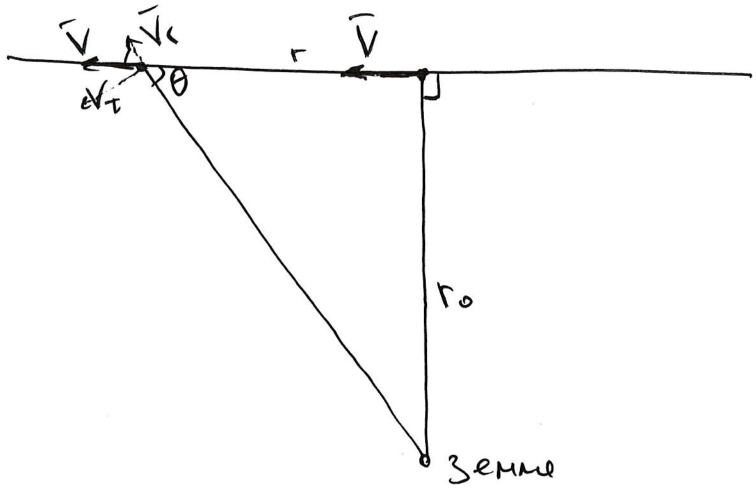
№1 $r_0 = 30$ пк, $V_{r_0} = 0$ м/с, $\mu_0 = 0.5''/год$

Поскольку V_{r_0}, то $V_0 = V_{\tau 0}$

$V_{\tau 0}[км/с] = 4.74 \cdot \mu_0[''/год] \cdot r_0[пк] = 4.74 \cdot 0.5''/год \cdot 30\ пк \approx 71.1\ км/с$



тк $V_{r_0} = 0$, то нулевой момент — момент максим. сближения.

За 100 лет звезда пройдет $r = Vt = 71.1\ км/с \cdot 100\ лет =$

$= 71.1\ \frac{км}{с} \cdot 100 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600\ с \rightarrow$ в [км]

в [пк]: $r = \frac{71.1 \cdot 100 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}{206265 \cdot 150 \cdot 10^6} \approx \frac{7\cancel{0} \cdot \cancel{10^2} \cdot 36 \cdot \cancel{10} \cdot 24 \cdot 36 \cdot \cancel{10^2}}{2 \cdot \cancel{10^5} \cdot 15 \cdot \cancel{10} \cdot 10^6} =$

$= \frac{7 \cdot 36^2 \cdot 24}{2 \cdot 15 \cdot 10^6} = \frac{7 \cdot 36^2 \cdot 12}{15 \cdot 10^6} = \frac{7 \cdot 36^2 \cdot \cancel{3} \cdot 4}{\cancel{3} \cdot 5 \cdot 10^6} = \frac{7 \cdot 4 \cdot 36^2}{5 \cdot 10^6} = \frac{28 \cdot 1296}{5 \cdot 10^6} =$

$= \frac{36288}{5 \cdot 10^6} \approx \frac{36300}{5 \cdot 10^6} = \frac{7260}{10^6} = \frac{726 \cdot 10}{10^5 \cdot 10} = \frac{726}{100000}$ пк

$V_r = V\cos\theta$

$tg\theta = \frac{r_0}{r} = \frac{30\ пк}{726/100000\ пк} = \frac{100000 \cdot 3 \cdot 10}{726} = \frac{10^6 \cdot 3}{726} = \frac{10^6}{242}$

$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1 \quad | : \cos^2\theta$

$tg^2\theta + 1 = \frac{1}{\cos^2\theta} \rightarrow \cos^2\theta = \frac{1}{tg^2\theta + 1}$

$\cos\theta = \sqrt{\frac{1}{tg^2\theta + 1}}$ (+, тк $0 < \theta < 90°$)

$\cos\theta = \sqrt{\frac{1}{\frac{(10^6)^2}{242^2} + 1}} = \sqrt{\frac{242^2}{(10^6)^2 + 242^2}} = \frac{242}{\sqrt{10^{12} + 242^2}} =$

$$= \frac{242}{\sqrt{10^{12}+59564}} \approx \frac{242}{\sqrt{10^{12}+6\cdot 10^4}} \approx \frac{242}{\sqrt{10^{12}+10^5}} \approx$$

160
лист 2 из 4

$$\approx \frac{242}{\sqrt{10^{12}}} = \frac{242}{10^6}$$

• Эффект Доплера: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{V_r}{c}$

В оптическом диапазоне $\lambda \approx 550$ нм $= 550\cdot 10^{-9}$ м

$$\Delta\lambda = \lambda\cdot\frac{V_r}{c} = 550\cdot 10^{-9}\,\text{м}\cdot\frac{71.1\,\text{км/с}\cdot\frac{242}{10^6}}{3\cdot 10^5\,\text{км/с}} \approx 550\cdot 10^{-9}\cdot\frac{70\cdot 242}{3\cdot 10^5\cdot 10^6} =$$

$$\approx 550\cdot 10^{-9}\cdot\frac{70\cdot 240}{3\cdot 10^{11}} = \frac{550\cdot 10^{-9}\cdot 70\cdot 80}{10^{11}} = \frac{55\cdot 10\cdot 7\cdot 8\cdot 100\cdot 10^{-9}}{10^4} =$$

$$= \frac{55\cdot 56\cdot 10^{-6}}{10^{11}} = \frac{55\cdot 56\cdot}{10^6\cdot 10^{11}} = \frac{3086}{10^6\cdot 10^{11}}\ [м]$$

В [Å]: $\Delta\lambda = \frac{3086}{10^6\cdot 10^{11}} : 10^{-10} = \frac{3086\cdot\cancel{10^{10}}}{10^6\cdot 10\cdot\cancel{10^{10}}} = \frac{3086}{10^7} =$

$$\approx \frac{3\cdot 10^3}{10^7} = \frac{3}{10^4} = 0.0003\ \text{Å} < 0.1\ \text{Å}$$

Значит, обнаружить лучевую скорость $\boxed{\text{не получится}}$

(см. задачу 2 на листе 3)

160

лист 3 из 11

№2 $P = 73^d$, $M = -0.6^m$, $T = 3400$ К, $g = 0.7$ м/с²

Найдем светимость звезды:

Сравним с Солнцем ($M_\odot \simeq 4.8^m$)

$$\frac{L}{L_\odot} = 10^{0{,}4(M_\odot - M)} = 10^{0{,}4(4.8+0.6)} = 10^{0{,}4\cdot 5.4} = 10^{2{,}16} \approx 10^2$$

$$L \simeq 10^2 L_\odot = 100 L_\odot$$

По з-ну Стефана-Больцмана: $L = \sigma T^4 \cdot 4\pi R^2$

$$R = \sqrt{\frac{L}{\sigma T^4 \cdot 4\pi}} = \frac{1}{T^2 \cdot 2}\sqrt{\frac{L}{\sigma\pi}}$$

$$R \simeq \frac{1}{3400^2\cdot 2}\sqrt{\frac{100\cdot 3.86\cdot 10^{26}}{5.67\cdot 10^{-8}\cdot 3{,}14}}\ [\text{м}] \approx \frac{1}{3400^2\cdot 2}\sqrt{\frac{10^{36}\cdot 3{,}86}{5.67\cdot 3{,}14}} =$$

$$\approx \frac{1}{3400^2\cdot 2}\sqrt{\frac{(10^{18})^2\cdot 3.9}{5.7\cdot 3}} = \frac{10^{18}}{3400^2\cdot 2}\sqrt{\frac{1{,}3}{5.7}} \approx \frac{10^{18}}{3400^2\cdot 2}\sqrt{\frac{1}{4}} \simeq$$

$$\approx \frac{10^{18}}{3400^2\cdot 4} = \frac{10^{18}}{34^2\cdot 4\cdot 100^2} = \frac{10^{18}}{34^2\cdot 4\cdot 10^4} = \frac{10^{14}}{34^2\cdot 4} = \frac{10^{14}}{4624} \simeq$$

$$\approx \frac{10^{14}}{5000} = \frac{10^{11}}{5} = \frac{10^{11}\cdot 2}{5\cdot 2} = 10^{10}\cdot 2\ \text{м}$$ — радиус звезды.

$$\bullet\ g = \frac{GM}{R^2} \rightarrow M = \frac{gR^2}{G} = \frac{0{,}7\,(10^{10}\cdot 2)^2}{6{,}67\cdot 10^{-11}}\ [\text{кг}] \simeq$$

$$\approx \frac{7\cdot 10^{20}\cdot 4}{10\cdot 6{,}7\cdot 10^{-11}} \approx \frac{\cancel{7}\cdot 4\cdot 10^{20}}{10^{-10}\cdot \cancel{7}} = \frac{4\cdot 10^{20}}{10^{-10}} \simeq 4\cdot 10^{30}\ \text{кг} \simeq 2M_\odot$$

~~• Найдем большую полуось.~~

$$P^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{GM} \rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{P^2 GM}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{(73\cdot 24\cdot 3600)^2\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot \cancel{4}\cdot 10^{30}}{\cancel{4}\, 3{,}14^2}} \simeq$$

$$\approx \sqrt[3]{\frac{73^2\cdot 24^2\cdot 36^2\cdot 100^2\cdot 6{,}7\cdot 10^{-11}\cdot 10^{30}}{3^2}} = \sqrt[3]{\frac{73^2\cdot 24^2\cdot \cancel{3^2}\cdot 12^2\cdot 10^4\cdot 6{,}7\cdot 10^{19}}{\cancel{3^2}}} =$$

$$\approx \sqrt[3]{73^2\cdot 24^2\cdot 12^2\cdot 7\cdot 10^{23}} = \sqrt[3]{21024^2\cdot 7\cdot 10^{23}} \approx \sqrt[3]{21^2\cdot 10^{3^2}\cdot 7\cdot 10^{23}} =$$

$$= \sqrt[3]{21^2\cdot 7\cdot 10^6\cdot 10^{23}} = \sqrt[3]{21^2\cdot 7\cdot 10^{29}} = \sqrt[3]{3087\cdot 10^{29}} \approx \sqrt[3]{31\cdot 100\cdot 10^{29}} \simeq$$

$$= \sqrt[3]{31\cdot 10^{31}} \approx \sqrt[3]{3\cdot 10^{32}}$$

160
лист 4 у 11

$$R = \frac{1}{2T^2}\sqrt{\frac{L}{\sigma\pi}}$$

$$g = \frac{GM}{R^2} \rightarrow M = \frac{gR^2}{G} = \frac{g\cdot L}{4T^2\sigma\pi\cdot G}$$

$$P^2 = \frac{4\pi^2a^3}{GM} \rightarrow a^3 = \frac{P^2GM}{4\pi^2}$$

более адекватный способ

$$a^3 = \frac{P^2\cdot \cancel{G}\cdot gL}{4T^2\sigma\pi\cdot\cancel{G}\cdot 4\pi^2} = \frac{P^2gL}{16\pi^3T^2\sigma}$$

$$a = \frac{1}{\pi}\sqrt[3]{\frac{P^2gL}{16T^2\sigma}}$$

$$a = \frac{1}{3.14}\sqrt[3]{\frac{(73\cdot 24\cdot 3600)^2\cdot 0.7\cdot 100\cdot 3.88\cdot 10^{26}}{16\cdot 3400^2\cdot 5.67\cdot 10^{-8}}}\ [м]$$

$$a \approx \frac{1}{3.14}\sqrt[3]{\frac{(73\cdot 24\cdot 36)^2\cdot\cancel{100^2}\cdot 7\cdot 10^{-1}\cdot 10^2\cdot\cancel{4}\cdot 10^{26}}{4\ \cancel{16}\cdot\cancel{100^2}\cdot 34^2\cdot 6\cdot 10^{-8}}} =$$

$$= \frac{1}{3.14}\sqrt[3]{\frac{21024^2\cdot 7\cdot 10^{27}}{4\cdot 34^2\cdot 6\cdot 10^{-8}}} \approx \sqrt[3]{\frac{21^2\cdot 10^6\cdot 7\cdot 10^{27}\cdot 10^8}{4\cdot 34^2\cdot 6}}\cdot\frac{1}{3.14} \approx$$

$$\approx \sqrt[3]{\frac{21^2\cdot 7\cdot}{4\cdot 34^2\cdot 6}\cdot 10^{41}}\cdot\frac{1}{3.14} = \sqrt[3]{\frac{7^2 3^{\cancel{2}}\cdot 7\cdot 10^{41}}{4\cdot 34^2\cdot\cancel{3}\cdot 2}}\cdot\frac{1}{3.14} =$$

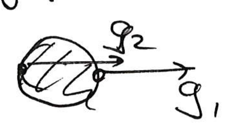
$$= \frac{7}{3.14}\sqrt[3]{\frac{3\cdot 10^{41}}{4\cdot 2\cdot 34^2}} = \frac{7}{3.14}\sqrt[3]{\frac{3\cdot 10^{41}}{4\cdot 2\cdot 17^2\cdot 2^2}} = \frac{7}{2\cdot 3,14}\sqrt[3]{\frac{3\cdot 10^{41}}{4\cdot 17^2}} =$$

$$= \frac{7}{2\cdot 3,14}\sqrt[3]{\frac{3\cdot 10^{41}}{1156}} \approx \frac{7}{2\cdot 3,14}\sqrt[3]{\frac{3\cdot 10^{41}}{1155}} = \sqrt[3]{\frac{10^{41}}{365}}\cdot\frac{7}{2\cdot 3,14} =$$

$$\approx \sqrt[3]{\frac{10^{41}}{3\cdot 10^2}}\cdot\frac{7}{2\cdot 3,14} = \sqrt[3]{\frac{10^{39}}{3}} = \frac{10^{13}}{\sqrt[3]{3}}\cdot\frac{7}{2\cdot 3,14} = \frac{10^{13}}{1,75}\cdot\frac{7}{2\cdot 3,14} \approx$$

$$\approx \frac{10^{13}\cdot 7}{1,75\cdot 2\cdot 3} = \frac{10^{13}\cdot 7}{10.5} \approx \frac{10^{13}\cdot 7}{10} = 10^{12}\cdot 7\ м$$

Найдем максимальный эксцентриситет. ~~При этом~~ В перицентре планету не должно разорвать приливными силами.



$g_2 - g_1 = g_{\oplus 2} - g_{\oplus 1}$, (в качестве оценки сойдет)

$$GM\left(\frac{1}{(a-R)^2} - \frac{1}{(a+R)^2}\right) = GM_\oplus\left(\frac{1}{(a_\oplus - R)^2} - \frac{1}{(a_\oplus + R)^2}\right)$$

~~R=сол~~ ~~ед~~ ~~обознач~~ (у планеты $R = R_\oplus$ по усл.)

Ранее мы нашли $M = 2M_0$

Тогда: $2\left(\frac{1}{(q-R)^2} - \frac{1}{(q+R)^2}\right) = \frac{1}{(a_\oplus - R)^2} - \frac{1}{(a_\oplus + R)^2}$

$$2 \cdot \frac{(q+R)^2 - (q-R)^2}{((q-R)(q+R))^2} = \frac{(a_\oplus + R)^2 - (a_\oplus - R)^2}{((a_\oplus - R)(a_\oplus + R))^2}$$

$$2 \cdot \frac{4qR}{(q^2-R^2)^2} = \frac{4a_\oplus R}{(a_\oplus^2 - R^2)^2}$$

$$\frac{2q}{(q^2-R^2)^2} = \frac{a_\oplus}{(a_\oplus^2 - R^2)^2}$$

$a = 10^{12} \cdot 7\,м$ [м]

в [ае] $a = \frac{10^{12} \cdot 7\,м}{1.5 \cdot 10^{11}\,м} = \frac{10 \cdot 7}{1.5} = \frac{70}{1.5}\,ае \approx 46.7\,ае$

$$\frac{2a(1-e)}{(a^2(1-e)^2 - R^2)^2} = \frac{a_\oplus}{(a_\oplus^2 - R^2)^2}, \quad a = 46.7 a_\oplus$$

$$\frac{93.4(1-e)}{(a^2(1-2e+e^2) - R^2)^2} = \frac{1}{(a_\oplus^2 - R^2)^2}$$

~~$(a^2(1-2e+e^2)-R^2)^2 = 93.4$~~ Отсюда легко найти e но я не успеваю :(

$93.4(1-e)(a_\oplus^2 - R^2) = (a^2 - a^2 \cdot 2e - R^2)^2$

$93.4(a_\oplus^2 - R^2) = \alpha$ – можно численно посчитать

$a^2 - R^2 = \beta$

$\alpha(1-e) = (\beta - a^2 \cdot 2e)^2$

$\alpha - \alpha e = \beta^2 + a^2 \cdot 2e^2 - 4a^2 e\beta$

$e^2 \cdot 2a^2 + e(\alpha - 4a^2\beta) + \beta^2 - \alpha = 0$

$D = (\alpha - 4a^2\beta)^2 - 4(\beta^2 - \alpha) \cdot 2a^2$

$$e = \frac{4a^2\beta - \alpha \pm \sqrt{(\alpha - 4a^2\beta) - 8a^2(\beta^2 - \alpha)}}{4a^2}$$

(см. задачу 3 на листе 6)

160
лист 6 из 11

№3 Если учитывать атмосферные эффекты, то, скорее всего Антарес - ~~разглядеть~~ размытен до $1''$. Но попробуем посчитать угловой размер Антареса без атмосферных эффектов.

$$E = E_{\odot} \cdot 10^{0,4(m_0 - m)}$$ m - видимая зв. величина Антареса

$$\frac{L}{4\pi r^2} = E_{\odot} \cdot 10^{0,4(m_0-m)}$$

$$\frac{\sigma T^4 \cdot 4\cancel{\pi} R^2}{4\cancel{\pi} r^2} = E_{\odot} \cdot 10^{0,4(m_0-m)}$$

$$\frac{\sigma T^4}{4} \cdot \left(\frac{2R}{r}\right)^2 = E_{\odot} \cdot 10^{0,4(m_0-m)}$$; $\frac{2R}{r} = \beta$ - угл. размер диска Антареса

$$\frac{\sigma T^4}{4} \cdot \beta^2 = E_{\odot} \cdot 10^{0,4(m_0-m)}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{E_{\odot} \cdot 10^{0,4(m_0-m)} \cdot 4}{\sigma T^4}} = \frac{2}{T^2} \cdot \sqrt{\frac{E_{\odot} \cdot 10^{0,4(m_0-m)}}{\sigma}}$$

Антарес - оранжевая звезда. Будем считать, что его ~~...~~. $T = 4000$ K

Звездная величина Антареса ~~...~~ $m \approx 1^m$

$$\beta = \frac{2}{4000^2} \cdot \sqrt{\frac{1360 \cdot 10^{0,4(-26,8-1)}}{5.67 \cdot 10^{-8}}} \approx \frac{2}{4000^2} \sqrt{\frac{1360 \cdot 10^{-0,4 \cdot 28}}{5.67 \cdot 10^{-8}}} =$$

$$= \frac{2}{4^2 \cdot 1000^2} \cdot \sqrt{\frac{1360 \cdot 10^{-11.2}}{5.7 \cdot 10^{-8}}} = \frac{2}{4^2 \cdot 10^6} \cdot \sqrt{\frac{1360 \cdot 10^{-3.2}}{5.7}} = \frac{2}{4^2 \cdot 10^6} \cdot \sqrt{\frac{1360 (10^{-1.6})^2}{5.7}}$$

$$= \frac{2 \cdot 10^{-1.6}}{2^4 \cdot 10^6} \sqrt{\frac{1360}{5.7}} = \frac{10^{-1.6}}{2^3 \cdot 10^6} \cdot \sqrt{238.6} \approx \frac{10^{-1.6} \cdot 15.6}{8 \cdot 10^6} = \frac{15.6}{8 \cdot 10^{7.6}}$$

[рад]

$$\text{в } [''] : \beta = \frac{15.6}{8 \cdot 10^{7.6}} \cdot 206265 \approx \frac{15.6 \cdot 2 \cdot 10^5}{8 \cdot 10^{7.6}} = \frac{15.6}{4 \cdot 10^{2.6}} =$$

$$= \frac{3.9}{10^{2.6}} = \frac{3.9}{10^2 \cdot \underbrace{10^{0,6}}_{\approx 4}} = \frac{3.9}{4 \cdot 10^2} \approx \frac{1}{100} \approx \boxed{0{,}01''}$$

≈ 4, т.к. ~~log(0,6)~~ $\log(4) \approx 0{,}6$

№4 Между двумя посл. сближениями прошло ~~[illegible]~~ 96.5 лет (96 лет и 6 месяцев)

Синодический период:

$$\left[\begin{array}{l} \frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_\oplus} \\ \frac{1}{S} = \frac{1}{T} + \frac{1}{T_\oplus} \end{array}\right.$$

(честно говоря, я не помню куда вращаются астероиды из семейства Амона, поэтому рассмотрим 2 случая)

$$\left[\begin{array}{l} S = \frac{TT_\oplus}{T_\oplus - T} \\ S = \frac{TT_\oplus}{T_\oplus + T} \end{array}\right.$$

~~Максимальное сближение = Астероид в противостоянии + Земля в перигелии.~~
~~Земля в Перигелии~~

Изначально я думал, что максимальным сближением следует считать прохождение Землей перигелия + соединение, однако в таком случае период макс. сближений должен быть кратен земным годам (иначе Земля не будет пост. в перигелии). Но это не соответствует условию (96.5 ⋮̸ 1) => наверняка, это не так важно и вообще будем считать орбиту Земли круговой.

В таком случае $T_{max\ сбл} = S = 96.5$

$$\left[\begin{array}{l} 96.5 = \frac{T}{1-T} \\ 96.5 = \frac{T}{1+T} \end{array}\right. \quad \left[\begin{array}{l} 96.5 - 96.5T = T \\ 96.5 + 96.5T = T \end{array}\right. \quad \left[\begin{array}{l} 97.5T = 96.5 \\ 95.5T = -96.5 \text{ — не м.б.} \end{array}\right.$$

$$T = \frac{96.5}{97.5} \text{ [год]}$$

$$T^2_{[г]} = a^3_{[а.е.]} \rightarrow a = \sqrt[3]{T^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{96.5}{97.5}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{193}{195}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{1}{1+\frac{2}{193}}\right)^2} =$$

$$= \sqrt[3]{\left(\frac{1}{1+\frac{1}{96.5}}\right)^2} = \frac{1}{(1+{}^1/_{96.5})^{2/3}} = \left(1+\frac{1}{96.5}\right)^{-2/3}$$

160

лист 8 из 11

$(1+x)^n \approx 1+nx$, если $x \ll 1$

$1/96.5 \ll 1$

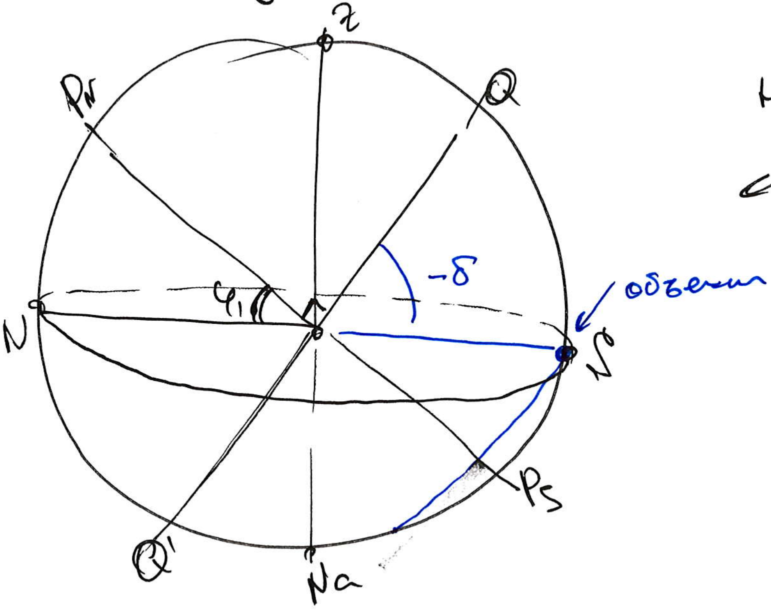
$\left(1+1/96{,}5\right)^{-2/3} \approx 1 - \frac{2}{3}\cdot\frac{1}{96.5} = 1 - \frac{2}{289.5} = 1 - \frac{1}{144.75} =$

$= 1 - \frac{4}{579} \approx 1 - 0{,}0068 \approx \boxed{0{,}9932 \text{ а.е.}}$

(см. задачу 5 на листе 9)

№5 Найдем склонение объекта.

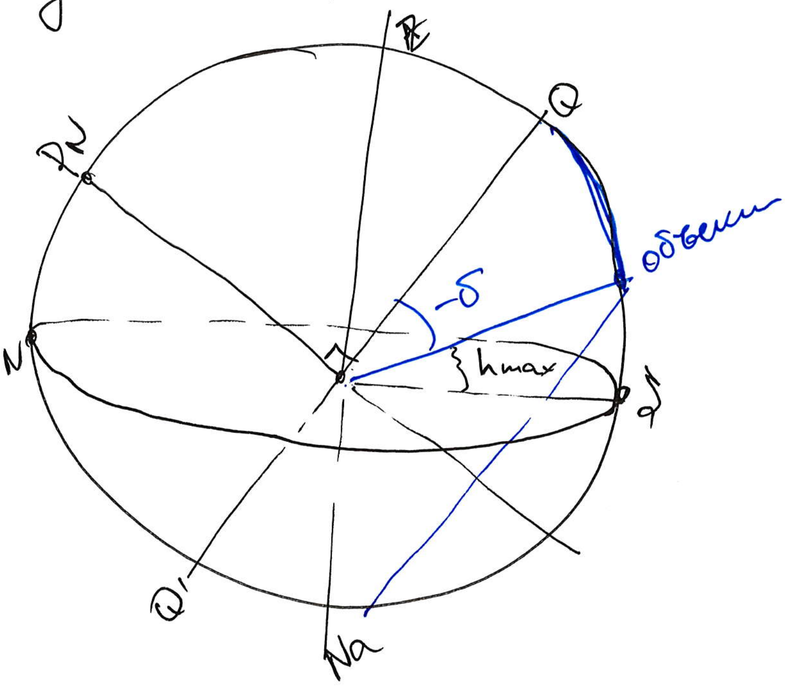
160
лист 9 из 11



небо у Аркадия.

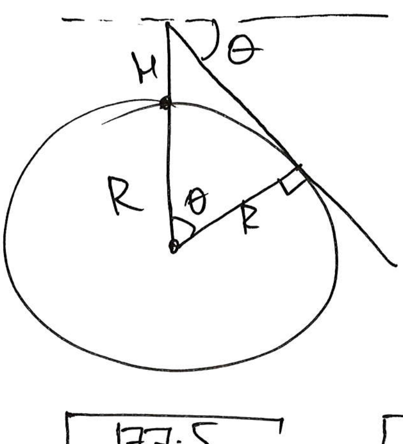
$$\delta = -(90-\varphi_1) = -28^\circ$$

у Василия (если бы он не стоял на горе)



$$h_{max} = 90-\varphi_2-(-\delta) =$$
$$= 90-\varphi_2+\delta = \cancel{90-44+28=74} \quad \cancel{90-44=74} = 90-44-28 =$$
$$= 18^\circ$$

Но т.к. он стоял на горе, понижение гор-та составило угол θ.



$$\cos\theta = \frac{R}{R+H} \approx 1-\frac{\theta^2}{2} \quad (\theta \ll 1)$$

$$\frac{\theta^2}{2} \approx 1-\frac{R}{R+H} = \frac{H}{R+H}$$

$$\theta^2 \approx \frac{2H}{R+H} \to \theta = \sqrt{\frac{2H}{R+H}}, \ H \ll R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \theta \approx \sqrt{\frac{2H}{R}} \ [\text{рад}]$$

$$\theta \approx \sqrt{\frac{2\cdot 885}{6400\cdot 10^3}} = \sqrt{\frac{885}{3200\cdot 10^3}} = \sqrt{\frac{885}{32\cdot 10^5}} =$$

$$= \sqrt{\frac{177\cdot 5}{32\cdot 10^5}} \approx \sqrt{\frac{180\cdot 5}{16\cdot 2\cdot 10^5}} = \sqrt{\frac{45\cdot \cancel{4}\cdot 5}{4\cdot \cancel{4}\cdot 2\cdot 10^3}} \approx \sqrt{\frac{48\cdot 5}{4\cdot 2\cdot 10^3}} =$$

160
лист 10 из 11

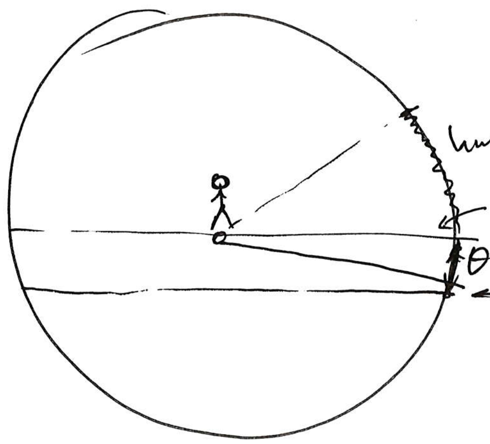
$= \sqrt{\frac{48\cdot 10}{16\cdot 10^3}} = \sqrt{\frac{3\cdot 10}{10^3}} = \sqrt{\frac{3}{10^2}} \approx \frac{\sqrt{3}}{10} \approx$

$\approx \frac{1.7}{10} = 0{,}17$

В [градусах]: $\theta = \frac{0{,}17}{180°}\cdot\pi \approx \frac{0.17}{180}\cdot 3 \approx \frac{0{,}18}{180}\cdot 3 = \frac{\cancel{18}\cdot 10^{-2}}{\cancel{18}\cdot 10}\cdot 3$

$= 3\cdot 10^{-1} = 0{,}3°$

• Неб. сфера для Василия на горе:



Василий на горе сможет увидеть объекты на макс. высоте $h_{max}+\theta = 18°+0.3° = \boxed{18.3°}$

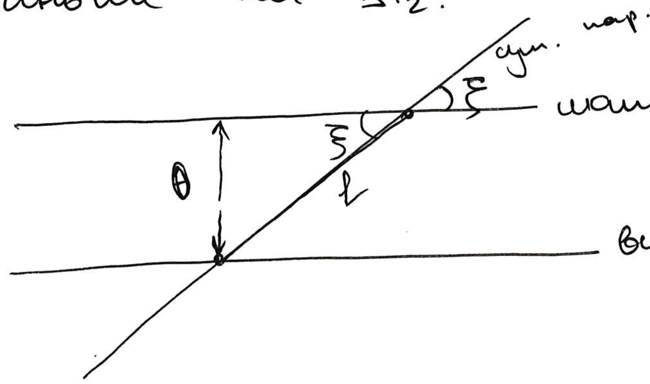
• Если бы ~~...~~ Василий не сидел на горе, то он бы увидел объекты раньше на Δt_1.

т.к. $\lambda_2 > \lambda_1$ и при вращении Земли он бы раньше пришел в точку, где объект было бы видно.

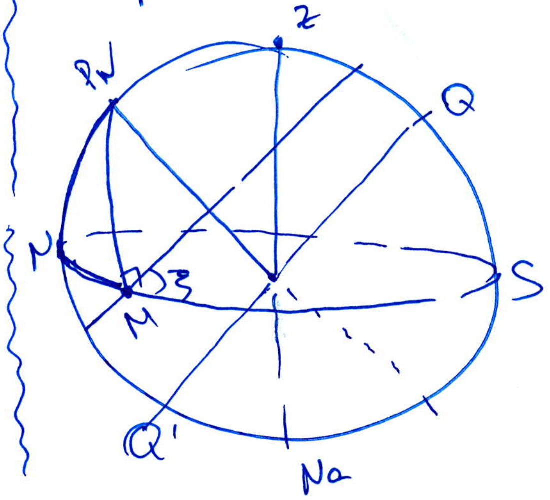
$\Delta t_1 = \frac{\Delta\lambda}{360°}\cdot 23^h 56^m 4^s \approx \frac{\Delta\lambda}{360°}\cdot 24^h = \frac{\Delta\lambda}{15°}h = \frac{43°-31°}{15°}h = \frac{12}{15}h = \frac{48}{60}h =$

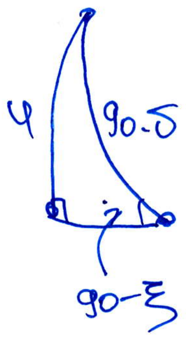
$= 48^m$

Но т.к. он на горе, то он увидит объект еще раньше на Δt_2.



Поскольку $\delta \neq 0$, то угол между ним параллелью $\xi \neq 90° - \varphi$. Выведем его.





$$\frac{\sin\varphi}{\cos\xi} = \cos\delta \quad \text{по т. sin}$$

$$\cos\xi = \frac{\sin\varphi}{\cos\delta}$$

$$\sin\varphi_1 = \sin(44°) \approx \sin 45° = \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1.4}{2} = 0.7$$

$$\cos\delta = \cos(-28°) \approx \frac{8.6}{10} = 0.86$$

$$\cos\xi = \frac{0.7}{0.86} = \frac{7}{8.6} \rightarrow \xi = 35°$$

(все эти углы я измерял на единичной окр-ти на черновике)

• По т. sin в плоском треуг-ке:

$$\sin\xi = \frac{\theta}{l} \rightarrow l = \frac{\theta}{\sin\xi}$$

$$\Delta t_2 = \frac{l}{\omega} = \frac{l}{15°/h \cdot \cos\delta} = \frac{\theta}{\sin\xi \cdot 15°/h \cdot \cos\delta} = \frac{0.3°}{\frac{4.9}{8.6} \cdot 15°/h \cdot 0{,}86} =$$

$$= \frac{\cancel{0{,}1 \cdot 3 \cdot 8{,}6}}{4.9 \cdot 5 \cdot \cancel{3} \cdot \cancel{0{,}86}} = \frac{1}{4.9 \cdot 5} \approx \frac{1}{5^2} = \frac{1}{25} \text{ часа} = \frac{1}{25} \cdot 60^m = \frac{60}{25}^m =$$

$$= \frac{12 \cdot \cancel{5}}{5 \cdot \cancel{5}}^m = \frac{12}{5}^m = \underline{2{,}4^m}$$

В итоге $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 \approx 48^m + 2{,}4^m = \boxed{50{,}4^m}$ раньше