

№2

 R - радиус ; r - орбита

$$V_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}, \text{ добавка } \Delta V = V_2 - V_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}(\sqrt{2} - 1)$$

$$\text{С посылки: } V_2 = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad (\text{делается в направлении отклон.})$$

$$5\Delta V = V_2$$

$$5\sqrt{\frac{GM}{r}}(\sqrt{2} - 1) = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$5(\sqrt{2} - 1)\sqrt{\frac{1}{r}} = \sqrt{\frac{2}{R}}$$

$$\sqrt{\frac{r}{R}} = \frac{5(\sqrt{2} - 1)}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{r}{R} = \frac{25(2 - 2\sqrt{2} + 1)}{2} = \frac{25(3 - 2\sqrt{2})}{2} \approx$$

$$\approx \frac{25 \cdot 0.2}{2} = 2.5$$

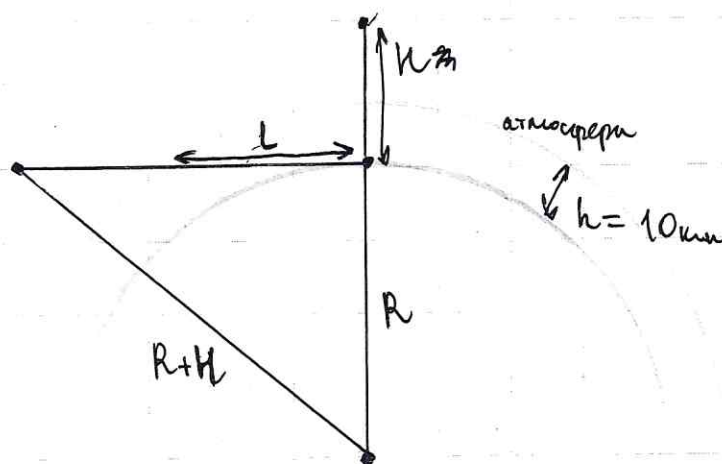
$$\boxed{\frac{r}{R} = 2,5}$$

~3

$$L = \sqrt{2Rh} \approx \sqrt{2 \cdot 6400 \cdot 10^3}$$

$$\approx 80 \cdot 4.5 = 360 \text{ км}$$

Из-за атмосферы, в земите
зв. величины объектов
падает $\approx 0.25^m \approx \Delta m_z$



Тогда на горизонте падает на $\Delta m_r = \frac{L}{h} \cdot \Delta m_z = 9^m$

Тогда без учета атмосферы разность зв. величин была бы
бы $\Delta m = (m_r - \Delta m_r) - (m_z - \Delta m_z) \approx 2.25^m$

Тогда:

$$\frac{E_z}{E_r} = 10^{0.4 \cdot \Delta m} \approx 10^{0.9} \approx 9$$

$$\left(\frac{\sqrt{r^2 - R^2}}{r - R} \right)^2 = 9$$

$$\frac{(r-R)(r+R)}{(r-R)^2} = 9$$

$$r = R + H$$

$$\frac{r+R}{r-R} = \frac{2R+H}{H} = 9 \Rightarrow H = \frac{2R}{8} = \frac{R}{4} \approx$$

$$H \approx 1600 \text{ км}$$

нч

Плотность черной дыры:

$$R = \frac{2GM}{c^2} \Rightarrow \rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3c^6}{32\pi G^3 M^2}$$

Из данного уравнения $T \approx 10^{-4} \frac{M_\odot}{M} \Rightarrow$

$$\frac{1}{M} = \frac{10^4 T_{\text{К}}}{M_\odot} \quad \text{подставим:}$$

$$\rho = \frac{3 \cdot 10^{14} T^2 c^6}{32\pi G^3 M_\odot^2}$$

Значит чем меньше температура, тем меньше плотность

Тогда подставим температуру реликтового фона $T_p \approx 3\text{К}$ и получим минимальную плотность:

$$\rho = \frac{3 \cdot 10^{14} \cdot 3^2 \cdot 3^6 \cdot 10^{8.6}}{32\pi \cdot 6.67^3 \cdot 10^{-11.3} \cdot 2^2 \cdot 10^{30.2}} = \frac{3^9 \cdot 10^{(14+48+33-60)}}{32\pi \cdot 2^2 \cdot \left(\frac{20}{3}\right)^3}$$

$$\approx \frac{10^5 \cdot 10^{35}}{10^4 \cdot 2^5} \approx \frac{10^{36}}{32} \approx \boxed{3 \cdot 10^{34} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}$$

N5

$$M_p = M_{\odot} - 2.5 \lg N = 0^m - 2.5 \lg 1000 =$$

$$= -4.5^m$$

$$m_p = M_p + 5 \lg r_p - 5^m + A r_p$$

$$m_m = m_p + 10^m = M_p + 5 \lg r_p - 15^m$$

$$M_m = M_0 - 2.5 \lg 10^6 = 4.4 - 15 \approx -10^m$$

$$m_m = M_m + 5 \lg r_m - 15^m + A r_m$$

$$M_m + 5 \lg r_m - 5^{+A r_m} = M_p + 5 \lg r_p - 15^m + A r_p$$

$$A(r_m - r_p) + 5 \lg \left(\frac{r_m}{r_p} \right) = -4.5^m + 10^m - 10^m = -4.5^m$$

$$\uparrow$$

$$\approx 2^m/\text{кпк}$$

$$0.4^m_{\text{кпк}}(r_m - r_p) + \lg \left(\frac{r_m}{r_p} \right) = -1.5$$

$$\frac{r_p}{r_m} = 10^{1.5} \approx 32$$

$$r_m = \frac{r_p}{32} \quad \text{6 кпк}$$

$$\lg \left(\frac{r_p}{r_m} \right) + 0.4(r_p - r_m) = 1.5$$

$$\lg(x) + 0.4 r_m(x - 1) = 1.5$$

~5

$$r_m = \frac{1.5 - \lg(x)}{0.4(x-1)}$$

~~Но если мы возьмем слишком большое значение~~

Видно, чем ~~большее~~ ближе x к 1 тем больше

r_m , но тогда r_p будет слишком большое и выйдет

за пределы галактики. Пусть $r_p \approx 9 \text{ кпк} + 16 \text{ кпк} =$
 $= 24 \text{ кпк}$ (R_0) ($R_{\text{галактик.}}$)

$$\frac{1.5 - \lg(x)}{0.4(x-1)} = \frac{24}{x}$$

Здесь x близкий к 1
поэтому $\lg(x) \approx 0$

$$3.45x = 24x - 24$$

$$20x = 24$$

$$x \approx \frac{24}{20}$$

$$\Rightarrow r_m \approx 20 \text{ кпк}$$

максимум

№1

Скорость на большой дистанции от центра почти
постоянна и равна $V = 240 \frac{\text{км}}{\text{с}}$, из-за ^{неравномерной} плотности

$$\text{Тогда } T = \frac{2\pi R}{V} \approx \frac{2\pi \cdot 16 \cdot 10^3 \cdot 200000 \cdot 150 \cdot 10^6 \text{ км}}{240 \frac{\text{км}}{\text{с}}} \approx$$

$$\approx \frac{2\pi \cdot 2 \cdot 3 \cdot 10^{16}}{30} \text{ с} = 4\pi \cdot 10^{15} \text{ с} \approx \boxed{4 \cdot 10^8 \text{ лет}}$$