

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 535.33

DOI: 10.17223/00213411/64/10/79

ЛАЗЕРНАЯ ФОТОИОНИЗАЦИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ
РИДБЕРГОВСКИХ И АВТОИОНИЗАЦИОННЫХ СОСТОЯНИЙ
АТОМОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Н.Б. Эшкабилов, А.С. Курбаниязов, Ш.Р. Хайдаров

Самаркандский государственный университет, г. Самарканд, Республика Узбекистан

Проведены систематические исследования ридберговских и автоионизационных состояний атомов редкоземельных элементов. Определены точные значения ионизационных потенциалов лантаноидов и исследована зависимость значений потенциалов ионизации атомов от атомного номера (Z) и число потерянных валентных электронов (N). Показано, что обе зависимости состоят из двух прямых линий: при малых значениях Z и N зависимость от E_i близка к квадратичной, а при больших значениях, т.е. $Z > 65$ и $N > 8$, зависимость близка к кубической. Установлены физические механизмы образования пиковых и гладких, асимметричных автоионизационных резонансов в околопороговых и дальних автоионизационных спектрах атомов редкоземельных элементов. Показаны спектры каждого элемента, состоящие из двух групп: первая группа имеет пиковую структуру и расположена в длинноволновой стороне автоионизационных спектров. Эти спектры образуются ионизацией атомов из возбужденных состояний. Вторая группа спектров имеет гладкий внешний вид и близка к гауссовой форме, но асимметрична – она обусловлена ионизацией атомов из основного состояния.

Ключевые слова: спектры, редкоземельные элементы (РЗЭ) фотоионизация, ридберговские атомы, спектрометр, ионы, стробируемый импульсный интегратор, околопороговые автоионизационные состояния, европий, автоионизация.

Введение

Спектры поглощения атомов редкоземельных элементов (РЗЭ), принадлежащих к группе лантаноидов, изучены частично [1]. Этому есть много причин, наиболее важной из которых является та, что спектры поглощения РЗЭ имеют очень сложную структуру. Спектры поглощения этих элементов формируются путем накладки двух спектров: спектров валентных $6s^2$ -электронов и спектров $4f$ -электронов, возбуждаемых из внутренней подоболочки атома. Другая причина сложности спектра состоит в том, что исследуемые элементы при нагревании испаряются в виде молекул, т.е. очень трудно преобразуются в виде атомов. Поэтому на фоне атомных спектров проявляются и молекулярные спектры, что существенно затрудняет идентификацию наблюдаемых спектров. Кроме того, существуют технические трудности, связанные с размещением исследуемого элемента в глубоковакуумной камере (10^{-6} мм рт.ст.) и записью спектра на протяжении всего эксперимента, обеспечением его синхронной работы с возбуждающим источником света.

С развитием лазерной техники и спектроскопии многие ученые в мировых научных центрах и университетах, в частности в России [2], США [3] и Швеции [4], проводят исследования по изучению природы процессов возбуждения и ионизации атомов методом резонансной лазерной спектроскопии. Например, в работе [5] сообщается о лазерной спектроскопии ридберговского атома индия. Спектроскопический эксперимент проведен в ISOLDE-CERN по измерению с высоким разрешением переходов в атоме индия из состояния $5s^25d^2D_{5/2}$ и $5s^25d^2D_{3/2}$ до $5s^2np^2P$ и $5s^2nf^2F$ ридберговских состояний, вплоть до главного квантового числа $n = 72$. Измерения точной энергии ридберговских уровней были использованы для переоценки потенциала ионизации атома индия как $46670.1055(21)$ см $^{-1}$. В работе [6] приведены результаты исследования динамики и типов физических процессов с возбужденными атомами и молекулами. Во всех работах обсуждаются проблемы с идентификацией спектров высоковозбужденных ридберговских и автоионизационных состояний атомов.

Цель настоящей работы – проведение систематических исследований ридберговских и автоионизационных спектров РЗЭ, определение на их основе точных значений ионизационных потенциалов всех лантаноидов и установление связи между потенциалом ионизации атомов и числом потерянных электронов при лазерной многоступенчатой фотоионизации, а также изучение меха-

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>