

н1. Т.к. двойную систему удалось разрешить, значит, разрешающая способность стала ^{меньше} или равна угловому расстоянию между звездами.

Формула для нахождения разрешающей способности телескопа:

$$\varphi = \frac{1,22 \lambda}{D}$$

Проверим известно, что $\lambda = 3000 \text{ \AA} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ м}$; $D = 2,4 \text{ м}$.

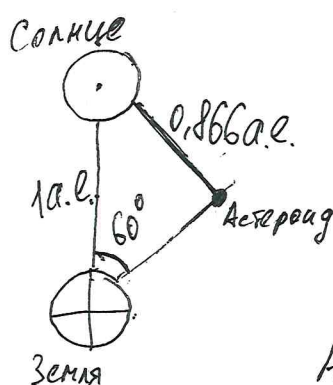
$$\text{Тогда } \varphi = \frac{1,22 \cdot 3 \cdot 10^{-7} \text{ м}}{2,4 \text{ м}} \approx \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 10^{-7} \text{ рад} = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ рад}.$$

Переведем в угловые секунды: $\varphi'' = 1,5 \cdot 10^{-7} \cdot 206265'' \approx 1,5 \cdot 10^{-7} \cdot 206000'' = (309000 \cdot 10^{-7})'' = 0,0309'' \approx 0,03''$

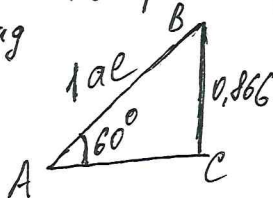
Значит, угловое расстояние между компонентами не менее $0,03''$.

Ответ: не менее $0,03''$

н2.



Для начала определим ~~расстояние между~~ ^{при наблюдении с астероида} ~~расстояние между~~ ^{Пересечем треугольник,} ~~расстояние между~~ ^{который образуют Земля, астероид и Солнце:}



По теореме синусов:

$$\frac{AB}{\sin \angle BCA} = \frac{BC}{\sin \angle BAC} \Rightarrow \sin \angle BCA = \frac{AB}{BC} \cdot \sin \angle BAC$$

$$\sin \angle BCA = \frac{1}{0,866} \cdot \sin 60^\circ$$

$$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}, \sqrt{3} \approx 1,7 \Rightarrow \sin 60^\circ \approx 0,85$$

Тогда $\sin \angle BCA = \frac{1}{0,866} \cdot 0,85 \approx 1 \Rightarrow \angle BCA = 90^\circ$. Значит, астероид

находится в максимальной элонгации. Т.к. астероид имеет свойства поверхности, как у Луны, найдем его видимую звездную величину, если бы он находился на расстоянии между Землей и Луной. Это можно найти через светимости астероида и Луны.

Известно, что $\frac{h_1}{h_a} = \left(\frac{R_1}{R_a}\right)^2 \left(\frac{T_1}{T_a}\right)^4$. Т.к. оптические свойства

поверхности одинаковы, то $T_1 = T_a$. Тогда $\frac{h_1}{h_a} = \left(\frac{R_1}{R_a}\right)^2$

$$R_1 \approx 1750 \cdot 10^3 \text{ м}; R_a \text{ по условию } 50 \text{ м. } \frac{h_1}{h_a} = \left(\frac{1750 \cdot 10^3}{50}\right)^2 = \frac{1750}{150} \overline{) 50}$$

$$= (35 \cdot 10^3)^2 = 35^2 \cdot 10^6 = 1225 \cdot 10^6 = 1,225 \cdot 10^9$$

$$\begin{array}{r} 1750 \overline{) 50} \\ 150 \\ \hline 250 \\ 250 \\ \hline 0 \end{array}$$

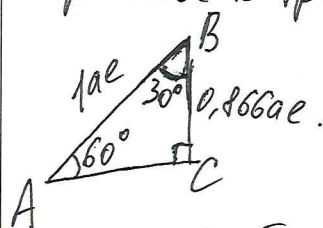
$$\begin{array}{r} \times 35 \\ 35 \\ \hline 175 \\ 105 \\ \hline 1225 \end{array}$$

Также $\frac{h_1}{h_a} = 10^{0,4(m_a - m_1)}$. Т.к. астероид, а следовательно и Луна, находится в максимальной elongации, то Луна будет в фазе 1 или последней четверти. Тогда $m_1 = -10^m$.

$$\text{Тогда } \frac{h_1}{h_a} = 10^{0,4(m_a + 10)}; \lg 1,225 \cdot 10^9 = 0,4(m_a + 10); \lg 1,225 \cdot 10^9 \approx \lg 10^9 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 9 = 0,4(m_a + 10) \Rightarrow m_a + 10 = 9 \cdot \frac{5}{2} = 22,5 \Rightarrow m_a = 12,5^m$$

Теперь необходимо найти расстояние от Земли до астероида. Вернемся к треугольнику, который образуют Земля, Солнце и астероид.



$$\angle ABC = 180^\circ - \angle BAC - \angle BCA = 180^\circ - 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$$

$$\text{Тогда } AC = AB \cdot \sin 30^\circ = 1 \text{ a.e.} \cdot \frac{1}{2} = 0,5 \text{ a.e.} = 75 \cdot 10^6 \text{ км.}$$

Пусть E — блеск от астероида на расстоянии от Земли до Луны, т.е. $\approx 4 \cdot 10^5 \text{ км}$,
E' — блеск от астероида на расстоянии от Земли на 0,5 a.e.

$$\text{Тогда } \frac{E}{E'} = \left(\frac{r'}{r}\right)^2 = \left(\frac{75 \cdot 10^6 \text{ км}}{4 \cdot 10^5 \text{ км}}\right)^2 \approx (20 \cdot 10)^2 = 4 \cdot 10^4$$

$$\text{Также } \frac{E}{E'} = 10^{0,4(m_a' - m_a)} \Rightarrow \lg 4 \cdot 10^4 = 0,4(m_a' - m_a); \lg 4 \cdot 10^4 \approx 4,5$$

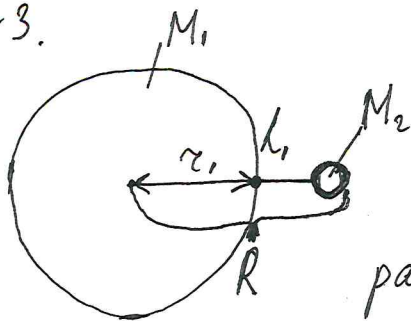
$$4,5 = 0,4(m_a' - 12,5) \Rightarrow m_a' - 12,5 = 11,25 \Rightarrow m_a' \approx 23,75^m$$

Проницающая способность телескопа $m = 6 + 5 \lg \frac{D}{d_{\text{зр}}}$. $D = 500 \text{ мм}$, $d_{\text{зр}}$ — диаметр зрачка

$$5 \text{ мм. Тогда } m = 6 + 5 \cdot \lg \frac{500}{5} = 6 + 5 \cdot \lg 100 = 6 + 5 \cdot 2 = 16^m$$

Т.к. $16^m < 23,75^m$, то в данный телескоп будет невозможно наблюдать данный астероид. Ответ: невозможно.

№3.



Т.к. от основного компонента идёт аккреция вещества, значит, эта звезда заполнила полость Роша, т.е. её радиус равен расстоянию до первой точки Лагранжа L_1 .

Для точки L_1 известна формула: $r_1 = R \left[1 - \left(\frac{1}{3} \frac{M_2}{M_1 + M_2} \right)^{\frac{1}{3}} \right]$.

По условию $r_1 = 0,1 \text{ а.е.}$; $R = 0,14 \text{ а.е.}$; $M_2 = M_\odot$. Тогда формула примет вид: $0,1 = 0,14 \left[1 - \left(\frac{1}{3} \frac{M_\odot}{M_1 + M_\odot} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \Rightarrow \frac{0,1}{0,14} = 1 - \left(\frac{1}{3} \frac{M_\odot}{M_1 + M_\odot} \right)^{\frac{1}{3}}$;

$$\frac{0,1}{0,14} = \frac{10}{14} = \frac{5}{7} \Rightarrow \left(\frac{1}{3} \frac{M_\odot}{M_1 + M_\odot} \right)^{\frac{1}{3}} = 1 - \frac{5}{7} = \frac{2}{7} \Rightarrow \frac{M_\odot}{M_1 + M_\odot} = 3 \cdot \left(\frac{2}{7} \right)^3 = \frac{24}{343};$$

$$343 M_\odot = 24 M_1 + 24 M_\odot \Rightarrow 24 M_1 = 319 M_\odot \Rightarrow M_1 = \frac{319}{24} M_\odot \approx 13,29 M_\odot \approx 13,3 M_\odot$$

$$\rho = \frac{M_1}{V}; M_1 = 13,3 M_\odot = 13,3 \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ кг};$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r_1^3 \approx 4 \pi r_1^3 = 4 (0,1 \cdot 150 \cdot 10^9 \text{ м})^3 = 4 \cdot 1,5^3 \cdot 10^{30} \text{ м}^3$$

$$\text{Тогда } \rho = \frac{13,3 \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}}{4 \cdot 1,5^3 \cdot 10^{30} \text{ м}^3} = \frac{6,65 \text{ кг}}{1,5^3 \text{ м}^3} = \frac{6,65 \text{ кг}}{3,375 \text{ м}^3} \approx 2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ: ^{средняя} плотность основного компонента системы приблизительно равна $2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$$\begin{array}{r} 3 \overline{) 24} \\ 24 \quad \overline{) 13,29} \\ \hline 09 \\ 02 \\ \hline 00 \\ 08 \\ \hline 220 \\ 216 \\ \hline 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,5 \\ 1,5 \\ \hline 75 \\ 15 \\ \hline 2,25 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 2,25 \\ 1,5 \\ \hline 1125 \\ 225 \\ \hline 3375 \end{array}$$

№5.

$$\delta = 69^{\circ}20'$$

$$\alpha = 11^{\text{h}}31^{\text{m}}$$

$$m = 3,8^{\text{m}}$$

$$\varphi = 68^{\circ}58'$$

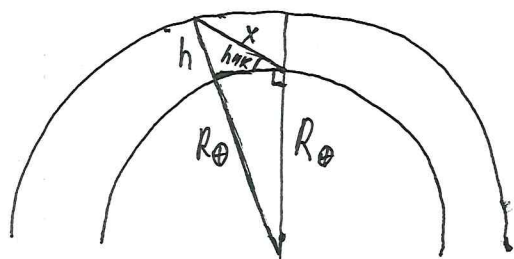
Найдем высоту верней и низшей кульминации

звезды Гиаусар в Мурманске: $h_{\text{вк}} = 90 + \varphi - \delta$; $h_{\text{нк}} = -90 + \varphi + \delta$;

$$h_{\text{вк}} = 90^{\circ} + 68^{\circ}58' - 69^{\circ}20' = 90^{\circ} - 22' = 89^{\circ}38';$$

$$h_{\text{нк}} = -90^{\circ} + 68^{\circ}58' + 69^{\circ}20' = -90^{\circ} + 69^{\circ}00' + 69^{\circ}18' = -90^{\circ} + 90^{\circ} + 48^{\circ}18' = 48^{\circ}18';$$

Имеем, что при верней кульминации звезда находится почти в зените. Известно, что из-за внешней атмосферы, видимая звездная величина в зените увеличивается на $0,2^{\text{m}}$, в нашем случае $m_1 = 3,8^{\text{m}} + 0,2^{\text{m}} = 4^{\text{m}}$. Зная, что толщина атмосферы примерно равна 8 км, найдем толщину слоя атмосферы, которую несквозно преодолеть, если светило находится на высоте $h_{\text{нк}} = 48^{\circ}18'$.



По теореме косинусов:

$$(R_0 + h)^2 = x^2 + R_0^2 - 2R_0x \cos(h_{\text{нк}} + 90^{\circ}). \quad (1)$$

$$\cos(h_{\text{нк}} + 90^{\circ}) = \cos(138^{\circ}18') \approx \cos(135^{\circ}) = -\cos(45^{\circ})/2$$

Учитывая (2), формула (1) примет вид: $R_0^2 + 2R_0h + h^2 = x^2 + R_0^2 + 2R_0x \frac{\sqrt{2}}{2}$;

$$x^2 + R_0\sqrt{2}x - 2R_0h - h^2 = 0$$

$$x^2 + 9000x - 102400 - 64 \approx$$

$$\approx x^2 + 9000x - 100000 = 0.$$

$$D = 4500^2 - 1 \cdot (-100000) = 20250000 + 100000 = 20350000 \approx$$

$$\approx 4510^2$$

$$x_1 = \frac{-4500 + 4510}{1} = 10 \text{ км}, \quad x_2 < 0 - \text{не имеет смысла.}$$

При $h = 8 \text{ км}$ $\Delta m_1 = 0,2^{\text{m}}$, тогда при $x = 10 \text{ км}$

$$\Delta m_2 = \frac{x}{h} \cdot \Delta m_1 = \frac{10,5}{8,4} \cdot 0,2^{\text{m}} = 0,25^{\text{m}}. \quad \text{Значит, } m_2 = 3,8 + 0,25^{\text{m}} =$$

$= 4,05^{\text{m}}$. Значит, звездная величина звезды Гиаусар уменьшается в пределах от 4^{m} до $4,05^{\text{m}}$ на широте Мурманска.

нч. Известно, что рентгеновские пульсации происходят ~~вслед~~
из-за падения вещества с ~~одной~~ компоненты на нейтральную звезду.

Периодичность пульсаций связана с вращением нейтральной звезды
вокруг своей оси.

По принципу Доплера $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} \Rightarrow v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \cdot c$, $\lambda \approx 6000 \text{ \AA} \Rightarrow$

$$\Rightarrow v = \frac{0,5 \text{ \AA}}{6000 \text{ \AA}} \cdot 3 \cdot 10^5 \frac{\text{км}}{\text{с}} = \frac{3 \cdot 10^5 \frac{\text{км}}{\text{с}}}{\cancel{12000} \cdot 4000} = \frac{100000 \text{ км}}{4000 \text{ с}} = 25 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

