

МОДИФИКАЦИЯ ЗОН УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНОЙ ИОННОЙ ЛОВУШКИ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОМ ХАРАКТЕРЕ ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

С.С. Рудый, Ю.В. Рождественский

Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр. 49, Россия, УДК 51.03

Интерес к такому типу ионной ловушки (на основе квадрупольного масс-спектрометра) высок из-за большой емкости удержания ионов, по сравнению с другими типами ловушек, а также вследствие высокой длительности удержания ионов. Со временем появились многочисленные модификации линейной ловушки, такие как ионная поверхностная ловушка, коаксиальная ловушка, которые, изменяя пространственную форму и ориентацию электродов, оставляли без изменения саму идею квадрупольного масс-спектрографа. В результате, ионные ловушки, по сути, превратились в универсальный инструмент для локализации широкого класса объектов от единичных ионов и кластеров до органических соединений – белков

Физической основой действия линейной ионной ловушки является взаимодействие заряженной частицы (иона) с быстро осциллирующим электрическим полем - линейная радиочастотная ловушка, ловушка Пауля. Известно, что области стабильности решения уравнений Матье т.е. области, отвечающими такому значению параметров, при которых траектория частицы финитна, описываются диаграммами Айнса-Стретта. Рассматривая для простоты только плоскую ловушку, получим, что в области пересечения двух диаграмм устойчивости, т.е. при стабильном решении двух уравнений движения в ортогональных направлениях XU , происходит захват частицы в ионную ловушку при высокочастотной гармонической модуляции напряжения, приложенного к электродам.

Подчеркнем, что использование *гармонической* модуляции для удержания заряженной частицы является единственным видом модуляции, который используется в экспериментах по удержанию ионов, оптических стандартов частоты, ионных кристаллов и квантовым вычислениям. Последнее связано, в числе с незнанием тех новых возможностей, которые открывают другие виды модуляции в области управления микродинамикой заряженной частицы в ионной ловушке. В исследовании показано, что в результате изменения модуляции переменного напряжения V происходит сильная модификация областей устойчивости. Такая модификация открывает возможность провести эффективную селекцию ионов, в зависимости от его приведённого заряда, - в случае уменьшения области устойчивости, либо возможность захватить недоступные ранее ионы, - в случае расширения области.

В настоящей работе проведен анализ областей устойчивости движения ионов в квадрупольном масс-спектрометре, в зависимости от модуляции переменного напряжения. Для наиболее характерных видов амплитудной модуляции получены первые зоны устойчивости и показана их модификация в зависимости от модулирующего сигнала. Приведена оценка значения m/z для эффективного захвата в плоскую квадрупольную ловушку в зависимости от смещения пика зоны устойчивости.