

№2

Абс. зв. величина Солнца  $\Rightarrow M_0 = 4,72^m$ , Температура Солнца  $T_0 = 5800\text{K}$ . По формуле Погсона найдем ~~или~~ отношение светимостей звезды и Солнца:

$$\frac{L}{L_0} = 10^{0,4(M_0 - M)} = 10^{0,4(4,72 + 0,6)} = 10^{2,1} \approx 100$$

Из закона Стефана-Больцмана  $L = S_0 T^4 \Rightarrow \frac{L}{L_0} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^2 \left(\frac{T}{T_0}\right)^4$  найдем

отношение радиусов Земли и Солнца:  $\frac{R}{R_0} = \left(\frac{L}{L_0}\right)^{0,5} \left(\frac{T_0}{T}\right)^2 = 10 \cdot \left(\frac{5800}{3400}\right)^2 \approx 10 \cdot 1,7^2 = 28,9$

Гравитационное ускорение на поверхности  $g = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow M = \frac{gR^2}{G}$

$$M = \frac{0,7 \cdot (28,9 \cdot 700 \cdot 10^8)^2}{6,67 \cdot 10^{-11}} \approx \frac{7^3 \cdot 28,9^2 \cdot 10^{16}}{7 \cdot 10^{-11}} \approx 40804 \cdot 10^{27} \approx 4,1 \cdot 10^{31}$$

Теперь по 3 обобщенному закону Кеплера найдем большую полуось нашей планеты. Так  $M_* = M_\oplus$ , то ими можем пренебречь (малы по сравнению с Солнцем и звездой)  $\Rightarrow \left(\frac{T}{T_\oplus}\right)^2 \frac{M}{M_0} = \left(\frac{a}{a_\oplus}\right)^3$  (здесь  $T$  - период обращения)  $\Rightarrow \left(\frac{a}{a_\oplus}\right)^3 = \left(\frac{73}{365}\right)^2 \cdot \frac{4,1 \cdot 10^{31}}{2 \cdot 10^{30}} \approx 0,04 \cdot 20 = 0,8 \Rightarrow a = \sqrt[3]{0,8} \text{ а.е.} = 2 \cdot 10^{-0,32} \text{ а.е.}$

~~Значит~~ Чем больше эксцентриситет, тем ближе планета будет подходить к ~~всех~~ звезде.  $\Rightarrow$  Максимальный эксцентриситет будет тогда, когда в перцентре планеты будет оказываться ~~или~~ край звезды. То есть когда  $g = R = 28,9 R_0$ .  $g = a(1-e) \Rightarrow 1-e = \frac{g}{a} \Rightarrow e = 1 - \frac{g}{a}$

$$e = 1 - \frac{28,9 \cdot 7 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^{-0,32} \cdot 1,5 \cdot 10^{11}} \approx 1 - \frac{202}{3} \cdot 10^{8-11+0,3} = 1 - 67 \cdot 10^{-2,7} \approx 1 - 0,067$$

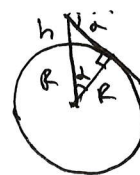
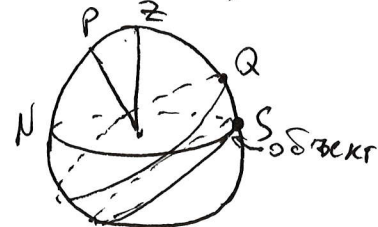
$$\Rightarrow \boxed{e \approx 0,933}$$

№5

Объект будет в направлении ка юг для Аркадия от в верхней кульминации. Объект на горизонте  $\Rightarrow h_b = 0$ .  $h_b = 90 - \varphi + \delta = 0 \Rightarrow$

$$\delta = \varphi - 90 = -28^\circ \quad (\varphi = 62^\circ)$$

Посчитаем угол понижения горизонта Василья.



$$\cos d = \sqrt{1 - \sin^2 d}, \quad d \text{ - мал, так что } \sin d \approx d \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos d \approx \sqrt{1 - d^2} \approx \frac{6400}{6400,885}$$

$$d = \sqrt{1 - \left(\frac{6400}{6400,885}\right)^2} = \sqrt{1 - 0,9999^2} = \sqrt{1 - 0,9998} = \sqrt{0,0002} = \sqrt{2} \cdot 10^{-2}$$

$$d \approx \cancel{1,4} \cdot 10^{-2} = 0,014 \text{ рад} \approx 48'$$

Объект для Василья будет на максимальной высоте, когда он будет в его пункте кульминации в В.к.  $h_b = 90 - \varphi + \delta + d = 18^\circ 48'$ .

Разница во времени будет являться просто разностью долгот в часовой мере. Так как долгота Васи больше долготы Аркаши, то в его пункте объект окажется в В.к. позже.

$$\text{Итак, } \underline{\underline{\Delta t}} = \frac{\lambda_B - \lambda_A}{15^\circ/\text{час}} = \frac{43 - 31}{15} = \frac{12}{15} \text{ часа} = \underline{\underline{48 \text{ минут}}}$$

№ 4

Посчитаем время между максимальными сближениями с Землей:  $2097 - 2003 + 0,5 = 94,5$  года. Это и будет синодический период Земли с астероидом (давайте же будем учитывать эксцентриситеты, они малы и орбиты почти круговые).

$\Rightarrow \frac{1}{S} = \frac{1}{T_{ac}} - \frac{1}{T_{\oplus}}$ . Здесь "-", т.к. при вращении в противоположные стороны период астероида получился бы отрицательным

$$\left(\frac{1}{T_a} = \frac{1}{S} - \frac{1}{T_{\oplus}} = \frac{1}{94,5} - 1 < 0\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{S} = \frac{1}{T_{ac}} - 1 \quad (\text{будем считать периоды в годах})$$

$$\frac{1}{T_{ac}} = 1 + \frac{1}{S} = \frac{S+1}{S} \Rightarrow T_{ac} = \frac{S}{S+1}$$

По III закону Кеплера  $\left(\frac{T_{\oplus}}{T_a}\right)^2 = \left(\frac{a_{\oplus}}{a_a}\right)^3 \Rightarrow a_a = \sqrt[3]{\left(\frac{T_a}{T_{\oplus}}\right)^2} \text{ а.е.}$

$$\Rightarrow a_a = \sqrt[3]{\left(\frac{S}{S+1}\right)^2} = \sqrt[3]{\frac{94,5^2}{95,5^2}} = \sqrt[3]{\frac{8930,25}{9120,25}} = \sqrt[3]{0,9791697238} \text{ а.е.}$$

(Так как нам нужна точность до  $10^{-3}$  а.е., то под корнем кубическим должно быть не менее 9 знаков после запятой). А теперь нужно придумать, как бы поаккуратнее извлечь корень...

Методом подбора (спустя 2 часа) я обнаружила, что

$$994^3 = 982107784, \text{ а } 993^3 = 979146657.$$

То есть наше число на  $10^{-3}$  находится между 993 и 994.

$\Rightarrow$  Ответ:  $a_a \approx 0,993$ . Максимальная возможная ошибка - на 0,001, что и нужно

N1

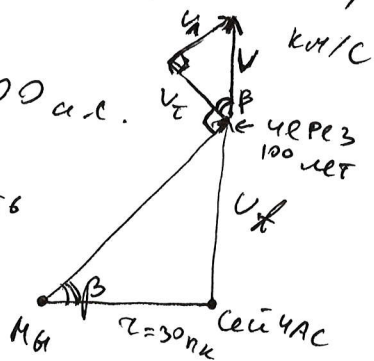
Найдём поперечную пространственную скорость звезды сейчас.

Для этого найдём её тангенциальную скорость. В данный момент она и будет поперечной. ~~Итак~~  $v_t = 4,74 \text{ км/год} \cdot \tau_{\text{на}} = 4,74 \cdot 0,5 \cdot 30 = 71,1$

или  $v_t = 15 \text{ а.е./год} \Rightarrow$  За 100 лет она пройдёт 1500 а.е.

Как видно из рисунка, какая-то лучевая скорость появится, а поперечная останется прежней. Определим  $\beta$ :

$\sin \beta = \frac{v_t}{v}$ . Сразу видно, что  $\sin \beta$  очень мал, так что



$$\sin \beta \approx \beta_{\text{рад}} \approx \frac{v_t}{v} \Rightarrow \beta \approx \frac{206265 (v_t) \text{ а.е.}}{30 \cdot 206265 \cdot 1500} = \frac{v_t}{v} = \frac{1500}{30} = 50''$$

$$\sin \beta = \frac{v_t}{v} \Rightarrow v_t = v \sin \beta$$

$$\sin \beta \approx \beta_{\text{рад}} \approx \frac{v_t}{v} = \frac{1500}{30 \cdot 206265} = \frac{50}{206265} \approx 0,0002 \text{ рад}$$

из геометрии видно, что

$$\sin \beta = \frac{v_t}{v} \approx \beta_{\text{рад}}$$

$$\Rightarrow v_t \approx v \beta_{\text{рад}}$$

$$v_t = 71,1 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 14,22 \text{ м/с}$$

Из эффекта Доплера найдём  $\Delta \lambda$ .  $\lambda$  в оптическом диапазоне

$$\lambda = 5500 \text{ \AA} \Rightarrow \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} \Rightarrow \Delta \lambda = \frac{v}{c} \lambda = \frac{14,22}{3 \cdot 10^8} \cdot 5500 = 4,74 \cdot 55 \cdot 10^{-6} = 260,7 \cdot 10^{-6} \text{ \AA} = 0,2607 \cdot 10^{-3} \text{ \AA}$$

Это гораздо меньше, чем точность спектрографа, так что мы просто не заметим эту лучевую скорость.

Ответ: Нет

№3

Угловой размер любой звезды помимо Солнца для нас будет гораздо меньше  $1''$ . Но из-за того, что атмосфера дрожит, <sup>угловой</sup> размер любой звезды помимо Солнца будет ограничен атмосферным дрожанием, то есть  $1''$ .

⇒ Угловой размер Антареса при наблюдении с Земли  $\rho = 1''$