

Gwiazdy neutronowe są pozostałościami po wybuchu supernowej, stanowiącymi końcowe stadium życia masywnej gwiazdy. Obiekty te posiadają ekstremalne właściwości: ich ogromna masa jest skoncentrowana w kuli o promieniu około 10 km, co powoduje, że ich gęstość jest porównywalna do gęstości jądra atomowego. Dodatkowo, pełny obrót gwiazdy neutronowej trwa zazwyczaj znacznie mniej niż jedną sekundę. W przypadku niektórych gwiazd, zwanych pulsarami, obserwujemy emisję promieniowania elektromagnetycznego z biegunów. Promieniowanie może być obserwowane zarówno z Ziemi, jak i z przestrzeni kosmicznej za pomocą teleskopów działających w różnych długościach fali: od fal radiowych, przez mikrofały i światło widzialne, aż po promienie X i gamma. Regularne obserwacje pokazują, że emisja promieniowania powoduje spowolnienie rotacji gwiazdy.

Ku ogromnemu zaskoczeniu, w danych obserwacyjnych zauważono efekt nagłego przyspieszenia rotacji pulsara, co pozornie przeczy zasadzie zachowania momentu pędu. Okazuje się jednak, że efekt ten można zrozumieć, zakładając, że gwiazda neutronowa składa się z dwóch składników: *skorupy* oraz *nadciekłych neutronów*. Pierwszy składnik ma strukturę kryształu, zbudowanego z regularnie ułożonych jąder atomowych, odpowiedzialnego za emitowanie promieniowania, które powoduje spowolnienie gwiazdy. Z teorii kwantowej wiadomo, że w drugim składniku, obracającym się układzie nadciekłym, występują wiry kwantowe.

Oddziaływanie między wirami a jądrami powoduje, że przepływ momentu pędu nie może zachodzić swobodnie między skorupą a nadciekłymi neutronami. W takim układzie skorupa spowalnia na skutek utraty energii, a część nadciekła ma ustalony moment pędu. Dla pewnej krytycznej różnicy prędkości obu składników następuje reorganizacja wirów oraz transfer momentu pędu z nadcieczy do skorupy. Właśnie ten efekt jest obserwowany w ziemskich obserwatoriach astronomicznych jako nagłe zwiększenie prędkości rotacji całej gwiazdy. Wyznaczenie oddziaływania między jądrami a wirami jest niezwykle trudne, ponieważ albo jest obarczone dużymi niepewnościami, albo wymaga dużych zasobów komputerowych, aby precyzyjnie je wyznaczyć.

Celem tego projektu jest wyznaczenie siły między jądrem a wirem, korzystając z metody wykorzystującej dokładne symulacje trójwymiarowe wykonane na superkomputerach. Planowane jest określenie tego parametru dla różnych głębokości gwiazdy neutronowej, temperatur oraz modeli jądrowych. Dokładna znajomość tego parametru pozwoli na precyzyjniejsze modelowanie procesu oraz może pomóc w zrozumieniu wewnętrznej budowy i dynamiki gwiazdy neutronowej.