

Об эволюции конденсата Бозе–Эйнштейна

ЛИХАНОВА ЮЛИЯ ВИКТОРОВНА

Институт вычислительных технологий СО РАН, кемеровский филиал (Новосибирск), Россия

e-mail: yulia.likhanova@gmail.com

Конденсат Бозе–Эйнштейна (БЭК) — это агрегатное состояние материи, которое характеризуется тем, что макроскопическое число атомов занимают одно и то же квантовое состояние, т.е. квантовые эффекты проявляются на макромасштабах. Этим объясняется большой экспериментальный и теоретический интерес к исследованию БЭК.

Данная работа была инициирована экспериментальной работой [3], в которой исследовался разлет конденсата после выключения внешнего поля.

На первом этапе для моделирования поведения БЭК было рассмотрено двумерное обезразмеренное уравнение Гросса–Питаевского

$$i\varepsilon \frac{\partial \psi(\mathbf{x}, t)}{\partial t} = -\frac{\varepsilon^2}{2} \nabla^2 \psi(\mathbf{x}, t) + V_2(\mathbf{x})\psi(\mathbf{x}, t) + k_2 |\psi(\mathbf{x}, t)|^2 \psi(\mathbf{x}, t), \quad (1)$$

где

$$V_2(\mathbf{x}) = \frac{1}{2}(\gamma_x^2 x^2 + \gamma_y^2 y^2).$$

Варьирование параметров ε и k_2 позволяет моделировать БЭК со слабым или сильным (что приводит к появлению сингулярно-возмущенного уравнения) взаимодействием.

Далее, задача разбивается на 2 подзадачи: 1) нахождение стационарного состояния конденсата с включенной удерживающей ловушкой (соответствующего основному состоянию системы) и 2) изучение поведения конденсата после ее выключения.

Для решения первой подзадачи был использован алгоритм на основе применения «неявного времени» [1]. Для решения второй подзадачи был реализован численный алгоритм решения уравнения (1) на основе двухслойной схемы расщепления по направлениям. Было проведено сравнение результатов с результатами работы [2], которое показало хорошее количественное и качественное согласование.

Было получено качественное согласование численных результатов по разлету конденсата с результатами физического эксперимента [3]. Дальнейшее развитие работы включает в себя рассмотрение полной трехмерной модели и количественное согласование результатов численного моделирования поведения БЭК с результатами физического эксперимента, а также управление поведением конденсата.

Список литературы

- [1] Bao W., Du Q. Computing the ground state solution of Bose–Einstein condensates by a normalized gradient flow // SIAM J. SCI. COMPUT., **25**, N.5, (2004) 1674–1697

- [2] BAO W., JAKSCH D., MARKOWICH P.A. Numerical solution of Gross–Pitaevskii equation for Bose–Einstein condensation // JCP, **187**, (2003) 318-342
- [3] ЧАПОВСКИЙ П.Л. Бозе-эйнштейновская конденсация атомов рубидия // Письма в ЖЭТФ. – 2012. – Т. 95. – № 3. – С. 148-152.