



Rys. 3. Model gwiazdy magnetycznej. Pole magnetyczne jest dipolem, przesuniętym na odległość  $a$  względem środka gwiazdy. Oś dipola nachylona jest do osi rotacji, a w obszarze silnego pola magnetycznego (zakreskowanym) występuje koncentracja niektórych pierwiastków.

bardzo szybko, co wywołuje w nich wielkoskalowe tzw. prądy południkowe mogące również wciągnąć pole pod powierzchnię. Przedział  $8000 \div 18\,000$  K jest pod tym względem najspokojniejszy, choć i tu gwiazdy szybko wirujące nie powinny mieć pól magnetycznych. Istotnie, obserwuje się taką korelację. Samo pole jest dipolem i to dość osobliwie umiejscowionym: nie dość, że jego oś nachylona jest do osi rotacji gwiazdy, to jeszcze jest on przesunięty od środka gwiazdy wzdłuż osi magnetycznej. W efekcie jeden biegun magnetyczny jest wyraźnie silniejszy niż drugi (rys. 3). Brak konwekcji i wiatru gwiazdowego powoduje, że atmosfery tych gwiazd są stabilne, a pole magnetyczne dodatkowo je stabilizuje. Przy braku jakichkolwiek ruchów w atmosferze pierwiastki mogą swobodnie dyfundować przez wodorowy gaz stanowiący *gros* atmosfery. Grawitacja ściąga pierwiastki w dół, ale ciśnienie promieniowania, powstające wskutek pochłaniania kwantów światła w liniach absorpcyjnych, wypycha je do góry. W zależności od tego, która z tych sił jest większa (i o ile), pierwiastek „tonie” w atmosferze lub zbiera się w jej górnej części. Szereg obliczeń pokazało, że te pierwiastki, których obserwujemy nadobfitość w stosunku do Słońca, ulegają wypychaniu w różnym tempie. Szczegółowe rachunki są bardzo złożone i wymagają znajomości wielu niepewnych wciąż parametrów. Na dyfuzję ma istotny wpływ pole magnetyczne, stąd w niektórych miejscach gwiazdy obserwujemy więcej, a w innych mniej danego pierwiastka. Mamy więc jakby plamy chemiczne związane z polem magnetycznym. Tam, gdzie pierwiastków ciężkich jest więcej, pochłaniają one w liniach więcej promieniowania, szczególnie w nadfiolecie, gdzie mają bardzo dużo linii i reemitują je w postaci promieniowania termicznego, a więc głównie w części widzialnej. Dlatego obserwacje fotometryczne w danym pasmie widmowym dają kilkuprocentowe fluktuacje blasku związane z plamami chemicznymi. Okres wszystkich zmian jest równy okresowi rotacji gwiazdy, która powoduje, że raz oglądamy okolice bieguna, potem równika magnetycznego, a potem drugiego bieguna.

## Zadania



Redaguje mgr Tomasz CHLEBOWSKI

A1. Zasada kosmologiczna mówi, że Wszechświat jest w każdym punkcie taki sam. Innymi słowy, jego geometria nie wyróżnia żadnych punktów. Czy to stwierdzenie nie jest sprzeczne z prawem Hubble'a?

Prawo Hubble'a mówi, że prędkości oddalania się galaktyk od nas są proporcjonalne do odległości

$$v_r = H \cdot r,$$

gdzie  $H$  jest tzw. stałą Hubble'a i wynosi  $H = 50 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$ , Mpc — megaparsek, czyli milion parseków.

Rozwiązanie na str. 2

A2. a) Dobą słoneczną nazywamy czas pełnego obiegu Słońca w ruchu dobowym wokół osi świata (tzn. prostej przechodzącej przez bieguny planety: północny i południowy). Ile dób słonecznych ma rok na Uranie, jeśli trwa on  $a_U = 84,02$  lat ziemskich, a obrót planety w układzie inercyjnym trwa  $d_U = 10^4 49^m$ ?

Uwaga! Uran toczy się po orbicie jak beczka w swoim ruchu wokół Słońca; kąt nachylenia osi obrotu (osi świata) do wektora normalnego do płaszczyzny orbity wynosi aż  $\varepsilon_U = 98^\circ$ .  
Rozwiązanie na str. 3

b) Na jakich szerokościach „uranograficznych”  $\varphi$  nie występują dnie i noce polarne. Dzień polarny oznacza, że Słońce znajduje się ponad horyzontem dłużej niż jedna doba słoneczna.

Rozwiązanie na str. 7

A3. Obrazy wielu obiektów astronomicznych oglądanych z różnych stron lub w różnych miejscach sfery niebieskiej są kołami.

Wykazać, że powierzchnią bryły, której rzut prostokątny na dowolną płaszczyznę jest kołem, musi być powierzchnia kuli.

Rozwiązanie na str. 17

