оценим M_Σ в главном минимуме, когда большая закрывает меньшую:

$$M_\Sigma - M_2 = -2.5\lg\left(1+\left(\frac{L_1}{L_2}-\left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{0.4}\right)\right) =$$

$$\cancel{= M_\Sigma - M_2} -2.5\cdot\lg(1+0.25-0.6) =$$

$$= -2.5\cdot\lg(0.65) = -2.5\lg 65+5$$

$$M_\Sigma = M_2+5-2.5\lg 65 = M_2+5-2.5\cdot(1+\lg 7) =$$

$$= M_2+0.4 = 4.6^m$$

надо к обоим З.В. прибавить еще 1.5 чтобы получить ВЗВ.

получим:

$m_{max} = 5.5^m$, ~~Н~~ $m_{min} = 6.1^m$, m_{min}(побочный) $= 5.7^m$.

Теперь докажу те свойства, которые обещал. в неной иСО:

в задаче 2 тел ~~в С.О. одного из них~~

$$\frac{d\bar V_1}{dt} = -\frac{GM_2}{r^3}\bar r$$
$$\frac{d\bar V_2}{dt} = -\frac{GM_1}{r^3}\bar r$$
$$\Rightarrow \dot{\bar V}_{отн} = -\frac{G(M_1+M_2)}{r^3}\bar r$$

— тут просто эфф. масса равна сумме масс и поэтому все формулы работают ~~как~~ просто $CM = M_1+M_2$.

насчет полуосей и эксцентриситетов, связь между ними можно получить из след. системы: где с индексами пар-ры ~~отн~~ эллипсов из ц.м эллипсов, без них — отн. эллипса.

$$\begin{cases} a_1+a_2=a \\ Q_1+Q_2=Q \\ \dfrac{Q_1}{Q_2}=\dfrac{M_2}{M_1} \\ \dfrac{a_1}{a_2}=\dfrac{M_2}{M_1} \end{cases}$$

отсюда получится, что $e_1=e_2=e$, $\dfrac{a_1}{a_2}=\dfrac{M_2}{M_1}$,

а далее и ~~так~~ все, что я исп. ранее, если еще и добавить $V_1M_1=V_2M_2$

~~теперь нужно оценить~~

это АЗВ, а чтобы перейти к ВЗВ нужно исп. волш. формулу:

$$M - m = 5 - 5\lg r$$

$$r = 20\,пк = \frac{1}{П}!!$$

$$M - m = 5 - 5\lg 10 - 5\lg 2 \Rightarrow M + 1.5 = m$$

нужно просто прибавить 1.5 з.в.

подумаем, где достигается минимум блеска. понятно, что в момент затмения, но какого? когда большая звезда затмевает меньшую, у них суммарная з.в. равна величине большей. если же такая ситуация:

то у нас:

$$L_\Sigma = L_1 + L_2\left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)$$ где $\frac{S_1}{S_2}$ - отн. вид. площадей.

нам хорошо бы оценить $\frac{L_\Sigma}{L_2}$ в этом случае:

$$\frac{L_\Sigma}{L_2} = \frac{L_1}{L_2} + 1 - \frac{S_1}{S_2} = 1.25 - \frac{S_1}{S_2}$$

$\frac{S_1}{S_2}$ оценивается из соотн.:

$$L \sim R^{5.2} \Rightarrow L \sim S^{2.6} \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^{2.6}.$$

для звезд ГП.

$$\frac{S_1}{S_2} \approx \left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{1}{2.6}} \approx (0.25)^{0.4} \qquad \frac{L_\Sigma}{L_2} = \frac{L_1}{L_2} + 1 - \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{0.4}$$

$$\frac{L_1}{L_2} < 1 \Rightarrow \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{0.4} > \frac{L_1}{L_2}.$$ поэтому, $1 + \left(\frac{L_1}{L_2} - \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{0.4}\right) < 1$

$$\frac{L_1}{L_2} < 1$$

у нас же

Дол-058

$M + m = 2.3m$

$m = \frac{1.86}{2.3} \approx 0.81 \ M_\odot$

$M = 1.05 \ M_\odot$

поскольку я тут очень много пренебрегал, то ~~т~~ вряд ли есть смысл держать третью значащую цифру у себя, округлю так:

$1.1 M_\odot, \ 0.8 M_\odot$.

теперь надо оценить светимости звезд.

никак иначе кроме как соотн. масса-светимость для ГП нельзя. но тут звезды околосолн. массы, и для них оно работает ~~в~~ хорошо:

$\frac{L}{L_\odot} = \left(\frac{M}{M_\odot}\right)^4$ — я оценю так.

получим тогда:

$L_1 \approx 0.4 L_\odot, \ L_2 \approx 1.5 L_\odot$

посчитаем их а.з.в.:

$M_1 = M_\odot - 2.5 \lg \frac{L_1}{L_\odot} = \cancel{M_\odot - 2.5 \lg 4 = M_\odot} \cancel{+ 5 \lg 2 = M_\odot} +$

$= M_\odot + (2.5 \lg 5 - 2.5 \lg 2) = M_\odot + 2.5 \cdot 0.7 - 2.5 \cdot 0.3 =$

$= M_\odot + 2.5 \cdot 0.4 = M_\odot + 1 = 5.7^m$

$M_2 = M_\odot - 2.5 \lg 3 + 2.5 \lg 2 = M_\odot - 2.5 (0.5 - 0.3) =$

$= M_\odot - 2.5 \cdot 0.2 = M_\odot - 0.5 = 4.2^m$.

найдем суммарную З.В., отметим, что отн. их свет-остей ра

$\cancel{M_1 + M_2 = 2.8 \lg}$ просто $\frac{1.5}{0.4} = \frac{15}{4} \approx 4 = \frac{L_2}{L_1}$

$M_\Sigma = M_1 - 2.5 \lg\left(1 + \frac{L_2}{L_1}\right) = 5.7 - 2.5 \lg(5) = 5.7 - 2.5 \cdot 0.7 =$

$= 5.7 - 1.75 = 3.95^m \approx 4^m$

4/6

С др. стороны,
относительная скорость в перицентре равна:

$$V_{отн} = \sqrt{\frac{G(M+m)}{a} \cdot \frac{1+e}{1-e}}$$ – в перицентре, например док-во этого факта будет приведено далее.

$$V_{отн} = \frac{2\pi a}{T} \cdot \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$$

~~днак~~ скорости противонапр, так что $V_{отн} = \bar{V_1} - \bar{V_2} = |\bar{V_1}| + |\bar{V_2}|$

в перицентре эта величина есть $165 + 118 = 283\ \frac{km}{s}$.

$\frac{\sqrt{1+e}}{\sqrt{1-e}}$ нужно оценить как $\sqrt{2.3}$.

$$\sqrt{2.3} \approx \sqrt{2.25} \simeq 1.5$$

$$\frac{2\pi a}{T} = \frac{2}{3} \cdot 283 \approx 188.\cancel{7} \simeq 189\ \frac{km}{s}.$$

Сравним с землей.
для земли:

$$\frac{2\pi a}{T} = 30$$

$$\frac{a}{a_\oplus} \cdot \frac{T_\oplus}{T} = \frac{189}{30} = 6.3$$

$$\frac{T_\oplus}{T} \approx \frac{365}{3} \simeq 122$$

$$a = a_\oplus \cdot \left(\frac{6.3}{122}\right) \simeq \cancel{0.0...} \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{2} a_\oplus = 0.05\, a_\oplus = 0.05\ а.е.$$

оценка масс теперь может быть произведена по ~~о~~обобщенному 3ЗК:

$$\frac{T^2(M+m)}{a^3} = const.$$ Сравнивая с системой С-З:

$$(M+m) = \frac{a^3}{T^2} M_\odot$$ где a в а.е, T в годах.

при подсчете получим $M + m = 1.86\ M_\odot$

3/6

в частности в апоцентре и перицентре они пр-во направлены. Именно в этих точках мы и видим макс. и мин. значения V_r, т.к. мы то смотрим снизу. Те самые скорости, которые я снял, и есть апоцентрическая и перицентрическая точка в начале это конечно перицентр, т.к. V_r больше чем в след. паре точек локального максимума.

у нас:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{M_2}{M_1} = \frac{165}{118} \approx 1.3$$ — обязательно берем скорости за вычетом скорости ц.м.

при этом скорости для одной звезды в апоцентре и перицентре относятся, конечно, как:

$$\left|\frac{V_{1m}}{V_{1min}}\right| = \frac{1+e}{1-e}$$ — этот факт я докажу чуть ~~позже~~ позже.

у нас удобнее исп. вторую звезду

$$\frac{1+e}{1-e} \approx 2.3$$

$$1+e = 2.3 - 2.3e$$

$$e = \frac{1.3}{3.3} = \frac{13}{33} \approx 0.39 \approx \underline{0.4}$$

теперь нужно поработать с 3 законом кеплера:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{G(M+m)}}$$ пусть $M+m = 2.3m$ где $m = M_1$

при этом T — время между повторными апоцентрами, т.е. 3 сут.

мы получим тут, что:

$$G(2.3m) = \frac{4\pi^2 a^3}{T^2}$$

вполне очевидно, что система имеет скорость отн. земли, т.к. линия 0 луч. скорости проходит не через 0. ~~Её~~ графики сдвинуты вверх отн. оси симметрии на 25 $\frac{км}{с}$. Поэтому, из всех скоростей стоит вычесть 25 $\frac{км}{с}$. Снимем значения лучевой скорости в максимуме и минимуме для обеих звезд (зв.1 у меня с большей амплитудой):

$V_{1m} = 190 \frac{km}{s}$, ~~$V_{1min} = -90 \frac{km}{s}$~~ $V_{1min} = -\cancel{88}\,63 \frac{km}{s}$

$V_{2m} = 75 \frac{km}{s}$ $V_{2min} = -$ ~~$90 \frac{km}{s}$ $115 \frac{km}{s}$ $118 \frac{km}{s}$~~ $-93 \frac{km}{s}$

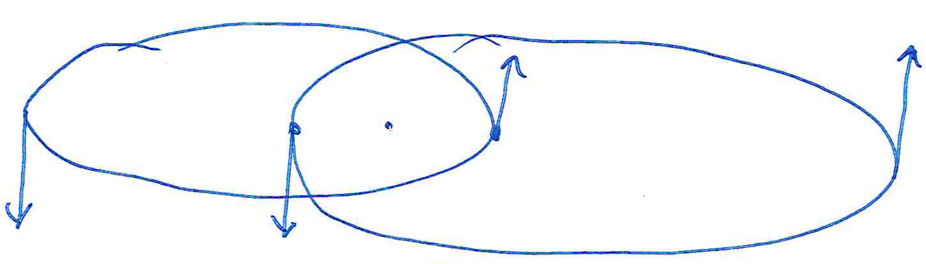
теперь все надо сдвинуть вниз на 25 $\frac{km}{s}$.

будет:

$V_{1m} = 165 \frac{km}{s}$ $V_{1min} = -88 \frac{km}{s}$

$V_{2m} = 50 \frac{km}{s}$ $V_{2min} = -118 \frac{km}{s}$.

теперь посмотрим че происходит.



звезды вр. по подобным эллипсам, а мы смотрим снизу. Согласно т.о неподвижности ц.м:

$M_1 \cdot \overline{r_1} = -M_2 \overline{r_2}$

при этом, диф-я по времени:

$M_1 \cdot \overline{V_1} = -M_2 \cdot \overline{V_2}$ – скорости всегда противонапр.