

Nambu–Jona–Lasinio quark matter modeling for neutron stars physics

This doctoral thesis is devoted to the physics of neutron stars (NS), with particular focus on modeling properties of their dense interiors with the Nambu–Jona–Lasinio model of quark matter. Physics at extreme densities and temperatures proves to be difficult to study by first principle calculations with the Lagrangian of quantum chromodynamics, yet they are important for our understanding of the fundamental structure of matter. Terrestrial experiments are ineffective in reaching those high densities while keeping temperatures at moderate values. In this regime effective models have proven to be extremely useful tools for calculations and a qualitative understanding of the extreme states of matter. Observations of neutron stars are invaluable sources of knowledge about high density matter. Due to the high precision of NS mass determinations in binary systems that can be accomplished in particular with timing measurements unprecedented constraints for the properties of dense matter can be achieved. It will be discussed in particular what the recent measurements of pulsar masses as high as $2 M_{\text{sun}}$ mean for the possibility of deconfined quark matter in NS interiors.

Modelowanie materii kwarkowej przy użyciu modelu Nambu-Jona-Lasinio w fizyce gwiazd neutronowych

Ta praca doktorska poświęcona jest fizyce gwiazd neutronowych (NS), ze szczególnym uwzględnieniem modelowania właściwości ich gęstych wnętrz z użyciem modelu Nambu-Jona-Lasinio dla materii kwarkowej. Fizyka ekstremalnych temperatur i gęstości okazała się trudna do badania wychodząc z pierwszych zasad i obliczeń z lagranżjanu chromodynamiki kwantowej, ale jest ważna dla naszego zrozumienia fundamentalnej struktury materii. Eksperymenty przeprowadzane na Ziemi są nieskuteczne w osiągnięciu tych gęstości przy jednoczesnym zachowaniu umiarkowanych wartości temperatury. W tych warunkach efektywne modele okazały się niezwykle skutecznymi narzędziami do obliczeń i jakościowego zrozumienia ekstremalnych stanów materii. Obserwacje gwiazd neutronowych są nieocenionym źródłem wiedzy o materii w wysokich gęstościach. Ze względu na wysoką precyzję oznaczania mas gwiazd neutronowych w układach podwójnych, w szczególności w pomiarze czasu obrotu gwiazdy, można osiągnąć świetne ograniczenia na właściwości gęstej materii. Zostanie on omówiony w szczególności, co ostatnie pomiary mas pulsarów tak wysokie, jak $2 M_{\text{sun}}$ oznaczają możliwość deconfined kwarki w wnętrzach NS. W szczególności omówione zostaną konsekwencje niedawno zmierzonych mas pulsarów na poziomie dwóch mas Słońca dla zjawiska uwolnienia kwarków w jądrach gwiazd neutronowych.