МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Казанцев Демид Александрович**

Класс: 9

Технический балл: **100**

Дата проведения: 24 февраля 2022 года

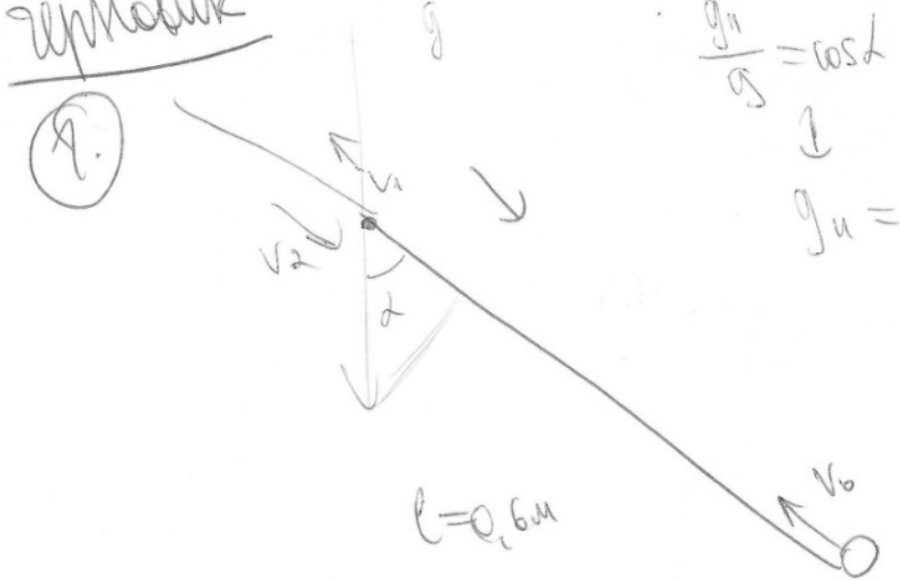
ШИФР РАБОТЫ 9871678

	1	2	3	4	∑
Задача	*25*	*25*	*25*	*25*	***100***
Вопрос					

9871678

Шарик

9.



$\frac{g_н}{g} = \cos\alpha$

1

$g_н = g\cdot\cos\alpha$

$V_x = const$

V_0

gt

шар 1

$S = V_0 t - \frac{at^2}{2}$

$V_1 = V_0 - g\cos\alpha t_1$

$t_1 = 1c$

$t_2 = 2c$

$V_2 = V_0 - g\cos\alpha t_2$

$V_0 \cdot t_1 - \frac{g\cos\alpha t_1^2}{2} = l$

$l = 0{,}6м$

$g\cos\alpha = \frac{2V_0 t_1 - 2l}{t_1^2}$

$2V_0 t_1 - g\cos\alpha t_1^2 = 2l$

$V_1 = -V_2$

$V_0 - g\cos\alpha t_1 = g\cos\alpha t_2 - V_0$

$2V_0 = g\cos\alpha(t_1 + t_2)$

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

$$2V_0 = \frac{2V_0t_1 - 2l}{t_1^2}(t_1+t_2)$$

(черновик) (чистовой)

$$2V_0t_1^2 = 2V_0t_1(t_1+t_2) - 2l(t_1+t_2)$$

$$2V_0t_1^2 = 2V_0t_1^2 + 2V_0t_1t_2 - 2l(t_1+t_2)$$

$$2V_0t_1t_2 = 2l(t_1+t_2)$$

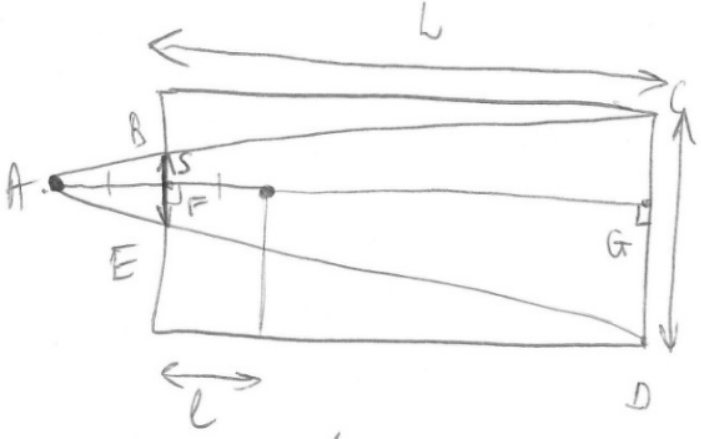
$$V_0 = \frac{l(t_1+t_2)}{t_1t_2}$$

$$= \frac{0,6(1+2)}{2} = \frac{0,6\cdot 3}{2} =$$

$$= 0,9\ \frac{м}{с}$$

9871678

4. Потолок



1) $S \to min$, значит нам и потолок видно отражённым от краёв зеркала.

2) Отразив человека симметрично з-ну, тогда можно считать, что лучи проходят насквозь

3) $\triangle ABE \sim \triangle ACD \Rightarrow \frac{EB}{CD} = \frac{AE}{AG}$

$\Downarrow$

$EB = \frac{AE \cdot CD}{AG} = \frac{l \cdot H}{L+l} =$

$= \frac{2м \cdot 3м}{(3м+2м)} = \frac{6}{7}м$

Ответ: $\frac{6}{7}$ м

черновик

лист 3

①

$t = 0°C$

$m_л = 0{,}1 кг$

$m_д = 0{,}005 кг$

$\lambda = 340 \cdot 10^3 \frac{Дж}{кг}$

$\rho_в = 1000 \frac{кг}{м^3}$

$\rho_л = 900 \frac{кг}{м^3}$

Плавание: $\rho_{тела} \leq \rho_{воды}$

⇓

если $\rho_{тела} < \rho_{воды}$

⇓

тонет

$\rho_{тела} = \frac{m_{льда_2} + m_д}{V_{льда} + V_д \to 0}$

$V_{льда} = \frac{m_{льда_2}}{\rho_{льда}} = \frac{\overset{const}{m_л} - \overset{?}{m_{растаяв}}}{\underset{const}{\rho_{льда}}}$

$\frac{(m_{л_2} + m_д)\rho_{льда}}{m_{л_2}} < \rho_{воды}$

черновик

$(m_{ц2}+m_g)\,g_{льда} < m_{ц2}\cdot g_в$

$m_{ц2}\cdot 0{,}9 + 5г\cdot 0{,}9 < m_{ц2}\cdot 1$

$5г\cdot 0{,}9 < m_{ц2}\cdot 0{,}1$

$m_{ц2} > 45г.$

чистовик

$g_{льда} \geq g_в$

$g_{льда} = \frac{m_{ц2}+m_g}{V}$

$V = \frac{m_{ц2}}{g_ц}$

$g_{льда} = \frac{(m_{ц2}+m_g)\,g_ц}{m_{ц2}}$

$\frac{(m_{ц2}+m_g)\,g_ц}{m_{ц2}} \geq g_в$

$0{,}9m_g \geq 0{,}1m_{ц2}$

$0{,}9m_{ц2} + 0{,}9m_g \geq m_{ц2}$

$9m_g \geq m_{ц2} \Rightarrow m_{ц2} \leq 45г$

$m_{расп} = m_к - m_{ц2} = 100г - 45г = 55г$

$Q = \lambda \cdot m_{расп} = 340\frac{кДж}{г}\cdot 55г = 18700кДж$

340
×55
170
+170
18700

9871678

3. Дано

$R_1 = 1\,Ом$

$R_2 = 2\,Ом$

$R_3 = 3\,Ом$

Найти

$R_1 \to N_1 = 25\,Вт$

$R_2 \to N_2 = ?$

$N_2 = (3А)^2 \cdot 2Ом =$

$= 18\,Вт$

$N = U \cdot I$

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

$U = I \cdot R$

$I_2 = ?$

$N_1 = I_1^2 \cdot R_1$

$I_1 = \sqrt{\frac{N_1}{R_1}} = \sqrt{\frac{25Вт}{1Ом}} = 5А$

$N = I^2 R$

$I_3 + I_2 = 5А$

$I_3 = 5А - I_2$

$\frac{I_3}{I_2} = \frac{R_2}{R_3}$

$\frac{5А - I_2}{I_2} = \frac{2}{3}$

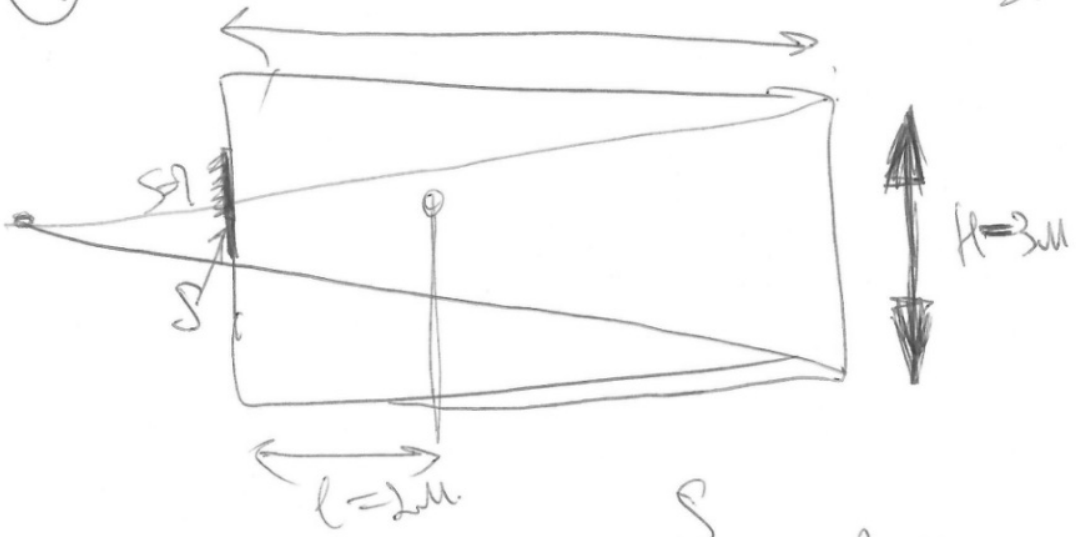
$15А - 3I_2 = 2I_2$

(4) человек

$L = 5м$

$S_{min} = ?$

шкаф 6

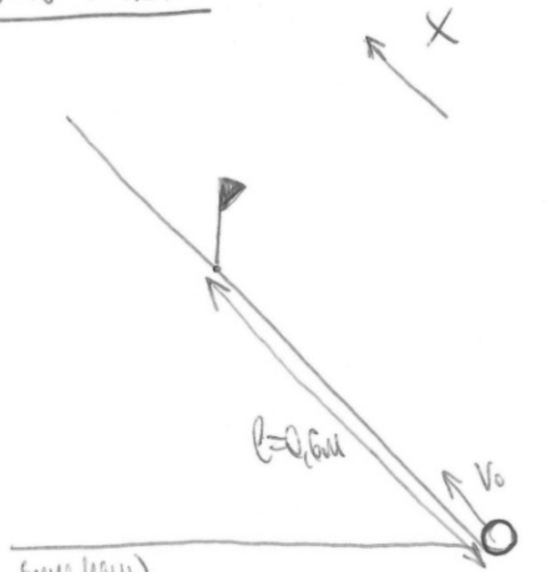


$$\frac{S}{3м} = \frac{2м}{7м}$$

$$6м = 7S \Rightarrow \boxed{S = \frac{6}{7}м}$$

(лист 7)

① чистовик



1) зависимость скорости от времени: $V=V_0+at$ (1)

2) выведем a: → спроецируем g на Ox: $g_x=-g\cdot\cos\alpha$ (2)

3) из п.1 и п.2 следует, что в моменты времени t_1: $V_1=V_0-g\cos\alpha\, t_1$
t_2: $V_2=V_0-g\cos\alpha\, t_2$ → на Ox: $V_1=-V_2$

$V_0-g\cos\alpha\, t_1=g\cos\alpha\, t_2-V_0$

⇓

$2V_0=g\cos\alpha(t_1+t_2)$

4) на Ox: $S=V_0 t+\frac{at^2}{2}$ при (перемещ.) $a=-g\cos\alpha$

$l=V_0 t_1-\frac{g\cos\alpha\, t_1^2}{2}$

⇓

$g\cos\alpha=\frac{2V_0t_1-2l}{t_1^2}$

5) из п.3 и п.4

$2V_0=\frac{2V_0t_1-2l}{t_1^2}(t_1+t_2)$

↓

продолжение следует

лист 8

(7.2) механика

$$V_0 \cdot t_1^2 = (V_0 t_1 - l)(t_1 + t_2)$$

$$V_0 t_1^2 = V_0 t_1^2 + V_0 t_1 t_2 - l t_1 - l t_2$$

$$V_0 t_1 t_2 = l(t_1 + t_2)$$

$$V_0 = \frac{l(t_1+t_2)}{t_1 t_2} = \frac{0{,}6\,м(1с+2с)}{1с \cdot 2с} = \frac{м}{с}\left(\frac{0{,}6 \cdot 3}{2}\right) = 0{,}9\,\frac{м}{с}$$

Ответ: $0{,}9\,\frac{м}{с}$

9871678

(лист 9)

② Шиповик.

* $m_{л2}$ – останавливается лёд

1) условие плавания тела → $\rho_{тела} < \rho_{жидкости}$

⇓

в нашем случае текст: $\rho_{тела} \geq \rho_{воды}$

$$\begin{array}{r} \times\ 340 \\ 55 \\ \hline +\ 1700 \\ 170\ \ \\ \hline 18700 \end{array}$$

2) $\rho_{тела} = \frac{m_{тела}}{V_{тела}} = \frac{m_{л2} + m_g}{V_{л2} + V_g \to 0} = \frac{m_{л2} + m_g}{V_{л2}}$ 3) $V_{л2} = \frac{m_{л2}}{\rho_л}$

4) из п.2 и п.3 $\rho_{тела} = \frac{(m_{л2} + m_g)\rho_л}{m_{л2}}$ 5) из п.4 и п.1 $\frac{(m_{л2} + m_g)\rho_л}{m_{л2}} \geq \rho_в$

⇓

$m_{л2} \cdot 0{,}9 + m_g \cdot 0{,}9 \geq m_{л2}$

⇓

$m_{л2} \cdot 0{,}1 \leq m_g \cdot 0{,}9$

⇓

$m_{л2} \leq 52 \cdot 0{,}9 = \boxed{45г}$

6) Q идёт на плавление льда

при $m_л - m_{плавл} = m_2$

⇓

$m_{плавл} \to min$ при $m_2 \to max \Rightarrow m_2 = 45г \Rightarrow m_{пл.} = \boxed{55г.}$

7) $Q = \lambda \cdot m_{пл} = 340 \frac{Дж}{г} \cdot 55г. = \boxed{18700Дж}$

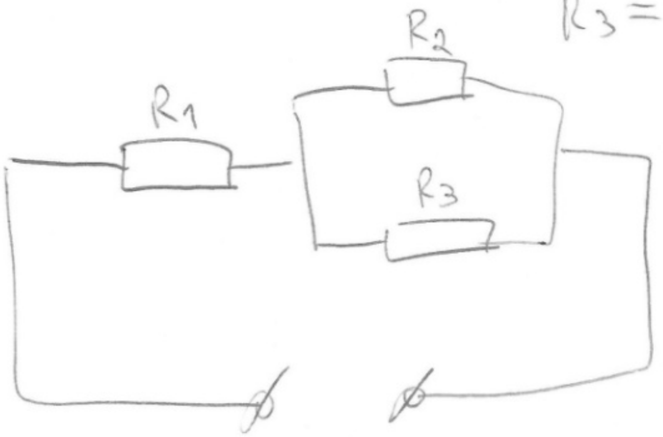
Ответ: 18700Дж

③ шиповник

$R_1 = 1$ ом
$R_2 = 2$ ом
$R_3 = 3$ ом

$R_1 \to N_1 = 25$ Вт
$R_2 \to N_2 = ?$

(лист 10)



1) $N = I^2 R \Rightarrow N_1 = I_1^2 \cdot R_1$

$\Downarrow$

$I_1 = \sqrt{\frac{N_1}{R_1}} = \sqrt{\frac{25 \text{ Вт}}{1 \text{ Ом}}} = 5A$

2) $\frac{I_2}{I_3} = \frac{R_3}{R_2}$; $I_2 + I_3 = I_1 = 5A \Rightarrow I_3 = 5A - I_2$

$\frac{I_2}{5A - I_2} = \frac{3}{2} \Rightarrow 5I_2 = 15A$

$\Downarrow$

$I_2 = 3A$

3) $N_2 = I_2^2 \cdot R_2 =$

$= (3A)^2 \cdot 2$ ом $= 18$ Вт

Ответ: 18 Вт