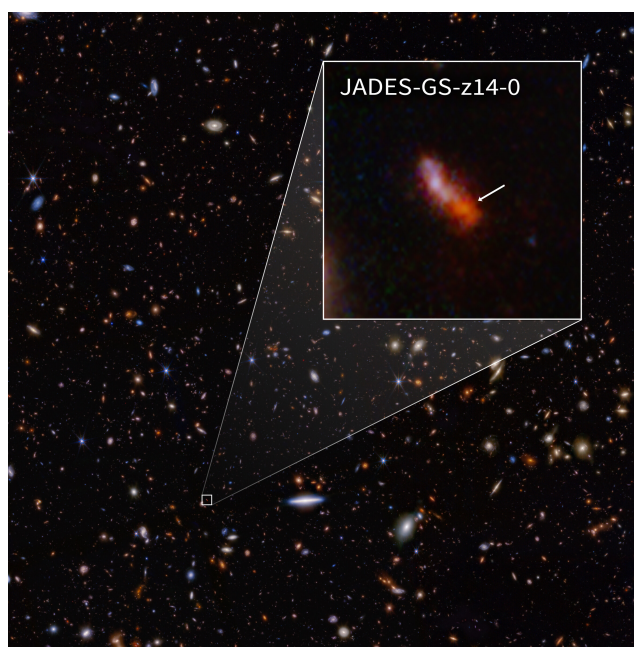




JADES-GS-z14-0 jest najodleglejszą galaktyką, jaką dotąd zaobserwowano. Jest tak daleko, że jej światło potrzebowało 13,4 miliarda lat, aby dotrzeć do nas, co oznacza, że widzimy ją taką, jaka była, gdy Wszechświat miał zaledwie 300 milionów lat. Odkryto ją w 2024 roku za pomocą Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba. Ale to już stara historia, dlaczego więc o niej pisać? Ponieważ całkiem niedawno w tej galaktyce odkryto tlen. Czytelnik Odczytany powie, że przecież to nic dziwnego, w wielu galaktykach jest pełno tlenu. To prawda, ale nie spodziewaliśmy się go znaleźć w tak młodym Wszechświecie. Jak to obrazowo opisał Sander Schouws, doktorant zaangażowany w odkrycie: „To jak znaleźć nastolatka w miejscu, w którym spodziewano się noworodków”.



Zdjęcie aktualnej rekordzistki z tytułem najodleglejszej znanej galaktyki – JADES-GS-z14. Źródło zdjęcia: NASA, ESA, CSA, STScI, B. Robertson (UC Santa Cruz), B. Johnson (CfA), S. Tacchella (Cambridge), P. Cargile (CfA)

Współczesne teorie powstania i ewolucji Wszechświata mówią, że w pierwszych momentach jego istnienia powstały tylko bardzo lekkie pierwiastki: wodór (75%), hel (~25%) i minimalne ilości litu. Galaktyki, a w szczególności masywne gwiazdy młodego Wszechświata, musiały więc być zbudowane tylko z tych pierwiastków. Dopiero później we wnętrzach tych gwiazd powstały np. węgiel, tlen czy żelazo (zwane ogólnie w astronomii metalami), które są *rozrzucane* wokół gwiazdy w momencie wybuchu supernowej.

Wszystkie pierwiastki niebędące wodorem i helu astronomowie nazywają metalami (tlen również). Dlatego mówi się o metaliczności galaktyk, aby opisać, jak dużo jest tych pierwiastków w galaktykach.

Z tak wzbogaconego gazu powstają potem kolejne pokolenia gwiazd, które produkują coraz więcej cięższych pierwiastków. I tak dalej. Cały proces trwa baaaaardzo długo. Dlatego badacze sądzili, że w wieku 300 milionów lat Wszechświat był ciągle zbyt młody na

galaktyki pełne ciężkich pierwiastków. Po prostu nie upłynęło wystarczająco dużo czasu, aby gwiazdy mogły wyprodukować ich dostatecznie wiele. Jednak najnowsze obserwacje z wykorzystaniem teleskopu Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) pokazały, że JADES-GS-z14-0 posiada około 10 razy więcej ciężkich pierwiastków, niż się spodziewano.

Co to może oznaczać? Krótka odpowiedź jest taka, że... na razie nie wiadomo. Jednak jedno jest pewne, nadchodzą zmiany w naszym rozumieniu pierwszych faz ewolucji galaktyk (a ogólniej Wszechświata). Ponieważ JADES-GS-z14-0 może być najodleglejszą galaktyką, ale nie jest jedyną, która poddaje próbie dotychczasowe teorie. W galaktykach młodego Wszechświata za pomocą Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba odkryto istnienie węgla, neonu, magnezu, a nawet żelaza. Obfitość tych pierwiastków jest zdecydowanie większa niż ilość czegokolwiek, czego się spodziewaliśmy na podstawie poprzednich obserwacji, a nawet symulacji komputerowych.

Wy tłumaczeń dla tych wszystkich obserwacji może być kilka. Możliwe jest, że gwiazdy we wczesnym Wszechświecie były zdecydowanie masywniejsze, niż sądziliśmy. Pozwalałoby to na szybsze tworzenie ciężkich pierwiastków poprzez tzw. *pair-instability supernova*. W odróżnieniu od klasycznych supernowych, po których pozostaje czarna dziura albo gwiazda neutronowa, gwiazda rozerwana wybuchem typu *pair-instability* całkowicie rozrzuca swoją materię, nie pozostawiając po sobie nic poza wzbogaconym o ciężkie pierwiastki gazem. Aby mogło do tego dojść, gwiazda musi mieć masę 130–250 mas Słońca i być zbudowana z wodoru i helu, bez domieszki innych pierwiastków. Takie gwiazdy mogły istnieć tylko w początkowych fazach ewolucji Wszechświata. Możliwe jest też, że gwiazdy w młodym Wszechświecie powstawały i umierały zdecydowanie szybciej, niż przewidywaliśmy, lub że było ich zdecydowanie więcej. Mogło wówczas istnieć więcej układów podwójnych gwiazd, które mogą produkować jeszcze inny typ supernowej wzbogacającej gaz o ciężkie pierwiastki. Albo miały miejsce zupełnie inne zjawiska, o których nie mamy pojęcia. Z drugiej strony możliwe jest też, że nasze oszacowania wieku Wszechświata są błędne i istnieje on zdecydowanie dłużej, niż sądzimy. W związku z tym galaktyki, które teraz uznajemy za najodleglejsze, wcale takie nie są. W tym momencie nie jesteśmy w stanie potwierdzić ani obalić żadnej z tych hipotez.

I to jest właśnie piękne w nauce. Gdy już myślisz, że znasz odpowiedzi na wszystkie pytania, nowe odkrycia zmuszają cię do zadania wielu innych.

Na podstawie artykułu: Stefano Carniani et al., „The eventful life of a luminous galaxy at $z = 14$: metal enrichment, feedback, and low gas fraction?”, *A&A*, 696, A87 (2025).

Anna DURKALEC

Zakład Astrofizyki, Departament Badań Podstawowych,
Narodowe Centrum Badań Jądrowych