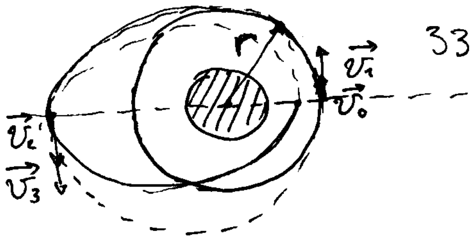
$\boxed{\Lambda BB - 1}$

Задача 1.



$$v_0^2 = \frac{GM_\oplus}{r} \rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{GM_\oplus}{r}}$$

$$v_1^2 = GM_\oplus\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a_1}\right)$$

ЗЗМИ: $v_1 \cdot r = v_2 \cdot (2a_1 - r)$

$$v_1 = \alpha v_0$$

$$v_3 = \beta v_2$$

$$v_3^2 = GM_\oplus\left(\frac{2}{2a_1 - r} - \frac{1}{a_2}\right)$$

$$\frac{2}{r} - \frac{1}{a_1} = \frac{v_1^2}{GM_\oplus} \rightarrow \frac{1}{a_1} = \frac{2}{r} - \frac{v_1^2}{GM_\oplus} = \frac{2GM_\oplus - v_1^2 \cdot r}{GM_\oplus \cdot r} \rightarrow$$

$$\rightarrow 2a_1 = \frac{2GM_\oplus \cdot r}{2GM_\oplus - v_1^2 \cdot r}$$

$$v_3^2 = GM_\oplus\left(\frac{2}{\frac{2GM_\oplus \cdot r}{2GM_\oplus - v_1^2 \cdot r} - r} - \frac{1}{a_2}\right) \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{v_3^2}{GM_\oplus} = \frac{2GM_\oplus - v_1^2 \cdot r}{2\cancel{GM_\oplus} \cdot r - \cancel{2GM_\oplus \cdot r} + v_1^2 \cdot r^2} - \frac{1}{a_2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{a_2} = \frac{2GM_\oplus - v_1^2 \cdot r}{v_1^2 \cdot r^2} - \frac{v_3^2}{GM_\oplus}$$

$$v_3 = \beta \cdot v_2$$

$$v_2 = \frac{v_1 \cdot r}{2a_1 - r} = \frac{v_1 \cdot r}{\frac{2GM_\oplus \cdot \cancel{r}}{2GM_\oplus - v_1^2 \cdot r} - r} =$$

$$= \frac{v_1 \cdot r(2GM_\oplus - v_1^2 \cdot r)}{2G\cancel{M_\oplus} \cdot r - 2G\cancel{M_\oplus \cdot r} + v_1^2 \cdot r^2} = \frac{\cancel{r}\cancel{v_1}(2GM_\oplus - v_1^2 \cdot r)}{v_1^{\cancel{2}} \cdot r^{\cancel{2}}} =$$

ΛBB-1

$$= \frac{2GM_\oplus - v_1^2 \cdot r}{v_1 \cdot r}$$

$$v_3 = \beta \cdot v_2 = \beta \cdot \left(\frac{2GM_\oplus - v_1^2 \cdot r}{v_1 \cdot r} \right)$$

$$\frac{1}{a_2} = \frac{2GM_\oplus - v_1^2 \cdot r}{v_1^2 \cdot r^2} - \frac{\beta^2}{GM_\oplus} \cdot \left(\frac{2GM_\oplus - v_1^2 \cdot r}{v_1 \cdot r} \right)^2$$

$$\frac{1}{a_2} = \frac{2GM_\oplus - \alpha^2 v_0^2 \cdot r}{\alpha^2 \cdot v_0^2 \cdot r^2} - \frac{\beta^2}{GM_\oplus} \cdot \left(\frac{2GM_\oplus - \alpha^2 v_0^2 \cdot r}{\alpha v_0 \cdot r} \right)^2$$

$$\frac{1}{a_2} = \frac{2GM_\oplus - \alpha^2 \cdot GM_\oplus}{\alpha^2 \cdot GM_\oplus \cdot r} - \frac{\beta^2}{GM_\oplus} \cdot \left(\frac{2GM_\oplus - \alpha^2 \cdot GM_\oplus}{\alpha \sqrt{GM_\oplus \cdot r}} \right)^2$$

$$\frac{1}{a_2} = \frac{2 - \alpha^2}{\alpha^2 \cdot r} - \frac{\beta^2 \left(2\cancel{GM_\oplus} - \alpha^2 \cdot \cancel{GM_\oplus}\right)^2 \cdot \cancel{(GM_\oplus)^2}}{\alpha^2 \cdot \cancel{GM_\oplus} \cdot r \cdot \cancel{GM_\oplus}}$$

$$\frac{1}{a_2} = \frac{2 - \alpha^2}{\alpha^2 \cdot r} - \frac{\beta^2 (2 - \alpha^2)^2}{\alpha^2 \cdot r}$$

$$\cancel{\frac{1}{a_2} = \frac{2-\alpha^2}{\alpha^2 \cdot r} \cdot (1 - \beta^2) \to a_2 = \frac{\alpha^2 r}{(2-\alpha^2)(1-\beta^2)}}$$

$$\frac{1}{a_2} = \frac{2 - \alpha^2}{\alpha^2 \cdot r} - \frac{\beta^2 (2 - \alpha^2)^2}{\alpha^2 \cdot r}$$

$$\frac{1}{a_2} = \frac{2 - \alpha^2}{\alpha^2 \cdot r} \left(1 - \beta^2 (2 - \alpha^2) \right)$$

$$\boxed{a_2 = \frac{\alpha^2 \cdot r}{(2-\alpha^2)\left(1 - \beta^2 (2-\alpha^2)\right)}}$$

ЛВВ-1

I: $+10\% \to \alpha = 1{,}1$

$-10\% \to \beta = 0{,}9$

II: $-10\% \to \alpha' = 0{,}9 = \beta$

$+10\% \to \beta' = 1{,}1 = \alpha$

III 3-н Кеплера: $\left(\dfrac{a_2}{a_2'}\right)^3 = \left(\dfrac{T_2}{T_2'}\right)^2 \to$

$$\to \left(\frac{T_2'}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{a_2'}{a_2}\right)^3 = \left(\frac{\alpha'^2 \cdot \cancel{1}\,(2-\alpha^2)(1-\beta^2(2-\alpha^2))}{(2-\alpha'^2)(1-\beta'^2(2-\alpha'^2))\cdot \beta\alpha^2 \cdot \cancel{1}}\right)^3 =$$

$$= \left(\frac{\beta^2(2-\alpha^2)(1-\beta^2(2-\alpha^2))}{(2-\beta^2)(1-\alpha^2(2-\beta^2))\cdot\alpha^2}\right)^3 \to$$

$$\to \frac{T_2'}{T_2} = \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^3 \left(\frac{(2-\alpha^2)(1-\beta^2(2-\alpha^2))}{(2-\beta^2)(1-\alpha^2(2-\beta^2))}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$\frac{T_2'}{T_2} = \left(\frac{0{,}9}{1{,}1}\right)^3 \left(\frac{(2-1{,}1^2)(1-0{,}9^2(2-1{,}1^2))}{(2-0{,}9^2)(1-1{,}1^2(2-0{,}9^2))}\right)^{\frac{3}{2}} \approx$$

$\approx$

ЛВВ-1

Задача 2.

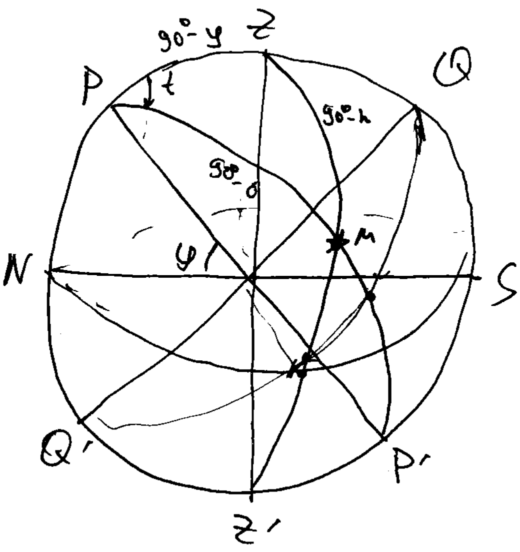
$\varphi = +28^\circ$

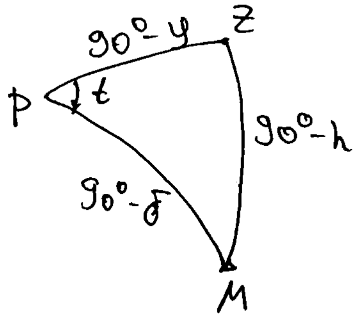
1 января, 00^h

$v = 1\ \frac{м}{с}$

$\alpha = 6^h 45^m$

$\delta = -17^\circ$





за теоремой косинусов:

$\sin h = \sin\varphi \sin\delta - \cos\varphi \cos\delta \cos t$

$S = t + \alpha \rightarrow t = S - \alpha$

1 января, 00^h: $S \approx 100 \cdot 4^m = 400^m \approx \underline{6^h 40^m}$

$t = 6^h 40^m - 6^h 45^m \approx -05^m \approx 0^h \rightarrow$ ~~[illegible]~~

~~$\sin h = \sin\varphi \sin\delta - \cos\varphi \cos\delta = -\cos(\varphi + \delta)$~~

~~$\sin h = -\cos(28 - 17^\circ) = -\cos 11^\circ$~~

$\rightarrow$ верхняя кульминация:

$\underline{\underline{h}} = 90^\circ - |\varphi - \delta| = 90^\circ - |28 + 17^\circ| = \underline{\underline{45^\circ}}$

Задача 3.

$M = 2M_\odot$

$T = 4$ года

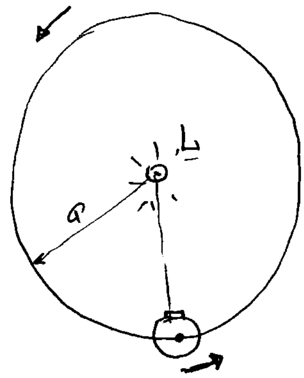
$R_п = R_\oplus$

$T_п = 20^h$

$S = 100 м^2$

$\eta = 10\% = 0{,}1$

$E - ?$



Звезда главной последовательности →

$\to L \sim M^4 \to \frac{L}{L_\odot} = \left(\frac{M}{M_\odot}\right)^4 \to L = L_\odot \cdot 2^4 = 16 L_\odot$

$T^2 \cdot M = a^3$

$[T] = год$; $[M] = M_\odot$; $[a] = а.е.$

$4^2 \cdot 2 = a^3 \to a = \sqrt[3]{32} \approx 3{,}2$ а.е. $= 3{,}2 a_\oplus$

Когда звезда в зените (для батареи):

$$E_0 = \frac{L}{4\pi a^2} \cdot S \cdot \eta = \frac{16 L_\odot}{4\pi \cdot a_\oplus^2 \cdot 3{,}2^2} \cdot S \cdot \eta =$$

$$= \left(\frac{L_\odot}{4\pi a_\oplus^2}\right) \cdot \frac{16}{3{,}2^2} \cdot S \cdot \eta = I_\odot \cdot \frac{16}{3{,}2^2} \cdot S \cdot \eta$$

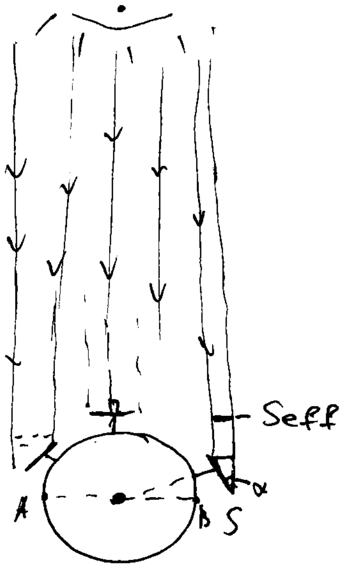
$\left(I_\odot = \frac{L_\odot}{4\pi a_\oplus^2} - \text{солнечная постоянная}\right)$

$$E_0 = I_\odot \cdot \frac{16 \cdot 100}{32^2} \cdot S \cdot \eta = I_\odot \cdot S \cdot \eta \cdot \frac{\cancel{16} \cdot \cancel{4} \cdot 25}{\cancel{16} \cdot \cancel{2} \cdot 16 \cdot \cancel{2}} =$$

$$= I_\odot \cdot S \cdot \eta \cdot \frac{25}{16}$$

$T = 4$ года $\gg T_п = 20^h \to$ сидерический период ≈ ≈ звездному периоду → „солнечные" и звездные сутки практически одинаковые.

$\boxed{ЛВВ-1}$



Еффективная площадь поверхности батареи

$$S_{eff} = S \cdot \sin\alpha,$$

где α - угол между лучем света от звезды и плоскостью батареи (высота звезды над горизонтом).

$E(\alpha) = E_0 \cdot \sin\alpha$ (за единицу времени)

Поскольку атмосфера разреженна, то рефракции нет.

$E_{сер.} \approx \frac{1}{2} E_0$

$E = E_0 \rightarrow \boxed{E = \frac{25}{8} I_0 \cdot S \cdot \eta \cdot \frac{T}{2}}$

$E = \frac{25}{8} \cdot 1360 \cdot 100 \cdot 0{,}1 \; D_* \cdot 20 \cdot 3600 = \frac{25 \cdot \cancel{1360}^{170} \cdot 10}{\cancel{8}_1} D_* \cdot 20 \cdot 3600 =$

$\approx 425 \cdot 10^2 \cdot \frac{20}{2} \cdot 3600 \; D_* \approx \frac{1}{2} \cdot 30\,600 \cdot 10^2 \cdot 1000 \; D_* \approx 1{,}5 \cdot 10^9 D_*$

$$
\begin{array}{r}
425 \\
\times \; 72 \\
\hline
850 \\
+\;2975\; \\
\hline
30600
\end{array}
$$

$\boxed{E = 2 \cdot 10^9 D_*}$

$\boxed{\text{ИВВ-1}}$

Задача 4.

$m_* = m = 5{,}7^m$

$r_* = 0{,}31$ кпк $= 310$ пк

$M_* = -2{,}5^m$

$x - ?$

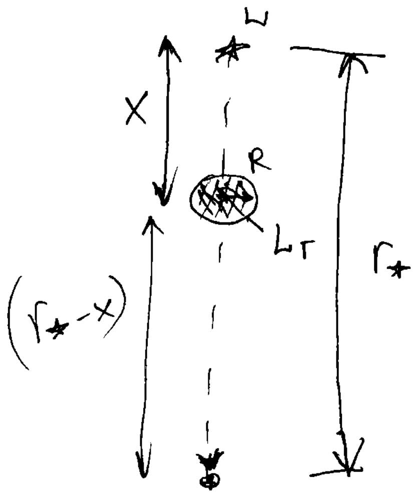
Без учета поглощения света:

$$m_{*0} = M_* - 5 + 5\lg r_* =$$
$$= -2{,}5 - 5 + 5\lg 310 \approx$$
$$\approx -2{,}5 - 5 + 5\cdot 2{,}5 = -7{,}5 + 12{,}5 = 5^m$$

$m_{*0} < m_* \rightarrow$ часть света поглощается

$$\left(\alpha = 10^{0{,}4(m_* - m_{*0})} = 10^{0{,}4\cdot 0{,}7} = 10^{0{,}28} \approx 2\right) \rightarrow$$

$\rightarrow$ звезда находится за туманностью



$$L_T = \frac{L}{4\pi x^2}\cdot \alpha \cdot \pi R^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{L_T}{L} = \frac{\alpha R^2}{4x^2}$$

$$\frac{E_{T*}}{E_{*0}} = 10^{0{,}4(m_{*0} - m)}$$

$$\frac{E_T}{E_{*0}} = \frac{L_T}{L}\cdot\left(\frac{r_*}{r_* - x}\right)^2$$

$$X \approx \frac{r_*}{2} \approx 150 \text{ пк}$$