

Nagroda Nobla z (astro)fizyki

W tym roku Nagroda Nobla z fizyki została przyznana trzem astrofizykom. Połowę nagrody otrzymał James Peebles za rozwój teoretycznych podstaw współczesnej kosmologii, natomiast kolejną połowę otrzymali Michel Mayor oraz Didier Queloz za odkrycie pierwszej planety pozasłonecznej krążącej wokół gwiazdy typu słonecznego.

Teoretyczne podstawy współczesnej kosmologii

James Peebles jest profesorem emerytowanym na Uniwersytecie w Princeton. Jest uważany za jednego z twórców współczesnej kosmologii, dla której stworzył (i nadal rozwija) podstawy teoretyczne. Zaczynając już od 1964 roku, znacząco przyczynił się do pogłębienia naszej wiedzy o budowie i ewolucji Wszechświata od Wielkiego Wybuchu do czasów współczesnych. Zapytany, która z jego prac stanowi największy wkład w rozwój kosmologii, stwierdził po prostu „It’s work of my life” (Praca mojego życia).

I trudno temu zaprzeczyć – wielkoskalowa struktura Wszechświata, kosmiczne promieniowanie tła, ciemna materia, ciemna energia, powstanie pierwiastków cięższych od wodoru czy epoka inflacji to tylko niektóre z zagadnień, dla których podstawy teoretyczne istnieją dzięki pracy Jamesa Peeblesa.

W roku 1965 Peebles wyjaśnił znaczenie kosmicznego promieniowania tła (*Cosmic Microwave Background radiation* – CMB) w kontekście formowania się struktur we Wszechświecie. Przewidział, że promieniowanie wypełniające Wszechświat w początkowych etapach jego ewolucji powstrzymywało wzrost zagęszczeń materii, i dopiero gdy Wszechświat rozszerzył się do odpowiednich rozmiarów, gaz ochłodził się na tyle, by mogły powstać gwiazdy i galaktyki. Pomógł również w oszacowaniu, jak duże powinny być fluktuacje w rozkładzie materii „wdrukowane” w temperaturę CMB, jeszcze zanim te przewidywania potwierdziły obserwacje satelity COBE (*Cosmic Background Explorer*). Dodatkowo w 1968 roku badając gromady kuliste, argumentował, że mogły one powstać przed galaktykami.

W pracy *Primeval Adiabatic Perturbation in an Expanding Universe* (1970) Peebles i Yu argumentowali, że fluktuacje temperatury wpisane w CMB mogłyby być spowodowane falami dźwiękowymi pochodzącymi z początkowych zmian w gęstości plazmy wypełniającej wczesny Wszechświat. Autorzy przewidzieli, na podstawie obliczeń teoretycznych, że wariacje te będą rzędu 15 na 100 000. Pomiar wykonany dziesięciolecia później przez satelitę COBE wykazały, że były one jeszcze mniejsze, rzędu 1 na 100 000.

Na tym jednak przełomowe prace Peeblesa się nie kończą. Na podstawie symulacji numerycznych opisujących tworzenie tzw. galaktyk z poprzeczką stwierdził on, że potrzebna jest duża ilość dodatkowej masy – ciemnej materii – aby galaktyki takie jak Droga Mleczna mogły być stabilne. Podążając tym tokiem myślenia, już w 1982 roku opublikował teorię zimnej ciemnej materii. Parę lat później przywrócił stałą kosmologiczną do teoretycznego opisu Wszechświata, na początku w kontekście opisu zimnej ciemnej materii i tworzenia wielkoskalowej struktury Wszechświata, a potem jako składowej modelu kosmologicznego, gdzie stała kosmologiczna reprezentuje wewnętrzną energię samej przestrzeni i jest najprostszym wyjaśnieniem dla ciemnej energii – nieznanego mechanizmu,

przez który Wszechświat rozszerza się w coraz szybszym tempie. Jednym słowem, wraz z wcześniejszymi pracami, Peebles połączył kluczowe elementy standardowego modelu kosmologii: zimną ciemną materię i ciemną energię.

Tegoroczny laureat Nagrody Nobla jest jednym z pierwszych astrofizyków, którzy zaadaptowali prawa fizyki do studiowania Wszechświata jako jednego, spójnego systemu ewoluującego z czasem. Jego metody i obliczenia przekształciły kosmologię z pola spekulacyjnego w naukę precyzyjną – sprawdzalną za pomocą obserwacji.

Pierwsza planeta krążąca wokół gwiazdy takiej jak Słońce

Chociaż istnieje wiele sposobów na znalezienie egzoplanety (zostaną one opisane w Δ_{20}^1), laureaci Nagrody Nobla w swych badaniach zastosowali *metodę prędkości radialnej*. Wykorzystuje ona fakt, że gwiazda i planety jej układu orbitują wokół wspólnego środka ciężkości. Mimo iż ruch gwiazdy odbywa się po znacznie mniejszej „orbicie”, to jednak wykazuje ona zauważalne *chybotanie*. Obserwując te niewielkie ruchy gwiazdy, możliwe jest wywnioskowanie, że wokół niej orbituje planeta, a na podstawie dłuższych obserwacji oszacowanie jej wielkości i odległości do gwiazdy. Współcześnie wiadomo, że metoda ta jest szczególnie przydatna w znajdowaniu super-Jowiszów (planet większych niż największa planeta w naszym Układzie Słonecznym), ponieważ powodują one duże – stosunkowo łatwe do zaobserwowania – ruchy swojej macierzystej gwiazdy.

W ten sposób w roku 1995 Michel Mayor oraz Didier Queloz znaleźli dziwny obiekt orbitujący wokół gwiazdy 51 Pegasi – planetę dwa razy większą niż Jowisz, a do tego krążącą 7 razy bliżej swojej gwiazdy niż jest oddalony Merkury od Słońca. Obiekt ten znany jest obecnie jako 51 Peg b. Odkrycie to było niezmiernie zaskakujące, gdyż nikt wówczas nie spodziewał się, że gazowy gigant może znajdować się tak blisko swojej gwiazdy macierzystej – gazy tworzące takie obiekty potrzebują znacznie chłodniejszych temperatur, aby uformować planetę (muszą znajdować się poza tzw. „linią śniegu”). W kontekście obowiązujących wcześniej teorii formowania się planet 51 Peg b nie mógł więc istnieć – był pierwszym z wielu odkrytych później „Gorących Jowiszów”.

51 Peg-b nie była pierwszą odkrytą egzoplanetą. W 1992 roku Aleksander Wolszczan, wspólnie z kanadyjskim naukowcem Dale Frailem, dokonał odkrycia planet krążących wokół nietypowego obiektu – pulsara PSR 1257+12. Pulsar jest bardzo szczególnym typem gwiazdy neutronowej będącej pozostałością po wybuchu supernowej. Metoda wykrywania planet zaproponowana przez polskiego astronoma nie może być więc zastosowana do innych typów gwiazd. Mayor i Queloz zaproponowali metodę, która pozwoliła odkryć planetę krążącą wokół gwiazdy typu słonecznego, czyli taką, na której potencjalnie mogło rozwinąć się życie – rozbudzając uzasadniony entuzjazm wokół egzoplanet.

Odkrycie Szwajcarów zapoczątkowało falę poszukiwań egzoplanet. Współcześnie, 25 lat później, liczba zaobserwowanych egzoplanet wzrosła do 4057 i stale się powiększa. Co więcej, opracowano wiele nowych metod wyszukiwania planet, szacowania ich wielkości, określania składu atmosfery, kompozycji, orbit i wielu innych. Zaobserwowano typy planet, które nie istnieją w naszym układzie słonecznym (takie jak „super-Ziemia”), a nawet odkryto planetę krążącą wokół najbliższej nam gwiazdy – Proxima Centauri.

Anna DURKALEC