

PAUza

Akademicka



Tygodnik Polskiej Akademii Umiejętności

Nr 71

Kraków, 4 marca 2010

Przełomowe odkrycia i koncepcje po II wojnie światowej

Przełomowe odkrycie w badaniach Wszechświata

Minione sześćdziesiąt lat obfitowało w doniosłe odkrycia w dziedzinie astronomii. Profesor Józef Smak w wypowiedzi w „PAUzie Akademickiej” nr 65 podaje listę siedmiu najważniejszych (jego zdaniem) dokonań astronomii w drugiej połowie XX w. Wszystkie są niezmiernie ważne dla naszej wiedzy o Wszechświecie. Ja chciałbym skupić się na tylko jednym, które uważam za najważniejsze, a które nie znalazło się na liście Profesora Smaka. Chodzi o odkrycie w 1965 r. mikrofalowego promieniowania tła przez Arno Penziasa i Roberta W. Wilsona, za co w 1978 r. otrzymali Nagrodę Nobla.

To odkrycie otworowało drogę do przyjmowanego dziś powszechnie modelu Wszechświata. Po *Wielkim Wybuchu*, który nastąpił według współczesnych ocen ok. 14 miliardów lat temu nastąpiła faza gwałtownej ekspansji (niefortunnie nazywanej inflacją). Stopniowo powstawały jego znajome elementy, jak promieniowanie elektromagnetyczne (fotony), które po trzech minutach od wybuchu przez następne 300 000 lat wносиło dominujący wkład do energii. Pomiędzy trzecią a dwudziestą minutą powstały jądra lekkich pierwiastków, przede wszystkim wodoru i helu. Fotony pozostawały sprężone z gazem, aż do momentu, gdy ok. 380 000 lat po wybuchu temperatura spadła do ok. 3000°C i Wszechświat stał się przezroczysty, a dalszy spadek temperatury do mierzonej obecnie wartości -270°C , czyli ok. 3°C powyżej absolutnego zera, to skutek ekspansji.

Istnienie niemal izotropowego (niezależnego od kierunku) promieniowania tła jako reliktu wczesnej ewolucji Wszechświata było przewidywane przez modele kosmologiczne zakładające jego „gorący” początek. Były to jednak tylko spekulacje, których jedyną empiryczną podstawą było zjawisko „ucieczki galaktyk”, odkryte przez Edwina Hubble’a w 1929 r. Były już wcześniejsze sugestie, oparte na obserwacjach, że Wszechświat przenika promieniowanie mikrofalowe, ale nie były kojarzone z jego wczesną ewolucją. Dopiero odkrycie z 1965 r. sprawiło, że promieniowanie tła stało się źródłem informacji o wczesnym Wszechświecie i tym po dziś dzień najważniejszym. Dlatego to odkrycie uważam za prawdziwie przełomowe, czego miarą jest to, co przyniosły dalsze badania tego obiektu.

Informacja o fazach ewolucji Wszechświata, poprzedzających czas ostatniego kontaktu promieniowania z gazem, zakodowana jest w odchyleniach od izotropii promieniowania. Rozszyfrowane tej informacji jest niezwykle skomplikowane, bo, po pierwsze, amplituda odchylenia jest znikoma (setne części promila), a po drugie, część z nich powstała później. Potrzebne są bardzo precyzyjne pomiary detektorami wyniesionymi powyżej dolnych warstw atmosfery, najlepiej umieszczanymi na sztucznych satelitach, oraz bardzo skomplikowana analiza danych.

Dwie misje satelitarne odegrały kluczową rolę w badaniach promieniowania tła. W 1992 r. satelita COBE (*Cosmic*

Background Explorer) dokonał pierwszych pomiarów niejednorodności rozkładu promieniowania na niebie. Znalaziono w nich ślady tworzenia się pierwszych wielkich struktur we Wszechświecie. Za to odkrycie dwaj główni realizatorzy tej misji, John Mather i George Smoot, otrzymali w 2006 r. Nagrodę Nobla. Wkład do tego odkrycia wniósł także polski astronom Krzysztof Górski, który opracował oryginalną metodę analizy danych z satelity. Publikacja na ten temat była podstawą jego rozprawy habilitacyjnej na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w 1997 r.

Pomiary promieniowania ze znacznie wyższą rozdzielczością kątową wykonywane są od 2001 r. z pokładu satelity WAMP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*). Obecna wiedzę o podstawowych parametrach Wszechświata zawdzięczamy przede wszystkim wynikom tej misji. W szczególności jego wiek, wynoszący z jednoprocenową dokładnością 13,7 miliardów lat, z podobną dokładnością jego geometrię i pierwotne względne obfitości lekkich pierwiastków, a także to – o czym pisze prof. Smak – że znana nam materia wnosi zaledwie 4,6% do całkowitej energii Wszechświata. Zaś jej większość (72%) to ciemna energia, obiekt wprowadzony *ad hoc* w powszechnie przyjętym modelu, znanym jako Λ *Cold Dark Matter*, który zadawałajaco wyjaśnia wszystkie dane dotyczące wielkoskalowej struktury Wszechświata. Mamy pewne wyobrażenie, czym może być trzeci składnik, ciemna materia, ale cząstki, które mają ją stanowić nie zostały dotąd wykryte. Ich identyfikacja, zrozumienie natury ciemnej energii lub znalezienie innej niż model Λ CDM interpretacji danych, to najważniejsze wyzwania dla fizyki i astronomii.

Opisując odkrycie promieniowania tła nie można pominąć roli, jaką w tym odegrał Robert Dicke. Ten, niebawale wszechstronny uczonec, wraz z Jimem Peebles’em, kolegą z Physics Dept., Princeton University, dokonał w 1960 r. niezależnej oceny temperatury promieniowania tła (pierwszą ocenę podał w 1946 r. George Gamov). Wkrótce, wraz ze współpracownikami, Davidem Wilkinson’em i Peterem Roll’em, przystąpił do zaprojektowania odpowiedniej anteny, nazwanej później *Dicke radiometer*. Takiej właśnie anteny, zbudowanej z myślą o innych zastosowaniach, użyli Penzias i Wilson pracujący w Bell Laboratories w Holmdale, niedaleko Princeton. Początkowo, stałą emisję mikrofalową brali za szum instrumentalny. Dopiero później dowiedzieli się, co jest prawdziwym źródłem tej emisji. Publikacja czterech wymienionych fizyków z Princeton dotycząca promieniowania tła, oparta na ich własnych pomiarach, ukazała się w tym samym 1965 r., w którym Penzias i Wilson ogłosili swój wynik. W ich odkryciu był element szczęśliwego przypadku, który nie raz towarzyszy przełomowym dokonaniom w nauce.

WOJCIECH DZIEMBOWSKI



Partnerem czasopisma jest Miasto Kraków