Нсб-5

1) Чтобы разрешить двойную систему, необходимо чтобы угловое расстояние между компанентами было не меньше диффракционного предела телескопа. Дифр. предел $\gamma = \frac{1,22\lambda}{D}$, где λ - длина волны ~~(наблюдаемой от звезды), а D~~ на которой принимает телескоп/глаз/пр. аппаратура, а D - диаметр объектива. Тогда угловое расстояние α:

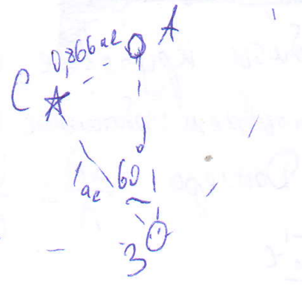
$$\alpha \geq \gamma = \frac{1,22\cdot 3000\cdot Å}{2,4\ м}$$

$$\alpha \geq \frac{1,22\cdot 3000\cdot 10^{-10}\ м}{2,4\ м} \approx \frac{1,22\cdot 10^{-7}}{0,8} \approx \frac{3}{2}\cdot 10^{-7}\ rad$$

$1\ rad \approx 2\cdot 10^{5}\ ''$ Значит $\alpha \approx 3\cdot 10^{-2}\ '' \approx 30$ mas

Ответ: $\alpha \geq 30$ mas

2)



Найдём расстояние между Астероидом и Землёй по теореме косинусов:

$$0,866^2 = 3A^2 + 1 - 2\cdot 3A\cdot 1\cdot \cos 60 \quad \left(\cos 60 = \frac{1}{2}\right)$$

$$3A(1-3A) = 1 - 0,866^2$$

$$3A(1-3A) = (1-0,866)(1+0,866)$$

$$3A(1-3A) = 0,134\cdot 1,866 \approx 0,25$$

Значит $3A \approx 0,5$ ае ~~(если точнее, то 3A будет чуть меньше 0,5, примерно~~

$0,866^2 \approx 0,75$, Значит угол $CA3 \approx 90^\circ$

Найдём звёздную величину Астероида:

Солнце излучает $L \approx 3,9\cdot 10^{26}$ Вт; до астероида доходит $\frac{L}{4\pi CA^2}$, он отражает $\frac{L}{4\pi CA^2}\cdot A\cdot \pi R_A^2$ и до Земли доходит $W = \frac{\frac{L}{4\pi CA^2}\cdot A\cdot \pi R_A^2\cdot \varphi}{4\pi (A\text{-}3)^2}$,

где A - альбедо астероида (для оценки $A \approx 0,5$) ($A = A_Л$ - альбедо Луны, из-за что не помню) а φ - фаза астероида,

$\varphi = \frac{1+\cos\alpha_\varphi}{2}$, α_φ - фазовый угол, в нашем случае $\alpha_\varphi = 90 \Rightarrow \varphi = 0,5$

$$W = \frac{3,9\cdot 10^{26}\cdot 0,5\cdot 0,5\cdot 50^2}{16\pi\cdot(0,866\cdot 1,5\cdot 10^{11})^2\cdot(0,5\cdot 1,5\cdot 10^{11})^2} = \frac{3,9\cdot 10^{26}\cdot 2500}{16\pi\cdot 0,75\cdot 1,5^4\cdot 10^{44}} = \frac{3,9\cdot 10^{30}}{16\pi\cdot 3\cdot 2,25^2\cdot 10^{44}} \approx \frac{4\cdot 10^{30}}{16\cdot 10\cdot 4,6\cdot 10^{44}} =$$

$\approx 6\cdot 10^{-16}\ \frac{Вт}{м^2}$ По закону Погсона можно сравнить с Вегой ($W_0 = 2,6\cdot 10^{-8}$) и найти звёздную величину астероида: $m_A = m_B + 2,5\lg\frac{2,6\cdot 10^{-8}}{6\cdot 10^{-16}}$

$m = 2{,}5 \cdot \lg 4 \cdot 10^7 \simeq 2{,}5 \cdot 7{,}5 = +18{,}7^m$

Можно ли его наблюдать в телескоп с $D = 50$ см?

Допустим, телескоп у нас равнозрачковый ($d \approx 6$ мм) и коэффициент энергетического увеличения $K_э = \frac{D^2}{d^2} = \frac{W_{\text{на телескоп}}}{W_{\text{в глаз}}} = \left(\frac{500}{6}\right)^2 = (83{,}33)^2 \simeq 6500$

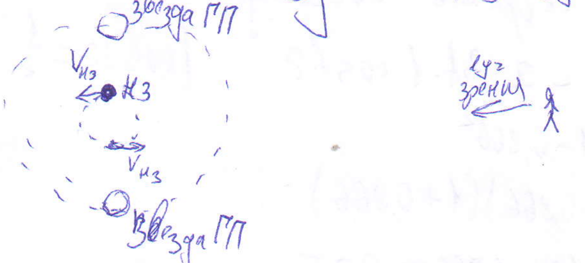
А предельная зв. величина, видимая в телескоп $m_T = 6 + 2{,}5 \lg \left(\frac{D}{d}\right)^2$

$m = 6 + 2{,}5 \lg 6500 = 6 + 2{,}5 \lg 6{,}5 \cdot 10^3 = 6 + 3{,}8 \simeq +10^m$

Если в нахождении зв. вел. астероида не было допущено математических ошибок, то нет, в такой телескоп не увидим.

Ответ: $+18{,}7^m$; нет, не увидим.

4 Рентгеновские пульсации порождаются нейтронной звездой, а их отклонение от среднего значения порождается тем, что нейтронная звезда движется из-за воздействия звезды ГП. ~~Так же сказано, что перио~~



Допустим орбиты круговые, скорость Земли не учитываем (орбитальное вращение)

Тогда по закону Доплера: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{V}{c}$ $(V \lll c)$

$\frac{\lambda' - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{V}{c} = \frac{T'c - T_0 c}{T_0 c}$

То есть $\frac{\Delta T}{T} = \frac{V}{c} = \frac{10^{-4}}{1} \longrightarrow V_{нз} = 30$ км/с

В оптическом диапазоне светит звезда ГП и так же по Доплеру:

$H_\alpha = 6365$ Å $\quad \frac{0{,}5 \text{ Å}}{6365 \text{ Å}} = \frac{V}{c} = \frac{1}{12730} \longrightarrow V_{ГП} = 23$ км/с

В двойной системе ~~центростремительных ускорений об~~ ~~сил~~ отношение скоростей ~~равно~~ обратно пропорционально отношению масс объектов (если орбиты круговые):

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{m_1}{m_2}$ Тогда $\frac{M_{нз}}{M_{ГП}} = \frac{23}{30} = \frac{1{,}4}{M_{ГП}} \longrightarrow M_{ГП} \approx 2{,}5 M_c$

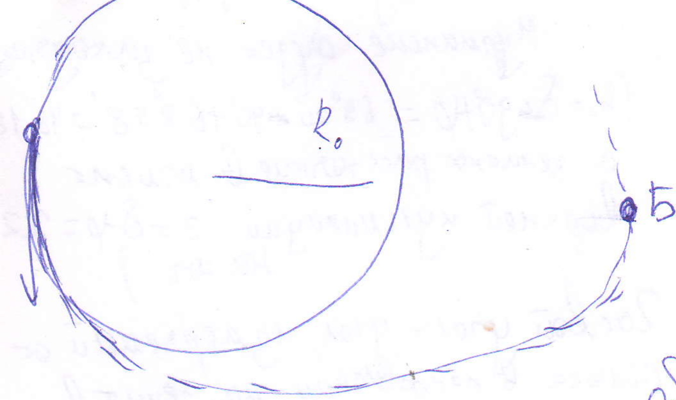
Т.к. это звезда ГП ~~справедлив~~ ~~мы можем~~ справедливо выражение $L \sim M^4$ и, сравнивая с L Солнца и M Солнца получим $L_{(L_c)} = M^4_{(M_c)}$

И тогда $L_{ГП} = 40\ L_c$. А т.к. звезда очень близка по массе к Солнцу, её видимая светимость будет примерно равна полной светимости, то есть

$40 L_c \approx 16 \cdot 10^{28}$ Вт Ответ: ~~$8 \cdot 10^{27}$ Вт~~ $1{,}6 \cdot 10^{28}$ Вт

3)

НСд-5



Вещество аккрецирует на Б.К по "гомановской"-и траектории (см. рисунок), при этом большая полуось его орбиты равна $\left(\frac{0,14+0,1}{2}\right)$ ае, а период будет равен периоду обращения двойной системы (чтобы аккреция вообще была и вещ-во не улетало в космос). То есть по III закону Кеплера $(M+m)\cdot T^2 = 0,12^3$. ~~т.к. III закон Кеплера для БК имеет вид~~ ~~$(M+m)\cdot T^2=(a_1+a_2)^3$ и расстояние между центрами звёзд постоянно, то орбиты круговые и $R_1+R_2=0,12$ ае и $\frac{R_2}{R_1}=\frac{M_1}{M_2}$ (т.к. дв. система)~~ ~~$R_1+\frac{M_1}{M_2}R_1=0,12$ ае (Пусть M_2 — это масса БК и R_2 — радиус орбиты БК)~~

С другой стороны, сказано, что радиус звезды максимальный $\Rightarrow$ частицы на экваторе имеют вторую космическую скорость для этой звезды, то есть $V_2=\sqrt{\frac{2GM}{R_{экв}}}$ (M – масса большой звезды).

Так же мы знаем, что в этот момент она находилась в перигелии своей орбиты (если частица переходит в аккрецию), т.е. её скорость $V_2=\sqrt{\frac{G(M+m)}{R_{экв}}(1+e)}$, где e – эксцентриситет новой орбиты;

$$(1-e)\cdot 0,12 = R_{экв} \Rightarrow e = 1-\frac{R_{экв}}{0,12} = 1-\frac{0,1}{0,12}$$

То есть:

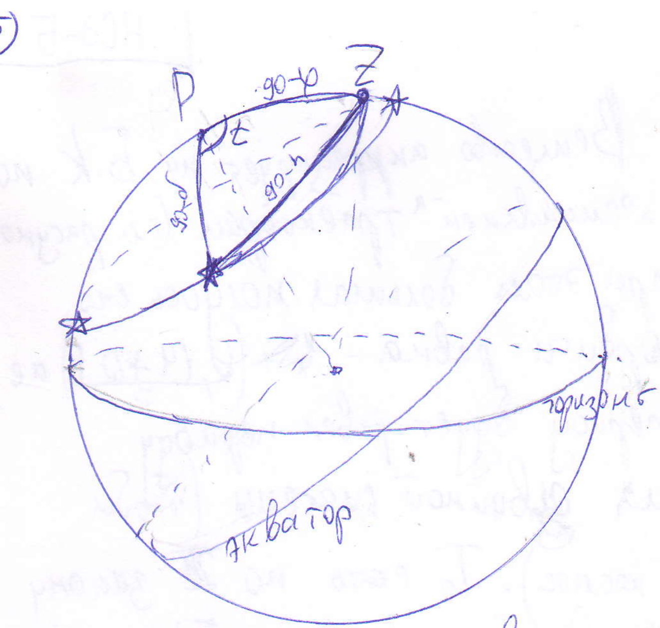
$$\frac{G(M+m)}{0,1\text{ ае}}\cdot\left(2-\frac{0,1}{0,12}\right)=\frac{2GM}{0,1\text{ ае}} \longrightarrow \frac{0,1}{0,12}M = m\left(2-\frac{0,1}{0,12}\right)$$

и $M\cdot\frac{6}{5}=1M_c\left(2-\frac{6}{5}\right) \to M = 1\cdot\left(\frac{10}{6}-1\right)M_c \to M=\frac{2}{3}M_c$

Объём звезды $V\approx\frac{4}{3}\pi R^3$ (хотя это не совсем так из-за того, что звезда сильно сплюснута). И плотность $\rho=\frac{M}{V}=\frac{2 M_c\cdot 3}{3\cdot 2\cdot 4\pi R^2}=\frac{2\cdot10^{30}\text{ кг}}{2\cdot\pi\cdot(0,1\cdot1,5\cdot10^{11})^2}=\frac{10^{30}}{\pi\cdot1,5^2\cdot10^{20}}=\frac{10^{10}}{\pi\cdot2,25}=\frac{\pi}{2,25}\cdot10^9\approx1,4\cdot10^9$ кг/м^3

Ответ: $1,4\cdot10^9$ кг/м^3

3



Звезда Гиаусар в Мурманске будет не заходящей ($h_- = \delta - 90° + \varphi = 69°20' - 90° + 68°58' = 48°18'$), а зенитное расстояние в момент верхней кульминации $z = \delta - \varphi = 22'$ на юг)

Часовой угол – угол, измеряемый от полюса в направлении на зенит в сторону видимого суточного движения звёзд.

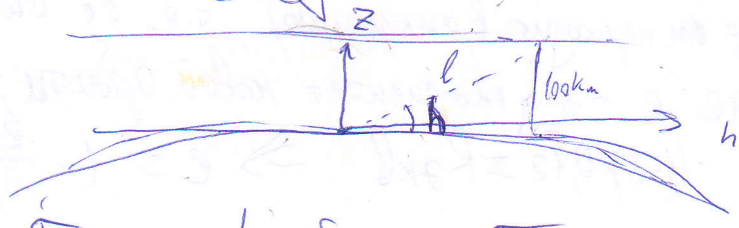
То есть в момент верхней кульминации Гиаусара, его часовой угол будет равен $0°$, а в момент нижней кульминации – $180°$

По паралактическому треугольнику в некоторый момент времени: $\cos(90-h) = \cos(90-\varphi)\cdot\cos(90-\delta) + \sin(90-\varphi)\cdot\sin(90-\delta)\cdot\cos t$

Мы вывели связь между h и t.

Известно, что зв. вел. Гиаусара без атмосферы $3,8^m$ в зените атмосфера блокирует $+0,2^m$ => найдём зависимость потери Δm от высоты звезды:

(Гиаусар всегда выше $48°18'$ => можно считать что земля плоская и $l = \frac{100\,км}{\sin h}$)



По закону Бугера-Ламберта-Бэра поглощение Δm пропорционально расстоянию l. Средняя высота атмосферы 100 км => $l = \frac{100\,км}{\sin h}$

и $l - 100\,км = 0,2^m + \Delta m$, то есть $100\,км\left(\frac{1}{\sin h} - 1\right) = 0,2^m + \Delta m$

А из паралактического треугольника: $\sin h = \sin\varphi\cdot\sin\delta + \cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\cos t$

$\sin\varphi \approx \sin\delta \approx 0,92$

$\cos\varphi \approx \cos\delta \approx 0,38$

$\sin h = 0,85 + 0,15\cos t$

$$\Delta m = 100\,км\left(\frac{1}{0,85+0,15\cos t} - 1\right) - 0,2^m$$

$m_1 = m_{аб} + \Delta m$

Ответ: $3,6^m + 100\,км\left(\frac{1}{0,85+0,15\cos t} - 1\right)$, при $t \le 180°$; при $t > 180°$ необходимо брать не $\cos t$, а $\cos(180-t)$

Нсб-5

4

Нсд-5

~~$\sin\varphi = \sin 68°58' \approx \frac{7,3}{7,9} =$~~ ~~$\cos\varphi = \frac{3,1}{7,9}$~~

$\sin\varphi = \sin\delta = \sin 69°20' = \frac{9,2}{10} = 0,92$

$\cos\varphi = \cos\delta = \frac{3,8}{10} =$

$$\begin{array}{r} 0,92 \\ \times\, 0,92 \\ \hline 184 \\ 828 \\ \hline 0,8464 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,38 \\ \times\, 0,38 \\ \hline 204 \\ 1240 \\ \hline 0,1444 \end{array}$$

Нсд-5

5