

ХРОНИКА

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ

1—22 мая с. г. в Харькове состоялась Всесоюзная конференция по теоретической физике, созванная Украинским физико-техническим институтом. На конференции присутствовали теоретики Москвы, Ленинграда, Харькова и других городов; кроме того, было множество иностранных ученых, из которых на первом месте необходимо упомянуть проф. Нильса Бора (Дания). Помимо специальных заседаний конференции, на которых было прочтено полтора десятка докладов, были устроены также и два открытых заседания. На первом из них выступил с речью на тему о науке в СССР и за праницией наркомпрос УССР т. Затонский, после чего проф. Бор сделал блестящий популярный доклад, озаглавленный «Проблема причинности в атомной физике».

В этой заметке мы дадим очень краткий обзор содержания работ конференции. Краткость обзора необходима потому, что харьковская конференция (в отличие, например, от ленинградской ядерной конференции в сентябре 1933 г., на которой читались преимущественно доклады обзорного характера) была посвящена, главным образом, обсуждению теоретических работ в процессе их заготовления; очень многие авторы выступали с чтением незаконченных и не продуманных до конца работ, и не всегда дискуссия была достаточна для того, чтобы привести в ясность все неясные вопросы. Возможно поэтому, что многие вещи, обсуждавшиеся на конференции, никогда и не будут опубликованы: конференция имела скорее характер производственного совещания, а не съезда, цель которого состоит в показе достижений. В нашей заметке мы приведем лишь то, что может представлять интерес и не для одних лишь теоретиков.

Вильямс (Англия) рассказал о своих экспериментах, в которых он исследовал рассеяние γ -лучей ThC'' тонкими слоями свинца (это был единственный экспериментальный доклад на теоретической конференции). Известно, что γ -линия $2,65 \cdot 10^6$ эл.-вольт, испускаемая ThC'' , поглощается в свинце примерно на 50% сильнее, чем в легких элементах. Из этих 50% около 20% объясняются фотоэлектрическим поглощением; остальные 30% согласно гипотезе, предложенной Блэккетом и Оккиалини, объясняются образованием «пар». Это находится в согласии с подсчетами Оппенгеймера и Плессета, которые, на основании теории Дирака, находят, что образованию пар в этой частоте должно соответствовать поглощение в свинце, равное 25% поглощения по формуле Клейна-Нишины.

Теория утверждает, что добавочное поглощение должно приводить и к соответствующему рассеянию, вызванному аннигиляцией образовавшихся позитронов. Квант с энергией $2,65 \cdot 10^6$ В должен дать одну пару, причем образовавшийся позитрон должен иметь кинетическую энергию около 10^6 эл.-вольт. Вильямсу пришла в голову остроумная идея проверить гипотезу Блэккетта и Оккиалини посредством изучения лучей, рассеянных очень тонкими слоями: если толщина слоя меньше, чем длина свободного пути позитрона (т. е. чем

то расстояние, которое он пройдет до своего уничтожения), то рассеянных лучей не будет вовсе. Если толщина слоя растет дальше, то рассеяние сперва растет пропорционально толщине слоя и лишь затем стремится к насыщению. Так и оказалось, и, следовательно, опыты Вильямса непосредственно подтверждают гипотезу, объясняющую добавочное поглощение γ -лучей образованием пар. Но наряду с этим обнаружили и расхождения с теорией: толщина слоя, на которой впервые появляется рассеянное излучение, оказалась меньше, чем предсказанная теорией. Вильямс объясняет это тем, что образуются позитроны не с энергией 10^6 эл.-вольт, а гораздо более медленные, точнее говоря, что γ -квант с энергией в 2,65 эл.-вольт производит не одну пару с большой кинетической энергией, а две гораздо более медленные пары. Это позволяет объяснить также и тот факт, отмеченный Греем и Тэррэнтом, что рассеянное излучение составляет по интенсивности не 40% первичного (что было бы в случае возникновения одной пары), а почти вдвое больше.

Во время дискуссии предложенная Вильямсом гипотеза подверглась критике и была сочтена мало вероятной. Наибольшим успехом пользовалась гипотеза, предложенная Френкелем (Ленинград), которая заключается в том, что γ -квант с энергией $2,65 \cdot 10^6$ V производит только одну медленную пару и поэтому не поглощается целиком: остаток энергии уходит в виде рассеянного кванта. Бор указал на то, что хотя вероятность этого эффекта быстро убывает с длиной волны, но она еще более быстро возрастает с увеличением атомного номера и что поэтому вполне вероятно, что для свинца она окажется достаточно большой.

М. С. Плессет (США) изложил новую (неопубликованную) работу Дирака, в которой Дирак сумел придать релятивистски инвариантный характер своей теории возникновения плотности заряда, вызывающей поле, при действии внешнего поля на электроны, находящиеся в отрицательных состояниях. Плотность заряда получается в виде суммы двух членов, из которых один содержит все бесконечности, связанные с воздействием электрона на самого себя, а другой рассматривается Дираком как истинная плотность заряда, вызывающая в свою очередь поле. Недостатком этой работы Дирака остается то, что выбор гипотезы, приводящей к конечной истинной плотности, происходит не вполне однозначным образом.

В. А. Фок (Ленинград) рассказал о своей работе, в которой он сформулировал дырочную теорию Дирака в конфигурационном пространстве электронов с положительной энергией и позитронов. При этом он весьма простым способом приходит к выводу о наличии бесконечных членов в выражении энергии, а также указывает на затруднения, возникающие при попытке дать теории дырок релятивистскую формулировку.

Л. Д. Ландау (Харьков) изложил остроумную (к сожалению, еще не вполне оформленную) идею, принадлежащую Р. Пайерлсу и заключающуюся в том, что вследствие возможности возникновения пар любые две заряженные частицы оказываются взаимодействующими друг с другом не только через посредство электромагнитного поля, но и через посредство пар. С точки зрения Пайерлса описание этого добавочного взаимодействия, основанное на парах, является чрезмерно громоздким, и необходимо ввести особое новое понятие «парного поля», которое дало бы возможность описывать такое взаимодействие более непосредственным образом. Аналогичную ситуацию мы имеем в квантовой электродинамике, в которой описание посредством квантованных компонент электромагнитных величин поля математически вполне эквивалентно описанию посредством фотонов. Но как громоздки были бы теоретические формулировки, если бы мы описывали посредством фотонов случай, например, статистического поля.

Понятие «парного поля», предложенное Пайерлсом, так относится к понятию пар, как в квантовой электродинамике электромагнитное поле относится к фотонам. Ландау указал на математические свойства парного поля, связанные с тем, что каждая пара описывается точкой в пространстве 8 измерений.

Е. Лифшиц (Харьков) рассказал о своей работе, произведенной совместно с Л. Д. Ландау, в которой он вычисляет вероятность возникновения пар при столкновении двух заряженных частиц. Вычисления имеют весьма сложный характер и некоторые их детали все еще вызывают сомнения. (Та же самая задача решалась Карлсоном и Ферри, результат которых, как доказывал докладчик, должен быть неверен, так как он не удовлетворяет условию инвариантности по отношению к преобразованию Лоренца; однако и вычисления Лифшица, быть может, не совсем верны, — по крайней мере в отношении численных коэффициентов, — так как они дают для полного количества пар меньший результат, чем вычисления Вильямса, которые заведомо учитывают только часть возникающих пар.)

Вильямс изложил свои вычисления, относящиеся к столкновению двух заряженных частиц. Вычислялось 1) излучение, возникающее при таком столкновении и 2) возникновение пар. Метод, которым пользовался Вильямс, заключался в том, что электромагнитное поле удаляющей частицы разлагалось на плоские гармонические составляющие, а затем вычислялась сумма действий, производимых каждой гармонической составляющей в отдельности. Вычисления Вильямса тоже очень громоздки, как и вычисления Лифшица; результаты вычислений, как мы уже отмечали, противоречат друг другу.

Плессет сообщил о том, как выводится формула Клейна-Нишины в новой теории Дирака, в которой предполагается, что все уровни с отрицательной кинетической энергией заняты.

И. Валлер (Швеция) привел свой расчет реакции излучения на излучающий электрон в нерелятивистской квантовой механике.

М. Н. Бронштейн (Ленинград) обсуждал вопрос о принципах применимости формулы Клейна-Нишины. Этот вопрос когда-то (на римском конгрессе 1932 г.) обсуждался Бором, который нашел, что формула Клейна-Нишины применима даже к длинам волны, заметно меньшим чем радиус электрона. Бронштейн находит, применяя принцип соответствия к начальному и конечному состоянию электрона в эффекте Комптона, что при длине волны, сравнимой с радиусом электрона, формула Клейна-Нишины уже не годится; применяя аналогичные рассуждения также и к тем промежуточным состояниям, через которые должен пройти, на основании квантовой электродинамики, электрон для того, чтобы попасть из начального состояния в конечное, докладчик находит, что формула Клейна-Нишины перестает быть верной даже и тогда, когда длина волны в несколько раз превосходит радиус электрона. В дискуссии Бор согласился с первым утверждением докладчика (что формула Клейна-Нишины перестает быть верной при $\lambda \propto \frac{e^2}{me^2}$), но не согласился со вторым, указав на то, что «промежуточным состояниям» в эффекте Комптона не обязательно приписывать физический смысл.

Оживленную дискуссию вызвал вопрос о магнитном моменте нейтрона. Вычисление этого магнитного момента, которое рассказал Ж. Саломон (Париж), было во время дискуссии признано ошибочным, почему мы его и не излагаем здесь. И. Е. Тамм (Москва) предложил метод вычисления магнитного момента нейтрона, основанный на магнитных моментах ядер. Известно, что Дане разработал теорию магнитных моментов ядер, состоящих из четного числа нейтронов и нечетного числа протонов; Тамм разработал аналогичную

теорию для нечетного числа нейтронов и четного числа протонов и вместе с тем усовершенствовал и теорию Ланде, объяснив те случаи, которые не были объяснены у Ланде. Из вычислений Тамма вытекает, что магнитный момент нейтрона равен половине ядерного магнетона и направлен противоположно его механическому моменту. В дискуссии Бор заявил, что определение магнитного момента нейтрона является в настоящее время центральной проблемой ядерной физики, так как, если действительно, как предполагает Дирак, все законы природы абсолютно симметричны по отношению к обоим знакам электрического заряда, то нейтрон, имеющий заряд, равный нулю, должен не иметь магнитного момента (если только не предположить, что существуют нейтроны двух сортов с магнитными моментами разного знака, что невероятно по многим причинам). Бор, повидимому, тоже склоняется к предположению о симметрии законов природы по отношению к обоим знакам заряда и поэтому он склонен допустить, что нейтроны не обладают магнитным моментом.

Тамм рассказал о том, как на основании теории β -распада, которую предложил Ферми, можно вычислить взаимодействие между протоном и нейтроном. Это взаимодействие является взаимодействием «обменного типа» (протон и нейтрон меняются ролями при обмене электроном и нейтрино или же позитроном и нейтрино). При вычислении Тамм исходит из предположения, что протон и нейтрон стабильны. В результате вычисления он получает взаимодействие чересчур слабое для того, чтобы объяснить связь между протоном и нейтроном в ядре. Доклад Тамма вызвал оживленную дискуссию. Примененные им методы вычисления подверглись критике со стороны Ландау; мнения по этому вопросу разделились.

Л. Розенфельд (Бельгия) изложил свою теорию диссоциативного равновесия молекул в звездных атмосферах. Эта теория аналогична теории Шаха, подсчитывавшего число ионизованных атомов в звездных атмосферах, находящихся в статистическом равновесии. Розенфельд подсчитывает количество молекул TiO , ZrO и углеродных соединений CN , CH , CO , C_2 в двух случаях: 1) число атомов кислорода числа атомов углерода и 2) наоборот. Оказывается что первый случай соответствует главному ряду (main sequence) звезд, а второй — так называемым углеродным звездам (carbon stars) (спектральные классы R—N). В хорошем согласии с опытом получается интенсивность молекулярных банд для различных спектральных классов и различных значений силы тяжести на поверхности звезды.

Я. И. Френкель (Ленинград) сообщил свои замечания к электродинамическим работам Борна и Инфельда.

Бронштейн изложил свою точку зрения на происхождение космической радиации. Дираковская теория дырок приводит к тому заключению, что в равновесном излучении всегда присутствуют электроны и позитроны; отношение энергии таких пар к энергии излучения сперва очень мало, но при возрастании температуры возрастает и при

$\frac{T}{12} \gg \frac{mc^2}{13}$ принимает значение $7/4$. При температурах порядка

10^{12} — 10^{13} градусов начинают играть существенную роль эффекты релятивистской теории квантов, связанные со структурой электронов. Докладчик делает гипотезу о том, что в этой области температуры (когда, по существу, само понятие температуры перестает иметь смысл) появляются особого рода силы, обеспечивающие возможность более или менее устойчивых конфигураций. Эти конфигурации (при которых плотность вещества доходит до 10^{15} г/см³) являются метастабильными, вследствие чего возможен спонтанный переход в состояние, в котором энергия рассеяна во всем пространстве. Процессами такого рода, сопровождающимися освобождением огромных ко-

личеств лучистой энергии и быстрых заряженных частиц, докладчик объясняет возгорание «сверхновых звезд». В явлении «сверхновых» он видит (вместе с Бааде и Цвикки) источник возникновения космической радиации.

Л. Я. Штрум (Киев) сообщил свои соображения по поводу возможности искусственного превращения нейтрона в протон и электрона и протона в нейтрон и позитрон. По его мнению такие превращения могут быть осуществлены при помощи поглощения лучистой энергии, причем для первого процесса наименьшая энергия γ -кванта должна быть 3 мс^2 , а для второго 2 мс^2 . Второй процесс сопровождается рассеянием γ -кванта (по схеме: $p + 2\text{ мс}^2 \rightarrow n + e^+ + 3\text{ мс}^2$) и этим Штрум объясняет аномальное рассеяние γ -лучей (он считает, вопреки измерениям Грея и Тэррента, что в аномально рассеянном излучении присутствуют кванты энергией $\sim 1,5 \cdot 10^6$ эл.-вольт).

Вильямс прореферировал новые экспериментальные работы по космической радиации и подверг их подробному разбору.

Ландау сообщил о своем расчете (произведенном им совместно с В. Сорокиным) вероятности перехода нейтрона из одного ядра в другое. Предполагается, что в обоих ядрах нейтрон может быть прочно связан, откуда следует, что при переходе из одного ядра в другое он проходит через область отрицательных кинетических энергий (в том же смысле, в каком через такую область проходят α -частицы в гамовском расчете). Так как радиус взаимодействия нейтрона и ядра очень мал, то можно считать, что вся область вне ядер соответствует такой отрицательной кинетической энергии. Так как масса всех частиц достаточно велика, то оказывается возможным решить задачу посредством применения своеобразной «квази-классической» механики с каноническими уравнениями Гамильтона и т. д., но с мнимыми скоростями. Работа, к сожалению, еще не «доведена до чисел», почему и не представляется пока возможным сравнить ее с экспериментальными данными Лауренса (бомбардировка ядер различных элементов диплонами).

М. П. Бронштейн (Ленинград)