№5 Жук-20

$L_* = 10^{30}$ Вт; $M = 1{,}4 M_\odot$, $R = 10$ км; ~~ν=30~~ $E = 30$ кэВ; $k = 4\cdot 10^5 \frac{Па}{Тл^2}$;

Энергия фотона $h\nu = E \Rightarrow \nu = \frac{E}{h}$; Под действием маг. поля инд. B частицы движется так:

$$\frac{B\cdot v q}{m} = \omega\cdot v \Rightarrow \omega = \frac{Bq}{m} \Rightarrow \nu = \left(\frac{2\pi}{\omega}\right)^{-1} = \left(\frac{2\pi\cdot m}{Bq}\right)^{-1} = \left(\frac{2\pi\cdot m_e}{B\cdot e}\right)^{-1};$$

$\Rightarrow B_0 = \frac{2\pi m_e \nu}{e}$; При этом $B(r) = B_0\cdot\frac{R^3}{r^3} = B_0\cdot\left(\frac{R}{r}\right)^3$;

Тогда $p(r) = B_0^2\cdot\left(\frac{R}{r}\right)^6\cdot k$; Найдем давление акрец. вещ-ва:

μ – темп аккреции ($\frac{M_\odot}{год}$); ~~Считаем, что динам. давление~~

~~$\frac{\mu}{4\pi r^2}\cdot v$~~ Скорость частицы вещ-ва на радиусе r, v:

$v = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$; При этом импульс суммарный p_1:

$p_1 = \mu\cdot dt\cdot v = \mu\cdot dt\cdot\sqrt{\frac{2GM}{r}}$; Тогда давление p:

$$p = \frac{p_1}{t\cdot 4\pi r^2} = \frac{\mu\cdot\sqrt{\frac{2GM}{r}}}{4\pi r^2} = \frac{\mu}{4\pi}\cdot\sqrt{\frac{2GM}{r^5}};$$

На границе магнитосферы: (r_m – соотв. радиус):

$$\frac{\mu}{4\pi}\cdot\sqrt{\frac{2GM}{r^5}} = \left(\frac{2\pi m_e}{e\cdot\nu}\right)^2\cdot\left(\frac{R}{r}\right)^6 \,//\, \left(\frac{R}{r}\right)^6\cdot\left(\frac{2\pi m_e \nu}{e}\right)^2$$

μ найдем из L: (100% высвечивается, приближение)

~~$\mu dt\cdot 2G$~~ $E_п = -\frac{GM}{R}$; $\Rightarrow L\,dt = \frac{GM}{R}\cdot\mu\cdot dt \Rightarrow$ ~~$L = L$~~ $\mu = \frac{LR}{GM}$

Тогда:

$$\frac{LR}{4\pi GM}\cdot\sqrt{\frac{2GM}{r^5}} \cancel{= \left(\frac{2\pi m_e}{e\nu}\right)^2\cdot\left(\frac{R}{r}\right)^6 = \frac{4\pi^3 m_e^2\nu^2\cdot R^6}{e^2\nu\, r^6} = \frac{LR\cdot\sqrt{2}}{4\pi\cdot\sqrt{GM}\cdot\sqrt{r^5}}}$$

$$\cancel{\Rightarrow \frac{r^6}{\sqrt{r^5}} = \frac{16\pi^3\cdot m_e^2\cdot R^5\cdot\nu\cdot\sqrt{GM}}{e^2\nu\cdot L\cdot\sqrt{2}} = \frac{r^5}{\sqrt{r}} = \frac{16\pi^3\cdot m_e^2\cdot R^5\cdot\sqrt{GM}\cdot\frac{E}{h}}{e^2\nu\cdot L\cdot\sqrt{2}\cdot\frac{E}{k}}}$$

$$= \left(\frac{R}{r}\right)^6\cdot\frac{4\pi^2 m_e^2\nu^2}{e^2}k = \frac{R^6\cdot 4\pi^2 m_e^2\nu^2}{e^2\cdot r^6}k = \frac{LR}{4\pi\cdot GM}\cdot\frac{\sqrt{2GM}}{r^{5/2}}$$

$$\Rightarrow r^{7/2} = \frac{R^5\cdot 16\pi^3\cdot\sqrt{GM}\cdot m_e^2\cdot\nu^2\cdot k}{e^2\cdot L\cdot\sqrt{2}} = \cancel{10^{25}\cdot 16\cdot 3{,}14\cdot\sqrt{6{,}7\cdot 10^{-11}\cdot 1{,}4\cdot 2\cdot 10^{30}}}$$

$$= \frac{10^{25}\cdot 16\cdot 10\cdot 3{,}14\cdot\sqrt{10\cdot 10^{-11}\cdot 2\cdot 10^{30}}\cdot 10^{-60}\cdot\frac{30000^2}{h^2}\cdot 4\cdot 10^{5}}{1\cdot e^2\cdot\frac{10^{30}}{4}\cdot\sqrt{2}} = \frac{16\cdot 3{,}14\cdot 10^{10}\cdot 10\cdot 4\cdot 3^2\cdot 10\cdot 10^{8}\cdot 10^{-60}}{h^2}$$

$$= \frac{5\cdot 10^{-40}\cdot 4\cdot 9}{6{,}6^2\cdot 10^{-68}} = \frac{180}{6{,}6^2}\cdot 10^{28} \approx \frac{180}{36}\cdot 10^{28} = 5\cdot 10^{28}\ м$$

ЖБК-20

$\Rightarrow r^{\frac{7}{2}} = 5 \cdot 10^{28}$ м ; ~~Лучше так посчитать не знаю, пусть будет ср.~~

~~арифм~~ $r = (5 \cdot 10^{28})^{\frac{2}{7}} = 5^{\frac{2}{7}} \cdot 10^{\cancel{28}^{4} \cdot \frac{2}{\cancel{7}_1}} = 5^{\frac{2}{7}} \cdot 10^{8}$ м;

~~$5^{\frac{2}{7}}$ - коэф. порядка 1~~

Восп. приближенной формулой:

$(1+\alpha)^{\gamma} = 1 + \alpha\gamma$; $(1+\alpha)^{\frac{7}{2}} = 5 \Rightarrow 1 + \frac{7}{2}\alpha = 5$

$\frac{7}{2}\alpha = 5 - 1 = 4 \Rightarrow \alpha = \frac{8}{7} \Rightarrow 5^{\frac{2}{7}} \approx 2$

$\Rightarrow \boxed{r = 2 \cdot 10^{8}\ \text{м}}$

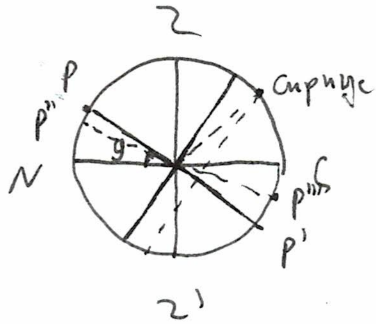
№2 ЖУК 20

Очевидно, что эффект, связанный с приближением → 0 по значимости. ; $\alpha = 6^h45^m$; $\delta = -17^\circ$

$\varphi = 28^\circ$; $u = \frac{1\cdot M}{c}$; 1 января $t_\odot = 12^h$; С разумной точностью 1 января

$\alpha_\odot = 18^h45^m = \alpha + 12^h$; ⇒ $S = \alpha_\odot + t_\odot = \alpha + t \Rightarrow t = \alpha_\odot + t_\odot - \alpha = 0^h \Rightarrow$ у Сириуса

В.К. ; где происходит в.к у Сириуса, к северу или к югу, ?



$\delta = -17^\circ \Rightarrow$ очевидно к Югу.

Тогда, поскольку у Сириуса в.к, его высота изменяется очень незначительно (все деловатм. поглощение), а ⇒ не мен. и зв. вел.; Действительно, за 30 секунд Сириус пройдет дугу $l \approx \frac{30}{86400}\cdot 360^\circ \cdot \cos\delta$

$\approx \frac{30\cdot 360^\circ}{90000} \approx 0{,}1^\circ$; ~~Пренебрегая склонением Сириуса~~ (из аналогии с солн. близ солнцестоян.)

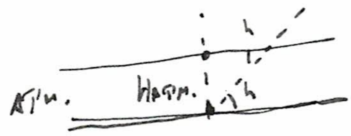
При этом $\gg 99{,}9^\circ$ уйдет не на изм. высоты.)

Так что этим пренебрегаем. За счет изменения (уменьшения) широты высота Сириуса вырастет (очевидно т.к это "поворот" экв. системы) на величину α:

$\alpha = \frac{u\cdot t}{2\pi R_\oplus} \approx 0{,}15''$; $\left(\frac{30\cdot 1\ \text{рад}}{6{,}3\cdot 6{,}4\cdot 10^6} \approx \frac{3\ \text{рад}}{10^5\cdot 6\cdot 6\cdot 1{,}1} \approx \frac{2\cdot 2\cdot 10^5 ''}{10^5\cdot 2\cdot 6\cdot 1{,}1} \approx \frac{1}{6{,}6}'' \approx 0{,}15''\right)$

Пользуясь плоской атмосферой и принимая погл. в зените за $0{,}2^m = A$:

$\Delta m = \frac{0{,}2^m}{\sin h}$; − нач. изм. зв. вел.



после $\Delta m' = \frac{0{,}2^m}{\sin(h+\alpha)} = \frac{0{,}2^m}{\sin h\cos\alpha + \cos h \sin\alpha}$

$\Rightarrow \overset{\text{искомое}}{dm} = 0{,}2\left(\frac{1}{\sin h + \cos h\,\alpha} - \frac{1}{\sin h}\right) = \frac{0{,}2}{\sin h}\left(\frac{1}{1+\operatorname{ctg} h\cdot\alpha} - 1\right)$

$= \frac{0{,}2^m}{\sin h}\left(\frac{-\operatorname{ctg} h\cdot\alpha}{1+\operatorname{ctg} h\cdot\alpha}\right) \approx \frac{0{,}2^m}{\sin h}\cdot\frac{-\cos h}{\sin h}\cdot\alpha = \frac{0{,}2^m\cdot\cos h}{\sin^2 h}\cdot\alpha$;

$h = 90^\circ - |28^\circ + 17^\circ| = 45^\circ \Rightarrow dm = \frac{0{,}2^m}{\frac{\sqrt2}{2}}\cdot\alpha \approx 0{,}2^m\cdot\alpha\cdot\frac{2}{\sqrt2} \approx 0{,}2^m\sqrt2\cdot\alpha$

$\approx 0{,}2^m\cdot 1{,}4\cdot\frac{1{,}5}{206265} \approx \frac{2\cdot 1{,}4\cdot 1{,}5^m}{2\cdot 10^5} \approx \frac{2^m}{10^5} \approx \underline{2\cdot 10^{-5}}$

№4 Жук-20

Ф-ла для абс. зв. вел. (поглощением вне туманности пренебрегаем):

$M = m + 5 - 5\lg D - A$, A - погл. в тум.;

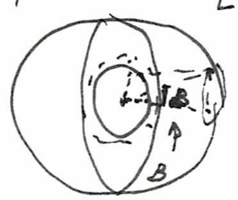
$\Rightarrow A = m + 5 - 5\lg D - M = 5{,}7 + 5 + 2{,}5 - 5\lg 310$;

$\lg 310 = \lg 100\cdot 3{,}1 = \lg 100 + \lg 3{,}1 = 2 + \frac{1}{2} = 2{,}5$ ($3{,}1^2 \approx 10$, изв. факт)

$\Rightarrow A = 5{,}7 + 5 - 4\cdot 2{,}5 \approx 0{,}7$; $\Rightarrow \alpha = 10^{0{,}4\cdot A}$

$\approx 10^{0{,}4\cdot 0{,}7} \approx 2$; α - ослабл. света. То, что $\Delta m = 0{,}75$ вызывает ослабл. света $\approx$ в 2 раза тоже изв. факт. $A > 0 \Rightarrow$ туманность к нам ближе (или звезда в ней). D - расст. от нас до звезды, R - радиус тум., r - расст. от звезды до тум. Будем для оценки считать поглощение линейно зависящим от пройденного сквозь туманность пути (что неправда, ибо первые % ослабления даются легче). Такое допущение несколько занизит оценку L, зато мы немного завысили α при подсчете α.);

тум.



E_0 свет

dL Угол B см. рис.

$dL = 2\pi R\cdot \sin B\, R\, dB \cdot \frac{1}{\alpha}\cdot \cancel{R}\cdot\cos B\cdot E_0$; E_0 - осв. на расст. тум., $E_0 = \frac{L_*}{4\pi r^2}$;

$\Rightarrow dL = E_0\pi R^2\cdot \sin B\cdot\cos B\, dB \Rightarrow L = E_0\pi R^2\cdot\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin B\cos B\, dB$;

$(\cos 2B)' = -2\sin 2B = -4\sin B\cos B \Rightarrow (-\frac{1}{4}\cos 2B)' = \sin B\cos B$

$\Rightarrow L = E_0\pi R^2\cdot(-\frac{1}{4}\cos\pi + \frac{1}{4}\cos 0) = \frac{1}{2}E_0\pi R^2 = \frac{1}{2}\cdot\frac{L_*}{4\pi r^2}\cdot\pi R^2$;

~~Поскольку зв. вел. одинаковы:~~ $\cancel{\frac{L}{4\pi(D-R)^2} = \frac{L_*}{2\cdot 4\pi D^2}} =$ Вообще-то результат для L - бред, т.к. из-за того, что $dL = 2\pi R^2\sin B\, dB\cdot\frac{1}{\alpha}\cdot\cos B$ записано неверно. Но для оценки (мы даже размер туманности не знаем!) примем $L = \frac{1}{4}\cdot\frac{L_*}{4\pi r^2}\cdot\pi R^2$ (будто колич. одинаково, но вдвое меньше); тогда, учитывая что туманность газовая, примем R = 10 пк.

Поскольку зв. величины равны:

$\frac{1}{4}\cdot\frac{L_*}{4\pi r^2}\cdot\frac{\pi R^2}{4\pi(D-r)^2} = \frac{L_*}{2\cdot 4\pi D^2} \Rightarrow \frac{R^2}{16r^2(D-r)^2} = \frac{1}{2D^2}$

$\frac{R}{4r(D-r)} = \frac{1}{\sqrt{2}\cdot D}$; $\sqrt{2}D\cdot R = 4rD - 4r^2 \Rightarrow$ ~~$D\sqrt{2}R - 4r$~~

$\Rightarrow 4r^2 - 4rD + \sqrt{2}DR = 0$; $r = \frac{4D \pm\sqrt{16D^2 - 16\sqrt{2}DR}}{8} = \frac{D\pm\sqrt{D^2-\sqrt{2}DR}}{2}$ (см. след. лист)

№4, продолжение

Жук-20

$R \ll D \Rightarrow \frac{\sqrt{2}R}{D} \ll 1$

$$r = \frac{D \mp \sqrt{D^2 - \sqrt{2}DR}}{\cancel{6}2} = \frac{D \mp D\sqrt{1 \mp \frac{\sqrt{2}R}{D}}}{\cancel{6}2}$$

$$= \frac{D}{2\cancel{6}}\left(1 \mp \left(1 \mp \frac{\sqrt{2}R}{D}\right)^{\frac{1}{2}}\right) = \frac{D}{2\cancel{6}}\left(1 - \left(1 - \frac{1}{2}\frac{\sqrt{2}R}{D}\right)\right) = \frac{D}{\cancel{6}}\left(\frac{1}{2}\frac{\sqrt{2}R}{D}\right.$$

$$\approx \frac{\sqrt{2}R}{2 \cdot \cancel{6}2} \approx 3{,}5 \text{ пк}; \quad 110{,}5 \text{ пк} < R \Rightarrow$$ звезда находится

в туманности, $r_R \approx 0$ (ответ очевидно не поменяется и при несколько более знач. или меньших радиусов туманности)

№2 Жук-20

Будем считать, что „перепутанные импульсы" значит, что изм. скоростей по модулю местами поменялись, а в процентах (т.е. 10% от текущей скорости и в 1-м и во 2-м сл-е.

a – нач. параметра, $a_1 \dots a_n$ – после „прибавки"

Параллельно рассчитаем итоговое a для обеих орбит

Все правильно:

$$1{,}1\sqrt{\frac{GM_\oplus}{a}} = \sqrt{GM_\oplus\left(\frac{2}{a}-\frac{1}{a_1}\right)}$$

$$\frac{1{,}21}{a} = \frac{2}{a} - \frac{1}{a_1} \Rightarrow \frac{1}{a_1} = \frac{2}{a} - \frac{1{,}21}{a} = \frac{0{,}79}{a}$$

$$\Rightarrow a_1 = \frac{a}{0{,}79};$$

При этом e (эксц. орбиты)

$$a_1(1-e) = a \Rightarrow \frac{a}{0{,}79}(1-e) = a$$

$$\Rightarrow 1-e = 0{,}79 \Rightarrow e = 0{,}21$$

$\Rightarrow r_1$ (расст. во 2-м маневре):

$$r_1 = a_1(1+e) = \frac{1{,}21\cdot a}{0{,}79};$$

$$0{,}9\cdot\sqrt{GM_\oplus\left(\frac{2}{r_1}-\frac{1}{a_1}\right)} = \sqrt{GM_\oplus\left(\frac{2}{r_1}-\frac{1}{a_2}\right)}$$

$$\frac{0{,}81\cdot 2}{r_1} - \frac{0{,}81}{a_1} = \frac{2}{r_1} - \frac{1}{a_2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{a_2} = \frac{2}{r_1} - \frac{1{,}62}{r_1} + \frac{0{,}81}{a_1} = \frac{0{,}38}{r_1} + \frac{0{,}81}{a_1}$$

$$= \frac{0{,}38\cdot 0{,}79}{1{,}21a} + \frac{0{,}81\cdot 0{,}79}{a}$$

$$= \frac{0{,}79}{a}\left(\frac{0{,}38}{1{,}21} + 0{,}81\right)$$

$$\Rightarrow a_2 = \frac{a}{0{,}79\left(\frac{0{,}38}{1{,}21}+0{,}81\right)};$$

Перепутали

$$0{,}9\sqrt{\frac{GM_\oplus}{a}} = \sqrt{GM_\oplus\left(\frac{2}{a}-\frac{1}{a_1}\right)}$$

$$\frac{0{,}81}{a} = \frac{2}{a} - \frac{1}{a_1} \Rightarrow \frac{1}{a_1} = \frac{2}{a} - \frac{0{,}81}{a}$$

$$= \frac{1{,}19}{a} \Rightarrow a_1 = \frac{a}{1{,}19};$$

$$a_1(1+e) = a \Rightarrow e = 0{,}19$$

$$a_1(1-e) = r_1 = 0{,}81a_1 = \frac{0{,}81\cdot a}{1{,}19}$$

$$\Rightarrow 1{,}1\sqrt{GM_\oplus\left(\frac{2}{r_1}-\frac{1}{a_1}\right)} = \sqrt{GM_\oplus\left(\frac{2}{r_1}-\frac{1}{a_2}\right)}$$

$$\frac{1{,}21\cdot 2}{r_1} - \frac{1{,}21}{a_1} = \frac{2}{r_1} - \frac{1}{a_2}$$

$$\frac{1}{a_2} = \frac{2}{r_1} + \frac{1{,}21}{a_1} - \frac{2{,}42}{r_1} = \frac{1{,}21}{a_1} - \frac{0{,}42}{r_1}$$

$$= \frac{1{,}21\cdot 1{,}19}{a} - \frac{0{,}42\cdot 1{,}19}{0{,}81a}$$

$$= \frac{1{,}19}{a}\left(1{,}21 - \frac{0{,}42}{0{,}81}\right)$$

$$\Rightarrow a_2 = \frac{a}{1{,}19\left(1{,}21-\frac{0{,}42}{0{,}81}\right)};$$

Период геостационарного, ~~сравни~~ $T = T_\oplus = 86164$ с; $\frac{T^2}{T'^2} = \frac{a^3}{a'^3} \Rightarrow T' = T\cdot\sqrt{\frac{a'^3}{a^3}}$

$= T\cdot\left(\frac{a'}{a}\right)^{\frac{3}{2}}$; a_2 близко к a, в обоих случаях (левый $a_л$, правый $a_п$)

$$T'_л = T\left(\frac{a_л}{a}\right)^{\frac{3}{2}}; \quad T'_п = T\left(\frac{a_п}{a}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$\Rightarrow \Delta T' = T\left(\left(\frac{a_п}{a}\right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{a_л}{a}\right)^{\frac{3}{2}}\right) = T\left(\left(\frac{1}{1{,}19\left(1{,}21-\frac{0{,}42}{0{,}81}\right)}\right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{1}{0{,}79\left(\frac{0{,}38}{1{,}21}+0{,}81\right)}\right)^{\frac{3}{2}}\right)$$

(см. след. лист)

$\cancel{\Delta T' = T'\left(\left(\frac{1}{1,19\left(1,21-\frac{0,42}{0,81}\right)}\right)^{\frac{3}{2}} - \right.}$ ХУК-20

$$\frac{1}{1,19\left(1,21-\frac{0,42}{0,81}\right)} = ?$$

$$1,19\cdot 1,21 \approx 1,2^2 = 1,44 \;;\quad 1,19\cdot\frac{0,42}{0,81} \approx \frac{1,\cancel{2}}{0,8}\cdot 0,42 \approx \frac{3}{2}\cdot 0,42 = 0,63$$

$$\Rightarrow \frac{1}{1,19\left(1,21-\frac{0,42}{0,81}\right)} = \frac{1}{0,81} \;;$$

$$\frac{1}{0,79\left(\frac{0,38}{1,21}+0,81\right)} = ?$$

$$0,79\cdot\frac{0,38}{1,21} = \frac{2}{3}\cdot 0,38 \approx \frac{0,76}{3} = 0,253 \;;\quad 0,79\cdot 0,81 = 0,64$$

$$\Rightarrow \frac{1}{0,79\left(\frac{0,38}{1,21}+0,81\right)} = \frac{1}{0,89}$$

$$\Rightarrow \Delta T' = T'\left(\left(\frac{1}{0,81}\right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{1}{0,89}\right)^{\frac{3}{2}}\right)$$

$$\frac{1}{0,81} = \frac{1}{0,9^2} \;;\; \left(\frac{1}{0,9^2}\right)^{\frac{3}{2}} = \left(\frac{1}{0,9}\right)^3 \approx \frac{1}{0,729} \approx 1,37$$

$$\left(\frac{1}{0,89}\right)^{\frac{3}{2}} = ? \;;\quad 0,89\cdot 0,89\cdot 0,89 \approx 0,7$$

$$\left(\frac{1}{0,89}\right)^{\frac{3}{2}} = \sqrt{\frac{1}{0,7}} \;;\quad \approx \sqrt{1,43} \approx 1,2$$

$$\Rightarrow \Delta T' = T'\cdot(1,37-1,2) = 0,17\,T' \approx 1,7\cdot 10^{-1}\cdot \cancel{8,64}\; 86164\,c$$

$$\approx 1,7\cdot 8,6\cdot 10^3\,c \approx 14,62\cdot 10^3 = \cancel{15000c}\; 14600\,c$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ 73 \\ \hline 270 \\ 219 \\ \hline 510 \end{array} \quad \frac{73}{137}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 7 \\ \hline 30 \\ 28 \\ \hline 20 \end{array} \quad \frac{7}{0,143}$$

$$\begin{array}{r} 86 \\ 17 \\ \hline 602 \\ 86 \\ \hline 1462 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 89 \\ \times 89 \\ \hline 801 \\ 712 \\ \hline 7921 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 89 \\ \times 79 \\ \hline 801 \\ 623 \\ \hline 7031 \end{array}$$

№3 ЖУК-20

$M = 2M_\odot$; $T' = 4$ года; $R = R_\oplus$; атмосф. ≈ нет ⇒ поглощения ≈ нет.

Ось вр. ⊥ плоскости орбиты ⇒ экватор в плоскость „эклиптики".

$t = 20$ часов (вокруг оси)

В сутки обязательно попадает день (весловой); $\eta = 0{,}1$; $S = 100\,м^2$;

$\sqrt{S} << R_\oplus$ ⇒ размерами с.и можно пренебречь. Найдем для начала местную „солнечную постоянную". III з-н Кеплера:

$$\frac{T'^2 M}{a^3} = \frac{T_\oplus^2 \cdot M_\odot}{a_\oplus^3} \Rightarrow a = a_\oplus \cdot \sqrt[3]{\frac{T'^2}{T_\oplus^2} \cdot \frac{M}{M_\odot}} = a_\oplus \cdot \sqrt[3]{16 \cdot 2} = a_\oplus \sqrt[3]{32};$$

больш. полуось планеты

При этом ~~искомая~~ светимость звезды (т.к она на ГП):

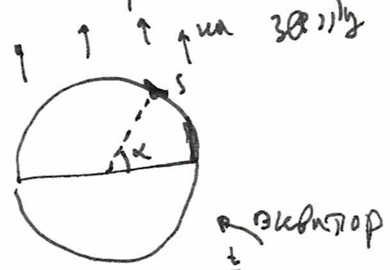
$L \sim M^4 \Rightarrow L = L_\odot \cdot \frac{M^4}{M_\odot^4} = 16\,L_\odot$; Тогда искомая солн. пост. E:

$$E = E_\oplus \cdot \frac{L}{L_\odot} \cdot \frac{a_\oplus^2}{a^2} = 16 \cdot E_\oplus \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{\cancel{8}\,2^{10}}} = \frac{16E_\oplus}{2^3 \cdot \sqrt[3]{2}} = \frac{2E_\oplus}{\sqrt[3]{2}};\quad \sqrt[3]{2} \approx 1{,}3 \text{ (грубо)}$$

для упр. выч.

$$\Rightarrow E \approx 1\cancel{340000}\,\cancel{\frac{Вт}{м^2}}\ \cancel{1300}\,1000\,\frac{Вт}{м^2} \cdot \frac{2}{\cancel{1{,}3}} \approx 2000\,\frac{Вт}{м^2};$$

Кол-во собранной энергии dW за время $d\tau$ на угле α: $(T' \gg t)$:



$dW = E \cdot S \cdot d\tau \cdot \cancel{\cos}\,\sin\alpha$;

$\alpha = \frac{2\pi}{t} \cdot \tau$; τ - промеж. с начала дня.

$\cancel{\alpha = 2\pi} \Rightarrow dW = ES \cdot d\tau \cdot \sin\frac{2\pi}{t}\cdot\tau$; $\omega = \frac{2\pi}{t}$

$$\Rightarrow W = ES \cdot \int_0^{t/2} \cancel{d\tau}\,\sin\frac{2\pi}{t}\tau \cdot d\tau = ES\left(-\frac{\cos\pi}{\omega} + \frac{\cos 0}{\omega}\right)$$

$$= \frac{ES}{\frac{2\pi}{t}} \cdot \cancel{2} = \frac{ESt}{\pi} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 10^2 \cdot \cancel{2} \cdot 10 \cdot 3{,}6 \cdot 10^3}{3{,}14} \approx \frac{4 \cdot 3{,}6}{3{,}14} \cdot 10^9\ Дж$$

~~4.1~~ ~~3,6 : 3,14~~ ≈ $3{,}14 \cdot 1{,}2 \approx 3{,}14 + 0{,}62 = 3{,}76 \Rightarrow \frac{3{,}6}{3{,}14} \approx 1{,}15$

$\Rightarrow W_p = W \cdot \eta = 4 \cdot 1{,}15 \cdot 10^9\,Дж \approx \underline{4{,}5 \cdot 10^8\ Дж}$; W_p - итоговая энергия