

$$\textcircled{1} \quad \lambda = 3000 \text{ \AA}$$

$$D = 2,4$$

$$\beta = ?$$

$$\begin{array}{r} 2,06 \\ 1,5 \\ \hline 1030 \\ 206 \\ \hline 3,090 \end{array}$$

Разрешающая способность телескопа:

$$\beta = \frac{1,22 \cdot \lambda}{D} = \frac{1,22 \cdot 3000 \cdot 10^{-10}}{2,4} = \frac{1,2 \cdot 3000 \cdot 10^{-10}}{2,4} =$$

$$= \frac{3000 \cdot 10^{-10}}{2} = 1500 \cdot 10^{-10} \text{ радиан}$$

$$\beta'' = 1500 \cdot 10^{-10} \cdot 206265'' \approx 1500 \cdot 10^{-10} \cdot 206 \cdot 10^3 =$$

$$= 1500 \cdot 206 \cdot 10^{-7} = 1,5 \cdot 10^3 \cdot 2,06 \cdot 10^2 \cdot 10^{-7} = 1,5 \cdot 2,06 \cdot 10^{-2} =$$

$$= 3,09 \cdot 10^{-2} = 0,309 \cdot 10^{-1} = 0,0309 \approx 0,03''$$

0,03'' — это минимальное расстояние, которое может быть.

Т.о. угловое расстояние может быть не менее 0,03''.

$\beta'' \geq 0,03''$ — угловое расстояние.

Ответ: $\beta'' \geq 0,03''$

$$\textcircled{2} \quad R_{\text{Сол}} = 50 \text{ м}$$

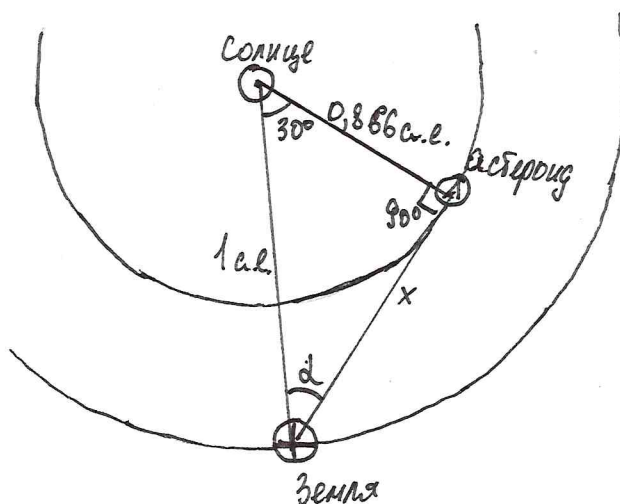
$$r_{\text{Сол}} = 0,866 \text{ а.е.}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$D = 50 \text{ см}$$

$$m_{\alpha} = ?$$

$$\begin{array}{r} 0,866 \\ 0,866 \\ \hline 5196 \\ 5196 \\ \hline 6928 \\ \hline 0,749956 \end{array}$$



* Воспользуемся ф. косинусов.

$$0,866^2 = 1^2 + x^2 - 2x \cos \alpha$$

$$\cos 60^\circ = 0,5$$

$$0,866^2 = 1 + x^2 - x$$

$$0,866^2 \approx 0,75$$

$$-0,25 = x^2 - x$$

$$x^2 - x + 0,25 = 0$$

$$D = 0$$

$$x = 0,5 \text{ а.е.}$$

Зная можем сделать вывод, что это прямоугольный треугольник, в котором 1 а.е. — гипотенуза. Угол со стороны системы между Солнцем и Землей 90° . Значит, астероид находится в максимальной элонгации.

Продолжение задачи 2 (1)

Ищем зв. величину Луны, если бы мы её уменьшили до размеров астероида. Так как астероид в макс. элонгации, то и Луна должна быть при таких же углах, а значит она была бы в I четверти или в последней четверти. Звездная величина Луны в такой ситуации примерно -10^m .

По 3-ю Стэрмана-Больцмана:

$L = 4\pi R^2 \rho T^4$, где $4\pi R^2 \rho T^4$ не будут изменяться. Тогда:

$$\frac{L_n}{L_a} = \left(\frac{R_n}{R_a}\right)^2 = 2,512^{m_a - m_n} \rightarrow \text{по 3-ю Погсона}$$

$$\begin{array}{r} \times 3,5 \\ 175 \\ \hline 105 \\ \hline 12,25 \end{array}$$

$$\left(\frac{R_n}{R_a}\right)^2 = \left(\frac{3500 \cdot 10^3}{2 \cdot 50}\right)^2 = (3500 \cdot 10^2)^2 = (3,5 \cdot 10^4)^2 = 12,25 \cdot 10^8 = 12 \cdot 10^8 = 1,2 \cdot 10^9 \approx 10^9 \text{ раз}$$

Радиус Луны ≈ 1750 км

Прологарифмируем 3-ю Погсона:

$$\lg \frac{L_n}{L_a} = 2,5(m_a - m_n) \cdot \lg 2,512$$

$$9 = \lg \lg 10^9 = 9$$

$$\lg 2,512 = 0,4$$

$$9 = 0,4(m_a - m_n)$$

$$22,5 = m_a - (-10^m)$$

$$22,5 - 10^m = m_a$$

$m_a = 12,5^m$ - имела бы Луна, если бы имела размеры астероида.

$$\frac{E_1}{E_2} \sim \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2, \text{ т.о. } \frac{E_a}{E_n} = \left(\frac{r_a}{r_n}\right)^2 = 2,512^{m_a - m_n} \rightarrow \text{3-ю Погсона.}$$

Расстояние от Земли до Луны $r_n \approx 400000$ км

$$\frac{E_a}{E_n} = \left(\frac{r_a}{r_n}\right)^2 = \left(\frac{0,5 \cdot 150 \cdot 10^6}{4 \cdot 10^5}\right)^2 = \left(\frac{0,5 \cdot 150 \cdot 10}{4}\right)^2 = \left(\frac{5 \cdot 15 \cdot 10}{4}\right)^2 = \left(\frac{75 \cdot 5}{2}\right)^2 =$$

$$= (187,5)^2 \approx (190,5)^2 \approx 200^2 = 40000$$

$$10000 < 40000 < 100000$$

Прологарифмируем 3-ю Погсона:

$$\lg \lg \frac{E_a}{E_n} = (m_a - m_n) \lg 2,512; \lg 40000 \approx 4,5$$

$$4,5 = 0,4(m_a - m_n)$$

$$\begin{array}{r} \times 75 \\ 5 \\ \hline 375 \end{array} \quad \begin{array}{r} 375 | 2 \\ \underline{2} \quad 187,5 \\ 17 \\ \hline 16 \\ \hline 15 \\ \hline 14 \\ \hline 10 \\ \hline 10 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4,5 | 0,4 \\ \underline{4} \quad 11,25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \underline{4} \quad 9 \\ \hline 1 \quad 9 \\ \hline 2 \quad 0 \quad 10 \end{array}$$

2

Продолжение задачи (2) (2)

$$11,25 = m_a - 12,5$$

$$m_a = 23,75 \approx 24^m$$

Чтобы было возможно его наблюдать в телескоп, пропускная способность телескопа должна быть меньше больше зв. величина астероида.

$$m = 6 + 5 \lg \frac{D}{d_{\text{зр.}}}, \text{ для удобства диаметр зрачка возьмем } 5 \text{ мм.}$$

$$m = 6 + 5 \lg \frac{500}{5} = 6 + 5 \lg 100 = 6 + 10 = 16^m$$

$$16 < 24$$

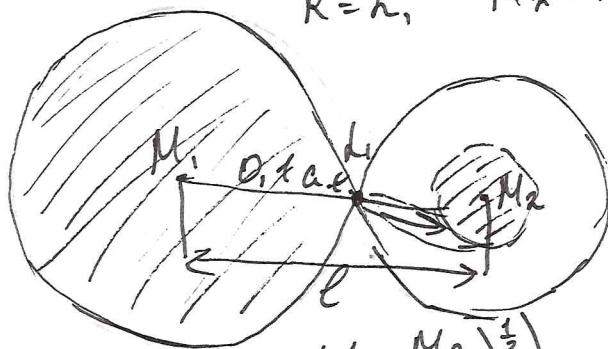
В такой телескоп его наблюдать невозможно.

Ответ: 24^m ; невозможно.

③ $R = 0,1 \text{ а.е.}$
 $\ell = 0,14 \text{ а.е.}$
 $\rho = ?$

Если происходит аккреция вещества, то звезда уже заполнила полость Роша, а значит максимальный радиус равен расстоянию до первой точки Лагранжа.

$$R = h, \quad M_2 = M_{\odot} \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$$



$$\begin{array}{r} 0,1010,140 \\ \underline{980,71...} \\ 20 \\ \underline{14} \\ 6... \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 92 \overline{) 8} \\ \underline{8} \quad 11,5 \\ \underline{12} \\ \underline{6} \\ 4 \end{array}$$

$$h_1 = \ell \left(1 - \left(\frac{1}{3} \frac{M_2}{M_1 + M_2} \right)^{\frac{1}{3}} \right)$$

$$0,1 = 0,14 \left(1 - \left(\frac{1}{3} \frac{M_{\odot}}{M_1 + M_{\odot}} \right)^{\frac{1}{3}} \right)$$

$$0,7 = 1 - \sqrt[3]{\frac{1}{3} \frac{M_{\odot}}{M_1 + M_{\odot}}}$$

$$0,3 = \sqrt[3]{\frac{1}{3} \frac{M_{\odot}}{M_1 + M_{\odot}}}$$

$$0,027 = \frac{1}{3} \frac{M_{\odot}}{M_1 + M_{\odot}}$$

$$0,081 = \frac{M_{\odot}}{M_1 + M_{\odot}}$$

$$0,08 M_1 + 0,08 M_{\odot} = M_{\odot}$$

$$0,08 M_1 = 0,92 M_{\odot}$$

$$M_1 = \frac{0,92 M_{\odot}}{0,08} = \frac{92}{8} M_{\odot} \approx 11 M_{\odot}$$

Продолжение задачи (3)

$$\rho = \frac{M}{V}$$

$$\rho = \frac{3 \cdot 11 M_{\odot}}{4 \pi R^3}, \quad \pi \approx 3$$

$$\rho = \frac{11 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{4 \cdot (0,1 \cdot 15 \cdot 10^9)^3} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{4 \cdot (1,5^3 \cdot 10^{30})} = \frac{2 \cdot 2}{4 \cdot (1,5)^3} = \frac{2 \cdot 2}{13,5} \approx 1,7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $1,7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$$\begin{array}{r} 220 \overline{)135} \\ 135 \overline{)1,65...} \\ \underline{850} \\ 780 \\ \underline{700...} \end{array}$$

(5) $S = 69^{\circ}20'$
 $L = 11^{\text{ч}}31^{\text{м}}$
 $m = 3,8^{\text{м}}$
 $\varphi = 68^{\circ}58'$

так $S > \varphi$, значит кульмирует к северу

$$h_{\text{в}} = 90^{\circ} + \varphi - S$$

$$h_{\text{н}} = -90^{\circ} + \varphi + S$$

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

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

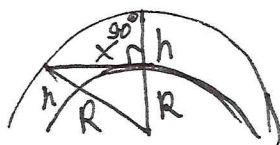
$$h_{\text{в}} - h_{\text{н}} = 89^{\circ}38' - 48^{\circ}18' = 41^{\circ}20'$$

Для последующего удобства будем считать 41°

Высота атмосферы при нормальном давлении 8 км.

Осветенно При уменьшении освещенности в n раз, на каждое n зв. величина численно увеличивается на $0,2^{\text{м}}$. Минимальная зв. величина будет в верхней кульм., а максимальная в нижней кульм. (численно)

$$\begin{array}{r} - 68^{\circ}80' \\ - 68^{\circ}58' \\ \underline{0^{\circ}22'} \\ 89^{\circ}60' \\ - 00^{\circ}22' \\ \underline{89^{\circ}38'} \\ + 68^{\circ}58' \\ + 69^{\circ}20' \\ \underline{137^{\circ}78'} \\ 138^{\circ}78' \\ 90^{\circ}00' \\ \underline{48^{\circ}18'} \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 64 \\ 16 \overline{)32} \\ \underline{32} \\ 384 \\ 64 \overline{)384} \\ \underline{320} \\ 64 \\ 1024 \\ 96 \overline{)1024} \\ \underline{1024} \end{array}$$

$90^{\circ} - 320 \text{ км}$
 $41^{\circ} - x \text{ км}$
 $x \approx 146 \text{ км}$

При разнице кульминаций 90°

$$(h+R)^2 = R^2 + x^2$$

$$x^2 = h^2 + 2hR + R^2 - R^2, \quad h^2 \text{ пренебреж. мало.}$$

$$x^2 = 2hR \quad R \approx 6400 \text{ км}$$

$$x^2 = 16 \cdot 6400 \quad \text{радиус Земли}$$

$$x^2 = 102400$$

$x = 320 \text{ км}$ - толщина через которую пройдет свет.

Осветенность зависит от этой толщины прямо пропорц.

$$\begin{array}{r} 320 \\ 41 \overline{)1280} \\ \underline{128} \\ 13120 \\ 9 \overline{)13120} \\ \underline{90} \\ 41 \\ 367 \\ \underline{367} \\ 40... \end{array}$$

Продолжение (5)

$$\frac{E_1}{E_2} \sim \frac{x}{h} m = \frac{x}{h} n$$

$$\frac{x}{h} = \frac{146}{8} \approx 18$$

$$\begin{array}{r} 146 \overline{) 8} \\ \underline{66} \\ 64 \\ \underline{20} \\ 16 \\ \underline{40} \end{array}$$

Минимальная зв. величина будет $3,8^m \pm 0,2^m = 4^m$

Максимальная зв. величина $3,8 + 18 \cdot 0,2 = 3,8 + 3,6 = 7,4^m$

Минимум и максимум будут меняться каждые половина звездных суток.

Ответ: от $3,4^m$ до $7,4^m$ за половину звездных суток (1д 58 мин 02с)

(4) По закону Доплера Ризо:

$$\lambda = \lambda_0 \left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$$

$$v = \frac{\Delta \lambda}{\lambda_0} c, \quad \lambda_0 \approx 6522 \text{ \AA}$$

$$v = \frac{0,5 \cdot 300000}{6522} = \frac{150000}{6522} \approx \frac{1,5 \cdot 10^5}{6,5 \cdot 10^3} = \frac{1,5 \cdot 10^2}{6,5} \approx 0,23 \cdot 10^2 \approx 23 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$\begin{array}{r} 1,50 \overline{) 65} \\ \underline{130} \\ 200 \\ \underline{195} \\ 5 \dots \end{array}$$

