

1) Сначала при помощи осей выведем масштаб:

$$\frac{7,1 \text{ см}}{3,8 \text{ см}} = \frac{10 \text{ кПК}}{10 \text{ кПК}}$$

Теперь измерим длину ~~Бара~~ Бара линейкой. Получаем 7,1 см
Составим пропорцию:

$$3,8 - 10 \text{ кПК}$$

$$7,1 - 6$$

$$\text{отсюда: } 6 = \frac{71 \text{ кПК}}{3,8} = 18,6 \text{ кПК}$$

Для нахождения $\langle w \rangle$ найдем углы, которые проходило тело за T ($= 50 \cdot 10^6 \text{ yr}$), т.е. интервалы между картинками. Для этого обозначим за $\langle \alpha \rangle$ угол отклонения от горизонтали:

$$\alpha_1 = 3^\circ$$

$$\alpha_2 = 43^\circ$$

$$\alpha_3 = 85^\circ$$

$$\alpha_4 = 126^\circ$$

Теперь за $\langle \beta \rangle$ обозначим углы отклонения от первой фотографии

$$\beta_1 = 0^\circ$$

$$\beta_2 = 40^\circ$$

$$\beta_3 = 42^\circ$$

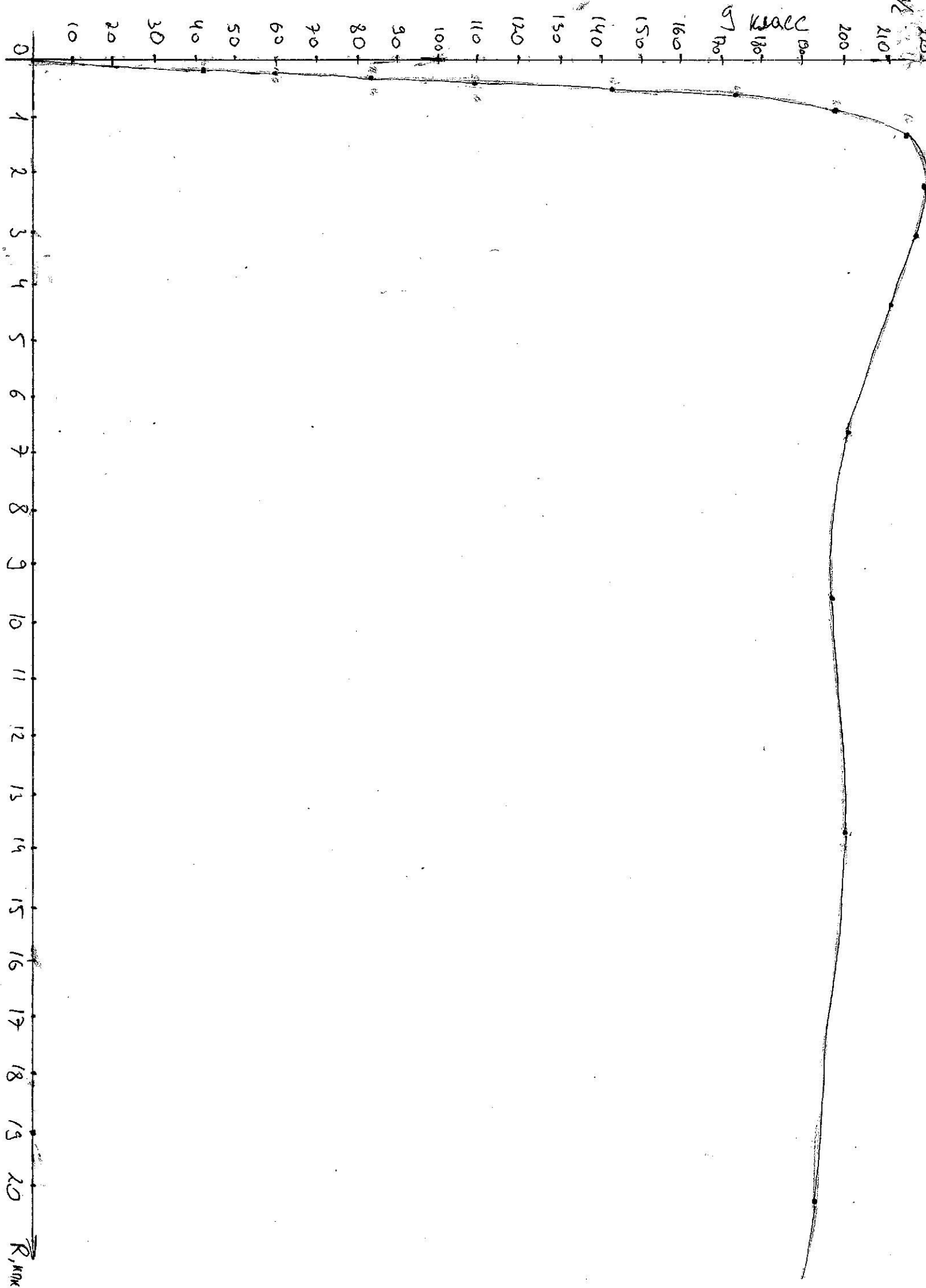
$$\beta_4 = 41^\circ$$

Для нахождения $\langle w \rangle$ возьмем среднее β - поделим на T .

$$\beta_{\text{ср}} = \frac{40 + 41 + 42}{3} = 41^\circ$$

$$w = \frac{\beta_{\text{ср}} \text{ рад}}{T \text{ секунд}} = \frac{41^\circ}{50 \cdot 10^6 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} = \frac{0,67 \text{ рад}}{1,58 \cdot 10^{15} \text{ c}} \approx 0,5 \cdot 10^{-15} = 5 \cdot 10^{-16} \frac{\text{рад}}{\text{c}}$$

15-2
R, MIN



3). Для нахождения массы галактики (M) запишем гравитационное воздействие на звезду на расстоянии R=20 кпк с массой = m

$$F_{гп} = \frac{GM \cdot m}{R^2} = m a_{ц}$$

$$\frac{GM \cdot m}{R^2} = m \cdot \omega^2 R$$

$$GM = \omega^2 \cdot R^3$$

~~$$M = \frac{\omega^2 \cdot R^3}{G} = \frac{(5 \cdot 10^{-16})^2 \cdot (20 \cdot 10^3)^3 \cdot (3 \cdot 10^{16})^3}{6,67 \cdot 10^{-11}} = \frac{25 \cdot 10^{-32} \cdot 80 \cdot 10^{12} \cdot 27 \cdot 10^{48}}{6,7 \cdot 10^{-11}} = \frac{25 \cdot 16 \cdot 10^{28}}{6,7} = \frac{400 \cdot 10^{28}}{6,7} = \frac{3,24 \cdot 10^{31}}{6,7} = 4,8 \cdot 10^{30} \text{ кг}$$~~

~~$$M = \frac{25 \cdot 10^{-32} \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 27 \cdot 10^{48}}{6,7 \cdot 10^{-11}} = \frac{25 \cdot 27 \cdot 8 \cdot 10^{20}}{6,7} = \frac{5400 \cdot 10^{20}}{6,7} = \frac{810 \cdot 10^{21}}{6,7} = \frac{121 \cdot 10^{22}}{6,7} = \frac{1,8 \cdot 10^{24}}{6,7} = 2,6 \cdot 10^{23} \text{ кг}$$~~

~~$$M = \frac{25 \cdot 10^{-32} \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 27 \cdot 10^{48}}{6,7 \cdot 10^{-11}} = \frac{25 \cdot 10^{-32} \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 27 \cdot 10^{48}}{6,7} = \frac{25 \cdot 27 \cdot 8 \cdot 10^{20}}{6,7} = \frac{5400 \cdot 10^{20}}{6,7} = \frac{810 \cdot 10^{21}}{6,7} = \frac{121 \cdot 10^{22}}{6,7} = \frac{1,8 \cdot 10^{24}}{6,7} = 2,6 \cdot 10^{23} \text{ кг}$$~~

$$M = \frac{\omega^2 \cdot R^3}{G}$$

$$M = \frac{(5 \cdot 10^{-16})^2 \cdot (2 \cdot 10^4)^3 \cdot (3 \cdot 10^{16})^3}{6,7 \cdot 10^{-11}} = 8 \cdot 10^{41} \text{ кг}$$

Для оценки массы галактики найдем его радиус и при помощи графика узнаем скорость вращения звезды на этом радиусе и так же через силу гравитационного воздействия найдем массу

$$R_{галактика} = \frac{2,6 \cdot 10 \text{ кпк}}{3,8} = \frac{26}{3,8} \approx 7 \text{ кпк}$$

$$v \text{ на этом расстоянии} = 190 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$\frac{GM_2 m}{R_{галактика}^2} = m a_{ц}$$

$$\frac{GM_2}{R_{галактика}} = \frac{v^2}{R_{галактика}}$$

$$M_2 = \frac{v^2 \cdot R_{галактика}}{G}$$

$$M_2 = \frac{190000^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot 7 \cdot 3 \cdot 10^{16}}{6,7 \cdot 10^{-11}} = \frac{19^2 \cdot 10^8 \cdot 21 \cdot 10^{16}}{6,7 \cdot 10^{-11}} = \frac{19^2 \cdot 21}{6,7} \cdot 10^{38} \approx 1,1 \cdot 10^{41} \text{ кг}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{=} \frac{20^3 \cdot 10^{32}}{6,7} &= \frac{8000}{6,7} \cdot 10^{38} = \\ &= \frac{8}{6,7} \cdot 10^{41} = 1,1 \cdot 10^{41} \text{ кг} \end{aligned}$$

4) Для нахождения радиуса короткого ~~радиуса~~
 выразим угловую скорость и приравняем её к угловой скорости бара
~~Очевидно~~, скорость будет ~~равна~~ равна угловой в 6 промежутке
 от 120 до 200 (возьмем среднее $195 \frac{\text{км}}{\text{с}}$), поэтому что
 радиус короткого не должен только отличаться от радиуса бара

$$\omega = \frac{v^2}{R_{\text{кор}}}$$

$$R = \frac{v^2}{\omega} = \frac{195000^2}{5 \cdot 10^{-16}} = \frac{195^2 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-16}} = \frac{195^2}{5} \cdot 10^{24} \text{ м} = 35 \cdot 195 \cdot 10^{22} \text{ м} =$$

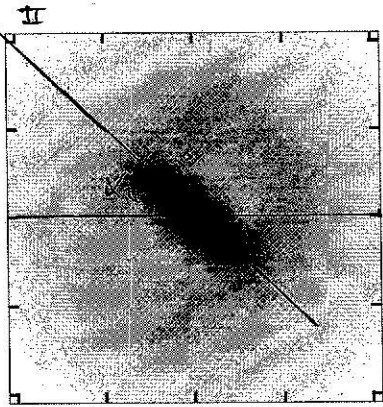
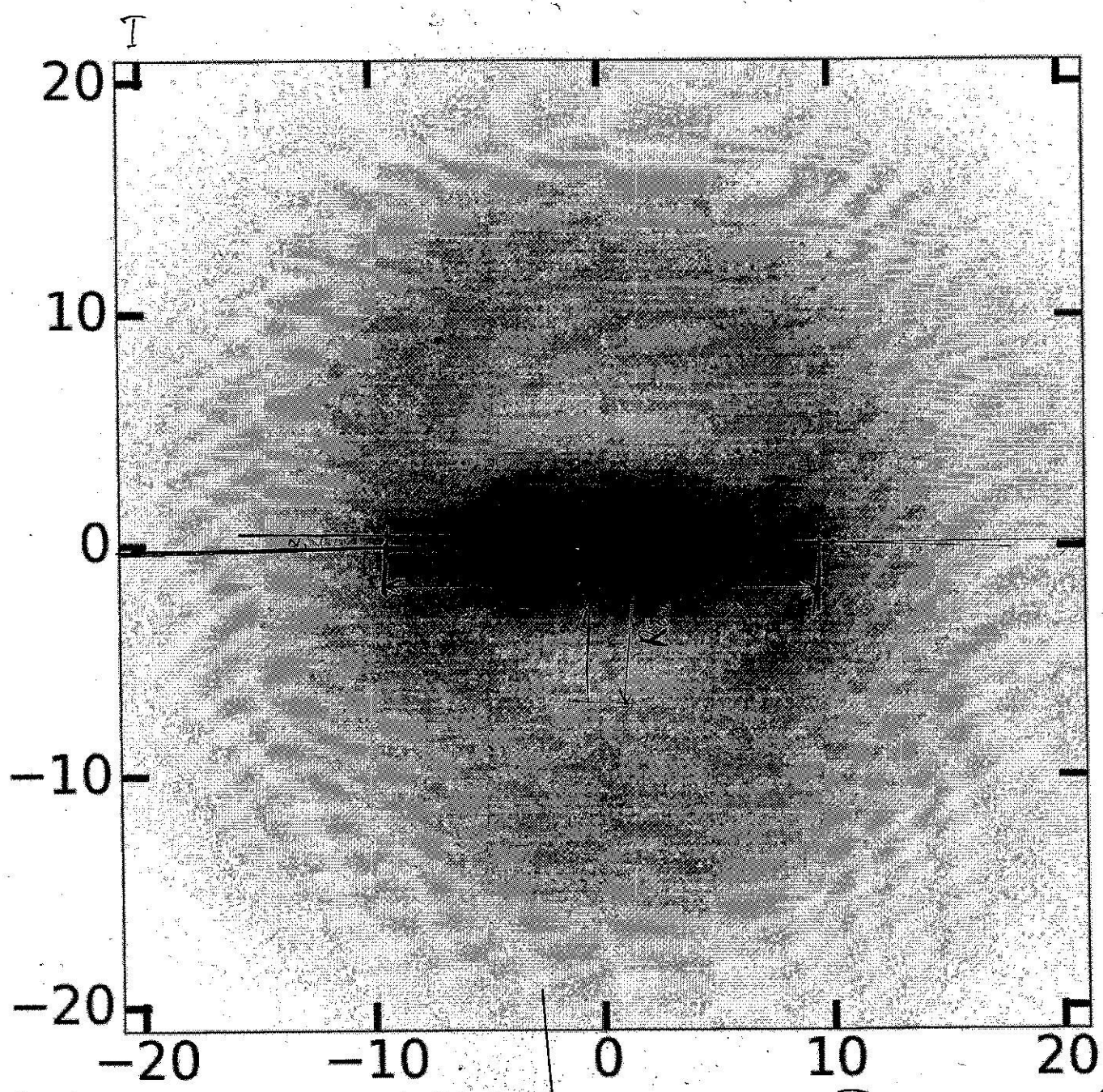
$$= 7,6 \cdot 10^{25} \text{ м} =$$

$$R_{\text{кор}} = \frac{v}{\omega} = \frac{195000}{5 \cdot 10^{-16}} = \frac{195}{5} \cdot 10^{19} = 3,9 \cdot 10^{20} \text{ м} = 1,3 \cdot 10^4 \text{ ПК} = 13 \text{ КПК}$$

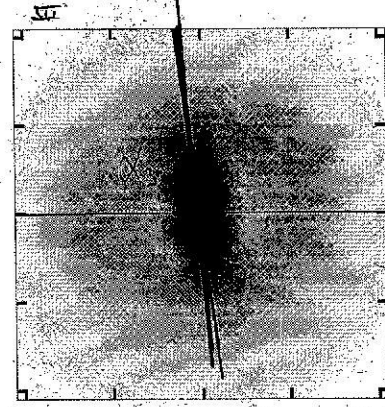
$$5) \frac{R_{\text{бара}}}{R_{\text{кор}}} = \frac{18,6}{13} \approx 1,43 \Rightarrow \text{бар галактики быстрый}$$

Дополнительно: все ~~вычисления~~ измерения gehen на месте с
 фотографиями.

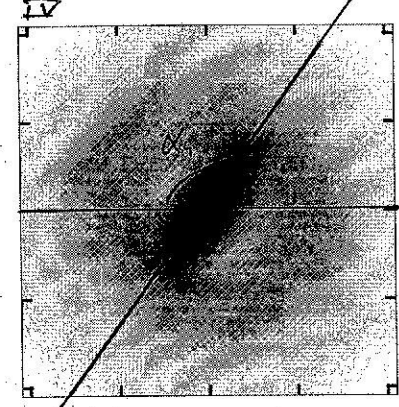
15-5
3 кие



$50 \cdot 10^6 \text{ yr}$



$2 \cdot 50 \cdot 10^6 \text{ yr}$



$3 \cdot 50 \cdot 10^6 \text{ yr}$

Время от начала фотозаписи

$$7,1 - 6$$

$$3,8 - 10$$

$$G = 18,8$$

$$\alpha_1 = 3^\circ$$

$$\alpha_2 = 43^\circ$$

$$\alpha_3 = 85^\circ$$

$$\alpha_4 = 126^\circ$$

$$\alpha_1 = 140$$

$$\alpha_2 =$$

Чепробулк

$$G = \frac{71}{3,8}$$

$$\begin{array}{r} 710 \overline{) 38} \\ \underline{38} \\ -330 \\ \underline{304} \\ 250 \\ \underline{228} \\ 22 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 38 \\ \hline 26 \\ 6 \\ \times 38 \\ \hline 504 \\ 4 \\ \times 38 \\ \hline 228 \end{array}$$

$$F_{cp} = \frac{GMm}{R^2} = ma_g$$

$$GM = a_g \cdot R^2 = \omega^2 R^3$$

$$M = \frac{a_g \cdot R^2}{G} = \frac{\omega^2 \cdot R^3}{G}$$

$$\frac{41}{57,3} \approx 0,715 = 0,7$$

$$\Delta \alpha_1 = 40$$

$$\omega_1 = \frac{\Delta \alpha_1}{T} = \frac{40^\circ}{50 \cdot 10^6 \text{ s}}$$

$$\Delta \alpha_2 = 41$$

$$\omega_2 = \frac{\Delta \alpha_2}{T}$$

$$\Delta \alpha_{cp} = \frac{\Delta \alpha_1 + \Delta \alpha_2 + \Delta \alpha_3}{3} = \frac{40 + 41 + 42}{3} = 41$$

$$\omega_{cp} = \frac{41^\circ}{57,3^\circ} = \frac{0,67}{305 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{0,67}{120 \cdot 36 \cdot 365 \cdot 10^9}$$

$$= \frac{0,67}{9320 \cdot 365 \cdot 10^9} = \frac{2,62}{1576800 \cdot 10^9} = \frac{3,67}{1,58 \cdot 10^{15}} \approx 0,5 \cdot 10^{-15} = 5 \cdot 10^{-16}$$

~~Handwritten scribbles~~

$$\begin{array}{r} 25 \cdot 16 \cdot 81 \\ \times 3 \\ \hline \times 25 \\ \hline 150 \\ \times 16 \\ \hline 25 \\ \hline 400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 81 \\ \hline \times 400 \\ \hline 32400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ \hline 120 \\ \hline 720 \\ \hline 360 \\ \hline 4320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 432 \\ \hline \times 3650 \\ \hline 2160 \\ 2592 \\ 1296 \\ \hline 1576800 \end{array}$$

~~540~~

qernobun

15-2
9kn

$$\frac{(5 \cdot 10^{-16})^2 \cdot (2 \cdot 10^9)^3 \cdot (3 \cdot 10^{16})^3}{6,7 \cdot 10^{-11}} = \frac{25 \cdot 10^{-32} \cdot 8 \cdot 10^{27} \cdot 27 \cdot 10^{48}}{6,7 \cdot 10^{-11}}$$

$$= \frac{25 \cdot 8 \cdot 27 \cdot 10^{39}}{6,7} = \frac{26^2 \cdot 8 \cdot 10^{39}}{6,7}$$

$$= \frac{5,4 \cdot 10^{42}}{6,7} = 0,8 \cdot 10^{42} = 8 \cdot 10^{41}$$

$$\begin{array}{r} 53 \\ \times 67 \\ \hline 391 \\ 3190 \\ \hline 3592 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 67 \\ \hline 35 \\ 336 \\ \hline 336 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 570 \\ 536 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 195 \\ 33 \\ \hline 1755 \\ 585 \\ \hline 7605 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18,6 \\ - 13,0 \\ \hline 5,60 \\ \times 520 \\ \hline 400 \\ 330 \\ \hline 100 \end{array}$$

~~XXXX~~