

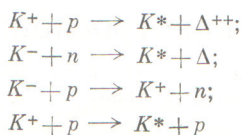
Сравнения данных о распадах тяжелых мезонных резонансов по каналам  $\pi\pi$  и  $\rho\rho$

Таблица 2

Данные, полученные с помощью бозонного спектрометра ЦЕРНа			Данные, полученные с помощью пузырьковых камер		
масса, $Mэв$	ширина, $Mэв$	процентное отношение $\pi\pi/\rho\rho$	масса, $Mэв$	ширина, $Mэв$	процентное отношение $\pi\pi/\rho\rho$
$1929 \pm 14$	35	92	$1975 \pm 12$	52	Мало 50 30
$2195 \pm 15$	13	94	$2157 \pm 20$	$68 \pm 22$	
$2660 \pm 20$	$85 \pm 30$	—	$2660 \pm 10$	50	

ковых камер. Изучались неупругие  $\pi^-p$ - и  $\pi^+p$ -взаимодействия с импульсом  $10 \text{ Гэв}/c$  в области значений четырехмерного переданного импульса  $0,1 < |t| < < 0,3 \text{ (Гэв}/c)^2$ . Экспериментальные данные сопоставлялись с аналогичными данными, полученными на церновском бозонном спектрометре. Результаты сравнения представлены в табл. 2.

Энергетическая зависимость дифференциальных сечений в реакциях



в интервале энергий от 3 до  $10 \text{ Гэв}$  была проанализирована в докладе Г. Кэя (Мичиганский университет). Проведено сравнение экспериментальных данных с результатами расчетов, выполненных на основе различных теоретических моделей.

В докладе итальянской группы были сообщены предварительные результаты по проверке применимости квантовой электродинамики на примере реакции  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ ,  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  и  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$  (табл. 3).

Интересное сообщение было сделано Д. Клайном (Висконсин) о реакциях, характеризующихся диаграммами Фейнмана с барионным обменом, в которых образуются мезоны. Было замечено, что в реакциях указанного выше типа не происходит рождения  $\rho$ -мезона, в то время как  $\omega$ -мезон рождается с довольно большим сечением.

На конференции было обсуждено также состояние дел с омега-проектом (большой искровой спектрометр ЦЕРНа (Бойш), доложено о программе экспериментов на бозонном спектрометре ЦЕРНа в Серпухове (Вайч), о большом магнитном искровом спектрометре Брукхейвенской лаборатории (С. Линденбаум), о большом искро-

Сравнение экспериментальных и теоретических значений сечений взаимодействия  $e^+ + e^-$

Таблица 3

Реакция	Экспериментальные данные	Теоретические данные (квантовая электродинамика)
$e^+ + e^- \rightarrow \begin{cases} e^+e^- \\ \mu^+\mu^- \\ \gamma\gamma \end{cases}$	$(3,35 \pm 0,25) \cdot 10^{-32}$ $(1,6 \pm 1,5) \cdot 10^{-33}$ $(1,81 \pm 0,6) \cdot 10^{-33}$	$3,5 \cdot 10^{-32}$ $2,0 \cdot 10^{-33}$ —

вом спектрометре Станфордской лаборатории и о развитии методик искровых камер (Д. Фишер). На конференции было сообщено, что омега-проект будет готов к весне 1972 г. Напряженность магнитного поля планируется  $18 \text{ кэс}$ . В проекте будут использованы оптические искровые камеры.

Во многих лабораториях США создаются крупные установки — гибриды, которые включают в себя различные комбинации из искровых, стримерных, пропорциональных и даже пузырьковых камер. Так, например, Д. Фишер (Брукхейвен) сообщил о проекте пропорционально-искровой гибридной камеры. Эта установка совмещает в себе преимущества хорошего временного разрешения пропорциональных камер с возможностью селективировать события и недорого считыванием запускаемых искровых камер. Испытания макета показали, что такого рода гибридная камера имеет разрешение  $75-85 \text{ нсек}$  при разных напряжениях на «промежутке задержки» ( $900-600 \text{ в}$ ). Время восстановления камеры  $50-100 \text{ мксек}$ . Описание большого искрового спектрометра Брукхейвенской лаборатории содержалось в докладе С. Линденбаума.

А. А. КУЗНЕЦОВ

## II Международная конференция по ядерным данным для реакторов

В июне 1970 г. в Хельсинки была проведена вторая конференция по ядерным данным. Со времени первой конференции в Париже (1966 г.) в десятках крупных лабораторий и в информационных центрах по ядерным данным было накоплено и систематизировано большое количество экспериментального материала по нейтронным сечениям и другим проблемам реакторостроения, поэтому, естественно, большой интерес

к работе этой конференции (в ней участвовали 163 ученых).

Каждое заседание обычно начиналось вводным обзорным докладом, освещавшим современное состояние вопроса, затем следовали оригинальные сообщения и в конце заседания заслушивался обзорный доклад с оценкой степени удовлетворения потребностей в ядерных данных, т. е. производилось сравнение достигну-

той и требуемой точности обсуждаемых данных, отмечались области наибольших расхождений в них, вносились предложения и рекомендации. Кроме того, на заключительном заседании конференции еще раз были рассмотрены основные результаты и выводы из заслушанных докладов.

На первом заседании, посвященном общим проблемам использования ядерных данных, с обзорными докладами выступили Дж. Шмидт (МАГАТЭ) — «Состояние потребностей в ядерных данных», Б. Хатчинс (фирма «Дженерал электрик», США) — «Влияние неточностей в ядерных данных на расчет и работу реактора», Д. Клейтон (Университет Райса, США) — «Важность ядерных данных для астрофизики» и Ю. Ф. Чернилин (Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова, СССР) — «Потребности в данных для контролируемых термоядерных устройств» (по близкой к последнему докладу теме было также заслушано интересное сообщение Д. Крокера из Харуэлла).

Доклад Б. Хатчинса был особенно актуален, так как связывал имеющиеся неопределенности в ядерных данных с экономикой больших быстрых реакторов с воспроизводством ядерного горючего. Им были рассмотрены также неопределенности, существовавшие несколько лет тому назад, и ожидаемый разброс в будущих данных. Отмечено, что по влиянию неточности ядерных констант на экономический эффект (убыток) величина  $\alpha$  (отношение сечения захвата к сечению деления  $\text{Pu}^{239}$ ) сместилась с первого места в 1968 г. на третье место в 1970 г. (после сечения захвата в  $\text{U}^{238}$

и величины  $\bar{\nu}$  — числа вторичных нейтронов). Однако требуемые для расчетов быстрых реакторов с воспроизводством горючего конечные точности  $\alpha$  в 3%, числа  $\bar{\nu}$  в 0,5% и сечение захвата в  $\text{U}^{238}$  в 2% могут быть достигнуты, вероятно, к 1975 г. Такие высокие точности могут быть достигнуты, несомненно, лишь совместным использованием дифференциальных данных, полученных с очень высоким разрешением, и данных специальных интегральных экспериментов. В этом смысле завершение «первого поколения» измерений и оценок  $\alpha$  с точностью  $\sim 10\%$  (до энергий  $< 10$  кэВ) в 1970 г., позволившее сделать скачок от неопределенности в 50%, является первым необходимым шагом на пути к удовлетворению более жестких, но экономически обоснованных требований энергетического реакторостроения. Первое заседание завершилось обзором Э. Линна (Харуэлл) о прогрессе в понимании процесса взаимодействия нейтрона со сложными ядрами.

Измерения с высокой точностью рассматривались во втором заседании, где обзорным докладом А. Деройтера (Жель, Бельгия) был начат весьма обстоятельный разбор состояния дел со стандартными сечениями, на которые обычно производится нормировка данных. В настоящее время серьезные сомнения вызывает нормировка данных на сечение деления  $\text{U}^{235}$ , производившаяся ранее в большом числе работ. Обнаруженная структура в сечении деления  $\text{U}^{235}$  делает результаты нормировки зависящими от энергетического разрешения проводимых измерений. Деройтер предложил в качестве первичных стандартов использовать сечения реакции  ${}^{\text{B}}10(n, \alpha){}^{\text{Li}}7$  и сечение рассеяния на водороде, а в качестве рабочих стандартов — сечение деления  $\text{U}^{233}$ , сечения реакций  ${}^{\text{Li}}6(n, \alpha)$ ,  ${}^{\text{He}}3(n, p)$ ,  ${}^{\text{Au}}197(n, \gamma)$  и т. д. Семь оригинальных сообщений на этом заседании было посвящено конкретным аспектам измерений вышеперечисленных стандартных сечений.

Ядерные данные для делящихся ядер ( $A > 220$ ) рассматривались на двух заседаниях (для резонансной области энергий и области быстрых нейтронов). Соответственно два заседания было посвящено сечениям неделяющихся ядер. Обзоры на этих заседаниях были сделаны Джеймсом (Харуэлл), П. Рибоном (Сакле), Г. В. Мурадяном (ИАЭ, СССР), Дж. Стори (Харуэлл), В. Пеницем и В. Дэви (Аргоннская национальная лаборатория, США), С. Сержаксом (ФРГ), А. И. Абрамовым (Физико-энергетический институт, СССР) и В. Бенци (Болонья, Италия). Часть оригинальных сообщений также носила обзорный характер. Например, доклады по сечениям делящихся ядер, посвященные результатам, полученным на спектрометрах с электронными ускорителями в Желе и Сакле, состояли каждый из семи и четырех докладов. Результаты измерений сечений изотопов плутония и кюрия с использованием подземных взрывов были описаны в двух сообщениях из Лос-Аламоса. Кроме того, две проблемы были вынесены на совещание экспертов МАГАТЭ, проходивших в Студсике (Швеция) непосредственно перед конференцией, а именно состояние данных по величинам  $\bar{\nu}$  и  $\alpha$  (обзорные доклады на конференции с выводами и рекомендациями этих совещаний были сделаны председателями соответствующих совещаний — Дж. Кольвиним из Харуэлла и С. И. Сухоручкиным из ИТЭФ). Совещание по  $\bar{\nu}$  констатировало сохраняющуюся разногласие в величине  $\bar{\nu}$  стандартного калифорнийского источника, а также некоторую противоречивость данных по энергетической зависимости  $\bar{\nu}$  как для  $\text{U}^{235}$ , так и для  $\text{Pu}^{239}$ . Обзор современного состояния измерений  $\alpha$  будет опубликован позднее.

На конференции было представлено большое количество докладов по измерению и оценке сечения захвата в  $\text{U}^{238}$ . Как уже отмечалось выше, неопределенности в сечении захвата и в числе  $\bar{\nu}$  являются в настоящее время самыми слабыми местами в данных для расчетов быстрых реакторов. В связи с этим очень интересная дискуссия возникла при обсуждении обзорных докладов К. Кемпбелла (Уинфриз, Великобритания) и Х. Кюстерса (Карлсруэ, ФРГ), а также доклада Дж. Баррэ (Кадараш, Франция), в которых рассматривалась относительная роль дифференциальных и интегральных данных при расчетах быстрых реакторов. Английская точка зрения сводится к тому, что дифференциальные данные могут быть измерены с несколько худшей точностью, чем это нужно для расчетов, но их нормировка и подгонка могут быть сделаны на основе интегральных данных. Таким способом в Великобритании и Франции решается первоочередная задача реакторостроения — расчет и конструирование экономически выгодного прототипа быстрого реактора. Х. Кюстерс, а также Б. Хатчинс (США) отмечали в связи с этим, что роль дифференциальных данных ни в коем случае не должна принижаться, так как только дифференциальные данные могут дать информацию для расчета безопасности и долгосрочного поведения реакторов с ядерным воспроизводством. Таким образом, только разумный баланс между двумя типами данных может удовлетворить потребности реакторостроения. Р. Ташек (Лос-Аламос, США) в выступлении на заключительном заседании справедливо подчеркнул, что расчетчики реакторов должны уделять больше внимания экономическому обоснованию потребностей в дифференциальных измерениях, своевременно ставя перед экспериментаторами разрешимые задачи.

Последнее заседание конференции было посвящено проблемам и методам оценки ядерных данных. От имени четырех мировых центров по сбору данных обзорный доклад сделал С. Перлстайн (Брукхейвен, США). В основном его доклад касался вопросов, решавшихся на совещании четырех центров по ядерным данным в Москве (информацию о котором см. в «Атомной энергии», т. 28, вып. 5, стр. 450). В докладе Г. Альтера (фирма «Атомикс интернешенал», США) подробно описывалась система графического представления и сравнения данных по нейтронным сечениям (Scoge), позволяющая оценщику данных непосредственно включиться в процесс расчета сечений и контролировать поэтапные шаги этого расчета, например процесс подгонки сечения

деления многоуровневыми формулами и т. д. Всего кроме этих двух докладов на заседании было сделано 15 сообщений по разным вопросам оценки данных, в том числе два советских доклада (от ФЭИ) по оценке сечения захвата  $U^{238}$  и по расчетам плотности возбужденных уровней ядер.

Конференция в Хельсинки, организованная МАГАТЭ, продемонстрировала очень большой рост экспериментальных данных в области измерения нейтронных сечений, прогресс в методах учета этих данных в расчетах реакторов и плодотворность широкого международного сотрудничества в этой важной научной области.

Материалы конференции (126 работ) будут изданы МАГАТЭ в ближайшее время.

С. И. СУХОРУЧКИН

## V Югославский симпозиум и летняя школа по физике ионизированных газов

V Югославский симпозиум и летняя школа по физике ионизированных газов проходили в Герцег-Нови с 6 по 16 июля 1970 г. Научная тематика симпозиума и школы включала низкотемпературную плазму, атомные столкновения в газе, атомные столкновения в твердом теле. Эти три направления представлены в югославских физических институтах и поэтому тематика симпозиума и школы является традиционной. На симпозиуме преобладали оригинальные работы югославских физиков. В качестве лекторов школы были приглашены главным образом иностранные ученые, чьи научные интересы соответствуют направлениям, развивающимся в Югославии. Утренние занятия посвящались лекциям школы, а вечерние — заседаниям симпозиума с краткими пятнадцатиминутными докладами. Программа школы и симпозиума не была перегруженной. Это давало возможность югославским ученым использовать свободное время лекторов для неофициальных бесед по интересующим их научным вопросам.

В симпозиуме и школе приняло участие более 150 человек, из них около трети — иностранцы. Советская делегация состояла из 10 человек. Около трети лекций школы были прочитаны советскими лекторами. Все доклады советских ученых были выслушаны с большим вниманием.

**Низкотемпературная плазма.** Большая часть работ по физике плазмы, выполненных в Югославии и включенных в программу симпозиума, посвящена распространению волн в плазме (Б. Аничин, Институт им. Бориса Кидрича), поведению плазмы в скрещенных полях (Д. Тошич, Институт им. Б. Кидрича) и дуговым разрядам при высоком давлении (Институт физики при Белградском университете). Исследованиями турбулентности плазмы в положительном столбе разряда занимаются в Институте им. Иожефа Стефана (С. Поберай); спектроскопическими исследованиями плазмы в нескольких местах и, в частности, в Институте Рудера Бошковица (З. Штернберг). В соответствии с этими интересами югославских физиков была сформирована и лекционная программа школы. Г. Дравин (Фонтене-о-Роз, Франция) прочел цикл лекций по спектроскопической диагностике плазмы, критериям термического равновесия и процессам столкновений в плазме. Лекция Р. Винцеке (ФРГ) была посвящена физическим явлениям в дуговом разряде в сильном магнитном поле, а лекция Д. Миллера (ФРГ) — ультрафиолетовому излучению дуговых разрядов.

Советские ученые в этом разделе школы были представлены лекциями о корпускулярной диагностике плазмы (В. В. Афросимов), об исследованиях плазмы микроволновыми методами (М. М. Ларионов, В. А. Ипатов) и о применении доплер-эффекта на циклотронной частоте для диагностики плазмы (Б. И. Иванов).

**Атомные столкновения в газе.** Экспериментальные исследования по физике атомных столкновений активно проводит Б. Чобич в Институте им. Бориса Кидрича. Там же ведутся работы по теории атомных столкновений (Р. Ячев и др.). Экспериментальные исследования столкновений электронов с атомами проводятся М. Курепой в Институте физики при Белградском университете. В этом институте также успешно разрабатывается чувствительная методика регистрации отдельных фотонов (В. Урошевич). Работы всех этих групп, выполненные в Югославии, а также частично во время стажировок в США и Великобритании, были представлены на Симпозиуме.

Программа школы по физике атомных столкновений была обеспечена лекциями советских и частично югославских ученых. Эти лекции дали достаточно полное представление о современном состоянии физики атомных столкновений. Лекции И. П. Запесочного были посвящены возбуждению и ионизации при электронно-атомных столкновениях. Лекция В. В. Афросимова — использованию методики совпадений для детального исследования процессов захвата и потери электронов при атомных столкновениях. Лекция В. А. Беляева — определению сечений при малых энергиях с помощью методики совмещенных пучков. Лекция Р. Н. Ильина — образованию высоковозбужденных атомов водорода и их ионизации в электрическом поле. В лекции Н. В. Федоренко был дан обзор данных о захвате и потере электронов ионами и атомами водорода в широком диапазоне энергий. Лекции Г. Ф. Друкарева и М. И. Чибисова были посвящены теории атомных столкновений.

**Атомные столкновения в твердом теле.** Эти работы в Югославии были начаты Б. Перович и ее сотрудниками и в настоящее время проводятся в институте им. Бориса Кидрича и в Белградском университете. Небольшая группа работает также в институте им. Иожефа Стефана (Б. Навинчек). Работы югославских физиков в этой области давно пользуются признанием. В отличие от других разделов, большинство докладов об исследованиях столкновений в твердом теле были сделаны иностранными учеными. Несколько