Место для скобы

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

003666

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика
2.	Вариант	2
3.	Класс	11
4.	Фамилия	БОБРОВ
	Имя	ДМИТРИЙ
	Отчество	ДЕНИСОВИЧ
5.	Дата рождения	Число: 01; Месяц: 07; Год: 2003
6.	Страна	Россия
7.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	Красноярский край
8.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	город
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	Красноярск
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МАОУ Лицей №3

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 ________

Место для скобы

Шифр 003666

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
6б		Червинская А.С.	Ачер

№3 $\rho(h)=\rho_0 e^{-\alpha h}$; $h=4830$ м $P_0=10^5$ Па, $T_0=273$ К

$\rho_0 = 1{,}29$ кг/м^3; $\alpha = 1{,}25\cdot10^{-4}$ м$^{-1}$; $\mu = 4\cdot10^{-3}$ кг/моль

ρ_1 - плотность гелия.

$PV=\frac{m}{\mu}RT$ - Уравнение Менделеева-Клайперона, для гелия в шаре =>

$\frac{P\mu}{RT}=\frac{m}{V}=\rho_1$, ~~$\rho_1 = \ldots$~~ оболочка шара нерастяжимая, а температура постоянна => $p=const=p_0$; $T=T_0$

$\rho_1 = \frac{P_0\mu}{RT_0}$

$\sum\vec{F} = m_ш\vec{g} - \rho(h)\vec{g}V$

Воздушный шар будет разгонятся ~~до того~~ пока ~~$\rho(h)\vec{g}V = F_A$~~ сила Архимеда будет больше силы тяжести => шар достигнет максимальной скорости в момент, когда ~~$F_A = F_T$~~ $\vec{F_A}+\vec{F_T}=0$ =>

$m_ш\vec{g} - \rho(h)\vec{g}V = 0$ $\vec{g}(m_ш - \rho(h)V)=0$ => $m_ш=\rho(h)V$

$m_ш = \rho_1 V + M$, M - масса оболочки

$\rho_1 V + M = \rho_0 e^{-\alpha h}V = \frac{\rho_0}{\rho_1}e^{-\alpha h}(\rho_1 V)$; $1+\frac{M}{\rho_1 V} = \frac{\rho_0}{\rho_1}e^{-\alpha h}$ =>

$$\frac{\rho_1 V}{M} = \frac{m}{M} = \frac{1}{\frac{\rho_0}{\rho_1}e^{-\alpha h}-1} = \frac{e^{\alpha h}}{\rho_0\frac{RT_0}{P_0\mu} - e^{\alpha h}} = \frac{e^{1{,}25\cdot10^{-4}\cdot4830}}{\frac{1{,}29\cdot8{,}31\cdot273}{10^5\cdot4\cdot10^{-3}} - e^{1{,}25\cdot10^{-4}\cdot4830}} \approx \frac{1}{3}$$

Ответ: $\frac{m}{M} = \frac{1}{3} \approx 0{,}33$ ✓ 10б

Место для скобы

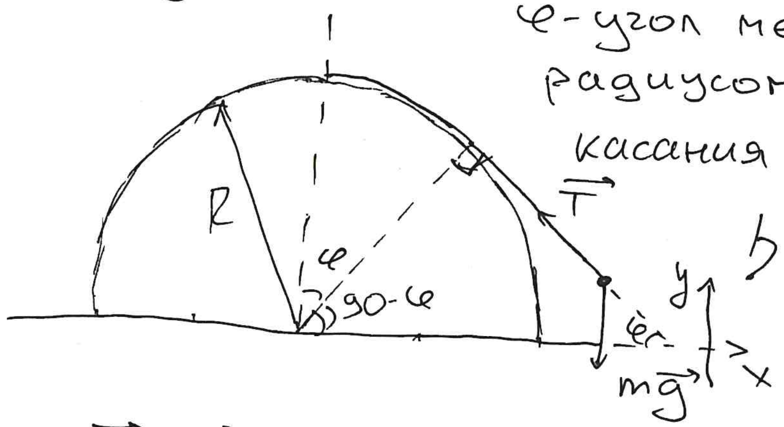
Шифр 003666

№2 Дано: R, b

Решение:

L - длина нити, $L = \frac{1}{4} \cdot 2\pi R = \frac{\pi}{2} R$

Пренебрежем массой нити, тогда её часть ~~находящаяся~~ не соприкасающаяся с полусферой будет являтся прямой, которая будет касательной к полусфере.



φ - угол между осью вращения и радиусом проведенным в точку касания нити с окружностью

$b = \frac{\varphi R}{L} = \frac{2}{\pi}\varphi$ (по условию) $\Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2} b$

$\sum \vec{F} = \vec{T} + m\vec{g}$

$x: -ma_x = -T\cos\varphi$

$y: 0 = T\sin\varphi - mg \Rightarrow T = \frac{mg}{\sin\varphi}$

$a_x = \omega^2 r$, r - расстояние от оси вращения до шарика

~~xxxxxx~~ $+m\omega^2 r = T\cos\alpha = \frac{mg}{\operatorname{tg}\varphi} \Rightarrow \omega^2 = \frac{g}{r}\frac{1}{\operatorname{tg}\varphi}$

$r = R\cdot\sin\varphi + (L - bL)\cdot\cos\varphi = R\sin\varphi + L(1-b)\cos\varphi =$

$= R\left(\sin\varphi + \frac{\pi}{2}(1-b)\cos\varphi\right)$; $\varphi = \frac{\pi}{2}b$

$\omega^2 = \frac{g}{R} \left[\operatorname{tg}\frac{\pi}{2}b\left(\sin\frac{\pi}{2}b + \frac{\pi}{2}(1-b)\cos\frac{\pi}{2}b\right)\right]^{-1} =$

$= \frac{g}{R}\left[\sin\frac{\pi}{2}b\left(\operatorname{tg}\frac{\pi}{2}b + \frac{\pi}{2}(1-b)\right)\right]^{-1}$

Ответ $\omega = \sqrt{\frac{g}{R}}\left[\sin\frac{\pi}{2}b\left(\operatorname{tg}\frac{\pi}{2}b + \frac{\pi}{2}(1-b)\right)\right]^{-\frac{1}{2}}$ ✓ 10б.

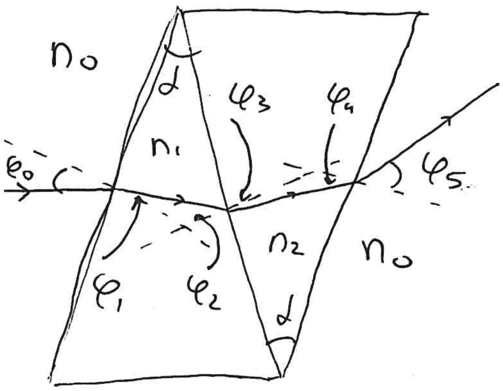
Место для скобы

Шифр 003666

№4 Дано $n_2 - n_1 = 0{,}2$; $\alpha = 10^\circ$

Решение

Все углы в данной задаче малы $\Rightarrow \sin\varphi \approx \varphi$



По закону Снеллиуса

$\varphi_0 n_0 = \varphi_1 n_1$; $\varphi_2 n_1 = \varphi_3 n_2$; $\varphi_4 n_2 = \varphi_5 n_0$

$\varphi_1 + \varphi_2 = \alpha$; $\varphi_3 + \varphi_4 = \alpha \Rightarrow$

$\varphi_2 = \alpha - \varphi_1 \qquad \varphi_4 = \alpha - \varphi_3$

$\varphi_1 n_1 = \varphi_0 n_0$

$\varphi_3 n_2 = n_1 \varphi_2 = n_1 \alpha - \varphi_1 n_1 = n_1 \alpha - \varphi_0 n_0$

$\varphi_5 n_0 = \varphi_4 n_2 = \alpha n_2 - \cancel{\alpha n_2} \varphi_3 n_2 =$

$= \alpha n_2 - n_1 \alpha + \varphi_0 n_0 \Rightarrow$

$$\varphi_5 = \varphi_0 + \alpha \frac{n_2 - n_1}{n_0}$$

~~$n_2 - n_1$~~ перпендикуляры проходящие через открытые грани будут параллельны =>

φ – угол ~~отклон~~ отклонения луча, $\varphi = \varphi_5 - \varphi_0 = \alpha \dfrac{n_2 - n_1}{n_0}$

$n_2 - n_1 > 0 \Rightarrow$ луч отклонится вверх

$\varphi = \alpha \dfrac{n_2 - n_1}{n_0} = \dfrac{\alpha}{5 n_0}$, В условии ничего не сказано про среду с показателем n_0

Если стекленные призмы расположены в воздухе, то $n_0 \approx 1 \Rightarrow$ ~~$\Delta\alpha$~~ $\varphi = \dfrac{10^\circ}{5 \cdot 1} = 2^\circ$

Ответ: $\varphi = \dfrac{2^\circ}{n_0}$; Если $n_0 = 1$ $\varphi = 2^\circ$ ✓ 20б.

Луч отклонится вверх

Место для скобы

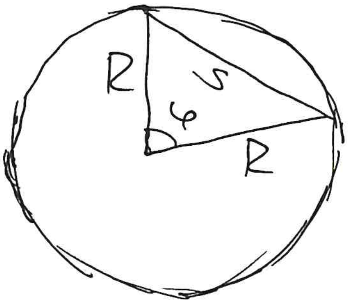
Шифр

№5 Дано: $F=1000H$, $a_{цс}=30\,м/с^2$, $S=100м$,
$m=250кг$, $v_0=0$

Решение

$S^2=2R^2-2R^2\cos\varphi=2R^2(1-1+2\sin^2\frac{\varphi}{2})=4R^2\sin^2\frac{\varphi}{2} \Rightarrow$

$S=2R|\sin\frac{\varphi}{2}|$



$F=ma$ (2 закон Ньютона) $\Rightarrow$

$a=\frac{F}{m}$ и

$v=v_0+\frac{F}{m}t=\frac{F}{m}t \Rightarrow$

$l=l_0+v_0t+\frac{1}{2}\frac{F}{m}t^2=\frac{1}{2}\frac{F}{m}t^2 \Rightarrow \varphi=\frac{l}{R}=\frac{1}{2}\frac{F}{mR}t^2$

$S=2R\left|\sin\left(\frac{Ft^2}{4mR}\right)\right|$

$a_{цс}=\frac{v^2}{R}=\frac{F^2}{m^2R}t^2=4\frac{F}{m}\left(\frac{Ft^2}{4mR}\right) \Rightarrow \left(\frac{Ft^2}{4mR}\right)=\frac{ma_{цс}}{4F}$

$S=2R\left|\sin\left(\frac{ma_{цс}}{4F}\right)\right| \Rightarrow R=\frac{S}{2\left|\sin\left(\frac{ma_{цс}}{4F}\right)\right|}=$

$=\frac{100м}{2\left|\sin\left(\frac{250\cdot30}{4000}\right)\right|}=\frac{50м}{|\sin 1{,}875|}\approx\frac{50м}{0{,}954}=52{,}4м$

Ответ: $R=52{,}4м$ ✓ 20б.

~~№1 Дано: $\varepsilon=12B$, $r=2\,Ом$, $U=12B$, $P_0=1Вт$~~

~~Решение: $P_c=\frac{\varepsilon^2}{R+r}$, $P_{c\,max}$ достигается, когда~~

~~$R\ll r \Rightarrow I=\frac{\varepsilon}{R+r}\approx\frac{\varepsilon}{r}$, $P_0=I^2R_n=\frac{\varepsilon^2R_n}{r^2} \Rightarrow R_n=\frac{P_0r^2}{\varepsilon^2}$~~

~~$P_1=\frac{U^2}{R_n}=\frac{\varepsilon^2U^2}{P_0\cdot r^2}=\frac{12^2\cdot12^2}{2^2\cdot1}Вт=\left(\frac{144}{2}\right)^2=72^2Вт=5184Вт$~~

Место для скобы

Шифр

№1 Дано: $\mathcal{E}=12$ В $r=2$ Ом $P_0=1$ Вт $U=12$ В

Решение

Допустим лампочка и стартер подключены параллельно $\Rightarrow$ $I=\dfrac{\mathcal{E}}{r+\frac{R_cR_л}{R_л+R_c}}$, $I_cR_c=I_лR_л \Rightarrow$ $I_c+I_л=I$

$$\cancel{I_cR_c=I_л}\ \frac{\mathcal{E}}{r+\frac{R_cR_л}{R_c+R_л}}=I_c+\frac{R_c}{R_л}I_c=I_c\frac{R_c+R_л}{R_л}\Rightarrow$$

$$I_c=\frac{\mathcal{E}R_л}{(R_c+R_л)r+R_cR_л}=\frac{\mathcal{E}R_л}{R_c(R_л+r)+r\cdot R_л}$$

$$P_c=I_c^2\cdot R_c=\frac{\mathcal{E}^2R_л^2}{R_л+r}\,\frac{R_c(R_л+r)}{(R_c(R_л+r)+rR_л)^2}$$

P_c - максимальна по условию $\Rightarrow$ $\dfrac{dP_c}{d(R_c(R_л+r))}=0$

$R_c(R_л+r)=R_1$

$$\frac{\mathcal{E}^2R_л^2}{R_л+r}\left(\frac{R_1}{(R_1+rR_л)^2}\right)'=0 \Leftrightarrow (R_1+rR_л)^2-2(R_1+rR_л)R_1=0\Rightarrow$$

$$(R_1+rR_л)(rR_л-R_1)\Rightarrow R_1=rR_л$$

$$R_c(R_л+r)=rR_л\Rightarrow R_c=\frac{rR_л}{R_л+r}$$

$$I_л=\frac{\mathcal{E}R}{rR_л+rAR_л}=\frac{\mathcal{E}\cdot rR_л}{2rR_л(R_л+r)}=\frac{\mathcal{E}}{R_л+r}$$

$$P_0=I_л^2R_л=\frac{\mathcal{E}^2}{(R_л+r)^2}R_л \qquad R_л^2\cdot P_0+(2rP_0)R_л=\mathcal{E}^2R_л$$

$$R_л=\frac{\mathcal{E}^2-2rP_0}{P_0}=\frac{\mathcal{E}^2}{P_0}-2r$$

$$P_1=\frac{U^2}{R_л}=\frac{U^2}{\left(\frac{\mathcal{E}^2}{P_0}-2r\right)}=\frac{12^2}{\left(\frac{12^2}{1}-2\cdot2\right)}\text{ Вт}=\frac{144}{144-4}\text{ Вт}=\frac{144}{140}\text{ Вт}\approx$$

$$\approx 1{,}03\text{ Вт}$$

Ответ: $P_1=1{,}03$ Вт — 6б.