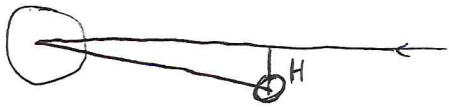


$T = 1.4^d$
 $a = 3 \cdot 10^6 \text{ км}$ \Rightarrow т.к. $T^2 = 4\pi^2 \frac{a^3}{GM}$, то $M = \frac{4\pi^2 a^3}{G T^2} \approx 10^{30} \text{ кг} = 0.5 M_{\odot}$

Линейная скорость планеты $v_n = \frac{2\pi a}{T} \approx 150 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

Угол между лучом и плоскостью орбиты составляет не более 1.2° . т.к. кривая затмения симметрична, можно считать что угол $i = 1.2^\circ$ ровный, и скорость планеты направлена параллельно "горизонту" звезды, так как в минимуме потока отсутствует горизонтальный уклон, то логично предположить, что планета не проходит по диску звезды всей своей площадью, а в максимальной фазе затмевается ≈ 0.56 площади звезды. $\Rightarrow R_n > H$ (укаже для больше по выкил) не затмевалась

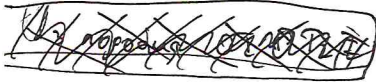


$H = a \sin i \approx a \cdot i \approx 63,000 \text{ км}$

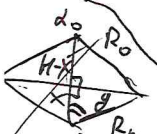
расст-е между центрами в карт. плоскости



высоту в затме



затмевается площадь сегмента площади диска сегментов

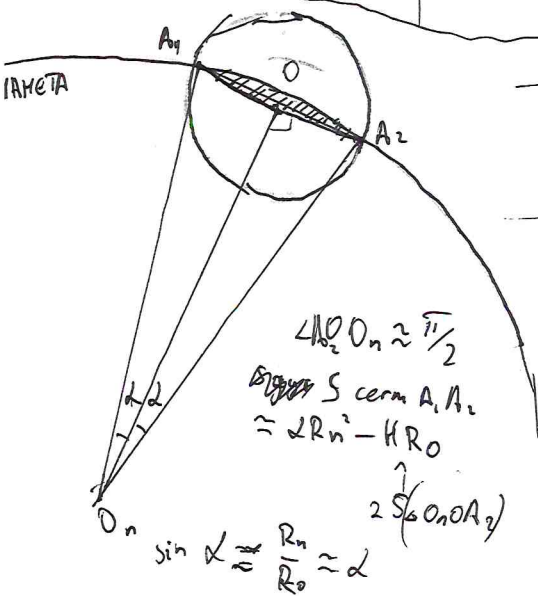


$R_0^2 - (H-x)^2 = R_n^2 - x^2$
 $\Rightarrow x = \frac{R_n^2 + H^2 - R_0^2}{2H}$

$\cos \frac{\alpha_0}{2} = \frac{H-x}{R_0} = \frac{H^2 + R_0^2 - R_n^2}{2HR_0}$

$\sin \frac{\alpha_0}{2} = \frac{x}{R_0} = \frac{R_n^2 - H^2 + R_0^2}{2HR_0}$

эмпирически прощупываем



$\angle A_1 O_1 A_2 \approx \frac{\pi}{2}$

площадь S сегмента $\approx 2R_n^2 - HR_0$

$\sin \alpha \approx \frac{R_n}{R_0} \approx 0.56$

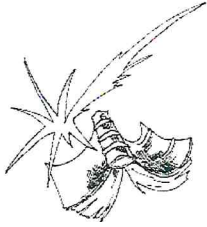
из подобия высот $\text{пр } \Delta OT_1OT_2 = H \cdot \frac{R_0}{R_0 + R_n} = h$
 $\Rightarrow T_1 T_2 = 2 \cdot \sqrt{R_0^2 - h^2} = \frac{2R_0}{R_0 + R_n} \sqrt{(R_0 + R_n)^2 - H^2}$
 (по Th. Пифагора)

Точки инстанса T_2 за $\tau = 8^m$ промкя расст. $(T_1 T_2 + T_2 T_3)$ со ск. $2v_n$
 $\Rightarrow v_n \tau = 2 \sqrt{R_0^2 - h^2} \Rightarrow R_0 + R_n \approx 73000 \text{ км}$

в фазе затмения т.к. велика затмевается площадь диска $\approx 0.56 \pi R_0^2 \approx \pi R_0^2 + \frac{R_n^3 - HR_0^2}{R_0}$
 $0.06 \pi R_0^3 = R_n^3 - HR_0^2$ (в том. км)
 $\Rightarrow 0.06 \pi R_0^3 = (73 - R_0)^3 - 63 R_0^2 \rightarrow$
 \rightarrow не даёт решения $R_0 < 10^4$ тыс. км \Rightarrow необходимо точнее оценить покрываемую площадь.
 $S_{\text{затм}} \approx (R_n - R_0) \cdot R_0 \approx 0.06 \pi R_0^2$
 $0.19 R_0^2 = (10 - R_0) R_0$
 $\Rightarrow 1.19 R_0^2 = 10 R_0$
 $\Rightarrow R_0 \approx 8.4 \text{ тыс. км}$
 $\Rightarrow R_n \approx 64.6 \text{ тыс. км}$

закром. фигура \approx дельтоид
 $S_{\text{затм}} = \frac{d_1 d_2}{2}$

судя по размерам звезды и её массе, она скорее всего является белым карликом, а планета — суперземлей ($R > 10 R_{\oplus}$)



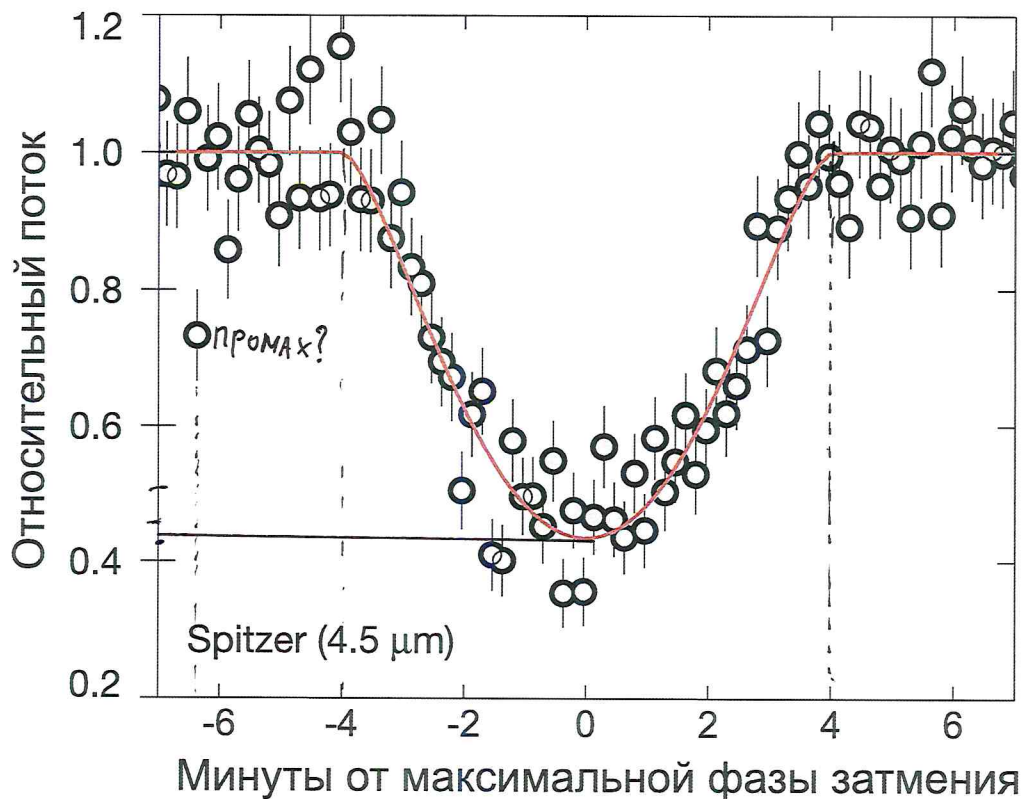
(201-23) стр 2 из 2

XXVIII Санкт-Петербургская астрономическая олимпиада
практический тур

2021
14 марта

11 класс

Вам дан график кривой блеска (наблюдения получены на телескопе Spitzer), образованной прохождением планеты по диску звезды Gaia DR2 2146576589564898688. Детальный анализ показал, что данная планета имеет период обращения 1.4 дня при радиусе круговой орбиты 3 млн. км. Угол между лучом зрения и нормалью к плоскости орбиты составляет $88^\circ.8$. Исходя из этих параметров, оцените радиусы звезды и планеты, а также определите, к каким типам относятся звезда и планета.



Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте

<http://school.astro.spbu.ru>