Задача 1

Так как Хаббл космический телескоп то разрешительная способность ограничевается только радиусом диска Эйри.

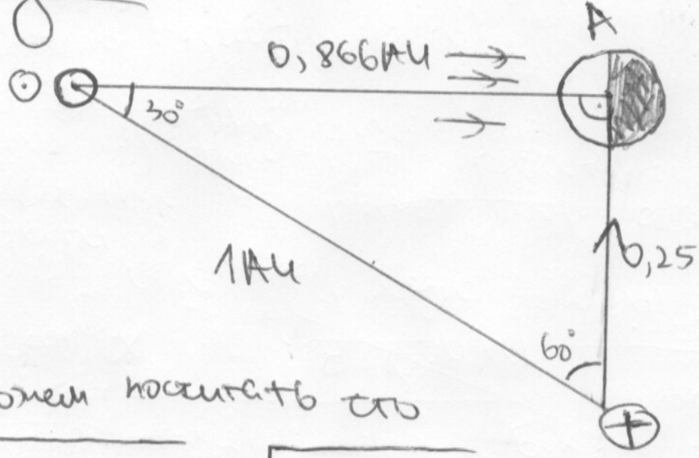
$$\alpha = \frac{1{,}22\lambda}{D} = \frac{1{,}22 \cdot 3000 \cdot 10^{-10}}{2{,}4}\ rad =$$

$$= \frac{1{,}22 \cdot 3 \cdot 10^{-7} \cdot 180 \cdot 3600''}{2{,}4 \cdot \pi} = \frac{1{,}22 \cdot 3}{1{,}2 \cdot \pi} \cdot 18 \cdot 18 \cdot 10^{-4''} \approx 320 \cdot 10^{-4''} =$$

$$= 0{,}32''$$

$\Rightarrow$ Угловое расст. м/у компонентами около $\boxed{0{,}32''}$

Задача 2



$0{,}866 \approx \frac{\sqrt{3}}{2}$, подсказывает что у нас специфичная ситуация → астероид в элонгации

Можем посчитать что

$$\sqrt{1^2-0{,}866^2}=\sqrt{0{,}250044}\approx 0{,}5$$ => наш треугольник ΔESA

→ прямоугольный с углом 30° (теорема Пифагора и отношение $\frac{b}{c}=\frac{1}{2}=\cos 60^\circ$ выполнено)

=> фазовый угол астероида $\psi = 90^\circ$

=> его фаза $\Phi = \frac{1+\cos\psi}{2} = \frac{1}{2}$

так как его оптические свойства поверхности такие же как на Луне можно записать

$$\frac{E_A}{E_☾} = \left(\frac{\overset{a_☾}{1AU}}{\underset{a_A}{0{,}866AU}}\right)^2 \cdot \left(\frac{\overset{R_A}{50m}}{\underset{R_☾}{1740\cdot 10^3 m}}\right)^2 \cdot \left(\frac{\overset{d_☾}{400\,000\cdot 10^3 m}}{\underset{d_A}{0{,}25\cdot AU}}\right)^2$$

где E_A и $E_☾$ освещенности которые мы получаем от астероида и луны в фазу 1/2

(закон обратных квадратов для расст. солнце-объект и объект-земля и отношение площадей)

Луна в первой четверти $m_☾ \approx -10^m$

$$\Rightarrow m_A = m_☾ + 2{,}5\lg\frac{E_☾}{E_A} = -10^m + 5\lg\left(\frac{1\cdot 50\cdot 4\cdot 10^8 m}{0{,}866\cdot 1{,}74\cdot 10^6\cdot 0{,}25AU}\right)$$

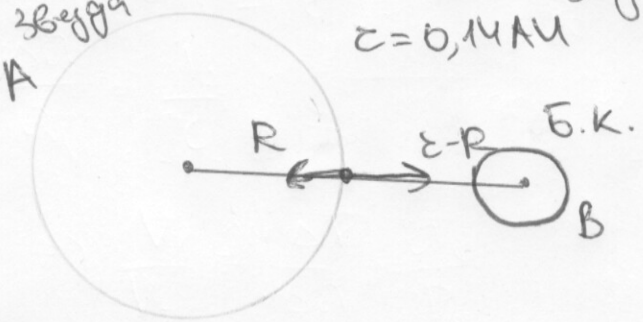
$$\approx -10^m + 5\lg(3\cdot 10^6) \approx 20^m \Rightarrow \boxed{m_A \approx 20^m}$$

$$m_T = m_Г + 5\lg\frac{D_T}{d_{зр.}} = 6^m + 5\lg\frac{500}{5} = 16^m < 20^m$$

=> нельзя его увидеть с таким телескопом

Задача 3

Можно оценить массу основного компонента если допустить что условие для аккреции вещества является более сильное грав. ускорение создаваемое карликом на вещество на краю звезды чем сама звезда



$$\Rightarrow \frac{GM_B}{(r-R)^2} \geq \frac{GM_A}{R^2}$$

$$\frac{M_B}{(r-R)^2} \geq \frac{M_A}{\frac{4}{3}\pi R^3} \cdot \frac{4}{3}\pi R = \rho \frac{4}{3}\pi R$$

$$\Rightarrow \rho \leq \frac{3M_B}{4\pi (r-R)^2 R} = \frac{3M_\odot}{4\pi (r-R)^2 R}$$

если учесть что аккреция с „небольшой скоростью“ можно сказать что $\rho = \frac{3M_\odot}{4\pi (r-R)^2 R}$ и $R \leq 0,1\,AU$

$$\frac{d\rho}{dR} = \frac{2}{R(r-R)^3} - \frac{1}{R^2 (r-R)^2} = 0 \Leftrightarrow R = \frac{r}{3}$$

$$\Rightarrow \rho_{min} = \frac{81 M_\odot}{16\pi r^3}$$

(все вычисления можно увидеть на черновике)

$$\rho_{max} \to R = 0,1\,AU \to \frac{3M_\odot}{4\pi \cdot 0,04^2 \cdot 0,1 \cdot AU^3}$$

$$\Rightarrow \rho \in \left[\frac{81 M_\odot}{16\pi r^3} ; \frac{3M_\odot}{4\pi \cdot 0,04^2 \cdot 0,1 \cdot AU^3}\right] \approx$$

$$\approx \left[0,3\,\frac{kg}{m^3} ; 0,9\,\frac{kg}{m^3}\right]$$

оценочно можно сказать что $\rho \approx \boxed{0,6\,\frac{kg}{m^3}}$

Задаса 4 Очевидно что источник X-ray пульсации это нейтронная звезда а источник $H\alpha$ это звезда MS

Отклонения периодов пульсации и линий $H\alpha$ обусловлены эфектом Доплера

MS → Main Sequence

$$\left| \begin{array}{l} P = P_0\left(1 \pm \frac{v_1}{c}\right) \Rightarrow \frac{|\Delta P|}{P_0} = \frac{v_1}{c} \\ \frac{|\Delta \lambda|}{\lambda_0} = \frac{v_2}{c} \end{array} \right.$$

, где V_1 → скорость нейтронной зв.

V_2 → скорость MS зв.

$$\Rightarrow \left| \begin{array}{l} \frac{V_1}{V_2} = \frac{\Delta P}{\Delta\lambda} \cdot \frac{\lambda_0}{P_0} \\ M_1 \cdot V_1 = M_2 V_2 \end{array} \right.$$

(двойная система звезд. коэф. cos i сокращ.)

$$\Rightarrow M_2 = M_1 \cdot \frac{\Delta P}{\Delta\lambda} \cdot \frac{\lambda_0}{P_0}$$

Светимость системы ≈ светимости MS зв. так как нейтронная звезда почти ~~надо~~ не излучает

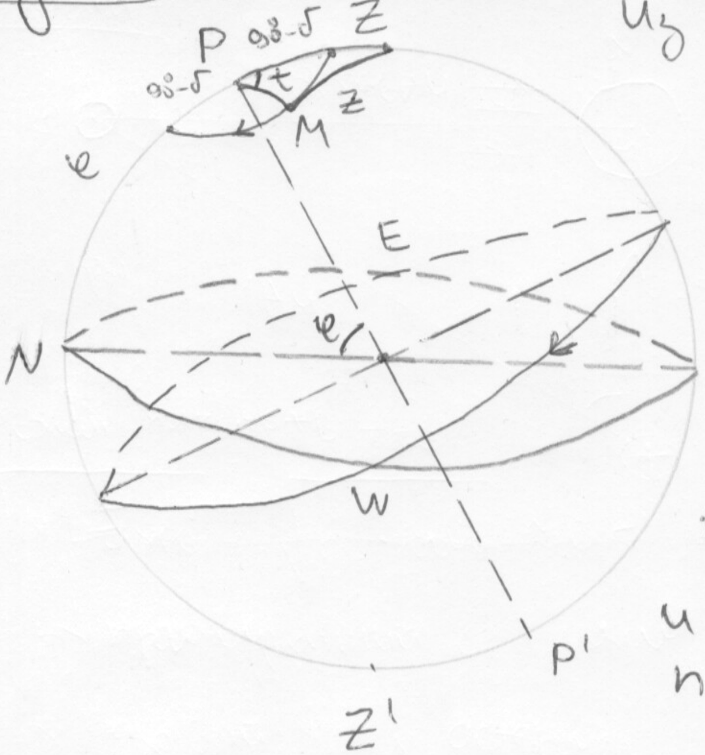
$$\Rightarrow \frac{L}{L_\odot} = \left(\frac{M_2}{M_\odot}\right)^{3,5} = \left(\frac{1,4 M_\odot \cdot \frac{\Delta P}{\Delta\lambda} \cdot \frac{\lambda_0}{P_0}}{M_\odot}\right)^{3,5} =$$

$$= \left(1,4 \frac{\Delta P}{\Delta\lambda} \cdot \frac{\lambda_0}{P_0}\right)^{3,5} = \left(\frac{1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 6560 \text{Å}}{0,5 \text{Å}}\right)^{3,5} = \left(\frac{1,4 \cdot 6,56}{5}\right)^{3,5} \approx$$

$$\approx 8 L_\odot \Rightarrow L \approx \boxed{8 L_\odot}$$

где $L_\odot$ → светимость солнца в видимом диапазоне

Задача 5



Из параллактического треугольника ΔPMZ:

$$\cos z = \cos(90^\circ-\varphi)\cos(90^\circ-\delta) + \sin(90^\circ-\varphi)\sin(90^\circ-\delta)\cos t$$

$$\Rightarrow \cos z = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos t$$

Воздушная масса для $z \approx 90^\circ$ выражается как $X = \frac{1}{\cos z}$

и $m = m_0 + n \cdot X$

n для норм. атм. $\approx 0{,}3^m$

Так как в нижней кульминации $h = \varphi+\delta-90^\circ \approx 50^\circ$

$\Rightarrow$ можно использовать формулу $\frac{1}{\cos z}$

(звезда не заходить под горизонт и всегда находится на север)

$$m(t) = m_0 + n \cdot \frac{1}{\sin\varphi\sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos t} \approx 3{,}8^m + 0{,}3^m \frac{1}{\quad}$$

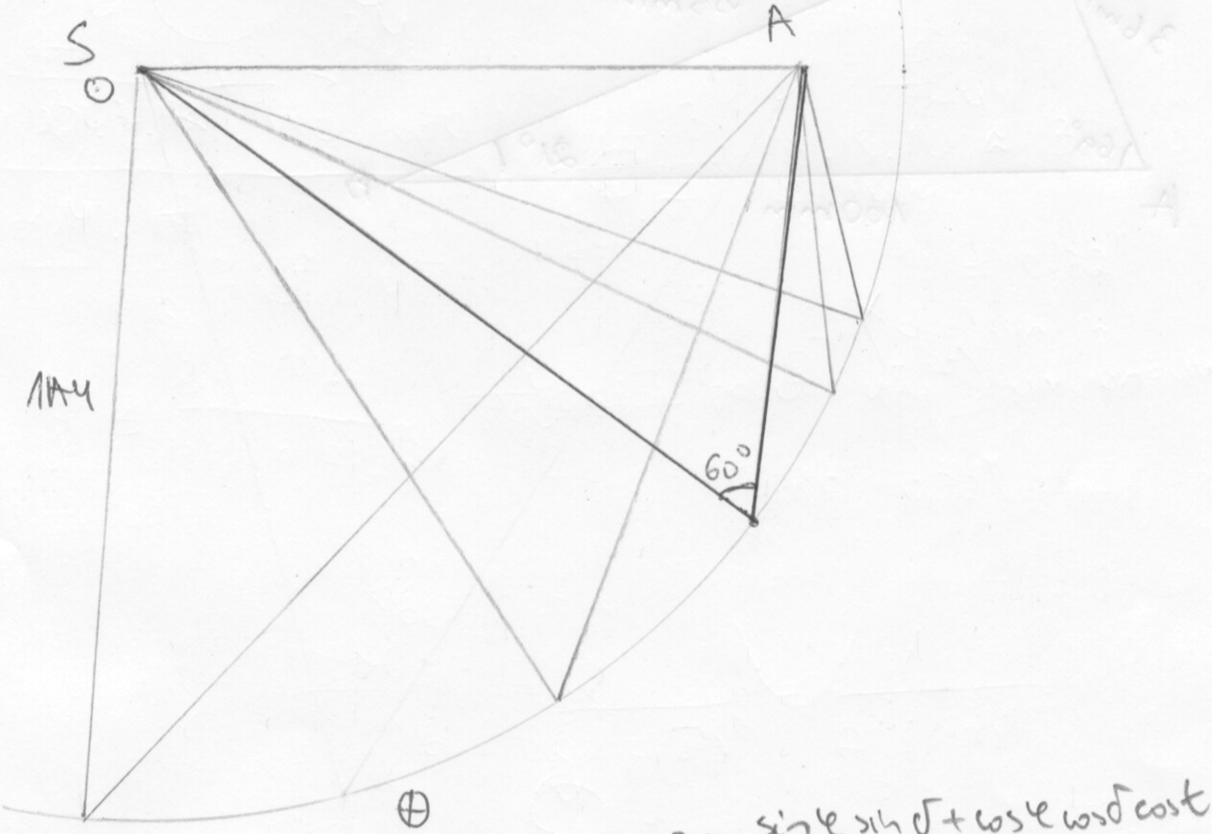
$\sin\varphi \approx \sin\delta \approx \sin 69^\circ$

$\sin 69^\circ$ можем найти нарисовав пр. треугольник с углом 69°

$\Rightarrow \sin 69^\circ \approx 0{,}93$

$\cos 69^\circ \approx 0{,}36$

$$\Rightarrow \boxed{m(t) = 3{,}8^m + 0{,}3^m \frac{1}{0{,}86 + 0{,}13 \cdot \cos t}}$$

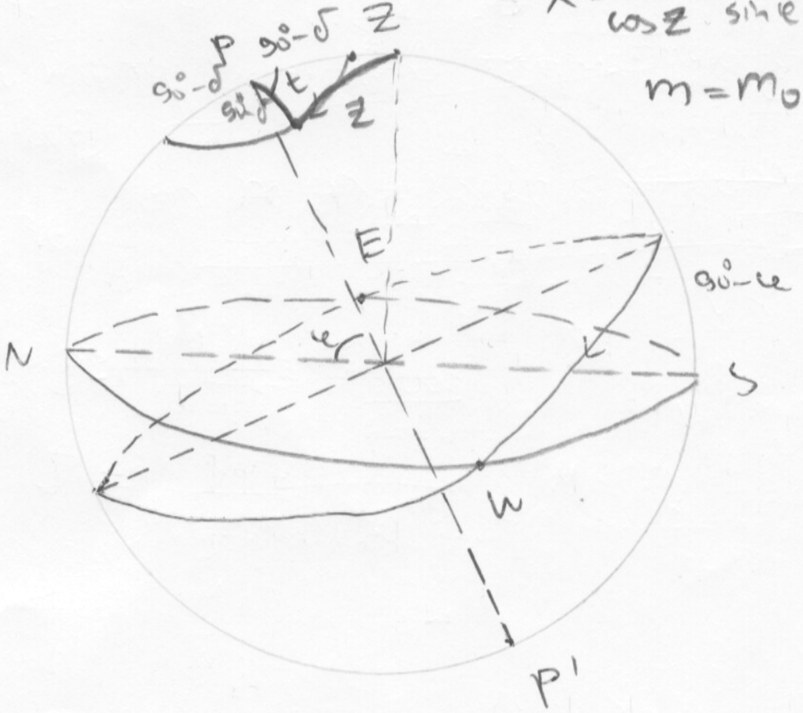


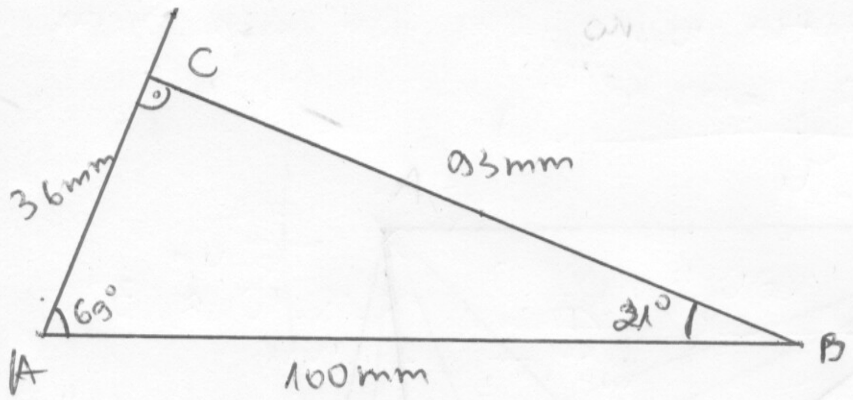
$$\cos z = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos t$$

n =

$$X = \frac{1}{\cos z} = \frac{1}{\sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos t}$$

$$m = m_0 + n \cdot X$$




C
36mm
93mm
69°
21°
A
100mm
B

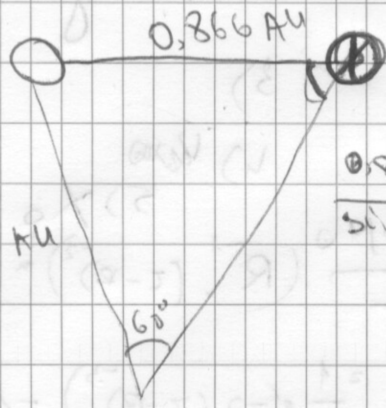
косм. тел. → нет. атм. шумов

(1) $\alpha = \frac{1,22\lambda}{D} = \frac{1,22 \cdot 3000 \cdot 10^{-10}}{2,4} = \frac{3 \cdot 10^{-7}}{2} \text{ rad} \cdot \frac{180° \cdot 3600}{\pi}$

$\frac{17}{17}$ 119

$17 \cdot 17 = \frac{17}{189}$

(2)



1,7

$f = \frac{1 + \cos\alpha}{2}$ $\quad \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\frac{0,866}{\sin 60} = \frac{1}{\sin\alpha}$

866 : 2 = 433

34

0,5

433 : 7 =

-42

13

433 : 13 = 3

-39

43

866 · 866

5196

5196

6928

0,749956

0,250044 = $0,5^2$

0,5 · 0,25

656 nm

-26,8 m

(4) $\frac{V}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ $\quad 136 = \frac{L_\odot}{4\pi r^2}$

$V_1 = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c = \frac{0,5}{6560} c$ $\quad \frac{V}{c} = 10^{-4}$

$\frac{d}{c} \cdot P_0 + \frac{d - V \cdot P_0}{c}$

$P = P_0\left(1 - \frac{V}{c}\right)$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{10^4 \cdot 0,5}{6560} = \frac{5000}{6560} =$

$m_1 V_1 = m_2 V_2$

$M_1 = m_2 \frac{6,56}{5} = 1,4 M_\odot \cdot \frac{6,56}{5}$

0,93 · 0,93 = 279, 837, 8649 $\quad$ 0,86 $\quad$ 36 · 36 = 216 $\quad$ 0,4296

$\frac{L}{L_\odot} = \left(\frac{M_1}{M_\odot}\right)^{3,5} = 1,4$

$L = \left(1,4 \cdot \frac{6,56}{5}\right)^{3,5} L_\odot$

$E = \frac{L_\odot}{4\pi r^2}$ $E = \frac{L_\odot}{4\pi r^2} \cdot \frac{2\pi R^2}{4\pi d^2}$ $\frac{E_A}{E_\odot} = \frac{r_A^2}{a^2} \left(\frac{R_A}{R_\odot}\right)^2 \left(\frac{d}{0{,}25 AU}\right)^2$

$18 \cdot 18 = 326$

$\frac{18}{144}$

$\frac{G M_\odot}{(r-R)^2} \geq \frac{G M}{R^2}$ $\frac{3{,}66}{1{,}2 \cdot 3{,}14}$

1) $\alpha = \frac{1{,}22\lambda}{D}$

2) A мупа $0{,}4$

3)

4)

5) $X_\varphi = 1$, $n = ?$ $0{,}3m$

$\frac{M_\odot}{(r-R)^2 \cdot R} \geq \frac{3}{4\pi} \rho$ $\frac{4}{3}\pi$

$\rho \leq \frac{3 M_\odot}{4\pi (r-R)^2 R}$ $\frac{d\rho}{dR} = \frac{3M_\odot}{4\pi} \left(R^{-1} \cdot (r-R)^{-2}\right)'$

$= \frac{1}{R} \cdot \left(-2(r-R)^{-3}\right) \cdot -1 + \left(-1 \cdot R^{-2} \cdot (r-R)^{-2}\right)$

$\frac{r}{2}$ $\frac{r}{8}$ $\frac{32}{r^4} - \frac{16}{r^4} = \frac{16}{r^4}$

$= \frac{2}{R(r-R)^3} - \frac{1}{R^2 (r-R)^2}$

$2R^2 (r-R)^2 = R(r-R)^3$ $= \frac{2}{\frac{r}{3} \cdot \left(\frac{2}{3}r\right)^3} - \frac{1}{\frac{r^2}{9}\left(\frac{2}{3}r\right)^2}$

$2R = r - R \rightarrow R = \frac{r}{3}$

$3^3 = 27$

81

$= \frac{2 \cdot 81}{8 \cdot r^4} - \frac{81}{4r^4} =$

$\frac{r}{3}$ $\frac{4}{9} \cdot \frac{1}{3} \cdot r^3$ $\frac{500}{5}$

$\rho \geq \frac{81 M_\odot}{16\pi r^3}$

$\frac{4}{27} \cdot r^3$ $\rho \leq \frac{3 M_\odot}{4\pi \cdot 0{,}04^2 \cdot 0{,}1 AU^3}$

$\frac{3{,}66}{3{,}768}$

$3{,}14 \cdot 1{,}2$

628

314

3768

100

2.5