



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 7-9 класс

Место проведения г. Самара
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

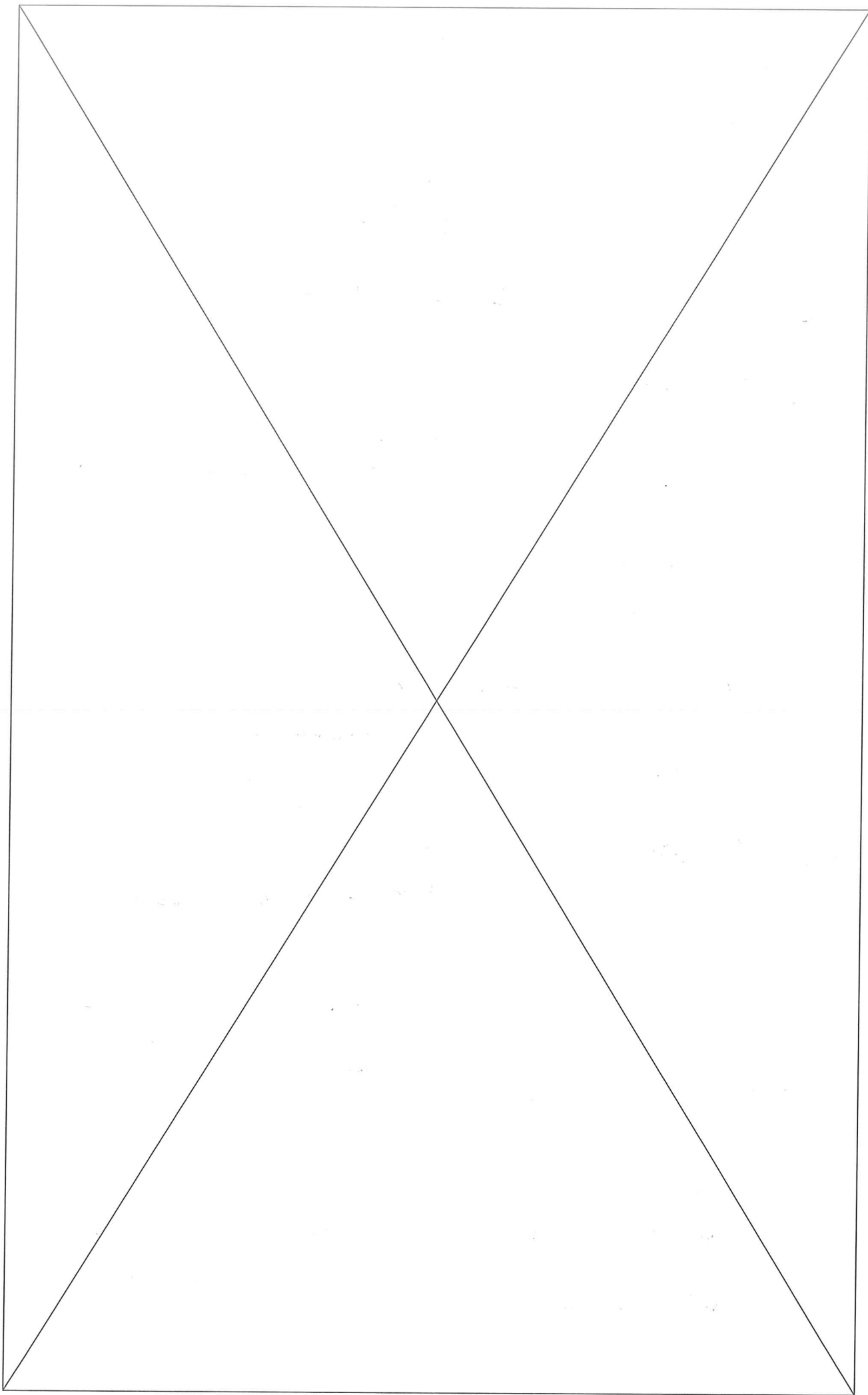
Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

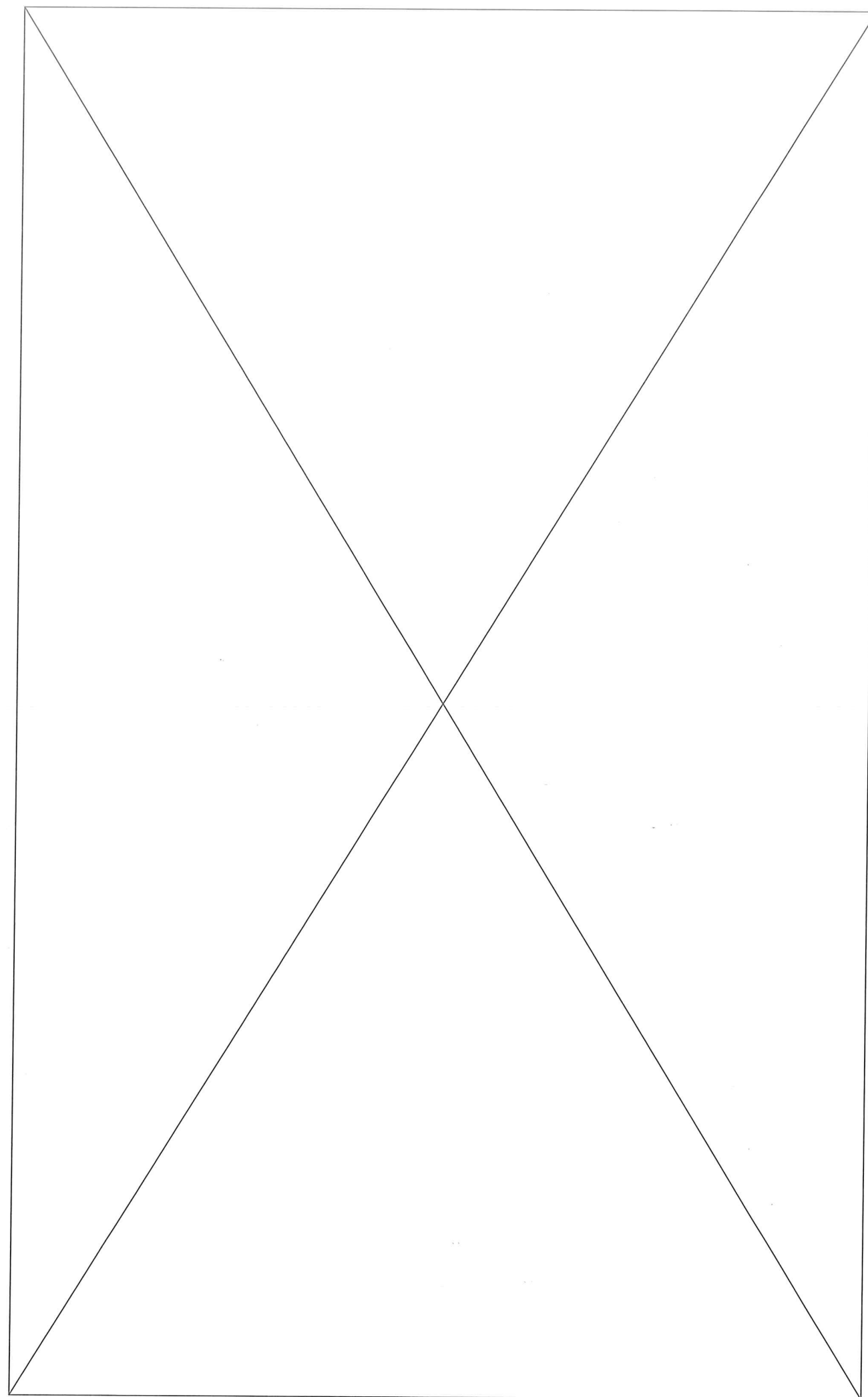
Медведев Алексея Валерьевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника
Аку



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик

$m_{op} = 0,5 \text{ кг}$
 $m_1 = 0,3 \text{ кг} - \text{гай}$

$t_1 = 30^\circ \text{C}$
 $m_3 = 0,4 \text{ кг} - \text{вода кон}$

$t_3 = 5^\circ \text{C}$
 $m_2 = 0,25 \text{ кг} - \text{лед}$

$t_2 = -10^\circ \text{C}$

$0,4 \cdot 4200 \cdot (t_k - 5) = 0,5 \cdot 500 \cdot (30 - t_k) + 0,3 \cdot 4200 \cdot (30 - t_k) - 1680 t_k - 8400 =$

$-1260 t_k + 3180 t_k = 135900 + 8400 = 144300$
 $t_k = \frac{144300}{3180} \approx 45,36^\circ \text{C}$

$4200 \cdot 0,5$
 $\times 95$
 210000
 168000
 189000

$0,25 \cdot 10 \cdot 100 = 250$
 $250 + 0,25 \cdot 340000 = 85250$

$\frac{340000}{4} = \frac{120000}{2} = 85000$
 42400
 769600

$59448,4 \mid 42400$
 42400
 $17048,4$
 $17048,4$
 169600
 88440
 88440
 36400

2

Чистовик

Скорость вала всегда направлена на зайца, следовательно вал тоже движется по окружности. (при $t \geq \frac{2\pi R}{v}$). И угловая скорость вала ω_2 равна угловой скорости зайца ω_1 .

$v_1 = R \cdot \omega_1$
 $v_2 = R_2 \cdot \omega_2$, где R_2 - радиус окружности, по которой движется вал.
 м.к. если $\omega_1 \neq \omega_2$ и $\Rightarrow R_2 \neq 28,8 \text{ м}$, то направление скорости, $\omega_1 = \omega_2 \Rightarrow$ изменяя будет возвращать вала к $R_2 = 28,8 \text{ м}$.

$R_2 = \frac{v_2}{\omega_2} = \frac{v_2}{\frac{v_1}{R}} = \frac{R v_2}{v_1} = \frac{30 \text{ м} \cdot 24 \text{ м/с}}{25 \text{ м/с}} = \frac{144}{5} \text{ м} = 28,8 \text{ м}$



На этом рисунке O - центр окружностей
 z - заяц.
 b - вал

Скорость при движении по окружности в каждый момент времени направлена по касательной к окружности в точке, где сейчас тело. По свойству касательной $\vec{v}_2 \perp$ отрезку от O до z, т.е. радиусу. В этот момент времени z находится на продолжении прямой, содержащей вектор $\vec{v}_2 \Rightarrow$ расстояние L от z до b перпендикулярно радиусу, проведенному в точку z, где сейчас b. Т.е. R_1, R_2 и L образуют прямо-угольный треугольник. По теореме Пифагора.

$L = \sqrt{R_1^2 - R_2^2} = \sqrt{30^2 - 28,8^2} = \sqrt{(30 \text{ м})^2 - (28,8 \text{ м})^2} = \sqrt{(30 + 28,8) \cdot (30 - 28,8)} = \sqrt{1,24 \cdot 58,8} = \sqrt{70,56} = 8,4 \text{ м}$

Ответ: $L = 8,4 \text{ м}$.



Шарик в равновесии $\Rightarrow F_{bu} = Mg$, где F_{bu} - общая сила Архимеда, действующая на шарик, M - общая масса шарика и песка.

Чистовик

$M_{г} = m_1 g + m_2 g$, где m_2 - масса песка.

$F_{a0} = F_{aB} + F_{aM}$, где F_{aB} - сила Архимеда, действующая со стороны воды, а F_{aM} - со стороны масла.

$F_{a0} = F_{aB} + F_{aM} = \rho_6 \frac{V}{2} g + \rho_M \frac{V}{2} g$

$m_1 g + m_2 g = \rho_6 \frac{V}{2} g + \rho_M \frac{V}{2} g \quad | :g$

~~$0,02 \text{ кг} + m_2 = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,00005 \text{ м}^3 + 820 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,00005 \text{ м}^3$~~

$m_2 = 0,5V(\rho_6 + \rho_M) - m_1 = 0,5 \cdot 0,0001 \text{ м}^3 (1000 \text{ кг/м}^3 + 820 \text{ кг/м}^3) - 0,02 \text{ кг}$

$= 0,036 \text{ кг} - 0,02 \text{ кг} = 0,016 \text{ кг} = 16 \text{ г}$

Ответ: масса песка $m_2 = 16 \text{ г}$.

№ 3

Запишем УТТБ для первого действия (когда добавили воду при температуре t_3):

$c_p m_p (t_3 - t_{к1}) + c_6 m_6 (t_3 - t_{к1}) = c_6 m_3 (t_{к1} - 5)$, где

$t_{к1}$ - установившаяся температура после добавления воды при температуре t_3 .

$0,5 \cdot 500 \text{ Дж/кг} \cdot (t_3 - t_{к1}) + 0,5 \text{ кг} (90^\circ\text{C} - t_{к1}) = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot 0,3 \text{ кг} (t_{к1} - 5^\circ\text{C})$
 $= 4200 \text{ Дж/кг} \cdot 0,4 \text{ кг} (t_{к1} - 5^\circ\text{C})$

$1680 t_{к1} - 8400 = 22500 - 250 t_{к1} + 113400 - 1260 t_{к1}$

$3190 t_{к1} = 144700$

$t_{к1} = \frac{144700}{3190} \approx 45,36^\circ\text{C}$

$t_{к1} = 45,36^\circ\text{C}$

УТТБ для добавления льда:

$c_л m_л (0 - t_2) + m_л \lambda + c_6 m_2 (t_{к2} - 0) = c_p m_p (t_{к1} - t_{к2}) + c_6 m_6 (t_{к1} - t_{к2})$, где $m_6 = m_1 + m_3$, $t_{к2}$ - искомая температура.

Черновик

$v_2 = 25 \text{ км/ч}$

$v_2 = 24 \text{ км/ч}$

$R = 30 \text{ м}$

$t \geq \frac{25R}{v_1}$

$\omega = \frac{v}{R} = \frac{25}{30} = \frac{5}{6} \text{ с}^{-1}$

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

$\frac{47}{1820} = \frac{0,00005}{9600}$

$\omega_1 = \omega_2 \Rightarrow R_2 = \frac{24}{\frac{144}{5}} = \frac{24 \cdot 5}{144} = \frac{120}{144} = \frac{5}{6} = 28,8$

$0,036 - 0,02 = 0,016$

$L = \sqrt{30^2 - 18,8^2} = \sqrt{12 \cdot 58,8}$

$\frac{2940}{+ 250} = \frac{3190}{14536}$

$\frac{58,8}{\times 1,2} = \frac{1176}{588}$

$100 \text{ см}^3 = 0,0001 \text{ м}^3$



$F_{a0} = F_{a1} + F_{a2}$

$m_1 g + m_2 g = F_{a1} + F_{a2}$

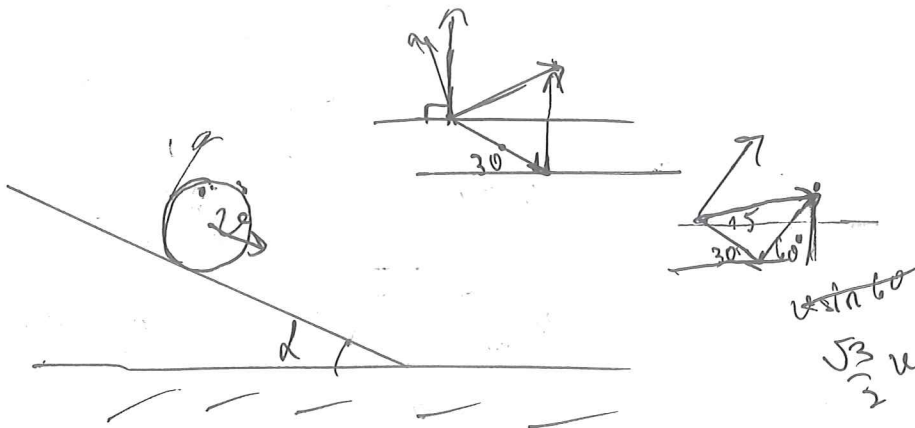
$0,2 \text{ кг} = F_{a1} + F_{a2} = 0,00005 \cdot 820 \cdot 10 + 0,00005 \cdot 1000 \cdot 10$

$m_2 g = 0,46 + 0,5 - 0,2$

$m_2 g = 0,76 \Rightarrow m_2 = 0,076 \text{ кг} = 76 \text{ г}$

Черновик

25



$$v_e = \omega \cdot R$$

$$\omega = \frac{2\sqrt{g}}{2\sqrt{R}} = \frac{\sqrt{g}}{\sqrt{R}}$$

$$v_e = \frac{\sqrt{g}}{\sqrt{R}} \cdot R = \sqrt{gR}$$

$$v_e = \omega \cdot R$$

$$R = \frac{v_e^2}{\omega^2} = \frac{v_e^2}{\frac{g}{R}} = \frac{v_e^2 \cdot R}{g}$$

Handwritten calculations for a division problem:

$$\begin{array}{r} 20592 \\ - 76584 \\ \hline 48080 \\ - 33168 \\ \hline 69120 \\ - 66336 \\ \hline 27840 \\ - 24876 \\ \hline 2964 \end{array}$$

$$\sin 30^\circ \cdot v = 0,5v$$

$$\sin 45^\circ \cdot 2\sqrt{2}$$

$$0,35v$$

$$2,86$$

$$\times 0,09$$

$$40000 \cdot 3,14 \cdot 0,09$$

$$\frac{8292 \cdot 1,1}{1,1}$$

Handwritten calculations for a division problem:

$$\begin{array}{r} 314 \overline{) 110} \\ - 220 \\ \hline 940 \\ - 880 \\ \hline 600 \\ - 550 \\ \hline 500 \end{array}$$

$$2,8545 \approx 2,855 \approx 2,86$$

93-74-26-52
(5.20)

Чистовик

$$100 \cdot 0,25 \cdot 10 + 0,25 \cdot 340000 + 4200 \cdot 0,25 \cdot t_{к2} = 500 \cdot 0,5 \cdot (45,36 - t_{к2}) + 4200 \cdot 0,7 \cdot (45,36 - t_{к2})$$

$$250 + 85000 + 1050 t_{к2} = (45,36 - t_{к2}) / (250 + 2940)$$

$$85250 + 1050 t_{к2} = 144698,4 - 3190 t_{к2}$$

$$4240 t_{к2} = 59448,4$$

$$t_{к2} = \frac{59448,4}{4240} \approx 14,02$$

$$t_{к2} \approx 14,02^\circ\text{C}$$

Ответ: $t_{к2} = 14,02^\circ\text{C}$

24

$$P \cdot \tau = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1), \text{ где } \tau - \text{ время, } P - \text{ мощность}$$

$$m = d \cdot \tau \cdot \rho$$

$$P \cdot \tau = c \cdot d \cdot \tau \cdot \rho \cdot (t_2 - t_1) / \rho : \tau$$

$$P = c \cdot d \cdot \rho \cdot (t_2 - t_1)$$

$$P = 4200 \cdot \frac{0,004}{60} \cdot 1000 \cdot (40 - 8,6) = 8292 \text{ Вт}$$

$$P = \frac{U^2}{R_{об}}, \text{ где } R_{об} - \text{ сопротивление всего водонагревателя}$$



R_n - сопротивление в одной спирали.

$$R_{об} = 0,5 R_n \Rightarrow R_n = 2 R_{об}$$

$$R_n = \rho \cdot \frac{l}{S}, \text{ где } l - \text{ длина спирали, } S - \text{ площадь сечения спирали}$$

$$S = \sqrt{I} R^2 = \sqrt{I} \cdot \left(\frac{l}{\rho}\right)^2 = 3,14 \cdot 0,09 \text{ мм}^2$$

$$R_{об} = \frac{U^2}{P}$$

$$2 \cdot \frac{U^2}{\rho} = \rho \cdot \frac{l}{S} \Rightarrow l = \frac{2 \cdot U^2 \cdot S}{\rho \cdot \rho} = \frac{2 \cdot 40000 \cdot 3,14 \cdot 0,09}{8292 \cdot 1,1} \approx 2,483$$

$$l = 2,483 \text{ м}$$

$$\text{Длина обеих спиралей } l_2 = 2l = 4,966 \text{ м} \approx 5 \text{ м}$$

Ответ: $l_2 = 5 \text{ м}$

вращения $n=5$

Чистовик

Пусть v_2 - скорость каждой точки на ободу колеса.

$$v_2 = \omega R$$

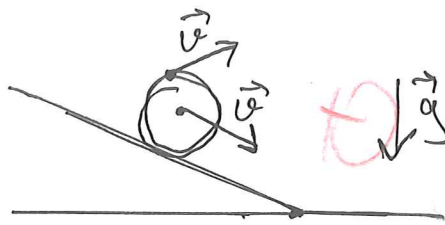
$\omega = \frac{2\pi}{T}$, где T - время, за которое колесо проворачивается на полный оборот.

$$T = \frac{2\pi R}{v}$$

$$\omega = \frac{2\pi \cdot v}{2\pi R} = \frac{v}{R}$$

$$v_2 = \omega \cdot R = \frac{v}{R} \cdot R = v, \text{ т.е. } v_2 = v = 10 \text{ м/с}$$

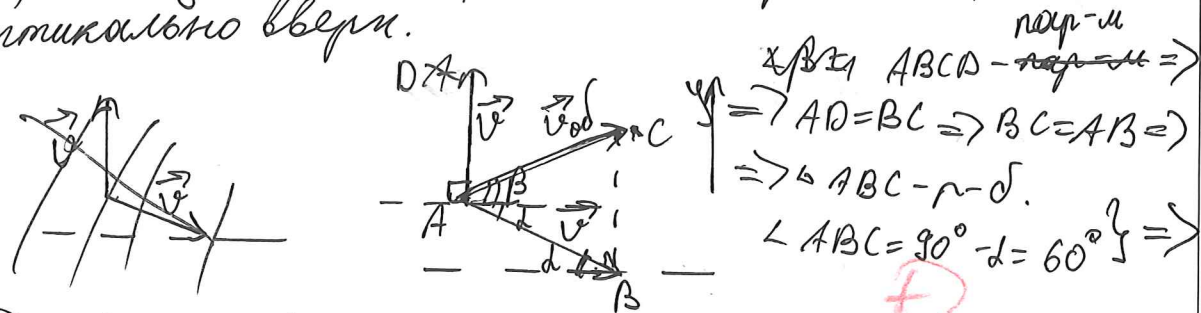
Как видно на рисунке вектор скорости каждой точки ободу колеса будет складываться из векторов скорости центра колеса и скорости вращения точки:



скорости вращения точки:



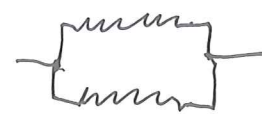
Вектор скорости центра не зависит от положения точки на ободу \Rightarrow очевидно, что вертикальная составляющая скорости точки на ободу максимальна (и направлена вверх) при том, что вертикальная составляющая скорости вращения точки максимальна (и направлена вверх), или эта скорость направлена вертикально вверх.



$\Rightarrow \triangle ABC$ - равносторонний $\Rightarrow AC = AB = 10$
 $\angle \beta = \angle CAB - \alpha = 60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$
 $v_{\text{ободу}} = v \cdot \sin \beta = 10 \cdot \sin(30^\circ) = 5 \text{ м/с}$

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

$$U = 200 \text{ В}$$



$$l = 4 \text{ м/мм}$$

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

$$d = 0,6 \text{ мм} = 0,06 \text{ см} = 0,0006 \text{ м}$$

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

$$S = 4$$

$$P \cdot S = c m \Delta t = 4200 \cdot d \cdot S \cdot \rho \cdot 3,4$$

$$\rho = 4200 \cdot 0,0004 \cdot 10000 \cdot 3,4 = 4 \cdot 4200 \cdot 3,4$$

$$\begin{array}{r} 4200 \\ \times 3,4 \\ \hline 16800 \\ 16800 \\ \hline 142800 \end{array}$$

$$\rho = \frac{142800}{60} = 2380 \text{ Вт/м}$$

$$P = \frac{2380 \cdot 26376}{3} = 8292 \text{ Вт}$$

$$\begin{array}{r} 4200 \cdot 3,4 = 14280 \\ \times 10000 = 142800000 \\ \hline 142800000 \end{array}$$

$$\frac{142800000}{60} = 2380000$$

$$2380000 \cdot 3,4 = 8092000$$

$$8092000 \cdot 0,0004 = 3236800$$

$$3236800 \cdot 10000 = 32368000000$$

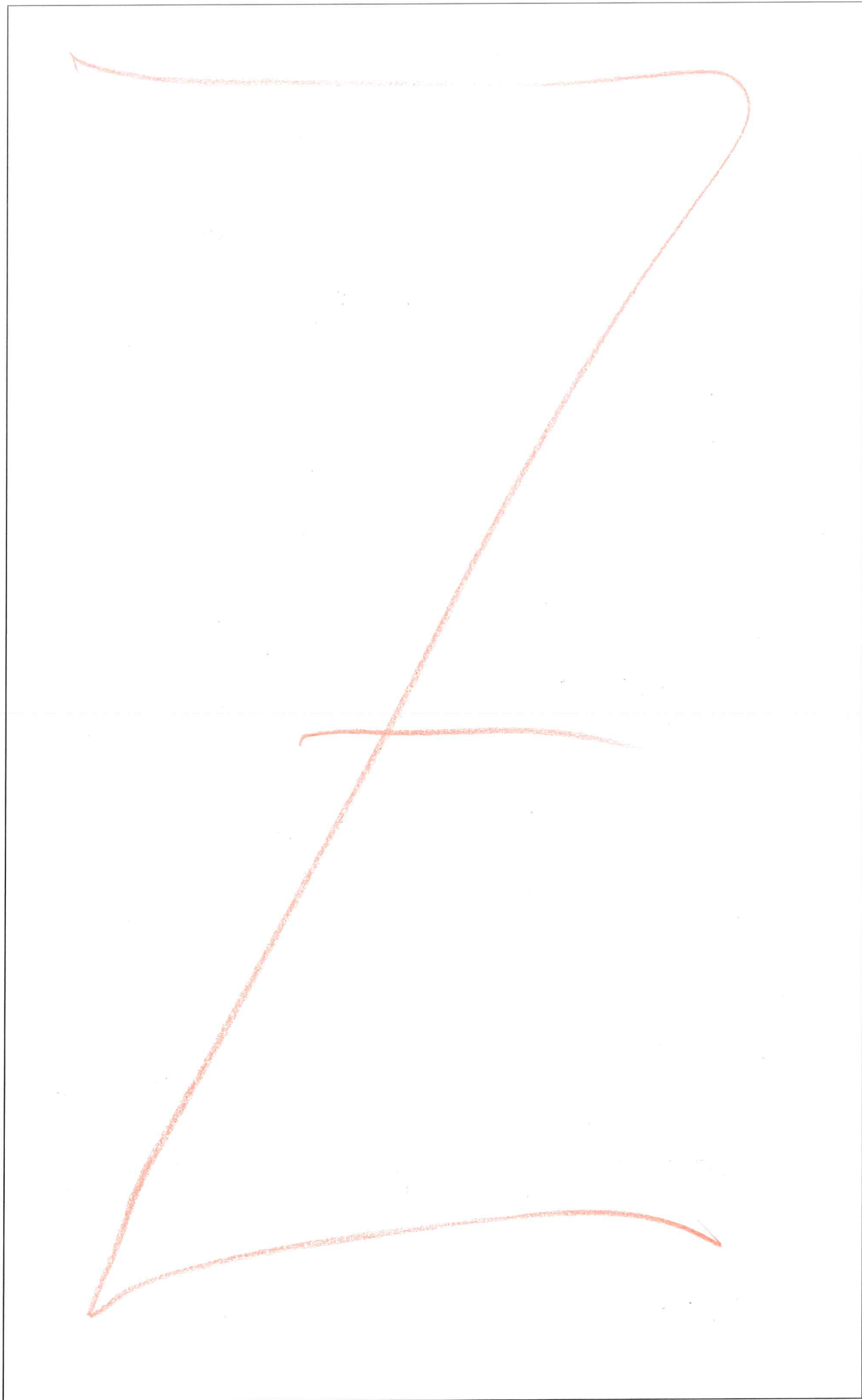
$$\frac{32368000000}{60} = 539466666,67$$

$$539466666,67 \cdot 3,4 = 1834186666,67$$

$$1834186666,67 \cdot 0,0004 = 733674666,67$$

$$733674666,67 \cdot 10000 = 7336746666666,67$$

$$\frac{7336746666666,67}{60} = 122279111111,11$$



93-74-26-52
(5.20)

Чистовик

где v_{oxy} - проекция \vec{v}_{00} на ось y .

$$H_{max} = \frac{-v_{oxy}^2 + 0^2}{-2g} \Rightarrow \frac{(v_{oxy})^2}{2g} = H_{max}$$

$$H_{max} = \frac{0,5^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \frac{0,25 \text{ м}^2}{20 \text{ м/с}^2} = 0,125 \text{ м}$$

Ответ: $H_{max} = 0,125 \text{ м}$.

$$H_{max} = \frac{(0,5 \text{ м/с})^2}{2g} = \frac{0,25 \text{ м}^2}{2g} = \frac{0,25 \cdot 10 \text{ м/с}^2}{2 \text{ м/с}^2} = 1,25 \text{ м}$$

Ответ: $H_{max} = 1,25 \text{ м}$.



