ОБ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ СВЯЗИ f -, s - И d -ЭЛЕКТРОНОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Н.Б. Эшкабилов, А.С. Курбаниязов

Самаркандский государственный университет, г. Самарканд, Республика Узбекистан

Исследованы относительные прочности связи различных электронных конфигураций редкоземельных элементов. По регистрации интенсивности оптических спектров лантаноидов объяснено выполнение принципа Паули и принципа энергетической выгоды заполнения электронных оболочек. Обнаружена общая тенденция упрочнения связи электронов $4f$ по сравнению со связью электронов $5d$. Показано, что чем больше заряд ядра, тем прочнее связь электронов $4f$ по сравнению с валентными электронами $5d$, обладающими большим главным квантовым числом.

Ключевые слова: спектры, редкоземельные элементы, фотоионизация, ридберговские атомы, спектрометр, лазер, ионы, прочности связи, окологороговые автоионизационные состояния, европий, автоионизация.

Введение

В настоящее время исследовано значительное число атомных спектров редкоземельных элементов (РЗЭ), что позволяет дать общую характеристику спектров и сделать ряд общих выводов относительно электронных конфигураций атомов и ионов этих элементов. Как известно, само существование выделенных групп редкоземельных элементов в периодической системе – лантаноидов и актиноидов – связано с заполнением f -оболочек ($4f$ для лантаноидов и $5f$ для актиноидов), а характерной особенностью валентности РЗЭ является наличие, помимо f -электронов, еще и внешних s - и d -электронов, т.е. $6s$ и $5d$ для лантаноидов и $7s$ и $6d$ для актиноидов. Спектры элементов с f -оптическими электронами сложнее и богаче линиями. Это связано с тем, что электронные конфигурации, содержащие f -электроны, дают чрезвычайно большое число термов и уровней. Так, например, конфигурация f^7 дает 119 термов мультиплетности 2, 4, 6, 8 и 327 уровней. Это, в свою очередь, затрудняет интерпретацию электронных спектров [1].

Относительная прочность связи f -, s - и d -электронов постепенно меняется от элемента к элементу, и это определяет относительные энергии различных электронных конфигураций, что, в свою очередь, обуславливает характер получающихся спектров. Детальное исследование спектров позволяет сделать однозначные выводы об электронных конфигурациях и о прочности связи различных электронов. Особенно важно определить, для какой конфигурации уровни лежат глубже всего, в результате, какая конфигурация является нормальной [1]. Кроме того, остаются вопросы для РЗЭ: как происходит заполнение электронных оболочек, почему существует отклонение от «идеальности» заполнения электронных оболочек ($N = 2n^2$) и какова при этом относительная прочность связи различных электронов [2]?

В настоящей работе сделана попытка объяснить некоторые вопросы, связанные с относительной прочностью связи различных электронных конфигураций редкоземельных элементов, в частности лантаноидов.

Экспериментальная установка

Схема экспериментальной установки и методика проведения эксперимента описаны в [3]. В связи с применением трехступенчатой схемы возбуждения атомов простой однокамерный азотный лазер накачки для лазеров на красителях заменялся двухобъемным азотным лазером [4]. При этом суммарная энергия генерации увеличивалась в 2 раза, т.е. составляла 20 мДж. Строго одинаково изготовленные лазерные камеры и электрические отводы обеспечивали синхронную работу двух генерирующих камер в пределах не хуже 1–2 нс. В целом созданный в данной работе высокочувствительный селективный лазерный фотоионизационный спектрометр имеет следующие характеристики: область перестройки – 390–700 нм; ширина линии излучения – 0.01 см²; разрешающая способность – 10¹²; селективность на трех ступенях – 10¹⁵; чувствительность – один атом.

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>