

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКСОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ**МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ПО ЭЛЕМЕНТАРНЫМ ЧАСТИЦАМ
В ИТАЛИИ *)****§ 1. ЛАБОРАТОРИИ БОЛОНЬИ И ПИЗЫ**

Очередной конгресс Итальянского физического общества в Падуе—Венеции 23—28 сентября 1957 г. был посвящен элементарным частицам. Одновременно проходила 43-я национальная конференция, где рассматривались вопросы ускорителей, космических лучей, твердого тела и т. д.

Особая важность рассматриваемых вопросов собрала весьма большое число участников — около 600 ученых. После итальянцев большое место занимала американская делегация, в состав которой входили Сегре, Стейнбергер, супруги Гольдхабер, Ли. Далее шла французская делегация (Лепренс-Ренге, Мишель и др.), английская делегация во главе с Блэккетом и Пауэллом. Западная Германия была представлена Гейзенбергом, Швейцария — Паули. Ряд крупных ученых прибыл из Голландии, Венгрии, Польши и других стран. Из Советского Союза приехало 10 человек: среди них глава делегации А. А. Воробьев (Томский политехнический институт), А. И. Алиханов, А. М. Балдин, С. Я. Никитин, И. И. Гуревич и автор данной статьи. Из Объединенного института ядерных исследований (Дубна) прибыли Даниш (Варшава), Улегла (Прага), Ху Нинг (Пекин). Много молодых ученых прибыло из Женевского Западно-Европейского ядерного центра (CERN — Centre Européen des Recherches Nucléaires).

Руководители конгресса проявили большую предупредительность и еще до приезда сделали в программе указание о вероятной постановке советских докладов. Мне пришлось председательствовать на одном из заседаний в Венеции.

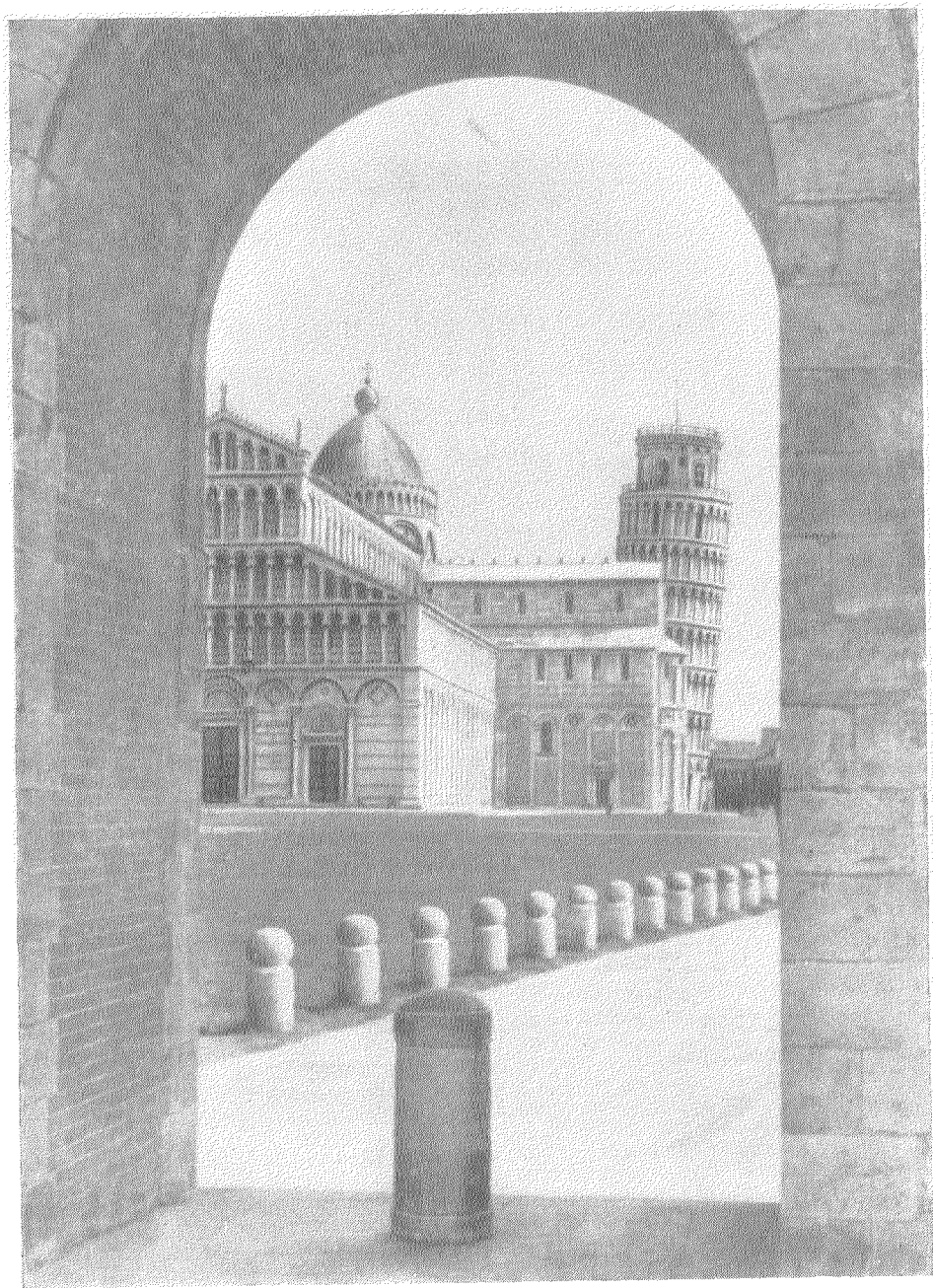
Первые дни конференции проходили в здании университета в Падуе. Во время приема, устроенного ректором, мы подробно осмотрели старинные залы, сохраняющие знамена и значки корпораций чуть ли не со времени основания этого старейшего университета в 1222 г. Кроме подлинных приборов Галилея, состоявшего здесь профессором в 1592—1610 гг., особый интерес вызывает его сохранившаяся деревянная кафедра. Внимание посетителей привлекает ряд черепов, принадлежавших, как нам сообщили, медикам — профессорам университета, по-видимому, завешавшим оные своей *alma mater*.

Падуя — живой город (около 170 000 жителей), со многими парками, прекрасными книжными магазинами, знаменитой в истории искусства капеллой Скровеньи с фресками Джотто (1303—1305 гг.), базиликой Антония и многими другими соборами и музеями. Церковь Эремитани с фресками местами сильно пострадала от бомбежки в 1944 г. В Ботаническом саду, основанном в 1545 г., работал Гёте. В центре города бросается в глаза кафе Педрокки, упоминаемое Стендалем, популярное среди студентов еще со времени восстания 1848 г.

Вторая половина конгресса происходила в Венеции, соединенной с Падуей автострадой около 50 км длиной. Заседания проходили на острове Сан-Джорджо Маджоре в стенах института Чини. Этот небольшой остров, расположенный в венецианской лагуне, напротив Дворца дожей, заселялся с древних времен; здесь был основан монастырь еще в 982 г. Обращает на себя внимание фасад церкви, сооруженной Палладио. Помещения монастыря, пришедшие в запустение после падения республики во время Бонапарта, были окончательно реставрированы только в 1951 г. С тех пор здесь в прекрасных залах собираются различные конгрессы. Немедленно после завершения наших занятий здесь открылись заседания международной конференции, посвященной Гольдону.

*) Сведения об организации итальянской физики можно найти в нашей статье, УФН, август 1957 г.

Полная тишина, возможность прогулок в прекрасных двориках и парках, своеобразная обстановка в залах, украшенных картинами старинных мастеров, создавали идеальные условия для занятий.



Падающая башня и собор (Пиза).

После окончания заседаний и небольшого банкета состоялась пароводная прогулка на маленькие островки, далеко вынесенные в море, с посещением стариннейшего храма в Торчелло.

Отметим совсем коротко основные проблемы, стоявшие на конгрессе. В центре внимания находились вопросы несохранения четности при слабых взаимодействиях. Как резюмировал в своем докладе Ли, все данные по β -распаду, распаду π^- , μ^- , K -мезонов говорят в пользу несохранения пространственной четности и зарядовой четности в этих процессах. Интерпретация явлений достигается с помощью двухкомпонентной теории чейтрино и закона сохранения лептонного заряда. В то же время к началу итальянского конгресса не удалось еще выяснить тип связи пары нуклонов с электронно-нейтринным полем. Заметим, что в этом направлении удалось несколько продвинуться вперед в самое последнее время путем новых опытов и двухкомпонентной теории электрона Фейнмана в направлении связи только векторного и псевдовекторного типов. Существенно новое открытие, доложенное на конгрессе Глэзером и Стейнбергером, было связано с обнаружением несохранения четности при распаде Λ_0 -гиперонов, идущем без всякого участия нейтрино. Таким образом, несохранение четности связано со слабыми взаимодействиями вообще.

Много экспериментальных данных было доложено по антипротонам (Сегре, Чемберлен), взаимодействию K -мезонов с ядрами (Гольдхабер и др.) и свойствам странных частиц.

Другим, на наш взгляд центральным, моментом конгресса явился доклад Гейзенберга о единой нелинейной теории материи. Речь идет о смелой попытке построить модель всех частиц, исходя из нелинейного обобщения спинорного дираковского уравнения, описывающего то, что можно назвать «мировым спинором». Видоизменяя правила перестановки, Гейзенбергу удалось путем приближенного решения получить массу основной частицы нуклона и в качестве возбужденных состояний массы ряда бозонов. Хотя еще нельзя говорить о точном согласии с экспериментом, но уже имеется подобие эмпирического спектра масс частиц и получено приближенное значение заряда.

В самое последнее время Гейзенбергу, как видно из его январского письма, удалось вместе с Паули существенно продвинуться вперед в единой нелинейной теории материи, дав трактовку изотопического спина и включив в схему также гипероны и другие частицы.

После завершения конгресса члены советской делегации, согласно намеченному плану, разбились на отдельные группы для осмотра научных центров Италии. Лично я посетил новые для меня Болонский и Пизанский университеты, где как раз в 1957 г. были организованы две секции Итальянского национального ядерного института. Наряду с Ядерным институтом и Ядерным комитетом в Италии ныне организован Национальный комитет по техническим применениям ядерной энергии. Болонский институт, носящий имя работавшего здесь известного физика XIX века Аугусто Риги, производит хорошее впечатление.

Проф. Веронези, проф. Кварени и их сотрудники ведут в Болонье работы по элементарным частицам. Директор Болонского физического института проф. Пуппи читает курс высшей физики для студентов третьего года обучения (современная экспериментальная физика и др.). Он работает вместе с Стейнбергером в области Σ -частиц. Вызвали интерес его работы по рассеянию π -мезонов в связи с дисперсионными соотношениями. Проф. Ферретти, сделавший на конгрессе доклады о сохранении числа барионов, ныне руководит теоретической группой CERN в Женеве. Д-р Басси из Падуды занят в Болонье работой по постройке водородной пузырьковой камеры. В Падуде действует пропановая камера, в Турине — Генус-камеры со смесью этана в пропане, метана в пропане, этилена в пропане. При этом Джилли, Аргон, Пикасо, Томазини, Генелла используют сильно пересыщенный раствор газа в жидкости и реализуют новый способ визуализации траекторий и ионизирующих частиц. Обе камеры (из Падуды и Болоньи) будут направлены в Женеву.

В Болонье высоко стоит уровень исследований с помощью фотоэмульсий; анализ производится с помощью эффективного проектора. Работы по взаимодействию K^+ -мезонов и нуклонов ведутся в кооперации с лабораториями в Беркли, Брукхэвене, Чикаго. Относительно потенциала K^+ -нуклона здесь также имеется убеждение в его отталкивательном характере, в согласии с мнением, господствовавшим на конгрессе; с другой стороны, знак потенциала K^- -нуклона болонцы считают еще неясным.

Галли и Марони принимают участие в исследовании космических лучей по программе Международного геофизического года. В институте работает небольшой ускоритель типа Кокрофта—Уолтона и электронный микроскоп, используемый для целей биологии. Число студентов-физиков первого года достигает примерно 30. Кончает университет 5—10 человек в год. В Физическом институте, построенном еще в 1814 г. при Иохиме Наполеоне, ныне работает около 40 научных работников и около 40 техников и вспомогательного персонала. Во главе Совета института (Пуппи, Кварени, Пелли, Мингацци, Веронези) стоит д-р Петраллиа.

Профессор Веронези, известный общественный деятель, является членом городского муниципалитета Болоньи, в котором большинство принадлежит прогрессивным элементам. Муниципалитет, сверх обычных дотаций, отпускаемых городами

для своих университетов, ассигнует ежегодно для развития физической науки 50 миллионов лир.

Прогрессивные традиции города Болонья общеизвестны; каждому приезжему бросается в глаза большая траурная доска почета в центре города, посвященная погибшим в борьбе с фашистами. В Болонье находится также техническая часть редакции итальянского журнала «Nuovo Cimento». В 1957 г. в Италии стал выходить в свет новый журнал, предназначенный главным образом для преподавателей школы: «Giornale di Fisica».

Болонья (более 300 тыс. жителей) — большой, весьма оживленный город, одной из достопримечательностей которого, наряду с падающей башней, не столь парадной, как в Пизе, но выгодно оттеняемой другой, рядом стоящей, и средневековыми дворцами на центральной площади, являются аркады, тянущиеся квартал за кварталом. Болонья является торговым городом, несколько более подтянутым по сравнению с Флоренцией, своей исторической соперницей в средние века, хотя, конечно, и уступает последней в наличии таких шедевров искусства, как скульптуры Микельанджело и сокровища картинной галереи Уффици.

Пиза — город, где в 1564 г. родился Галилей, является сравнительно небольшим (84 тыс.) и имеет несколько провинциальный оттенок. Он относительно сильно пострадал во время второй мировой войны. Впрочем, на месте разрушенных кварталов вблизи вокзала уже выросли здания отелей. Здесь же поставлен памятник жертвам войны и бомбардировок.

В Пизанском соборе физики прежде всего отыскивают люстру работы Столто Лоренци ди Сеттиньяно (1587 г.), качания которой наблюдал Галилей. На той же «Площади чудес» (Piazza dei Miracoli) знаменитая падающая башня, также связанная с опытами Галилея.

С Пизой связана деятельность Галилея, Пачинотти, Бьянки, Матеуччи, позднее Ферми, Понтекорво. Наряду со старинным университетом здесь со времен Наполеона существует Высшая нормальная школа, созданная в свое время по образцу французской. Это учебное заведение, во многом связанное с университетом, дает основательное дополнительное образование небольшому кругу наиболее способных молодых людей. Успех школы очевиден. Достаточно, привести в качестве примера ее воспитанника Энрико Ферми.

В Пизанском физическом институте, работающем под руководством профессора Конверси, имеется около 90 человек научных и технических сотрудников, не считая студентов-дипломников. В группе Конверси и Радикатти имеется 4 ассистента и около 20 студентов. В группе Годзини (микроволновая спектроскопия) работает 5 человек, в ней исследуется эффект Фарадея в парамагнетиках, производятся прецизионные измерения диэлектрической проницаемости, изучается плазма, а также проблемы ионосферного типа.

Конверси занят измерением энергетического выхода и времен жизни странных частиц, а также поисками, вместе с другими девятью лабораториями Европы и Америки, частицы с массой около 550 m , существование которой подозревается А. И. Алиханяном, о чем он докладывал на конгрессе. Специальное внимание обращается на анализ различных редких событий, зарегистрированных в пузырьковой камере. Пизанская ядерная секция работает в кооперации с Болонским и Колумбийским университетами и Мичиганской группой. Работы над пропановой пузырьковой камерой ведутся Конверси и Мартелли. Профессора Конверси и Радикатти побывали в Советском Союзе; Конверси участвовал в конференции по высоким энергиям 1956 г., Радикатти — в московской ядерной конференции в ноябре 1957 г. В Пизе конструируется быстродействующая электронная счетная машина (с применением кристаллов германия). Проектированием заняты два теоретика, один экспериментатор, один математик, четыре инженера, около десяти техников. От посещения Болоньи и Пизы у нас осталось впечатление явного подъема научно-исследовательской работы.

К вечеру 3 октября все члены советской делегации съехались в Рим, где был назначен с утра следующего дня осмотр Национальной ускорительной лаборатории во Фракатти.

Строительство здания уже закончено, при нас шел монтаж электромагнита, два сектора были уже готовы. К новому году, по сообщению Сальвини, предполагали собрать все четыре сектора. Лаборатория производит очень хорошее впечатление тщательностью работы и остроумным решением многих физических и технических проблем.

Представляет интерес радиочастотное устройство и приспособление типа небольшой электрической командной машины, направляющей вспомогательный импульс в нужный момент. Проф. Сальвини надеется уже в конце нынешнего года иметь пучок электронов в 10^9 эв.

Здесь же развернута работа криогенной лаборатории. Резюмируя, можно сказать, что наше вторичное посещение Италии подтвердило высокое мнение о ее физических институтах и превосходной во многих отношениях организации ее сравнительно небольшой, но первоклассной науки.

§ 2. ЛАБОРАТОРИИ ПАРИЖА

Перейдем к краткому рассказу о наших впечатлениях от французской физики. Из Италии мы в 1957 г., как и год назад, возвращались через Париж. Несмотря на краткость пребывания, нам удалось осмотреть ряд институтов и посетить главный французский ядерный центр в Сакле, километрах в 25 к юго-западу от Парижа. Здесь находятся основные реакторные и ускорительные установки. Городок, расположенный на открытой местности, производит благоприятное впечатление простой архитектурой зданий, свободно расположенных на участке около 130 га.

Лаборатории Сакле являются наиболее важными из ядерных центров Комиссариата атомной энергии (КАЭ), первый из которых был организован в 1946 г. близ Парижа в Фонтэнэ-о-Роз, последний — в Гренобле в 1956 г.

Набросаем схему организации французской ядерной физики, объединяемой указанным Комиссариатом. Во главе его стоит Комитет атомной энергии, созданный еще в 1945 г. Его председателем является номинально глава правительства или специально уполномоченный министр (до последнего времени эти функции исполнял Пьер Гийома). Наряду с ним основную роль играет Верховный комиссар атомной энергии. Первым Верховным комиссаром, закладывавшим основы французской технической ядерной физики послевоенных лет, был Фредерик Жолио-Кюри. Ныне этот пост занимает Франсис Пэррэн (сын Жана Пэррэна). В Комитет ядерной энергии входит ряд ученых (Леппенс-Ренге, Рокар и др.) и представители правительства. Кроме того, в состав КАЭ включен ряд комитетов и советов: 1) Научный совет во главе с Морисом де Бройлем, в его состав входят Луи де-Бройль, Тибо и другие крупнейшие ученые; 2) Комитет по рудным ископаемым; 3) Комитет индустриального оборудования; 4) Консультативная комиссия по получению электричества ядерным путем; 5) Экономическая консультативная комиссия.

Число сотрудников в Сакле выросло с 70 (1951 г.) примерно до 2500 человек в конце 1957 г. Общее число сотрудников Комиссариата на 1955 г., как нам любезно сообщили, равнялось 5421 человеку. Бюджет КАЭ возрос с 500 миллионов франков в 1946 г. до 37 200 миллионов франков.

Задачей Сакле не является непосредственная реализация ядерной индустрии, но лишь различные исследования и техническая подготовительная работа. Во Франции поставлена задача сооружения мощных атомных электростанций; они должны играть существенную роль в экономике страны, потребление электричества в которой удваивается каждые 10 лет. В 1952 г. был принят закон о пятилетнем плане развития атомной энергии. Искусственные радиоэлементы изготавливаются с мая 1949 г.; в 1957 г. было намечено перейти к использованию реакторов в индустриальном масштабе на базе плутония, хотя не предполагается отказываться от U-235. Имелся в виду запуск более 6 реакторов в период 1948—1957 гг. Существенную роль при выполнении программы сыграло обнаружение урановых и ториевых руд как в самой метрополии, так и в заморских провинциях (открытие смоляной обманки в 1948 г. и открытие на Мадагаскаре в 1954 г. богатых залежей U и Th). В Западной Европе Франция оказалась главным поставщиком урана.

Посетителям Сакле прежде всего демонстрируют в большом зале различные французские радиоактивные минералы. Первичная концентрация производится на местах (Лаггно в центре страны, Бессион, Баньон; намечены заводы в Вандее и Лимузине). Завод в Буше, вблизи Парижа, занят дальнейшей очисткой и изготовлением металлического урана, снабжая французские реакторы. Здесь строится также ториевый завод. Первый французский реактор (EL1 «30Э») (на тяжелой воде) был запущен Жолио в Шатильоне (Фонтенэ), пригороде Парижа, 15 декабря 1948 г.; мощность этого небольшого экспериментального реактора сейчас равняется 150 кет. Большой плутониевый завод находится в Маркуле, на юге страны, в долине Роны, близ старинного Авиньона. Создание второго после Сакле центра на юге страны было начато в конце 1955 г. Он будет связан с Сакле и университетом Гренобля. В Гренобле находятся ныне также центральные французские магнитные лаборатории (проф. Неель), а в Лез-Уш, близ Гренобля, организуются летние теоретические школы.

Ядерные установки в Маркуле располагают тремя большими реакторами (с графитовыми модераторами) (G1, G2, G3); в них предполагается получать плутоний в индустриальных масштабах (около 100 кг в год). G1 была запущена 7 января 1956 г. Ожидалось завершение атомной электростанции на базе этих трех реакторов с мощностью около 60 000 кет. Другая установка той же мощности будет сооружена в 1959 г. в долине Луары. Согласно намеченному плану в дальнейшем мощность ядерных французских установок должна по крайней мере удваиваться примерно каждые 3—4 года.

Обратимся к лабораториям Сакле. Основной сектор занят разработкой и сооружением реакторов различного типа. Первый реактор в Сакле EL2 (металлический уран, тяжелая вода) был запущен в 1952 г. и работает регулярно на мощности 2800 кет. Другой реактор EL3 (1957 г.) характеризуется интенсивным потоком нейтронов: 10^{14} частиц в сек/см², что в 10 раз превышает поток в EL2; модератором по-прежнему

является тяжелая вода. Упомянем еще исследовательские реакторы «Аквилон» и «Прозерпина» (гомогенный реактор). Для ориентации приведем любопытные цифры: 1 г тяжелой воды стоит 70 франков, 1 г урана — около 25 франков, 1 г графита (ядерной чистоты) — 0,7 франка. Стоимость реактора — около 1 миллиарда франков, т. е. по курсу Госбанка около 10 миллионов рублей. Укажем, что в Сакле было впервые применено охлаждение реактора путем пропуска сжатого газа.

В Сакле имеется прекрасная библиотека, выпускающая регулярные информационные бюллетени и обладающая полным комплектом ядерной литературы, в том числе советской; библиотека обслуживается четырьмя специальными переводчиками с русского языка. Не останавливаясь на многочисленных физических и химических лабораториях Сакле, отметим его ускорители. Здесь имеется электростатическая машина типа Ван-де-Граафа, которая придает протонам энергию 5,5 Мэв с интенсивностью тока 10—100 микроампер; второй Ван-де-Грааф на 2 Мэв; циклотрон с энергией частиц 25 Мэв; линейный ускоритель электронов на 28 Мэв (ток 85 миллиампер; длина около 6 м, диаметр трубки 50 см). «Ветераном» Сакле является кавитрон — небольшой ускоритель протонов, на энергию 500 кэв, но с интенсивным током, порядка одного миллиампера. Центральным прибором в ближайшем будущем явится протонный синхротрон (синхрофазотрон) «Сатурн» типа американского космотрона на 2,5—3 Мэв. Четыре собранные секции электромагнита производят сильное впечатление, как и в других аналогичных машинах (диаметр около 24 м).

В июне 1956 г. правительственным постановлением был образован Национальный институт ядерной науки и техники, который должен обеспечить подготовку кадров высшей специализации в тесной связи с университетами, высшими техническими школами и Комиссариатом атомной энергии. При директоре института образован совет, включающий Верховного комиссара атомной энергии в качестве своего вице-председателя и около 30 членов — представителей различных научных организаций. На 1957—1958 гг. намечены курсы:

А) Атомная инженерия. 1) Курс атомной инженерии — годичный и четырехмесячный; на первом имеется около 40 человек, на втором (для вольнослушателей) 50—60 человек; курс предназначен главным образом для повышения квалификации инженеров, работающих в промышленности; 2) курс радиобиологии; 3) специальный курс в области металлургии и физики ускорителей; 4) курс теоретической физики; 5) курс меченых атомов (два потока по 6 недель). Организуются также отдельные специальные курсы; например, в 1956—1957 гг. по предложению Международной организации здравоохранения были организованы курсы для медиков.

В) Основной курс. Допускаются иностранцы по рекомендации официальных органов соответственных стран. Плата за курс 250 000 фр. (125 000 фр. для вольнослушателей). В 1956—1957 гг. по циклу теоретической физики читались курсы: квантовая механика, ядерные модели, физика твердого тела, магнитный резонанс, ядерные реакции; велись занятия по циклу ускорителей.

Во Франции, как и в других странах капиталистической экономики, ядерная энергия интересует частную промышленность, и здесь образован ряд концернов, объединяющих фирмы, желающие участвовать в применении атомной энергии. В 1956 г. образован «Индатом». Под шефством КАЭ создана «Техническая ассоциация для производства и применения атомной энергии». В январе 1956 г. образовано объединение «Франс-Атом». Напомним, что Франция, наряду с другими западными странами (Бельгия, Дания, Соединенное королевство, Голландия, Италия, Норвегия, Швеция, Швейцария, Португалия, ФРГ), входит в «Европейское общество атомной энергии».

Старые ядерные центры с их лабораториями знаменитого «Радиового института» Кюри и Коллаж де Франс, ныне успешно работающие под руководством Ф. Жолио-Кюри (радиохимическая лаборатория Н. М. Гайсинского, исследование бета-распада и др.), также значительно расширяются. В Орсе, в десяти километрах от Сакле, развернулось строительство новых ядерных лабораторий Парижского университета, центральными установками которых являются циклотрон на 150 Мэв и линейный ускоритель электронов на 200 Мэв. Если добавить сюда Лабораторию космических лучей Лепренс-Ренге в Политехнической школе, ряд провинциальных лабораторий и теоретических кафедр во главе с Институтом теоретической физики имени Апри Пуанкаре, то получится довольно внушительная картина французской ядерной физики. В ней заметен технический уклон; на техническую ядерную физику брошены большие силы и достигнуты заметные успехи. В Италии, напротив, ядерная техническая физика только разворачивается (первый реактор в Варезе, к северу от Милана, еще не достроен), но основные кадры работают в области принципиальных вопросов элементарных частиц и других.

Если говорить о личных встречах во Франции, то на первое место следует поставить беседы с Л. де Бройлем и Ф. Жолио-Кюри. Л. де Бройль, профессор университета и директор Института теоретической физики имени Апри Пуанкаре, состоит непременным секретарем Академии наук и членом Французской академии. Напомним, что Академия (точных) наук (Académie des Sciences) входит вместе с почетной Французской академией, академиями этики и других гуманитарных дисциплин в состав Института.

Нам посчастливилось осенью 1956 г. присутствовать на одном из заседаний Академии наук. В зале обращают внимание рядом бюсты Лавуазье и Наполеона. Согласно традициям Академии, президент приветствует иностранных ученых, присутствующих на заседании.

Небольшой строгий кабинет Л. де Бройля украшен прекрасным бюстом Френеля. В архиве Академии наук знакомимся с подлинными автографами и личными делами Пуанкаре, Френеля, Ампера, Лапласа и других.

Институт имени Анри Пуанкаре, расположенный в одной усадьбе с Радиевым институтом, является своеобразным научным учреждением по теоретической физике и математике типа научно-исследовательского института наших университетов. Здесь ведется научная работа и читаются регулярно спецкурсы на весьма высоком уровне. Л. де Бройлем, рядом профессоров, в том числе иностранных. В 1957 г. циклы лекций читали Швингер (элементарные частицы), Янг (закон симметрии); Шифф читал годовой курс в Сорбонне.

Несколько слов о других парижских впечатлениях. Академия расположена на левом берегу Сены, так же как и прославленный «Латинский» университетский квартал. Уже вблизи набережной, на бульваре Сан-Мшель, бросается в глаза обилие студенческой молодежи, много африканцев. На небольшой площади здание университета — Сорбонны, перед ним памятник Огюсту Контю; с тыловой стороны через улицу расположен Коллеж де Франс — своеобразное научное и учебное учреждение, по типу больше всего аналогичное нашим прежним «вольным» университетам (университет им. Шанявского в Москве, университет им. Лесгафта в Ленинграде). В свое время Коллеж де Франс был основан в противовес ставшей схоластически реакционной Сорбонне, он привлекал в течение веков многих ученых Франции и иностранцев, читавших здесь обзорные курсы. Здесь преподавал Мицкевич и много лет читал курсы Поль Ланжевен. Влияние Ланжевена, выдающегося теоретика конца XIX века и прогрессивного общественного деятеля, остро откликавшегося на все новейшие события науки, было огромно. Внутренние дворики Коллеж де Франс украшают памятники ученым, на стенах выбиты фамилии профессоров. Обращает внимание траурная доска почета с именами профессоров, погибших во время фашистской оккупации. На ней отмечено имя зятя Ланжевена, известного теоретика Жака Соломона, расстрелянного в Париже. Заметим, что памятные дощечки и надписи, отмечающие места гибели борцов сопротивления, сброс парашютистов дивизии Леклерка и другие события второй мировой войны, а также прошлых времен, можно найти на многих улицах Парижа. Обращает внимание обилие улиц и памятников, посвященных Гюго, Жюльесу, Наполеону и его маршалам.

Вблизи от Радиевого института находится Пантеон. Вдоль стен фрески из жизни покровительницы Парижа Женевиэвы, бюсты Вольтера, Руссо, памятники генералам Французской революции и общественным деятелям эпохи Реставрации. В подвале идем по коридорам вдоль ниш и камер, где покоятся великие люди Франции. Здесь находятся гробницы Ланжевена и Жака Перрена. Вспоминается античное здание римского Пантеона, собор Санта Кроче во Флоренции, где находится гробница Галилея, и некрополь Кампо Санто в Пизе, хранящий память Бьянки и Пачинотти.

§ 3. НЕСОХРАНЕНИЕ ЧЕТНОСТИ

Перейдем к изложению работ конгресса по наиболее важным вопросам. Центральной проблемой, обсуждавшейся на конгрессе, было несохранение четности при слабых взаимодействиях. Основной доклад был сделан Ли. Вихрь, пронесшийся над физикой β -распада, распада μ -, π -, K -мезонов в конце 1956—1957 гг. после работ Ли и Янга, захватил также область гиперонов.

Напомним ситуацию в начале 1956 г. Изучение K -мезонов показало, что массы частиц этой группы, распадающихся различным образом (на 2π , 3π и др.) и обозначавшихся ранее через τ , θ , χ , κ и т. д., оказались совпадающими в пределах точности опыта и равными примерно $966 m$, так что следует говорить о единой K -частице.

С другой стороны, процессы распада указывали на различие между K -частицами:

$$K_{\pi 3} \equiv \tau \rightarrow 3\pi,$$

$$K_{\pi 2}^+ \equiv 0 \rightarrow 2\pi.$$

Определяя четность τ и θ и имея в виду, что внутренняя четность π -мезона равна (-1) , получаем, что одна и та же частица имеет оба значения четности, что абсурдно.

Последние неудачные попытки спасти положение, оставаясь на старых позициях, были связаны либо с надеждой отыскать разность масс τ и θ (Ли, О'Рир), либо с гипотезой существования дублетов по четности у частиц с нечетным



значением странности (Ли и Янг). Первая надежда опровергалась все более точными измерениями. Вторая же гипотеза приводила к ряду следствий, которые были опровергнуты экспериментом, как было подчеркнуто Стейнбергером на конгрессе. Наконец, оставалось допустить вместе с Ли и Янгом, что четность при распаде K -мезонов не сохраняется. Заслугой китайских физиков явилось то, что они



Профессор Т. Д. Ли в Венеции в 1957 г.

обратили внимание на самый существенный пункт, связанный с обусловленностью подобных распадов слабым взаимодействием. Слабые взаимодействия, например, нуклонов с полем электронов—нейтрино характеризуются константой Ферми β -распада $g_F \approx 10^{-48} \text{ эрг см}^3$. Другие процессы, обусловленные слабыми взаимодействиями, в частности распад $\mu \rightarrow e + \nu + \bar{\nu}$, распады гиперонов $\Lambda \rightarrow p + \pi$, распады K -мезонов, характеризуются константой того же порядка.

Ли и Янг сделали предсказание, что пространственная четность не будет сохраняться при β -распаде и распаде μ - и π -, K -мезонов и гиперонов. Несохраниение четности возможно заметить только при измерении псевдоскаляра, образованного из наблюдаемых величин. Например, из трех импульсов частиц P_1, P_2, P_3

можно составить псевдоскаляр $P_1 [P_2 P_3]$; аналогично можно составить псевдоскаляр из импульса P и спина s , ввиду аксиально-векторного характера последнего.

С прежней точки зрения, в Янг-распада необходимо было составить пять инвариантов вида $C_i (\bar{\chi}_p \Omega \chi_n) (\bar{\psi}_e \Omega \psi_\nu)$, где Ω

либо скаляр: γ_4 ($C_i = C_s$),

либо вектор: $\gamma_4 \gamma_\mu$ ($C_i = C_v$),

либо тензор: $\gamma_4 \sigma_{\lambda\mu}$, $\sigma_{\lambda\mu} = -\frac{i}{2} (\gamma_\lambda \gamma_\mu - \gamma_\mu \gamma_\lambda)$ ($C_i = C_T$),

либо аксиальный вектор: $-\gamma_4 \gamma_\mu \gamma_5$ ($C_i = C_A$),

либо псевдоскаляр: $\gamma_4 \gamma_5$ ($\gamma_5 = \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 \gamma_4$) ($C_i = C_P$)

и, взяв сумму этих членов с различными константами, определенными из опыта, рассчитывать явления. Ли и Янг предложили пополнить гамильтониан пятью аналогичными членами, отличающимися от предыдущих включением псевдоскалярной матрицы γ_5 для нейтринного поля. Таким образом, наряду со скалярным членом, будем иметь псевдоскалярный

$$C_s (\bar{\chi} \chi) (\bar{\psi} \psi) + C'_s (\bar{\chi} \chi) (\bar{\psi} \gamma_5 \psi) + \text{эрмит. сопряж. и т. д.}$$

C и C' вещественны при инвариантности относительно инверсии времени. При подобном гамильтониане пространственная четность, очевидно, может не сохраняться в том случае, если вероятность процесса будет содержать интерференционные члены типа CC' . Последнее как раз и будет иметь место при упомянутом образовании псевдоскалярных величин. Речь может, например, идти об асимметрии в угловом распределении электронов, порождаемых при распаде ориентированных ядер. Опыты Ву действительно обнаружили в начале 1957 г. асимметрию в распределении электронов, порождаемых поляризованными при низких температурах ядрами Co^{58} . Угловое распределение в согласии с теорией характеризуется коэффициентом $(1 + \alpha \cos \theta)$, где α зависит от интерференционного члена и матричных элементов. При сохранении четности $\alpha = 0$. Электроны преимущественно испускаются против направления спина ядер, но со спином, параллельным спину ядер. Учитывая опыты с порождением фотонов β -электронами, можно сказать, что спин порождаемой частицы параллелен спину порождающей частицы.

Второй тип экспериментов заключался в измерении поляризации электронов и позитронов распада, испущенных неориентированными ядрами. Эксперименты Фрауэнфельдера с сотрудниками (Phys. Rev. 106, 386, 1957; 107, 643, 1957) показали, что спин электронов преимущественно ориентирован противоположно импульсу, а величина поляризации, определяемой по разности электронов с тем и другим направлением спина, равняется $P = -v/c$. Аналогичные, но более точные эксперименты были проделаны группой А. И. Алиханова и С. Я. Никитина. Для определения «спиральности» позитронов была использована также их аннигиляция с электронами ферромагнетика (Хана и Престон, Phys. Rev. 106, 1363, 1957). Результаты группы М. Дейча (Phys. Rev. 107, 1733, 1957) показали в опровержение ряда опытов Фрауэнфельдера, что позитроны из Ga^{66} , являющегося, по-видимому, чисто фермиевским излучателем, поляризованы с положительной спиральностью.

Третий тип экспериментов связан с обнаружением круговой поляризации тормозного излучения, испускаемого, например, в направлении β -частиц. В случае сохранения четности γ -лучи будут не поляризованы. Как было показано М. Гольдхабером с сотрудниками (Гродзине и Суньяр; Phys. Rev. 106, 826, 1957), тормозные γ -лучи, испускаемые при рассеянии электронов из источника ($\text{Sr}^{90} + \text{Y}^{90}$) вблизи $E_{\text{max}} = 2,24 \text{ Мэв}$, почти полностью циркулярно поляризованы, причем спин тормозных фотонов антипараллелен их импульсу. (См. также Бем и Вапстра, Phys. Rev. 106, 1364, 1957).

Четвертый тип опытов заключается в обнаружении круговой поляризации фотонов, испущенных ядром-продуктом вслед за β -частицей под углом θ (β — γ -корреляция). В противоположность изотропному распределению, дававшемуся теорией при сохранении четности, новая теория предсказывает распределение вида $1 + A (v/c) \cos \theta$.

Существуют другие разнообразные эксперименты, связанные с изучением несохранения четностей P , C , T и поляризации. Как показал анализ Ли, Янга и Эме (Phys. Rev. 106, 340, 1957), эксперименты Ву, Ледермана, Тсегди, Стеймбергера и др. доказывают не только не сохранение пространственной четности P при β -распаде и других слабых взаимодействиях, но также несохранение зарядовой четности C .

В современной локальной релятивистской квантовой теории поля доказывается (Швингер, Людерс, Паули) теорема, что эрмитов гамильтониан, инвари-

антний относительно собственных лоренцевых преобразований, коммутирует с произведением операторов C, P, T , взятых в любом порядке. Иначе говоря, $PCT=1$. Из теоремы Людерса следует, что если один из трех операторов не сохраняется, то должен не сохраняться по крайней мере еще один (хотя могут не сохраняться все три). Ввиду несохранения P и C в отдельности при слабых взаимодействиях, необходимо выяснить, сохраняется ли произведение PC . До сих пор эти важные проблемы еще не решены. Пока что во всяком случае прямых указаний на несохранение T нет. В новой двухкомпонентной теории электрона Фейнмана (см. ниже) (CP) и T сохраняются.

Тормозное излучение, обязанное электронам данного направления спина при их рассеянии на ядрах, исследовалось в работах Б. Керимова и И. Наджафова. (См. также Мак-Вой, *Phys. Rev.* 106, 4, 828, 1957.) Был исследован также комптон-эффект на поляризованных электронах, вызванный поляризованными фотонами (А. Мухтаров и Ю. Петров, доклад на ленинградской конференции в январе 1958 г.). Порождение пар поляризованными фотонами, исследованное Дайсоном и Мак-Вой (*Phys. Rev.* 106, 1360, 1957), показало, что поляризация имеет тенденцию к сохранению в каскаде, вызванном поляризованной частицей. Отметим интересное замечание Завойского о желательности исследования ускорения поляризованных частиц в ускорителях.

Другой класс экспериментов связан с обнаружением несохранения четности в обоих звеньях цепи распадов π и μ . При несохранении P μ -мезон будет поляризован подобно β -электрону, так что последующий распад будет аналогичен β -распаду ориентированного ядра и распределение электронов распада будет асимметричным по формуле $(1 + \alpha \cos \theta)$, где θ — угол между импульсами μ и e . Ледерман с сотрудниками (*Phys. Rev.* 105, 1415, 1957; 106, 835, 1957), с одной стороны, Телегди и Фридман, с другой (*Phys. Rev.* 105, 168; 106, 1290, 1957), подтвердили для этих случаев наличие асимметрии и нарушение сохранения четностей P и C . При этом группа Телегди проанализировала возможное образование «мюония» (система $(\mu - e)$), а группа Ледермана определила с высокой точностью магнитный момент μ -мезона. Оказалось, что последний равен $\mu = \mu_0 (1,0026 \pm 0,0009)$, где μ_0 — соответствующее значение борковского магнетона. Дополнительный коэффициент, как и для случая электрона, обязан, очевидно, в основном вакуумным поправкам. Теоретические значения магнитных моментов для электрона и мюона (в основном $\approx 1,0012$) теоретически несколько различаются в виду необходимости учета для мюона виртуальных пар $(e_- - e_+)$, вызванных виртуальными фотонами, испускаемыми μ -мезоном.

В связи с открытием несохранения по отношению к зарядовому сопряжению C Ли в своем докладе коснулся вопроса о θ_1^+ -и θ_2^+ -частицах, рассмотренных ранее Гелл-Маном и Пайсом еще при допущении сохранения C . Должны существовать два различных состояния θ_0^+ , $\bar{\theta}_0^+$ с противоположными значениями странности. Поэтому следует ожидать двух времен жизни. Тогда в случае сохранения комбинированной величины (CP) только короткоживущая частица θ_1^+ сможет распадаться на два π -мезона. Если же имеем несохранение C и несохранение (CP), тогда долгоживущая частица также может распадаться на два π -мезона, однако, на основе весьма общих соображений, лишь с малой вероятностью.

Обращаясь к распаду гиперонов, мы видим, что здесь можно образовать псевдоскалярную величину, например, при помощи импульса π -мезона, порождающего при столкновении с протоном гиперон, импульса гиперона и импульса π -мезона распада: $[P_\pi p_y] p_\pi (\pi^- + p \rightarrow \Lambda_0 + K_0)$.

Далее следует распад гиперона: $\Lambda_0 \rightarrow p + \pi^-$. Последний процесс обязан слабому взаимодействию. Эксперименты, связанные с выяснением этого вопроса, были сообщены Стейнбергером и Глэзером в докладах, которые приобрели характер центрального события всего конгресса. В первом докладе заключение Стейнбергера было еще неопределенным.

В тезисах доклада Глэзера с сотрудниками, напечатанных в сборнике конгресса, указывалось, что согласно наблюдению продуктов распада гиперонов четность (будто бы!) сохраняется. В самом докладе Глэзера в первый день конгресса было указано в качестве единичного «драматического» события на обнаружение некоторой асимметрии в числе π -мезонов распада, наблюдавшихся вверх и вниз по отношению к плоскости $\pi - Y$. Таким образом, положение оставалось не выясненным.

Окончательная разрядка наступила на 4-й день, когда проф. Стейнбергер сделал доклад от кооперации американских и итальянских университетов. В этом докладе были приведены новые данные относительно распада Λ_0 -гиперонов, которые с полной определенностью доказывали искомую асимметрию и тем самым несохранение четности. Как выяснилось в дальнейшем, во время самого конгресса были получены новые результаты обработки экспериментов. В качестве председателя на этом заседании мне было особенно приятно поздравить доклад-

тика и участников кооперации с фундаментальным результатом, явившимся экспериментальным «результатом № 1» всего конгресса. По последним сведениям, получены подтверждения несохранения четности как при распаде Δ_0^- , так и при распаде Σ -гиперонов.

Важность настоящих вопросов усугубляется тем, что они связаны со свойствами пространства—времени. Как известно, пространство и время характеризуются целым рядом инвариантных соотношений. В квантовой теории симметрия относительно правой и левой сторон приводит к закону сохранения особой величины—четности волновой функции.

Более глубокие основания нарушения сохранения P и C и возможного несохранения T при слабых взаимодействиях еще не ясны. При слабых взаимодействиях нарушается также сохранение странности. Как отметил Ли, возможно, все эти обстоятельства представляют собой лишь различные аспекты некоего единого принципа, характеризующего все слабые взаимодействия.

Наличие «спиральных» свойств и несохранение четностей P и C могут быть связаны с космологическими обстоятельствами. Как было указано Дираком, не исключено существование антимиров, в которых будет иметься преимущественная концентрация античастиц (антипротонов, позитронов и т. д.). Ли и Янг заметили, что, наряду с преимущественной концентрацией частиц (например, протонов) одной спиральности, скажем правой, в другом участке вселенной может существовать концентрация левых протонов и т. д. На наш взгляд, следует сопоставить эти обстоятельства со вторым известным фундаментальным космологическим фактом, свойственным нашему участку вселенной, именно его расширением. Происхождение не только элементов, но и частиц какой-то преимущественной концентрации, возможно, связано с особым состоянием материи и началом расширения. Не будут ли другие участки вселенной сжиматься, обладая преимущественно концентрацией античастиц или частиц иной спиральности?

В близкой связи уже началось исследование спиральной асимметрии β -электронов радиоактивных элементов в метеоритах, не давшее, впрочем, новых результатов.

Обратим теперь внимание на иной подход к вопросу о несохранении четности, связанный с анализом изотопических свойств частиц.

Д'Эспанья и Прентки развили теорию взаимодействий, основываясь на вращениях и инверсиях 3-мерного изопространства. С другой стороны, развивалась теория 4-мерного изопространства (Найс, Швингер, Салам и Полкингхорн). В нашем сообщении, основанном на работах, сделанных вместе с Г. А. Соколиком, развивалась теория 4-мерного изопространства, причем рассматривается теория вращений и инверсий в n -мерном пространстве и допускаются переходы из обычного пространства в изотопическое. Обобщенная четность равна произведению пространственной и изочетностей. Отсюда возникает возможность компенсации несохранения пространственной четности. Выяснилось, что анализ Г. А. Соколика нормальных и аномальных (в смысле Гельфанда) инверсий для случая уравнения Дирака близок к идеям, развиваемым А. Саламом.

В связи с обнаружением несохранения четности в слабых взаимодействиях имело место возрождение полузабытой и, казалось, опровергнутой, идеи Г. Вейля о возможности описания нейтрино не четырьмя, а двумя компонентами спинорной функции, т. е. коренным спинором Картана. (T. D. Lee, C. N. Yang, Phys. Rev. 105, 1671, 1957; A. Salam, Nuov. Cim 5, 299, 1957).

При массе, равной нулю, имеем уравнение

$$(\sigma p) \varphi = i \frac{\partial \varphi}{\partial t}$$

и для состояния с определенным импульсом получим для энергии

$$E = (\sigma p);$$

так как в классической теории спин, параллельному импульсу, соответствует $E > 0$, то, следовательно, в теории дырок, или вторично квантованной теории, спин нейтрино параллелен, спин антинейтрино (дырки) антипараллелен импульсу (положительный винт или «спиральность» у нейтрино). В подобной теории $\psi \neq \bar{\psi}$, в противоположность гипотезе Майорана, в которой при описании нейтрино четырьмя вещественными спинорными функциями $\psi = \bar{\psi}$. Повторные неудачи в обнаружении двойного β -распада с умеренно большим временем жизни (запрещаемого, впрочем, сохранением лептонного заряда), вопреки выводам гипотезы Майорана, предсказывающей возможность подобного процесса с относительно большой вероятностью, также говорят против тождества $\psi = \bar{\psi}$.

Укажем теперь коротко, что, с точки зрения двухкомпонентной теории нейтрино, при распаде покоящегося π -мезона μ будет полностью поляризовано, так как нейтрино полностью поляризованы. Эксперимент говорит проти

испускания 2ν или $\overline{2\nu}$ и довольно хорошо подтверждает спектр, полученный для случая испускания $\mu \rightarrow e + \nu + \overline{\nu}$, характеризующий параметром Мишеля $\rho = 0,75$.

В двухкомпонентной теории нейтрино их магнитные моменты также должны исчезать. Отсутствие массы фотона, как известно, связывается с инвариантностью максвелловских уравнений относительно калибровочных (градиентных) преобразований потенциалов. Исчезновение массы нейтрино можно связать с инвариантностью относительно преобразования, указанного Саламом и Тушкеком. Действительно (см. B. F. Toushek, *Nuovo Cim.* 5, 1281, 1957; 5, 751, 1957; L. Radiati, B. F. Toushek *ibid.* 5, 1633, 1957), лагранжиан нейтринного поля (ν — волновые функции нейтрино)

$$L = -\overline{\nu} \left(\gamma_{\mu} \frac{\partial}{\partial x^{\mu}} \right) \nu$$

будет инвариантен относительно преобразования $\nu' = \exp(i\gamma_5 \alpha) \nu$.

Обратим теперь внимание на то, что для определения спиральности нейтрино, испущенных при β -распаде, необходимо измерить их момент количества движения и импульс. Момент количества движения нейтрино может быть определен

путем измерения спиральности электрона (позитрона) или измерения $\vec{j} \cdot \vec{p}_e$, где

\vec{j} — спин ядра. Импульс нейтрино может быть определен путем экспериментов по наблюдению отдачи ядер. Ко времени падуанского конгресса имелись данные для нейтрона и четырех элементов: He^6 , Ne^{19} , Ne^{23} , A^{35} . К сожалению, до последнего времени не удавалось объяснить β -распад во всех указанных случаях какой-либо одной разумной комбинацией типов связи: фермиевского (скалярного S или векторного V) и гамов-теллеровского (тензорного T , аксиально-векторного A , псевдоскалярного P). По остроумному замечанию Ли, «в некотором смысле мы знаем, как вращается нейтрино, но благодаря неопределенности в данных по отдаче мы несколько не уверены, как оно движется; следовательно, мы еще не уверены относительно значения спиральности».

По последним данным, полученным из американских лабораторий ситуация стала проясняться в том смысле, что преимущественными типами связи оказываются V и A (например, в случае He^6 , в прежних измерениях которого были найдены ошибки). В этой связи особый интерес приобретает двухкомпонентная теория фермионов Фейнмана, приводящая с необходимостью к подобным типам связи.

Как подчеркнул Ли, особенно простую интерпретацию эксперименты получают на базе двухкомпонентной теории нейтрино и закона сохранения числа лептонов. Существенно подчеркнуть, что при распаде K -мезонов на лептоны также было доказано несохранение P и C . Как уже указывалось в связи с выяснением типов связи, в настоящее время эмпирический материал все более и более говорит в пользу $(V-A)$ -типов связей. Очевидно, выделение этих связей должно иметь какое-то теоретическое обоснование. Его пытается дать новая теория электрона Фейнмана и Гелл-Манна. Первый набросок был сделан Фейнманом весной 1957 г., который заявил, что дираковское уравнение ему давно не нравилось, так как не допускало формулировок в духе интеграла по путям и, кроме того, содержало на глаз лишние компоненты (четыре компоненты вместо двух для электрона при двух спиновых состояниях с положительной энергией). Предлагается уменьшить число компонент при помощи условия

$$\gamma_5 \chi = i \chi, \quad (a)$$

которое хотя и не коммутирует с дираковским оператором, но коммутирует с квадрированным оператором

$$\left[(p_{\mu} - A_{\mu})^2 + \frac{\gamma_{\mu} \gamma_{\nu}}{2} F_{\mu\nu} \right] \psi = m^2 \psi \quad (b)$$

(χ есть частное решение уравнения (b)). Тогда вместо (a), (b) получим новое уравнение (везде обозначения Фейнмана):

$$[(p_{\mu} - A_{\mu})^2 + \sigma (B + iE)] \chi = m^2 \chi. \quad (c)$$

Старое ψ и новое χ связаны простыми формулами

$$\chi = (1 + i\gamma_5) \psi, \quad (d)$$

$$\psi = \frac{(\gamma_{\mu} p_{\mu} - A_{\mu}) + m}{2m} \begin{pmatrix} \chi \\ -\chi \end{pmatrix}. \quad (e)$$

Ли и Янг видоизменили лагранжиан взаимодействия при β -распаде:

$$C_{igF} (\psi_p^+ \Omega_i \psi_n) (\psi_e^+ \Omega_i \psi_\nu),$$

где Ω бралось в виде скалара, вектора, псевдовектора, тензора, псевдоскалара (S, V, A, T, P) добавкой членов вида $C_i \gamma_5 \Omega$, что ввиду соотношения (d) эквивалентно использованию лагранжиана вида $(\psi \Omega \chi)$. Но Фейнман предлагает взять укороченные χ вместо старых ψ для всех фермионов. Дальнейший анализ показывает тогда, что S -, T -, P -типы связи дают тождественно нуль и остаются возможными только $(A - V)$ -связи. Последнее является весьма удовлетворительным, так как позволяет сохранить универсальную связь фермионов в частности, давая наилучшее описание β -распада и распада μ -мезона.

§ 4. НЕЛИНЕЙНАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ И ДРУГИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ДОКЛАДЫ

Обратимся теперь к другому центральному вопросу конгресса, связанному с попыткой построения единой нелинейной теории материи. Фундаментальный теоретический доклад по этому вопросу был сделан В. Гейзенбергом.

Введение нелинейностей ранее производилось феноменологически с целью устранения бесконечностей в классической теории (электро- и мезодинамике) точечных частиц. Потом выяснилось, что квантовая теория в известном смысле всегда приводит к нелинейностям благодаря взаимным превращениям частиц, но что без добавочных обобщений она помочь устранению бесконечностей не может. Ныне речь идет о построении единой теории поля, в основу которой кладется нелинейное спинорное дираковское уравнение. Из спинорных частиц спина $1/2$ можно построить частицы спина 0, 1 и т. д., поэтому во всех современных моделях, сводящих одни частицы к другим, за основу берутся фермионы. Например, из нуклонов и антинуклонов строятся π -мезоны (Ферми и Янг) или в основу кладутся нуклоны и Λ_0 -гипероны (Саката, Маки, М. А. Марков); Гольдхабер строит частицы, исходя из нуклонов и K -мезонов. Подобных моделей коснулся в своем докладе на конгрессе Камефучи. В близкой связи в свое время Л. де Бройль предложил получать волновые функции частиц путем «слияния» исходя из спинорных функций спина $1/2$, и построить нейтринную теорию света (разрабатывавшуюся Йорданом, Кронигом, А. А. Соколовым и др.).

В единой теории спинорное поле должно с чем-нибудь взаимодействовать, чтобы привести к возбужденным состояниям, т. е. к различным частицам. Если мы желаем ограничиться одним-единственным полем, оно может взаимодействовать только с самим собою. Иначе говоря, уравнение для универсального, или «мирового», спинора обязательно должно быть нелинейным!

Возьмем уравнение Дирака и добавим к нему простейший нелинейный член вида ψ^3 , соответствующий инварианту $(\bar{\psi}\psi)^2$ (это было сделано нами еще в 1938 г.), тогда получим уравнение

$$\gamma_\nu \frac{\partial \psi}{\partial x_\nu} + k_0 \psi + \lambda (\bar{\psi}\psi)' \psi = 0$$

(нами с М. Мирианавили было показано, что нелинейный член с необходимостью индуцируется в спинорном уравнении, как это ранее было найдено для мезонного уравнения Маленка и Д. Курдгеландзе).

Существенно развивая предыдущие исследования, Гейзенберг предпочитает получить массы всех частиц чисто полевым путем и вычеркивает в вышенаписанном уравнении член k_0 . Таким образом, в теорию, наряду с \hbar, c , входит новая константа $\lambda = \hbar c l^2$, т. е. по существу универсальная длина l , определяющая интенсивность самодействия, через которую будут выражены массы всех частиц, заряды и другие константы связи. Массы нуклонов и всех других частиц должны получиться в результате квантования подобного уравнения, в качестве спектра масс, связанного с возбуждениями мирового спинора. Для решения задачи необходимо установить перестановочные соотношения для функции ψ . С этой целью, наряду с обычным гильбертовым пространством I , включающим все физические состояния системы, вводится вспомогательное гильбертово пространство II , включающее новые промежуточные состояния, причем метрика пространства Гильберта II берется индефинитной (на эту возможность впервые указал Дирак). Иначе говоря, речь идет о специальной вычитательной процедуре, близкой к приему Паули—Вилларса. Основная формула для фурье-компоненты перестановочной функции дираковского уравнения, определяющей величину антикоммутатора, приобретает теперь вид

$$\frac{1}{2} S(p) = \frac{P_\mu \gamma_\mu + i k_0}{p^2 + k_0^2} - \frac{P_\mu \gamma_\mu + i k_0}{p^2} + \frac{P_\mu \gamma_\mu k_0^2}{(p^2)^2}.$$

Два последних члена и представляют собой вклад от гильбертова пространства II . Теперь на световом конусе δ -образные бесконечности, бывшие бичом теории, уже не будут иметь места. Значение антикоммутатора на световом конусе Гейзенберг полагает равным нулю, ввиду того что соответствующие решения нелинейного уравнения бесконечно осциллируют вблизи конуса. При дальнейшем развитии теории выясняется фундаментальное обстоятельство, что при больших значениях четырехмерного расстояния новая каузальная функция S_F и новая функция S_1 будут спадать более медленно, чем аналогичные сингулярные функции линейной теории, что в конце концов приведет к появлению сил далекого действия (типа кулоновских) между частицами. Существенно, что унитарность S -матрицы рассеяния не нарушается. Вместе с тем локальная релятивистская причинность нарушается, ввиду того что в данной теории возникают эффективные размеры частиц. Гейзенберг с сотрудниками решает приближенным образом основное нелинейное уравнение, учитывая видоизмененные правила квантования, и получает в качестве основного состояния некоторое конечное значение для массы фермиона со спинном $1/2$, соответствующее нуклону:

$$M = \frac{7,426hc}{e}.$$

Решения, соответствующие безонным состояниям, включают пока что четыре различные частицы с меньшими массами:

$$\left. \begin{aligned} m_1 &= 0,33, \\ m_2 &= 0,95, \\ m_3 &= 1,74, \\ m_4 &= 3,32 \end{aligned} \right\} \quad (\text{в долях } hc/e).$$

Тем самым довольно замечательным образом перед нашим взором начинает возникать некоторое подобие спектра масс π - и K -мезонов.

В дальнейшем получаются силы электромагнитного типа между частицами, которые при сравнении с аналогичной формулой квантовой электродинамики приводят к значению постоянной тонкой структуры $2\pi e^2/hc = 1/287$ (вместо $1/137$). Последнее обстоятельство также следует считать успехом теории, поскольку в нынешнем ее состоянии еще нет речи о точном вычислении констант связи и масс.

Гейзенберг, по-видимому находящийся в новом расцвете своего поразительного по глубине и широте творчества, живо провел заседание, обращая на себя внимание своей общительностью.

Его доклад был прослушан с большим вниманием. Ныне, на наш взгляд, начинает чувствоваться, что в скептическом отношении подавляющего большинства теоретиков к нелинейным обобщениям назревает перелом. Как рассказывал М. А. Марков, доклад Гейзенберга о нелинейной теории, сделанный всего два года назад на аналогичном конгрессе (Пиза, 1955 г.), не вызвал никакого интереса.

Первым выступил Паули (ранее противник теории), заявивший, что Гейзенберг действительно достиг успехов в математическом развитии своей теории. Дирак и Ли также не являлись сторонниками программы нелинейной единой теории. Подушутя Дирак заметил, в частности, что нелинейные обобщения нарушают высказанный им принцип, согласно которому «Physical law should have mathematical beauty» («Физический закон должен обладать математическим изяществом»), — начертано автором на стене в теоретическом кабинете Московского университета). Нелинейная теория материи, по-видимому, единственно способна дать ныне объединенное описание всех частиц, обобщающее группировку по изотопическим семействам, подобно тому как менделеевская система в свое время обобщила триады и октавы. Ввиду огромной важности нелинейной теории укажем коротко на новейшие успехи на основании сведений, любезно сообщенных проф. Гейзенбергом. Прежде всего, им используются новые нелинейные добавки (из числа рассматриваемых ранее нами с А. М. Бродским, ЖЭТФ 24, 320, 1958) с целью добиться инвариантности относительно фазовых преобразований $\psi' = \psi e^{i\alpha\gamma_5}$ Салама — Тушека («3-го рода»), ведущих, как оказывается, к сохранению барионов, а также преобразований Паули $\psi' = a\psi + b\gamma_5\psi$ при $|a|^2 + |b|^2 = 1$, ведущих к сохранению изотопического спина (Gürsey, Nuovo Cim. 24, 320, 1958). Замечая, что выражение $\psi\psi^*$, действуя на другие операторы, может менять изоспин на $1/2$, и называя $\psi\psi^*$ « π -частицей, изменяющей симметрию» (обозначим

ее через π'), Гейзенберг приходит к следующей классификации элементарных частиц:

$$\Lambda_0 \text{ или } \Sigma \text{ равны } N + \pi' \text{ (} N \text{-нуклон);}$$

$$\Xi = N + 2\pi'; \quad K = \pi + \pi'; \quad \mu = e + \pi'.$$

Гейзенберг и Паули, который сейчас также присоединился к нелинейной теории, надеются, что таким образом уже заложен фундамент общей теории всех частиц.

Касаясь коротко других теоретических докладов, подчеркнем интерес, вызванный сообщением Н. Н. Боголюбова о дисперсионных соотношениях для слабых взаимодействий. Доклад В. С. Барашенкова касался порождения странных частиц на базе статистической теории Ферми, улучшенной учетом резонансного взаимодействия пионов с нуклонами, и идеи Д. И. Блохинцева о концентрации энергии в виде энергии взаимодействия.

Е. Райский (Польша) применяет четырехмерное псевдоевклидово изотопическое пространство и склоняется к идее его связи с обычным пространством, близкой к высказанной в нашем сообщении, основанном на совместных с А. Бродским и Г. Соколиком работах. Операция зарядового сопряжения C связывается с отражением в изопространстве. Вместо странности вводится атрибут A :

$$N - Q = I_3 + A,$$

где N есть барионное число. Атрибут оказывается в ряде отношений более удобным для классификации частиц. Частицы с целым изоспином имеют целый атрибут; все частицы (античастицы) имеют положительный (отрицательный) атрибут. Для самой легкой из «горячих» частиц, π -мезона, атрибут равен нулю и возрастает с ростом массы частицы. Для последовательности частиц π , K , N , Λ , Σ , Ξ имеем атрибуты: $0; 1/2; 1/2; 1,1; 3/2$; для античастиц A меняет знак. Предсказывается, что Σ^0 будет тяжелее Σ^+ (в согласии с позднейшими данными). Нейтральный пион расположен в центре системы частиц и античастиц. Величина заряда, или, точнее, $N - Q$, является проекцией полного углового изомомента на privilegiрованное направление, связанное с частицей. Частицы не имеют положения в изопространстве, но имеют направление; допускается, что они взаимодействуют, лишь когда их направления совпадают.

О новой схеме элементарных частиц докладывал Н. Даллапорта. Предполагается, что барионы должны быть спинорами и изоспинорами, и подчеркивается своеобразная симметрия в отношении странности ($S = +1, 0, -1$) и заряда ($+1, 0, -1$).

Внутренние степени свободы барионов характеризуются теперь не двумя, но тремя значениями «спинов» τ , ω , ξ . При наличии соответствующего возмущения дублеты этой схемы (Σ^+ , Z^0) (Y^0 , Σ^-), соответствовавшие значению странности 0, смешиваются и дают синглет Λ^0 и триплет Σ . Тогда гамильтониан Даллапорта переходит в форму д'Эспанья и Прентки.

В докладе Карлюса, Чу, Гасиоровича и Захариасена обсуждалась электромагнитная структура нуклона в локальной теории поля. Подчеркивается, что дисперсионные соотношения задачи рассеяния пионов на нуклонах и фоторождение пионов показали, что локальная теория поля может привести к количественным заключениям даже в области, где метод возмущений сомнителен.

Даллапорта и Будини рассматривали модель бариона, в которой голый остов лишен и заряда, и странности, принадлежащих лишь π -мезонному облаку.

В связи с измерениями магнитного момента μ -мезона Ледерманом отметим, что новые измерения Либеса и Франкена конца 1956 г. привели к несколько увеличенному значению аномального магнитного момента электрона:

$$\mu_e = \mu_0 = 1,001165 \left(\mu_0 = \frac{eh}{2mc} \right), \text{ вместо прежнего поправочного коэффициента Куша } 1,001145.$$

Теоретические подсчеты Швингера, Карлюса и Клейна давали раньше для поправочного коэффициента формулу $\eta = \left(1 + \frac{\alpha}{2\pi} - \frac{2,79\alpha^2}{\pi^2} \right) = 1,001145$,

в согласии со старыми экспериментами.

Проведенная в 1957 г. ревизия теоретических подсчетов обнаружила в одном из пунктов вычислений Карлюса ошибку, ввиду чего исправленная теоретическая формула приобрела вид

$$\eta = \left(1 + \frac{\alpha}{2\pi} - 0,382 \frac{\alpha^2}{\pi^2} \right) = 1,001165 \approx 1,0012,$$

в согласии с новейшими экспериментами. Замечание о том, что произведенных подсчетах Петермана было сделано Розенфельдом в связи с нашим сообщением (основанным на совместных с Н. Н. Колесниковым и Ф. В. Теодоровичем

подсчетах) о влиянии распределения заряда в протоне на лэмбовский сдвиг, приводящего к поправке $\approx 0,4$, которая вместе с уточненным значением магнитного момента даст полное согласие с опытом (до последнего времени оставалось расхождение в $0,6$ мэгц при экспериментальном значении сдвига в водороде: $1057,77$ мэгц/сек).

В интересном сообщении Маршака и Сударсхана обсуждалась проблема универсального взаимодействия между любыми четырьмя фермионами, чего можно достигнуть, по мнению авторов, только с помощью векторной плюс псевдовекторной связи (в согласии с новейшей теорией Фейнмана двухкомпонентной электронной функции).

Во время конгресса имел место colloquium по гравитации, на котором были поставлены два вопроса: 1) о существовании гравитационных волн и 2) о роли гравитации в физике элементарных частиц. Л. Инфельд значительно отступил в своем отрицании гравитационных волн, считая, что доказал их отсутствие лишь в некотором (шестом) приближении. С другой стороны, Н. Н. Кеммер и, по его словам, Хойль, затем также Уиллер считают, что наличие волн убедительно доказано.

Мы заметили, что в случае наличия гравитационных волн, по нашим с А. А. Соколовым и А. М. Бродским подсчетам, должны иметь место трансмутации гравитонов в электроны, позитроны, фотоны. Незначительная величина универсальной квантовогравитационной длины:

$$\sqrt{\frac{\chi h}{c^3}} \sim 10^{-32} \text{ см},$$

указывает, согласно Паули, на то, что вряд ли гравитационные обстоятельства существенны для структуры элементарных частиц.

§ 5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Из наиболее существенных экспериментальных данных, доложенных на конгрессе, упомянем следующие: спин Λ -гиперона, как было показано в докладе Стейнбергера, равняется $1/2$. Тем самым разъясняется недоразумение, связанное с весенними экспериментами 1957 г. Альвареса, в которых было сделано утверждение о спине $3/2$ этих частиц. Глэзер (Мичиганский университет), исследуя рождение гиперонов в реакциях

$$\pi^- + p \rightarrow \Sigma^- + K^+,$$

$$\pi^- + p \rightarrow \Sigma^0 + \theta^0,$$

$$\pi^+ + p \rightarrow \Sigma^+ + K^+$$

при энергии π -мезонов $1,1$ Бэв (Брукхэвенский космотрон), получил противоречие с выводами гипотезы о зарядовой независимости. Заряженные гипероны в системе центра масс преимущественно двигались вперед, а нейтральные — назад.

Фундаментальные доклады были посвящены различным реакциям порождения K -мезонов и гиперонов под влиянием бомбардировки протонов π -мезонами (Стейнбергер, Францини, Валашек, Глэзер).

Группа Калифорнийского технологического института (Толлстреп и др.) обсуждала порождение странных частиц γ -лучами, получавшимися из синхротрона с максимальной энергией 1060 Мэв. Эффективное сечение для области углов $65-90^\circ$ мало зависит от энергии фотонов ($960-1060$ Мэв); оно оказалось равным $\approx 3 \cdot 10^{-31}$ см²/стерадиан. Группа Корнельского университета (Сильверман и др.) обсуждала аналогичные вопросы, в частности реакцию: $\gamma + p \rightarrow K^+ + \Lambda^0$ ($\epsilon_\gamma = 1080$ Мэв). Дифференциальное сечение указанной реакции оказалось равным (для угла 150°)

$$\frac{d\sigma}{d\omega} = (0,73 + 0,17) 10^{-31} \text{ см}^2/\text{стерадиан}.$$

Хотя еще вопрос не решен, но теоретический анализ Маршака опытов по фотопорождению скорее говорит в пользу скалярного, а не псевдоскалярного характера K -мезона в этой реакции. Порождение странных частиц при столкновении нуклонов рассматривалось в докладе О'Рира (Колумбийский университет):

$$p + p \rightarrow p + \Lambda + K,$$

$$p + p \rightarrow n + \Sigma + K.$$

Эффективное сечение порождения странных частиц протонами оказалось меньше, чем в случае бомбардировки γ -лучами и π -мезонами.

Зависимость от атомного номера Z в разных мишенях при порождении K и π оказалась одинаковой. Коллинс докладывал о совместном порождении пар странных частиц как функции атомного номера. В сложных ядрах, по-видимому, имеют место вторичные процессы.

Э. Сегре сделал яркий доклад об исследовании антипротонов в Беркли. В области $500\text{--}200\text{ Мэв}$ антипротоны имеют эффективное сечение значительно большее, чем протоны. Для реакций $(\bar{p}-p)$ и $(p-p)$ отношение примерно равно 4, причем около 80% сечения обязано аннигиляции. Расчеты по оптической модели для взаимодействия нуклонов с ядрами дают феноменологическое толкование опытов с антипротонами.

Наблюдались также столкновения с перезарядкой, являющиеся в настоящее время единственным способом получения антинейтронов, причем различные ядра обладают примерно одинаковым эффективным сечением перезарядки. При низких энергиях, около 10 Мэв , имеется указание на сильное возрастание взаимодействия \bar{p} в эмульсиях. Звезды, обязанные аннигиляции на лету, имеют больше компонент, чем в случае аннигиляции покоящейся частицы, подтверждая тем самым общую картину аннигиляции на поверхности. Предварительные данные указывают, что внутриядерные протоны гораздо менее эффективны в процессах порождения, чем свободные протоны. Большое впечатление на аудиторию произвело сообщение Сегре о значительном увеличении относительной интенсивности антипротонов в пучке отрицательно заряженных частиц, получаемых в их машине.

Веселое оживление вызвало замечание Сегре о предполагаемой проверке закона тяготения для антипротонов (sic!). Не будут ли антипротоны подниматься, вместо того чтобы падать вниз? Подозрения связаны с истолкованием антипротона как дырки в состояниях с отрицательной энергией. Мы заметили, что подобный эксперимент можно было бы на тех же основаниях произвести с позитроном. Сегре при дружеском смехе всего зала сознался в конце концов, что эксперимент ставится потому, что любитель гравитации, некий Моррисон, учредил премию в связи с выяснением данной проблемы.

Первый доклад по вопросу взаимодействия K -мезонов с ядрами был сделан миссис Гольдхабер. Кооперация Бристоль—Брюссель—Дублин—Лондон—Милан—Падуа, проанализировав 100 метров треков K^- -мезонов, обнаружила более 3000 случаев взаимодействия. Калифорнийская группа (Ван-Россум и др.) доложила о взаимодействии K^+ -мезонов с энергией 190 Мэв с ядрами C, H, Al, Cu, Ag, Pb . Эксперименты анализируются при помощи оптической модели, причем используется форма ядерной плотности, определенная Хофстадтером и сотрудниками путем рассеяния электронов на ядрах. Эффективное сечение для протонов равняется $\sigma = 15,4 \pm 3\text{ мбарн}$. Среднее эффективное сечение K -нуклона для элементов между C и Pb равно примерно 10 мбарн . Для мнимой части потенциала ($V+iW$) при низких энергиях получилось

$$W = -5,7 \pm 1,1\text{ Мэв},$$

$$\text{при энергии } 150\text{ Мэв } W = -10,3 \pm 1\text{ Мэв}.$$

Вопрос о знаке вещественной части потенциала подвергался обсуждению в докладах Гольдхабер, Чекарелли и др. Ван-Россум привел аргументы в пользу отталкивательного потенциала.

Коста, Фацио, Ритсон, Шлотер (Массачусетский технологический институт) и Витгоф также пришли к выводу о довольно значительном отталкивательном потенциале между K^+ -мезонами и ядрами. В результате изучения упругого рассеяния этих частиц в эмульсиях (около 15 метров треков в области энергий $10\text{--}100\text{ Мэв}$) к аналогичному заключению относительно наличия отталкивательного потенциала между K^+ -мезонами и нуклонами пришли также падуанские физики Чеолли и Таффара.

Кооперация Калифорнийского и Болонского университетов (Ланутти, С. Гольдхабер, Дж. Гольдхабер, Чэпп, Джамбутти, Марки, Кварени, А. Ватагин младший) доложила результаты изучения взаимодействия K^+ -мезонов с водородом и сложными ядрами в эмульсиях в интервале энергий $100\text{--}220\text{ Мэв}$. Были исследованы треки K^+ -мезонов длиной 320 м . Экспозиция производилась в пучке K^+ -мезонов от берклиевского беватрона. Эффективное сечение не зависит от энергии в интервале $20\text{--}200\text{ Мэв}$ и равняется $14,5 \pm 2,2\text{ мбарн}$. По-видимому, здесь имеет место главным образом S -рассеяние. Для анализа неупругих столкновений со сложными ядрами использовалась модель независимых частиц с учетом поправок на кулоновское отталкивание, принцип Паули, экранировку. Марсель Шейн сообщил об исследовании взаимодействия нуклонов в космических лучах при энергиях больше 10^{12} эв . В частной беседе проф. Шейн указал, что нельзя настаивать на существовании процессов с аномально высоким числом электронно-позитронных пар по сравнению с предсказанным теорией.

Польские физики по главе с Данишем (Герула, Юрах, Месович, Вальтер) докладывали об интересном случае большой космической звезды с энергией около $3 \cdot 10^{14}$ эв. Оба конуса имеют весьма различный характер: узкий конус с углом около 10^{-4} рад и диффузный конус около 10^{-2} рад.

В сообщении женеvской группы из CERN (Кунер, Фильсес, Монтане, Ньюс, Петруччи, Сальмерон, Зиккики) докладывались результаты исследования нейтральных частиц, полученных при взаимодействии космических лучей с углеродом (28 случаев) и медью (51 случай). Число Λ^0 -распадов больше числа K^0 -распадов в случае меди. Время жизни Λ^0 оказалось равным $2,86 \cdot 10^{-10}$ сек, для K^0 получено $0,84 \cdot 10^{-10}$ сек.

На конгрессе обсуждались также вопросы гиперядер и взаимодействий гиперонов с нуклонами внутри подобных ядер. В докладе Бальдо-Чеолли, Фрайя, Дильворс, Грининг, Гудзита, Литмантани, Сикеролло (Милан, Падуа) рассматривалось выделение роли протонов и нейтронов в стимулированном распаде Λ^0 -гиперона в гиперядрах. Те же авторы настаивают на своем открытии гиперядра, состоящего из Σ^+ -гиперона—протона (см. Nuovo Sim 6, № 1,144, 1957); Лихтенберг и Марк Росс (Индианский университет), обсуждая силы между гиперонами и нуклонами, в согласии с другими авторами (Вентцель, Гатто, Н. Колесников), допускают обмен как пионами, так и K -мезонами. По их подсчетам пионные силы могут обеспечить около 80% наблюдаемой энергии связи в гиперядрах.

Миланские физики из лаборатории Чизе во главе с профессором Факини Л. Колли и др. сделали ряд докладов, посвященных как вопросам применения ионизационных камер для α -частиц малой интенсивности, так и исследованию реакции с нейтронами 14 Мэв и других ядерных реакций.

Группа туринских физиков изучала эффективные сечения образования фото-нейтронов в различных элементах (Ферреро, Мальвано, Тераччини, Трибуно), отмечая, в частности, наличие структуры гигантского резонанса, в особенности в случае Cr, As, I, Ta.

Дональд и Эванс (Эдинбург) доложили об интересных случаях испускания электрона из ядра аргона в результате захвата μ^- -мезона.

Долгоживущие нейтральные K -мезоны, отождествляемые с θ_0^0 -мезонами Пайса—Гелл-Манна, изучались группой Пановского. Полное эффективное сечение порождения этих частиц на меди равно 1,2 геометрического, откуда делается вывод о наличии смеси частиц положительной и отрицательной странности.

Глезер, Зеeman и Сноу (Морская лаборатория и Брукхэвен) докладывали об обширном исследовании взаимодействия K^- -мезонов с протонами в области энергий ниже 82 Мэв. Было исследовано 2600 K^- -частиц с общей длиной трека 85,4 м. Для упругого рассеяния ($K^{\mp}p \rightarrow K^{\mp}p$) сечение $\sigma = 33$ мбарн; для процесса ($K^{\mp}p \rightarrow \Sigma^{\pm} + \pi^{\mp}$), $\sigma = 29$ мбарн. Любопытно отметить, что эти авторы еще не могли обнаружить асимметрии в распределении продуктов распада Σ -гиперонов, которая была открыта несколько позже, как и для Λ -частиц.

Ледерман, Чиновский и Ланде (Колумбия и Брукхэвен) докладывали об исследовании долгоживущих нейтральных θ_0 -частиц. Обнаружены три способа распада:

$$\pi^{\pm} - e^{\mp} - \gamma; \quad \pi^{\pm} - \mu^{\mp} - \gamma; \quad \pi^{+} - \pi^{-} - \pi^0.$$

Некоторые аргументы в пользу существования нейтрального супергиперона распадающегося по реакциям $\Lambda^0 \rightarrow \pi + \Sigma$ и обладающего массой около 2800 m , были представлены Анисом, Хармоном и Сардом (Вашингтонский университет).

В докладе Кольдвелла, Болдта, Бридже, Яш Пал (Массачусетский технологический институт) был приведен отрицательный результат поисков распада $\theta^0 \rightarrow 2\pi^0$; по мнению авторов, подобный тип имеет место менее чем в $0,07 \pm 0,03$ процента случаев распада θ_0^0 -частицы. В другом докладе тех же авторов исследовалось образование странных частиц протонами и π^- -мезонами 1,8 Мэв в железе. Типичные эффективные сечения равны для образования Λ^0 : $1,3 \pm 0,4$ мбарн; K^+ : $1,8 \pm 1,2$ мбарн; θ^0 : $1,5 \pm 0,7$ мбарн. Веронези с сотрудниками (Брини, Фускини, Пелли) нашел согласие с теорией (Пайерлс и др.) в экспериментах по упругому рассеянию на ртути частично поляризованных фотонов под углом 90° .

Лэттес отметил, что слухи о возможном наличии пионов со спином 1 опровергнуты, значение спина π твердо оказывается равным 0.

Ряд сообщений по странным частицам был представлен французскими авторами, работающими под руководством Лепренс-Ренге в Политехнической школе

в Париже. Выход энергии при распаде Λ^0 -гиперона равен $37,9 \pm 0,4$ Мэв, при распаде θ^0 — 217 ± 4 Мэв. В другом докладе сообщались результаты исследования порождения странных частиц под действием π^- -мезонов с энергией 4,3 Бэв (пластинки, облученные на берклиевском беватроне). Лепренс-Ренге, видимо, разуверился в эффективности исследования элементарных частиц только в космических лучах.

Вне официальной программы конгресса имело место заседание, посвященное деятельности CERN.

Мы не касаемся в нашем обзоре вопросов приборостроения и экспериментальной техники, имеющих, конечно, большую важность, которым на конгрессе также было уделено значительное внимание.

Подводя некоторые итоги, можно выразить уверенность, что конгресс по элементарным частицам 1957 г. в Падуе и Венеции дал большой стимул для дальнейшей разработки актуальных проблем нашей науки, а его доклады, дискуссии и личные встречи надолго останутся в памяти всех участников.

Д. Иваненко.