

$\sin \alpha \approx \frac{D}{r}$, но т.к. α - маленькое число,

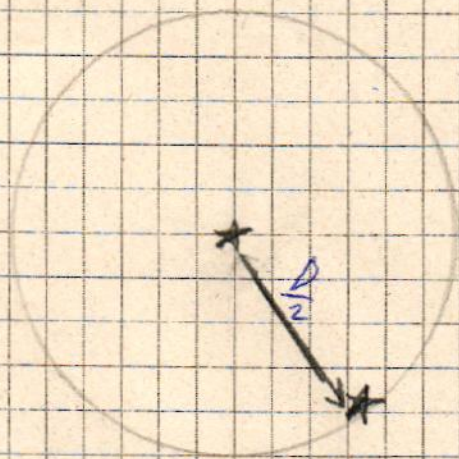
α [град] $\approx \frac{D}{r} \Rightarrow \alpha$ [град] $\approx \frac{D}{r} \cdot 57,3$

$0,5^\circ = \frac{D}{r} \cdot 57,3$

$D = \frac{r \cdot 0,5}{57,3} = \frac{10^4 \text{ св. лет} \cdot 0,5}{57,3} = \frac{10^4 \text{ св. лет} \cdot 5}{573}$

$\approx \frac{10^4 \text{ св. лет} \cdot 5}{500} = \frac{10^4 \text{ св. лет}}{100} = 100 \text{ св. лет}$

$D \approx 100 \text{ св. лет}$



$\frac{D}{2}$ = радиус остатка сверхновой

Звезда сначала была в центре остатка сверхновой, потом переместилась

на границу. Значит, она прошла путь равный радиусу симметричного остатка сверхновой, то есть $\frac{D}{2} = \frac{100 \text{ св. лет}}{2} = 50 \text{ св. лет}$.

★ скорость $v = 1000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

Возраст нейтронной звезды это время, прошедшее со взрыва сверхновой до какого-то момента (до сейчас)

Если известно расстояние $L = \frac{D}{2} = 50 \text{ св. лет}$, скорость $v = 1000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$, можно найти и t (=возрасту \star)

$$t = \frac{L}{v} = \frac{D}{2 \cdot v}$$

Но нужно перевести в 1 ед измерения

$$1 \text{ св. л.} = 1 \text{ пк} = 3,26 \text{ св. лет} = 3 \text{ св. л.}$$

$$1 \text{ пк} \approx 3 \cdot 10^{16} \text{ м}$$

$$1 \text{ пк} = 3 \text{ св. л.} = 3 \cdot 10^{16} \text{ м} \Rightarrow 1 \text{ св. год} = 10^{16} \text{ м} = 10^{13} \text{ км}$$

$$L = 50 \text{ св. лет} = 50 \cdot 10^{13} \text{ км} = 5 \cdot 10^{14} \text{ км}$$

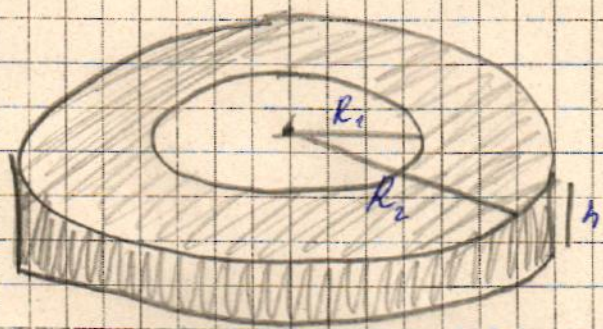
$$t = \frac{L}{v} = \frac{5 \cdot 10^{14} \text{ км} \cdot \text{с}}{1000 \text{ км}} = 5 \cdot 10^{11} \text{ с}$$

$$1 \text{ сут} = 24 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$1 \text{ год} = 24 \cdot 3600 \text{ с} \cdot 365 \approx 256 \cdot 243 \cdot 5 \text{ с} = 62208 \text{ с}$$

$$t = 5 \cdot 10^{11} \text{ с} \approx \frac{5 \cdot 10^{11}}{5 \cdot 10^4} = 10^6 \text{ лет} \approx 1 \text{ миллион} - \text{возраст } \star$$

Ответ: ≈ 1 миллион лет.



$$R_1 = 4 \text{ кпк} = 4 \cdot 10^3 \text{ пк}$$

$$R_2 = 8 \text{ кпк} = 8 \cdot 10^3 \text{ пк}$$

$$h = 50 \text{ пк}$$

$$\begin{aligned} V_2 = \text{Объем водорода} &= (\text{площадь круга с радиусом } R_2 - \\ &- \text{площадь круга с радиусом } R_1) \cdot h = \\ &= (\pi R_2^2 - \pi R_1^2) \cdot h = (R_2^2 - R_1^2) \cdot \pi \cdot h = \\ &= (8 \cdot 10^3 \text{ пк})^2 - (4 \cdot 10^3 \text{ пк})^2 \cdot \pi \cdot h = 4 \cdot 10^3 \text{ пк} \cdot \pi \cdot h = \\ &= 4 \cdot 10^3 = (64 \cdot 10^6 \text{ пк}^2 - 16 \cdot 10^6 \text{ пк}^2) \cdot \pi \cdot h = \\ &= (64 - 16) \cdot 10^6 \text{ пк}^2 \cdot \pi \cdot h = 48 \cdot 10^6 \text{ пк}^2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ пк} = \\ &= 48 \cdot 5 \cdot \pi \cdot 10^7 \text{ пк}^3 \approx 2^4 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 10^7 \text{ пк}^3 = \\ &= 2^4 \cdot 3^2 \cdot 5 \cdot 10^7 \text{ пк}^3 \end{aligned}$$

$$1 \text{ пк} = 3 \cdot 10^{16} \text{ м}$$

$$1 \text{ пк}^3 = (3 \cdot 10^{16})^3 \text{ м}^3 = 3^3 \cdot 10^{48} \text{ м}^3$$

$$\begin{aligned} V &= 2^4 \cdot 3^2 \cdot 5 \cdot 10^7 \text{ пк}^3 = 2^4 \cdot 3^2 \cdot 5 \cdot 10^7 \cdot 3^3 \cdot 10^{48} \text{ м}^3 = \\ &= 2^4 \cdot 3^5 \cdot 5 \cdot 10^{55} \text{ м}^3 \end{aligned}$$

$$m_2 = 3 \cdot 10^9 \cdot m_\odot$$

$$\begin{aligned} m_\odot &= 2 \cdot 10^{30} \text{ кг} \Rightarrow m_2 = 3 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ кг} = \\ &= 2 \cdot 3 \cdot 10^{39} \text{ кг} \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

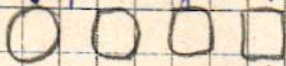
$$\begin{aligned} \rho_2 &= \frac{m_2}{V_2} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 10^{39} \text{ кг}}{2^7 \cdot 3^5 \cdot 5 \cdot 10^{55} \text{ м}^3} = \frac{10^{39} \text{ кг}}{2^3 \cdot 3^4 \cdot 5 \cdot 10^{55} \text{ м}^3} = \\ &= \frac{1 \text{ кг}}{8 \cdot 9 \cdot 9 \cdot 5 \cdot 10^{55-39} \text{ м}^3} = \frac{1 \text{ кг}}{8 \cdot 81 \cdot 5 \cdot 10^{16} \text{ м}^3} = \frac{1 \text{ кг}}{81 \cdot 40 \cdot 10^{16} \text{ м}^3} = \\ &= \frac{1 \text{ кг}}{81 \cdot 4 \cdot 10^{17} \text{ м}^3} = \frac{1 \text{ кг}}{324 \cdot 10^{17} \text{ м}^3} \approx \frac{1 \text{ кг}}{300 \cdot 10^{17} \text{ м}^3} = \\ &= \frac{1 \text{ кг}}{3 \cdot 10^{19} \text{ м}^3} = 0,33 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10^{-19} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0,33 \cdot 10^{-19} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \end{aligned}$$

$$\rho_2 = 0,33 \cdot 10^{-19} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

ответ: $\rho = 0,33 \cdot 10^{-19} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

N3

$$T_{-1} = 10^{\text{ч}} 05^{\text{м}}$$



10^ч 05^м

22^ч 16^м

$$T_{+2} = 22^{\text{ч}} 16^{\text{м}}$$

$$\Delta T = T_{+2} - T_{-1} =$$

= время, прошедшее

со вчера в 10:05 до послезавтра

$$\text{в } 22:16 = 24^{\text{ч}} - 10^{\text{ч}} 05^{\text{м}} + 24^{\text{ч}} + 24^{\text{ч}} + 22^{\text{ч}} 16^{\text{м}} =$$

$$= 24^{\text{ч}} \cdot 3 + 22^{\text{ч}} 16^{\text{м}} - 10^{\text{ч}} 05^{\text{м}} = 24^{\text{ч}} \cdot 3 + 12^{\text{ч}} 11^{\text{м}}$$

≈ 3,5 дня.

№1

Белая яркая звезда — значит скорей всего белый карлик.

Геликвиды как раз видны в декабре и еще они яркие, но пока Δ будут видны. Значит, это геликвиды.

№3 (продолжение)

угловая скорость Луны =

$$= \omega_L = \frac{T_{\text{год.л.}}}{36} \cdot \frac{360^\circ}{T_{\text{год.л.}} + T_{\text{сид.л.}}} = \frac{360^\circ}{27,3 \text{ сут} + 29,5 \text{ сут}}$$

Чтобы найти l (угловое расстояние),

которое Луна прошла за 3,5 дня, надо

$$3,5 \cdot \omega_L = l = \frac{3,5 \text{ сут} \cdot 360^\circ}{27,3 \text{ сут} + 29,5 \text{ сут}} = \frac{3,5 \text{ сут} \cdot 360^\circ}{27,3 \text{ сут} + 29,5 \text{ сут}} = \frac{12600}{2373} \approx 46^\circ = 46,19 \approx 46,2 = \frac{12600}{295} = 42,7^\circ$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 360 \\ \hline 210 \\ 105 \\ \hline 12600 \end{array}$$

~~$$\begin{array}{r} 12600 \quad 273 \\ - 1092 \quad 46,19 \\ \hline 1680 \\ - 1638 \\ \hline 520 \\ 273 \\ \hline 2470 \\ - 2457 \\ \hline 13 \end{array}$$~~

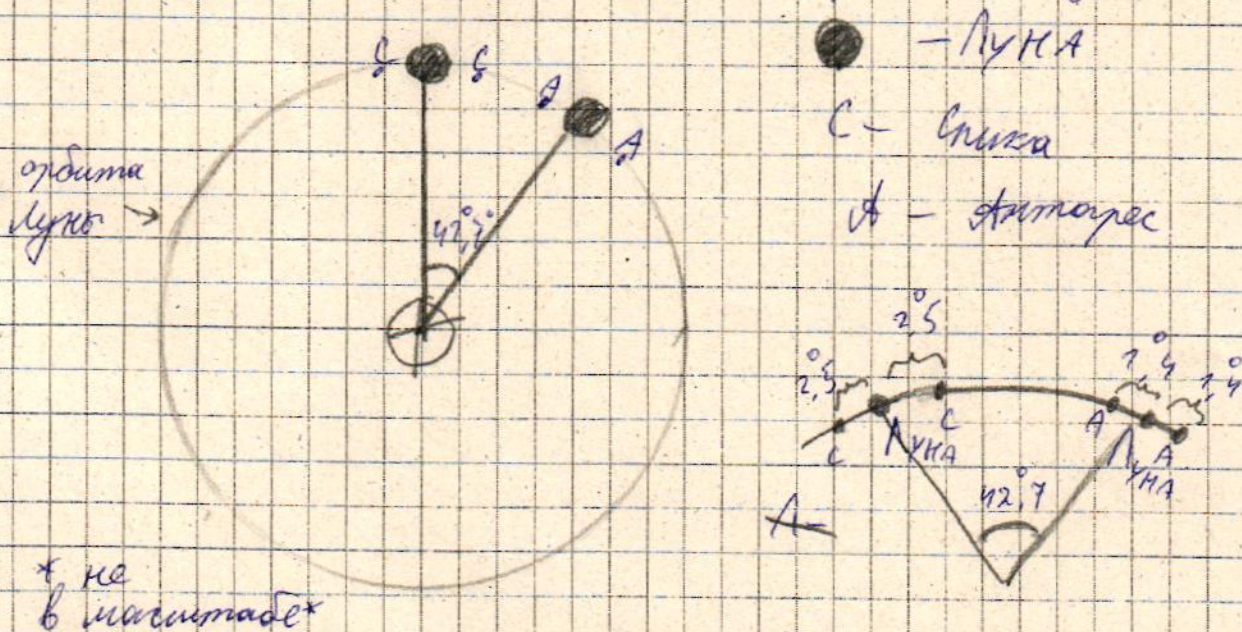
$$\begin{array}{r} 12600 \quad 295 \\ - 1180 \quad 42,7 \\ \hline 800 \\ - 590 \\ \hline 2100 \\ - 2065 \\ \hline 35 \end{array}$$

$$\omega_{\oplus} = \frac{3650 \text{ сут}}{360} = 1 = \frac{360^{\circ}}{T_{\oplus}} = \frac{360^{\circ}}{365 \text{ сут}} \approx 1^{\circ} / \text{сут}$$

За 3,5 дня \oplus прошла около 3,5.

и Луна $\approx 46,2$.

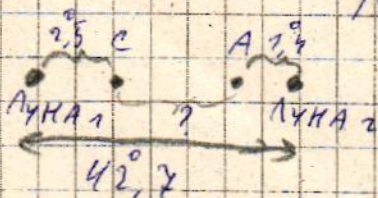
Луна и Земля движутся в 1 сторону \Rightarrow
 \Rightarrow Условное расстояние между 2-мя
 положениями Луны = $42,7$ (с учетом
 движения \oplus , поэтому мы и брали
интервал синодический период Луны)



* не
в масштабах

min угл. расст. S_{C-A} = условное расстояние между Сикой и Антаресом.

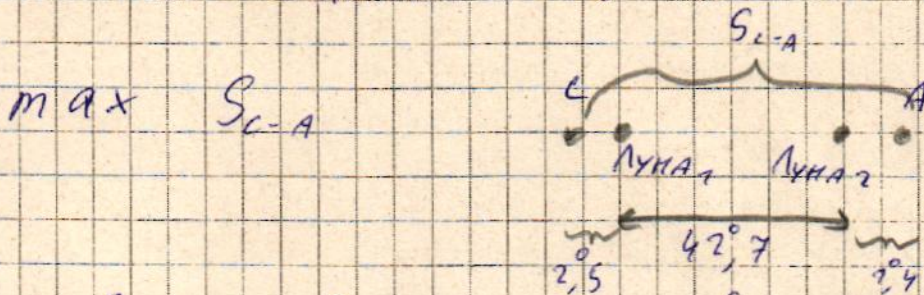
min S_{C-A}



$$= 42,7 - 2,5 - 1,4 =$$

$$= 40,2 - 1,4 = 38,8$$

min $S_{C-A} = 40^{\circ}2 = 38,8$



max $S_{C-A} = 42,7 + 2,5 + 1,4 = 42,7 + 3,9 = 46,6$

$$\begin{array}{r} 42,7 \\ + 3,9 \\ \hline 46,6 \end{array}$$

max $S_{C-A} = 46,6$

Ответ: max $S_{C-A} = 46,6$; min $S_{C-A} = 38,8$

N5

$E_{\odot} = E_{\text{нормальная}}$ (на всех остальных планетах E должна \approx быть такой же) =

$$= \frac{L_{\odot}}{4\pi a_{\oplus}^2} = \frac{L_{\odot}}{4\pi \cdot 1 a.e.^2} = \frac{L_{\odot}}{4\pi}$$

$$E_1 = E_{1m} = \frac{0,4 L_{\odot}}{4 \cdot \pi \cdot (0,03 a.e.)^2} = \frac{0,4 L_{\odot}}{4 \cdot \pi \cdot 0,03 \cdot 0,03 a.e.^2}$$

$$= \frac{4 \cdot L_{\odot}}{4 \pi \cdot 0,03 \cdot 0,03 a.e.^2} = \frac{L_{\odot}}{\pi \cdot 0,03 \cdot 0,03 a.e.^2}$$

$$\text{это} = \frac{L_{\odot}}{\pi \cdot \frac{3}{100} \cdot \frac{3}{10} a.e.^2} = \frac{L_{\odot} \cdot 1000}{\pi \cdot 9 a.e.^2} \Rightarrow E_{\odot}$$

(Это нашего солнца больше E_{\odot}) \Rightarrow там не подходит.

$$E_{2m} = \frac{0,1 L_{\odot}}{4 \cdot \pi \cdot (0,4a \cdot e)^2} = \frac{L_{\odot}}{40 \cdot \pi \cdot 0,4 \cdot 0,4a \cdot e^2} = \frac{L_{\odot}}{4 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 0,4}$$

$$= \frac{L_{\odot}}{16 \cdot \pi \cdot 0,4} = \frac{L_{\odot}}{16 \cdot \pi \cdot \frac{2}{5}} = \frac{L_{\odot} \cdot 5}{16 \cdot \pi \cdot 2} = \frac{L_{\odot}}{4 \cdot \pi} \cdot \frac{1}{4 \cdot 0,4}$$

$$= \frac{L_{\odot}}{4 \pi} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{\frac{4}{10}} = \frac{L_{\odot}}{4 \pi} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{10}{4} = \frac{L_{\odot}}{4 \pi} \cdot \frac{10}{16}$$

$$= \frac{L_{\odot}}{4 \pi} \cdot \frac{5}{8} = E_{\oplus} \cdot \frac{5}{8} \approx E_{\oplus}$$

2 планета по E ± подходит.

$$E_{3m} = \frac{0,25 L_{\odot}}{4 \cdot \pi \cdot (0,43a \cdot e)^2} = \frac{L_{\odot}}{4 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 0,43 \cdot 0,43}$$

$$= \frac{L_{\odot}}{4 \pi} \cdot \frac{1}{4 \cdot 0,43 \cdot 0,43} = E_{\oplus} \cdot \frac{1}{4 \cdot \frac{43}{100} \cdot \frac{43}{100}} = E_{\oplus} \cdot \frac{10000}{4 \cdot 43 \cdot 43}$$

$$= E_{\oplus} \cdot \frac{10^4}{7396} \approx E_{\oplus} \cdot \frac{10^4}{10^3} = E_{\oplus} \cdot 10 \text{ это намного}$$

43
x 43

129
172

1849

1849
x 4

7396

(в 10 раз) больше

$E_{\oplus} \Rightarrow$ скорее всего

не подходит (но может и да!)

$$E_4 = \frac{0,28 L_{\odot}}{4 \cdot \pi \cdot (3,4a \cdot e)^2} = \frac{0,28 L_{\odot}}{4 \cdot \pi \cdot 3,4 \cdot 3,4} = \frac{28 L_{\odot}}{4 \cdot \pi \cdot 34 \cdot 34}$$

$$= \frac{L_{\odot}}{4 \pi} \cdot \frac{28}{34 \cdot 34} = E_{\oplus} \cdot \frac{2^2 \cdot 7}{2 \cdot 17 \cdot 2 \cdot 17} = E_{\oplus} \cdot \frac{7}{17^2}$$

$$= E_{\oplus} \cdot \frac{7}{289}, \text{ это намного меньше } E_{\oplus} \Rightarrow$$

17
x 17

119
289

\Rightarrow скорее всего не подходит

Ускорение свободного падения

$$g = \frac{GM}{R^2}, \text{ где } R - \text{ радиус планеты}$$

$$g_{\oplus} = \frac{G \cdot m_{\oplus}}{R_{\oplus}^2} = \frac{G \cdot m_{\oplus}}{1} = G \cdot m_{\oplus}$$

g_{\oplus} — g на Земле, все остальные ^{g} должны быть \pm похожи на g_{\oplus} .

$$g_{2m} = \frac{G \cdot 2,3 m_{\oplus}}{(1,3 R_{\oplus})^2} = \frac{G \cdot m_{\oplus} \cdot 2,3}{R_{\oplus}^2 \cdot 1,3 \cdot 1,3} =$$

$$= g_{\oplus} \cdot \frac{230}{13^2} = g_{\oplus} \cdot \frac{230}{169} \approx g_{\oplus} \cdot 1,5 \approx g_{\oplus} \Rightarrow$$

2 планеты подходят

(проверяем только те, которые еще подходят по E)

проверим 3-ю планету (по E она не совсем подходит, но вдруг...)

$$g_3 = \frac{G \cdot 2,5 m_{\oplus}}{(1,6 R_{\oplus})^2} = \frac{G \cdot m_{\oplus}}{R_{\oplus}^2} \cdot \frac{2,5}{1,6 \cdot 1,6} =$$

$$= g_{\oplus} \cdot \frac{25}{16 \cdot 16} = g_{\oplus} \cdot \frac{25}{16^2} = g_{\oplus} \cdot \frac{25}{256} \approx g_{\oplus} \cdot \frac{25}{250} =$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 96 \\ + 160 \\ \hline 256 \end{array}$$

$= g_{\oplus} \cdot \frac{1}{10} \Rightarrow$ здесь тоже не совсем подходит. $g_{\oplus} \approx 9,8 \text{ м/с}^2$, а на

этой планете ($\mu_3 = \text{Кер} / \text{ер} - 62 \text{ е}$)

g_3 в 10 раз меньше $g_{\oplus} \Rightarrow g_3 \approx 1 \text{ м/с}$, что очень мало.

1 и 4 планеты можно не подходить (в этом случае E слишком большое относительно E_{\oplus} или E слишком мало)

(★ эти планеты светят или слишком ярко или слишком мало).

2 планета подходит (E_1 очень близко к E_{\oplus}) (★ 2 планеты светит почти так же ярко, как и Солнце на Земле)

3 планета подходит, но не так сильно как μ_2 . (E_3 в 10 раз больше E_{\oplus})

(★ планета μ_3 светит в 10 раз ярче, чем Солнце на Земле) и (g_3 в 10 раз меньше g_{\oplus}) (ускорение свободного падения в 10 раз меньше земного ($\approx 1 \text{ м/с}$). Но т.к. жизнь это не означает такая же, как и на Земле, организмы могли привыкнуть и к таким

условиями.

Значит, наиболее вероятна жизнь на планете $\nu 2$ (Kepler-442 b), возможно еще на $\mu 3$ (Kepler-62 e). На других планетах нет.

Ответ: Kepler-442 b, возможно еще Kepler-62 e.