Место для скобы

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

03515

Шифр

1.	Предмет	Физика
2.	Вариант	1
3.	Класс	11
4.	Фамилия	ФАХРУТДИНОВ
	Имя	ТИМУР
	Отчество	РУФАТОВИЧ
5.	Дата рождения	Число: 16; Месяц: 11; Год: 2004
6.	Страна	Россия
7.	Регион *(пр: Томская обл., Калининградская область)*	Красноярский Край
8.	Вид муниципального образования *(пр: пгт, деревня, село, город)*	город
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	ЖЕЛЕЗНОГОРСК
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	КГАОУ "Школа Космонавтики"

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e–mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

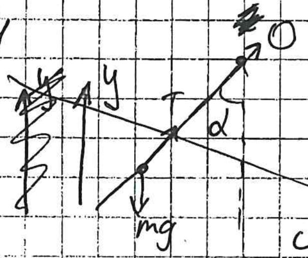
Личная подпись Фахр

Шифр 03515

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
88б.		Червинская А.С.	[signature]

№1



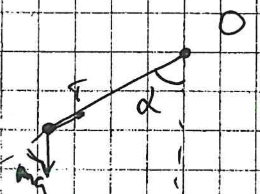
На груз действует T направленное по нити и $F_т = mg$, направленное вниз.

В любой момент времени ~~точка~~ сумма сил по оси ~~Oy должн~~ Oy. ~~совпадающей с нитью должна быть равна 0.~~ должна равняться 0.

$$T \cdot \cos\alpha = mg$$

$$T = \frac{mg}{\cos\alpha}$$

№1

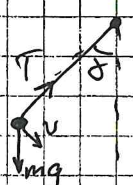


Возьмем за 0 $E_п$. ~~Тек~~ нижнюю точку траектории. Тогда ~~по~~ ЗСЭ энергия системы ~~равна~~ при максимальном отклонении равна:

$$E = mgR(1-\cos\alpha)$$

Т.к. в верхней точке $v=0$, то $a_y=0$, а значит сумма сил на ось нити равна 0

$$mg \cdot \cos\alpha = T \Rightarrow mg = T \cdot \cos\alpha$$



В момент времени когда шарик отклонен на некоторый угол γ. По ЗСЭ:

$$\frac{mv^2}{2} + mgR(1-\cos\gamma) = mgR(1-\cos\alpha)$$

$$mv^2 = T \cdot R \cdot \cos\alpha(1-\cos\alpha - 1 + \cos\gamma)$$

$$\frac{mv^2}{R} = T \cdot \cos\alpha(\cos\gamma - \cos\alpha)$$

$\frac{v^2}{R} = a_y$. по II з. Ньютона $ma_y = T - mg \cdot \cos\gamma$

$$T - mg\cos\gamma = T \cdot \cos\alpha(\cos\gamma - \cos\alpha)$$

Отв: $T = \frac{mg\cos\gamma}{1-\cos\alpha(\cos\gamma - \cos\alpha)}$ — 7б

Шифр 03515

№2 Дано:

$P = 120$ м³/ч

$\Delta m_{пр} = 41,5 \cdot 10^{-6}$ кг

$a = 0,7 \cdot 10^{-6}$ м

$\tau = 10$ мин $= \frac{1}{6}$ ч.

$\eta = 85\%$

1) За 10 мин. через фильтр пройдет:

$V = P \cdot \Delta \tau = 120 \cdot \frac{1}{6} = 20$ м³

2) Объем частиц в 1 кг. воздуха:

$\Delta V = \frac{\Delta m_{пр}}{\rho} = \frac{41,5 \cdot 10^{-6}}{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-6}} = 27,67 \cdot 10^{-9}$ м³

3) масса воздуха:

$m = \frac{V}{V_м} \cdot M = \frac{20}{22,4} \cdot 29 \approx 25,9$ кг.

4) Суммарный объем всех частиц:

$V_ч = \Delta V \cdot \frac{m}{m_0} = 7,16 \cdot 10^{-7}$ м³, $m_0 = 1$ кг., $\frac{m}{m_0} = N$

5) Объем одной частицы:

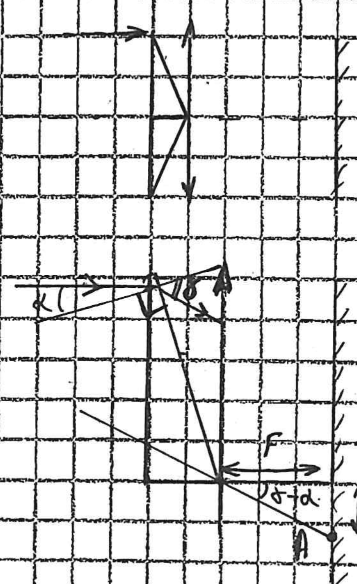
$V_1 = 0,7^3 \cdot (10^{-6})^3 = 3,43 \cdot 10^{-19}$

6) кол-во частиц на фильтре:

$N = \frac{V_ч}{V_1} \cdot \eta = 1,77 \cdot 10^{12}$

Ответ: $1,77 \cdot 10^{12}$ частиц. 1,5

№3



1) луч идущий по главной оптической оси не преломится, и это будет центральная часть

2) Рассмотрим ход верхнего луча

1. на границе воздух-стекло луч не преломится

2. на границе стекло воздух луч преломится, преломл.: $\frac{n_1}{1} = \frac{\sin\gamma}{\sin\alpha}$, где γ - угол выхода луча, α - угол падения (равен углу треугольника)

3. угол между лучом и горизонтом после выхода $\gamma - \alpha$

4. Построим ход луча при прохождении линзы: проведем луч, параллельный исходному через ~~главный~~ оптический центр линзы.

Шифр 03515

5. Т.к экран совпадает с фокальной плоскостью линзы, то точка пересечение луча и экрана - точк A, будет яркой точкой.

6. Т.к. прямые параллельны, ~~а~~ то угол ~~прямой~~ луча к горизонту также $\gamma - \alpha$

$H = F \, tg \, \gamma - \alpha$

3) аналогичные ур-ие можно записать для нижнего луча

$\frac{n_2}{1} = \frac{\sin \gamma'}{\sin \alpha}$; $H' = tg(\gamma' - \alpha) \cdot F$

$H + H' = 10$; $tg(\gamma - \alpha) + tg(\gamma' - \alpha) = \frac{H + H'}{F}$

$\sin \gamma = 1{,}5 \sin \alpha$; $\gamma = 48{,}6^\circ$

$tg \, \gamma - \alpha = 0{,}337$

$tg(\gamma - \alpha) + tg(\gamma' - \alpha) = \frac{10}{10} = 1$

$tg(\gamma' - \alpha) = 0{,}663$

$\gamma' - \alpha = 33{,}562$

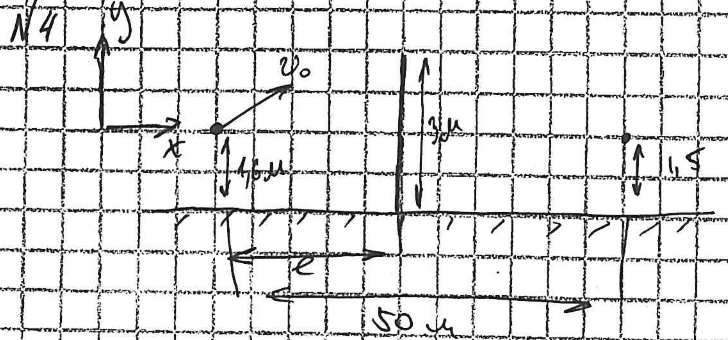
$\gamma = 63{,}562^\circ$

$\frac{n_2}{1} = \frac{\sin 63{,}562}{\sin 30^\circ} \Rightarrow n_2 = 1{,}8$

Ответ: 1,8

1   1,5

№4



Расстояние будет минимальным в той ~~момент когда~~ ситуации когда стрела "коснется" стенки

$v_x = v_0 \cos 12^\circ$

$v_y = v_0 \sin 12^\circ$

$x(t) = v_0 \cos 12^\circ \cdot t$

$y(t) = 1{,}6 + v_0 \sin 12^\circ t - \frac{gt^2}{2}$

чтобы стрела попала в мишень и коснулась стены:

$$\begin{cases} ① \; 50 = v_0 \cdot \cos 12^\circ \cdot T \\ ② \; 1{,}5 = 1{,}6 + v_0 \sin 12^\circ \cdot T - \frac{gT^2}{2} \\ ③ \; l = v_0 \cos 12^\circ t \\ ④ \; 3 = 1{,}6 + v_0 \sin 12^\circ t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

из ① $T = \frac{50}{v_0 \cos 12^\circ}$

②: $1{,}5 = 1{,}6 + \cancel{v_0} \cdot \frac{50 \sin 12^\circ}{\cancel{v_0} \cos 12^\circ} - \frac{g\left(\frac{50}{v_0 \cos 12^\circ}\right)^2}{2}$

$10{,}7 = \frac{13065}{v_0^2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{13065}{10{,}7}} \approx 35 м/с$

④: $3 = 1{,}6 + \cancel{v_0 \sin} \; 35 \cdot \sin 12^\circ t - \frac{gt^2}{2}$

$5t^2 - 7{,}28t + 1{,}4 = 0$

$t = \frac{7{,}28 \pm \sqrt{25}}{10}$

$t_1 = 1{,}22$ с. $\qquad t_2 = 0{,}228$ с.

③: $l_1 = 35 \cdot \cos 12^\circ \cdot 1{,}2275 = 42 м \qquad l_2 = 35 \cdot \cos 12^\circ \cdot 0{,}228 = 7{,}8 м$

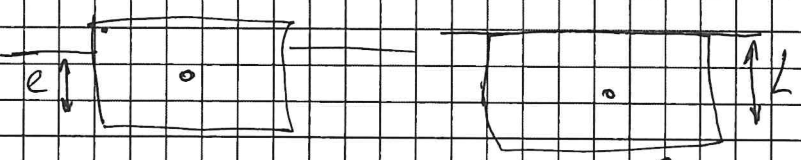
l_1 - самое правое возможное расположение стенки

l_2 - самое левое возможное расположение стенки

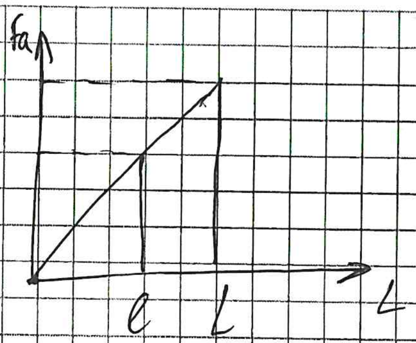
Ответ: $l_2 = 7{,}8 м$. 2,75.

№5 Пусть длина шайбы L_1 и L_2 соответственно, погруженная часть в пол. равновесия l_1 и l_2 соотв.

в пол. равновесия $E_п = 0$; $E_к$ - max



сумма работ сил тяжести и Архимеда - $\Delta E_к$ - вся энергия системы



$$A_{FA} = \frac{\rho g \pi R_1^2 (L_1 + l_1)}{2}(L_1 - l_1)$$

$$= \frac{\rho g \pi R_1^2 (L_1^2 - l_1^2)}{2}$$

$$A_{FT} = -mg(L_1 - l_1)$$

$$\Delta E_{k_1} = \frac{\rho g \pi R_1^2 (L_1^2 - l^2)}{2} - mg(L_1 - l_1)$$

$$\Delta E_{k_2} = \frac{\rho g \pi R_2^2 (L_2^2 - l_2^2)}{2} - mg(L_2 - l_2)$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\rho g \pi R_1^2 (L_1^2 - l_1^2) - 2mg(L_1 - l_1)}{\rho g \pi R_2^2 (L^2 - l_2^2) - 2mg(L_2 - l_1)}$$

$$m_1 = \rho_1 L_1 \pi R_1^2 = m_2 = \rho_2 L_2 \pi R_2^2 \Rightarrow \begin{cases} \pi R_2^2 = \frac{m}{\rho_2 L_2} \\ \pi R_1^2 = \frac{m}{\rho_1 L_1} \end{cases}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{\rho}{\rho_1 L_1}(L_1^2 - l_1^2) - (L_1 - l_1)}{\frac{\rho}{\rho_2 L_2}(L_2^2 - l_1^2) - (L_2 - l_2)}$$

$$l_2 = \frac{R_1^2 l_1}{R_2} \quad (mg = \rho g l_1 \pi R_1^2 = \rho g l_2 \pi R_2^2)$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{\rho (L_1^2 - l_1^2)}{L_1} - (L_1 - l_1)}{\dfrac{\rho \circ \left(\frac{R_1^4 \rho_1^2 L_1^2}{R_2^4 \rho_2^2} - \frac{R_1^4 l_1^2}{R_2^4}\right)}{\rho_2 \cdot \frac{R_1^2 \rho_1 L_1}{R_2^2 \rho_2} - \left(\frac{R_1^2 \rho_1 L_1}{R_2^2 \rho_2} - \frac{R_1^2 l_1}{R_2^2}\right)}}$$

$$mg = \rho g \pi R_1^2 l \ ; \ \rho_1 g \pi R_1^2 L_1 = \rho g \pi R_1^2 l_1$$

$$\Rightarrow L_1 = \frac{l_1 \rho}{\rho_1}$$

$$\cancel{\frac{E_1}{E_2} = \frac{\rho \circ \left(\frac{l_1^2 \rho^2}{\rho_1^2} - l_1^2\right) - \left(\frac{l_1 \rho}{\rho_1} - l_1\right)}{\frac{l_1 \rho}{\rho} \rho}}$$

$$\cancel{\rho \circ \frac{R_1^4 \rho_1^2 l_1^2 \rho^2}{R_2^4 \rho_2^2 \rho_1^2} - \frac{R_1 l_1^2}{R_2^4}}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\rho\left(\frac{l_1\rho^2}{\rho_1^2} - l_1^2\right) - \left(\frac{l_1\rho}{\rho_1} - l_1\right)}{\dfrac{\rho\cdot\left(\frac{R_1^4\rho_1^2 l_1^2\rho^2}{R_2^4\rho_2^2\cdot\rho_1^2} - \frac{R_1^4 l_1^2}{R_2^4}\right)}{\rho_2\,\frac{R_1^2\rho_1 l_1\rho}{R_2^2\rho_2\rho_1}} - \frac{R_1^2\rho_1 l_1}{R_2^2\rho_2} - \frac{R_1^2 l_1}{R_2^2}} =$$

$$= \frac{\left(\frac{\rho^2}{\rho^2} - 1\right)\left(\frac{\rho}{\rho_1} - 1\right)}{\cancel{\frac{\rho}{\rho_1}}\ \frac{R_1^2}{R_2^2}\left(\frac{\rho^2}{\rho_2^2} - \frac{\rho_1}{\rho_2} - 2\right)} = \frac{R_2^2}{R_1^2}\,\frac{\left(\frac{\rho}{\rho_1} - 1\right)^2\left(\frac{\rho}{\rho_1} + 1\right)\cdot\rho_2}{\rho^2 - 2\rho_2^2 - \rho_1\rho_2}$$

Ответ: $\frac{R_2^2}{R_1^2}\,\frac{\left(\frac{\rho}{\rho_1} - 1\right)^2\left(\frac{\rho}{\rho_1} + 1\right)\rho_2}{\rho^2 - 2\rho_2^2 - \rho_1\rho_2}$