

## Poszukiwanie kryterium stabilności różniczkowo rotujących gwiazd neutronowych

Gwiazdy neutronowe należą do najbardziej egzotycznych obiektów, jakie znamy we wszechświecie. Jądra masywnych gwiazd po zakończeniu syntezy termojądrowej zapadają się pod wpływem grawitacji i, jeśli masa gwiazdy jest odpowiednio duża, wybuchają jako supernowe. Pozostałością takiego zdarzenia może być czarna dziura lub gwiazda neutronowa – obiekt o gęstości większej niż gęstość jądra atomu.

Obecnie szacuje się, że masa maksymalna nierotujących gwiazd neutronowych wynosi niewiele ponad dwukrotność masy Słońca. W przypadku przekroczenia tego limitu masy zamiast gwiazdy neutronowej powstaje czarna dziura. Niemniej jednak młode gwiazdy neutronowe, zaraz po uformowaniu w wybuchu supernowej, mogą rotować bardzo szybko, wykonując setki obrotów na sekundę. Dodatkowo na początku swojego istnienia nie zachowują się jak ciało sztywne – wewnętrzne warstwy gwiazdy mogą rotować szybciej niż zewnętrzne. Dzięki tym efektom gwiazdy neutronowe mogą utrzymywać masę nawet czterokrotnie większą niż w przypadku braku rotacji.

Jednak nie wszystkie z teoretycznie możliwych konfiguracji masy mają szansę przetrwać. Niektóre gwiazdy neutronowe wykazują niestabilność – nawet pod wpływem małego zaburzenia zapadają się, tworząc czarną dziurę.

Celem naszego projektu jest zbadanie granicy między stabilnymi a niestabilnymi modelami młodych pozostałości po wybuchach supernowych i znalezienie maksymalnej masy, którą może przyjąć stabilna gwiazda neutronowa.

Jednym z ważniejszych problemów we współczesnych badaniach nad gwiazdami neutronowymi jest ograniczona wiedza na temat właściwości materii, z której są zbudowane. Tak gęstej materii nie jesteśmy w stanie uzyskać jej w żadnym ziemskim laboratorium. Dlatego naszym głównym źródłem informacji na ten temat są właśnie obserwacje gwiazd neutronowych. Istnieje wiele różnych modeli opisujących gęstą materię. W naszych badaniach wybierzemy kilka dobrze pasujących do istniejących danych obserwacyjnych.

Proponowany projekt będzie polegał na numerycznej symulacji takich obiektów. Przy pomocy kodu naszego autorstwa wybierzemy zestaw konfiguracji, które są blisko hipotetycznej granicy stabilności. Dla każdej konfiguracji przeprowadzimy symulację jej ewolucji sprawdzając, czy wprowadzenie niewielkich perturbacji powoduje zapadnięcie się jej do czarnej dziury. Dzięki tym wynikom znajdziemy granicę między stabilnymi a niestabilnymi gwiazdami.

Znalezioną granicę stabilności przeanalizujemy pod kątem parametrów astrofizycznych badanych konfiguracji, np. masy czy prędkości rotacji. Na podstawie tych informacji znajdziemy kryterium stabilności niezależne od przyjętego modelu.

Nasze wyniki pomogą we właściwej interpretacji obserwacji gwiazd neutronowych, w szczególności w dziedzinie fal grawitacyjnych. Dobre zrozumienie właściwości gwiazd neutronowych pozwoli w przyszłości na badanie niedostępnych dotychczas gałęzi fizyki.