№2.

Сначала найдем разницу во времени между Хатангой и Санкт-Петербургом:

$T_2 - T_1 = \lambda_2 - \lambda_1$

$\Delta T = \Delta\lambda$

$\lambda_1 = 30^\circ = 2^h$

$\lambda_2 = 102{,}5^\circ = \frac{102{,}5^\circ \cdot 24^h}{360^\circ} = 6\frac{5}{6}^h$

$\Delta\lambda = 4\frac{5}{6}^h \approx 5^h$

$\Delta T = 5^h$

Получили разницу во времени в 5 часов

Значит, если в Санкт-Петербурге до кульминации осталось 2 часа, то в Хатанге она уже была 3 часа назад.

Рассмотрим верхнюю и нижнюю кульминации этой звезды в Хатанге:

$h_{в.к} = 90^\circ + \delta - \varphi = 90^\circ - 3^\circ - 72^\circ = 15^\circ$

$h_{н.к.} = -90^\circ + \delta + \varphi = -90^\circ + 72^\circ - 3^\circ = -21^\circ$

Путь от верхней до нижней кульминации звезда совершает за 12 часов:

$\frac{(15^\circ - (-21^\circ))}{12ч} = 3\frac{\circ}{ч}$ - скорость изменения высоты звезды

Значит, в Хатанге через 3 часа после кульминации звезда будет иметь такую высоту:

$h = 15^\circ - 3\frac{\circ}{ч} \cdot 3ч = 6^\circ$

Таким образом, в Хатанге звезда все еще будет видна.

Ответ: да, сможет

№1

$\frac{1}{2}E_0 = 10^{55}$ Дж

$Mc^2 = 2\cdot10^{55}$

$M = \frac{2\cdot10^{55}\text{ Дж}}{c^2} = \frac{2\cdot10^{55}\text{ Дж}}{3^2\cdot10^{16}\text{ м}^2/\text{с}^2} = \frac{2\cdot10^{39}}{9}$ кг

$n = \frac{M}{M_\odot} = \frac{2\cdot10^{39}\text{ кг}}{9\cdot2\cdot10^{30}\text{ кг}} = \frac{10^9}{9} \approx 10^8$

Ответ: 10^8

№4.

~~Орбитальный период Меркурия приблизительно равен $\frac{2}{7}$ года~~

~~Значит период обращения экзопланеты $\approx \frac{1}{210}$ года или $60\cdot48\cdot52$ секунд~~

~~$\frac{T^2}{a^3}$~~

~~№5~~

№4

Орбитальный период Меркурия равен приблизительно $\frac{2}{7}$ года. Значит, период обращения экзопланеты приблизительно равен $\frac{1}{210}$ года или $60\cdot48\cdot52$ секунды

Вычислим массу звезды через плотность и объем:

$M = \frac{\rho\cdot4\pi R^3}{3} = \frac{9\cdot10^8\cdot4\cdot\pi\cdot(6400000\text{ м})^3}{3} = 9\cdot10^8\cdot4\cdot10^{15}\cdot2^{18} = 2^{20}\cdot10^{23}\cdot3^2 \approx 2^{20}\cdot10^{24}$ кг

№5.

Найдем период обращения планеты вокруг звезды:

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

Если выразить T в годах ; a в а.е ; M в массах солнца, то

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{1}{4}$$

$$T^2 = \frac{a^3}{4} = \frac{4_{а.е}^3}{4} = 16$$

T = 4 года

Теперь найдем период обращения спутника вокруг планеты

$$\frac{T_c^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM_{пл}}$$

$$T_c^2 = \frac{a^3 \cdot 4\pi^2}{GM_{пл}} = \frac{64 \cdot 10^{24} \cdot 4 \cdot \pi^2}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 3 \cdot 10^{24}} = \frac{256\,\pi^2 \cdot 10^{11}}{20} = 128\pi^2 \cdot 10^{10}$$

$$T_c \approx 11\pi \cdot 10^5 \approx \pi \cdot 10^6 \approx 0{,}1 \text{ года}$$

Далее необходимо найти период обращения планеты вокруг своей оси и найти синодический период.

№3

$$\frac{2\pi R_{cm}}{T} = v_I$$

$$T = \frac{\pi d}{v_I} = \frac{\pi \cdot 14\,м}{8\,000\,м/с} \approx 5{,}5 \cdot 10^{-3}\ с$$

Ответ: $5{,}5 \cdot 10^{-3}$ с

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

$$a^3 = \frac{T^2 \cdot GM}{4\pi^2} = \frac{(60\cdot48\cdot52)^2 \cdot 6{,}67\cdot10^{-11}\cdot2^{20}\cdot10^{24}}{4\cdot\pi^2} = \frac{13^2\cdot15^2\cdot9\cdot2^{16}\cdot6{,}67\cdot2^{20}\cdot10^{13}}{4\pi^2} =$$

$$= \frac{3\cdot20\cdot13^2\cdot15^2\cdot2^{34}\cdot10^{13}}{\pi^2} = \frac{3\cdot13^2\cdot15^2\cdot2^{35}\cdot10^{14}}{10} = 3\cdot13^2\cdot15^2\cdot2^{35}\cdot10^{13} \approx$$

$$\approx 3\cdot2^{37}\cdot10^{17} \text{ м } \cancel{\approx 2^{38}}$$

$$a^3 \approx 3\,2^{37}\cdot10^{17} \text{ м}$$

Теперь рассмотрим случай, при котором планета на той же орбите, но звезда является красным гигантом.

$$\begin{cases} \frac{T_{кр.г}^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G\cdot2M} \\ \frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \end{cases} \Rightarrow T_{кр.г}^2 = \frac{T^2}{2} \qquad T_{кр.г} = \frac{\sqrt{2}\cdot T}{2} = \frac{\sqrt{2}}{410} \text{ лет}$$

Теперь найдем форму орбиты ~~при таком периоде~~.

$$\cancel{E = \frac{mv^2}{2} - \frac{GMm}{a}}$$

Теперь сравним кинетическую энергию при таком периоде с гравитационной:

$$\frac{E_к}{E_{грав}} = \frac{mv^2\cdot r}{2\cdot G(M\cdot2)\cdot m} = \frac{v^2\cdot r}{4GM} = \frac{4\pi^2 r^2\cdot r}{T_{кр.г}^2\cdot4GM} = \frac{r^3\cdot\pi^2}{T_{кр.г}^2 GM} =$$

$$= \frac{3\cdot2^{37}\cdot10^{14}\cdot\pi^2\cdot2}{13^2\cdot15^2\cdot9\cdot2^{16}\cdot6{,}67\cdot10^{-11}\cdot2^{20}\cdot10^{24}} = \frac{2^{37}\cdot10^{18}}{2^{38}\cdot10^{18}} = \frac{1}{2}$$

Гравитационная энергия в два раза больше кинетической, значит экзопланета будет падать на красного гиганта.

Ответ: нет, не могла существовать.