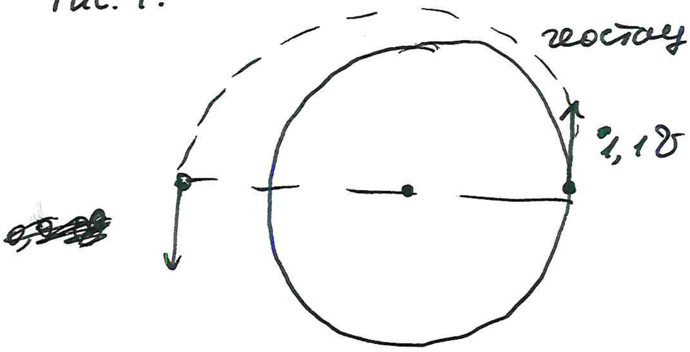
№1.

Период обращения геостационарного спутника $T_0 = 23^h 56^m 04^s \simeq 24^h$. Радиус его орбиты $R \simeq 42220$ км $\simeq 42000$ км.

Рис. 1:



геостац. орб. v – скорость на ней

индекс 1 – к данном. траектори

2 – к получившейс

' – "штрих" – промеж. орбита.

1) Найдём a_1:

Справедливо:

$$\sqrt{\frac{GM_\oplus}{R}(1+e_1')} = 1{,}1\sqrt{\frac{GM_\oplus}{R}} \Rightarrow e_1' = 0{,}21$$

В апогее:

$$0{,}9\cdot 1{,}1\cdot\sqrt{\frac{GM_\oplus}{R}}\cdot\frac{1-e_1'}{1+e_1'} = \sqrt{GM_\oplus\left(\frac{2}{a_1'(1+e_1')}-\frac{1}{a_1}\right)}$$

$$R = a_1'(1-e_1') \Rightarrow a_1' = \frac{42000}{1-0{,}21} \simeq \frac{\overset{54000}{\cancel{420000}}}{0{,}81} \simeq 54000 \text{ км.}$$

$$0{,}9\cdot 1{,}1\cdot\frac{1-0{,}21}{1+0{,}21}\cdot\frac{1}{\sqrt{R}} = \sqrt{\frac{2}{a_1'(1+0{,}21)}-\frac{1}{a_1}}$$

$$(0{,}7)^2\cdot\frac{1}{R} = \frac{2}{64800}-\frac{1}{a_1}$$

$$-\frac{0{,}49}{42000}+\frac{2}{64800}=\frac{1}{a_1}\simeq\frac{1}{32400}-\frac{1}{84000}=\frac{84000-32400}{84000\cdot 32400}$$

$$\simeq\frac{116400}{84\cdot 324\cdot 10^{3}}$$

$$a_1 = \frac{\overset{21\;7}{\cancel{84}}\cdot 324\cdot 10^3}{\cancel{1164}\;\cancel{3291}\;97} \simeq 324\cdot 7\cdot 10 \simeq \boxed{22680 \text{ км}} \simeq \boxed{23000 \text{ км}}$$

2) Аналогично:

$$\sqrt{\frac{GM_\oplus}{R}(1-e_2')} = 0{,}9\sqrt{\frac{GM_\oplus}{R}} \Rightarrow e_2' \simeq 0{,}2$$

В перигее:

$$1{,}1\cdot 0{,}9\sqrt{\frac{GM_\oplus}{R}}\cdot\frac{1+e_2'}{1-e_2'} = \sqrt{GM_\oplus\left(\frac{2}{a_2'(1-e_2')}-\frac{1}{a_2}\right)}$$

$$R = a_2'(1+e_2') \Rightarrow a_2' = \frac{\overset{35}{\cancel{420000}}}{\cancel{1{,}2}\,1} = 35000 \text{ км.}$$

→ №1.

$$\frac{1}{R}\cdot\frac{9}{4} = \frac{2}{35000\cdot 0{,}8} - \frac{1}{a_2}$$

$$\frac{1}{a_2} = \cancel{\frac{2}{42000}} - \cancel{\frac{9}{4\cdot 42000}} \quad \frac{2}{28000} - \frac{9^3}{4\cdot 42000} = \frac{1}{14000} - \frac{3/4}{14000} =$$

$$= \frac{1/4}{14000} \Rightarrow a_2 = 14000\cdot 4 = \boxed{56000 \text{ км.}}$$

3) По III з-ну Кеплера:

$$\frac{T_1}{T_0} = \sqrt{\frac{a_1^3}{R^3}} = \sqrt{\frac{23000^3}{42000^3}} \simeq \sqrt{0{,}18} \simeq 0{,}4 \Rightarrow T_1 = \frac{4}{10}\cdot 24^h$$

$$\frac{T_2}{T_0} = \sqrt{\frac{a_2^3}{R^3}} = \sqrt{\frac{56000^3}{42000^3}} \simeq 1{,}6 \Rightarrow T_2 = \frac{16}{10}\cdot 24^h$$

4) $$\Delta T = T_2 - T_1 = \left(\frac{16}{10} - \frac{4}{10}\right)\cdot 24^h = \frac{12\cdot 24^h}{10} \simeq 29^h$$

Ответ: ~~реаль~~ период на реально получившейся орбите на 29^h больше.

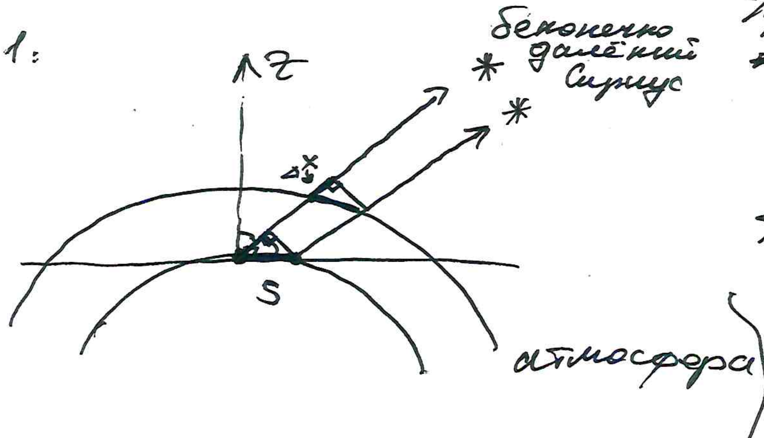
№2.

Прямое восхождение ☉ в новый год ~~примерно~~ составляет где-то $\alpha_\odot \simeq 18^h 40^m$. Значит, можно ~~предположить~~ считать, что Сириус находится в верхн. кульминации (т.к. в полночь ☉ наход. в нижней, разница прямых восх. $\simeq 12^h$).

Тогда можно найти высоту α CMa:

$$h = 90° - 28° - 17° = 45°$$

Рис. 1:



Пренебрежём Вр. ⊕:
Наблюдатель прошли $S = 1\,\frac{м}{с}\cdot 30\,с = 30\,м$.

Посмотрим на рис. 1: На малом промеж. расст. границу земной атмосферы можно считать ∥ земной поверхности.

Тогда, очевидно, что Δ-ки на рис 1 равны.

Тогда: $\Delta x = S\cdot\cos 45° \simeq 20$ м.

ДОЛ-9

→ №2.

Тогда : $\Delta m = \frac{0{,}2^m}{8\text{км}} \cdot \Delta x \simeq \boxed{0{,}0005^m}$

в зените

Ответ: изменение блеска Сириуса $0{,}0005^m$.

~~№3.~~

~~Определим длительность местных суток:~~

~~1) $\frac{1}{S} = \frac{1}{20^ч} - \frac{1}{4\text{ года}}$ — это если вращение планеты прямое~~

~~2) $\frac{1}{S} = \frac{1}{20^ч} + \frac{1}{4\text{ года}}$ — если обратное.~~

~~1) $\frac{1}{S} = \frac{1}{20 \cdot 3600} - \frac{1}{3 \cdot 10^7 \cdot 4} = \frac{1}{72000} - \frac{1}{12 \cdot 10^7} =$~~

~~$= \frac{10^4 - 36}{12 \cdot 72 \cdot 10^{10}}$~~

~~$S = 12 \cdot 72 \cdot 10^6$ с~~

N3:

Пренебрежём разницей местных "солнечных" суток и звёздных ($20^ч$).

Т.к. батарея на экваторе:

рис. 1:

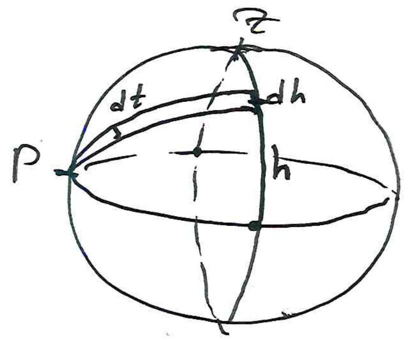
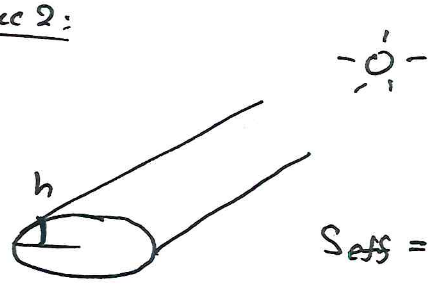


Рис 2:



$S_{eff} = S \cdot \sin h$

эфф. площадь

Тогда, вся принимаемая энергия:

$$dU = \frac{L}{4\pi a^2} \cdot \eta \cdot S_{eff} \cdot dt = \frac{L}{4\pi a^2} \cdot \eta \cdot S \cdot \sin h \cdot \frac{dh}{\omega}$$

L — светимость звезды

a — расст. до звезды

ω — угловая скорость звезды $\simeq \frac{360^\circ}{20^ч}$

→ №3.

Тогда:

$$U = 2\cdot\int_{90^\circ}^{0^\circ} \frac{L}{4\pi a^2}\cdot\eta\cdot S\cdot\frac{1}{\omega}\cdot \sin h\, dh = 2\cdot\frac{L}{4\pi a^2}\cdot\eta\cdot\frac{S}{\omega}\cdot 1$$

[рефракцией пренебрегаем, т.к. атм. разреженная ~~...~~ также, мы пренебрегаем угловым размером звезды.

Осталось найти L и a:

Т.к. звезда ГП:

$$L = L_0\cdot\left(\frac{M}{M_0}\right)^4 = \underline{16 L_\odot} = \underline{16\cdot4\cdot10^{26}\ \text{Вт}}$$

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \Rightarrow a^3 = \frac{7\cdot10^{-11}\cdot 2\cdot10^{30}\cdot(4\cdot 10^7)^2}{4\cdot 3^2} =$$

$$= 7\cdot16\cdot10^{-11+30+14} = 7\cdot16\cdot10^{33}$$

$$a = 10^{11}\cdot\sqrt[3]{7\cdot16} \simeq \underline{4{,}5\cdot10^{11}\ \text{м}} \rightarrow 3\ \text{а.е.} \quad (1\ \text{а.е.} \simeq 1{,}5\cdot10^{11}\ \text{м}).$$

$$\omega = \frac{360^\circ}{20^h} = \frac{360\cdot3}{480}\ \frac{2\cdot3}{20\cdot3600} = \underline{\frac{1}{12000}\left[\frac{\text{рад}}{\text{с}}\right]}$$

Итого (подставим числа):

$$U = 2\,\frac{16\cdot4\cdot10^{26}}{4\pi\cdot(4{,}5\cdot10^{11})^2}\cdot 0{,}1\cdot\frac{100}{1}\cdot 12000 =$$

$$= 10^{26-22-1+2+3}\cdot\frac{2\cdot16\cdot4\cdot12^4}{4\cdot3\cdot4{,}5\cdot4{,}5} \simeq 10^{7}\cdot\frac{2\cdot16\cdot4}{20} = \boxed{64\cdot10^7\ \text{Дж}}$$

<u>Ответ:</u> батарея выработает за сутки $64\cdot10^7$ Дж.

№4.

~~Т.к. звезда находится близко 310 пк то межзвездное поглощение для неё мало.~~

Запишем:

$$-2{,}5^m = 5{,}7^m - 5\lg(310\ \text{пк}) + 5^m - \frac{310}{1000}\cdot 2^m + A$$

если туманность перед звездой, то $A > 0$.

[поглощение в галактике

Получаем:

$$5{,}7^m + 5^m + 2{,}5^m - 5\lg(3\cdot100) - 1{,}92^m = A$$

$$13{,}2^m - 1{,}92^m - 5\cdot2 - 5\cdot0{,}5 = A$$

$A<0$ — это значит, что поглощ. в ~~...~~ напр. на звезды меньше.

$\boxed{4\ \text{из}\ 10}$

№4.

Запишем:

$M = m - 5\lg d + 5^m - A$ ↙ поглощение.

$-2{,}5^m = 5{,}7^m - 5\lg(310) + 5^m - A$

$A = 13{,}2^m - 5\lg(3{,}1\cdot 100) = 13{,}2^m - 5\cdot 0{,}5 - 5\cdot 2 = 13{,}2^m - 12{,}5^m =$

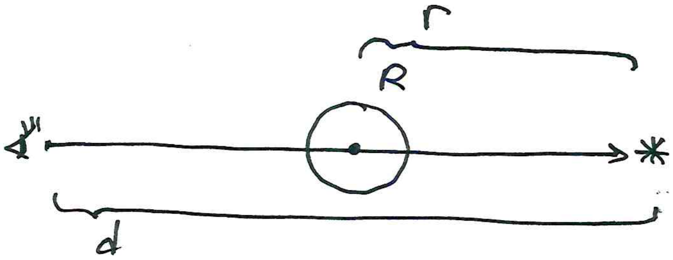
$= 0{,}7^m$ – скорее всего, это "поглощение" в облаке

Обозначим: $k = 10^{-0{,}4\cdot A}$ – по сути, это доля перепущенного света.

Запишем з-н Бугера-Ламберта-Бера:

$$\begin{cases} \dfrac{E_{\text{пр}}}{E_0} = e^{-n\sigma\cdot 2R} \\ 10^{-0{,}4\cdot A} = \dfrac{E_{\text{пр}}}{E_0} \end{cases}$$

Рис 1:



Скорее всего, это облако HI: типичная n и σ: $n \simeq 10^2\ \text{см}^{-3}$; $\sigma = \dfrac{\pi (1A)^2}{4}$

$n \simeq 10^8\ \text{м}^{-3}$ $\quad \sigma = \dfrac{3\cdot 10^{-20}}{4} \simeq 0{,}75\cdot 10^{-20}\ \text{м}^2.$

Тогда R:

$e^{-n\sigma\cdot 2R} = 10^{-0{,}4A}$

$-n\sigma\cdot 2R = \ln\left(10^{-0{,}4A}\right)$

Воспользуемся известным соотношением:

$0{,}4 \simeq \dfrac{\lg x}{\ln x}$

Тогда:

$-n\sigma\cdot 2R \simeq \dfrac{-0{,}4A}{0{,}4} \simeq -A$

$R = \dfrac{A}{2n\sigma} = \dfrac{\cancel{0{,}7}}{2\cdot 10^8\cdot \cancel{0{,}75}\cdot 10^{-20}} = \underline{0{,}5\cdot 10^{16}\ \text{м}} \simeq \dfrac{5}{30}\ \text{пк} = \dfrac{1}{6}\ \text{пк}$

$\simeq \boxed{0{,}17\ \text{пк}}$

5 из 10

→ №4.

Запишем приходящие потоки:

от облака:

$$\frac{\frac{L}{4\pi r^2}\cdot\pi R^2\cdot k\cdot\frac{1}{4\pi(d-r)^2}}{\cancel{\frac{L}{4\pi d^2}}} = E_{обл}$$

от звезды: (без облака)

$$\frac{L}{4\pi d^2} = E_0$$

от звезды (с облаком)

$$\frac{L}{4\pi d^2}\cdot k = E_{зв.}$$

По усл.: $E_{обл.} \equiv E_{зв.}$

Тогда:

$$\cancel{\frac{E_{обл.}}{E_0}} = \underbrace{\frac{\cancel{L}}{\cancel{4\pi} r^2}\cdot\cancel{\pi}R^2\cdot\cancel{k}\cdot\frac{1}{4\cancel{\pi}(d-r)^2}}_{E_{обл.}} = \underbrace{\frac{\cancel{L}}{\cancel{4\pi}d^2}\cdot\cancel{k}}_{E_{зв.}}$$

$$R^2 = \frac{r^2}{d^2}\cdot\frac{1}{4}(d-r)^2$$

$$R = \frac{r}{d}\cdot\frac{1}{2}(d-r)$$

$$\cancel{0,17 = \frac{310}{d}\cdot\frac{1}{2}(310-}$$

$$0,34 = \frac{r}{310}\cdot(310-r)$$

$$105,4 = 310\cdot r - r^2$$

$$r^2 - 310\cdot r + 105,4 = 0$$

Решим получившееся кв. ур-е:

$$D = 310^2 - 4\cdot 105,4 = 96100 - 421,6 \simeq 96100 - 420$$

$$r_{1,2} = \frac{310 \pm \sqrt{D}}{2}$$

~~$\sqrt{D} < 310 \Rightarrow$ 2-й - фиктивный корень.~~

$$r = \frac{310 - \sqrt{310^2 - 420}}{2} = \frac{310 - 310\sqrt{1-\frac{420}{310^2}}}{2} =$$

$$= 310\,\frac{1-\left(1-\frac{1}{2}\frac{420}{310^2}\right)}{2} = \cancel{160}\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{\cancel{420}^{210}}{31\cancel{0}\cdot\cancel{310}_{2}} \simeq \frac{2}{93} \simeq \boxed{0,3\ пк}$$

| 6 из 10

→ №4.

$$r = \frac{310 + \cancel{5}\,3\cancel{1}0\left(1 - \frac{1}{2}\frac{420}{310^2}\right)}{2} = 310\,\frac{\cancel{1+}\,2 - \frac{1}{2}\frac{420}{310^2}}{2} =$$

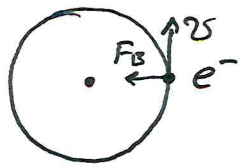
$$= 310 - \frac{1}{\cancel{4}2}\cdot\frac{\overset{21}{\cancel{420}}}{310^2} \simeq \left(310 - \frac{1}{3}\right)\text{ пк.}$$

Более физичный корень 0,3 пк, т.к. таких областей в радиусе 0,3 пк. от нас нет.

Ответ: расстояние между ~~ними~~ звездой и облаком 0,3 пк. Облако к нам ближе.

№5.

Найдём магнитное поле НЗ возле поверхности:



$$\begin{cases} F_B = q\cdot B_0\cdot v \equiv m\cdot\omega\cdot v \\ \omega = 2\pi\nu \\ E = \dfrac{h\nu}{c} \Rightarrow \nu = \dfrac{E\cdot c}{h} \end{cases} \quad \Big| \; q \equiv e$$

Отсюда B_0:

$$B_0 = \frac{m\cdot\omega}{q} = \frac{m\cdot 2\pi\nu}{q} = \boxed{\frac{m\cdot 2\pi\cdot E\cdot c}{q\cdot h}} = \cancel{10^{-30}\cdot 2\cdot 8\cdot 9\cdot 10^{-31}}$$

$$= \frac{9\cdot 10^{-31}\cdot 2\cdot 3\cdot 30\cdot 10^{3}\cdot \cancel{2\cdot 10^{-19}}\cdot 3\cdot 10^{8}}{\cancel{2\cdot 10^{-19}}\cdot 7\cdot 10^{-34}} \approx 81\cdot 10^{-31+4+8+34} = \boxed{81\cdot 10^{15}\,\text{Тл}}$$

Т.е. индукция м/п от расст. теперь имеет вид:

$$\boxed{\frac{B}{B_0} = \left(\frac{r}{R}\right)^{-3}}$$

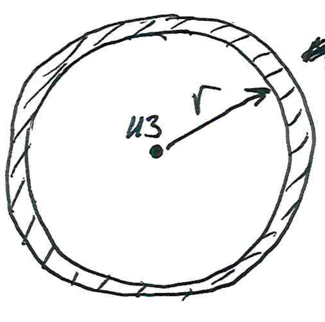
Теперь нужно определить темп аккреции на НЗ:

Запишем:

$$L = \frac{GM\dot M}{R} \quad \Big| \; \dot M \text{ — темп аккреции.}$$

$$\dot M = \frac{LR}{GM}.$$

Определим динамическое давление:



$dm = \dot M\cdot dt$ — масса падающего слоя

$$F = \frac{dp}{dt} = \frac{v\,dm}{dt} + \frac{m\,dv}{dt} =$$

$$= v\cdot\dot M + \underbrace{\cancel{m\cdot a}}_{\to 0} \leftarrow \text{пренебр. мало.}$$

$ma \ll v\dot M$

F — динам. сила.

Тогда давление:

$$p_g = \frac{F}{4\pi r^2} = \frac{\sqrt{\frac{GM\cdot 2}{r}}\cdot\dot M}{4\pi r^2}$$

$v = \sqrt{\dfrac{2GM}{r}}$ — т.к. можно считать, что в-во прилетает из ∞.

$$p_g = \frac{\sqrt{2GM}\cdot L\cdot R}{4\pi r^2\cdot\sqrt{r}\cdot GM} = \frac{\sqrt{2}\cdot L\cdot R}{4\pi r^2\sqrt{GMr}}$$

→ №5.

По условию:

граница магнитосферы:

$$p_g = \varkappa \cdot B^2 = \varkappa \cdot B_0^2 \left(\left(\frac{r}{R}\right)^{-3}\right)^2$$

$$\frac{\sqrt{2}\cdot L \cdot R}{\sqrt{GM}\cdot 4\pi\, r^{3/2}} = \varkappa \cdot B_0^2 \cdot \left(\frac{R}{r}\right)^{6}$$

$$r^{6-\frac{3}{2}} = \varkappa \cdot B_0^2 \cdot R^5 \cdot \frac{4\pi}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{GM}}{L}$$

$$r = \underbrace{\left(\varkappa \cdot B_0^2 \cdot R^5 \cdot \frac{4\pi}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{GM}}{L}\right)}^{\frac{2}{9}}$$

$$4\cdot 10^{5} \cdot 81\cdot 10^{15} \cdot 10^{4\cdot 5} \cdot \frac{4\cdot 3}{1,4} \cdot \frac{\sqrt{7\cdot 10^{-11}\cdot 1,4\cdot 2\cdot 10^{30}\cdot 1,4\cdot 10}}{10^{30}} \approx$$

$$\approx 10^{\cancel{5+15+20-30+10}} \cdot \frac{4\cdot 81\cdot 4\cdot 3}{\cancel{1,4}} \cdot \frac{\cancel{1,4}}{1} = 16\cdot 81\cdot 3\cdot 10^{20}$$

$$(16\cdot 81\cdot 3\cdot 10^{20})^2 = (2^4\cdot 3^5\cdot 10^{20})^2 = 2^8\cdot 3^{10}\cdot 10^{40}$$

$$(2^8\cdot 3^{10}\cdot 10^{40})^{\frac{1}{9}} \approx 2\cdot 3\cdot 10^4\ \text{м} = 2\cdot 3\cdot 10\ \text{км} \approx \boxed{60\ \text{км}}$$

Ответ: радиус магнитосферы для НЗ 60 км.

~~№6~~