



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Севастьянов Артём Викторович**

Класс: 9

Технический балл: **100**

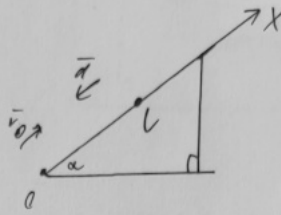
Дата проведения: 24 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9852791

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

Лист 1. Задача 1.

1) Расположим ось Ox вдоль на гладкой наклонной доске в точке так, что точка O на Ox — начальное положение шарика, а траектория движения шарика совпадет с осью Ox . Тогда шарик движется по оси Ox с начальной скоростью v_0 и ускорением a , направленного против Ox .



2) Закон движения при ДУД на Ox :

$$x(t) = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

Из условия известно, что:

$$x(t_1) = v_0 \cdot t_1 - \frac{at_1^2}{2} = L \quad (1)$$

$$x(t_2) = v_0 \cdot t_2 - \frac{at_2^2}{2} = L \quad (2)$$

3) Выразим

из (1): $a = \frac{2 \cdot v_0}{t_1} - \frac{2 \cdot L}{t_1^2}$. Подставим a в (2):

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

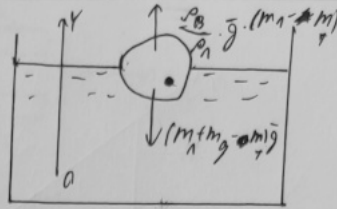
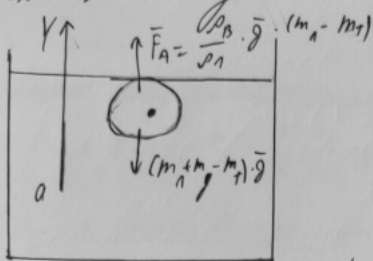
$$L \left(\frac{t_2^2}{t_1^2} - 1 \right) = v_0 \cdot t_2 \left(\frac{t_2}{t_1} - 1 \right)$$

$$\text{Отсюда: } v_0 = \frac{L}{t_2} \cdot \frac{\left(\frac{t_2^2}{t_1^2} - 1 \right)}{\left(\frac{t_2}{t_1} - 1 \right)} = \frac{L}{t_2} \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} + 1 \right) =$$

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

Ответ: 0,9 м/с

Лист 2. Задача 2.



- 1) Рассчитаем крайнее положение кука льда, при котором достаточно соединить вертикально малое кат-во телом, чтобы ~~кусок~~ кусок льда начал тонуть. В этом случае кусок льда полностью ~~из~~ погружен в воду и находится в состоянии динамического равновесия.
- 2) Условие динамического равновесия на оси OY:

$$OY: \frac{\rho_B}{\rho_1} \cdot g \cdot (m_n - m_T) - (m_n + m_g - m_T) \cdot g = 0 \quad (1),$$

где m_T — масса размороженного льда.

$$\text{Отсюда: } \frac{\rho_B}{\rho_1} \cdot m_n - \frac{\rho_B}{\rho_1} \cdot m_T = m_n + m_g - m_T$$

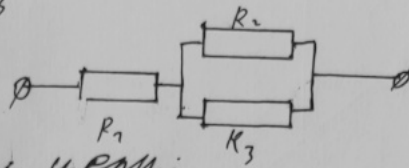
$$m_n \left(\frac{\rho_B}{\rho_1} - 1 \right) - m_g = m_T \left(\frac{\rho_B}{\rho_1} - 1 \right) \Rightarrow$$

$$m_T = \frac{\rho_B}{\rho_1} m_n - \frac{m_g}{\frac{\rho_B}{\rho_1} - 1} = 9002 - \frac{52}{\frac{920 \text{ кг/м}^3}{920 \text{ кг/м}^3} - 1} \approx 552.$$

$$3) Q = \lambda \cdot m_T = 340 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 552 = 187680 \text{ Дж} \approx 187,7 \text{ кДж}$$

Ответ: 187,7 кДж

Задание 3. Задача 3



1) ~~Найти~~ Эквивалентное сопротивление:

$$R_0 = R_1 + R_{23} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 7 \text{ Ом} + \frac{2 \text{ Ом} \cdot 3 \text{ Ом}}{2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом}} = 2,2 \text{ Ом}$$

2) ~~Найти~~ сила тока $I =$

$$I_0 = I_1 = \sqrt{\frac{N_1}{R_1}} = \sqrt{\frac{25 \text{ Вт}}{7 \text{ Ом}}} = 5 \text{ А}$$

3) Напряжение на ~~резисторе~~ ~~резисторе~~ $U_0 = I_0 \cdot R_0 = 2,2 \text{ Ом} \cdot$

$$5 \text{ А} = 11 \text{ В.}$$

4) Сила напряжения на резисторе R_2 :

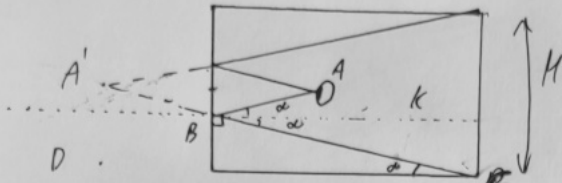
$$U_2 = U_{23} = U_0 - U_1 = U_0 - I_1 \cdot R_1 = 11 \text{ В} - 5 \text{ А} \cdot 7 \text{ Ом} = 6 \text{ В}$$

5) Мощность на резисторе R_2 :

$$N_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = \frac{(6 \text{ В})^2}{2 \text{ Ом}} = 18 \text{ Вт}$$

ответ: 18 Вт.

Лист 4. Задача 4



1) Билетный случай, когда глаза человека и центр зеркала находятся на высоте $\frac{H}{2}$.
 В таком случае система симметрична относительно плоскости, паралл. лучу и находящейся на высоте $\frac{H}{2}$. Тогда будет достигнута минимальная высота зеркала в метр отъёма минимальной.

2) На рисунке: A - глаза; A' - изображение глаз; B - край нижний край зеркала; C - нижнее ребро комнаты, за которым.

за человек; D - такая точка, что $D = A'DCD$, $A'D \perp CD \Rightarrow CD = l + l$; k - перп. линия к стене через B.

3) Ну з-на отражения: $\angle(AB, k) = \angle(BC, k) = \alpha$.
 $\angle A'CD = \angle(BC, k) = \alpha$ как накрест лежащий.

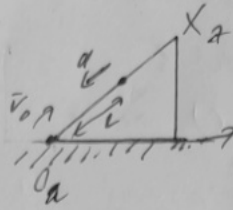
$$\text{Тогда } \operatorname{tg}(\alpha) = \frac{AD'}{CD} = \frac{\frac{H}{2}}{l+l} = \frac{\rho(A, k)}{l} = \frac{s}{l}$$

$$\text{Отсюда: } \frac{H}{l+l} = \frac{s}{l} \Rightarrow s = H \cdot \frac{l}{l+l} = 3 \text{ м} \cdot \frac{2 \text{ м}}{5 \text{ м} + 2 \text{ м}} =$$

$$= \frac{6}{7} \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } \frac{6}{7} \text{ м.}$$

~~Задача 1.~~ ~~Упрощен~~
Задача 1.



~~1) X1:~~

$$X(t) = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

$$at_1^2 = 2v_0 t_1 - 2L$$

$$a = \frac{2v_0}{t_1} - \frac{2L}{t_1^2}$$

$$\begin{cases} L = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2} & (1) \\ L = v_0 t_2 - \frac{at_2^2}{2} & (2) \end{cases}$$

$$(2) \Rightarrow t_2 v_0 t_2 - v_0 t_2 = \frac{v_0 \cdot t_2^2}{t_1} + L \cdot \frac{t_2^2}{t_1^2} \Rightarrow$$

$$= 2 v_0 t_2 \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right) = L \left(1 - \frac{t_2^2}{t_1^2}\right) \Rightarrow$$

$$v_0 = \frac{L}{t_2} \cdot \frac{1 - \frac{t_2^2}{t_1^2}}{1 - \frac{t_2}{t_1}} = \frac{L}{t_2} \cdot \frac{\frac{t_1^2 - t_2^2}{t_1^2}}{\frac{t_1 - t_2}{t_1}} = \frac{L}{t_2} \cdot \frac{t_1^2 - t_2^2}{t_1(t_1 - t_2)} = \frac{L}{t_2} \cdot \frac{(t_1 - t_2)(t_1 + t_2)}{t_1(t_1 - t_2)} =$$

$$= 93 \text{ м/с} \cdot \frac{43}{7} = 570 \text{ м/с}$$

(1) ~~992~~ - ~~992~~

$$a = \frac{2 \cdot 570 \text{ м/с}}{7 \text{ с}} - \frac{2 \cdot 992 \text{ м}}{(7 \text{ с})^2} = 1,6 \text{ м/с}^2 - 4,1 \text{ м/с}^2 = -2,5 \text{ м/с}^2$$

Задача 2 Упрощен



$$\tan \alpha = \frac{H}{L} = \frac{5}{7}$$

$$s = H \cdot \frac{L}{L+L} = 3 \text{ м} \cdot \frac{2 \text{ м}}{5 \text{ м} + 2 \text{ м}} = \frac{6}{7} \text{ м}$$

Черновик. Задача 2
 Значит направление
 (вправо или влево):

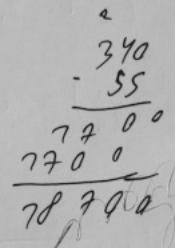
дт: $\frac{P_1}{\rho_1} \cdot g(m_0 - \Delta m) - (m_0 + m_p - \Delta m) \cdot g = 0$

$\frac{\rho_1}{\rho_2} m_0 - \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \Delta m = m_0 + m_p - \Delta m$

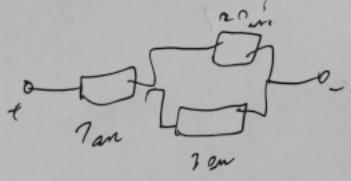
$m_0 \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} - 1 \right) - m_p = \Delta m \cdot \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} - 1 \right) \Rightarrow \Delta m = m_0 - \frac{m_p}{\frac{\rho_1}{\rho_2} - 1}$

$= 700 \text{ г} - \frac{5 \text{ г}}{\frac{9.2 \text{ г/см}^3}{9.8 \text{ г/см}^3} - 1} = 552$

$\frac{70}{9} \cdot 45 - 50 = 0$



Задача 3.



$R_0 = 7 + \frac{2 \cdot 3}{5} = 2,2 \text{ Ом}$

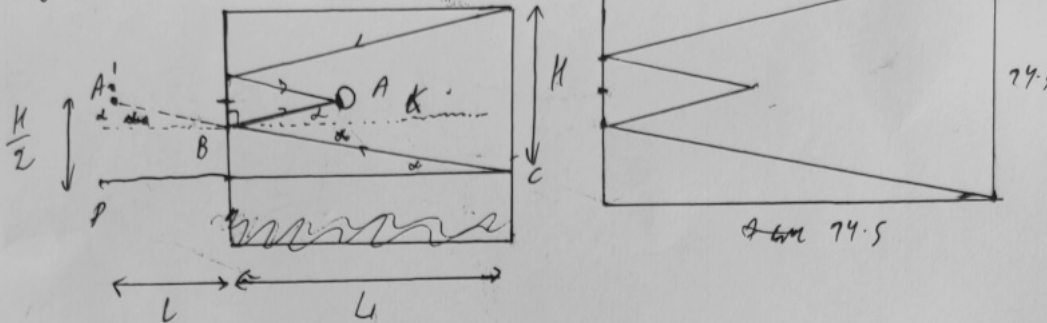
$I_0 = I_1 = \sqrt{\frac{P}{R_0}} = \sqrt{\frac{25 \text{ Вт}}{7 \text{ Ом}}} = 5 \text{ А}$

$U_0 = I \cdot R_0 = 5 \text{ А} \cdot 2,2 \text{ Ом} = 11 \text{ В}$

$U_2 = U_3 = U_0 - I_1 R_1 = 11 \text{ В} - 5 \text{ А} \cdot 7 \text{ Ом} = 6 \text{ В}$

$P_2 = U_2 \cdot I_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = \frac{6^2}{20} = 1,8 \text{ Вт}$

Лист 4. Задача 4.
Черновик



1) Глаза человека должны находиться на одной высоте с центром зеркала, поскольку в таком случае рассматриваемый глаз до краёв зеркала — одностороннее, а центр зеркала — на высоте $\frac{H}{2}$ от пола. В таком случае система симметрична относительно плоскости, параллельной полу и находящейся на высоте $\frac{H}{2}$.

2) На рисунке: A — глаза; B — край зеркала; C — нижний край комнаты; A' — отражение глаза наблюдателя; K — верхний край комнаты, находящийся за наблюдателем; D — точка пересечения лучей в центре B. Тогда по 3-му закону отражения: $\angle(AB, K) = \angle(A'B, K) = \angle A'CD = \alpha$

$$CD = AD \cap CD, AD \perp CB \Rightarrow CD = L + L$$

$$\text{Отсюда ясно, что } \operatorname{tg} \alpha = \frac{AD}{CD} = \frac{\frac{H}{2}}{L+L} = \frac{\rho(A, K)}{L} = \frac{S}{L}$$

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

$$\text{Ответ: } S = \frac{6}{7} \text{ м.}$$