ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

004357

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

1.	Предмет	Орг. документы
2.	Вариант	Физика 11 Вариант 1 закл
3.	Класс	11
4.	Фамилия	З А Й Ц Е В
	Имя	А Л Е К С А Н Д Р
	Отчество	А Л Е К С А Н Д Р О В И Ч
5.	Дата рождения	1 7 (число) 0 3 (месяц) 2 0 0 3 (год)
6.	Страна	Россия
7.	Регион (пр: Томская обл., Алтайский край)	Омская область
8.	Вид муниципального образования (пр: село, город, пгт, деревня)	Город
9.	Населенный пункт (пр: Томск, Кемерово, Псков)	г. Омск
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	БОУ г.Омска "Лицей №92"

6бб. Ячер

#1:

004357

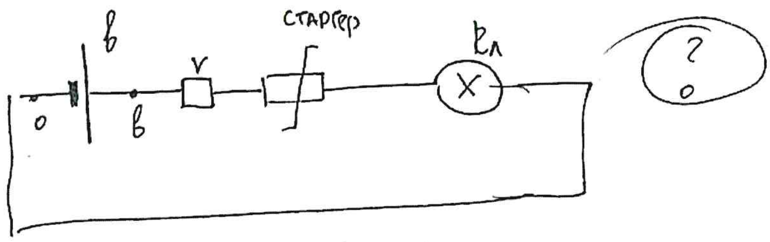
$\mathcal{E} = 12В$

$r = 2Ом$

$U = 12В$

$P = 4Вт$

$P_1 - ?$



$P_{источника} = P_r + P_{лампы} + P_{стартера}$;

$P_{источника} = I\mathcal{E}$;

$P_r = I^2 r$; $P_{лампы} = I^2 R_л$;

$\Rightarrow P_{стартера} = P_{источника} - P_r - P_{лампы} = I\mathcal{E} - I^2(R_л + r)$;

По условию $P_{стартера}(I) = max$: $\Rightarrow P_{стартера}(I)' = 0 = \mathcal{E} - 2I(R_л + r)$;

$\Rightarrow I = \dfrac{\mathcal{E}}{2(R_л + r)}$;

Значит P_1 - мощность на лампе равна: $P_1 = I^2 R_л = \boxed{\dfrac{\mathcal{E}^2 R_л}{4(R_л + r)^2}}$

$R_л = \dfrac{U^2}{P}$; - исходя из номинальных значений лампы;

$\Rightarrow \dfrac{\mathcal{E}^2 U^2}{4P\left(\frac{U^2}{P} + r\right)^2} = \dfrac{\mathcal{E}^2 U^2 P^2}{4P(U^2 + Pr)^2} = \boxed{\dfrac{\mathcal{E}^2 U^2 P}{4(U^2 + Pr)^2}}$; $P_1 \approx 0{,}9Вт$; –

8б.

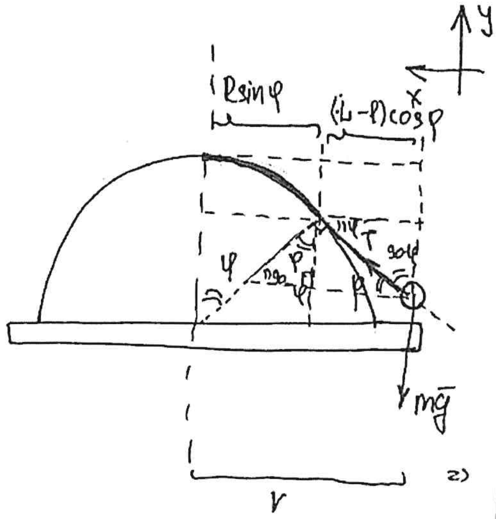
P.S.: если бы мощность лампочки можно было бы пренебречь из-за: $P_{лампы} \ll P_{стартера}$, то: $P_{источника} = P_r + \cancel{P_{лампы}}\ P_{стартера}$;

004357

#2

η, g, ω

$R - ?$



Пусть длина нити $L = \frac{\pi R}{2}$;

Во время вращения с угловой скоростью ω, нить касается частью длиной $l = R\varphi$;

По условию: $\eta = \frac{l}{L} = \frac{R\varphi}{\pi R/2} = \frac{2\varphi}{\pi}$.

$\Rightarrow \boxed{\varphi = \frac{\eta\pi}{2};}$ — введённый на рисунке и искомый угол.

2ЗН на оси „x" и „y":

x: $T\cos\varphi = ma_n$; где T — сила натяжения нити,

a_n — нормальное ускорение; $\boxed{a_n = \omega^2 r = \omega^2(R\sin\varphi + (L-l)\cos\varphi)};$

y: $T\sin\varphi = mg$; (равновесие).

$\Rightarrow$ ~~tgφ~~ $\frac{T\sin\varphi}{T\cos\varphi} = tg\varphi = \frac{mg}{ma_n} = \frac{g}{a_n}$; $\Rightarrow \boxed{g = a_n \cdot tg\varphi;}$

$\Rightarrow g = \omega^2 \cdot tg\varphi\,(R\sin\varphi + (L-l)\cos\varphi) = \omega^2 R\sin\varphi\, tg\varphi + \omega^2 L\, tg\varphi\cos\varphi - \omega^2 l\, tg\varphi\cos\varphi =$

$= \omega^2 R\sin\varphi\, tg\varphi + \omega^2 L\sin\varphi - \omega^2 l\sin\varphi = \omega^2 R\sin\varphi\, tg\varphi + \omega^2 \cdot \frac{\pi R}{2}\sin\varphi - \omega^2 R\varphi \cdot \sin\varphi =$

$= \omega^2 R\left(\sin\varphi\, tg\varphi + \frac{\pi\sin\varphi}{2} - \sin\varphi \cdot \varphi\right) = \frac{\omega^2 R}{2}\left(2\sin\varphi\, tg\varphi + \pi\sin\varphi - 2\varphi\sin\varphi\right)$

$$\Rightarrow \boxed{R = \frac{2g}{\omega^2(2\sin\varphi\, tg\varphi + \pi\sin\varphi - 2\varphi\sin\varphi)}; \text{ где } \varphi = \frac{\pi\eta}{2}}$$

$$R = \frac{2g}{\omega^2\left(2\sin\left(\frac{\pi\eta}{2}\right)tg\left(\frac{\pi\eta}{2}\right) + \pi\sin\left(\frac{\pi\eta}{2}\right) - \cancel{2}\cdot\frac{\pi\eta}{\cancel{2}}\sin\left(\frac{\pi\eta}{2}\right)\right)} =$$

$$= \boxed{\frac{2g}{\omega^2\left(2\sin\left(\frac{\pi\eta}{2}\right)tg\left(\frac{\pi\eta}{2}\right) + \pi\sin\left(\frac{\pi\eta}{2}\right)(1-\eta)\right)};}$$

8 б.

2из4

#3:

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

$p_0 = 10^5$ Па

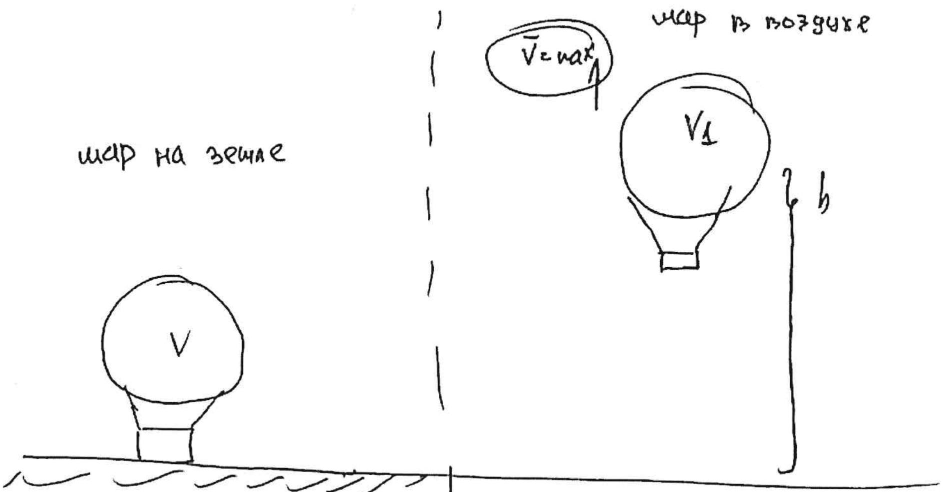
$T_0 = 273$ K

$\rho_0 = 1{,}29 \frac{кг}{м^3}$

$\alpha = 1{,}25 \cdot 10^{-4}$ м

$\mu = 4 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

$h - ?$



$p_0 V_0 = \frac{m_{He}}{\mu} RT_0$; где m_{He} – масса гелия внутри шара;

V_0 – объём шара

$p_1 V_1 = \frac{m_{He}}{\mu} RT_0$;

p_1 – давление на высоте h,

V_1 – объём шара на высоте h,

2 ЗН для шара в процессе движения:

$ma = F_A - mg$; где $F_A = \rho(h)V(h)g$; – сила Архимеда;

Если $V = max$ на высоте h, то в этот момент ускорение $a = 0$ (экстремальные значения скорости и ускорения).

$\Rightarrow 0 = F_A - mg$; $\Rightarrow$ $F_A = mg$; m – полная масса шара,

$m = m_{He} + m_{оболочки}$; по условию: $m_{He} = \frac{m_{оболочки}}{2}$; $\Rightarrow m_{оболочки} = 2m_{He}$,

$\Rightarrow m = 3m_{He}$ $\Rightarrow 3m_{He} \cdot g = \rho(h)V(h)g$; $\Rightarrow$ $\boxed{3m_{He} = \rho(h)V(h)}$;

$\Rightarrow m_{He} = \frac{\rho(h)V(h)}{3}$; $\Rightarrow$ $p_0V_0 = \frac{\rho(h)V(h)}{3\mu}RT_0$; $p_1V_1 = \frac{\rho(h)V(h)}{3\mu}RT_0$

Я получил следующую зависимость: $V(h) = V_1$; $\rho(h) = \rho_0 e^{-\alpha h}$; $\boxed{p_1 = \frac{\rho(h)}{3\mu}RT_0}$

$\Rightarrow$ ~~pp~~ Учитывая, что условия нормальные: $p_1 = p_0 - \left|\int \rho(h) g\,dh\right|$.

~~$\Rightarrow \frac{3p_0\mu}{RT_0} = \rho(h) = \rho_0 e^{-\alpha h}$; $\Rightarrow e^{-\alpha h} = \frac{3p_0\mu}{\rho_0 RT_0}$ найдём h, как~~

~~$h = \frac{-\ln\left(\frac{3p_0\mu}{\rho_0 RT_0}\right)}{\alpha}$ $h = 3p_0\mu$~~

3 из 7

4357

$$p_1 = p_0 - \int \rho_0 e^{-\alpha h} g\,dh = p_0 - \rho_0 g \int e^{-\alpha h} dh;$$

$$p_1 = \frac{\rho_0 e^{-\alpha h}}{3\mu} RT_0 = p_0 - \rho_0 g \int e^{-\alpha h} dh;$$

$$\int e^{-\alpha h} dh = -\frac{e^{-\alpha h}}{\alpha}; \Rightarrow \int_0^h e^{-\alpha h} dh = -\frac{e^{-\alpha h}}{\alpha} + \frac{e^{-\alpha \cdot 0}}{\alpha} = \boxed{\frac{1 - e^{-\alpha h}}{\alpha}};$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_0 RT_0}{3\mu} \cdot e^{-\alpha h} = p_0 - \frac{\rho_0 g}{\alpha}(1 - e^{-\alpha h});$$

$$\Rightarrow \cancel{p_0 - \frac{\rho_0 RT_0}{3\mu}} \Rightarrow p_0 - \frac{\rho_0 g}{\alpha} + \frac{\rho_0 g}{\alpha} \cdot e^{-\alpha h} = \frac{\rho_0 RT_0}{3\mu} \cdot e^{-\alpha h};$$

$$\Rightarrow \left(p_0 - \frac{\rho_0 g}{\alpha}\right) = e^{-\alpha h}\left(\frac{\rho_0 RT_0}{3\mu} + \frac{\rho_0 g}{\alpha}\right)$$

$$\Rightarrow e^{-\alpha h} = \frac{\alpha p_0 - \rho_0 g}{\alpha\left(\frac{\rho_0 RT_0}{3\mu} - \frac{\rho_0 g}{\alpha}\right)} = \frac{\alpha p_0 - \rho_0 g}{\frac{\alpha \rho_0 RT_0}{3\mu} - \rho_0 g} = \boxed{\frac{3\mu(\alpha p_0 - \rho_0 g)}{\rho_0(\alpha RT_0 - 3\mu g)}}$$

$$\Rightarrow h = \frac{-\ln\left(\frac{3\mu(\alpha p_0 - \rho_0 g)}{\rho_0(\alpha RT_0 - 3\mu g)}\right)}{\alpha}$$

$$\frac{3 p_0 \mu}{RT_0} = \rho(h) = \rho_0 e^{-\alpha h};$$

$p_1 = p_0$

$$\Rightarrow e^{-\alpha h} = \frac{3 p_0 \mu}{\rho_0 RT_0}; \Rightarrow h = \frac{-\ln\left(\frac{3 p_0 \mu}{\rho_0 RT_0}\right)}{\alpha};$$

$h = 7132\ м;$

✓ 10б.

Чиж 7

#4:

435

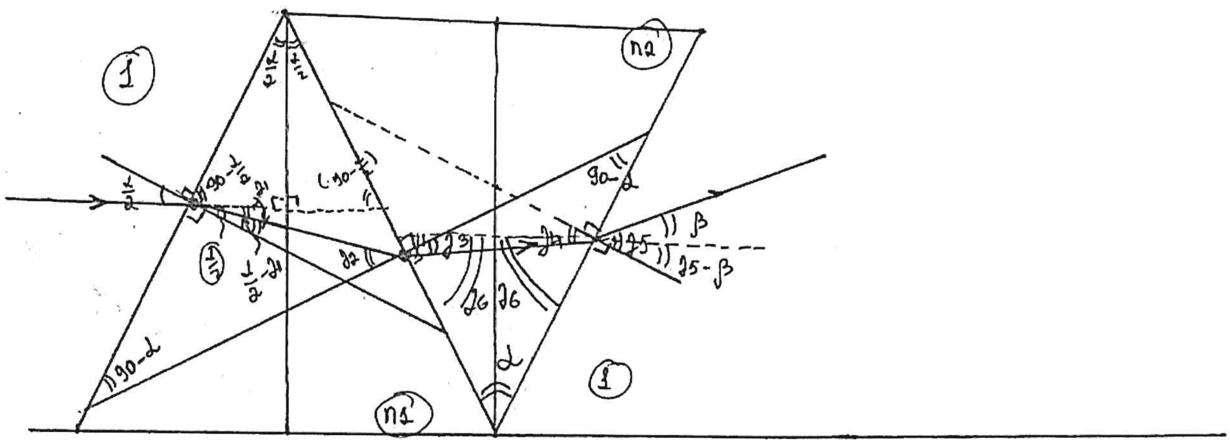
$\alpha=10^\circ$; $\beta=4^\circ$

$|n_2-n_1|$ — ?

Для малых углов справедливо: $\theta \ll 1$

$\sin\theta\approx\theta$;
$\cos\theta\approx 1$;
$\operatorname{tg}\theta\approx\theta$; ← углы в радианах

Рисунок и решение:



1) $1\cdot\frac{\alpha}{2}\approx n_1\cdot\gamma_1$; => $\boxed{\gamma_1=\frac{\alpha}{2n_1}}$;

2) $180=(90-\alpha)+(90+\gamma_1)+\gamma_2$; => $\gamma_2=\alpha-\gamma_1=\alpha-\frac{\alpha}{2n_1}=\boxed{\alpha\left(1-\frac{1}{2n_1}\right)}$;

3) $n_1\cdot\gamma_2\approx n_2\cdot\gamma_3$; => $\gamma_3=\frac{n_1}{n_2}\cdot\gamma_2=\frac{n_1}{n_2}\cdot\alpha\left(1-\frac{1}{2n_1}\right)=\alpha\cdot\frac{n_1}{n_2}-\alpha\cdot\frac{n_1}{n_2}\cdot\frac{1}{2n_1}=\frac{\alpha n_1}{n_2}-\frac{\alpha}{2n_2}=\boxed{\frac{\alpha(2n_1-1)}{2n_2}}$

4) $180=\gamma_3+(90-\alpha)+(90+\gamma_4)$; => $\gamma_4=\alpha-\gamma_3=\alpha-\frac{\alpha 2n_1}{2n_2}+\frac{\alpha}{2n_2}=\boxed{\alpha\left(1+\frac{1}{2n_2}-\frac{2n_1}{2n_2}\right)}$;

5) $1\cdot\gamma_5\approx n_2\cdot\gamma_4$; => $\gamma_5=n_2\cdot\gamma_4=n_2\cdot\alpha\left(1+\frac{1}{2n_2}-\frac{2n_1}{2n_2}\right)=\boxed{\alpha\left(n_2+\frac{1}{2}-n_1\right)}$;

6) С одной стороны: $\gamma_6+90+(\gamma_5-\beta)=180$;
С другой стороны: $2\gamma_6+\alpha=180$;
=> $\gamma_6=90+\beta-\gamma_5$; $\gamma_6=90-\frac{\alpha}{2}$; => $90+\beta-\gamma_5=90-\frac{\alpha}{2}$;
=> $\boxed{\gamma_5=\beta+\frac{\alpha}{2}}$

Приравниваю значения для γ_5: $\beta+\frac{\alpha}{2}=\frac{\alpha}{2}+\alpha(n_2-n_1)$; => $\beta=\alpha(n_2-n_1)$;

=> $|n_2-n_1|=\frac{\beta}{\alpha}=\frac{4}{10}=\frac{2}{5}=0{,}4$ ← ответ

Обращусь к (5): $\gamma_5=\alpha\left(\frac{1}{2}+(n_2-n_1)\right)$; известно, что $(n_2-n_1)<0$: $n_2-n_1=-0{,}4$

=> $\gamma_5=\alpha(0{,}5-0{,}4)=0{,}1\alpha$;

$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5} = 0{,}4; \Rightarrow \beta = 0{,}4\alpha;$

г) $\gamma_5 - \beta = 0{,}1\alpha - 0{,}4\alpha = -0{,}3\alpha$ ← из-за того, что данное значение угла $\gamma_5 - \beta < 0$, луч после преломлений пойдёт **ВНИЗ!**

1/Ответ: V 2б.

4357

#5:

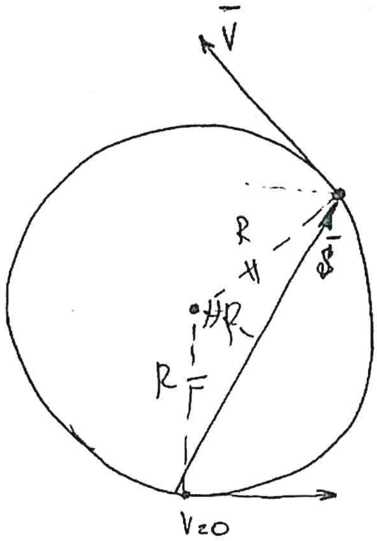
$F_T = 1000 H$;

$R = 50$ м;

$a_n = 30 \frac{м}{с^2}$

$M = 250$ кг

$S - ?$



$S = 2R\sin\frac{\varphi}{2}$; где φ - угол, на который повернулся мотоциклист

Закон сохранения энергии;

$\frac{mV^2}{2} = F_T \cdot (R\varphi)$; φ - угол в радианах

$\Rightarrow \frac{2F_T \cdot \varphi}{m} = \frac{V^2}{R} = a_n$;

$\Rightarrow ma_n = 2F_T\varphi$; $\Rightarrow \boxed{\varphi = \frac{ma_n}{2F_T}}$

$\Rightarrow S = 2R\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)$; где $\varphi = \left(\frac{ma_n}{2F_T}\right)$; $\dim(\varphi)$ - радиан. $\boxed{S = 2R\sin\left(\frac{ma_n}{4F_T}\right)}$

$\varphi = \frac{15}{4}$ радиан; $\varphi^\circ = \frac{15}{4} \cdot \frac{180^\circ}{\pi} = \frac{675}{\pi}$

$\Rightarrow S = 2R\sin\left(\frac{675}{2\pi}\right) \approx \boxed{95{,}4 м}$; ✓ 20б

7 из 7