



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Цымбалюк Михаил Алексеевич**

Класс: 9

Технический балл: **100**

Дата проведения: 24 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9885648

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

1. Дано

$$l = 0,6 \text{ м}$$

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

$$t_2 = 2 \text{ с}$$

$$v_0 = ?$$

Решение

1) Пренебрежим сопротивлением воздуха, значит шарик пролетит через одну точку дважды из-за того, что на него действует ускорение свободного падения g

2)



Введем ось x в направлении начальной скорости v_0

3) Запишем уравнение движения шарика, проецируя на Ox

$$l = v_0 t - \frac{g_x t^2}{2}$$

$$-\frac{g_x}{2} t^2 + v_0 t - l = 0$$

$$t = \frac{v_0}{g_x} \mp \frac{\sqrt{v_0^2 - 2g_x l}}{g_x}$$

$$\begin{cases} t_1 = \frac{v_0}{g_x} - \frac{\sqrt{v_0^2 - 2g_x l}}{g_x} \\ t_2 = \frac{v_0}{g_x} + \frac{\sqrt{v_0^2 - 2g_x l}}{g_x} \end{cases} \Rightarrow g_x = \frac{2v_0}{t_1 + t_2}$$

м.к. $t_2 > t_1$

4) Подставим g_x в уравнение движения, возьмем $t = t_1$

$$l = v_0 t_1 - \frac{2v_0}{t_1 + t_2} \cdot \frac{t_1^2}{2}$$

$$l = v_0 \left(t_1 - \frac{t_1^2}{t_1 + t_2} \right)$$

$$v_0 = \frac{l(t_1 + t_2)}{t_1 t_2}$$

$$v_0 = \frac{0,6 \text{ м} \cdot (1 \text{ с} + 2 \text{ с})}{1 \text{ с} \cdot 2 \text{ с}} = 0,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $v_0 = 0,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

2. Dado

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$m_1 = 1002$$

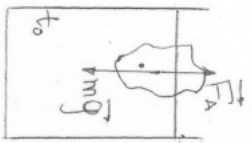
$$m_2 = 52$$

$$\rho_2 = 12/\text{cm}^3$$

$$\rho_1 = 992/\text{cm}^3$$

$$R = 310 \frac{\text{J}}{\text{K mol}}$$

$$Q = ?$$



Jawab

1) $V_0 < V_1 \Rightarrow$ HQ positif
 dan perubahan entalpi positif

2) Cairan tetap konstan naiknya, mo

$$mg \geq F_A$$

$$m_2 + m_1' \geq \frac{m_1' \rho_2}{\rho_1}$$

m_1' - tetap, konstan dan positif

$m_1' = m_1 - \Delta m$, agar Δm - massa pematkuan tetap

$$m_2 + m_1 - \Delta m \geq \frac{m_1 \rho_2}{\rho_1} - \frac{\Delta m \rho_2}{\rho_1}$$

$$\Delta m = m_1 + \frac{m_2}{1 - \frac{\rho_2}{\rho_1}}$$

3) Gradien mikrokanal tetap

$$Q - \Delta m_1 \cdot R = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = \Delta m_1 \cdot R = \left(m_1 + \frac{m_2}{1 - \frac{\rho_2}{\rho_1}} \right) R$$

$$Q = \left(1002 + \frac{52}{1 - \frac{12/\text{cm}^3}{992/\text{cm}^3}} \right) \cdot 310 \frac{\text{J}}{\text{K mol}} = 18,4 \text{ kJ}$$

Jawab: $Q = 18,4 \text{ kJ}$

Makhluk

2

3. Дано

$$R_1 = 1 \text{ Ом}$$

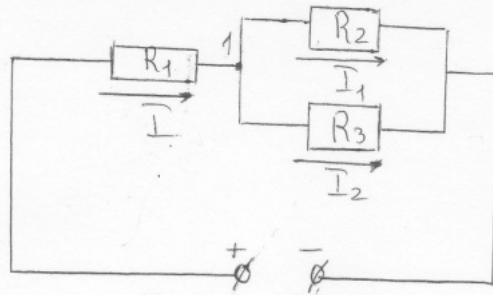
$$R_2 = 2 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 3 \text{ Ом}$$

$$N_1 = 25 \text{ Вт}$$

$$N_2 = ?$$

Решение



$$N_1 = I^2 \cdot R$$

1) Распишем напряжение на 2 и 3 резисторах
 $U_2 = I_1 \cdot R_2$ $U_3 = I_2 \cdot R_3$ $U_2 = U_3$, т.к. они соединены параллельно

2) Запишем 1 закон Кирхгофа для узла 1: $I_2 = I_1 \cdot \frac{R_2}{R_3}$

$$I = I_1 + I_2$$

$$I = I_1 \cdot \frac{R_2 + R_3}{R_3} \quad I_1 = \frac{\sqrt{\frac{N_1}{R_1}} \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

$$N_2 = I_1^2 \cdot R_2 = \frac{N_1 \cdot R_3^2 \cdot R_2}{R_1 \cdot (R_2 + R_3)^2}$$

$$N_2 = \frac{25 \text{ Вт} \cdot (3 \text{ Ом})^2 \cdot 2 \text{ Ом}}{1 \text{ Ом} \cdot (2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом})^2} = 18 \text{ Вт}$$

Ответ: $N_2 = 18 \text{ Вт}$.

4. Дано

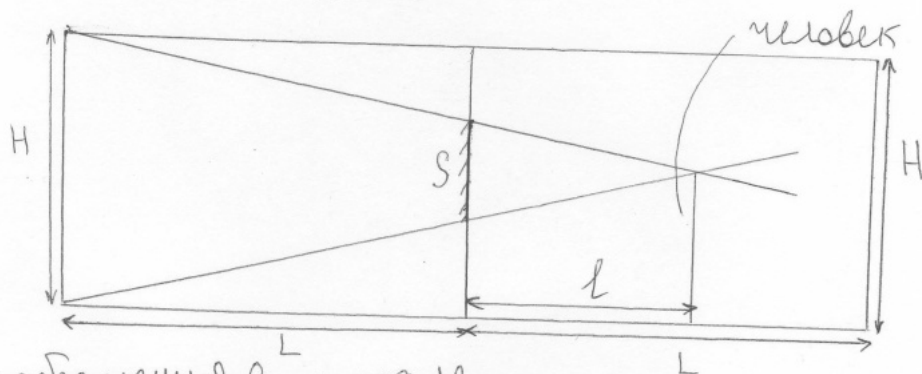
$$L = 5 \text{ м}$$

$$H = 3 \text{ м}$$

$$l = 2 \text{ м}$$

$$S = ?$$

Решение



Построение изображений в зеркале

Ближайшая точка, когда человек видит стену только от пола до потолка. В таком случае крайние точки зеркала и стены будут лежать на одной прямой

Из подобия треугольников

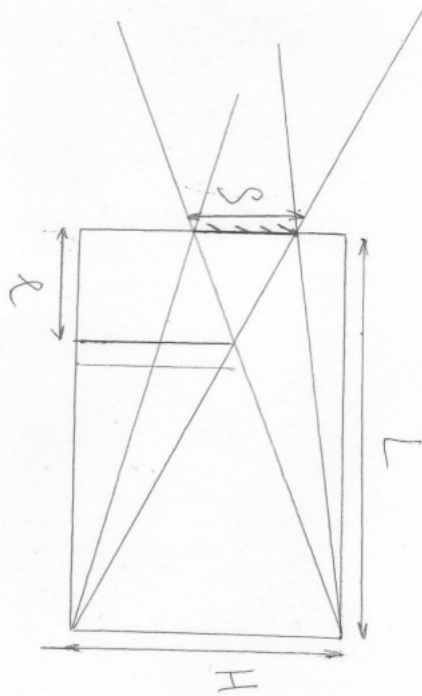
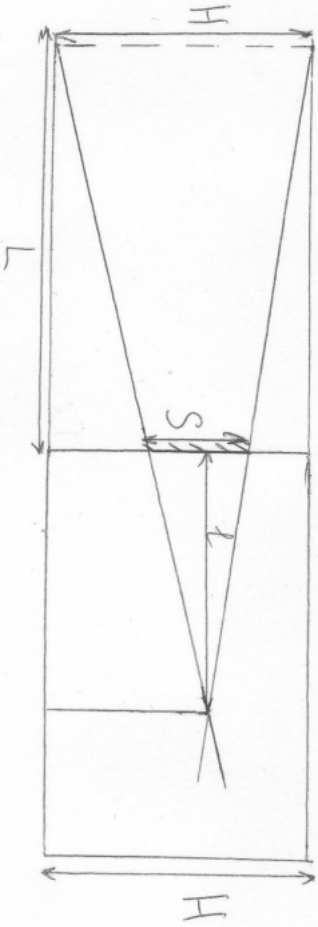
$$\frac{L+l}{l} = \frac{H}{S} \Rightarrow S = \frac{Hl}{L+l}$$

$$S = \frac{3 \text{ м} \cdot 2 \text{ м}}{5 \text{ м} + 2 \text{ м}} = \frac{6}{7} \text{ м}$$

Ответ: $S = \frac{6}{7} \text{ м}$.

Упростите

$$\frac{L+l}{L} = \frac{H}{S} \Rightarrow S = \frac{HL}{L+l} = \frac{3 \cdot 2}{5+2} = \frac{6}{7} \text{ м}$$



$$\frac{H}{S} = \frac{L}{l} \Rightarrow S = \frac{HL}{l} = 12 \text{ м}$$

~~$\frac{H}{S} = \frac{L}{l} \Rightarrow S = \frac{HL}{l} = 12 \text{ м}$~~

~~$S = \frac{SL}{2} \Rightarrow S = \frac{L+l}{2}$~~

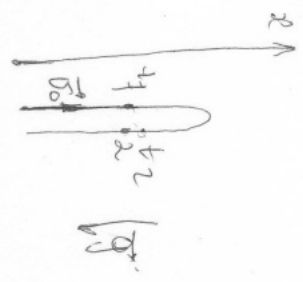
~~$\frac{S}{S} = \left(\frac{H}{S}\right)^2$~~

~~$\frac{(L+l)S}{8L} = \left(\frac{H}{S}\right)^2$~~

~~$S = \frac{H}{S} = \sqrt{\frac{L+l}{2}} \Rightarrow S = \frac{H}{\sqrt{\frac{L+l}{2}}} = \frac{3}{\sqrt{\frac{5+2}{2}}}$~~

Memorokur
2

- $h = 0,624$
 $t_1 = 1C$
 $t_2 = 2C$
 $v_0 = ?$



$$h = v_0 t - \frac{g}{2} t^2$$

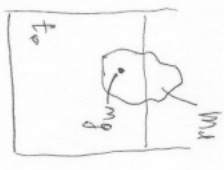
$$-\frac{g}{2} t^2 + v_0 t - h = 0$$

$$t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 4 \cdot \frac{g}{2} \cdot (-h)}}{-g} = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2g(-h)}}{-g}$$

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

$$v_0 = \frac{g(1 + 2)}{2} = \frac{3g}{2}$$

$$v_0 = \frac{3 \cdot 10}{2} = 15 \text{ m/s}$$



gas, pakualekur
 $(m_1 + m_2)g = v_1 p_2 g$

Sp-e men, Saerang
 $Q = m_1' \lambda \Rightarrow 2m_1'$

$$Q = \lambda \left(m_1 + \frac{m_2}{1 - \frac{p_2}{p_1}} \right) = 310 \left(100 + \frac{5}{1 - \frac{1}{99}} \right) = 310 \left(100 + \frac{5}{\frac{98}{99}} \right) = 310 \left(100 + \frac{5 \cdot 99}{98} \right) = 310 \left(100 + \frac{495}{98} \right) = 310 \left(100 + 5,051 \right) = 310 \cdot 105,051 = 32565,81$$

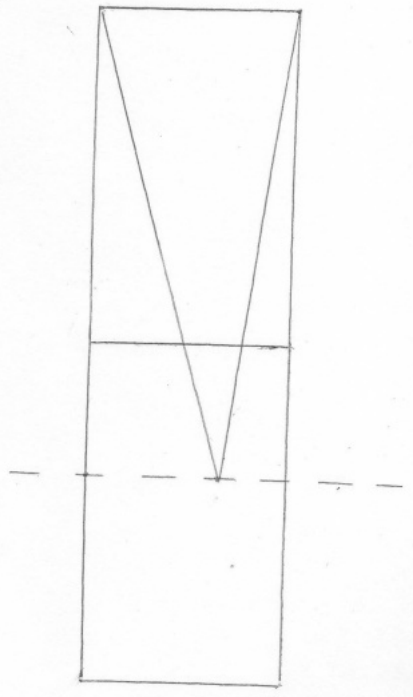
- $t_0 = 0^\circ C$
 $m_1 = 1002$
 $mg = 52$
 $p_2 = 12 / \text{cm}^2$
 $p_1 = 0,92 / \text{cm}^2$
 $\lambda = 310 \frac{\text{Jm}}{C}$
 $v_g < v_1$
 $Q = ?$

gas manem
 $mg + m_1' \frac{m_2' p_2}{p_1} \geq (m_1 - m_2) p_2$
 $mg + m_1 - m_2' \geq \frac{m_1 - m_2}{p_1} p_2$

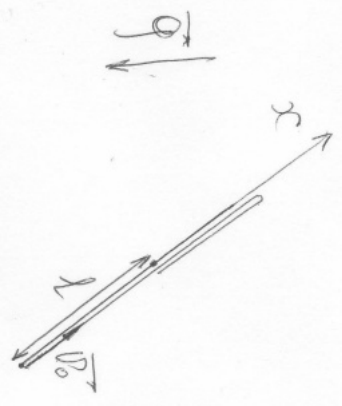
$m_1' = \frac{mg + m_1 (1 - \frac{p_2}{p_1})}{\frac{p_2}{p_1}} = m_1 + \frac{mg}{\frac{p_2}{p_1}}$

Nepeubuk

3



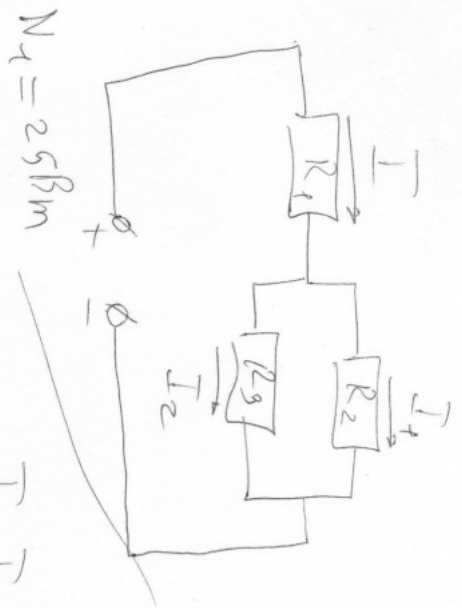
1. $L = 96 \mu$
 $t_1 = 1c$
 $t_2 = 2c$
 $D_0 = ?$



~~$L = \frac{D_0}{2}$~~
 $L = \frac{D_0^2}{2g_x}$
 $g_x = \frac{2D_0}{t_1+t_2}$
 $(t_2 - t_1)^2 = 4 \frac{D_0^2 - 2g_x L}{g_x^2}$

$L = D_0 t - \frac{g_x t^2}{2}$
 $t^2 - \frac{g_x}{D_0} t + \frac{2L}{D_0} = 0$
 $t = \frac{D_0 \pm \sqrt{D_0^2 - 2g_x L}}{g_x}$
 $t_1 = \frac{D_0}{g_x} - \frac{\sqrt{D_0^2 - 2g_x L}}{g_x}$
 $t_2 = \frac{D_0}{g_x} + \frac{\sqrt{D_0^2 - 2g_x L}}{g_x}$
 $L = D_0 t_1 - \frac{2D_0 t_1^2}{2(t_1+t_2)}$
 $L = D_0 \left(t_1 - \frac{t_1^2}{t_1+t_2} \right)$
 $D_0 = \frac{L}{t_1 - \frac{t_1^2}{t_1+t_2}} = \frac{L(t_1+t_2)}{t_1(t_1+t_2) - t_1^2} = \frac{L(t_1+t_2)}{t_1 \cdot t_2}$
 $(t_2 - t_1)^2 \cdot \frac{4D_0^2}{(t_1+t_2)^2} = 4D_0^2 - 8 \cdot \frac{2D_0}{t_1+t_2} \cdot L$
 $\frac{0,6 \cdot 3}{2} = 0,9 \mu$

3.



- $R_1 = 1 \Omega$
- $R_2 = 2 \Omega$
- $R_3 = 3 \Omega$
- $N_2 = ?$

$I = I_1 + I_2$

$N_1 = I^2 R_1$

$U_1 = \sqrt{N_1 \cdot R_1}$

$U_2 = I_1 \cdot R_2$

$U_3 = I_2 \cdot R_3$

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

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

$I = I_1 \left(\frac{R_3 + R_2}{R_3} \right)$

$I_1 = \frac{I R_3}{R_2 + R_3} = \frac{\sqrt{\frac{N_1}{R_1}} \cdot R_3}{R_2 + R_3}$

$N_2 = I_1^2 R_2 = \left(\frac{\sqrt{\frac{N_1}{R_1}} \cdot R_3}{R_2 + R_3} \right)^2 \cdot R_2 =$

$= \frac{N_1}{R_1} \cdot \frac{R_3^2 \cdot R_2}{(R_2 + R_3)^2} = \frac{25 \cdot 9 \cdot 2}{1 \cdot (2+3)^2} = \frac{25 \cdot 9 \cdot 2}{25} = 18 \text{ Bm}$

Wepunobus
4