

Preferowana foliacja w teoriach zmodyfikowanej grawitacji

Nasze rozumienie grawitacji uległo ogromnej poprawie w ostatnim stuleciu dzięki opracowaniu przez Einsteina Ogólnej teorii względności Einsteina. Pozwala nam ona z bardzo dużą dokładnością opisać ewolucję naszego Wszechświata od Wielkiego Wybuchu aż po dzień dzisiejszy wraz z powstawaniem gwiazd i galaktyk. Wymaga ona jednak postulowania nowych, nieznanych składników energetycznych: ciemnej materii, która jest odpowiedzialna za powstawanie i stabilność galaktyk, oraz ciemnej energii, która powoduje przyspieszoną ekspansję naszego Wszechświata. Wciąż brakuje fundamentalnego zrozumienia tego ciemnego sektora, w szczególności ciemnej energii. Dlatego zaproponowano alternatywne modele, w tym zmodyfikowane teorie grawitacji, które zmieniają prawa grawitacji w celu wyjaśnienia obecnych obserwacji eksperymentalnych.

Zazwyczaj w tych zmodyfikowanych teoriach grawitacji występuje dodatkowe pole skalarnie, podobne do pola Higgsa w fizyce cząstek elementarnych, prowadzące do powstania dodatkowej siły, która rozpycha przestrzeń i powoduje przyspieszoną ekspansję. W tym przypadku mówimy również, że istnieje dodatkowy skalarny stopień swobody.

W ogólnej teorii względności, a także w wielu modelach zmodyfikowanej grawitacji, kierunki czasoprzestrzeni w naszej czterowymiarowej czasoprzestrzeni nie są ustalone, ale zamiast tego możemy dowolnie wybierać kierunek, który wybieramy jako czas, bez zmiany jakiegokolwiek fizyki. Wybór kierunku czasowego nazywany jest również foliacją czasoprzestrzeni. Ostatnio coraz więcej uwagi poświęca się zmodyfikowanym teoriom grawitacji z preferowanym foliacją, w których wybór foliacji czasoprzestrzeni wpływa na to, czy skalarny stopień swobody jest obecny czy nie. Ta rozbieżność pozostaje kwestią otwartą. Z drugiej strony, tego typu modele mogą dostarczyć nowych, interesujących własności fenomenologicznych. Nawet jeżeli w tym preferowanym foliacji nie ma dodatkowego skalarnego stopnia swobody, to tego typu modele mogą mieć znacząco inne zachowanie niż standardowa ogólna teoria względności. Na przykład, pokazano, że w tego typu modelach możliwe jest zredukowanie niektórych obserwacyjnych rozbieżności, które są obecne w obecnym standardowym modelu kosmologii, takich jak napięcie Hubble'a.

W naszych badaniach chcemy się skupić na tego typu modelach. Po pierwsze, chcemy zbadać pochodzenie i fizyczne konsekwencje preferowanej foliacji. W drugim aspekcie, interesują nas fenomenologiczne konsekwencje i chcemy zbadać jak możemy przetestować te teorie z obecnymi lub przyszłymi obserwacjami eksperymentalnymi.

Rezultaty tego projektu badawczego pomogą wyjaśnić, czy ta nowa klasa modeli zmodyfikowanej grawitacji może dostarczyć wiarygodnego opisu ciemnego sektora naszego Wszechświata zarówno od strony teoretycznej, jak i eksperymentalnej/obserwacyjnej.