

Место для скобы

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА  
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

003472

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ  
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика																	
2.	Вариант	2																	
3.	Класс	11																	
4.	Фамилия	Ч	А	Щ	И	Н													
	Имя	Р	У	С	Л	А	Н												
	Отчество	А	Л	Е	К	С	А	Н	А	Р	О	В	И	Ч					
5.	Дата рождения	0	9			1	2			2	0	0	2						
		Число		Месяц		Год													
6.	Страна	Россия																	
7.	Регион (пр: Томская обл., Алтайский край)	Кемеровская область																	
8.	Вид муниципального образования (пр: село, город, пгт, деревня)	город																	
9.	Населенный пункт (пр: Томск, Кемерово, Псков)	Кемерово																	
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	УБНОУ "ГКЛ"																	

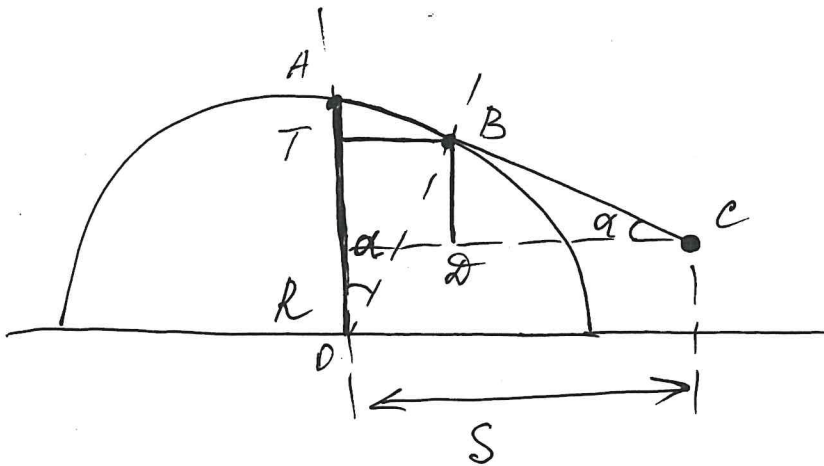
Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e-mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись Чаш

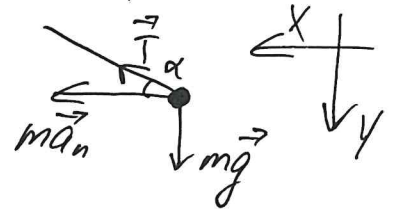
Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
610		Червишевская А.С.	А.С. Чер-

Задача 2.



Силы, действующие на шарик:



Запишем Ньютона для шарика:

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

$$y: mg - T \sin \alpha = 0; \quad (1)$$

$$x: m a_n = T \cos \alpha; \quad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)}: \frac{m a_y}{m g} = \frac{T \cos \alpha}{T \sin \alpha}; \quad a_n = \omega^2 S;$$

$$\frac{\omega^2 S}{g} = \cot \alpha; \quad \frac{g}{\omega^2 S} = \tan \alpha; \quad \text{где } \alpha - \text{ произвольный угол (рад);}$$

рисуюнок:  $AC = \frac{1}{4} \cdot 2\pi R = \frac{\pi R}{2}; \quad AB = \alpha \cdot R; \quad BC = \frac{\pi R}{2} - \alpha R;$

~~и т.д.~~  $CD = BC \cdot \cos \alpha; \quad BT = BO \cdot \sin \alpha = R \cdot \sin \alpha;$

$$S = CD + BT = \left( \frac{\pi R}{2} - \alpha R \right) \cdot \cos \alpha + R \sin \alpha = R \left( \left( \frac{\pi}{2} - \alpha \right) \cos \alpha + \sin \alpha \right);$$

из условия:  $h = \frac{\alpha}{\pi/2} = \frac{2\alpha}{\pi} \Rightarrow \alpha = \frac{h\pi}{2};$

получаем, что  $\omega = \sqrt{\frac{g}{S \cdot \tan \alpha}} = \sqrt{\frac{g}{R \left( \left( \frac{\pi}{2} - \alpha \right) \cos \alpha + \sin \alpha \right) \cdot \tan \alpha}}, \quad \text{где } \alpha = \frac{h\pi}{2};$

Место для скобы

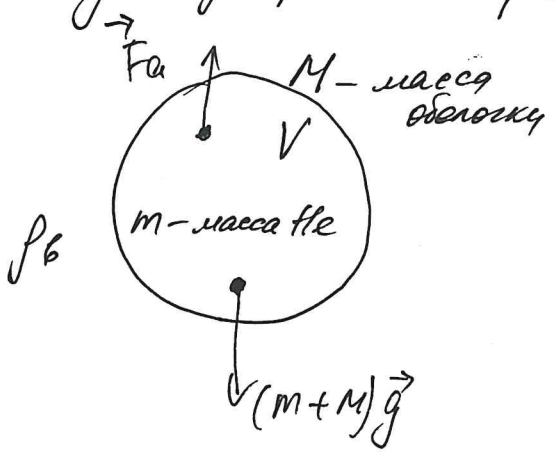
Шифр

Ответ:  $\omega = \sqrt{\frac{g}{R \left( \left( \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{2} \right) \cos \frac{2\pi}{2} + \sin \frac{2\pi}{2} \right) \tan \frac{2\pi}{2}}$

65. 003472

Задача 3.

Скорость шара будет максимальной тогда, когда её производная будет равна нулю, т.е. когда будет равно нулю ускорение шара.



$a = 0 \Rightarrow F_a = (m+M)g;$

$\rho_b g V = (m+M)g;$

$\rho_b V = m+M; (1)$

$\rho_b = \rho_0 e^{-\alpha h}; (2)$

$V$  найдем из ур-ня Менделеева-Клапейрона

для He:  $\rho_0 V = \nu R T_0;$

$\rho_0 V = \frac{m}{\mu} R T_0;$

$V = \frac{m R T_0}{\mu \rho_0}; (3)$

$(2) \text{ и } (3) \Rightarrow (1): \rho_0 e^{-\alpha h} \cdot \frac{m R T_0}{\mu \rho_0} = m+M; | : m$

$\rho_0 e^{-\alpha h} \cdot \frac{R T_0}{\mu \rho_0} = 1 + \frac{M}{m};$

$\frac{M}{m} = \rho_0 e^{-\alpha h} \cdot \frac{R T_0}{\mu \rho_0} - 1 = \frac{\rho_0 e^{-\alpha h} \cdot R T_0 - \mu \rho_0}{\mu \rho_0};$

$\frac{M}{m} = \frac{\mu \rho_0}{\rho_0 e^{-\alpha h} \cdot R T_0 - \mu \rho_0} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5}{1,29 \cdot 2,72^{-1,25 \cdot 10^{-4} \cdot 4830} - 8,31 \cdot 2,73 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5}$

$= 0,33;$

Ответ:  $\frac{M}{m} = \frac{\mu \rho_0}{\rho_0 e^{-\alpha h} \cdot R T_0 - \mu \rho_0} \approx 0,33.$

105

Задача 5.

Дано:

$$F = 1000 \text{ Н}$$

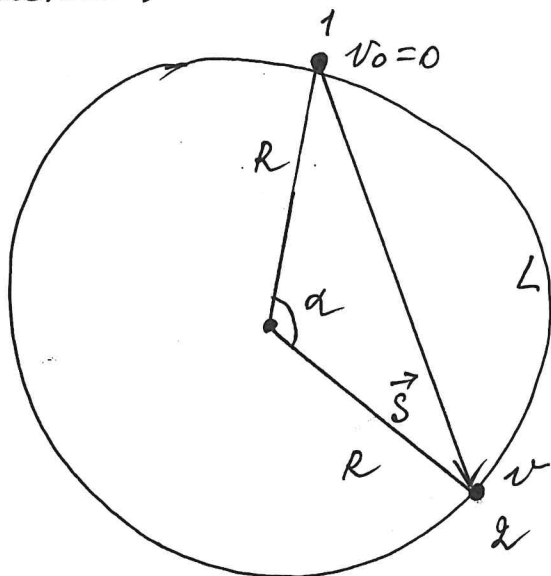
$$a_n = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$S = 100 \text{ м}$$

$$m = 250 \text{ кг}$$

$$R = ?$$

Решение:



Т.к. сила там постоянна и сил сопротивления нет, то по 2-му закону Ньютона сила постоянна:

$$F = ma_t = \text{const};$$

$$a_t = \frac{F}{m} = \text{const} \Rightarrow$$

равноускоренное движение;

по формуле кинематики:

$$L = \frac{v^2}{2a_t} = \frac{v^2 \cdot m}{2F};$$

найдем мгновенную скорость мотоциклиста в момент, когда нормальное ускорение равно  $a_n$ :

$$a_n = \frac{v^2}{R} \Rightarrow v^2 = a_n R;$$

тогда 
$$L = \frac{v^2 m}{2F} = \frac{a_n R m}{2F}; \quad (1)$$

пусть, пройдя расстояние  $L$ , мотоциклист повернулся на  $\alpha$  градусов от начального положения, тогда с другой стороны

$$L = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot 2\pi R; \quad (2)$$

$$(1) = (2): \quad \frac{a_n R m}{2F} = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot 2\pi R \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ \cdot a_n m R}{2F \cdot 2\pi R} = \frac{90^\circ \cdot a_n m}{F \cdot \pi}$$

$$\alpha = \frac{90^\circ \cdot 30 \cdot 250}{1000 \cdot 3,14} \approx 215^\circ;$$

из геометрии (см. рис) по т. косинусов:  $S^2 = R^2 + R^2 - 2R^2 \cos \alpha;$

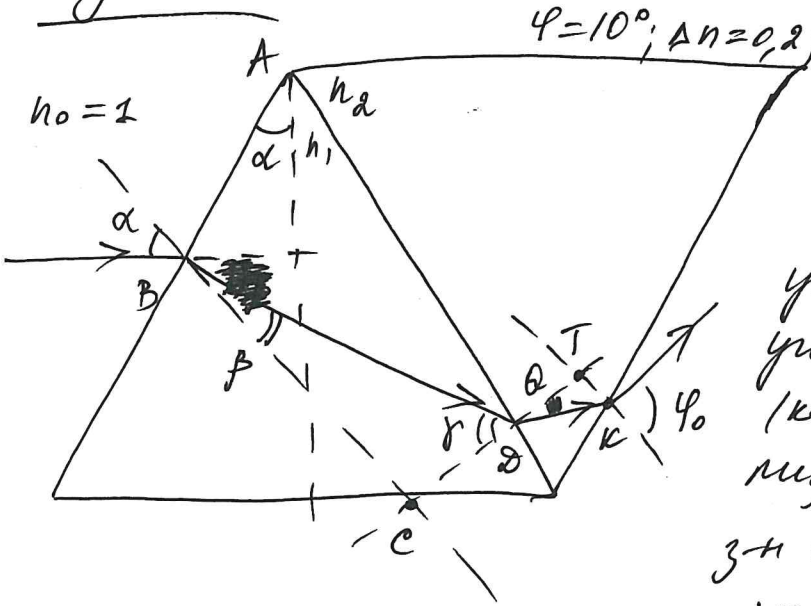
$$S^2 = R^2(2 - 2\cos\alpha);$$

$$R = \frac{S}{\sqrt{2 - 2\cos\alpha}} = \frac{100}{\sqrt{2 - 2 \cdot \cos 215^\circ}} \text{ м} \approx 52,4 \text{ м};$$

Ответ:  $R \approx 52,4 \text{ м}$ .

205

Задача 4.



1) падение луча на первую призму на левую сторону: у геометрии находим, что угол падения  $\alpha$  равен половине угла при вершине призмы (как угол со взаимно  $\perp$  сторонами); т.е.  $\alpha = \frac{\varphi}{2}$ ;  
з-н Снеллиуса:  $1 \cdot \sin \alpha = n_1 \cdot \sin \beta$ ;  
угол малые  $\Rightarrow \alpha \approx n_1 \cdot \beta$  (1)

2) падение луча на первую призму на ~~левую~~ правую сторону: в четырехугольнике ABCD:  $\angle B = 90^\circ$  и  $\angle D = 90^\circ$ ;  
 $\angle A = 10^\circ \Rightarrow \angle C = 170^\circ$ ; тогда в  $\triangle BDC$ :  $\angle D = 180^\circ - \angle C - \angle B = 180^\circ - 170^\circ - \beta = 10^\circ - \beta$ ;  
з-н Снеллиуса:  $n_1 \cdot \sin(10^\circ - \beta) = n_2 \cdot \sin \theta$ ;  
в силу малых углов:  $n_1 \cdot (10^\circ - \beta) = n_2 \cdot \theta$  (2)

3) падение луча на вторую призму на правую сторону: по аналогии со 2-ым пунктом: у геометрии получаем, что  $\angle DTK = 170^\circ$ ; тогда в  $\triangle DTK$ :  $\angle K = 180^\circ - 170^\circ - \theta = 10^\circ - \theta$ ;  
з-н Снеллиуса:  $n_2 \cdot \sin K = 1 \cdot \sin \varphi_0$ ; в силу малых углов:  
 $n_2 \cdot (10^\circ - \theta) = \varphi_0$  (3)

из (1):  $\beta = \frac{\alpha}{n_1}$ ;

тогда (2):  $n_1 (10^\circ - \frac{\alpha}{n_1}) = n_2 \theta$ ;

$\theta = \frac{10^\circ n_1 - \alpha}{n_2}$ ;

тогда (3):  $n_2 (10^\circ - \frac{10^\circ n_1 - \alpha}{n_2}) = \varphi_0$ ;

$\varphi_0 = 10^\circ n_2 - 10^\circ n_1 + \alpha = 10^\circ (n_2 - n_1) + \alpha$ ; учтём, что

$\varphi = 10^\circ$ ;  
 $\alpha = \frac{\varphi}{2}$ ;

$\varphi_0 = \varphi \Delta n + \frac{\varphi}{2}$

$= 10^\circ \cdot 0,2 + 5^\circ = 7^\circ$ ;  $\varphi_0$  - угол между  $t$  и нормалью к поверхности;

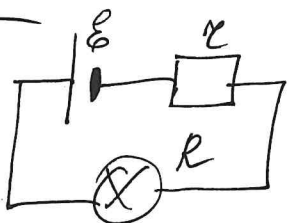
~~Угол отклонения равен  $\varphi_0 - \alpha$~~  угол отклонения равен

$(\varphi'_0 = \varphi_0 - \alpha = \varphi \Delta n + \frac{\varphi}{2} - \frac{\varphi}{2} = \varphi \Delta n) = 2^\circ$ ;

Ответ: луч отклонился вверх на  $2^\circ$  от первоначального хода

Задача 1.

Дано:  
 $\mathcal{E} = 12\text{В}$   
 $\mathcal{U} = 2\text{В}$   
 $\mathcal{U} = 12\text{В}$   
 $P_0 = 1\text{Вт}$   
 $P = ?$



в момент включения стартера:

$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ ;  $P_0 = I_0^2 R$ ; найдём  $R$ ;

$P_0 = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R+r)^2}$ ;  $\mathcal{E}^2 R = P_0 (R^2 + 2Rr + r^2)$ ;

$\mathcal{E}^2 R = P_0 R^2 + 2P_0 r R + P_0 r^2$ ;

$P_0 R^2 + (2P_0 r - \mathcal{E}^2) R + P_0 r^2 = 0$ ;

$\Delta = (2P_0 r - \mathcal{E}^2)^2 - 4P_0 r^2 P_0 = (2P_0 r - \mathcal{E}^2 - 2P_0 r)(2P_0 r - \mathcal{E}^2 + 2P_0 r) =$   
 $= -\mathcal{E}^2 (-\mathcal{E}^2 + 4P_0 r) = \mathcal{E}^2 (\mathcal{E}^2 - 4P_0 r)$ ;  $R = \frac{\mathcal{E}^2 - 2P_0 r \pm \mathcal{E} \sqrt{\mathcal{E}^2 - 4P_0 r}}{2P_0}$ ;

$P = \frac{\mathcal{U}^2}{R} = \frac{144}{140} \text{Вт} \approx 1,023 \text{Вт}$ ;

$R_1 \approx 140 \text{ Ом}$ ;  $R_2 \approx 0$ ;