№1

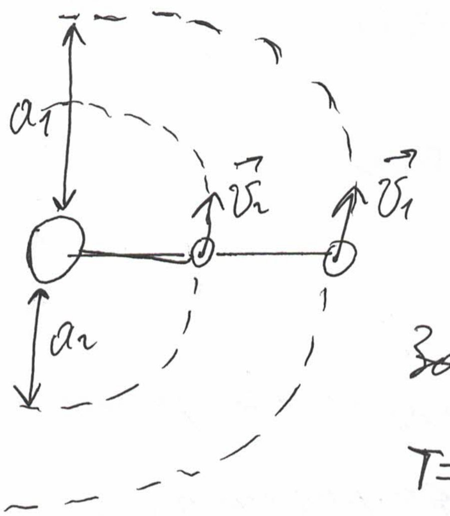
$E_1 = 10^{55}$ Дж

$$\left.\begin{aligned} E_1 &= \frac{E_0}{2} = \frac{Mc^2}{2} \\ M &= nM_\odot \end{aligned}\right\} E_1 = \frac{nM_\odot \cdot c^2}{2}$$, выразим $n$ - кол-во звёзд.

$$n = \frac{2E_1}{M_\odot \cdot c^2} = \frac{2\cdot 10^{55}\text{ Дж}}{1{,}989\cdot 10^{30}\text{ кг}\cdot 9\cdot 10^{16}\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 110{,}6\cdot 10^6$$

Ответ: должно было упасть 110,6 миллионов звёзд похожих на Солнце.

№5.




По рисунку видно, что фазы будут повторятся каждый раз, когда будет наблюдаться данная картина: Звезда - Спутник - ~~Пл~~планета.

~~Запишем~~ $360° = T\cdot(\omega_2 - \omega_1)$

$T = \dfrac{360°}{\omega_2 - \omega_1}$, где $T$ - период повторения фаз.

$\omega_2$ - угл. скорость спутника,

$\omega_1$ - угл. скорость планеты.

$\omega = \dfrac{360°}{T} \Rightarrow \omega_1 = \dfrac{360°}{T_1}$, $\omega_2 = \dfrac{360°}{T_2}$

$$T = \frac{360°}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{360°}{\frac{360°}{T_2} - \frac{360°}{T_1}} = \frac{T_2\cdot T_1}{T_1 - T_2} \quad (2)$$

Запишем 3 закон Кеплера для спутника и планеты (при этом можем не учитывать массы т.к. они много меньше массы звезды).

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = \left(\frac{a_2}{a_1}\right)^3 \Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

Теперь запишем 3 закон Кеплера (но уже учитывая массы звёзд) для Земли и планеты: $\left(\frac{T_1}{T_\oplus}\right)^2 \cdot \frac{4M_\odot}{M_\odot} = \left(\frac{a_1}{a_\oplus}\right)^3$

$$\left(\frac{T_1}{T_\oplus}\right)^2 \cdot 4 = \left(\frac{a_1}{a_\oplus}\right)^3 \Rightarrow \frac{T_1}{T_\oplus} \cdot 2 = \left(\frac{a_1}{a_\oplus}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$T_1 = \frac{T_\oplus}{2} \cdot \left(\frac{a_1}{a_\oplus}\right)^{\frac{3}{2}}$ подставим данное выражение в выражение (1)

$T_2 = \frac{T_\oplus}{2} \cdot \left(\frac{a_1}{a_\oplus}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{a_2}{a_1}\right)^{\frac{3}{2}} = \frac{T_\oplus}{2} \cdot \left(\frac{a_2}{a_\oplus}\right)^{\frac{3}{2}}$, теперь подставим все данные выражения в выражение (2), тогда

$$T = \frac{\frac{T_\oplus^2}{4} \cdot \left(\frac{a_1 \cdot a_2}{a_\oplus^2}\right)^{\frac{3}{2}}}{\frac{T_\oplus}{2}\left(\left(\frac{a_1}{a_\oplus}\right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{a_2}{a_\oplus}\right)^{\frac{3}{2}}\right)} =$$

$$= \frac{T_\oplus}{2} \cdot \frac{\frac{(a_1 \cdot a_2)^{\frac{3}{2}}}{a_\oplus^3}}{\left(\frac{a_1}{a_\oplus}\right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{a_2}{a_\oplus}\right)^{\frac{3}{2}}} = \frac{T_\oplus}{2} \cdot \frac{(a_1 \cdot a_2)^{\frac{3}{2}}}{a_\oplus^{\frac{3}{2}} \cdot \left(a_1^{\frac{3}{2}} - a_2^{\frac{3}{2}}\right)} =$$

$$= \frac{T_\oplus}{2} \cdot \frac{\left(\frac{a_2}{a_\oplus}\right)^{\frac{3}{2}}}{1 - \left(\frac{a_2}{a_1}\right)^{\frac{3}{2}}} \approx$$ ~~2400 дней~~ 400 дней.

№2.

Т.к. село и Санкт-Петербург ~~находятся на разных~~ имеют разную долготу, время восхода звезды различается.

$\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{360^\circ} \cdot 24ч = \Delta t$, где $\lambda_2$ – долгота села Пиканы
$\lambda_1$ – долгота Санкт-Петербурга.

Теперь посчитаем время, которое звезда уже находится над горизонтом в Санкт-Петербурге. Для этого найдём время верхней кульминации и вычтем 2ч.

Поскольку звезда заходящая, $\frac{|2h_{В}| + 2|h_{Н}|}{24ч} = v$ – угл. скорость звезды ~~звезды~~

САМ-16 3

$\frac{4 B}{v} - 2ч = t_1$

$t_2 = t_1 + 0{,}5ч = \frac{4 B}{v} - 1{,}5ч.$

Теперь сравним $\Delta t$ и $t_2$, если $\Delta t > t_2$, то друг не увидит звезду, а если $\Delta t < t_2$, то друг увидит звезду.

$\left.\begin{array}{l}\Delta t \simeq 4ч \\ t_2 \simeq 3{,}9ч\end{array}\right\} \Rightarrow$ не сможет.

Ответ: не сможет.

№4.

Запишем 3 закон Кеплера для Меркурия и планеты, учитывая массы Солнца и белого карлика.

$\frac{T_1^2}{T_п^2} \cdot \frac{M_k}{M_\odot} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$

Выразим $a_2$ – радиус орбиты планеты. $a_1 = a_2 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_k}{M_\odot} \cdot \frac{T_1^2}{T_п^2}}$

$M_k$ – масса карлика, $M_k = V_k \cdot \rho_k = \frac{4}{3}\pi R_\oplus^3 \cdot \rho_k$

Теперь посчитаем радиус красного гиганта.

$M_2 = 2M_k$ (по условию)

$2M_k = \frac{4}{3}\pi R_2^3 \cdot \rho_2 \Rightarrow R_2 = \sqrt[3]{\frac{6M_k}{4\pi\rho_2}}$, $\rho_2 \simeq 1170 \frac{кг}{м^3}$

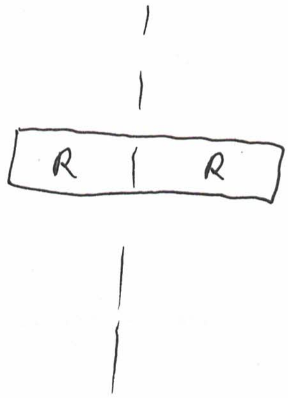
Сравним $a_1$ и $R_2$, если $a_1 > R_2$ – то могло, если $a_1 < R_2$ – то не могло.

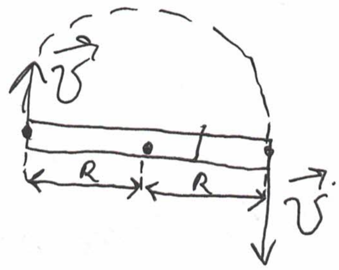
Мы видим, что $\rho_k \gg \rho_2$ значит мы можем сказать, что $R_2 > a_1$

Ответ: нет, не могла.

САМ-16 

№3. $2R = l = 14м.$




$T = 2\pi R / v \Rightarrow v = \frac{2\pi R}{T}$

$F = ma \quad a = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$

$aT^2 = 4\pi^2 R \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{a}}$

Чтобы станция вращалась её ускорение должно быть примерно $50 \frac{м}{с} \Rightarrow T = \cancel{\ldots} \approx 2с.$

Ответ: примерно 2с