

Q12 * Astrophysik * Aufgabe zum Doppelsternsystem Cygnus 61

Mit einem guten Fernrohr kann man die beiden Komponenten von Cygnus 61 trennen. Folgende Daten des Doppelsternsystems lassen sich ermitteln:

Parallaxe des Systems: $p = 0,286''$

Abstand der beiden Komponenten: $a = 24,4''$

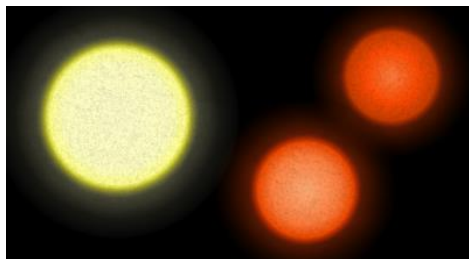
Umlaufdauer: $T = 660$ Jahre

Verhältnis der Umlaufgeschwindigkeiten um den gemeinsamen Schwerpunkt: $v_A : v_B = 1,0 : 1,1$

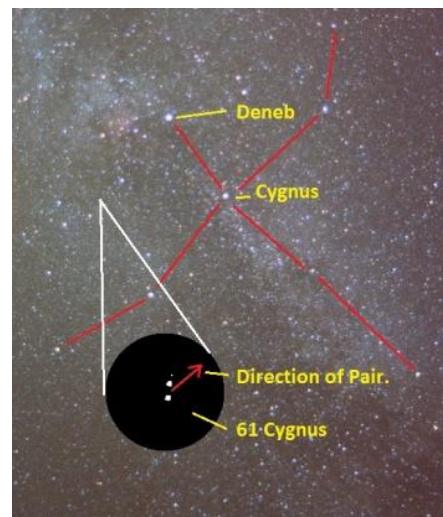
Komponente A: Hauptreihenstern K5, scheinbare Helligkeit 5,21

Komponente B: Hauptreihenstern K7, scheinbare Helligkeit 6,03

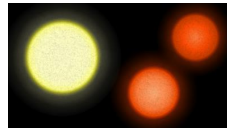
- Bestimmen Sie die Entfernung von Cygnus 61 und den Abstand der beiden Sterne voneinander.
- Bestimmen Sie die Gesamtmasse $m = m_A + m_B$ und die Einzelmassen.
- Bestimmen Sie Leuchtkräfte und die absoluten Helligkeiten der beiden Komponenten.
- Bestimmen Sie Leuchtkraft und die absolute sowie die scheinbare Helligkeit des Gesamtsystems Cygnus 61.



Vergleich unserer Sonne mit den beiden Komponenten von Cygnus A und B



Q12 * Astrophysik * Aufgabe zum Doppelsternsystem Cygnus 61 * Lösung



$$a) r = \frac{1''}{p} \text{ pc} = \frac{1''}{0,286''} \text{ pc} = 3,5 \text{ pc} = 11 \text{ Lj}$$

$$\frac{a}{r} = \tan 24,4'' \Rightarrow a = 3,5 \text{ pc} \cdot \tan \frac{24,4^\circ}{3600} = 3,5 \cdot 3,1 \cdot 10^{16} \text{ m} \cdot \tan \frac{24,4^\circ}{3600} = 1,3 \cdot 10^{13} \text{ m}$$

$$b) \omega^2 = \frac{G \cdot (m_A + m_B)}{a^3} \Rightarrow$$

$$m_A + m_B = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot a^3}{T^2 \cdot G} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot (1,3 \cdot 10^{13} \text{ m})^3}{(660 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s})^2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}} = 3,0 \cdot 10^{30} \text{ kg} \approx 1,5 \cdot M_\odot$$

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{v_B}{v_A} = \frac{1,1}{1,0} \Rightarrow m_A = \frac{1,1}{2,1} \cdot m_{\text{ges}} = \frac{1,1}{2,1} \cdot 1,5 M_\odot \approx 0,79 M_\odot \text{ und } m_B \approx 0,71 M_\odot$$

$$c) m_A - M_A = 5 \cdot \lg \frac{r}{10 \text{ pc}} \Rightarrow M_A = m_A - 5 \cdot \lg \frac{r}{10 \text{ pc}} = 5,21 - 5 \cdot \lg \frac{3,5 \text{ pc}}{10 \text{ pc}} \approx 7,5$$

$$m_B - M_B = 5 \cdot \lg \frac{r}{10 \text{ pc}} \Rightarrow M_B = m_B - 5 \cdot \lg \frac{r}{10 \text{ pc}} = 6,03 - 5 \cdot \lg \frac{3,5 \text{ pc}}{10 \text{ pc}} \approx 8,3$$

$$L_A^* = \frac{L_A}{L_\odot} = (10^{0,4})^{M_\odot - M_A} = 10^{0,4 \cdot (4,8 - 7,5)} \approx 0,083$$

$$L_B^* = \frac{L_B}{L_\odot} = (10^{0,4})^{M_\odot - M_B} = 10^{0,4 \cdot (4,8 - 8,3)} \approx 0,040$$

$$d) L_{\text{ges}} = L_A + L_B \Rightarrow L_{\text{ges}}^* = L_A^* + L_B^* = 0,083 + 0,040 = 0,123$$

$$L_{\text{ges}}^* = \frac{L_{\text{ges}}}{L_\odot} = (10^{0,4})^{M_\odot - M_{\text{ges}}} \Rightarrow 0,4 \cdot (M_\odot - M_{\text{ges}}) = \lg 0,123 \Rightarrow M_{\text{ges}} = M_\odot - \frac{\lg 0,123}{0,4}$$

$$M_{\text{ges}} = 4,8 - \frac{\lg 0,123}{0,4} \approx 7,1$$

$$m_{\text{ges}} - M_{\text{ges}} = 5 \cdot \lg \frac{r}{10 \text{ pc}} \Rightarrow m_{\text{ges}} = 7,1 + 5 \cdot \lg \frac{3,5 \text{ pc}}{10 \text{ pc}} = 4,8$$