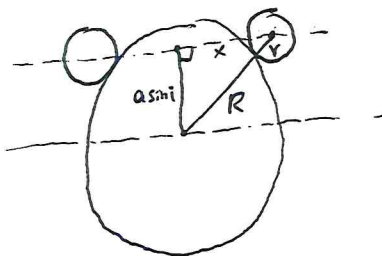
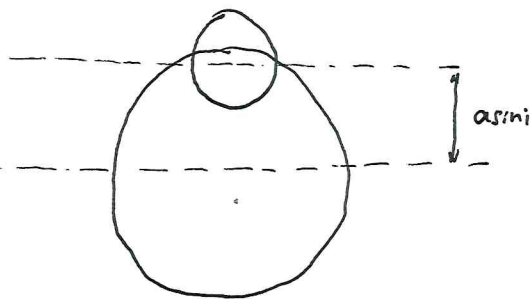
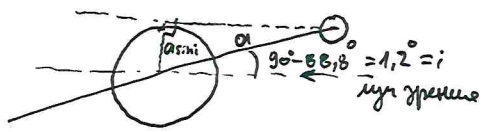


Каждому потоку значимости, т.е. радиус планеты сравним с радиусом звезды:

Плоская звезда затеняет планет  $\Rightarrow$  опти. поток  $\frac{F}{F_0} = 1 - \frac{S_{закр.}}{S_{полн}} = 0,44$  при макс. фазе затмения  $\Rightarrow$

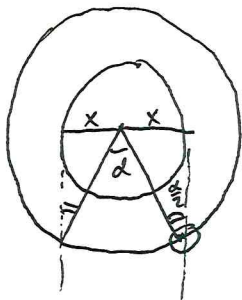
$\Rightarrow \frac{S_{закр.}}{S_{полн, макс}} = 0,56$ , т.к.  $\frac{r_m}{R_{зв}} \approx \frac{R_m}{R_{зв}}$ , потому что они далеко  $F \propto b \propto S_{закр.}$

В минимуме кривая потока не пологая  $\Rightarrow$  затмение касательное



Тогда по теореме  $x^2 = (R+r)^2 - a^2 \sin^2 i$

$\sin i \approx i = \frac{1.2}{360} \cdot 2\pi = \frac{1}{300} \cdot 2\pi \approx \frac{1}{50} = 0,02$



касания орбиты мал  $\rightarrow$  под углом звезды планета проходит за  $\Delta t \approx \frac{a}{v}$ , где  $v = \frac{2\pi a}{T}$   
 $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{x}{a} \approx \frac{\alpha}{2}$ , т.к.  $x \ll R, a \ll R \ll a$   
 $\Delta t =$  время из центра

$\Delta = 2 \frac{\sqrt{(R+r)^2 - a^2 \sin^2 i}}{a} = \frac{2\pi}{T} \Delta t$

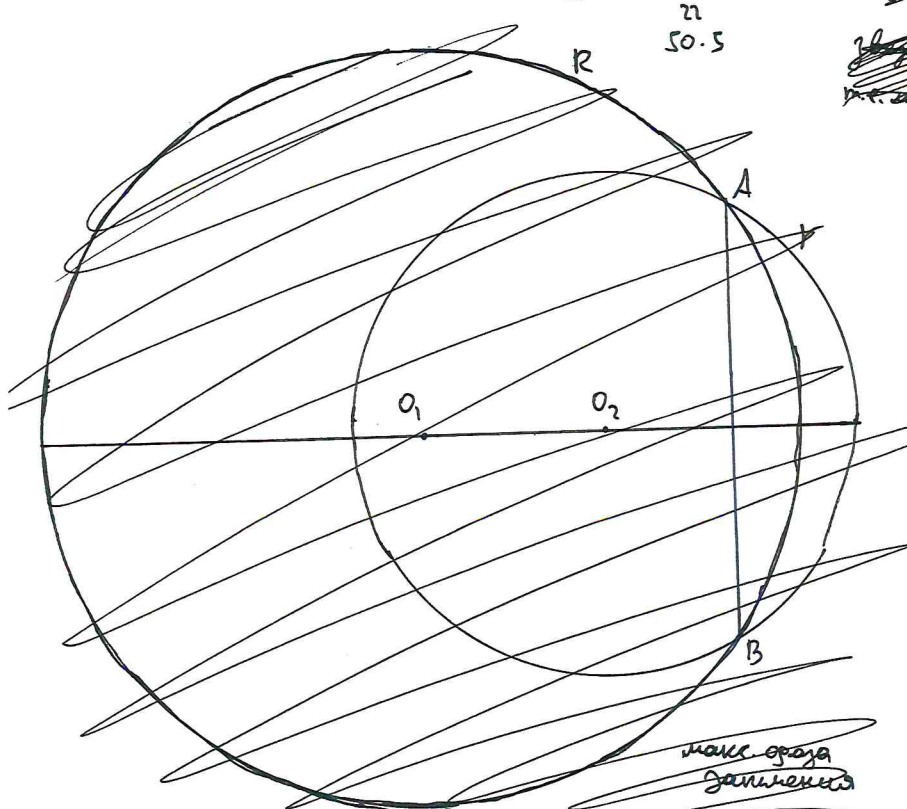
$\left(\frac{R+r}{a}\right)^2 - \sin^2 i = \frac{\pi^2 \Delta^2}{T^2}$

$\left(\frac{R+r}{a}\right)^2 = 0,02^2 + \frac{\pi^2 \cdot 60^2}{1,4 \cdot 10^8 \cdot 3600^2} = 0,02^2 + \frac{1}{84^2} = 0,0004 + 0,000121 = 0,000521 \approx 0,023^2$

III Копера  $\frac{T^2 M}{T_0^2 M_0} = \frac{a^3}{a_0^3} \Rightarrow \frac{M}{M_0} = \left(\frac{3}{150}\right)^3 \cdot \left(\frac{365}{1,4}\right)^2 \approx \frac{50^3 \cdot 5^2}{50^3} = \frac{5^2}{50} = 0,5$

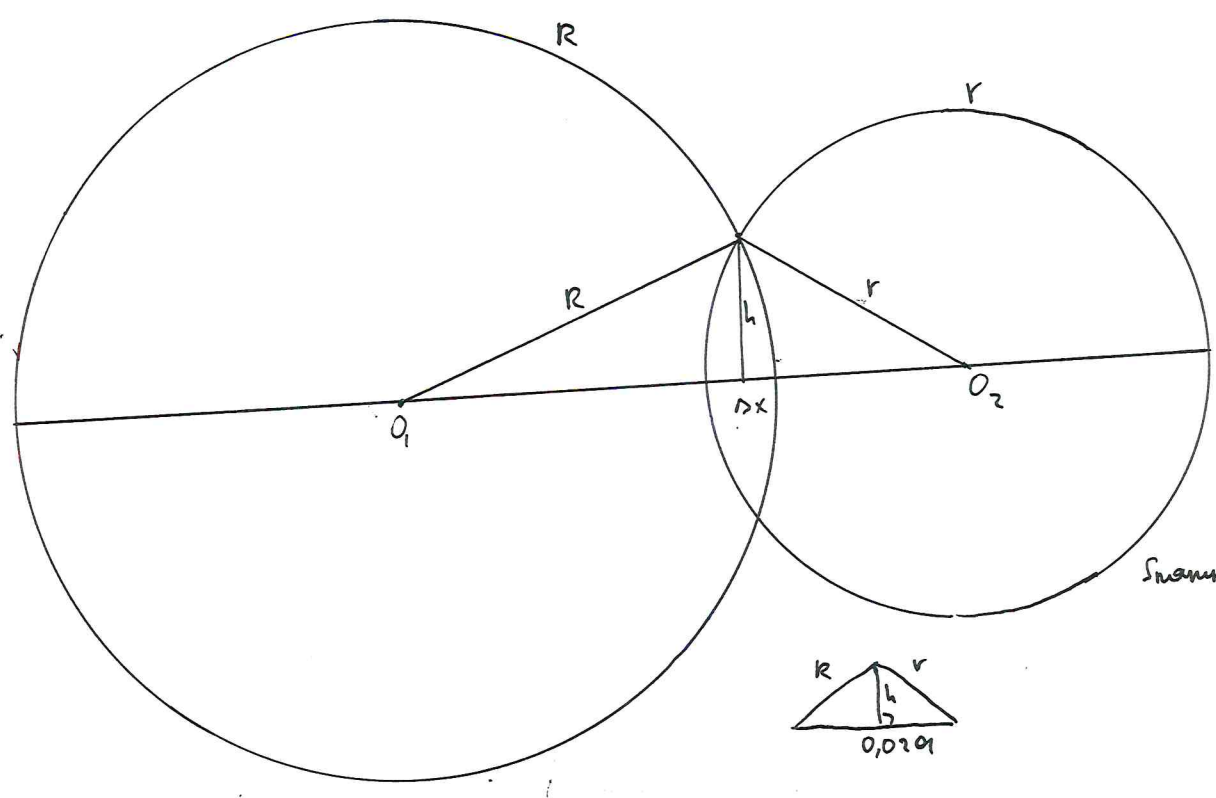
$R+r = 0,023a \approx 0,09 R_0$

~~Затмение происходит в радиусе звезды (4,5 км), т.е. светит в радиусе звезды, а не в радиусе планеты, а это~~



$0,02 = L = 0,02a$  - расст. между центрами звезды и планеты;  
 ширина участка звезды, закрытого планетой  
 $\Delta x = R_1 + r - L = 0,003a \ll (R+r) \Rightarrow$  планета закрывает яркое пятно; звезда может быть красной карликом, т.к. она наблюдается в радиусе 4,5 км, как бы внутренности такие планеты  
 масса звезды больше предела Куллара  $\Rightarrow$  не коричневый карлик

В такой случае планета может быть горючим топливом

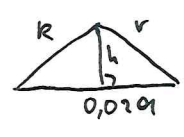


$$\frac{F}{F_0} = \frac{F_{\text{гб}} - F_{\text{планета}}}{F_{\text{гб}}} =$$

$$= 1 - \frac{F_{\text{планета}}}{F_{\text{гб}}} = 0,44$$

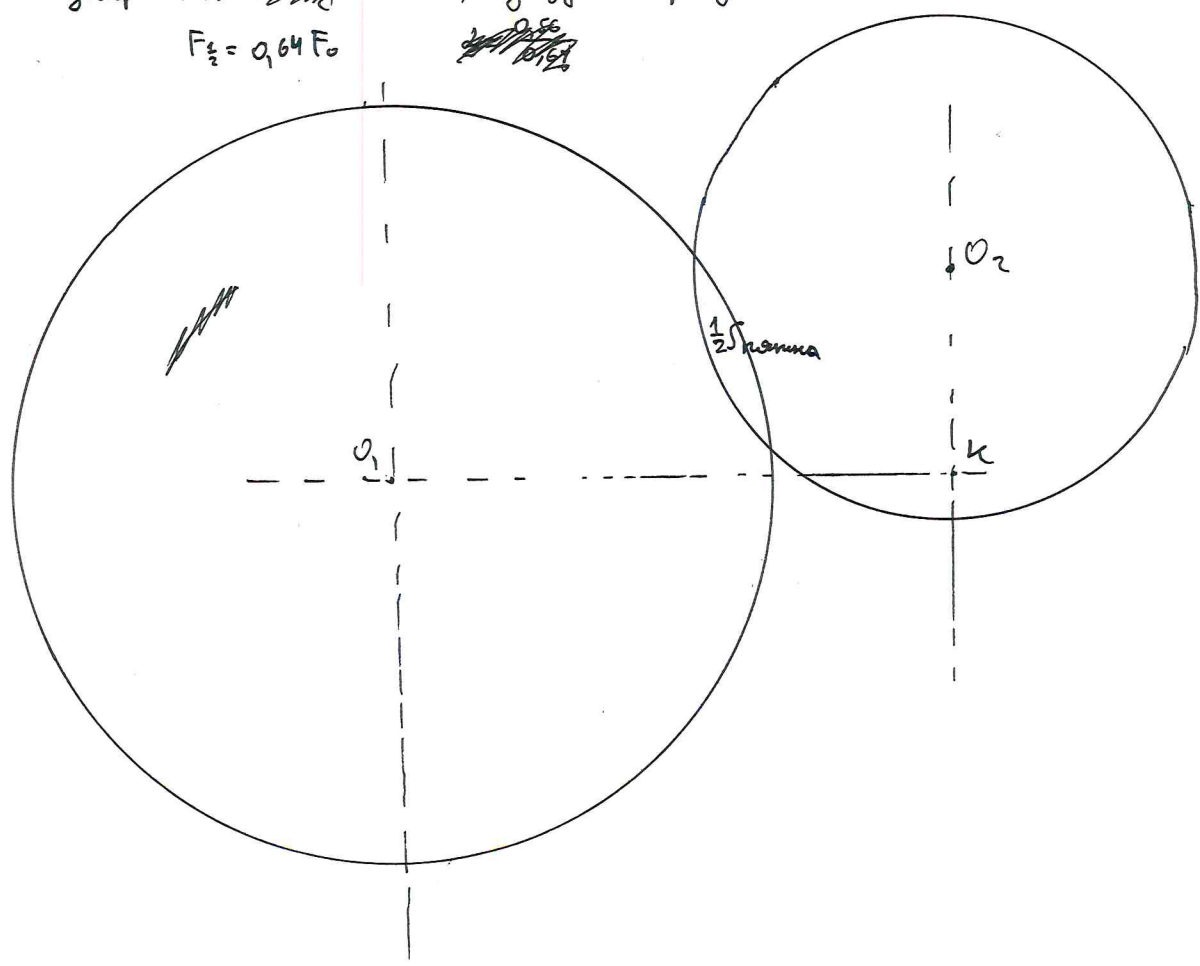
$$\frac{F_{\text{планета}}}{F_{\text{гб}}} = 0,56$$

$S_{\text{планета}} \approx h \cdot \alpha x$

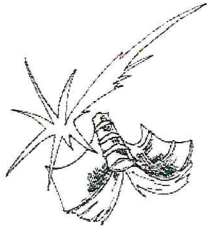


лучи на середине между началом затмения и полной фазой планеты  
затмения ~~наблюдения~~ планеты, и звезда возвращается

$F_{\frac{1}{2}} = 0,64 F_0$



$$O_2 k = \frac{x}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{(R+r)^2 - a^2 \sin^2 i}$$

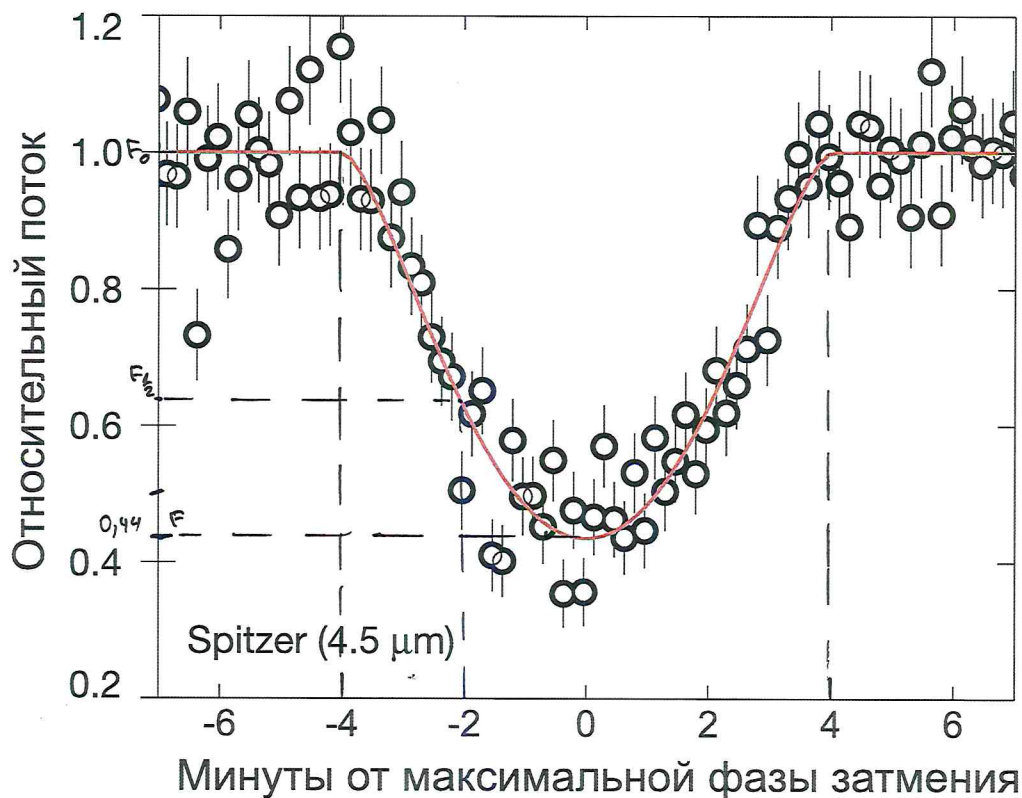


XXVIII Санкт-Петербургская  
астрономическая олимпиада  
практический тур

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>