

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
"МУРМАНСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"ЛАПЛАНДИЯ"
пр-т. Героев-Североморских, д. 2
г. Мурманск. 183001

ОЛИМПИАДАНАЯ РАБОТА

по Физике

наименование предмета

ученика(цы) 9 класса

МБОУ СОШ № 15 г. Апатиты

название образовательной организации, населенный пункт, где находится ОО

Ветрова Ивана Михайловна

ФИО участника в родительном падеже ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ

Учитель: Демкина Светлана Александровна

ФИО

Учитель Физики, МБОУ СОШ № 15 г. Апатиты

должность, место работы

Дата выполнения работы « 23 » 01 2021 г.

Место проведения МБОУ СОШ № 15 г. Апатиты

название образовательной организации

населенный пункт, наименование муниципального образования (если не совпадает с населенным пунктом)

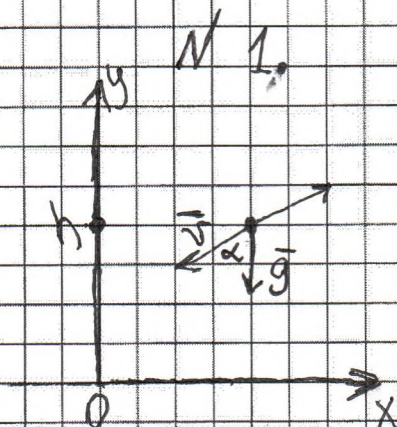
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
"МУРМАНСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"ЛАПЛАНДИЯ"
Героев Североморцев, д. 2
Мурманск, 183001

Дано:

$$t_0 = 3\text{с}$$

$$g = 10\text{м/с}^2$$

$$h, v - ?$$



Введём вертикальную ось y и горизонтальную ось x . Пусть скорость одного из камней равна \vec{v} (см. рис.), тогда скорость другого камня равна $-\vec{v}$ (камни брошены с равными скоростями в противоположных направлениях).

Будем считать, что $v_y \leq 0$ (иначе пусть \vec{v} - скорость другого камня). ~~Первый~~ Камни движутся равноускоренно относительно оси y с постоянным ускорением \vec{g} . Тогда $-h = \frac{1}{2}g_y t_1^2 + v_y t_1 = \frac{1}{2}g_y t_2^2 - v_y t_2$. (1)

Т.к. $v_y \leq 0$, очевидно $t_1 \leq t_2$ (t_1, t_2 - время падения первого и второго камня соответственно, $g_y = -10\text{м/с}^2$). Тогда, по условию, $t_2 = 2t_1$.

$$t_0 = t_1 + t_2 = 2t_1 + t_1 = 3t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{t_0}{3} = 1\text{с}$$

$$\text{Подставим в (1): } \frac{1}{2}g_y t_1^2 + v_y t_1 = \frac{1}{2}g_y (2t_1)^2 - v_y \cdot 2t_1$$

$$3v_y t_1 = 1.5 g_y t_1^2$$

$$\Rightarrow v_y = \frac{1}{2} g_y t_1 = -5\text{м/с}$$

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
"МУРМАНСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"ЛАПЛАНДИЯ"
Героев Североморцев, д. 2
Мурманск, 183001

$$-h = \frac{1}{2} g_y t_1^2 + v_y t_1 = \frac{1}{2} \cdot (-10 \text{ м/с}^2) \cdot 1 \text{ с}^2 + (-5 \text{ м/с}) \cdot$$

$$1 \text{ с} = -10 \text{ м}$$

$$h = 10 \text{ м}$$

Оба камушка движутся равноускоренно с постоянным ускорением \vec{g} . Тогда перед падением на землю:

$$\vec{v}_1 = \vec{v} + t_1 \vec{g}$$

$$\vec{v}_2 = -\vec{v} + t_2 \vec{g} = -\vec{v} + 2t_1 \vec{g}$$

Т. к. $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$ скалярное произв. равно 0:

$$\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2 = 0$$

$$(\vec{v} + t_1 \vec{g}) \cdot (-\vec{v} + 2t_1 \vec{g}) = 0$$

$$-\vec{v}^2 + 2t_1^2 \vec{g}^2 + t_1 \vec{g} \vec{v} = 0 \quad (2)$$

Пусть угол между \vec{g} и \vec{v} равен α . $\vec{g} \parallel O_y \Rightarrow$

$$v \cos \alpha = v_y \Rightarrow \cos \alpha = \frac{v_y}{v}$$

$$t_1 \vec{g} \vec{v} = t_1 |\vec{g}| |\vec{v}| \cos \alpha = t_1 g v \frac{v_y}{v} = t_1 g v_y$$

Тогда (2) преобразуется в $-\vec{v}^2 + 2t_1^2 g^2 + t_1 g v_y = 0$

$$v^2 = 2t_1^2 g^2 + t_1 g v_y$$

$$v^2 = \sqrt{2t_1^2 g^2 + t_1 g v_y} = \sqrt{\frac{2}{9} t_0^2 g^2 + \frac{1}{18} t_0^2 g^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{3}{18} t_0^2 g^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{5}{18} \cdot 3^2 \cdot 10^2} = \sqrt{250} = 5\sqrt{10} \text{ м/с}$$

Ответ: $v = 5\sqrt{10} \text{ м/с}$, $h = 10 \text{ м}$

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
"МУРМАНСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"ЛАПЛАНДИЯ"
Героев Североморцев, д. 2
МУРМАНСК, 183001

№ 2.

На стакан действует сила тяжести $\vec{F}_T = m\vec{g}$,
направленная вниз и сила Архимеда $\vec{F}_{\text{арх}} = -V_0 \rho \vec{g}$,
Стакан всплывает при $\vec{F}_{\text{арх}} > \vec{F}_T$, при $\vec{F}_T > \vec{F}_{\text{арх}}$:

$$N = F_T - F_{\text{арх}} = mg - V_0 \rho g \quad (V_0 - \text{объём погружённой части стакана})$$

Площадь основания стакана равна πR^2 , тогда
 $V_0 = \pi R^2 h$. Найдём массу стакана $m = V_{\text{стакана}} \cdot 20\rho =$
 $= 20\rho (\pi R^2 L - \pi (R-d)^2 (L-d))$

$$N(h) = mg - \pi R^2 \rho g h, \text{ при } h \leq L$$

$$N(h) = mg - \pi R^2 \rho g L, \text{ при } h > L$$

~~Найти~~ Построим график



На каждом из промежутков $N(h)$ — отрезок прямой.

Найдём условие, при котором стакан всплывёт
 $|F_{\text{арх}}|$ максимальна при $h \geq L$. Если стакан может
 всплыть то $F_{\text{арх max}} > F_{\text{тяж}}$

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
МУРМАНСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"ЛАПЛАНДИЯ"
г. Героев-Североморцев, д. 2
Мурманск, 183001

N 2.

~~$$\pi R^2 g L > mg$$~~

$$\pi R^2 g L > 20g(\pi R^2 L - \pi(R-d)^2(L-d)) \quad | : \pi g$$

$$R^2 L > 20R^2 L - 20(R-d)^2(L-d)$$

$$20(R-d)^2(L-d) > 19R^2 L$$

$$-20(R-d)^2 L > 19R^2 L - 20(R-d)^2 L$$

$$-20(R-d)^2 d > L(19R^2 - 20(R-d)^2)$$

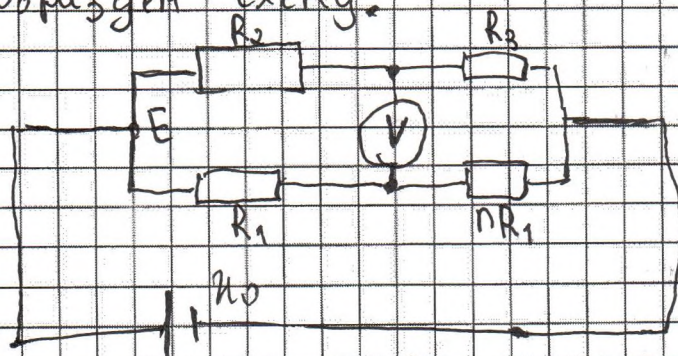
~~$$19R^2 + 20(R-d)^2$$~~

$$L > \frac{20(R-d)^2 d}{-19R^2 + 20(R-d)^2}$$

Стакан может всплыть при $L > \frac{20(R-d)^2 d}{-19R^2 + 20(R-d)^2}$

N 4

Преобразуем схему:



$$\text{Общий ток } I_0 \approx \frac{U_0}{R_0} = \frac{U_0}{\frac{(R_2 + R_3)(n+1)R_1}{R_2 + R_3 + (n+1)R_1}}$$

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
"МУРМАНСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"ЛАПЛАНДИЯ"
Города Североморск, д. 2
Мурманск, 183001

$$= \frac{U_0 (R_2 + R_3 + (n+1)R_1)}{(R_2 + R_3)(n+1) \cdot R_1} \quad (1)$$

(по з-ку Ома; R_2 посл. сог. с R_3 ,
 R_1 посл. с $nR_1 \Rightarrow (R_2 + R_3)$ параллельно с $(n+1)R_1$

Найдём показание вольтметра:

Ток протекающий через R_2 равен $I_0 \frac{(n+1)R_1}{R_0}$, ток
через R_1 равен $I_0 \frac{R_2 + R_3}{R_0}$. Отметим т. Е. Пусть $\varphi_E = 0$

$$U = |\varphi_A - \varphi_B| = \left| \frac{(R_2 + R_3)}{R_0} I_0 - \frac{R_1 (n+1)}{R_0} I_0 \right| =$$

$$= \left| U_0 \left(\frac{R_2 + R_3}{R_0} - \frac{R_1 (n+1)}{R_0} \right) \right| =$$

$$= \left| \frac{U_0 R_1 (R_3 - nR_2) (R_2 + R_3)^2 (n+1)^2 R_1^2}{(R_2 + R_3)^2 (n+1)^2 R_1^2} \right|$$

$$\# U = |\varphi_A - \varphi_B|$$

$$I_1 = \frac{R_2 + R_3}{(n+1)R_1 + R_2 + R_3} I_0; \quad I_2 = \frac{(n+1)R_1}{(n+1)R_1 + R_2 + R_3} I_0$$

$$\# U(n) = (\varphi_A - \varphi_B) = |I_1 R_1 - I_2 R_2| =$$

$$= \frac{R_3 - nR_2}{(n+1)(R_2 + R_3)} \text{ подставив (1).}$$