

**V ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ФИЗИКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ И
АТОМНЫХ СТОЛКНОВЕНИЙ**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ



Ужгород —
1972 г.

Александр Купеченко
Уфа, 18.09.1972.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

АКАДЕМИЯ НАУК УССР
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А.Ф.ИОФФЕ

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ АН УССР

УЖГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ше,

У ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ФИЗИКЕ
ЭЛЕКТРОННЫХ И АТОМНЫХ СТОЛКНОВЕНИЙ

Ужгород, 19-23 сентября 1972 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Ужгород - 1972

ПРЕДИСЛОВИЕ

Пятая Всесоюзная конференция по физике электронных и атомных столкновений представляет собой продолжение цикла всесоюзных конференций, состоявшихся в Риге (1959 год), Ужгороде (1962 год), Харькове (1965 год) и Риге (1969 год).

В подготовке Конференции приняли участие Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе АН СССР, Институт физики АН УССР и Ужгородский государственный университет.

В сборник вошли тезисы докладов, поступившие в адрес Оргкомитета до 1 мая 1972 г. включительно и отобранные Программным комитетом конференции. Тезисы сгруппированы по тематике, большинство из них включены без изменения текста и обозначений. С целью удобства пользования Тезисами Оргкомитет счел необходимым снабдить сборник авторским указателем.

Оргкомитет Конференции приносит благодарность всем товарищам, принявшим участие в подготовке данного сборника.

31 июля 1972 года.

Председатель Оргкомитета
профессор И.П. Запесочный

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	стр.
I. Взаимодействие электронов с атомами и ионами ...	5
II. Взаимодействие электронов с молекулами	41
III. Перезарядка, ионизация, диссоциация	55
IV. Возбуждение при атомных и ионных столкнове- ниях	81
V. Неупругое рассеяние при атомных столкновениях и автоионизационные состояния	99
VI. Фотопроцессы	129
VII. Атомные столкновения при тепловых энергиях	143
VIII. Элементарные процессы в газовом разряде	167
IX. Техника расчета и общие вопросы теории столкновений	197
X. Методика и техника эксперимента	213
Авторский указатель	227

сечения возбуждения электронным ударом указанных эффект поляризации приводит к замене оператора $e^{i\vec{q}\cdot\vec{r}}$ на оператор

$$\hat{F} = e^{i\vec{q}\cdot\vec{r}} - \frac{i\vec{q}\cdot\vec{r}}{2^3} [1 + (q/2\sqrt{\epsilon})^2]^3,$$

где α - поляризуемость остова, ϵ - энергия связи внутренней оболочки. С оператором \hat{F} вычислены сечения возбуждения для некоторых переходов главной серии щелочных элементов. Полученные сечения в 1,5-2 раза меньше борновских сечений с $\alpha = 0$. Результаты расчетов сравниваются с экспериментальными данными и другими расчетами.

Л. И. Л. Бейнман, Л. А. Вайнштейн, В. П. Шевелько, Опт. и спектр., 28 (3), 425, 1970.

АБСОЛЮТНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ ЭНЕРГИЙ 100 И 150 ЭВ УПУГО РАССЕЯННЫХ НА АТОМЕ ГЕЛИЯ

Л. Вушкович и М. Курепа (СФРЮ)

Эта работа является частью более объемного изучения упругого и неупругого рассеяния электронов на атомах. Недавно опубликованная обзорная статья [1] охватывает все до сих пор измеренные и довольно надежные значения полных и дифференциальных сечений рассеяния электронов. Из этой статьи видно, что данные для упругого рассеяния электронов на атоме гелия существуют в довольно широком интервале энергий, что и явилось причиной выбора гелия для проверки нашей установки (ДИФРА), сконструированной для изучения рассеяния электронов. Гелий был выбран также для апробирования методики измерений и обработки экспериментальных данных.

Дифференциальные сечения упругого рассеяния электронов энергией в 100 и 150 эв на атоме гелия измерены в интервале углов 5-150°. Энергетическая полуширина пучка электронов была 0,8 эв. Рабочее давление газа было примерно 10⁻⁸ мм рт.ст., а основное давление в системе - 10⁻⁷ мм рт.ст. Точность наших измерений сечения равна 20%.

Результаты измерения дифференциальных сечений электронов энергий 100 и 150 эв сравнивались с новейшими вычислениями [2], а для 100 эв еще и с экспериментальными данными [3]. Наши опыты дали значения меньше вычисленных в первом борновском приближении, что и следовало ожидать.

Самые надежные значения абсолютного сечения получены для уг-

ла рассеяния в 5° [4], хотя существуют и другие измерения и вычисления для того же угла [5], [6], [7]. Данные наших опытов для выбранных двух значений энергии не отличаются от недавних экспериментальных данных [4] больше, чем на 2%.

1. J. J. Kieffer, *Atomic Data*, **2**, 293, 1971.
2. A. R. Kolt, J. Hunt and B. X. Moiseiwitsch, *J. Phys*, **B 4**, 1318, 1971.
3. A. K. Hughes, J. H. McMillen and G. M. Webb, *Phys. Rev.*, **41**, 154, 1932.
4. G. E. Chamberlain, S. R. Mielczarek, C. E. Kyatt, *Phys. Rev.*, **2**, 1905, 1970.
5. J. P. Bromberg, *J. Chem. Phys.*, **22**, 3906, 1954.
6. S. Westin, *Kgl. Norske Videnskob. Selskabs Skrifter*, **2**, 1, 1949.
7. R. W. Zabahn and J. Callaway, *Phys. Rev.*, **180**, 91, 1969.

ПОЛНЫЕ СЕЧЕНИЯ УПРУГОГО РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ ДЛЯ ЭНЕРГИИ 60-150 ЭВ НА АТОМЕ АРГОНА

М. Курепа, Н. Вушкович (СФРЮ)

Измерения абсолютного дифференциального сечения упругого рассеяния на аргоне [1] сделали возможным вычислить полное сечение упругого рассеяния методом приближенного интегрирования. Получено десять значений полного сечения в энергетическом интервале 60-150 эв, для которых мы измеряли соответствующие дифференциальные сечения. Измеряемые углы составляют величину $5-150^{\circ}$. Оценку значений для углов до 180° было не трудно провести, потому что в этой области кривые монотонные, а их форма известна на основании теоретических вычислений [2]. Вклад в полное сечение от этой части кривых дифференциального рассеяния не превышает 2%. Полные сечения упругого рассеяния определены с такой же точностью, как и экспериментальные значения дифференциального сечения, а именно с ошибкой примерно в 20%.

Так как подходящие прямые измерения упругого рассеяния электронов с энергиями между 60-150 эв не существуют, то опытные сечения сравнивались с полными сечениями рассеяния [3] и сечениями упругого рассеяния при малых энергиях [4]. Наши результаты хорошо связываются с данными упругого рассеяния при малых энергиях. Они меньше полного сечения на переменный фактор, возрастающий с энергией электронов. Это можно было ожидать, так как вклад сечения ионизации возрастает с энергией электронов.

1. *Ž. Kušković, 11 Yugoslav Simposium and Summer School on the Physics of Ionized Gases, M. Jeverac by Split, 1962.*
2. *D. W. Walker, Advan. Phys., 20, 257, 1971.*
3. *G. Ramsauer, Ann. Physik, 72, 345, 1923.*
4. *D. E. Golden and H. W. Bandel, Phys. Rev., 149, 58, 1966.*
5. *R. K. Asundi and M. V. Kurepa, J. Electronics and Control, 15, 50, 1963.*

РАССЕЯНИЕ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ АТОМАМИ В ОБЛАСТИ НИЗКИХ ЭНЕРГИЙ

М. Гривзински, А. Кирага, З. Клош (ЦНР)

На основе применения известного в теории потенциала разложения электрического поля системы зарядов по мультиполям и временного анализа Фурье для описания его динамического состояния разработан приближенный метод исследования взаимодействия сложных систем.

В первом и втором приближениях метода возмущений выведены формулы, описывающие рассеяние заряженных частиц динамическим диполем и динамическим квадруполем. Проведены точные численные исследования этой задачи и сравнение с результатами приближенных расчетов. При помощи разработанного формализма истолкован целый круг физических явлений в области низких энергий (область упругих столкновений). На основе предложенной ранее одним из авторов классической модели атома получено хорошее согласие теории с экспериментом.

АТОМНЫЕ СТОЛКНОВЕНИЯ И СТРУКТУРА АТОМА В КЛАССИЧЕСКОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ

М. Гривзински (ЦНР)

начальным моментом для построения любой физической теории является выбор основных постулатов. Примем ньютоновскую динамику и закон кулона как первое приближение для описания взаимодействия заряженных частиц. Можно пробовать построить теорию атомных взаимодействий и, анализируя при их помощи результаты наблюдений, раскрыть строение различных атомов и молекул. Решение такой задачи, несмотря на чрезвычайно простые основные постулаты, оказывается очень сложным, из-за математических трудностей. Поэтому

Таким образом, процессы перезарядки с участием протонов и атомов водорода должны учитываться при рассмотрении задач астрофизики, как и процессы возбуждения многозарядных ионов протонами [1].

I. R. A. Chevalier, D. L. Lambert, *Solar Phys.*, 11, no. 2, 243, 1970.

СЕЧЕНИЯ ЗАХВАТА ЭЛЕКТРОНА, ВОЗБУЖДЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ МЕТАСТАБИЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ N^+ ИОНА ПРИ СТОЛК- НОВЕНИИ С АТОМАМИ АРГОНА

М. Вуевич, М. Матич, Б. Чобич (СФРЮ)

Недавно разработанный метод, основан на анализе процесса поглощения частиц пучка путем изменения их заряда при прохождении через газовую мишень, позволяет определить долю метастабильных ионов в пучке f . Тогда, из кажущегося сечения для любого процесса изменения заряда, можно выделить сечения для основного и метастабильного состояния иона. Более того, на основе данных по поглощению, оказывается возможным определение сечений возбуждения и разрушения метастабильного состояния иона при столкновении.

В работе исследовались процессы, влияющие на поглощение пучка ионов N^+ в аргоне. Определялись сечения захвата для основного (σ_{10}) и метастабильного (σ_{10}^*) состояний, а также и сечения возбуждения (σ_{11}^*) и разрушения (σ_{11}) метастабильного состояния при столкновении. Например, для энергии пучка 10 кэВ, эти сечения составляют:

$$\sigma_{10} = 12,4 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2; \sigma_{10}^* = 3,1 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2; \sigma_{11}^* = 3,5 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2; \\ \sigma_{11} < 1,5 \cdot 10^{-17} \text{ см}^2.$$

В приведенном случае, точность измерения доли метастабилей в пучке ($\Delta f \approx 0,015$) оказалась недостаточной для определения сравнительно небольшого сечения возбуждений метастабильного состояния σ_{11}^* .

СЕЧЕНИЯ ИОНИЗАЦИИ И ЗАХВАТА ЭЛЕКТРОНОВ ПРИ СТОЛКНОВЕНИИ С МОЛЕКУЛОЙ BF_3

И. Чадеж, В. Пейчев, М. Курена (СФРЮ)

В рамках изучения процесса электронно-молекулярного рассеяния, измерялись сечения для диссоциативного захвата электронов и полного сечения для ионизации молекулы BF_3 при столкновении с электронами. Указанное вещество было выбрано в связи с его применением в

нейтронных детекторах, а также в связи с интересом к изучению малых многоатомных молекул.

Измерения были проведены на установке ЗАГА, методом Тейта и Смита [1]. Трохоидальный монохроматор электронов [2] с энергетическим разрешением в 0,2 эв использовался в качестве источника. Коллимации пучка проведена магнитным полем в 300 г. Основное давление в камере было порядка 10^{-7} мм рт.ст., а рабочее давление примерно 10^{-4} мм рт.ст. Установка не имела возможности анализа ионов по массам.

Подтверждено существование только одного максимума для диссоциативного захвата электронов в BF_3 [3], сечение которого можно измерять на нашей установке. В процессе диссоциативного захвата в BF_3 образуются отрицательные ионы F^- [3]. Максимум находится при энергии, превышающей на 4,9 эв энергию максимума захвата в кислороде. Если для максимума захвата в O_2 взять 6,5 эв [4], то максимум в BF_3 находится при 11,4 эв. Такая высокая энергия делает BF_3 выгодным для определения энергетической шкалы в измерениях сечений диссоциативного захвата. Ширина пика на половине высоты 1,1 эв. Отрицательные ионы в процессе захвата в BF_3 обладают малой кинетической энергией.

Полное сечение ионизации измерялось вплоть до 250 эв. Максимум сечения ионизации находится при 150 эв, и в 210 раз больше сечения в максимуме диссоциативного захвата.

Абсолютные значения сечений будут известны после калибровки датчика давления, которая проводится в настоящее время. Сечения в описанном эксперименте еще не вполне надежны, так как процессы нейтрализации ионов на коллекторе не полностью известны, а точную температуру газа трудно определить.

1. J. T. Tate and P. T. Smith, *Phys. Rev.*, **32**, 210, 1932.
2. A. Stamatovic and G. J. Schulz, *Rev. Sci. Instr.*, **41**, 423, 1970.
3. J. Marriot and J. B. Craggs, *J. Electronics and Control*, **3**, 194, 1957.
4. D. Rapp and D. D. Briglia, *J. Chem. Phys.*, **43**, 1420, 1965.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНОЙ ПЕРЕЗАГРУЗКИ И ИОНИЗАЦИИ ПРИ МЕДЛЕННЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ ИОНОВ Li^+ С АТОМАМИ He И Ne

З.З.Латышев, А.А.Шаноренко

Исследование указанных неупругих атомных столкновений проведено с ионами Li^+ , кинетические энергии которых находятся в интервале 50 + 2000 эв. При описании атомных столкновений в этой области

У Всесоюзная конференция
по физике электронных и атомных
столкновений

Ужгород, 19-23 сентября 1972

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Ответственный редактор кандидат
физ.-мат. наук О.Б.Шпеник
Подписано к печати 31 июля 1972г. ББ00164

Офсетная мастерская Статуправления
Закарпатской области. Заказ № 442

Тираж 600экз.