



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Обухов Кирилл Денисович**

Класс: 9

Технический балл: **100**

Дата проведения: 24 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9044808

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

Чистовик.

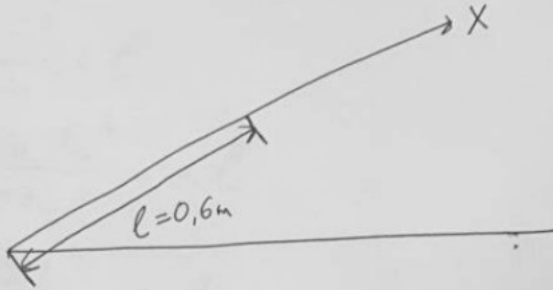
№ 1

Дано:

$$l = 0,6 \text{ м}$$

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

$$t_2 = 2 \text{ с}$$

 $V_0 = ?$

Решение:

Относительно Ox тело движется равноускоренно т.е. график $x(t)$ - парабола.

Пользуясь обратимостью движения;

можно сказать, что $|V(t_1)| = |V(t_2)|$, тогда найдем момент времени, когда тело остано-

вится. ~~$t_T = \frac{V_0}{a}$~~ т.е. тело имеет

V_0 одинаковые по модулю скорости, но противоположные по направлению т.е.

$$V(t_1) + V(t_2) = 0 \quad V_{xT} = V_0 - at$$

$$V_0 - at_1 + V_0 - at_2 = 0$$

$$2V_0 - a(t_1 + t_2) = 0 \Rightarrow$$

$$a = \frac{2V_0}{t_1 + t_2}$$

v_1 (продолжение) Читовик. СТР 2 и 3 12

Теперь запишем, условие что тело находится в нужной нам точке:

$$V_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2} = l$$

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

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

$$V_0 \frac{t_1 t_2}{t_1+t_2} = l$$

$$\boxed{V_0 = \frac{l(t_1+t_2)}{t_1 t_2}} = 0,9 \text{ м/с}$$

Ответ: $V_0 = 0,9 \text{ м/с}$.

Черновик.

СТР 11 43 12

 w_2

Дано:

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

$m_1 = 100\text{r}$

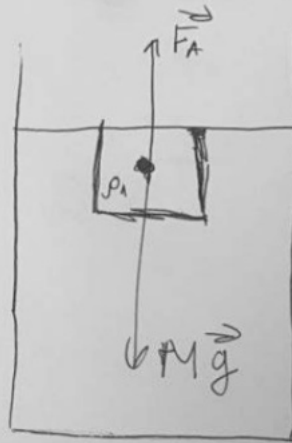
$m_2 = 5\text{r}$

 $Q_{\text{min}} = ?$

$\rho_B = 1\text{r/cm}^3$

$\lambda = 340\text{кДж/кб}$

$\rho_A = 0,9\text{r/cm}^3$



$M = m_2 + m_1'$

$F_{\text{max}} = \rho_B V_n g$

$V_n = \frac{m_1'}{\rho_A}$

$F_{\text{max}} = \frac{\rho_B}{\rho_A} m_1' g = M g$

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

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

$m_1' \left(\frac{\rho_B - \rho_A}{\rho_A} \right) = m_2$

$m_1' = \frac{m_2 \rho_A}{\rho_B - \rho_A} = \boxed{45\text{r}}$

 $Q = \lambda \Delta T$

$Q = \lambda \Delta m$
 $\Delta m = m_1 - m_1' =$

$Q = \lambda (m_1 - m_1') =$
 $= \frac{55 \cdot 340 \cdot 55}{1000} =$

$z = \frac{3740 \cdot 55}{18700} =$
 $= \boxed{11\text{кДж}}$

№ 1 Черновик.

СТР 12 43 12



Дано:

$$l = 0,6 \text{ м}$$

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

$$t_2 = 2 \text{ с}$$

$$v_0 = ?$$

Решение:

OX:

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

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

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

$$D = v_0^2 - 2al$$

$$t_{1,2} = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2al}}{-a} = \frac{v_0 \mp \sqrt{v_0^2 - 2al}}{a}$$

$$\frac{2\sqrt{v_0^2 - 2al}}{a} = t_2 - t_1$$

$$t_1 = \frac{v_0 - \sqrt{v_0^2 - 2al}}{a} \quad (v_0 - at_1)^2 = v_0^2 - 2al$$

$$t_2 = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2al}}{a}$$

Умовик.

СТР 3 43 12

№ 2

Дано:

$$m_1 = 100 \text{ г}$$

$$m_2 = 5 \text{ г}$$

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

$$\rho_1 = 0,9 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_0 = 1 \text{ г/см}^3$$

$$\lambda = 340 \text{ кДж/кг}$$

 $Q_{\min} - ?$

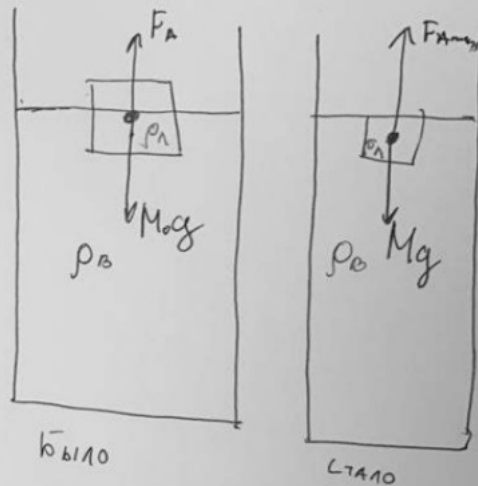
Решение:

Чтобы Q было минимальным вода должна также остаться при температуре 0°C т.к. если это не так, то у воды осталась какая-то внутренняя энергия, но лёд был уже раставлен при 0°C т.е. эта лишняя энергия никак не влияет на расстановку сил. \Rightarrow Эта энергия лишняя, что значит Q - не минимально \Rightarrow $K \Rightarrow$

Вода также имеет $t = 0^\circ \text{C}$. Расставим сил, для того момента, когда тело полностью погружено.

$$Mg = F_{A \max}$$

$$M = m_1 + m_2$$



Условие.

СТР 4 И 3 12

 $\sqrt{2}$ (ускорение)

$$F_{\text{max}} = \rho_B V_n g$$

$$V_n = \frac{m_n'}{\rho_n}$$

$$F_{\text{max}} = \frac{\rho_B}{\rho_n} m_n' g$$

$$\frac{\rho_B}{\rho_n} m_n' g = (m_n' + m_g) g$$

$$\frac{\rho_B}{\rho_n} m_n' = m_n' + m_g$$

$$m_n' \left(\frac{\rho_B - \rho_n}{\rho_n} \right) = m_g$$

$$m_n' = m_g \frac{\rho_n}{\rho_B - \rho_n} \quad \text{т.е. дополнительная}$$

энергия Q_{min} должна составлять $\Delta m = m_n - m_n' =$

$$= m_n - m_g \frac{\rho_n}{\rho_B - \rho_n}$$

$$Q_{\text{min}} = \lambda \Delta m = \lambda \left(m_n - m_g \frac{\rho_n}{\rho_B - \rho_n} \right) = 18700 \text{ Дж}$$

Ответ: $Q_{\text{min}} = 18700 \text{ Дж}$.

№3

Умовник.

СТР 5 43 12

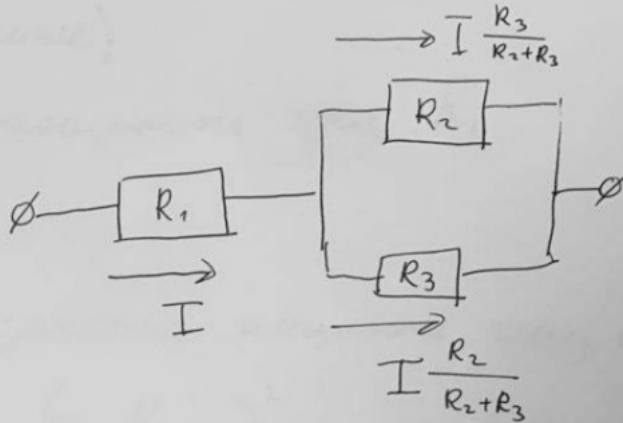
Дано:

$$R_1 = 1 \Omega$$

$$R_2 = 2 \Omega$$

$$R_3 = 3 \Omega$$

$$N_1 = 25 \text{ Вт}$$

 $N_2 = ?$ 

Решение:

Пусть общий ток в цепи — I , тогда ~~пробер~~ ~~поочтаем~~ какой ток течёт через резистор R_2

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 - I \text{ правило Кирхгофа} \\ I_1 R_2 = I_2 R_3 - II \text{ правило Кирхгофа.} \end{cases}$$

Решая данную систему получим

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

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

Учитовик.

СТР 6 ИЗ 12

№3 (продолжение)

Занесли мощность через R_1 :

$$N_1 = I^2 R_1$$

Аналогично, занесли мощность через R_2 :

$$N_2 = I_2^2 R_2 = \left(I \frac{R_3}{R_2 + R_3} \right)^2 R_2 = I^2 \frac{R_3^2 R_2}{(R_2 + R_3)^2}$$

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

$$N_2 = \frac{N_1 R_3^2 R_2}{(R_2 + R_3)^2 R_1} = 18 \text{ Вт}$$

Ответ: $N_2 = 18 \text{ Вт}$.

Умножить.

СТР 7 ИЗ 12

№ 4

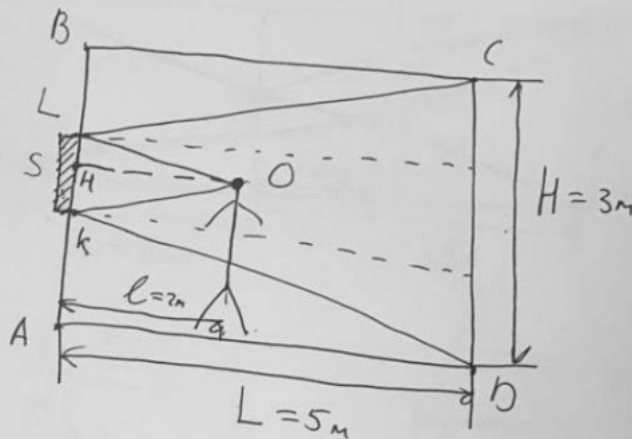
Дано:

$$L = 5 \text{ м}$$

$$H = 3 \text{ м}$$

$$l = 2 \text{ м}$$

$$s = ?$$



Решение:

Пользуясь прямоугольностью катетов, и тем, что угол отражения равен углу падения

$$\triangle LHO \sim \triangle LBC \text{ с } k = \frac{l}{L}, \text{ аналогично}$$

$$\triangle KHO \sim \triangle KAD \text{ с } k = \frac{l}{L}$$

$$s = LH + Hk$$

$$H = \cancel{LH} + \cancel{LH} + \frac{LH}{k} + Hk + \frac{Hk}{k} = (LH + Hk) \left(1 + \frac{1}{k}\right) =$$

$$= (LH + Hk) \left(\frac{L+l}{l}\right) = s \left(\frac{L+l}{l}\right) \Rightarrow$$

$$s = \frac{Hl}{L+l} = \frac{6}{7} \text{ м} \approx 0,86 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } s = \frac{6}{7} \text{ м} \approx 0,86 \text{ м}$$

№ 4

Упробук

СТР 8 и 3 12

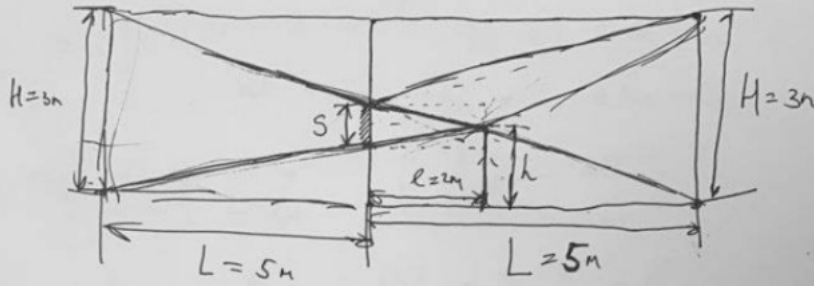
Дано:

$L = 5\text{m}$

$H = 3\text{m}$

$l = 2\text{m}$

$S = ?$



$$\frac{h}{H} = \frac{L-l}{2L}$$

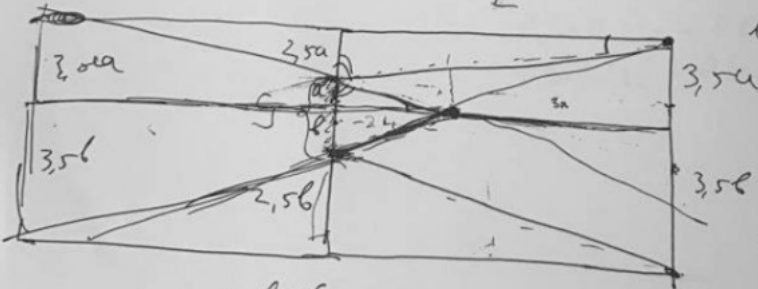


$$h = \frac{L-l}{2L} H = 0,9\text{m}$$



$$S = \frac{l}{L+l} H = \frac{2 \cdot 3}{7} = \frac{6}{7}\text{m}$$

L L



$$\frac{3}{7} = \frac{a}{2}$$

$$b = \frac{2}{3} a$$

$$a = 5$$

$$b = 5$$

$$b = 0,75$$

$$h = 3,5b = 2,1\text{m}$$

$$\frac{2 \cdot 3}{7} = \frac{6}{7}$$

$$a+b=5$$

$$3,5(a+b)=H$$

$$3,5S=H$$

$$S = \frac{H}{3,5} = \frac{6}{7}\text{m}$$

Решение

CTP 9 13 12

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

$$\frac{l}{v_0} = \frac{v_0}{a}$$

$$at(2v_0 - at) = 2al$$

$$v_0 - at_1 = a \left(t_2 - \frac{v_0}{a} \right)$$

$$2v_0t - at^2 = 2l$$

$$v_0 - at_1 = at_2 - v_0$$

$$\frac{v_0 + v_0 - at}{2} t = l$$

$$\left(\frac{2v_0}{t_1 + t_2} = a \right)$$

$$\frac{2v_0 - at}{2} = \frac{2l}{t}$$

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

$$2v_0 - \frac{2l}{t} = at$$

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

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

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

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

$$= 0,9 \text{ м/с}$$

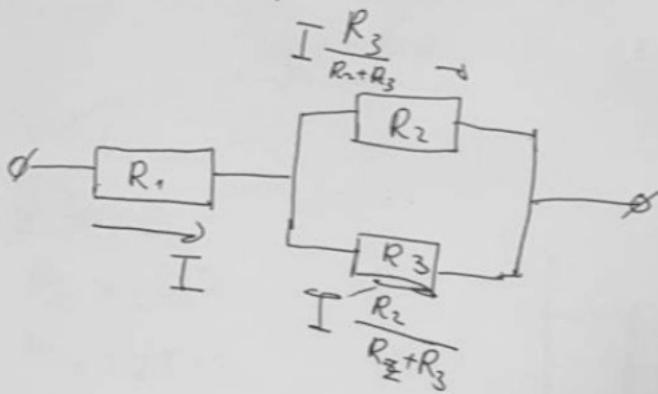
$$a = \frac{1,8 \text{ м/с}}{3 \text{ с}} = 0,6 \text{ м/с}^2$$

$$0,9 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ с} - 0,6 \text{ м/с}^2 \cdot 0,5 \text{ с}^2 = 0,6 \text{ м}$$

$$0,9 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} - 0,6 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с}^2 = 0,6 \text{ м}$$

№3

Упробук.



Дано:

$$R_1 = 1 \Omega$$

$$R_2 = 2 \Omega$$

$$R_3 = 3 \Omega$$

$$N_1 = 25 \text{ Вт}$$

$$N_2 = ?$$

$$N_1 = I^2 R_1$$

$$N_2 = \left(I \frac{R_3}{R_2 + R_3} \right)^2 R_2 = I^2 \frac{R_3^2 R_2}{(R_2 + R_3)^2}$$

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

$$N_2 = \frac{R_3^2 R_2 N_1}{(R_2 + R_3)^2 R_1} = \frac{9 \Omega^2 \cdot 2 \Omega \cdot 25 \text{ Вт}}{25 \Omega^2 \cdot 1 \Omega} =$$

$$= \boxed{18 \text{ Вт}}$$