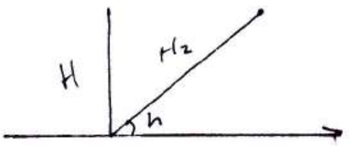
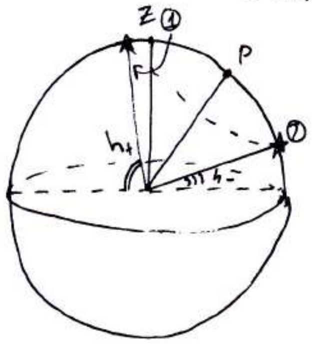
Задача 5



То, сколько поглощает атмосфера зависит ~~напряжение~~ от высоты наблюдаемой звезды.

Например пусть поглощение $\frac{n^m}{H}$, где H-~~высота~~ толщина атмосферы. Тогда для звезды на высоте h

поглощение $\frac{n^m}{\sin h}$, т.к. $H_z = \frac{H}{\sin h}$.

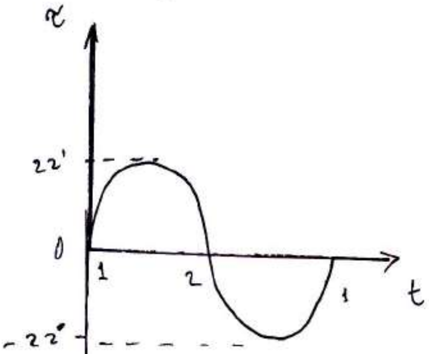


$h_+ = 90+\delta-\varphi = 90+69°20' - 68°58' = 90° + 22' \Rightarrow$ звезда кульминирует к югу от зенита $h_+ = 89°38'$

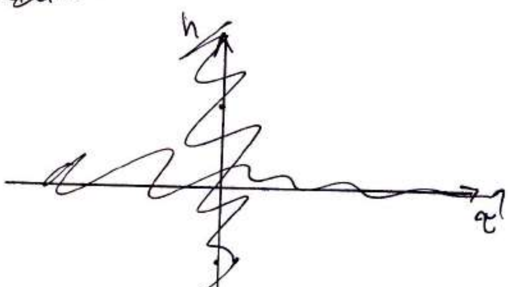
$h_- = \varphi - 22' - (90-\varphi) = 2\varphi - 90° - 22' = 137°56' - 90°22' = 47°34'$

Часовой угол $\tau = \angle ZPM$, где M - светило.

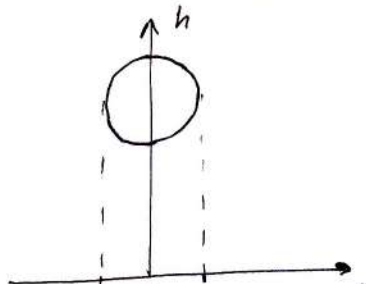
Тогда изменение часового угла:



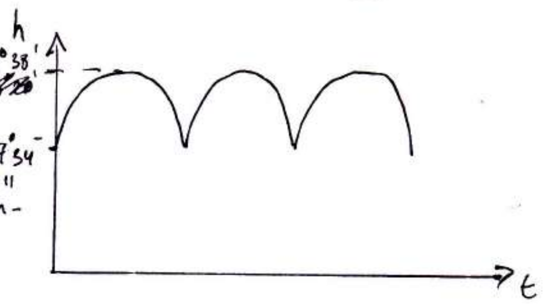
~~Изменение высоты:~~



Изменение высоты в зависимости от часового ∠:



Изменение высоты в зависимости от времени:



Если n^m поглощение атмосферой в зените, то $m(h) = 3,8 + \frac{n}{\sin h}$.

Задача 1:

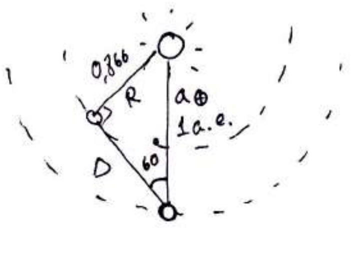
Угловое разрешение телескопа равно его дифракционному пределу $\beta = \frac{1{,}22\lambda}{D}$, где λ - наблюдаемая длина волны.

Из условия $D = 2{,}4$ м; $\lambda = 3000 Å = 3000\cdot10^{-10}$ м $= 3\cdot10^{-7}$ м

$$\beta = \frac{1{,}22\cdot 3\cdot10^{-7}\text{ м}}{2{,}4\text{ м}} = \frac{1{,}22\cdot10^{-7}}{0{,}8} \approx 1{,}5\cdot10^{-7}\text{ радиан} = 0{,}031''$$

Ответ: $0{,}031''$

Задача 2:



1) Можно заметить, что $\sin 60° = 0{,}866$ и R - расстояние от астероида до Солнца также 0,866 а.е. Значит астероид находится в элонгации и его фаза 0,5

Тогда D - расстояние от Земли до астероида 0,5 а.е. ($a_\oplus\cdot\cos60°$)

2) Сравнивая с Луной найдем светимость астероида ($L_☾$ - св. Луны)

$$\frac{L_☾}{L_A} = \frac{0{,}866^2\cdot r_☾^2}{1^2\cdot r_A^2} = \frac{0{,}866^2}{1^2}\cdot\frac{1700\text{ км}^2}{50\text{ м}^2} \approx 0{,}75\cdot 34000^2 = 0{,}75\cdot1{,}16\cdot10^9 = 0{,}87\cdot10^9 = 8{,}7\cdot10^8$$

У Луны в 1 четверти (фаза 0,5) зв. величина -10^m.

=> если астероид был бы на таком же расстоянии, то его m была бы:
$m_x = -10^m + 2{,}5\lg(8{,}7\cdot10^8)$ по формуле Погсона

3) Т.к. он находится дальше, чем Луна от Земли, то нужно учесть $5\lg\frac{D}{a_☾}$

Итак у астероида:

$$m = -10^m + 2{,}5\lg(8{,}7\cdot10^8) + 5\lg\frac{0{,}5\text{ а.е.}}{3{,}8\cdot10^5\text{ км}} = -10^m + 2{,}5\lg(8{,}7\cdot10^8) + 5\lg\left(\frac{75\cdot10^6}{3{,}8\cdot10^5}\right) =$$

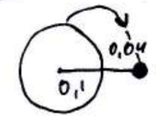
$$= -10^m + 2{,}5\lg10^8 + 2{,}5\lg 8{,}7 + 5\lg10^7 + 5\lg\left(\frac{7{,}5}{3{,}8}\right) = -10^m + 2{,}5\cdot8 + 5\cdot7 + 5\lg2 + 2{,}5\lg 8{,}7 =$$

$$= 45^m + 0{,}37\cdot5^m + 2{,}5\cdot0{,}9^m = 45^m + 2{,}15^m + 2{,}25^m = 49{,}4^m$$ — оценочная зв. величина астероида

В 50см телескоп его ~~р~~ нельзя будет наблюдать, т.к. в таком телескопом будет ярче лишь в $\left(\frac{500}{6}\right)^2 < 10^4$ раз, а $\Delta m < 2{,}5\lg10^4 \Rightarrow \Delta m < 10$. До 6^m явно не увеличит
(6 - диаметр ночного зрачка)

Ответ: $49{,}4^m$, в телескоп диаметром 50см увидеть нельзя

Задача 3



1) Т.к. идет аккреция, на поверхности основного компонента больше ощущается гравитационное воздействие белого карлика, а не самой звезды!

$$F_{бк} > F_з \Rightarrow \frac{GM_{бк}}{0{,}04 \text{а.е}^2} > \frac{GM_з}{0{,}1 \text{а.е}^2}$$

2) Будем считать, что когда аккреция только начинается, радиус звезды максимальный, т.е. 0,1 а.е, а эти силы практически одинаковы.

Тогда $$\frac{M_{бк}}{0{,}04^2} = \frac{M_з}{0{,}1^2} \Rightarrow \frac{M_{бк}}{M_з} = \frac{0{,}04}{0{,}1}^2 \Rightarrow M_з = M_{бк} \cdot \frac{0{,}1^2}{0{,}04^2} = M_{бк} \cdot \frac{0{,}01}{0{,}0016} = 6{,}25 M_{бк}.$$

3) Итак, масса ~~[illegible]~~ основного компонента 6,25 ~~[illegible]~~ масс белого карлика => 6,25 масс Солнца.

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{6{,}25 M_\odot}{\frac{4}{3}\pi R^3} \approx \frac{6{,}25 \cdot 2 \cdot 10^{3} \text{кг}}{4 \cdot (0{,}1 \cdot 10^{9} \cdot 150)^3 \text{м}^3} = \frac{6{,}25}{2} \cdot \frac{10^3 \text{кг}}{150^3 \cdot 10^{24} \text{м}^3} = \frac{3{,}125 \text{кг}}{150^3 \cdot 10^{21} \text{м}^3} = \frac{3{,}125 \text{кг}}{3{,}375 \cdot 10^{27}} =$$

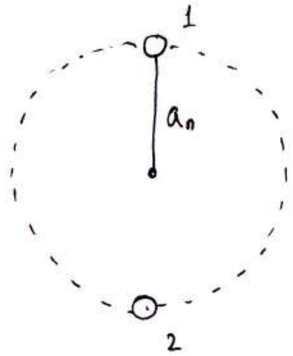
$$= \frac{25}{27 \cdot 10^{27}} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \approx 0{,}93 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $0{,}93 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Задача 4

Т.к. система состоит из двух компонент, они обращаются вокруг одного центра масс. Это движение и вызывает смещение линии $H\alpha$ и отклонения периода сигнала.

Вращение пульсара вокруг центра масс:



Если пульсар выпускает сигнал в положении 1, то он идёт на 10^{-4} сек дольше, а если в положении 2, то на 10^{-4} сек быстрее.

$a_n = 10^{-4}_c \cdot c$, где c - скорость света, с которой распространяется сигнал.

$a_n = 10^{-4}c \cdot 3 \cdot 10^5 км/с = 30 км$, что примерно равно радиусу нейтронной звезды

Зная смещение линии $H\alpha$, можно найти скорость орбитального движения, исходя из закона смещения Доплера:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} \Rightarrow v = \frac{3 \cdot 10^5 \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-10} м}{653{,}6 \cdot 10^{-9} м} = \frac{3 \cdot 10^5 \cdot 0{,}5}{6536} = \frac{1{,}5}{6536} \cdot 10^5 \approx 2{,}3 \cdot 10^{-4} \cdot 10^5 = 23 км/с$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

~~$\Rightarrow M = \frac{v^2 R}{G}$. В данном случае M - масса барицентра $M = \frac{M_2^3}{(M_2+M_н)^2}$, где $M_н$ - масса нейтронной звезды~~

~~$M = \frac{(23000)^2 \cdot 30000 м}{6{,}67 \cdot 10^{-11}} = \frac{23^2 \cdot 3 \cdot 10^6 \cdot 10^4 \cdot 10^{11}}{6{,}67} = \frac{10^{20} \cdot 529 \cdot 3}{6{,}67} = \frac{10^{22} \cdot 5{,}29 \cdot 3}{6{,}67} \approx 2{,}4 \cdot 10^{22}$~~

~~Зная, что масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг, $M = 1{,}2 \cdot 10^{-8} M_\odot$~~

~~$1{,}2 \cdot 10^{-8} M_\odot = \frac{M_2^3}{(M_2 + 1{,}4M_\odot)^2} \Rightarrow M_2 =$~~

~~Зная, что для звезд главной последовательности $L \sim M^4$, нужно найти массу второй компоненты для того чтобы оценить светимость всей системы~~

~~Зная, что масса барицентра $\frac{M_н^3}{(M+M_н)^2} = \frac{(1{,}4M_\odot)^3}{M+1{,}4M_\odot} = M_{бц}$.~~

~~$M_{бц} = \frac{v^2 R}{G} = 2{,}4 \cdot 10^{22} кг = 1{,}2 \cdot 10^{-8} M_\odot$~~

~~Пусть $M_\odot = 1$ тогда~~

~~$\frac{1{,}4^3}{(M+1{,}4)^2} = 1{,}2 \cdot 10^{-8} \Rightarrow 2{,}3 \cdot 10^8 = (M+1{,}4)^2 \Rightarrow 2{,}52 \cdot 10^4 = M+1{,}4 \Rightarrow M \approx 2{,}5 \cdot 10^4 M_\odot$~~

НАГ-3
страница 4

Итак, нейтронная звезда обращается по орбите с радиусом, ~~~~ сопоставимым с её диаметром, а звезда ГП движется по орбите с $v = 23$ км/с
Т.к. для звёзд Главной последовательности $L \sim M^4$, для оценки светимости всей системы нужно найти массу второго компонента

Представим, что ~~вращается~~ обращается она вокруг нейтронной звезды.

$$v^2 = \sqrt{\frac{GM}{R}} \Rightarrow R = \frac{GM}{v^2} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot 1{,}4}{(23000)^2} = \frac{2{,}8 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{13}}{23^2 \cdot 10^6} = \frac{2{,}8 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{13}}{529} = \frac{18{,}67 \cdot 10^{13}}{529} =$$

$$= 3{,}3 \cdot 10^{11} \text{м.} = 3{,}3 \cdot 10^8 \text{км.}$$

$\Rightarrow$ Основная компонента гораздо ~~более~~ менее массивна чем нейтронная звезда, т.к. ~~~~ расстояние между ними $3{,}3 \cdot 10^8$, а орбита нейтронной звезды лишь 30 км.
Что не кажется вероятным, а значит в расчетах была совершена ошибка