

Как известно склонение солнца определяется формулой  $\delta = 23,5 \sin\left(\frac{T-360}{365}\right)$

Поскольку полярные ночи происходят когда солнце находится максимальной высотой над горизонтом, то они происходят летом, тогда формулу можно записать, как:

$$\delta = 23,5 \cos\left(\frac{T-360}{365}\right), \text{ где } T - \text{это время отсчитываем от дня летнего}$$

солнцестояния.

2) Поскольку полярная ночь длится 60 дней, то приходит 30 дней до и после дня летнего солнцестояния, тогда высота солнца над горизонтом да 30 дней до дня лет. сол. В нижней кульминации  $0^\circ$ , а склонение солнца  $\delta = 23,5 \cdot \cos\left(\frac{-30 \cdot 360}{365}\right) \approx 23,5 \cdot \cos 30^\circ = 23,5 \cdot \frac{1,73}{2} \approx \frac{40,7}{2} \approx 20,3^\circ$

Высоту в н.к можно определить как:

$$h_{\text{н.к}} = \delta + \varphi - 90^\circ; h_{\text{н.к}} = 0^\circ \quad \delta = 20,3^\circ \Rightarrow \varphi = h_{\text{н.к}} + 90^\circ - \delta = 90^\circ - 20,3^\circ \approx 70^\circ$$

3) Высота звезды в верхней кульминации  $2x$ , а в нижней  $x$ , тогда

$$2x = 90 - \varphi + \delta' \Rightarrow 90 - \varphi + \delta' = 2(\delta' + \varphi - 90^\circ)$$

$$x = \delta' + \varphi - 90^\circ \Rightarrow 90 - 70^\circ + \delta' = 2\delta' + 140^\circ - 180^\circ$$

$$20^\circ + \delta' = 2\delta' - 40^\circ \Rightarrow \delta' = 60^\circ$$

Все уравнения для высот кульминации взяты для северной полушария, так как само находится в Южном

Ответ:  $\delta' = 60^\circ$

Урок 0,4

## Задача 2

Минимум длины волны  $\lambda_{\text{min}} = \frac{c}{\nu_{\text{max}}}$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{12 \cdot 10^9 \frac{1}{\text{с}}} = \frac{1}{4} \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

По I Закоме скорость вынужденной планеты  $v = \sqrt{\frac{GM_2}{2R}}$ , где  $M_2$  - масса Сатурна, а  $R$  - расстояние от Сатурна до Земли, заметим, что  $v = 2v'$ , где  $v'$  это скорость Земли вокруг Сатурна. При этом радиус орбиты в 2 раза меньше, тогда период обращения вокруг звезды  $\frac{1}{4}$  года

2) По III Закону Кеплера

$$\left(\frac{T_{\text{вынужденная}}}{T_{\text{планеты}}}\right)^2 = \left(\frac{a_{\text{вынужденная}}}{a_{\text{планеты}}}\right)^3 \Rightarrow T_{\text{вынужденная}} = \sqrt{\left(\frac{a_{\text{вынужденная}}}{a_{\text{планеты}}}\right)^3 T_{\text{пл}}} = \sqrt{\left(\frac{8}{5}\right)^3} \cdot 1 \text{ года} \approx \frac{1}{2} \text{ года}$$

3) Пусть прийдёшь год, планета за это время повернется на  $\alpha_{\text{вынужденная}}$  на планетах приблизим орбиты к окружностям радиусов  $d_{\text{вынужденная}}$  и  $d_{\text{планеты}}$  на которых "прокрутимось" вокруг себя внешняя планета, а  $d_{\text{пл}}$  - внутренняя

$$\text{Тогда } 2 \cdot 360^\circ + \alpha_{\text{вынужденная}} = 4 \cdot 360^\circ + \alpha_{\text{пл}} = -$$

$$d_{\text{пл}} - d_{\text{вынужденная}} = -2 \cdot 360^\circ$$

$$2d_{\text{вынужденная}} - d_{\text{вынужденная}} = -2 \cdot 360^\circ$$

$$d_{\text{вынужденная}} = -2 \cdot 360^\circ \Rightarrow \text{скорость обращения планета по оси в 2 раза больше чем по орбите}$$

Получается планета вращается в сторону противоположную направлению по орбите, а их скорости период  $\frac{1}{2}$  года и  $\frac{1}{4}$  года

$$\text{Ответ: } T_{\text{вынужденная}} = \frac{1}{2} \text{ года } T_{\text{планеты}} = \frac{1}{4} \text{ года}$$

# Задание 4

Ура - ОН

1) Ускорение свободной поверхности звезды равно, будет равно

$$a = \frac{GM}{R^2}, \text{ где } M - \text{масса звезды, а } R - \text{ее радиус}$$

2) Поскольку звезда не падает друг на друга, то центростремительное ускорение равно  $a$ .

Также известными от центра масса  $R$

$$\text{тогда } a = \omega^2 R \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{a}{R}} = \sqrt{\frac{GM}{4R^3}} = \sqrt{\frac{G \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \rho}{4R^3}} = \sqrt{\frac{G \cdot \pi \rho}{3}}$$

3) Тогда период обращения  $\frac{2\pi \cdot \sqrt{3}}{G \cdot \pi} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot 3}{G \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{12\pi}{G \cdot \pi}} \approx \sqrt{\frac{38}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \rho}} = \sqrt{57 \cdot 10^{10} \cdot \frac{1}{\rho}}$

$\approx \frac{75 \cdot 10^5}{\sqrt{\rho}}$

4) Плотность солнца  $\rho = 1400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \Rightarrow \tau_0 = \frac{75 \cdot 10^5}{\sqrt{1400}} \approx \frac{75 \cdot 10^4}{3,8} \approx 2 \cdot 10^4 \text{ сек}$

5) Поскольку звезда главной последовательности, то  $L \sim T^4, M \sim L, R \sim L^{1/4}$

Средняя температура спектрального класса F  $\approx 7000\text{K}$ , а класса K  $\approx 4000\text{K}$

температура солнца  $5700\text{K}$  - (1)  $\Rightarrow M \sim T, R \sim T^{1/3}$

Тогда массы звезд класса F будут  $\approx \frac{7000}{5700} \approx 1,23 M_{\odot}$  и ее радиус

примерно  $1,18 R_{\odot}$ . Плотность звезды F будет  $\frac{M}{V} = \frac{1,23 M_{\odot}}{1,65 V_{\odot}} = \frac{1,23}{1,65} \rho_{\odot} \approx 0,75 \rho_{\odot}$

$\approx \frac{1,23}{1,65} \cdot 1400 \approx \frac{1,2}{1,6} \cdot 1400 = \frac{3}{4} \cdot 1400 = 1050 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$\tau_F \approx \frac{75 \cdot 10^5}{\sqrt{1050}} \approx \frac{7,5 \cdot 10^4}{3,2} \approx 2,3 \cdot 10^4 \text{ сек}$

Проделив аналогичным образом для спектрального класса

K, получим  $\rho \approx 2300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ , тогда  $\tau_K \approx 1,5 \cdot 10^4 \text{ сек}$

Ответ  $\tau_0 = 2 \cdot 10^4$ ,  $\tau_K = 1,5 \cdot 10^4 \text{ сек}$ ,  $\tau_F = 2,3 \cdot 10^4 \text{ сек}$ .

1) Вопрос. Пусть средняя масса звезды будет 100 масс Солнца, тогда количество черных дыр внутри нашей галактики составит более  $4,5 \cdot 10^4$ . Известно, что черные дыры образуются в результате сверхновых или других явлений, однако эти явления происходят в следствии окончания жизни массивных тел, что, нашим приборами ~~сложно~~ это, значит было бы оставить множество следов.

2) Вопрос. ~~те~~ при большом количестве черных дыр, они должны были взаимодействовать на "близкой" расстоянии друг от друга. А при таком количестве, они должны были заполнить большую объём.

3) Поскольку шаровое скопление равномерно, то возраст всех черных дыр одинаков, то они должны были образоваться из одной облака вещества, но как известно в центре облаков образуется "центральное тело", которое массивнее всех остальных, образующихся в результате тел, значит, если бы было шаровое скопление черных дыр, то в центре должно было бы быть черная дыра большей чем звездная масса.