



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по профилю физика
профиль олимпиады

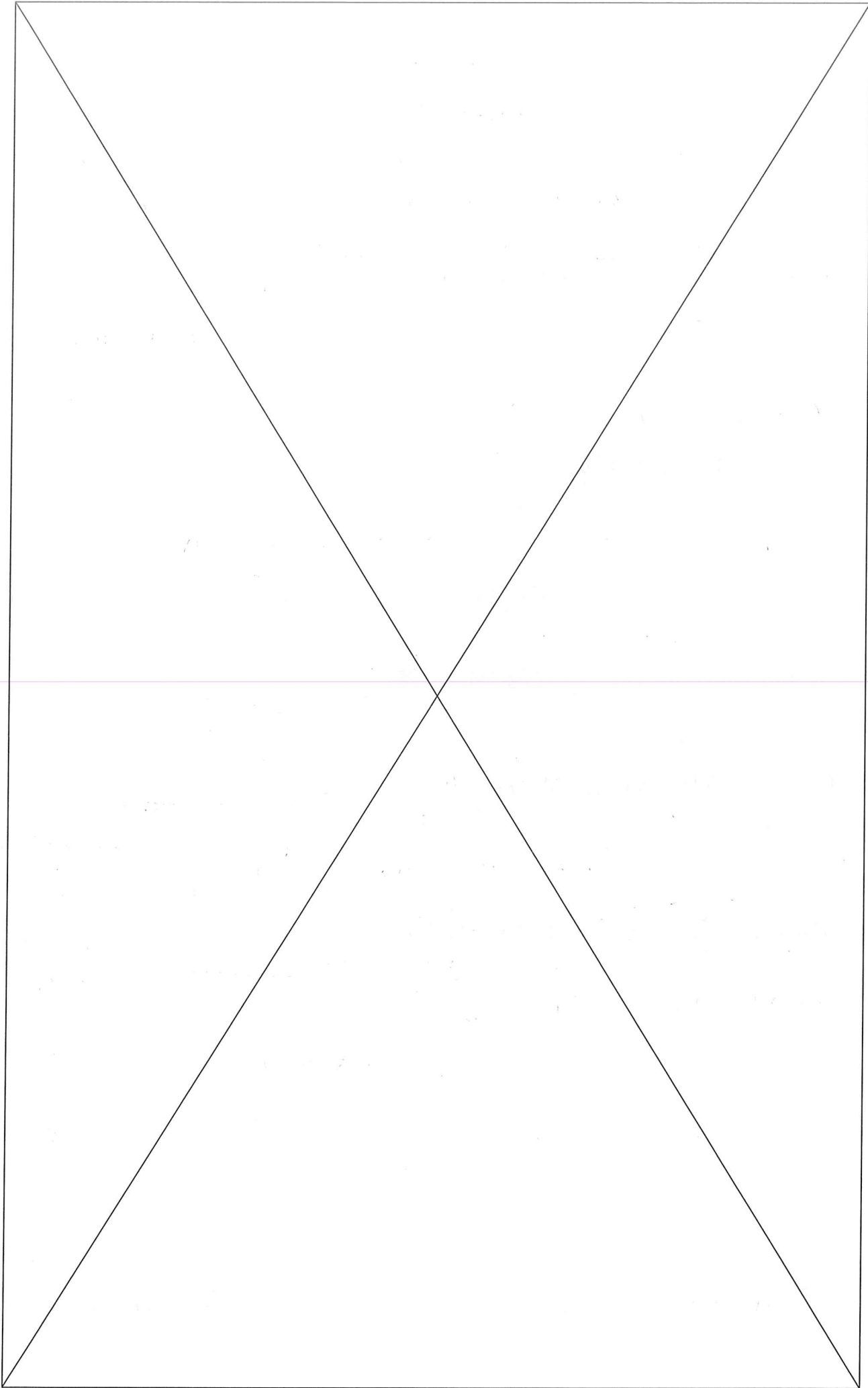
Голытина Артёма Андреевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

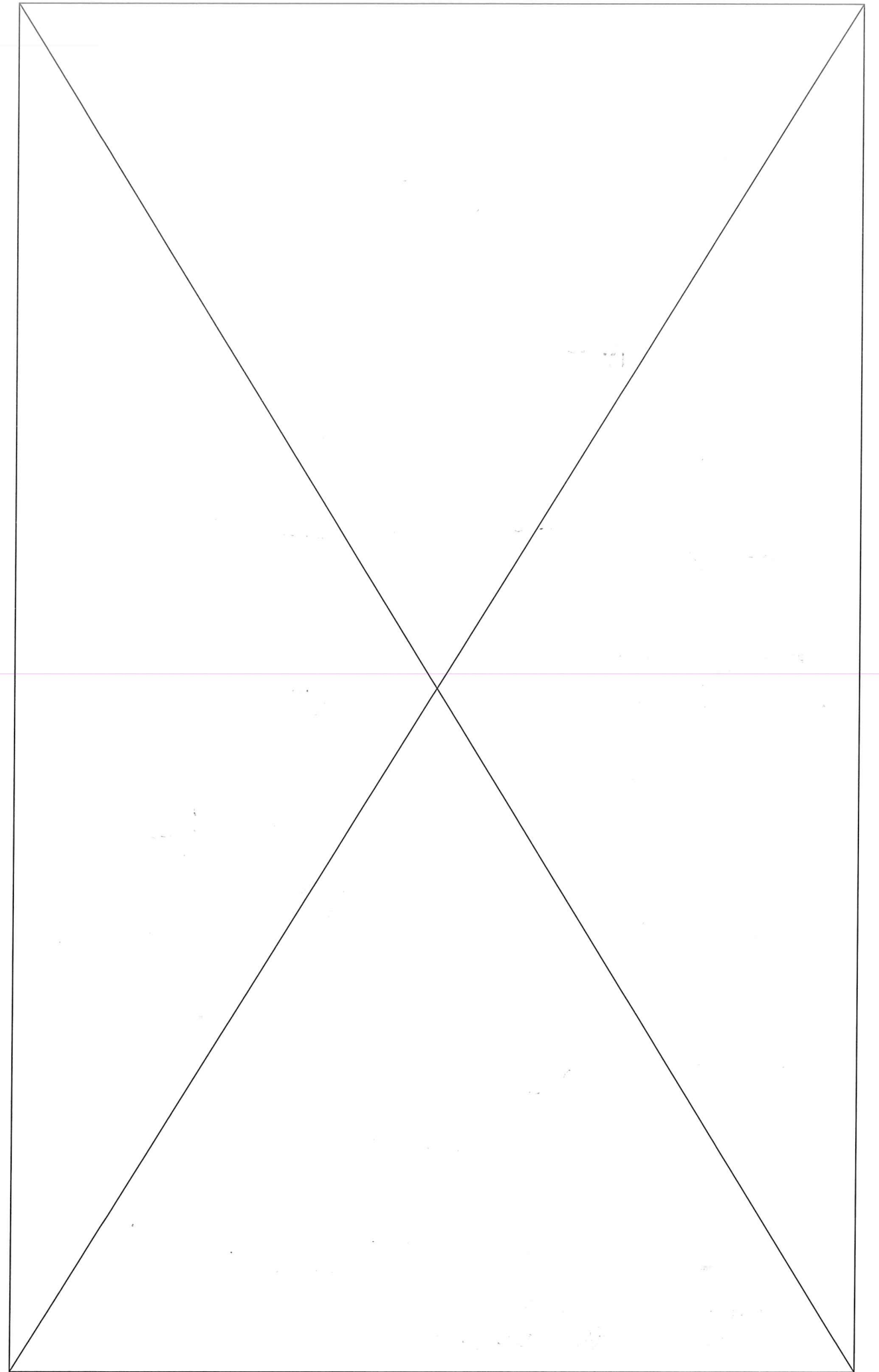
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Голытин



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Чистовик | Лист 2 из 6

Задача 2.

Поскольку тело будет находиться в покое, то F_A (сила Архимеда) = $F_{тяж}$ \oplus

$$F_A = \frac{1}{2} V \cdot \rho_{ж} \cdot g + \frac{1}{2} V \cdot \rho_{в} \cdot g = \frac{1}{2} V g (\rho_{ж} + \rho_{в}) \quad (1)$$

$$F_{тяж} = mg \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} V g (\rho_{ж} + \rho_{в}) = mg \quad (3)$$

Решая (3) найдем:

$$m = \frac{1}{2} V (\rho_{ж} + \rho_{в}) = 0,096 \cdot \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 10^{-6} \cdot 1920 = 0,096 \text{ кг} \quad \oplus$$

$$m_{резки} = m - m_0 (\text{изначально}) = 0,096 \text{ кг} - 0 = 0,096 \text{ кг} = 96 \text{ г}$$

Ответ: $m_{резки} = 96 \text{ г}$.

Задача 3.

Легко выводится формула конечной температуры смеси тел:

$$t_k = \frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2 + c_3 m_3 t_3}{c_1 m_1 + c_2 m_2 + c_3 m_3}, \text{ где } t_1; t_2; t_3 - \text{исходные температуры}$$

Дамбание в гайке водит паровым фазой, а докислование в гайке вода льда 2-ой фазой

Тогда с помощью (1) легко рассчитать

Черновик

$$Q = c \rho_0 \Delta t$$

$$P L = c \rho_0 \Delta t$$

$$U \cdot I = c \rho_0 \Delta t$$

$$\frac{U^2}{R} = c \rho_0 \Delta t$$

$$R = \frac{U^2}{c \rho_0 \Delta t}$$

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R}$$

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

$$R_1 = \frac{U^2}{c \rho_0 \Delta t \cdot 2}$$

$$\frac{P L}{S} = \frac{U^2}{2 c \rho_0 \Delta t}$$

$$2 P L c \rho_0 \Delta t = U^2 S$$

$$L = \frac{U^2 S}{2 P c \rho_0 \Delta t}$$

$$= \frac{40000 \cdot 3,14 \cdot 0,6 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 1,1 \cdot 10^6 \cdot 4200 \cdot 1000 \cdot 4 \cdot 31,4}$$

$$= \frac{10^{-2} \cdot 6}{11 \cdot 42 \cdot 10^1} = \frac{0,6}{462} = \frac{36}{462}$$

$$\begin{array}{r} 0,60000 \quad | \quad 462 \\ - 600 \quad | \quad 0001, \\ \hline 1380 \end{array}$$

$$\frac{U^2}{R} = c \rho_0 \Delta t$$

$$R_1 = \frac{2U^2}{c \rho_0 \Delta t}$$

$$R_1 = \frac{P L}{S}$$

$$R_1 = \frac{P L}{S}$$

0,6 мм, 1000

42

42

Черновик

$$R_1 = \frac{2U^2}{c_{\text{prod}} \Delta t}$$

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

$$\frac{PL}{S} = \frac{2U^2}{c_{\text{prod}} \Delta t}$$

$$U = IR$$

$$PL \cdot c_{\text{prod}} \Delta t = 2U^2 S$$

$$R_1 = \frac{PL}{S}$$

$$L_{\text{уд}} = \frac{4U^2 S}{\rho c_{\text{prod}} \Delta t}$$

$$= \frac{4 \cdot 400000 \cdot V \cdot 3,14 \cdot 0,6 \cdot 10^{-6}}{1,1 \cdot 10^{-7} \cdot 4200 \cdot 1000 \cdot \frac{4}{60} \cdot \frac{1}{C} \cdot 31,4}$$

$$\frac{4 \cdot 10^4 \cdot 6 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^{-1}}{1,1 \cdot 10^{-7} \cdot 42 \cdot 10^3 \cdot 10^{-1}} = \frac{1440}{1386}$$

$$\frac{4 \cdot 10^4 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 10}{1,1 \cdot 42 \cdot 10^3} = \frac{40 \cdot 36}{11 \cdot 42} = \frac{1440}{462} \text{ Зм.}$$

$$\begin{array}{r} 1440 \overline{) 462} \\ \underline{1386} \\ 540 \end{array}$$

$$Q_{\text{вв.}} = 0,0936 \cdot 30000 =$$

$$4309,0 \text{ Зм.}$$

Чистовик лист 3 из 6

температуру после 1-ой операции:

$$t_{k1} = \frac{c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} \cdot 30 + c_{\text{в}} m_1 \cdot t_1 + c_{\text{в}} m_3 \cdot t_3}{c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} + c_{\text{в}} m_1 + c_{\text{в}} m_3} =$$

$$t \approx 45,24^\circ\text{C}$$

Для второй операции формула (1) изменяется следующим образом:

$$t_k = \frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2 - \lambda m_3 - c_4 m_3 t_3}{c_1 m_1 + c_2 m_2 + c_3 m_3}, \text{ где } \lambda =$$

число с индексом 1 и 2 относятся к соответствующим телам, λ - удельная теплота испарения воды; c_4 - удельная теплоемкость до фазового перехода, t_3 - изначальная температура 3-го тела, значит:

$$t_k = \frac{c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} \cdot t_{k1} + c_{\text{в}} (m_1 + m_3) \cdot t_{k1} - \lambda m_2 + c_{\text{л}} m_2 \cdot (-10) t_2}{c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} + c_{\text{в}} (m_1 + m_3) + c_{\text{в}} m_2}$$

$$t_k = \frac{c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} \cdot t_{k1} + c_{\text{в}} (m_1 + m_3) \cdot t_{k1} - \lambda m_2 + c_{\text{л}} m_2 \cdot (-10) t_2}{c_{\text{ф}} m_{\text{ф}} + c_{\text{в}} (m_1 + m_3) + c_{\text{в}} m_2}$$

$$\approx 13,93^\circ\text{C}$$

Выбор формулы для второй операции от нее зависит только то, что $Q_3 \neq$ равно не $c_3 m_3 t_3$, а $c_4 m_4 t_4 + \lambda m_3$ $c_4 m_3 t_{k3} + \lambda m_3 + c_3 m_3 t_k$, т.е. всё же ^{молеске} нет смысла на писать первый вывод.

18-04-65-29 (5.11)

Чистовик | Лист 4 из 6

Ответ: $t_k = 13,93^\circ\text{C}$.

Задача №4.

Q - теплота воды

$Q = cm(t_2 - t_1) = c\rho V(t_2 - t_1)$, м.к. $m = \rho V$

~~$Q = c\rho V$~~

$Q = c\rho V(t_2 - t_1)$, пусть t - какое-либо время, тогда

$Q = c\rho V t(t_2 - t_1)$, м.к. $V = \Delta t$

Пусть P - мощность всего нагревательного элемента, тогда

$Pt = Q$, м.к. $P = \frac{Q}{t}$

$P_k = c\rho \Delta t(t_2 - t_1)$

$U \cdot I = c\rho \Delta t(t_2 - t_1)$, м.к. $P = U \cdot I$

$\frac{U^2}{R_{\text{общ}}} = c\rho \Delta t(t_2 - t_1)$, м.к. $I = \frac{U}{R}$

$R = \frac{U^2}{c\rho \Delta t(t_2 - t_1)}$ - общее сопротивление

нагревательного элемента, а для нахождения длины, нам нужно знать сопротивление от отдельной спирали.

Черновик

$V = 100 \text{ см}^3 = 10^{-4} \text{ м}^3$

$m = 0,02 \text{ кг}$

$F_A = \frac{1}{2} V \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot g + \frac{1}{2} V \cdot \rho_{\text{б}} \cdot g$

~~$F_A = \frac{1}{2} V g (\rho_{\text{ж}} + \rho_{\text{б}})$~~

$F_A = F_{\text{тяж}}$

$\frac{1}{2} V g (\rho_{\text{ж}} + \rho_{\text{б}}) = mg$

$m = \frac{1}{2} V (\rho_{\text{ж}} + \rho_{\text{б}})$

$m = 5 \cdot 10^{-5} \cdot 1920$

$m = 9600 \cdot 10^{-5} = 0,096$

$t_{k2} = 45,24$

$2300 \cdot 0,962$

$c_1 m_1 \Delta t_1 + c_2 m_2 \Delta t_2 = c_3 m_3 \Delta t_3$

$c_1 m_1 (t_1 - t_k) + c_2 m_2 (t_2 - t_k)$

$c_1 m_1 t_1 - c_1 m_1 t_k + c_2 m_2 t_2 - c_2 m_2 t_k = c_3 m_3 t_k - c_3 m_3 t_3$

$-c_1 m_1 t_k - c_2 m_2 t_k - c_3 m_3 t_k = -c_3 m_3 t_3 - c_2 m_2 t_2 - c_1 m_1 t_1$

$t_k = \frac{c_3 m_3 t_3 + c_2 m_2 t_2 + c_1 m_1 t_1}{c_1 m_1 + c_2 m_2 + c_3 m_3}$

$t_{k2} = \frac{259 \cdot 90 + 1260 \cdot 90 + 1680 \cdot 5}{250 + 1260 + 1680} = \frac{90 \cdot 1510 + 8400}{3190} =$

$= \frac{135900 + 8400}{3190} = \frac{144300}{3190} = \frac{14430}{319}$

$\begin{array}{r} 41 \\ 1920 \\ + 5 \\ \hline 9600 \end{array}$

$\begin{array}{r} 640 \\ 638 \\ \hline 1278 \end{array}$

$\begin{array}{r} 1 \\ 1680 \\ + 1260 \\ \hline 2940 \end{array}$

$\begin{array}{r} 250 \\ + 250 \\ \hline 500 \end{array}$

$\begin{array}{r} 1680 \\ - 1120 \\ \hline 560 \end{array}$

$\begin{array}{r} 1680 \\ - 840 \\ \hline 840 \end{array}$

$\begin{array}{r} 135900 \\ - 8400 \\ \hline 144300 \end{array}$

$\begin{array}{r} 135900 \\ - 8400 \\ \hline 144300 \end{array}$

$\begin{array}{r} 135900 \\ - 8400 \\ \hline 144300 \end{array}$

$\begin{array}{r} 135900 \\ - 8400 \\ \hline 144300 \end{array}$

$\begin{array}{r} 4200 \cdot 3 \\ \hline 12600 \end{array}$

$\begin{array}{r} 12600 \\ \hline 1260 \end{array}$

$\begin{array}{r} 4200 \cdot 4 \\ \hline 16800 \end{array}$

$\begin{array}{r} 16800 \\ \hline 1680 \end{array}$

$\begin{array}{r} 90 \cdot 1510 \\ \hline 135900 \end{array}$

$\begin{array}{r} 90 \cdot 1510 \\ \hline 135900 \end{array}$

$\begin{array}{r} 90 \cdot 1510 \\ \hline 135900 \end{array}$

$\begin{array}{r} 90 \cdot 1510 \\ \hline 135900 \end{array}$

$\begin{array}{r} 90 \cdot 1510 \\ \hline 135900 \end{array}$

Черновик

в 45,24 °C

~~с.м.т.к~~ ~~340/4~~

$$c_1 m_1 t_1 - c_1 m_1 t_k + c_2 m_2 t_2 - c_2 m_2 t_k = \lambda m_3 + c_3 m_3 t_k - c_4 m_4 t_k + c_4 m_4 t_k$$

$$t_k (c_1 m_1 + c_2 m_2 + c_3 m_3) = c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2 + c_4 m_4 t_4 - \lambda m_3$$

$$t_k = \frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2 + c_4 m_4 t_4 - \lambda m_3}{c_1 m_1 + c_2 m_2 + c_3 m_3}$$

$$= \frac{250 \cdot 45,24 + 2940 \cdot 45,24 - 85000 - 250}{250 + 2940 + 1050}$$

$$= \frac{45,24 \cdot (3190 - 85000 - 250)}{3190}$$

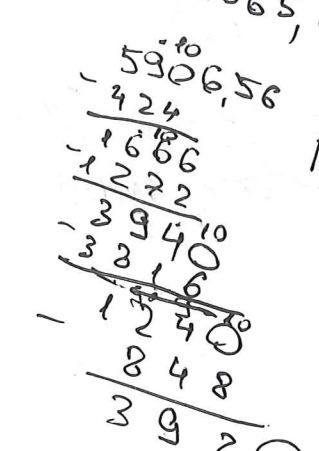
$$= \frac{4240 \cdot 25000}{32400}$$

$$= \frac{106200}{32400} = 3,2777 \dots$$

$$= 3,2777 \cdot 13930 = 45,74$$



30 см
25 см/2
6,9 см/с
138,4 см



420 см
5906,56
424
13,92

$$\frac{24}{30} = \frac{2}{2,5}$$

$$\frac{720}{25} = 28,8$$

$$\frac{25}{1393} = 0,018$$

18-04-65-29
(5.11)

$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_{одн}}$, т.к. $R_1 = R_2$, Чистовик лист 5 из 6

~~$\frac{2}{R_0} = \frac{1}{R_{одн}}$~~

$R_0 = 2 R_{одн}$ - сокращение уравн. цепи

$$R_0 = \frac{2U^2}{c \rho d (t_2 - t_1)}$$

$$\frac{\rho L}{S} = \frac{2U^2}{c \rho d (t_2 - t_1)}, \text{ т.к. } R = \frac{\rho L}{S}$$

$$L = \frac{2U^2 S}{\rho c \rho d (t_2 - t_1)}$$

$L_{одн}$ (в условии ~~уже~~ обозначено как L) =

$$= 2L = \frac{4U^2 S}{\rho c \rho d (t_2 - t_1)}$$

$$= \frac{4U^2 \pi d^2}{\rho c \rho d (t_2 - t_1)}$$

из условия, переводя всё предвари-
тельно в СИ получаем: $L_{одн} \approx 19$

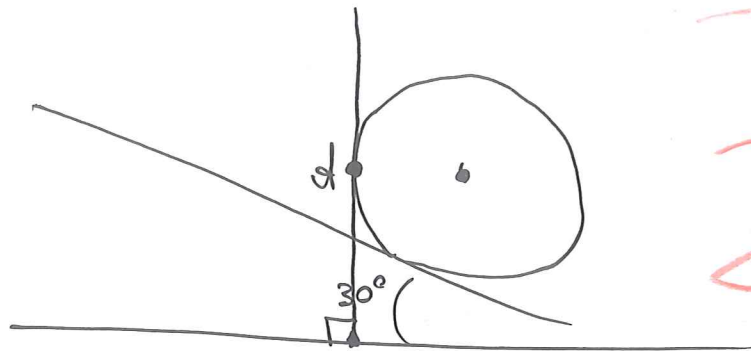
Ответ: $L_{одн} = 19$

Задача 5.

Т.к. капля с ровной поверхностью может оторваться от любой точки окружности, то нам интересно найти точку отрыва, с которой максимальная высота при падении с углом α зарядитесь у отрывающейся точки стар-

Чистовик | Лист 6 из 6

та будет максимальной, это произойдет в этой точке



Скорость камня в этой точке будет направлена вертикально вверх, а значит вся кинетическая энергия перейдет в вертикальную кинетическую энергию, а в другой части пойдет горизонтальное перемещение, или же камень совсем будет лететь к земле.

На рассмотрение вопроса мне знаний не хватает.

Попытка решения

Черновик

$$L_{обж} = \frac{4U^2 \pi d^2}{\rho c \rho_0 \kappa (t_2 - t_1)} \quad \text{---}$$

$$U = 200 \quad U^2 = 40000$$

$$\pi = 3,14$$

$$d = 0,36 \quad d^2 = 0,1296 \cdot 10^{-6}$$

$$\rho = 11 \cdot 10^{-6}$$

$$c = 4200$$

$$\rho_0 = 1000$$

$$\kappa = \frac{4}{60} \cdot 10^{-3}$$

$$t_2 - t_1 = 31,4$$

$$\frac{4 \cdot 40000 \cdot 3,14 \cdot 0,36 \cdot 10^{-6} \cdot 60 \cdot 10^3}{11 \cdot 10^{-6} \cdot 4200 \cdot 1000 \cdot 4 \cdot 31,4}$$

$$\frac{4 \cdot 4 \cdot 10^4 \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 36 \cdot 10^3 \cdot 60 \cdot 10^3}{11 \cdot 10^{-6} \cdot 42 \cdot 10^2 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 31,4 \cdot 10^3}$$

$$= \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^4 \cdot 314 \cdot 36 \cdot 60 \cdot 10^3 \cdot 10^6 \cdot 10}{11 \cdot 4,2 \cdot 10^2 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 314 \cdot 10^2 \cdot 10^3}$$

$$= \frac{4 \cdot 4 \cdot 36 \cdot 60 \cdot 10^3 \cdot 10^6 \cdot 10}{11 \cdot 4,2 \cdot 10^2 \cdot 10^3 \cdot 10^3}$$

$$= \frac{36 \cdot 24}{11 \cdot 42}$$

462
 3696
 8640 | 462
 - 462

 0
 8640
 - 462

 8178
 - 3696

 4482