

Certyfikat dziwności?

Przestrzeń kosmiczna skrywa jeszcze niejedną zagadkę. Odkrywane są i identyfikowane coraz dziwniejsze obiekty. Czasami identyfikacja ta nie jest całkowicie pewna. Nie przeszkadza to jednak dziennikarzom w przedstawianiu tego, co jest zaledwie hipotezą, jako w pełni udokumentowane odkrycie. Czasami taki optymizm jest o tyle uzasadniony, że choć tożsamości obiektu nie udało się jeszcze w pełni potwierdzić, to obiekt taki powinien istnieć, jak nie w tym, to w jakimś innym miejscu.

Ostatnio narasta przekonanie, że powinny istnieć gwiazdy dziwne. Jak dobrze się zastanowić, to każda gwiazda jest mniej lub bardziej zadziwiająca, ale tu chodzi o ich specjalny gatunek. Gwiazdy te miałyby być zbudowane z tzw. plazmy kwarkowo-gluonowej, czyli z niepowiązanych w hadrony, swobodnych, oddziałujących za pomocą gluonów kwarków. Biorąc pod uwagę gęstość materii, byłyby to stadium pośrednie między gwiazdą neutronową a czarną dziurą. Powstawać miałyby, podobnie jak gwiazdy neutronowe, po wybuchu supernowej. Przewiduje się, że w plazmie kwarkowo-gluonowej stężenie kwarków dziwnych powinno być dużo większe niż w normalnej materii jądrowej (gdzie ich w zasadzie nie ma) i stąd nazwa „gwiazda dziwna”, występująca prawie na równych prawach z określeniem „gwiazda kwarkowa”.

Przekonanie o istnieniu gwiazd dziwnych jest związane między innymi z pogłębiającą się ewidencją obserwacji plazmy kwarkowo-gluonowej w ziemskich laboratoriach. Jesteśmy bliscy pewności, że taki stan materii tworzy się na krótką chwilę w zderzeniach relatywistycznych jąder. Pierwsze wskazania pochodziły z CERNu [1], a obecnie ma ich dostarczyć RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider) działający w Brookhaven National Laboratory w Nowym Jorku. Jeżeli taki stan materii można uzyskać w laboratorium, to nie ma powodu, żeby własne, odpowiednio silne pole grawitacyjne, nie zamieniło gwiazdy neutronowej w gwiazdę kwarkową.

Samo przekonanie o możliwości istnienia czegoś dziwnego to jednak, z naukowego punktu widzenia, trochę mało. Chciałoby się taki obiekt odkryć i zidentyfikować. Na tym polu nastąpił pewien postęp. Ostatnio udało się znaleźć dwie, dość przekonujące kandydatki na gwiazdy dziwne.

Pierwszą z nich jest obiekt oznaczony RXJ1856. O przynależności do gwiazd gęstszych miałyby świadczyć za mały, jak na gwiazdę neutronową, promień. Promień ten jest jednak wyznaczany w sposób pośredni. W literaturze trwa właśnie ożywiona dyskusja na temat RXJ1856. Ostatni głos za gwiazdą dziwną można znaleźć w [2], a głos „niekoniecznie” w [3]. Obiekt ten znajduje się w odległości zaledwie 117 ± 17 parseków [3]. Gdyby odległość była istotnie większa, to stosowane metody badawcze (angażujące chyba wszystkie możliwe instrumenty z teleskopem Hubble’a i rentgenowskim obserwatorium kosmicznym Chandra na czele) nie byłyby wystarczająco czułe. Jeżeli identyfikacja RXJ1856 jako gwiazdy kwarkowej ostatecznie się powiedzie, to będzie to wskazywać, że obiekty takie są dość rozpowszechnione, skoro jest nią pierwsza z brzegu gwiazda zbudowana z materii jądrowej.

Drugą kandydatką jest gwiazda oznaczona 3C58, a utożsamiana z pozostałością po zaobserwowanym przez chińskich astronomów wybuchu supernowej w 1181 roku. W tym przypadku o ewentualnej „dziwności” gwiazdy miałyby świadczyć jej szybsze niż dopuszczalne dla gwiazdy neutronowej stygnięcie [4]. Ponownie sugerowałyby to powszechność występowania gwiazd dziwnych.

Możliwe, że do przyjęcia przez środowisko naukowe takiego rozwiązania wystarczy ostateczne potwierdzenie uzyskania plazmy kwarkowo-gluonowej w ziemskich laboratoriach oraz zbadanie jej podstawowych własności.

Wróćmy więc na Ziemię. Stwierdzenie powstawania nowego stanu materii jądrowej w zderzeniach poruszających się z relatywistycznymi prędkościami jąder nie jest sprawą prostą. Pomijając nawet olbrzymie technologiczne problemy związane z rozpędzaniem i zderzaniem przeciwbieżnych wiązek jąder złota używanych w RHICu, pozostaje problem niezwykle nietrwałości tak wytworzonej plazmy kwarkowo-gluonowej. O jej powstaniu można się dowiedzieć tylko w sposób pośredni.

W dodatku nie dysponujemy ścisłą teorią, która pozwalałaby na bezwzględnie słuszne przewidywania. Teorią taką mogłaby być chromodynamika kwantowa. Niestety oddziaływania kwarków i gluonów są tak silne, że stosowanie tzw. rachunku zaburzeń (podstawowej metody teoretycznej używanej w skomplikowanych przypadkach oddziaływania wielu ciał, traktującej oddziaływanie jako małe odstępstwo od przypadku nieoddziałujących cząstek) jest mocno ograniczone. Pozostają rozważania modelowe, które zależą od poczynionych uproszczeń.

Jak więc rozpoznać plazmę kwarkowo-gluonową? Po pierwsze, po zmniejszeniu ilości produkowanego czarmonium, czyli stanów związanych masywnego kwarku i antykwarku powabnego $c\bar{c}$. Miałyby to być spowodowane łatwiejszym rozdzieleniem pary $c\bar{c}$ na dwie cząstki powabne. Taką właśnie sygnaturę zaobserwowano już dwa lata temu w CERNie. Po drugie, oczekuje się istotnego zwiększenia produkcji cząstek dziwnych.

Jest jeszcze wiele podobnych sygnatur. Na odbywających się obecnie letnich konferencjach zespoły badawcze eksperymentów działających przy RHICu prawdopodobnie raportują ich odnalezienie.

Piotr ZALEWSKI

[1] *New State of Matter created at CERN*, <http://press.web.cern.ch/Press/Releases00/PR01.00EQuarkGluonMatter.html>

[2] J.J. Drake i inni, *Is RXJ1856.5-3754 a Quark Star?*, astro-ph/0204159, 9 kwietnia 2002.

[3] F.M. Walter i J. Lattimer, *A Revised Parallax and its Implications for RX J185635-3754*, astro-ph/0204199, 11 kwietnia 2002.

[4] P. Slane, D.J. Helfand i S.S. Murray, *New Constraints on Neutron Star Cooling from Chandra Observations of 3C58*, astro-ph/0204151, 9 kwietnia 2002.