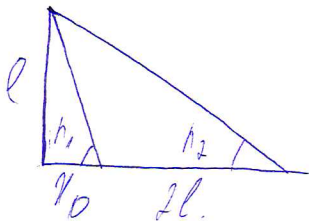


Во-первых, отметим, что Солнце в данном случае должно кульминировать строго по одну сторону ^{от центра} ~~от центра~~, если мы находимся на широтах от $+23,5^\circ$ ю.ш. до $23,5^\circ$ с.ш. длина тени человека не будет превышать l . Это 45° , что примерно равно l и очевидно образует произведение условия задачи. Рассмотрим ситуацию, когда наблюдение ведется в Северном полушарии



Наибольшая длина тени будет наблюдаться в день летнего солнцестояния, наименьшая - в день зимнего солнцестояния

$$x_0 = l \cdot \text{ctg} h_1 \quad x_0 + 2l = l \cdot \text{ctg} h_2 \quad |h_1 - h_2| = 2 \cdot 23,5 \approx 45^\circ$$

$$2 + \text{ctg} h_1 = \text{ctg} h_2 \quad h_2 = h_1 + 45^\circ$$

$$2 = \text{ctg} h_2 - \text{ctg}(h_2 + 45^\circ) = \frac{\cosh h_2}{\sinh h_2} - \frac{\cosh h_2 \cos 45^\circ - \sinh h_2 \sin 45^\circ}{\sinh h_2 \cos 45^\circ + \cosh h_2 \sin 45^\circ}$$

$$= \frac{\cosh h_2}{\sinh h_2} + \frac{-\cosh h_2 + \sinh h_2}{\sinh h_2 + \cosh h_2} = \frac{\cosh h_2 \sinh h_2 + \cosh^2 h_2 - \cosh h_2 \sinh h_2 + \sinh^2 h_2}{\sinh h_2 (\sinh h_2 + \cosh h_2)}$$

$$= \frac{1}{\sin^2 h_2 + \sinh h_2 \cosh h_2}$$

$$\sin^2 h_2 + \sinh h_2 \cosh h_2 = \frac{1}{2} \quad \frac{1 - \cosh 2h_2}{2} + \frac{\sinh 2h_2}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\sin 2h_2 = \cosh 2h_2 \quad h_2 \approx 22,5^\circ$$

$$\frac{\sin 2h_2}{2} = \frac{\cosh 2h_2}{2} = \frac{1}{2} \quad \varphi \approx h_2 + \delta \approx 45^\circ$$

Ответ: около 45° с.ш., ~~45°~~ ю.ш. и 45° ю.ш.

№4.

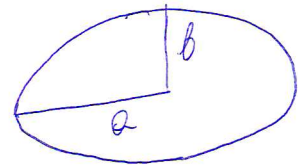
Разность длин наблюдаемых ^{длин} волн для центра диска и его края на наблюдателе в результате вращения звезда вокруг своей оси. Вычисли скорость этого вращения

$$\frac{\Delta\lambda_1}{\lambda_1} = v_{\lambda} \quad \frac{\Delta\lambda_2}{\lambda_2} = v_{\lambda} + v_3$$

$$v_3 = \frac{\Delta\lambda_2 - \Delta\lambda_1}{\lambda_1} = \frac{0,1 \text{ \AA}}{5170,7 \text{ \AA}} = \frac{1}{51707}$$

$$v_3 \approx 6000 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Поверхность звезды представляет собой ~~сферическую~~ ^{эллипсоидальную} поверхность ~~в виде эллипсоида~~ в ширину ось $2a$.



$$M \frac{v_3^2}{2} - \frac{GM}{a} = -\frac{GM}{b}$$

$$M = \frac{4}{3} \pi a^2 b \rho$$

$$\frac{v_3^2}{2} - \frac{G \frac{4}{3} \pi a^2 b \rho}{a} = -G \frac{4}{3} \pi a^2 \rho$$

Из предположения, что $L \sim M^2$, имеем, что $L_{\text{min}} = L_{\odot} \left(\frac{M_{\text{min}}}{M_{\odot}} \right)^2$. Найдем M_{min} при M_{min} :

$$b = a - \frac{3v_3^2}{68\pi a \rho}$$

$$M = \frac{4}{3} \pi a^2 \left(a - \frac{3v_3^2}{68\pi a \rho} \right) \rho = \frac{4}{3} \pi a^3 \rho - \frac{4}{3} \pi a \cdot \frac{3v_3^2}{68\pi} = \frac{4}{3} \pi a^3 \rho - \frac{a v_3^2}{26}$$

$$M' = \frac{8}{3} \pi a^2 \rho - \frac{v_3^2}{26}$$

$$\frac{8}{3} \pi a^2 \rho = \frac{v_3^2}{26}$$

$$a = \sqrt{\frac{3v_3^2}{16\pi}}$$

$$a = \sqrt{\frac{3\sigma_3^2}{16\pi}}$$

$$a = \sqrt{\frac{3\sigma_3^2}{16\pi G\rho}}$$

$$\mu_{min} = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{3\sigma_3^2}{16\pi G\rho} \right)^{\frac{3}{2}} - \frac{\sigma_3^2}{2G} \sqrt{\frac{3\sigma_3^2}{16\pi G\rho}} =$$

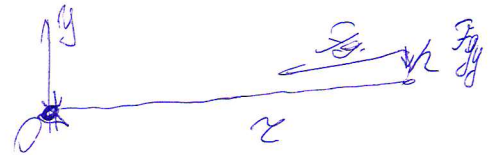
$$= \sqrt{\frac{3\sigma_3^2}{16\pi G\rho}} \left(\frac{4}{3} \pi \frac{3\sigma_3^2}{4\sqrt{16\pi G\rho}} - \frac{\sigma_3^2}{2G} \right)$$

$$= \frac{\sigma_3^2}{4} \sqrt{\frac{3\sigma_3^2}{16\pi G\rho}}$$

NS.

Проекция силы притяжения на ось, перпендикулярную плоскости симметрии равно:

$$F_{gy} = \frac{GMm}{r^2} \cdot \frac{h}{r} \text{ при } h \ll r$$



Давление газа:

$$p = \frac{\rho RT}{\mu}$$

Таким образом давление равно проекции силы притяжения

$$-\frac{dp}{\rho} \times R = \frac{GM\rho h dh}{r^3}$$

$$\int_{p_0}^p \frac{dp}{\rho} = \int_0^h dh \frac{GM\mu}{RT r^3}$$

$$p = p_0 e^{-\frac{h^2 GM\mu}{RT r^3}}$$

$$-\ln \frac{p}{p_0} = h^2 \frac{GM\mu}{RT r^3}$$

№ 2

Во-первых, отметим, что для спутников пульсаров характерной чертой является совпадение периодов обращения вокруг своей оси и вокруг пульсара. Из этого предположения найдем расстояние между пульсаром и спутником

$$\frac{1 \text{ а. е.}}{M} = \left(\frac{P_{\text{од}}}{0,03 \text{ сут}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$M = \frac{150 \cdot 10^6 \text{ км}}{(1,2 \cdot 10^4)^{\frac{2}{3}}} \approx \frac{1,5 \cdot 10^8 \text{ км}}{1,1 \cdot 10^{\frac{8}{3}}} \approx 1,5 \cdot 10^{\frac{16}{3}} \text{ км} \approx 5 \cdot 10^5 \text{ км}$$

Ввиду близости к звезде пульсару вполне возможно, что спутник состоит из легких остатков от взрыва звезды сверхновой, т.е. состоит в основном из непроцеженного водорода, гелия и некоторым другим более тяжелым элементам