

Celem projektu jest zidentyfikowanie **solitonowego modelu efektywnego dla fundamentalnej teorii oddziaływań silnych, Chromodynamiki Kwantowej (QCD)** pozwalającego na zuniifikowany opis materii barionowej (jądrowej) na wszystkich skalach - od jąder atomowych do gwiazd neutronowych. W szczególności opisane będą:

1. własności jąder atomowych: energie wiązań, energie wzbudzeń lekkich i ciężkich jąder;
2. fazy materii jądrowej i równanie stanu wraz z opisem własności termodynamicznych (np. moduł ściśliwości);
3. własności gwiazd neutronowych i ich dynamika np. w procesie kolizji do czarnej dziury.

Pomimo tego, iż fizyka barionów i jąder atomowych powinna być w zasadzie opisana poprzez fundamentalną teorię oddziaływań silnych, Chromodynamikę Kwantową, to zadanie to jest praktycznie niewykonalne z powodu skaplikowania i nieperturbacyjnego charakteru występujących tam zjawisk. Typowo stosowanym podejściem pozwalającym na modelowanie tego sektora fizyki jest konstrukcja modeli efektywnych, opierających się na nierelatywistycznej mechanice kwantowej, gdzie oddziaływania (stałe sprzężenia) są zwykle dofitowywane do danych eksperymentalnych a nie wyprowadzane z teorii fundamentalnej. Głównym celem projektu jest wypełnienie luki pomiędzy teorią fundamentalną (CQD) a nieperturbacyjnymi zjawiskami jądrowymi poprzez zidentyfikowanie efektywnej teorii opartej na QCD i zastosowanie jej do ilościowego i precyzyjnego opisu zjawisk jądrowych (barionowych) na wszystkich skalach.

Model Skyrme jest przykładem teorii efektywnej opartej na mezonowych stopniach swobody (DoF). Fascynującą własnością tej teorii jest fakt, iż bariony, jądra atomowe i materia jądrowa pojawiają się jako kolektywne, nieliniowe wzbudzenia (solitony topologiczne) mezonowych DoF.

Znalezienie teorii efektywnej pozwalającej na całościowy opis zjawisk barionowych na wszystkich skalach jest niezmiernie istotne nie tylko z teoretycznego punktu widzenia (wskazując jak wyprowadzić tę teorię z oryginalnej teorii kwantowej), czy jako narzędzie pozwalające na wyjaśnienie danych eksperymentalnych (np. pasma wzbudzeń jąder atomowych czy maksymalną masę gwiazd neutronowych) ale może być istotna w identyfikacji nowych zjawisk, które mogą być obserwowane np. w kolizjach gwiazd neutronowych (własności ultra gęstej materii jądrowej lub nowe teorie grawitacji).

Teoria efektywna o powyższych własnościach (uogólniony model Skyrme) zostanie zbudowana w oparciu o dwa solitonowe modele typu Skyrme: tzw. minimalny model Skyrme i model BPS Skyrme.