СПб – 210

1. $\alpha = \frac{\lambda}{D}$ – предельное угловое разрешение телескопа

$$\alpha = \frac{3\cdot 10^{3}\cdot 10^{-10}\text{ м}}{2.4\text{ м}} = \frac{3\cdot 10^{-7}}{24\cdot 10^{-1}} = \frac{1}{8}\cdot 10^{-6}\text{ рад} \sim$$

$$\sim \frac{180^{\circ}\cdot 10^{-6}}{3\cdot 8} \sim \frac{10^{\circ}\cdot 10^{-6}}{3\cdot 4} = \frac{10^{\circ}\cdot 10^{-6}}{12} = \frac{10\cdot 60\cdot 10^{-6}}{12} = 5\cdot 10^{-5}\ '$$

Ответ: $5\cdot 10^{-5}\ '$

2. Альбедо у астероида как у луны, но я его не помню. Оставим его как A.

То, что получает Земля от Астероида

$$E = \frac{L_\odot SA}{4\pi X^2\, 4\pi L^2} = \frac{L_\odot \pi R^2 A}{4\pi\, 4\pi (XL)^2} = \frac{L_\odot R^2 A}{16\pi (XL)^2}$$

Сравним с Солнцем для набл. на Земле

$$E_\odot = \frac{L_\odot}{4\pi R_\oplus^2}$$

$$m - m_\odot = 2.5\lg\frac{E_\odot}{E} = 2.5\lg\frac{L_\odot}{4\pi R_\oplus^2}\frac{16\pi (XL)^2}{L_\odot R^2 A} = 2.5\lg\frac{4(XL)^2}{R_\oplus^2 R^2 A}$$

Здесь R – радиус Астероида = 56 м

$R_\oplus$ – от Земли до Солнца = 1 а.е.

X – от Астер. до Солнца = 0,866 а.е.

L – от Аст. до Земли = 0.3 / 0.7 а.е.

$$0{,}866^2 = 1^2 + L^2 - 2\cdot L\cdot 1\,\underbrace{\cos 60^\circ}_{=0.5} = 1 + L^2 - L$$

$L^2 - L + (1 - 0.866^2) = 0$ можно приближенно посчитать как

$L^2 - L + 0{,}19 = 0 \quad D = 1 - 4\cdot 0{,}19 \approx 1 - 4\cdot\frac{2}{10} = 0{,}2$

$$L = \frac{1 \pm \sqrt{0{,}2}}{2} \approx \frac{1 \pm 0{,}4}{2} = \begin{cases} 0{,}3\text{ а.е.} \\ 0{,}7\text{ а.е.} \end{cases}$$

Т.е. возможны 2 случая с расстоянием 0,3 и 0,7 а.е.
Фазу оценим как 0.5, видно, что астероид близок к элонгации.

Отсюда $m = m_0 + 2.5 \lg \dfrac{4(x L)^2}{(R_\oplus R)^2 A \varphi} =$

$= -26{,}7 + 2.5 \lg \dfrac{4 \cdot 2}{A} \left(\dfrac{0.3 \cdot 0.9 \cdot 1.5 \cdot 10^{11} м}{1 \cdot 50 м} \right)^2$ при $A = 1$ (для оценки)

$= -26{,}7 + 2.5 \lg \dfrac{16 \cdot 8^2 \cdot 10^{16}}{} \approx -26{,}7 + 2.5 \lg (10^{19}) =$

$= -26{,}7 + 2.5 \cdot 19 = -26{,}7 + 47{,}5 \approx 20{,}8^m$

Для 0.7 а.е.

$m = -26{,}7 + 2.5 \lg \dfrac{4 \cdot 2}{} \left(\dfrac{0.9 \cdot 0.7 \cdot 1.5 \cdot 10^{11} м}{50 м} \right)^2 =$

$= -26{,}7 + 2.5 \lg (20 \cdot 10^7)^2 \cdot 8 \approx$

$\approx -26{,}7 + 2.5 \lg 10^{14} \cdot \underset{2400}{400 \cdot 8} \approx -26{,}7 + 2.5 \lg 10^{17} \approx -26{,}7 + 2.5 \cdot 17 =$

$= -26{,}7 + 42{,}5 = 15{,}8^m$

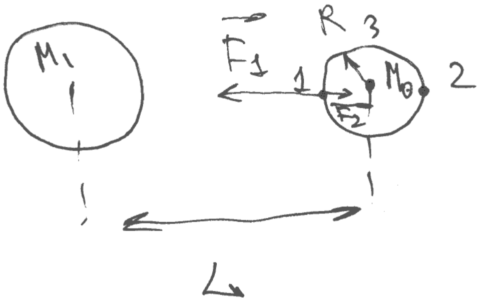
Можно ли увидеть в телескоп?

$m_{пр} = 6^m + 5 \lg \dfrac{D}{d} = 6^m + 5 \lg \left(\dfrac{500 мм}{6} \right) \approx$

$\approx 6^m + 5 \lg \underset{чуть меньше}{100} = 6^m + 5 \cdot 2 = 16^m$

В одном случае можно ($15{,}8^m$), а в другом нет.
Это был расчет без учета Альбедо, так что $15{,}8^m$ это верхняя оценка блеска, а вот 16^m это была нижняя граница.
Используя приближенные расчеты точного ответа дать нельзя.

3. Когда вообще возможна аккреция?



Пока звезды симметричны (нет аккреции) можно рассмотреть 3 точки: 3 - центр звезды как точку в которой заключена вся ее масса, и точки 1 и 2.

Суммарная сила, действующая на 1:

$$F_1 - F_2 = \frac{M_1 G m}{(L-R)^2} - \frac{m M_0 G}{R^2}$$

На 2:

$$\frac{M_0 G m}{R^2} + \frac{M_1 G m}{(L+R)^2}$$

чтобы началась аккреция точка 1 должна отдалиться от звезды, т.е.

$$\frac{M_1 G m}{(L-R)^2} - \frac{m M_0 G}{R^2} > \frac{M_0 G m}{R^2} + \frac{M_1 G m}{(L+R)^2}$$

$$\cancel{\frac{M_1 R^2 - M_0 L^2 + 2 L M_0 R - R^2 M_0}{R^2 (L-R)^2} > M_0 L^2 + 2 L R M_0 + R^2 M_0 + M_1}$$

$$\frac{M_1}{(L-R)^2} - \frac{M_1}{(L+R)^2} > \frac{2 M_0}{R^2} \qquad \frac{L^2 + 2LR + R^2 - L^2 + 2LR - R^2}{(L+R)^2 (L-R)^2} M_1 > \frac{2 M_0}{R^2}$$

$$M_1 \frac{4LR}{(L^2-R^2)^2} > \frac{2 M_0}{R^2} \qquad M_1 > \frac{2 M_0 (L^2-R^2)^2}{4 R^3 L}$$

Но не известен R. $\sim \frac{2 \rho_{КАР} (L^2-R^2)^2}{L}$

Так же, чтобы вещество попадало с звезды на белый карлик давление внутри звезды должно быть больше, чем в карлике.

$$P = \frac{\rho R T}{M_r} \qquad P_1 > P_2 \qquad \frac{\rho_{зв} T_{зв}}{M_r} R > \frac{\rho_{КАР} T_{КАР}}{M_r} R$$

Для оценки считаем их T равными так же как и M_r, тогда

$$\rho_{зв} > \rho_{КАР} \quad \cancel{\rho_{КАР} < \frac{M_1 L}{2(L^2-R^2)}} \quad \cancel{\rho_{зв} > \frac{M_1 L}{2(L^2-R^2)}}$$

3.

Возьмем критические значения, тогда

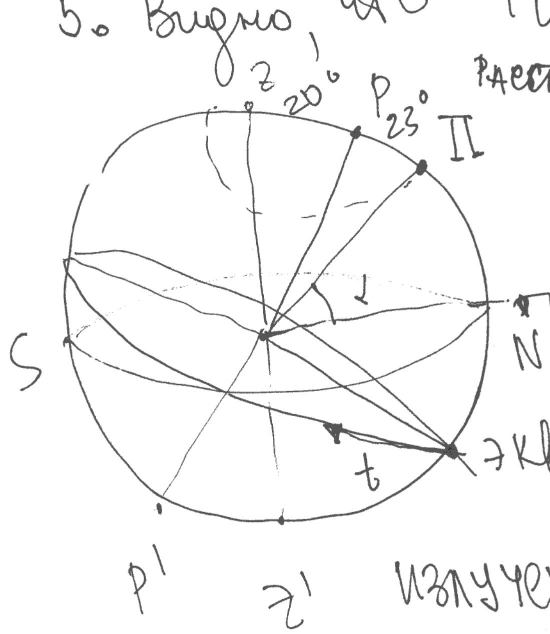
$$\begin{cases} M_1 = \dfrac{2M_0(L^2-R^2)^2}{4R^3L} \\ \rho_{зв} = \rho_{кар} = \dfrac{M_0}{R} \Rightarrow R = \dfrac{M_0}{\rho_{зв}} \end{cases}$$

~~5. Видно, что~~

$\cancel{4\left(\frac{M_0}{\rho_{кар\,зв}}\right)^3 L\, M_1 = 2M_0\left(L^2 - \frac{M_0^2}{\rho^2_{кар\,зв}}\right)^2}$

$\cancel{M_1 4R^3 L = 2M_0(L^4 - 2(RL)^2 + R^4)}$

5. Видно, что Гиаусар примерно в северном полюсе эклиптики, расст. от P до П $= 23{,}5^\circ$ от Z до P $90 - \varphi \approx 20^\circ$



Видимая зв. вел. зависит от расстояния до набл. и от свойств атмосферы, про которые я не могу что-либо сказать

~~Расстояние до набл. изменяется~~

~~вместе~~

$m_1 - m_2 = 2.5\lg\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$ — т.к. мощность излучения не поменялась.

4. Рентгеновские пульсации могут быть связаны с нейтронной звездой. Ее период обращения и есть 1^s. Отклонения связаны с прохождением планеты, непрозрачной для рентгеновских лучей, которая ~~звезд~~ проходит диаметр нейтр. зв за 10^{-4} секунды.

Изменение длины волны H_α нельзя приписать изменению радиальной скорости ~~звезд~~ системы. Можно предположить, что это связано с изменением относительной скорости объектов, тогда

$\frac{V_{отн}}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$, где $\lambda \sim 600$ Å — длина ~~волн~~ H_α, а может это связано с изменением ср. скорости молекул $\Rightarrow$ изм. темп. во время затмений.

Светимость системы можно оценить как сумму светимостей компонентов. $L = \sigma 4\pi(R_1^2 T_1^4 + R_2^2 T_2^4)$

+ продолжение

210

1. Предположим, что изменение длины волны связано с температурой.

$$\bar{V} = \sqrt{\frac{3KT}{m}} \quad \bar{V}_{отн} = 2\bar{V} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c = \frac{0.5\,\mathring{A}}{600\,\mathring{A}} \cdot \left(300 \cdot 10^3 \frac{км}{с}\right) =$$

$$= \left(0.25 \cdot 10^3 \frac{км}{с}\right)$$

$$(0.25 \cdot 10^3)^2 = \frac{3KT}{m}$$ m можно взять около $1 \cdot 10^{-27}$ кг как массу протона

$K = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$

$$T = \frac{0.25^2 \cdot 10^6 \cdot 10^{-27}}{3 \cdot 1{,}4 \cdot 10^{-26}} = \frac{10^6 \cdot 10^{26} \cdot 10^{-27}}{4 \cdot 4 \cdot 3} = \frac{10^5}{~~48~~} \approx 0{,}02 \cdot 10^5\,K =$$

$= 2000\,K$ это не может быть зв. ГП или нейтронная

предположение оказалось неверным.

2. $V_{отн} = ~~[illegible]~~ \; 250 \frac{км}{с}$

~~[illegible]~~

Период обращения вокруг своей оси нейтр. зв $= 1c = \frac{2\pi R \sqrt{R}}{\sqrt{GM}}$

$$1c^2 = \frac{4\pi^2 R^3}{GM} \Rightarrow R^3 = \frac{1c^2 \cdot G \cdot M}{4\pi^2} = \frac{1c^2\; 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}4 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{4 \cdot 3^2} =$$

$$~~[illegible]~~ = \frac{7 \cdot 2}{4 \cdot 3^2} \cdot 10^{19} \approx 10^{18}\,м$$

$$R = \sqrt[3]{10^{18}} = 10^6\,м$$

$$10^{-4} c = \frac{2 R_m}{V_{отн}} \Rightarrow R_m = \frac{10^{-4} \cdot V_{отн}}{2} = \frac{250 \cdot 10^{-4}}{2} = 125 \cdot 10^{-4}\,км$$

~~Оставляем оценить температуру нейтронной звезды~~.

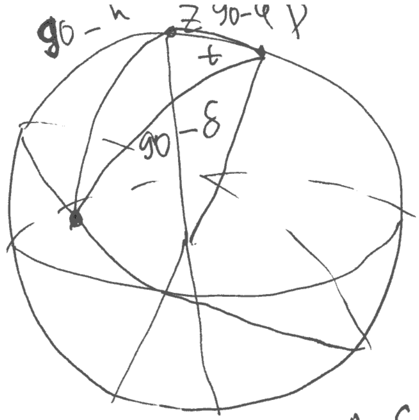
Возьмем средние значения температуры. Для звезды ГП. $\sim 5800\,K$, для нейтронной $6500\,K$.

Тогда

$$L = 5{,}67 \cdot 10^{-8} \cdot 4 \cdot 3 \left((125 \cdot 10^{-4} \cdot 10^3\,м)^2 \cdot (5800K)^4 + (6500K)^4 \cdot 10^{18}\,м \right) =$$

~~Странно, видно что R звезды ГП < R звезды нейт~~

5.



По сф. т. косинусов

$$\cos(90-h) = \cos(90-\varphi)\cos(90-\delta) +$$
$$+ \sin(90-\varphi)\sin(90-\delta)\cos t$$

$$\sin h = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos t$$