

№ 4

Пусть в Галактике  $10^{12}$  звезд, и в среднем они имеют солнечные параметры. Радиус Галактики 15 кпк, толщина толстого диска  $\approx 1$  кпк. Гало не учитываем

$$N = V \cdot n = \pi R^2 \cdot h \cdot n = \pi R^2 h \cdot N_{\text{зв}} \cdot 20 \cdot T_{\odot}^3$$

$$N = \pi \cdot (15 \cdot 10^3)^2 \cdot (206265 \cdot 1.5 \cdot 10^3)^3 \cdot 1000 \cdot 10^{12} \cdot 20 \cdot (5800)^3 \cdot 10^6 =$$

↑  
перевод в см

$$= \pi \cdot 225 \cdot (206265 \cdot 1.5)^3 \cdot 2 \cdot 58^2 \cdot 10^{67} =$$

$$= 8 \cdot 1.5^3 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 10^{88} \approx \underline{\underline{10^{88} \text{ штук}}}$$

При этом считаем, что количество ~~из~~ улетающих из галактики фотонов равно числу излучающих ее. А так же фотоны не исчезают и не возникают из ниоткуда.

Фотонами реликтового фона и приходящими из других галактик пренебрежем.

N21

Чтобы различать отдельные звезды, телескоп должен обладать достаточным разрешением и проникающей способностью.

Разрешение:

$$\beta = \frac{1.22 \lambda}{D} = \frac{R}{r}, \text{ где } D - \text{ диаметр телескопа, } r - \text{ расстояние до галактики, } R - \text{ характерная раст. м/з звезд}$$

Самые яркие звезды в рукавах, ширина рукава  $\approx 1 \text{ кпк}$ ,  $\Rightarrow R \approx 10 \text{ пк}$   
 $D = 15 \text{ м}, \lambda = 500 \text{ нм}$

$$r_0 = \frac{DR}{1.22 \lambda} = \frac{15 \text{ м} \cdot 10 \text{ пк}}{1.22 \cdot 500 \cdot 10^{-9}} \approx 2.5 \cdot 10^8 \text{ пк} = 250 \text{ Мпк}$$

↑  
расстояние до самой далекой галактики, в которой можно различить звезды

ЗР. Величина галактики, доступная для наблюдения Мессье с зрачком 6 мм и предельной зв. величиной глаза 6<sup>m</sup>:

$$\Delta m = 2.5 \log \left( \frac{d}{d_{ЗР}} \right)^2 = 5 \lg(10) = 5^m$$

$$m = 11^m, \text{ ~~что со~~}$$

Это соответствует расстоянию до галактики Г<sub>1</sub>:

$$10^{0.4 \Delta m} = \left( \frac{r_1}{10 \text{ пк}} \right)^2$$

$$10^{0.2(11+21)} = \frac{r_1}{10 \text{ пк}}$$

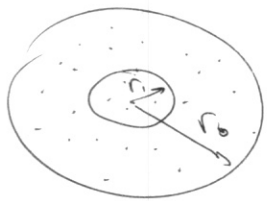
$$r_1 = 10^{0.2 \cdot 32} \cdot 10 \text{ пк} \approx 43 \cdot 10^6 \cdot 10 \text{ пк} =$$

$$\approx 30 \text{ Мпк}$$

-21<sup>m</sup> - абс. зв. величина Млечного пути

(Все спиральные галактики ± имеют светимость МП)  
(Я хочу в это верить)

Теперь найдем, насколько больше галактик в сфере радиуса r<sub>0</sub>, чем Г<sub>1</sub>:



Будем считать, что галактики в Млечном пути распределены равномерно (это не так, но неважно)

$$\frac{N_0}{N_1} = \left( \frac{r_0}{r_1} \right)^3 = \left( \frac{25}{3} \right)^3 \approx 8^3 \approx 500$$

$$\Rightarrow N_0 = 28 \cdot 500 \approx \underline{\underline{1500 \text{ ГАЛАКТИК}}}$$

О проникающей способности современных телескопов можно подумать, п.к.

В любом случае можно накачивать свет на матрицу

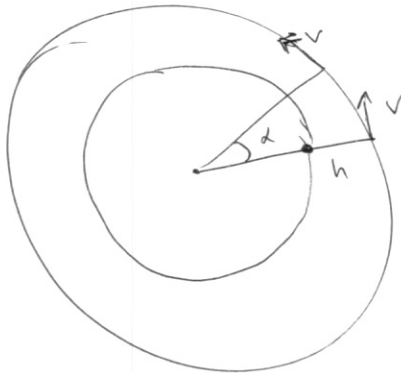
№1

Скорость вращения Земли на экваторе:  $v_{\oplus} = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2\pi \cdot 6,4 \cdot 10^6}{3600 \cdot 24} = \frac{2\pi \cdot 6,4 \cdot 10^4}{10 \cdot 18 \cdot 24} \cdot 10^4 = \frac{\pi}{6} \cdot 10^3 \frac{m}{c} = \frac{\pi \cdot 10^1}{6} \cdot 10^3 = 5,2 \cdot 10^2 \frac{m}{c}$

Скорость ИСЗ:  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{6,6 \cdot 10^6}} = \sqrt{\frac{6,7 \cdot 6}{6,6} \cdot 10^{-11+24-6}} \approx \sqrt{60} \cdot 10^3 \frac{m}{c} \approx 8 \text{ км/с}$

Широта неизвестна, значит скорость по поверхности Земли под ИСЗ от центра З. может быть от 0 до 0,5 км/с

Реша время  $t$  и  $\omega$ .



$$\omega_{max} = \frac{v}{h} = \frac{8 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$$

Найдем угол  $\alpha$ , при котором  $\omega = \frac{\omega_{max}}{2}$

$$\omega = \frac{v \cos \beta}{x}$$

$$x^2 = (R+h)^2 + R^2 - 2R(R+h) \cos \alpha - Rh \cos \beta$$

$$h \ll R$$

$$x^2 \approx 2R^2 - 2R^2 \cos \alpha = 2R^2(1 - \cos \alpha)$$

$$\frac{R}{\sin \beta} = \frac{x}{\sin \alpha}$$

$$\omega = \frac{\omega_{max}}{2}$$

$$\frac{v \cos \beta}{R \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{R}{x} \sin \alpha\right)^2} = \frac{v}{h} \cdot \frac{1}{2}$$

$$1 - \frac{\sin^2 \alpha}{2(1 - \cos \alpha)} = \left(\frac{R}{2h}\right)^2$$

$$2 - 2 \cos \alpha - \sin^2 \alpha = \frac{R^2}{2h^2} \cdot (1 - \cos \alpha)$$

$$\frac{h^2}{R^2} = \frac{1 - \cos \alpha}{2} \cdot \frac{1}{2 - 2 \cos \alpha - \sin^2 \alpha} \quad \text{— такое уравнение}$$

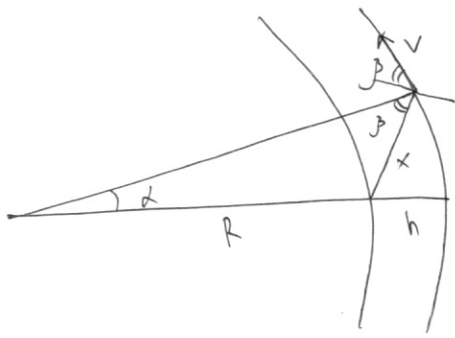
угол  $\alpha \ll \beta$



ничего не получается :(

грустно

$$\alpha \ll 1$$



$$\omega = \frac{v \cos \beta}{x}$$

$$h \approx x \cos \beta \Rightarrow \omega = \frac{v \cos^2 \beta}{h}$$

$$\omega = \frac{\omega_{\max}}{2}$$

$$\frac{v}{h} \cos^2 \beta = \frac{1}{2} \frac{v}{h}$$

$$\cos \beta = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\beta = 45^\circ$$

$$\text{Th. sin: } \frac{R}{\sin \beta} = \frac{x}{\sin \alpha} \approx \frac{h \sqrt{2}}{\sin \alpha} \rightarrow \sin \alpha = \frac{h \sqrt{2} \sin \beta}{R} = \frac{h}{R} = \frac{0.2}{6.4}$$

Уре, условие  $\alpha \ll 1$  не выполняется

Промежуток времени, за который УСЗ пройдет угол  $2\alpha$ :

$$T = T \cdot \frac{2\alpha}{2\pi} = \frac{2\pi R}{v} \cdot \frac{\alpha}{\pi} = \frac{2R\alpha}{v} = \frac{2 \cdot 6.4 \cdot 10^6}{8 \cdot 10^3 \cdot 32} = \frac{1}{2} \cdot 10^2 \text{ c} = \boxed{50 \text{ c}}$$

**№ 5**

$$\Delta V = I \ln \frac{u_1}{u_2}$$

Радиус орбитальной орбиты:  $r = \sqrt[3]{\frac{GM \cdot T^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot (3600 \cdot 24)^2}{4\pi^2}}$

$$= \sqrt[3]{\frac{6.67 \cdot 6 \cdot 36^2 \cdot 24^2 \cdot 6 \cdot 10^{16}}{4}} = 36 \cdot 10^5 \sqrt[3]{24 \cdot 10 \cdot 6.7}$$

$$= 36 \cdot 12 \cdot 10^5 \text{ м} = 43 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$$v_I = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6.7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{43 \cdot 10^6}} = \sqrt{\frac{36.7 \cdot 63}{43} \cdot 10^3} \text{ м/с} \approx 3 \text{ км/с}$$

$$v_{II} = \sqrt{2} v_I$$

$$v_{II} \oplus = 30 \text{ км/с} - \text{ для орбитальной орбиты.}$$

# I Вариант

спазу пругах апарату скорост гас Рунга из система

$$V = \sqrt{(\sqrt{2})^2 \cdot v_1^2 + (\sqrt{2})^2 \cdot v_2^2} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \cdot \sqrt{2} \approx 1.41 \cdot \sqrt{3^2 + 30^2} \text{ км/с} \approx 42.5 \text{ км/с}$$

↑  
конечная скорость ~~после~~  
~~после~~ ~~после~~ ~~после~~  
манёвра

$$\Delta V = 42.5 - 3 = 39.5 \text{ км/с}$$

$$\Delta V = I \cdot \ln \frac{m_1}{m_2}$$

$$\frac{39.5}{4.5} \approx \ln \frac{m_1}{m_2} \approx 9, \quad \frac{m_1}{m_2} = \exp(9) > 2^9 = 512$$

невозможно, т.к.  $\left(\frac{m_1}{m_2}\right)_{\max} = 7.4$

# II Вариант

сплата уйти с около земной орбиты, потом с около солнечной.

$$\Delta V_1 = (\sqrt{2}) \cdot V_1 - V_1 \approx 0.41 \cdot 3 \text{ км/с} = 1.2 \text{ км/с}$$

$$\frac{\Delta V_1}{I} = \ln \frac{m_1}{m_2} \quad m_1 = 7.4 \text{ т}$$

$$\frac{1.2}{4.5} = \ln \frac{7.4 \text{ т}}{m_2}$$

$$m_2 = \frac{7.4 \text{ т}}{\exp\left(\frac{1.2}{4.5}\right)}$$

$$m_1 = \frac{7.4}{1.28} = 5.7 \text{ т}$$

↓  
масса топлива гас второго манёвра  
4.7 тонн

$$\Delta V_2 = 42.3 - 30 \approx 12 \text{ км/с}$$

$$\ln\left(\frac{5.7 \text{ т}}{3 \text{ т}}\right) \cdot \frac{\Delta V_2}{I} = \frac{12.3}{4.5} \approx 2.8$$

✗

$$e^2 \approx 4.68$$

$$e^3 \approx 12.9$$

как видно, топлива ему не хватает.

невозможно учесть

я не знаю, как иначе.

№31

Лучше всего наблюдать спутник, когда он освещен Солнцем, а пункт наблюдения - нет.

Найдем большую полуось орбиты:

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{GM T^2}{4\pi^2}}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{6.7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot (134.60)^2}{4\pi^2}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{6.7 \cdot 6 \cdot 134^2}{4} \cdot 10^{14} \cdot 369} = \sqrt[3]{6.7 \cdot 6 \cdot 170 \cdot 10^{17}} =$$

$$= \sqrt[3]{6.7 \cdot 6 \cdot 17} \cdot 10^6 \approx \sqrt[3]{670} \cdot 10^6 \text{ м} =$$

$$= 8.7 \cdot 10^6 \text{ м}$$

Расстояния до центра планеты в ~~апогее~~ апогее и перигее:

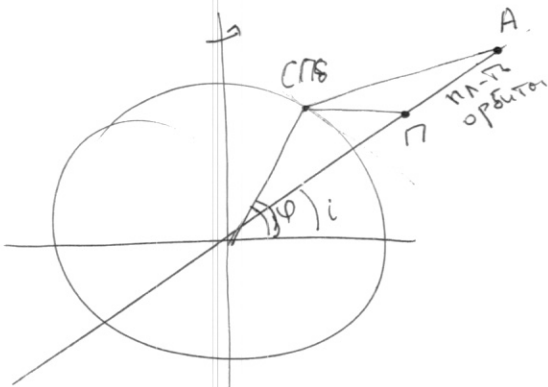
$$r_A = 10.3 \text{ тыс км}$$

$$r_P = 7.1 \text{ тыс км}$$

Освещенность от спутника:

$$E = \frac{E_0 \cdot S \cdot \Phi \cdot A}{4\pi r^2}, \text{ где } r - \text{расстояние}$$

л/д или наблюдателем



Если мы в Петербурге, значит мы в Москве, т.е.

$$h = -90 + \varphi + \delta < -18^\circ$$

$$90 - \varphi - \delta > +18^\circ$$

$$12^\circ > \delta_0$$

Проверим, видно ли вообще спутник в перигее:

$$\frac{R}{\cos(\varphi - i)} \leq r_P$$

$$\frac{6.4}{\cos(25.8^\circ)} \leq 7.1$$

$$\frac{6.4}{0.9} \leq 7.1$$

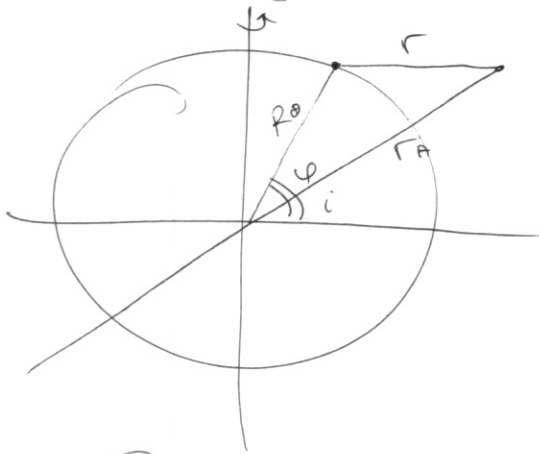
$$6.4 > 6.3 \Rightarrow$$

спутник очень близко к горизонту или под ним

Не будем забывать, что атмосфера не горизонтально прозрачна  $\delta^m$ .

$\Rightarrow$  лучше наблюдать, когда спутник  $\perp$  ~~к~~ азимуту.

Оценим з.в. в азимуте:



$\varphi \approx 1$

$$r = \sqrt{R_0^2 + r_A^2 - 2r_A R_0 \cos(\varphi)} \approx$$

$$\approx \sqrt{6.4^2 + 10.3^2 - 2 \cdot 6.4 \cdot 10.3 \cdot 0.9} \text{ км} =$$

$$\approx \sqrt{1.7} \cdot 5 \text{ км}$$

$$\Delta m \approx 2.5 \log \left( \frac{E_0 \cdot 4\pi r^2}{E_0 \cdot S} \right) \approx$$

$$\approx 2.5 \log \left( \frac{4\pi \cdot (5 \cdot 10^6)^2 \cdot 2}{2\pi \cdot (0.16)^2} \right) \approx$$

$$\approx 5 \log \left( \frac{1.4 \cdot 5 \cdot 10^6}{16 \cdot 10^{-2}} \right) \approx$$

$$\approx 5 \log (0.4 \cdot 10^8) \approx 38^m$$

$$m = 38 - 27 = 11^m \text{ - нужен телескоп.}$$

Но все равно ~~то~~ лучше в азимуте.