

Abstract in Polish

Gwiazdy neutronowe są naturalnymi laboratoriami, które pozwalają badać wiele zjawisk w ekstremalnych warunkach. Te zwarte obiekty charakteryzują się silnymi polami magnetycznymi o nietrywialnym pochodzeniu i ewolucji. Zrozumienie własności pola magnetycznego jest ważne przy interpretacji danych obserwacyjnych. Dzięki obserwacjom różnych typów gwiazd neutronowych jesteśmy w stanie badać parametry procesów elektrodynamicznych w skalach niedostępnych w laboratoriach naziemnych. Długoletnim wyzwaniem jest zrozumienie własności wewnętrznych pól magnetycznych gwiazd neutronowych, które obecnie są słabo ograniczone przez obserwacje. Ocena stabilności danej geometrii pola magnetycznego jest zatem ważnym krokiem w określeniu, czy geometria ta będzie stabilna w wielu skalach czasowych Alfvena, stanowiąc tym samym realny opis wnętrza gwiazd neutronowych. Proste przypadki, takie jak pola czysto poloidalne lub czysto toroidalne, były do tej pory drobiazgowo analizowane za pomocą teorii perturbacji, a ostatnio za pomocą nieliniowych symulacji magnetohydrodynamicznych. W niniejszej pracy badamy różne konfiguracje pól magnetycznych, stosując symulacje magnetohydrodynamiczne i ogólną relatywistyczną symulację magnetohydrodynamiczną, oraz analizujemy rozkład energii magnetycznej na składową poloidalną i toroidalną. Nasze wyniki pokazują, że ostateczna konfiguracja, znana jako "skręcony torus", ma pole toroidalne, które stanowi 10-20% całkowitej energii pola magnetycznego i jest przeciętane liniami pól poloidalnych rozciągających się do zewnętrznej atmosfery. Nasze symulacje nie uwzględniają jednak wpływu krystalicznej skorupy stałej, która tworzy się podczas stygnięcia gwiazdy protoneutronowej. W takim scenariuszu skorupa ewoluuje do stanów równowagi Halla, podczas gdy jądro składa się z nadprzewodzących protonów, a równowagi magnetyczne można wyznaczyć z rozwiązań równania Grada-Shafranowa obejmującego dwie dowolne funkcje strumienia poloidalnego. Równowagi znalezione za pomocą prostych, ale fizycznie uzasadnionych, wyborów tych funkcji z regulowanymi parametrami prezentują tylko niewielki ułamek energii magnetycznej zmagazynowanej w składowej toroidalnej (5%). Identyfikacja tych równań barotropowych wskazuje drogę do zrozumienia ich stabilności i badania ich własności. Ewolucja pola magnetycznego odgrywa istotną rolę w różnych procesach emisyjnych, takich jak rozbłyski magnetarów, dżety radiowe i fale grawitacyjne. W świetle faktu, że do wywołania znaczącej deformacji i wytworzenia fal grawitacyjnych we wnętrzu gwiazdy neutronowej potrzebne są niezwykle silne pola magnetyczne, sugerujemy, że nowo narodzony magnetar może tworzyć kolumny materii na biegunach magnetycznych w wyniku akrecji zwrotnej, które mogą emitować wykrywalne fale grawitacyjne. Dodatkowo, badania dostarczają nam informacji o czasie przeżycia (50s) zanim NS zapadnie się do czarnej dziury przez awaryjny kanał akrecyjny.