

Dawno, dawno temu w odległej galaktyce...

Obserwacje Wszechświata sprzed 10 miliardów lat

Anna DURKALEC

Jak przenieść się w przeszłość? To bardzo łatwe! Po prostu spojrzysz w niebo. Każdego dnia oglądasz Słońce sprzed 8 minut. W nocy, gdy popatrzysz na Gwiazdę Polarną, widzisz ją taką, jaka była za panowania króla Jana III Sobieskiego (ok. 325 lat temu). A mając dobry wzrok (albo lornetkę), możesz zobaczyć, jak wyglądała galaktyka Andromedy w czasach, gdy na Ziemi zaczynała się epoka lodowcowa – 2,5 miliona lat temu.

Ale to jeszcze nic! Możemy obserwować Wszechświat, jaki był na długo przed powstaniem naszej planety. Potrzebny jest do tego tylko odpowiednio duży teleskop.

Na przykład europejski bardzo duży teleskop VLT (*Very Large Telescope*). Za jego pomocą VLT zaobserwowano tysiące galaktyk takimi, jakie były 10 miliardów (!) lat temu (dla porównania Ziemia istnieje od około 4,5 mld lat). Obserwacje te zostały przeprowadzone w ramach przeglądu *VIMOS Ultra Deep Survey* (VUDS) – największego jak do tej pory spektroskopowego przeglądu galaktyk we wczesnych etapach istnienia Wszechświata. Chcesz zobaczyć te galaktyki? Proszę bardzo. Duża część obserwacji jest dostępna dla każdego. Za darmo. Wystarczy przeglądarka i dostęp do Internetu.

Dane przeglądu VUDS dostępne są na stronie cesam.lam.fr/vuds/DR1/.

Odległości pomiędzy galaktykami są ogromne! Dla przykładu: Andromeda znajduje się $2,4 \cdot 10^{19}$ km od nas.

Kosmiczny wehikuł czasu

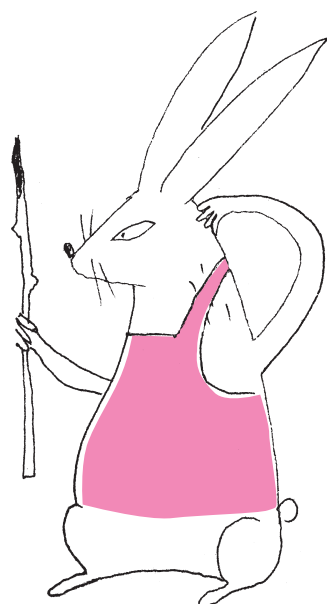
Ale zacznijmy od początku. Jak obserwacje przeszłości są w ogóle możliwe? Za wszystko odpowiedzialne są: ogrom Wszechświata i ograniczona prędkość światła. Odległości pomiędzy galaktykami są naprawdę niewyobrażalnie duże. Oznacza to, że nawet światło, absolutny rekordzista prędkości, potrzebuje dużo czasu, aby te odległości pokonać. W rezultacie im *dalej* patrzymy przez nasze teleskopy, tym coraz *starsze* galaktyki obserwujemy.

Zjawisko to można porównać do działania poczty. Załóżmy, że mamy przyjaciela, który napisał do nas list (taki na papierze, bo nasz przyjaciel to tradycjonalista) opisujący aktualne wydarzenia ze swojego życia. Dodał też zdjęcie, które zrobił na moment przed wysłaniem listu. Im dalej nasz przyjaciel mieszka, tym dłużej przyjdzie nam czekać na przesyłkę. Jednocześnie tym starsze będą informacje zawarte w liście i bardziej zdezaktualizowane zdjęcie w momencie, gdy otworzymy kopertę. Podobnie jest z informacją o innych galaktykach, z tą różnicą, że zamiast listów odbieramy fale elektromagnetyczne (światło). Rejestrując te fale, gromadzimy informacje o galaktykach w różnych momentach czasu – takich, jakimi były 3, 5 czy 10 miliardów lat temu.

Szukamy odpowiedzi na wielkie pytania

Tylko właściwie dlaczego obserwacje starych galaktyk mają nas interesować? Po pierwsze, bo możliwość zobaczenia czegoś, co istniało miliardy lat temu, jest sama w sobie niesamowita. Po drugie, ponieważ mamy całą masę pytań dotyczących natury Wszechświata i bardzo chcielibyśmy poznać odpowiedzi na nie. Na przykład wiemy, że Wszechświat od początku swojego istnienia zmieniał się – ewoluował. Zmiany te zachodziły jednocześnie w całym Wszechświecie i były bardzo powolne. Jednak ostatecznie spodziewamy się, że młody Wszechświat był zasadniczo różny od jego starszej wersji – tej, w której żyjemy *teraz*. Ale jak bardzo był różny? W którym momencie istnienia Wszechświata pojawiły się pierwsze gwiazdy? Kiedy uformowały się pierwsze galaktyki? Czy wyglądały inaczej niż nasza Droga Mleczna? Czy były mniejsze, czy większe? Jaki miały kolor? Dlaczego w niektórych z tych galaktyk nagle przestały się tworzyć gwiazdy? Jakie procesy fizyczne mają największy wpływ na ewolucję galaktyk? Jak często zdarzały się kolizje galaktyk? W końcu, jak uformowały się skomplikowane struktury wielu galaktyk – gromady, supergromady, filamenty? Słowem, jak cały Wszechświat zmieniał się z czasem – do stanu, w jakim obserwujemy go współcześnie?

Oczywiście istnieją już dobrze sformułowane teorie dostarczające odpowiedzi na te pytania. Nasze aktualne wyobrażenie o tym, jak powstał i rozwijał się Wszechświat, zawarte jest w ramach modeli kosmologicznych. Współczesny, aktualnie najlepiej odzwierciedlający obserwacje, model kosmologiczny nosi nazwę modelu Λ -CDM (Λ *Cold Dark Matter*). Ale, bądźmy szczerzy, tylko astrofizycy używają tej nazwy. Cała reszta świata mówi po prostu „Teoria



Niektóre źródła podają odpowiedź na wielkie pytanie o życie, Wszechświat i całą resztę: to 42!

Wielkiego Wybuchu”. Jak każda dobra teoria, i ta została już wielokrotnie potwierdzona przez liczne obserwacje astronomiczne. Czy to oznacza, że znaleźliśmy ostateczną odpowiedź na wielkie pytanie o życie, Wszechświat i całą resztę? Oczywiście, że nie! Szczegóły teorii Wielkiego Wybuchu są wciąż dopracowywane. Potrzebne są jednak do tego nowe obserwacje, takie jak te przeprowadzone w ramach przeglądu VUDS. Szczególnie, że ukazują bardzo stary Wszechświat, którego obserwacje były w przeszłości mocno ograniczone lub wręcz niemożliwe z powodu braku odpowiednich technologii.

Szalona młodość Wszechświata

To jak wyglądał Wszechświat 10 miliardów lat temu? Przechodził okres młodzieńczego buntu. Był niespokojny i burzliwy. To na ten okres przypadało maksimum produkcji gwiazd. Nowe gwiazdy rodziły się i umierały w zawrotnym tempie. Aktywne galaktyki, podobne do naszej Drogi Mlecznej, tworzyły gwiazdy 30–40 razy szybciej, niż ma to miejsce teraz.

Ponadto galaktyki były wtedy zasadniczo mniejsze (oraz łżejsze) niż współcześnie. Tylko niektóre mogły się poszczycić pięknymi spiralnymi ramionami. Przez kilka pierwszych miliardów lat po Wielkim Wybuchu większość galaktyk była zdecydowanie nieregularna. Na to, co nazywamy galaktykami, składała się chaotyczna mieszanina pyłu, gazu oraz zagęszczonych obszarów, w których powstawały gwiazdy. We Wszechświecie 10 miliardów lat temu galaktyki były też zróżnicowane wiekowo. Obserwujemy dużo młodych, dopiero formujących się galaktyk, mających wówczas tylko po kilka milionów lat, ale też bardzo stare, rozwinięte galaktyki, które mogły powstać nawet niecałe 300 milionów lat po Wielkim Wybuchu.

Skoro w początkach istnienia Wszechświata galaktyki były małe i nieregularne, to jak urosły do rozmiarów i kształtów obserwowanych teraz? Powszechnie uznaje się, że kluczową rolę odgrywały tutaj dwa zjawiska: napływ gazu ze środowiska międzygalaktycznego oraz... galaktyczny kanibalizm. Aby rozwijać się i aktywnie produkować gwiazdy, galaktyka potrzebuje stałych dostaw świeżego gazu. Może on spokojnie napływać do galaktyk pod wpływem siły grawitacji wzdłuż tzw. filamentów. Dużym galaktykom często to nie wystarcza. Wówczas uzupełniają one niedobory paliwa, pochłaniając swoje mniejsze sąsiadki (*minor mergers*). Czasami dochodzi też do zderzenia dwóch galaktyk o podobnych rozmiarach. Po kolizji tworzą one masywną galaktykę eliptyczną. Na podstawie obserwacji w ramach przeglądu VUDS oszacowano, że 10 miliardów lat temu takich dużych kolizji doświadczało ok. 17% wszystkich galaktyk w ówczesnym Wszechświecie. Wciąż jednak trwa debata, jak znacząca była ich rola w ewolucji galaktyk. Możliwe, że odpowiedź zależy od gęstości środowiska, w jakim istnieje dana galaktyka, czyli od tego, jak dużo galaktyk znajduje się w jej bezpośrednim otoczeniu.

A gdy już mowa o otoczeniu galaktyk. Obserwujemy, że 10 miliardów lat temu galaktyki tworzyły skomplikowane wielkoskalowe struktury. Pod wpływem siły grawitacji łączyły się w gromady i supergromady, tworząc coś w rodzaju ogromnej sieci rozciągającej się na cały Wszechświat (dosłownie). Okazuje się, że położenie galaktyk w tych strukturach miało kluczowy wpływ na ich cechy charakterystyczne, takie jak jasność i masa gwiazdowa. W obszarach o dużym zagęszczeniu obserwujemy jaśniejsze i bardziej masywne galaktyki, podczas gdy samotne galaktyki są mniej jasne i mniej masywne. Podobną zależność obserwujemy we współczesnym Wszechświecie, kiedy więc ten proces się rozpoczął?

Aby poznać odpowiedź na to i inne podobne pytania, konieczne są dalsze obserwacje odległych galaktyk, sięgające jeszcze głębiej w przeszłość Wszechświata. Na szczęście nie musimy na nie długo czekać! W ciągu najbliższych lat na orbitę zostaną wysłane dwa teleskopy: amerykański następca teleskopu Hubble’a – JWST (*James Webb Space Telescope*) oraz europejski Euclid. Oba urządzenia dostarczą bezprecedensowych obserwacji młodego Wszechświata i przybliżą do odpowiedzi na niektóre z bardzo wielu pytań o jego naturę.

Ciekawostka: Nasza Droga Mleczna ma na sumieniu pochłonięcie przynajmniej trzech takich małych galaktyk.

