

Spokojnie – król Szwecji w żadnym wypadku nie przyznałby nagród niewłaściwym ludziom.

Hulse i Taylor pokazali pośrednio, że fale grawitacyjne prawdopodobnie istnieją, natomiast Weiss, Barish i Torne bezpośrednio zaobserwowali fale grawitacyjne.

W celu wyjaśnienia powodu przyznania tych dwóch Nagród Nobla musimy cofnąć się do roku 1967 i niesławnego nieprzyznania Nagrody Nobla astrofizycze Jocelyn Bell-Burnell. W tym roku Bell-Burnell odkryła pierwszy pulsar, będąc doktorantką pod opieką Antony'ego Hewisha – jednak Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki w 1974 roku otrzymał Hewish wraz z Martinem Rylem, a nie Bell-Burnell. W przeciwieństwie do tego Hulse był absolwentem Taylora i miał udział w tej Nagrodzie Nobla.

Tak czy inaczej odkryto pierwszy pulsar, a wkrótce po nim wiele innych podobnych układów. Pulsary to obracające się gwiazdy neutronowe, które emitują wiązkę promieniowania, dzięki czemu widzimy jasny impuls za każdym razem, gdy wiązka przecina naszą linię widzenia, niczym błyski z latarni morskich (patrz także rozdziały 5 i 6).

Gwiazdy neutronowe i pulsary

Potencjalne istnienie gwiazd neutronowych przewidziano zaledwie dwa lata po tym, jak w 1932 roku James Chadwick odkrył sam neutron. Walter Baade i Fritz Zwicky zasugerowali, że pozostałości po supernowych mogą przybrać formę niezwykle gęstych obiektów, w dużej mierze utworzonych z neutronów, o masach porównywalnych do Słońca, ale o średnicy zaledwie kilku kilometrów.

Pulsar Bell-Burnelli i Hewisha był pierwszym odkrytym i na podstawie jego współrzędnych na niebie w 1950 roku otrzymał nazwę PSR B1919+21. Pierwsza gwiazda neutronowa, chociaż nie była pulsarem, została rozpoznana kilka miesięcy wcześniej przez Iosifa Szkłowskiego, jako obiekt będący źródłem promieniowania rentgenowskiego Scorpius X-1. Tak pisał on w kwietniu 1967:

Przy wszystkich swoich cechach model ten, uzyskany jedynie z analizy danych z obserwacji, bez żadnej hipotezy a priori o naturze źródła, odpowiada gwiazdzie neutronowej w stanie akrecji. [Iosif Szkłowski, *On the Nature of the Source of X-Ray Emission of Sco XR-1*. ApJ, L1, 148, 1967].

Po pracach Szkłowskiego, Bell-Burnelli i Hewisha wyszły na jaw wcześniejsze obserwacje poprzedzające odkrycie gwiazd neutronowych i pulsarów. Kilka lat przed PSR B1919+21 w obserwatorium Jodrell Bank został zaobserwowany, ale nie rozpoznany, PSR B0329+54 w gwiazdozbiornie Żyrafy. Jakies dziesięć lat wcześniej prawdopodobnie został zaobserwowany pulsar Mgławicy Kraba.

Teraz wiemy, że wszystkie gwiazdy neutronowe mają dość podobne średnice – około 20–25 km, ale ich masy mogą wynosić od około trzech czwartych do dwóch i pół masy Słońca. Ich średnie gęstości wahają się zatem od około 3×10^{16} do 10^{17} kg m⁻³, a w okolicach środka

nawet do 10^{18} kg m⁻³, dla porównania jądra atomów zwykle mają gęstość około 2×10^{17} kg m⁻³. Grawitacja na powierzchni gwiazdy neutronowej jest więc około 1 lub 2×10^{11} razy większa od grawitacji Ziemi.

Typowe ziarenko soli kuchennej (rys. 5.7(i)) ma rozmiar około pół milimetra (500 μm), a przy powierzchni Ziemi waży około 300 μg. Ponieważ ciężar jest siłą, powinniśmy jako jednostek zamiast gramów lub kilogramów używać niutonów mnożymy zatem kilogramy przez 9,807, aby uzyskać niutony i przez 2,205, aby uzyskać funty (dodatek D), więc tę wagę należałoby podać jako 2,942 μN. Ale, jak zauważono wcześniej, nawet fizycy nie idą do sklepów i nie proszą o 9,807 N ziemniaków – więc w tej książce będziemy nadal niepoprawnie wyrażać ciężar w znanych nam kilogramach lub gramach, a następnie umieszczają w nawiasach wartość w niutonach, używając mnożnika $\times 10$ (przybliżonego – przyp. red.). Na powierzchni gwiazdy neutronowej to samo ziarenko soli o ciężarze 300 μg (3 μN) ważyłoby około 50 ton (5×10^5 N).

Odwracając analogię, fragment typowej materii gwiazdy neutronowej wielkości ziarenka soli kuchennej ważyłby na Ziemi około 10 tys. ton (10^8 N), podczas gdy na powierzchni gwiazdy neutronowej ważyłby znacznie ponad 10^{15} ton (10^{19} N).

Z ludzkiej perspektywy próba zrozumienia takich liczb jest trudna, natomiast może w tym nieco pomóc następujący przykład: na gwiazdzie neutronowej alpinista ważyłby około 10^{13} kg (10^{14} N), więc góra na gwiazdzie neutronowej o wysokości zaledwie 1/500 szerokości ludzkiego włosa (44 nm lub $4,4 \times 10^{-8}$ m) wymagałaby podobnego wysiłku co wspięcie się na Everest na Ziemi. Góra na gwiazdzie neutronowej o wysokości kopczyka soli pokazanego na rysunku 5.7(i) sama ważyłaby tyle co Księżyc na Ziemi, gdybyśmy byli w stanie, bardzo ostrożnie i bez wielu szkód, zatrzymać i umieścić nasz Księżyc na odpowiedniej wadze znajdującej się na powierzchni Ziemi (rys. 5.7(ii)). Wspinaczka górską najpewniej nie jest popularną dyscypliną wśród mało prawdopodobnych mieszkańców powierzchni gwiazd neutronowych.

Gwiazdy neutronowe mają pola magnetyczne o natężeniu do 10^{15} razy większe od pola ziemskiego oraz emitują we wszystkich kierunkach promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie od fal radiowych do promieni rentgenowskich. Przeważnie jednak ta emisja rozchodzi się promieniście od ich biegunów magnetycznych, a zatem również wzdłuż ich osi magnetycznych. Główne kierunki ich emisji przybierają zatem postać dwóch przeciwległych wąskich wiązek wychodzących wzdłuż osi magnetycznej (rys. 5.8).

Dodatkowo jednak gwiazdy neutronowe obracają się z szybkością od setek razy na sekundę do mniej więcej raz na dziesięć sekund. Obecny rekordzista to PSR J1748-2446ad (w odległości 5500 parseków, w gwiazdozbiórze Strzelca) o promieniu prawdopodobnie 17 km i liczbie obrotów 43 tys. obr./min. Jego prędkość powierzchniowa musi wynosić około jednej czwartej prędkości światła. Najwolniejszym obecnie znanym pulsarem jest PSR J0250+5854 (1600 parseków od nas, w Kasjopei), którego okres obrotu wynoszący 23,5 sekundy