



## Patrz w niebo

W artykule T. Kwasta w tym numerze „Delt” przedstawiono dwa (z czterech) podstawowe równania budowy wewnętrznej gwiazdy: równanie bilansu ciepła stacjonarnej gwiazdy i równanie promienistego transportu energii. Po uzupełnieniu tego układu równaniami ciągłości (zachowania materii) i równowagi hydrostatycznej (ciśnienie gazu i promieniowania musi równoważyć „ciężenie” wyższych warstw) oraz równaniem stanu (opisującym zależność ciśnienia od temperatury i gęstości) możemy w zasadzie je rozwiązać otrzymując zależność temperatury, gęstości, ciśnienia,  $M_r$  (masy zawartej w kuli o promieniu  $r$ ) i  $L_r$  (energii produkowanej w kuli o promieniu  $r$ ) od promienia  $r$ .

Nie będziemy tutaj rozwiązywać tego skomplikowanego układu równań różniczkowych, jednak chcielibyśmy przedstawić wynik obliczeń numerycznych dla jednego przypadku — dla Słońca. Wynik ten jest przedstawiony na wykresach obok. Pierwszy rysunek przedstawia zależność temperatury od odległości od środka Słońca. Widać, że w centrum panuje temperatura ok. 15,5 mln K umożliwiającą zachodzenie jądrowych reakcji cyklu  $p-p$  (Patrz w niebo, „Delta” 11/1982) i w mniejszym stopniu cyklu CNO. Gęstość (rys. 2) i ciśnienie (rys. 3) spadają dużo szybciej idąc od centrum Słońca niż temperatura. Wszystkie 3 parametry osiągają na powierzchni wartości o wiele rzędów niższe niż w centrum. Temperatura w atmosferze Słońca jest niższa niż 6000 K (ponad 2000 razy mniej niż w środku), potem znowu podnosi się w koronie do ok. 2 mln stopni w dużych odległościach od powierzchni, w wyniku grzania gazu przez akustyczne fale uderzeniowe. Średnia gęstość Słońca wynosi ok.  $1,4 \text{ g/cm}^3$ , w atmosferze jest ona jednak setki milionów razy mniejsza niż w centrum.

Większa część masy zawarta jest w głębokich warstwach Słońca (ze względu na ich dużą gęstość). Połowa masy mieści się w centralnej kuli o objętości tylko 1,56% objętości Słońca (rys. 4). Jeszcze drastyczniej ma się sprawa z produkcją energii (rys. 5), która zachodzi tylko w samym pobliżu środka naszej gwiazdy. 90% mocy gwiazdy produkowane jest w kuli o objętości mniejszej niż 0,6% objętości Słońca.

W kolejnych numerach „Delt” postaramy się przedstawić szczegóły dotyczące równań budowy wewnętrznej gwiazdy i modele dzięki tym równaniom uzyskiwane.

*mgr Tomasz CHLEBOWSKI*

