

Международная школа по физике элементарных частиц

В сентябре 1969 г. в Херцег-Нови (Югославия) состоялись занятия 5-й ежегодной международной школы по физике элементарных частиц. Эта школа проводится совместными усилиями Центра ядерных исследований в Страссбурге (Франция), Физического института Белградского университета и Государственной комиссии по атомной энергии Югославии.

В этом году в школе приняло участие более 150 молодых физиков, преимущественно из западноевропейских лабораторий (Франция, Италия, ФРГ, Великобритания и др.).

Лекции в школе охватывали довольно широкий круг вопросов по физике элементарных частиц, но основное внимание было уделено двум направлениям: 1) взаимодействие частиц высоких энергий с ядрами, в особенности процессы когерентного рождения на ядрах; 2) многочастичные процессы с обменом несколькими реджионами.

Основные теоретические вопросы когерентного рассеяния частиц высоких энергий на ядрах были изложены в вводных лекциях Л. Глаубера (США). Более детальное рассмотрение теории и сравнение ее предсказаний с экспериментальными данными было проведено в цикле лекций Л. Бертокки (Италия) и Г. Беллини (Италия). Г. Лубатти (США) изложил экспериментальные данные о когерентном рождении на ядрах резонансов.

Взаимодействие π -мезонов с ядрами рассмотрели Т. Эриксон (ЦЕРН), Ч. Зупанчич (ФРГ), Джорджи (ЦЕРН), а взаимодействие K -мезонов с ядрами — В. Фреттер (США).

Аналогично, в нескольких курсах лекций были рассмотрены вопросы реджистики. Л. Жоно (Франция) прочел вводный курс лекций по теории полюсов Редже, после чего Б. Дью (Франция) рассмотрел двухчастичные реакции при высоких энергиях, а Чан (ЦЕРН) — многочастичные процессы с обменом несколькими реджионами и модель Венекано. Сравнение теории с экспериментальными данными в этой области было проведено в цикле лекций О. Чижевского (Польша).

Из остальных лекций следует отметить лекции С. Тинга (США) об экспериментах по фоторождению векторных мезонов (ρ и ω). Анализ этих данных показывает хорошее согласие с векторной доминантностью.

Проблемам CP -четности были посвящены обзоры Н. Липмана (Великобритания) и П. Петти (Франция). Ситуация в этой области физики остается до сих пор неясной. По-прежнему существует много противоречащих друг другу результатов по определению относительной вероятности распада долгоживущего K^0 -мезона на $2\pi^0$ -мезона ($| \eta_{00} |$); еще не появилось надежных измерений фазы Φ_{00} этого распада. Поэтому в ближайшем будущем на ускорителях в ЦЕРНе (Швейцария), Брукхейвене (США), Станфорде (США) и в других лабораториях готовятся эксперименты по измерению различных параметров распадов K^0 -мезонов с точностью 1–2%. Что должно проявиться картину нарушения CP -четности в слабых взаимодействиях.

В отдельной лекции Н. Липман рассказал также об экспериментальной программе Резерфордской лаборатории, а В. Кафтанов — об экспериментальной программе по физике высоких энергий в СССР.

Одним из главных впечатлений об экспериментальной части школы является качественное изменение экспериментальных работ на ускорителях, которое происходит в самые последние годы в связи с внедрением вечных машин и новых автоматических методов измерений. Если, например, несколько лет назад в лучших экспериментах со счетчиками и искровыми камерами число зарегистрированных событий какой-либо изучаемой реакции достигало десятков тысяч, то сейчас в аналогичных работах число событий превышает миллионы и еще большая статистика ожидается в опытах ближайшего будущего.

Школа была хорошо организована. Все лекции школы издаются в виде отдельных брошюр и их можно получить через Лабораторию элементарных частиц Страссбургского университета. В будущем материалы школы будут опубликованы единым изданием.

В. С. КАФТАНОВ

Симпозиум по аналитической химии

В июле 1969 г. в Университете Бирмингама (Великобритания) проходил Международный симпозиум по аналитической химии. Симпозиум собрал более шестисот участников из стран Европы, Америки и Азии, которые зачитали на пленарных и секционных заседаниях около 150 докладов. Заседания симпозиума открывались пленарными лекциями. Далее работа продолжалась на трех, действовавших параллельно секциях.

С лекциями на пленарных заседаниях выступили проф. Ф. В. Вест (США) — «Аналитические методы изучения загрязнений атмосферы», академик И. П. Алимарин (СССР) — «Аналитическая химия комплексов со смешанными лигандами», проф. В. Кемуля (Польша) — «Аналитическое применение стриппинг-процессов в вольт-амперметрии», Х. Моллиса (Австрия) — «Современное состояние электронного анализа микропроб». Объединяющей идеей этих различных по тематике докладов являлось обобщение последних теоретических и методических разработок, приводящих

к надежному контролю содержания элементов и их соединений в различных средах при малых концентрациях. Полные тексты пленарных докладов должны быть в ближайшее время изданы.

О широте тематики секционных заседаний дает исчерпывающее представление уже простое перечисление их названий: Полярография, Органические реагенты, Методы фотометрии и спектроскопии пламени, Стандарты и стандартизация, Новости инструментальной техники, Методы неорганического анализа, Процессы разделения, Активационный и радиометрический анализ, Электрохимический анализ, Ионно-селективные электроды, Газовая хроматография и летучие хелаты, Термоанализ, Анализ органических реагентов.

На Симпозиуме не было специального заседания, посвященного методам анализа и разделения радиоактивных изотопов элементов и их соединений. Но многие доклады относились непосредственно к этой тема-

тике, особенно на заседаниях секций «Процессы разделения» и «Активационный и радиометрический анализ», а другие представляли несомненный научный и методический интерес для повседневной деятельности радиохимиков. В этой связи, прежде всего, следует отметить доклад К. Теста (Италия) «Некоторые новые применения колоночной хроматографии с обращенными фазами для избирательного выделения радионуклидов из неорганических и биологических материалов». Рассмотрены новые оригинальные методики, предложенные автором для выделения, концентрирования и разделения практически всех радионуклидов элементов, образующихся при облучении урана тепловыми нейтронами. В их основе лежит хроматография на колонках, заполненных смесью различных микропористых инертных носителей (Kel-F, Algoflon и др.), пропитанных органическими экстрагентами. Методики разрабатывались, прежде всего, для решения задач радиотоксикологии. Однако они имеют и общий радиохимический интерес. В частности, это относится к разделению америция и плутония на колонке с триоктилламином, урана и тория на колонке с триоктилфосфиноксидом, иода и продуктов деления урана на бензолной колонке. Распределительной (экстракционной) хроматографии был также посвящен доклад С. Лайли и др. (Великобритания) «Экстракционно-хроматографическое разделение с моно- и бис-2-этилгексилфосфорными кислотами». Проведенные исследования позволили разработать эффективные методики отделения с помощью экстракционно-хроматографических колонок, свободных от носителей Au^{199} и F^{59} , от макроколичеств платины и кобальта, облученных нейтронами. Этот же метод был использован Е. Церраи и др. (Италия) для повышения чувствительности спектрографического определения редких земель в конструкционном материале для ядерных реакторов сплаве циркалой-2. С удовлетворительной точностью метод позволял определять 0,015 мкг редких земель в 0,5 г сплава.

На секции активационного анализа с обзорным докладом «Развитие активационного анализа в Харуэлле» выступил А. А. Смейлс. В Харуэлле наряду с реакторами для активационного анализа используются ускорители. Облучение заряженными частицами позволяет обнаруживать и определять элементы по измерениям γ -квантов ядерных реакций, вылетающих групп частиц, упругому рассеиванию частиц. При облучениях медленными и быстрыми нейтронами измеряются радиоактивные продукты и неупругое рассеяние нейтронов. Для γ -спектрометрии с высоким разрешением используются германий-литиевые детекторы, связанные с ЭВМ. Такое объединение особенно полезно при нейтроноактивационном анализе без разрушения образца. Некоторые долговременные методики были разработаны специально для анализа образцов лунных пород. Докладчику был задан дискуссионный вопрос, отражающий, видимо, точку зрения некоторых аналитиков, связанных с анализом малых примесей в чистых веществах: «Насколько целесообразно развитие дорогостоящих ядерноактивационных методов для тех объектов, которые можно проанализировать иначе, в частности методами магнитной масс-спектрометрии?» Доктор Смейлс ограничился в ответе лишь коротким замечанием, что масс-спектрометр не дешевле γ -спектрометра.

Интересное сообщение «Активационный анализ скальных пород надтепловыми нейтронами» зачитал А. О. Брунфелт (Норвегия). Облучение в реакторах заключенных в кадмиевые капсулы горных пород значительно улучшает чувствительность и точность определения Rb, Cs, Sm, Yb, Tb, Th, Ta, Sb, Ba,

Sr, U и Hf. Уран, например, легко определялся при содержании 10⁻⁴%. Надтепловые нейтроны ранее в активационном анализе не использовались. С докладом об использовании эффекта Сциларда — Чалмерса в нейтроноактивационном анализе редких земель выступил В. А. Халкин (ОИЯИ). Исследования, проведенные в ОИЯИ и ГДР, показали, что сухие полиаминополикарбонильные комплексы лантанидов могут использоваться в качестве мишеней при облучениях тепловыми нейтронами. Это позволяет быстро и просто отделить продукты (n, γ -реакций) от материала основы при нейтроноактивационном анализе некоторых особо чистых препаратов лантанидов на редкоземельные примеси. С очень большим вниманием был заслушан доклад академика М. Т. Козловского (СССР) «Экстракция жидкими амальгамами, как аналитический метод». Эта экстракция очень полезна для концентрирования и разделения металлов не только в аналитической химии, но и в радиохимии. Работы М. Т. Козловского и его сотрудников хорошо известны в Советском Союзе и, очевидно, мало за рубежом. По докладу прошла оживленная дискуссия и было задано много вопросов. Новая техника разделения неорганических соединений, близких по свойствам, в том числе стерических изомеров, была изложена в докладах Е. Блазиуса и В. Пристца (ФРГ). Использован противоточный ионофорез в замкнутой ацетатом целлюлозы пластиковой прозрачной трубке диаметром 1—2 мм. При разделении окрашенных соединений они дают четкие полосы. Из отрезков можно вымыть чистые соединения. В принципе такая методика может быть полезной и в прикладной радиохимии. Весьма интересной была и методика термомикроделения и нанесения, приведенная в докладе Стаала (ФРГ). Летучие соединения с температурой кипения до 350°С отделялись от нелетучих в течение 1 ± 0,5 мин и конденсировались на тонкослойных хроматографических пластинках, давая четкие стартовые пятна и полосы. Методика пригодна как для аналитических, так и для препаративных целей. С большим обзором об использовании метода кольцевой печи выступил его создатель Х. Вейц (ФРГ). В научной периодике ежегодно публикуется около двух десятков статей о применении метода в токсикологии, анализе и радиохимии. Последнее применение наиболее подробно было рассмотрено Вейцом. Хорошие результаты радиохимического анализа были получены для всего спектра осколков деления урана. Необходимо отметить, что советскими аналитиками и радиохимиками методика кольцевой печи практически не используется.

К рассматриваемой в настоящем сообщении тематике в той или иной мере имели отношение многие доклады. Например, Х. Ирвинг (Великобритания) «Исследования с жидкими анионообменниками», Е. П. Рааен (США) «Тефлоновые слои в тонкослойной хроматографии», Я. Мураками (Япония) «Разделение свободных от носителей радиоактивных изотопов методом тонкослойной хроматографии», Л. Фрей (Канада) «Сравнение методов кольцевой печи и циркулярной хроматографии для определения следов металлов», Р. Филби и др. (США) «Определение следов элементов в водах нейтроноактивационным анализом и Ge(Li)-спектрометрией», В. Криван (ФРГ) «Новая радиометрическая методика на фильтровальной бумаге на уровне микро- и субмикроколичеств» и другие.

Одно из заседаний симпозиума было посвящено методам, основанным на газовой хроматографии и масс-спектрометрии оксидатов, фторированных и нефторированных β -дикетонов и других летучих соединений

металлов, достаточно устойчивых термически для разделения с помощью газовых хроматографов и образующих молекулярные ионы в ионных источниках масс-спектрометров. Р. Е. Сиверс (ФРГ), Т. А. Гох, Дж. Р. Мэйджа, П. К. Юден (Великобритания) показали, что эти методы пригодны для определения содержания элементов на пикограммовом уровне. Эти методы кажутся перспективными и в радиохимии.

Изложенный обзор материалов симпозиума охватывает, естественно, лишь небольшую часть докладов. Оргкомитетом были выпущены тезисы. Полные тексты докладов, к сожалению, опубликованы не будут. Предполагается, что авторы опубликуют свои сообщения в журналах.

Приведенный выше перечень тематик секций показывает, насколько была насыщена научная программа

симпозиума. Чтобы дать возможность участникам прослушать необходимые доклады на заседаниях любой из секций, как докладчики, так и председательствующие очень точно придерживались составленного заранее расписания Симпозиума. Кроме английского официальных языками Симпозиума были немецкий, французский и русский. При докладах на этих языках синхронно показывался на большом экране текст английского перевода. Перевод был организован очень четко, так же как и работа Симпозиума в целом. Последнее позволило участникам очень рационально использовать свое время пребывания на этом крупном международном Совещании.

В. А. ХАЛКИН

Производство изотопов в странах — членах СЭВ

В сентябре 1969 г. в Берлине состоялось совещание специалистов стран — членов СЭВ по вопросам тенденций развития производства изотопов и меченых соединений. В работе совещания приняли участие специалисты НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СССР, ЧССР и Секретариата Совета СЭВ.

Совещание разработало обобщенную оценку тенденций развития производства изотопов в странах — членах СЭВ. Было отмечено, что применение изотопов и ядерных излучений в странах — членах СЭВ стало одним из средств общего технического прогресса, а созданная в этих странах производственная база в основном позволяет удовлетворять растущие потребности в изотопной продукции.

На совещании были представлены результаты исследований по тенденциям развития производства изотопов, меченых соединений и источников излучений в отдельных странах.

В ВНР годовой прирост объема производства изотопов в 1966—1968 гг. составил 10—20%. В 1970—1975 гг. ожидается ежегодное увеличение объема производства изотопной продукции на 10—15%. Предполагается расширить номенклатуру гормональных препаратов, пептидов и белков, углеводов, препаратов для изучения метаболизма и функций нуклеиновых кислот и их производных и для решения проблем синтеза белков. При этом предполагается осваивать производство 20—25 новых препаратов в год, в основном меченных тритием и углеродом-14. ВНР в ближайшие годы предполагает импортировать циклотронные изотопы, мощные источники γ -излучения, нейтронные источники излучения, основные продукты деления, основные соединения и изделия со стабильными изотопами.

В ГДР разработана и освоена технология производства многих радиоизотопов, стабильных изотопов и меченых соединений, закрытых источников низионизирующих излучений малой активности. Технологические мощности по выпуску многих изотопов, например с коротким периодом полураспада, продуктов деления, некоторых медицинских препаратов, генераторов, соединений, меченных углеродом-14 и иодом-125 или иодом-131, основных соединений и изделий со стабильными изотопами и некоторых других позволяют удовлетворить не только собственные потребности ГДР, но и экспортировать изотопы в другие страны. Для длительного облучения и получения изотопов углерод-14, кобальт-60, иридий-132 предполагается исполь-

зовать реактор первой атомной электростанции в Рейнберге. В настоящее время проводятся соответствующие исследования и испытания, а также изучаются вопросы самостоятельности производства этих изотопов на реакторе этой АЭС. В ГДР по-прежнему будет уделять внимание производству источников ионизирующих излучений для удовлетворения нужд национальной программы ядерного приборостроения и использования их для медицинских целей.

В ПНР потребность в изотопной продукции на 70% удовлетворяется за счет собственного производства. Мощные источники γ -излучения, нейтронные источники, стабильные изотопы, светосоставы и др., на которые приходится остальные 30%, импортируются, и в будущем собственное производство их не предполагается. Производство подразделяется на три главные группы: а) препараты медицинского назначения (30%); б) открытые источники излучения и технического назначения (20%); в) закрытые источники всех видов (50%).

Ожидается, что рост потребности до 1975 г. будет соответствовать росту производства и составит до 10% в год. Таким образом, производство и применение изотопов к 1975 г. увеличится вдвое по сравнению с 1968 г.

В СССР в настоящее время выпускается около 1000 наименований меченых соединений и более 1400 типов закрытых источников на основе 135 радиоактивных изотопов. В последние годы особое внимание уделялось выпуску больших количеств стронция-90, цезия-137, протетия-147 и плутония-238 высокого качества в форме, пригодной для использования. Проводились работы по обеспечению выпуска америция-241, юрия-244 и калифорния-252 для создания нейтронных источников большой мощности.

В ближайшие 5—10 лет ожидается значительное увеличение потребности в источниках α -, β -, γ -излучений для мощных радиационных установок, дефектоскопии, приборов технологического контроля. Эту возрастающую потребность предполагается удовлетворять за счет собственных производственных возможностей. В последнее время освоен выпуск источников тормозного излучения на основе протетия-147, криптона-85, таллия-204 и стронция-90; мягкого γ - и рентгеновского излучений на основе железа-55, америция-241, кадмия-109 и других изотопов; источников для исследования эффекта Мессбауэра на основе кобальта-57, олова-119 и других изотопов. Для меди-