R = \rho \frac{L \cdot 4}{N \cdot \pi d^2}$. Общее сопротивление системы $R_0 = \frac{R}{N}$, где $\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$ $R_0 = \frac{R}{2}$

Тогда мощность, которая выдел $P = \frac{U^2}{R_0}$

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

$L = \frac{U^2 N^2 \pi d^2}{\rho \cdot 4 (t_2 - t_1) c \rho_0 d} = \frac{200^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 0,6^2}{1,1 \cdot 4 \cdot (40 - 8,6) \cdot 4200 \cdot 1000} = 10^{-3} \text{ м}$

$= \frac{200^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 0,6^2 \cdot \text{В}^2 \cdot \text{мм}^2 \cdot \text{м} \cdot \text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}{1,1 \cdot 4 \cdot (40 - 8,6) \cdot 4200 \text{ Дж} \cdot 1000 \text{ кг} \cdot \text{м}^3} = 10^{-3} \text{ м}$

$4 \text{ мм} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м} / 60 \text{ с} = 60 \text{ с}$

$40000 \cdot 3,14 \cdot 0,36 \cdot \text{В}^2 \cdot \text{м} \cdot 60 \text{ с} = \frac{40 \cdot 3,14 \cdot 0,36 \cdot 60}{1,1 \cdot 3,14 \cdot 42 \cdot 4} = \frac{24 \cdot 36 \cdot 60}{42 \cdot 11 \cdot 4} = 114$

$= \frac{180}{114} = 1,57 \text{ м} = 45 \text{ Ответ: } L \approx 4 \text{ м}$

№1 Чистовик
Перейдем в систему отсчета волка.

Дано:
 $V_1 = 25 \text{ км/ч}$
 $R = 30 \text{ м}$
 $V_2 = 24 \text{ км/ч}$
 Найти:
 L

Тогда скорость волка перейдет к скорости зайца в обратном направлении
 Тогда вся скорость "новое" для зайца = сумма 2 векторов

Черновик

$$(1 + \cos d \cos \beta - \sin d \sin \beta) \sin \beta \rightarrow \sin \alpha$$

$$\left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \beta - \frac{\sin \beta}{2}\right) \frac{\sin \beta}{2}$$

$$(1 + \cos(d + \beta)) \sin \beta$$

$\frac{5 \cdot 24}{30} = \frac{24}{6}$

№5

$V = 10 \text{ км/ч}$

макс высота полета $\frac{v'^2 \sin^2 \beta}{2g} \rightarrow \text{макс.} \Rightarrow$ Нуль

под углом β к горизонту

максимизировать $v'^2 \sin^2 \beta \Rightarrow v' \sin \beta \rightarrow \text{макс}$

$d = 30^\circ$

Мгновенный центр вращения в данной системе - т. А

Тогда $w = \frac{v}{R}$ где R - радиус колеса

$w = \frac{v'}{e}$

$\angle BKA = d + \beta$

$\Rightarrow \angle KAK = 90 - d - \beta$

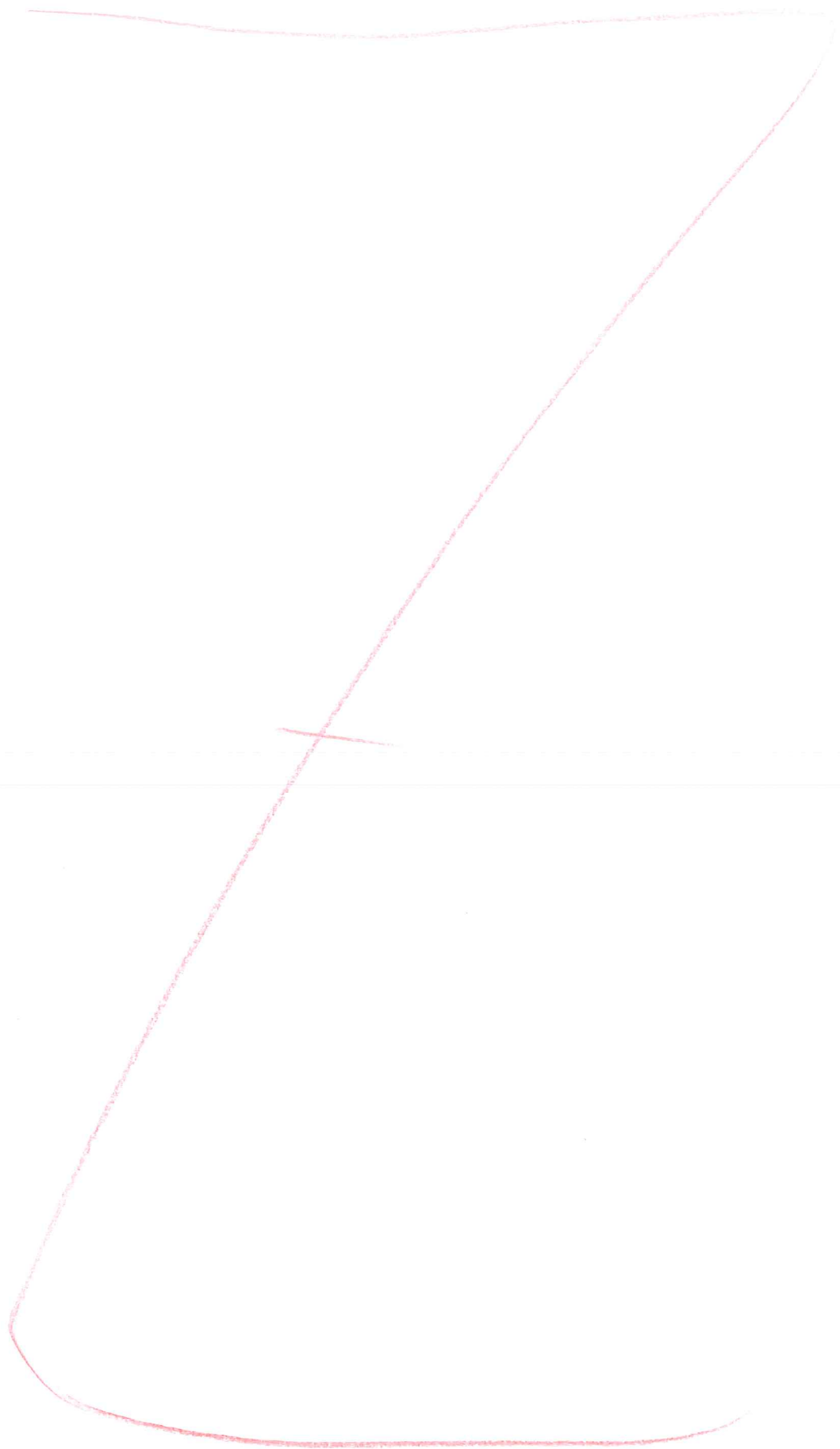
$\Rightarrow \angle KAO = d + \beta$

$l = R + R \cos(d + \beta)$

$\Rightarrow \frac{v}{R} = \frac{v'}{R(1 + \cos(d + \beta))}$

$v' = v(1 + \cos(d + \beta))$

$\Rightarrow v' \sin \beta = v(1 + \cos(d + \beta)) \sin \beta \rightarrow \text{макс}$

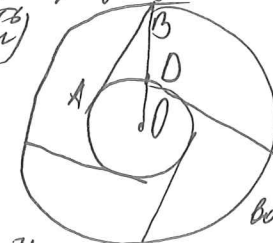
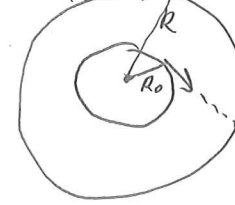


20-64-29-13 (5.3)

Чистовик №1

Заметим, что мустя большое время t вам имеет
 белая по окружности меньшего радиуса (меньше, тем R)

$v_1 = 25 \text{ м/с}$
 $v_2 = 24 \text{ м/с}$



Тогда их условия
 скорости галмио
 совпадают
 (тогда их наименьше
 волки по касат. совпадет с
 займется).

$\Rightarrow w = \frac{v_1}{R} = \frac{v_2}{R_0}$ $R_0 = R \frac{v_2}{v_1}$. Тогда расстояние между
 ними будет постоянным и равным AB

Заметим стелень t, B от маленькой оуп:

$AB^2 = R^2 - R_0^2$ $BO^2 - DO^2 = R^2 - R_0^2$

$L = AB = \sqrt{R^2 - R_0^2} = \sqrt{R^2 - R^2 \frac{v_2^2}{v_1^2}} = R \sqrt{1 - \frac{v_2^2}{v_1^2}} = \frac{R}{v_1} \sqrt{v_1^2 - v_2^2} =$
 $= \frac{30}{25} \sqrt{25^2 - 24^2} = \frac{30}{25} \cdot 7 = \frac{6}{5} \cdot 7 = \frac{42}{5} = 8,4 \text{ м}$

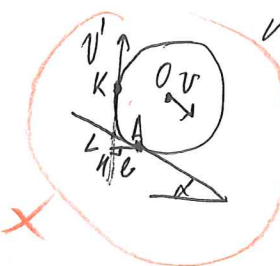
$\frac{42}{5} \mid 5$
 $\frac{40}{8} \mid 8$
 $\frac{2}{2}$

Ответ: $L = 8,4 \text{ м}$ \times

№5

Высота полета камня с нач. скоростью v' и под углом $\beta =$
 $\frac{v'^2 \sin^2 \beta}{2g}$. Скорость v' - в любой т. постоянна

\Rightarrow чтобы \max надо взять $\sin \beta \rightarrow \max \Rightarrow \beta = 90^\circ$
 Минимальной центр вращае: т. А



$\Rightarrow w = \frac{v}{R}$, где R - радиус колеса

$\angle KLA = 90 - d$
 $\Rightarrow \angle KLA = 90 + d$

$\angle KOA = 180 - (90 + d) = 90 - d$
 $\parallel 60^\circ$

$\Rightarrow AK = KO = OA = R$

$\angle KKA = 90 - 60 = 30^\circ \Rightarrow e = R \cos d$

$\frac{v}{R} = \frac{v'}{R \cos d}$ $v' = v \cos d \Rightarrow v_{\max} = \frac{v^2 \cos^2 d \cdot 1}{2g} = \frac{100 \cdot 3}{4 \cdot 20} = \frac{15}{4} = 3,75 \text{ м}$

Ответ: $v_{\max} = 3,75 \text{ м}$

15

