

Budowa i Ewolucja Gwiazd
II rok astronomii
Lista nr 6

Do rozwiązania zadań potrzebne będą modele budowy wewnętrznej gwiazd ciągu głównego o masach 1 i $15 M_{\odot}$ (do pobrania ze strony prowadzącego)

1. Dla obu modeli wykreślić zależność $\frac{m}{M} \left(\frac{r}{R}\right)$, gdzie M i R to odpowiednio masa całkowita i promień gwiazdy. Porównaj te przebiegi z wartościami $\frac{m}{M} \left(\frac{r}{R}\right)$ otrzymanymi dla następujących rozkładów gęstości:
 - (a) $\rho(r) = \text{const}$
 - (b) $\rho(r) \propto r^{-1}$
 - (c) $\rho(r) \propto r^{-2}$
 - (d) $\rho(r) \propto [r^2 (r + 1)]^{-1}$
2. Opierając się na wynikach zadania 11 z listy 2 oszacować gęstość i ciśnienie centralne gwiazd ciągu głównego wieku zero przyjmując $M = 1 M_{\odot}$ i $R = 1 R_{\odot}$ oraz $M = 15 M_{\odot}$ i $R = 4.72 R_{\odot}$. Następnie korzystając z równania stanu gazu doskonałego oszacować temperatury centralne obu gwiazd. Uzyskane wartości porównać z odpowiednimi wartościami modelowymi.
3. Wyliczyć prędkości średnie (patrz zadanie 3 lista 2) elektronów i protonów we wnętrzach rozważanych modeli gwiazdowych. Porównać te wartości z prędkościami ucieczki z powierzchni gwiazd (proszę wyprowadzić odpowiedni wzór).
4. Wyliczyć jak zmienia się względny wkład ciśnienia promieniowania P_{rad} do całkowitego ciśnienia $P = P_{\text{gas}} + P_{\text{rad}}$, gdzie P_{gas} oznacza ciśnienie gazowe, w obu modelach gwiazd. Jaka temperatura musiałaby panować w środkach gwiazd, by przy modelowych wartościach gęstości, ciśnienie promieniowania porównywalne było z ciśnieniem gazowym?
5. Wyliczyć średnie drogi swobodne fotonów we wnętrzach obu modeli ($\ell_{ph} = (\rho\kappa)^{-1}$, gdzie κ oznacza masowy współczynnik nieprzezroczystości - proszę wyprowadzić ten wzór) i porównać je ze średnimi drogami swobodnymi neutronów ℓ_{ν} (przyjmując, że dla wychwytu neutrona $\kappa = 10^{-20} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$). Wyjaśnić, dlaczego małe wartości ℓ_{ν} działają w kierunku LTE \rightarrow TE.
6. Wyliczyć wartości gradientu temperatury we wnętrzach obu modeli gwiazd. Wyniki wyrazić w K cm^{-1} i zestawić je ze średnimi drogami swobodnymi fotonów. Jaki wniosek można wysnuć z takiego porównania?

Wojciech Szewczuk