Место для скобы

Ф-11-5

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика
2.	Вариант	2
3.	Класс	11
4.	Фамилия	Игольников
	Имя	Егор
	Отчество	Игоревич
5.	Дата рождения	10 (Число) 03 (Месяц) 2004 (Год)
6.	Страна	Россия
7.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	Томская обл.
8.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	город
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	Томск
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МБОУ лицей при ТПУ

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 ______

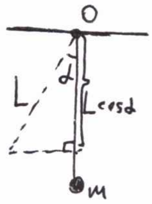
Место для скобы

Шифр Ф-11-5

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
70	29.03.22	Лисенко Е.В.	

1.



Из закона сохранения энергии для начального момента и момента прохождения положения равновесия:

1) $mgL(1-\cos\alpha) = \frac{mV^2}{2}$ L - длина нити, V - скорость груза в момент прохождения положения равновесия.

В этот момент тело движется по окружности радиуса L относительно точки O => у него центростремительное ускорение $a_{цс} = \frac{V^2}{L}$.

$\Rightarrow T - mg = \frac{mV^2}{L} \Rightarrow$ 2) $T = \frac{mV^2}{L} + mg$ из 1) $\frac{mV^2}{L} = 2mg(1-\cos\alpha)$

$\Rightarrow T = mg + 2mg - 2mg\cos\alpha \Rightarrow 2mg\cos\alpha = 3mg - T$; $\cos\alpha = \frac{3mg - T}{2mg} = \frac{3}{2} - \frac{T}{2mg}$

$\Rightarrow \alpha = \arccos\left(\frac{3}{2} - \frac{T}{2mg}\right)$ - Ответ.

10б.

2.

$w = 120$ м³/ч.

$\gamma = \frac{41,5 \cdot 10^{-6}}{1}$ (г/кг)

$\alpha = 0,85$.

$p = 20$ (г)

$P_A = 105 \cdot 1000$ (Па)

$T = 17°C = 290$ (К)

$M = 29$ (г/моль).

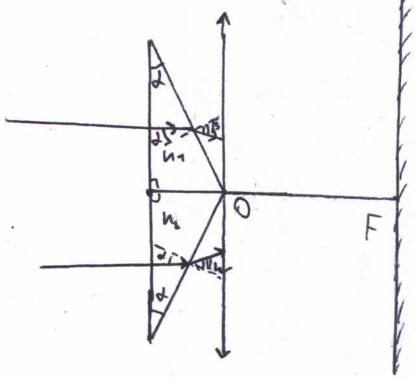
t - ?

За время t через фильтры пройдёт объём воздуха wt. Масса этого воздуха m из уравнения Менделеева-Клапейрона: $P_A wt = \frac{m}{M}RT \Rightarrow m = \frac{P_A wtM}{RT}$. В нём содержится γm примесей. Первый фильтр задержит $\alpha\gamma m$ примесей и пропустит $(1-\alpha)\gamma m$. Второй задержит $\alpha(1-\alpha)\gamma m$ примесей и пропустит $(1-\alpha)^2\gamma m$. Третий фильтр задержит $\alpha(\alpha-1)^2\gamma m$ примесей.

Все три фильтра задержат $(\alpha + \alpha(1-\alpha) + \alpha(\alpha-1)^2)\gamma m$ примесей. Срабатывает сигнализация, когда $(\alpha + \alpha(1-\alpha) + \alpha(\alpha-1)^2)\gamma m = p$.

10б.

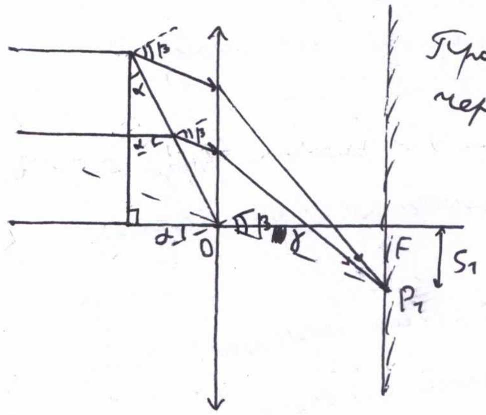
т.е. $\frac{(\alpha + \alpha(1-\alpha) + \alpha(\alpha-1)^2)\gamma \cdot P_A wtM}{RT} = p$. т.е. $t = \frac{pRT}{\gamma P_A M w(\alpha + \alpha(1-\alpha) + \alpha(\alpha-1)^2)} = 132.88$ (дней)



т.к. лучи падают ⊥ большему катету, то не преломляются. Дойдя до гипотенузы Δ в сечении, они преломляются. Угол падения на гипотенузу равен α. Для лучей, проходящих через призму n_1: $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{1}{n_1}$ =>

=> $\sin\beta = n_1 \cdot \sin\alpha$.

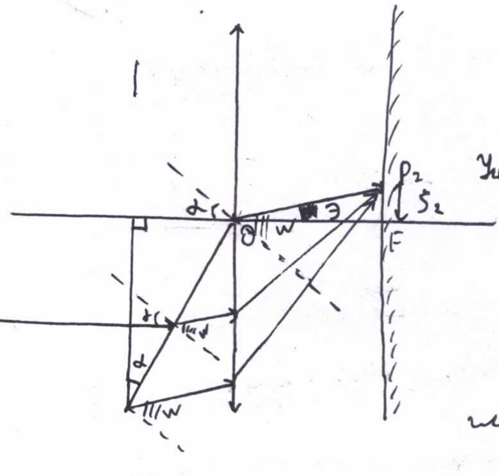
Для лучей, проходящих через призму n_2: $\frac{\sin\alpha}{\sin w} = \frac{1}{n_2}$ => $\sin w = n_2 \sin\alpha$.



Проведя побочную оптическую ось, получаем, что лучи, проходящие через призму n_1 соберутся в точке P_1 в фокальной сечении.

Угол $\gamma = \beta - \alpha$. Расстояние от F до P_1 $S_1 = tg\gamma \cdot F$.

Аналогично для призмы n_2:



Угол $\backepsilon = w - \alpha$ $\quad S_2 = tg\backepsilon \cdot F$

15б

Третья точка будет F, т.к. лучи, проходящие по главной оптической оси не преломляются.

Расстояние между крайними точками $S = S_1 + S_2 = F(tg\gamma + tg\backepsilon) = F(tg(\beta-\alpha) + tg(w-\alpha))$

=> $F = \frac{S}{tg(\beta-\alpha) + tg(w-\alpha)}$; $\sin\beta = n_1 \cdot \sin\alpha$; $\sin w = n_2 \sin\alpha$ => $\sin\beta = \frac{3}{4}$; $\cos\beta = \frac{\sqrt{7}}{4}$; $tg\beta = \frac{3}{\sqrt{7}}$

$\sin w = \frac{9}{10}$; $\cos w = \frac{\sqrt{19}}{10}$; $tg w = \frac{9}{\sqrt{19}}$

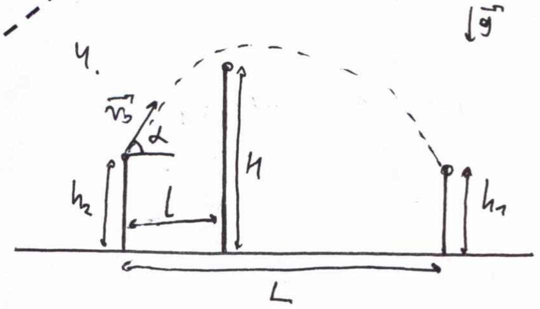
$$F = \frac{S}{\frac{tg\beta - tg\alpha}{1 + tg\beta\, tg\alpha} + \frac{tg w - tg\alpha}{1 + tg w\, tg\alpha}} = \frac{S}{\frac{\frac{3}{\sqrt{7}} - \frac{1}{\sqrt{3}}}{1 + \frac{3}{\sqrt{21}}} + \frac{\frac{9}{\sqrt{19}} - \frac{1}{\sqrt{3}}}{1 + \frac{9}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{19}}}}$$

=> $F \approx \frac{S}{1,015} = 9,85$ (см.)

Место для скобы

Шифр Ф-11-5

4.



Предположим, что стрела перелетит через преграду. Тогда, чтобы стрела попала в мишень, нужно, чтобы:

$$\begin{cases} v_0\cdot\cos\alpha\cdot t = L \\ v_0\cdot\sin\alpha\cdot t - \frac{g}{2}t^2 + h_2 = h_1 \end{cases} \Rightarrow v_0 t = \frac{L}{\cos\alpha}$$

t – время полёта.

$$L\,tg\alpha + h_2 - h_1 = \frac{g}{2}t^2$$

пояснения?

$$\sqrt{\frac{2}{g}\left(L\,tg\alpha + h_2 - h_1\right)} = t = 1,4648 \approx 1,465 \text{ (секунд)} \Rightarrow v_0 = \frac{L}{\cos\alpha\cdot t} = 34,894 \text{ (м/с)}$$ – начальная скорость стрелы.

15б

Определим высоту стрелы над Землёй, когда она пролетит l по горизонтали – y

t_1 – время в этот момент

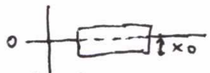
$$\begin{cases} v_0\cos\alpha\cdot t_1 = l \\ v_0\sin\alpha\, t_1 - \frac{g}{2}t_1^2 + h_2 = y \end{cases} \quad t_1 = \frac{l}{v_0\cos\alpha} = 0,2344 \text{ (сек.)} \quad y = 3,0258 \text{ (м)} > 3 \text{ (м)} = H.$$

исходные формулы? !

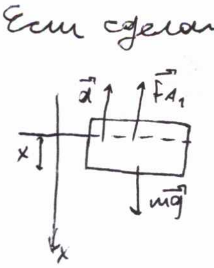
=> стрела пролетит над преградой и долетит до мишени.

5.

h  $V_{шайбы} = S_{осн}\cdot h = \pi r^2 h$. r – радиус основания. ρ' – плотность шайбы. h – высота шайбы

$V\rho' = \pi r^2 h\rho'$ – масса шайбы.  Когда шайба в равновесии, она погружена в воду на x_0. $F_A = mg \Rightarrow \pi r^2 x_0 \rho g = \pi r^2 h\rho' g \Rightarrow x_0\rho = h\rho' \Rightarrow x_0 = h\cdot\frac{\rho'}{\rho}$

Если сделать так, чтобы высота погруженной части была $x > x_0$, то:



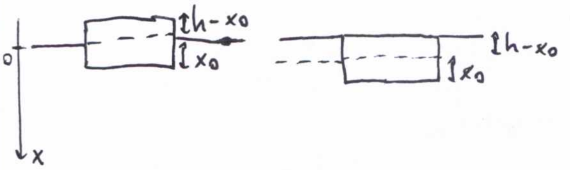
$\Rightarrow ma = mg - F_{A1} = mg - \pi r^2 x\rho g$. Пусть $z = x - x_0$ – смещение шайбы.

Тогда $ma = mg - \pi r^2\rho g z - \pi r^2 \rho g x_0 = -\pi r^2\rho g z \Rightarrow a + \frac{\pi r^2\rho g}{m}z = 0$ $\quad a = \ddot{z}$

$$\Rightarrow \ddot{z} + \frac{\pi r^2\rho g}{m}z = 0.$$

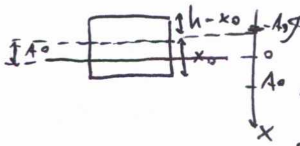
Получим уравнение гармонических колебаний с частотой

$w = \sqrt{\frac{\pi r^2 \rho g}{m}}$ Так как шайбы изначально полностью погружены в воду, то их движение по оси x будет описываться, как: $x(t) = A_0 \cos(wt)$.

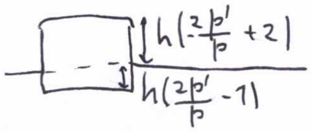


$$A_0 = h - x_0 = h - h \cdot \frac{\rho'}{\rho} = h\left(1 - \frac{\rho'}{\rho}\right)$$

Когда шайба совершит половину колебания, то она будет поднята из воды на максимальную высоту, имея при этом нулевую скорость.



Положение центра равновесия шайбы должно быть на высоте A_0 над водой. => $x_0 - A_0 = x_0 - h + x_0 = 2x_0 - h = h\left(\frac{2\rho'}{\rho} - 1\right)$ — на столько шайба будет погружена в воду.



центр масс однородного тела цилиндрической формы высотой L расположен на высоте $\frac{L}{2}$, а его потенциальная энергия равняется $\frac{mgL}{2}$. Примем за 0 потенциальной энергии поверхность воды. Тогда $E_п$ в данный момент: $\frac{\pi r^2 h\left(2 - \frac{2\rho'}{\rho}\right)\rho' g h\left(2 - \frac{2\rho'}{\rho}\right)}{2} -$

$$- \frac{\pi r^2 h\left(\frac{2\rho'}{\rho} - 1\right)\rho' g h\left(\frac{2\rho'}{\rho} - 1\right)}{2} = \frac{\pi r^2 h^2 \rho' g}{2}\left(3 - \frac{4\rho'}{\rho}\right)$$, а $E_к = 0$, т.к. $V = 0$. => $E_п$ в данный момент — полная E колебаний. =>

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{\frac{\pi r_2^2 h_2^2 \rho_2 g}{2}\left(3 - \frac{4\rho_2}{\rho}\right)}{\frac{\pi r_1^2 h_1^2 \rho_1 g}{2}\left(3 - \frac{4\rho_1}{\rho}\right)} = \frac{r_2^2 h_2^2 \rho_2 \left(3 - \frac{4\rho_2}{\rho}\right)}{r_1^2 h_1^2 \rho_1 \left(3 - \frac{4\rho_1}{\rho}\right)} = y$$

т.к. $m_1 = m_2$, то $\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 = \rho_1 \cdot \pi r_1^2 h_1 = \rho_2 \pi r_2^2 h_2$

20б

$$=> \frac{h_2\left(3 - \frac{4\rho_2}{\rho}\right)}{h_1\left(3 - \frac{4\rho_1}{\rho}\right)} = y \quad => \quad y \cdot \frac{3\rho - 4\rho_1}{3\rho - 4\rho_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \quad => \quad \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{y \cdot \frac{\rho_2}{\rho_1} \cdot \frac{3\rho - 4\rho_1}{3\rho - 4\rho_2}}$$ — Ответ.

ошибка в преоб.