

539(048)

## О НАУЧНОЙ СЕССИИ ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК СССР

В начале текущего года (19—21 января) в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова состоялась расширенная сессия Отделения ядерной физики АН СССР, посвященная актуальным проблемам физики атомного ядра. Программу сессии определяли следующие тематические направления:

1. Смежные проблемы ядерной физики и физики частиц (состояния двухнуклонной системы, гиперядра, новые адронные атомы, рождение частиц на ядрах, возможности использования новых ускорителей электронов высоких энергий для ядерной физики).

2. Механизм ядерных реакций (процессы с малой передачей импульса ядру, реакции с большой передачей импульса и структура ядерного вещества на малых межчастичных расстояниях, взаимодействие легких ядер).

3. Реакции, вызываемые тяжелыми ионами (реакции слияния, вопросы существования и экспериментального поиска экзотических ядер, столкновение релятивистских ядер).

4. Природа гигантских ядерных резонансов. Некоторые проблемы структуры высоковозбужденных состояний ядер.

5. Избранные вопросы нейтронной физики (несохранение четности в реакциях, вызываемых медленными нейтронами; современное состояние и перспективы новых экспериментальных направлений — нейтронной оптики и нейтронной интерферометрии).

Кроме этого, обсуждались вопросы методики ядерного эксперимента и проблемы развития аппарата теории ядра.

В работе сессии приняли участие более 500 специалистов в области ядерной физики и физики элементарных частиц. Программа включала 77 докладов по всем основным тематическим направлениям. Ввиду ограниченности объема настоящего сообщения остановимся на содержании лишь некоторых из заслушанных докладов, представленных на пленарных заседаниях.

1. В докладе А. А. Борового рассказано о вводе в действие нейтронной лаборатории ИАЭ им. И. В. Курчатова на Атомной электростанции. Плотность потока нейтронов в месте расположения детектора в настоящее время составляет  $6 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ , скорость счета — около 300 событий в сутки. Получена предварительная оценка сечения реакции  $\bar{\nu}_e p \rightarrow n^+ + e^-$ :  $0,95 \cdot 10^{-43} \text{ см}^2$  при статистической ошибке 15% и систематической 12% (для  $\bar{\nu}_e$  результат, считающийся в настоящее время наилучшим, принадлежит Р. Мёсбауэру и отвечает сечению  $1,05 \cdot 10^{-43} \text{ см}^2$ ). Нейтронные детекторы являются пока уникальными приборами. Созданная установка — первая в СССР и третья в мире (две другие — в США/Саванна-Ривер/ и Франции/Гренобль/).

В докладе Ю. И. Стожкова (НИИЯФ МГУ — ФИАН) были изложены интересные результаты анализа экспериментальных данных по корреляции вариаций интенсивности нейтрино, зарегистрированных в эксперименте Дэвиса, с изменениями интенсивности галактических космических лучей.

В докладе И. М. Тернова (МГУ) были приведены результаты расчетов воздействия интенсивного лазерного поля на скорость ядерного  $\beta$ -распада. Показано, что при значенных амплитуд и частот, достижимых в настоящее время, увеличение полной вероятности  $\beta$ -распада трития, например, является ничтожно малым. Этот вывод важен, поскольку в литературе (Phys. Rev. Lett., 1982, v. 48, p. 653) встречались утверждения о возможности ускорить с помощью лазера  $\beta$ -распад ядра на несколько порядков. Поле лазера, незначительно сказываясь на интегральной вероятности распада, тем не менее может заметно искажать форму  $\beta$ -спектра (особенно мягкого). Наблюдение этого эффекта представляло бы большой интерес.

Доклад А. Э. Тенишева (ХФТИ) был посвящен измерению поляризации протонов в реакции  $d(\gamma, n)p$  на пучке линейно-поляризованных фотонов с энергиями 250 — 450 МэВ. Этот энергетический интервал интересен с точки зрения поиска дибарионных резонансов, предсказываемых в модели мешков и ряде других кварковых моделей. В данной и предыдущих работах ХФТИ по измерению энергетического хода угловых распределений азимутальной асимметрии и поляризации протонов указаний на существование таких резонансов не получено.

Доклад В. Н. Фетисова (ФИАН) был посвящен обзору современного состояния и перспективам экспериментальных и теоретических исследований по спектроскопии гиперядер в реакциях ( $K^-$ ,  $\pi^-$ ), в том числе недавнему открытию  $\Sigma^-$ -ядер, изучению их свойств, оказавшихся в некотором отношении весьма примечательными (среднее время жизни — на порядок больше ожидавшегося).

Современное состояние физики «экзотических» адронных атомов (тяжелый отрицательный адрон — атомное ядро) было рассмотрено в докладе А. Е. Кудрявцева

(ИТЭФ). Основные события в этой области сводятся к двум фактам: качественному увеличению точности измерения сдвигов (и ширин) атомных уровней за счет сильного взаимодействия и разработки теоретической методики безмодельного извлечения из этих данных сведений о длине рассеяния (даже в тех случаях, когда она велика). Одним из новейших результатов является обнаружение большого сдвига 2Р-уровня у адронного атома  $K-He^4$  ( $\Delta E = 43 \pm 10$  эВ,  $\Gamma = 55 \pm 34$  эВ). Отсюда следует существование ядерного связанного состояния  $K^-$ -мезона с  $\alpha$ -частицей (энергия связи  $\sim 60$  кэВ, ширина  $\sim 80$  кэВ). Такое состояние может проявляться, в частности, как четырехбарионный резонанс в системе  $\Lambda n 2p$ . Новые данные о сдвиге 1S-уровня атома  $K^-p$  оказались неожиданными: измеренный сдвиг ( $\Delta E = -190 \pm 60$  эВ,  $\Gamma = 80^{+250}_{-80}$  эВ) не согласуется с длиной рассеяния, полученной из экстраполяции (с помощью дисперсионных соотношений) амплитуды каон-нуклонного рассеяния при ненулевых импульсах (при этом получается сдвиг  $\Delta E(1S) = 270$  эВ и ширина  $\Gamma = 580$  эВ). Ряд других рассмотренных в докладе конкретных проблем (касающихся, в частности, антипротонов и  $\Sigma^-$ -атомов) убедительно свидетельствуют о наличии интересного нового направления в физике ядра и частиц.

2. Исследование взаимодействий частиц средних и высоких энергий с ядрами превратилось к настоящему времени в обширную область, открывшую качественно новые возможности для изучения механизма ядерных реакций и получения информации как о структуре ядра, так и о свойствах элементарных частиц. Наиболее существенные результаты, полученные в этой области за последние 2—3 года, были изложены в обзорном докладе В. М. Колыбасова (ФИАН). Отмечено появление ряда исследований с измерением всех кинематических переменных (так называемых «экспериментов с полной кинематикой»), вступление в «поляризационный век» — период крайне интенсивных поляризационных исследований и смещение интереса в исследовании протон-ядерных взаимодействий из области энергий порядка нескольких ГэВ к энергии в несколько сотен МэВ, где гораздо лучше известны амплитуды нуклонного рассеяния. Это обусловлено главным образом существенным увеличением интенсивности протонных пучков и вводом в строй мезонных фабрик.

Доклад Г. З. Обранта (ЛИЯФ) был посвящен экспериментальному исследованию процесса ( $\pi^-$ ,  $\pi^-p$ ) на дейтоне, выполненному с дейтериевой пузырьковой камерой при импульсе пионов 400—550 МэВ/с. Для эксперимента характерна энергетическая близость к  $\Delta$ -резонансу и то, что в условиях полной кинематики исследовалась широкая область изменения кинематических инвариантов. Идентифицирован механизм реакции. Показано, что учет квазиупругого процесса вместе с нуклон-нуклонным и пион-нуклонным перерассеянием позволяют достигнуть очень хорошего описания данных.

Результаты фотомульсионных исследований механизма взаимодействия пионов и каонов промежуточных энергий с ядрами C, N, O (ЛПИ — ЛИИЖТ) были доложены Ю. Р. Гисматуллиним. Доказано, что при малых переданных импульсах доминирует квазиупругое выбивание, в других же областях заметны процессы выбивания тяжелого фрагмента, и возбуждения ядра с его последующим распадом. Стоит отметить, что по широте и разнообразию материала это исследование процессов ( $\pi$ ,  $\pi N$ ) на легких ядрах является одним из наиболее полных. Накопленные сейчас данные по реакциям выбивания свидетельствуют о том, что в диапазоне передаваемых остаточному ядру импульсов от 0 до 300 МэВ/с наблюдаемые явления определяются главным образом простейшим полным механизмом и вторичными перерассеяниями. Вклад более «экзотических» процессов (виртуальное образование сильновозбужденных частиц, учет изобарных примесей в волновой функции ядра, обменных токов и т. п.) в этой области пренебрежимо мал.

В докладе С. Л. Белостоцкого (ЛИЯФ) сообщено о поляризации так называемых «кумулятивных» протонов (т. е. протонов, вылетающих с такой энергией и под такими углами, которые недоступны в нуклон-нуклонных соударениях). Изучались протоны, вылетающие из ряда ядер под углами до  $145^\circ$  в лаб. системе, при энергии первичных протонов 1 ГэВ. Поляризация оказалась близкой к нулю. Этот результат очень важен. Он позволяет отсечь некоторые весьма распространенные теоретические модели кумулятивных процессов, в частности квазиупругое рассеяние на «сильно-виртуальном» нуклоне. Иными словами, кумулятивная реакция не обязательно обусловлена наличием многочастичных конфигураций с малыми размерами, а может быть объяснена многократным рассеянием. Об этом же свидетельствуют результаты доложенных на сессии квазиклассических расчетов, выполненных М. М. Нестеровым и Н. А. Тарасовым (ЛИЯФ).

3. В области взаимодействия релятивистских ядер особое внимание привлекает в последнее время проблема «аномалонов» — вторичных фрагментов, образующихся при взаимодействии с ядрами ионов с энергией порядка нескольких ГэВ на нуклон, у которых длина свободного пробега аномально мала (сечение взаимодействия значительно больше геометрических размеров обычных ядер)\*).<sup>\*)</sup>Посвященные аномалиям

\*) См. по этому поводу краткий обзор В. А. Карманова (УФН, 1983, т. 141).

доклады А. П. Гаспаряна (ЛЯР ОИЯИ), В. А. Котельникова (ФИАН) и В. А. Карманова (ФИАН) содержали обзор экспериментальных данных, полученных на ускорителях (в основном на Бевелаке, США) и в космических лучах, а также опубликованных в литературе попыток теоретической интерпретации явления (здесь высказаны весьма разнообразные гипотезы: от сравнительно ординарной идеи о повышенном выходе нейтроно-избыточных изотопов до весьма экзотических моделей, таких, как предположение о существовании аномально «рыхлого» состояния ядерного вещества или дальнего действия, обусловленного «открыто цветным» глюонным полем). Вместе с тем, однако, общее мнение выступавших по данному вопросу сводится к заключению о недостаточной убедительности самого факта существования эффекта, наблюдавшегося пока только с помощью трековой методики (ядерные фотоэмульсии, пузырьковые камеры).

4. В ядерной физике давно известны так называемые гигантские резонансы (эпитет «гигантские» относится к насыщению правила сумм и к ширинам этих резонансов). Ранее гигантские резонансы наблюдались лишь в переходах, отвечающих (по правилам отбора) электрическим дипольным возбуждениям. В течение последних лет были открыты резонансы более высоких мультипольностей, а также высоколежащие монополярные возбуждения (радиальные колебания ядра с сохранением угловой симметрии). Большой интерес для теории ядра представляют коллективизированные спиновые и изоспиновые возбуждения, так называемые резонансы гамов-теллеровского типа.

Доклад А. А. Оглоблина (ИАЭ) содержал характеристику современного состояния экспериментальных исследований в этой области и, в частности, перечень нерешенных проблем. Были рассмотрены новые возможности изучения гамов-теллеровских гигантских резонансов с помощью пучков тяжелых ионов (реакции ( $^8\text{Li}$ ,  $^6\text{Li}^*$ ), ( $^6\text{Li}$ ,  $^6\text{He}$ ), ( $^7\text{Li}$ ,  $^7\text{Be}$ )), реализованные в ИАЭ им. И. В. Курчатова.

Доклад В. Г. Соловьева (ЛТФ ОИЯИ) был посвящен гигантским резонансам в сферических ядрах, возникающим при возбуждении глубоких дырочных одно- и двух-квазичастичных оболочечных состояний. Эти «входные» состояния коллективизируются («фрагментируются») за счет квазичастично-фоонных взаимодействий. Численные расчеты кривых возбуждения, выполненные в рамках указанной модели, удовлетворительно согласуются с имеющимися экспериментальными данными.

5. Ряд важных результатов получен в области нейтронной физики.

В докладе В. И. Морозова (НИИАР им. В. И. Ленина) сообщено о реализации длительного хранения ультрахолодных нейтронов (энергия —  $(2-3) \cdot 10^{-8}$  эВ) в сосуде с  $80^\circ\text{K}$ , алюминий с замороженным на стенке тяжелым льдом. Как показали измерения, число УХН в условиях данного эксперимента уменьшается вдвое за время  $T_{1/2} = 940 \pm 50$  с, что в пределах ошибок совпадает с соответствующим периодом  $\beta$ -распада нейтрона. Таким образом впервые получен «нейтронный газ», содержащийся в сосуде вплоть до бета-распада. Этого не удавалось добиться в течение долгого времени (идея удержания УХН в сосуде была высказана Я. Б. Зельдовичем в 1959 г., экспериментально возможность ее осуществления была продемонстрирована Ф. Л. Шапиро с сотрудниками в ЛНФ ОИЯИ в 1968 г., но время хранения было значительно меньше теоретически ожидавшегося).

Доклад А. И. Франка (ИАЭ) был посвящен новому методическому направлению — нейтронной интерферометрии. Это направление интенсивно развивается в последнее время и может оказаться весьма эффективным средством решения ряда задач ядерной физики, физики конденсированных сред и, быть может, некоторых фундаментальных проблем. В настоящее время в мире имеется несколько действующих нейтронных интерферометров. В докладе А. И. Иоффе (ЛНФ) было сообщено о проекте создания в СССР нейтронного интерферометра, в котором в качестве делителя фронта волны и совместителя интерферирующих пучков предполагается использовать дифракционные решетки с прямоугольным профилем поверхностного рельефа на стекле, на которое впоследствии напылен слой  $^{58}\text{Ni}$ .

Существенные события произошли в области исследования несохранения четности в ядерных силах. Обычно экспериментально наблюдаемые эффекты, к которым приводит здесь несохранение четности (угловая асимметрия  $\gamma$ -излучения при захвате поляризованных нейтронов ядрами, циркулярная поляризация  $\gamma$ -излучения), имели весьма малую величину, порядка  $10^{-4} - 10^{-5}$ . Замечательным обстоятельством является то, что сейчас обнаружены эффекты на уровне 10%. В докладе Л. Б. Пикельнера (ЛНФ ОИЯИ) сообщено о наблюдении большого, до 8% на ядре  $^{81}\text{Br}$ , резонансного эффекта спирального дихроизма при захвате продольно поляризованных нейтронов на мишенях  $^{81}\text{Br}$  и  $^{111}\text{Cd}$ . Новыми измерениями на более высоком уровне достоверности подтверждены аналогичные данные для ядер  $^{117}\text{Sn}$  и  $^{139}\text{La}$ , полученные в 1981 г. Явление объясняется тем, что вследствие несохранения четности к доминирующему Р-состоянию системы нейтрон-мишень имеется малая примесь S-состояния. Большая относительная вероятность захвата в примесное S-состояние приводит к усилению, позволяющему наблюдать почти десятипроцентный эффект. Обнаружение резонансного хода эффекта

является на сегодняшний день самым уверенным наблюдением несохранения четности в ядерных силах.

В докладе В. А. Назаренко (ЛИЯФ—ИЯИ) рассказано о новых данных по величине циркулярной поляризации  $\gamma$ -квантов в радиационном захвате нейтронов в водородной мишени  $n(p, \gamma)d$ . Получена верхняя граница для этой величины  $p_\gamma < 5 \cdot 10^{-7}$  (ранее той же группой был получен эффект порядка  $10^{-6}$  в пределах трех стандартных отклонений; теоретически ожидается значение около  $10^{-8}$ ). В том же докладе сообщено о большом ( $\sim 10^{-5}$ — $10^{-4}$ ) интегральном проявлении эффекта несохранения четности в реакциях  $(n, \gamma)$  на ядрах Cl, Br, Sn и La. Измерялись циркулярная поляризация  $\gamma$ -квантов и, в опытах с поляризованными нейтронами, их угловая асимметрия. Не производилось дискриминации  $\gamma$ -квантов по энергии, т. е. не выделялись  $\gamma$ -кванты, отвечающие переходу в определенное конечное состояние. Результат по угловой асимметрии не укладывается в рамки современных теоретических представлений, так как при усреднении по возможным конечным состояниям величина асимметрии должна обращаться в нуль.

*О. Д. Далькаров, В. М. Колюбасов*