

Abstract Polish

Gwiazdy są odpowiedzialne za tworzenie ciężkich pierwiastków we Wszechświecie zarówno podczas swojego życia, jak i w momencie śmierci.

Badając metaliczność (obfitość pierwiastków ciężkich w stosunku do wodoru), możemy uzyskać informacje na temat historii ewolucji galaktyk.

Na metaliczność wpływają różne procesy, na przykład napływ czystego gazu, wypływ gazu bogatego w metale i gwiazdne sprzężenie zwrotne.

Procesy te kształtują ważne zależności między metalicznością a innymi właściwościami fizycznymi galaktyk.

Ważną relacją jest tak zwana podstawowa relacja metaliczności (FMR), która definiuje trójwymiarową powierzchnię opartą na masie gwiazdowej (M_{star}), tempie formowania się gwiazd (SFR) i metaliczności dla galaktyk gwiazdotwórczych.

Niniejsza praca doktorska koncentruje się na porównaniu FMR przy różnych przesunięciach ku czerwieni.

W tej pracy wykorzystaliśmy dane z katalogu Sloan Digital Sky Survey (SDSS) w lokalnym Wszechświecie (przy przesunięciu ku czerwieni $z \sim 0$) oraz VIMOS Public Extragalactic Redshift Survey (VIPERS) do przesunięcia ku czerwieni $z \sim 0,8$.

VIPERS pozwala nam znacznie zwiększyć rozmiar próbki statystycznej w stosunku do wcześniejszych prac, do kilku tysięcy galaktyk w zakresie przesunięcia ku czerwieni $0,48 < z < 0,8$.

Aby uzyskać spójne pomiary własności widm między próbkami, ponownie przeanalizowaliśmy katalog widm VIPERS za pomocą kodu Penalized PiXel-Fitting (pPXF). pPXF pozwala nam dopasować oddzielnie składnik gwiazdowy i gazowy widma, aby wyodrębnić kinematykę gwiazd i gazu, a także populację gwiazd i galaktyk.

Oddzielne dopasowanie kontinuum gwiazdowego i emisji gazu pozwala lepiej zmierzyć właściwości linii.

Zwróciliśmy również szczególną uwagę na spójne dla obu katalogów obliczenie wszystkich właściwości fizycznych galaktyk definiujących FMR.

Początkowo zhomogenizowaliśmy próbkę, analizując różne odchylenia, które mogą wynikać z selekcji danych (metoda selekcji galaktyk gwiazdotwórczych, selekcja sygnału do szumu, selekcja jakości widm) i obserwacji (wewnętrzna ewolucja jasności galaktyk, frakcja niebieskich galaktyk).

Stwierdziliśmy, że najsilniejsze obciążenie dla analizy może wiązać się z różnicami progów sygnału do szumu linii widmowych, w szczególności w przypadku linii emisyjnej $\left[\text{O}^{\text{III}} \right] \lambda 4959$.

Jednak rzutowanie FMR na płaszczyzny zdefiniowane na podstawie kombinacji M_{star} i SFR znacznie zmniejsza wpływ zaburzeń.

Biorąc pod uwagę odchylenia, różnica między FMR mierzonym dla obu katalogów daje się zredukować o $\sim 0,1$ dex, co odpowiada średniemu rozrzutowi metaliczności populacji galaktyk w obu katalogach.

Następnie zbadaliśmy, w jaki sposób różne metody porównania mogą wpływać na interpretację danych.

Porównaliśmy próbki o niskim i pośrednim przesunięciu ku czerwieni w katalogach SDSS i

VIPERS za pomocą metody parametrycznej i metody nieparametrycznej.

Pierwsza metoda polega na badaniu różnych projekcji FMR.

W celu porównania konkretnych właściwości fizycznych przy różnych przesunięciach ku czerwieni, zbudowaliśmy trzy próbki kontrolne poprzez dopasowanie krzyżowe interesujących nas właściwości fizycznych --- właściwości fizycznych (M_{\star} -SFR), funkcji masy galaktyk i względnej odległości od głównego ciągu gwiazdotwórczego galaktyk.

Ta ostatnia metoda polega na zbadaniu relacji metaliczność-względny sSFR (specyficzny SFR, zdefiniowany jako stosunek sSFR/M_{\star}).

Względny sSFR jest normalizacją sSFR.

Wybór normalizacji pozwala na porównanie określonych właściwości między próbkami.

Zastosowanie obu metod pozwoliło na konsystentną detekcję różnicy FMR pomiędzy niskim (SDSS) i pośrednim (VIPERS) przesunięciem ku czerwieni, rosnącej wraz ze wzrostem M_{\star} .

Wynikiem tej pracy jest zatem pierwszy w literaturze obserwacyjny pomiar ewolucji FMR pomiędzy $z \sim 0.63$ a $z \sim 0$ z istotnością $\sim 3 \sigma_{\text{med}}(\text{VIPERS})$.

Wreszcie w ostatniej części pracy (która będzie przedmiotem przyszłej bardziej szczegółowej analizy), staramy się wybrać subpopulacje i wartości odstające na podstawie FMR, stosując algorytmy uczenia maszynowego do próbek o niskim i pośrednim przesunięciu ku czerwieni.

Celem tej części pracy jest poszukiwanie śladów pozostawionych przez ewolucję galaktyk lub efekty środowiskowe na powierzchni FMR.

Początkowo stosujemy analizę głównych składowych FMR (metodą PCA, ang. Principal Component Analysis), aby zmniejszyć wymiarowość problemu poprzez rzutowanie danych na przestrzeń 2D o największej wariancji.

W tej przestrzeni 2D stosujemy algorytm klasteryzacji K-średnich (ang. K-means), aby pogrupować galaktyki w subpopulacje, oraz lokalny czynnik odstający, aby znaleźć wartości odstające.

Pomimo faktu, że nie obserwujemy dużych różnic z punktu widzenia ewolucji galaktyk między subpopulacjami, galaktyki odstające można podzielić na mniejsze grupy w zależności od ich odległości od głównej sekwencji gwiazdotwórczej galaktyk (ang. galaxy main sequence) i posiadania szerokich (równoważny stosunek szerokości $\left[\text{ion}\{\text{O}\}\text{iii} \right] \lambda 5007 / \text{H}\beta > 1$) lub wąskich (równoważny stosunek szerokości $\left[\text{ion}\{\text{O}\}\text{iii} \right] \lambda 5007 / \text{H}\beta \leq 1$) linii. Ich szczegółowe własności będą przedmiotem dalszych badań.