

Практический тур.

1.) На большом рисунке длина бара равна 3 см.

На этом рисунке 3,5 см = 10 кнк.

Значит длина бара  $l = \frac{3}{3,5} \cdot 10 \text{ кнк} = \frac{300}{35} = \frac{60}{7} \approx$

$\approx 8,57 \text{ кнк}$

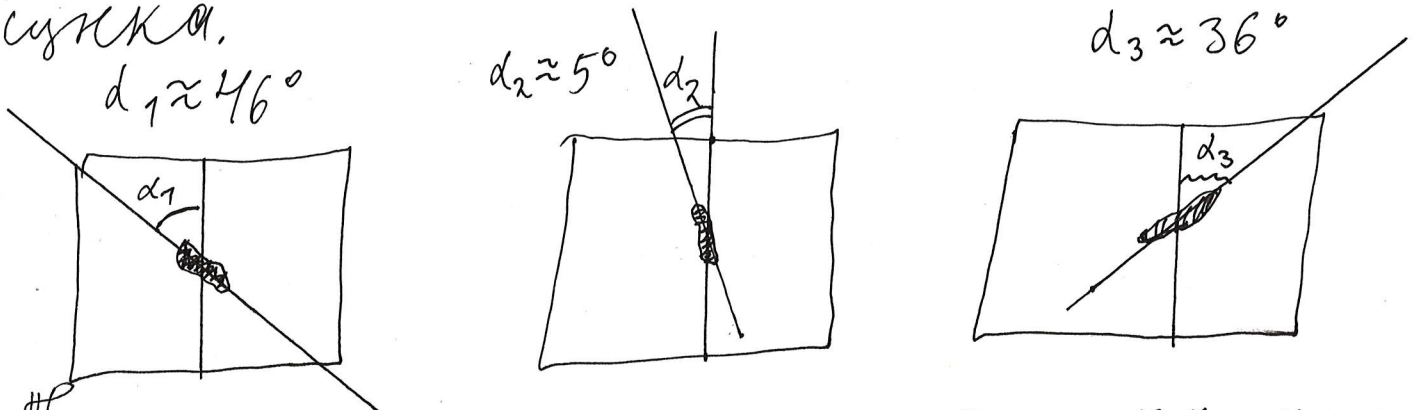
$$\begin{array}{r|l} 60,0 & 7 \\ -56 & \hline 40 & 8,57... \\ -35 & \\ \hline 50 & \\ -49 & \\ \hline 10 & \\ \dots & \end{array}$$

$l = 8,57 \text{ кнк}$



$R_{\text{бара}} = \frac{l}{2} = \frac{8,57}{2} \approx 4,29 \text{ кнк}$

По трём маленьким картинкам найдем  $\omega$  бара. Будем считать траекторией чирок между линией бара и прямой, перпендикулярной верхней границе рисунка.



Но если галактика проходит примерно  $40^\circ$  за  $50 \cdot 10^6$  лет.

↓ см. стр. 2

Время первого обращения галактики

$$T \approx \frac{360^\circ}{40^\circ} \cdot 50 \cdot 10^6 \text{ лет} = 9 \cdot 5 \cdot 10^7 \text{ лет} = 45 \cdot 10^7 \text{ лет}$$

$$\begin{aligned} \text{Время } \omega_{\text{гала}} &= \frac{2\pi}{T} = \frac{6,3 \text{ рад}}{4,5 \cdot 10^8 \text{ лет}} = 1,4 \cdot 10^{-8} \frac{\text{рад}}{\text{год}} = \\ &= 14 \cdot 10^{-8} \frac{\text{рад}}{\text{год}} \cdot 206265 \frac{''}{\text{рад}} \approx 1,4 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^5 = 2,8 \cdot 10^{-3} \frac{''}{\text{год}} \end{aligned}$$

$$\omega_{\text{гала}} \approx 1,4 \cdot 10^{-8} \frac{\text{рад}}{\text{год}} = 2,8 \cdot 10^{-3} \frac{''}{\text{год}}$$

3.) См. график на странице 3.

4.) Такая форма графика обусловлена неоднородностью плотности галактики - в центре и ближе она высокая  $\Rightarrow$   $\Rightarrow$  скорость растёт быстро, а затем плотность медленно уменьшается и в конце  $v \approx \text{const}$ .

Скорость звезды будет равна  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ , где  $M$  - вся масса, заключённая в шаре радиуса  $r$ .

Примерная граница балджа - при скорости (плотность стала маленькой).

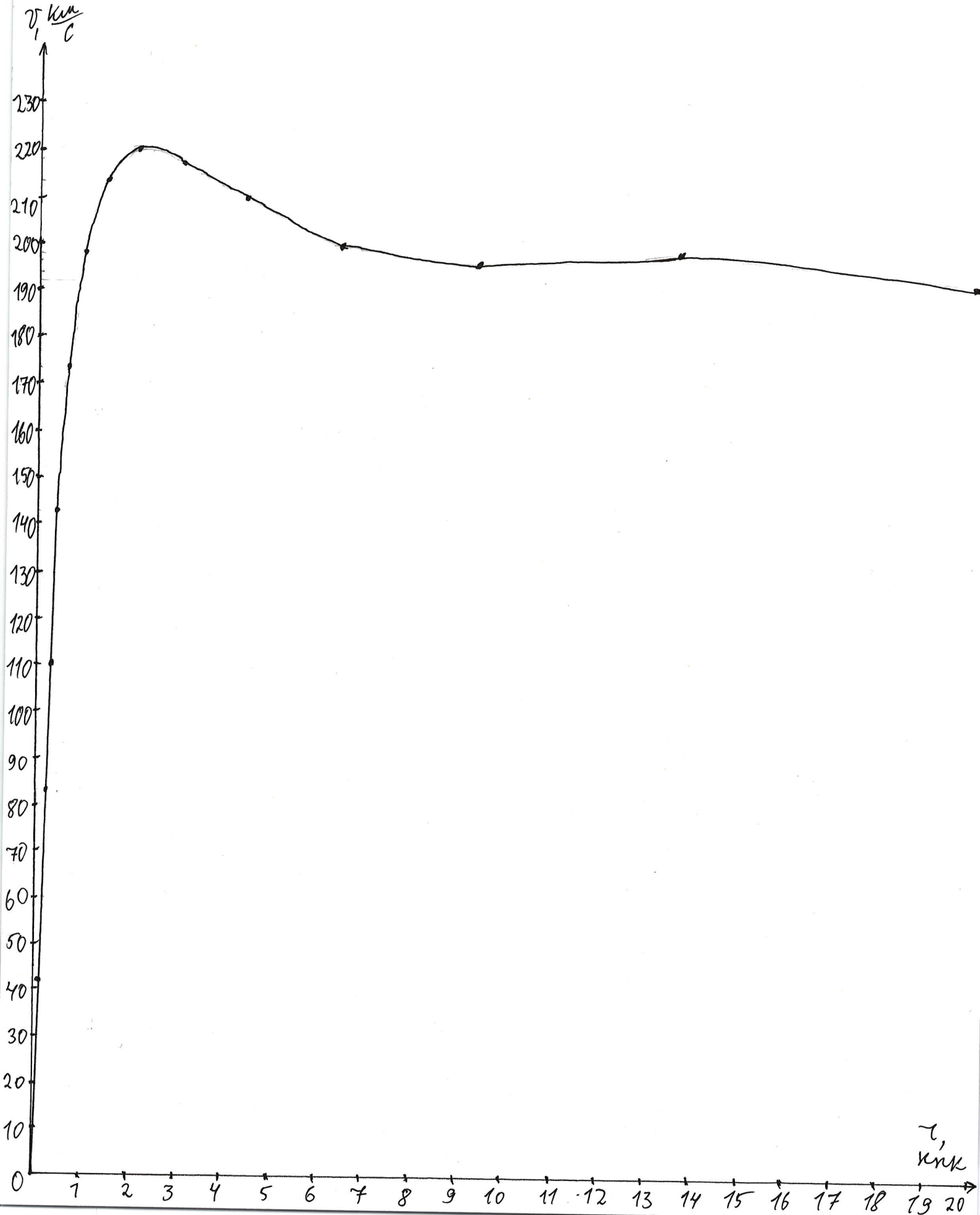
$$v_{\text{max}} = 220 \frac{\text{км}}{\text{с}} = 2,2 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$\Downarrow$  см. стр 3.

Ког 146

Справка 3 из 7

⇒ см. стр. 4



воз 146

Страница 4 из 7

А гравитация баллона по расстоянию

$$R_{\text{баллон}} = 2,06 \cdot 10^3 \text{ м}$$

Площа:

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{GM_{\text{баллон}}}{R_{\text{баллон}}}} \Rightarrow v_{\text{max}}^2 R_{\text{баллон}} = GM_{\text{баллон}}$$

$$M_{\text{баллон}} = \frac{v_{\text{max}}^2 R_{\text{баллон}}}{G} = \frac{(2,2 \cdot 10^5)^2 \cdot 2,06 \cdot 10^3 \cdot 206265 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}}{6,67 \cdot 10^{-11}}$$

$$= \frac{2,2^2 \cdot 10^{10} \cdot 2,06 \cdot 10^3 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}}{6,67 \cdot 10^{-11}} = \frac{2,2^2 \cdot 2,06^2 \cdot 1,5}{6,67} \cdot 10^{40} \approx$$

$$\approx \frac{4,8 \cdot 4,2 \cdot 1,5}{6,67} \cdot 10^{40} \approx \frac{30}{20/3} \cdot 10^{40} = \frac{90}{20} \cdot 10^{40} = 4,5 \cdot 10^{40} \text{ кг}$$

$\begin{array}{r} 2,2 \\ \times 2,2 \\ \hline 44 \\ + 44 \\ \hline 4,84 \end{array}$	$\begin{array}{r} 2,06 \\ \times 2,06 \\ \hline 1236 \\ + 412 \\ \hline 4,2436 \end{array}$	$\begin{array}{r} 4,8 \\ \times 1,5 \\ \hline 240 \\ + 48 \\ \hline 7,20 \end{array}$	$\begin{array}{r} 7,2 \\ \times 4,2 \\ \hline 144 \\ + 288 \\ \hline 30,24 \end{array}$
--	---	---	---

Итак,  $M_{\text{баллон}} = 4,5 \cdot 10^{40} \text{ кг}$

Теперь аналогично найдём массу ракеты на расстоянии 20 км.

$$\tau = 20 \text{ км}; \quad v \approx 1,9 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$M = \frac{v^2 \tau}{G}$$

↓ см. стр. 5



Ког 146 | (справка 5 из 7)

$$M = \frac{v^2 r}{G} = \frac{(1,9 \cdot 10^5)^2 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 206265 \cdot 10^{11} \cdot 1,5}{6,67 \cdot 10^{-11}}$$

$$= \frac{1,9^2 \cdot 10^{10} \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}}{6,67 \cdot 10^{-11}}$$

$$= \frac{1,9^2 \cdot 2 \cdot 2,06 \cdot 1,5}{6,67} \cdot 10^{41} \approx \frac{15 \cdot 1,5}{20/3} \cdot 10^{41} = \frac{67,5}{20} \cdot 10^{41} \approx$$

$$\approx 3,5 \cdot 10^{41} \text{ Кл}$$

$\begin{array}{r} 1,9 \\ \times 1,9 \\ \hline 171 \\ + 19 \\ \hline 3,61 \end{array}$	$\begin{array}{r} \times 3,61 \\ 4,12 \\ \hline 722 \\ 361 \\ \hline 1444 \\ 148732 \end{array}$	$\begin{array}{r} 45 \\ \times 1,5 \\ \hline 225 \\ + 45 \\ \hline 67,5 \end{array}$
---	--	--

$$M = 3,5 \cdot 10^{41} \text{ Кл}$$

4.)  $R_{\text{кон}} = ?$

$$R_{\text{кон}} \rightarrow \omega_{\text{зб}} = \omega_{\text{сара}}$$

$$\omega_{\text{сара}} = 1,4 \cdot 10^{-8} \frac{\text{рад}}{\text{с}} = 2,8 \cdot 10^{-31} \frac{\text{рад}}{\text{с}} = \frac{1,4 \cdot 10^{-8} \text{ рад}}{360 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с}}$$

$$= \frac{1,4 \cdot 10^{-8} \text{ рад}}{3,1 \cdot 10^7 \text{ с}} \approx 0,5 \cdot 10^{-15} \frac{\text{рад}}{\text{с}} = 5 \cdot 10^{-16} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$1 \text{ рад} \approx \pi \cdot 10^7 \text{ с}$$

$$1 \text{ КНК} = 206265 \cdot 1,5 \cdot 10^{11} \cdot 10^3 = 2,06 \cdot 1,5 \cdot 10^{19} \approx 3,09 \cdot 10^{19} \approx 3,1 \cdot 10^{19} \text{ М}$$

↓ см. стр. 6.

Код 146 | Исправляю 6 из 7

Для звезды  $\omega = \frac{v}{r} = \frac{v(\frac{\text{км}}{\text{с}}) \cdot 10^3(\frac{\text{м}}{\text{с}})}{r(\text{кпк}) \cdot 3,1 \cdot 10^{19} \text{ м}}$

$\omega = \omega_{\text{звезда}} = 5 \cdot 10^{-16} \frac{\text{рад}}{\text{сек}} = \frac{v(\frac{\text{км}}{\text{с}})}{r(\text{кпк})} \cdot \frac{10^3}{3,1 \cdot 10^{19}}$

$\frac{v(\frac{\text{км}}{\text{с}})}{r(\text{кпк})} = 3,1 \cdot 5 = 15,5$

в км и кпк, чтобы было удобнее смотреть на график и таблицы.

То есть чтобы  $\omega = \omega_{\text{звезда}}$  можно, чтобы

$\frac{v(\frac{\text{км}}{\text{с}})}{r(\text{кпк})} = 15,5$

Из таблицы и графика видно, что это достигается, когда скорость уже вышла на "плато"  $\Rightarrow v \approx 200 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

$r(\text{кпк}) = \frac{v(\frac{\text{км}}{\text{с}})}{15,5} \approx \frac{200}{15,5} \approx 12,9 \text{ кпк}$  } на графике эта точка действительно на "плато"

$$\begin{array}{r|l} 2000 & 155 \\ -155 & 12,9... \\ \hline 450 & \\ -310 & \\ \hline 1400 & \\ -1359 & \\ \hline 5... & \end{array}$$

**Значит  $R_{\text{кор}} \approx 12,9 \text{ кпк}$**

⇓ см. стр. 7.

Код 146 | Справочная 7 из 7

$$5.) R_{\text{бар}} = \frac{v_{\text{бар}}}{2} \approx 4,29 \text{ кмк} \approx 4,3 \text{ кмк}$$

$$\text{Порядок } \frac{R_{\text{кор}}}{R_{\text{бар}}} = \frac{12,9}{4,3} \approx 2,7 > 1,4$$

$$* \frac{12,9}{4,3} \approx \frac{12}{4,5} \approx 2,7$$

Значит бар не является боистрвым

Ответ: 1.)  $R_{\text{бар}} \approx 4,3 \text{ кмк}$ ,  $\omega_{\text{бар}} \approx 1,4 \cdot 10^{-8} \frac{\text{рад}}{\text{с}} = 2,8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{рад}}{\text{с}} = 5 \cdot 10^{-16} \frac{\text{рад}}{\text{сек}}$  2.) см. стр 3.

$$3.) M_{\text{бар}} \approx 4,5 \cdot 10^{40} \text{ кг} \quad M_{\text{кор}} \approx 3,5 \cdot 10^{41} \text{ кг}$$

4.)  $R_{\text{кор}} \approx 12,9 \text{ кмк}$  5.) бар не является боистрвым