

МЕХАНИЗМ ВОЗБУЖДЕНИЯ  $Ne(2p^5 3p)$ -СОСТОЯНИЙ ПРИ СТОЛКНОВЕНИЯХ АТОМОВ НЕОНА НИЗКИХ ЭНЕРГИЙ

\*Курсков С.Ю., Тикоева М.М.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск, Россия

\*kurskov@psu.karelia.ru

В докладе представлены результаты экспериментального исследования механизма возбуждения  $3p'[1/2]_1$ -,  $3p'[3/2]_1$ -уровней  $Ne I$  при столкновениях атомов неона в основном состоянии в диапазоне энергий от порога до 500 эВ (с.ц.м.). Эта область энергий представляет особый интерес, так как здесь теоретическое исследование неупругих процессов затруднено и, следовательно, информация о количественных характеристиках и механизмах возбуждения может быть получена в основном экспериментальным путем.

В ходе работы были измерены зависимости сечений возбуждения и степени поляризации спектральных линий 588.2 нм ( $3s[3/2]_2^0 - 3p'[1/2]_1$ -переход) и 626.6 нм ( $3s'[1/2]_0^0 - 3p'[3/2]_1$ -переход) от энергии столкновения атомов неона в основном состоянии.

Измерения сечений возбуждения и поляризации излучения при взаимодействии пучка быстрых атомов с газовой мишенью выполнены методами оптической спектроскопии с помощью автоматизированной установки на базе персонального компьютера и программно-управляемой системы КАМАК. Методика измерений рассмотрена в работе [1]. Формирование пучка быстрых атомов осуществлялось путем симметричной резонансной перезарядки ионов на собственном газе в каналах вытягивающего электрода газоразрядного источника ионов. Плотность потока быстрых частиц в камере столкновений достигала  $10^{18}$  част/(м<sup>2</sup>с). Угловая расходимость пучка на полувысоте не превышала  $3 \cdot 10^{-4}$  ср. Наличие метастабильных атомов контролировалось методом лазерной флуоресценции. Содержание метастабильных атомов неона в  $3s[3/2]_2^0$ -состоянии в пучке быстрых частиц составляло 0.3% от общего числа атомов. Интенсивность атомного пучка определялась по вторичной электронной эмиссии с поверхности детектора быстрых частиц. 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 возбуж-

денные частицы пучка и мишени не различались. Систематическая погрешность измерения сечений с учетом погрешности измерения абсолютной чувствительности ( $\pm 10\%$ ), погрешности определения коэффициента вторичной электронной эмиссии с поверхности детектора быстрых частиц ( $\pm 20\%$ ) и погрешности измерения давления газа мишени ( $\pm 20\%$ ) могла достигать  $\pm 50\%$ .

Сечение возбуждения и функция поляризации линии 626.6 нм приведены на рис. 1.

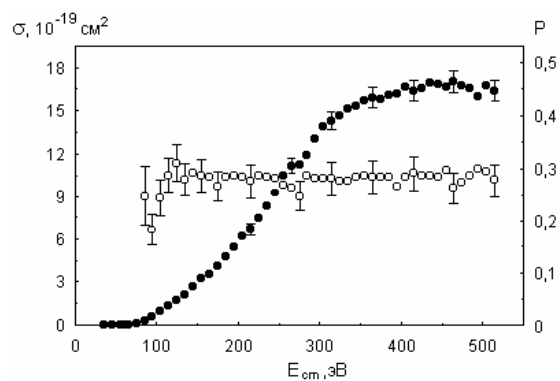


Рис.1. Зависимость сечения возбуждения  $\sigma$  (●) и степени поляризации  $P$  (□) спектральной линии 626.6 нм от энергии столкновения атомов неона

Для полного момента  $J=1$  поляризация излучения даёт возможность разделить сечения возбуждения магнитного подуровня  $\sigma_0$ , соответствующего нулевой проекции момента на межъядерную ось квазимолекулы, и  $\sigma_1$ , соответствующего проекции  $\pm 1$ . Поскольку

$$\sigma = \sigma_0 + 2\sigma_1,$$

$$P = (\sigma_0 - \sigma_1) / (\sigma_0 + \sigma_1)$$

и  $P > 0$  для обеих спектральных линий, то очевидно, что преимущественно заселяются состояния с нулевой проекцией полного момента на межъядерную ось. Т. е. термы квазимолекулы, которые привели к заселению данных возбужденных состояний  $3p'[3/2]_1$  и  $3p'[1/2]_1$ , – это  $\Sigma_g$ -термы. Поэтому заселение состояний  $3p'[3/2]_1$  и  $3p'[1/2]_1$ , скорее всего, обусловлено переходами между входным  $\Sigma_g$ -термом и выходными  $\Sigma_g$ -термами за счёт радиального взаимодействия или переходами  $\Sigma_g - \Pi_g - \Sigma_g$  за счет вращательного взаимодействия. Поскольку выходные  $\Sigma_g$ -термы в квазимолекуле неона это дважды возбужденные термы, то можно предположить, что и второй из взаимодействующих атомов оказывается в возбужденном состоянии. Последнее согласуется с правилом Вигнера, которое утверждает, что полный спин системы при столкновении не меняется, а также с результатами, полученными в работах [2, 3].

На основании диабатической корреляционной диаграммы молекулярных орбиталей  $\text{Ne}_2$  [4] и результатов измерения поляризации излучения также можно сделать вывод, что основным механизмом заселения состояний  $2p^5 3p$ -конфигурации, вероятно, является двухступенчатый механизм, включающий одно- и двухэлектронные  $4f\sigma_u-5r\sigma_u$ - и  $5r\sigma_u-5f\sigma_u$ -переходы, обусловленные радиальным взаимодействием. В случае одновременного возбуждения сталкивающихся частиц, что необходимо, например, при возбуждении  $3p^1[1/2]_1$ -уровня ( $^3P_1$ ), следует также учитывать двухэлектронные  $4f\sigma_u-4r\sigma_u$ - и  $4r\sigma_u-3r\pi_u$ -переходы [4]. Однако небольшая величина сечения возбуждения  $3p^1[1/2]_1$ -уровня по сравнению с сечением возбуждения  $3p^1[3/2]_1$ -уровня свидетельствует о не столь значительной роли этого механизма, как предполагалось в [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Martin P.J., Riecke G., Hermann J., Zehnle L., Kempter V. // J. Phys. B. 1978. V. 11. P. 1991–2001.
3. Moorman L., van Hoegaerden V., van Eck J., Heideman H.G.M. The simultaneous excitation of both collision partners to various substate combinations in Ne–Ne and He–He collisions // J. Phys. B. 1987. V. 20. P. 6267–6281.
4. Gauyacq J.P. Theoretical study of Ne–Ne collisions // J. Phys. B. 1978. V. 11. P. 85–113.