



Безотражательное квантовое надбарьерное прохождение в приближении нелинейного уравнения Шредингера

Техника лазерного охлаждения в настоящее время позволяет охлаждать разреженные атомарные газы до миллионных долей градуса Кельвина. При близких к абсолютному нулю температурах частицы практически останавливаются. Этот режим открывает новый, более прозрачный вид на странный мир квантовой статистической механики, на квантовую природу многочастичных систем. При таких низких температурах экспериментальные усилия награждаются получением квантовых многочастичных систем с исключительной управляемостью.

Впервые данный режим был достигнут только в середине 90-х годов. Ультрахолодный разреженный газ нейтральных атомов щелочных металлов конденсировался в одно квантовое состояние, поведение которой эффективно описывается одной макроскопической квантово-механической волновой функцией, управляемой нелинейным уравнением Шредингера (уравнение Гросса-Питаевского). Получение Бозе-конденсатов (а впоследствии и Ферми-газов) стимулировало волну исследований вырожденных квантовых газов. Полученные ультрахолодные газы являются отличной лабораторией для исследования многих важных нелинейных явлений (вихри, светлые и темные солитоны, самозахват квантовой системы, и т.д.).

К числу интересных явлений, достойных особого внимания, относятся и туннельное прохождение и надбарьерное отражение квантовых частиц. Это - фундаментальные эффекты квантовой механики, отсутствующие в классической физике. Поскольку в данном много-частичном случае вырожденных квантовых газов макроскопическое туннелирование и отражение являются сильно нелинейными процессами, и, тем самым, предоставляют совершенно другую возможность проверки квантовой механики, которая невозможна в одночастном линейном случае, эти явления привлекли значительное внимание за последние несколько лет - после экспериментального получения Бозе-конденсатов и Ферми-газов.

В настоящем докладе мы рассматриваем безотражательное квантовое надбарьерное прохождение Бозе-конденсатов в приближении нелинейного уравнения Шредингера над потенциалом Розена-Морзе. Будут рассмотрены разные виды нелинейности, например, нелинейность пятого порядка и насыщающая нелинейность.

Мы показываем, что возможны физические ситуации, когда нелинейность сильно меняет картину процесса отражения. Например, оказывается, что в нелинейном случае возможны случаи полного прохождения при конфигурациях системы, для которых эффект в линейном случае отсутствует. В частности, мы показываем, что безотражательное прохождение над потенциалом вида $V_0 \operatorname{sech}^2(x)$ (потенциал Розена-Морзе) возможно и при $V_0 > 0$, то есть, над барьерами, а не ТОЛЬКО ямами, как это имеет место в линейном случае.