



Выход 1625

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант \_\_\_\_\_



Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников "Ломоносов"  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

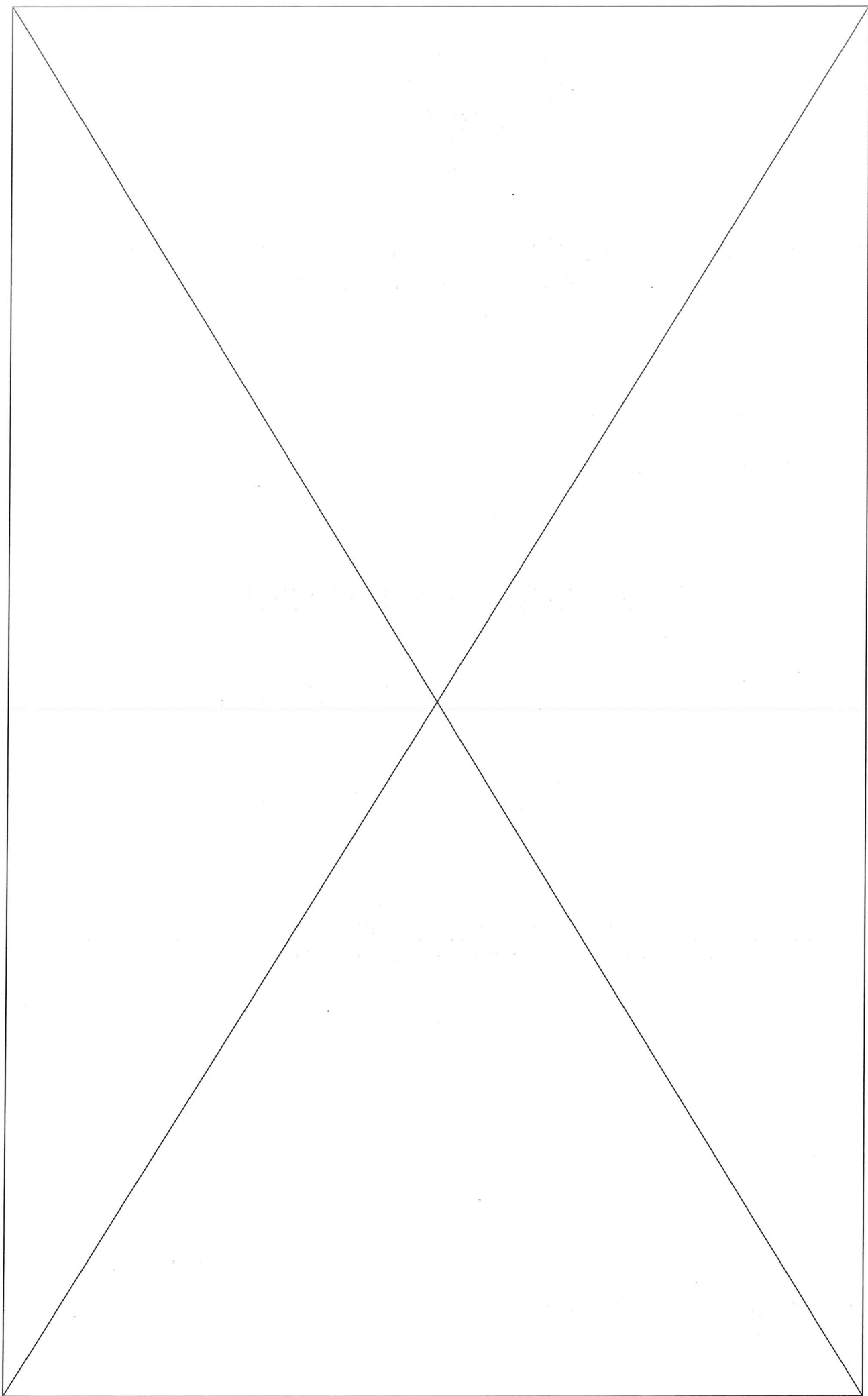
Кирьянова Антона Дмитриевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход 16129   
Приход 16:31 

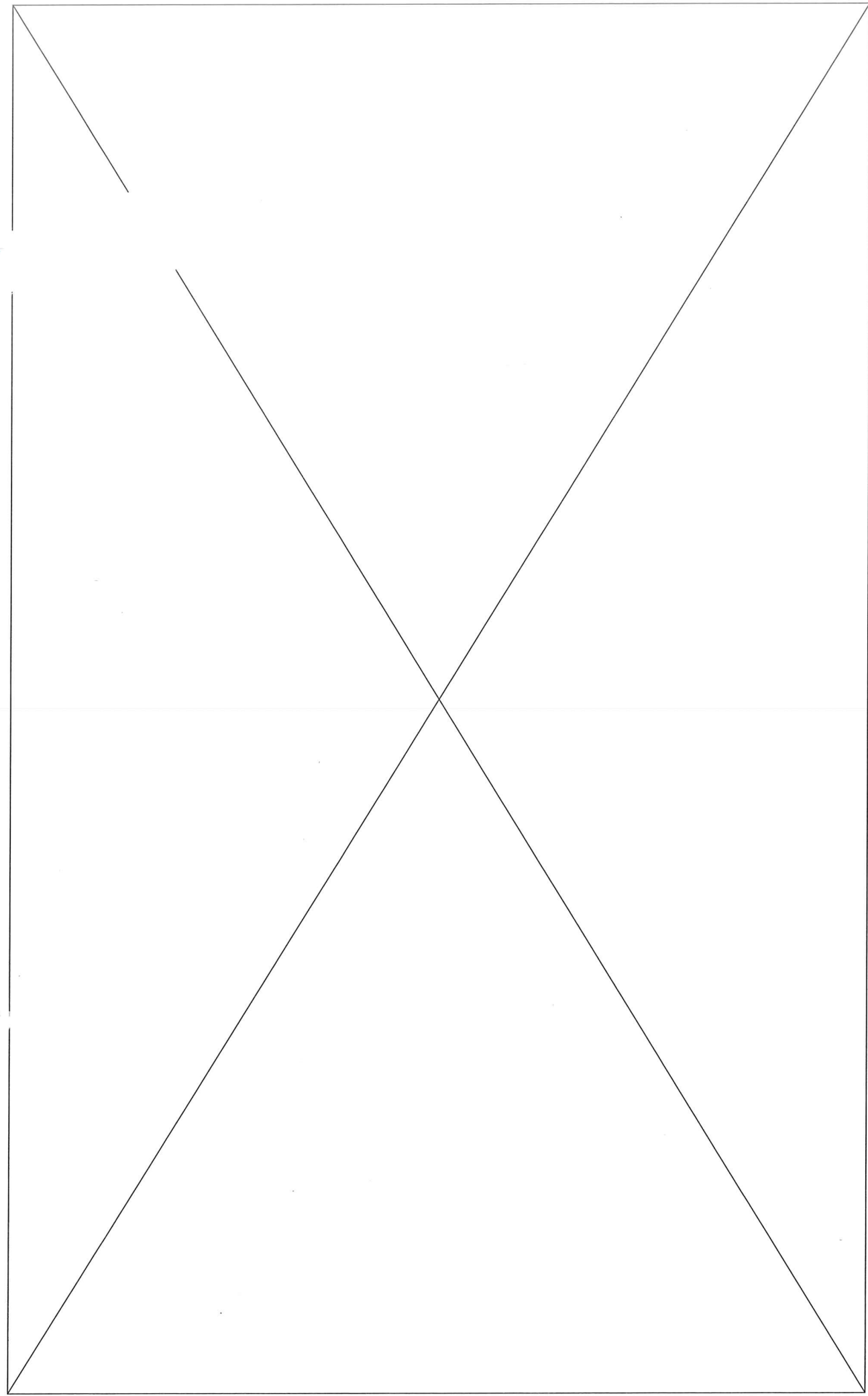
Дата  
« 13 » февраля 2026 года

Подпись участника



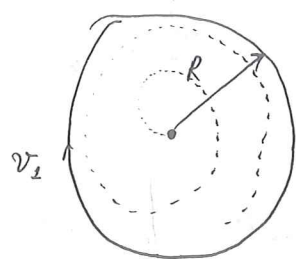


Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

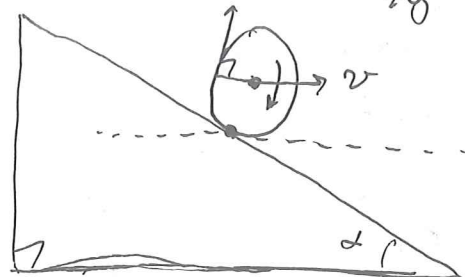
Черновик



$$T = \frac{2\pi R}{v_2}, \quad t \gg T$$

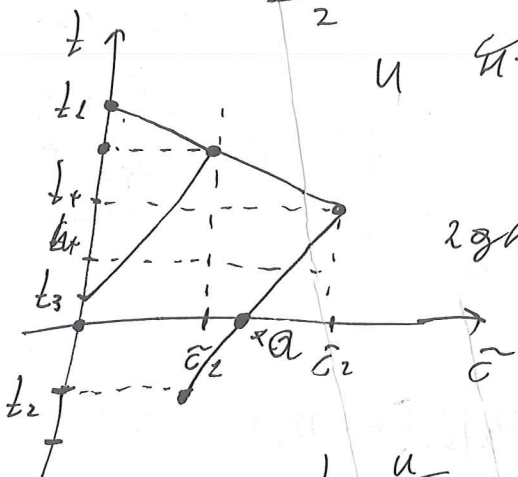


$$\frac{u^2}{2g} = H$$



$$2H = u^2$$

$$\frac{m u^2}{2} = m g H$$



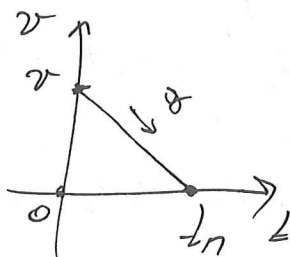
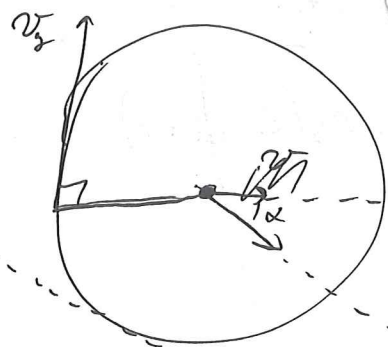
$$2gH = u^2$$

$$u = \sqrt{2gH}$$

$$u = \frac{v l_0}{2} = \frac{u l_0}{2} = \frac{u^2 l_0}{2g}$$

$$l = \frac{u}{g}$$

$$0.5: \quad v_y = v_0 \cdot \sin \alpha$$



$$2gH = u^2$$

$$u = \sqrt{\frac{u^2}{2g}}$$

$$\frac{u}{\sqrt{2g}}$$

26-37-69-55 (5.1)

Чистовик

2

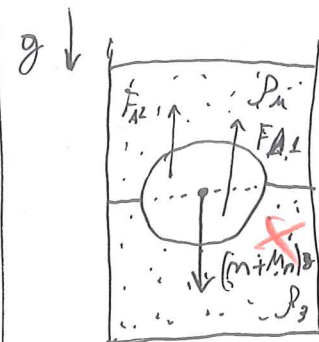
$$m = 20 \text{ г}$$

$$V = 100 \text{ см}^3$$

$$\rho_3 = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$\rho_n = 0,92 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$M_n = ?$



В равновесии на шар действуют две силы Архимеда: от воды ( $F_{A1}$ ) и от масла ( $F_{A2}$ ) вверх и сила тяжести (песка и шара) вниз:

$$\text{условие равновесия: } (m + M_n)g = F_{A1} + F_{A2} \quad (1)$$

$$\begin{cases} F_{A1} = \rho_3 g \frac{V}{2} & (2) \\ F_{A2} = \rho_n g \frac{V}{2} & (3) \end{cases}$$

где действуют на  $\frac{1}{2}$  объема

$$\text{из (1), (2), (3): } m + M_n = \frac{V}{2} (\rho_3 + \rho_n)$$

$$M_n = \frac{V}{2} (\rho_3 + \rho_n) - m = 26 \text{ г}$$

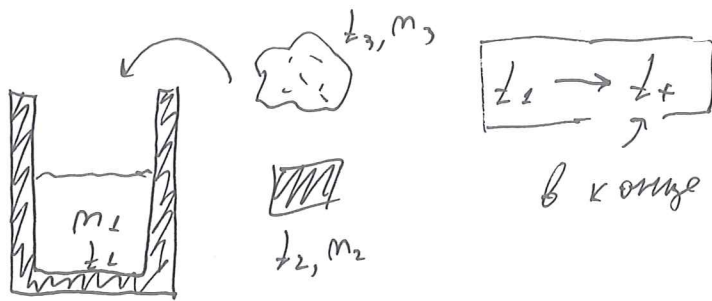
Ответ:  $M_n = 26 \text{ г}$

26-37-69-55 (5.1)  
 Революция  
 Огунь  
 Урок химии  
 А. Ауграбаев  
 уч.  
 Союзные  
 Ог  
 Чинкиски  
 Учили  
 Учили  
 Учили

Чистовик

3

- $m_\phi = 0,5 \text{ кг}$
- $m_L = 0,3 \text{ кг}$
- $m_2 = 0,25 \text{ кг}$
- $m_3 = 0,4 \text{ кг}$



Общая теплота, отданная газом при охлаждении:

$$Q_0 = (C_3 \cdot m_1 + C_\phi \cdot m_\phi) \cdot (t_L - t_x) \quad (1)$$

равна, полученной холодной водой и льдом:

$$Q_0 = Q_3 + Q_2 = C_3 \cdot m_3 (t_x - t_3) + C_L \cdot m_2 |t_2| + \lambda \cdot m_2 + C_2 \cdot m_2 \cdot t_x \quad (2)$$

упрощаем:  $(C_3 \cdot m_1 + C_\phi \cdot m_\phi) t_L - (C_3 m_2 + C_\phi m_\phi) t_x = C_3 m_3 t_x - C_3 m_3 t_3 + C_2 m_2 t_x + m_2 (\lambda + C_L |t_2|)$

$$t_x (C_3 m_3 + C_2 m_2 + C_3 m_1 + C_\phi m_\phi) = (C_3 m_1 + C_\phi m_\phi) t_L + C_3 m_3 t_3 - m_2 (\lambda + C_L |t_2|)$$

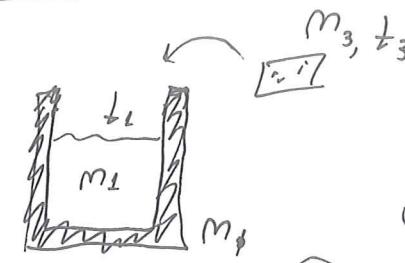
$$t_x = \frac{(C_3 \cdot m_1 + C_\phi \cdot m_\phi) \cdot t_L + C_3 m_3 t_3 - m_2 (\lambda + C_L |t_2|)}{C_3 (m_1 + m_2 + m_3) + C_\phi m_\phi} \approx 13,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

Ответ:  $t_x \approx 14 \text{ }^\circ\text{C}$

- $0 - t_2 = |t_2|$ ,  $t_2 < 0$
- $t_x - 0 = t_x$ ,  $t_x > 0$

лист 2/6

Черновик



$4200 \cdot 4 = 1680$   
 $\frac{42}{168}$   
 $\frac{34}{840}$   
 $\frac{168}{8400}$

$$Q_{отд}: (C_\phi \cdot m_\phi + C_3 \cdot m_L) \cdot (t_L - t_x) = C_3 m_3 \cdot (t_x - t_3)$$

$\frac{42}{3}$   
 $\frac{1260}{250}$   
 $\frac{1510}{13500}$

$$t_L - t_x = C_3 m_3 t_x - C_3 m_3 t_3$$

$$t_x (1 + C_3 m_3) = C_3 m_3 t_3 + C_3 m_3 t_L$$

$\frac{1510}{9}$   
 $\frac{13500}{126}$

$$t_x = \frac{(C_\phi \cdot m_\phi + C_3 \cdot m_L) \cdot t_L + C_3 \cdot m_3 \cdot t_3}{C_\phi \cdot m_\phi + C_3 \cdot m_L + C_3 \cdot m_3}$$

$\frac{42}{3}$   
 $\frac{1260}{250}$   
 $\frac{1510}{13500}$

$$Q_0 = C_3 \cdot m_3 (t_x - t_3) + C_L \cdot m_2 |t_2| + \lambda \cdot m_2 + C_2 \cdot m_2 t_x =$$

$$= C_3 m_3 t_x - C_3 m_3 t_3 + C_L m_2 |t_2| + \lambda m_2 + C_2 m_2 t_x =$$

$$= t_x (C_3 m_3 + C_2 m_2) - C_3 m_3 t_3 + m_2 (C_L |t_2| + \lambda)$$

$\frac{340000}{2000}$   
 $\frac{340000}{2000}$

$$Q_0 = (C_3 m_1 + m_\phi C_\phi) \cdot (t_L - t_x)$$

$\frac{42}{3}$   
 $\frac{1260}{250}$   
 $\frac{1510}{13500}$

Черновик



$m_n = ?$



$$\begin{cases} F_{A1} = \rho_m g \frac{V}{2} \\ F_{A2} = \rho_0 g \frac{V}{2} \\ F_{A1} + F_{A2} = (m + m_n) g \end{cases}$$

$$4200 \cdot \frac{1}{2} = 1680$$

$$3410 \cdot 25$$

$$\frac{42 \cdot 10^3}{1680} = \frac{3410 \cdot 25}{8400}$$

$$m + m_n = \frac{V}{2} (\rho_m + \rho_0) \Rightarrow m_n = \frac{V}{2} (\rho_m + \rho_0) - m = 76 - 10 = 26 \text{ ?}$$

$$\begin{array}{r} 5905 \\ - 424 \\ \hline 1665 \\ - 1272 \\ \hline 3930 \\ - 3826 \\ \hline 1040 \\ - 1040 \\ \hline 0 \end{array}$$

13,9

$$\begin{array}{r} 424 \\ \times 192 \\ \hline 8480 \\ + 39360 \\ \hline 81600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 424 \\ \times 95 \\ \hline 2120 \\ + 38180 \\ \hline 40300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 424 \\ \times 96 \\ \hline 8480 \\ + 39360 \\ \hline 40200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 424 \\ \times 95 \\ \hline 2120 \\ + 38180 \\ \hline 40300 \end{array}$$

96 - 20

$$\begin{array}{r} 424 \\ \times 95 \\ \hline 2120 \\ + 38180 \\ \hline 40300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 424 \\ \times 95 \\ \hline 2120 \\ + 38180 \\ \hline 40300 \end{array}$$

$$424 \cdot 95$$

$$\begin{array}{r} 424 \\ \times 95 \\ \hline 2120 \\ + 38180 \\ \hline 40300 \end{array}$$

192

$$\begin{array}{r} 424 \\ \times 96 \\ \hline 8480 \\ + 39360 \\ \hline 40200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 424 \\ \times 95 \\ \hline 2120 \\ + 38180 \\ \hline 40300 \end{array}$$

$$L_0 L_1 (m_3 + m_2) - L_0 m_3 L_3 + m_2 (L_1 (L_2) + \lambda) =$$

$$L_0 L_1 = (L_0 m_1 + L_0 m_2) L_2 - (L_0 m_1 + L_0 m_2) L_1$$

$$L_1 \left( L_0 (m_3 + m_2) + (L_0 m_1 + L_0 m_2) \right) = L_0 m_3 L_3 + m_2 (L_1 (L_2) + \lambda)$$

$$L_1 = \frac{d}{L_0 (m_3 + m_2 + m_1) + L_0 m_2} = \frac{50050}{4240} = \frac{5905}{424}$$

26-37-69-55 (5.1)

Чистовик

$$L_1 = 8,6 \text{ ?}$$

$$L_2 = 40 \text{ ?}$$

$$U = 200 \text{ В}$$

$$d = 4 \text{ мм}$$

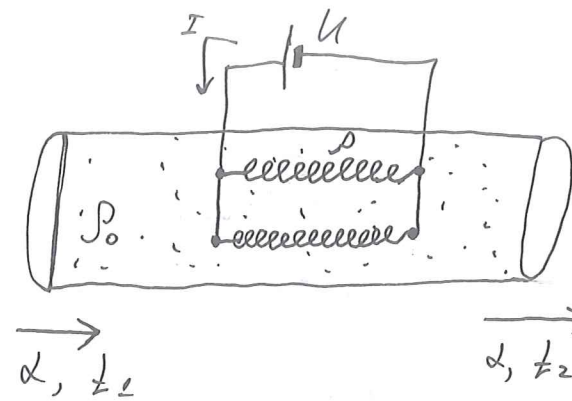
$$d = 0,6 \text{ мм}$$

$$L = 4200 \frac{\text{Вт}}{\text{кг} \cdot \text{с}}$$

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

$$\rho_0 = 1000 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$$

L - ?



$N = 2$

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$R_n = \rho \frac{L_n}{S} = \frac{4 \rho L_n}{\pi d^2} \text{ - сопр. одной проволоки}$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_n} \rightarrow R_0 = \frac{R_n^2}{2 R_n} = \frac{R_n}{2} = \frac{2 \rho L_n}{\pi d^2}$$

- общее сопр. цепи (N проволоки)

$$L = 2 L_n \rightarrow R_0 = \frac{L \rho}{\pi d^2}$$

(вся длина)

Плотность за  $\Delta t$  порция воды нагревается от  $t_1$  до  $t_2$ , тогда  $\Delta Q = P \Delta t = C \Delta M (t_2 - t_1) = C \rho_0 d \Delta G (t_2 - t_1)$

$$\rightarrow P = C \cdot \rho_0 \cdot d \cdot (t_2 - t_1), \text{ где } P \text{ - мощность тока.}$$

$$\bullet \text{ если } P = \text{const} \rightarrow R_0 = \text{const} \rightarrow P = \text{const}, P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{U^2 d^2 \pi}{L \rho}$$

$$\text{итого имеем: } \frac{U^2 d^2 \pi}{L \rho} = C \rho_0 d (t_2 - t_1) \rightarrow$$

$$\rightarrow L = \frac{U^2 d^2 \pi}{C \rho_0 d (t_2 - t_1) \rho} = \frac{3,14 \cdot 0,36 \text{ мм}^2 \cdot 40000 \frac{\text{Ом} \cdot \text{Вт}}{\text{с}}}{15 \frac{\text{Вт}}{\text{с}} \cdot 4200 \frac{\text{Вт}}{\text{кг} \cdot \text{с}} \cdot 31,4 \cdot 1,1 \cdot 0,001 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}} \approx 468 \text{ м}$$

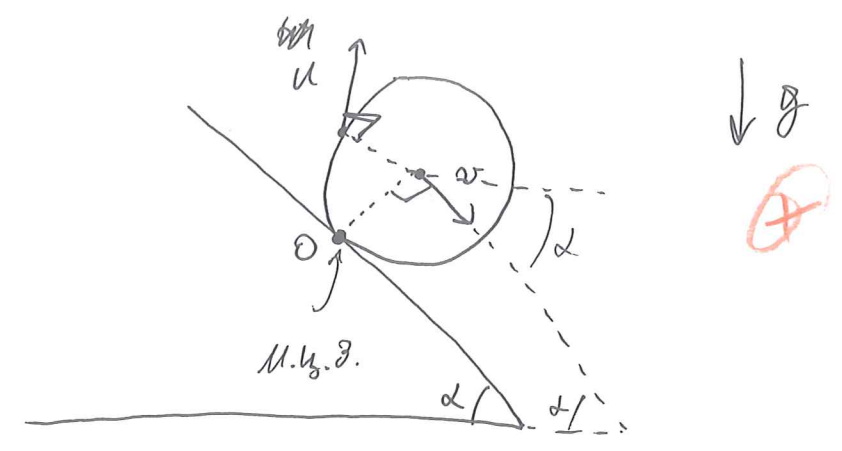
Ответ:  $L \approx 468 \text{ м}$

Чистовик

5

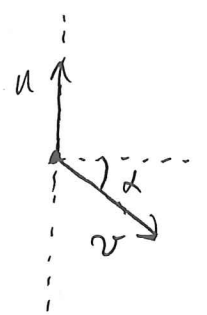
$v = 10 \text{ м/с}$   
 $\alpha = 30^\circ$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

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



Пусть точка O - касание колеса и плоскости в некоторый момент времени. Если движение без проскальзывания, то т. O - мгновенный центр вращения колеса (МЦВ).

Чтобы камень поднялся на максимальную высоту, проекция скорости по вертикали должна быть максимальной:  $v_{y0} = v \cdot \sin \alpha$  - достигает максимума при макс. углу  $\sin \alpha = 1 \rightarrow \alpha = 90^\circ$ ,  $v_{y0} = v$ . ( $\alpha$  - между горизонтальной и плоскостью)

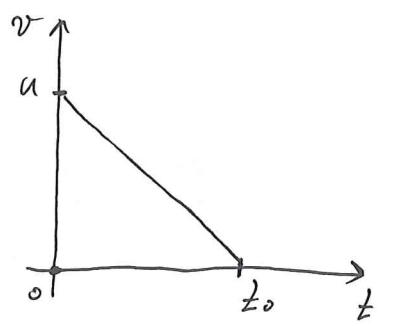


Что построено (м. гм. выше) скоростью, можно получить связь:

$v = v \cdot \sin \alpha$  (1)

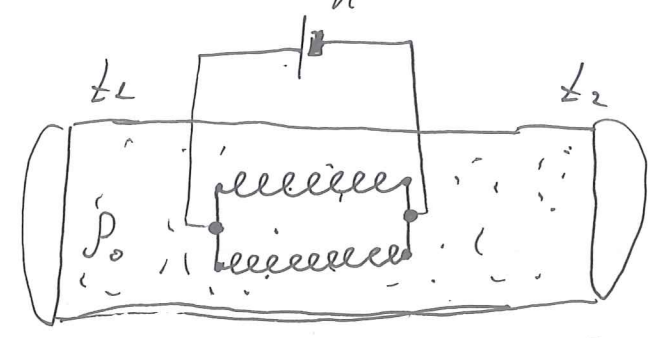
тогда: (m - масса камня)

$\frac{mv^2}{2} = m g H_{\text{max}}$  (2) - з. (с. з.)



Черновик

$\frac{40000 \cdot 0,36}{2,8 \cdot 10^{-1}, 1} = \frac{40000 \cdot 0,36}{3,08}$



$S = \frac{\pi d^2}{4}$

$L = 2l \Rightarrow$

$R_{\text{сн}} = \rho \frac{l}{S} = \frac{4 \rho l}{\pi d^2}$   
 $R_0 = \frac{2 \rho l}{\pi d^2} = \frac{L \rho}{\pi d^2}$   
 $P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{U^2 \pi d^2}{L \rho}$   
 $4 \text{ Вт.}$

$\Delta Q = P \Delta t = c \Delta m (t_2 - t_1) = \rho \Delta V \Delta t (t_2 - t_1)$   
 $\frac{\pi U^2 d^2}{\rho L} = \rho \cdot L \cdot d \cdot (t_2 - t_1) \rightarrow L = \frac{\pi U^2 d^2}{\rho \cdot L \cdot d \cdot (t_2 - t_1) \cdot \rho}$

$\frac{40000^2 \cdot (0,6)^2 \cdot \text{мм}^2 \cdot 3,14}{2,8 \cdot 10^{-1} \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^3} = \frac{40000^2 \cdot 0,36 \cdot 3,14}{2,8 \cdot 10^9} = \frac{5^2}{20} = \frac{25}{20} = 1,25 \text{ м}$



ЧИСТОВИК

1 (продолжение)

Скорость очень большая ( $\frac{1}{2} \gg T$ ), вагон будет двигаться по всей окружности радиусом  $r > R$  (и. д. г. д.), они никогда не закончат зайца т.к.  $v_1 > v_2$ .

Рассмотрим один период грабеля зайца и вагона:

$$\begin{cases} \text{заяц: } T = \frac{L_0}{v_1} = \frac{2\pi R}{v_1} & (1) \\ \text{вагон: } T = \frac{L}{v_2} = \frac{2\pi r}{v_2} & (2) \end{cases} \Rightarrow \frac{2\pi R}{v_1} = \frac{2\pi r}{v_2} \Rightarrow r = \frac{v_2 R}{v_1}$$

Иными словами, угловые скорости зайца и вагона равны относ. центру:  $\omega = \frac{v_1}{R} = \frac{v_2}{r}$ , что дает такой же результат:  $r = \frac{v_2 R}{v_1}$ .

В любой момент времени расстояние между ними:  $L = R - r = R \left(1 - \frac{v_2}{v_1}\right) = 1,2 \text{ м}$

Ответ:  $L = 1,2 \text{ м}$

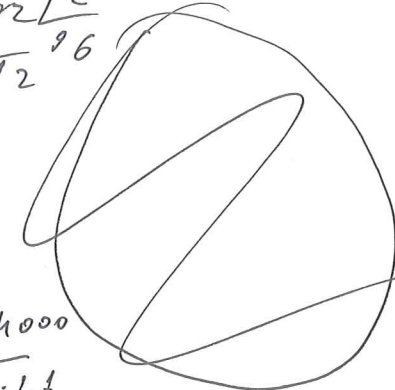
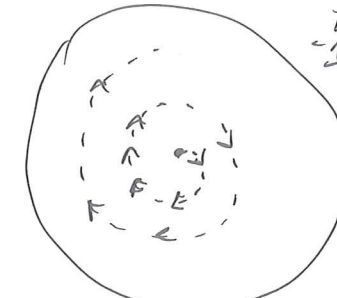
лист 6/6

Черновик

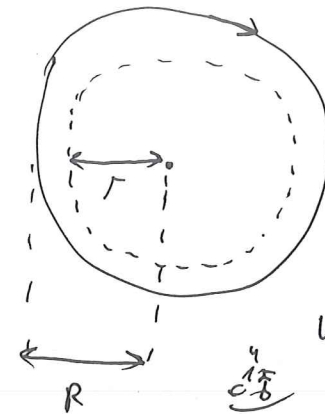
$$3,14 \cdot 0,36 \text{ м}^2 \cdot 40000 \frac{\text{Ом} \cdot \text{м}}{\text{м}} \cdot \frac{1}{\text{м}}$$

$$\frac{1}{15} \frac{\text{кГ}}{\text{с}} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{с}^2} \cdot 3,14 \cdot 0,36 \cdot 1,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 468 \\ 3 \\ \hline 1104 \end{array}$$



$$\frac{3,14 \cdot 0,36 \cdot 40000}{2,8 \cdot 3,14 \cdot 1,1} = \frac{0,36 \cdot 40000}{2,8 \cdot 1,1} = \frac{1440}{3,08 \text{ м}68}$$



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

$$\omega = \frac{v_1}{R} = \frac{v_2}{r} \Rightarrow \frac{v_2 R}{v_1} = r$$

$$L = R - r = R \left(1 - \frac{v_2}{v_1}\right) = \frac{428}{58} = 7,38$$

$$\frac{4200}{120} \cdot \frac{15}{2,8}$$

$$\frac{2}{1440} \cdot \frac{96}{4} = 0,96$$

$$\frac{24}{25} = \frac{96}{100} = 0,96$$

$$30 \cdot \frac{4}{108} = \frac{12}{20} = 1,2$$

$$\frac{100}{80} \cdot \frac{24}{96} = 1,2$$

$$\frac{12}{10} = 1,2$$

$$\begin{cases} l_1 = 2\pi R \\ l_2 = 2\pi r \end{cases}$$

$$\frac{1018}{40} = 25,45$$

$$\frac{4}{108} \cdot 30 = 1,11$$

$$0,09$$

$$\frac{4}{108} \cdot 30$$

$$r = \frac{R v_2}{v_1}$$

м68