Budowa i Ewolucja Gwiazd
II rok Astronomii (Studia I-go stopnia)
Rok akademicki 2018/2019
Lista nr 7

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

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

   dla gwiazd dolnej części ciągu głównego, oraz

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

   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

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

   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 scieżek 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 omówic 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 zewnętrzych 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.

Jadwiga Daszyńska-Daszkiewicz