Hatber

10 класс

165-809-483 05 Σ30

# ТЕТРАДЬ

для ______________________________

______________________________

учени ____________ класса ____________

____________ школы ____________

______________________________

______________________________

Чистовик

№ 2

~~Нептун излучает энергию, как шар. А ~~отдает~~ от Солнца он получает энергию, как круг. Согласно закону Стефана-Больцмана, для единицы~~

№ 5

Если плотность осталась неизменной, масса не изменилась, то суммарный объём двух новых частей будет равен исходному объему. Если $V_0$ – объём исходной звезды, а $V$ – объем каждой новой части, то $V_0 = 2V$.

Выразим радиус двух „новых" звезд через радиус исходной звезды.

$V_0 = 2V$,

$\frac{4}{3}\pi R_0^3 = 2 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$, $\quad | : \frac{4\pi}{3}$

$R_0^3 = 2R^3$,

$R^3 = \frac{R_0^3}{2}$,

$$R = \sqrt[3]{\frac{R_0^3}{2}} = R_0 \sqrt[3]{\frac{1}{2}} = R_0 \cdot \frac{1}{2^{1/3}}$$

По закону Стефана-Больцмана, единица площади поверхности каждой звезды излучает энергию $P = \sigma T^4$. Мы знаем, что температура не изменилась.

Найдём начальное и конечное излучение.

$$P_0 = 4\pi R_0^2 \sigma T^4$$

$$P = 2 \cdot 4\pi R^2 \sigma T^4 = 8\pi R^2 \sigma T^4 =$$
$$= 8\pi R_0^2 \cdot \frac{1}{2^{2/3}} \sigma T^4 = 8\pi R_0^2 \cdot 2^{3/2} \cdot \sigma T^4 =$$
$$= 8 \cdot 2^{3/2} \cdot \pi R_0^2 \sigma T^4 = 2^{9/2} \cdot \pi R_0^2 \sigma T^4$$

$$P_0 = 2^2 \pi R_0^2 \sigma T^4$$

$$P = 2^{9/2} \pi R_0^2 \sigma T^4$$

$$2^{9/2} > 2^2,$$

$$P > P_0$$

Две части вместе взятые будут светить сильнее, чем сама исходная звезда. Они будут светить сильнее в $2^{9/2} : 2^2 = 2^{5/2}$ раза.

8

№2

Если бы Нептун излучал больше энергии, чем поглащал, то его поверхность постоянно бы охлаждалась. Для любой планеты справедливо равенство поглащенного и излученного тепла.

Нептун излучает энергию, как шар.

$P_{изл.} = 4\pi R_{н.}^2 \sigma T^4$, где $R_н$ – радиус самого Нептуна.

Солнце излучает энергию

$P_{\odot} = 4\pi R_{\odot}^2 \sigma T_{\odot}^4$. Эта энергия расливается на сферу с радиусом орбиты Нептуна. Возьмем радиус орбиты $a_н$.
Тогда поток энергии на расстоянии Нептуна равен

$$\frac{4\pi R_{\odot}^2 \sigma T_{\odot}^4}{4\pi a_{н.}^2} = \frac{R_{\odot}^2 \sigma T_{\odot}^4}{a_н^2}$$

Нептун поглащает энергию, как круг.

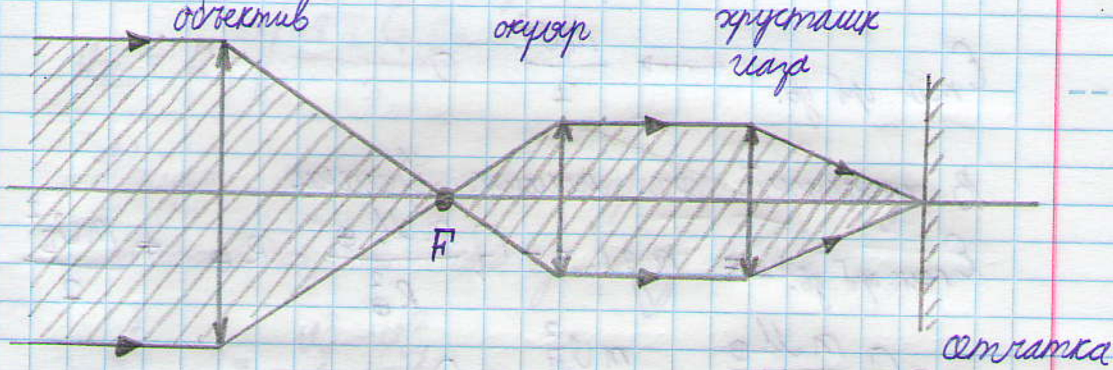
$$P_{погл.} = \frac{R_{\odot}^2 \sigma T_{\odot}^4}{a_н^2} \cdot 4\pi R_н^2$$

Т.к. у Нептуна очень большая $a_н$, то влияние на него со стороны Солнца значительно меньше, чем, например, на Земле. Значит, Нептун получает энергию и от других звёзд. Например, α-Центавра расположена от Солнца в 3 световых годах.

Итак, Нептун значительно удалён от Солнца. Влияние Солнца относительно невелико. Получает энергию от других звёзд.

N 1

Следует учитывать тот факт, что хрусталик человеческого глаза — это также выпуклая линза. Параллельные лучи, выходящие из окуляра, он преобразует в сходящиеся, которые фокусируются на сетчатке глаза. А обект кажется нам увеличенным, т.к. он становится виден под большим углом зрения.




Хрусталик фокусирует лучи на сетчатке глаза.

4

## N 3

Рассчитаем вторую космическую скорость. Полная энергия орбитального движения, как известно, постоянна.

$$\mathcal{E}_{полн.\ орб.\ дв.} = const$$

$$\mathcal{E}_{полн.\ орб.\ дв.} = \frac{m\vartheta^2}{2} - G\frac{mM}{R^2}\cdot R =$$

$$= \frac{m\vartheta^2}{2} - G\frac{mM}{R} = m\left(\frac{\vartheta^2}{2} - \frac{GM}{R}\right)$$

Т.к. тело покидает планету, то

$$R \longrightarrow \infty$$

$$\left(-\frac{GM}{R}\right) \longrightarrow 0$$

$$\vartheta \longrightarrow 0$$

$E_{\text{полн. орб. дв.}} \longrightarrow \frac{mv^2}{2} \quad 0$

В начальный же момент времени

$E_{\text{полн. орб. дв.}} = \cancel{mgh} = -G\frac{mM_\oplus}{R_\oplus^2} \cdot R_\oplus + \frac{mv_{II}^2}{2}$

$= -G\frac{mM_\oplus}{R_\oplus} + \frac{mv_{II}^2}{2} = 0$

$\frac{mv_{II}^2}{2} = G\frac{mM_\oplus}{R_\oplus}, \quad | : m$

$\frac{v_{II}^2}{2} = \frac{GM_\oplus}{R_\oplus},$

$v_{II}^2 = \frac{2GM_\oplus}{R_\oplus} = \frac{2G\rho_\oplus V_\oplus}{R_\oplus} =$

$= \frac{2G\rho_\oplus 4\pi R_\oplus^3}{3 R_\oplus} = \frac{8\pi G\rho_\oplus R_\oplus^2}{3}$

$v_{II} = R_\oplus\sqrt{\frac{8\pi G\rho_\oplus}{3}}$

Заменим индекс $\oplus$ на „п" (планеты)

$$\upsilon_{II} = R_n\sqrt{\frac{8\pi G \rho_n}{3}}$$

Найди максимальную скорость, которую может сообщить своему телу человек.

$$h_{max} = \frac{\upsilon_y^2 - \upsilon_{0y}^2}{2g_y},$$

$$h_{max} = \frac{-\upsilon_0^2}{-2g} = \frac{\upsilon_0^2}{2g_\oplus}$$

Найдем $g$ по тем данным, которые даны в условии.

$$\left.\begin{array}{l} F = G\dfrac{mM_\oplus}{R_\oplus^2} \\ F = mg \end{array}\right| \Rightarrow g = \frac{GM_\oplus}{R_\oplus^2}$$

$g = 9,86$ м/с$^2$

Подставим в формулу для $h_{max}$ вместо $\upsilon_0$ вторую космическую скорость,

$\upsilon_{II}^2 = 2g h_{max}$,

$\upsilon_{II} = \sqrt{2g h_{max}}$

Сила толчка человека будет одинаковой.

По II закону Ньютона,

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \sum \vec{F_i},$$

$$\Delta p = Ft,$$

$$m(\upsilon - \upsilon_0) = Ft,$$

$$Ft = m\upsilon$$

$$\left.\begin{array}{l} F = const \\ t = const \\ m = const \end{array}\right| \Rightarrow$$ начальная скорость человека на двух планетах будет одинаковой.

$$\upsilon_0 = \sqrt{2 g_{\oplus} h_{max}}$$

$$\upsilon_0 = R_n \sqrt{\frac{8\pi G \rho_n}{3}}$$

$$2 g_{\oplus} h_{max} = R_n^2 \frac{8\pi G \rho_n}{3},$$

$$R_n^2 = \frac{2 g_{\oplus} h_{max} \cdot 3}{8\pi G \rho_n}$$

$$\rho_n = \rho_{\oplus} = \frac{M_{\oplus}}{V_{\oplus}} = \frac{3 M_{\oplus}}{4\pi R_{\oplus}^3}$$

$$R_n^2 = \frac{6 g_\oplus h_{max} \cdot 4\pi R_\oplus^3}{24\pi G M_\oplus} = \frac{R_\oplus^3 g_\oplus h_{max}}{G M_\oplus}.$$

Но $\frac{G M_\oplus}{g_\oplus} = R_\oplus^2$

$$R_n^2 = \frac{R_\oplus^3 h_{max}}{R_\oplus^2} = R_\oplus h_{max}.$$

$$R_n = \sqrt{R_\oplus h_{max}} = 3950,82 \text{ м}$$ 4

## N4

Нужно рассмотреть тот случай, когда Марс и Земля наиболее удалены друг от друга (сигнал идёт дольше всего).

Марсоход отправляет на Землю сигнал о том, что за 10 м перед ним находится препятствие. Сам он продолжает к нему ехать. Сигнал доходит до Земли, там принимают решение изменить курс и отправляют сигнал Марсоходу. Сам марсоход всё ещё едет к препятствию. Сигнал (при безопасном скорости) должен дойти до него раньше, чем он врежется в препятствие.

Итак, $t_{сигн.}$ – время, за которое сигнал дошел до Земли и обратно. $t_{марс.}$ – время, за которое Марсоход после подачи сигнала пройдет 10 м.

$$v_{марс.} \cdot t_{марс.} = 10м$$

$$10м = S_{max}$$

$$t_{марс.} = t_{сигн.},$$

$$\frac{S_{max}}{v_{марс.}} = \frac{R_1 + R_2}{c} + \frac{R_1 + R_2}{c}$$

Радиусы орбит мы складываем, т.к. рассчитываем безопасную скорость для наибольшего удаления Марса и Земли друг от друга.

$$\frac{S_{max}}{v_{марс}} = \frac{2(R_1 + R_2)}{c},$$

$$v_{марс} = \frac{S_{max}\, c}{2(R_1 + R_2)} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

Если рассматривать планету на наименьшем удалении, то из радиуса орбиты Марса ~~на~~ надо вычитать радиус орбиты Земли.

$$v_{марс} = \frac{S_{max}\, c}{2(R_1 - R_2)} = 0,019 \text{ м/с}$$

Но безопасная скорость равна $4 \cdot 10^{-3}$ м/с 8

№ 6

В галактике у звезд большая скорость, огромное расстояние между ними. Поэтому вероятность их столкновения очень мала. 8