

## Задача 1.

Дано:

$r_0 = 30 \text{ нк}$

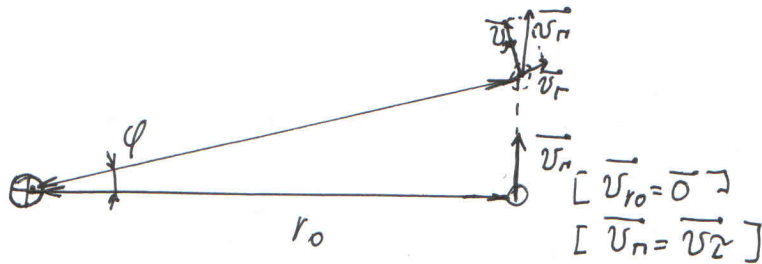
$v_{r_0} = 0 \text{ м/с}$

$\mu = 0,5 / \text{лог}$

$\Delta t = 100 \text{ нс}$

$\lambda = 555 \text{ нм}$

$\Delta \lambda_0 = 0,1 \text{ \AA}$



①  $v_{\pi} = \omega R \dot{\varphi}$

$$v_{\pi} = r_0 \mu : v_{\pi} = \frac{30 \text{ нк}}{0,5 / \text{лог}} = \frac{(30 \cdot 206256) \text{ а.е.}}{2 \cdot 206256 / \text{лог}} =$$

$$= \cancel{60 \cdot 20} v_{\pi} = (30 \cdot 206256) \text{ а.е.} \cdot \frac{1}{2 \cdot 206256} \text{ лог} =$$

$$= \frac{15}{\text{лог}} \text{ а.е.} = \frac{15 \cdot 150 \cdot 10^9}{365 \cdot 86400} \frac{\mu}{\text{с}} \approx 0,75 \cdot 10^6 = 75 \cdot 10^4 (\mu/\text{с})$$

②  $\text{tg } \varphi = \frac{\Delta t \cdot v_{\pi}}{r_0} \approx \varphi : \varphi = \frac{100 \cdot 15}{30 \cdot 206256} = \frac{5}{206256} = 5''$

$$v_r = v_{\pi} \cdot \sin \varphi : v_r = 75 \cdot 10^4 \cdot \frac{5}{206256} \approx \frac{75 \cdot 5}{20,6} \approx 19 \mu/\text{с}$$

$\sin \varphi \approx \varphi$

③  $\Delta \lambda = \lambda \frac{v_r}{c} : \Delta \lambda = 555 \text{ нм} \cdot \frac{19 \mu/\text{с}}{3 \cdot 10^8 \mu/\text{с}} \approx 555 \text{ нм} \cdot \frac{2}{3} \cdot 10^{-7} =$   

$$= \frac{2}{3} \cdot 0,555 \cdot 10^{-3} \text{ \AA} \ll \Delta \lambda_0$$

Ответ: обнаружить лучевую скорость не удастся.

## Задача 2.

Дано:

$t = 73 \text{ д}$

$M_m = -0,6 \text{ м}$

$T = 3,4 \cdot 10^3 \text{ К}$

$\gamma = 0,7 \text{ м/с}^2$

 $v_{\text{max}} = ?$ 

①  $\frac{E_0}{E_m} = 10^{0,4(M_m - M)}$  - из ф. Планка

$r = 10 \text{ нк} \rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{E_0}{E_m} = \frac{L_0}{L_m} = 10^{0,4 \cdot (-5,6)} = 10^{-2,24} = \frac{1}{100 \cdot \sqrt{10}} \approx \frac{1}{170}$$

$L_m = 170 L_0$

$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$  - из з. Стеффана

$$\frac{L_m}{L_\odot} = \frac{R^2 T^4}{R_\odot^2 T_\odot^4} = 170$$

306-2

$$R = R_\odot \left( \frac{T_\odot}{T} \right)^2 \sqrt{170} : R \approx 23 R_\odot \approx 0,1 \text{ (a.e.)}$$

$$F_G = \frac{Mm}{R^2} G - \text{з.к. в/м.}$$

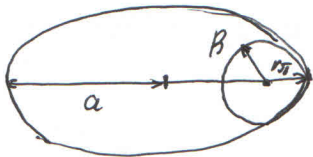
$$g = \frac{GM}{R^2} \quad M = \frac{gR^2}{G} : M \approx M_\odot$$

$$\textcircled{2} \quad \tau = 73^d = 0,2 \text{ yr}$$

$$\frac{T^2}{a^3} = 1 \quad \left( \frac{\text{a.e.}}{209 \frac{M_\odot}{M_\odot}} \right) - \text{III з.к. Кеплера в общ. ф. для } \Sigma M = M_\odot$$

$$a = T^{\frac{2}{3}} : a \approx 0,34 \text{ a.e.}$$

③



$$\begin{cases} r_{\text{peri}} = a(1-e) \\ r_{\text{ap}} = R \quad [e_{\text{max}}] \end{cases}$$

$$e = 1 - \frac{r_{\text{peri}}}{a} : e_{\text{max}} = 0,7$$

Ответ:  $e_{\text{max}} = 0,7$ .

Задача 3.

① Три наблюдения невооруженным глазом мы видим Антарес на небе как голубую звезду яркостью около  $m = \overset{-1}{\underset{-0,5}{-}}$ .

Из цвета звезды предположим, что Антарес - голубой гигант. Тогда по диаграмме распределения звезд по светимости и спектральным массам можно сказать, что ее абс. зв. величина

$M \approx 0$ .

$$\frac{E_1}{E_2} = 10^{0,4(m_2 - m_1)} \quad - \text{ф. Пойсона}, \quad \frac{L}{L_\odot} = 10^{0,4(M_\odot - M)} : L = 100 L_\odot$$

Оценим расстояние до звезды.

$$\frac{L}{L_\odot} \cdot \left( \frac{r}{r_\odot} \right)^2 = 10^{0,4(m - M)} \quad , \quad r = r_\odot \cdot 10^{0,2(m - M)} : r = 10 \cdot 10^{0,2 \cdot (-1)} = 10^{0,8} \text{ (пк)}$$

где  $r_\odot = 10 \text{ ПК}$

$$r \approx 9 \text{ пк}$$

Сравним Сикке и Антарес по радиусу и светимости.

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4 - \text{из з-на Стефана-Больцмана}$$

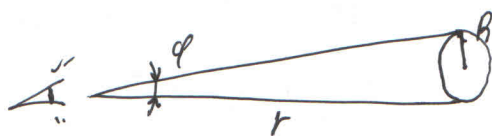
$$\frac{1}{100} = \frac{R_0^2 T_0^4}{R^2 T^4}$$

$$R = \frac{1}{10} R_0 \cdot 10 R_0 \left( \frac{T_0}{T} \right)^2, \text{ где } T_0 = 4,5 \cdot 10^3 \text{ K}$$

$$T \approx 9 \cdot 10^3 \text{ K}$$

$$R = R_0 \cdot 10 \cdot \frac{1}{4} = 2,5 R_0$$

②



$$\text{tg } \varphi \approx \varphi = \frac{2R}{r};$$

$$\varphi = \frac{5R_0}{r} : \varphi, R_0 \approx \frac{1}{200} \text{ а.е.}$$

$$\varphi = \frac{5 \cdot \frac{1}{200} \text{ а.е.}}{9 \cdot 206256 \text{ а.е.}} \approx \frac{1}{400} = \frac{1}{400}'' = 0,0025''.$$

Ответ: угловой размер диска Антареса составит около 0,0025''.

Задача 4.

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}}$$

$$\text{где } S' = \Delta T [\text{январь } 2003 \rightarrow \text{июль } 2007] = 94,5 \text{ лет}$$

$$T = \left( \frac{1}{S'} + 1 \right)^{-1}$$

$$T = \left( \frac{1}{94,5} + 1 \right)^{-1} = \frac{94,5}{95,5}$$

$$T^2 = a^3 \quad \left[ \frac{\text{а.е.}}{\text{год}} \right] - \text{III з-н Кеплера для } M_0, m \ll M_0$$

$$a = (T)^{\frac{2}{3}} : a = \left( \frac{94,5}{95,5} \right)^{\frac{2}{3}} \approx a = 0,993 \text{ а.е.}$$

Ответ:  $a = 0,993 \text{ а.е.}$

# Задача 5.

306-4

Дано:

$(\varphi = 62^\circ, \lambda = 31^\circ)$

$(\varphi = 43^\circ, \lambda = 43^\circ)$

$H = 885 \text{ м}$

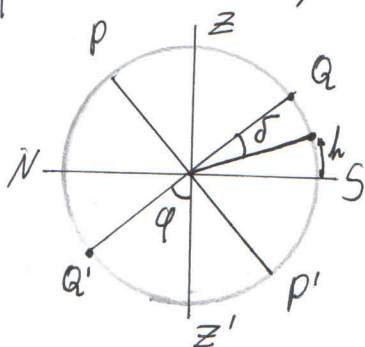
$h_{\text{max}} - ?$

$\Delta t - ?$

① Аркадий увидел звезду на юге  $\Rightarrow$  она находилась в верхней кульминации, а её высота  $h = 0^\circ$ .

Тогда  $\delta = \varphi - 90^\circ : \delta = -28^\circ$

② Очевидно, что звезда достигает макс. высоты при верхней кульминации.



$h = 90^\circ - |\varphi| - |\delta|$

!  $h$  - высота над мат. горизонтом.

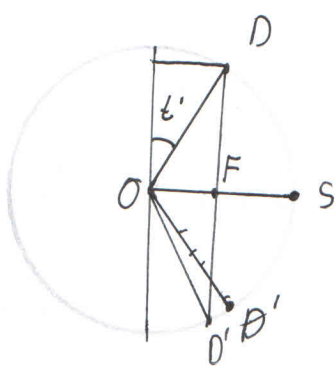
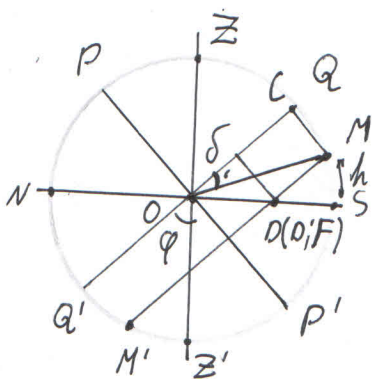
$h = 90^\circ - 44^\circ - 27^\circ = 19^\circ$

При наблюдении с высоты  $H = 885 \text{ м}$  становится видна дуга земного пара около  $1,5^\circ$ . Тогда высота над горизонтом  $h_{\text{max}} = h + 1,5^\circ = 19,5^\circ$

③ У Аркадия звезда кульминирует (и взойдет) на  $\Delta t_1 = \frac{(\lambda_2 - \lambda_1)}{15^\circ} \cdot 1 \text{ ч}$ , чем кульминирует звезда у Василия.

$\Delta t_1 = \frac{43^\circ - 31^\circ}{15^\circ} \cdot 1 \text{ ч} = \frac{12}{15} \text{ ч} = 48 \text{ м}$

④ Найдём промежуток времени между восходом и кульминацией звезды у Василия.



$MM'$  - трек звезды за 24 ч  
 $UDD'$  - трек звезды над горизонтом

$CM = OM \cdot \sin \delta$   
 $\frac{CM}{\sin(90^\circ - \varphi)} = \frac{OM \sin \delta}{\cos \varphi} = OF$

$\sin t' = \frac{OF}{OD} = \frac{OM \sin \delta}{OD \cos \varphi}$ ,  $OM = OD$

$t' = \arcsin \left( \frac{\sin \delta}{\cos \varphi} \right) : t' = \arcsin \left( \frac{\sin 28^\circ}{\cos 44^\circ} \right) \times$

$\times \arcsin \left( \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \Rightarrow t' \approx 45^\circ \Rightarrow$  звезда взойдет за 3 часа 45 минут

Ответ:  $h_{\text{max}} = 19,5^\circ, \Delta t = 3 \text{ ч } 45 \text{ м}$ .