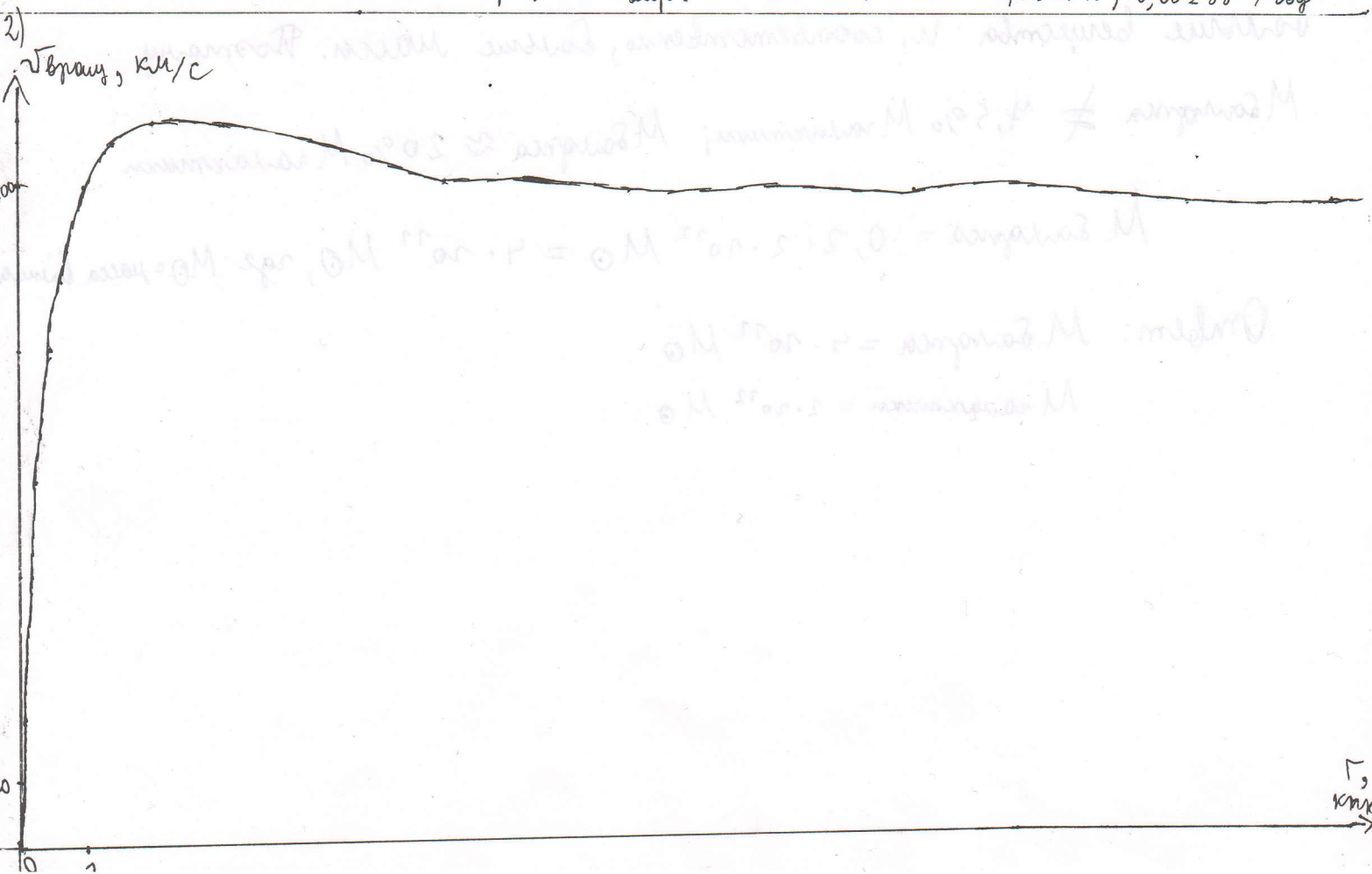


1) Померив линейкой, найдем размеры бара на первом изображении. Получили $2,5 \text{ см} \times 1 \text{ см}$ в длину и ширину соответственно. При этом расстояние 10 кпк по изображению соответствует $3,8 \text{ см}$. Тогда $1 \text{ см} = 2,63 \text{ кпк}$. Следовательно, размеры бара составляют $6,54 \times 2,63 \text{ кпк}$. Далее возьмем на третье изображение, полученное через 100 млн лет от первого. Такое положение означает, что бар повернулся либо на 80° , либо на 260° , но во втором случае это бы означало, что на четвертом изображении бар уже сделал бы полный оборот, что противоречит условию. Тогда бар повернулся на 80° за 100 млн лет.

$$\omega_{\text{бар}} = \frac{\alpha}{t} = \frac{80^\circ}{100 \text{ млн лет}} = 0,8^\circ / \text{млн лет} = 0,0000008^\circ / \text{год} = 0,00288'' / \text{год}$$

↓ угловая скорость бара, $\omega_{\text{бар}}$. Ответ: $6,54 \text{ кпк} \times 2,63 \text{ кпк}$; $0,00288'' / \text{год}$



3) Для начала оценим массу всей галактики. Ее радиус составляет 20 кпк, что совпадает с радиусом нашей галактики Млч. Тогда можно сказать, что их массы также приблизительно равны. $M_{\text{галактики}} = M_{\text{млч}} = 2 \cdot 10^{12} M_{\text{солнца}}$.

Теперь перейдем к бару. Его границы на изображении можно определить по выделенным зонам рядом с баром. Размеры бара $3 \times 4,5 \text{ см} = 4,9 \times 73,85 \text{ кпк}$

$$S_{\text{бара}} \text{ на изображении} \approx 3 \cdot 4,5 \approx 13,5 \text{ см}^2$$

$$S_{\text{галактики}} \text{ на изображении} \approx 3,14 \cdot 4,6 \approx 780 \text{ см}^2, \text{ по формуле } S = \pi \cdot R^2$$

Тогда $\frac{S_{\text{бара}}}{S_{\text{галактики}}} \approx 4,5\%$, однако в центре галактики куда

больше вещества и, соответственно, больше массы. Поэтому

$$M_{\text{бара}} \neq 4,5\% M_{\text{галактики}}; M_{\text{бара}} \approx 20\% M_{\text{галактики}}$$

$$M_{\text{бара}} = 0,2 \cdot 2 \cdot 10^{12} M_{\odot} = 4 \cdot 10^{11} M_{\odot}, \text{ где } M_{\odot} = \text{масса Солнца}$$

Ответ: $M_{\text{бара}} = 4 \cdot 10^{11} M_{\odot}$

$$M_{\text{галактики}} = 2 \cdot 10^{12} M_{\odot}$$

$$4) \quad W = \frac{v}{r}$$

Скорость газа в км/с, а радиус в кпк. Переведем кпк в км и км/с в км/год, получим угловую скорость в радианах в год, а затем делим на 57° (57° в одном радиане) и на 3600 (количество секунд в градусе), что примерно равно $2 \cdot 10^5$ и получим угловую скорость в секундах в год.

1 кпк = $3,26 \cdot 10^3$ св. лет, а затем зная, что расстояние в 1 а.е. свет пролетает за 8 минут, переведем св. года в а.е.

$$3,26 \cdot 10^3 \text{ св. лет} = \frac{3,26 \cdot 10^3 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365}{8} \text{ а.е.} = \frac{3,26 \cdot 10^3 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 750 \cdot 10^6}{8} \text{ км}$$

$$\text{т.к. } 1 \text{ а.е.} = 750 \cdot 10^6 \text{ км}$$

$$1 \text{ км/с} = 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 \text{ км/год}$$

$$W \text{ [рад/год]} = \frac{v \text{ [км/с]} \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 8}{r \text{ [кпк]} \cdot 10^3 \cdot 3,26 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 750 \cdot 10^6} = \frac{v \text{ [км/с]} \cdot 480}{r \text{ [кпк]} \cdot 10^9 \cdot 480} = \frac{v \text{ [км/с]}}{r \text{ [кпк]} \cdot 10^9}$$

$$W \text{ ["/год]} = W \text{ [рад/год]} \cdot 2 \cdot 10^5 = \frac{v \text{ [км/с]} \cdot 2 \cdot 10^5}{r \text{ [кпк]} \cdot 10^9} = \frac{2}{10^4} \cdot \frac{v \text{ [км/с]}}{r \text{ [кпк]}}$$

$$W = W_{\text{газа}} = 0,00288 \text{ "/год} = \frac{v \text{ [км/с]} \cdot 2}{r \text{ [кпк]} \cdot 10^4} \Rightarrow \frac{v \text{ [км/с]}}{r \text{ [кпк]}} = 74,4$$

Получаем $r_{\text{коротации}} = 73,6$ кпк, т.к. при таком радиусе $v = 786$ км/с и, соответственно, $\frac{v}{r} \approx 74,4$

Ответ: $r_{\text{коротации}} = 73,6$ кпк

5) Длина бара составляет $\approx 6,6$ кпк (см п.1), тогда
 Максимальный радиус бара составляет половину длины, т.е. $3,3$ кпк.

Тогда $\frac{\Gamma_{\text{коротацин}}}{\Gamma_{\text{бара}}} = \frac{13,6 \text{ кпк}}{3,3 \text{ кпк}} \approx 4,1$, что явно больше, чем $1,4$.

Следовательно, бар данной галактики не является быстрым.

Ответ: нет, не является быстрым.