

Tło Fal Grawitacyjnych w świetle technik Kosmicznego Mikrofalowego Tła

Streszczenie dla ogółu społeczeństwa
Paola Carolina Moreira Delgado

Ogólna teoria względności jest teorią naukową zaproponowaną przez Alberta Einsteina w 1915 roku w celu opisanego grawitacji jako geometrycznej właściwości czasoprzestrzeni. Grawitacja pojawia się w tym kontekście jako zginanie czasoprzestrzeni w obecności materii. W skrócie, czasoprzestrzeń mówi materii jak się poruszać, a materia mówi czasoprzestrzeni jak się zakrzywiać.

Fale grawitacyjne powstają jako falki w czasoprzestrzeni, które są wytwarzane, gdy obiekty poruszają się z pewnym przyspieszeniem w sposób niesferycznie symetryczny. Fale te są wytwarzane w całym naszym Wszechświecie, w tym na samej Ziemi, w różnych konfiguracjach. Kiedy wyjątkowo masywne obiekty, takie jak dwie czarne dziury krążące wokół siebie, wytwarzają te fale, mogą one stać się na tyle duże, że mogą zostać przez nas wykryte. Pierwsza detekcja fali grawitacyjnej miała miejsce niedawno, w 2015 roku, potwierdzając przewidywania Einsteina i dostarczając dowodów na korzyść Ogólnej Względności. W kolejnych latach nastąpiły liczne inne detekcje, wszystkie z nich dotyczyły fal pochodzących ze źródeł astrofizycznych. Dane uzyskane z tych detekcji pozwalają nam wydobyć informacje ze źródeł i z grawitacji, stanowiąc fantastyczny sposób na badanie naszego Wszechświata.

Innym przekonującym źródłem fal grawitacyjnych jest wczesny Wszechświat. Zgodnie z Ogólną Teorią Względności i Standardowym Modelem Kosmologicznym, fale grawitacyjne zostały wytworzone, gdy nasz Wszechświat był jeszcze bardzo młody. Ponieważ fale te nie dają się łatwo uwięzić w materii i promieniowaniu, od tego czasu podróżują ku nam we wszystkich kierunkach. Tło fal grawitacyjnych powstaje jako zbiór fal grawitacyjnych, które podróżują przez Wszechświat od początku jego istnienia. To tło pozostaje niewykryte, ale trwające i przyszłe urządzenia, takie jak tzw. Pulsar Timing Arrays i interferometry kosmiczne, mają na celu zmianę tego stanu rzeczy.

Tło fal grawitacyjnych nie byłoby pierwszym tłem promieniowania, które do nas dotarło - kosmiczne tło mikrofalowe (CMB) jest kolejnym ważnym źródłem informacji z wczesnego Wszechświata. Odkryte w 1965 roku CMB składa się z fotonów, które wędrują w naszą stronę od tzw. czasu rozprężenia. Ponieważ CMB stanowi obecnie najdawniejsze źródło informacji z naszego Wszechświata, jakie możemy wykryć, jest ona szeroko wykorzystywana do ograniczania scenariuszy wczesnego Wszechświata, a do jej analizy opracowano kilka technik.

Nasz projekt badawczy ma na celu zastosowanie technik analizy CMB do tła fal grawitacyjnych, jak również poszukiwanie fizycznych scenariuszy, które mogłyby pozostawić na nim ślady. Obejmuje to badanie teoretycznych modeli wczesnych Wszechświatów i odpowiadającej im produkcji fal grawitacyjnych, badanie możliwych mechanizmów tłumienia i wzmacniania fal grawitacyjnych podczas ich propagacji, zastosowanie technik CMB w kontekście tła fal grawitacyjnych oraz prognozowanie możliwych sposobów testowania scenariuszy teoretycznych za pomocą odpowiednich technik.

Jeśli długo oczekiwana detekcja tła fal grawitacyjnych nastąpi w ciągu najbliższych kilku lat, nasza praca byłaby cenna w wyciągnięciu jak najwięcej z tego bezprecedensowego źródła informacji z naszego Wszechświata. Z drugiej strony, jeśli w najbliższej przyszłości nie dojdzie do detekcji, nasza praca przyczyniłaby się do zrozumienia, jakie scenariusze mogą generować tak niewykrywalne tło i zbadania możliwości zwiększenia szans na detekcję.