

Budowa i Ewolucja Gwiazd
II rok Astronomii (Studia I-go stopnia)
Rok akademicki 2017/2018
Lista nr 5

Do poniższych zadań potrzebne są modele budowy wewnętrznej gwiazd ciągu głównego o masach 1 i 15 M_{\odot} umieszczone na stronie IAUWr.

1. Dla obu modeli gwiazd wykreślić zależność $(M_r/M)(r/R)$, gdzie M i R jak poprzednio oznaczają masę całkowitą oraz promień gwiazdy, a następnie porównać te przebiegi z wynikami zadania 8 z listy 2.
2. Opierając się na wynikach zadania 10 z listy 2 oszacować gęstość i ciśnienie centralne gwiazd ciągu głównego wieku zero przyjmując $M=1M_{\odot}$ i $R=1.00R_{\odot}$ oraz $M=15M_{\odot}$ 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 (wzory uzyskane w zadaniu 3 z listy 2) elektronów i protonów we wnętrzach rozważanych modeli gwiazdowych. Porównać te wartości z prędkościami ucieczki z powierzchni gwiazd (dla przypomnienia proszę wyprowadzić odpowiedni wzór).
4. Wyliczyć, jak zmienia się względny wkład ciśnienia promieniowania p_r do całkowitego ciśnienia $p = p_g + p_r$, gdzie p_g 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 ($l_{\gamma} \approx (\rho\kappa)^{-1}$, gdzie κ oznacza masowy współczynnik nieprzezroczystości - proszę wyprowadzić ten wzór) i porównać je ze średnimi drogami swobodnymi neutronów l_{ν} (przyjąć, że dla wychwytu neutrona $\kappa = 10^{-20} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$). Wyjaśnić, dlaczego małe wartości l_{γ} działają w kierunku LTE \rightarrow TE.
6. Wyliczyć natężenia promieniowania I i strumienie F we wnętrzach modeli gwiazd. Wyjaśnić dlaczego stosunek F/I jest miarą anizotropii pola promieniowania w danym miejscu? Powiązać stopień anizotropii ze średnią drogą swobodną kwantów promieniowania l_{γ} .
7. 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?
8. Przebadać przebieg funkcji L_r/L we wnętrzach modeli gwiazd o masach 1 i 15 M_{\odot} . Na podstawie tych przebiegów odtworzyć wkład poszczególnych warstw sferycznych do całkowitej mocy promieniowania L .
9. Wyliczyć współczynnik rozpraszania σ na swobodnych elektronach dla centralnych obszarów rozważanych modeli gwiazd. Jaki jest wkład rozpraszania na elektronach do całkowitej nieprzezroczystości materii κ ? Jak wkład ten zmienia się w zależności od temperatury ?
10. Co to jest kryterium niestabilności konwektywnej Schwarzschilda i Ledoux ? Prześledzić przebieg pochodnej $d \log(T)/d \log(p)$ oraz L_c/L_t dla rozważanych modeli gwiazd. Sprawdzić gdzie zaczynają się strefy konwektywne. Dlaczego gwiazdy ciągu głównego o mniejszych masach mają zewnętrzne strefy konwektywne, a gwiazdy bardziej masywne – konwektywne jądra?