1. (1 часть)

1В В-2

Сначала рассмотрим орбиту, которая должна была быть:

Запишем з-н сохранения энергии:

$$\frac{\cancel{m}(1{,}1v)^2}{2}-\frac{GM\cancel{m}}{a}=\frac{\cancel{m}v_A^2}{2}-\frac{GM\cancel{m}}{r_A}$$

$$v^2=\frac{GM}{a}$$

$$\frac{1{,}1^2}{2}\frac{1}{a}-\frac{1}{a}=\frac{v_A^2}{GM2}-\frac{1}{r_A}$$

Запишем з-н сохранения момента импульса

$$\cancel{m}\cdot 1{,}1\cdot v\cdot a=\cancel{m}\cdot v_A\cdot r_A$$

$$v_A=1{,}1v\,\frac{a}{r_A}$$

$$\frac{1{,}1^2}{2}\frac{1}{a}-\frac{1}{a}=\frac{1{,}1^2}{2}\frac{a}{r_A^2}-\frac{1}{r_A}$$

$$\frac{1}{r_A^2}\;\frac{1{,}1^2}{2}a-\frac{1}{r_A}+\frac{1}{a}-\frac{1{,}1^2}{2}\frac{1}{a}=0$$

$$D=1-4\cdot\frac{1{,}1^2}{2}\cancel{a}\cdot\left(\frac{1}{\cancel{a}}-\frac{1{,}1^2}{2}\frac{1}{\cancel{a}}\right)$$

$$D=1-\frac{1{,}1^2}{2}\cdot 4\left(1-\frac{1{,}1^2}{2}\right)\approx 0{,}1$$

$$\frac{1}{r_A}=\frac{1\pm\sqrt{D}}{1{,}1^2a}\approx\frac{0{,}7}{1{,}1^2a}\Rightarrow r_A=\frac{1{,}1^2a}{0{,}7}$$

$$\frac{(0{,}9v_A)^2}{2}-\frac{GM}{r_A}=-\frac{GM}{2a_1}$$ – теорема Вириала

$$\frac{0{,}9^2}{2}\frac{\cancel{GM}}{\cancel{a}}\cdot 1{,}1^2\cdot\frac{a^{\cancel{2}}}{r_A^2}-\frac{\cancel{GM}}{r_A}=-\frac{\cancel{GM}}{2a_1}$$

1. (2 часть) 1ВВ-2

$$\frac{1}{r_A^2} a \cdot \frac{0{,}9^2 \cdot 1{,}1^2}{2} - \frac{1}{r_A} = -\frac{1}{2a_1}$$

$$\frac{1}{a_1} = 2\left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_A^2} \frac{0{,}9^2 1{,}1^2}{2} \cdot a\right)$$

Тепер рассмотрим случай, что случился:

$$\frac{0{,}9^2 v^2}{2} - \frac{GM}{a} = \frac{v_\pi^2}{2} - \frac{GM}{r_\pi}$$

$$0{,}9 v a = v_\pi \cdot r_\pi$$

$$\frac{0{,}9^2}{2a} - \frac{1}{a} = \frac{0{,}9^2}{2} \frac{a}{r_\pi^2} - \frac{1}{r_\pi}$$

$$\frac{1}{r_\pi^2} \frac{0{,}9^2}{2} a - \frac{1}{r_\pi} + \frac{1}{a} - \frac{0{,}9^2}{2a} = 0$$

$$D = 1 - \cancel{4}^{2} \frac{0{,}9^2}{\cancel{2}} \cancel{a} \cdot \left(\frac{1}{\cancel{a}} - \frac{0{,}9^2}{2\cancel{a}}\right)$$

$$D = 1 - 2 \cdot 0{,}9^2 + 0{,}9^4 \approx 1 - 1{,}6 + 0{,}65 = 0{,}05$$

$$\frac{1}{r_\pi} = \frac{1 \pm \sqrt{D}}{0{,}9^2 a} \Rightarrow r_A = \frac{0{,}9^2}{1{,}2} \cdot a \approx \frac{2}{3} a$$

$$\frac{(1{,}1 \cdot v_\pi)^2}{2} - \frac{GM}{r_\pi} = -\frac{GM}{2a_2}$$

$$\frac{1{,}1^2 \cdot 0{,}9^2}{2} \frac{a}{r_\pi^2} - \frac{1}{r_\pi} = -\frac{1}{2a_2}$$

$$\frac{1{,}1^2 \cdot 0{,}9^2}{2} \cdot \frac{a}{\frac{4}{9} a^2} - \frac{3}{2a} = -\frac{1}{2a_2}$$

$$\frac{1{,}1^2 \cdot 0{,}9^2 \cdot 9}{8 a} - \frac{3}{2a} = -\frac{1}{2a_2}$$

$$\frac{1}{a_2} = \frac{3}{a} - \frac{1{,}1^2 \cdot 0{,}9^2 \cdot 9}{4a}$$

(3 часть) ΛBB-2

1. $\frac{1}{a_1} = 2\left(\frac{0,7}{1,1^2 a} - \frac{0,7^2}{1,1^2 a} \cdot \frac{0,9^2 \cdot \cancel{1,1^2}}{2}\right)$

$a_1 = 1,2 \cdot a \Rightarrow T_1 = \sqrt[2]{1,2^3} \cdot 24\,(\text{ч.}) = 1,3 \cdot 24$ ч.

$a_2 = 0,8 a \Rightarrow T_2 = \sqrt[2]{0,8^3} \approx 0,7 \cdot 24\,(\text{ч.})$

$\boxed{\Delta T = 0,6 \cdot 24 \approx 15\ (\text{ч.})}$

2.

$v = 1\left(\frac{м}{с}\right)$

$t = 30(с.)$

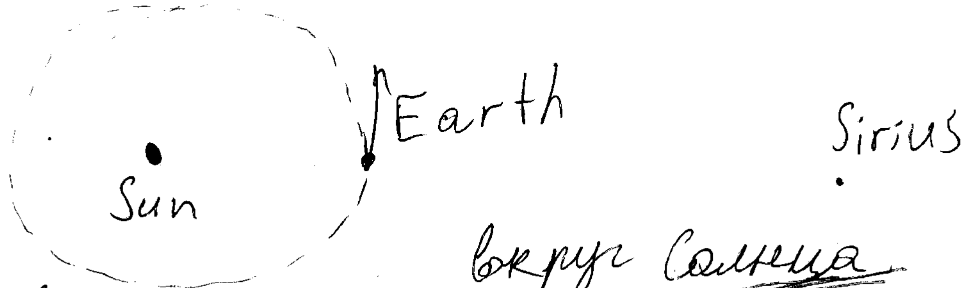
$\varphi = +28^\circ$

$\alpha = 6^h 45^m$

$\delta = -17^\circ$

$\Delta m - ?$

Поскольку ночь новогодняя і $\alpha = 6^h 45^m$, тогда:



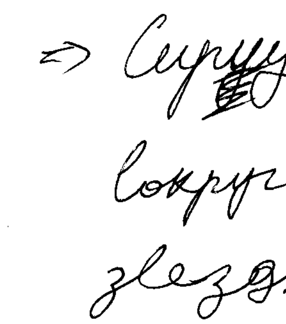
Движение ~~Земли~~ вокруг Солнца не изменит звездную величину.

~~звездн~~ звездное время (S) в полночь равно $\approx 6^h 45^m = \alpha \Rightarrow t = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ Сириус в кульминации $\Rightarrow$ движение Земли вокруг собственной оси не изменит звездную величину.

~~Еди~~ Единственным фактором, который будет изменять m будет движение людей.

$$h = 90^\circ - |\varphi - \delta| = 45^\circ$$



$$\Delta l = v \cdot t \cdot \cos h = \sqrt{2} \cdot 15 = 21\ (м)$$

$$M = m_1 \cancel{+5} - 5\lg d_1 = m_2 \cancel{+5} - 5\lg d_2$$

$$\Delta m = -5(\lg d_1 + \lg d_2) = 5\lg\frac{d_2}{d_1} = 5\lg\left(1 + \frac{\Delta l}{d}\right)$$

$$\Delta m = 5 \cdot \frac{\ln\left(1 + \frac{\Delta l}{d}\right)}{\ln 10} \approx \frac{5}{2,4}\frac{\Delta l}{d} \approx 2 \cdot \frac{\Delta l}{d} \approx \frac{14}{10^{15}} \approx \boxed{10^{-14m} = \Delta m}$$

3. (II часть)

$M_s = 2M_\odot$

$T = 4$ (г.)

$T_0 = 20$ (ч.)

$\varphi = 0^\circ$

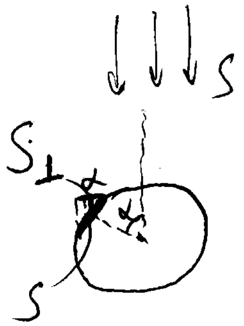
$S = 100\,(м^2)$

$\eta = 10\ \%$

$W - ?$

ЛВВ-2

$T_0 \ll T$



(1) $S_\perp = S\cdot\cos\alpha$

$dW = P\cdot dt$

$W = 2\int_0^{\frac{T_0}{4}} P\cdot dt$

$P = E\cdot S_\perp\cdot\eta$

E – освещенность

(2) $M_s = 2M_\odot \Rightarrow$

$\Rightarrow$ звезда главной последовательности

$$\frac{L_s}{L_\odot} \approx \left(\frac{M_s}{M_\odot}\right)^4 = 16$$

$$L_s = 16\cdot L_\odot$$

$$E = \frac{L_s}{4\pi a^2}$$

Запишем $\underline{III}$-й з-н Кеплера:

$$\frac{T^2\cdot M_s}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G} = \frac{T_З^2\cdot M_\odot}{a_З^3}$$

$$\frac{16\cdot 2}{a^3} = \frac{1\cdot 1}{a_З^3}$$

$$a = a_З\cdot 2\sqrt[3]{4}$$

(3) $$E = \frac{L_s}{4\pi a^2} = \frac{16\cdot L_\odot}{a_З^2\cdot 4\sqrt[3]{16}\cdot 4\pi}$$

$$E = \frac{L_\odot}{4\pi a_З^2}\cdot\frac{4}{\sqrt[3]{16}} = E_З\cdot\frac{4}{\sqrt[3]{16}}$$

$$E = E_З\,\frac{2}{\sqrt[3]{2}}$$

$$P = E\cdot\eta\cdot S\cdot\cos\alpha$$

$$\alpha = 2\cdot\pi\cdot\frac{t}{T_0}$$

3.(2 часть) $\frac{T_0}{4}$ 1ВВ-2

(4) $$W = 2\int\limits_0 E\cdot\eta\cdot S\cdot\cos\left(2\pi\frac{t}{T_0}\right)dt$$

$$W = 2\cdot\underbrace{E\cdot\eta\cdot S}_{k}\int\limits_0^{T_0/4}\cos\left(2\pi\frac{t}{T_0}\right)dt = 2k\frac{T_0}{2\pi}\left(\underset{1}{\sin\frac{\pi}{2}} - \underset{0}{\sin 0}\right)$$

$$W = \frac{k}{\pi}\cdot T_0$$

$k = \frac{2}{\sqrt[3]{2}}\cdot E_з\cdot\eta\cdot S$, $E_з$ – солнечная константа

$$k = \frac{2}{1,3}\cdot 1365\cdot \cancel{0,1}\cdot \cancel{100} = 1,4\cdot 1365\cdot 10 = 19200\left(\frac{Дж}{с}\right)$$

$$W = \frac{19200}{3,14}\cdot 20\cdot 60\cdot 60 \approx 4,4\cdot 10^8\,(Дж)$$

$$\boxed{W = \frac{\frac{2}{\sqrt[3]{2}}E_з\cdot\eta\cdot S}{\pi}T_0 \approx 4,4\cdot 10^8\,(Дж)}$$

5. $L = 10^{30}$ (Вт)

$M = 1{,}4\, M_\odot$

$R = 10$ (км)

$E = 30$ (кэВ)

$\nu = \cancel{\nu}\ \nu_{об}$

$B \sim \frac{1}{r^3}$; $B = \frac{\alpha}{r^3}$

$p = k \cdot B^2$

$k = 4 \cdot 10^5 \left(\frac{Па}{Тл^2}\right)$

$r - ?$

(1 часть) ЛВВ-2

II-й з-н Ньютона:

$$m_e \vec{a} = \vec{F}_Л$$

$$m_e \frac{v^2}{R} = B_0 e v$$

$$\frac{R}{v} = \frac{m_e}{B_0 e}$$

$$\frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m_e}{B_0 e} = T$$

$$\nu = \frac{B_0 e}{2\pi m_e}$$

$$h\nu = E = \frac{h B_0 e}{2\pi m_e}$$

$$B_0 = \frac{2\pi m_e \cdot E}{h \cdot e} = \cancel{5 \cdot 10^{22}\,(Тл)}\ 0{,}26 \cdot 10^{9}\,(Тл)$$

Рассмотрим вещество на расстоянии магнитосферы:

Запишем равность сил:

$$kB^2 = \frac{\frac{\Delta p}{\Delta t}}{S} = \frac{m \Delta v}{S \Delta t} = \frac{mg\Delta t}{S\Delta t} = \frac{mg}{S}$$

$$g = \frac{GM}{r^2}; \quad S = 4\pi r^2$$

Звезда светит за счет акреции, будем считать, что вся потенциальная энергия переходит в светимость.

5. (2 часть) 1ВВ-2

$\cancel{L = \frac{GM\dot{m}}{R}}$

$$W = \frac{GMm}{R}$$

$$L = \frac{GM\dot{m}}{R} = \frac{GM}{R}\frac{\Delta m}{\Delta t}$$

$\Delta m = m$, тогда $\Delta t = \frac{v}{g}$

$$-\frac{GM\cancel{m}}{r} + \frac{\cancel{m}v^2}{2} = 0$$

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

$$L = \frac{GM}{R}\frac{mg}{\sqrt{\frac{2GM}{r}}} \Rightarrow m = \frac{LR\sqrt{\frac{2GM}{r}}}{GMg}$$

$$kB^2 = \frac{mg}{S} \Rightarrow SkB^2 = LR\sqrt{\frac{2GM}{\cancel{r}}}$$

$$S^2k^2B^4 = L^2R^2\frac{2GM}{r}$$

$$S^2\cancel{k^2}B_0^{4}\frac{R^{12}}{r^{\cancel{12}\,11}} = \cancel{L^2}R^2\frac{2GM}{\cancel{r}}$$

$$\frac{S^2B_0^4R^{\cancel{12}\,10}}{r^{11}} = \cancel{R^2}\cdot 2G\cdot M$$

$$\boxed{r = \sqrt[11]{\frac{16\pi^2 B_0^4\cdot R^{14}}{2GM}} = 3\text{T}\cdot\text{км}} \qquad r = \sqrt[11]{\frac{S^2B_0^4R^{10}}{2GM}}$$