

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Гайнуллина Ивана Камилевича

«Трехмерный неадиабатический подход к расчетно-теоретическому описанию электронного обмена ионных пучков с металлическими поверхностями», представленной на соискание
ученой степени доктора физико-математических наук
по специальностям 1.3.5 «Физическая электроника» и 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

В диссертационной работе Гайнуллина И. К. рассматривается зарядовый обмен ионов с поверхностями металлов и соединений. Процессы, происходящие при взаимодействии ионных пучков с поверхностью, в том числе зарядовый обмен, важны для многих областей науки, включая материаловедение, микроэлектронику и атомную физику. Работа актуальна в силу того, что зарядовый обмен ионных пучков с поверхностью изучен в существенно меньшей мере, чем упругие процессы рассеяния и распыления. В то же время, зарядовый обмен важен для многих методов диагностики поверхности твердого тела.

Существенной новизной разработанного автором подхода к решению задачи электронного обмена является трехмерная методика, которая позволяет моделировать эксперименты по зарядовому обмену, не прибегая к адиабатическому приближению. Важно, что соискатель создал оригинальную программу, используя современные вычислительные технологии. Трехмерная методика моделирования чувствительна к атомной структуре поверхности, поэтому соискатель получил принципиально новый результат в данной области науки – анизотропию распространения электрона. Примечательно, что эффект анизотропии распространения электрона дает ключ к объяснению азимутальной зависимости электронного обмена.

Автором получены интересные результаты по квантово-размерному эффекту зарядового обмена. Важным результатом является механизм кратного увеличения вероятности нейтрализации ионов щелочных металлов на нанокластерах. Отмечу, что для объяснения данного явления соискатель не просто провел расчеты, а серьезно доработал базовую физическую модель формирования зарядового состояния. Ключевым положением модели выступает учет направления движения атомной частицы. Благодаря чему соискатель объясняет немонотонную зависимость вероятности нейтрализации от энергии пучка ионов. Работы автора значительно повысили точность диагностики состава поверхности методом спектроскопии рассеяния низкоэнергетических ионов (LEIS).

Результаты работы представляют как научный, так и прикладной интерес. Защищаемые положения подробно обосновываются. Результаты, представленные в диссертации, соответствуют мировому уровню исследований, они опубликованы в рецензируемых международных журналах, включая Успехи Физических Наук и Physical Review A, и были доложены на профильных международных конференциях.

Считаю, что диссертация Гайнуллина И.К. выполнена на высоком научном уровне и полностью удовлетворяет всем требованиям к диссертациям на соискание степени доктора физико-математических наук, сформулированных в Положении о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а ее автор Гайнуллин Иван Камилевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальностям 1.3.5 «Физическая электроника» и 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Д.ф.–м.н., главный научный сотрудник
НИЦ «Курчатовский институт»

Мартыненко Ю.В.

Подпись Мартыненко Юрия Владимировича заверяю
Главный учёный секретарь НИЦ КИ

Борисов К.Е.

Адрес: 123182 Россия, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1
E-mail: martynenko_yv@nrcki.ru
Телефон: 8(499)1967041