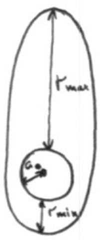
Задача № 1.

1) $T = 3{,}9\, T_\oplus$; По III закону Кеплера $\frac{T^2}{a^3} = \frac{T_\oplus^2}{a_\oplus^3} \Rightarrow a = \sqrt[3]{(T/T_\oplus)^2} \cdot a_\oplus =$
$= \sqrt[3]{3{,}9} \cdot a_\oplus \approx 2{,}5$ а.е.

2) По формуле Погсона $\frac{r_{max}^2}{r_{min}^2} = 2{,}512^{\Delta m} \approx 2{,}512^{2{,}5} = 2{,}512^2 \cdot \sqrt{2{,}512} \approx$
$\approx 15{,}6 \cdot 1{,}6 \approx 25$. Тогда $\frac{r_{max}}{r_{min}} = \sqrt{25} = 5$.

3) 

По рисунку видно, что $r_{max} = a_a - a_\oplus$, а $r_{min} = a_п - a_\oplus$. Для эллиптической орбиты $a_a = a(1+e)$ и $a_п = a(1-e)$. Тогда получим уравнение: $\frac{a(1+e) - a_\oplus}{a(1-e) - a_\oplus} = 5$

$a + ae - a_\oplus - 5a + 5ae + 5a_\oplus = 0$.
$6ae = 4(a - a_\oplus)$
$e = \frac{4(a - a_\oplus)}{6a} = \frac{\cancel{4}^{2} \cdot \cancel{1{,}5}^{3}}{{}_{2}\cancel{6} \cdot \cancel{2{,}5}_{5}} = \frac{2}{5} = 0{,}4$.

Ответ: 0,4.

Задача № 4.

1) По III закону Кеплера $\frac{T^2 M}{a^3} = 1$, отсюда получаем, что масса звезды $M = \frac{a^3}{T^2} = 2 M_\odot$.

2) Посчитаем мощность энергии, запасаемой батареями:

$P_{щ} = \eta\, S_1 \cdot L \cdot \frac{R^2}{a^2}$, где S_1 – площадь приемника излучения, η – доля запасаемой энергии, L – ~~мощн~~ мощность излучения звезды, R – радиус звезды, a – расстояние до приёмника излучения.

$L \sim$ площади сферы, т.е. $L \sim R^2$

Если считать среднюю плотность звезды примерно равной средней плотности Солнца, то $R \sim \sqrt{M}$, т.е. $\frac{R}{R_\odot} = \sqrt[3]{\frac{M}{M_\odot}} = \sqrt[3]{2}$.

Тогда $\frac{L}{L_\odot} = \left(\frac{R}{R_\odot}\right)^2 = (\sqrt[3]{2})^2 = \sqrt[3]{4} \approx 1{,}6$

$L_\odot = 4 \cdot 10^{24}\ \frac{Вт}{м^2}$

3) Теперь посчитаем мощность энергии, запасаемой из энергии ~~солнечного~~ звёздного ветра:

$$P_4 = S_2 \cdot k \cdot \frac{m\upsilon^2}{2} \cdot \frac{R^2}{a^2},$$ где S_2 – площадь приёмника, $\frac{m\upsilon^2}{2}$ – энергия частиц, k – коэффициент для получения плотности энергии.

В секунду звезда излучает:

$\frac{M \cdot 10^{-14}}{2 \cdot 3 \cdot 10^7} \cdot \cancel{36} \cdot \upsilon^2$ Это излучается с площади звезды $4\pi R^2$. $\frac{R}{R_\odot} = \sqrt[3]{2} \approx 1{,}25$, $R_\odot = 7 \cdot 10^8$ м

4) $$\frac{P_{из}}{P_4} = \frac{\eta \cdot \cancel{S_1} \cdot L \cdot \cancel{\frac{R^2}{a^2}}}{\cancel{S_2} \cdot \frac{m\upsilon^2}{4\pi R^2 \cdot 2} \cdot \cancel{\frac{R^2}{a^2}}} = \frac{0{,}6 \cdot L \cdot 4\pi \cdot (1{,}25 \cdot R_\odot)^2 \cdot 6 \cdot 10^7}{M \cdot 10^{-14} \cdot \upsilon^2} =$$

$$= \frac{0{,}6 \cdot L_\odot \cdot 1{,}6 \cdot 4\pi \cdot 1{,}25 \cdot 1{,}25 \cdot 49 \cdot \cancel{10^{16}} \cdot 6 \cdot \cancel{10^7}}{2 \cdot 2 \cdot \cancel{10^{30}} \cdot \cancel{10^{-14}} \cdot 16 \cdot \cancel{10^{10}}\,3} =$$

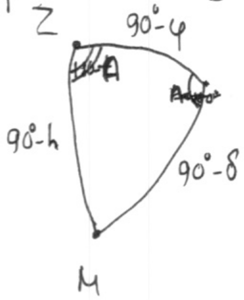
$$= \frac{0{,}6 \cdot \cancel{4} \cdot \cancel{10^{24}}\,10^{21} \cdot 1{,}6 \cdot 4 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}25 \cdot 1{,}25 \cdot 49 \cdot 6}{\cancel{4} \cdot \cancel{10^7}} \approx 5{,}3 \cdot 10^{24}$$

Ответ: в $5{,}3 \cdot 10^{24}$ раз

Задача № 5.

Судя по всему, если не учитывать поглощение в земной атмосфере, то ~~а~~ видимые звёздные величины данных звёзд равны (иначе задача не имеет смысла). Тогда определяющим яркость фактором будет высота над горизонтом: чем выше звезда, тем более тонкий слой атмосферы она проходит, а значит величина поглощения будет меньше. Будем считать, что наблюдатель видит звёзды одинаковой яркости (опять же руководствуясь здравым смыслом).

Тогда на самом деле (т.е. без поглощения), ярче та звезда, которая ниже.
Неприятности во время решения задачи могут возникнуть, если хотя бы одна из звезд кульминирует к северу от зенита, т.е. $\delta > \varphi$ ($\varphi = 60^\circ$). Это точно не первая звезда, т.к. $\delta_1 \le \varepsilon + |\beta| = 30{,}5^\circ$. Вычислим склонение δ_2 второй звезды.

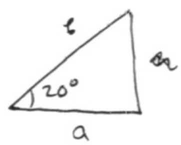


$$\left.\begin{array}{l}\angle MZP = 180^\circ - A \\ \angle ZPM = t \\ 90^\circ - h = 90^\circ\end{array}\right\}$$ т.к. заход светила.

$$\cos(90^\circ-\delta) = \cos(90^\circ-\varphi)\cdot\underset{0}{\cos(90^\circ-h)} + \sin(90^\circ-\varphi)\cdot\underset{1}{\sin(90^\circ-h)}\cdot\cos(180^\circ-A)$$

$$\sin\delta = -\cos\varphi\cdot\cos A.$$

(по сф. т. косинусов.)



$\varphi = 60^\circ \Rightarrow \cos\varphi = \frac{1}{2}$

$-\cos 160^\circ = \cos 20^\circ = \frac{a}{b} \approx \frac{2{,}5}{2{,}7}$

$\sin\delta = \frac{1}{2}\cdot\frac{2{,}5}{2{,}7} \approx \frac{1}{2}$ $\left(\sin\delta < \frac{1}{2} \Rightarrow \delta < 30^\circ\right)$.

т.е. $\delta \approx 30^\circ$ (но $\delta < 30^\circ$, т.е. кульминирует к югу от зенита).

~~Тогда получаем, что в течение суток, если оба светила наблюдаются над горизонтом, то второе светило всегда выше (т.к. оно точно кульминирует к югу от зенита) => у второго светила меньше поглощение, а значит на самом деле ярче первая звезда (для которой известен модуль эклиптической широты).~~ ~~К стати о том, что вторая звезда кульминирует к югу от зенита можно судить из условия её заходимости (т.е. $\delta < 30^\circ$).~~ ~~Но в итоге мы получаем, что $\sin\delta_2 > \sin\delta_{1max} \Rightarrow \delta_2 > \delta_1$ и у них небольшая разница~~

по прямому восхождению => $h_2 > h_1$

Ответ: ярче первая звезда.

Из-за большой широты азимут так быстро меняется в зависимости от δ.
Точно можно сказать, что $60° - \delta_2 \le 180° - A$
т.е. $\delta_2 > 40$.

$\delta_{1\,max} = 33°$

δ_2 ~~=~~ $30°$

$\delta_2 < 30°$ (по вычислениям и из условия заходимости 2 звезды)

Расстояние м/у звёздами на сфере менее 10°. Т. е. возможно 2 варианта $\delta_1 > \delta_2$ и $\delta_1 < \delta_2$. Тогда нельзя точно сказать какая звезда ярче. Но с большей вероятностью это ~~пер~~ вторая.

Задача 3.

Для начала определим, по какой спирали движется Луна относительно Солнца.

I вар II вар.

Но II. Т.к. Луна вращается вокруг Земли в таком же направлении, что и Земля вокруг Солнца. Теперь докажем, что на самом деле спираль вырождается (т. е. не пересекает себя) в виде III.

III

Для этого сравним орбитальные скорости Луны и Земли

$v_л = \frac{380.000 \text{ км}}{27 \text{ сут}}$; $v_з = \frac{150.000.000 \text{ км}}{365 \text{ сут}}$.

$v_л$ округлим в большую сторону, а $v_з$ - в меньшую

$\frac{380000}{10} \vee \frac{150.000.\cancel{000}}{\cancel{1000}}$ Даже при таком округлении $v_л < v_з$, т. е. петли не получится и тогда траектория не пересечёт сама себя. Т. к. петля будет, если $v_л > v_з$ => „попятное" движение

$38000 \vee 150000$