

MODELOWANIE PROCESÓW FIZYCZNYCH W MAGNETOSFERACH MAGNETARÓW

PI: Andrey Timokhin (Uniwersytet Zielonogórski)

Gwiazdy neutronowe — obiekty o rozmiarach zaledwie ~ 3 razy większych niż promień Schwarzschilda (promień czarnej dziury o tej samej masie) i gęstościach porównywalnych z gęstością jąder atomowych — są, o ile nam wiadomo, najbardziej ekstremalnymi spośród stabilnych obiektów we Wszechświecie. Ekstremalnych warunków fizycznych wewnątrz i w pobliżu gwiazd neutronowych nigdy nie dałoby się odtworzyć w laboratoriach na Ziemi, więc gwiazdy neutronowe oferują wyjątkową okazję do testowania podstawowych teorii fizycznych w najbardziej ekstremalnych warunkach. Spośród różnych typów gwiazd neutronowych najbardziej ekstremalne są magnetary — izolowane gwiazdy neutronowe o ekstremalnie silnych polach magnetycznych. Ich pola magnetyczne przekraczają krytyczne natężenia pola kwantowego $\sim 4.4 \times 10^{13}$ Gaussa. Przy takich siłach pola, oddziaływanie cząstek z polem magnetycznym przebiega w reżimie kwantowym, a próżnia staje się niestabilna co umożliwia twrzenie par elektron-pozyton. Uważa się, że pole magnetyczne w magnetarach jest skrzyżowane/splątane. Ewolucja pola magnetycznego magnetara w kierunku konfiguracji z mniejszymi skrzyżnościami napędza jego aktywność. Magnetary są zasilane przez zanikanie ich pól magnetycznych. Magnetosfery magnetara są wypełnione gęstą plazmą składającą się z elektronów i pozytonów, która odgrywa ważną rolę w produkcji emisji magnetara.

W ramach tego projektu będziemy modelować globalną strukturę skrzyżowanej magnetosfery magnetara, używając kodu numerycznego o wysokiej rozdzielczości do modelowania magnetosfer gwiazd neutronowych. Będziemy szczegółowo badać, w jaki sposób elektromagnetyczne kaskady elektron-pozyton działają w różnych obszarach magnetosfery magnetara, wypełniając ją gęstą plazmą elektron-pozyton. Wykorzystując hybrydowy kod numeryczny Particle-In-Cell/Monte-Carlo (PIC/MC), przeprowadzimy prawdziwie spójną symulację przyspieszania cząstek, emisji fotonów i tworzenia par elektron-pozyton w magnetosferze magnetara z realistycznymi parametrami fizycznymi. Będziemy również pracować nad modelami szybkich rozbłysków radiowych i długookresowych przejściowych sygnałów radiowych - niedawno odkrytych źródeł jasnej emisji radiowej, z których niektóre podejrzewa się o to, że są obserwacyjnymi manifestacjami magnetarów.