

Место для скобы

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»  
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ  
заключительного этапа

Ф-11-03

Шифр

1.	Предмет	физика																		
2.	Вариант	2																		
3.	Класс	11																		
4.	Фамилия	Ч	Е	Р	Е	П	А	М	О	В										
	Имя	С	Е	М	Ё	Н														
	Отчество	Ю	Р	Ь	Е	В	И	Ч												
5.	Дата рождения	0	5			1	1			2	0	0	3							
		Число		Месяц		Год														
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)	Турочак																		
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	МБОУ «Лицей №124»																		

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 Уд

Место для скобы

Шифр Ф-11-03

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
10+14+10+ +30+10=74	25.03.22	Соломатов К.В.	

Задание 1 - динамика

10 - баллов

ЗСЗ:

$$E_{k0} + E_{p0} = E_{k1} + E_{p1}$$

$$0 + mgl(1 - \cos\alpha) = \frac{mv^2}{2} + 0$$

$$v^2 = 2gl(1 - \cos\alpha)$$

В нижней точке (направление движения) по 2-му закону Ньютона:

$$T - mg = m \frac{v^2}{r}$$

$$2mg(1 - \cos\alpha) = T - mg$$

$$3mg - T = 2mg \cos\alpha$$

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

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

Значит,  $\alpha = 90^\circ$

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



Дано:  $\eta = 0,85$   
 $m_n = 41,5 \text{ мкг}$   
 $P_v = 120 \frac{\text{мм}^2}{\text{ч}}$   
 $m_k = 2,02$   
 $\mu = 29 \frac{\text{г}}{\text{мм}^2 \cdot \text{ч}}$   
 $P_A = 105 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$   
 $T = 290 \text{ К}$   
 $\epsilon = 1$

Решение

$$\rho = \sqrt{\frac{PRT}{\mu}} \quad \rho = \sqrt{\frac{m \cdot P_A}{RT}}$$

Этот член в формуле можно опустить

$$P_m = P_v \cdot \rho = P_v \cdot \sqrt{\frac{m \cdot P_A}{RT}}$$

С одной стороны  $\rho$  — это масса воздуха

$$m_{\text{в}} = \eta m_n + (1-\eta) \rho m_n + (1-\eta)^2 \rho^2 m_n =$$

$$= \eta m_n (1 + \rho + (1-\rho) + (1-\rho)^2) = A =$$

можим, поэтому все равно

$$\frac{P_m \cdot A}{K_0}$$

Этот член можно опустить

$$\epsilon = \frac{m_k \cdot K_0}{P_m \cdot A} = \frac{m_k \cdot K_0}{P_v \cdot \sqrt{\frac{m \cdot P_A}{RT}} \cdot A} =$$

$$= \frac{0,02 \text{ кг} \cdot 10}{120 \frac{\text{мм}^2}{\text{ч}} \cdot 0,85 \cdot \sqrt{\frac{41,5 \cdot 105 \cdot 10^3}{8,31 \cdot 290 \text{ К}}} \cdot A} =$$

$$(-1-1) = (1 + (1-\eta) + (1-\eta)^2)$$

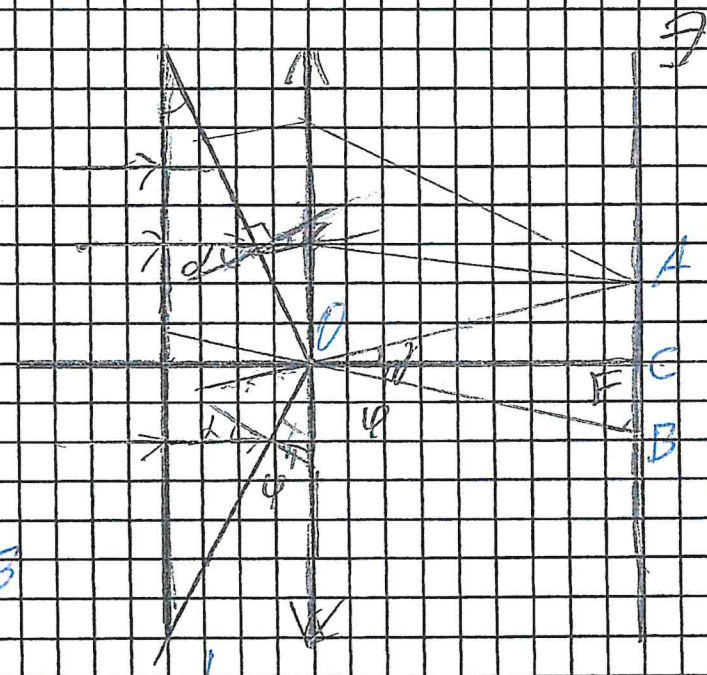
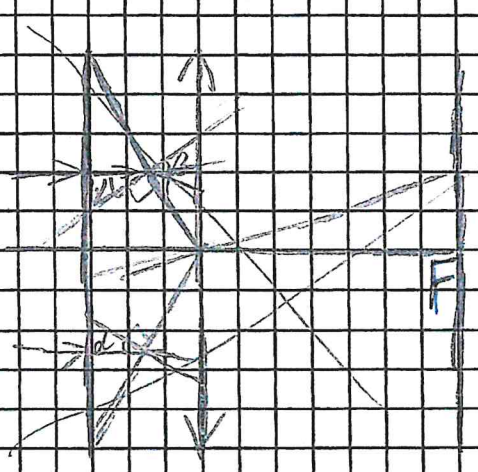
$$\Rightarrow 3789,2 \text{ м} \approx 132,9 \text{ минут}$$

Ответ:  $\approx 132,9$  минут

(14)



$n_1$



Путь луча  $A, C$  и  $B$

Пл. к. лучи падают  $\perp$  границе по нормали  
 не преломляются (при  $n_1 = n_2$ )  
 при переходе по закону Снеллиуса: ( $n_1 = 1$ )

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n_2}$$

Аналогично для второго случая:

$$\sin \varphi = \frac{\sin \alpha}{n_2}$$

Из треугол.  $\triangle OAC$  и  $\triangle OCB \Rightarrow AC = F \sin \varphi$

$$CB = F \sin \alpha$$

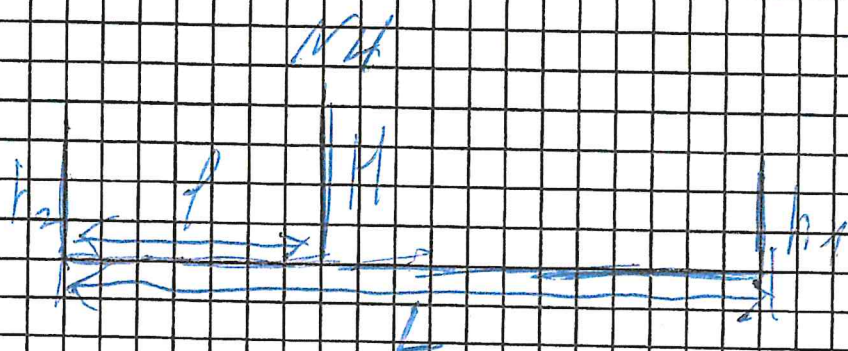
$$l = 10 \text{ см} = AB = F(\sin \varphi + \sin \alpha)$$

10

$$F = \frac{l}{\frac{\sin \alpha}{n_1} + \frac{\sin \alpha}{n_2}} = \frac{10}{\frac{1}{2 \cdot 1,5} + \frac{1}{2 \cdot 1,8}} \approx 7,5 \text{ см}$$

Ответ:  $7,5 \text{ см}$





Запишем уравнения для координат стрелы

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$y = h_2 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

время  $t_1$  - время на "полете" до мишени

$t_2$  - время полного полета стрелы,

тогда горизонтальная составляющая

$$L = v_0 \cos \alpha \cdot t_1 \quad (1)$$

$$h_1 = h_2 + v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \quad (2)$$

$$L = v_0 \cos \alpha \cdot t_2 \quad (3)$$

$$h_1 < h_2 + v_0 \sin \alpha \cdot t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

из (1)  $t_1 = \frac{L}{v_0 \cos \alpha}$  (2):

$$h_1 = h_2 + L \tan \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

$$gt^2 = 2h_2 + 2L \tan \alpha - 2h_1$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h_2 + 2L \tan \alpha - 2h_1}{g}} \approx 1,4648 \text{ с}$$

$$v_0 = \frac{L}{t_1 \cos \alpha} \approx 34,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

или  $126 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$



№4  
 $h_2 = \frac{f}{1,005d} \Rightarrow h_2 = \frac{f}{L} \approx 0,2344f$   
 из (3)  
 из (4)

~~$1,6 < 1,4 + 5 \cdot 0,2344^2$~~   
 ~~$3,02 < 3$~~   
~~верно~~  
~~мм. диаметр в миллиметр~~

$1,6 > 1,4 - 5 \cdot 0,2344^2 > 3$   
 $3,02 > 3$  - верно  
 диаметр в миллиметр

20

Ответ: да, возможно

№5  
 S - площадь сеч. k - высота мачты  
 $h_1$  - высота мачты поперечной в  
 базе (для равновесия)  
 $m_1 = m_2$   
 $\rho_1 S_1 h_1 = \rho_2 S_2 h_2$   
 для всех ступ



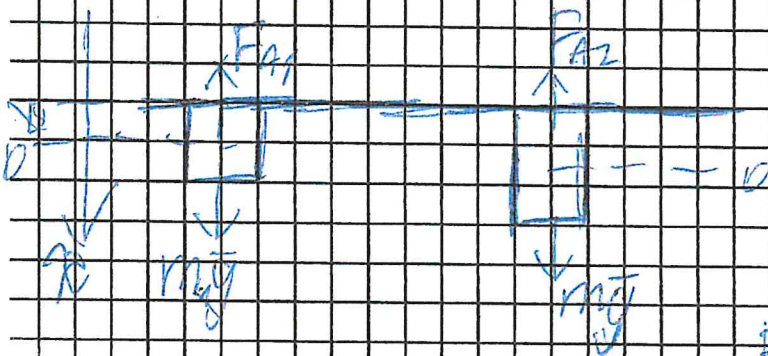
Условие равновесия

$$\rho_1 S_1 h_1 g = \rho S_1 h_1' g \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho h_1' \Rightarrow h_1' = \frac{\rho_1}{\rho} h_1$$

$$\rho_2 S_2 h_2 g = \rho S_2 h_2' g \Rightarrow \rho_2 h_2 = \rho h_2' \Rightarrow h_2' = \frac{\rho_2}{\rho} h_2$$

$$\rho S_1 h_1' g = \rho S_2 h_2' g$$

$$S_1 h_1' = S_2 h_2' \Rightarrow h_2' = \frac{S_1}{S_2} h_1'$$



$$m_1 a_1 = F_{A1} - m_1 g$$

$$m_2 a_2 = F_{A2} - m_2 g$$

$$F_{A1} = \rho S_1 h_1' g$$

$$F_{A2} = \rho S_2 h_2' g$$

Уравнение движения каждого:

$$x = x_0 \cos \omega t$$

$$x_1 = \frac{h_1 - h_2}{2} \cos \omega t$$

$$x_2 = \frac{h_2 - h_1}{2} \cos \omega t$$

Для трубы малой массы



$$m x'' = F_a - m g$$

или  $x'' = \omega^2 x$



$$x'' = \rho S_1 \ddot{h}_1 - \rho g$$

$$x = A \cos \omega t$$

$$W_1 = \rho S_1 g (h_1 - h_1') - \rho_1 \Gamma_1 g (h_1 - h_1') = S_1 g (h_1 - h_1') (\rho - \rho_1)$$

$$W_2 = S_2 g (h_2 - h_2') (\rho - \rho_2)$$

Ответ: энергии колебаний не зависят от  $n$ ,  $n$ -группы

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{S_2}{S_1} \frac{h_2 - h_2'}{h_1 - h_1'} = \frac{\rho - \rho_2}{\rho - \rho_1} =$$

$$= \frac{S_2}{S_1} \cdot \frac{S_1}{S_2} \cdot \frac{\frac{\rho}{\rho_2} - 1}{\frac{\rho}{\rho_1} - 1} = \frac{\rho - \rho_2}{\rho - \rho_1}$$

10