

# ДЕТЕКТИРОВАНИЕ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ В ПУЧКЕ БЫСТРЫХ АТОМОВ НЕОНА МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ

Кобылин В.И., \*Курсков С.Ю., Хахаев А.Д.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск, Россия

\*kurskov@psu.karelia.ru

Проведение пучковых экспериментов требует селективной диагностики параметров атомного пучка с целью учета вклада каждого компонента в процессы взаимодействия сталкивающихся частиц.

Лазерные методы детектирования позволяют достичь высокой чувствительности наряду с высоким спектральным, временным и пространственным разрешением [1, 2]. Высокая селективность данных методов позволяет выделить и исследовать атомы в определенных возбужденных состояниях. Наибольшей чувствительностью обладают методы ионизационной лазерной спектроскопии, однако вследствие высокой вероятности процесса ионизации быстрых атомов с энергией порядка сотен эВ на остаточном газе и газе-мишени наиболее эффективным является метод лазерной флуоресценции.

Целью данной работы являлось исследование заселения метастабильного  $3s[3/2]_2^0$ -состояния Ne I в пучке атомов неона с энергией 600 эВ, сформированном газоразрядным источником ионов с многоканальной камерой перезарядки, аналогичным [3].

Схема экспериментальной установки приведена на рис.1.

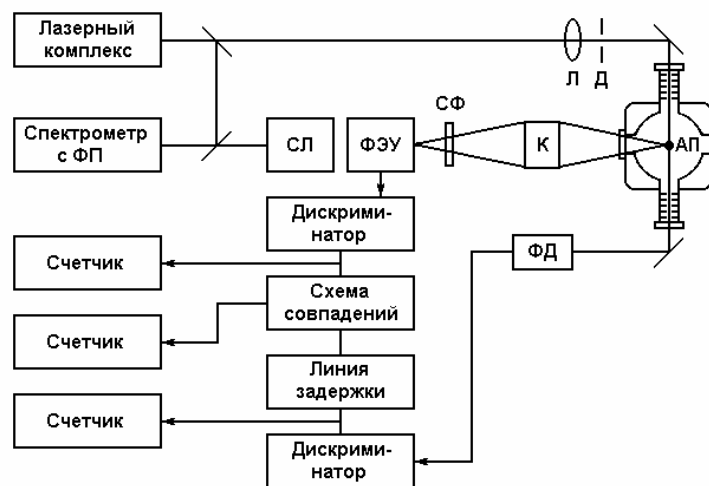


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

АП – атомный пучок; К – конденсор; СФ – светофильтр; ФД – фотодиод;

Д – диафрагма; Л – фокусирующая линза; СЛ – спектральная лампа.

Метод лазерной флуоресценции был реализован по следующей схеме. Накачка осуществлялась на длине волны 614.3 нм, флуоресценция наблюдалась на линии 692.9 нм. Излучение собиралось с помощью светосильного конденсора ( $\Omega = 0.19$  ср) и регистрировалось ФЭУ-79 в режиме счета фотонов. Линия флуоресценции выделялась светофильтром КС-19, частично подавляющим засветку как от лазера накачки, так и от излучения, возбуждаемого при столкновениях быстрых атомов с остаточным газом. Импульсы с ФЭУ подавались на схему совпадений с разрешающим временем 56 нс, выполненную в стандарте КАМАК. Синхронизация осуществлялась с помощью лавинного фотодиода, сигнал с которого через электронную линию задержки подавался на второй вход схемы совпадений.

Лазерное излучение генерировалось перестраиваемым лазером на красителе феналемин-160, накачиваемом лазером на  $\text{YAG:Nd}^{+3}$  с модулированной добротностью и внутрирезонаторной генерацией второй гармоники. Частота следования импульсов перестраиваемого лазера – 100 Гц, длительность импульса – 25 нс, ширина линии генерации – 0.07 нм, средняя мощность на длине волны 614.3 нм – до 1 мВт. При фокусировке достигалась плотность мощности порядка 5 кВт/(мм<sup>2</sup> нм), что почти в 40 раз превышает мощность, необходимую для насыщения флуоресценции. Спектр генерации контролировался с помощью спектрометра, скрещенного с интерферометром Фабри-Перо.

Среднее время накопления счетного сигнала со схемы совпадений составляло 60 мин, что позволило регистрировать 2 имп/с сигнала совпадений от флуоресценции со случайной погрешностью не более 10% (в предположении о пуассоновском распределении импульсов). Число истинных совпадений определялось как разность числа совпадений при накачке на линии 614.3 нм и при отстройке лазерной линии от линии поглощения на 1.5 нм.

Концентрация быстрых атомов в  $3s[3/2]_2^0$ -состоянии определялась путем измерения разности сигнала флуоресценции при подаче вытягивающего и запирающего потенциала на камеру перезарядки. При давлении неона в источнике ионов  $5 \cdot 10^{-2}$  Тор и концентрации нейтральных атомов в пучке  $10^7$  см<sup>-3</sup>, которая определялась по току вторично эмиссионного детектора ( $\gamma^0 = 0.25$ ), концентрация атомов в исследуемом состоянии была равна  $3 \cdot 10^{-4}$  см<sup>-3</sup>. Давление неона на трассе пучка не превышало  $10^{-5}$  Тор.

Исследование состава пучка показало, что помимо быстрых частиц в нем также присутствуют тепловые атомы в данном состоянии. Концентрация тепловых атомов существенно зависит от давления неона в источнике ионов и параметров разряда. Она достигала максимального значения  $10^6$  см<sup>-3</sup> при давлении  $6 \cdot 10^{-3}$  Тор. При увеличении давления до  $5 \cdot 10^{-2}$  см<sup>-3</sup> концентрация тепловых атомов падала на порядок.

Систематическая погрешность измерений, обусловленная погрешностью измерения чувствительности системы регистрации излучения, погрешностью определения излучающего объема и времени облучения, может достигать двух раз.

## Литература

1. Летохов В.С. Нелинейные селективные фотопроцессы в атомах и молекулах. М.: Наука, 1983.
2. Демтрёдер В. Лазерная спектроскопия. М.: Наука, 1985.
3. Гостев В.А., Елаховский Д.В., Хахаев А.Д. Модифицированный источник пучка быстрых нейтральных атомов регулируемой энергии // ЖТФ. 1980. Т.50. №10. С. 2158-2162.