

СТОЛКНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ИОНИЗАЦИИ ПРИ ОПТИЧЕСКОМ ВОЗБУЖДЕНИИ РИДБЕРГОВСКИХ СОСТОЯНИЙ КАЛИЯ

А. Н. Ключарев и А. В. Лазаренко

Данная работа по количественному исследованию процессов столкновительной ионизации высоковозбужденных атомов калия является продолжением наших исследований подобных процессов с участием тяжелых атомов щелочных металлов [1, 2]. Экспериментальная методика была описана ранее подробно в [2]. В эксперименте определялось отношение тока заряженных частиц из объема с оптически возбужденными парами калия к спектральной плотности излучения Φ [ион кв⁻¹, Å] (рис. 1). По этим данным рассчитывался квантовый выход ионизации γ [ион/поглощенный квант] при возбуждении n^2P -состояний атома калия $6 \leq n \leq 14$. Из зависимости величины $\gamma(N_0)$, где N_0 — концентрация нормальных

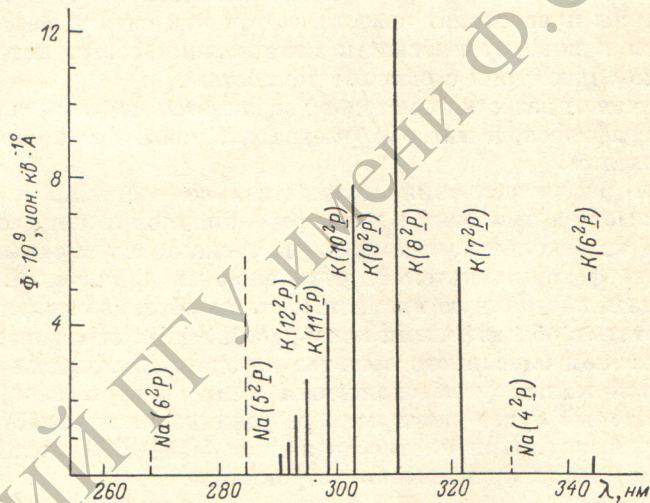


Рис. 1. Зависимость отношения тока заряженных продуктов реакции к спектральной плотности излучения от длины волны возбуждающего света, $T=570$ К, $N_0=2.5 \times 10^{14}$ см⁻³.

Часть ионизационного спектра, обусловленная процессом прямой фотоионизации молекулы K_2 , на рис. 1 не приведена.

атомов, можно было определить значения константы скорости ионизации k возбужденных атомов. При этом использовались значения сил осцилляторов для 4^2S-n^2P -переходов и времен жизни n^2P -состояний соответственно из работ [3, 4]. Результаты приведены на рис. 2.

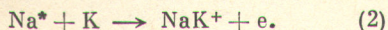
Два возможных канала столкновительной ионизации высоковозбужденных атомов в эксперименте исследовались совместно, и приводимые значения константы скорости k (рис. 2) имеют смысл суммарной константы скорости для процессов



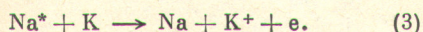
Наряду с ионизационными сигналами при возбуждении атомов калия нами были зарегистрированы сигналы, соответствующие возбуждению 4^2P-7^2P -состояний атома натрия (рис. 1). Последний присутствовал в используемых образцах металлического калия в качестве малой примеси ($\leq 1\%$ по паспортным данным). Плотность нормальных атомов калия, определяемая в эксперименте по сигналу от прямой фотоионизации атома

в пределах экспериментальной ошибки ($\leq 15\%$), совпадала с рассчитанной по температуре отсotka с металлическим калием. Плотность нормальных атомов натрия в эксперименте непосредственно не измерялась.

Коротко рассмотрим возможные каналы ионизации оптически возбужденных n^2P -атомов натрия. В независимом эксперименте по оптическому возбуждению чистых паров Na в аналогичном диапазоне давлений и температур мы не наблюдали выхода заряженных продуктов реакции при оптическом возбуждении 4^2P -уровня натрия. Это дало нам возможность связать ионизацию из этого состояния в смеси K+Na с несимметричным процессом ассоциативной ионизации



Возбужденные n^2P -уровни натрия с $n \geq 5$ лежат за порогом ионизационного континуума атома калия при этом ионизация K весьма эффективно должна идти также по каналу [5]



Проявление в условиях нашего эксперимента процессов (2), (3) демонстрирует возможности использованной методики для исследования процессов ионизации атомов в излучающих состояниях при несимметричных столкновениях. Класс потенциальных партнеров в процессах, приводящих к ионизации при таких столкновениях, чрезвычайно широк, и подобные исследования, помимо чисто научного интереса, могут найти широкое практическое применение.

В заключение отметим, что в литературе известно значение полного сечения безызлучательного тушения 10^2P -состояния калия при симметричных столкновениях [6]. По этим данным константа скорости этого процесса при $T=570$ К равна $6 \cdot 10^{-8}$ см³·с⁻¹, что в несколько раз превышает измеренное нами значение констант скорости тушения этого состояния по каналу ионизации $2.5 \cdot 10^{-8}$ см³·с⁻¹ (рис. 2). Используемая нами методика позволяла измерить также константы скорости процесса суммарного безызлучательного разрушения для ряда n^2P -состояний. По нашим данным, для исследованных нижних состояний калия с $n \leq 8$, натрия с $n \leq 7$, суммарные константы безызлучательного тушения возбужденных состояний и тушения по каналу ионизации оказываются величинами одного порядка. Исключение составляют 4^2P -уровень натрия и 6^2P -уровень калия, для которых канал ионизации не превышает нескольких процентов в общем балансе тушащих соударений.

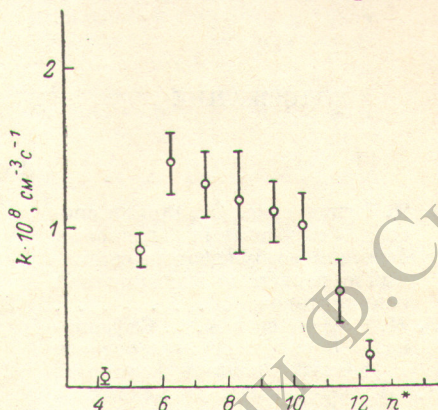


Рис. 2. Зависимость константы скорости ионизации P возбужденных атомов калия при симметричных столкновениях от значений эффективного квантового числа n^* , $T=570$ К.

Литература

- [1] А. Э. Девдаргани, А. Н. Ключарев, А. В. Лазаренко, В. А. Шеверев. Письма ЖТФ, 4, 1013, 1978.
- [2] А. Н. Ключарев, А. В. Лазаренко, В. А. Шеверев. Опт. и спектр., 46, 1157, 1979.
- [3] D. Hofsaess. Z. Phys., A281, 1, 1977.
- [4] Э. М. Андерсон, В. А. Зилитис. Опт. и спектр., 16, 177, 1964.
- [5] Б. М. Смирнов. Ионы и возбужденные атомы в плазме. Атомиздат, М., 1974.
- [6] F. Gounand, J. Cuvellier, J. Fournier, P. R. Berlande. J. Phys. Lett., (Fr.), 37, 169, 1976.