

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 539.184.28 : 546.292

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ОТНОСИТЕЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЗЕЕМАНОВСКИХ ПОДУРОВНЕЙ
С $m=0$ УРОВНЕЙ $3p_4$ И $3p_2$ КОНФИГУРАЦИИ $2p^54p$ НЕОНА

А. В. Молчанов и Р. И. Семенов

Конечной целью целого ряда работ, посвященных полуэмпирическому расчету параметров тонкой структуры различных электронных конфигураций атомов инертных газов и ионов щелочных металлов, является получение зависимости энергий зеемановских подуровней от магнитного поля в широком диапазоне значений напряженности поля [1^{-3}].

В произведенных расчетах, кроме обычно используемых в подобных работах параметров, описывающих электростатическое взаимодействие, взаимодействие спин—своя орбита и параметров эффективного взаимодействия, учитывались параметры взаимодействия спин—спин, спин—чужая орбита и орбита—орбита. В конечном счете определялись 12 параметров и 27 коэффициентов преобразования секулярной матрицы к диагональному виду. Более подробно схема расчета приведена в работах [$2, 3$].

Уравнения, использовавшиеся для определения этих 39 неизвестных, можно разделить на 3 группы.

1. Уравнения, содержащие наряду с параметрами коэффициенты разложения волновых функций (коэффициенты связи) и экспериментальные значения энергий уровней в нулевом магнитном поле. 2. Уравнения, представляющие соотношения между экспериментальными и теоретическими значениями g -факторов и коэффициентами связи. 3. Уравнения, содержащие только различные соотношения между коэффициентами связи.

Так как система уравнений переопределена, то имеется произвол в выборе исходных 39 уравнений. При рассмотрении конфигурации $2p^54p$ неона решение было получено с использованием двух наборов уравнений. Один из наборов был составлен из уравнений всех трех групп, а второй — из уравнений первой и третьей групп.

В результате расчетов получилось два набора параметров, различающихся между собой, что привело к расхождению между значениями энергий магнитных подуровней рассматриваемой конфигурации. На рис. 1 представлен ход зеемановских подуровней с $m=0$ уровней $3p_2$ и $3p_4$ конфигурации $2p^54p$ неона, соответствующий расчетам с использованием двух различных наборов исходных уравнений.

Выбрать из двух решений более правильное и определить, насколько оно соответствует действительному положению вещей, возможно лишь с помощью эксперимента.

Экспериментальная проверка расчетов, выполненных для конфигурации $2p^54p$, была произведена на переходах $3p_4-1s_3$ и $3p_2-1s_3$. Хотя первый переход в нулевом магнитном поле запрещен правилами отбора для ($\Delta J=2$), при наложении магнитного поля запрет снимается за счет перемешивания волновых функций верхних уровней с $m=0, \pm 1$, и рядом с разрешенной линией 346 нм (переход $3p_2-1s_3$) появляются сателлиты, соответствующие переходам между магнитными подуровнями с $m=0, \pm 1$ уровня $3p_4$ и уровнем $1s_3$ ($m=0$). Их точное положение и интенсивность зависят от величины магнитного поля.

Впервые линия, соответствующая переходу $3p_4-1s_3$ в магнитном поле, зарегистрирована в [4] при наложении на разрядную трубку магнитного поля напряженностью 32 кЭ, однако точное положение ее из-за малой разрешающей способности экспериментальной установки определено не было.

В нашем случае определялось положение уровня $3p_4$ относительно уровня $3p_2$ с помощью интерферометра Фабри—Перо во внешней установке, скрещенного со спектрографом ДФС-3 при фотоэлектрической регистрации сигнала. Сканирование интерферометра осуществлялось изменением давления воздуха в барокамере. Область свободной дисперсии интерферометра составляла 1.66 см^{-1} .

Мы не имели возможности наблюдать по отдельности π - и σ -компоненты спектральных линий в УФ области спектра, и для того чтобы σ -компоненты перехода $3p_2-1s_3$ не маскировали спутник, интенсивность которого мала, работа производилась с такими напряженностями магнитного поля, чтобы на интерферограмме σ -компоненты линии 346 нм совпали с π -



Рис. 1. Ход уровней $3p_4$ и $3p_2$ в магнитном поле, полученный в результате расчета.

I — с использованием первого набора уравнений, II — с использованием второго набора уравнений.

Рис. 2. Зависимость расстояния между уровнями $3p_2$ и $3p_4$ от магнитного поля.

I, II — расчет с использованием соответствующего набора уравнений. Точками показаны результаты экспериментальных измерений.

компонентами соседних порядков интерференции. Это условие сужает возможную область изменения магнитного поля, что окупается четким определением положения спутника. Для данных переходов поле изменялось от 20 до 30 кЭ.

Ошибка определения расстояния между π -компонентами обоих переходов в нашем случае с учетом несимметричности расщепления спектральных линий и неточностью определения положения центров линий не превышала 3%.

Для нижнего уровня $1s_3$ конфигурации $2p^5 3s$ эффект Зеемана линеен в области используемых магнитных полей, и поэтому учитывать смещение нижнего уровня необходимости не было.

Результаты расчетов и измерений представлены на рис. 2. Здесь наглядно показывается, что экспериментальные результаты и результаты расчетов с использованием первого набора уравнений, т. е. набора с большим весом экспериментальных данных, в пределах погрешности измерений совпадают, а следовательно, принятая модель расчета параметров тонкой структуры конфигурации $2p^5 4p$ неона достаточно хороша.

Литература

- [1] Г. П. Анисимова, Р. И. Семенов. *Опт. и спектр.*, 41, 169, 1976.
- [2] Г. П. Анисимова, Р. И. Семенов. *Опт. и спектр.*, 48, 625, 1980.
- [3] Г. П. Анисимова, Р. И. Семенов. VII Всес. конф. по теории атомов и атомных спектров (тез. докладов). Тбилиси, 1981.
- [4] J. V. Green, J. A. Peoples. *Phys. Rev.*, 56, 54, 1939.

Поступило в Редакцию 8 декабря 1981 г.