

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации С.А.Саакяна «Экспериментальные исследования свойств газа ультрахолодных высоковозбужденных и частично ионизованных атомов лития-7», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы

Диссертационная работа С.А.Саакяна посвящена экспериментальному исследованию лазерного возбуждения холодных атомов лития, получаемых в магнитооптической ловушке, в высоколежащие ридберговские состояния вблизи границы ионизации. Целью работы является получение в конечном итоге ультрахолодной плазмы из достаточно плотного газа ридберговских атомов. Эта тематика актуальна для изучения сильносвязанной плазмы, когда энергия кулоновского взаимодействия превышает кинетическую энергию частиц плазмы, в результате чего могут наблюдаться новые явления.

В первой главе диссертации представлено описание магнитооптической ловушки для атомов лития-7. Ловушка создана по схеме с зеemanовским замедлителем, что позволяет получить высокую плотность (до  $10^{11}$  см<sup>-3</sup>) и большое число (до  $10^9$ ) захваченных атомов. Эти результаты измерений представлены во второй главе вместе с исследованием профиля облака холодных атомов, зависимости числа захваченных атомов от отстройки охлаждающего лазера и динамики загрузки и разлета облака холодных атомов. Отмечу, что в России имеется всего две магнитооптические ловушки для атомов лития, поэтому ее создание автором способствует повышению уровня экспериментальных исследований ультрахолодных атомов в России.

В третьей главе представлены результаты экспериментов по двухступенчатому лазерному возбуждению атомов лития в ридберговские состояния через промежуточный уровень 2P. Применение непрерывных лазеров на обеих ступенях возбуждения позволяет получить достаточно высокое спектрально разрешение. Наиболее интересной особенностью работы является регистрация переходов в ридберговские состояния по уменьшению сигнала резонансной флуоресценции облака холодных атомов. Примечательно, что этим методом автору удается регистрировать как сравнительно низкие ридберговские состояния с главным квантовым числом  $n \sim 40$ , так и высокие состояния с  $n \sim 150$ , для которых вероятности лазерного заселения крайне малы, так как они спадают как  $n^{-3}$ . Поэтому для высоких состояний обычно не применяют оптический метод детектирования, а используют метод селективной полевой ионизации. То, что автору удалось наблюдать уменьшение флуоресценции облака при возбуждении высоких ридберговских состояний свидетельствует о том, что в квазистационарных условиях, когда возбуждающее и охлаждающее излучения прикладываются непрерывно, происходит своего рода оптическая накачка атомов в ридберговские состояния, которые затем заселяют соседние состояния под действием столкновений и фонового теплового излучения, в результате чего они перестают взаимодействовать с возбуждающим излучением. С использованием данного метода регистрации автором были также уточнены значения квантовых дефектов ридберговских состояний и порога ионизации атомов лития.

Оценивая работу в целом, следует отметить актуальность поставленных задач, большой объем проведенных экспериментальных исследований, уточнение параметров ридберговских состояний атомов лития. Научная ценность работы и высокий уровень

проведенных исследований подтверждается публикациями в ведущих физических журналах.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. Автор утверждает, что им создана первая в России магнитооптическая ловушка для атомов лития-7. Однако такая ловушка уже была создана ранее в Институте прикладной физики РАН (Н. Новгород), и на ней возможно лазерное охлаждение и захват как лития-6, так и лития-7.
2. Автор считает, что реализованный им метод регистрации переходов в ридберговские состояния по уменьшению сигнала флуоресценции облака холодных атомов является неразрушающим. Действительно, ридберговские атомы возбуждаются в непрерывном режиме, и первоначально в каждом атоме заселяется только одно ридберговское состояние. Однако затем оно распадается с течением времени и заселяет соседние состояния, что невозможно отследить используемым методом.
3. На рис. 3 автореферата в зависимости числа атомов от отстройки охлаждающего лазера имеется провал при -25 МГц для градиента магнитного поля 21 Гс/см и, наоборот, пик для 35 Гс/см. Однако такое необычное поведение зависимостей никак не обсуждается, хотя оно может свидетельствовать о каких то особенностях в лазерном охлаждении атомов лития.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертация С.А.Саакяна выполнена на высоком экспериментальном уровне, имеет большую научную и практическую значимость. Диссертация соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а С.А.Саакян заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы.

Зав. лаб. Института физики  
полупроводников им. А.В.Ржанова  
СО РАН, д.ф.-м.н.

И.И.Рябцев

Адрес: 630090, Новосибирск,  
проспект Лаврентьева 13  
Тел. (383) 333-24-08  
E-mail: ryabtsev@isp.nsc.ru

Ученый секретарь Института физики  
полупроводников им. А.В.Ржанова  
СО РАН, к.ф.-м.н.

С.А.Аржанникова

23.05.2016

