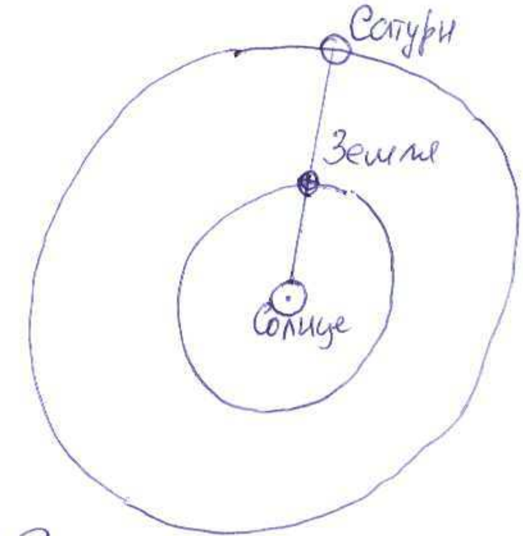
№2.

Дано:
противост. с сатурном 15.06.2017,
$S_{сат.} = 378,1$ сут.,
Орбиты круговые.
Найти: в какие году не будет противост.?



Решение.

Так как синод. период обращения Сатурна $S_{сат} = 378,1$ сут., это значит, что противостояние с Сатурном будет происходить через каждые 378,1 сут. после 15.06.2017 г. Для того, чтобы в году не было противост., нужно, чтобы предыдущее произошло не раньше, чем за $378,1 - 365 = 13,1$ сут. до конца года.

Очевидно, каждый год противост. будет происходить позже на 13,1 сут., а в високосный — на 12,1 сут.

С 15.06 до 31.12 проходит ~~16+ 15+16+16+16+15+16+16 =~~

$15+31+31+31+30+30+31 = 199$ дней

$199 - 13,1 = 185,9$ сут. — должно пройти как минимум.

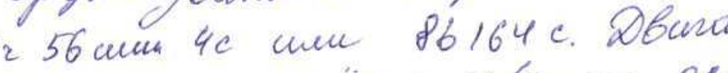
Подсчитывая смещение в високосные и невисокосные года, находим, что в 2032 г. смещение составит 192,5 дня, что подходит к нашему условию. След. противостояние произойдёт около 7-го января 2034 года. Значит, искомый год — 2033.

Ответ: в 2033 г.

№5.

1) Очевидно, что небесная сфера должна совершать полный оборот за 1 сут., т.е. за 23 ч 56 мин 4 с или 86164 с. Двигаясь со скоростью света $C = 2,998 \cdot 10^8$ м/с, она пройдёт путь (длину окр-сти), равный $86164 \cdot 2998 \cdot 10^8 = 2,583 \cdot 10^{13}$ м или 172,67 а.е., а радиус будет равен $172,67 : 2\pi = 27,482$ а.е.

2) Изобразим Канопус:



тогда $R = \cancel{\cos \sin \frac{1}{2}\alpha}$ $tg \frac{1}{2}\alpha \cdot S \approx$
≈ 68766 м $\approx 68,77$ км. Человек в такую „дыру", конечно пролезет.

3) 1 мс = $1 \cdot 10^{-3}$ с. Следовательно, за 100 лет сутки удлиняются $A+16$ на $2 \cdot 10^{-3}$ с. Поскольку $V_{сф} = c$, то за $2 \cdot 10^{-3}$ с она проходит

$2 \cdot 10^{-3} \cdot 2{,}998 \cdot 10^{8} = 599\,600$ м ≈ 600 км

Тогда скорость увеличения её радиуса равна $600 : 2\pi \approx 95{,}5$ км/100 лет $\approx$

$\approx 0{,}955$ км/год.

За 2600 лет радиус увеличился на 2483 км, ~~тыс~~

Т.к. $E = \frac{L}{4\pi R^2}$, $\frac{E_1}{E_2} = \frac{R_1^2}{R_2^2}$, то для какой-либо звезды будет верно

$\cancel{\frac{E_1}{E_2} = \frac{R_0^2}{(R_0 + 2483)^2}}$. ~~Принимая $R_0 =$~~ $\frac{E_1}{E_2} = \frac{(R_0 - 2483)^2}{R_0^2}$, если $R_0 = 27{,}482$ а.е. $=$

$= 4{,}11 \cdot 10^{10}$ км. Тогда $\frac{E_1}{E_2} \approx 0{,}9999997$, ~~т.к.~~ $\frac{E_1}{E_2} = \cancel{0}\ {-0{,}4(m_1 - m_2)}$, тогда

$\lg \frac{E_1}{E_2} \approx -0{,}000\,0001$, $\Rightarrow$ $\cancel{-0{,}4m_1 + 0{,}4m_2} = -0{,}000\,0001 \Rightarrow$

$m_1 - m_2 = \frac{-0{,}000\,0001}{-0{,}4} = 0{,}000\,00025^m = 2{,}5 \cdot 10^{-7\,m}$

Ответ: 1) 27,482 а.е., 2) 68,77 км, 3) $2{,}5 \cdot 10^{-7\,m}$.

№ 3.

Дано:
$V_п = 12{,}3$ км/с,
$a = 800$ км,
$V_a = 11{,}1$ км/с,
$A = 2300$ км.

Найти:
$P_{ср.\,пл.}$

Решение.

$V_a = V_{ср}(1 - e)$

$V_п = V_{ср}(1 + e)$, где e - эксцентриситет орбиты.

Отсюда находим e и $V_{ср}$:

$\begin{cases} 11{,}1 = V \cdot (1 - e), \\ 12{,}3 = V(1 + e); \end{cases} \begin{cases} 11{,}1 = V - V \cdot e, \\ 12{,}3 = V + V \cdot e; \end{cases} \begin{cases} 11{,}1 = V - 12{,}3 + V, \\ e = \frac{12{,}3 - V}{V}; \end{cases} \begin{cases} V = 11{,}7, \\ e = \frac{12{,}3 - 11{,}7}{11{,}7} \approx 0{,}05 \end{cases}$

$V = \sqrt{GM/R}$, где R - большая полуось.

$R = \frac{A + a + 2r}{2}$, где $2r$ - диаметр планеты.

Известно также, что $\frac{r}{2} + a = R \cdot \sqrt{\frac{1-e}{1+e}}$, $\frac{r}{2} + A = R \cdot \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$, $\Rightarrow$

$\Rightarrow \cancel{R = \frac{A}{\sqrt{\frac{1+e}{1-e}}} \Rightarrow R \approx 2187{,}74}$ ~~км. Тогда~~ ≈ 2188 км.

A – 16

Тогда $2188 = \frac{3100 + 2r}{2} \Rightarrow r = 638$ км.

$v = \sqrt{GM/R} \Rightarrow 11{,}7 = \sqrt{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot M / 2188 \cdot 10^{3}} \Rightarrow$

$136{,}9 = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot M}{2188 \cdot 10^{3}} \Rightarrow M = \frac{136{,}9 \cdot 2188 \cdot 10^{3}}{6{,}67 \cdot 10^{-11}} \approx 4{,}49 \cdot 10^{18}$ кг

Т.к. объём планеты $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, то

$4{,}49 \cdot 10^{18} : \left(\frac{4}{3}\pi \cdot (638 \cdot 10^{3})^{3}\right) = \rho_{ср}.$

$\rho_{ср} \approx 4{,}14 \frac{кг}{м^3}.$

Ответ: $\rho_{ср} \approx 4{,}14 \frac{кг}{м^3}.$

см. ~~лист~~ стр. 5.

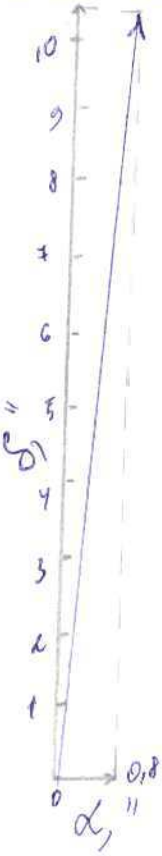
№6.

Решение.

1), 3) – ?

2) Для удобства переведём прямое восхождение из часов (λ) в градусы. В 1 часу $360 : 24 = 15°$.

Очевидно, что прямое восхождение звезды уменьшается, а склонение – увеличивается. Построим вектор:



И перенесём на карту в масштабе 1:2. Это будет направлением её движения.

3) Следующим созвездием, в которое звезда Барнарда переместится будет то, что находится выше. Расстояние до него $\beta = 10° = 600' = 3600''$. Значит, звезда переместится туда через $\frac{3600''}{10{,}3''/год} = 349{,}514$ лет.

Ответ: 349,514 лет.

1.

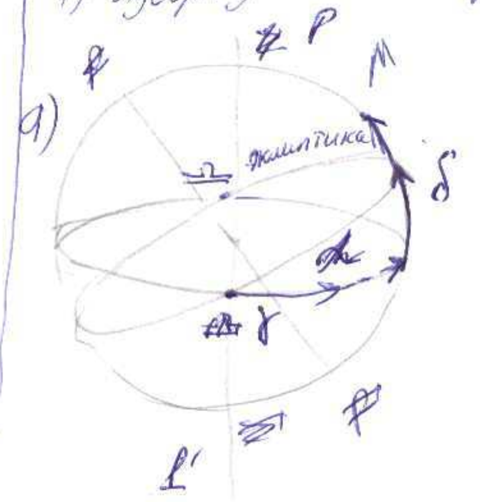
Дано:

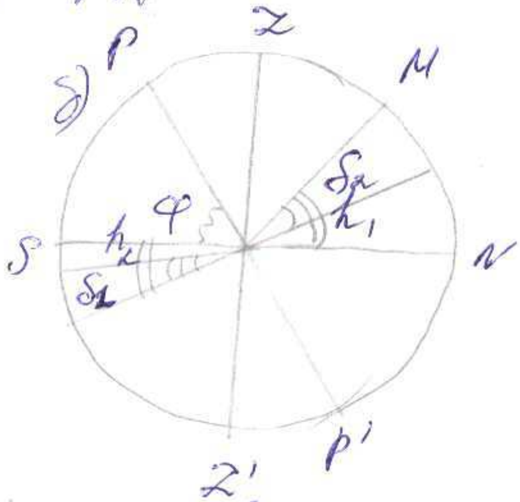
$\alpha_1 = 14,0^ч$,
$\alpha_2 = 14,0^ч$,
$\delta_1 = +19^\circ$,
$\delta_2 = -60^\circ$.

Найти: где возможно одновр. наблюдение

Решение.

1) Изобразим небесную сферу:





1) Т.к. прямое восхождение у звёзд одинаковое, нужно понять, где можно наблюдать звёзды с ~~$\alpha = 14,0^ч$~~ $\delta_1 = +19^\circ$ и $\delta_2 = -60^\circ$ (т.к. по пр. восхождению звёзды можно будет наблюдать всегда).

2) 1. Для северного полушария звезда видна над горизонтом, если $h > 0$.

$h = 90^\circ - \varphi + \delta$, где φ − широта наблюдателя

Тогда α Арктура будет видна при любом φ, а β Центавра при ~~δ~~ $\varphi < 30^\circ$.

2. Для южного полушария соотв. формула выглядит так:

$h = 90^\circ - \varphi - \delta$, причём звезда видна при $h < 0$

Тогда β Центавра видна всегда, а α Арктура − при $\varphi > -71^\circ$. (Все эти формулы рассчитываются по рисунку б).

Таким образом, эти две звезды будут видны одновременно (хотя бы какое-то время) на широтах от 30° с.ш. до 71° ю.ш.

Ответ: от 30° с.ш. до 71° ю.ш.

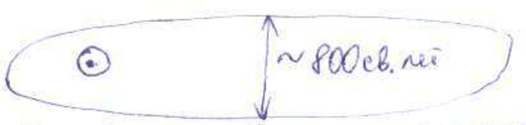
4.

Дано:

$D = 110$ мм,
$k = 0,01$ пк$^{-3}$,
$L \approx L_\odot$,
$S = 800$ св. лет.

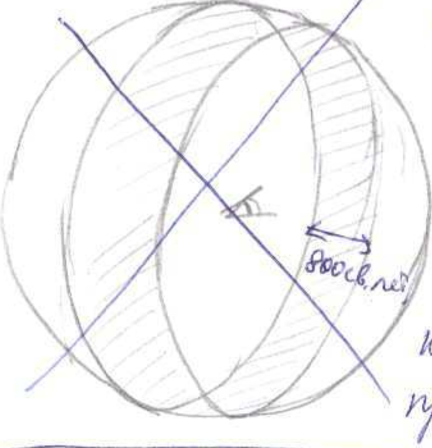
Найти: $n \approx ?$

Решение



1) Переводя в пк, получаем толщину $S =$ ~~0,3066 пк~~ 245,256 пк

Т.к. концентрация равна 1 звезда на 100 пк^3, то в одном кубе с ребром ≈ 4,642 пк находится одна такая звезда.



2) Поскольку $D = 110$ мм $= 0,11$ м, то угловое разрешение телескопа

$$\beta \approx \frac{1,22\lambda}{D} \simeq \frac{1,22 \cdot 5,5 \cdot 10^{-7}\text{ м}}{0,11\text{ м}} \approx 6,1 \cdot 10^{-6}\text{ рад} \approx$$

$$\approx 0',0209 \approx 1'',258$$ (т.е. телескоп различает звёзды на угловом расстоянии $\alpha > 1''258$).

3) Т.к. Солнце ~~лежит~~ находится вблизи плоскости Галактики, то „сверху" и „снизу" от него по 122,63 пк пространства Галактики.

---

4).

$$\begin{cases} \frac{r}{2} + 800 = R\sqrt{\frac{1-0,05}{1+0,05}} \\ \frac{r}{2} + 2300 = R\sqrt{\frac{1+0,05}{1-0,05}} \end{cases}$$

$$2300 - 800 = R\left(\sqrt{\frac{1,05}{0,95}} - \sqrt{\frac{0,95}{1,05}}\right)$$

$$R = \frac{1500}{(1,05 - 0,95)} \qquad R = \frac{1500}{0,1} = 15\,000\text{ км}$$

$$15\,000 = \frac{3100 + 2r}{2}$$

$$15\,000 = 1550 + r$$

$$r = 13\,450\text{ км}$$

Тогда $136,9 = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot M}{(15\,000\,000)^2} \Rightarrow M = \frac{136,9 \cdot (15\,000 \cdot 10^3)^2}{6,67 \cdot 10^{-11}} = \cancel{3,14 \cdot 10^{19}\text{ кг}}\ 4,62 \cdot 10^{26}$

$$\cancel{3,14}\ 4,62 \cdot 10^{\cancel{19}\ 26} : \left(\frac{4}{3}\pi \cdot (13\,450\,000)^3\right) = \rho_{ср}$$

$$\rho_{ср} = \cancel{0,00308}\ 45311\text{ кг/м}^3 = \cancel{3,0803\text{ г/м}^3} \approx 45,3\text{ т/м}^3$$

Ответ: ~~≈3,08 г/м³~~. 45,3 т/м³.