

- 1) Для начала определим массу звезды по Третьему обобщенному закону Кеплера:

$$\frac{P^2 \cdot M}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G}; \quad \text{где: } P = 1,4 \text{ дн} = 1,4 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$a = 3 \cdot 10^9 \text{ м}$$

$$M = \frac{a^3 \cdot 4\pi^2}{P^2 \cdot G}; \quad \text{Оценим в массах Солнца:}$$

$$\frac{3^3 \cdot 10^{27} \cdot 2^2 \cdot 10}{2 \cdot 3^2 \cdot 2^6 \cdot 2^4 \cdot 3^4 \cdot 10^4 \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}} = \frac{10^{28} \cdot 10^{11}}{2^{10} \cdot 6,7 \cdot 3^3 \cdot 10^{34}} = \frac{10^5}{10^3 \cdot 181} =$$

$$= \frac{100}{181} = 0,55 \text{ (М}_\odot\text{)}$$

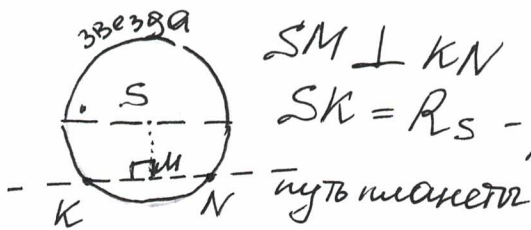
- 2) Заметим, что убывание (изменение) потока от звезды довольно значительно в момент затмения. Значит радиус планеты не во много раз меньше радиуса звезды. Об этом нам также говорит форма минимума (кривой блеска затмения) — "острый" конец. Значит полное затмение либо не наступает вовсе (часть видимого диска планеты не проходит по видимому диску звезды), либо полное затмение (его длительность) неизвестно в рамках точности измерений (считаем, что полное затмение длится "одно мгновение" в момент прохождения минимума). Для решения задачи мы будем опираться на второй случай — полное затмение было, но очень короткое. Это даст нам оценку минимального радиуса планеты.

Продолжение на следующей странице

Продолжение и 1:

3) Из-за наклона орбиты (~~планеты~~) планеты к лучу зрения — где нас планета (её видимый диск) будет проходить не через центр видимого диска звезды. В проекции на плоскость перпендикулярную лучу зрения (у неё есть своё название, но, к сожалению, вспомнить из головы), расстояние между ~~центром звезды и центром планеты~~ центром видимого диска звезды и видимого диска планеты составит:

$$SM = a \cdot \sin(90^\circ - 88,8^\circ) = a \sin(1,2^\circ) = \frac{a \cdot 1,2^\circ}{57,3^\circ}$$



$SM \perp KN$

$SK = R_s$ — радиус звезды = SN

$$SM + R_p = R_s$$

R_p — радиус планеты

(рисунок получился не совсем корректным, т.к. SM должен быть ~~меньше~~ ^{меньше}, чем на рисунке $\frac{1}{2}$, но это не мешает донести главную мысль)

Это следует из пункта 2)

4) Затмение составит 8 мин ($t = 8 \text{ мин} = 480 \text{ с}$)

А значит: $KN = t \cdot v_p$

где $v_p = \sqrt{\frac{GM}{a}}$

Продолжение на след. стр.

Заметим, что вообще $t \cdot v_p > KN$, но из-за того, что $(v_p \cdot t)$ будет вклиниться в $\sim \frac{1}{2} R_p$

Продолжение и 1:

5) ~~Уда~~ вернемся к пункту (2)

Изменение потока от звезд напрямую связано с перекрытием видимого диска планеты видимого диска звезд.

При этом заметим, что наблюдение велось на длине волны 450 нм, а ~~значит эта длина волны непрозрачна~~ атмосфера непрозрачна для нее. Значит, если планета имеет атмосферу,

то изменение ~~от~~ потока звезд будет зависеть не только от радиуса планеты, но и от высоты ее атмосферы (но если планета газовый гигант - то всё нормально)

Итак:

$$\frac{L_2}{L_0} = 0,42 \quad (\text{определим по графику})$$

L_0 - без затмения; L_2 - световой поток видимый

$$\frac{L_2}{L_0} = \frac{S_2}{S_0} = \frac{S_0 - S_{\pi}}{S_0} = 1 - \frac{S_{\pi}}{S_0} = 0,42 \Rightarrow \frac{S_{\pi}}{S_0} = 0,58$$

$$\frac{R_{\pi}^2}{R_s^2} = 0,58 = \frac{58}{100} \quad \text{где: } S_0 - \text{мощность видимого диска звезд}$$

$$\frac{R_{\pi}}{R_s} = \sqrt{\frac{58}{100}} = \frac{\sqrt{58}}{10}$$

S_{π} - мощность видимого диска планеты

R_s - радиус звезд

R_{π} - радиус планеты

Продолжение на след. листе.

стр 4 | Продолжение п.1:

САМ-1

6) Вернёмся к пункту 3)

$$R_{\text{дм}} + R_{\text{п}} = R_{\text{с}}$$

$$R_{\text{дм}} = R_{\text{с}} - \sqrt{\frac{58}{100}} R_{\text{с}} = R_{\text{с}} (1 - \sqrt{\frac{58}{100}})$$

$$R_{\text{с}} = \frac{R_{\text{дм}}}{1 - \sqrt{\frac{58}{100}}} = \frac{3 \cdot 10^9 \cdot 1,2}{57,3 \cdot (1 - \sqrt{\frac{58}{100}})} = \frac{3 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 0,3}{57,3 \cdot (1 - 0,75)} =$$
$$= \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 4}{19,1 \cdot 0,25} \approx \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 4^2}{19,1} \approx 2,6 \cdot 10^8 (\text{м}) = 2,6 \cdot 10^5 (\text{км})$$

А радиус планеты: $R_{\text{п}} = 0,75 \cdot 2,6 \cdot 10^5 = \frac{3 \cdot 2,6 \cdot 10^5}{4} =$

$$= \frac{3 \cdot 1,3 \cdot 10^5}{2} = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 10^5 = 1,95 \cdot 10^5 (\text{км})$$

7) Исходя из масс звезды и её радиуса, можем сказать, что она принадлежит к маленьким, холодным звёздам ~~главной~~ главной последовательности спектрального класса M (либо спектр. класс K).

Планета в свою очередь относится к оформленным газовым гигантам, близка к массе Юпитера карликов. Однако её радиус может быть и несколько больше найденного.

Ответ: звезда — маленькая звезда Главной последовательности спектр. класса M . $R_{\text{с}} \approx 260000 \text{ км}$

Планета — крупный газовый гигант, возможно близок к Юпитеру карликам $R_{\text{п}} \approx 195000 \text{ км}$ (или немного больше)

Стоит отметить, что полученная в 1 пункте масса звезды может отличаться от настоящей, т.к. масса планеты относительно близка к массе звезды.