

## Zupełnie nic

Ziemia krąży wokół Słońca. Słońce okrąża centrum Drogi Mlecznej. W czerwcu prędkości tych ruchów mają zbliżone kierunki i zwroty, a w grudniu zwroty są raczej przeciwne. Jeżeli zaś – jak na to wskazują wszelkie znaki na niebie odczytywane przez ziemskich kosmologów – nasza Galaktyka znajduje się wewnątrz skupiska ciemnej materii, to w czerwcu Ziemia pędzi przez ten ośrodek z prędkością około 250 km/s, a w grudniu tylko 190 km/s. Przy założeniu, że ciemna materia składa się z cząstek, które oddziałują z ziemskimi materiałami, można by wykrywać ciemną materię, poszukując rocznych cykli zmienności liczby niewyjaśnionych wzbudzeń odpowiednich substancji.

Tak w skrócie przedstawiał się pomysł zaproponowany czterdzieści lat temu przez Andrzeja Drukiera, Katherine Freese i Davida Spergela. Niemal dwie dekady zajęło zbudowanie detektora z „odpowiedniej” substancji. Jodek sodu (NaI), bo o nim tu mowa, jest bardzo dobrym scyntylatorem, tzn. świeci po wzbudzeniu. Wziąwszy wystarczająco dużo superczystego NaI (precz z zaśmiecającą wyniki radioaktywnością!), obudowawszy wszystko stosowną elektroniką i umieściwszy całość głęboko pod ziemią (w celu ochrony przed promieniowaniem kosmicznym), otrzymuje się działający detektor ciemnej materii.

Pierwszy detektor działający na tej zasadzie został nazwany po prostu DAMA, od angielskich słów *Dark Matter*, określających ciemną materię. Od dwudziestu lat obsługujący go zespół raportuje o rocznej zmienności niewyjaśnionych błysków, których maksimum przypada na początek lata. Amplituda tych oscylacji nie jest bardzo duża w stosunku do uśrednionego szumu detektora, wynosi ona około jednego procenta, ale właśnie tego należałoby się spodziewać, jeśli Ziemia mknie przez mgłę ciemnej materii zbudowanej z cząstek kilkakrotnie cięższych od protonu. Sygnał utrzymuje się przy kolejnych ulepszeniach detektora (znajdujących swoje odzwierciedlenie także w jego nazwie: obecnie nazywa się DAMA/LIBRA, od *Large sodium Iodide Bulk for RAre processes*).

Dlaczego zatem to wiekopomne, wydawałoby się, odkrycie nie jest szerzej znane i bardziej nagradzane? Czemu milczy Komitet Noblowski? Zasadnicze powody są dwa. Pierwszym z nich, najważniejszym z naukowego punktu widzenia, jest fakt, że DAMA nie jest jedynym eksperymentem polującym na ciemną materię: tylko w ciągu ostatniej dekady co najmniej dziesięć detektorów – wypełnionych różnymi substancjami czynnymi i obsługiwanych przez różne zespoły – nie zaobserwowało rocznej modulacji sygnału, która powinna w nich występować, gdyby doniesienia DAMA były poprawne. Drugi powód to zagadkowa tajemniczość zespołu DAMA: przez dwadzieścia lat badacze nie upublicznili surowych danych ani szczegółów ich analizy, co uniemożliwia niezależny, krytyczny osąd wyników tego eksperymentu.

Zwolennicy DAMA mogli dotąd argumentować, że to jakieś specyficzne własności jodku sodu wyróżniają ten eksperyment spośród wielu innych, a ciemna materia z jakichś powodów reaguje szczególnie silnie właśnie z atomami jodu lub sodu. Podjęto zatem próbę skonstruowania detektorów działających na tej samej zasadzie co DAMA, ale obsługiwanych przez innych badaczy, z założenia publikujących wszystkie dane. Tak powstały COSINE w Korei Południowej (*ConsOrtium between KIMS and DM-ICE Sodium Iodine Experiment*) i ANAIS (*Annual modulation with NaI Scintillators*)

w Hiszpanii. Zespół tego ostatniego eksperymentu opublikował w marcu wyniki z trzech lat obserwacji, wykazując, że żadnego sygnału pochodzącego od ciemnej materii nie ma.

Co zatem poszło nie tak? Badacze z Uniwersytetu w Pizie zauważyli, że szum detektora takiego jak DAMA rośnie z upływem czasu. Jeżeli pomiar tego typu detektora jest różnicowy, tzn. polega na odjęciu od danych uśrednionego po czasie szumu, można łatwo wpaść w pułapkę, jeśli uśrednia się ten szum w cyklu rocznym. Na początku cyklu szum jest mniejszy od średniej, potem narasta, osiągając największą wartość na koniec cyklu; w nowym cyklu sytuacja powtarza się z nową średnią. Otrzymuje się w ten sposób „sygnał” piłokształtny, który zaskakująco dobrze oddaje wyniki DAMA.

Czasami, nie odkrywając zupełnie niczego, można pomóc wyjaśnić jedną z najgłębiej skrywanych tajemnic Wszechświata...

Krzysztof TURZYŃSKI

- [1] D. Buttazzo, P. Panci, N. Rossi, A. Strumia, *Annual modulations from secular variations: relaxing DAMA?*, JHEP **04** (2020) 137
- [2] G. Adhikari *et al.*, *Search for a Dark Matter-Induced Annual Modulation Signal in NaI(Tl) with the COSINE-100 Experiment*, Phys. Rev. Lett. **123**, 031302 (2019)
- [3] J. Amaré *et al.*, *Annual Modulation Results from Three Years Exposure of ANAIS-112*, arXiv:2103.01175