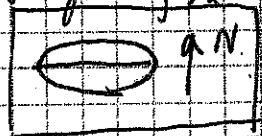


а) На графике график: углы удаляется с  $V_0 = 950 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ , это скорость удаления галактики как видно.  $V_0 \ll c$ , так что возникающая z-ламбда Хаббла, для постоянной Хаббла и величину Эдвин Хоу  $H_0 = 70 \frac{\text{км/с}}{\text{Мпк}}$ :

$$r = \frac{V_0}{H_0} = \frac{950}{70} = 13.6 \text{ Мпк}$$

б) Изобразим соответствием элементу, которая в пространстве равноудалено от центра галактики. Соответствие, галактика видна почти плоская.

Проведем две крайние окружности, касательная к самой нижней изогнуте. По ним видно, что разностный угол  $\theta \approx 0^\circ$   $\theta \approx 90^\circ$



Радиус меньшей окр. балунгелю окр. на картинке 2.7 см, а по времени как по шкале складывали 6 см с углом  $9^\circ$ :

$$r_1 = \frac{2.7}{6} \cdot 4' = 0.45 \cdot 4' = 1.8'$$

$$\text{Радиус меньшей: } r_2 = r_1 - \frac{1}{3} = 1.5'$$

$$\text{Законом: } \cos d = \frac{r_2}{r_1} \approx 1 - \frac{d^2}{2}$$

$$\frac{d^2}{2} = \frac{3}{18} = \frac{1}{6}$$

$$d = \frac{1}{\sqrt{3}} \text{ рад} = 0.57 \text{ рад}$$

$$d = \left( \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{180}{\pi} \right)^\circ \approx (0.57 \cdot 57)^\circ = 32^\circ \approx 30^\circ$$

б) Лампочка с угловой скоростью  $\omega = 20^\circ$  вращается с частотой  $\nu = 10$  в-ка. Лампочка движется по кругу радиуса  $r$  со скоростью  $V = \frac{\Delta V}{\sin \alpha}$ , где  $\Delta V = 150 \text{ км/с}$  — на эту величину отклоняется от центра ланчире концентрических в-ка, движущихся к наблюдателю и от него.

$$V = \frac{150}{\sin 30^\circ} = 300 \text{ км/с}$$

Эта кривая вращения представляется следующим образом:  
Зная радиус до галактики  $r$ , транзитный радиус  $r_0$ :

$$r_0 = 13.6 \cdot \frac{1}{3} = 13.6 \cdot \frac{20}{20 \cdot 10^4} = 13.6 \cdot 10^{-4} \text{ Мпк}$$

$$r_0 = 1.4 \text{ кпк}$$

А радиус галактики  $R$  по направлению вращения:

$$R = 13.6 \cdot 2 = 13.6 \cdot \frac{20}{2 \cdot 10^5} = 13.6 \cdot 10^{-5} \text{ Мпк}$$

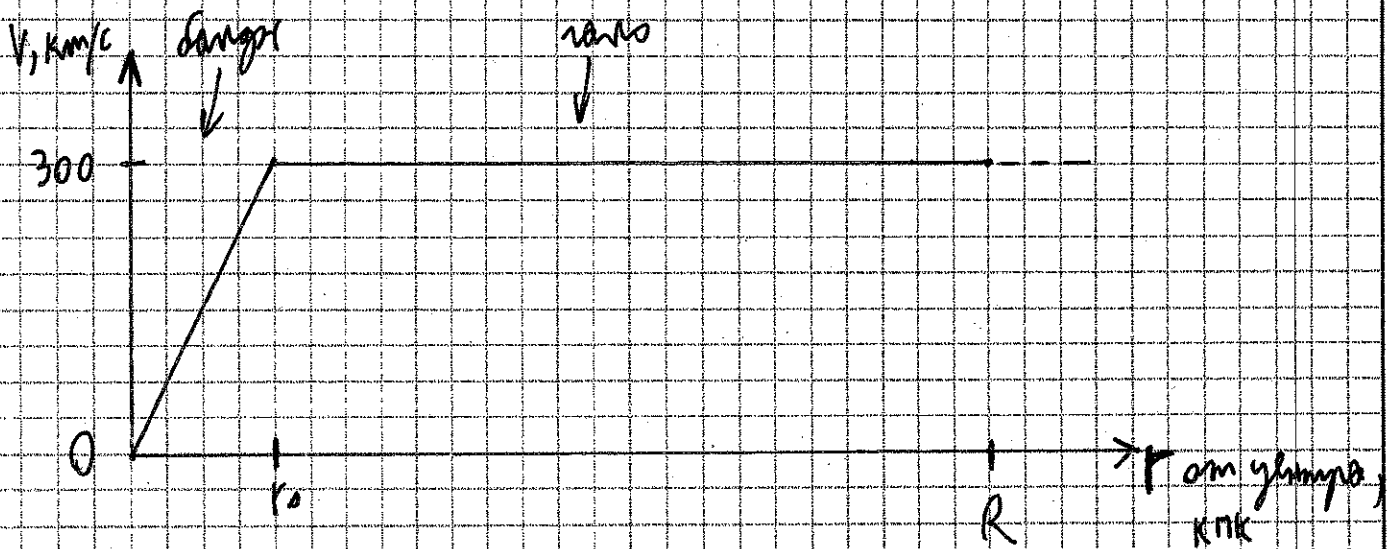
$$R = 8.2 \text{ кпк}$$

Кривая вращения представляется на след. картинке.

Она быстро возрастает до 300 км/с и далее остаётся постоянной.

Таким образом, участок  $(0, r_0)$  связан с ~~...~~

а  $(r_0, R)$  — с гала.



2) Массу балза галактики найдем из того, что он сферически симметричен, а круговая скорость на его границе  $V_1 = 300$  км/с:

$$V_1^2 = \frac{GM_B}{r_0} \Rightarrow M_B = \frac{r_0 V_1^2}{G}$$

$$\frac{M_B}{M_\odot} = \frac{(r_0)}{r_\odot} \left( \frac{V_1}{V_\odot} \right)^2 = (1400 \cdot 10^5) \cdot 10^2$$

$$\frac{M_B}{M_\odot} = 2.8 \cdot 10^{10}$$

$$M_B = 2.8 \cdot 10^{10} M_\odot$$

Массу всей галактики  $M_G$  найдем из соотношения Планк-Риттера, зная, что кривая вращения Млечного Пути выходит на плато на  $240 \frac{\text{km}}{\text{с}}$ .

$$\frac{M_G}{M_{MW}} = \left( \frac{300}{240} \right)^4 = \left( \frac{5}{4} \right)^4 = \frac{625}{256} \approx 2.4$$

$$M_{MW} \approx 10^{12} M_\odot \Rightarrow M_G \approx 2 \cdot 10^{12} M_\odot$$

g) Задача на кривая скорость:

$$\frac{GM(r)}{r} = \text{const}$$

$$d\left(\frac{M(r)}{r}\right) = 0 = -\frac{M(r)}{r^2} dr + \frac{4\pi r^2 \rho(r) dr}{r}$$

$$M(r) = 4\pi r^3 \rho(r) = Cr$$

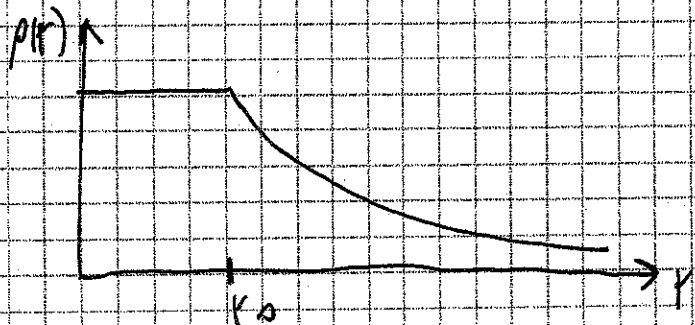
~~$$M_B + \int_{r_0}^r 4\pi r^2 \rho(r) dr = 4\pi r^3 \rho(r)$$~~

$$\rho(r) = \frac{C}{4\pi r^2}$$

$$\rho(r_0) = \frac{M_B}{4\pi r_0^3} \Rightarrow C = \frac{M_B}{r_0}$$

$$\rho(r) = \frac{M_B}{4\pi r_0 r^2}$$

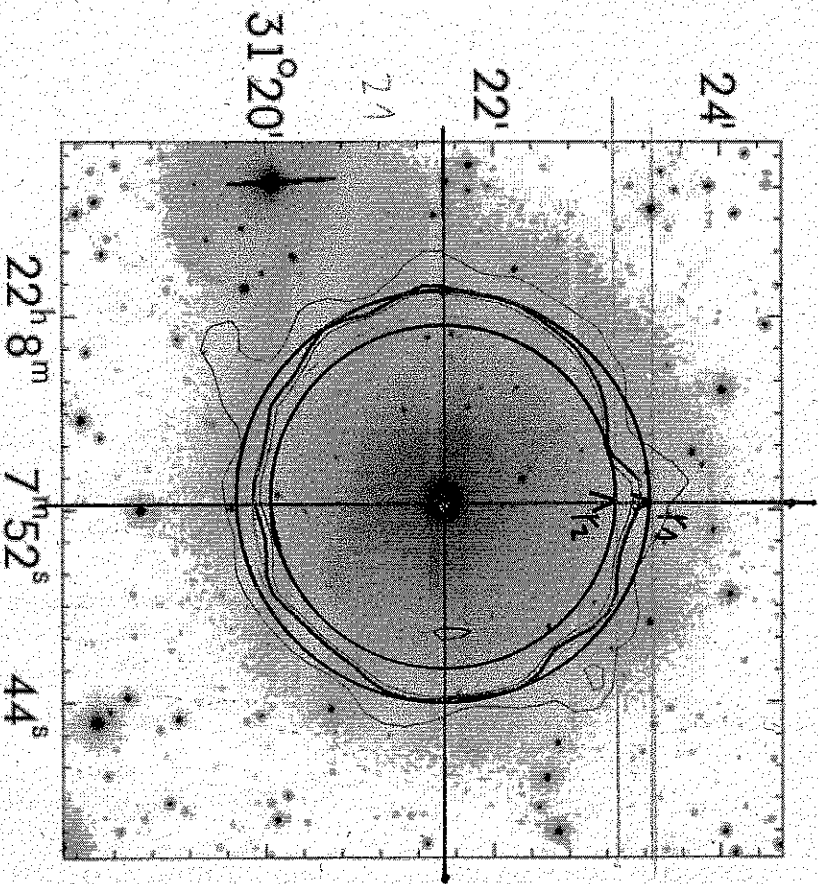
↑  
намная с  $r_0$   
до  $r_0$ : не хватает  
формулы.



(лучше сделать график)

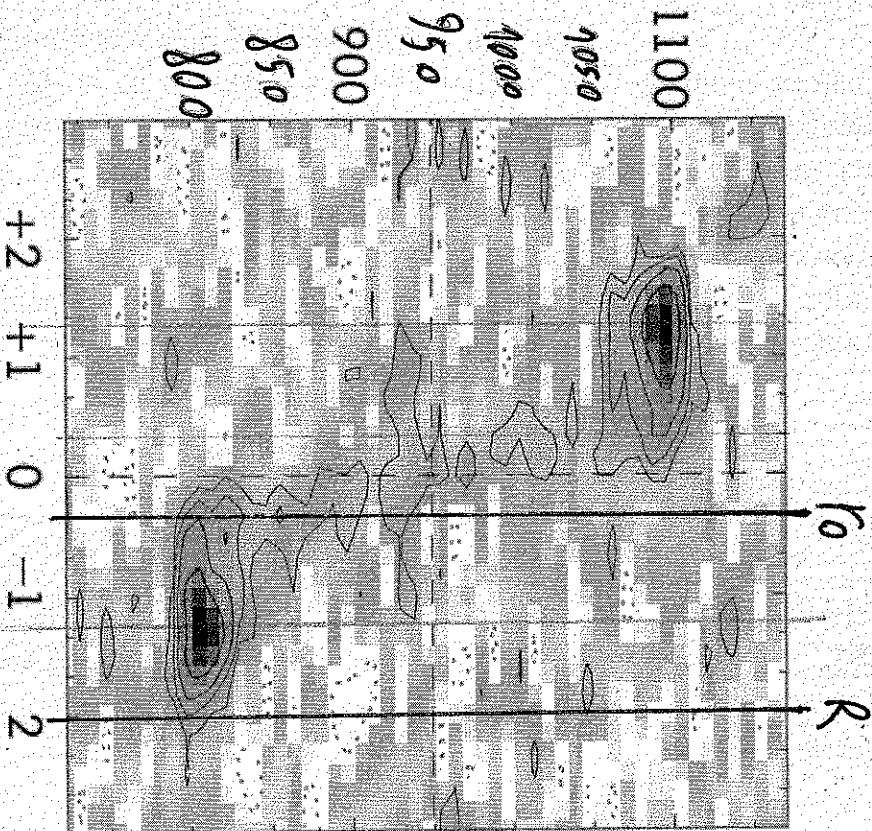
612

склонение



прямое восхождение

скорость (км/с)



расстояние от центра галактики  
вдоль большой оси (угловые минуты)