

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»


99-11-01

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика																					
2.	Вариант	2																					
3.	Класс	11																					
4.	Фамилия	Г	Л	А	З	У	Н	О	В														
	Имя	А	Л	Е	К	С	А	Н	А	Р													
	Отчество	Р	О	М	А	Н	О	В	И	Ч													
5.	Дата рождения	3	1																				
		Число		Месяц		Год																	
6.	Страна	Россия																					
7.	Регион (пр: Томская обл., Алтайский край)	Алтайский край																					
8.	Вид муниципального образования (пр: село, город, пгт, деревня)	город																					
9.	Населенный пункт (пр: Томск, Кемерово, Псков)	Барнаул																					
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МБОУ "СОШ №53"																					

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 

11.	Контактный телефон	8	9	8	3	6	0	6	5	7	3	8											
12.	e-mail	arinkmen@gmail.com																					
13.	Профиль в вк	https://vk.com/_____																					
14.	Документ, удостоверяющий личность	0	1	1	8																		
		серия					4					5	0	3	9	7							
		ГУ МВД России по Алтайскому краю, 13.06.2018																					
15.	Из числа лиц с ограниченными возможностями по здоровью (инвалид) (да/нет)	нет																					
16.	Сирота (да/нет)	нет																					
17.	Победитель/призер олимпиады прошлого года, принимаю участие без отборочного этапа (да/нет)	нет																					

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
10+15+12+ +30+30=97	25.03.22	Соломатов К.В.	

Дано: m
 ~~l~~
 l
 T
 $\alpha = ?$

Условие: $n1$

по ЗСЭ:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gh$$

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

$$v^2 = 2 \cancel{m} g l (1 - \cos \alpha)$$

по 2 ЗН:

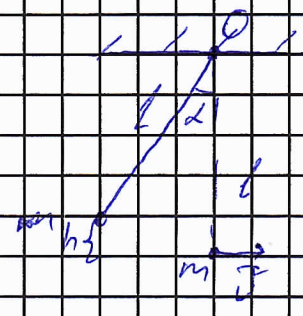
$$m a_y = T - mg = \frac{mv^2}{l}$$

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

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

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

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



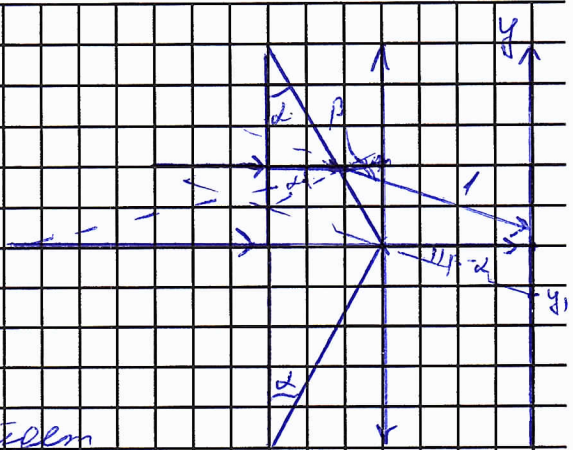
Ответ: $\arccos \left(\frac{3mg - T}{2mg} \right)$

10

№ 3

Дано:
 $\alpha = 30^\circ$
 $\Delta y = 10 \text{ см}$
 $n_1 = 1,5$
 $n_2 = 1,8$
 $F = ?$

Решение:
 Часть луча про-
 шедшая ровно через
 среднюю точку
 пройдет без изме-
 нения и даст по сене-
 дине β от α к β



Верхняя часть луча пойдет
 после линзы параллельно опти-
 ческой с канделом $(\beta - \alpha)$ к горизонту

$$n_1 \sin \beta = n_1 \sin \alpha = 1 \cdot \sin \beta$$

Проверим через опти. центр линзы луч, па-
 раллельный опти. оси. точка пересечения этого
 луча с фокальной м-ю будет точкой, в ко-
 торую соберется верхний лучок после про-
 хождения оптич. системы.

$$y_1 = \frac{F}{\tan(\beta - \alpha)}$$

Аналогичные рассуждения для нижней
 части луча:

$$n_2 \sin \alpha = 1 \cdot \sin \gamma$$

$$y_2 = \frac{F}{\tan(\gamma - \alpha)}$$

$$\Delta y = y_1 + y_2 = F \left(\frac{1}{\tan(\beta - \alpha)} + \frac{1}{\tan(\gamma - \alpha)} \right)$$

$$n_1 \cdot \sin \alpha = \sin \beta = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{4}; \cos \beta = \frac{\sqrt{7}}{4}$$

$$n_2 \cdot \sin \alpha = \sin \gamma = 1,8 \cdot \frac{1}{2} = 0,9; \cos \gamma = \frac{\sqrt{19}}{10}$$

$$\tan(\beta - \alpha) = \frac{\sin(\beta - \alpha)}{\cos(\beta - \alpha)} = \frac{\sin \beta \cos \alpha - \cos \beta \sin \alpha}{\cos \beta \cos \alpha + \sin \beta \sin \alpha} = \frac{0,75 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{7}}{4} \cdot \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{7}}{4} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 0,75 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$\approx 0,34$$

$$\operatorname{tg}(\alpha - \alpha') = \frac{\sin(\alpha - \alpha')}{\cos(\alpha - \alpha')} = \frac{\sin \alpha \cos \alpha' - \cos \alpha \sin \alpha'}{\cos \alpha \cos \alpha' + \sin \alpha \sin \alpha'}$$

$$= \frac{0,9 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{10}}{10} \cdot \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{10}}{10} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 0,9 \cdot \frac{1}{2}} \approx 0,68$$

$$F = \frac{\Delta y}{\left(\frac{1}{\operatorname{tg}(30^\circ)} + \frac{1}{\operatorname{tg}(8^\circ)} \right)} = \frac{10 \text{ см}}{\left(\frac{1}{0,34} + \frac{1}{0,68} \right)} \approx 2 \text{ см}$$

12

Ответ: 2 см

Дано:

- $L = 50 \text{ м}$
- $h_1 = 1,5 \text{ м}$
- $H = 3 \text{ м}$
- $h_2 = 1,6 \text{ м}$
- $\alpha = 12^\circ$
- $l = 8 \text{ м}$
- $\rho = 10 \text{ м/с}^2$

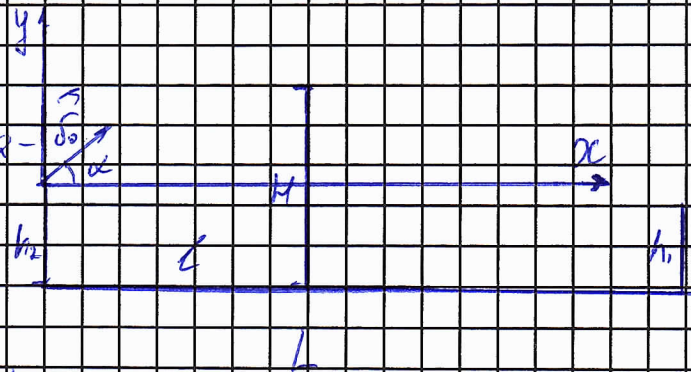
вопрос?

Решение:
Вверх с.о. в горизонтальной плоскости

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{\rho t^2}{2}$$

$$x = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{\rho x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$



$$y(L) = h_1 - h_2 = -0,1 \text{ м}$$

$$y(50) = -0,1 = 50 \operatorname{tg} \alpha - \frac{10 \cdot 50^2}{2 \cdot v_0^2 \cos^2 \alpha} = 50 \operatorname{tg} \alpha - \frac{12500}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{0,1 + 50 \operatorname{tg} \alpha}{12500}$$

$$y(l) \geq H - h_2 = 1,4 \text{ м}$$

$$y(l) = 8 \operatorname{tg} \alpha - \frac{10 \cdot 64}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \geq 1,4$$

$$8 \operatorname{tg} \alpha - 320 \cdot \frac{0,1 + 50 \operatorname{tg} \alpha}{12500} \geq 1,4$$

$$8 \lg x - \frac{32}{12500} - \frac{16000 \lg x}{12500} \approx 1,4$$

$$\frac{168}{25} \lg x \approx 1,40256$$

$$\frac{168}{25} \lg x \approx 1,428 \Rightarrow \frac{168}{25} \lg x > 1,40256 \Rightarrow \text{шарсет}$$

30

Ответ: шарсет

N2

Дано:

Земельные:

$$P = 120 \text{ м}^2$$

$$\lambda = 41,5 \text{ нм}$$

$$\eta = 28,5\%$$

$$\Delta m = 20 \text{ г}$$

Общая эффективность очистки системы:

$$\eta + (1-\eta) \cdot \eta + (1-\eta)^2 \cdot \eta \approx 0,997 \approx 1$$

значит можно считать, что вся грязь оседает в системе

$$P_x = 105 \text{ кПа}$$

$$T = 290 \text{ К}$$

$$\mu = 29 \text{ г/моль}$$

$$\gamma = ?$$

Найдем массу 1 м³ воздуха:

$$P_0 V = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow m = \frac{P_0 V \mu}{RT} = \frac{105 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 290} \approx 1,26 \text{ кг}$$

В 120 м³ ≈ 151 кг воздуха и т.к. ≈ 6 · 10⁻³ г грязи

$$N = 6 \cdot 10^{-3} \text{ г/кг}$$

$$N \cdot \gamma = \Delta m \Rightarrow \gamma = \frac{\Delta m}{N} = \frac{20 \text{ г}}{6 \cdot 10^{-3} \text{ г/кг}} \approx 3333 \text{ г} \text{ или } 139 \text{ суток}$$

Ответ: ≈ 3333 г или ≈ 139 суток

15

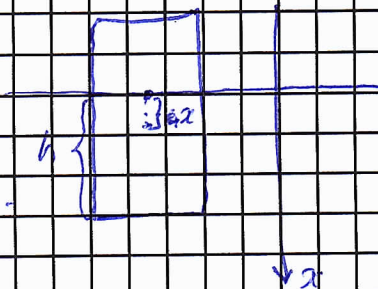
Дано:

Задача:

N3

ρ_1
 ρ_2
 $m_1 = m_2$
 $\rho < \rho_1$
 $\rho = \rho_1 < \rho$
 $\rho_2 < \rho$
 ρ
 $\frac{w_2}{w_1} = \eta$
 $\frac{R_1}{R_2} = ?$

Рассчитать колебания
 колы при положении равно-
 весия. Сместим из него см-
 мигром на x вниз:



$$m \ddot{x} = m g - F_A = m g - (m g + \rho x \cdot \pi R^2 \cdot g) =$$

$$= -x \cdot \pi R^2 \rho g$$

$$x'' = -x \cdot \frac{\pi R^2 \rho g}{m} \quad \text{— уравнение гармоничес-}$$

ких колебаний

$$\omega^2 = \frac{\pi R^2 \rho g}{m}$$

$\sigma_{max} = A \omega$, A — амплитуда колебаний

$$W = \frac{m \sigma_{max}^2}{2}$$

h — глубина погружения в состоянии равнове-
сия

H — высота цилиндра

$$A = H - h$$

$$m g = \rho g \pi R^2 \cdot h, \quad = \rho_1 \pi R_1^2 \cdot H g \Rightarrow h_1 = H \cdot \frac{\rho}{\rho_1}$$

$$A_1 = H_1 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_1}\right) \quad \text{аналогично} \quad A_2 = H_2 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_2}\right)$$

$$m_1 = m_2 \Rightarrow \rho_1 \pi R_1^2 H_1 = \rho_2 \pi R_2^2 H_2 \Rightarrow \frac{H_2}{H_1} = \frac{\rho_1 R_1^2}{\rho_2 R_2^2}$$

$$\frac{w_2}{w_1} = \eta \quad W = \frac{m A^2 \omega^2}{2} = \frac{m A^2 \cdot \pi R^2 \rho g}{2 m} = \frac{A^2 R^2 \cdot \pi \rho g}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{w_2}{w_1} = \frac{A_2^2 R_2^2}{A_1^2 R_1^2} = \eta$$

$$\frac{A_2 R_1}{A_1 R_2} = \sqrt{\eta}$$

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\mu_2}{\mu_1} \cdot \frac{(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1})}{(1 - \frac{\rho_1}{\rho_2})} = \frac{\rho_1^2}{\rho_2^2} \cdot \frac{\rho_1 (1 - \frac{\rho_2}{\rho_1})}{\rho_2 (1 - \frac{\rho_1}{\rho_2})}$$

$$\frac{\rho_1^2 R_2}{\rho_2^2 R_1} \cdot \frac{\rho_1 (1 - \frac{\rho_2}{\rho_1})}{\rho_2 (1 - \frac{\rho_1}{\rho_2})} = \sqrt{\eta}$$

$$\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{\rho_1 (1 - \frac{\rho_2}{\rho_1})}{\rho_2 (1 - \frac{\rho_1}{\rho_2})} = \sqrt{\eta} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\eta} \cdot \frac{\rho_2 (1 - \frac{\rho_1}{\rho_2})}{\rho_1 (1 - \frac{\rho_2}{\rho_1})}$$

Ответ: $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\eta} \cdot \frac{\rho_2 \cdot (1 - \frac{\rho_1}{\rho_2})}{\rho_1 (1 - \frac{\rho_2}{\rho_1})}$

30

