

Budowa i Ewolucja Gwiazd
II rok Astronomii (Studia I-go stopnia)
Rok akademicki 2017/2018
Lista nr 7

1. Pokazać, że dla gwiazd zdominowanych przez promieniowanie otrzymujemy następujące zależności masa-jasność:

$$a) L_s \approx 1.4 \cdot 10^{35} \left(\frac{M}{M_\odot} \right)^{5.5} \frac{1.7}{1+X} \frac{0.02}{Z} \left(\frac{\mu}{0.62} \right)^{7.5} \left(\frac{R}{R_\odot} \right)^{-0.5} \quad [\text{erg} \cdot \text{s}^{-1}]$$

dla gwiazd dolnej części ciągu głównego, oraz

$$b) L_s \approx 3 \cdot 10^{35} \left(\frac{M}{M_\odot} \right)^3 \frac{1.7}{1+X} \left(\frac{\mu}{0.62} \right)^4 \quad [\text{erg} \cdot \text{s}^{-1}]$$

dla gwiazd górnej części ciągu głównego.

Pokazać, że przejście od przypadku a) do b) następuje dla $M/M_\odot > 1.4R/R_\odot$.

2. Pokazać, że dla gwiazd całkowicie konwekcyjnych dostajemy

$$T_{\text{eff}} \approx 2 \cdot 10^3 \left(\frac{M}{M_\odot} \right)^{0.15} \left(\frac{L}{L_\odot} \right)^{0.01} \left(\frac{Z}{0.02} \right)^{-0.04}.$$

Wykreślić tę zależność na diagramie H-R.

3. Korzystając ze zbiorów na stronie IA, wykreślić zależność *masa-jasność* dla modeli ZAMS dla trzech wartości metaliczności: $Z = 0.02, 0.01, 0.03$. Dla rozważanych wartości Z wyprowadzić zależność w postaci $\log L/L_\odot = a * \log M/M_\odot + b$.

Porównać otrzymany wykres z analogicznym wykresem empirycznym dla ciągu głównego. Wytłumaczyć dlaczego moc promieniowania tak silnie rośnie ze wzrostem masy gwiazdy.

W jaki sposób obfitość pierwiastków ciężkich wpływa na położenie linii ZAMS?

4. Korzystając ze ścieżek ewolucyjnych umieszczonych na stronie IA narysować teoretyczny wykres H-R. Dla modeli o masach $1, 3, 7, 20 M_\odot$, dla fazy ciągu głównego, wyrysować i omówić zależności:

- $\log t - \log T_c$
- $\log t - \log \rho_c$
- $\log t - X_c$
- $\log t - M_c/M$

5. Korzystając ze ścieżek ewolucyjnych wyliczyć prędkości ucieczki z powierzchni gwiazd w funkcji wieku gwiazdy. Jak mają się te wartości do średnich prędkości ruchów termicznych w zewnętrznych warstwach gwiazd?

6. Wyprowadzić i omówić równanie równowagi hydrostatycznej w postaci

$$\frac{d \ln P_i}{dz} = - \frac{A_i m_H}{kT} (g - g_{r,i})$$

gdzie $g_{r,i}$ oznacza przyspieszenie promieniste i -tego pierwiastka.