

# 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  $90^\circ$  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	$a$
$4s'[1/2]_1^0 - np'[1/2]_0$	$12 \pm 1$
$4s'[1/2]_0^0 - np'[1/2]_1$ , $4s[3/2]_2^0 - np[3/2]_1$ , $4s[3/2]_2^0 - np[3/2]_2$	$14 \pm 3$
$4s'[1/2]_0^0 - np'[3/2]_1$ , $4s[3/2]_2^0 - np[5/2]_2$	$16 \pm 3$
$4s[3/2]_1^0 - np[1/2]_0$ , $4s[3/2]_2^0 - np[5/2]_3$	$17 \pm 3$

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  $a$ .

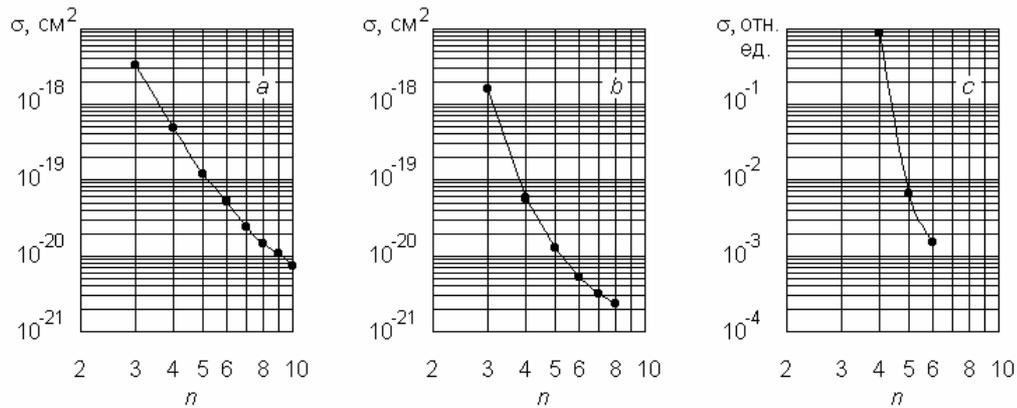


Рис. 1. Сечения возбуждения в сериях для  $2^1S - n^1P$ -переходов He I (a),  $3s[3/2]_1^0 - np[3/2]_1$ -переходов Ne I (b) и  $4s'[1/2]_0^0 - np'[3/2]_1$ - и  $4s[3/2]_2^0 - np[5/2]_2$ -переходов Ar I (c) при энергии столкновений 450 эВ

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 // *22<sup>nd</sup> EGAS*. 1990. V. 2. P. 716–718.