



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Прохоров Павел Игоревич**

Класс: 9

Технический балл: **100**

Дата проведения: 24 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9866167

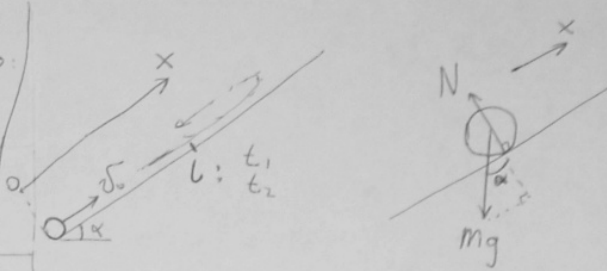
	1	2	3	4	Σ
Задача	25	25	25	25	<i>100</i>
Вопрос					

① Дано:

$$L = 0,6 \text{ м}$$

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

$$t_2 = 2 \text{ с}$$

Найти v_0 Найти v_0 

Условие

N1

ИЗН:

$$m a_x = -Mg \cos \alpha + N \cos 90^\circ$$

$$a_x = -g \cos \alpha = \text{const}$$

Равноускоренное движение

$$x(t) : v_0 t + \frac{a_x t^2}{2} = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \cdot \cos \alpha$$

$$x(t) = L \text{ имеет 2 корня: } t_1, t_2$$

$$-\frac{g t^2}{2} \cos \alpha + v_0 t = L \quad : t_1, t_2$$

$$-\frac{g t^2}{2} \cos \alpha + v_0 t - L = 0 \quad : t_1, t_2$$

По Т. Виета:

$$\frac{v_0}{-\frac{g \cos \alpha}{2}} = -(t_1 + t_2)$$

$$\frac{-L}{-\frac{g \cos \alpha}{2}} = t_1 t_2$$

$$\Rightarrow \frac{v_0}{-L} = \frac{-(t_1 + t_2)}{t_1 t_2}$$

$$v_0 = \frac{t_1 + t_2}{t_1 t_2} L = \frac{1 + 2}{1 \cdot 2} \cdot 0,6 \text{ м} = 0,9 \text{ м/с}$$

$$ax^2 + bx + c = 0$$

Т. Виета:

$$\frac{b}{a} = -(x_1 + x_2)$$

$$\frac{c}{a} = -x_1 x_2$$

$$a(x-x_1)(x-x_2) = ax^2 - a(x_1+x_2)x + ax_1x_2$$

Ответ: 0,9 м/с

② $T = 0^\circ \text{C}$

$$m_A = 100 \text{ г}$$

$$m_B = 5 \text{ г}$$

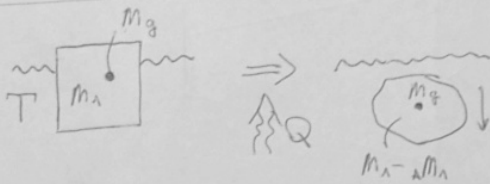
$$V_B \approx 0$$

$$\rho_B = 12/\text{см}^3$$

$$\rho_A = 0,92/\text{см}^3$$

$$\lambda = 340 \text{ Дж/с}$$

Найти Q



Итого можем:

$$F_{\text{арх}} \leq Mg$$

$$\rho_B V_B g \leq Mg$$

$$\rho_B \left(\frac{m_A - \Delta m_A}{\rho_A} + V_B \right) \leq (m_A - \Delta m_A) + m_B$$

$$\rho_B m_A - \rho_B \Delta m_A \leq \rho_A m_A - \rho_A \Delta m_A + \rho_A m_B$$

$$(\rho_B - \rho_A) \Delta m_A \geq (\rho_B - \rho_A) m_A - \rho_A m_B \quad | \quad \rho_B - \rho_A > 0$$

$$\Delta m_A \geq m_A - \frac{\rho_A}{\rho_B - \rho_A} m_B = 100 \text{ г} - \frac{0,92}{12 - 0,92} \cdot 5 \text{ г} = 55 \text{ г}$$

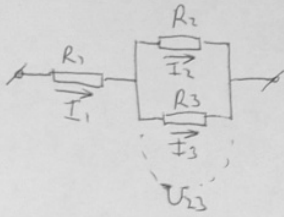
~~Q~~ $T = 0^\circ \text{C}$ \Rightarrow жерлиа идёт
лед растает \Rightarrow только на ледяку ида
не весь

$$Q = \lambda \Delta m = \lambda \left(m_A - \frac{\rho_A}{\rho_B - \rho_A} m_B \right) = 340 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} \cdot 55 \text{ г} = 18,7 \text{ кДж}$$

Ответ: 18,7 кДж

③ $R_1 = 1 \Omega$
 $R_2 = 2 \Omega$
 $R_3 = 3 \Omega$
 $N_1 = 25 \text{ BT}$

Найти N_2



$$N_1 = I_1 U_1 = I_1^2 R_1$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{N_1}{R_1}}$$

$$\begin{cases} I_2 + I_3 = I_1 \\ I_2 R_2 = I_3 R_3 = U_{23} \end{cases}$$

$$I_2 + \frac{R_2}{R_3} I_2 = I_1$$

$$I_2 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} I_1$$

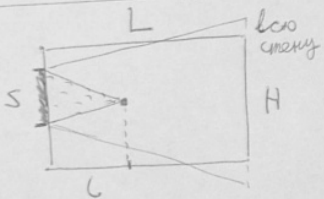
$$N_2 = I_2 U_{23} = I_2^2 R_2 = \left(\frac{R_3}{R_2 + R_3} \right)^2 R_2 \cdot I_1^2 = \frac{R_2 R_3^2}{R_1 (R_2 + R_3)^2} N_1 = \frac{2 \cdot 3^2}{1 \cdot (2+3)^2} \cdot 25 \text{ BT} = 18 \text{ BT}$$

Ответ: 18 BT

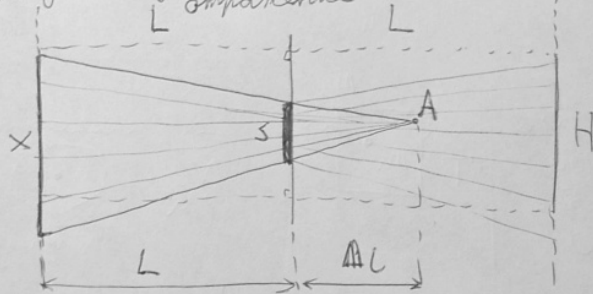
④

$L = 5 \text{ м}$
 $H = 3 \text{ м}$
 $L = 2 \text{ м}$

Найти S_{min}



Представим экран и источник, представляющим свет, а вместо всей противоположной стены щель кусок дуги увидит её непрерывный кусок высоты $x \gg H$. За экраном нарисуем изображение картины.



По подобию треугольников с вершиной A и основаниями S и x :

$$\frac{S}{x} = \frac{L}{L+L} \quad S = \frac{L}{L+L} x \geq \frac{L}{L+L} H$$

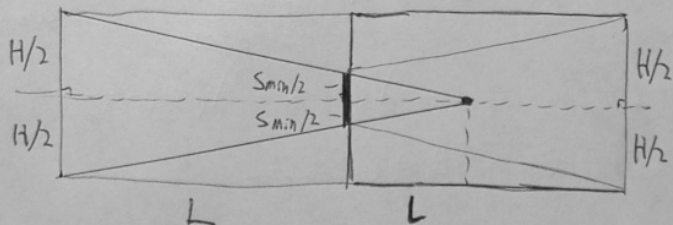
$$S_{\text{min}} = \frac{L}{L+L} H \quad \text{при более слабых условиях.}$$

S_{min} достигнута: миним.

$$\frac{S_{\text{min}}/2}{H/2} = \frac{L}{L+L}$$

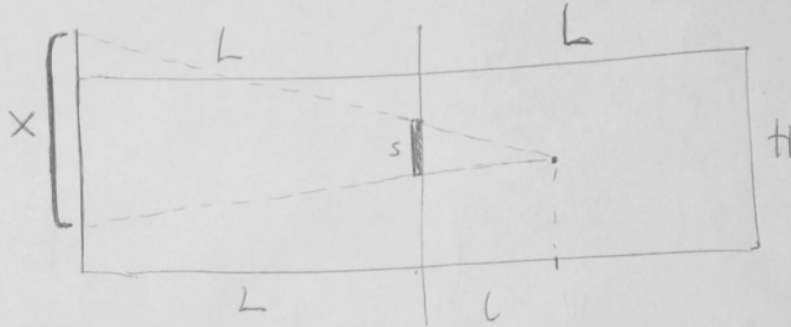
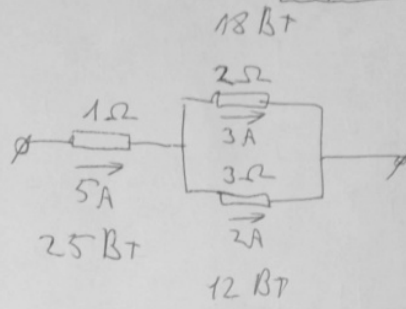
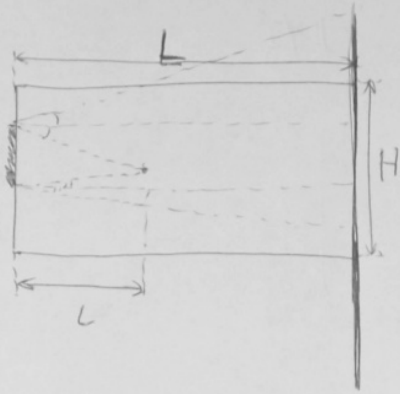
$$S_{\text{min}} = \frac{L}{L+L} H = \frac{2 \text{ м}}{7 \text{ м}} \cdot 3 \text{ м} = \frac{6}{7} \text{ м}$$

Ответ: $\frac{6}{7} \text{ м} \approx 86 \text{ см}$

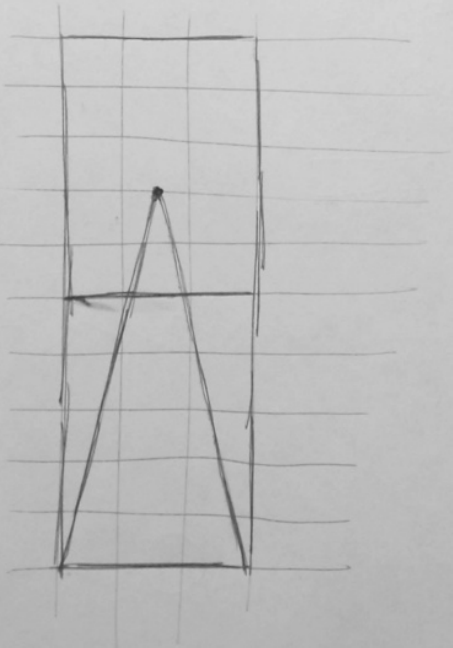


републік

N 3



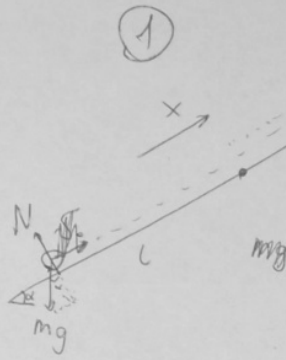
$$\begin{cases} \frac{s}{x} = \frac{L}{L+L} \\ x \geq H \end{cases} \quad \underline{s = x \cdot \frac{L}{L+L} \geq H \cdot \frac{L}{L+L}}$$



$$\begin{array}{r} - 1,000 \\ 0,142 \\ \hline 0,858 \end{array}$$

ЛЕРНОРНК

ЧЕР НОВИК

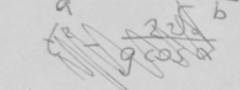


$$ma_x = -mg \cos \alpha$$

$$a_x = -g \cos \alpha$$

$$\int_0^t a_x dt + \frac{a_x t^2}{2} = l \quad \text{ищем 2 корня: } t_1, t_2$$

$$\frac{-g \cos \alpha}{2} t^2 + \int_0^t a_x dt - l = 0 \quad | \cdot -\frac{2}{g \cos \alpha}$$



$$\frac{b}{a} = -\frac{(t_1 + t_2)}{2}$$

$$\frac{c}{a} = t_1 t_2$$

$$\frac{c}{b} = -\frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}$$

$$\int_0^t a_x dt = l \cdot \frac{t_1 + t_2}{t_1 t_2}$$

340
55

170
x 110

17
17

18700

$$F_{app} = Mg$$

$$\rho_B Vg = Mg$$

$$\rho_B \left(\frac{M_A - \Delta M_A}{\rho_A} + V_A \right) = (\rho_A M_A - \Delta M_A + M_A)$$

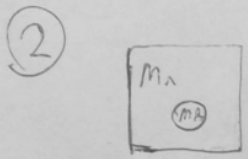
$$\rho_B M_A - \rho_B \Delta M_A = \rho_A M_A - \rho_A \Delta M_A + \rho_A M_A$$

$$(\rho_B - \rho_A) \Delta M_A = (\rho_B - \rho_A) M_A - \rho_A M_A$$

$$\Delta M_A = M_A - \frac{\rho_A}{\rho_B - \rho_A} M_A =$$

$$= 100 \text{ z} - \frac{0.9}{1 - 0.9} \cdot 5 \text{ z} =$$

$$= 55 \text{ z}$$

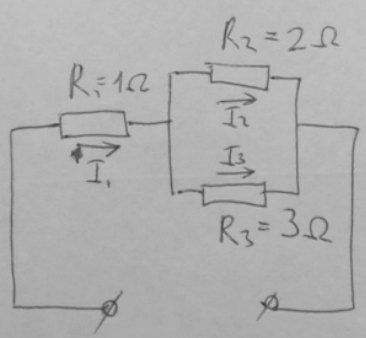


$$\rho_B \frac{M_A - \Delta M_A}{\rho_A} = M_A - \Delta M_A + M_A$$

$$\rho_B M_A - \rho_B \Delta M_A = \rho_A M_A - \rho_A \Delta M_A + \rho_A M_A$$

$$= 55 \text{ z}$$

$$Q = \lambda \Delta M_A = 3400 \text{ Dn/z} \cdot 55 \text{ z} = 187000 \text{ Dn} = 18.7 \text{ kDn}$$



$$\begin{cases} I_2 + I_3 = I_1 \\ I_2 R_2 = I_3 R_3 = U_{23} \end{cases}$$

$$U_{23} = 6 \text{ B}$$

$$N_2 = U_{23} I_2 = I_2^2 R_2 = \frac{R_2^2 R_3}{(R_2 + R_3)^2 R_1} N_1$$

$$N_1 = U I_1 = I_1^2 R_1 = 25 \text{ Bt}$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{N_1}{R_1}} = 5 \text{ A}$$

$$I_2 + \frac{R_2}{R_3} I_2 = I_1$$

$$I_2 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} I_1 = 3 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I_1 = 2 \text{ A}$$

170
x 110

17
17

18700