

$$\begin{array}{r} 365 \\ -28 \\ \hline 85 \\ -84 \\ \hline 1 \end{array}$$

26,1

сторона

Первое, что стоит сказать - мы не зная с чистого листа величин (или все-таки наблюдений), однако по-моему Spitzer это совсем не интересный телескоп, можно и преодолеть.

$\Rightarrow$  собственным излучением планеты можно измерить.

на наблюд.

$$\begin{array}{c} 90^\circ \\ \text{---} \\ 50^\circ \end{array} \quad h = r \cos i$$

линейка

290 145

12. 4. 48

9,5

≈ 3,12

4,5

= 19

12 ≈ 50

массу звезды M:

$$\frac{T^2 M}{R^3} = \frac{T_\oplus^2 M_\oplus}{R_\oplus^3} \Rightarrow M = M_\oplus \cdot \frac{R^3}{R_\oplus^3} \cdot \frac{T_\oplus^2}{T^2} = M_\oplus \cdot \frac{3}{150^3} \cdot \frac{365,25^2}{1,4^2}$$

$$\approx M_\oplus \cdot \frac{3}{15.50^3} \cdot 26,1^2 \cdot 50 = M_\oplus \cdot \frac{681,21 \cdot 50^2}{50^3} = M_\oplus \cdot \frac{681,21 \cdot 50^2}{125000} \approx M_\oplus \cdot \frac{125 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 50^2}{125000} \approx M_\oplus \cdot 5 \cdot 5 \cdot 50^2$$

$$\approx M_\oplus \cdot 5 \cdot 5 \cdot 50^2 \approx 0,5 M_\oplus; \quad 681,21 \cdot 125 = 681,21 \cdot 125$$

Простите, обознач. Не прошло указавшего что Spitzer работает на 4,5 мкм, то есть на  $4,5 \cdot 10^{-6}$  м. Даже то что это совсем не оптическое. Оптическое температурой "бесплатного" излучения будет  $4,5 \mu\text{m} T^4$ :

$$T^4 = K = \frac{0,0029}{4,5 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow T^4 = \frac{0,0029}{4,5 \cdot 10^{-6}} K = 2,9 \cdot 10^{-3} \quad K = \frac{2,9}{4,5} \cdot 10^3 \approx 6,5 \cdot 10^3$$

$\approx 650$  К; Это значит, что поток формируется этим излучением:

### a) Плазменный

Si Радио-диапазоном хвостом излучает звезду. Будем

находить температуру звезды планеты через температуру звезды. Будем

считать радиоизлучение звезды и планеты чернотельным. индекс x - к звезде,

и к планете. Упрощение радиоволн баланса: ( $A_h = 0$ ):

$$\frac{R_x^2 \cdot T_x^4}{R_h^2 \cdot T_h^4} \cdot \frac{R_h^2}{R_x^2} = \frac{T_x^4}{T_h^4} \Rightarrow T_h = T_x \cdot \sqrt[4]{\frac{R_x^2}{R_h^2}} \cdot \sqrt[4]{\frac{1}{4}}$$

$$\text{Найдем } \sqrt[4]{\frac{R_x^2}{R_h^2}} = \sqrt[4]{0,25} = \sqrt[4]{0,5^2} = \sqrt[4]{0,5} = 0,7 \Rightarrow T_h = T_x \cdot 0,7 \cdot \sqrt[4]{\frac{R_x^2}{R_h^2}}$$

Намного изображим с характером излучения - это не просто, так как затенение

находим величину  $h$  (см рис. выше):  $h = r \cos i$ ,  $i = 12^\circ$ ,  $r = 50$  и

$$= 90^\circ - i = 78^\circ \approx \frac{1,2}{5,73} \text{ рад} = \frac{1,2}{180} \pi \approx 20^\circ \frac{1,2}{60} \text{ рад} \approx 12,5^\circ \text{ рад} \approx 0,02 \text{ рад};$$

$$\text{Из } T_{\text{радио}} \text{ } h = r \sin \theta = f\left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) = f\left(1 - \left(\frac{12,5^\circ}{360^\circ}\right)^2\right) = f \cdot \sin 8^\circ \approx 18^\circ \approx 3 \text{ миллиарда}$$

Заметим, что если звезда была бы  $R_\oplus$  и имела радиус земли-то ее величина  $h$  была бы явно больше 50000 км и  $M_\oplus$

бы в звезде не было бы планеты, а его нет. Звезда звезда, спасибо всем, БК.

спасибо всем, БК.

\*yk-8

**\*УК-8**  
Несколько недель назад в Бишкеке. Две Академии здравоохранения Каракола организовали конференцию по:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi \cdot 3 \cdot 10^6 \text{ KM}}{1,4 \cdot 86400 \text{ c}} = \frac{6,18 \cdot 3 \cdot 10^6 \text{ KM}}{1,4 \cdot 86400 \text{ c}} \approx \frac{55 \cdot 10^6}{10^3} \frac{\text{KM}}{\text{c}} \approx 150 \frac{\text{KM}}{\text{c}}$$

Чтобы звук был сравним с землей:  $\nu = \nu_0 \cdot \frac{r_0}{r} \cdot \frac{T_0}{T} = \nu_0 \cdot \frac{1}{50} \cdot 261$

изображим  
 $\frac{G_1}{G_2} = \frac{8\text{мин}}{8\text{мин}} = 1$ , то это значит что, который прошел через  $n$  шагов

Optimalna stopečnost u dovođenju S:  $2 \cdot 10^2 \text{ km} = 750 \cdot 30^4 \text{ km}$

$$S = \pi \cdot r^2 = 480 \text{ da} \cdot 1,56 \frac{\text{km}}{\text{da}} = 4,8 \cdot 30^2 \cdot 1,56 \cdot 30^2 \text{ km} = 750 \cdot 30^4 \text{ km}$$

$S = \pi \cdot d \approx 480 \text{ km} \cdot 150 \frac{\pi}{c} \approx 7500 \text{ km}$ . Всеми маленьких угл.  $\angle TAU$ , когда  $UHM$ :  $\angle TAU$  —  $\angle TAU$  при  $UHM$  —  $\angle TAU$  при  $UHM$

1) Масса звезды  $\approx 0,5 M_{\odot}$ ; Если звезда имеет радиус, то  
 $R \approx \frac{R_0}{2} \approx 6000 \text{ km}$   
 потому  $L \sim R^{3.2}$  и  $L \sim M^4$ , т.е.  $L \propto M^4 R^3$   $\Rightarrow R \approx \frac{R_0}{2} \approx 6000 \text{ km}$   
 должен быть замечено больше 6000 км; атмосфера ее радиуса должна  
 ее больше 30 км, а ведет! должна находиться за пределами звезды  
 и должна там находиться, образуя характерное изображение

и нутре ~~Антарес~~ с движением вправо → Южная. Таким образом, это не ЮР и не запад. Остается Небесный звезды или ВК.  $M = 8.5 \cdot 10^8 M_{\odot}$  и это очень большое значение.

Следовательно,  $i = \frac{1,2}{(7,3 - 1,2)} = \frac{1,2}{6,1} \approx 0,2$ . Тогда  $h = \frac{1,2}{0,2} = 6$  км.

$R_h = h = 60000 \text{ km} \Rightarrow$  это в 2 раза больше радиуса Земли, т.е.  $R_h = R_{\oplus} \approx 60000 \text{ km}$ ; Тогда  
 $i = \frac{R_h}{R_{\oplus}} = \frac{60000}{6370} \approx 9.4$  (т.е. орбита на  $9.4$  радиуса Земли).  
 Наибольшая высота полета ракеты  $h = 60000 \text{ km}$  соответствует  $i = 9.4$ .

Leave h:  $R_h = h \approx 60000 \text{ km} \Rightarrow$  The upper air (4000 m) is also

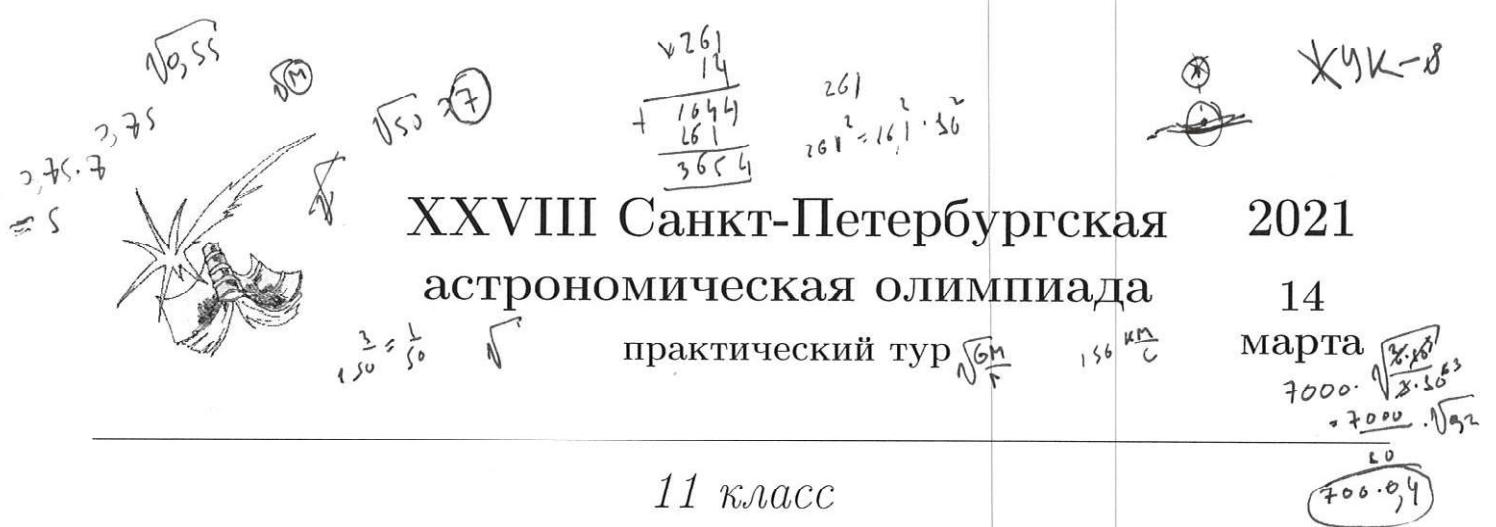
$$\Delta = 0) \quad T_n \approx 10^4 K \cdot 0,7 \cdot \sqrt{\frac{6,30}{3,30}} = 7 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\frac{2}{10}}$$

$\Rightarrow T = 7 \cdot 10^2 \cdot \sqrt{0,2} = 0,5 \cdot 7 \cdot 10^2 \approx 300 \text{ K}$ ; Учитывая некоторые важные температуры для бодильного спирта, это тоже подтверждает версию, что это не спирт (но не  $T = 60 \text{ K}$ )

Планы отрасли, эти системы:

SK + populus white p

$\delta K + \text{погреш.}$   
 $(\text{масса звезды} \ll 0,1 M_{\odot}) \Rightarrow$  преобразование  $\text{до} 8 \text{ км}$   
 Кинетик обесцвечено)



# XXVIII Санкт-Петербургская астрономическая олимпиада

2021

практический тур

$\sqrt{6m}$

14

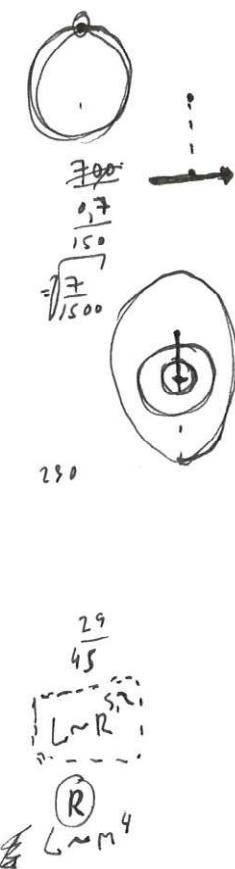
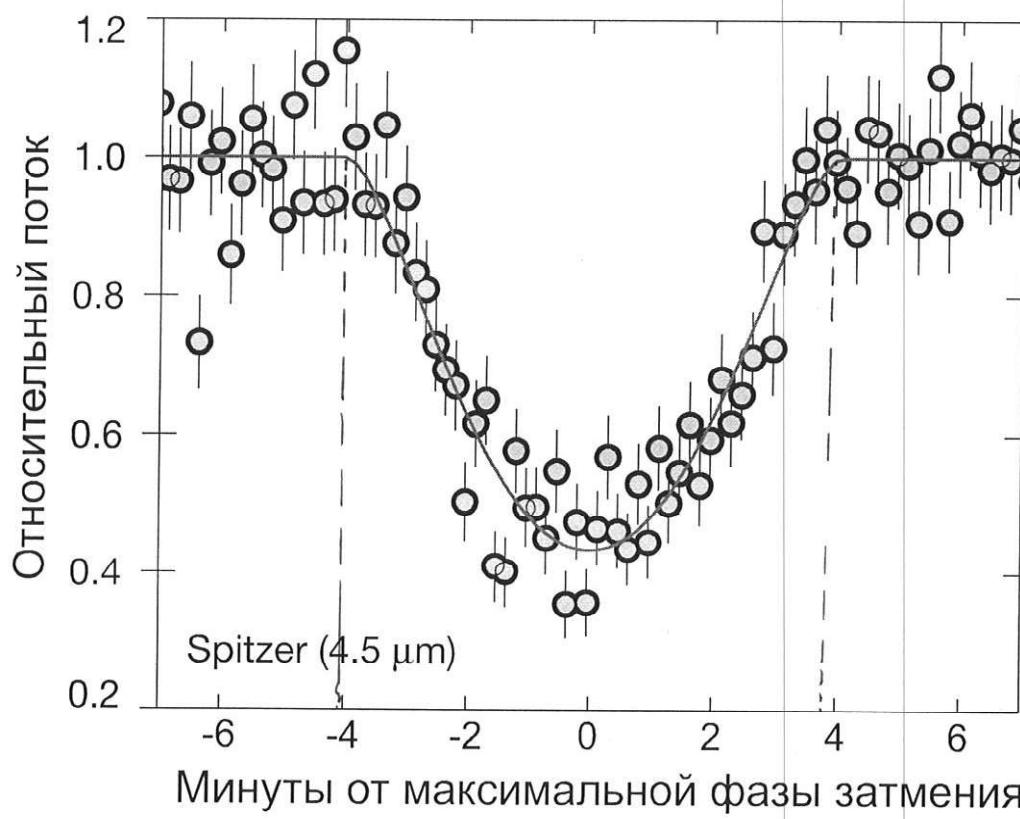
марта

$$7000 \cdot \sqrt{\frac{3.6}{2.56}} = 7000 \cdot \sqrt{1.4375} = 10000$$

11 класс

10  
7000.64

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>

$$\frac{45 \cdot 10^6}{4500 \cdot 10^9} = 10^{-6}$$

$$\text{Distance} = \frac{0.0019}{5800} \approx 3.2 \cdot 10^{-6} \text{ km} = 3.2 \text{ m}$$

2 4 6

$$\approx 0.5 \cdot 10^{-7} \approx 500 \cdot 10^{-9} \approx 500 \text{ нм}, \text{ смкм}$$