

Анотація

На науково-дослідницьку практику студента 5 курсу, групи ОФ-71мп, ФМФ,
НТУУ КПІ ім. І. Сікорського

Лободи Ігоря Юрійовича

На тему: «Спонтанне порушення симетрії у нелінійній двоямній
структурі»

Керівник: д.ф-м.н., професор Герасимчук В.С.

Актуальність: Поняття спонтанного порушення симетрії (СПС) відіграє важливу роль у розумінні експериментальних явищ в конденсаті Бозе-Ейнштейна (БЕК), тому що якщо взаємодія між атомами достатньо сильна, то основний стан конденсату може не відповідати симетрії потенціалу. Зокрема, прояви СПС спостерігалися у спінорного трикомпонентного конденсату в залізі. У однокомпонентного БЕК реалізація СПС може бути забезпечена завдяки конфігурації двоямного потенціалу. Експериментальне спостереження передбачених ефектів можливе для БЕК, який складається з декількох сотень атомів.

Постановка проблеми: Проаналізувати альтернативну реалізацію спонтанного порушення симетрії в конденсаті Бозе-Ейнштейна і оптичних середовищах під дією потенціалу з двома симетричними мінімумами (в даному випадку потенціал двоямний з дельта-функціями).

Шляхи вирішення проблеми: У випадку коли нелінійна двоямна структура викликана локальною нелінійністю, представленою набором двох дельта-функцій, повний аналітичний розв'язок можна отримати для симетричних, асиметричних та антисиметричних станів. В моделі, яку можна розв'язати аналітично, СПС біфуркація має повністю фубкритичний характер. Чисельний аналіз, який базується на безпосередньому моделюванні та обчисленні власних значень стабільності показує, що симетричні стани стабільні до точки біфуркації, симетричні і породжені ними асиметричні стани, так само, як і всі антисиметричні, являються нестабільними в моделі з дельта-функціями.

Результати та висновки: У загальній моделі з скінченною шириною нелінійних потенціальних ям симетричні стани швидко стають стабільними, с переходом від субкритичного до надкритичного типу. Антисиметричний розв'язок може також бути стабілізований в нелінійній двоямній структурі загального вигляду, що породжує бістабільність між цим станом та асиметричними станами. Дано обґрунтування умови скінченної норми для існування стабільних симетричних станів.

Summary

In scientific research practice student 5 courses, group OF-71mp, FMF,
NTUU KPI them. Sikorsky

Loboda Ihor Yuriyovych

On the theme: "**Spontaneous symmetry breaking in a nonlinear double-well structure**"

Scientific supervisor: D. Ph-M.S., Professor Gerasymchuk V.S.

Relevance: The concept of SSB plays an important role in understanding experimental phenomena in BEC, because, if interactions between atoms are strong enough, the ground state of the condensate may not follow the symmetry of the trapping potential. In particular, manifestations of SSB were observed in a quenched ferromagnetic state of a spinor (three-component) condensate. In the single-component BEC, a natural setting for the realization of SSB may again be provided by DWP configurations. Experimental observation of the predicted effects should be possible in BEC formed by several hundred atoms.

Problem review: Study an alternative implementation of the spontaneous symmetry breaking (SSB) in Bose-Einstein condensates (BECs) and optical media, under the action of a potential with two symmetric minima (in this case nonlinear double-well potential with delta-functions).

Solutions to the problem: In the limit case when the NDWP structure is induced by the local nonlinearity coefficient represented by a set of two delta functions, a fully analytical solution is obtained for symmetric, antisymmetric, and asymmetric states. In this solvable model, the SSB bifurcation has a fully subcritical character. Numerical analysis, based on both direct simulations and computation of stability eigenvalues, demonstrates that, while the symmetric states are stable up to the SSB bifurcation point, both symmetric and emerging asymmetric states, as well as all antisymmetric ones, are unstable in the model with the delta functions.

Results and conclusions: In the general model with a finite width of the nonlinear-potential wells, the symmetric states quickly become stable, simultaneously with the switch of the SSB bifurcation from the subcritical to supercritical type. Antisymmetric solutions may also get stabilized in the NDWP structure of the general type, which gives rise to a bistability between them and asymmetric states. The symmetric states require a finite norm for their existence, an explanation to which is given.