Заключительный этап Олимпиады «Я – бакалавр»
для обучающихся 5-11 классов 2022/2023 уч. год

ФИЗИКА. (52)
предмет

ШИФР 57-11-Ф-02

(1)

20+20+12 = (52)

Дано:

$R_З = 6{,}4 \cdot 10^6$ м

$R_M = 0{,}53 \cdot R_З$

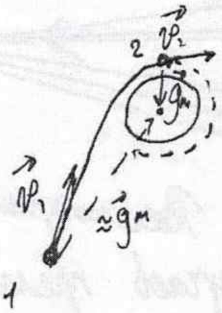
$g_M = 3{,}8\ \frac{м}{с^2}$

$v^* = 5 \cdot 10^3\ \frac{м}{с}$

Δv – ?

$\frac{m_Г}{m_{к.2}}$ – ?

Решение:



Итак, из курса астрономии нам известно, что для первой космической скорости орбите свойственна круговая траектория, а для второй – параболическая (между ними – эллиптическая, а свыше второй – гиперболическая).

$v_1 = v_{к.2}$ – v_1 – скорость в первом случае, вторая космическая, т.к. траектория – парабола.

$v_2 = v_{к.1}$ – во втором случае, орбита круговая, т.е. это первая космическая.

$\vec{F}_{грав.} = m\vec{a}_{ц.с.}$ $\quad a_{ц.с.} = \frac{v_{к.1}^2}{R}$ $\quad F_{грав.} = mg \Rightarrow mg = \frac{m v_{к.1}^2}{R}$

$v_{к.1} = \sqrt{gR}$, $\quad v_{к.2} = \sqrt{2}\, v_{к.1} \Rightarrow v_{к.2} = \sqrt{2gR}$

$R_M = 0{,}53 R_З \Rightarrow v_{к.1} = \sqrt{0{,}53 g_M R_З}$. Тогда $\Delta v = v_1 - v_2 = v_{к.2} - v_{к.1}$

$\Delta v = v_{к.2} - v_{к.1} = \sqrt{2 \cdot 0{,}53 g_M R_З} - \sqrt{0{,}53 g_M R_З} = (\sqrt{2}-1)\sqrt{0{,}53 g_M R_З}$

$\Delta v = (\sqrt{2}-1)\sqrt{0{,}53 \cdot 3{,}8\frac{м}{с^2} \cdot 6{,}4 \cdot 10^6 м} = 1487\ \frac{м}{с}$

Теперь запишем закон сохранения импульса при снижении скорости: ~~$M v_{к.2} = m_Г (v^* + v_{к.2}) + (M - m_Г) \cdot v_{к.1}$~~ $\quad \vec{p}_{к.0} = \vec{p}_к + \vec{p}_Г$

Для удобства выберем систему отсчёта, связанную с кораблём, тогда начальный импульс равен нулю.

$0 = m_Г \cdot v^* - (m_к - m_Г) \cdot (v_{к.2} - v_{к.1})$ $\quad (m_к - m_Г)\Delta v = m_Г \cdot v^*$

$\frac{m_Г}{m_к - m_Г} = \frac{\Delta v}{v^*}$ $\quad \frac{m_Г}{m_к - m_Г} = \frac{1487\ \frac{м}{с}}{5000\ \frac{м}{с}} = 0{,}2974$

~~$m_Г = 0{,}2974 m_к - 0{,}2974 m_Г$,~~

~~$1{,}2974\, m_Г = 0{,}2974$~~

Ответ: $\Delta v = 1487\ \frac{м}{с}$; $\frac{m_Г}{m_{к.2}} = 0{,}2974$

20б

Заключительный этап Олимпиады «Я – бакалавр»
для обучающихся 5-11 классов 2022/2023 уч. год

ФИЗИКА
предмет

ШИФР 57-11-Ф-02

(4)

Решение:

Дано:

$C = 200 \cdot 10^{-6}$ Ф

$k_1 = k_2 = 10^3 \frac{Н}{м}$

$B = 100$ Тл

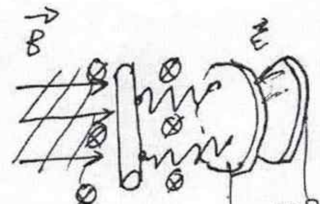
$l = 0{,}2$ м

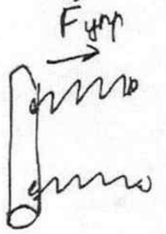
$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл

$m = 20 \cdot 10^{-3}$ кг

$x(t)$ – ?

T – ?





$k' = k_1 + k_2 = 2k$

$k' = 2 \cdot 10^3 \frac{Н}{м}$

$F_{Л\perp} = qBv \quad F_{A\perp} = IBl \quad F_{упр} = k\Delta x$

$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$ — формула гармонических колебаний

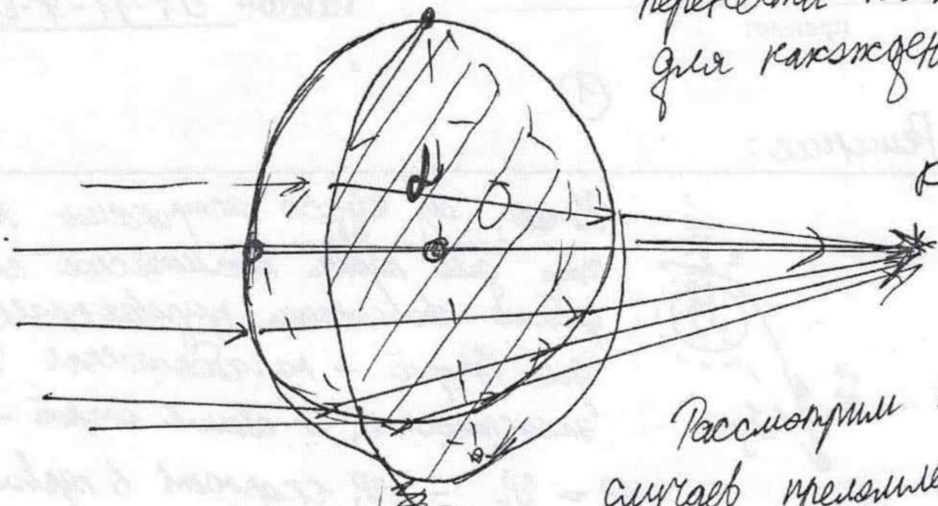
$I = \frac{dq}{dt} \quad F_A = Bl\frac{dq}{dt} \quad q = CU$.

⑤

Дано:
$n=1,5$
$R=2,5$ см
$d-?$

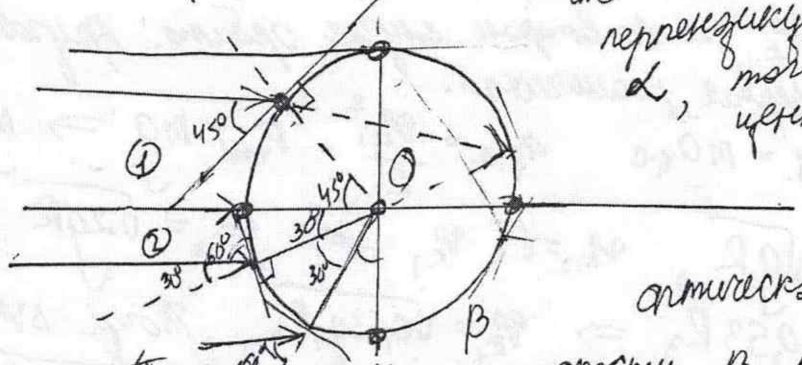
Решение:

Стеклянный шар, ввиду симметричности, можно перенести на плоскость для нахождения фокуса.



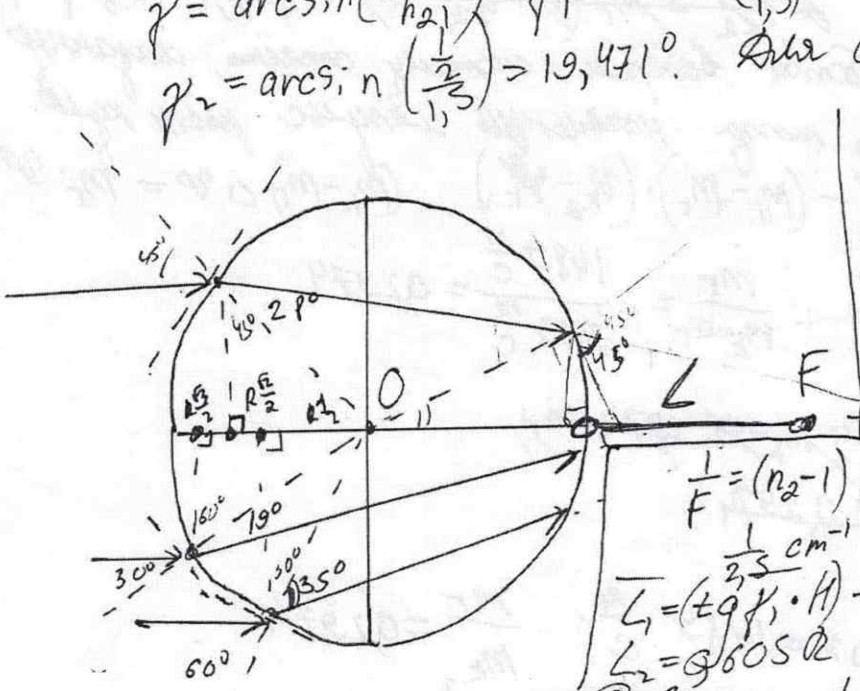
$D=(n_2-n_1)\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$
$n_1=1$

Рассмотрим теперь несколько случаев преломления. Представим, что все поступающие лучи идут перпендикулярно некой плоскости α, тогда все они, кроме центрального, будут преломляться. Центральный будет являться оптической осью нашего „линзы".



Теперь перейдём к плоскости β, которая перпендикулярна α. (горизонтальная плоскость). Рассмотрим случай ①, когда угол падает в 45° от нормали. Закон Снеллиуса: $\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}=n_{21}$

$\gamma=\arcsin\left(\frac{\sin\alpha}{n_{21}}\right)$ $\gamma_1=\arcsin\left(\frac{\frac{\sqrt2}{2}}{1,5}\right)=28,125^\circ$. Для случая ②: $\gamma_2=\arcsin\left(\frac{\frac{1}{2}}{1,5}\right)=19,471^\circ$. Для случая ③: $\gamma_3=\arcsin\left(\frac{\frac{\sqrt3}{2}}{1,5}\right)=35,264$



Итак, воспользуемся формулой для нахождения ~~центра линз~~ фокусного расстояния линзы ~~ввиду фокуса в~~

$\frac{1}{F}=(n_2-1)\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R}\right)$ $\frac{1}{F}=0,5\cdot\left(\frac{1}{2,5}+\frac{1}{2,5}\ \text{см}^{-1}\right)=\frac{1}{2,5}\ \text{см}^{-1}$ $F=2,5$ см

$L_1=(\operatorname{tg}\gamma_1\cdot H)-\sin\alpha_1 R$ $L_1=0,57R$
$L_2=0,605R$ $L_3=0,35R$ $L_{01}=0,5R$

Ответ: $d=3,75$ см $(0,0375\ m)$