

**prowadząca:** prof. dr hab. Jadwiga Daszyńska-Daszkiewicz  
**nazwa przedmiotu:** Budowa i Ewolucja Gwiazd  
**rok akademicki:** 2016/2017  
**rodzaj zajęć:** praktyki studencki  
3-4 lipca 2017 - I-wsza tura  
17-18 lipca 2017 - druga tura

**Wykład 1.** Znaczenie teorii budowy wnętrz gwiazdowych i ewolucji dla astrofizyki. Równowaga hydrostatyczna. Centralne wartości ciśnienia i temperatury. Podstawowe skale czasowe: dynamiczna, termiczna, nuklearna.

**Wykład 2.** Dane mikrofizyki: równanie stanu, nieprzezroczystości, tempa reakcji jądrowych. Reakcje jądrowe we wnętrzach gwiazd. Tempo zmian obfitości danego pierwiastka w wyniku reakcji jądrowych. „Palenie” wodoru: cykl p-p (I, II, III) i CNO. „Palenie” helu: reakcje  $3\alpha$ . Transport energii: promieniowanie, przewodnictwo, konwekcja. Przybliżenie dyfuzyjne, gradient promienisty. Kryterium Schwarzschilda i Ledoux na niestabilność konwekcyjną. Obszary niestabilności konwekcyjnej w gwiazdach. Budowa wewnętrzna gwiazd ciągu głównego wieku zero.

**Wykład 3.** Podstawowe równania budowy wewnętrznej gwiazd. Ewolucja przed ciągiem głównym: warunek niestabilności Jeans’a, kontrakcja hydrostatyczna, minimalna masa gwiazdy. Ewolucja na ciągu głównym: gwiazdy górnej i dolnej części ciągu głównego, wpływ składu chemicznego, konwekcji, przestrzeliwania z jądra konwekcyjnego. Zmiana profilu obfitości wodoru.

**Wykład 4.** Testowanie teorii budowy wnętrz gwiazdowych i ewolucji: 1) neutrina: problem neutrin słonecznych, standardowy model Słońca, 2) gromady gwiazdowe, 3) pulsacje gwiazdowe.

## Ćwiczenia

1. Szacowanie centralnych wartości ciśnienia i temperatury dla modeli o różnych parametrach  $M, T_{\text{eff}}, L$ .
2. Wylizanie podstawowych skal czasowych dla modeli o różnych parametrach  $M, T_{\text{eff}}, L$ .
3. Wylizanie zysku energetycznego,  $Q$ , dla poszczególnych etapów reakcji jądrowych ppI, ppII, ppIII, CNO i  $3\alpha$ .
4. Szacowanie minimalnych mas gwiazd, we wnętrzach których mogą zachodzić poszczególne przemiany jądrowe: ppI, ppII, ppIII, CNO,  $3\alpha$ , „palenie” węgla, „palenie” tlenu, „palenie” krzemu.
5. Wyznaczanie obszarów niestabilności konwekcyjnej.
6. Kod ewolucyjny Warsaw- new Jersey. Liczenie budowy wewnętrznej gwiazd o różnych masach.
7. Liczenie ścieżek ewolucyjnych dla modeli o różnych masach od ZAMSu do początku „palenia” helu.
8. Dyskusja ewolucji centralnych wartości temperatury, gęstości, obfitości wodoru.
9. Wpływ różnych parametrów na położenie ścieżek ewolucyjnych na diagramie Hertzsprunga-Russella.