код: $\boxed{194}$ стр. №1 из 4

• Определим угол наклона галактики к плоскости зрения и позиционный угол большой оси.
Изображение галактики сплюснуто исключительно вдоль оси склонения, а диаметральные расстояния, проведённые линей на рисунке равны, поэтому предположим, что ~~большая ось~~ галактики имеет форму круглого диска, тогда т.к. $\Delta\alpha > \Delta\delta$, $\Delta\alpha \cdot \sin i = \Delta\delta$ (i – угол наклона галактики)

$\Delta\alpha = 4'$ (из рисунка $\Delta\alpha = 16^s$, при переводе $\Delta\alpha = \frac{16\cdot 15}{60}' = 4'$)

$\Delta\delta = 1'20''$

$$\sin i = \frac{\Delta\delta}{\Delta\alpha} \qquad \sin i = \frac{80''}{240''} = \frac{1}{3}$$

$\sin i < \sin 30^\circ \Rightarrow$ можно сказать, что i в радианах $\ll 1 \Rightarrow \sin i = i^р$

Угол наклона галактики к лучу зрения $\boxed{i = 19{,}1^\circ}$, при этом было предположено, что галактика имеет форму круглого диска, значит $i^р = \frac{1}{3} \Rightarrow i = \frac{57{,}3^\circ}{3} = 19{,}1^\circ$

У неё нет как таковой большой оси $\Rightarrow$ позиционный угол большой оси неопределён.

• Оценим расстояние до галактики

Галактика отдаляется от нас вследствии закона Хаббла $V_r = r \cdot H_0 \Rightarrow r = \frac{V_r}{H_0}$

(V_r – скорость удаления галактики; H_0 – постоянная Хаббла ($72 \frac{км}{Мпк\cdot с}$))

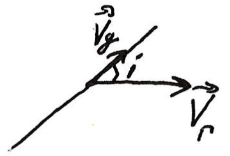
Скорость удаления галактики равняется скорости удаления центра галактики относительно нашего Млечного пути. $V_r = 950 \frac{км}{с}$

$$r = \frac{950}{72}\ Мпк = \frac{475}{36}\ Мпк \qquad \frac{475}{36} = 13{,}19\ldots$$

$r \approx 13{,}2$ Мпк

Оценим расстояние до галактики $\boxed{r \approx 13{,}2\ Мпк}$

• Построим кривую вращения галактики.



V_{max} – максимальная наблюдаемая скорость

$V_{max} = 1100 \frac{км}{с}$

$$V_{max} = V_r + V_g \cdot \cos i \Rightarrow V_g = \frac{V_{max} - V_r}{\cos i}$$

$$V_g = \frac{1100 \frac{км}{с} - 950 \frac{км}{с}}{\cos(19{,}1^\circ)}$$

$$V_g = \frac{150}{1 - \frac{1}{18}} \frac{км}{с} \qquad \left(\cos i = 1 - \frac{i^{р2}}{2},\ i^р \ll 1\right)$$

$$V_g = \frac{150\cdot 18}{17} \frac{км}{с} = \frac{2700}{17} \frac{км}{с} \qquad \frac{2700}{17} = 158{,}82\ldots$$

$V_g \approx 158{,}8 \frac{км}{с}$

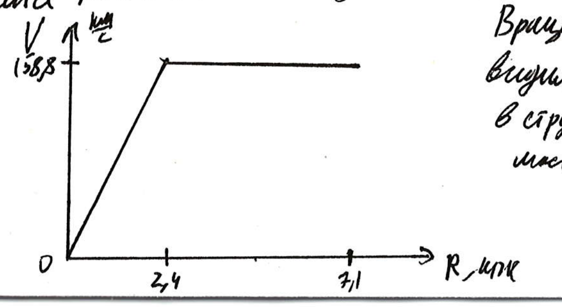
$V_g = 158{,}8 \frac{км}{с}$

Угловой радиус галактики $\rho = 2'$, $r = 13{,}2$ Мпк $\Rightarrow$

$\Rightarrow R = \rho \cdot r$ $\qquad R = \frac{2}{60 \cdot 57{,}3} \cdot 13{,}2 \cdot 10^6\ пк =$

$$= \frac{13200}{1719} \cdot 10^3\ пк \approx 7{,}1\ кпк \qquad \frac{13200}{1719} = 7{,}09\ldots$$

Скорость вращения диска становится постоянной на угловом расстоянии $\alpha = \frac{2}{3}'$ от центра диска и $R' = \frac{R}{3}$ $\quad R' = 2{,}4$ кпк



Вращение галактики не соответствует видимой массе из-за наличия в структуре галактики скрытой массы (тёмной материи)

• Оценим массу балджа и массу всей галактики.

Масса всей галактики заключается в тёмной материи, видимой массе.

Масса же балджа заключает в себе центральную видимую и невидимую массу.

$M_б$ – масса балджа

$M_г$ – масса всей галактики

$$V_g^2 = \frac{GM_г}{R} \Rightarrow M_г = \frac{V_g^2 R}{G}$$

$$V_g^2 = \frac{GM_б}{R'} = \frac{3GM_б}{R} \Rightarrow M_б = \frac{V_g^2 \cdot R}{3G} = \frac{M_г}{3}$$

$$M_г = \frac{158800^2 \cdot 7{,}1\cdot 10^3 \cdot 206265 \cdot 1{,}5\cdot 10^{11}}{6{,}67\cdot 10^{-11}} \approx \frac{158{,}8^2\cdot 10^4\cdot 10^{14}\cdot 10^{11}\cdot 1{,}5\cdot 7{,}1\cdot 2\cdot 10^5}{6{,}67\cdot \cancel{10}} = \frac{3\cdot 7{,}1\cdot 158{,}8^2}{6{,}67}\cdot 10^{34}\ кг$$

$158{,}8 \times 158{,}8 \approx 159^2 = 159 \times 159$: $1431 + 795 + 159 = 25281$

$$M_г = \frac{21{,}3\cdot 25{,}3\cdot 10^3}{6{,}67}\cdot 10^{34}\ кг = \frac{539}{6{,}67}\cdot 10^{37}\ кг = \frac{53900}{667}\cdot 10^{37}\ кг = 81\cdot 10^{37}\ кг \approx 8\cdot 10^{38}\ кг$$

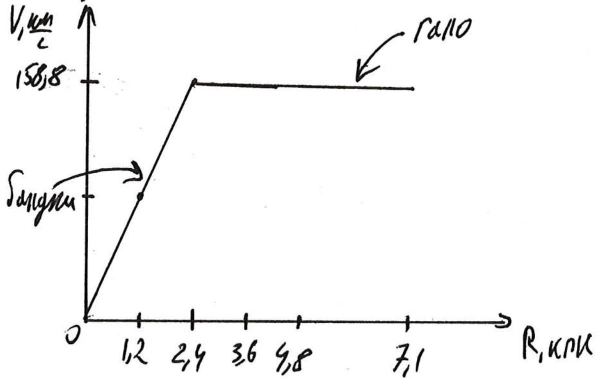
$21{,}3 \times 25{,}3$: $639 + 1065 + 426 = 538{,}89$

$53900 : 667$: $53900 - 5336 = 5400$; $5400 - 5336 = 6400$ … $\approx 80{,}8$

Масса всей галактики $M_г = 8\cdot 10^{38}\ кг = 4\cdot 10^8 M_\odot$

Масса балджа $M_б = \frac{M_г}{3} \approx 2{,}5\cdot 10^{38}\ кг$

• Выделим участки, связанные с балджем и гало; найдём распределение плотностей



$$\cancel{V_g^2 = \frac{G\cdot 4\pi\int_0^{R'} x^2\rho(x)dx}{R'}} \Rightarrow \cancel{\int_0^{R'} x^2\rho(x)dx = \frac{V_g^2}{4\pi G}\cdot R'}$$

$$\cancel{\int_0^{R'} x^2\rho(x)dx = \frac{V_g^2 R'}{4\pi G}}\quad const$$

$$\cancel{x^2\rho(x) = const = \frac{V_g^2}{4\pi G}}$$

$$\cancel{\rho(x) = \frac{V_g^2}{4\pi G x^2}}\ \text{(балдж)}$$

$$\cancel{\rho(x) = \frac{V_g^2}{4\pi G x^2}}\ \text{(только балдж)}$$

$$\cancel{\int_0^{R'} x^2\rho(x)dx \propto \frac{1}{R'}}$$

Гало:

$$V_g^2 = \frac{G\left(M_б + 4\pi\int_{R'}^{R} x^2\rho(x)dx\right)}{R} \quad *$$

$$\int_{R'}^{R} x^2\rho(x)dx = \frac{V_g^2\cdot R}{4\pi G} - M_б\cdot\frac{1}{4\pi}$$

const, const

$\Downarrow$

$$x^2\rho(x) = const$$

$$\rho(x) = \frac{V_g^2}{4\pi G x^2}$$

Балдж:

$$V(r)^2 = \frac{G\cdot 4\pi\cdot\int_0^r x^2\rho(x)dx}{r}$$

$$V(r) = k\cdot r$$

Из рисунка: $V(r) \propto r$, $V(r)^2 \propto r^2$

$$\int_0^r x^2\rho(x)dx = \frac{V(r)^2\cdot r}{G\,4\pi} \propto r^3$$

const

$\Downarrow$

$$x^2\rho(x) \propto x^2$$

$\Downarrow$

$$\rho(x) = const \Rightarrow \rho(x) = \frac{V_g^2\cdot R'\cdot 3}{4\pi G\cdot R'^3} = \frac{3V_g^2}{4\pi G R'^2}$$

код 194 стр №3 из 4

Зависимость плотности от растояни для балджи $\rho(x) = const$ $\rho = \frac{3V_g^2}{4\pi G R^2}$

Зависимость плотности от расстояни для гало $\rho(x) \propto \frac{1}{x^2}$ $\rho(x) = \frac{V_g^2}{4\pi \cancel{Rx^2} G x^2}$

Код 194 стр №4 из 4