

УДК 538.911

РАДИАЛЬНЫЕ КУЛОНОВСКИЕ КРИСТАЛЛЫ В ЛИНЕЙНЫХ ИОННЫХ ЛОВУШКАХ

Романова А.В. (Университет ИТМО), Рудый С.С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Рождественский Ю.В.
(Университет ИТМО)

В настоящей работе представлено теоретическое описание кулоновских кристаллов, основанное на анализе геометрических параметров таких структур. Представлено математическое моделирование кулоновских кристаллов из ионов Ca^+ , формирующихся в линейной квадрупольной ловушке с запирающими электродами. Показано существование одномерных радиальных ионных кристаллов.

Введение. Кулоновские кристаллы – упорядоченные структуры, формирующиеся в ионных ловушках при охлаждении ионов до температур ниже 10 мК. Такие структуры интересны тем, что с их помощью можно моделировать различные системы, недоступные для прямого наблюдения, как, например, поверхность нейтронных звезд. В настоящий момент наиболее часто рассматривают цепочки ионов (1D) и зигзагообразные (2D) структуры, а более сложные случаи, такие как переходы к трехмерным и между трехмерными структурами, изучены мало. Более того, практически не исследованы радиальные кулоновские кристаллы, формирующиеся в сильно деформированном эффективном потенциале одиночной частицы. В данной работе представлено теоретическое описание и математическое моделирование радиальных 2D и 1D структур, формирующихся из ионов Ca^+ .

Основная часть. Кулоновские кристаллы можно описать с помощью геометрических параметров, таких как поперечный размер и относительные полярные и радиальные углы. Анализируя изменение геометрических параметров при изменении энергии системы, можно показать существование различных кулоновских кристаллов и фазовые переходы между возможными устойчивыми конфигурациями. Математическое моделирование кулоновских структур выполнено в программном комплексе Wolfram Mathematica. Представлены структуры из ионов Ca^+ , которые формируются в линейной квадрупольной ловушке с двумя запирающими электродами. Показаны фазовые переходы при увеличении напряжения на запирающих электродах. Рассмотрен случай, при котором величина постоянного напряжения на запирающих электродах много больше амплитуды переменного напряжения на силовых. В этом случае наблюдается формирование радиальных 2D кристаллов и ранее неизвестных 1D кристаллов.

Выводы. Радиальные 2D и 1D кристаллы в линейных ловушках Пауля перспективны для реализации квантовых вычислений. Так, например, 2D кристаллы особенно интересны для применения в области квантового моделирования. Способность точно управлять структурой кулоновских кристаллов открывает путь к решению открытых вопросов в теории многих тел и экспериментальной реализации масштабируемых квантовых систем.

Романова А.В. (автор)

Подпись

Рудый С.С. (соавтор)

Подпись

Рождественский Ю.В. (научный руководитель) Подпись