

Wszechświaty wyspowe

Agnieszka JANIUK Centrum Fizyki Teoretycznej PAN

Chyba każdy z nas przynajmniej raz w życiu zastanawiał się nad tym, jakie jest jego miejsce we wszechświecie. Z punktu widzenia ludzkości istotne jest pytanie o to, czy jesteśmy w nim sami, czy istnieją inne cywilizacje. A jeśli istnieją, to jak daleko od nas mogą się znajdować i czy komunikacja z nimi będzie kiedykolwiek możliwa.

Pytania tego typu, już od czasów Immanuela Kanta, zadawali sobie filozofowie. Myśliciel z Królewca w połowie XVIII wieku stworzył koncepcję wszechświatów wyspowych. W pracy pt. „Ogólna historia naturalna i teoria nieba” podał niezwykle śmiałą, aczkolwiek opartą jedynie na intuicji, hipotezę kosmologiczną. Zgodnie z nią siła przyciągania, jaką obdarzona jest materia, definiuje strukturę świata jako całości. Dzięki niej powstają układy planetarne, układy gwiazdowe, a dalej kolejne, systematyczne układy wyższych rzędów. Znanе w jego czasach mgławice uważał za odległe układy gwiazd, leżące poza obszarem Drogi Mlecznej. Tę ostatnią trafnie zinterpretował jako zrzutowany na sferę niebieską dysk utworzony z gwiazd, wśród których znajduje się nasze Słońce.

Zainteresowani tym zagadnieniem astronomowie zaczęli w systematyczny sposób badać obiekty mgławicowe. Katalog opracowany przez Williama Herschela liczył około 2500 obiektów, zaś po uzupełnieniach Johna Dreyera, opracowany przez New General Catalogue (NGC) pod koniec XIX wieku liczył już prawie 8000 obiektów. Kolejne uzupełnienia, Index Catalogue (IC), rozszerzyły jego zawartość, ale jedynym kryterium łączącym wszystkie obiekty był ich wygląd: przypominały rozmyte plamki światła. Nieznana była jednak natura tych mgławic, a obserwacje pokazywały, że niektóre z nich miały widmo z prążkami charakterystycznymi dla gorącego gazu, zaś inne miały widma ciągłe, podobne do widm pobliskich gwiazd.

Aby móc stwierdzić, czy widoczne w obiektywie teleskopu mgławice są, jak mówiono, innymi wyspami, czyli układami gwiazd podobnymi do Drogi Mlecznej, ale niezależnymi od niej, należało zbadać, po pierwsze, rozmiary samej Drogi Mlecznej, a po drugie, odległości do mgławic.

W 1918 roku Harlow Shapley zaproponował nowy model naszej Galaktyki, o naprawdę ogromnych rozmiarach. Niemożliwe więc było, aby mgławice znajdowały się poza nią – ani te gazowe, które istotnie są podświetlanymi promieniowaniem gwiazd obłokami gazu, ani mgławice spiralne. W ustaleniu odległości pomocna miała okazać się obserwacja gwiazdy nowej, która pojawiła się w mgławicy Andromedy M31. Metoda badawcza polegała na wyznaczeniu maksymalnej jasności gwiazdy i porównaniu jej z wykalibrowanymi wybuchami innych nowych gwiazd zaobserwowanych w naszej Galaktyce – na jej podstawie Shapley stwierdził, że Andromeda z pewnością znajduje się w obrębie Drogi Mlecznej. Podobnie zakwalifikował inną mgławicę, M101, w której badania ruchów własnych gwiazd pozwoliły wyznaczyć prędkość kątową rotacji. Znaczną jej wartość, 0,02 sekundy łuku na rok, w połączeniu z dużymi rozmiarami obiektu (jeśli miałby być on podobnych rozmiarów jak Droga Mleczna), implikowałyby prędkości liniowe przekraczające prędkość światła.

Uznano zatem, że M101 nie może być dużych rozmiarów galaktyką, ale małym, pobliskim obiektem.

Obecnie wiemy, że zarówno model Galaktyki opracowany przez Shapleya (nie wziął pod uwagę efektu ekstynkcji międzygwiazdowej), jak i odległość wyznaczona do M31 (nie rozróżniano wówczas gwiazd nowych od supernowych, ani teoretycznie, ani obserwacyjnie), były częściowo błędne. Niemniej jednak historia ta pokazuje, że sam sposób rozumowania uczonego był logicznie poprawny, a luki wynikały jedynie z interpretacji danych obserwacyjnych, nie dziwnego więc, że odkrycie prawdy o naturze wszechświatów wyspowych nastąpiło znaczących trudności.

Jednym ze zwolenników idei Kanta był Heber Curtis, a słynna debata między Curtisem i Shapleyem odbyła się w 1920 roku przed zgromadzeniem Narodowej Akademii Nauk w Waszyngtonie. Argumenty Shapleya wydawały się nie do podważenia. Dowodził on, na przykład, że mgławice spiralne nie są galaktykami podobnymi do Drogi Mlecznej, ponieważ mają inne charakterystyki widmowe, na przykład, ich dyski są bardziej niebieskie niż zagęszczenia centralne, nie widać również linii absorpcyjnych charakterystycznych dla widm gwiazd obserwowanych w pobliżu Słońca. Różnice te wyjaśnił dopiero ćwierć wieku później Walter Baade, który wprowadził klasyfikację populacji gwiazdowych. Koronnym argumentem Shapleya była tzw. sfera unikania. Jak się wydaje, mgławice spiralne „unikają” płaszczyzny naszej Galaktyki, ponieważ obserwuje się je głównie w kierunku biegunów. Zauważono ponadto, że wiele mgławic oddala się od nas z dużymi prędkościami. Shapley wywnioskował zatem, że to Droga Mleczna wywiera wpływ na mgławice, powodując ich ucieczkę. Rozumowanie Shapleya sprowadzało się więc w końcu do tego, że powinna istnieć jakaś nieznana siła odpychająca, która działa w Galaktyce – wyjaśniałaby ona obydwie te zjawiska.

Heber Curtis przypuszczał, że „sfera unikania” może być efektem przesłaniania niektórych obiektów przez pył. Taki poprzeczny pas ciemnego pyłu był widoczny w niektórych obiektach mgławicowych – jeśli więc są one innymi Galaktykami, a z kolei nasza jest do nich podobna, to w Drodze Mlecznej też możliwe jest istnienie w płaszczyźnie równikowej ciemnego pasa, który zasłania niektóre mgławice. Z punktu widzenia debaty twierdzenie Curtisa wyglądało na „machanie rękami”. Takiego pasa nikt nie widział, ponadto nie odnosił się on w ogóle do problemu ucieczki mgławic. A jednak okazało się, że to ten, obdarzony intuicją, wyobraźnią i pragnący przede wszystkim określić naturę mgławic uczonego miał rację...

W 1923 roku niezbitych dowodów potwierdzających te stwierdzenia dostarczył Edwin Hubble, który zidentyfikował cefeidę w M31. Na podstawie relacji między okresem pulsacji cefeidy a jej jasnością można było określić odległość do obiektu, co umiejscawiało ją daleko poza krańcami Drogi Mlecznej. To pionierskie odkrycie otworzyło całą nową dziedzinę nauki: astronomię pozagalaktyczną. Nie powstałaby ona pewnie, gdybyśmy intuicję i wyobraźnię w nauce porzucili całkowicie na rzecz suchej logiki.