



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Климин Андрей Валентинович**

Класс: 8

Технический балл: **100**

Дата проведения: 24 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9871689

	1	2	3	4	$\Sigma$
Задача	25	25	25	25	<b><i>100</i></b>
Вопрос					

Учебник №1

№1

Дано:

$t_1 = 1c$

$t_2 = 2c$

$l = 0,6m$

$v_0 = ?$

Решение:

Пусть ось  $Ox$  направлена из точки старта вверх по наклонной доске вверх. Тогда расстояние с ускорением  $a$ , обусловленным силой тяжести, координата шарика изменяется по закону от времени:

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

Знаем когда координата  $l$ :

$$l = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2} = v_0 t_2 - \frac{at_2^2}{2}$$

Отсюда ускорение:

$$a = \frac{(v_0 t_1 - l) \frac{2}{t_1^2}}{\frac{2}{t_1^2} - \frac{2}{t_2^2}} = \frac{2v_0 - \frac{2l}{t_1}}{\frac{2}{t_1^2} - \frac{2}{t_2^2}}$$

А начальная скорость:

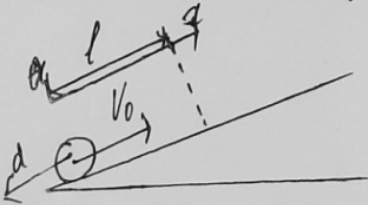
$$v_0 = \frac{a}{2(t_1 - t_2)} \cdot (t_1^2 - t_2^2) = \left( \frac{2v_0 - \frac{2l}{t_1}}{\frac{2}{t_1^2} - \frac{2}{t_2^2}} \right) \frac{t_1^2 - t_2^2}{2(t_1 - t_2)} = \frac{2v_0(t_1^2 - t_2^2)}{t_1^2 \cdot 2(t_1 - t_2)} - \frac{2l \cdot (t_1^2 - t_2^2)}{t_1^2 \cdot 2(t_1 - t_2)}$$

$$v_0 = \frac{l(t_1^2 - t_2^2)}{t_1^2 \cdot 2(t_1 - t_2)} \cdot \frac{t_1^2 - t_2^2}{t_1^2 - t_2^2 - t_1^2 + t_1 t_2} = \frac{l(t_1^2 - t_2^2)(t_1^2 - t_2^2)}{t_1^2(t_1 t_2) \cdot (t_1 t_2 - t_2^2)} = \frac{0,6m(1c^2 - 2c^2)(1c^2 - 2c^2)}{(2c)^2(1c - 2c) \cdot (1c \cdot 2c - (2c)^2)} =$$

$$= \frac{0,6m \cdot (-3c^2) \cdot (-1c^2)}{4c^2 \cdot (-1c) \cdot (-2c^2)} = 0,9 \frac{m}{c} \frac{l(t_1 + t_2)(t_1 - t_2)(t_1^2 - t_2^2)}{t_1^2(t_1 t_2 - t_2^2)} = \frac{l(t_1 + t_2)(t_1^2 - t_2^2)}{t_1^2(t_1 t_2 - t_2^2)}$$

$$= 0,9 \frac{m}{c}$$

Ответ: начальная скорость шарика  $v_0 = 0,9 \frac{m}{c} = \frac{l(t_1 + t_2)(t_1^2 - t_2^2)}{t_1^2(t_1 t_2 - t_2^2)}$ .



Условие №2

№2

Дано:

$$m_1 = 100 \text{ т}$$

$$m_2 = 5 \text{ т}$$

$$\rho_b = 1 \frac{\text{т}}{\text{см}^3}$$

$$\rho_a = 0,9 \frac{\text{т}}{\text{см}^3}$$

$$\lambda = 390 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$$

Решение:

Лодка начнет тонуть когда весь её объём погрузится под воду. Пусть в этот момент масса льда  $m_{a1}$ , а объём  $V_1 = \frac{m_{a1}}{\rho_a}$

Тогда для силы Архимеда:

$$F_{\text{Арх}} = m_{a1} g + m_2 g$$

$$\rho_b g V_1 = m_{a1} g + m_2 g$$

$$\rho_b \frac{m_{a1}}{\rho_a} = m_{a1} + m_2$$

$$m_{a1} = \frac{m_2 \rho_a}{\rho_b - \rho_a}$$

Q - ?

Для того, чтобы лодка начала тонуть необходимо растащить

массу льда  $m_{a2} = m_a - m_{a1} = m_a - \frac{m_2 \rho_a}{\rho_b - \rho_a}$

Для этого необходимо сообщить теплоту:

$$Q = m_{a2} \lambda = \left( m_a - \frac{m_2 \rho_a}{\rho_b - \rho_a} \right) \lambda = \left( 100 \text{ т} - \frac{5 \text{ т} \cdot 0,9 \frac{\text{т}}{\text{см}^3}}{1 \frac{\text{т}}{\text{см}^3} - 0,9 \frac{\text{т}}{\text{см}^3}} \right) \cdot 390 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2} = 18400 \text{ Дж} = 18,4 \text{ кДж}$$

Ответ: нужно сообщить воде  $Q = 18,4 \text{ кДж} = \left( m_a - \frac{m_2 \rho_a}{\rho_b - \rho_a} \right) \lambda$ .

Учэбнік N3

N3

Дано:

$R_1 = 1 \text{ Ом}$

$R_2 = 2 \text{ Ом}$

$R_3 = 3 \text{ Ом}$

$N_1 = 25 \text{ Вт}$

$N_2 = ?$

Рэзультат:

Па закону Омска-Ленца для  $R_1$ :

$N_1 = I_1 U_1$

І гэ  $I_1$  сума тока на рэзистарах  $R_2$  і  $R_3$ , а  $U_1$  напружанне на іх.

Па закону Ома:

$I_1 = \frac{U_1}{R_1} \Rightarrow U_1 = I_1 R_1$

Падставім у наўраўненне сумы тока:

$N_1 = I_1^2 R_1$

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

Р<sub>23</sub> З'яўляюцца паралельна сапраўды сапраўды рэзистарах  $R_2$  і  $R_3$ :

$$\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_2 + R_3}{R_2 \cdot R_3} \Rightarrow R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

Значыць напружанне на  $R_2$  і на  $R_3$ :

$$U_{23} = I_1 R_{23} = I_1 \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}, \text{ і сума тока на } R_2 \text{ па закону Ома } I_2 = \frac{U_{23}}{R_2}$$

Па сапраўды  $R_2$  вылічым моц:

$$N_2 = I_2 U_{23} = \frac{U_{23}^2}{R_2} = \left( \frac{I_1 R_2 R_3}{R_2 + R_3} \right)^2 \cdot \frac{1}{R_2} = \left( \frac{I_1 R_3}{R_2 + R_3} \right)^2 R_2 = \frac{N_1 R_3^2}{(R_2 + R_3)^2} \cdot R_2 =$$

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

$$\text{Аб'ём: вылічым моц } N_2 = 18 \text{ Вт} = \frac{N_1 R_3^2}{(R_2 + R_3)^2} \cdot R_2$$

Условие №4  
№4

Дано:

$$L = 5 \text{ м}$$

$$H = 3 \text{ м}$$

$$l = 2 \text{ м}$$

$$S = ?$$

Решение:

При минимальном размере зеркала расстояние от него до пола и до потолка одинаковы, так также расстояния до пола и до потолка от глаз человека. Свет идущий от крайёв стены отражается от крайёв зеркала. Пусть  $d$  — это расстояние и отразится по углу  $d$ .

Если путь света от стены до зеркала выразить, то  $\text{tg } d = \frac{H-S}{2L}$ .

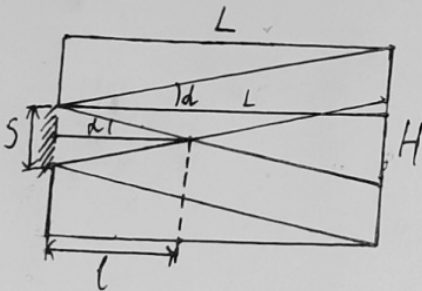
Если путь света от зеркала до человека выразить, то  $\text{tg } d = \frac{S}{2l}$ .

Так как угол падения равен углу отражения

$$\text{tg } d = \frac{H-S}{2L} = \frac{S}{2l}$$

$$Hl - Sl = SL$$

$$S = \frac{Hl}{L+l} = \frac{3 \text{ м} \cdot 2 \text{ м}}{5 \text{ м} + 2 \text{ м}} = \frac{6}{7} \text{ м} \approx 0,857 \text{ м}$$



Ответ: минимальная высота зеркала  $S = \frac{Hl}{L+l} = \frac{6}{7} \text{ м} \approx 0,857 \text{ м}$ .

Упроблема N5

$0,6 \text{ м} = 0,9^2 \cdot 2c - \frac{4c^2}{2}$      $0,6 \text{ м} = 0,9 \text{ м} - d \frac{1c}{2}$      $0,6 \text{ м} = 0,9 \text{ м} - d \frac{1c}{2}$      $0,6 \text{ м} = 0,9 \text{ м} - d \frac{1c}{2}$

$l = \frac{d^2}{2} V_0 t_1 + \frac{dt_1^2}{2} = V_0 t_2 - \frac{dt_2^2}{2}$      $d = \frac{2}{c} (0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}})$

$V_0 t_1 - V_0 t_2 = \frac{dt_1^2}{2} - \frac{dt_2^2}{2}$      $0,6 \text{ м} \cdot (1c^2 - 4c^2) = \frac{1c^2 - 2c^2}{1c^2 \cdot (1c - 2c)} \cdot \frac{2c^2 - 4c^2}{2c^2 - 4c^2 + 1c^2}$



$2V_0(t_1 - t_2) = dt_1^2 - dt_2^2$

$V_0 = \frac{d(t_1^2 - t_2^2)}{2(t_1 - t_2)} = \frac{d}{t_1} (V_0 t_1 - l) \frac{t_1^2 - t_2^2}{2(t_1 - t_2)} = \frac{1}{t_1} V_0 t_1 \frac{t_1^2 - t_2^2}{2(t_1 - t_2)} = \frac{1}{2} V_0 \frac{t_1^2 - t_2^2}{t_1 - t_2}$

$\rho g V = m_{\text{max}} + m_p g$

$m_{\text{max}} = \rho V_s - m_p g = \rho \frac{m_{\text{max}}}{\rho_d} - m_p$

$m_{\text{max}} = \rho V_s - m_p g$

$m_{\text{max}} (1 - \rho \frac{V_s}{\rho_d}) = -m_p g$

$m_{\text{max}} = \frac{m_p g}{\frac{\rho_d}{\rho} - 1} = \frac{m_p \rho_d}{\rho_d - \rho}$

$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$   
 $\frac{1 \text{ м} \cdot 2 \text{ м}}{1 \text{ м} + 2 \text{ м}} = \frac{2 \text{ м}^2}{3}$

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

$V_0 = \frac{t_1^2 - t_2^2}{t_2^2 (t_1^2 - t_2^2 - t_1 + t_2)}$

$I = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2}$   
 $\frac{1}{12} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{12}$



$\frac{3 \text{ м}^2}{2 \text{ м}} = \frac{1,5 \text{ м}^2}{1}$

$P = UI$   
 $I_1 = \frac{P}{U} = \frac{25 \text{ Вт}}{10 \text{ В}} = 2,5 \text{ А}$   
 $I_1 = 3,5 \text{ А}$

$0,6 \text{ м} = \frac{1c^2 - 4c^2}{(2c)^2 (1c^2 - (2c^2 - 1c + 2c))}$

$\frac{-3c^2}{4c^2(1c^2 - 4c^2 + 1c)} = \frac{-3c^2}{4c^4 - 16c^4 + 4c^3}$

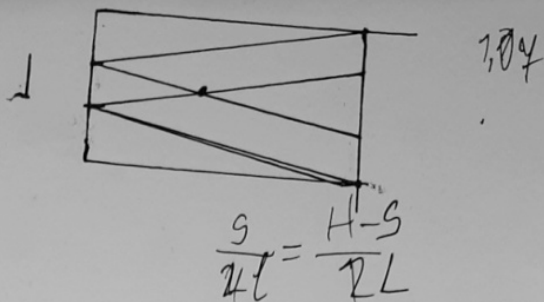
$V_0 (t_1 - t_2) = \frac{d}{2} (t_1^2 - t_2^2)$



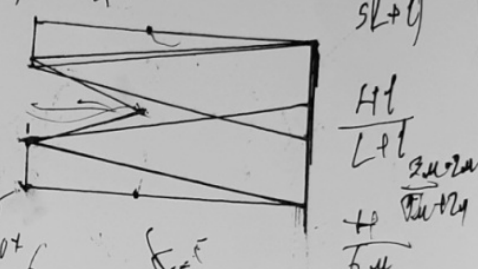
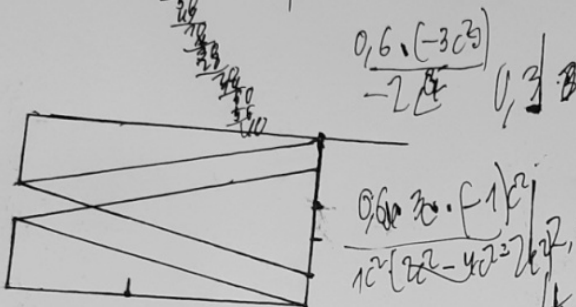
Упражнение 16  
 $(t_1 + t_2)l (t_1^2 - t_2^2)$

$t_1^2 \cdot (t_1 t_2 - t_2^2)$

$$\frac{(t_1 + t_2)l}{-1 \cdot t_1^2} \cdot \frac{t_1 + 1}{-t_1^2} = \frac{30 \cdot 0,6 \text{ м}}{-1 \cdot 1^2} = \frac{60000000}{0,85^2 + 429}$$



$SL = H - gL$



$P = L \cdot g$

$U = \frac{H}{L}$

$I = \frac{U^2}{R}$

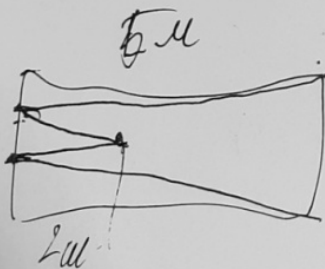
$I^2 R$

$\frac{2}{95}$

$\frac{125}{200}$

$\frac{5 \text{ м}}{25 \text{ м}}$

$\frac{40 \text{ м}}{1000}$



$S(L+1) = \frac{HL}{L+1}$

$\frac{G}{2L} = \frac{H-g}{2L}$

$SL = H - gL$

$SL = H - gL$

$S = \frac{HL}{L+1}$

$\sqrt{\frac{25 \text{ м}}{1 \text{ м}} \cdot \frac{3 \text{ м}}{5 \text{ м}}}$

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