

!!! INFORMACJA OBJĘTA EMBARGIEM DO DNIA 15.10.2009, GODZ. 20:00 CET !!!

NOWE OKNO NA ŚWIAT

Rzeczywistość nie wygląda tak, jak przyzwyczailiśmy się widzieć ją na co dzień. Nasze oczy są wrażliwe jedynie na ekstremalnie mały zakres energii promieniowania elektromagnetycznego występującego w przyrodzie*. Poszerzanie wąskiego okna ludzkich zmysłów zawsze wiązało się z przełomami w nauce, a w nieunikniony sposób także w technice i życiu codziennym. Odkrycie fal radiowych pozwoliło z jednej strony nawiązać łączność między odległymi miejscami na Ziemi, z drugiej – umożliwiło obserwowanie nowych struktur w kosmosie. Dzięki mikrofalom możemy zobaczyć Wszechświat takim, jakim wyglądał kilkaset tysięcy lat po Wielkim Wybuchu, ale możemy również wykonać rzecz bardziej prozaiczną: podgrzać obiad w nowoczesnej kuchence. Astronomia rentgenowska od lat jest uznaną i cenioną dziedziną nauki, a aparat rentgenowski – urządzeniem, bez którego dzisiaj nie byłaby możliwa praca lekarzy.

Metody obserwacji świata nie muszą ograniczać się do używania samych fotonów. Dobry jest każdy nośnik informacji, który pozwala poszerzyć naszą wiedzę o otoczeniu. Geolodzy wykorzystują dźwięk do badania wnętrza Ziemi, a astrofizycy rejestrują fale sejsmiczne powstające wewnątrz gwiazd. Śledząc oddziaływania grawitacyjne próbujemy dostrzec niedostrzegalne: planety wokół innych gwiazd, ale także ciemną materię i ciemną energię. Odnosimy już pierwsze sukcesy w rejestrowaniu neutrin – wszechobecnych, niezwykle słabo oddziałujących ze zwykłą materią cząstek elementarnych. Tak jak jedni zbierają informacje o świecie za pomocą fotonów, a inni neutrin, tak naukowcy zajmujący się heliosferą wykorzystują w tym celu pozbawione ładunku elektrycznego atomy o dużych energiach (Energetic Neutral Atoms, ENA). „ENA poruszają się z dużymi prędkościami, a ponieważ robią to po liniach prostych, dostarczają nam cennych informacji na temat miejsc swego pochodzenia” – mówi doc. Maciej Bzowski z Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie. „Dzięki nim możemy badać struktury Układu Słonecznego niedostrzegalne dla tradycyjnej astronomii”.

O jakich strukturach mowa? Słońce porusza się z prędkością ok. 26 km/s przez rzadki obłok gazu międzygwiazdowego. Jest on rozpychany przez wiatr słoneczny, czyli zjonizowane cząstki, emitowane przez naszą gwiazdę we wszystkich kierunkach z prędkościami 300-800 km/s. Wskutek oddziaływania wiatru słonecznego z materią międzygwiazdową wokół Słońca formuje się wielki bąbel, nazywany heliosferą. Wewnętrzna krawędź jej warstwy granicznej tworzy szok końcowy – fala uderzeniowa znajdująca się daleko za orbitą Neptuna (efekt spadku prędkości wiatru słonecznego do prędkości poddźwiękowej). Tak jak płynąca po jeziorze łódź spiętrza przed sobą wodę i generuje falę, tak heliosfera – przemieszczająca się ze Słońcem – kompresuje przed sobą materię międzygwiazdową. Wskutek tej kompresji powstają dwie kolejne struktury: heliopauza, formująca zewnętrzną krawędź heliosfery, oraz znajdująca się daleko przed nią, charakterystycznie wygięta fala czołowa.

Wskutek różnorodnych zjawisk fizycznych, na granicach heliosfery tworzą się energetyczne neutralne atomy. Niewielka ich część dociera do Ziemi – detektory IBEX-a rejestrują od kilku ENA na sekundę do jednego na godzinę. Badając masy atomów, ich energie oraz kierunki, z których nadlatują, można uzyskać cenne informacje o zdarzeniach zachodzących na krawędziach heliosfery. Analiza danych nie jest jednak prosta.

Energetyczne atomy neutralne powstają w odległości kilkudziesięciu-kilkuset jednostek astronomicznych od Słońca, po czym muszą dotrzeć w okolice Ziemi. W czasie tej podróży ich strumień jest osłabiany przez wiatr słoneczny. Część atomów podlega wówczas wtórnej jonizacji. Wskutek ciśnienia promieniowania słonecznego zmienia się także energia atomów. Co więcej, sam wiatr słoneczny nie ma jednorodnej struktury: cząstki wiatru emitowane z okolic równika Słońca mają zazwyczaj niższe prędkości. Sytuację komplikuje fakt, że wraz ze wzrostem aktywności naszej gwiazdy w ramach cyklu słonecznego, obszar emitujący wolny wiatr poszerza się i w maksimum może objąć nawet całe Słońce. „Oznacza to, że wiatr słoneczny pulsuje” – mówi doc. Bzowski. Dodatkowe wyzwania przed badaczami stawia także pole magnetyczne wiatru słonecznego. Pole to jest polem magnetycznym pochodzącym ze Słońca, odcisniętym w strukturze wiatru, i ma wpływ na produkcję atomów neutralnych na krawędziach heliosfery. „Nasze okno na granice heliosfery okazuje się mieć pogiętą i nie całkiem czystą szybę” – podsumowuje doc. Bzowski.

Mapy całego nieba, wykonane przez satelitę IBEX, zawierają dane o rozkładzie strumieni energetycznych atomów neutralnych w okolicach Ziemi, a więc w odległości zaledwie jednej jednostki astronomicznej od Słońca. Uwzględniając opisane wyżej, złożone zjawiska, zachodzące podczas wędrówki atomów ku naszej planecie, naukowcy z CBK mają nadzieję wyłuskać informacje o tym, jak wygląda strumień gazu międzygwiazdowego wchodzący do heliosfery. Zatem choć nowe okno na świat nie jest idealne, dzięki szczegółowej znajomości procesów astrofizycznych można przez nie zobaczyć naprawdę ciekawe rzeczy.

*) Jak mały? Za dolną granicę naturalnego przedziału energetycznego fotonów przyjmijmy energię fotonów mikrofalowego promieniowania tła: $8,62 \cdot 10^{-5} \text{ eV}^{**}$; za górną – energię najbardziej energetycznej cząstki promieniowania kosmicznego, zarejestrowanej w 1991 roku podczas eksperymentu Fly Eye (mógł nią być foton): $3,2 \cdot 10^{20} \text{ eV}$. Taki przedział oznacza, że ludzkim oczom – reagującym na fotony o energiach od 1,8 do 3,1 eV – jest dostępna zaledwie jedna bilionowa jednej dziesięciobilionowej zakresu naturalnego promieniowania elektromagnetycznego, czyli: 1/10 000 000 000 000 000 000 000 000.

***) elektronowoltów; 1 eV to energia, jaką elektron zyskuje w polu elektrycznym o różnicy potencjałów równej 1 V. Zwiększenie średniej energii elektronów znajdujących się w materii o 1 eV oznaczałoby wzrost temperatury tej populacji elektronów o 11 605 stopni.