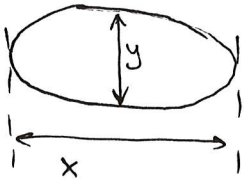


- 1) 40 кнк по рисунку (увеличенному) занимает 15 см
 На том же рисунке длина бара составляет 3 см
 ширина бара 1 см



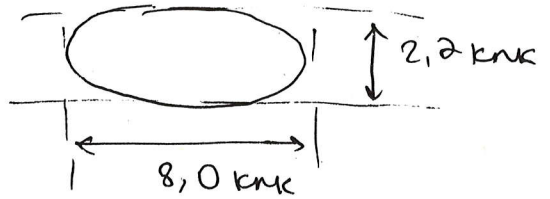
40 кнк - 15 см

$x - 3 \text{ см} \Rightarrow x = \frac{40 \text{ кнк}}{15 \text{ см}} \cdot 3 \text{ см} = 8 \text{ кнк}$

$y - 1 \text{ см} \Rightarrow y = \frac{40 \text{ кнк}}{15 \text{ см}} \cdot 1 \text{ см} = 2,7 \text{ кнк}$

$\frac{40}{15} = 2 + \frac{10}{15} \approx 2,7$

\Rightarrow размеры бара:



Угловая скорость:

За все время 1 оборот не успевает совершить \Rightarrow между двумя катками угловая скорость постоянна, то г.к. находим орбитальные периоды вращения

он повернется на угол $\alpha < 360$:



Измерения по картинке №2: $\alpha = 44^\circ$ (с помощью транспортира)

№3: $2\alpha = 88^\circ = \beta$

№4: $3\alpha = 131^\circ = \gamma$

$\beta = 2\alpha$

$\gamma = 131^\circ \Rightarrow \alpha' = \frac{131}{3} = \frac{44 \cdot 3 - 1}{3} = 43,7^\circ \Rightarrow \alpha_{\text{ср}} = \frac{44^\circ \cdot 2 + 43,7^\circ}{3} = 43,9^\circ$

$\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \omega = \frac{43,9^\circ}{50 \cdot 10^6 \text{ лет}} = \frac{43,9^\circ}{50 \text{ млн лет}} = \frac{87,8^\circ}{100 \text{ млн лет}} \approx 0,88^\circ / \text{млн лет}$

Ответ: $0,88^\circ / \text{млн лет} = 8,8 \cdot 10^{-6} \% / \text{млн лет} = 5 \cdot 10^{-16} \text{ } / \text{с}$ (расчет по стр №4)

Если скорость вращения постоянна, то г.к. находим орбитальные периоды вращения $t = 50 \cdot 10^6 \text{ лет}$, то между соседними катками угол поворота α .

- 2) График $v(R)$.

На следующей странице график.

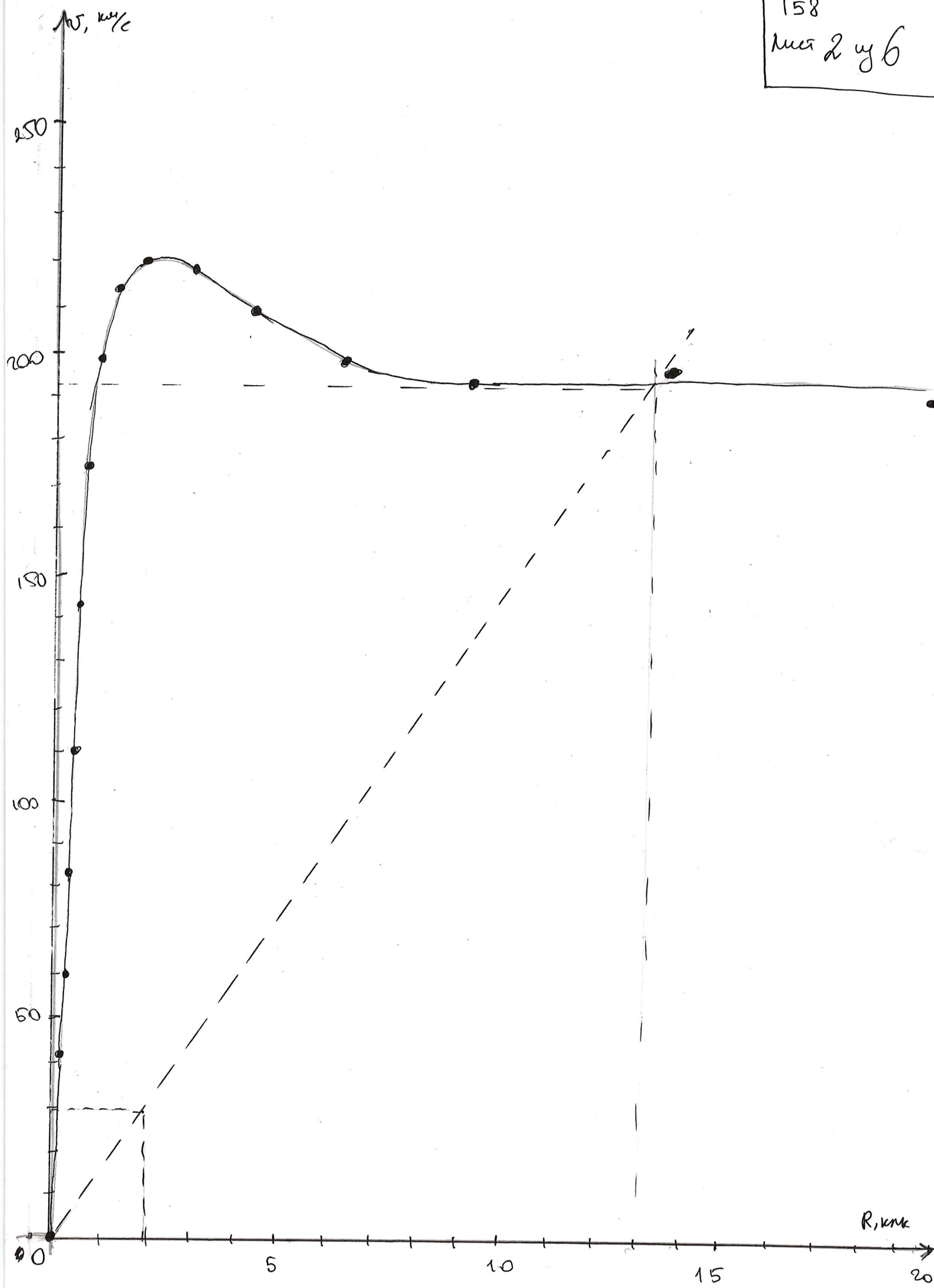
Компакт размер - 1 см.

Можно заметить, что до $0,66$ кнк график линейный. Далее происходит изгиб примерно при $R = 2,56 \text{ кнк}$, где достигается максимум скорости 220 км/с , а после график выходит примерно на ноль до $R = 20 \text{ кнк}$, где

$v \in [192; 198] \text{ км/с}$.

Соединим все точки сплюснутой кривой.

158
мес 2 у 6

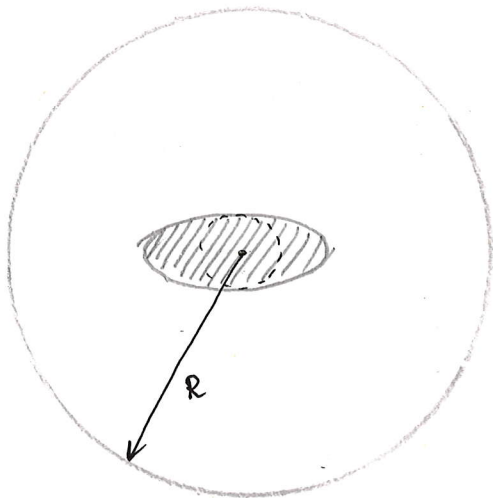


3) Масса Сатурна?
 Масса астероида?

$R = 20 \text{ км}$

158
 Мит Зю 6

Рассмотрим движение
 звезды вокруг центра. Пусть он находится



$a = \frac{v^2}{r}$

$a = \frac{G \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^2}{r} = G \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r$

$\frac{v^2}{r} = \frac{G \rho \cdot 4}{3} \pi r$

$v^2 = r^2 \cdot \frac{4 G \rho \pi}{3}$

$v(r) = r \cdot \sqrt{\frac{4 G \rho \pi}{3}}$

=> равенство констант

=> пока орбитально, $v(r)$ - константа ускорения.

$\frac{v(r)}{r} = \sqrt{\frac{4}{3} \pi \rho \cdot G} \leftarrow$ ускорение конст. у центра $v(r)$, пока он констант.

$k = \frac{142 \text{ км/с} - 0 \text{ км/с}}{0,45 \text{ км} - 0 \text{ км}} = \frac{142 \cdot 100 \text{ км/с} \cdot \text{км}}{45} = \frac{142 \cdot 10^5}{45} \text{ м/с} \cdot \text{км} =$

$= \frac{142 \cdot 10^2}{45} \text{ м/с} \cdot \text{км} = \frac{142 \cdot 10^2}{45 \cdot 206265 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}} \text{ м/с} \cdot \text{м} = \frac{142 \cdot 10^2}{45 \cdot 206265 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}} \text{ 1/с}$

$k^2 = \frac{4}{3} \pi \rho \cdot G$. Отсюда можно найти ρ .

$\frac{142^2}{(45 \cdot 206265 \cdot 1,5)^2 \cdot 10^{18}} = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot \rho \cdot 6,67 \cdot 10^{-11}$ (в системе СИ)

$\frac{142^2}{(45 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 10^5)^2} = 4 \cdot 6,67 \cdot 10^7 \cdot \rho$

$\left(\frac{142}{135}\right)^2 \cdot \frac{1}{10^{10}} = 4 \cdot 6,67 \cdot 10^7 \cdot \rho$

$\left(\frac{142}{135}\right)^2 \cdot \frac{1}{10^{10}} \cdot \frac{1}{27} = \rho = \left(1 + \frac{7}{135}\right)^2 \cdot \frac{1}{27} \cdot 10^{-12} = \left(1 + 2 \cdot \frac{7}{135}\right) \cdot \frac{1}{27} \cdot 10^{-12}$

$\rho = \frac{1,1}{27} \cdot 10^{-12} = \frac{110}{27} \cdot 10^{-13} = 4 \cdot 10^{-13} \Rightarrow \rho = 4 \cdot 10^{-13} \text{ кг/м}^3$

из формулы радиуса Сатурна: $R = 0,7 \text{ км}$.

=> $M_{\text{Сатурна}} = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot \rho = \frac{4}{3} \pi (0,7 \cdot 10^3 \cdot 206265 \cdot 1,5 \cdot 10^{11})^3 \cdot 4 \cdot 10^{-13} \text{ кг/м}^3 =$

$= 4 \cdot (21 \cdot 10^{3+5+11})^3 \cdot 4 \cdot 10^{13} \text{ кг} = 8 \cdot 9,3 \cdot 10^{19 \cdot 3 - 13} = 74 \cdot 10^{38} =$

$7,4 \cdot 10^{39} \text{ кг}$

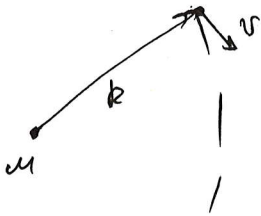
Продолжение по аналог. схеме

$\frac{14}{135} = 0,1$

$\frac{22}{108}$	$\frac{2,1}{2,1}$
$\times \frac{4}{4}$	$\frac{4,2}{4,2}$
$\frac{88}{108}$	$\frac{8,4}{8,4}$
$\times \frac{4}{4}$	$\frac{33,6}{33,6}$
$\frac{352}{108}$	$\frac{134,4}{134,4}$
$\times \frac{2}{2}$	$\frac{268,8}{268,8}$

Масса всей галактики:

158
мил 4 у 6



$v (20 \text{ км/с}) = 192 \text{ км/с}$

$\frac{v^2}{R} = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow v^2 = \frac{GM}{R}$

$M = \frac{v^2 \cdot R}{G} = \frac{(192 \text{ км/с})^2 \cdot 20 \text{ км}}{6,67 \cdot 10^{-11}} = \frac{(192 \cdot 10^3)^2 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 206265 \cdot 1,5 \cdot 10^4}{6,67 \cdot 10^{-11}}$

$= \frac{2^2 \cdot 10^{40} \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}}{6,7 \cdot 10^{-11}} \text{ кг} = \frac{4 \cdot 20 \cdot 2 \cdot 1,5}{6,67} \cdot 10^{10+3+5+11+11} =$

$= \frac{80 \cdot 3}{7} \cdot 10^{40} = \frac{24}{7} \cdot 10^{41} \text{ кг} = \underline{\underline{3,4 \cdot 10^{41} \text{ кг}}}$

4) Радиус короны

$\omega_{\text{звезда}} = \omega_{\text{галактики}}$

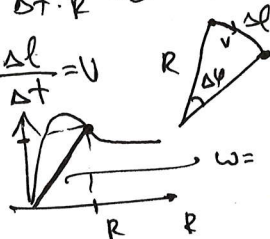
$\omega_{\text{звезда}} = 0,88^\circ / \text{млн лет} = \frac{43,9^\circ}{5 \cdot 10^7 \text{ лет}} \text{ (у звезды } 10^5 \text{)}$

~~$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{\Delta \varphi \cdot R}{\Delta t \cdot R}$~~

$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{\Delta \varphi \cdot R}{\Delta t \cdot R} \Rightarrow \omega \cdot R = v \Rightarrow \omega = \frac{v}{R}$

$R \cdot \omega = \frac{\Delta \varphi \cdot R}{\Delta t} = \frac{\Delta l}{\Delta t} = v$

$\omega = \frac{v}{R} = \frac{v}{R} \text{ (не кратенная! а так, как показано на рисунке)}$



Handwritten calculations and diagrams:

- $\frac{0,88}{365,25 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 5} = 0,15$
- $\frac{43,9}{573} = 0,076$
- $\frac{406 \cdot 2400}{573} = 1700$
- Diagram of a circle with radius R and arc length Δl subtending angle Δφ.

Но корона не имеет:

$k = \frac{vR \text{ км/с} - 0 \text{ км/с}}{0,46 \text{ км}} = \frac{142 \cdot 10^2}{45 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}} \text{ } \frac{1}{\text{с}} \text{ (корона на 3-ем месте)}$

$\omega_{\text{звезда}} = \frac{43,9 \cdot \frac{\pi}{180}}{5 \cdot 10^7 \text{ лет}} = \frac{0,25}{5 \cdot 10^7} \text{ } \frac{1}{\text{год}} = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ } \frac{1}{\text{год}} =$

$= 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1}{\text{год}} \cdot \frac{1}{\text{с}} (24 \cdot 3600 \cdot 365,25) \frac{1}{\text{с}} = \frac{1,5 \cdot 10^{-8}}{8,4 \cdot 3,6 \cdot 3,7 \cdot 10^7} \frac{1}{\text{с}} =$

$= \frac{1,5}{30} \cdot 10^{-14} \frac{1}{\text{с}} = \frac{158}{30} \cdot 10^{-16} \frac{1}{\text{с}} = 5 \cdot 10^{-16} \frac{1}{\text{с}}$

Handwritten calculations and diagrams:

- $21,018 \approx 30$
- Diagram of a circle with radius R and arc length Δl subtending angle Δφ.
- Diagram of a circle with radius R and arc length Δl subtending angle Δφ.

Из графика можно считать $\frac{v}{R} \leftarrow \frac{km}{c}$
 $\frac{v}{R} \leftarrow \frac{km}{c}$

158
 лист 5 из 6

$$\frac{km}{c \cdot kmk} = \frac{10^8 \text{ м}}{c \cdot 10^3 \cdot 206265 \cdot 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}} = \frac{1}{2 \cdot 10^5 \cdot 1,5 \cdot 10^4} \frac{1}{c} =$$

$$= \frac{1}{3 \cdot 10^{16}} \frac{1}{c} = 3,3 \cdot 10^{-17} \frac{1}{c}$$

\Rightarrow упр. коэф. равен дроби $\frac{5 \cdot 10^{-16}}{3 \cdot 10^{16}}$

$$\frac{5 \cdot 10^{-16}}{3 \cdot 10^{16}} \frac{km}{c \cdot kmk} = 15 \frac{km}{c \cdot kmk} = 1,5 \cdot 10^2 \frac{km}{c \cdot kmk}$$

$$\Rightarrow \frac{v}{R} = 15 \frac{km}{c \cdot kmk}$$

Проверим график прямо из графика и посмотрим на точку пересечения ее с осью времени $v(R)$.

$R = 2 \text{ кмк}$: $v = 30 \frac{km}{c}$
 $R = 0$; $v = 0$.

Данная точка пересечения графика $v(R)$ примерно в точке $13,63 \text{ кмк}$
 $196 \frac{km}{c}$

Проверим:

$$\begin{array}{r} 13,7 \\ \times 15 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13,7 \\ \times 15 \\ \hline 685 \\ + 137 \\ \hline 2055 \end{array}$$

$\Rightarrow v \approx 206 \frac{km}{c} \approx 196 \frac{km}{c}$
 То есть верно.

теперь из графика можно более точно определить R корабля.

по графику $R = 13,1 \text{ кмк}$
 $v = 199 \frac{km}{c}$

Проверим: $13 \times 15 = 10 \cdot 15 + 3 \cdot 15 = 150 + 45 = 195 \frac{km}{c} \approx 199 \frac{km}{c}$

$\Rightarrow \underline{R_{корабль} = 13 \text{ кмк}}$

5) $R_{корабль} = 13 \text{ кмк}$

Максимальная скорость света: $\frac{8 \text{ кмк}}{2} = 4 \text{ кмк}$

$\frac{13}{8} = 1 + \frac{5}{8} > 1,4$ ~~$\frac{13}{8} = 1 + \frac{5}{8} > 1,4$~~ ~~$\frac{8+5}{8} = 1 + \frac{5}{8} > 1,4$~~

$\frac{R_{корабль}}{R_{макс}} = \frac{13}{4} = 3,25 > 1,4$

~~\Rightarrow Да, свет распространяется быстрее~~

\Rightarrow Нет, свет распространяется быстрее

158
MUT 6 y 6

