

Место для  
скобы


ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»  
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ  
заключительного этапа

03166

Шифр

1.	Предмет	Физика																		
2.	Вариант	2																		
3.	Класс	11																		
4.	Фамилия	К	У	З	Н	Е	Ц	О	В	А										
	Имя	В	Е	Р	О	Н	И	К	А											
	Отчество	В	И	К	Т	О	Р	О	В	Н	А									
5.	Дата рождения	0	4					0	9						2	0	0	4		
		Число			Месяц			Год												
6.	Страна	Россия																		
7.	Регион (пр: Томская обл., Калининградская область)	Томская обл.																		
8.	Вид муниципального образования (пр: пгт, деревня, село, город)	город																		
9.	Населенный пункт (пр: Томск, Кемерово, Псков)	Томск																		
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	ОГБОУ «ТФТА»																		

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
600.		Червоненков АС	Ашер

1) Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной. Тело считаем за материальную точку, т.к. его размеры можно пренебречь.

2) За Волберн ось координат так, как показано на рисунке. На тело в точке равнодействующая сила тяжести  $mg$  и сила натяжения нити  $T$ .

3) Запишем 2-ой закон Ньютона

$$mg + T = ma$$

Перенесем  $mg$  в правую часть

$$-mg + T = ma_y$$

$$a_y = \frac{v^2}{R}$$

$$\left. \begin{aligned} -mg + T &= ma_y \\ a_y &= \frac{v^2}{R} \end{aligned} \right\} \Rightarrow T - mg = \frac{mv^2}{R} \quad (1)$$

$a_y$  - центростремительное ускор.  
 $v$  - скорость тела в данной точке  
 $R$  - длина нити  
 $h$  - расстояние от  $O$  до нити

4) т.к. на тело не действует внешние силы, запишем 3-ей

$$\frac{mv^2}{2} = mgh \quad (2)$$

5) Рассмотрим  $\triangle ABC$ , т.к.  $d \rightarrow O \Rightarrow AB \approx BC$

$$h = BC \cdot \tan \alpha \cdot \sin \alpha$$

$$BC = AC = R \cdot \sin \alpha$$

$$\left. \begin{aligned} h &= BC \cdot \tan \alpha \cdot \sin \alpha \\ BC &= AC = R \cdot \sin \alpha \end{aligned} \right\} \Rightarrow h = R \sin^2 \alpha \rightarrow (2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{v^2}{2} = gR \sin^2 \alpha \Rightarrow \frac{v^2}{R} = 2g \sin^2 \alpha \rightarrow (1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T - mg = m \cdot 2g \sin^2 \alpha \Rightarrow \sin^2 \alpha = \frac{T - mg}{2mg} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = \arcsin \left( \sqrt{\frac{T - mg}{2mg}} \right)$$

2

$\rho_{\text{жидк}} = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$   
 $\nu = 120 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $m_{\text{жидк}} = 41,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$   
 $\eta = 85\%$   
 $\Delta m = 20 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$   
 $\rho_0 = 105 \cdot 10^3 \text{ Па}$   
 $T = 290 \text{ К}$   
 $S = 29 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}$   
 T - )

1)  $\downarrow$   $\neq$   $\text{кг}$   $\text{воздуха} \rightarrow m_{\text{жидк}}$   
 $\downarrow$   $\text{м}$   $\text{кг}$   $\text{воздуха} \rightarrow x_{\text{жидк}}$   
 $\Rightarrow x_{\text{жидк}} = \frac{m_{\text{жидк}} \cdot \nu}{S} = m_{\text{жидк}} \cdot \nu$

т.к. задана эффективность = 85%  $\Rightarrow \eta_{\text{жидк}} = 30\%$  - энергия  
 рассеивается в окружающую среду  $\Rightarrow \Delta m = \frac{m_{\text{жидк}} \cdot \nu}{\eta}$

2) Иллюстрация циркуляции воздуха  $\nu = \frac{V}{T}$   
 $\nu$  - объем воздуха  $T$  - время

3) Заменим управление Кучерякова -  
 Менгелеева  $\rho_0 V = \frac{m}{S T} R T \Rightarrow$

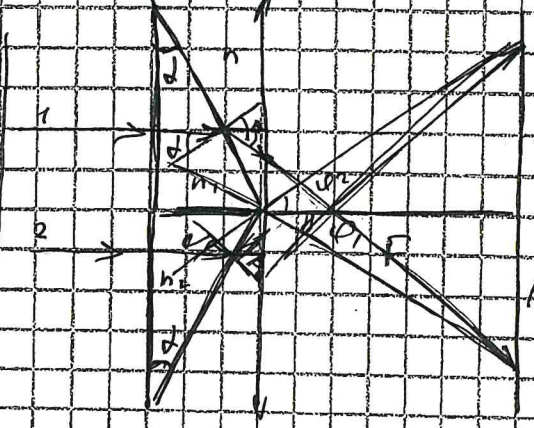
$$\Rightarrow V = \frac{m R T}{S T \rho_0} \rightarrow (1) \Rightarrow \nu = \frac{m R T}{S T \rho_0 T} \rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{m R T}{S T \rho_0 \nu} \Rightarrow T = \frac{\Delta m R T}{S \eta m_{\text{жидк}} \rho_0 \nu} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 290}{29 \cdot 10^{-2} \cdot 0,85 \cdot 41,5 \cdot 10^{-3} \cdot 105 \cdot 10^3 \cdot 120} = 0,00383 \text{ с} = 3739,33 \text{ мкс}$$

$$T = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 290 \cdot 0,85}{29 \cdot 10^{-2} \cdot 41,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,105 \cdot 10^3 \cdot 0,120 \cdot 0,85} = 0,00383 \text{ с} = 3739,33 \text{ мкс}$$

3

$\alpha = 30^\circ$   
 $l = 0,1 \text{ м}$   
 $n_1 = 1,5$   
 $n_2 = 1,8$   
 $n = \frac{1}{2}$   
 F - )



1) т.к. лучи проходят перпендикулярно к поверхности раздела сред, то они проходят через сред без отражения и преломления

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta_1} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \beta_1 = \arcsin(n_1 \sin \alpha)$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta_2} = \frac{n_2}{n_3} \Rightarrow \beta_2 = \arcsin(n_2 \sin \alpha)$$

2) После того как тело из  $Z$  падает на поверхность под углом  $\theta_1$ ,  $d = \rho + \theta_1 \Rightarrow \theta_1 = d = \rho \Rightarrow \rho_1 = d + \theta_1 \Rightarrow \rho_1 = \rho + d$   
 тело  $Z$  падает под углом  $\theta_2 = d = \rho_2 \Rightarrow \rho_2 = d$


3) Проложем через центр тяжести гоч. осей  $\parallel d$  и  $Z$  линию.

4)  $\rho_1$  - расстояние до верхней крайней точки,  $\rho_2$  - расстояние до нижней крайней точки.  $l$  - длина.

таким  $l = \rho_1 + \rho_2 = l$   
 $\rho_1 = F \cdot \tan \theta_1$   
 $\rho_2 = F \cdot \tan \theta_2$   
 $\Rightarrow l = F (\tan \theta_1 + \tan \theta_2) \Rightarrow F = \frac{l}{\tan \theta_1 + \tan \theta_2}$

$\rho_1 \approx 4,3, 59^\circ \Rightarrow \theta_1 \approx 18, 59^\circ$   
 $\rho_2 \approx 64, 153^\circ \Rightarrow \theta_2 \approx 34, 153^\circ$

$F \approx \frac{0,1}{\tan 18,59^\circ + \tan 34,153^\circ} = 0,0935 \text{ м} \approx \underline{9,35 \text{ см}}$  ✓ 150

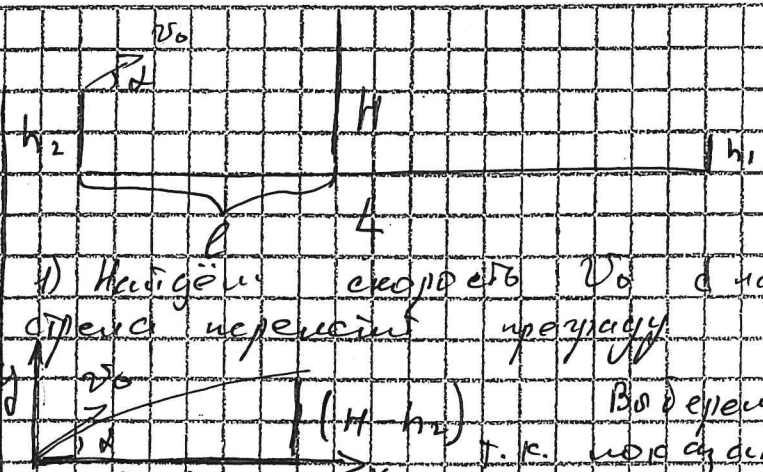
5) Дано:  $\rho_1, \rho_2$    $m_1 = m_2 = m$

$\frac{m_2}{m_1} = 2$  1) Примем за 0 уровень - уровень воды  
 $\frac{\rho_2}{\rho_1} \Rightarrow V = mgh \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{h_2}{h_1} = 2$   $h$  - высота цилиндра.

$m = \rho h \cdot V = \rho S h = \rho \pi R^2 h$   
 $m = \rho \pi R^2 h g$

$\frac{m_2}{m_1} = \frac{\rho_2 \pi R_2^2 h_2 g}{\rho_1 \pi R_1^2 h_1 g} = 2 \Rightarrow \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 = \frac{\rho_1}{2 \rho_2} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \sqrt{\frac{\rho_1}{2 \rho_2}}$  ✓ 55

④  
Осно:  
 $L = 50 \text{ м}$   
 $h_1 = 1,5 \text{ м}$   
 $H = 3 \text{ м}$   
 $h_2 = 1,6 \text{ м}$   
 $\alpha = 12^\circ$   
 $L = 8 \text{ м}$



1) Найдем скорость  $v_0$  с помощью которой стрела перелетит препятствие.  
Введем систему координат т.к. по условию на рисунке.  
Запишем уравнение движения на  $Ox$   $Oy$   
 $Ox: v_x t_1 = l \Rightarrow t_1 = \frac{l}{v_x}$   $v_x$  - проекция скорости  $v_0$   
 $Oy: v_y t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = H - h_2$   $t_1$  - время полета

$$H - h_2 = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{l}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g l^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \Rightarrow \frac{g l^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = l \tan \alpha - H + h_2 \Rightarrow$$

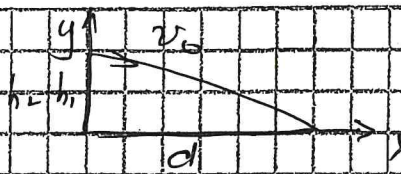
$$\Rightarrow v_0 = \frac{l}{\cos^2 \alpha} \sqrt{\frac{g}{2(l \tan \alpha - H + h_2)}} = \frac{8}{\cos^2 12} \sqrt{\frac{10}{2(8 \tan 12 - 3 + 1.6)}} = 33,364 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Теперь рассмотрим движение стрелы относительно центра  $Oy$ :  $v_0 \cos \alpha \cdot t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = 0 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow t_2 = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$   
т.е. симметричное движение относительно центра  $Oy$   $\Rightarrow$  движение симметрично относительно центра  $Oy$ :  $v_0 \cos \alpha \cdot t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = 0 \Rightarrow$

$$Ox: S = v_0 \cos \alpha \cdot t_2 = v_0^2 \frac{\sin 2\alpha}{g} = (33,364)^2 \frac{\sin 24}{9,8} = 45,28 \text{ м}$$

$L - S = 50 - 45,28 = 4,72 \text{ м}$  - расстояние от точки выстрела до начала  $Oy$  измерен.

Теперь найдем расстояние которое на склоне еще пройдет стрела.



OX:  $v_0 \cos \alpha \cdot t_3 = d \Rightarrow t_3 = \frac{v_0 \cos \alpha \cdot d}{g}$

$v_0 \sin \alpha \cdot t_3 - \frac{g t_3^2}{2} = h_2 - h_1$

$h_2 - h_1 = d \cdot \frac{g}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g v_0^2 \cos^2 \alpha \cdot d}{2 d^2} \rightarrow \frac{d^2 g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} - d \cdot \frac{g}{v_0 \cos \alpha} + (h_2 - h_1) = 0$

$\Rightarrow \frac{d^2 g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} - d \cdot \frac{g}{v_0 \cos \alpha} + (h_2 - h_1) = 0$

$\frac{d^2}{2 (33,384)^2 \cos^2 12} - d \cdot \frac{10}{33,384} + 0,1 = 0$

$d^2 \cdot 0,0047 - 0,21 d + 0,1 = 0$

$47 d^2 - 2100 d + 10000 = 0$

$D = 2100^2 - 4 \cdot 47 \cdot 10000 \Rightarrow \sqrt{D} = 2054,75$

$d = \frac{2100 \pm 2054,75}{2 \cdot 47} = 44,195 \text{ м}$

$d > (L - S) \Rightarrow$  Огень на площадке.

205