

Моделирование кольцевой ловушки для дипольных экситонов

Ефимкин Дмитрий Кириллович

Московский государственный университет им М. В. Ломоносова

В.А.Кульбачинский д.ф-м.н, Ю.Е.Лозовик д.ф-м.н

Mitruqa@yandex.ru

Введение

В работе рассматривается бозе-конденсация квазидвумерной системы экситонов с диполь-дипольным взаимодействием в кольцевой ловушке. Предполагается, что экситоны возбуждены в одиночной квантовой яме, находящейся под затвором Шоттки с вырезанным круговым отверстием, и имеют дипольный момент, индуцированный внешним электрическим полем затвора. При этом около границы кольца возникает неоднородное поле, создающее эффективную

потенциальную яму для частиц, обладающих дипольным моментом.

При помощи введения в уравнение Шредингера мнимого времени задача об определении поляризуемости экситона под действием внешнего поля, находящегося в одиночной квантовой яме, сводится к решению двумерного квазилинейного уравнения теплопроводности.

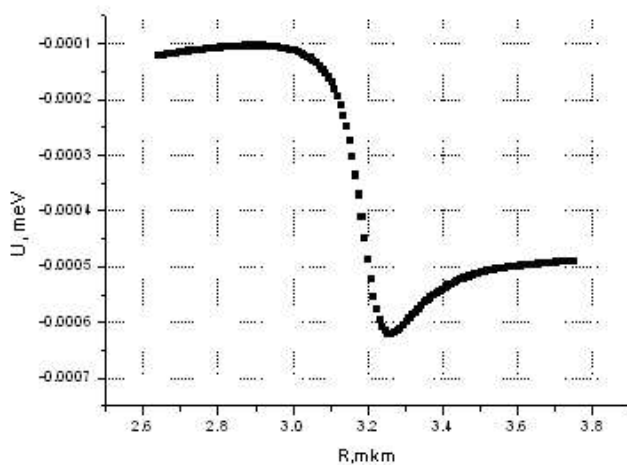


Рис.1

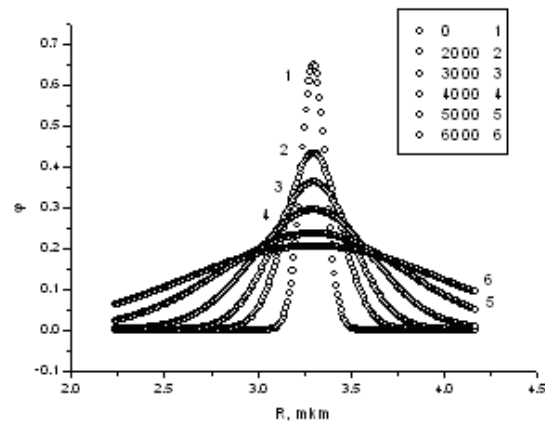
Поставлена и решена численно задача Дирихле о пространственном распределении напряженности и потенциала электрического поля внутри и вне ловушки. Определено расположение асимметричной потенциальной ямы для экситонов, её профиль и глубина (рис.1).

Решена задача о нахождении профиля макроскопической волновой функции бозе-конденсата экситонов в приближении локальной плотности в удерживающем поле ловушки. В этом приближении система экситонов в ловушке описывается уравнением Гросса-Питаевского (ГП) [1]. В двумерном случае длина рассеяния при диполь-дипольном взаимодействии логарифмически расходится.

Рис.2

В этом случае, как показано в [2], модельный потенциал корректно ввести:

$$U(r_2 - r_1) = -\frac{4\pi^2}{m |\ln(n |b_0|^2)|} \delta(r_2 - r_1), \quad (1)$$



что вводит дополнительную нелинейность в уравнение. Уравнение ГП с модельным потенциалом (1) решается численно при помощи 2-х методов: а) Вариационным методом ищется минимум функционала ГП: б) методом мнимого времени решается уравнение ГП. Исследуется влияние на макроскопическую функцию бозе-конденсата как внешнего поля ловушки, так и внутреннего взаимодействия. На рис.2 приведены волновые функции ψ бозе-конденсата экситонов в кольцевой ловушке.

Литература

1. Pitaevskii L., Stringari S., Bose Einstein Condensation, Oxford, 2003
2. M. Shick, Phys. Rev. A3, 1067 (1971)
3. E. Lieb, R. Seiringer, J. Solovej, J. Urvason
The Mathematics of the Bose gas and its condensation
4. O.L. Berman, Lozovik Yu.E., et.al., Phys. Rev. B, 70, 5310(2004).