Место для скобы

**ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»**
**ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ**
**заключительного этапа**

03215

**Шифр**

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Предмет | ФИЗИКА |
| 2. | Вариант | 1 |
| 3. | Класс | 11 |
| 4. | Фамилия | ХРАПЕНКОВ |
| | Имя | СТЕПАН |
| | Отчество | СЕРГЕЕВИЧ |
| 5. | Дата рождения | 21 (Число) 03 (Месяц) 2004 (Год) |
| 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)* | КРАСНОЯРСК |
| 10. | Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время | МАОУ „ГИМНАЗИЯ 13 „АКАДЕМ" |

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* ____________

Шифр 03215

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

| Общий балл | Дата | Ф.И.О. членов жюри | Подписи членов жюри |
|---|---|---|---|
| 90б. | | Червинская А.С | Чер |

2.

$P = \frac{120 м^3}{1ч} = 2 м^3/мин$

$\beta = 41,5 \, мкг / 1 кг = 41,5 \cdot 10^{-9} = \frac{M_{примесей}}{M_{воздуха}}$

$a = 0,7 мкм = 7 \cdot 10^{-7} м$

$N = ?$

$t = 10 мин$

$\eta = 85\%$

$M = 29 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

$T = (17+273) K = 290 K$

$p = 105 \cdot 10^3 Па$

$\rho = 1,5 \cdot 10^3 \frac{кг}{м^3}$

$$\eta = \frac{N_{пойманных \, частиц}}{N_{всех \, частиц}} \cdot 100\% = \frac{N}{N_{всех}} \cdot 100\%$$

$$N = \frac{N_{всех} \cdot \eta}{100\%}$$

$$N_{всех} = \frac{M_{всех \, частиц}}{M_{одной \, частицы}} = \frac{M_{всех}}{V_{одной \, ч.} \cdot \rho} = \frac{M_{всех}}{a^3 \cdot \rho}$$

$$N = \frac{\eta \cdot M_{всех}}{a^3 \cdot \rho \cdot 100\%}$$

$$\frac{M_{всех}}{M_{возд.}} = \frac{M_{примесей}}{M_{воздуха}} = \beta \Rightarrow M_{всех} = M_{возд} \cdot \beta$$

Согласно ур-ю Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

$$pV = \frac{mRT}{M} \Rightarrow M_{возд} = m = \frac{pV_в M}{RT}$$

$$P = \frac{V}{t} \Rightarrow V_в = P \cdot t \Rightarrow M_{возд} = \frac{pPtM}{RT}$$

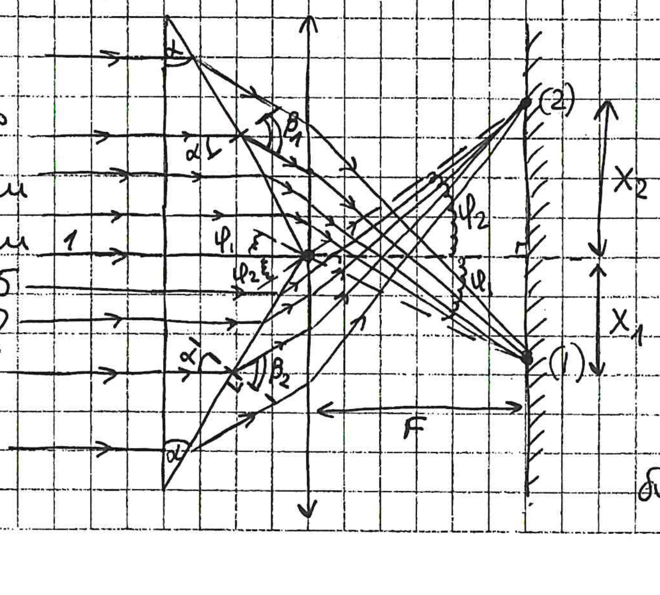
$$M_{всех} = \frac{p \cdot P \cdot t \cdot M \cdot \beta}{RT}$$

$$N = \frac{\eta \cdot p \cdot P \cdot t \cdot M \cdot \beta}{a^3 \rho \cdot 100\% \cdot R \cdot T} = \frac{85\% \cdot 105 \cdot 10^3 Па \cdot \frac{2 м^3}{мин} \cdot 10 мин \cdot 29 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль} \cdot 41,5 \cdot 10^{-9}}{343 \cdot 10^{-21} м^3 \cdot 1,5 \cdot 10^3 \frac{кг}{м^3} \cdot 100\% \cdot 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot К} \cdot 290 K} \approx$$

$$\approx 173,26 \cdot 10^9$$

Ответ: $173,26 \cdot 10^9$ 15б.

3.




$\alpha = 30°$

$F = 0,1 м$

$l = 0,1 м$

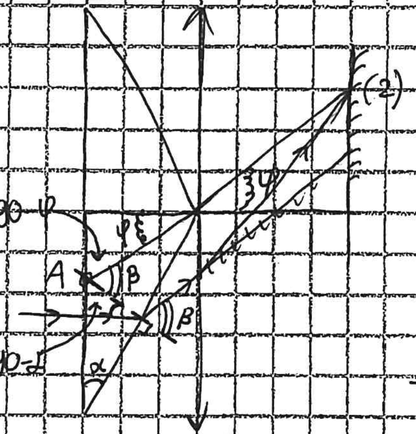
$n_1 = 1,5$

$n_2 = ?$

1) При прохождении через треугольную призму поток лучей разобьётся на 3 потока: луч 1, проходящий параллельно оси линзы; параллельные лучи от верхней части призмы, собирающиеся в т.(1) и параллельные лучи, прошедшие через нижнюю часть призмы и собирающиеся в т.(2).

3\. 2) $\frac{\sin\beta}{\sin\alpha} = \frac{n}{n_{возд}} \Rightarrow \begin{cases} \frac{\sin\beta_1}{\sin\alpha} = n_1 \Rightarrow \sin\beta_1 = n_1 \cdot \sin\alpha = \frac{n_1}{2} \\ \frac{\sin\beta_2}{\sin\alpha} = n_2 \Rightarrow \sin\beta_2 = n_2 \cdot \sin\alpha = \frac{n_2}{2} \end{cases}$

3) $\begin{cases} tg\varphi_1 = \frac{x_1}{F} \Rightarrow x_1 = tg\varphi_1 \cdot F \\ tg\varphi_2 = \frac{x_2}{F} \Rightarrow x_2 = tg\varphi_2 \cdot F \end{cases} \Rightarrow \ell = x_1 + x_2 = F\,(tg\varphi_1 + tg\varphi_2)$




4) в т. A: $(90-\varphi) + (90-\alpha) + \beta = 180$

$\varphi = \beta - \alpha$

$tg\varphi = tg(\beta-\alpha) = \frac{tg\beta - tg\alpha}{1 + tg\beta \cdot tg\alpha}$

$tg\alpha = \frac{\sqrt{3}}{3}$

$\cancel{\cos\beta = \frac{1}{1+tg^2\beta} = \frac{1}{\sin^2\beta} \Rightarrow tg^2\beta = \frac{1}{\sin^2\beta} - 1}$

$\cancel{tg^2\beta_1 = \frac{1}{\sin^2\beta_1} - 1} =$

$\cos\beta_1 = \sqrt{1-\sin^2\beta_1} = \sqrt{1-\frac{n_1^2}{4}} = \frac{\sqrt{4-n_1^2}}{2}$

$\cos\beta_2 = \sqrt{1-\sin^2\beta_2} = \sqrt{1-\frac{n_2^2}{4}} = \sqrt{4-n_2^2}$

$tg\beta_1 = \frac{\sin\beta_1}{\cos\beta_1} = \frac{n_1}{\sqrt{4-n_1^2}}$, $tg\beta_2 = \frac{\sin\beta_2}{\cos\beta_2} = \frac{n_2}{\sqrt{4-n_2^2}}$

$tg(\beta_1-\alpha) = \frac{\frac{n_1}{\sqrt{4-n_1^2}} - \frac{\sqrt{3}}{3}}{1 + \frac{n_1}{\sqrt{4-n_1^2}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}}$; $tg(\beta_2-\alpha) = \frac{\frac{n_2}{\sqrt{4-n_2^2}} - \frac{\sqrt{3}}{3}}{1 + \frac{n_2}{\sqrt{4-n_2^2}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}}$

$tg(\varphi_1) + tg(\varphi_2) = \frac{\ell}{F} = tg(\beta_1-\alpha) + tg(\beta_2-\alpha)$:

$\frac{\frac{n_1}{\sqrt{4-n_1^2}} - \frac{\sqrt{3}}{3}}{1 + \frac{n_1}{\sqrt{4-n_1^2}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}} + \frac{\frac{n_2}{\sqrt{4-n_2^2}} - \frac{\sqrt{3}}{3}}{1 + \frac{n_2}{\sqrt{4-n_2^2}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}} = \frac{\ell}{F} = 1$

$tg(\beta_1-\alpha) = \frac{\frac{3}{2\cdot\sqrt{4-\frac{9}{4}}} - \frac{\sqrt{3}}{3}}{1 + \frac{3}{2\cdot\sqrt{4-\frac{9}{4}}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}} = \frac{\frac{3}{\sqrt{7}} - \frac{\sqrt{3}}{3}}{1 + \frac{3}{\sqrt{7}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}} = \frac{3\sqrt{3}-\sqrt{7}}{\sqrt{3}(\sqrt{3}+\sqrt{7})}$

$tg(\beta_2-\alpha) = 1 - \frac{3\sqrt{3}-\sqrt{7}}{\sqrt{3}(\sqrt{3}-\sqrt{7})} = \frac{3-2\sqrt{3}+\sqrt{7}}{\sqrt{3}(\sqrt{3}-\sqrt{7})} \approx 0{,}287718815$

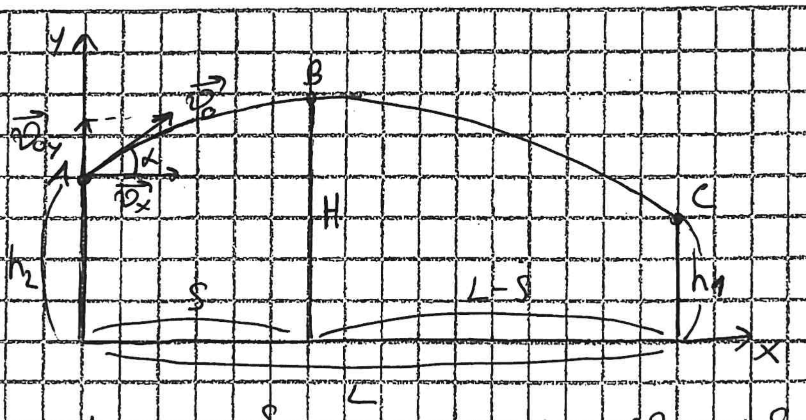
Пусть $\frac{n_2}{\sqrt{4-n_2^2}} = t$, тогда $t - \frac{\sqrt{3}}{3} = 0{,}287 \cdot \left(1 + t\frac{\sqrt{3}}{3}\right)$

$t\left(1 - 0{,}287 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}\right) = \frac{\sqrt{3}}{3} + 0{,}287 \Rightarrow t = \frac{\frac{\sqrt{3}}{3} + 0{,}287}{1 - \frac{0{,}287\cdot\sqrt{3}}{3}} \approx 1{,}037395567$

$\frac{n_2}{\sqrt{4-n_2^2}} = t \Rightarrow n_2^2 = (4-n_2^2)t \Rightarrow n_2 = \sqrt{\frac{4t}{t+1}} \approx 1{,}44$ Ответ: 1,44

12б.

4.




1) Пусть расстояние от лучника до преграды равно S, $S_{min}$ = ?

2) Путь AB:

$$H-h_2 = v_0\sin\alpha\, t_{AB} - \frac{g t_{AB}^2}{2}$$

$$S = v_0\cos\alpha\, t_{AB} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_{AB} = \frac{S}{v_0\cos\alpha} \Rightarrow H-h_2 = \frac{v_0\sin\alpha\, S}{v_0\cos\alpha} - \frac{g\cdot S^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} = S\,tg\alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2\cos^2\alpha}$$

3) Путь AC

$$h_1-h_2 = v_0\sin\alpha\, t_{AC} - \frac{g t_{AC}^2}{2}$$

$$L = v_0\cos\alpha\, t_{AC} \Rightarrow t_{AC} = \frac{L}{v_0\cos\alpha}$$

$$h_1-h_2 = L\,tg\alpha - \frac{gL^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} \Rightarrow \cancel{v_0 = L\,tg\alpha - h_1 + h_2}$$

$$\Rightarrow 2v_0^2\cos^2\alpha = \frac{gL^2}{L\,tg\alpha - h_1 + h_2} \Rightarrow v_0 = \frac{L}{\cos\alpha}\sqrt{\frac{g}{2(L\,tg\alpha - h_1 + h_2)}} =$$

$$= \frac{50м}{\cos 12°}\cdot\sqrt{\frac{10\frac{Н}{кг}}{2\cdot(50м\cdot tg12° - 1,5м + 1,6м)}} \approx 34,89753166\ \frac{м}{с}$$

4) $$H-h_2 = S\,tg\alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} \Rightarrow \frac{10\,S^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} - tg12°\cdot S + 3м - 1,6м = 0$$

$$\frac{5S^2}{v_0^2\cos^2\alpha} - tg12°\,S + 1,4 = 0 \quad (м)$$

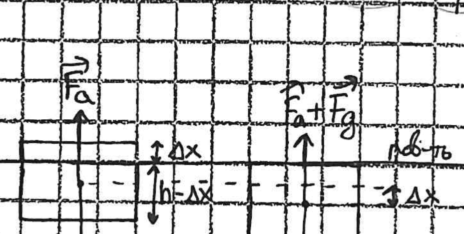
$$D = tg^2 12° - 4\cdot 1,4\cdot\frac{5}{v_0^2\cos^2 12°} = \frac{v_0^2\sin^2 12° - 5,6\cdot 5}{v_0^2\cos^2 12°}$$

$$S_{min} = S_{1(м)} = \frac{tg12° - \frac{\sqrt{v_0^2\sin^2 12° - 28}}{v_0\cos 12°}}{2\cdot\frac{5}{v_0^2\cos^2 12°}} = \cancel{v_0^2\sin 12°\cos 12° - \sqrt{(v_0\sin 12°)^2 - 28}}$$

$$= \frac{v_0\cos 12°\left(v_0\sin 12° - \sqrt{(v_0\sin 12°)^2 - 28}\right)}{10} \approx 7,82\ (м)$$

Ответ: 7,28 м

5.




1) Пусть у шайбы 1 высота $h_1$, а у шайбы 2 высота $h_2$:


2) Т.к. сила архимеда прямопропорциональна смещению шайбы от точки равновесия, то будем считать, что

5. сила архимеда + сила упругости: ~~$F_a = \rho g V - \rho g S (h-\Delta x)$~~

В положении равновесия: $F_a = F_T \Rightarrow \rho g V = mg \Rightarrow$

$\Rightarrow \rho S h_0 = m$, пусть в этом положении 1-я шайба выступает на $\Delta x_1$, а вторая – на $\Delta x_2$, тогда добавочная сила архимеда, возникающая, когда шайбы надавливают, чтобы их поверхности были на уровне воды, равна $\rho g S \Delta x$. $F_{g1} = \rho g S \Delta x_1$; $F_{g2} = \rho g S \Delta x_2$;

поэтому можно рассматривать колебания шайб под действием только этих сил, т.к. на начальный момент сила тяжести $mg$ и сила архимеда на погруженную часть шайбы компенсируются:


$F_g = (\rho g S)\cdot \Delta x$

Значит полная энергия $W$ малых колебаний шайбы равна $\frac{(\rho g S)\cdot \Delta x^2}{2} \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \frac{\rho g S_2 \cdot \Delta x_2^2}{\rho g S_1 \cdot \Delta x_1^2} =$

$= \frac{\pi R_2^2 \cdot \Delta x_2^2}{\pi R_1^2 \cdot \Delta x_1^2} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 \cdot \left(\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}\right)^2$

$M_1 = M_2 \Rightarrow \rho_1 \cdot V_1 = \rho_2 \cdot V_2 \Rightarrow \rho_1 \cdot h_1 \cdot S_1 = \rho_2 \cdot h_2 \cdot S_2$

В положении равновесия: $M_1 g = \rho g (h_1 - \Delta x_1)\cdot S_1$; ~~$M_1 = M_2$~~ $\Rightarrow$
$M_2 g = \rho g (h_2 - \Delta x_2)\cdot S_2$

$\Rightarrow$ ~~$(h_1 - \Delta x_1) S_1 = (h_2 - \Delta x_2) S_2$~~ $h_1 - \Delta x_1 = \frac{M}{\rho \pi R_1^2}$; $h_2 - \Delta x_2 = \frac{M}{\rho \pi R_2^2} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = \frac{h_2 - \frac{M}{\rho \pi R_2^2}}{h_1 - \frac{M}{\rho \pi R_1^2}}$

$M_1 = \rho_1 h_1 \pi R_1^2 \Rightarrow h_1 = \frac{M}{\rho_1 \pi R_1^2}$, $h_2 = \frac{M}{\rho_2 \pi R_2^2}$, значит

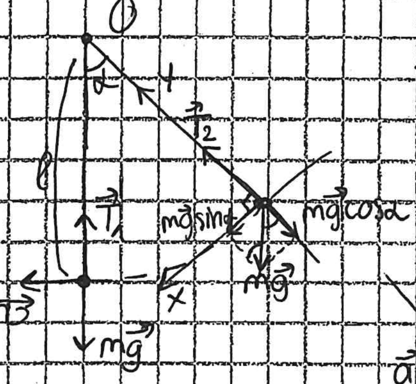
$\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = \frac{\frac{M}{\rho_2 \pi R_2^2} - \frac{M}{\rho \pi R_2^2}}{\frac{M}{\rho_1 \pi R_1^2} - \frac{M}{\rho \pi R_1^2}} = \frac{\frac{M}{\pi R_2^2}\cdot\left(\frac{1}{\rho_2} - \frac{1}{\rho}\right)}{\frac{M}{\pi R_1^2}\cdot\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho}\right)} = \frac{\frac{\rho - \rho_2}{\rho \rho_2}}{\frac{\rho - \rho_1}{\rho \rho_1}} \cdot \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 = \left(\frac{\rho - \rho_2}{\rho - \rho_1}\right)\cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$

5. $\frac{W_2}{W_1} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 \cdot \left(\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}\right)^2 = \left(\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}\right)^2 = \left(\frac{R_2}{R_1} \cdot \left(\frac{\rho-\rho_2}{\rho-\rho_1}\right) \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2\right)^2 =$

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

Ответ: $\left(\frac{(\rho-\rho_2)\cdot\rho_1\cdot R_1}{(\rho-\rho_1)\cdot\rho_2\, R_2}\right)^2$ ✓ 20б

1.



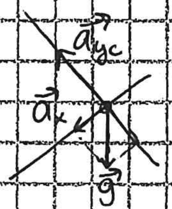
1) Согласно 2-му закону Ньютона:

$m\vec{a} = \Sigma\vec{F}$

$OY$: $T - mg\cos\alpha = m a_{yc}$ ✓

$OX$: $mg\sin\alpha = m a_x \Rightarrow a_x = g\sin\alpha$

$T = mg\cos\alpha + \frac{m v^2}{l}$



$v = -g\cos\alpha$

2) $a_x = v' = g\sin\alpha \Rightarrow$ ~~$v = -g(\cos(\alpha + C))$ ($C$ - константа)~~

~~$a_x = 0$ при $\alpha = 0 \Rightarrow v(0)$ - максимальна:~~

~~$-g(\cos(0^\circ + C)) = 0$; $\cos(0^\circ + C) = -1 \Rightarrow C = \pi$~~

~~$v = -g\cos(\alpha + \pi)$~~

$T = mg\cos\alpha + \frac{m(g\cos\alpha)^2}{l} = mg\cos\alpha + \frac{mg^2\cos^2\alpha}{l} =$

$= mg\cos\alpha\left(1 + \frac{g\cos\alpha}{l}\right)$

Ответ: $T(\alpha) = mg\cos\alpha\left(1 + \frac{g\cos\alpha}{l}\right)$

8б