

Celem projektu jest dostarczenie nowego narzędzia matematycznego pozwalającego na półanalityczne rozumienie oddziaływań wielo-solitonowych, gdzie relatywistyczny charakter solitonu zostanie w pełni uwzględniony. W szczególności

1. Rozszerze pojęcie metody współrzędnych kolektywnych, której obecna konstrukcja prowadzi do nierelatywistycznego efektywnego lagranżjanu, o metode relatywistycznych współrzędnych kolektywnych (RCCM), w której symetria Lorentza pierwotnej teorii pola zostanie odtworzona na poziomie efektywnego lagranżjanu.
2. Korzystając z RCCM wyjaśnię zjawiska zachodzące w zderzeniach solitonów topologicznych w reżimie relatywistycznym stosując schemat perturbacyjny, gdzie poprawki relatywistyczne są systematycznie uwzględniane.
3. Za pomocą RCCM wyjaśnię również oddziaływanie promieniowania, które jest czysto relatywistycznym efektem. To rzuci nowe światło na stary, słynny problem czyli 'soliton resolution conjecture', a w konsekwencji może pomóc udowodnić lub obalić to przypuszczenie.

Solitony topologiczne są rozwiązaniami nieliniowych równań pola, które na pierwszy rzut oka mają dwa dość przeciwne cechy. Z jednej strony solitony są obiektami podobnymi do cząstek, których gęstość energii jest dobrze określona w przestrzeni. Z drugiej niosą ładunek topologiczny, wielkość charakteryzująca rozwiązanie globalnie, które zależy od zachowania się pola w nieskończoności. Dzięki występowaniu równocześnie cech długo i krótkozasiegowych, dynamika solitonów topologicznych jest niezwykle wymagająca. Szczegółowe, jakościowe i ilościowe zrozumienie dynamiki solitonów topologicznych ma kluczowe znaczenie nie tylko ze względów teoretycznych, zapewniając kompleksowy wgląd w fundamentalne właściwości modeli solitonowych, ale również jest to istotne dla zastosowań, a nawet praktycznych powodów, pozwalających np. na precyzyjną manipulację solitonami w układach materii skondensowanej.

Najpopularniejsza metoda pozwalająca na półanalityczny wgląd w złożoność dynamiki solitonów polega na skonstruowaniu modelu współrzędnych kolektywnych (CCM). Pomimo wielu sukcesów, ogólna, bardzo ważna wada CCM jest to, że redukuje relatywizm teorii pola do nierelatywistycznego układu mechanicznego.

Celem projektu jest dostarczenie relatywistycznego uogólnienia zwykłych modeli współrzędnych kolektywnych, tak aby solitony były aproksymowane przez cząstki relatywistyczne, co umożliwi rozszerzenie stosowalności metody współrzędnych kolektywnych dla układów relatywistycznych.