

Solitony topologiczne to nieperturbacyjne, zlokalizowane rozwiązania nieliniowych teorii pola, które niosą niezerową wartość ładunku topologicznego, tj. ładunku zachowanego nie na mocy twierdzenia Noether, ale z powodu pewnych globalnych (topologicznych) własności przestrzeni. Solitony topologiczne są niezmiernie istotne w teoriach fundamentalnych (np. instantony w teorii Yanga-Millsa, monopole i sfalerony w modelu standardowym), gdyż penetrują nieperturbacyjny reżim fundamentalnych teorii kwantowych. Ponadto, solitony istnieją w wielu efektywnych modelach, których stosowność rozciąga się na liczne gałęzie fizyki teoretycznej i eksperymentalnej.

Szczegółowe zrozumienie oddziaływania solitonów ma kluczowe znaczenie zarówno z powodów teoretycznych (fundamentalne własności teorii kwantowych), jak i aplikacyjnych, wyjaśniając nie tylko indywidualny los solitonu, ale pozwalając na obliczenie szybkości anihilacji lub obserwacji odchylenia od mechanizmu Kibble-Zurka produkcji solitonów w przejściach fazowych. Umożliwi to rozszerzenie zakresu praktycznych zastosowań solitonów. Ponadto, ponieważ klasyczne oddziaływania dają istotny wkład do kwantyzacji solitonów, badania umożliwią wyliczenie kwantowych poprawek do masy, jak i energii wiązań. Należy zauważyć, iż obliczenie kwantowych energii wiązań jest kluczowym problemem w ilościowym zastosowaniu modelu Skyrme do teorii oddziaływań silnych, tj. QCD.

Rozpraszanie solitonów, a zwłaszcza ich anihilacja, jest bardzo skomplikowanym procesem. Przede wszystkim każdy soliton biorący udział w zderzeniu deformuje pozostałe solitony, co może prowadzić do wzbudzenia modów wewnętrznych, magazynujących chwilowo pewną ilość energii. Wzbudzone mody mogą następnie oddziaływać z solitonami, a w konsekwencji wpływać na dynamikę, np. poprzez tak zwany mechanizm rezonansowy. Ponadto, podczas rozpraszania wytwarzane jest promieniowanie. Wszystkie te rodzaje oddziaływań (przez siłę statyczną, mody wewnętrzne i promieniowanie) mieszają się ze sobą, co bardzo utrudnia systematyczny opis. W konsekwencji, nie ma zrozumienia procesów soliton-antisoliton (SAS) w rozmaitych klasycznych teoriach pola w dowolnych wymiarach (jak na przykład kinki w $(1 + 1)$ wymiarach, vortexy i Skyrmiony w wyższych wymiarach itp.).

Celem projektu jest dostarczenie uniwersalnej i systematycznej metody pełnego zrozumienia dynamiki solitonów topologicznych w niecałkowalnych teoriach pola w dowolnej ilości wymiarów czasoprzestrzennym. W szczególności wyjaśnione będą:

1. klasyczne procesy multi-soliton i anty-soliton jako rozpraszanie, anihilację i tworzenie itp.
2. procesy kwantowe i kwantowe energie wiązań.