



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 7-9 класс

Место проведения Самара
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

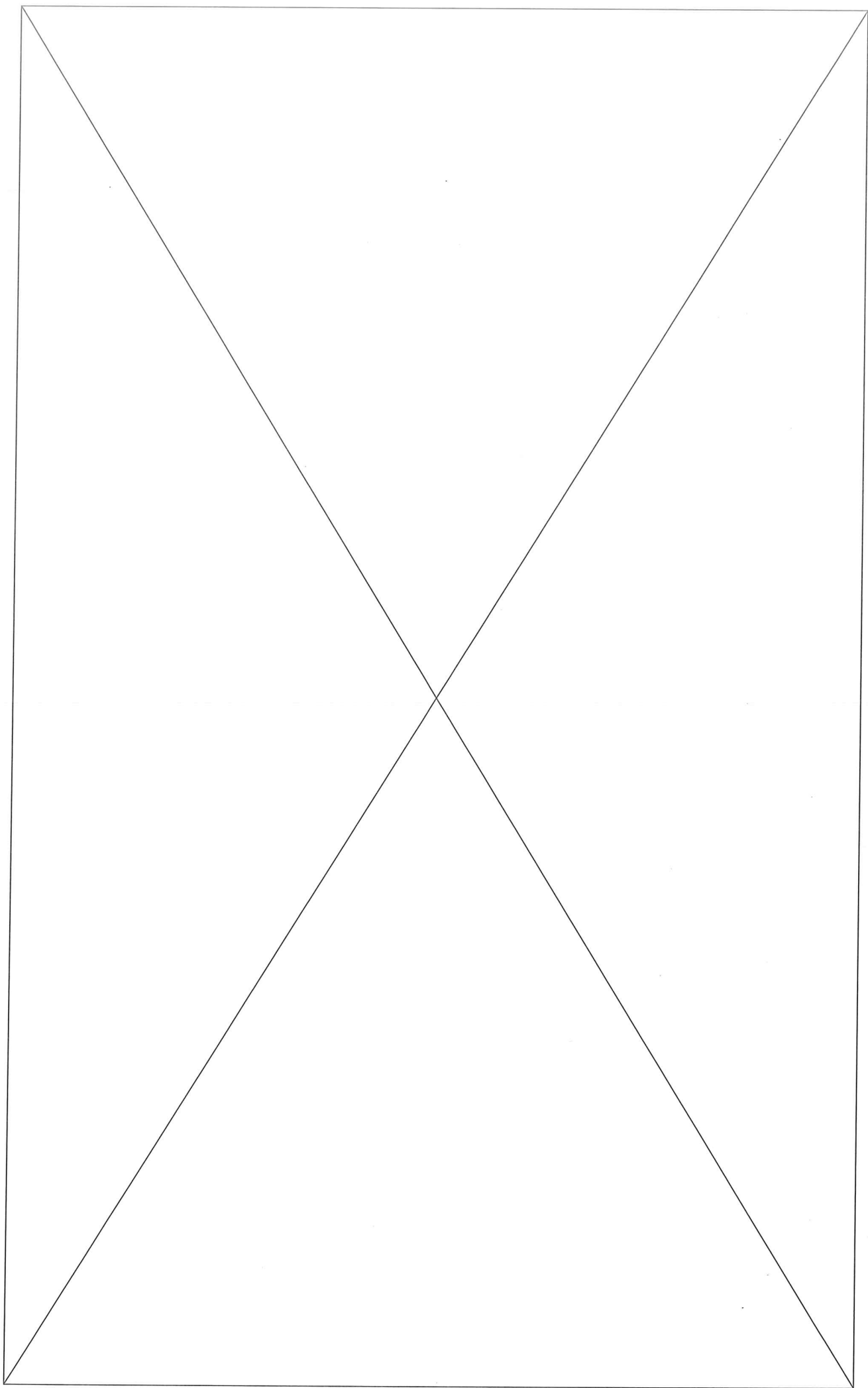
Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

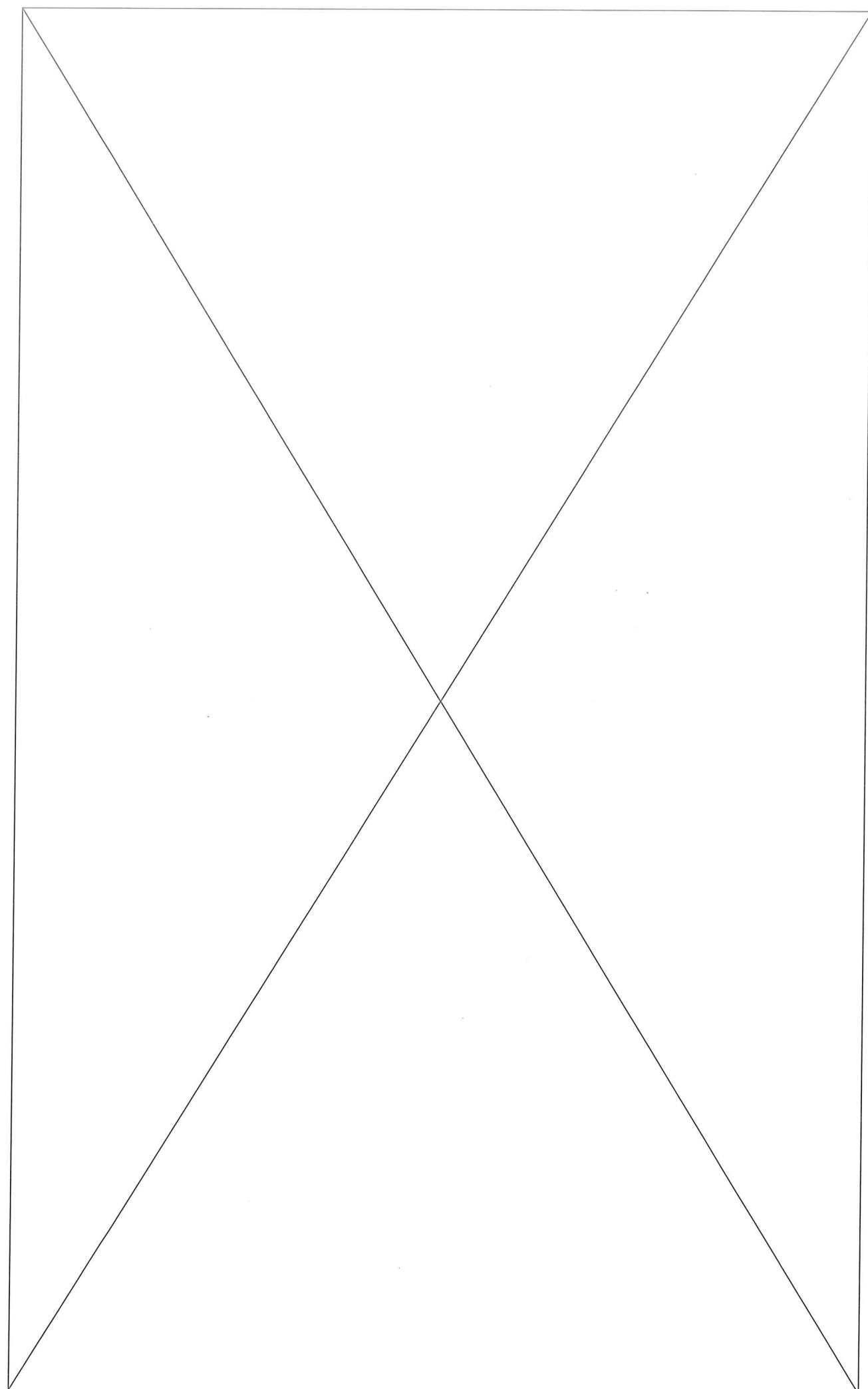
Даньковой Варвары Ильиничны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника
Варв



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Черновик

$V = 100 \text{ см}^3$
 $100 \text{ см}^3 = 1 \text{ см}^3$

~~$V = 100$~~

$10000(00) \text{ см}^3 = 1 \text{ см}^3$

$V = 0,0001 \text{ м}^3$

$m = 0,02 \text{ кг}$

$V_{1/2} = 0,00005 \text{ м}^3$

$M = m_1 + m_2$

$\frac{10000}{0,0001}$

$M_2 = ?$

$F_{тжм} = F_{арх1} + F_{арх2}$

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

$\frac{0,02 \times 1920}{0,00005} = 0,096 \text{ кг} = 96 \text{ г}$

$F_{тжм} = mg$

$F_{арх1} = \rho_{ж} V_{1/2} g$

$F_{арх2} = \rho_в V_{1/2} g$

$\frac{0,096}{0,00005} = 962$

$mg = \rho_{ж} V_{1/2} g + \rho_в V_{1/2} g \quad | : g$

$m = \rho_{ж} V_{1/2} + \rho_в V_{1/2}$

$m_1 + m_2 = \rho_{ж} V_{1/2} + \rho_в V_{1/2}$

$m_2 = V_{1/2} (\rho_{ж} + \rho_в) - m_1 =$
 $= 0,00005 \cdot (920 + 1000) - 0,02 =$

2



40-29-58-76
(521)

N3

Чистовик.

Дано:

$m_{\text{ж}} = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$

$m_1 = 300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}$

$t_1 = 90^\circ \text{C}$

$m_3 = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$

$t_3 = 5^\circ \text{C}$

$m_2 = 250 \text{ г} = 0,25 \text{ кг}$

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

$c_{\text{ж}} = 500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{C)}$

$c_в = c_1 = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{C)}$

$c_{\text{л}} = 160 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{C)}$

$\lambda_{\text{л}} = 340 \text{ кДж} = 34 \cdot 10^4 \text{ Дж}$

Найти:

$t = ?$

1) $Q_1 + Q_2 = Q_3$

$Q_1 = c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} (t_1 - t_{1/2});$

где $t_{1/2}$ - температура, устанавливается после того, как в равновесии с воздухом.

$Q_2 = c_в m_1 (t_1 - t_{1/2})$

$Q_3 = c_в m_3 (t_{1/2} - t_3)$

$c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} (t_1 - t_{1/2}) +$

$+ c_в m_1 (t_1 - t_{1/2}) = c_в m_3 \times$

$\times (t_{1/2} - t_3)$

$c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} t_1 + c_в m_1 t_1 + c_в m_3 t_{1/2} = c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} t_1 +$
 $+ c_в m_1 t_1 + c_в m_3 t_3$

$t_{1/2} = \frac{c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} t_1 + c_в m_1 t_1 + c_в m_3 t_3}{c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} + c_в m_1 + c_в m_3} =$

$= \frac{500 \cdot 0,5 \cdot 90 + 4200 \cdot 0,3 \cdot 90 + 4200 \cdot 0,4 \cdot 5}{500 \cdot 0,5 + 4200 \cdot 0,3 + 4200 \cdot 0,4} \approx 36^\circ \text{C}$

2) $m_{\text{в.обш}} = m_в + m_1$ (т.к. в условии сказано, что $c_в = c_1$, т.е. для упрощения вычисления суммируем их массы) $= 0,3 + 0,4 = 0,7 \text{ кг}$.

Берем в (масса) 40
 5
 20
 4
 12
 3
 18
 2
 20
 1
 0

3) $Q_{об.} + Q_{р.} + Q_{у.} + Q_{5.} + Q_{6.} = 0$ Чистовик
 где $Q_{у.}$ - тепло тавления льда, $Q_{5.}$ - тепло нагревания льда; а $Q_{6.}$ - тепло нагревания воды
 шибшей из льда в воду.

$$c_{в.об.} (t - t_{1/2}) + c_{р.} m_{р.} (t - t_{1/2}) + \lambda m_{л.} + c_{в.м.} (t_{м.} - t_2) + c_{в.м.} (t - t_{м.}) = 0$$

а т.к. $t_{м.} = 0^{\circ}C$; то:

$$c_{в.об.} t + c_{в.об.} t_{1/2} + c_{р.} m_{р.} t - c_{р.} m_{р.} t_{1/2} + \lambda m_{л.} + c_{в.м.} t_2 + c_{в.м.} t = 0$$

$$t (c_{в.об.} + c_{р.} m_{р.} + c_{в.м.}) = c_{в.об.} t_{1/2} + c_{р.} m_{р.} t_{1/2} - \lambda m_{л.} + c_{в.м.} t_2$$

$$t = \frac{c_{в.об.} t_{1/2} + c_{р.} m_{р.} t_{1/2} - \lambda m_{л.} + c_{в.м.} t_2}{c_{в.об.} + c_{р.} m_{р.} + c_{в.м.}}$$

$$= \frac{4200 \cdot 0,7 \cdot 36 + 500 \cdot 0,5 \cdot 36 - 340000 \cdot 0,25 + 100 \cdot 0,25 \cdot (-10)}{4200 \cdot 0,7 + 500 \cdot 0,5 + 4200 \cdot 0,25} = \frac{3679}{524} \approx 7^{\circ}C$$

Ответ: $7^{\circ}C$.

Ошибки
и погрешности

Черновик

$$t (c_{в.об.} + c_{р.} m_{р.} + c_{в.м.}) = c_{в.об.} t_{1/2} + c_{р.} m_{р.} t_{1/2} - \lambda m_{л.} + c_{в.м.} t_2$$

$$t = \frac{c_{в.об.} t_{1/2} + c_{р.} m_{р.} t_{1/2} - \lambda m_{л.} + c_{в.м.} t_2}{c_{в.об.} + c_{р.} m_{р.} + c_{в.м.}}$$

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

$$= \frac{113040 + 9000 - 85000}{2940 + 250}$$

$\begin{array}{r} \times 420 \\ 2940 \\ \hline \times 36 \\ 15840 \\ \hline + 972 \\ \hline 11304 \end{array}$	$\begin{array}{r} \times 50 \\ 250 \\ \hline \times 36 \\ 1800 \\ \hline + 45 \\ \hline 3000 \end{array}$	$\begin{array}{r} \times 340000 \\ 0,25 \\ \hline 1400000 \\ \hline + 68 \\ \hline 1400068 \\ \hline 1000 \cdot 0,25 \\ \hline 250000 \\ \hline 113040 \\ + 21000 \\ \hline 105000 \\ \hline + 250 \\ \hline 105250 \end{array}$	$\begin{array}{r} \times 0,25 \\ 1000 \\ \hline 25000 \end{array}$
$\begin{array}{r} 2940 \\ + 250 \\ \hline 3190 \\ + 1050 \\ \hline 3240 \end{array}$		$\begin{array}{r} 113040 \\ + 9000 \\ \hline 122040 \\ - 85000 \\ \hline 37040 \\ - 250 \\ \hline 36790 \end{array}$	

$$= \frac{3679}{524} \approx 7^{\circ}C$$

$\begin{array}{r} 12 \\ \times 524 \\ \hline 6 \\ \hline + 3144 \\ \hline 524 \\ \hline 3668 \end{array}$	$\begin{array}{r} \overline{) 3679} \\ \underline{3144} \\ 535 \end{array}$	$\begin{array}{r} 3679 \overline{) 524} \\ \underline{3668} \\ 11 \end{array}$
---	---	--



$$= \frac{500 \cdot 0,5 \cdot 90 + 4200 \cdot 0,5 \cdot 90 + 4200 \cdot 0,4 \cdot 90}{500 \cdot 0,5 + 4200 \cdot 0,5 + 4200 \cdot 0,4} = \frac{22500 + 113400 + 84000}{14430} = 36^\circ\text{C}$$

Arithmetic calculations for the numerator and denominator of the temperature formula.

$$= \frac{14430}{403} \approx 36^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{вод.}} = m_1 + m_2 = 0,3 + 0,4 = 0,7 \text{ кг}$$

$$Q_{\text{вод.}} + Q_{\text{р.}} + Q_{\text{м.}} + Q_{\text{л.}} = 0$$

$$c_{\text{в.}} m_{\text{вод.}} (t - t_{1/2}) + c_{\text{р.}} m_{\text{р.}} (t - t_{1/2}) + 2 m_{\text{л.}} + c_{\text{л.}} m_{\text{л.}} (0 - t_2) + c_{\text{в.}} m_{\text{л.}} \cdot x t = 0$$

$$c_{\text{в.}} m_{\text{вод.}} t - c_{\text{в.}} m_{\text{вод.}} t_{1/2} + c_{\text{р.}} m_{\text{р.}} t - c_{\text{р.}} m_{\text{р.}} t_{1/2} + 2 m_{\text{л.}} + c_{\text{л.}} m_{\text{л.}} t_2 + c_{\text{в.}} m_{\text{л.}} t = c_{\text{в.}} m_{\text{вод.}} t_{1/2} + c_{\text{р.}} m_{\text{р.}} t_{1/2} - 2 m_{\text{л.}} + c_{\text{л.}} m_{\text{л.}} t_2$$

40-29-58-76 (5.21)

Дано:
 $V = 100 \text{ см}^3 = 0,0001 \text{ м}^3$
 $m_1 = 20 \text{ г} = 0,02 \text{ кг}$
 $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$
 $\rho_{\text{м}} = 920 \text{ кг/см}^3$
 Найти:
 $m_2 = ?$

Чистовик
 Решение:
 1) $m = m_1 + m_2$ (m - полная масса всего шарика с искомой; m_1 - масса шарика; m_2 - масса песка)

2) $F_{\text{тяж.}} = F_{\text{Арх.1}} + F_{\text{Арх.2}}$ (сила Архимеда, действующая на погруженный шарик в масле; $F_{\text{д}}$ - в воде)

$F_{\text{тяж.}} = m g$
 $F_{\text{Арх.1}} = \rho_{\text{м}} V_{1/2} g$; где $V_{1/2}$ - половина, погруженная в масло;

$$3) V_{1/2} = \frac{V}{2} = 0,00005 \text{ м}^3$$

$$F_{\text{Арх.2}} = \rho_{\text{в}} V_{1/2} g$$

$$4) m g = \rho_{\text{м}} V_{1/2} g + \rho_{\text{в}} V_{1/2} g \quad | : g$$

$$m = \rho_{\text{м}} V_{1/2} + \rho_{\text{в}} V_{1/2}$$

$$m_1 + m_2 = V_{1/2} (\rho_{\text{м}} + \rho_{\text{в}})$$

$$m_2 = V_{1/2} (\rho_{\text{м}} + \rho_{\text{в}}) - m_1 = 0,00005 \cdot (1000 + 920) - 0,02 = 0,096 - 0,02 = 0,076 \text{ кг} = 76 \text{ г}$$

Ответ: 76 г.

№4
Дано:
 $t_1 = 8,6^\circ\text{C}$
 $U = 200\text{В}$

$N = 2$
 $\alpha = 4 \text{ м/мин}$
 $t_2 = 40^\circ\text{C}$
 $d = 0,6 \text{ мм}$
 $\rho_{\text{ж}} = 1,1 \text{ Дж}\cdot\text{см}^2/\text{м}$
 $c_b = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$
 $\rho_0 = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$
Найти:
 $L = ?$

Чистовик
Решение:
 $A = \frac{U^2}{R} \zeta$
 $A = Q$
 $Q = c_b m_b (t_2 - t_1)$
 $\frac{U^2}{R} \zeta = c_b m_b (t_2 - t_1)$
Путь $\zeta = 1 \text{ мин}$; мощность:
 $V_{\text{пр}} V_0 = 4 \text{ м} = 0,004 \text{ м}^3$
 $m_b = \rho_b V_b = 1000 \cdot 0,004 = 4 \text{ кг}$
 $\frac{1}{R_{\text{об.}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$, а т.к.

$R_1 = R_2$; то:

$$\frac{1}{R_{\text{об.}}} = \frac{2}{R_1} \Rightarrow R_{\text{об.}} = 0,5 R_1, \text{ тогда:}$$

$$\frac{U^2}{0,5 R_1} \zeta = c_b m_b (t_2 - t_1)$$

$$R_1 = \rho_{\text{ж}} \cdot \frac{l}{S}$$

$U = U_1 = U_2$ (т.к. соединены параллельно)
 $l = 2L$; (т.к. $N = 2$)

$$\frac{U^2 \cdot S \cdot \zeta}{0,5 \cdot \rho_{\text{ж}} l} = c_b m_b (t_2 - t_1)$$

S - площадь сечения проволоки $\Rightarrow S = \pi r^2 = \pi \frac{d^2}{4}$

№3
Дано:

$m_{\text{ф}} = 0,5 \text{ кг}$
 ~~$t_{\text{ф}} = 100^\circ\text{C}$~~
 $m_1 = 0,3 \text{ кг}$
 $t_{1(\text{к})} = 90^\circ\text{C}$
 $m_3 = 0,4 \text{ кг}$
 $t_3 = 5^\circ\text{C}$
 $m_2 = 0,15 \text{ кг}$
 $t_2 = -10^\circ\text{C}$
 $c_{\text{ф}} = 500 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$
 $c_{\text{в}} = 100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$
 $c_b = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$
 $\lambda_{\text{л}} = 340 \cdot 10^3 \text{ Дж}/\text{м}$

Чистовик
Решение:

~~$Q_1 = Q_2$~~
~~т.е. Q_1 - энергия,~~
~~которую~~
 $Q_1 + Q_2 = Q_3$
 $Q_1 = c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} (t_1 - t_{1/2})$
 $Q_2 = c_b m_1 (t_1 - t_{1/2})$
 $Q_3 = c_b m_3 (t_{1/2} - t_3)$
 $c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} (t_1 - t_{1/2}) + c_b m_1 (t_1 - t_{1/2}) = c_b m_3 (t_{1/2} - t_3)$

Найти:
 $t = ?$
 $c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} t_1 - c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} t_{1/2} + c_b m_1 t_1 - c_b m_1 t_{1/2} = c_b m_3 t_{1/2} - c_b m_3 t_3$

$$\rightarrow c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} t_{1/2} - c_b m_1 t_{1/2} - c_b m_3 t_{1/2} =$$

$$= -c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} t_1 + c_b m_1 t_1 + c_b m_3 t_3 \quad | \times (-1)$$

$$c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} t_{1/2} + c_b m_1 t_{1/2} + c_b m_3 t_{1/2} = c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} t_1 + c_b m_1 t_1 + c_b m_3 t_3$$

$$t_{1/2} (c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} + c_b m_1 + c_b m_3) = c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} t_1 + c_b m_1 t_1 + c_b m_3 t_3$$

$$t_{1/2} = \frac{c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} t_1 + c_b m_1 t_1 + c_b m_3 t_3}{c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} + c_b m_1 + c_b m_3} =$$

ИЧ
Дано:

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

$U = 200\text{ В}$

$N = 2$

$\rho = 4\text{ м/мм} = 4000\text{ м/м}$

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

$d = 0,6\text{ мм}$

~~$\rho = 1000\text{ кг/м}^3$~~

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

$\epsilon = 4200\text{ Фм/кВ}^2$

$\rho_0 = 1000\text{ кг/м}^3$

Найти:

$L = ?$

Пусть
теперь:

$V = 4\text{ м}^3$

$\Rightarrow 0,004\text{ м}^3 \Rightarrow R_1 = R_2$

$\Rightarrow m = 4\text{ кг} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

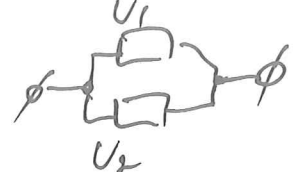
$\frac{1}{R} = \frac{1}{2R_1} \Rightarrow R = 2R_1$

$A = \frac{U^2}{0,5R_1} \cdot \tau = 2 \frac{U^2}{R_1} \tau$

$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1}$

$\frac{1}{R} = \frac{2}{R_1} \Rightarrow R = 0,5 R_1$

Решение: Чугунный



$0,001$
 $0,000006$

$1000\text{ мм} = 1\text{ м}$

$0,004\text{ м}^3/\text{мм}^3$
 $0,6\text{ мм} = 0,0006\text{ м}$

$A = UI\tau; R = \rho \frac{L}{S}$

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

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

$A = \frac{U^2}{R} \tau$

$A = Q$

Z

$\tau = 1\text{ мм}^2 \cdot \frac{U^2}{R} \tau = cm \Delta t$
 $U = U_1 = U_2 = 200\text{ В}$

$1000\text{ м} = 1\text{ м}^3$

$4\text{ м} = 0,004\text{ м}^3$

40-29-58-76 (5,21)

$\frac{U^2 \pi d^2 \tau}{4 \cdot 0,5 \rho_n \cdot L} = c \cdot m \cdot b (t_2 - t_1)$

Чистовик

$\begin{matrix} \cdot 310 \\ - 40,0 \\ \hline 270 \\ 31,4 \end{matrix}$

$\frac{U^2 \pi d^2 \tau}{2 \rho_n L} = c \cdot m \cdot b (t_2 - t_1)$

$L = \frac{U^2 \pi d^2 \tau}{2 \cdot \rho_n \cdot c \cdot m \cdot b (t_2 - t_1)} \Rightarrow L = \frac{U^2 \pi d^2 \tau}{\rho_n \cdot c \cdot m \cdot b (t_2 - t_1)}$

$= \frac{200^2 \cdot 3,14 \cdot 0,6^2 \cdot 60}{1,1 \cdot 4200 \cdot 4 \cdot 31,4} \approx 0,8\text{ м}$

Ответ: ~~0,8 м~~ 0,8 м.

N5

Решение:

Дано:

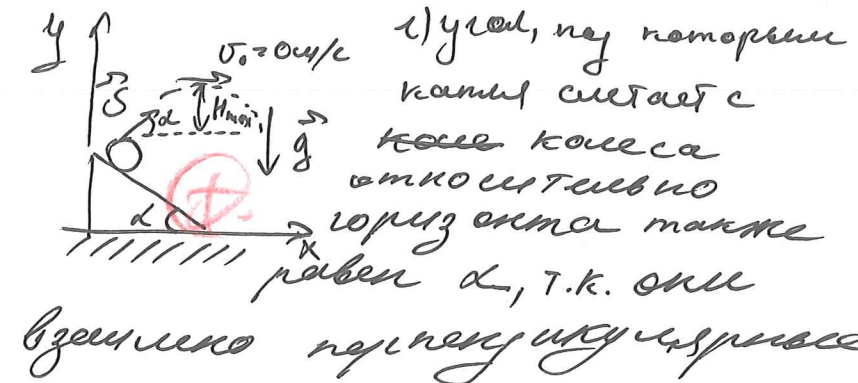
$\alpha = 30^\circ$

$v = 10\text{ м/с}$

$g = 10\text{ м/с}^2$

Найти:

$H_{\text{max}} = ?$



1) Угол, на котором камень слетает с колеса колеса относительно горизонта также равен α , т.к. они взаимно перпендикулярны.

2) Достроим ось y и x перпендикулярно и вдоль горизонта соответственно.

3) $H_{\text{max}} = v_{\text{ay}} t - \frac{gt^2}{2}$; где t - время полета камня от начала движения до H_{max} .

$-gt = \frac{v_0^2 - v_0^2}{t} \Rightarrow g = \frac{v_0}{t} \Rightarrow t = \frac{v_0}{g} = \frac{10}{10} = 1\text{ с}$

$v_{\text{ay}} = \sin \alpha v_0 = \sin 30^\circ \cdot 10 = \frac{1}{2} \cdot 10 = 5\text{ м/с}$

4) $H_{\text{max}} = 5 \cdot 1 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 5 - 5 = 0$

4) $H_{max} = \frac{v^2 - v_y^2}{-2g} = \frac{v^2}{2g} = \frac{25}{20} = \frac{5}{4} = 1,25 \text{ м};$ Чистовик

Ответ: 1,25 м. +

Решение:



N1

Дано:

$v_1 = 25 \text{ км/ч}$

$R = 30 \text{ м}$

$v_2 = 24 \text{ км/ч}$

$t \gg \frac{2\pi R}{v_1}$

Найти:

$L - ?$

Не записывайте

1) Возьмем систему отсчета за точку (B) \Rightarrow от центра колеса

2) $v_{угл} = v_3 - v_B$

$= \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{24^2 + 25^2} = \sqrt{625 + 576} = \sqrt{1101} \approx 33 \text{ км/ч}$

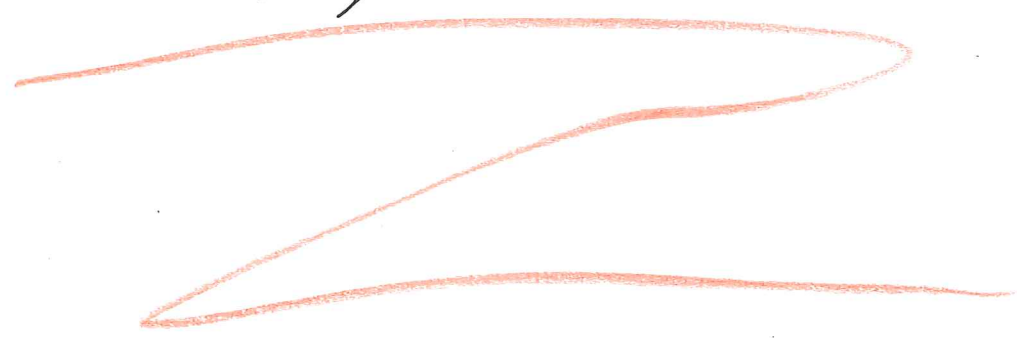
(см. н. $33^2 = 1089$)

$T = \frac{2\pi R}{v_1} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 30}{25} = 7,536 \text{ с}$

3) Пусть $t = 10000 \text{ с};$

$10000 \gg 7,54 \text{ с} \Rightarrow$

$\Rightarrow L = v t$



Чистовик

$1,1 \cdot 42 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 30^6$
 $1,1 \cdot 4200 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 30^6$
 $1,1 \cdot 42 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 30^6$
 $1,1 \cdot 42 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 30^6$

$H_{max} = \frac{v_{угл}^2}{2g}$
 $= \frac{25 \cdot 10000}{3600} = \frac{250}{36} = \frac{125}{18} \text{ м/с}$
 $= \frac{25}{20} = \frac{5}{4} = 1,25 \text{ м}$

$L = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$
 $t = \frac{2v_0}{g} = 1 \text{ с}$
 $L = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$
 $t = \frac{v_0}{g}$

