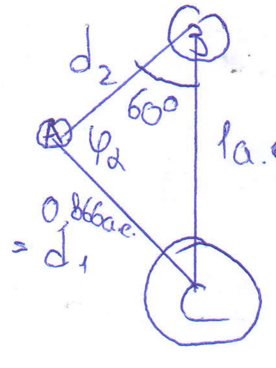
1. (1) НсБ-6

По формуле дифракционного угла телескопа $\varphi = \frac{\lambda}{D}$, где λ - длина волны наблюдения, D - диаметр объектива телескопа. Если считать, что угловое расстояние двух компонент примерно совпало с предельной разрешающей способностью телескопа Хаббла, имеем угловое расстояние, равное ($\lambda = 3000 \text{Å} = 3000 \cdot 10^{-10}$ м $= 3 \cdot 10^{-7}$ м, $D = 2,4$ м) $\varphi = \frac{3 \cdot 10^{-7}}{2,4} = \frac{10^{-6}}{8} = 0,125 \cdot 10^{-6} = 1,25 \cdot 10^{-7}$ радиан.

Ответ: $1,25 \cdot 10^{-7}$ радиан.

2.

Пусть светимость Солнца равна $L_\odot$. Тогда световой поток, подающий на поверхность астероида, равен $\frac{L_\odot}{4\pi d_1^2}$, где d_1 - расстояние между астероидом и Солнцем. Тогда от поверхности астероида отражается энергия, равная $\frac{L_\odot}{4\pi d_1^2} \cdot A \cdot \frac{1}{2} S$, где S - площадь поверхности астероида ($\frac{1}{2}$ - необходимый коэффициент, так как освещена только половина поверхности астероида), A - альбедо астероида (такое же, как у Луны). По формуле площади поверхности шара $S = 4\pi R^2$, где R - радиус астероида. Тогда световой поток от астероида на Земле равен $\frac{\frac{L_\odot}{4\pi d_1^2} \cdot A \cdot \frac{1}{2}(4\pi R^2) \cdot \varphi}{4\pi d_2^2}$, где d_2 - расстояние от астероида до Земли, φ - фаза астероида при наблюдении с Земли. По формуле фаза вычисляется как $\varphi = \frac{1 + \cos\varphi_\alpha}{2}$, где φ_α - угол Земля-астероид-Солнце. ~~$\varphi = \frac{1+}{}$~~ По теореме синусов найдём угол φ_α в треугольнике Земля-астероид-Солнце:



$\frac{0,866}{\sin 60^\circ} = \frac{1}{\sin\varphi_\alpha}$, $0,866 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} \approx 1 = \frac{1}{\sin\varphi_\alpha} \Rightarrow$

$\sin\varphi_\alpha = 1 \Rightarrow \varphi_\alpha \approx 90^\circ$. Тогда по теореме Пифагора найдём расстояние d_2 (астероид - Земля):

$$d_2 = \sqrt{1^2 - 0,866^2} \approx 0,5 \text{ а.е.}$$

$$\varphi = \frac{1 + \cos 90^\circ}{2} = 0,5$$

Поскольку теперь мы знаем значения всех величин в формуле ($d_1 = 0,866$ а.е. $= 0,866 \cdot 1,5 \cdot 10^{11} = 1,3 \cdot 10^{11}$ м, $d_2 = 0,5$ а.е. $= 0,5 \cdot 1,5 \cdot 10^{11} = 7,5 \cdot 10^{10}$ м, $A \approx 0,3$, $L_\odot = 3 \cdot 10^{26}$ Вт, $R = 50$ м), мы можем вычислить световой поток от астероида на Земле:

$$\frac{\frac{3\cdot10^{26}}{4\pi(1,3\cdot10^{11})^2}\cdot 0,3\cdot 2\pi(50)^2}{4\pi(7,5\cdot10^{10})^2}\cdot\frac{1}{2} = \frac{9\cdot10^{25}}{16\pi}\cdot\left(\frac{50}{1,3\cdot10^{11}\cdot7,5\cdot10^{10}}\right)^2 \approx$$

$$\approx \frac{9\cdot10^{25}}{16\pi}\cdot 25\cdot10^{-42} \approx 4,6\cdot10^{-17}\ \text{Вт}/\text{м}^2$$

По закону Погсона

$$\frac{W_1}{W_2} = 10^{0,4(m_2-m_1)},$$

где W_1, W_2 — световые потоки от небесных объектов, m_2, m_1 — их звёздные величины соответственно. Сравним поток от астероида с потоком от Солнца: $\frac{1360}{4,6\cdot10^{-17}} = 10^{0,4(m_a+26,8)}$,

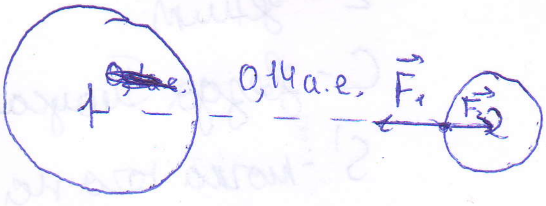
$\frac{30}{10^{-17}} = 10^{0,4(m_a+26,8)}$, $3\cdot10^{18} = 10^{0,4(m_a+26,8)}$, $0,4(m_a+26,8) \approx \cancel{19,5}\ 18,5$, $m_a + 26,8 = 46,3$, $m_a = 46,3 - 26,8 = 19,5^m$ — оценочная видимая звёздная величина астероида. По формуле предельной видимой звёздной величины в телескопе $m_{max} = 5\lg\left(\frac{D}{d}\right) + 6$, где D — диаметр объектива телескопа, d — диаметр зрачка наблюдателя. Тогда для телескопа с диаметром объектива $D = 50$ см $= 500$ мм и наблюдателя с диаметром зрачка 8 мм, имеем $m_{max} = 5\lg\left(\frac{500}{8}\right) + 6 = 5\lg(62,5) + 6 < 19,5^m$. Следовательно, в телескоп с таким диаметром (так как $\lg(62,5) < 2$, $5\cdot2+6 = 16 < 19,5^m$) объектива наблюдать астероид невозможно.

Ответ: $19,5^m$, невозможно.

2 $\boxed{\text{Нсб-6}}$

3. 3 Нсб-6

1 - первая компонента системы
2 - белый карлик



Рассмотрим точку на поверхности белого карлика. ~~В ней~~ На неё действуют сила притяжения главной звезды и сила притяжения белого карлика. Поскольку аккреция вещества идёт медленно, будем считать, что эти силы примерно равны. По закону всемирного тяготения, $F_1 = \frac{Mn}{D_1^2}\cdot G$, $F_2 = \frac{mn}{D_2^2}\cdot G$, где M - масса главной звезды, m - масса белого карлика, n - масса рассматриваемой точки (некоторой материи в этой точке), D_1 - расстояние от точки до центра главной звезды, D_2 - расстояние от точки до центра белого карлика. Из равенства $F_1 = F_2$ имеем: $G\cdot\frac{M\cdot n}{D_1^2} = G\cdot\frac{m\cdot n}{D_2^2}$, $M = m\cdot\frac{D_1^2}{D_2^2}$. По условию $D_1 = 0,14$ а.е. $= 0,14\cdot1,5\cdot10^{11}$ м, $m = 2\cdot10^{30}$ кг (масса Солнца). Так как вторая звезда - белый карлик, пусть $D_2 = \frac{1}{3}R_\odot = \frac{1}{3}\cdot7\cdot10^8$ м. Тогда

$$M = 2\cdot10^{30}\cdot\left(\frac{0,14\cdot1,5\cdot10^{11}}{\frac{1}{3}\cdot7\cdot10^8}\right)^2 = 2\cdot10^{30}\cdot(4,5\cdot0,02\cdot10^{-3})^2 = 2\cdot10^{30}\cdot90^2 = 2\cdot10^{30}\cdot8100 = 1,62\cdot10^{34}\text{ кг}.$$

Так как плотность тела равна $\rho = \frac{m}{V}$, где m - масса тела, V - объём тела, а объём шара (звезды) равен $\frac{4}{3}\pi R^3$, где R - радиус шара (звезды), имеем плотность главной звезды, равную

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{1,62\cdot10^{34}}{\frac{4}{3}\pi(0,1\cdot1,5\cdot10^{11})^3} \approx \frac{\cancel{0,68}\ 1,0,18\cdot10^{34}\cdot8}{4\pi\cdot10^{30}\cdot\cancel{8}} \approx \frac{\cancel{0,64}\ 0,36}{\pi}\cdot10^4 = \frac{436}{\pi}\cdot10^2 \approx 1200\text{ кг/м}^3$$

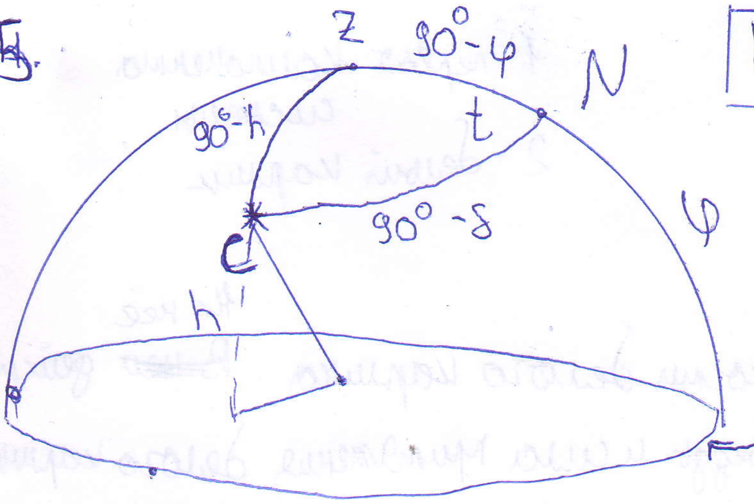
Ответ: 1200 кг/м^3

---

5. Ответ: $M = 3,8 + k\cdot\frac{100}{\sin(68°58')\sin(69°20') + \cos(69°20')\cos(68°58')\cos t}$,

где k - известно

5.



Нсб-6

4

N - Северный полюс мира

Z - зенит

C - звезда Гиаусар

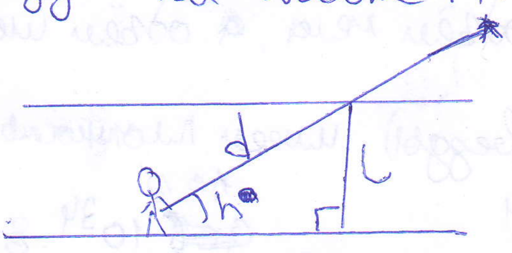
S' - точка юга на горизонте

Составим сферический треугольник Z-C-N (зенит-звезда-Северный полюс мира). Тогда сторона $N-C = 90°-\delta$, где δ - склонение звезды, сторона $Z-C = 90°-h$, где h - высота звезды, $Z-N = 90°-\varphi$, где φ - широта наблюдения, а угол Z-N-C равен часовому углу t (часовой угол измеряется от направления ~~от N до точки юга~~ на точку юга до направления на светило, а точка зенита ~~находится~~ лежит на направлении на точку юга). Тогда по сферической теореме косинусов:

$$\cos(90°-h) = \cos(90°-\varphi)\cos(90°-\delta) + \sin(90°-\varphi)\sin(90°-\delta)\cos t$$

$$\sin h = \sin\varphi\sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos t$$

Приблизим поверхность Земли плоскостью и найдем толщину слоя атмосферы, находящегося между наблюдателем и звездой на высоте h:



$$d = \frac{L}{\sin h}$$, где L - толщина слоя атмосферы. Тогда по закону Бугера-Ламберта-Бера видимая звёздная величина звезды равна $m_0 + K \cdot d$, где m_0 - видимая звёздная величина звезды без атмосферы, K - некоторый коэффициент, показывающий, на сколько увеличивается видимая звёздная величина звезды при прохождении ей через 1км атмосферы. Тогда для звезды Гиаусар, наблюдаемой в Мурманске, при учёте толщины земной атмосферы в 100км, получаем формулу видимой звёздной величины от часового угла t:

$$m = 3{,}8 + K \cdot \frac{100\text{км}}{\sin(68°58')\sin(69°20') + \cos(68°58')\cos(69°20')\cos t}$$, где K - известно