

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

Ф-11-9

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	физика																				
2.	Вариант	2																				
3.	Класс	11																				
4.	Фамилия	М	А	Л	И	Н	О	В	С	К	И	Й										
	Имя	А	Е	Н	И	С																
	Отчество	В	Л	А	А	И	М	И	Р	О	В	И	Ч									
5.	Дата рождения	2	1			1	0			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 ТГУ																				

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 Мамин

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

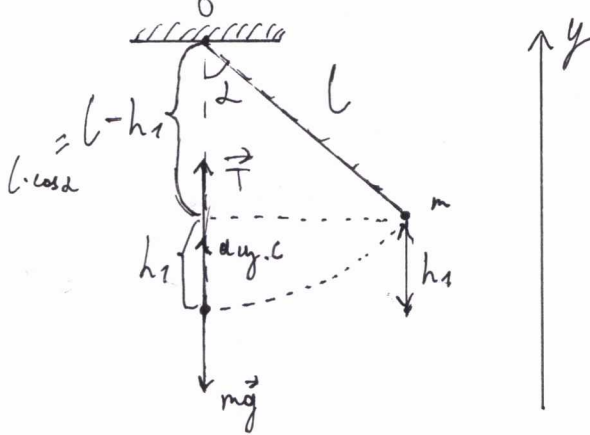
Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
57	29.03.22	Лисарино	

N1 Даны:

$m; T$

$\alpha - ?$

Решение:



1) По II закону Ньютона на Oy:

$$T - mg = m a_{y.c}$$

$$a_{y.c} = \frac{T - mg}{m} \quad (a_{y.c} = \frac{v^2}{L}) \Rightarrow \frac{v^2}{L} = \frac{T - mg}{m} \quad (1)$$

2) По закону сохранения полной механической энергии:

$$mgh_1 = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gh_1 \quad (2)$$

3) Из геометрии:

$$L - L \cos \alpha = h_1 \Rightarrow h_1 = L(1 - \cos \alpha) \quad (3)$$

4) (2), (3) \rightarrow (1):

$$\frac{2g \cdot L(1 - \cos \alpha)}{L} = \frac{T - mg}{m}$$

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

$$\cos \alpha = 1 - \frac{T - mg}{2mg} \Rightarrow \alpha = \pm \arccos \left(1 - \frac{T - mg}{2mg} \right) + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$$

Поскольку по условию задано $0^\circ < \alpha < 90^\circ \Rightarrow$

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

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

N2 Дано:

$$b = 120 \frac{\mu^3}{\text{ч}}$$

$$m_n = 41,5 \mu\text{кг} =$$

$$= 41,5 \cdot 10^{-9} \text{ кг}$$

$$\varphi_n = \frac{41,5 \cdot 10^{-9}}{1 - \dots}$$

$$= 41,5 \cdot 10^{-9} \%$$

$$\eta = 85\%$$

$$m_{\text{ф}} = 202 = 0,02 \text{ кг}$$

$$p_a = 105 \text{ кПа} =$$

$$= 105000 \text{ Па}$$

$$T = 17^\circ = 290 \text{ К}$$

$$\mu = 29 \text{ г/моль} =$$

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

t = ?

Решение:

1) $b = \frac{V}{t}$, где b - мощность прокачки воздуха, V - объём прокачиваемого воздуха, t - время прокачки $\Rightarrow V = b \cdot t \Rightarrow t = \frac{V}{b}$

2) φ_n - процент содержания углекислоты в воздухе

$$\varphi_n = \frac{m_n}{m_{\text{в}}}$$
, где $m_{\text{в}}$ - масса воздуха, а m_n - масса вредных примесей (углекислоты) в воздухе $\Rightarrow m_{\text{в}} = \frac{m_n}{\varphi_n}$

3) Койдём массу всей сажи, прошедшей через фильтрационную систему ($m_{\text{с1}}$):

$$m_{\text{ф}} = m_{\text{с1}} \cdot \eta + (m_{\text{с1}} - m_{\text{с1}} \cdot \eta) \cdot \eta + (m_{\text{с1}} - m_{\text{с1}} \cdot \eta - (m_{\text{с1}} - m_{\text{с1}} \cdot \eta) \cdot \eta) \cdot \eta$$

где $m_{\text{с1}} \cdot \eta$ - масса сажи, осевшей на первом фильтре, $(m_{\text{с1}} - m_{\text{с1}} \cdot \eta) \cdot \eta$ - масса сажи, осевшей на

втором фильтре, $(m_{\text{с1}} - m_{\text{с1}} \cdot \eta - (m_{\text{с1}} - m_{\text{с1}} \cdot \eta) \cdot \eta) \cdot \eta$ - масса сажи,

осевшая на третьем фильтре

$$0,02 = 0,85 m_{\text{с1}} + 0,15 \cdot 0,85 m_{\text{с1}} + (0,15 m_{\text{с1}} - 0,15 \cdot 0,85 m_{\text{с1}}) \cdot 0,85$$

$$0,02 = 0,85 m_{\text{с1}} + 0,1275 m_{\text{с1}} + 0,019125 m_{\text{с1}}$$

$$m_{\text{с1}} = \frac{0,02}{0,996625} \Rightarrow m_{\text{с1}} \approx 0,02006773 \text{ кг} \Rightarrow m_{\text{в}} = \frac{0,02006773}{41,5 \cdot 10^{-9}} = 483559,759 \text{ кг}$$

4) По закону Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow V = \frac{mRT}{p\mu}$$

$$V = \frac{483559,759 \cdot 8,31 \cdot 290}{29 \cdot 10^{-3} \cdot 105 \cdot 10^3} \approx 382703,009 \text{ м}^3$$

$$t = \frac{382703,009}{120} \approx 3189,191747 \text{ (из пункта 1)}$$

Ответ: 3189,191747.

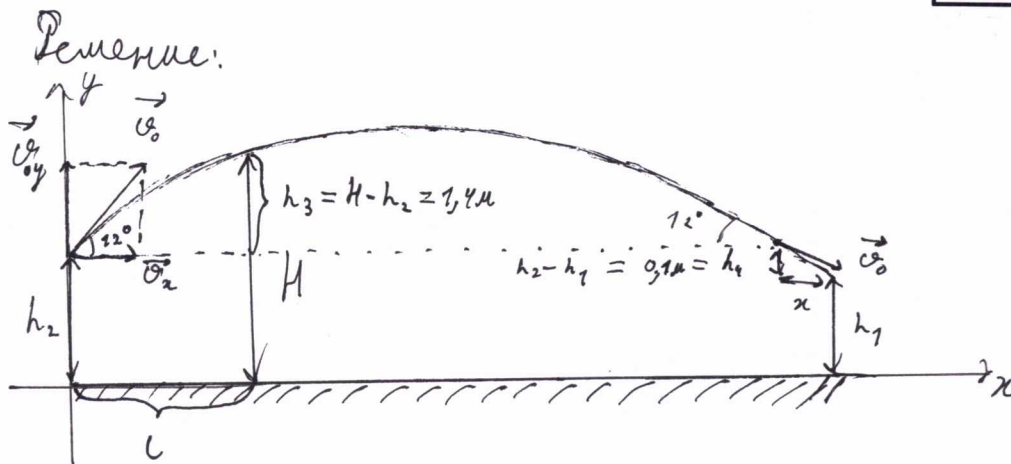
ссылка на
оффициальный сайт

ИЧ Дано:

- $L = 5 \text{ м}$
- $h_2 = 1,6 \text{ м}$
- $H = 3 \text{ м}$
- $h_1 = 1,4 \text{ м}$
- $\alpha = 12^\circ$
- $l = 8 \text{ м}$
- $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Сколько м
лучник
пройдет
шмелем?

Решение:



1) Пусть t_1 - время, за которое стрела пройдет участок длиной l на оси Ox , тогда:

$$t_1 = \frac{l}{v_x} \Rightarrow t_1 = \frac{8}{v_0 \cdot \cos 12^\circ}$$

2) За это время по ~~оси~~ оси Oy стрела должна пройти расстояние h_3 ~~по оси~~ $\geq h_3$, чтобы перелететь преграду, а значит справедливо:

$$h_3 \leq v_{0y} \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \quad (S_y = v_{0y}t + \frac{gt^2}{2})$$

$$1,4 \leq v_0 \cdot \sin 12^\circ \cdot \frac{8}{v_0 \cdot \cos 12^\circ} - \frac{64}{v_0^2 \cdot \cos^2 12^\circ}$$

$$\frac{320}{v_0^2} (1 + \tan^2 12^\circ) \leq 8 \cdot \tan 12^\circ - 1,4$$

$$v_0^2 \geq \frac{320 (1 + \tan^2 12^\circ)}{8 \tan 12^\circ - 1,4}$$

$$v_0 \geq 37,42398 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (v_0 > 0)$$

2) Пусть t_2 - время, которое стрела затратит на прохождение ~~эт~~ участка длиной x по ~~оси~~ Ox :

$$t_2 = \frac{x}{v_x} \Rightarrow t_2 = \frac{x}{v_0 \cdot \cos 12^\circ}$$

За это время стрела также должна будет пройти расстояние h_4 , чтобы попасть в центр шмеля, а значит:

$$h_4 = v_{0y} \cdot t_2 + \frac{g \cdot t_2^2}{2}$$

$$0,1 = v_0 \cdot \sin 12^\circ \cdot \frac{x}{v_0 \cdot \cos 12^\circ} + \frac{5x^2}{v_0^2 \cos^2 12^\circ}$$

$$0,1 = x \operatorname{tg} 12^\circ + \frac{5x^2}{v_0^2} (1 + \operatorname{tg}^2 12^\circ)$$

$$\frac{5x^2}{v_0^2} \operatorname{tg}^2 12^\circ + x \operatorname{tg} 12^\circ + \frac{5x^2}{v_0^2} - 0,1 = 0$$

$$x^2 \left(\frac{5 \operatorname{tg}^2 12^\circ + 5}{v_0^2} \right) + x \operatorname{tg} 12^\circ - 0,1 = 0$$

$$D = \operatorname{tg}^2 12^\circ + 4 \cdot \left(\frac{5 \operatorname{tg}^2 12^\circ + 5}{v_0^2} \right) \cdot 0,1 \approx 0,050523$$

$$x = \frac{-\operatorname{tg} 12^\circ \pm \sqrt{0,224774137}}{2 \cdot \left(\frac{5 \cdot \operatorname{tg}^2 12^\circ + 5}{v_0^2} \right)}$$

$$x = \frac{v_0^2 (\sqrt{0,224774137} - \operatorname{tg} 12^\circ)}{10 (\operatorname{tg}^2 12^\circ + 1)}$$

$$x < 0 \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x \approx 0,4 \cdot x \approx 0,496662 \text{ м (при } D = 0,050523) \Rightarrow$$

\Rightarrow пушник может попасть в мишень, так как из условия задачи $0 < x < 50 \text{ м}$

Ответ: может.

полезно!

200

N5 Дано:

$$p_1, p_2;$$

$$p_1 < p$$

$$p_2 < p$$

$$\frac{W_2}{W_1} = \eta$$

$$\frac{R_2}{R_1} = ?$$

Решение:

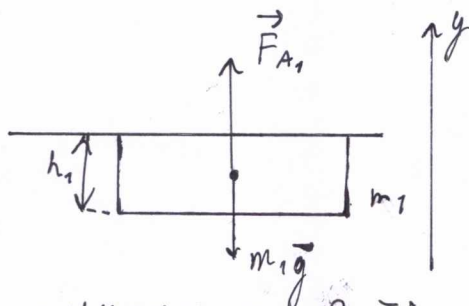


рис. 1 (Начало колебаний)
(достижение первой точки максимума)

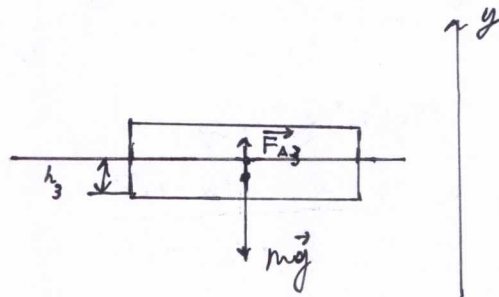


рис. 2 (Конец колебаний)
(достижение второй точки максимума)

1) По II закону Ньютона на O_y для рис. 1 и рис. 2:

$$\begin{cases} F_{A1} - m_1 g = m_1 a_1 \\ F_{A3} - m_2 g = -m_2 a_3 \end{cases}$$

$a_3 = a_1$, так как на обоих рисунках тело будет находиться в точке максимума \Rightarrow

$$\Rightarrow \begin{cases} p g V_1 - m_1 g = m_1 a_1 \\ p g V_3 - m_2 g = -m_2 a_1 \end{cases} \Rightarrow p g (V_1 + V_3) = 2 m_1 g \Rightarrow p (V_1 + V_3) = 2 p_1 V_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p \pi R_1^2 (h_1 + h_3) = 2 p_1 \pi R_1^2 h_1 \Rightarrow h_3 = \frac{2 p_1 h_1 - p h_1}{p}$$

2) Аналогично для второго тела:

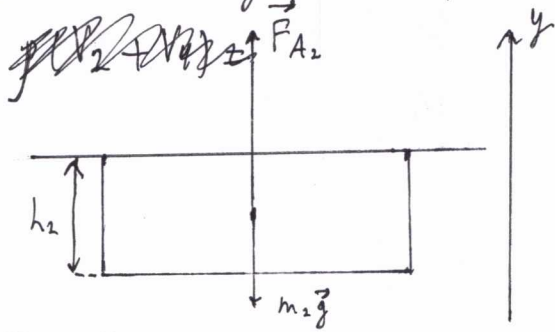


рис. 3

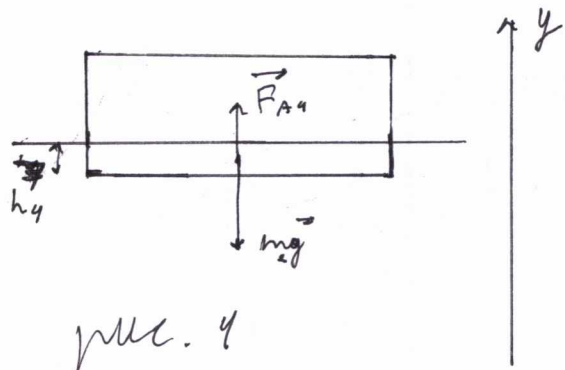


рис. 4

По II закону Ньютона на Oy для рис. 3 и рис. 4:

$$\begin{cases} F_{A2} - m_2 g = m_2 a_2 \\ F_{A4} - m_2 g = -m_2 a_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \rho g V_2 - m_2 g = m_2 a_2 \\ \rho g V_4 - m_2 g = -m_2 a_2 \end{cases} \Rightarrow \rho g (V_2 + V_4) = 2 m_2 g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho (V_2 + V_4) = 2 \rho_2 V_2 \Rightarrow \rho \pi R_2^2 (h_2 + h_4) = 2 \rho_2 \pi R_2^2 \cdot h_2 \Rightarrow h_4 = \frac{2 \rho_2 h_2 - \rho h_2}{\rho}$$

3) По закону сохранения полной механической энергии:

$$W_1 = m_1 g (h_1 - h_3)$$

$$W_2 = m_2 g (h_2 - h_4)$$

$$\Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \eta \Rightarrow \frac{\rho_2 V_2 g (h_2 - h_4)}{\rho_1 V_1 g (h_1 - h_3)} = \eta$$

$$\frac{\rho_2 V_2 (h_2 - h_4)}{\rho_1 V_1 (h_1 - h_3)} = \eta$$

$$\frac{\rho_2 \pi R_2^2 \cdot h_2 (h_2 - h_4)}{\rho_1 \pi R_1^2 \cdot h_1 (h_1 - h_3)} = \eta \Rightarrow \frac{\rho_2 R_2^2 h_2 (h_2 - h_4)}{\rho_1 R_1^2 h_1 (h_1 - h_3)} = \eta$$

$$\frac{\rho_2 R_2^2 h_2 (h_2 - h_2 (\frac{2\rho_2 - \rho}{\rho}))}{\rho_1 R_1^2 h_1 (h_1 - h_1 (\frac{2\rho_1 - \rho}{\rho}))} = \eta \Rightarrow \frac{\rho_2 R_2^2 h_2^2 \cdot \frac{2\rho_2}{\rho}}{\rho_1 R_1^2 h_1^2 \cdot \frac{2\rho_1}{\rho}} = \eta$$

$$\frac{\rho_2^2 R_2^2 \cdot h_2^2}{\rho_1^2 R_1^2 \cdot h_1^2} = \eta \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_1 h_1}{\rho_2 h_2} \sqrt{\eta}$$

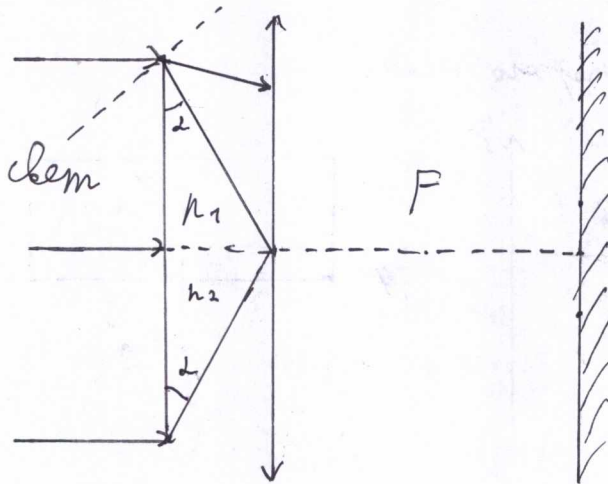
Ответ: $\frac{\rho_1 h_1}{\rho_2 h_2} \sqrt{\eta}$

в условии дано только количество тел
нет данных решить

№3 Дано:
 $\angle \alpha = 30^\circ$
 $f = F$
 $n_1 = 1,5$
 $n_2 = 1,8$
 $r = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$

$F = ?$

Решение:



25

1) По формуле тонкой собирающей линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{d} = 0 \Rightarrow d \rightarrow \infty$$

2) $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2}$

?