

(I)

1) $v_k = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_k}}$ - была 11.9
 стала скоростью $Задача N1.$

$$v_1 = 1,1 v_k = \sqrt{\frac{GM}{a}} \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$$

$$a = \frac{R_k}{1-e}$$

$$v = 1,1 v_k = v_k \sqrt{1+e} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow e = 0,21$$

$$2) v_2 = \sqrt{\frac{GM}{R_k}} \cdot \frac{1-e}{\sqrt{1+e}} = v_k \frac{1-e}{\sqrt{1+e}}$$

$$v_3 = 0,9 v_2 = 0,9 v_k \frac{0,79}{1,1} = \sqrt{\frac{GM}{a'}} \sqrt{\frac{1-e'}{1+e'}} =$$

$$a' = \frac{a(1+e)}{(1+e')} = R_k \cdot \frac{1+e}{1-e} \cdot \frac{1}{1+e'}$$

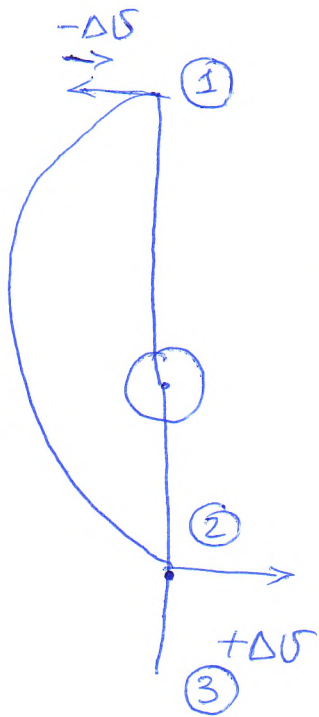
$$= v_k \sqrt{1-e'} \cdot \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} = v_k \cdot \frac{0,9 \cdot 0,79}{1,1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sqrt{1-e'} = \frac{0,9 \cdot 0,79}{1,1} \cdot \frac{1}{\sqrt{0,79}} \Rightarrow 0,81 \cdot 0,79 = 1-e'$$

$$e' = 1 - 0,81 \cdot 0,79 \Rightarrow a'_1 = R_k \frac{1,21}{0,79} \cdot \frac{1}{2 - 0,81 \cdot 0,79}$$

Скорость в первом случае будет всё ещё меньше
 круговой \Rightarrow это будет аперийной новой 3-ей
 орбиты. Аналогично и во втором случае
 скорость будет много больше круговой \Rightarrow
 это будет перигейная скорость для
 орбиты 2-ой орбиты.

II



$$1) v_k = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_k}} \quad \text{HM-9}$$

$$v_1 = 0,9 v_k = \sqrt{\frac{GM}{a}} \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} = v_k \sqrt{1-e}$$

$$a = \frac{R_k}{1+e} \Rightarrow e = 0,19$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{GM}{a}} \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} = v_k \frac{1+e}{\sqrt{1-e}} = \frac{1,19}{0,9} v_k$$

$$v_3 = 1,1 \cdot \frac{1,19}{0,9} v_k = \sqrt{\frac{GM}{a'}} \sqrt{\frac{1+e'}{1-e'}} = \otimes$$

$$a' = \frac{a(1-e)}{1-e'} = R_k \frac{1-e}{1+e} \cdot \frac{1}{1-e'}$$

$$\otimes = v_k \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \cdot \sqrt{1+e'} = 1,1 \cdot \frac{1,19}{0,9} v_k$$

$$\frac{\sqrt{1,19}}{\sqrt{0,81}} \cdot \sqrt{1+e'} = 1,1 \cdot \frac{1,19}{0,9}$$

$$e' = (1,1 \cdot \sqrt{1,19})^2 - 1 =$$

$$= (1,1)^2 \cdot 1,19 - 1$$

$$a'_2 = R_k \cdot \frac{0,81}{1,19} \cdot \frac{1}{2 - (1,1)^2 \cdot 1,19}$$

Тогда по III з. Кеплера:

$$\left(\frac{a'_1}{a'_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\left(\frac{1,21}{0,79} \cdot \frac{2 - 1,21 \cdot 1,19}{2 - 0,81 \cdot 0,79} \cdot \frac{1,19}{0,81}\right)^{\frac{1}{3}}}$$

как-то так, но численный ответ я уже не успею посчитать.

НН-9

N2. $\varphi = 28^\circ$

$v = 1 \text{ м/с}$

$\alpha = 6^{\text{h}} 45^{\text{m}} = 6,75^{\text{h}}$

$\delta = -17^\circ$

Сейчас полночь, значит $T_0 = 0$; $T_0 = t_0 + 12^{\text{h}} \Rightarrow t_0 = -12^{\text{h}}$

Сегодня (по заданию) 1 января; прошлос 21 дек.

10 дней $\Rightarrow \alpha_0 = 18^{\text{h}} + 3^{\text{m}} 56^{\text{s}} \cdot 10 \approx 18^{\text{h}} + 40^{\text{m}} = 18\frac{2}{3}^{\text{h}}$

Далее можно рассуждать в 2 стороны

\Leftarrow влево

\Rightarrow вправо

① Изменение звездной величины будет связано с атмосферным поглощением (прохождение света большого объема воздуха приводит к большему поглощению порядка 2^{m} в зените

② Тот же случай, только учесть надо ещё и скорость кометодов они идут навстречу к Сириусу; т.е. по направлению к самой звезде (чтобы её перевести в зенит)



Движение происходит к точке, где α СМЛ будет находиться в Z (зените), для увеличения текущей высоты светила.

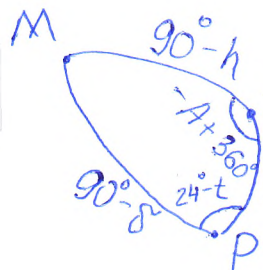
Для зенита вообще: $h = 90^\circ$;

$h_{\text{в.к.}} = 90^\circ - \varphi + \delta \Rightarrow \varphi = \delta \Rightarrow$ на широте 17° ю.ш. можно наблюдать в зените Сириус.

часовой угол Сириуса будет: $\alpha_0 + t_0 = \alpha_{\text{сир}} + t_{\text{сир}} \Rightarrow$

$\Rightarrow t_{\text{сир}} = 18\frac{2}{3}^{\text{h}} + 12^{\text{h}} - 6,75^{\text{h}} = \frac{2}{3}^{\text{h}} - \frac{3}{4}^{\text{h}} = -\frac{1}{12}^{\text{h}} = -5 \text{ м.}$

Тогда



$\Rightarrow \cos(90^\circ - h) =$

$\cos(90^\circ - \delta) \cdot \cos(90^\circ - \varphi) +$

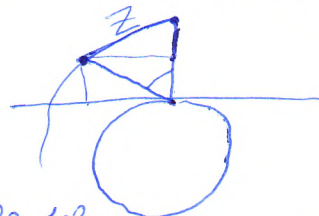
$+ \sin(90^\circ - \delta) \cdot \sin(90^\circ - \varphi) \cdot \cos(1,25^\circ)$

Отсюда находя h и находя A светила мы получим направление движения (в точку с широтой 17° ю.ш. и напр. A).

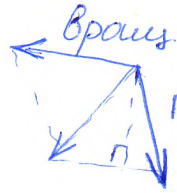
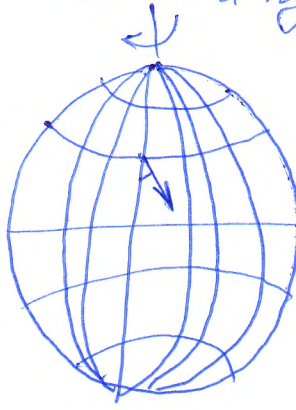
И далее с учетом поглощения

$\Delta m = \frac{\Delta m_0}{\cos Z}$, где в зените,

допустим $2^{\text{m}} \Rightarrow$ они пойдут увелич. h и уменьшат Z .



Их скорости (вращения Земли и путешав)
будут складываться:



путешав (практически по меридиану
будут идти).

$\Delta z = |h_{н.} - h_{д.}|$ и далее считать

$$\Delta m = \left| \frac{m_0}{\cos z_1} - \frac{m_0}{\cos z_2} \right|$$

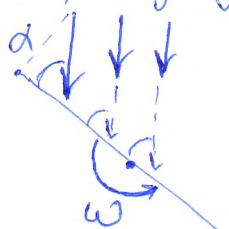
(будем работать над увеличением высоты
и уменьшением z или $z_2 < z_1$)

ММ-9

Задача №3. Для данной системы запишем III з. Кеплера:

$$\left(\frac{T}{T_{\oplus}}\right)^2 \cdot \frac{M}{M_{\odot}} = \left(\frac{a}{a_{\oplus}}\right)^3 \Rightarrow a = 4^2 \cdot 2 \text{ а.е.} = 32 \text{ а.е.}$$

$T_{\text{об.}} = 20^h \Rightarrow$ считая, что в отсутствие атмосферы у нас поток, поглощ. батареей будет равен компоненте перпендикулярной этой батарее, выразим его:



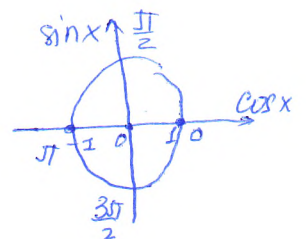
$$\alpha = \frac{2\pi}{T_{\text{об.}}} \cdot t; \quad E_{\perp} = E_0 \cdot \sin \alpha$$

Половина суток - $\frac{T_{\text{об.}}}{2}$ (т.к. вторую половину батарея выработать энергию не может)

$$\Delta W_{\text{прих.}} = E_0 \cdot S \cdot \sin \alpha \cdot \Delta t \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow W_{\text{прих.}} = \int_0^{\frac{T_{\text{об.}}}{2}} E_0 \cdot S \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_{\text{об.}}} \cdot t\right) \cdot dt = -E_0 S \cos\left(\frac{2\pi}{T_{\text{об.}}} t\right) \cdot \frac{2\pi}{T_{\text{об.}}} \Big|_0^{\frac{T_{\text{об.}}}{2}} =$$

$$= -E_0 S \cos\left(\frac{2\pi}{T_{\text{об.}}} \cdot \frac{T_{\text{об.}}}{2}\right) \cdot \frac{2\pi}{T_{\text{об.}}} + E_0 S \cos(0) \cdot \frac{2\pi}{T_{\text{об.}}} =$$



$$= E_0 \cdot S \cdot \frac{2\pi}{T_{\text{об.}}} + E_0 \cdot S \cdot \frac{2\pi}{T_{\text{об.}}} = \frac{4\pi}{T_{\text{об.}}} \cdot E_0 S$$

Считая, что E_0 не меняется в течение всего дня (да и вообще движение происходит по круговой орбите), то $W_{\text{пол.}} = W_{\text{прих.}} \cdot \eta$

$$W_{\text{пол.}} = 0,1 \cdot \frac{4\pi}{20 \cdot 3600} \cdot \frac{L_{\text{зв.}}}{4\pi a_{\text{пл}}^2} \cdot 100 \text{ Дж} = \dots$$

Оценим $L_{\text{зв.}}$. т.к. звезда принадлежит ГП, то применима известная для данной стадии эволюции звезды формула (соотношение "масса - светимость"):

$$\left(\frac{L}{L_{\odot}}\right) = 1,5 \left(\frac{M}{M_{\odot}}\right)^{3,5} \quad \text{или} \quad L \sim M^{3,9 \div 0,1}$$

для $M \in [2; 20] M_{\odot}$

$$\frac{L}{L_{\odot}} = 1,5 (2)^{3,5} \Rightarrow \frac{L}{E_{\odot}} = \frac{L}{a^2} \cdot \frac{a_{\oplus}^2}{L_{\odot}} = 1,5 \cdot (2)^{3,5} \cdot \frac{1}{(32)^2}$$

$$\text{Откуда теперь оценим } W_{\text{пол.}} = 0,1 \cdot \frac{4\pi}{72 \cdot 10^3} \cdot E_{\odot} \cdot 1,5 \cdot 2^{-6,5} \cdot 100 \text{ Дж} =$$

$$= \frac{1370 \cdot 4\pi \cdot \frac{3}{2} \cdot 100}{72 \cdot 10^4 \cdot 2^{+6,5}} = \frac{\pi \cdot 3 \cdot 1370}{100 \cdot 72 \cdot 2^{5,5}}$$

ММ-9

$$= \frac{\pi \cdot 3 \cdot 1380}{32 \cdot 1,41 \cdot 100 \cdot 72} = \frac{23 \pi}{32 \cdot 141 \cdot 10^4} = \frac{23 \cdot 3,14}{32 \cdot 4 \cdot 141 \cdot 10} = 0,04 \text{ Дж.}$$

230
244

6' формулы
2

Еще раз оп-на для вычисления:

$$W_{\text{пол}} = \eta W_{\text{прих}} = \eta \cdot \frac{4\pi}{T_{\text{об}}} \cdot E_0 \cdot S = \eta \frac{4\pi}{T_{\text{об}}} \cdot S \cdot E_0 \cdot \frac{L}{h\nu} \cdot \left(\frac{a_{\oplus}}{a}\right)^2 =$$
$$= \eta \frac{4\pi}{T_{\text{об}}} \cdot S \cdot E_0 \cdot \left(\frac{a}{a_{\oplus}}\right)^{-2} \cdot \frac{3}{2} \left(\frac{\mu}{\mu_{\oplus}}\right)^{3,5}$$

Задача №5

МН-9

Пусть электроны в процессе аккреции движутся изначально с тепловой скоростью "молекул"-шариков или:

$$v_e = \sqrt{\frac{3kT}{m_e}}; \text{ тогда}$$

$$\vec{F} = e[\vec{v}_e \times \vec{B}_0] \Leftrightarrow F = e v_e B_0 = m_e a = \frac{m_e v_e^2}{R} = m_e \omega^2 R.$$

$$R = \frac{m_e v_e}{e B_0}; \omega = \frac{e B_0}{m_e} \Rightarrow E_\varphi = \hbar \omega \Rightarrow \frac{e B_0}{m_e} = \frac{E_\varphi}{\hbar} \Rightarrow B_0 = \frac{E_\varphi m_e}{e \hbar}.$$

Теперь установим, что B_0 - у пов-ти МЗ, тогда

$$\frac{B}{B_0} = \left(\frac{r_0}{r}\right)^3, \text{ где } r_0 - \text{ радиус МЗ.}$$

Далее разберёмся со светимостью:

$$\frac{L}{L_0} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^2 \left(\frac{T}{T_0}\right)^4 \Rightarrow T = T_0 \sqrt[4]{\frac{L}{L_0} \left(\frac{R_0}{R}\right)^2} - \text{ для теплового движения}$$

Теперь отметим, чему равна сила давления для этого тела от светимости:

$$F_{\text{иср.}} = \frac{E_\varphi}{c dt} = \frac{d p_{\text{изл.}}}{dt} = p_{\text{изл.}} dS, \text{ где } p_{\text{изл.}} - \text{ импульс, а } p_{\text{изл.}} - \text{ давление.}$$

Но саму формулу можно переписать в виде:

$$\frac{N \cdot E_\varphi}{c dt} = \frac{L_\varphi}{c} = F_{\text{иср.}} \text{ и для полного случая запишем равенство для сил (т.к. радиус магнитосферы будет } R_{\text{м-с}} = \text{const)}$$

$$F_{\text{grav}} - F_{\text{м-с}} = F_{\text{иср.}}$$

\swarrow сила гравитации \swarrow сила выталкивания магнитосферы из атмосферы из диска магнитосферой \swarrow сила с которой протоны истекают из диска (don't forget)

$$\frac{GM_{\text{изл.}} m_e N}{R_{\text{м-с}}^2} - p_{\text{м-с}} \cdot 4\pi R_{\text{м-с}}^2 = \frac{L}{c}$$

\swarrow светимость берём полную, т.к. мы видим эти протоны. Хотя... давайте их не брать, потому как в условии прописано, что давление комп. друг друга.

$$\frac{G M_{\text{нз}} N m_e}{R_{\text{м-с}}^2} = \rho_{\text{м-с}} 4\pi R_{\text{м-с}}^2, \text{ где } N - \text{кол-во электронов в излучающем слое нз}$$

$$R_{\text{м-с}}^4 = \frac{G M_{\text{нз}} m_e \cdot N}{\rho_{\text{м-с}} \cdot 4\pi} = \frac{G M_{\text{нз}} m_e \cdot N}{4\pi k \left(B_0 \left(\frac{r_0}{R_{\text{м-с}}} \right)^3 \right)^2} \Rightarrow N = \frac{L}{E_\varphi}$$

$$\Rightarrow R_{\text{м-с}}^{10} = \frac{G M_{\text{нз}} m_e \cdot N}{4\pi k B_0^2 r_0^6} = \frac{G M_{\text{нз}} \cdot L \cdot m_e}{4\pi k r_0^6 \cdot E_\varphi \cdot \left(\frac{E_\varphi m_e}{e \hbar} \right)^2} =$$

$$= \frac{G M_{\text{нз}} \cdot L \cdot \hbar^2 e^2}{4\pi k r_0^6 E_\varphi^3 m_e} = \frac{G M_{\text{нз}} L \hbar^2 e^2}{4\pi k r_0^6 E_\varphi^3 m_e}$$

здесь E_φ - энергия циклотронного фотона,
 m_e, e - масса и заряд электрона.

L - светимость нз, $M_{\text{нз}}$ - масса нз

r_0 - радиус нейтронной звезды (нз)

\hbar - пост. Дирака, k - коэф-нт проп-сти.

Отсюда

$$R_{\text{м-с}} = \sqrt[10]{\frac{G M_{\text{нз}} L \hbar^2 e^2}{4\pi k r_0^6 E_\varphi^3 m_e}}$$