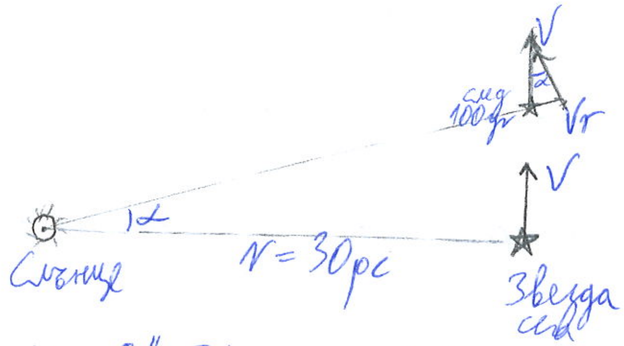
Белова

Задача 1



$$\mu = 0'',5/yr = \frac{0,5}{206265}\ rad/yr$$

Сега звездата няма лъчева скорост.

$$\Rightarrow \mu\ [rad/yr] = \frac{V}{r}$$

$$V = \mu . r = \cancel{\ }$$

$$= \frac{0,5}{206265} \cdot (30 . 206265\ AU) =$$

$$= 15\ AU/yr$$

За $t = 100$ години звездата ще измине видимо ъглово разстояние:

$$\alpha \approx t . \mu$$

$$\Rightarrow \alpha \approx 100 . 0,5 = 50''$$

$$\frac{V_r}{V} = \sin\alpha \approx \alpha\ [rad]$$

$$\Rightarrow V_r \approx \alpha . V = \frac{50}{2.10^5} . 15 = 3,75 . 10^{-3}\ AU/yr =$$

$$= \frac{3,75.10^{-3} . 1,5.10^{11}}{3.10^8} \approx 1,875\ m/s$$

От ефекта на Доплер:

$$\frac{V_r}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \implies \Delta\lambda = \frac{V_r}{c}\cdot\lambda$$

За оптическия диапазон $\lambda \approx 5000\,Å = 5\cdot10^{-7}\,m$

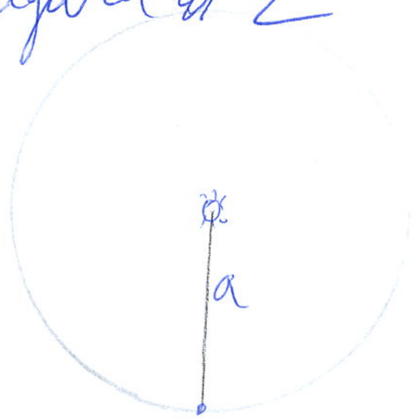
$\Rightarrow$ Наблюдаваната промяна в дължината на вълната е:

$$\Delta\lambda = \frac{1{,}875}{3\cdot10^{8}}\cdot5\cdot10^{-7} = 3{,}125\cdot10^{-15}\,m \ll 0{,}1\,Å$$

$\Rightarrow$ Не, лъчевата скорост няма да може да се регистрира след 100 години.

Белова

Задача 2



$t = 73^d$

$M = -0^m,6$

$T = 3400K$

$g_{звезда} = 0,7\, m/s^2$

Абсолютната звездна величина на Слънцето е $M_\odot = 4^m,8$

Сравняване Слънцето и звездата:

$$M_\odot - M = -2,5\cdot lg\left(\frac{R_\odot^2 \cdot T_\odot^4}{R_{зв.}^2 \cdot T_{зв.}^4}\right) = -5\cdot lg\left(\frac{R_\odot \cdot T_\odot^2}{R_{зв.} \cdot T_{зв.}^2}\right)$$

$$M_\odot - M = 5\cdot lg\left(\frac{R_{зв.} \cdot T_{зв.}^2}{R_\odot \cdot T_\odot^2}\right)$$

$$\frac{R_{зв.} \cdot T_{зв.}^2}{R_\odot \cdot T_\odot^2} = 10^{\frac{M_\odot - M}{5}}$$

$$R_{зв.} = \frac{R_\odot \cdot T_\odot^2}{T_{зв.}^2} \cdot 10^{\frac{M_\odot - M}{5}}$$

$$R_{зв.} \approx R_\odot \cdot \left(\frac{5800}{3400}\right)^2 \cdot 10^{\frac{4,8+0,6}{5}}$$

$$R_{зв.} \approx 7\cdot 10^5 \cdot \frac{1}{0,35} \cdot 10 = 2\cdot 10^7\, km$$

$\cancel{g_{звезда} = \frac{\gamma \cdot M_{звезда}}{4}}$ $\quad g_{звезда} = \frac{\gamma \cdot M_{зв.}}{R_{зв.}^2}$

От Третия закон на Кеплер:

$$\frac{a^3}{t^2} = \frac{\gamma \cdot M_{зв.}}{4 \cdot \pi^2} = \frac{g \cdot R_{зв.}^2}{4 \cdot \pi^2}$$

$$\Rightarrow \frac{a^3}{t^2} = \frac{\overset{0,7}{\cancel{6,67.10}} \cdot 4 \cdot 10^{20}}{4 \cdot \pi^2} = 7 \cdot 10^{18}$$

За Земята:

$$\frac{a_\oplus^3}{t_\oplus^2} = \frac{\gamma \cdot M_\oplus}{4 \cdot \pi^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{4 \cdot \pi^2} \approx 7 \cdot 10^{18}$$

$$\Rightarrow \frac{a^3}{t^2} = \frac{a_\oplus^3}{t_\oplus^2}$$

Но $\frac{a^3}{t^2} \sim M_{зв.} \Rightarrow M_{зв.} \approx M_\odot = 2 \cdot 10^{30}\, kg$.

$$t = 73^d = \frac{1}{5}\, yr$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{a_\oplus^3 \cdot t^2}{t_\oplus^2}} = a_\oplus \cdot \sqrt[3]{\frac{t^2}{t_\oplus^2}}$$

$$a \approx 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{25}} \approx \frac{1}{2,9} \approx 0,34\ AU$$

Перихелийна скорост:

$$V_p = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \cdot \sqrt{\frac{\gamma \cdot M_{зв.}}{a}}$$

когато $V_p = V_{II} = \sqrt{\frac{2\gamma \cdot M_{зв.}}{a(1-e)}}$, планетата не остава в орбита

$$1+e \le 2 \Rightarrow \cancel{1+e \le 2 \Rightarrow e \le 1}$$

Максималният ексцентрицитет е $e_{max} = 1$.

Белова

Задача 3

Антарес е червен свръхгигант с видима звездна величина около 1^m (близка до тази на Марс).

Нека Антарес има радиус R, температура T и абсолютна звездна величина M.

Нека Слънцето има радиус $R_\odot$, температура $T_\odot$ и абсолютна звездна величина $M_\odot$.

Сравняваме ~~их~~ звездните величини на Антарес и Слънцето:

$$M - M_\odot = -2,5 . \lg\left(\frac{L}{L_\odot}\right) =$$

$$= -2,5 . \lg\left(\frac{R^2 . T^4}{R_\odot^2 . T_\odot^4}\right) =$$

$$= -5 . \lg\left(\frac{R . T^2}{R_\odot . T_\odot^2}\right)$$

Червените свръхгиганти имат радиус $R \approx 20 R_\odot$.

$T = 3400 K$

$T_\odot = 5800 K$

$M_\odot \approx 4{,}8^m$

$$\Rightarrow M = M_\odot - 5 . \lg\left(\frac{R . T^2}{R_\odot . T_\odot^2}\right) =$$

$$= 4{,}8 - 5 \cdot \lg\left(20 \cdot \frac{3{,}4^2}{5{,}8^2}\right) \approx$$

$$\approx 4{,}8 - 5 \cdot \lg 7 \approx$$

$$\approx 4{,}8 - 5 \cdot 0{,}8 =$$

$$= 0^m{,}8$$

$$\Rightarrow M = 0^m{,}8$$

Сравняваме абсолютната звездна величина на Антарес $M = 0^m{,}8$ с видимата $m \approx 1^m$.

$$M \approx m$$

$\Rightarrow$ Разстоянието до Антарес е $r \approx 10\,pc$.

$$R_\odot \approx \frac{1}{200}\,AU$$

$\Rightarrow$ Определяме видимия ъглов диаметър на Антарес:

$$\delta = \frac{2 \cdot \left(\frac{R}{R_\odot}\right) \cdot R_\odot}{r} =$$

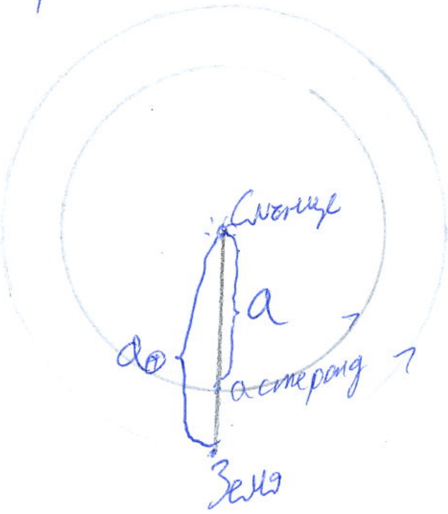
$$= \frac{2 \cdot 20 \cdot \frac{1}{200}\,AU}{10 \cdot 200000\,AU} =$$

$$= \frac{2}{100} \cdot \frac{1}{200\,000}\,rad \approx 0''{,}02$$

$$\Rightarrow \delta \approx 0''{,}02$$

Белова

Задача 4



Нека астероидът се движи по орбита с радиус a и период T, а Земята - по орбита с радиус $a_\oplus$ и период $T_\oplus$.

Времето между две еднакви конфигурации (в случая - максимални сближавания) е равно на синодичния период T_{SYN} на астероида спрямо Земята.

I сл. Астероидът се движи в обратна посока като Земята.

$$\frac{360^\circ}{T_{SYN}} = \left| \frac{360^\circ}{T_\oplus} - \frac{360^\circ}{T} \right|$$

$$\Rightarrow \frac{1}{T_{SYN}} = \left| \frac{1}{T_\oplus} - \frac{1}{T} \right| = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_\oplus}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{T} = \frac{1}{T_{SYN}} + \frac{1}{T_\oplus} =$$

$$= \frac{T_{SYN} + T_\oplus}{T_{SYN} . T_\oplus}$$

$$\Rightarrow T = \frac{T_{SYN} . T_\oplus}{T_{SYN} + T_\oplus}$$

Даденото време е $T_{syn} \approx 94,5$ yr.

$T_{\oplus} = 1$ yr

$$\Rightarrow T = \frac{94,5 \cdot 1}{94,5+1} = \frac{94,5}{95,5} = \frac{189}{191} \text{ yr}$$

От Третия закон на Кеплер:

$$T^2_{[yr]} = a^3_{[AU]}$$

$$\Rightarrow a = \sqrt[3]{T^2} = \sqrt[3]{\frac{T_{syn}^2 \cdot T_{\oplus}^2}{(T_{syn}+T_{\oplus})^2}}$$

$$\Rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{189^2}{191^2}} \approx \sqrt[3]{0,979} \approx 0,993 \text{ AU}$$

$\Rightarrow$ Голямата полуос на орбитата е $a \approx 0,993$ AU

II сл. Астероидът се движи в противоположна посока спрямо Земята.

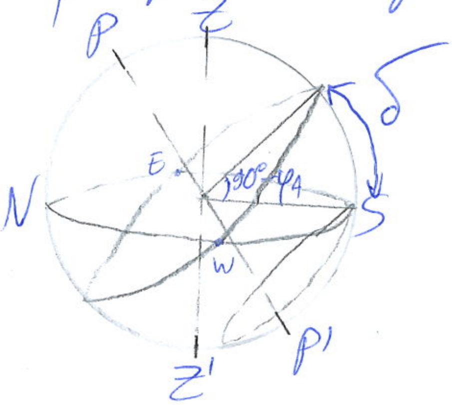
Този случай не е възможен, тъй като за да бъде синодичният период по-голям от 1 година, трябва двата обекта да се „настигат", а не да се „пресрещат" (иначе $T_{syn} < 1$ yr).

$$\Rightarrow a = 0,993 \text{ AU}$$

Гжелова

Задача 5

Аркадий вижда следното:



$\varphi_A = 62°$

$\lambda_A = 31°$

Горната кулминация на обекта е в точката юг.

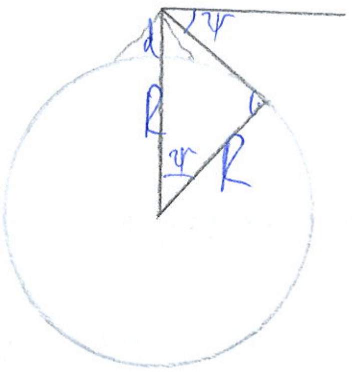
$\Rightarrow$ Обектът е в южната небесна полусфера.

$h_{max} = 90° - \varphi_A + \delta = 0°$

$\cancel{0 = 90° - 62°}$

$\delta = h_{max} - 90° + \varphi_A = \varphi_A - 90° = -28°$

При Василий видимият хоризонт се понижава с ъгъл ψ:



$R \approx 6400\,km$

$d = 885\,m = 0{,}885\,km$

$\cos\psi = \frac{R}{R+d}$

$\sin\psi \approx \psi\,[rad]$

$\cos^2\psi + \sin^2\psi = 1$

$$\Rightarrow \cos^2\psi = 1 - \psi^2$$

$$\cos\psi = \sqrt{1-\psi^2} = \left[1+(-\psi^2)\right]^{\frac{1}{2}} \approx 1 + \frac{1}{2}\cdot(-\psi^2) = 1 - \frac{\psi^2}{2}$$

$$\Rightarrow 1 - \frac{\psi^2}{2} = \frac{R}{R+d}$$

$$\frac{\psi^2}{2} = \frac{d}{R+d}$$

$$\Rightarrow \psi = \sqrt{\frac{2.d}{R+d}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2.0,885}{6400+0,885}} \approx \frac{0,134}{80} = 1,675.10^{-3}\,rad =$$

$$= 1,675.10^{-3}.2.10^{5} = 335''$$

$$\Rightarrow \psi = 5'35''$$

$\Rightarrow$ За Василий максималната височина е:

$$h_{max} = 90° - \varphi_B + \delta + \psi =$$

$$= 90° - 44° + (-28°) + 5'35'' =$$

$$= 18° 5'35'' \approx 18°$$

Ефектът от понижението на хоризонта е пренебрежимо малък.

Забелязваме, че Василий е на изток от Аркадий с:

$$\Delta\lambda = \lambda_B - \lambda_A = 12°.$$

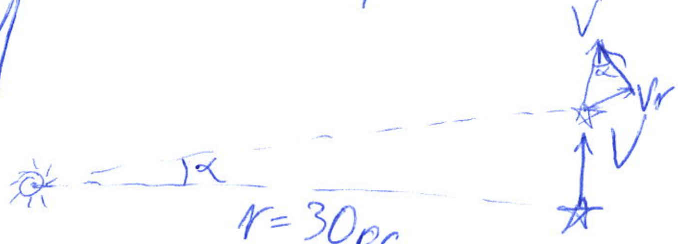
Търсеното време е:

$$t = \frac{\Delta\lambda}{360°}.1^d = 48\,min.$$

$\Rightarrow$ Василий ще види обекта 48 минути по-рано от Аркадий.

Чернова

Задача 1



$r = 30\,pc$

$\mu = 0{,}''5/yr$

$V_r = 0$ сега

след 100 години до 0,1Å) $V_r = ?$

$\mu^{[rad/yr]} = \frac{V}{r}$

$\frac{0{,}5}{\cancel{206265}} = \frac{V}{30 \cdot \cancel{206265}\ AU}$

$V = 15\ AU/yr$

$\alpha \approx 100 \cdot \mu = 50''$

$\frac{V_r}{V} = \sin\alpha \approx \alpha = \frac{50}{206265}$

$V_r = \frac{50}{206265} \cdot 15 \approx \frac{50}{200000} \cdot 15 = 3{,}75 \cdot 10^{-3}\ AU/yr$

$\frac{\overset{1,25}{\cancel{3{,}75}} \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}5 \cdot 10^{11}\,m}{\cancel{3} \cdot 10^{8}\,s}$

$1{,}875\ m/s$

~~$\frac{V_r}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ $\Delta\lambda = \frac{\overset{1,25}{\cancel{3{,}75}} \cdot \cancel{10^{-3}}}{\cancel{3} \cdot 10^{8}} \cdot 5 \cdot \cancel{10^{5}} = \overset{4000}{6{,}25} \cdot 10^{-8}\,m = 625\,Å$~~ да

оптически 380–760 nm

ср. 5000 Å

$\frac{V_r}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ $5 \cdot 10^{-7}$

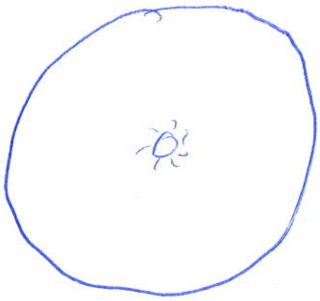
$\frac{\overset{0,625}{\cancel{1{,}875}}}{\cancel{3} \cdot 10^{8}} \cdot 5 \cdot 10^{-7}$

$3{,}125 \cdot 10^{-15}\,m$

не

Чернова

Задача 2



$t = 73^d$

$e_{max} = ?$

$M = -0^m,6$

$T = 3400\,K$

$g_{звезда} = 0,7\ m/s^2$

$m - M = -2,5 \cdot \lg\left(\frac{E}{E_0}\right)$

$\frac{\gamma \cdot M_{зв.}}{R_{зв.}^2} = 0,7$

$a = 1\,AU\ ?$

$\frac{a^3}{t^2} = \frac{\gamma \cdot M_{зв.}}{4 \cdot \pi^2} = \frac{0,7 \cdot R_{зв.}^2}{4 \cdot \pi^2}$

$m - M = -2,5 \cdot \lg\left(\frac{r_0^2}{a^2}\right) = -5 \cdot \lg\left(\frac{r_0}{a}\right) = -5 \cdot \lg r_0 - (-5 \cdot \lg a) =$

$= \cancel{8}\ \cancel{5 \cdot \lg}$

$5 \cdot \lg a - 5$

$\frac{a^3[AU]}{t^2[yr]} = M_{зв.}[M_\odot]$

$\frac{a^3}{\left(\frac{1}{5}\right)^2} = M_{зв.}$

$M_\odot - M = -2,5 \cdot \lg\left(\frac{R_\odot^2 \cdot T_\odot^4}{R_{зв.}^2 \cdot T_{зв.}^4}\right) = -5 \cdot \lg\left(\frac{R_\odot}{R_{зв.}} \cdot \frac{T_\odot^2}{T_{зв.}^2}\right)$

$4,8 + 0,6 = -5 \cdot \lg\left(\frac{R_\odot}{R_{зв.}} \cdot \frac{T_\odot^2}{T_{зв.}^2}\right)$

$1,08 = \lg\left(\frac{R_{зв.} \cdot T_{зв.}^2}{R_\odot \cdot T_\odot^2}\right)$

$\frac{34}{58} \simeq 0,59$

$0,3481$

$\frac{R_{зв.} \cdot T_{зв.}^2}{R_\odot \cdot T_\odot^2} \simeq 10$

$\frac{R_{зв.}}{R_\odot} \cdot 0,3481 = 10$

$$\frac{R_\odot}{R_{зв.}} = \frac{0,3481}{10}$$

$$7 \cdot 10^6 = 0,3481 \cdot R_{зв.}$$

$$R_{зв.} \approx \frac{\cancel{7}^{20} \cdot 10^6}{\cancel{0,35}} = 2 \cdot 10^7 \, km$$

$$\frac{a^3}{t^2} = \frac{0,7 \cdot 4 \cdot 10^{20}}{\cancel{4 \cdot \pi^2}} = 7 \cdot 10^{12} \qquad M_{зв.} \approx M_\odot$$

$$\frac{a_\oplus^3}{t_\oplus^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{4 \cdot \pi^2} = \frac{10}{3} \cdot 10^{18} = \frac{10^{19}}{3}$$

$\Rightarrow$ $\approx$ равни

$$\frac{a^3}{t^2} = \frac{a_\oplus^3}{t_\oplus^2}$$

$$2,8^3 =$$

$$2,9^3 = 841 \cdot 29$$
$$7569$$
$$+ 1682$$
$$24,389$$

$$25 \cdot a^3 = a_\oplus^3$$

$$a^3 = \frac{1}{25}$$

$$a[AU] = \frac{1}{\sqrt[3]{25}} = \frac{1}{2,9}$$

$$100 : 29 = 0,344 \approx 0,34 \, AU$$
$$87$$
$$130$$
$$116$$
$$140$$

$$V_a = \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \cdot \sqrt{\frac{\gamma \cdot M_{зв.}}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \gamma \cdot M}{a(1+e)}}$$

$$V_p = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \cdot \sqrt{\frac{\gamma \cdot M_{зв.}}{a}} = \sqrt{\frac{2 \gamma \cdot M}{a \cdot (1+e)}}$$

$e = 1$

$$1 + e \leq 2 - 2 \cdot e$$
$$3 \cdot e \leq 1$$

$1 + e \leq 2$

Чернова

Задача 3

Антарес – червен свръхгигант, $+1^m$?

$$M - M_\odot = -2,5 \cdot lg\left(\frac{E}{E_\odot}\right) = -2,5 \cdot lg\left(\frac{R^2 \cdot T^4}{R_\odot^2 \cdot T_\odot^4}\right) =$$

$$= -5 \cdot lg\left(\frac{R \cdot T^2}{R_\odot \cdot T_\odot^2}\right)$$

$m_♂ = 1^m - 2^m$

$L_♂ \neq L_A$ $\cancel{\frac{R^2_{Марс}}{r^2_{Марс}} = \frac{R_A^2}{r_A^2}}$

$E_♂ = E_A$

$E \sim \frac{R^2}{r^2}$

$R_{Марс} \approx 3,4 \cdot 10^6$ m

$R_A = 20 R_\odot$? $= 17\,000\,000$ km $= 14 \cdot 10^9$ m

$\cancel{\left(\frac{R_♂}{R_A}\right)^2 = \left(\frac{r_♂}{r_A}\right)^2}$

средно $\sqrt{1,25} \approx 1,1$ AU

$\frac{3,4 \cdot 10^6}{17 \cdot 10^9} = \frac{1,1}{r_A}$ AU

4000

340 : 58 = 0,58
290
500
464
360
348
12

$r_A \approx 4400$ AU

$T = 3400$ K

$T_\odot = 5800$ K

$$M - M_\odot = -5 \cdot lg(20 \cdot 0,3481) = -5 \cdot lg(6,962)$$

$0,59^2 = 59 \cdot 59 = 3600 - 119 = 0,3481$

$10^{0,4} = 2,512$

$10^{0,8} = 6,30$

$10^1 = 10$

$4 \cdot 10^{12} \Rightarrow M - M_\odot \approx -5 \cdot 0,8 = -4$

$+4,8$

$+4,8 + 26,9 = -2,5 \cdot lg\left(\frac{1}{206265}\right)^2$

-22 $\quad -2,5 \cdot$ 12

$M = 0^m,8$

$$0{,}8 - 1 = -2{,}5 \cdot lg\left(\frac{r^2}{10^2}\right) = -5 \cdot lg\left(\frac{r}{10}\right) = -5 \cdot \left[lg(r) - 1\right]$$

$$-0{,}2 = -5 \cdot \left[lg(r) - 1\right]$$

$$lg(r) - 1 = \frac{\frac{1}{5}}{5} = 0{,}04$$

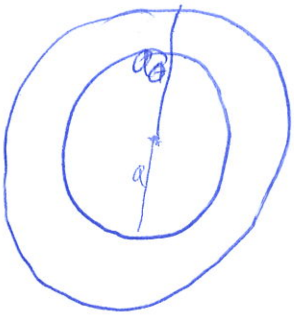
$$lg(r) = \cancel{0,}\,1{,}04$$

$$\underline{r \approx 10\,pc} \quad ?$$

$$\frac{2 \cdot 20 \cdot \overbrace{\frac{1}{\cancel{200}\;10}\,AU}^{R_\odot}}{10 \cdot 200000\,AU} = 2 \cdot \frac{1}{100} \cdot \frac{1}{200000}\,rad = \underline{0{,}''02}$$

Чернова

Задача 4



еднакви конфигурации

$\Rightarrow T_{SYN} = 94,5$ yr

$$\frac{1}{T_{SYN}} = \left|\frac{1}{T_\oplus} - \frac{1}{T}\right| =$$

$$= \frac{T_\oplus - T}{T_\oplus . T} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_\oplus}$$

ако е обратно:

$$\frac{1}{T_{SYN}} = \frac{1}{T} + \frac{1}{T_\oplus}$$

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_{SYN}} - \frac{1}{T_\oplus} =$$

$$= \frac{T_\oplus - T_{SYN}}{}$$

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_{SYN}} + \frac{1}{T_\oplus}$$

$$T = \frac{T_{SYN} . T_\oplus}{T_{SYN} + T_\oplus} = \frac{94,5}{95,5} = \frac{\cancel{945}^{189}}{\cancel{955}_{191}} = \frac{189}{191}$$

$$1810 : 191 = 0,94$$

$$\begin{array}{r} -1810 \\ 1719 \\ \hline 910 \\ -764 \\ \hline 1460 \end{array}$$

$$T^2 = a^3$$

$$a = \sqrt[3]{\left(\frac{189}{191}\right)^2} = \sqrt[3]{\frac{35721}{36481}}$$

$$190^2 = 36100$$

$$\begin{array}{r} 36100 \\ -190 \\ \hline 35910 \\ -189 \\ \hline 35721 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 36100 \\ +190 \\ \hline 36290 \\ +191 \\ \hline 36481 \end{array}$$

$$20^3 = 8000$$

$$30^3 = 27000$$

$$\cancel{80^3 = 10000}$$

$$32^3 = 32768$$

$$33^3 = 33 . 33 . 33$$

$$\begin{array}{r} 33.33 \\ 99 \\ +99 \\ \hline 1089.33 \\ 3267 \\ +3267 \\ \hline 35937 \end{array}$$

$$357210 : 36481 = 0,9791672377$$

$$\begin{array}{r} -357210 \\ 328329 \\ \hline 288810 \\ -255367 \\ \hline 334430 \\ -328329 \\ \hline 61010 \\ -36481 \\ \hline 245290 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 245290 \\ -218886 \\ \hline 264040 \\ -255367 \\ \hline 086730 \\ -72962 \\ \hline 137680 \end{array} \qquad \begin{array}{r} -137680 \\ 109443 \\ \hline 282370 \\ -255367 \\ \hline 270030 \\ 255367 \end{array}$$

$$\sqrt[3]{0{,}979167238} \Longleftrightarrow 0{,}\sqrt[3]{979167238}$$

$900^3 = \cancel{8100}$
729000000

$99^3 = 99 \cdot 99 \cdot 99 = 980100 - 9801 = 970299$

$$\begin{array}{r} 99 \cdot 99 \\ \hline 891 \\ +\;891 \\ \hline 9801 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 980100 \\ -\;9801 \\ \hline 970299 \end{array}$$

$992^3 = 992 \cdot 992$

$$\begin{array}{r} 992 \cdot 992 \\ \hline 1984 \\ +\;8928 \\ 8928 \\ \hline 984064 \cdot 992 \\ \hline 1968128 \\ +\;8856576 \\ 8856576 \\ \hline 976191488 \end{array}$$

$993^3 = 993 \cdot 993$

$$\begin{array}{r} 993 \cdot 993 \\ \hline 2979 \\ +\;8937 \\ 8937 \\ \hline 986049 \cdot 993 \\ \hline 2958147 \\ +\;8874441 \\ 8874441 \\ \hline 979146657 \end{array}$$

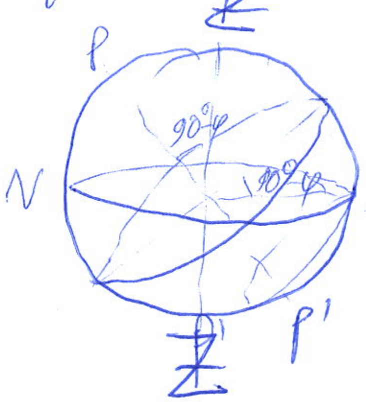
$a = 0{,}993$ AU

Черновa

Задача 5

$\varphi = 62^\circ$ $\lambda = 31^\circ$ Аркадий $h \approx 0^\circ$

$h = 885$ м $\varphi = 44^\circ$ $\lambda = 43^\circ$ Василий по-рано



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

$\cos\alpha = 1 - \frac{\alpha^2}{2}$

$\sin\alpha \approx \alpha$

$\cos^2\alpha + \alpha^2 = 1$

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

$= 1 - \frac{\alpha^2}{2}$

$1 - \left(\frac{\alpha}{2}\right)^2$

$(1+n)^{\frac{1}{2}} \approx 1 + \frac{1}{2} \cdot n$

$\cos\psi = \frac{R}{R+d}$

$\sqrt{1 - \left(\frac{\psi}{\sqrt{2}}\right)^2} \approx \frac{R}{R+d}$

$\Rightarrow \cancel{\left(\frac{\psi}{2}\right)^2} =$ $\frac{\psi^2}{2} = \frac{d}{R+d} = \frac{0{,}89}{6378{,}89}$

$\psi^2 = \frac{1{,}78}{6378{,}89} \approx \frac{1{,}78}{6400}$

$\psi \approx \frac{0{,}134}{80} =$

$= \frac{0{,}01675}{10} =$

$= 1{,}675 \cdot 10^{-3}$ rad

$1{,}675 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3} =$

$= 200 \cdot 1{,}675 = 167{,}5 \cdot 2 = 335'' = 5'35''$ понижение

$135^2 = 135 \cdot 135$

$+ \; 675$
405
135
18225

$134 \cdot 134$

$+ \; 536$
402
134
17956

$$h_{max} = 90° - φ_{вт} + δ + ψ =$$
$$= 90 - 44 - 28 + 5'38'' =$$
$$= 18° 5'35'' \approx 18°$$

$Δλ = 12°$ по-рано

$\frac{1}{30} \cdot 1440 = 48$ мин по-рано