СПб-115

Угол между лучом зрения и нормалью к плоскости орбиты планеты составляет $88{,}8^o$, а значит луч зрения практически параллелен плоскости орбиты планеты.

Для начала, зная радиус орбиты планеты и её орбитальный период, можно определить массу звезды из Третьего Закона Кеплера: $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{R^3}{GM}}$, $\Rightarrow \frac{R^3}{GM} = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 \approx \left(\frac{1{,}4\cdot 24\cdot 3600}{6{,}3}\right)^2 \approx$

$\approx \left(\frac{24\cdot 3600}{4{,}5}\right)^2 \approx (24\cdot 800)^2 \approx (19200)^2 \approx 192^2\cdot 10^4 \approx 3{,}7\cdot 10^8$.

$\frac{R^3}{GM} \approx 3{,}7\cdot 10^8$, $\Rightarrow \frac{GM}{R^3} = \frac{1}{3{,}7\cdot 10^8}$, $\Rightarrow M \approx \frac{R^3}{G\cdot 3{,}7\cdot 10^8} \approx \frac{(3\cdot 10^9)^3}{6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 3{,}7\cdot 10^8} \approx$

$\approx \frac{2{,}7\cdot 10^{28}}{2{,}4\cdot 10^{-2}} \approx 1{,}12\cdot 10^{30}$ кг – масса данной планеты.

Получается, что масса данной планеты примерно в 2 раза меньше солнечной ($M_\odot \approx 2\cdot 10^{30}$ кг).

Т.к. угол между лучом зрение и нормалью к плоскости орбиты близок к 90^o, можно с неплохой точностью считать, что при затмении диск планеты полностью проецируется на звезду. Из приведённого графика путём измерения линейкой можно получить, что во время максимальной фазы затмения наблюдается падение относительного потока до $E \approx 0{,}45 E_0$, из чего можно сделать вывод, что угловые площади дисков планеты и звезды относятся как $\frac{0{,}45}{1}$ или $\frac{45}{100}$, при этом мы можем считать, что расстояния от наблюдателя до звезды и планеты равны (т.к. радиус орбиты планеты неизбежно много меньше расстояния до звезды), $\Rightarrow$ линейные радиусы звезды и планеты относятся как $\sqrt{\frac{45}{100}} = \frac{\sqrt{45}}{10} \approx \frac{6{,}7}{10} = \frac{67}{100}$, то есть линейный радиус планеты составляет примерно $\frac{2}{3}$ от линейного радиуса звезды.

СПб-115

Из приведённого графика путём измерения линейкой можно получить, что полная продолжительность затмения примерно равна 8 минутам (время между первым и последним касанием диска планеты диска звезды), что является следующей частью сидерического периода планеты:

$$\frac{t}{T} = \frac{8}{1{,}4\cdot 24\cdot 60} = \frac{1}{1{,}4\cdot 3\cdot 60} \approx \frac{1}{260}$$

Предполагаю, что примечание Spitzer (4,5 мкм) означает, что собственное движение при составлении графика было ускорено в 4,5 раза, в таком случае „реальная" полная продолжительность равна 36 минутам и составляет $\approx \frac{1}{56}T$.

В таком случае, опять же считая расстояние от звезды до планеты много меньшим расстояние до наблюдателя, можно сказать, что за это время планета пролетит по орбите линейный диаметр звезды + свой собственный:

$$2R + 2r \approx 2(1{,}67R) \approx \frac{2\pi a}{56} \approx \frac{6{,}3\cdot 3\cdot 10^6}{56} \approx \frac{19\cdot 10^6}{56} \approx \frac{2\cdot 10^7}{5\cdot 10} \approx 400 \text{ тыс. км.}$$

Тогда радиус звезды равен примерно:

$$R \approx \frac{400000\text{ км}}{2\cdot 1{,}67} \approx \frac{200000\text{ км}}{1{,}67} \approx 200000\text{ км}\cdot\frac{3}{5} \approx \frac{600000\text{ км}}{5} \approx 120000\text{ км},$$

=> радиус планеты составит $r \approx 80000$ км

Получается, что данная звезда ориентировочно является карликом класса K или даже M, в то время как планета является крупным газовым гигантом.

При этом результат получен с погрешностью линейки (±1 мм, в данном случае не более 10%), погрешностью вычислений при сокращении дробей а также погрешностью подбора корня из неточного квадрата (при переводе отношения площадей дисков в отношение линейных радиусов), итоговая погрешность может достигать ≈ 15–20%.