есто для скобы

ф-11-02

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика
2.	Вариант	2
3.	Класс	11
4.	Фамилия	МАТВИЕНКО
	Имя	МИХАИЛ
	Отчество	КОНСТАНТИНОВИЧ
5.	Дата рождения	Число: 26; Месяц: 02; Год: 2004
6.	Страна	Россия
7.	Регион *(пр: Томская обл., Калининградская область)*	Алтайский край
8.	Вид муниципального образования *(пр: пгт, деревня, село, город)*	город
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	Барнаул
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	МБОУ Гимназия №42

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 [signature]

Место для скобы

Шифр ФФ-11-02

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
10+14+15+30+28=97	25.03.22.	Соломатин К.В.	

№1 №2

$P_4 = p = 125$ кПа

$P_c = \frac{V}{\tau}$ $\quad pV = \frac{mRT}{\mu}$ – з-н Менделеева-Клапейрона для воздуха

$V = P_c \tau$ $\quad p = \frac{mRT}{\mu V} = \frac{mRT}{\mu P_c \tau} \Rightarrow m = \frac{p P_c \mu \tau}{RT}$

$\omega = \frac{m_r}{m}$ – массовая доля угарного газа в воздухе

$\omega = 4{,}15 \cdot 10^{-8} \Rightarrow m_r = m \cdot \omega \Rightarrow m_r(\tau) = \frac{p P_c \mu \omega}{RT} \cdot \tau$

$M = 20$ г $\Rightarrow M = 0{,}85\, m_r(\tau) + (1-0{,}85)\, m_r(\tau) + (1 - 0{,}85 - (1-0{,}85)0{,}85)\, 0{,}85\, m_r(\tau)$

$M = \frac{7973}{8000} m_r(\tau) \Rightarrow M = \frac{7973}{8000} \cdot \frac{p P_c \mu \omega \tau}{RT}$

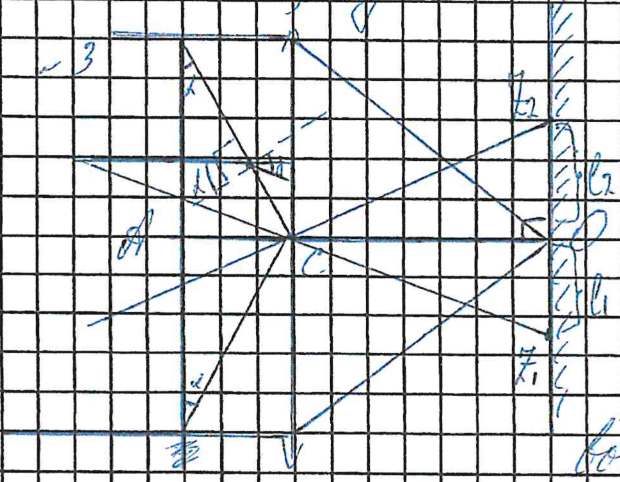
Тогда!

$\tau = \frac{8000}{7973} \cdot \frac{RTM}{p P_c \mu \omega} = 11481089{,}4$ с $= 132{,}88$ суток

Ответ: 132,88 суток

14

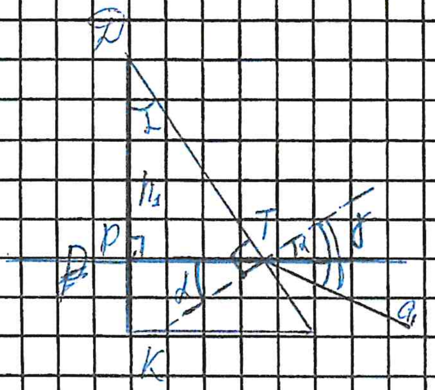
№3



Лучи, идущие через центр кривизны и луч 1, идущий через точку A после преломления попадут в точку O. Остальные лучи сначала не будут преломляться (угол падения = 90°), а лучи вообще будут преломляться

Место для скобы

Шифр ФР-11-02



$\angle PTD = 90^\circ - \alpha$

$\angle PTK = 90^\circ - \angle PTD = 90^\circ - (90^\circ - \alpha) = \alpha$

Из з-на Снеллиуса:

$n_1 \cdot \sin\alpha = n_0 \cdot \sin\gamma$, $n_0 = 1$ (воздух)

$n_1 \sin\alpha = \sin\gamma \Rightarrow \sin\gamma = 0{,}75$

прямая a_1 пересекает прямую PT под углом $\gamma - \alpha$

Если провести прямую, параллельную a_1 через т. C полушар, то она пересечёт экран, где появляется одна из точек (т.к. в данном случае экран совпадает с фокальной плоскостью)

Все остальные лучи, проходящие через верхнюю призму, также будут выходить параллельно a_1

Аналогичные проведя рассуждения для нижней призмы:

$n_2 \sin\alpha = \sin\varphi \Rightarrow \sin\varphi = \frac{9}{10} = 0{,}9$

~~$a_2 \wedge AC$~~ $\angle(a_2; AC) = \alpha - \varphi$

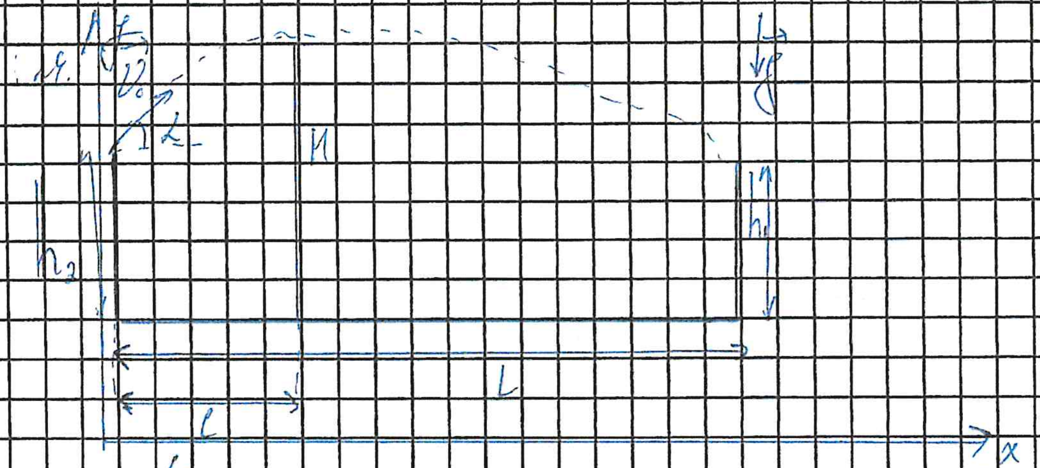
$L = 10$ см – расстояние между точками.

Из прямоугольных треугольников CDZ_1 и CDZ_2 можем написать:

$L \cdot (tg(\gamma - \alpha) + tg(\varphi - \alpha)) = F \Rightarrow F = 9{,}85$ см

15

Ответ: 9,85 см



Найдём v_0 – скорость, с которой вылетела стрела. Для этого запишем ур-я движения стрелы по оси x и y:

$$\begin{cases} h_1 - h_2 = v_0 \sin\alpha\, \tau - \frac{g\tau^2}{2} \\ L = v_0 \cos\alpha\, \tau \end{cases}$$, где τ – время всего движения

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

тогда $v_0 = \dfrac{L}{\cos\alpha\sqrt{\frac{2(L\,tg\alpha + h_2 - h_1)}{g}}} \Rightarrow v_0 \approx 34,89$ м/с

Если стрела пролетит над забором, то получаем, что попадёт в мишень. Для этого проверим, на какой высоте h_x находилась стрела, когда она по оси X пролетела расстояние l; t – время, которое она летела по оси x

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

$$h_x - h_2 = v_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow h_x = h_2 + v_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}$$

Место для скобы

Шифр Ф-11-02

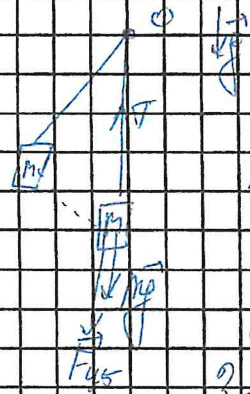
$= h_0 + l\sin\alpha - \frac{gt^2}{2} = 3{,}026 м > H$

Получили, что стрела сможет пролететь над забором а значит лучник сможет поразить цель.

Ответ: да, сможет.

3б

№1



Пусть в нижней точке на груз действуют силы натяжения нити, тяжести и центробежная. В момент прохождения нижней точки грузик имеет скорость v.

Запишем з-н сохранения энергии для самого начала движения и момента прохождения нижней точки. Будем отсчитывать потенциальную энергию от уровня прохождения нижней точки:

$$mgl(1-\cos\alpha) = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gl(1-\cos\alpha)$$, где l - длина нити

$F_{цб} = \frac{mv^2}{l}$ $F_{т} = mg$ T

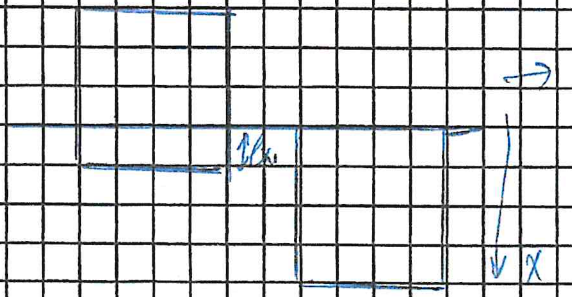
$$T = F_{цб} + mg \Rightarrow T = \frac{mv^2}{l} + mg \Rightarrow T = \frac{2mgl(1-\cos\alpha)}{l} + mg$$

$$T = mg(1+2(1-\cos\alpha)) \Rightarrow \cos\alpha = \frac{3}{2} - \frac{T}{2mg} \Rightarrow \alpha = \arccos\left(1{,}5 - \frac{T}{2mg}\right)$$

Ответ: $\arccos\left(1{,}5 - \frac{T}{2mg}\right)$

10

№5



Шайба до погружения и после

Пусть S_1 и S_2 – площади шайб, l_1 и l_2 – их высоты.

Сначала: $mg = F_A$, где m – масса шайбы, F_A – сила Архимеда, действующая на неё.

Если сдвинуть шайбу на малое dx, то дополнительно 2й з-н Ньютона:

$m\ddot{x} = mg - (F_A + F_{Ax})$, где F_{Ax} – сила Архимеда, возникающая из-за погружения

$$\left\{\begin{array}{l} m\ddot{x} = mg - F_A - F_{Ax} \\ mg = F_A \end{array}\right. \Rightarrow m\ddot{x} = -F_{Ax} \Rightarrow m\ddot{x} = -\rho g S_1 dx$$

Имеем:

$$\boxed{\ddot{x} + \frac{\rho g S_1}{m} x = 0}$$ – ур-е гармонич. колебаний.

$\omega^2 = \frac{\rho g S_1}{m}$ – циклич. частота колебаний.

Найдём амплитуду колебаний.

Пусть l_x – длина, на которую погружена шайба, когда она плавает. Найдём эту длину:

$$mg = F_A \Rightarrow \rho_1 g V_1 = \rho g V_x \Rightarrow \rho_1 g S_1 l_1 = \rho g S_1 l_x \quad / : g S_1$$

$$\rho_1 l_1 = \rho l_x \Rightarrow \boxed{l_x = l_1 \frac{\rho_1}{\rho}}$$

Место для скобы

Шифр Ф-11-02

Тогда сосуд опускают на длину $l_1 - l_x$, чтобы верхнее дно касалось поверхности воды. Это и есть амплитуда колебаний: A

$A\omega = v_{max}$ при максимальной скорости у шайбы будет нулевая потенциальная энергия (т.к. этот момент соответствует точке равновесия).

Тогда $W_1 = E_k = \frac{m v_{max}^2}{2} = \frac{m A^2 \omega_1^2}{2} = \frac{m (l_1 - l_x)^2 \cdot g \rho S_1}{2 \cdot m} =$

$= \frac{l_1^2 \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho}\right)^2 g \rho S_1}{2}$

Аналогично проведем рассуждения для второй шайбы, получим, что:

$$W_2 = \frac{l_2^2 g \rho S_2 \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho}\right)^2}{2}$$

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{S_2 l_2^2 \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho}\right)^2}{S_1 l_1^2 \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho}\right)^2} = k$$

$\rho_2 l_2 S_2 = \rho_1 l_1 S_1$ (т.к. массы одинаковы) $\Rightarrow \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^2 = \left(\frac{\rho_1 S_1}{\rho_2 S_2}\right)^2$

Тогда $\frac{S_1}{S_2} = k \cdot \frac{\rho_2^2 \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho}\right)^2}{\rho_1^2 \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho}\right)^2}$, учитывая, что это цилиндры

$S_i = \pi r_i^2 \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \frac{\rho_2 \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho}\right)}{\rho_1 \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho}\right)} \sqrt{k}$

28

Ответ: $\frac{\rho_2 \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho}\right)}{\rho_1 \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho}\right)} \sqrt{k}$