

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПРИ АТОМ-АТОМНЫХ И ИОН-АТОМНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ

Кашуба А.С., \*Курсков С.Ю., Хахаев А.Д.

*Петрозаводский государственный университет*

*Петрозаводск, Россия*

\*kurskov@psu.karelia.ru

Рассматриваемый экспериментальный комплекс с удаленным доступом предназначен для изучения процессов возбуждения при атом-атомных и ион-атомных столкновениях с участием инертных газов в диапазоне энергий налетающих частиц от 50 до 1000 эВ. Он позволяет методами оптической спектроскопии определять полные сечения возбуждения атомных уровней, поляризацию излучения сталкивающихся частиц, а также исследовать возбуждаемый спектр при взаимодействии пучка быстрых атомов или ионов с газовой мишенью в условиях парных столкновений.

Экспериментальный комплекс состоит из следующих функциональных модулей:

- газоразрядного источника ионов и быстрых атомов с многоканальной камерой перезарядки;
- детектора нейтральных и заряженных частиц, позволяющего контролировать коэффициенты вторичной электронной эмиссии под действием ионов и быстрых атомов с поверхности детектора в ходе эксперимента;
- времяпролетного масс-спектрометра (для энергетического анализа и контроля состава пучков ионов и нейтральных частиц);
- системы регистрации оптического излучения возбужденных атомов и ионов на базе монохроматора МДР-2 и ФЭУ-106,-62;
- вакуумной установки на базе диффузионных паромасляных насосов.

Комплекс имеет следующие параметры. Плотность потока быстрых частиц достигает  $3 \cdot 10^{18}$  част/(с<sup>2</sup> м) (пучок быстрых атомов создается путем симметричной резонансной перезарядки ионов на собственном газе). Угловая расходимость пучка не превышает  $3 \cdot 10^{-4}$  ср. Энергетический разброс ионов и атомов составляет соответственно  $5 \pm 1$  и  $11 \pm 3$  эВ. Количество метастабильных атомов гелия в  $2^{1,3}S$ -состояниях не превышает 0.6% от полного числа быстрых частиц, число метастабильных атомов неона в  $3s[3/2]_2^0$ -состоянии составляет 0.3% от числа быстрых атомов (измерения выполнены методами фотоионизации и флуоресцентной лазерной спектроскопии). Спектральный диапазон системы регистрации оптического излучения – от 200 до 1100 нм. Для уменьшения скорости счета темновых импульсов ФЭУ охлаждается до  $-15$  °С. Давление газа-мишени – не более  $1 \cdot 10^{-3}$  Тор. Давление остаточного газа в камере столкновений не превышает  $1 \cdot 10^{-6}$  Тор.

Для управления экспериментом на базе установки создана распределенная информационно-измерительная система, обеспечивающая удаленный доступ к ресурсам комплекса в сетях, функционирующих на базе стека протоколов TCP/IP. Доступ к физическому оборудованию осуществляется с помощью серверов стандартных приборных интерфейсов (КАМАК, GPIB), сервера доступа к микроконтроллерам MCS-196, а также коммуникационного сервера, интегрирующего серверы оборудования в единую информационно-измерительную систему [1].

Комплект программ-клиентов включает программу измерения сечений возбуждения спектральных линий при взаимодействии ионов и быстрых атомов с газовой мишенью в зависимости от энергии сталкивающихся частиц, программу измерения спектров излучения атомных частиц, программу определения абсолютной чувствительности системы регистрации оптического сигнала, программу градуировки дифракционного монохроматора

по длинам волн и программу измерения коэффициентов вторичной электронной эмиссии с поверхности детектора под действием ионов и быстрых атомов.

С помощью экспериментального комплекса методами оптической спектроскопии в системе Ne-Ne были исследованы спектры и сечения возбуждения группы состояний  $Ne(2p^5np)$  ( $3 \leq n \leq 8$ ), получены спектры возбуждения при столкновениях атомов аргона низких энергий (рис.1), изучены сериальные закономерности в системе Ar-Ar [2, 3].

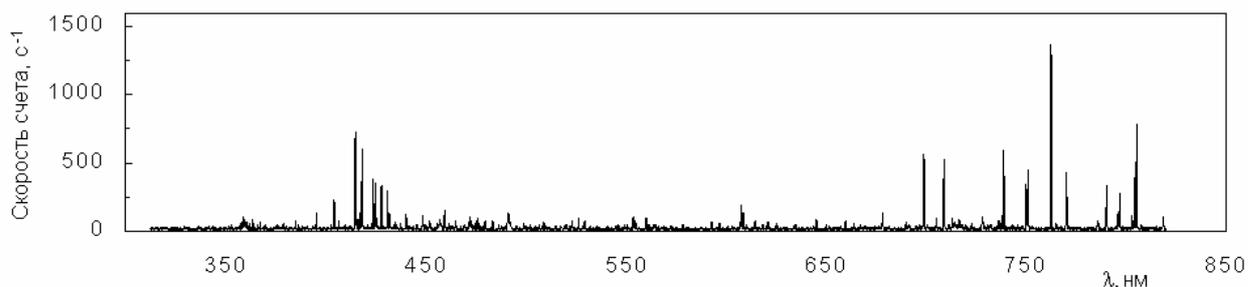


Рис. 1. Спектр Ar I при энергии столкновения атомов аргона 450 эВ (с.ц.м.)

Эти данные позволили определить эффективность различных каналов возбуждения атомных состояний, а также исследовать механизмы заселения возбужденных уровней.

## Литература

1. Гаврилов С.Е., Жиганов Е.Д., Кипрушкин С.А., Курсков С.Ю. Распределенная информационно-измерительная система для удаленного управления экспериментом в области оптической спектроскопии // Научный сервис в сети Интернет: Тр. Всерос. науч. конф. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. С.157–159.
2. Kurskov S.Yu., Khakhaev A.D. Excitation of Ar I atoms into  $3p^5np$  states ( $4 \leq n \leq 6$ ) in binary Ar-Ar collisions // Northern optics 2003 (16-18 June 2003, Espoo, Finland). Helsinki: Helsinki University of Technology, 2003. P. P012.
3. Курсков С.Ю., Хахаев А.Д. Сериальные закономерности в сечениях возбуждения  $Ar(3p^5np)$  при столкновениях атомов аргона низких энергий // Материалы Всерос. науч. конф. по физике низкотемпературной плазмы ФНТП-2004. Петрозаводск: 2004. С. 43-48.