

№1

$T_{э\kappa\beta} = 1,02 T_{\text{н\textit{о}д}}$
 $T_{э\kappa\beta} = T_{\text{н\textit{о}д}} h$
 $h = 130 \text{ км}$
 $t = 10\text{с} = 360000\text{с}$

максимальная скорость с которой можно двигаться - это первая космическая без учета атмосферы, т.к. при больших скоростях мы оторвемся и это сложно будет набрать ускорения по поверхности.

$v = \sqrt{g \cdot R}$, $T_{\text{н\textit{о}д}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$; $g = G \frac{M}{R^2}$, $g' = G \frac{M}{(R+h)^2}$
 $T_{э\kappa\beta} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g-a}}$ на экваторе ↑ ускорение сво- ↑
 выдвинули сре- ↑
 $T_{\text{н\textit{о}д}} h = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g'}}$ вою враще- ↓ ускорение сво- ↓
 ния перед ↑
 увеличивается ↑
 на высоте h

$2\pi \sqrt{\frac{L}{g-a}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g'}}$
 $\sqrt{g'} = \sqrt{g-a}$

$2\pi \sqrt{\frac{L}{g-a}} = 1,02 \cdot 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\begin{array}{r} 1,02 \\ \times 1,02 \\ \hline + 204 \\ 102 \\ \hline 1,0404 \end{array}$$

$g' = g - a$

$\sqrt{\frac{g}{g-a}} = 1,02$
 $\sqrt{g-a} = \frac{\sqrt{g}}{1,02}$

$\Rightarrow \frac{g}{g-a} = 1,0404$

$g = 1,0404g - 1,0404a$

$g = \frac{1,0404}{0,0404} a$

$= \frac{220808}{0,0404} =$

$= \frac{20808}{404} \approx 5,15 \text{ м/с}^2$

$\sqrt{g'} = \frac{\sqrt{g}}{1,02}$

$1,02 = \sqrt{\frac{g}{g'}}$

$1,02 = \frac{R+h}{R}$

$R = \frac{h}{0,02}$

$R = 6500 \text{ км}$

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

$v = \frac{2\pi R}{t}$

$a = \frac{4\pi^2 R}{t^2} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot 6500000}{1296 \cdot 10^6} =$

$= \frac{4 \cdot 65}{1296} \approx 0,2 \text{ м/с}^2$

$\pi^2 \approx 10$

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 36 \\ \hline + 216 \\ 1296 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 65 \\ 65 \\ \hline + 260 \\ 2600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2600 \quad 1296 \\ - 2582 \quad 02000 \dots \\ \hline 8000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2080,8 \quad | 404 \\ - 2020 \quad | 5,1500 \dots \\ \hline 608 \\ - 404 \\ \hline 2040 \\ - 2020 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 515 \\ \times 165 \\ \hline + 2575 \\ 3090 \\ \hline 33475 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 33475 \quad | 5 \\ - 30 \quad | 6695 \\ \hline 34 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6695 \quad | 5 \quad - 30 \\ 5 \quad | 1335 \quad - 47 \\ - 16 \quad | 47 \\ 15 \quad | - 45 \\ - 19 \quad | 25 \\ 15 \quad | - 25 \\ \hline 45 \\ - 45 \\ \hline 0 \end{array}$$

$a = 0,2 \text{ м/с}^2$

$\sqrt{10} \approx 3$

$\sqrt{1339} \approx 37$

$v = \sqrt{g \cdot R} = \sqrt{5,15 \cdot 6500000} = 10 \cdot \sqrt{10} \cdot \sqrt{33475} =$

$\approx 50 \cdot 3 \cdot \sqrt{1339} \approx 150 \cdot 37 = 5,55 \text{ км/с}$

Ответ. 5,55 км/с

$$\begin{array}{r} 150 \\ \times 37 \\ \hline + 105 \\ 5550 \end{array}$$

см/с

№2

Голубые карлики - это теоретически возможные звезды, но τ великая не существует достаточно долго, ~~т.е.~~ поэтому ~~ни~~ одна звезда не могла эволюционировать в голубой карлик, значит карлики красные, а гиганты голубые.

Из-за того, что светимости карликов и гигантов попарно равны, то и их "время жизни" тоже примерно равно, красные карлики из-за своих характеристик "живут" очень долго, а в противоположном или голубые гиганты существуют достаточно непродолжительное время, значит образование системы красный карлик + голубой гигант очень мало вероятно, значит наши системы это последний оставшийся вариант. 1) Красный карлик + красный карлик; 2) голубой гигант + голубой гигант. И как отмечалось выше красные карлики живут гораздо дольше, чем голубые гиганты, а значит система красных карликов старше.

Ответ. 1) красный карлик + красный карлик
2) голубой гигант + голубой гигант
система красных карликов старше

13

Для примера возьмем галактику Андромеда. Мы знаем, что её лучевая скорость относительно Земли ≈ 300 км/с, однако она удаляется с какой-то скоростью вследствие расширения Вселенной. Найдем скорость расширения Вселенной в том месте.

$r_a \approx 2500000$ св. лет $\approx 0,8$ Мпк
по закону Хаббла

$$v = H \cdot r$$

$$v = 0,8 \cdot 75 = 60 \text{ км/с}$$

$$\begin{array}{r} 250000000 \quad | \quad 326 \\ \underline{2282} \\ 2180 \\ \underline{-1956} \\ 2240 \\ \underline{-1956} \\ 2840 \\ \underline{-6608} \\ 232 \dots \end{array}$$

Значит на самом деле Андромеда приближается к нам со скоростью 360 км/с (если бы не было расширения) если не наблюдается красное смещение от галактики, то значит скорость смещения скомпенсирована скоростью расширения Вселенной, т. е.

$$v_{\text{ан}} = H r \Rightarrow r = \frac{v}{H} = \frac{360}{75} = \frac{120}{25} = \frac{24}{5} = 4,8 \text{ Мпк.}$$

Ответ. 4,8 Мпк

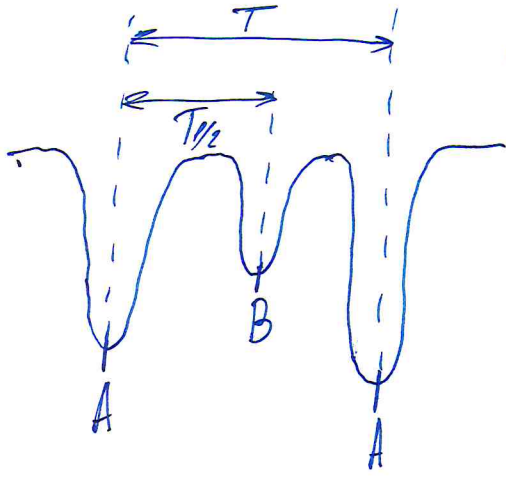
$$\lambda_0 = 6560 \text{ \AA}$$

14

$$\Delta \lambda_{1/2} = 0,46 \text{ \AA} \quad T_{1/2} = 0,5 \text{ года}$$

$\Delta \lambda = 2 \cdot \Delta \lambda_{1/2} = 0,92 \text{ \AA}$ (т.к. амплитуда - разность между максимумом и минимумом, а полуамплитуда в 2 раза меньше)

$T = 2 \cdot T_{1/2} = 1 \text{ год}$ (т.к. сначала засодим первый компонент (точка А), потом засодим второй компонент (точка В), и $T_{1/2}$ это время между ними, в нем нужно между 2 точки)



и к (продолжение)

а время между АВ и ВА равно, т.к. орбиты круговые.

Возникает вопрос, что звезда движется по орбите, но от нас, но к нам, и наоборот.

Эффект Доплера - Физо: $\frac{\Delta \lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c} \Rightarrow v = \frac{\Delta \lambda}{\lambda_0} \cdot c$

$v = \frac{0,920}{6560} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} = 10^4 \cdot 4,2 = 42 \text{ км/с}$

$v = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow R = \frac{v \cdot T}{2\pi} = \frac{42000 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}{2 \cdot 3,14} =$

$= \frac{10^5 \cdot 9207520}{15000000000} = \frac{220752}{150000} = \frac{14716}{10000} \approx 1,5 \text{ а.е.}$

Handwritten calculations for the radius \$R\$ using the Doppler effect formula.

Handwritten calculations for the radius \$R\$ using the Doppler effect formula.

Handwritten calculations for the radius \$R\$ using the Doppler effect formula.

$M' = M_1 + M_2$

Используем уточненный закон Кеплера

$\frac{T^2}{T_0^2} \cdot \frac{M'}{(M_0 + M_0)} = \frac{R^3}{R_0^3}$

$M' = BR^3 \cdot M_0 = 1,5^3 \cdot M_0 \approx 3,4 M_0$

$M_1 \in [0,6; 1,4] M_0$ - старая звезда (или белая карлика)

$M_2 \in [2; 2,8] M_0$ ($[4 \cdot 10^{30}; 5,6 \cdot 10^{30}] \text{ кг}$)

$M_0 \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$

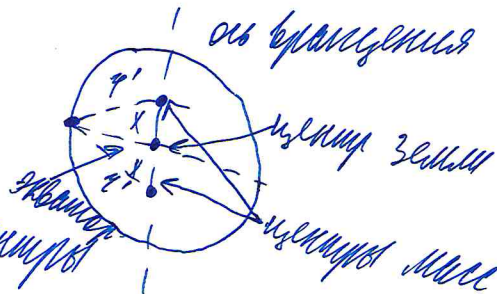
Ответ: орбита 2,8 раз от Солнца ($[4 \cdot 10^{30}; 5,6 \cdot 10^{30}] \text{ кг}$)

стр 4

№6

$$V = \frac{GM_{\oplus}}{r} \left[1 - J_2 \left(\frac{R_{\oplus}}{r} \right)^2 \cdot \frac{3 \cdot \sin^2 \varphi - 1}{2} \right]$$

$$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$$



Логично предположить, что центры масс равноудалены от центра Земли, т.к. Земля симметрична с северной и южной полюса примерно одинаково.

Поэтому рассмотрим точку на экваторе, где точка равноудалена от центров масс, т.к. линия на среднем перпендикуляре, к отрезку, соединяющему центры масс.

$$R_{\oplus} = 6380 \text{ км. } \varphi = 0^\circ$$

$$V = \frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus}} \left(1 + \frac{1}{2} J_2 \left(\frac{R_{\oplus}}{R_{\oplus}} \right)^2 \right)$$

и приравняем этот потенциал к сумме потенциалов от двух масс, расположенных симметрично относительно центра и обозначим расстояние за r'

$$V = \frac{GM_{\oplus}}{2r'} + \frac{GM_{\oplus}}{2r'} = \frac{GM_{\oplus}}{r'}$$

$$V = V$$

$$\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus}} \left(1 + \frac{1}{2} J_2 \left(\frac{R_{\oplus}}{R_{\oplus}} \right)^2 \right) = \frac{GM_{\oplus}}{r'}$$

$$r' = \frac{R_{\oplus}}{1 + \frac{1}{2} J_2 \left(\frac{R_{\oplus}}{R_{\oplus}} \right)^2} = \frac{R_{\oplus}^3}{R_{\oplus}^2 + \frac{J_2}{2} \cdot R_{\oplus}^2} = \frac{10^8 \cdot 638^3}{10^8 \cdot 638^2 + \frac{1.08}{2} \cdot 10^8 \cdot 637^2} =$$

или на след странице

$$\begin{array}{r} 60 \times 637 \\ \times 637 \\ \hline 4454 \\ + 1911 \\ 3822 \\ \hline 405769 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 405769 \\ 054 \\ \hline 1623096 \\ 2028845 \\ \hline 21911526 \end{array}$$

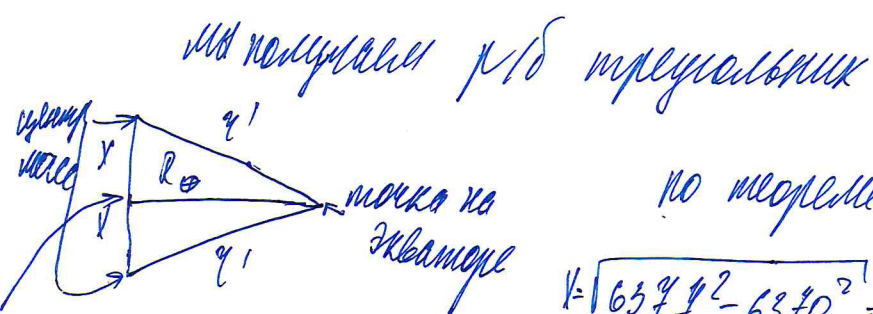
$$\begin{array}{r} 638 \\ 1638 \\ \hline 5104 \\ 1914 \\ 3828 \\ \hline 407044 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{407044} \\ 638 \\ \hline 3256352 \\ 1221132 \\ \hline 2442264 \\ \hline 259694072 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 4070440000000 \\ 21911526000 \\ \hline 40726311526000 \end{array}$$

$$= \frac{25944992 \cdot 259694072 \cdot 10^{312}}{40726311526000} \approx \frac{259694072 \cdot 10^3}{40726} \approx 6377 \text{ km}$$

$$\begin{array}{r} 259694072 \mid 40726 \\ -244336 \\ \hline 153580 \\ 122158 \\ \hline 314222 \\ -285062 \\ \hline 291652 \\ -285062 \\ \hline 5590 \end{array}$$



идея решения по применению

по формуле Пифагора

$$y = \sqrt{6377^2 - 6370^2} = \sqrt{(6377+6370) \cdot 7} = \sqrt{89229} \approx 299 \text{ km}$$

Угловой размер

$$\begin{array}{r} 6377 \\ + 6370 \\ \hline 12747 \\ \times 299 \\ \hline 89229 \\ 2701 \\ 2701 \\ \hline 598 \\ \hline 89511 \end{array}$$

$$\Delta \varphi = 2x = 299 \cdot 2 = 598 \text{ km}$$

Ответ. 598 км.