

## Bardziej nie ma dziwadełek

Ile materii da się upchnąć w bardzo małej przestrzeni, porównywalnej rozmiarami z atomem (rzędu  $10^{-10}$  m) czy jądrem atomowym (rzędu  $10^{-15}$  m)? Wiadomo, że gdy się z tym upychaniem przesadzi, otrzymuje się czarną dziurę. Taka o rozmiarach atomowych ważyłaby kilkaset bilionów kilogramów, o rozmiarach jądrowych – coś koło miliarda kilogramów.

Co do istnienia obiektów nieco mniej „gęstych” niż czarne dziury fizycy wcale nie są zgodni. Teoretycy debatują nad możliwością istnienia obiektów uroczo nazwanych dziwadełkami (ang. *strangelet*), zbudowanych z materii, w której prócz kwarków górnych i dolnych, tworzących protony i neutrony, występują w dużej ilości również kwarki dziwne. Rozważa się także zlokalizowane konfiguracje pól bozonowych z zachowanym ładunkiem, które miałyby się zachowywać jak zwykle, tyle że bardzo duże cząstki elementarne. Jeszcze innym pomysłem są monopole magnetyczne stanowiące zlokalizowane źródła pola magnetycznego (w zwykłej elektrodynamice źródłem pola magnetycznego jest ruch ładunków lub zmienne w czasie pole elektryczne). To tylko najmniej kontrowersyjne pomysły, ale listę tę można by ciągnąć znacznie dłużej. . .

Jak jednak stwierdzić, czy takie byty rzeczywiście znajdują się wokół nas? Nie może ich być zbyt dużo, gdyż oddziałując grawitacyjnie, łatwo zdradzałyby swoją obecność, tak jak ciemna materia. Mogłyby też oddziaływać z atomami zwykłej materii, należałoby

tylko ustalić, jakie jest prawdopodobieństwo takiego oddziaływania. Obliczono, że poruszające się z prędkością 100 km/s dziwadełka o masie  $10^{-14}$  g byłyby w stanie przejść przez atmosferę, a te o masie 0,1 g – nawet przez całą kulę ziemską na wskroś. Poruszając się w ośrodku takim jak woda czy powietrze, dziwadełka zderzające się z atomami traciłyby z wolna energię, która byłaby uwalniana w postaci promieniowania elektromagnetycznego – podgrzewany ośrodek po prostu rozświetlałby się wzdłuż trajektorii dziwadełek.

Jak to zaobserwować? Potrzebny jest detektor o możliwie dużym polu widzenia, stale monitorujący całe niebo. Takim detektorem był zaprojektowany w Warszawie przez garstkę zapaleńców z różnych jednostek naukowych instrument „Pi of the Sky”. Składał się on z 16 kamer CCD, z których każda miała matrycę w rozmiarze 4 megapikseli. Kamery były zamocowane w taki sposób, że zapewniały obserwację wycinka sfery niebieskiej odpowiadającego około 2 steradianom (cała sfera to  $4\pi$  steradianów), realizując niemalże obietnicę zawartą w nazwie projektu. Urządzenie znajdowało się w centrum El Arenosillo w pobliżu Mazagón w prowincji Huelva w Andaluzji, na południowo-zachodnim wybrzeżu Hiszpanii, skąd startują rakiety suborbitalne zarządzane przez Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, i pracowało w latach 2013–2017. (Prototyp „Pi of the Sky” pracował od roku 2004 w Las Campanas Observatory w Chile.)

Zasadniczym celem zbudowania „Pi of the Sky” było poszukiwanie optycznych odpowiedników błysków gamma. Pojedyncze zdjęcia nieba wykonywane przez przyrząd były wynikiem naświetlania przez 10 sekund. Tak długi czas naświetlania nie stanowi idealnej konfiguracji do poszukiwania śladów dziwadełek i innych małych, lecz masywnych obiektów, ale skoro przez lata pracy zgromadzono całkiem pokaźną ilość danych, szkoda było nie wykorzystać ich do poszukiwania egzotycznej materii [\*]. Czytelnicy Uważni dostrzegą, że na niezbyt długiej liście autorów figurują m.in. redaktorka *Delty* oraz wiceminister nauki i szkolnictwa wyższego. Największym wyzwaniem było odróżnienie – wśród kilku tysięcy podłużnych, świecących kształtów znalezionych na zdjęciach – potencjalnych dziwadełek od innych poruszających się obiektów, takich jak meteory i sztuczne satelity. W przeciwieństwie do nich dziwadełka nie tracą zbyt wiele energii, przelatując przez atmosferę, i nie zmieniają znacząco swojej jasności. Spośród 29 kandydatów na ślady dziwadełek udało się odrzucić 9 w oparciu o bazy danych znanych satelitów, ale wiadomo, że wokół Ziemi krąży wiele satelitów niezarejestrowanych w tych bazach. Dwadzieścia pozostałych przypadków było jednak wciąż nieoczywistych, gdyż według teorii ślady prawdziwych dziwadełek powinny być bardzo długie. Zdecydowano się zatem na przyjęcie konserwatywnej hipotezy, że żadne dziwadełka czy podobne obiekty nie zostały zaobserwowane, na tej podstawie wyznaczono nowe ograniczenie górne na liczbę takich obiektów (o masach od 100 g do 100 kg) uderzających w Ziemię.

Widać stąd, że nawet ze starych i zgromadzonych w zupełnie innym celu danych można wycisnąć trochę świeżej fizyki godnej publikacji w świetnym czasopiśmie.

Krzysztof TURZYŃSKI



[\*] L. W. Piotrowski, K. Małek, L. Mankiewicz, M. Sokołowski, G. Wrochna, A. Zadrożny, A. F. Żarnecki, *Limits on the flux of nuclearites and other heavy compact objects from the "Pi of the Sky" project*, Phys. Rev. Lett. **125** (2020) 091101.