



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Морозова Варвара Алексеевна**

Класс: 9

Технический балл: **98**

Дата проведения: 24 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9211579

	1	2	3	4	$\Sigma$
Задача	23	25	25	25	<b>98</b>
Вопрос					

Задача 1.

Дано:

$l = 0,6 \text{ м}$

$t_1 = 1 \text{ с}$

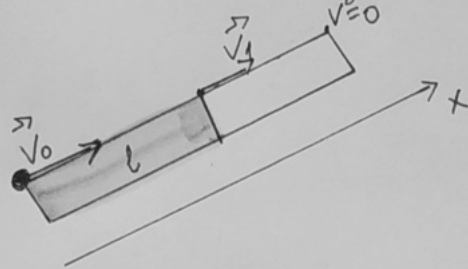
$t_2 = 2 \text{ с}$

$v_0 = ?$

$F_{\text{тр}} \Rightarrow 0$

$F_{\text{сопр}} \Rightarrow 0$

- ① Представим рисунок:  
(направим ось и обозначим  $l$ )  $\rightarrow$  ось  $x$  - вдоль  $v_0$ .



Знаю, что движение шарика будет равнозамедленным  $\Rightarrow$

$$\textcircled{2} \quad \underline{l = v_0 \cdot t - \frac{at^2}{2}}$$

Т.к. на расстоянии  $l$  шарик прибавал 2 раза  $\Rightarrow$

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

- ③ Подставим числовые значения:

$$\begin{cases} 0,6 = v_0 \cdot 1 - \frac{a \cdot 1^2}{2} \\ 0,6 = v_0 \cdot 2 - \frac{a \cdot 2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0,6 = v_0 - \frac{1}{2}a^* & (1) \\ 0,6 = 2v_0 - 2a & (2) \end{cases}$$

\* Нам нужно, чтобы  $a$  сократилось  $\Rightarrow$

$$\begin{array}{l} (1) \cdot 4 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 2,4 = 4v_0 - 2a & (1) \\ 0,6 = 2v_0 - 2a & (2) \end{array} \right. \\ (2) \Rightarrow \end{array}$$

$$(1) - (2) \Rightarrow$$

$$(4v_0 - 2a) - (2v_0 - 2a) = 2,4 - 0,6$$

$$2v_0 = 1,8 \Rightarrow$$

$$v_0 = \frac{1,8}{2} = \frac{18}{20} = \frac{9}{10} = 0,9 \text{ м/с}$$

Ответ: 0,9 м/с.

Задача 2.

Дано:

$$m_1 = 100 \text{ г}^*$$

$$m_2 = 5 \text{ г}$$

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

$$\rho_B = 12 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_A = 0,9 \text{ г/см}^3$$

$$\lambda = 340 \text{ Дж/г}^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\min} = ?$$

\* Будем все решать в г, см<sup>3</sup>, а потом представим ответ в Дж.

- ① Первое условие для того, чтобы гребешок начал тонуть: ( $m_1'$  - масса еще не расплавленной льда)

$$\frac{m_1' + m_2}{V_A + V_B} = \rho_B, \text{ но в задаче сказано:}$$

и объемом гребешка по правилу Архимеда с объемом льда можно пренебречь  $\Rightarrow$  поэтому можно записать так:

$$\frac{m_1' + m_2}{V_A} = \rho_B$$

$$\textcircled{2} V_A = \frac{m_1'}{\rho_A} \Rightarrow (m_1' + m_2) : \frac{m_1'}{\rho_A} = \rho_B$$

$$(m_1' + m_2) \cdot \frac{\rho_A}{m_1'} = \rho_B \quad (1)$$

Так мы можем найти  $m_1'$

$$\frac{\rho_A (m_1' + m_2)}{m_1'} = \rho_B \Rightarrow \rho_A \cdot m_1' + m_2 \cdot \rho_A = \rho_B \cdot m_1'$$

$$\rho_A \cdot m_1' - \rho_B \cdot m_1' + m_2 \cdot \rho_A = 0$$

$$m_1' (\rho_A - \rho_B) + m_2 \cdot \rho_A = 0 \Rightarrow$$

$$m_1' = \frac{-m_2 \cdot \rho_A}{(\rho_A - \rho_B)} = \frac{-5 \cdot 0,9}{0,9 - 1} = \frac{-5 \cdot 0,9}{-0,1} =$$

$$= \frac{-4,5}{-0,1} = \frac{4,5}{1} = 45 \text{ г}$$

$$\Rightarrow \textcircled{3} \text{ Расстояние до льда: } m = m_1 - m_1' = 100 - 45 = 55 \text{ (г)}$$

$$\textcircled{4} \text{ Проверим в Дж: } m = 55 \text{ г} = 0,055 \text{ кг}$$

$$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\min} = \lambda \cdot m = 0,055 \cdot 3,4 \cdot 10^5 = 18700 \text{ Дж} = 18,7 \text{ кДж}$$

$$\underline{\text{Ответ: } 18,7 \text{ кДж} = 18700 \text{ Дж}}$$

## Задача 3.

Дано:

$R_1 = 1 \text{ Ом}$

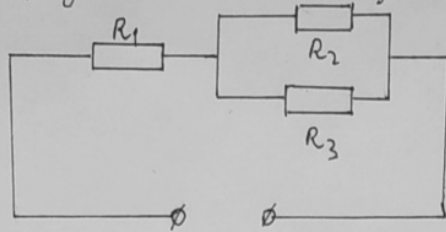
$R_2 = 2 \text{ Ом}$

$R_3 = 3 \text{ Ом}$

$N_1 = 25 \text{ Вт}$

$N_2 = ?$

① Представим э.схему:



$$I = \frac{U}{R} \text{ - закон Ома}$$

для участка цепи.

② Посмотрим формулы для мощности:

$$N = \frac{U \cdot I}{1} = \frac{U^2}{R} = \frac{I^2 R}{1}$$

③ Воспользуемся формулой ② для первого резистора:

$$N_1 = \frac{U_1^2}{R_1} \Rightarrow \frac{U_1^2}{1} = 25 \Rightarrow U_1^2 = 25 \Rightarrow \underline{U_1 = 5 \text{ В}}$$

\* теперь формулой ① или ③:  $N_1 = U_1 I_1 = I_1^2 R_1$ 

$$25 = 5 \cdot I_1 \Rightarrow$$

$$\underline{I_1 = 5 \text{ А}}$$

④  $U_2 = U_3$  (соединены параллельно)

$U_2 = I_2 \cdot R_2$

$U_3 = I_3 \cdot R_3$

$$\Rightarrow I_2 \cdot R_2 = I_3 \cdot R_3, \quad I_2 + I_3 = I_1 \Rightarrow$$

$$\begin{cases} I_2 \cdot 2 = I_3 \cdot 3 \\ I_2 + I_3 = 5 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} \frac{I_2}{I_3} = \frac{3}{2} \\ I_2 + I_3 = 5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{5 - I_3}{I_3} = \frac{3}{2} \quad (*) \\ I_2 = 5 - I_3 \end{cases} \Rightarrow$$

$$(*) \Rightarrow 2(5 - I_3) = 3I_3$$

$$10 - 2I_3 = 3I_3 \Rightarrow 10 = 5I_3 \Rightarrow \underline{I_3 = 2 \text{ А}} \Rightarrow \underline{I_2 = 3 \text{ А}}$$

$$⑤ N_2 = I_2^2 \cdot R_2 = 3^2 \cdot 2 = 9 \cdot 2 = 18 \text{ Вт}$$

Ответ: 18 Вт.

## Задача 4.

Дано:

$L = 5 \text{ м}$

$H = 3 \text{ м}$

$l = 2 \text{ м}$

$s = ?$

① Представим рисунок:

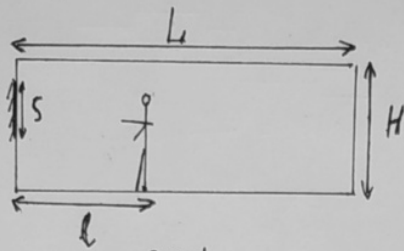


рис 1

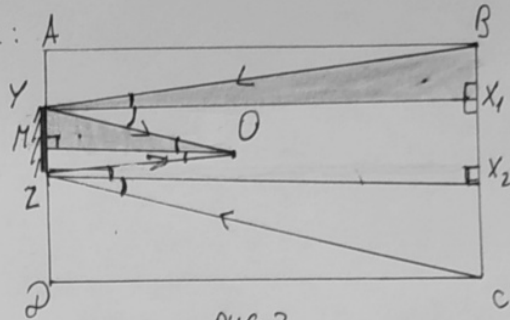


рис 2

- ② Чтобы было проще понимать, представим комнату, зеркало и человека в виде геометрических фигур (рис 2).  
 Комната - прямоугольник ABCD  
 Зеркало - отрезок YZ,  
 ✂ глаз человека обозначим (•) O.
- ③ чтобы видеть всю стену BC нужно, чтобы лучи из (•) B и (•) C отразились от (•) Y и (•) Z соответственно и попадали в (•) O.

④ Мы проведем 2 вспомогательных отрезка:  $YX_1$  и  $ZX_2$ . Они - перпендикуляры к BC (нормали). + OM - перпендикуляр к YZ и AD.

⑤ Отметим равные углы на рисунке: Угол падения равен углу отражения!  
 $\angle BYX_1 = \angle X_1YO = \angle YOM = \angle MOZ = \angle OZX_2 = \angle X_2ZC$

⑥ рассмотрим  $\triangle OMY$  и  $\triangle YX_1B$  (они выделены зеленым цветом):  
 $\triangle OMY \sim \triangle YX_1B$  по двум углам.  $\Rightarrow$  запишем отношение сторон

$$\frac{BX_1}{MY} = \frac{YX_1}{MO} = \frac{BY}{YO}$$

$$\frac{BX_1}{X_1Y} = \frac{MY}{MO}$$

⑦ Здесь:

$MO = l$

$BX_1 = \frac{H-s}{2}$

 $\Rightarrow$  Тогда

$\frac{H-s}{2 \cdot l} = \frac{s}{2l}$

$\Rightarrow s \cdot (2l) = 2l(H-s)$

$MY = \frac{s}{2}$

$X_1Y = L$

$s = \frac{2l(H-s)}{2l}$

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

Ответ:  $\frac{6}{7} \text{ м.}$