

УДК 538.94

Т. И. Зуева

УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ВИХРЕЙ В КОНДЕНСАТАХ БОЗЕ – ЭЙНШТЕЙНА: ВЛИЯНИЕ ВРАЩЕНИЯ И НЕОДНОРОДНОСТИ ПЛОТНОСТИ

Выводятся уравнения движения квантованных вихрей во вращающихся конденсатах Бозе – Эйнштейна в двух случаях: однородный конденсат в жестком вращающемся цилиндре и неоднородный конденсат во вращающейся магнитной ловушке в приближении Томаса – Ферми. Уравнения Шредингера для обеих сред приведены к удобному безразмерному виду. С помощью метода разложения по малому параметру получены два асимптотических решения в разных пространственных масштабах. Сопоставление главных членов этих решений дает искомые уравнения. Уравнения движения вихрей в однородном конденсате сводятся к известным уравнениям движения вихрей в идеальной жидкости. Неоднородность среды дает дополнительные слагаемые. Получены уравнения движения вихрей в самом общем случае: для любого числа вихрей, для сосудов любой формы, при наличии вращения и без него. Показано, что в частном случае движения одного вихря уравнения сводятся к известным уравнениям прецессии вихря. Приведены графики движения нескольких вихрей при различных начальных данных.

РІВНЯННЯ РУХУ ВИХОРІВ У КОНДЕНСАТАХ БОЗЕ – ЕЙНШТЕЙНА: ВПЛИВ ОБЕРТАННЯ ТА НЕОДНОРІДНОСТІ ГУСТИНИ

Отримано рівняння руху квантованих вихорів у конденсатах Бозе – Ейнштейна, що обертаються, у двох випадках: однорідний конденсат у жорсткому циліндрі, що обертається, та неоднорідний конденсат у магнітній пастці, що обертається, у наближенні Томаса – Фермі. Рівняння Шредингера для обох середовищ зведено до зручного безрозмірного вигляду. За допомогою методу розвинення за малим параметром отримано два асимптотичних розв'язки у різних просторових масштабах. Порівнянням головних членів цих розв'язків отримано шукані рівняння. Рівняння руху вихорів в однорідному конденсаті зводяться до відомих рівнянь руху вихорів в ідеальній рідині. Неоднорідність середовища дає додаткові члени рівняння. Рівняння руху вихорів наведено у найбільш загальному випадку: для будь-якої кількості вихорів, для посудин будь-якої форми, за наявності обертання і без нього. Показано, що в окремому випадку руху єдиного вихоря отримуємо відомі рівняння прецесії вихоря. Наведено графіки руху декількох вихорів за різних початкових умов.

VORTEX MOTION EQUATIONS IN BOSE – EINSTEIN CONDENSATES: INFLUENCE OF ROTATING AND INHOMOGENEITY OF DENSITY

The paper is devoted to obtaining the equations of the vortex motion in rotating Bose – Einstein condensates in two different cases: a uniform condensate in a rigid rotating cylinder and a nonuniform trapped condensate in rotating magnetic trap in the Thomas – Fermi approximation. The Schrödinger equation for both cases is reduced to the convenient dimensionless form. Using the method of asymptotical expansion in a small parameter, two asymptotic solutions are obtained in two different space scales. Matching of dominant terms in these solutions yields the desired equations of vortex motion. Equations for the uniform condensate are reduced to the known vortex motion equation in ideal liquid. Inhomogeneity of medium gives additional terms in the equations. The vortex motion equations are obtained in the most general case for any vortex number, any locations, any form of vessel and with and without rotation. In particular case of one vortex, the equations take the form of known vortex precession equations. The trajectories of some vortex motion for different cases are shown.

Физ.-техн. ин-т низких температур
им. Б. И. Веркина НАН Украины, Харьков

Получено
07.07.14