

## ВОЗБУЖДЕНИЕ АВТОИОНИЗАЦИОННЫХ СОСТОЯНИЙ АТОМОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ МЕДЛЕННЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ С АТОМАМИ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ

*В.И.Отурцов, И.Ф.Бьэди*

Возбужденные состояния атомов Cs, Rb, K с энергиями выше первого потенциала ионизации были обнаружены Бейтлером [1–3] еще в 30-х годах, однако, лишь недавно были получены данные о том, как эти состояния проявляются в различных физических процессах. При изучении сечений фотопоглощения щелочных металлов в вакуумном ультрафиолете (например, в работе [4]), и в опытах по ионизации атомов щелочных металлов электронным ударом [5,6] было показано, что автоионизационные состояния оказывают заметное влияние на ход соответствующих сечений. В нашей работе [7] были изучены по методу задерживающего потенциала спектры электронов, появляющихся при ионизации атомов щелочных металлов в процессе медленных столкновений (энергия налетающей частицы – щелочного атома  $T$  была  $\leq 3000$  эв) с атомами He и Ne. Было установлено, что при определенных сочетаниях партнеров столкновений (например, Cs, Ne; Rb, He и др.) наблюдаются интенсивные дискретные группы электронов. Было сделано предположение о том, что появление этих групп связано с возбуждением в процессе столкновения автоионизационных состояний атомов щелочных металлов, так как в исследованном диапазоне энергий налетающей частицы не наблюдалось заметной ионизации инертного газа.

В данной работе энергетические спектры электронов, вылетающих при таких столкновениях были исследованы с помощью электростатического анализатора. При этом имелось в виду более детально исследовать структуру наблюдавшихся дискретных групп электронов.

Как и раньше [8] пучок быстрых атомов щелочных металлов получался путем резонансной перезарядки. Он поступал в камеру столкновений, наполненную инертным газом при давлении  $\sim 5 \cdot 10^{-4}$  мм рт. ст. Электроны, испущенные при столкновениях с атомами щелочных металлов, наблюдались под углом  $90^\circ$  к направлению пучка. Они анализировались по энергии электростатическим анализатором с разрешающей способностью  $\Delta E/E = 1:15$  и затем, ускоренные до  $11$  кэв, регистрировались сцинтилляционным де-

134

тектором электронов. Скорость счета электронов, при постоянной интенсивности пучка быстрых щелочных атомов, записывалась автоматически как функция от энергии электронов. Шкала энергии анализатора в области от 5 до 35 эв была получена калибровкой его при помощи электронной пушки с оксидным катодом.

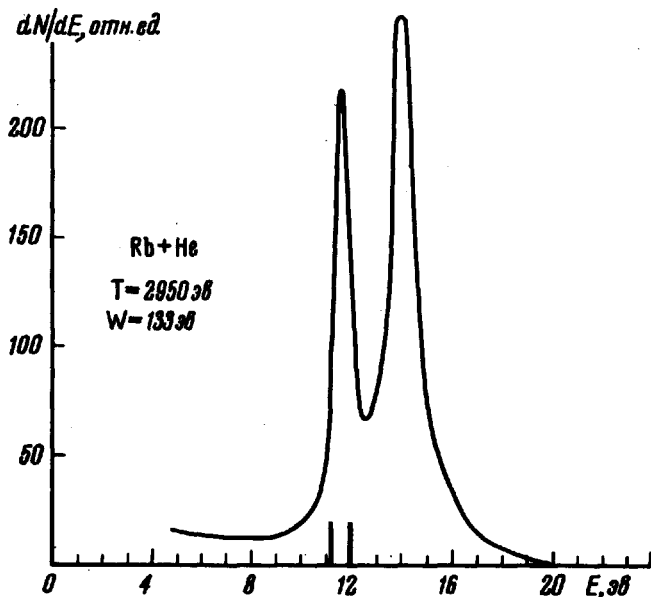


Рис.1. Энергетический спектр электронов, появляющихся при ионизации Rb в процессе столкновения с атомами He. Здесь и на других рисунках  $W$  – кинетическая энергия относительного движения сталкивающихся частиц

Были изучены энергетические спектры электронов для пар: Cs, Ne ( $T = 2950 \text{ эв}$ ); Rb, He ( $T = 2950 \text{ эв}$ ), K, He ( $T = 1750 \text{ эв}$ ) и Na, Ne ( $T = 580 \text{ эв}$ ), для которых по данным предыдущей работы в спектрах присутствовали интенсивные дискретные группы электронов.

Как и ожидалось из результатов предыдущей работы в спектре электронов для пары Cs, Ne ( $T = 2950 \text{ эв}$ ), не приведенном на рисунках, наблюдался единственный интенсивный максимум при энергии электронов  $E = 8,5 \text{ эв}$  и с шириной на половине высоты  $\Delta E = 0,6 \text{ эв}$ . Этот максимум естественно было приписать низшему автоионизационному состоянию Cs:  $(5p)^5 6s^2 \ ^2P_{3/2}$  ( $E = 8,4 \text{ эв}$ ) (здесь и далее энергия автоионизационных состояний отсчитывается от границы сплошного спектра атома щелочного металла), так как следующее автоионизационное состояние Cs  $(5p)^5 6s^2 \ ^2P_{1/2}$  следовало бы ожидать, согласно [3], при энергии  $E = 9,6 \text{ эв}$ .

В пределах чувствительности нашей измерительной схемы мы не обнаружили в спектре электронов с такой энергией.

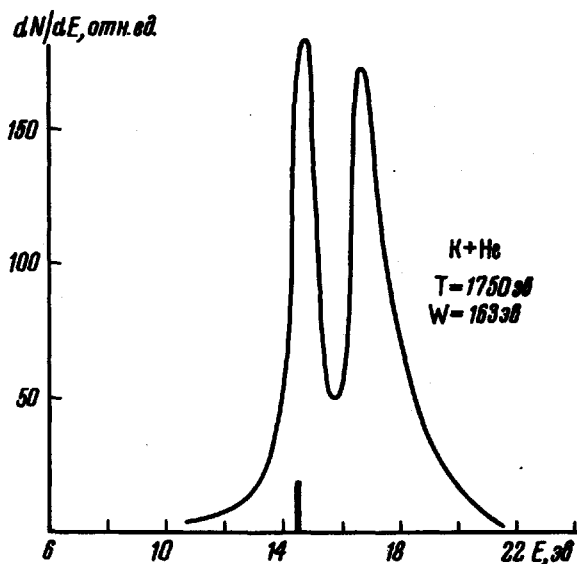


Рис.2. Энергетический спектр электронов, появляющихся при ионизации К в процессе столкновения с атомами He

На рис. 1, 2, 3 приведены соответственно результаты измерений спектров электронов для пар Rb, He ( $T = 2950$  эВ); K, He ( $T = 1750$  эВ); Na, He ( $T = 580$  эВ). Как видно из рисунков, энергетические спектры электронов для этих случаев имеют сходный вид. Кривая спектра обнаруживает два максимума; первый — узкий и второй — более широкий. На рис. 1, 2 штрихами на оси абсцисс отмечены энергии электронов, которые соответствуют автоионизации самых низких уровней (за границей ионизации) атомов щелочных металлов. Это дублет Rb  $(4p)^5 5s^2 2P_{3/2}$  ( $E = 11,1$  эВ);  $(4p)^5 5s^2 2P_{1/2}$  ( $E = 12$  эВ) и аналогичный дублет K:  $(3p)^5 4s^2 2P_{3/2}$  ( $E = 14,4$  эВ);  $(3p)^5 4s^2 2P_{1/2}$  ( $E = 14,6$  эВ), известные из работ по фотопоглощению в вакуумном ультрафиолете. Видно, что положение первого максимума на рис. 1 и рис. 2 хорошо соответствует отмеченной штрихами энергии. Второй максимум также может быть объяснен автоионизацией более высоких состояний атомов Rb и K, известных из работ [2, 4]. Наличие двух интенсивных максимумов в спектрах коррелирует с тем фактом из работ по фотопоглощению атомами Rb и K, что интенсивно возбуждающиеся низшие автоионизационные состояния отделены от интенсивно возбуждающихся более высоких автоионизационных состояний интервалом длин волн, соответствующим интервалу энергий электронов 1–2 эВ.

Особый интерес представляет спектр электронов для случая Na, Ne ( $T = 580 \text{ эВ}$ ), приведенный на рис. 3. С той же достоверностью, что и в случаях Rb и K, два максимума в спектре электронов можно интерпретировать как проявление в процессе столкновения Na, Ne автоионизационных состояний натрия. В этом случае первый максимум при энергии  $E = 23,5 \pm 0,5 \text{ эВ}$  по аналогии можно приписать низшему автоионизационному дублету состояний  $(2p)^5 3s^2 \text{ } ^2P_{3/2, 1/2}$ . Указанные автоионизационные состояния Na, по-видимому, наблюдались впервые.

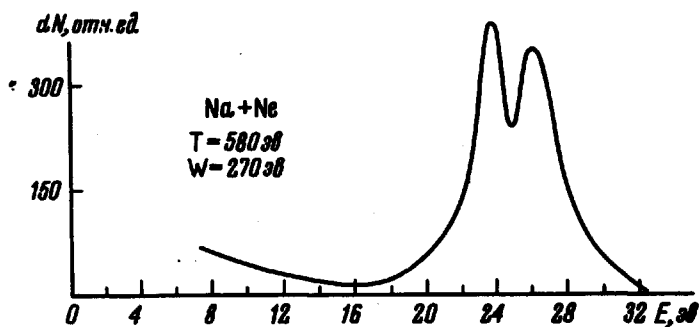


Рис.3. Энергетический спектр электронов, появляющихся при ионизации Na в процессе столкновения с атомами Ne

Таким образом, дискретные группы электронов, наблюдавшиеся при проведенном исследовании столкновений атомов щелочных металлов с атомами He и Ne соответствуют овзбуждению тех же автоионизационных состояний, что и при поглощении света. Следует отметить, что соответствующие максимумы в спектре электронов очень интенсивны.

Авторы благодарят проф. В.М.Дукельского за неизменное внимание к работе.

Физико-технический институт  
им. А.Ф.Иоффе  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
23 июня 1969 г.

#### Литература

- [1] H.Beutler, K.Guggenheimer. Zs. Phys., 87, 188, 1933.
- [2] H.Beutler. Zs. Phys., 91, 131, 1934.
- [3] H.Beutler. Zs. Phys., 88, 25, 1934.
- [4] R.D.Hudson, V.L.Carter. JOS A, 57, 1471, 1967.

[5] I. Kaneko. J. Phys. Soc. Japan, 16, 2288, 1961.

[6] И.П.Залесочный, И.С.Алексахин. ЖЭТФ, 55, 76, 1968.

[7] Yu. F. Bydin, V. I. Ogurtsov. 5 International Conference on the Physics of Electronic and Atomic Collisions. Leningrad, 1967. Abstracts of papers. p.220.

[8] Ю.Ф.Быдин, А.М.Бухтеев. ЖТФ, 30, 546, 1960.

Письма в ЖЭТФ, том 10, стр. 138 – 142

5 августа 1969г.

## ГРАВИТАЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ В ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ СПЕКТРАХ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ ЛИНИИ РЕЛЕЯ

*И.М.Арефьев, Н.В.Жилин*

Получены первые результаты, указывающие на влияние гравитационного эффекта вблизи критической температуры расслаивания бинарного раствора на величину скорости звука и показателя преломления света. Для наблюдения такого влияния предложен новый метод, сущность которого ясна из рис. 1.

Возбуждающий рассеяние луч лазера проходит кювету с раствором снизу вверх (или сверху вниз). Рассеивающий объем отображается через интерферометр Фабри – Перо в плоскость спектра. Интерференционным порядкам соответствуют различные по высоте объемы рассеяния. Смещение компонент Мандельштама – Бриллюэна (МБ)  $\Delta\nu$  равно [1]:

$$\Delta\nu = 2n\nu (\nu/c) \sin \theta/2. \quad (1)$$

Вблизи критической точки расслаивания в результате действия силы тяжести и замедления диффузии возможны значительные градиенты концентрации по высоте кюветы (гравитационный эффект) [2]. Поэтому в различных по высоте объемах рассеяния должны быть различные показатели преломления  $n$ , скорости звука  $\nu$ , а следовательно и  $\Delta\nu$ .