$\boxed{\text{ЛВВ-1}}$

Максимальный относительный поток $I_{max} = 1$, минимальный – $I_{min} = 0,43$ (с графика) →

→ $\frac{I_{min}}{I_{max}} = \frac{0,43}{1} = 0,43$

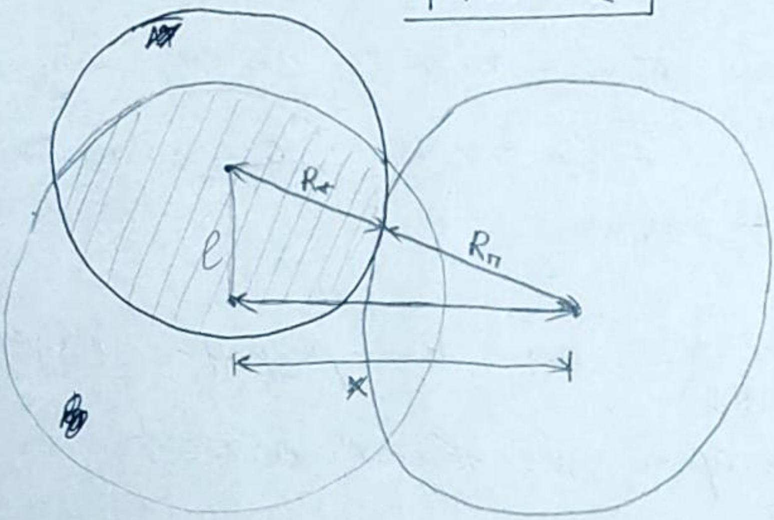
$\frac{I_{min}}{I_{max}} = \frac{\pi R_*^2 - \Delta S}{\pi R_*^2}$, где R_* – радиус звезды, ΔS – площадь звезды, которую закрывает планета во время затмения. Будем считать, что тепло, которое переизлучает планета ничтожно малое, в сравнению з общим потоком; используемся законом теплового излучения Стефана-Больцмана ($I \sim T^4 \cdot S$)

$$1 - \frac{\Delta S}{\pi R_*^2} = \frac{I_{min}}{I_{max}} = 0,43 \rightarrow \underline{\underline{\frac{\Delta S}{\pi R_*^2} = 0,57}}$$

Поскольку на данном графике отсутствует плато (прямая горизонтальная линия) в минимуме блеска и $I_{min} \neq 0$, то затмение частичное, к тому же диск планеты может либо только на мгновения полностью проектироваться на диск звезды, либо вообще полностью на него не проектируется

С помощью графика определяем, что от максимальной фазы затмения до конца затмения проходит примерно $\underline{\Delta t = 4 \text{ минуты}}$

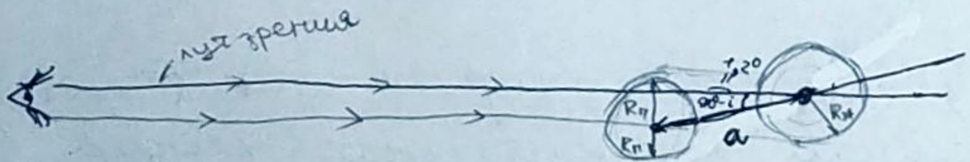
ЛВВ-1



$x = v \cdot \Delta t$

$v^2 = \frac{G(M\cancel{\;\;})}{a}$ – относительная круговая скорость планеты

(поскольку $x \ll a$, то можно принять x за прямой отрезок, перпендикулярный к лучу зрения)



По условие $i = 88°,8 \to 90° - i = 90° - 88,8 = 1,2°$

Поскольку при затмении закрывается 57% звезды, то для оценки можно принять, что радиус планеты $R_п \approx a \cdot \sin 1,2° \approx$

$\approx 3 \cdot 10^6 км \cdot \sin 1,2° \approx 3 \cdot 10^6 км \cdot \frac{1,2 \cdot \pi}{180} (рад) \approx$

$\approx \frac{3 \cdot 10^6 \cdot 1,2 \cdot 3,14}{180} км \approx \underline{6,3 \cdot 10^4 км} = \underline{6,3 \cdot 10^7 м}$

~~(класс горячих юпитеров)~~

(класс газовых гигантов)

$\boxed{ЛВВ-1}$

По 3-му закону Кеплера:

$$\frac{T^2 \cdot M}{a^3} = \frac{T_\oplus^2 \cdot M_\odot}{a_\oplus^3} \to M = M_\odot \left(\frac{T_\oplus}{T}\right)^2 \cdot \left(\frac{a}{a_\oplus}\right)^3 \approx$$

$$\approx M_\odot \left(\frac{365,25^д}{1,4^д}\right)^2 \cdot \left(\frac{3\cdot10^6 км}{149,6\cdot10^6 км}\right)^3 \approx 260^2 \cdot \frac{1}{50^3} \approx \frac{26^2\cdot10^2}{5^3\cdot10^3} =$$

$$\approx \frac{26^2}{5^3\cdot10} \approx \underline{0,54 M_\odot}$$ — сумма масс планеты и звезды.

По теореме Пифагора: $l^2 + x^2 = (R_* + R_п)^2$;

$x^2 = v^2 \cdot \Delta t^2 = \frac{GM}{a} \cdot \Delta t^2$; ($l$ – расстояние между центрами дисков звезды и планеты)

Оценочно $\Delta S \approx \pi l^2 \to$

$$\to \frac{\pi l^2}{\pi R_*^2} = 0,57 \to \frac{l^2}{R_*^2} = 0,57 \to l^2 = 0,57 R_*^2$$

$$0,57 R_*^2 + \frac{GM}{a} \cdot \Delta t^2 = (R_* + R_п)^2$$

$$\cancel{(R_* + R_п)^2 - 0,57 R_*^2 = \frac{GM\Delta t^2}{a}}$$

$$\cancel{0,43 R_*^2 + 2R_* \cdot R_п + \left(R_п^2 - \frac{GM\Delta t^2}{a}\right) = 0}$$

$$\cancel{D = 2R_п^2 - 4\cdot 0,43\left(R_п^2 - \frac{GM\Delta t^2}{a}\right) =}$$

$$\cancel{= -0,28 R_п^2 + \frac{1,72\, GM\Delta t^2}{a} =}$$

$$\cancel{= -0,28\cdot 6,3^2\cdot 10^{14} + \frac{1,72\cdot 6,67\cdot 0,54\cdot 2\cdot 10^{30}\cdot (4\cdot 60)^2}{3\cdot 10^9} \approx 2\cdot 10^{26}}$$

ЛВВ-1

$$0,43 R_*^2 + 2R_п \cdot R_* + \left(R_п^2 - \frac{GMt^2}{a}\right) = 0$$

$$D = 4R_п^2 - 4\cdot 0,43\left(R_п^2 - \frac{GM_\Delta t^2}{a}\right) =$$

$$= 2,28 R_п^2 + \frac{1,73\cdot GM_\Delta t^2}{a}\Big) =$$

$$= 2,28\cdot 6,3^2\cdot 10^{14} + \frac{1,72\cdot 6,67\cdot 10^{-11}\cdot 0,54\cdot 2\cdot 10^{30}\cdot (60\cdot 4)^2}{3\cdot 10^9} \approx 10^{16}$$

$$\underline{\underline{R_*}} = \frac{-2R_п + \sqrt{D}}{2\cdot 0,43}\,м \approx \frac{-2\cdot 6,3\cdot 10^7 + 10^8}{2\cdot 0,43}\,м \approx 30\cdot 10^6\,м \approx$$

$\approx$ <u>30 тис. км</u>

Поскольку маса планеты не может сильно привышать массу звезди, то маса звезды составлеет порядка 0,3 – 0,5 $M_\odot$.
Эти радиус и масса соответствуют <u>красному карлику</u> или <u>белому карлику</u>.