

ВОЗБУЖДЕНИЕ Ar I ПРИ ПАРНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ АТОМОВ АРГОНА В ОСНОВНОМ СОСТОЯНИИ

Курсков С.Ю., Хахаев А.Д.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск, Россия

Данная работа посвящена изучению возбуждения Ar I при взаимодействии атомов аргона низких энергий в условиях однократных столкновений. В ней представлены результаты экспериментального исследования зависимости сечений возбуждения спектральных линий Ar I для переходов между $Ar(3p^5 4s)$ - и $Ar(3p^5 np)$ -состояниями ($3 \leq n \leq 6$) от главного квантового числа при энергии соударения 450 эВ (с.ц.м.).

Измерения сечений возбуждения при взаимодействии пучка быстрых атомов с газовой мишенью выполнены методами оптической спектроскопии с помощью автоматизированной установки на базе IBM-совместимого персонального компьютера и программно-управляемой системы КАМАК. Формирование пучка быстрых атомов осуществлялось путем симметричной резонансной перезарядки ионов на собственном газе в каналах вытягивающего электрода газоразрядного источника ионов. Давление газа-мишени в камере столкновений было равно $4.5 \cdot 10^{-1}$ Па, давление остаточного газа не превышало $3 \cdot 10^{-4}$ Па. Излучение возбужденных частиц регистрировалось под углом 90° к атомному пучку, поэтому возбужденные частицы пучка и мишени не различались. Поляризация излучения не учитывалась.

Впервые получены сечения возбуждения спектральных линий Ar I для $4s'[1/2]_1^0 - np'[1/2]_0$, $4s[3/2]_1^0 - np[1/2]_0$, $4s[3/2]_2^0 - np[5/2]_3$, $4s'[1/2]_0^0 - np'[3/2]_1$, $4s[3/2]_2^0 - np[5/2]_2$, $4s'[1/2]_0^0 - np'[1/2]_1$, $4s[3/2]_2^0 - np[3/2]_1$ и $4s[3/2]_2^0 - np[3/2]_2$ -переходов ($4 \leq n \leq 6$) при указанной энергии столкновения. Эти данные позволили установить вид зависимости сечений возбуждения от главного квантового числа. Зависимость сечений возбуждения в сериях может быть представлена следующим образом:

$$\sigma(n) \sim n^{-a},$$

где a характеризует сериальную зависимость и изменяется в интервале от 12 до 17. Величины a для перечисленных переходов в интервале главных квантовых чисел от 4 до 6 приведены в таблице 1 (большой доверительный интервал свидетельствует лишь о том, что кривая $\ln \sigma(n)$ отличается от прямой).

Таблица 1

Переходы	a
$4s'[1/2]_1^0 - np'[1/2]_0$	12 ± 1
$4s'[1/2]_0^0 - np'[1/2]_1$, $4s[3/2]_2^0 - np[3/2]_1$, $4s[3/2]_2^0 - np[3/2]_2$	14 ± 3
$4s'[1/2]_0^0 - np'[3/2]_1$, $4s[3/2]_2^0 - np[5/2]_2$	16 ± 3
$4s[3/2]_1^0 - np[1/2]_0$, $4s[3/2]_2^0 - np[5/2]_3$	17 ± 3

Эти результаты согласуются с ранее полученными данными для $2p^5 3p - 2p^5 nd$ - и $2p^5 3s - 2p^5 np$ -серий Ne I ($3 \leq n \leq 10$), а также с данными для системы He-He [1-4]. Отметим также, что если для гелия при малых n максимальное значение параметра a составляет 6, для неона – 12, то для аргона оно достигает 16–17.

На рис. 1 показано поведение сечений возбуждения в сериях для $2^1S - n^1P$ -переходов He I (a), $3s[3/2]_1^0 - np[3/2]_1$ -переходов Ne I (b) и $4s'[1/2]_0^0 - np'[3/2]_1$ - и $4s[3/2]_2^0 - np[5/2]_2$ -переходов Ar I (c) при энергии столкновений 450 эВ. Из рисунка видно, как увеличивается наклон кривой $\ln S(n)$ при переходе от He к Ar, и, следовательно, возрастает значение a .

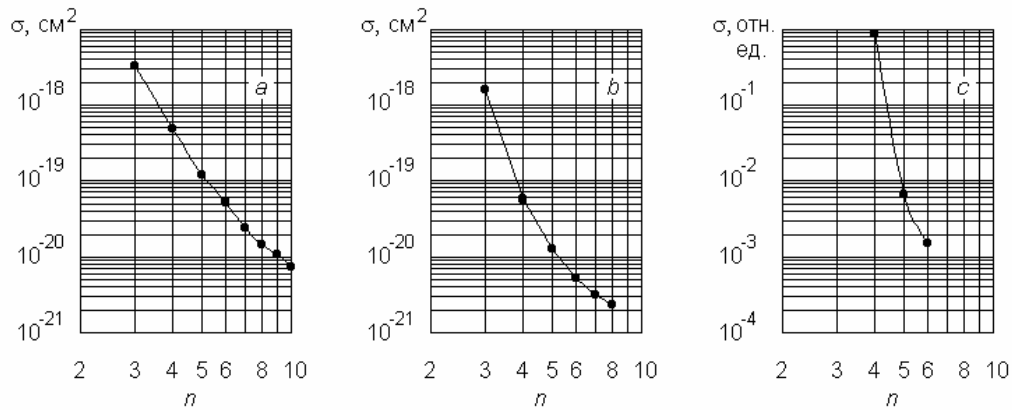


Рис. 1. Сечения возбуждения в сериях для $2^1S - n^1P$ -переходов He I (a), $3s[3/2]_1^0 - np[3/2]_1$ -переходов Ne I (b) и $4s'[1/2]_0^0 - np'[3/2]_1$ - и $4s[3/2]_2^0 - np[5/2]_2$ -переходов Ar I (c) при энергии столкновений 450 эВ

Очевидно, что при малых n результаты по Ar (также как и по Ne, и по He) противоречат известным теоретическим данным. Последнее указывает на необходимость развития теории взаимодействия многоэлектронных атомов, т. к. существующие представления не описывают наблюдаемых закономерностей.

Учитывая ранее полученные нами данные, можно также утверждать, что с увеличением атомной массы и числа электронов сталкивающихся атомов величина a при малых n возрастает.

Работа выполнена при поддержке Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF) (проект PZ-013-02) и Министерства образования РФ (грант E00-3.2-240).

Литература

1. Kurskov S.Yu., Petrov Yu.B., Safronov Yu.A. Investigation of optical emission in binary low-energy Ne-Ne collisions // *Electronic and Atomic Collisions: Abstracts of Contributed papers of the 21 International Conference on Physics of Electronic and Atomic Collision*. Sendai, 1999. V. 2. P. 785.
2. Курсков С.Ю., Хахаев А.Д. Серийные закономерности в спектрах возбуждения Ne I при парных столкновениях атомов неона // *Молекулярная физика неравновесных систем: II Всерос. науч. конф.: Сб. тр.* Иваново: Изд-во ИвГУ, 2000. С. 55–59.
3. Курсков С. Ю., Хахаев А. Д. Спектроскопическое исследование процессов возбуждения в пучке атомов гелия // *Известия АН СССР. Серия физическая*. 1989. Т. 53. В. 9. С. 1689–1698.
4. Kurskov S.Yu., Khakhaev A.D. Excitation of atomic levels in pairing interactions of He atoms // *22nd EGAS*. 1990. V. 2. P. 716–718.