



ИССЛЕДОВАНИЯ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ В СПЕКТРАХ АТОМОВ ИНДИЯ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Эшкабилов Н.Б

Хайдаров Ш.Р

Каххоров Р.Н

*Самаркандский государственный университет имени Ш.Рашидова,
институт инженерной физики, г. Самарканд, Республика Узбекистан.*

Применение метода селективной ступенчатой фотоионизации атомов лазерным излучением в технологических задачах (получение особо чистых веществ или очистки вещества на атомно-молекулярном уровне) требует знания спектроскопических параметров, т.к. сечения возбуждения, сечения фотоионизации, тонкую и сверхтонкую структуры используемых атомных уровней, поскольку эти спектроскопические параметры необходима при выборе оптимальной схемы возбуждения и ионизации атома. Эффективность выбранной оптической схемы определяет эффективность всего фотоионизационного процесса [1].

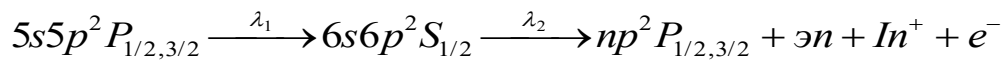
Если смотреть общие сериальные закономерности элементов III основной подгруппы (Al, Ga, In и Tl) таблицы Менделеева, то они относятся к элементам с одним внешним p-электроном. При возбуждении валентного электрона этих элементов возникают одноэлектронные спектры, у которых характерным является наличие дублетных спектральных линий [2]. Существенное отличие этих спектров от спектров щелочных или щелочноземельных элементов состоит, прежде всего, в том, что основным термом является терм $np^2 P^0$, а не $ns^1 S_0$. С терма $np^2 P_0$ начинаются серии резкая и диффузная, т.е. $np^2 P^0 - ns^2 S$ и $np^2 P^0 - nd^2 D$. Именно эти серии наблюдаются в спектре поглощения элементов III основной подгруппы. Первые члены серии представляют резонансные дублеты. Величина дублетного расщепления основного терма $^2P^0$ быстро возрастает от Al к Tl. Для Tl величина дублетного расщепления терма ($^2P_{1/2^0} - ^2P_{3/2^0}$) составляет около 1 эВ. Дублетное расщепление терма 2D ($^2D_{5/2} - ^2D_{3/2}$) также возрастает от Al к Tl, но по абсолютной величине оно гораздо меньше.

Второе отличие от спектров щелочных или щелочноземельных элементов состоит в том, что наряду с системой дублетных термов, получающихся при возбуждении p-электрона, возможны термы, квартетные и дублетные, возникающие при возбуждении одного из s-электронов. Это терм является самым глубоким возбужденным термом, остальные термы конфигурации nsn^2p лежат значительно выше, в большинстве случаев выше первой границы ионизации $ns^2 S_0$.



В работе исследованы главные серии ридберговских состояний атомов индия. По фотоионизационным спектрам определены квантовые дефекты, тонкие структуры и их зависимости от главного квантового числа [3].

Высоковозбужденные ридберговские $np^2P_{1/2,3/2}$ - состояния атома индия заселяются из основного $5p^2P_{1/2}$ или из метастабильного $5p^2P_{3/2}$ -состояния через промежуточный $6s^2S_{1/2}$ уровень по следующей схеме:



Основной терм - дублетный терм $^2P_{1/2,3/2}$, причем уровень $2P_{1/2}$ расположен ниже уровня $^2P_{3/2}$. Величина расщепления составляет $\sim 2212,56 \text{ см}^{-1}$. Для возбуждения атома выбирается более сильный квантовый переход, т.е. $5p^2P_{1/2} \rightarrow 6s^2S_{1/2}$, которой возбуждается лазером первой ступени с длиной волны $\lambda_1=410,2 \text{ нм}$. Длина волны второго лазера перестраивалась в диапазоне $\lambda_2=448\div 460 \text{ нм}$, что позволяет возбуждать ридберговские состояния с $n=17\div 70$ [4]. По результатам эксперимента, усредненным по трем измерениям, определены значения энергии квантовых переходов, квантовые дефекты и расщепления тонкой структуры ридберговских состояний.

Спектрометром разрешены дублетные расщепления атома индия до $n=53$. В результате обработки спектров определены расщепления тонкой структуры для ридберговских состояний, которые описываются соотношением $\Delta E=5900/n^3 \text{ см}^{-1}$ и согласуются с водородноподобным поведением атома. Эта зависимость представлена на рис.1.

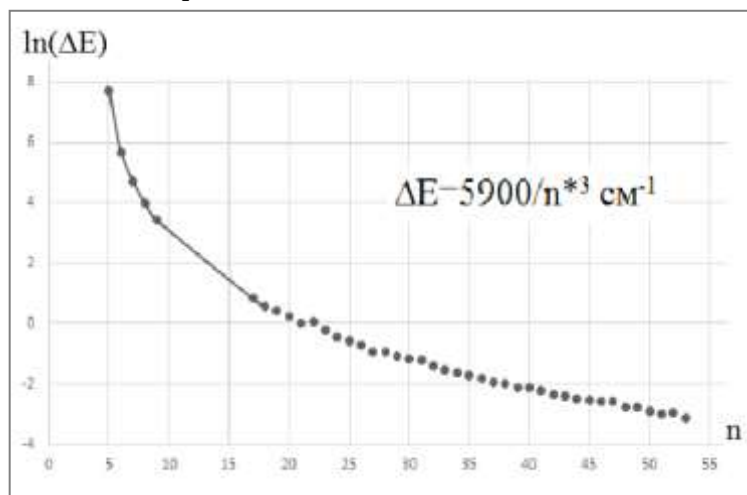


Рис 1. Зависимость расщепления тонкой структуры ридберговских состояний атома индия от главного квантового числа.

Полученные результаты могут быть использованы при решении некоторых технологических задач, связанных с возбуждением атомных уровней лазерным излучением.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Летохов В.С. Лазерная фотоионизационная спектроскопия. М. Наука. 1987.



2.Собельман И.И. Введение в теорию атомных спектров. М. Наука. 1977.

3.Турсунов А.Т., Акилов Р., Корниенко В.В., Хасанов Т., Эшкobilов Н.Б. Ж.П.С. 1986, т.14, в.6, с.1029.

4. Эшкobilов Н.Б., Хайдаров Ш.Р., Исследования распределения атомов индия в атомном пучке. «Проблемы фотоники и перспективы развития» материалы республиканской научно-практической конференции. Ургенч 2022г. 27-28 май. Стр.69-70