

Угол наклона галактики к картинной плоскости обозначим углом α на первом (левом) изображении. По делениям найдём $\tan \alpha = \frac{20}{18} = \frac{10}{9} \Rightarrow$ сам угол $\alpha \approx 50^\circ$

Далее найдём позиционный угол. Прямое восхождение центра галактики приблизительно равно $22^h 7^m 52^s$
 Найдём отношение $\frac{22^h 7^m 52^s}{24^h} = \frac{79672^s}{86400^s} \approx 0,92$

Теперь умножим 360° на $0,92$ и получим, что позиционный угол фотометрической галактики равен 331° .

Оценим расстояние до галактики. По второму (правому) изображению разницы темпидов фотометрической галактики и популяции, что центр галактики движется со скоростью $v_r = 950 \text{ км/с}$.

Поэтому можно использовать закон Хаббла: $v_r = H \cdot r$

$$r = \frac{v_r}{H}; \quad r = \frac{950 \text{ км/с}}{70 \text{ км/с/млн}} = \frac{95}{7} = 13,5 \text{ Мпк}$$

Переведём это в световые годы: ≈ 14 миллиардов световых лет, можно округлить до 50 миллиардов световых лет.

Поэтому приведу вращение галактики. Для этого нужно найти диаметр и радиус галактики

$$\delta = 4'; \quad \delta = \frac{D}{r}$$

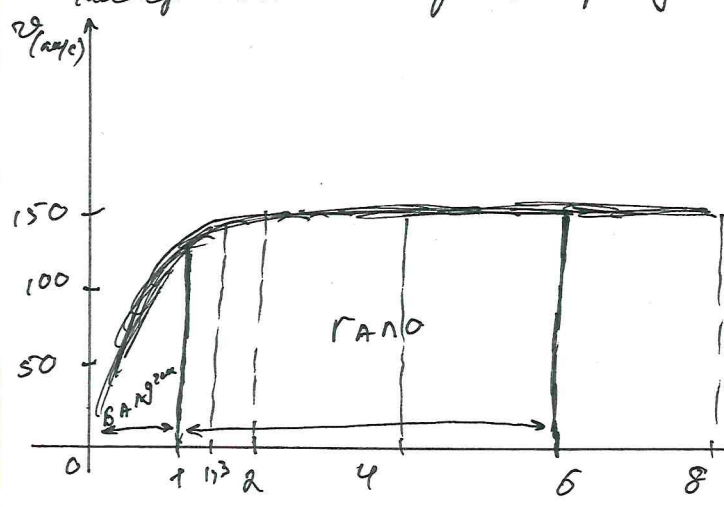
переведём $4'$ в радианы и получим: $\frac{4'}{3438'} = 0,001164 \text{ рад}$

Теперь найдём диаметр галактики:

$$13500000 \cdot 0,001164 = 15714 \text{ пк} \approx 16000 \text{ пк}$$

$$\Rightarrow R = 8000 \text{ пк}$$

Теперь можно построить кривую вращения:



Скорости на ширине равны 50, 100 и 150 км/с, т.к. $v_{центр} = 950 \text{ км/с}$
 $v_{край 1} = 1100 \text{ км/с}$
 $v_{край 2} = 800 \text{ км/с}$
 $\Rightarrow |950 - 1100| = 150 \text{ км/с}$
 $|950 - 800| = 150 \text{ км/с}$

Vertical calculations on the right side of the page:

$$\begin{array}{r} \times 22 \\ \times 3600 \\ \hline \cdot 13200 \\ 66 \\ \hline 79200 \\ 22^h 7^m 52^s = 79900 \\ + 420 + 52 = 79672^s \\ \times 360 \\ \hline \cdot 0,92 \\ \hline 720 \\ 324 \\ \hline 331,20 \\ 13,5 \\ \times 3,26 \\ \hline 810 \\ 270 \\ \hline 405 \\ 44,010 \\ \times 57,3 \\ \hline 60 \\ 3438,0 \\ 4 \sqrt{3438} \\ \hline 0,001164 \\ 4000 \\ \hline 3438 \\ \hline 5620 \\ \hline 3438 \\ \hline 21820 \\ \dots \\ 0,001164 \\ \times 13500000 \\ \hline 582000000 \\ 3492 \\ 1164 \\ \hline 15714,000000 \end{array}$$

Чтобы оценить массу балджа и массу галактики, воспользуемся вторым законом Кеплера и законом всемирного тяготения:

$$F_1 = ma$$

$$F_2 = G \frac{Mm}{r^2}$$

$$F_1 = F_2$$

$$G \frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

$$G \frac{M}{r} = v^2 \Rightarrow M = \frac{v^2 r}{G}$$

Для какой-нибудь массы всей галактики используем $r = 8 \text{ кпк}$:

576

$$M = \frac{(150000)^2 \cdot 8000 \cdot 206265 \cdot 150 \cdot 10^9}{6,67 \cdot 10^{-11}} = \frac{225 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 10^{26}}{7 \cdot 10^{-11}} = 225 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 10^{37}$$

$$= 450 \cdot 15 \cdot 10^{37} = 875 \cdot 10^{38} = 8,75 \cdot 10^{40} \approx 9 \cdot 10^{40} \text{ кг}$$

Теперь найдем массу балджа; диаметр по первому изобразлению равен $0,5'' = 30''$, а это $\frac{0,5}{4} \cdot 16 = 2 \text{ кпк}$, $\Rightarrow R_{\text{б}} = 1 \text{ кпк}$; $\rho_{\text{б}} \approx 150 \text{ кпк}$

Выясним массу балджа:

$$M_{\text{б}} = \frac{(150000)^2 \cdot 10000 \cdot 206265 \cdot 150 \cdot 10^9}{6,67 \cdot 10^{-11}} = \frac{225 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 10^{26}}{7 \cdot 10^{-11}} = 100 \cdot 10^{37} = 1 \cdot 10^{40} \text{ кг}$$

Выделим на правой фотографии участки, связанные с балджем и halo:

$R_{\text{б}} = 1 \text{ кпк}$; $R_{\text{halo}} = 6 \text{ кпк}$; $R_{\text{галактики}} = 8 \text{ кпк}$

Теперь определим зависимость плотности от радиуса.

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3M}{4\pi R^3}$$

Из этой формулы следует, что $\rho \sim \frac{1}{R^3}$

Выясним плотность балджа:

$$\rho_{\text{б}} = \frac{3 \cdot 10^{40}}{4 \cdot 3 \cdot (1000 \cdot 206265 \cdot 15 \cdot 10^{10})^3} = \frac{10^{40}}{4 \cdot (3 \cdot 10^{19})^3} = \frac{10^{40}}{100 \cdot 10^{57}} = \frac{1}{10^{17}} = 10^{-17} \text{ кг/см}^3$$

Найдем плотность halo:

$$\rho_{\text{halo}} = \frac{3 \cdot (9 \cdot 10^{40} - 10^{40})}{4 \cdot 3 \cdot ((6 \cdot 10^3 \cdot 206265 \cdot 15 \cdot 10^{10})^3 - (10^3 \cdot 206265 \cdot 10^{10} \cdot 15)^3)}$$

$$= \frac{8 \cdot 10^{40}}{4 \cdot ((6 \cdot 2 \cdot 10^{18} \cdot 15)^3 - (10^{18} \cdot 30)^3)} = \frac{8 \cdot 10^{40}}{4 \cdot ((18 \cdot 10^{19})^3 - (3 \cdot 10^{19})^3)}$$

$$= \frac{2 \cdot 10^{40}}{5832 \cdot 10^{57} - 27 \cdot 10^{57}} = \frac{2 \cdot 10^{40}}{58 \cdot 10^{59}} = \frac{2}{58 \cdot 10^{19}} = 0,034 \cdot 10^{-29} = 3,4 \cdot 10^{-21} \text{ кг/см}^3$$

Плотность всей галактики:

$$\rho_{\text{галактики}} = \frac{3 \cdot 9 \cdot 10^{40}}{4 \cdot 3 \cdot (8 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 15 \cdot 10^{10})^3} = \frac{2 \cdot 10^{40}}{(8 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 10^{18})^3} = \frac{2 \cdot 10^{40}}{(24 \cdot 10^{19})^3}$$

$$= \frac{2 \cdot 10^{40}}{24^3 \cdot 10^{57}} = \frac{2}{24 \cdot 24 \cdot 24 \cdot 10^{17}} = \frac{1}{12 \cdot 6 \cdot 10^{19}} = \frac{1}{7 \cdot 10^{20}} = 0,14 \cdot 10^{-20} = 1,4 \cdot 10^{-21} \text{ кг/см}^3$$

балджа $100 \cdot 10^{-21}$
halo $3,4 \cdot 10^{-21} \text{ кг/см}^3$
галактика $1,4 \cdot 10^{-21}$

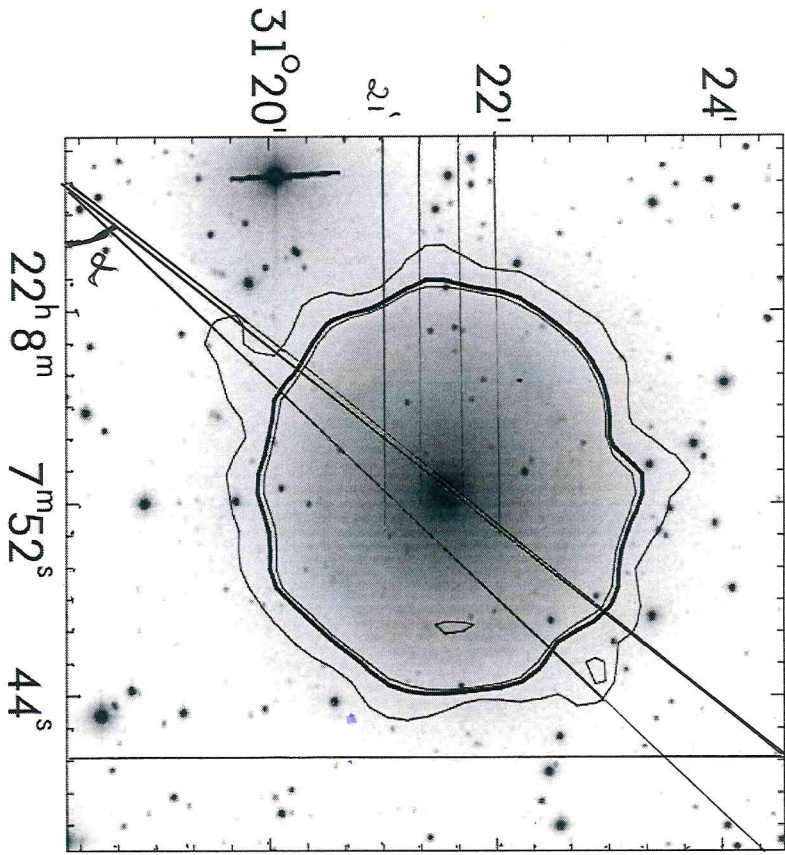
$1,4 \sim \frac{M_{\text{галактика}}}{8^3}$
 $3,4 \sim \frac{M_{\text{halo}}}{6^3}$
 $100 \sim \frac{M_{\text{балджа}}}{1^3}$

пропорциональна плотности
сохраняется

Если учитывать симметричное распределение плотности, то $\rho = 1,4 \cdot 10^{-21} \text{ кг/см}^3$.

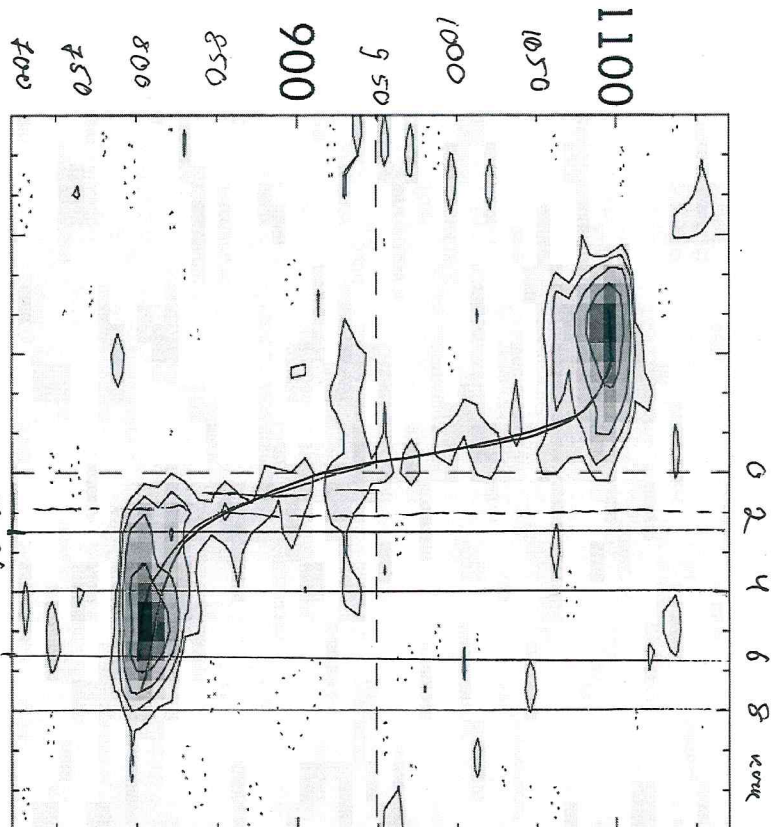
576

склонение



прямое восхождение

скорость (км/с)



расстояние от центра галактики
вдоль большой оси (угловые минуты)