

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ НАНОМЕТРОВЫХ ОБЪЕКТОВ ИЗ РАСТВОРА В КВАДРУПОЛЬНУЮ ЛОВУШКУ

Романова А.В. (ИТМО), Семынин М. (ИТМО), Татаринов Д.А. (ИТМО)

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

Введение. Электродинамические ловушки (ловушки Пауля) хорошо зарекомендовали себя как инструмент для изучения свойств одиночных заряженных частиц. Так, например, на протяжении нескольких десятилетий масс-спектрометрия с использованием электродинамических ловушек является основным методом для определения свойств одиночных частиц [1]. Кроме того, техники локализации частиц в электродинамических ловушках с последующим лазерным охлаждением позволяет проводить прецизионные спектроскопические исследования свойств таких частиц [2-3]. Однако, несмотря на растущий интерес к изучению свойств отдельных наночастиц с помощью ловушек Пауля, существующие на сегодняшний день методы доставки применимы в основном к атомарным и молекулярным ионам, а немногочисленные методы доставки наночастиц являются дорогостоящими и требуют сложного процесса подготовки образцов к доставке [4]. В настоящей работе представлена разработка системы доставки нанообъектов в рабочую область электродинамической ловушки с одновременным сообщением электрического заряда.

Основная часть. Для отработки методов доставки использовались нанокристаллов (НК) перовскита химического состава CsPbBr_3 . Синтез НК перовскита различного размера проводился с помощью метода горячей инъекции для дальнейшей локализации в ловушках. Экспериментальный макет создан на основе линейной квадрупольной ловушки Пауля, состоящей из четырех линейных силовых электродов и одиночного запирающего электрода. На запирающий электрод подавалось постоянное напряжение 296В. К силовым электродам, находящимся попарно в противофазе, прикладывалось переменное напряжение амплитудой 1000В и частотой 500 Гц. Доставка исследуемых объектов в рабочую область электродинамической ловушки осуществлялась путем распыления исследуемого раствора с бумажных картриджей. Перед проведением распыления на бумажные картриджи наносился исследуемый коллоидный раствор НК перовскита в толуоле. Картридж располагался вертикально над ловушкой. Для проведения распыления к основанию бумажного треугольника подавалось постоянное высоковольтное напряжение. Исследовалась эффективность распыления в зависимости от напряжения, подаваемого на картридж, и от угла при вершине треугольника.

Выводы. В настоящей работе была разработана система доставки НК перовскита напрямую из коллоидного раствора в электродинамическую ловушку. Был проведен химический синтез НК перовскита состава CsPbBr_3 методом горячей инъекции. Был успешно спроектирован экспериментальный макет для доставки и локализации нанообъектов, проведена экспериментальная апробация предложенного метода доставки. В результате впервые экспериментально локализованы НК перовскита в квадрупольной ловушке Пауля. Было показано, что эффективность инъекции зависит от значения постоянного напряжения, подаваемого на бумажный картридж, а также от геометрии самого картриджа. Наиболее эффективная инъекция наблюдалась при использовании картриджей в форме равнобедренного треугольника с острым углом при вершине.

Список использованных источников

[1] Elliott A. G. et al. Single particle analyzer of mass: a charge detection mass spectrometer with a multi-detector electrostatic ion trap //International journal of mass spectrometry. – 2017. – Т. 414. – С. 45-55.

[2] Elliott A. G. et al. Single particle analyzer of mass: a charge detection mass spectrometer with a multi-detector electrostatic ion trap //International journal of mass spectrometry. – 2017. – T. 414. – C. 45-55.

[3] Boyarkin O. V. Cold ion spectroscopy for structural identifications of biomolecules // International Reviews in Physical Chemistry. – 2018. – T. 37. – №. 3-4. – C. 559-606.

[4] Ma X. et al. Laser-induced acoustic desorption // MRS Bulletin. – 2019. – T. 44. – №. 5. – C. 372-381.