

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА  
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

Ф-11-8

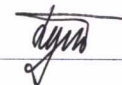
Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ  
заключительного этапа

1.	Предмет	ФИЗИКА															
2.	Вариант	2															
3.	Класс	11															
4.	Фамилия	Б	У	Ш	У	Е	В										
	Имя	Р	О	М	А	Н											
	Отчество	С	Е	Р	Г	Е	Е	В	И	Ч							
5.	Дата рождения	2	5			0	6			2	0	0	4				
		Число		Месяц		Год											
6.	Страна	РФ															
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															

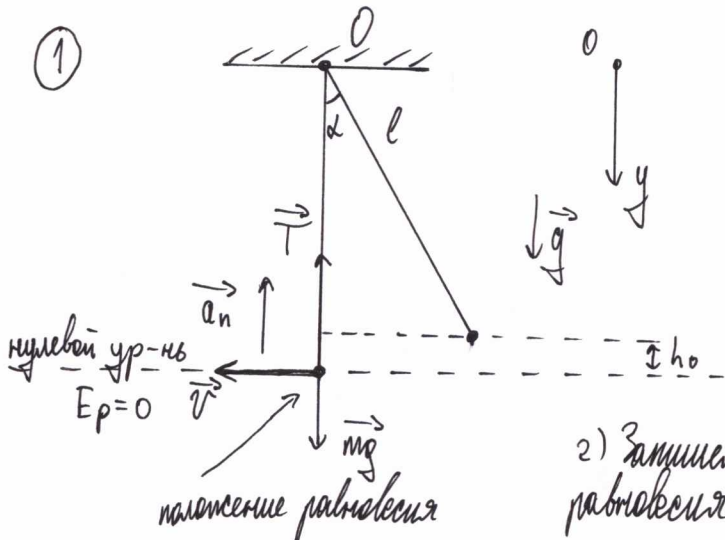
Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e-mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись



Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
67	29.03.22	Лесина	



1) Запишем закон сохранения энергии:

$$mgh_0 = \frac{mv^2}{2}$$

$$2gh_0 = v^2$$

$$h_0 = l - l \cos \alpha = l(1 - \cos \alpha)$$

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

2) Запишем II з.Н. для узла "м" в положении равновесия:

$$m\vec{a}_n = \vec{T} + m\vec{g}$$

$$a_n = \frac{v^2}{l}$$

Оу:  $-ma_n = -T + mg$

$$\frac{mv^2}{l} = T - mg \quad (2)$$

3) В(2) подставим (1):

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

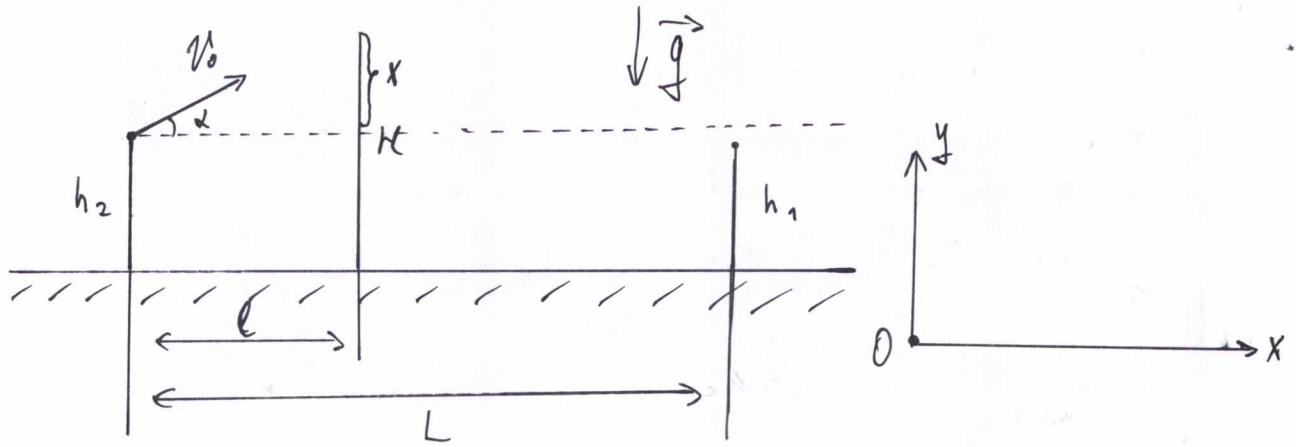
$$1 - \cos \alpha = \frac{T}{2mg} - \frac{1}{2}$$

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

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

1005

4



1) Найдем скорость начальную скорость стрелы  $v_0$ , при которой стрела точно попадет в мишень, если считать, что преграда H нет:

$$Oy: -(h_2 - h_1) = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$Ox: L = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow h_1 - h_2 = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{L}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{L^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$h_1 - h_2 = L \cdot \tan \alpha - \frac{g L^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \Rightarrow v_0^2 = \frac{g L^2}{(L \tan \alpha + h_2 - h_1) 2 \cos^2 \alpha}$$

$$v_0 = \frac{L}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{g}{2(L \tan \alpha + h_2 - h_1)}}$$

$$v_0 \approx 34,857 \frac{m}{s}$$

2) Теперь проверим, сможет ли стрела перелететь преграду при данной скорости  $v_0$ .  $H - h_2 \stackrel{об}{=} x$ . Необходимо, чтобы к тому времени, когда стрела по горизонтали пролетит  $l$ , по вертикали она переместилась на высоту большую, чем  $x$ . Высоту поднятия стрелы по вертикали над  $h_2$  обозначим  $S$ , тогда:

$$Oy: S = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$Ox: l = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow S = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{l}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{l^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$S = l \tan \alpha - \frac{g l^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} ; S \approx 1,7 - 0,275 \approx 1,425 \text{ м}$$

$$x = H - h_2 = 3 - 1,6 = 1,4 \text{ м}$$

$S > x$ , значит стрела сможет перелететь преграду и попасть в мишень.

Ответ: пуля сможет поразить мишень.

②  $\Delta = 120 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$  - мощность прокачки

$M_{\text{пр}} = 41,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$  - масса примесей в 1 м воздуха

$\eta = 0,85$  - эффективность фильтрации воздуха

$\Delta M = 20 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$  - приращение массы установки

$p_{\text{атм}} = p_0 = 105 \cdot 10^3 \text{ Па}$  - давление воздуха

$T = 17^\circ \text{C} = 290 \text{ К}$

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

$t = ?$

$t$  - время эксплуатации установки (в часах).

1) Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:  $p_0 V = \frac{m}{M} R T \parallel : V$

$p_0 = \frac{p R T}{M} \Rightarrow p = \frac{p_0 M}{R T}$  - плотность воздуха

Тогда  $m = p \Delta t$  - масса воздуха, прокачанного из-за установки за время эксплуатации  $t$ .

2) Значит, масса примесей, попавших в систему фильтрации равна:

$m_{\text{пр}} = M_{\text{пр}} p \Delta t = \frac{\Delta M_{\text{пр}} p_0 M}{R T} \cdot t$

3) В первом фильтре осадится  $\eta m_{\text{пр}}$ , во втором -  $\eta(1-\eta)m_{\text{пр}}$ , в третьем -

$\eta(1-\eta)^2 m_{\text{пр}} \Rightarrow \Delta m = \eta m_{\text{пр}} + \eta(1-\eta)m_{\text{пр}} + \eta(1-\eta)^2 m_{\text{пр}}$

$\Delta m = \eta m_{\text{пр}} (1 + 1 - \eta + (1-\eta)^2) = \eta m_{\text{пр}} (2 - \eta + 1 - 2\eta + \eta^2) = \eta m_{\text{пр}} (3 - 3\eta + \eta^2)$

$\Delta m = \eta (3 + \eta^2 - 3\eta) \cdot \frac{\Delta M_{\text{пр}} \cdot p_0 \cdot M}{R T} \cdot t$

$\Rightarrow t = \frac{\Delta m R T}{\eta (3 + \eta^2 - 3\eta) \Delta M_{\text{пр}} \cdot p_0 \cdot M}$

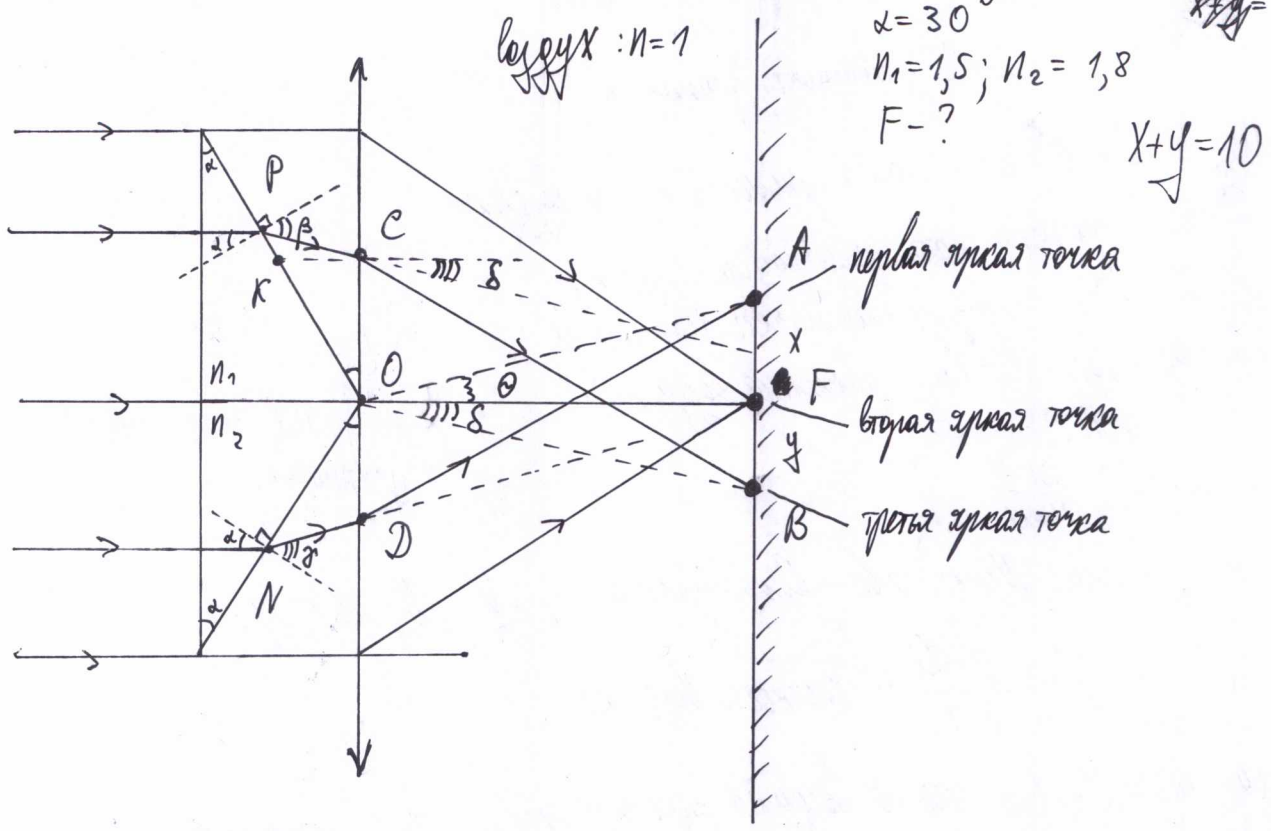
$t = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 290}{0,85 (3 + 0,85^2 - 3 \cdot 0,85) \cdot 120 \cdot 41,5 \cdot 10^{-3} \cdot 105 \cdot 10^3 \cdot 29 \cdot 10^{-3}} \approx 3331,5 \text{ ч}$

125.

3331,5ч

Ответ:  $t \approx 3331,5 \text{ ч}$

3



$\alpha = 30^\circ$   
 $n_1 = 1,5; n_2 = 1,8$   
 $F = ?$   
 $x + y = 10$

1) Появление трех ярких точек, лежащих на одной прямой, понятно из принципа хода световых лучей.

Расстояние между двумя крайними точками:  $AB = 10$

2) Запишем законы преломления:  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{n_1}; \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{1}{n_2}$

$\Rightarrow \beta \approx 48,6^\circ; \gamma \approx 64,2^\circ$

3) Из геометрических соотношений  $PC \parallel OB, ND \parallel OA \Rightarrow \angle AOB = \angle(PC; ND)$   
 $FB = y = F \cdot \tan S$ . Из геометрических соотношений в  $\triangle PCR: 180^\circ = S + (90^\circ - \beta) + (90^\circ + \alpha)$   
 $\Rightarrow S = \beta - \alpha$

В силу симметрии, аналогично получается, что:  $\theta = \gamma - \alpha$   
 $S = \angle BOF; \theta = \angle AOF. \quad x = F \cdot \tan \theta (\triangle AOF).$

4) Решим систему:

$$\begin{cases} x + y = 10 \\ x = F \cdot \tan \theta \\ y = F \cdot \tan S \\ \theta = \gamma - \alpha \\ S = \beta - \alpha \end{cases} \Rightarrow$$

$$F \cdot \tan(\gamma - \alpha) + F \cdot \tan(\beta - \alpha) = 10$$

$$F (\tan(\gamma - \alpha) + \tan(\beta - \alpha)) = 10$$

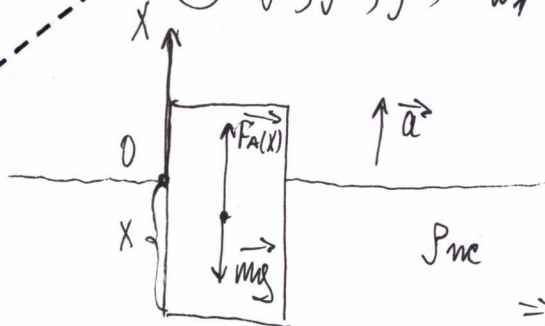
$$F = \frac{10}{\tan(64,2^\circ - 30^\circ) + \tan(48,6^\circ - 30^\circ)} = \frac{10}{0,6796 + 0,3365} \approx$$

$\approx 9,84 \text{ см}$

Ответ:  $F \approx 9,84 \text{ см}$

155

⑤  $\rho_1, \rho_2, \rho, \frac{W_2}{W_1} = \eta \cdot \frac{R_2}{R_1} - ?$



$m\ddot{x} + F_A(x) + mg = 0$  - II з.н. в векторной записе

$F_A(x) = P_{nc} g V_T(x) = P_{nc} g \cdot \pi R^2 x$

$\Rightarrow m\ddot{x} + P_{nc} g \pi R^2 x + mg = 0$

*перенести  
45.*

$\ddot{x} + \frac{P_{nc} g \pi R^2}{m} x - g = 0$

$\Rightarrow \omega^2 = \frac{P_{nc} g \pi R^2}{m}$  ;  $\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{P_{nc} g \pi R^2}{m}$

$\Rightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2 m}{P_{nc} g \pi R^2}} = \frac{2}{R} \sqrt{\frac{\pi m}{P_{nc} g}}$

*или оконч. формула*

