

## ОТЗЫВ

*на автореферат диссертации Чернова Владислава Евгеньевича «Высоковозбуждённые электронные состояния в малоатомных системах с несферической симметрией», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.05 - «Оптика».*

Современные астрофизические и астрохимические исследования все чаще используют наблюдения в инфракрасной (ИК) области. Создаются специальные спектрографы, поставленные на крупнейших наземных телескопах (Cryogenic High-Resolution Infrared Echelle Spectrograph на 8 м телескопе Европейской Южной обсерватории), а также на космических аппаратах (Wide-fields Infrared Survey Explorer — WISE). Одним из важных проектов является проект APOGEE (Apache Point Galactic Evolution Experiment), который предназначен для исследования звезд, расположенных в областях, близких к центру нашей Галактики. Спектры этих звезд можно получать только в ИК-области, поскольку поглощение пылью в некоторых ИК-окнах в 5 раз меньше, чем в оптике. Такое развитие ИК-астрономии обуславливает важность получения информации о новых атомных ИК-линиях, возбужденных ридберговских состояниях, вероятностях переходов. Несмотря на многолетнее развитие атомной спектроскопии, анализ спектроскопических данных, имеющихся, например, в NIST, показывает, что для многих переходов в нейтральных атомах большая часть энергий уровней взята из оригинальных публикаций до 1980х гг. (а в некоторых случаях 1940х-1950х гг) и не всегда представлена с хорошей точностью. Лабораторные измерения спектров атомарных металлов в ИК-области ниже  $1800\text{ см}^{-1}$  в литературе практически не встречаются. Соответственно, и астрофизические источники дают сравнительно небольшое количество идентифицированных атомных ИК-линий. Для корректной интерпретации данных современных ИК-телескопов большое значение имеет спектроскопическая информация в ИК-области для максимально широкого набора атомных уровней. При этом ридберговские состояния атомов с промежуточными главными квантовыми числами  $n=6..10$  (особенно с высокими значениями орбитального квантового числа, т.е. f, g и h-состояния) относительно слабо изучены.

Указанные обстоятельства показывают актуальность диссертационного исследования В.Е. Чернова, которое развивает теоретические методы описания ридберговских состояний атомов и молекул. Для последних важны эффекты, обусловленные нецентральной симметрией потенциала остова, в поле которого движется электрон. Разработанная в 1й главе диссертации модификация теории квантового дефекта (QDT) и техника диполь-сферических функций используется в остальных главах, где вычисляются силы осцилляторов атомов и полярных молекул (глава 2), строится аналитическая модель слабосвязанных диполь-анионов (DBA), на основе которой вычисляется вероятность фотоотрыва дипольно-связанного электрона, вычисляется время жизни DBA в поле теплового излучения, а также дается аналитическая модель резонансной перезарядки DBA при столкновении с полярной молекулой. В 4й главе разрабатывается комбинированная численно-полуаналитическая модель для расчета динамических поляризуемостей атомов и молекул.


Полученные в диссертации результаты (силы осцилляторов, поляризуемости) можно использовать для моделирования атмосфер Земли, планет и звезд; эти результаты полезны также и в других разделах атомно-молекулярной физики, а также физики и химии низкотемпературной плазмы. Анализ спектра Солнца показал, что синтез линий Mg I и Ca I с вероятностями переходов, рассчитанных автором диссертации, дает лучшее согласие с наблюдениями, чем предыдущие расчеты. Данные по спектральным характеристикам атомов, полученные автором в главе 2, будут включены в Венскую базу атомных параметров спектральных линий (VALD). Некоторые из этих данных, в частности по атомам Ag и Cu, уже обозначены в соответствующих разделах базы NIST ASD в качестве primary sources.

К сожалению, автореферат содержит лишь общие сведения о вышеупомянутых результатах главы 2. При ознакомлении с публикациями автора, в частности, со статьёй Civiš S., Ferus M., Chernov V. E., and Zanozina E.M. / Infrared transitions and oscillator strengths of Ca and Mg // Astronomy & Astrophysics, Vol. 554, A24 (2013), возникло следующее замечание. В этой и других статьях автор получает уточненные значения энергий некоторых ридберговских уровней атомов, однако в приводимых далее таблицах вычисленных сил осцилляторов использует более старые значения энергий из других источников. Означает ли это, что автор не уверен в точности своих результатов?

Однако, это замечание не изменяет общего положительного впечатления от диссертации. Она представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком научном уровне. Полученные в ней результаты обоснованы и опубликованы в 30 статьях из списка ВАК (входящих в базу Web of Science). Автореферат написан достаточно грамотным и последовательным научным языком.

Считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к докторским диссертациям, а ее автор Чернов Владислав Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.05 - «Оптика».

Доктор физико-математических наук,  
ведущий научный сотрудник

10.11.2015  Рябчикова Татьяна Александровна

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт астрономии Российской академии наук (ИНАСАН),  
Отдел нестационарных звезд и звездной спектроскопии.

Адрес: 119017, г. Москва, ул. Пятницкая, 48  
Тел: +7(495) 951-39-80; e-mail: [ryabchik@inasan.ru](mailto:ryabchik@inasan.ru)

Подпись Рябчиковой удостоверяю:

Зав. канцелярией ИНАСАН



Антонова О. Н.