N 5

Найдем склонение объекта

$0 = 90^\circ - |\varphi_1 - \delta|$; $\varphi_1 = 62^\circ$

$\Downarrow$

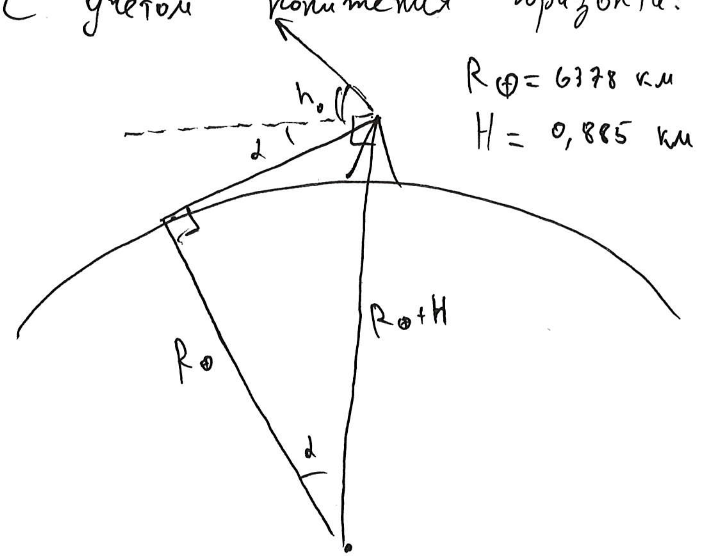
$\delta = -28^\circ$

Теперь найдем, на какой высоте Василий увидел бы объект, если бы стоял на ровной местности.

$h_0 = 90^\circ - |\varphi_2 - \delta|$; $\varphi_2 = 44^\circ$

$h_0 = 90^\circ - 72^\circ = 18^\circ$

С учетом понижения горизонта:



$R_\oplus = 6378$ км

$H = 0,885$ км

$\cos\alpha = \dfrac{6378000}{6378885} \approx 0,9998$

α - малый угол

$\Downarrow$

$\cos\alpha \approx 1 - \dfrac{\alpha^2}{2}$

$\dfrac{\alpha^2}{2} = 1 - \cos\alpha = 0,0002$ рад

$\alpha^2 = 0,0004$ рад

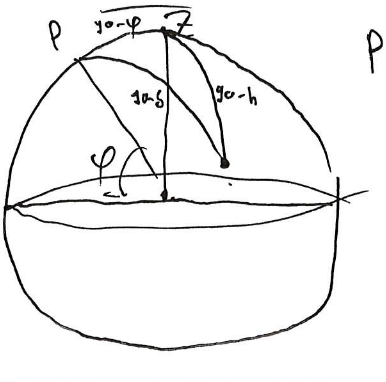
$\alpha = 0,02$ рад

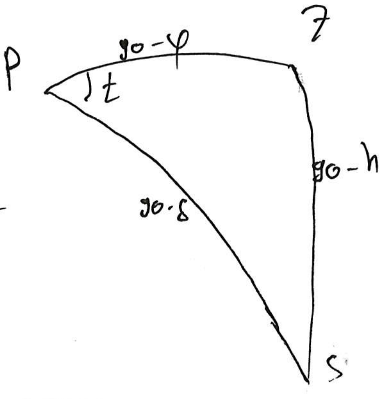
$\alpha^\circ = \alpha(\text{рад}) \cdot \dfrac{180^\circ}{\pi} \approx 1,1^\circ$

Высота над видимым горизонтом $h = h_0 + \alpha = 19,1^\circ$

Аркадий увидит объект только непосредственно в момент кульминации. При этом из-за разности долгот для Василия объект будет кульминировать раньше на $\Delta t = \dfrac{\Delta\lambda}{15^\circ/h} = 0,8^h = 48^m$

Найдем часовой угол объекта в момент восхода. В этот момент его высота $h = -1,1^\circ$





$\cos(90-h) = \cos(90-\varphi)\cos(90-\delta) + \sin(90-\varphi)\sin(90-\delta)\cos t$

$\sin h = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos t$

$\cos t = \dfrac{\sin h - \sin\varphi\sin\delta}{\cos\varphi\cos\delta}$

$\sin h \approx -0{,}02$ (h в рад $\approx \sin h$)

$\sin\varphi$, $\sin\delta$, $\cos\varphi$, $\cos\delta$ можно найти построением с помощью транспортира и линейки.

~~$\sin\varphi \approx 0{,}7$~~ ~~$\cos\varphi \approx 0{,}72$~~

$\sin\delta \approx 0{,}48$ $\quad$ $\sin\varphi \approx 0{,}7$

$\cos\delta \approx 0{,}87$ $\quad$ $\cos\varphi \approx 0{,}72$

$$\cos t = \frac{-0{,}02 + 0{,}7\cdot 0{,}48}{0{,}87\cdot 0{,}72} = \frac{0{,}334}{0{,}62} = 0{,}52 \approx 0{,}5 \Rightarrow t \approx 60^\circ = 4^h$$

Вашим увидит объект раньше на $T = \Delta t + t = 4^h 48^m \approx 5^h$

N 4

Найдем синодич. период

С 2003 по 2097 пройдет 94 года

С января по июль — примерно 0,5 года $\Rightarrow S = 94{,}5$ года

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_\oplus} \Rightarrow \frac{1}{T} = \frac{1}{S} + \frac{1}{T_\oplus} \Rightarrow T = \frac{S T_\oplus}{S + T_\oplus} = \frac{945}{955} \text{ года}$$

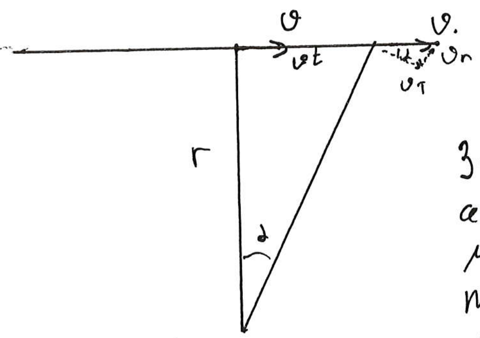
$$\left(\frac{T}{T_\oplus}\right)^2 = \left(\frac{a}{a_\oplus}\right)^3 \Rightarrow a^3 = a_\oplus^3 \cdot \frac{945^2}{955^2}$$

$$\left(\frac{945}{955}\right)^2 = \frac{893\,025}{912\,025} = 0{,}979$$

$$a = a_\oplus \cdot 0{,}979^{\frac{1}{3}} = a_\oplus (1 - 0{,}021)^{\frac{1}{3}} \approx a_\oplus\left(1 - \frac{1}{3}\cdot 0{,}021\right) = a_\oplus(1 - 0{,}007) = 0{,}993\, a_\oplus$$

$a = 0{,}993$ а.е.

N 1



Т.к. сейчас $v_r = 0$, то $v_T = v = 4{,}74\,\mu r$

$v = 71{,}1$ км/с

За 100 лет изменение как лучевой, так и тангенциальной скорости будет незначительно. Поэтому можно сказать, что собств. движ. на данном промежутке времени = const. Тогда

$\alpha = \mu t = 50''$

$$v_r = v \sin\alpha = v\,\frac{50''}{206265''} = 0{,}0173 \text{ км/с}$$

$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v_r}{c} \Rightarrow \Delta\lambda = \lambda_0 \cdot \frac{v_r}{c}$, где $\Delta\lambda$ — изменение показаний спектрометра за 100 лет

λ_0 — длина волны вид. света; $\lambda_0 = 5500$ Å

$$\Delta\lambda = 5500\,\text{Å}\cdot\frac{173}{3}\cdot\frac{10^{-4}}{10^{5}} = 5500\,\text{Å}\cdot 57{,}7\cdot 10^{-9} = 5{,}5\cdot 5{,}77\cdot 10^{-6}$$

По порядку величин видно, что $\Delta\lambda \ll 0{,}1$ Å

Значит, спектрометр не сможет его зафиксировать.

Ответ: нет

№ 2

Максимально возможный эксцентриситет достигается тогда, когда в перицентре планета проходит прямо над поверхностью звезды.

Т.е. $q = R_*$

$$\frac{L_*}{L_\odot} = 10^{-0{,}4(M_*-M_\odot)} = \left(\frac{R_*}{R_\odot}\right)^2\cdot\left(\frac{T_*}{T_\odot}\right)^4 \text{ — з. Стефана-Больцмана}$$

$$10^{0{,}2(M_\odot - M)} = \frac{R_*}{R_\odot}\cdot\left(\frac{T_*}{T_\odot}\right)^2$$

$$\frac{R_*}{R_\odot} = 10^{0{,}2(M_\odot-M)}\cdot\left(\frac{T_\odot}{T_*}\right)^2 = 10^{0{,}2(4{,}8+0{,}0)}\cdot\left(\frac{58}{34}\right)^2 = 12\cdot 1{,}7^2 = 34{,}68$$

$$\left(\frac{a}{a_\oplus}\right)^3 = \left(\frac{t}{t_\oplus}\right)^2\cdot\frac{m_*}{m_\odot} \text{ — з. обобщ. з. Кеплера}$$

$$q = a(1-e) \Rightarrow 1-e = \frac{q}{a} \Rightarrow e = 1-\frac{q}{a}$$

$$q = R = R_\odot\cdot 10^{0{,}2(M_\odot-M)}\cdot\left(\frac{T_\odot}{T_*}\right)^2$$

$$a = a_\oplus\sqrt[3]{\left(\frac{t}{t_\oplus}\right)^2\cdot\frac{m_*}{m_\odot}}$$

$$\Rightarrow e = 1 - \frac{R_\odot\cdot 10^{0{,}2(M_\odot-M)}\cdot\left(\frac{T_\odot}{T_*}\right)^2}{a_\oplus\sqrt[3]{\left(\frac{t}{t_\oplus}\right)^2\frac{m_*}{m_\odot}}}$$

$$g = \frac{Gm_*}{R_*^2} \Rightarrow m_* = \frac{gR_*^2}{G}$$

$$e = 1 - \frac{R_\odot\cdot 10^{0{,}2(M_\odot-M)}\cdot\left(\frac{T_\odot}{T_*}\right)^2}{a_\oplus\cdot\sqrt[3]{\left(\frac{t}{t_\oplus}\right)^2\cdot\frac{gR_*^2}{Gm_\odot}}} = 1 - \frac{\sqrt[3]{R_\odot\cdot 10^{0{,}2(M_\odot-M)}\cdot\left(\frac{T_\odot}{T_*}\right)^2}}{a_\oplus\sqrt[3]{\left(\frac{t}{t_\oplus}\right)^2\cdot\frac{g}{Gm_\odot}}}$$

$$e = 1 - \frac{\sqrt[3]{R_*}}{a_\oplus \sqrt[3]{\left(\frac{t}{t_\oplus}\right)^2 \cdot \frac{g}{Gm_\odot}}} = \cancel{1 - \frac{\sqrt[3]{34{,}7 R_\odot}}{1{,}5 \cdot 10^8 \, a_\oplus \cdot 3{,}7 \cdot 10^{-6}}}$$

$$\left(\frac{t}{t_\oplus}\right)^2 \cdot \frac{g}{Gm_\odot} = \left(\frac{73}{365{,}25}\right)^2 \cdot \frac{7 \cdot 10^{-1}}{6{,}7 \cdot 2 \cdot 10^{19}} = \left(\frac{73}{365{,}25}\right)^2 \cdot 52 \cdot 10^{-18} =$$

$$= \cancel{4 \cdot 2 \cdot 10^{-18} \cdot 5{,}327}\ 4 \cdot 10^{-2} \cdot 52 \cdot 10^{-18} = 204 \cdot 10^{-20} \approx 2 \cdot 10^{-18}$$

$R_* = 34{,}7 R_\odot = 24{,}3 \cdot 10^6$ км

$\sqrt[3]{R_*} = 2{,}7 \cdot 10^2$ км$^{1/3}$

$$e = 1 - \frac{2{,}7 \cdot 10^2}{1{,}5 \cdot 10^8 \cdot 2 \cdot 10^{-18}} = \cancel{1 - \frac{2{,}7}{3} \cdot 10^{12}} = 1 - \frac{2{,}7}{3} \cdot \frac{10^2}{10^{14}} =$$

$$= 1 - 0{,}9 \cdot 10^{-12}$$

$e \to 1$, т.е. планета будет двигаться по <u>очень</u> вытянутому эллипсу.

N3

Антарес – красный гигант.