

На рисунке обозначаем примерно  
Балда - бар, как я понял, радиус бара  
 $r \approx 70 \text{ км}$  (рисунком).

Для определения угловой скорости,  
нужно определить период, по известным  
параметрам  $\frac{T}{4} = 700 \text{ км}$ . (поворот на  $90^\circ$ )  $\Rightarrow$

$\Rightarrow T = 400 \text{ км} \text{ лет} = 4 \cdot 10^8 \text{ лет}$

$\omega = 369 \text{ дней}$

$\text{день} = 24 \text{ ч} = 24 \cdot 60 \text{ мин} = 86400 \text{ с}$

$T \text{ год} = 37536000 \text{ с}$

$T = 4 \cdot 10^8 \text{ лет} \approx 2 \cdot 6,3 \cdot 10^{15}$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{6,28}{2 \cdot 6,3 \cdot 10^{15}} = 0,5 \cdot 10^{-15} \text{ рад/с}$

7440  
60  
-----  
86400  
365  
-----  
4320  
5164  
-----  
2592  
37536000

Посчитаем угловые скорости в галактике по известным  
магнит.

$1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$

$1 \text{ а.е.} = 150 \cdot 10^{19} \text{ м}$

$1 \text{ км} = 3 \cdot 10^{18} \text{ м}$

$1 \text{ ПК} = 206265 \text{ а.е.}$

$1 \text{ ПК} = 3 \cdot 10^{16} \text{ м}$

2 измерения:  $v_2 = 0,1 \text{ км} = 3 \cdot 10^{18} \text{ м}$

$v_2 = 42000 \text{ м/с} \Rightarrow \omega_2 = \frac{v_2}{r_2}$

$\omega_2 = \frac{42 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^{18}} = 14 \cdot 10^{-15} \text{ рад/с}$  - скорость вращения

10-ое измерение:  $r_{10} = 2 \text{ КПК} = 6 \cdot 10^9 \text{ м}$ .

$$v_{10} = 220 \cdot 10^3 \text{ м/с} \Rightarrow$$

$$\omega = \frac{220 \cdot 10^3}{6 \cdot 10^9} \approx 3,7 \cdot 10^{-7} \text{ рад/с} - \text{молниеносно}$$

14-ое измерение:  $r_{14} = 9,36 \text{ КПК} = 2,8 \cdot 10^{10} \text{ м}$ .

$$v_{14} = 194 \cdot 10^3 \text{ м/с} \Rightarrow$$

$$\omega_{14} = \frac{194 \cdot 10^3}{2,8 \cdot 10^{10}} = 0,7 \cdot 10^{-7} - \text{случайно}$$

15-ое измерение:  $r_{15} = 19,7 \text{ КПК} = 4,17 \cdot 10^{10} \text{ м}$ .

$$v_{15} = 196 \cdot 10^3 \text{ м/с} \Rightarrow$$

$$\omega_{15} = \frac{196 \cdot 10^3}{4,17 \cdot 10^{10}} \approx 0,47 \cdot 10^{-7} \text{ рад/с} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  примерный  $R$  короткозамыкает около 13,5 КПК  
В целом, линейные вращающиеся с  $R$  от 6,43 до  
20 КПК  $\approx$  огибающей (немого приемля), но

можно взять:  $v = 195 \cdot 10^3 \text{ м/с}$  и  $\omega = 0,5 \cdot 10^{-7} \text{ рад/с}$   
расчитать радиус короткозамыкания по  
 $\omega = 0,5 \cdot 10^{-7} \text{ рад/с} \Rightarrow r_k = \frac{v}{\omega} = \frac{195 \cdot 10^3}{0,5 \cdot 10^{-7}} = 3,9 \cdot 10^{10} = 13,5 \text{ КПК}$

Т.е.  $R$  короткозамыкает  $\approx 13-13,5 \text{ КПК}$ .

$\frac{r_k}{r_0} = \frac{13 \text{ КПК}}{20 \text{ КПК}} = 0,65 < 0,7 \Rightarrow$  бар не достигнут,  
но так как огибающая растет, то для почти  
достигнут, может быть граничная  
ситуация.

587



# Первый закон Кеплера массы галактики 587

Вывести формулу, что для сферической галактики (популяции)

$$\Rightarrow F_T = m a_{\text{ц}} \Rightarrow m \frac{v^2}{r} = G \frac{M m}{r^2} \Rightarrow M = \frac{v^2 r}{G}$$

$$r = 20 \text{ кпк} = 6 \cdot 10^{20} \text{ м}$$

$$v = 792000 \text{ м/с}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м} \cdot \text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}$$

$$G = 4 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м} \cdot \text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}$$

$$\Rightarrow M = \frac{792^2 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 10^{20}}{4 \cdot 10^{11}} \approx \frac{222 \cdot 10^8}{4} \approx 31,7 \cdot 10^{10} \text{ кг}$$

Масса галактики:  $M \approx 31,7 \cdot 10^{10} \text{ кг}$

~~Вывести формулу для массы галактики по скорости вращения в зависимости от радиуса. Для этого можно использовать закон Кеплера.~~

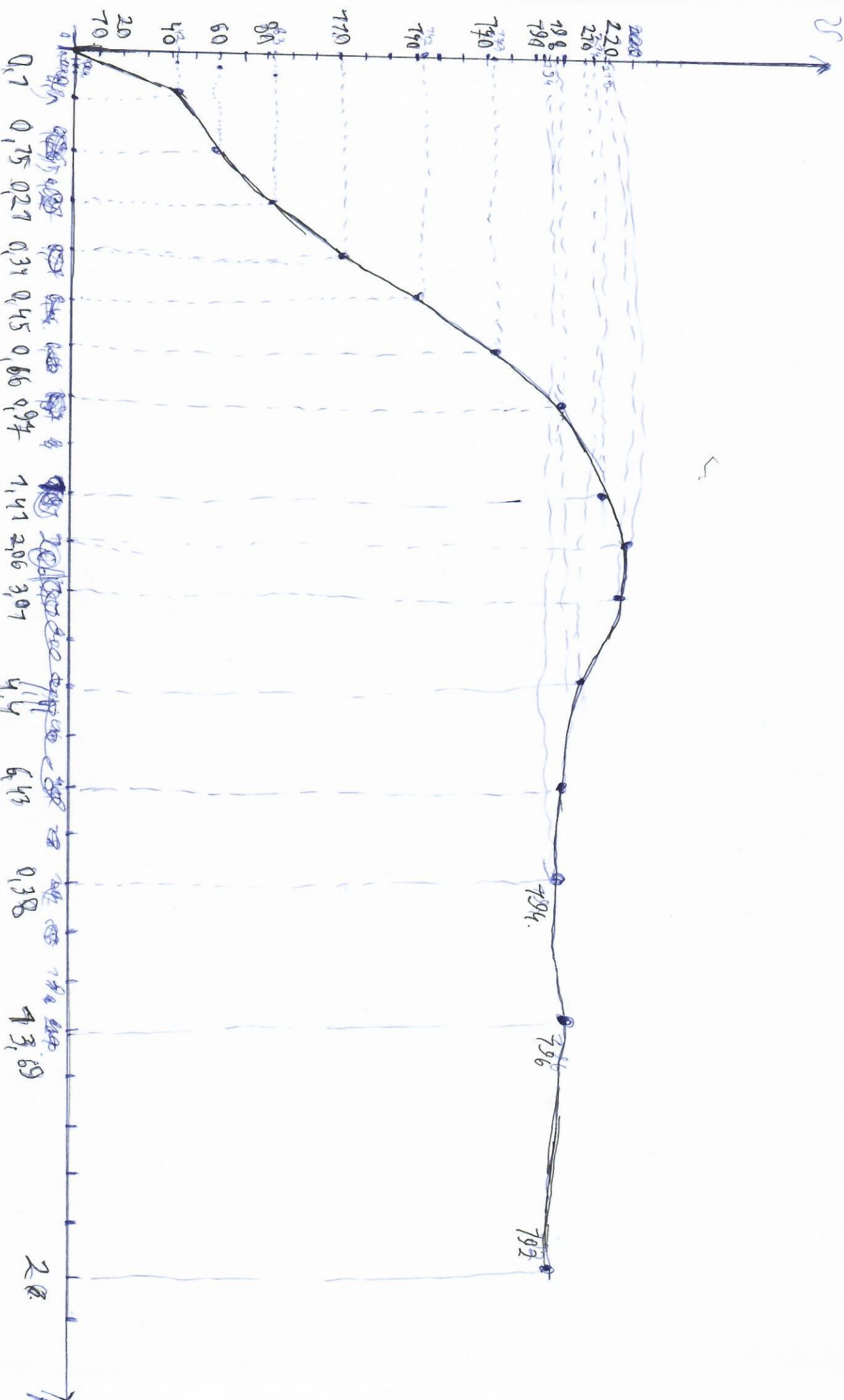
В галактике много звезд с не большой массой, но большая масса, поэтому надо учитывать массу галактики по орбитальной скорости. Для этого можно использовать закон Кеплера.

$$v_{\text{max}} = 220 \text{ км/с} = 220 \cdot 10^3 \text{ м/с} \quad (r = 2,86 \text{ кпк} \approx 6 \cdot 10^{20} \text{ м})$$

$$\text{тогда: } M_{\text{д}} = \frac{v_{\text{max}}^2 r}{G} = \frac{220^2 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 10^{20}}{4 \cdot 10^{11}}; \quad M_{\text{б}} \approx 41,5 \cdot 10^{10} \text{ кг}$$

Получаем, что  $M = 4,6 M_{\text{д}}$ . Масса галактики в пределах 20 кпк примерно в 4,6 раза больше массы ~~галактики~~ галактики.

584



5/4



