

Pulsacje Gwiazdowe
II rok Astronomii (Studia II-go stopnia)
Rok akademicki 2019/2020
Lista nr 2

1. Rozważmy następujący model gwiazdy. Cała masa gwiazdy M jest skoncentrowana w centrum a powierzchniowa cienka warstwa sferyczna o masie m ($m \ll M$) znajduje się w odległości r od środka. Warstwa jest wypełniona gazem o zerowej masie i ciśnieniu P . Na zewnątrz panuje próżnia. Zakładając przypadek adiabatyczny i korzystając z równania ruchu wyliczyć zmiany z czasem: prędkości, promienia i ciśnienia. Przyjąć następujące parametry: $M = 10^{31}$ kg, $m = 10^{26}$ kg oraz dla czasu początkowego $t = 0$: $r_i = 1.7 \cdot 10^{10}$ m, $v_i = 0$ m/s, $P_i = 5.6 \cdot 10^4$ N/m². Założyć krok czasowy $\Delta t = 10^4$ s. Oszacować okres z otrzymanych wykresów.
2. Wyprowadzić liniowe adiabatyczne równanie falowe dla pulsacji radialnych (LAW=Linear Adiabatic Wave Equation). Literatura A. Gautschi *Adiabatic radial Pulsation Theory*.
3. Przekształcić LAW do przypadku:
 - a) gwiazdy jednorodnej ($\rho = const$),
 - b) politropy o indeksie n .
4. Dla powyższych przypadków znaleźć zależność między średnią gęstością gwiazdy a okresem pulsacji radialnego modu fundamentalnego.
5. Pokazać, że dla pierwszego owertonu zachodzi:

$$\omega_1^2 = \omega_0^2 \left(1 + \frac{7\gamma}{3\gamma - 4} \right).$$

Literatura: Kippenhahn&Weigert *Stellar Structure and evolution*.

6. Wychodząc z twierdzenia o wirale pokazać, że

$$\omega^2 = -\frac{(3\gamma - 4)E_{p0}}{I_0},$$

gdzie E_{p0} jest grawitacyjną energią potencjalną a I_0 - momentem bezwładności. Literatura: G. W. Collins, *Stellar pulsation and oscillation*, ads.harvard.edu/books/1989fssa..book/

7. * Pokazać, że uwzględnienie pola magnetycznego i rotacji daje wyrażenie

$$\omega^2 = -\frac{(3\gamma - 4)(E_{p0} - \mathcal{M}_0) + (5 - 3\gamma)\Omega_0 \mathcal{L}_0}{I_0},$$

gdzie \mathcal{M}_0 jest całkowitą energią magnetyczną, Ω_0 kątową prędkością rotacji oraz \mathcal{L}_0 całkowitym momentem pędu. Literatura: G. W. Collins, *The Virial Theorem in Stellar Astrophysics*, ads.harvard.edu/books/1978vttsa.book/

Jadwiga Daszyńska-Daszkiewicz