

УДК 53.06

НОВЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Рыбин В.В. (Университет ИТМО), Семьин М.С. (Университет ИТМО), Кокорина О.О.
(Университет ИТМО)

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

В настоящей работе показан новый метод анализа микроскопических объектов, пленённых в электродинамической ловушке Пауля. Приводятся теоретические основы предложенного метода анализа и краткое описание экспериментальной установки, обсуждаются результаты экспериментальной апробации метода.

Введение. Масса, размер и заряд – фундаментальные характеристики любого макро и микроскопического объекта, на определение настоящих характеристик направлены многие отрасли физики и химии. Современные методы позволяют определять массу и размер одиночных микро или нанообъекта, однако при этом конкретный исследуемый объект "уничтожается". Сейчас недеструктивное и одновременное определение массы, размера и заряда конкретного одиночного мезоскопического объекта чрезвычайно затруднительно или просто невозможно, хотя это и могло бы дать более глубокое понимание об объекте исследования. Предложенный метод исследования мезоскопических объектов, основанный на новом принципе анализа, даёт возможность недеструктивного определения размера, массы и заряда одиночного объекта.

Основная часть. Метод анализа одиночных мезоскопических частиц основывается на изучении и интерпретации эффектов нелинейной динамики объекта в периодическом гиперболическом потенциале. Пленённый объект испытывает вязкое трение при движении в буферном газе (или воздухе). При сравнительно больших скоростях пленённого объекта, его динамика принимает нелинейный характер. Как следствие, его периодическая траектория движения вырождается в «расширенную орбиту» – протяжённую замкнутую траекторию с удвоенным периодом колебания. Исследование и анализ расширенных орбит даёт возможность однозначно определить массу, размер и заряд одиночного мезоскопического объекта, описывающую эту орбиту, при этом не разрушая сам объект исследования. Недеструктивность метода даёт возможность исследования пленённого объекта альтернативными оптическими методами.

Прибор для реализации нового метода анализа мезоскопических объектов представляет собой модифицированную версию линейной ловушки Пауля с системой компенсации гравитации, действующей на объект исследования. Дизайн электродинамической ловушки выполнен специально для проведения настоящего исследования, он обеспечивает возможность наблюдения и регистрации расширенных орбит одиночных микро- и нанообъектов.

Экспериментальная апробация метода проводилась при анализе монодисперсных биологических объектах размером порядка тридцати микрон. Результаты исследования хорошо соответствуют разработанной теоретической модели. Размер исследуемых частиц, определённый предложенным методом, согласуется с результатами независимого микроскопического исследования.

Выводы. Новый метод анализа мезоскопических объектов может найти широкое применение в областях физики, биологии и химии, непосредственно связанных с изучением и/или производством микро- и наноразмерных объектов любой природы. Также настоящий метод анализа может заинтересовать некоторые отрасли промышленности, в которых необходим контроль качества микро или нано продукции. Отличительной особенностью настоящего метода анализа является возможность одновременного определения нескольких физических характеристик и возможность работы при нормальных условиях без использования вакуумной техники.

Рыбин В.В. (автор)

Подпись

Рождественский Ю.В. (научный руководитель) Подпись