

**ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА  
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»**

**004330**

Шифр

**ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ**

1.	Предмет	Орг. документы																				
2.	Вариант	Физика 11 Вариант 1 закл																				
3.	Класс	11																				
4.	Фамилия	Щ	Е	Р	Б	А	К	О	В													
	Имя	А	Л	Е	К	С	А	Н	Д	Р												
	Отчество	И	Г	О	Р	Е	В	И	Ч													
5.	Дата рождения	2	0			0	1			2	0	0	4									
		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 125																				

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
535.		Червишневая А.С.	Ашер

123

$T_{шар} = const$  оболочка неразрывна  $\Rightarrow V = const$ .

Рассматривая земной шар как идеальный газ,  $\frac{P \cdot V}{T} = const \Rightarrow P = const$

Шар затоплен при н.у., значит давление во нём равно  $p_0 = 10^5 Pa$ .

из ур-ия состояния идеального газа:

$$p_0 V = \frac{m_2}{\mu} \cdot R T_0(1) \quad R = 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot K} - \text{универсальная газовая постоянная}$$

Пусть  $M$  - масса оболочки. По условию  $M = 2 m_2$ , тогда общая масса шара  $m = M + m_2 = 2,5 m_2$ .

$$из(1) : V = \frac{m_2 R T_0}{p_0 \cdot M} \quad \checkmark$$

ЗСЭ для подъёма шара:  $\frac{m v^2}{2} + m g H = \int_0^H \tilde{F}_{арх}(h) dh \quad (2)$

$\tilde{F}_{арх}(h) = \rho(h) \cdot g \cdot V, \quad \rho(h) = \rho_0 \cdot e^{-\alpha h}$

Выразим  $v^2$  из(2):

$$\frac{m v^2}{2} + m g H = g V \cdot \int_0^H \rho(h) dh = \rho_0 g V \cdot \int_0^H e^{-\alpha h} dh = \frac{\rho_0 g V}{-\alpha} \cdot e^{-\alpha h} \Big|_0^H = \frac{\rho_0 g V}{-\alpha} \cdot (e^{-\alpha H} - 1) = \frac{\rho_0 g V}{\alpha} \cdot (1 - e^{-\alpha H})$$

$$v^2(H) = \frac{2 \rho_0 g V}{\alpha m} \cdot (1 - e^{-\alpha H}) - 2 g H$$

Пусть  $H^*$  - искомая высота, в которой  $v \rightarrow \max$ , тогда  $v'(H) \rightarrow 0$

$$v'(H) = -2g + \frac{2 \rho_0 g V}{\alpha m} \cdot \alpha e^{-\alpha H^*} = 0$$

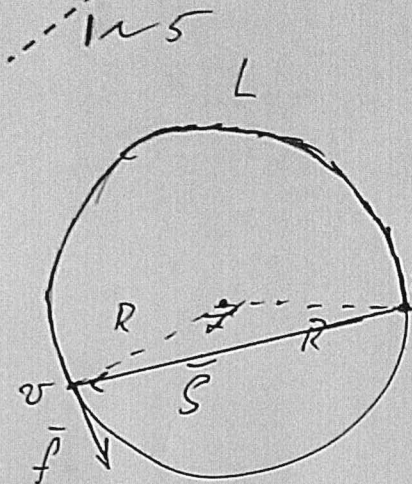
$$\frac{\rho_0 V}{m} = e^{-\alpha H^*}$$

$$\frac{\rho_0 V}{m} = \frac{\rho_0 \cdot \frac{m_2 R T_0}{2,5 m_2 \rho_0 \cdot M}}{2,5 \rho_0 \cdot M} = \frac{\rho_0 R T_0}{2,5 \rho_0 \cdot M} = \frac{1,29 \cdot 8,31 \cdot 273}{2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,25 \cdot 10^3} = 2,9265$$

$$\ln\left(\frac{\rho_0 V}{m}\right) = -\alpha H^*$$

$$H^* = \frac{1,074}{1,25 \cdot 10^{-3} m^{-1}} = 8576 m \quad \ln \frac{\rho_0 V}{m} \approx 1,074$$

Ответ:  $H^* = 8576 m$  — 1 страница 88.



L - пройденный по окружности путь  
 скорости, при которой  $a_{цс} = 30 \frac{м}{с^2}$

$R = 50 м; f = 10^3 Н; v_0 = 0; m = 250 кг$

$$3C \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = f \cdot L \Rightarrow L = \frac{mv^2}{2f} \quad (1)$$

По определению центростремительного ускорения:  $a_{цс} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{a_{цс}} \quad (2)$

Подставим (1) на (2):

$$L = R \cdot \frac{15}{4} = 50 м \cdot \frac{15}{4} = 187,5 м$$

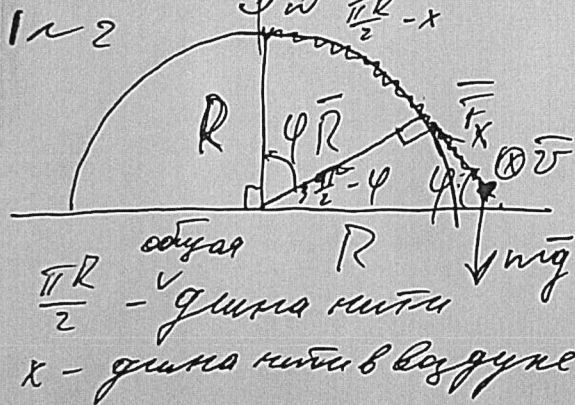
$$\frac{L}{R} = \frac{mv^2}{2fR} = \frac{250 кг \cdot 30 \frac{м}{с^2}}{2 \cdot 10^3 Н} = \frac{7500 Н}{2000 Н} = \frac{15}{4}$$

$C = 2\pi R = 314,16 м$  - длина окружности

$\alpha = 2\pi \cdot \left(1 - \frac{L}{C}\right) = 2\pi \cdot 0,9 = 0,8\pi = 144^\circ$   
 по т. косинусов:

$$S = R \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \cos \alpha)} = 50 м \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \cos 144^\circ)} = 95,4 м \quad 100$$

Ответ:  $S = 95 м$



$v = \omega R$   
 $\vec{T} \perp \vec{R}$   
 $\begin{cases} mg = T \cdot \sin \varphi & (1) \\ \frac{mv^2}{R} = T \cos \varphi & (2) \end{cases}$

$$R = R \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) + x \cdot \cos \varphi = R \cdot \sin \varphi + x \cdot \cos \varphi$$

$$\eta = \frac{\frac{\pi R}{2} - x}{\frac{\pi R}{2}} = 1 - \frac{2x}{\pi R} \quad x = \frac{\pi R}{2} - \varphi R = R \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)$$

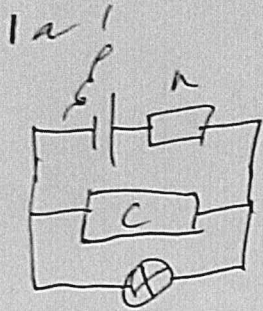
Подставим (1) на (2):

$$\frac{g}{\omega^2 R} = \tan \varphi \Rightarrow R = \frac{g}{\omega^2 \cdot \tan \varphi}$$

$$R \cdot \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} + R \cdot \frac{\pi}{2} \cdot (1 - \eta) \cdot \cos \varphi = \frac{g \cdot \cos \varphi}{\omega^2 \cdot \sin \varphi}$$

$$R \cdot \left(\tan \varphi + \frac{\pi}{2} \cdot (1 - \eta)\right) = \frac{g}{\omega^2 \cdot \sin \varphi} \Rightarrow R = \frac{g}{\omega^2} \cdot \left(\omega^2 \sin \varphi \left(\tan \varphi + \frac{\pi}{2} \cdot (1 - \eta)\right)\right)$$

Ответ:  $R = \frac{g}{\omega^2 \cdot \sin \frac{\pi \eta}{2}} \cdot \left(\tan \frac{\pi \eta}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot (1 - \eta)\right)$



$E = 12 \text{ В}; R = 2 \text{ Ом}; P_A(12 \text{ В}) = 4 \text{ Вт}, \text{ т.е. } P_A = \frac{U^2}{R_A}$   
 $= 4 \text{ Вт} = \frac{144 \text{ В}^2}{R_A} \Rightarrow R_A = 36 \text{ Ом} = \text{const}$

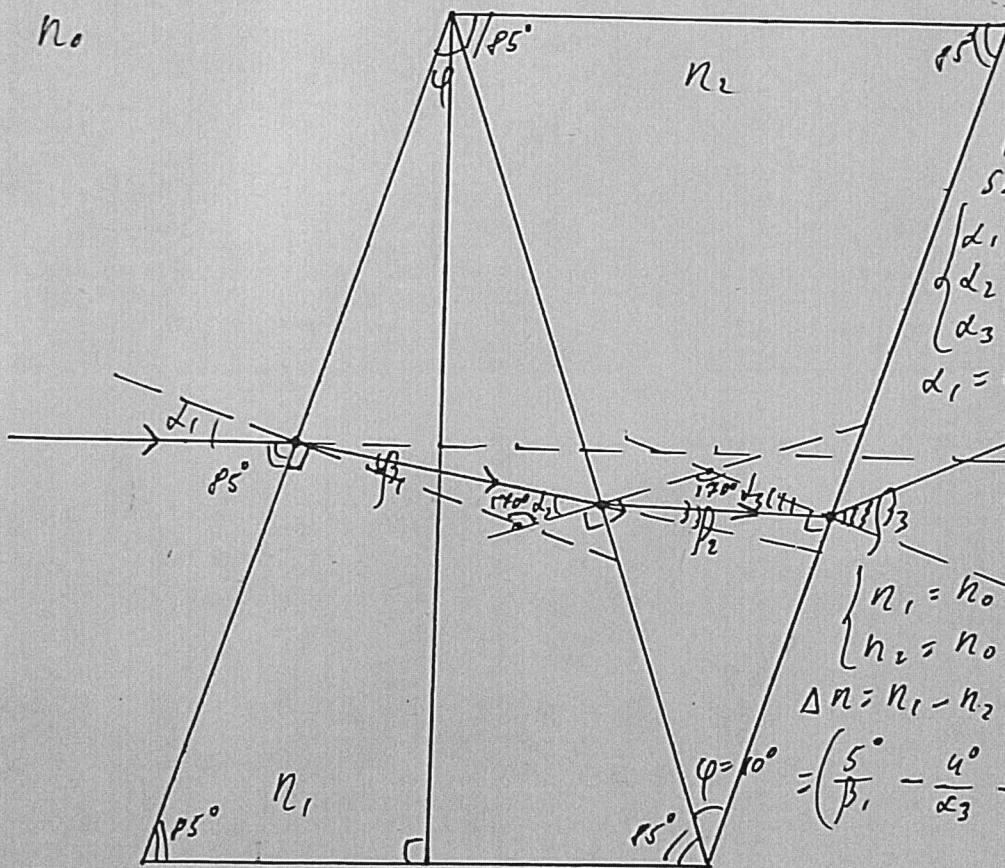
По условию  $P_A \ll P_C$ , т.е.  $\frac{U^2}{R_A} \ll \frac{U^2}{R_C} \Rightarrow R_C \ll R_A$

$P_A^* = \frac{U^2}{R_A}$ ,  $U = E - I R$ ,  $I = \frac{E}{R + R_A} = \frac{12 \text{ В}}{38 \text{ Ом}} = \frac{6}{19} \text{ А}$   
 $U = 12 \text{ В} - \frac{6}{19} \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = \frac{222}{19} \text{ В}$

$P_A^* = \frac{(\frac{222}{19} \text{ В})^2}{36 \text{ Ом}} = 3,6 \text{ Вт}$

Ответ:  $P_A^* = 3,6 \text{ Вт}$

1-4  $n_1 > n_2$   $\alpha = 4^\circ$   $(n_1 - n_2) - ?$



Все углы малые, поэтому  $\sin \theta \approx \theta$

$\alpha_1 - n_0 = \beta_1 - n_1$  3-я малая величина  
 $\alpha_2 - n_1 = \beta_2 - n_2$  результат  
 $\alpha_3 - n_2 = \beta_3 - n_0$   
 $\alpha_1 = 5^\circ = 90^\circ - 85^\circ$   
 $\beta_1 + \alpha_2 = 90^\circ$

$n_1 = n_0 \cdot \frac{\beta_1}{\alpha_1}$   
 $n_2 = n_0 \cdot \frac{\beta_3}{\alpha_3}$   
 $\Delta n = n_1 - n_2 = n_0 \cdot \left( \frac{\alpha_1}{\beta_1} - \frac{\beta_3}{\alpha_3} \right) =$   
 $= \left( \frac{5^\circ}{\beta_1} - \frac{4^\circ}{\alpha_3} - 1 \right) \approx 0,5$

Ответ: луч отклонится вверх по рисунку;  $\Delta n = 0,5$

108