



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант \_\_\_\_\_

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

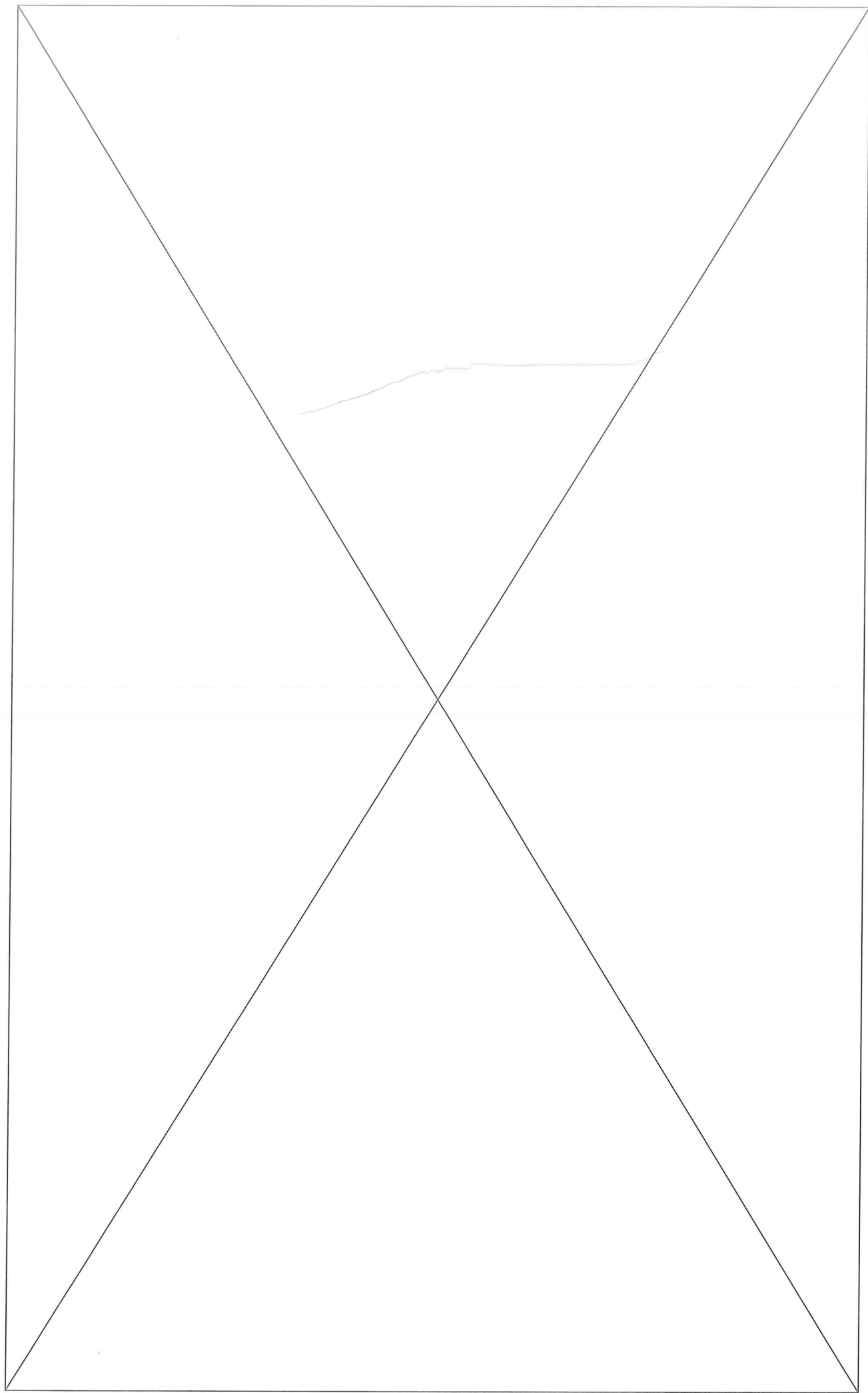
Олимпиада школьников „Ломоносов“  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

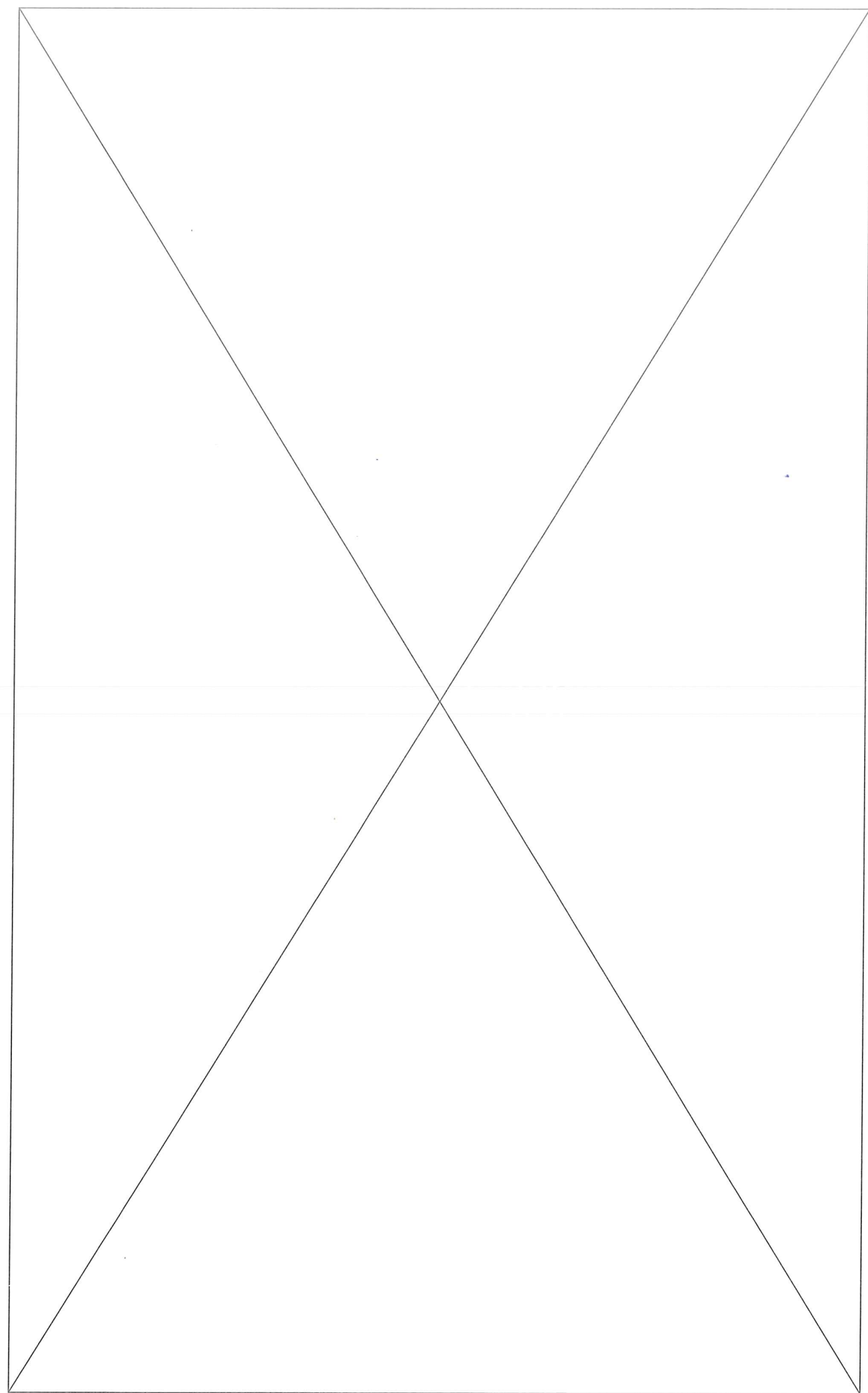
Артюшовой Ксении Александровны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«13» февраля 2026 года

Подпись участника  
[Подпись]



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



№3 Чистовик

Дано:  
 $m_f = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$   
 $m_1 = 300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}$   
 $t_1 = 90^\circ \text{C}$   
 $m_3 = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$   
 $t_3 = 5^\circ \text{C}$   
 $m_2 = 250 \text{ г} = 0,25 \text{ кг}$   
 $t_2 = -10^\circ \text{C}$   
 $c_p = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$   
 $c_1 = 100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$   
 $c_b = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$   
 $\lambda = 340000 \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot \text{с}}$   
 $t_{\text{наб}} = 0^\circ \text{C}$

Решение: 1. Распишем количество теплоты отходящее /примимаемое каждым объектом, учитывая знаки в теплоте, в определенности:

$$Q_f = c_p m_f (t_k - t_1)$$

$$Q_1 = c_p m_1 (t_k - t_1)$$

$$Q_3 = c_p m_3 (t_k - t_3)$$

$$Q_2 = Q_{\text{наб}2} + Q_{\text{изв}2} + Q_{\text{конв}2}$$

$$Q_{\text{наб}2} = c_1 m_2 (t_{\text{наб}} - t_2)$$

$$Q_{\text{изв}2} = +\lambda m_2$$

$$Q_{\text{конв}2} = c_b m_2 (t_k - t_{\text{наб}})$$

$$\Rightarrow Q_2 = c_1 m_2 (t_{\text{наб}} - t_2) + \lambda m_2 + c_b m_2 (t_k - t_{\text{наб}})$$

2. Пок. потери тепла в окружающую среду по условию задачи пренебрегаем  $\Rightarrow$  составим уравнение теплового баланса (сумма количества теплоты при теплоте в замкнутой системе с учетом знака при достижении конечной температуры равна нулю):

$$Q_f + Q_1 + Q_3 + Q_2 = 0$$

$$c_p m_f (t_k - t_1) + c_p m_1 (t_k - t_1) + c_p m_3 (t_k - t_3) + c_1 m_2 (t_{\text{наб}} - t_2) + \lambda m_2 + c_b m_2 (t_k - t_{\text{наб}}) = 0$$

$$c_p m_f t_k - c_p m_f t_1 + c_p m_1 t_k - c_p m_1 t_1 + c_p m_3 t_k - c_p m_3 t_3 + c_1 m_2 (t_{\text{наб}} - t_2) + \lambda m_2 + c_b m_2 t_k - c_b m_2 t_{\text{наб}} = 0$$

$$t_k (c_p m_f + c_p m_1 + c_p m_3 + c_b m_2) = c_p m_f t_1 + c_p m_1 t_1 + c_p m_3 t_3 - c_1 m_2 (t_{\text{наб}} - t_2) + \lambda m_2 + c_b m_2 t_{\text{наб}}$$

$$\Rightarrow t_k = \frac{c_b (m_1 t_1 + m_3 t_3 + m_2 t_{\text{наб}}) + c_p m_f t_1 + \lambda m_2 - c_1 m_2 (t_{\text{наб}} - t_2)}{c_p m_f + c_p (m_1 + m_3 + m_2)}$$

$$= \frac{4200(0,3 \cdot 90 + 0,4 \cdot 5 + 0,25 \cdot 0) + 500 \cdot 0,5 \cdot 90 - 340000 \cdot 0,25 - 100 \cdot 0,25(0 - (-10))}{500 \cdot 0,5 + 4200(0,3 + 0,4 + 0,25)}$$

$$= \frac{85250}{4240} = 20,1^\circ \text{C}$$

Ответ:  $20,1^\circ \text{C}$

Черновик.

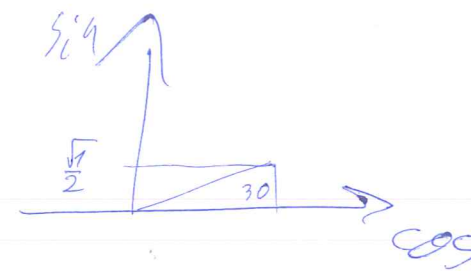
$$4240 \quad 229300$$

$$- \begin{array}{r} 229300 \\ 21200 \\ \hline 17325 \\ -16960 \\ \hline 036500 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4240 \\ 154,0 \end{array}$$

$$P = U \cdot I \Rightarrow P = \frac{U^2}{R}$$

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

$$\begin{array}{r} 229300 \\ 21200 \\ \hline 17275 \\ -16960 \\ \hline 3150 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4240 \\ 154 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} \times 42 \\ 44 \\ \hline 88 \\ 146 \\ \hline 1848 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ 314 \\ \hline 1256 \\ 628 \\ \hline 7536 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3 \\ 36 \\ \hline 7536 \end{array}$$

$$\frac{U^2 d^2 \pi t}{c_b V \rho_0 \rho (t_2 - t_1)}$$

t=60

$$V = 0,004 \text{ м}^3$$

$$40000 \cdot 0,36 \cdot 3,14 \cdot 60$$

$$4200 \cdot 0,004 \cdot 124(40 - 8,6)$$

$$42 \cdot 4 \cdot 11(40 - 8,6) \quad 314$$

$$\begin{array}{r} \times 31,4 \\ 1848 \\ \hline 27392 \\ 1848 \\ \hline 5544 \\ \hline 58027,2 \end{array}$$

Черновик.

$$v_{\text{лог}} = 0 = v_y - g \cdot t_{\text{лог}} \Rightarrow t_{\text{лог}} = \frac{v \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$v_y = v \cdot \sin \alpha$$

$$v_x = v \cdot \cos \alpha$$

$$H(t_{\text{лог}}) = H_{\text{max}} = v_y \cdot t - \frac{g \cdot t_{\text{лог}}^2}{2} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g} - \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$\Rightarrow H_{\text{max}}$  зависит от  $\sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = 1$



$$\begin{array}{r} \times 27 \\ 0,72 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7200 \overline{) 2500} \\ 5000 \phantom{00} \\ \hline 22000 \\ 20000 \phantom{00} \\ \hline 20000 \\ 20000 \phantom{00} \\ \hline 00000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5000 \phantom{00} \\ 10000 \phantom{00} \\ 20000 \phantom{00} \\ 8 \end{array}$$

$$25 \text{ м/с} = \frac{2 \pi R}{T} = t_0 \Rightarrow R_0 = \frac{R v_0}{\omega}$$

$$\frac{2 \pi R}{v_1} = \frac{31,4 \cdot 2}{v_1}$$

$$\frac{2 \pi R_0}{v_0}$$

$$25000 \overline{) 3600} \quad 0,03 - 0,0$$

$$72 \cdot 2 \sim 7 \text{ м/с} \quad 0,03$$

$$0,00288$$

$$0,200012$$

$$14 \cdot 4 \cdot \frac{2 \pi \cdot 0,03}{25} = 0,12 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 18 \phantom{0} \overline{) 0,23} \\ 216 \phantom{00} \times 0,03 \\ \hline 252 \phantom{00} \phantom{00} \times 0,28 \\ \hline 0,1884 \end{array}$$

$$0,03 - 0,0324$$

$$\underline{\quad 25}$$

здесь есть поверхность, волк тонка, слова и слова и слова время за которое здесь обидели своего окружности равно времени от слова мясор волки.

24-20-55-36 (5.4)

Чистовик.

- № 4
- Дано:
- $t_1 = 8,6^\circ \text{C}$
  - $U = 200 \text{ В}$
  - $N = 2$  параллельно.
  - $a = 4 \text{ м/мин}$
  - $t_2 = 40^\circ \text{C}$
  - $d = 0,6 \text{ мм}$
  - $\rho = 1,1 \frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$
  - $c_0 = 4200 \frac{\text{дж}}{\text{кг} \cdot \text{C}}$
  - $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$

Найти:  $L$

Решение: 1. Из условия, что  $a = 4 \text{ м/мин}$ , можно сделать вывод, что 4 л воды при  $t_1 = 8,6$  нагревается до  $t_2 = 40^\circ \text{C}$  за 1 мин.  $\Rightarrow V_{\text{в}} = 0,004 \text{ м}^3; 1 \text{ мин} = 60 \text{ с.} \Rightarrow V = 0,004 \text{ м}^3, t = 60 \text{ с}$

Вычислим  $Q$  которое при этом передается от нагревателя к воде:  $Q = c_0 m \Delta t$ , где  $m = V \cdot \rho_0; \Delta t = t_2 - t_1 \Rightarrow Q = c_0 \cdot V \cdot \rho_0 \cdot (t_2 - t_1)$

2. Найдем общее сопротивление цепи: для этого сначала найдем сопротивление каждой ~~нижневольной~~ <sup>нижневольной</sup> спирали ~~элементы~~:  $R = \frac{\rho l}{S}, S = \pi r^2, r = \frac{d}{2} \Rightarrow R = \frac{\rho l}{\pi \frac{d^2}{4}} = \frac{4 \rho l}{\pi d^2}$ , тк нижневольные спирали одинаковые по условию задачи  $\Rightarrow$

у каждой из них  $R = \frac{4 \rho l}{\pi d^2}$

тк соединены параллельно  $\Rightarrow \frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \Rightarrow$

$$\Rightarrow R_0 = \frac{R}{2} = \frac{4 \rho l}{2 \pi d^2} = \frac{2 \rho l}{\pi d^2}$$

3. Вычислим мощность нагревательного элемента:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2 d^2 \pi}{2 \rho l}$$

4. Вспомним формулу  $P = \frac{A}{t}$ , в данном случае  $A = Q \Rightarrow$

$$\Rightarrow P = \frac{Q}{t} \Rightarrow \frac{U^2 d^2 \pi}{2 \rho l} = \frac{c_0 V \rho_0 (t_2 - t_1)}{t} \Rightarrow l = \frac{U^2 d^2 \pi t}{c_0 V \rho_0 2 \rho (t_2 - t_1)}$$

тк у нас две нижневольные спирали  $\Rightarrow L = 2 \cdot l$

$$\Rightarrow L = \frac{2 U^2 d^2 \pi t}{c_0 V \rho_0 2 \rho (t_2 - t_1)} = \frac{U^2 d^2 \pi t}{c_0 V \rho_0 \rho (t_2 - t_1)} = \frac{200^2 \cdot 0,6^2 \cdot 3,14}{4200 \cdot 0,004 \cdot 1000 \cdot 1,1 (40 - 8,6)} = \frac{45216}{58027,2} \approx 1 \text{ м}$$

Ответ: 1 м

№1 Чистовик  
 Дано:  
 $v_1 = 25 \text{ км/ч}$   
 $R = 30 \text{ м}$   
 $v_2 = 24 \text{ км/ч}$   
 $L$

Решение: 1. Скорость зайца направлена по касательной к окружности с  $R = 30 \text{ м}$ . Волк всегда направляет свою скорость только в зайца  $\Rightarrow$  он тоже движется по касательной, но к другой окружности.



Вывод что окружность по которой движется волк можно сделать проводя мысленный эксперимент: Представим что зайца держат по окружности  $R$ , как дано в задаче. затем на эту же самую окружность мы выпускаем волка, в небольшом отдалении от зайца и не перед зайцем (чтобы они не подверглись на встречу друг другу, иначе эксперимент будет каким то печальным), так

$v_2 < v_1$ , а волк всегда направляет свою скорость прямо на зайца, он будет постепенно уменьшать свою окружность пока не дойдет до того, что они оба пройдут свои окружности за одинаковое время.

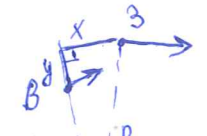
2. Найдем время за которое зайца и волк проделают свой окружности и превратятся, тем самым найдем радиус окружности волка:

$$t_1 = \frac{2\pi R}{v_1}; t_2 = \frac{2\pi R_2}{v_2}; t_1 = t_2 \Rightarrow$$

$$\frac{2\pi R}{v_1} = \frac{2\pi R_2}{v_2} \Rightarrow \frac{R}{v_1} = \frac{R_2}{v_2} \Rightarrow R_2 = \frac{R \cdot v_2}{v_1}$$

3. Рассмотрим момент времени  $t$ :

$$y = R - R_2$$



Чему же равно  $x$ ? Мы точно уверены, что  $x = \text{const} \cdot R_2$ . Иначе волк бы начал увеличивать/уменьшать свою окружность. А должно ли оно вообще быть? Нет.  $\Rightarrow L = y = R - R_2 = R - \frac{R \cdot v_2}{v_1}$ ;  $L = 30 - \frac{30 \cdot 24}{25} = 0,0012 \text{ км} = 0,12 \text{ м}$

Ответ: 0,12 м

$$\frac{4200(0,3 \cdot 20 + 0,4 \cdot 5) + 500 \cdot 0,5 \cdot 20 - 3400 \cdot 0,25}{500 \cdot 0,5 + 4200(0,3 + 0,4 + 0,25)}$$

$$- 100 \cdot 0,25(10 + 10)$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ 2 \\ \times 42 \\ \hline 84 \\ 840 \\ \hline 112 \\ 11200 \\ + 22500 \\ \hline 140300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 90 \\ 2500 \\ \hline 22500 \end{array}$$

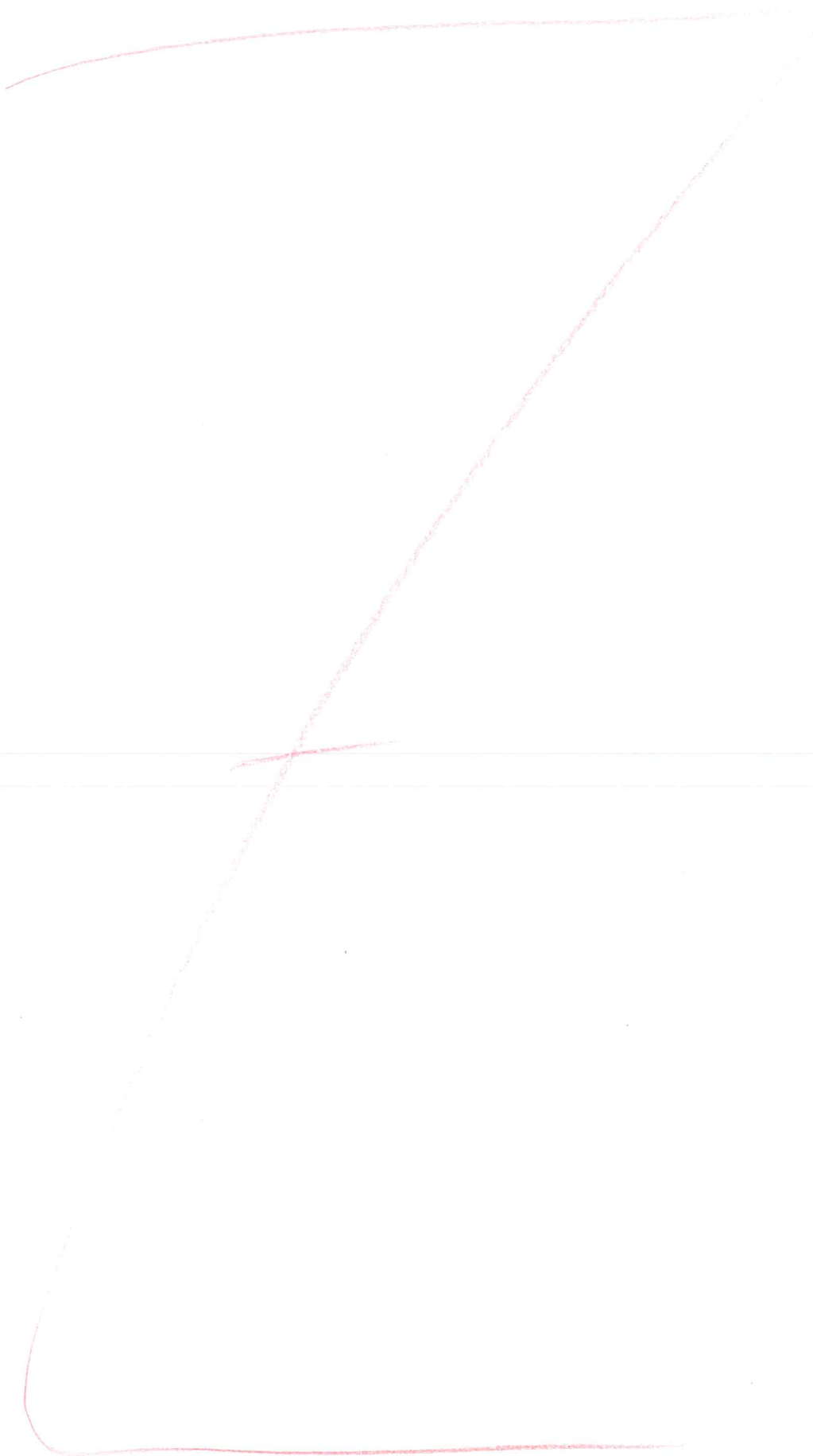
$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 3400 \\ \hline 170 \\ 85000 \\ \hline 85250 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 140300 \\ - 85250 \\ \hline 35050 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 250 + \\ \times 95 \\ \hline 190 \\ 380 \\ \hline 3990 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 85250 \\ 8480 \\ \hline 4500 \\ - 4240 \\ \hline 2600 \\ 8 \end{array}$$



24-20-55-36  
(5.4)Листовик  
№ 5

Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$v = 10 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

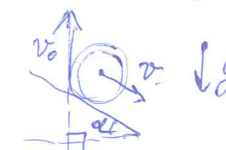
 $H_{\text{max}}$ Решение: 1. Найдем  $H_{\text{max}}$ :

В верхней точке траектории тела брошенного под углом к горизонту  $v_y(t_{\text{top}}) = 0 = v_{0y} - g t_{\text{top}}$ ,  
 где  $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$

Выразим  $t_{\text{top}}$ :  $t_{\text{top}} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$

$$y(t_{\text{top}}) = H = v_{0y} \cdot t_{\text{top}} - \frac{g t_{\text{top}}^2}{2} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g} - \frac{g \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

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



Начальная скорость которую предельно камне не изменится от выбора точки отбоя, а вот  $\sin$  изменился,  $\sin_{\text{max}} \alpha = 1$ ,  $\alpha = 90^\circ$

$$\Rightarrow H_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \cdot 1}{2g} = \frac{10^2}{2 \cdot 10} = 5 \text{ м} \quad v_0 = v \cdot \sin \alpha$$

$$\Rightarrow H_{\text{max}} = \frac{v^2 \sin^2 30^\circ}{2g} = \frac{10^2 \cdot 0,5}{2 \cdot 10} = 2,5 \text{ м}$$

19

Ответ: 2,5 м



