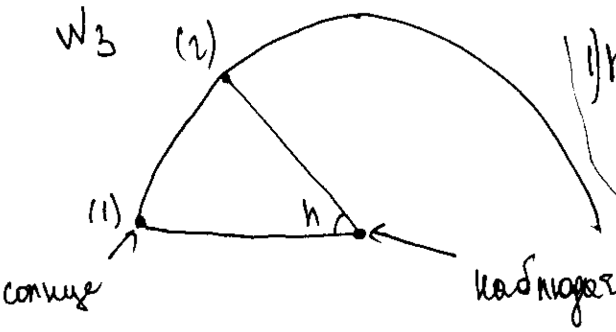
W3



1) Вид того, как перемещается солнце для наблюдателя. В момент 1, высота солнца нулевая. В момент 2, высота солнца равна $h_T = wt$ t - время прошедшее с м-та (1) до м-та 2. w - угловая скорость вращения планеты. $w = \frac{2\pi}{T}$

2)

Вид того, как падают солнечные лучи ~~солнце~~. (1) $\alpha = 90 - h$ ~~-~~ угол падения. $\alpha = 90 - wt$

т.к. высота солнца со временем меняется => α так же меняется и мощность приходящая от солнца меняется. $E(\alpha) = E_0 \cos\alpha$, где E_0 - мощность приходящая от солнца при $\alpha = 0$. $\boxed{E_0 = \frac{L}{4\pi a^2} \eta S}$ (2)

из (1) и (2):

$$E(t) = E_0 \sin wt = \frac{L}{4\pi a^2} \eta S \sin(wt)$$

$dE(t) = E_0 \sin(wt) dt$ - энергия приходящая от солнца за малый пром-ток времени.

Пусть $t = \frac{T}{2} = 10^h$ - время, в течение которого солнце находится над горизонтом для наблюдателя.

$$E = E_0 \int_0^{\frac{T}{2}} \sin(wt)\, dt = E_0 \cdot -\frac{1}{w} \cos(wt) \Big|_0^{\frac{T}{2}} =$$

$$= -\frac{E_0}{w} \left(\cos\left(\frac{360°}{T} \cdot \frac{T}{2}\right) - \cos\left(\frac{360°}{T} \cdot 0\right)\right) = -\frac{E_0}{w} \cdot -2 = \frac{2 E_0 \cdot T}{2\pi}$$

$$= \boxed{\frac{E_0 T}{\pi} = \frac{L \eta S T}{4\pi^2 a^2}} \quad (3)$$

~~Д~~ Для звезд гл. последовательности:

$$\frac{L}{L_\odot} = \left(\frac{M}{M_\odot}\right)^4 = 16 \quad L = 16 L_\odot \ (4) \quad L_\odot = 4 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$$

$$L = 6.4 \cdot 10^{27} \text{ Вт}$$

Из III з-на Кеплера:

(5) $MT^2 = a^3$ $\quad a = \sqrt[3]{MT^2} = \sqrt[3]{2\cdot16} \approx 3$ а.е. $\approx 1.5\cdot3\cdot10^{11}$м $= 4.5\cdot10^{11}$м

Подставим в (3) формулы (5) и (4).

$$E = \frac{16 L_\odot \eta S T}{4\pi^2 a^2} \approx \frac{6.4\cdot10^{27}\cdot10\cdot4\cdot3\cdot10^7}{40\cdot\left(\frac{9}{2}\cdot10^{11}\right)^2} \approx$$

$T\approx 4.3\cdot10^7$с, $\pi^2\approx10$

$$\approx \frac{6.4\cdot10^{27}\cdot\cancel{10}\cdot4\cdot\cancel{3}\cdot10^7\cdot4}{\cancel{40}\cdot\cancel{81}\,27\cdot10^{22}} = \frac{6.4\cdot4}{27}\cdot10^{12}\approx$$

$\approx 10^{12}$ Дж

Ответ: 10^{12} Дж.

№1

Определим начальные параметры орбиты спутника. Так как он геостационарный $T=24^h$, определим его большую полуось по формуле $\frac{GM_\oplus}{a^3} = \frac{4\pi^2}{T^2}$, $a = \sqrt[3]{\frac{GM_\oplus T^2}{4\pi^2}} = 42\cdot10^6\frac{м}{с}$, (1) $v_0 = \sqrt{\frac{GM_\oplus}{a}} = \sqrt{\frac{6.7\cdot10^{-11}\cdot6\cdot10^{24}}{42\cdot10^6}} \approx 10^3\sqrt{\frac{67}{7}} \approx 3000\frac{м}{с}$ ~~$v_0' = 0.9v$~~

Определим реальный период (T_1):

1: 

$v' = 0.9v_0 = 2700\frac{м}{с}$ - данная точка станет точкой апоцентра.

По теореме Вириала

2: 

$\frac{mv'^2}{2} - \frac{GMm}{R} = -\frac{GMm}{2a'}$ $\quad \frac{0.81GM}{2a} - \frac{2GM}{2a} = -\frac{GM}{2a'}$

$a' \approx \frac{a}{1.2} = \frac{5}{6}a \approx 35\cdot10^6$ м. $\quad Q = a$.

3: 

$2a' = Q + q = a + q$ $\quad q = 2a' - a = 28\cdot10^6$ м.

$e = 1 - \frac{q}{a} = 0.2$

Через пол периода спутник будет находиться в ~~апоце~~ перицентре

Определим v_q. $v_q = \sqrt{\frac{GM}{a'}\frac{1+e}{1-e}} = \sqrt{\frac{6.7\cdot10^{-11}\cdot6\cdot10^{24}}{35\cdot10^{6}}\frac{6}{4}} \approx 4000\frac{м}{с}$.

После передачи импульса: $v_q' = 1.1 v_q = 4400\frac{м}{с}$

По теореме Вириала:

$$\frac{m v_q'^2}{2} - \frac{GMm}{q} = -\frac{GMm}{2a''} \Leftrightarrow \frac{1.21 GM}{2q} + \frac{1.21GMe}{2q} - \frac{2GM}{2q} = -\frac{GM}{2a''}$$

$$v_q'^2 = \frac{1.21GM}{q} + \frac{1.21GMe}{q} \qquad a'' = \frac{q}{0.79-1.21e} = \frac{q}{0.55} \approx 51\cdot10^6 м$$

$$T_p^* = \sqrt{\frac{4\pi^2 a''^3}{GM}} = \sqrt{\frac{40\cdot51^3\cdot10^{18}}{6.7\cdot10^{-11}\cdot6\cdot10^{24}}} \approx \sqrt{132\cdot10^8} \approx 11\cdot10^4 с.$$

Оценим планируемый период:

$$v_q' = 1.1 \overset{\downarrow(1)}{v_0} = 3300\frac{м}{с}$$

По теореме Вириала:

$$\cancel{+\frac{GM}{8a'}} = \frac{0.\cancel{1.21}GM}{2a} - \frac{GM}{2a} \approx +\frac{0.86GM}{\cancel{2a}} \qquad a' = \frac{5}{4}a \approx 53\cdot10^6 м.$$

$$2a' = a + q \qquad a = 2a' - q = 64\cdot10^6 м.$$

$$e = 1 - \frac{q}{a} = 1 - \frac{42}{53} \approx 0.2.$$

$$v_a = \sqrt{\frac{GM}{a'}\frac{1-e}{1+e}} = \sqrt{\frac{2GM}{3a'}} \qquad v_a' = 1.1 v_q$$

По теореме Вириала:

$$+\frac{GM}{8a''} = \frac{\overset{0.81}{\cancel{1.21}} v_a^2}{2} - \frac{GM}{a} = \frac{\overset{0.81}{\cancel{1.21}}GM}{6a'} - \frac{GM}{a} \qquad a = a'(1+e) = \frac{6}{5}a'$$

$$= \frac{\overset{0.81}{\cancel{1.21}}GM}{6a'} - \frac{5GM}{6a} = \cancel{\frac{GM}{2a}} = \cancel{+\frac{0.86GM}{8a'}} + \frac{1.13GM}{8a'}$$

$$a'' = \frac{a'}{1.13} = 47\cdot10^6 м.$$

$$T_n = \sqrt{\frac{40\cdot47^3\cdot10^{18}}{6.7\cdot10^{-11}\cdot6\cdot10^{24}}} \approx 10^5 с.$$

$$T_p - T_n = 10^4 с.$$

Ответ: 10^4 с.

№5

$E = 30$ кЭВ $= h\nu$, $h = 6.63\cdot10^{-34}$ $\frac{Дж}{с}$

$F_A = q\nu B = \frac{m\nu^2}{R} = 2\pi m \nu$ $B_R = \frac{2\pi m\nu}{q} = \frac{2\pi m E}{qh}$ - индукция магнитного поля вблизи звезды.

$B_R\cdot R^3 = B_r\cdot r^3$ $B_r = B_R\left(\frac{R}{r}\right)^3$ - индукция на границе магнитосферы.

Оценим динамическое давление: $p = nkT$ (1)

$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ $T = \sqrt[4]{\frac{L}{4\pi R^2\sigma}} = \sqrt[4]{\frac{10^{30}\cdot \cancel{10^{8}}}{4\cdot3\cdot\cancel{10^{8}}\cdot5{,}7}} = 10^7 K$.

Концентрация молекул в окружающем в-ве будем считать равной концентрации м-л в Солнце $n = \frac{N_a\frac{m_0}{M}}{V_0} \approx 10^{30}$ $м^{-3}$.

Из (1): $p = 10^{30}\cdot1.38\cdot10^{-23}\cdot10^7 \approx 10^{14}$ Па.

Оценим давление магнитного поля:

$B_r^2\left(\frac{R}{r}\right)^6 = p$ $r = \sqrt[6]{\frac{B_r^2 R^6}{p}} \approx 2\cdot10^5$ м.

Ответ: $2\cdot10^5$ м.

№4

$M = m + 5 - 5\lg r$ $M = -2.5^m$

$r = 310$ пк

$m_{нар} = M + 5\lg r - 5 = 5^m$

$5\lg 310 \approx 2.5\cdot5 = 12.5$

~~Данная~~ звезда, судя по абсолютной звездной величине, принадлежит классу А, у данного класса нет $(B-V)_0$ ~~цвета~~ (показатель цвета)

$BC = 0$, тогда определим поглощение A.

$m_{инт} = m_{V_0}$ $A = m_V - m_{V_0} = \frac{0.7^m}{0.31 кпк} \approx 2.1^m/кпк$.

~~...~~ Будем считать, что абсолютная звездная величина туманности $M = 5^m$

$M = 5$ $M = m_T + 5 - 5\lg r + A\cdot r \Rightarrow m_T = 5\lg r - A r = 5.7^m$ $r \approx 15$ пк. $\Delta r = 310 - 15 = 295$ пк

Ответ: $\Delta r = 285$ пк, туманность ближе.

№2 Гро-5

Будем считать, что из-за атмосферного поглощения, блеск звезды меняется. Зависимость: $m(h) = m_0 + \frac{E}{\sin h}$, где

m_0 - видимая звездная величина звезды вне атмосферы;

E - поглощение атмосферы в зените

m - видимая звездная величина в зависимости от h.

$m_2 - m_1 = \Delta m = E\left(\frac{1}{\sin h_2} - \frac{1}{\sin h_1}\right)$. По мере того, как наблюдатели будут двигаться, высота Сириуса будет меняться. По условию сказано, что наблюдение происходит в новогоднюю полночь, значит $t_\odot = 12^h$, $\alpha_\odot \approx 18^h 30^m$.

$S = \alpha_\odot + t_\odot = \alpha_c + t_c$ $t_c = \alpha_\odot + t_\odot - \alpha_c \approx 23^h 46^m$

Видно по часовому углу, что Сириус находится вблизи верхней кульминации. Будем считать, что в момент наблюдения он находится точно в ней. По мере движения наблюдателей меняется их широта. (Это условие необходимо для того, чтобы высота Сириуса увеличивалась).

$h_0 = 90 - \varphi + \delta = 45^\circ$. $\Delta h = \Delta\varphi$. $\frac{\Delta\varphi}{2\pi} = \frac{\ell}{2\pi R} \Rightarrow \boxed{\Delta\varphi = \frac{vt}{R_\oplus}}$ (1)

$\Delta m = \frac{E(\sin h_1 - \sin h_2)}{\sin h_1 h_2}$ $h_2 = h_1 + \Delta h$.

Т.к. Δh мало, значит $\sin\Delta h \approx \Delta h$, $\cos\Delta h \approx 1$, $\sin h_1 \cdot \sin(h_1 + \Delta h) \approx$
$\approx \sin^2 h_1$.

$\Delta m = \frac{E(\sin h_1 - \sin h_1 \cos\Delta h - \cos h_1 \sin\Delta h)}{\sin^2 h_1} =$

$= \frac{-E \,\mathrm{tg} h_1 \Delta h}{\sin h_1}$. Подставим (1): $\Delta m = -\frac{E \,\mathrm{tg} h_1}{\sin h_1}\frac{vt}{R_\oplus} =$

Будем считать $E = 0.2^m$

$= \frac{-0.2 \cdot 1 \cdot 1.4 \cdot 30}{6400\,000} \approx (-1.5 \cdot 10^{-6})^m$

Ответ: $(-1.5 \cdot 10^{-6})^m$