

Взаимодействия адронов с энергиями выше нескольких гигаэлектронвольт

В январе 1968 г. в ЦЕРНе (Женева) состоялась одна из небольших конференций, которые становятся все более популярными. В противоположность большим конференциям, малые концентрируют свое внимание на сравнительно узком круге вопросов. Благодаря этому удается достигнуть более подробного и менее формального обсуждения различных сторон рассматриваемой проблемы. Конференция в ЦЕРНе была посвящена вопросам столкновения сильно взаимодействующих частиц (адронов) при максимальных энергиях, достигаемых на ускорителях.

Особый интерес представляет вопрос о точных измерениях и теоретическом анализе данных о полных сечениях. В. Баргер (Висконсинский университет, США) представил обзорный доклад, посвященный обсуждению новых данных о полных сечениях взаимодействия адронов и об упругом рассеянии с небольшой передачей импульса. Данные о полных сечениях анализировались как для сопоставления с теоремой Померанчука, так и для проверки предсказаний новых симметрий и кварковых моделей. Точные измерения полных сечений доведены в настоящее время до 26 Гэв для $p-p$ систем, до 28 Гэв для π^-p систем и до 22 Гэв для π^+p систем. Данные о $K-p$ взаимодействии менее точны. С точки зрения кварковых моделей представляет интерес, что отношение $\sigma_{\pi}(NN)/\sigma_{\pi}(\pi N)$ близко к $3/2$. Это равно отношению чисел кварков, составляющих нуклон и пион.

По современным данным, соотношение между сечениями

$$\frac{[\sigma(\pi^+p) - \sigma(\pi^-p)] : [\sigma(K^+p) - \sigma(K^-p) - \sigma(K^+n) + \sigma(K^-n)]}{1} = 1,$$

которое должно иметь место при справедливости $SU(3)$ -симметрии, выполняется с точностью $15-20\%$ вплоть до энергии 16 Гэв .

При исследовании рассеяния частиц одной из важных задач является изучение соударений нуклонов, и особенно пионов высоких энергий, с нуклонами в области совсем малых углов рассеяния. Такие измерения позволяют осуществить проверку дисперсионных соотношений. Рассмотрению этой важной задачи посвящены многие работы последних лет. Новые данные о дифференциальных сечениях взаимодействия позволили проверить справедливость дисперсионных соотношений для $\pi-p$ и $p-p$ соударений вплоть до $20 \text{ Гэв}/c$. Согласно предсказаний дисперсионных соотношений для амплитуды пион-нуклонного рассеяния вперед в экспериментальных данных позволяет исключить существование «элементарной длины», большей 10^{-15} см .

С ростом точности измерений все большее значение приобретает учет электромагнитных эффектов в рас-

сеянии заряженных частиц высоких энергий. Обсуждению этих вопросов был посвящен на конференции доклад Л. Д. Соловьева (ИФВЭ).

Данные о полных сечениях, дифференциальных сечениях упругого рассеяния с малой передачей импульса, поляризационных эффектах в упругом рассеянии и в процессах перезарядки подробно анализировались в рамках различных моделей и более общих теоретических методов, из которых наибольшее внимание уделялось исследованию свойств амплитуд процессов в функции комплексных угловых моментов. Подробный анализ всех данных о полных сечениях и рассеянии вперед привел к интересной возможности существования двух различных видов поведения сечений рассеяния при более высоких энергиях. При одном наборе параметров, хорошо описывающих существующие данные, в области энергий частиц $60-70 \text{ Гэв}$ и выше можно ожидать практически независимых от энергии величин полных сечений. Другой набор величин приводит к медленно спадающим с энергией полным сечениям. Различие этих двух предсказаний в доступной области энергий невелико. Однако измерения полных сечений пион-нуклонных взаимодействий при $60-70 \text{ Гэв}$ с точностью $1-2 \text{ мбарн}$ (при величине сечения около 25 мбарн), как представляется, позволит ликвидировать остающуюся неоднозначность.

Наряду с успехами в понимании некоторых свойств взаимодействия частиц имеются трудности в попытках анализа таких явлений, как поляризация частиц в процессах перезарядки пионов. Чувствительные к незначительным изменениям амплитуд поляризационные явления служат весьма хорошей проверкой для каждого из развиваемых методов анализа. Данные о поляризации протонов при упругом рассеянии пионов находятся в хорошем согласии с тем, что ожидается в рамках теории с небольшим числом так называемых полюсов Редже. Данные о поляризации протонов в $p-p$ и антипротон-протонных соударениях при достаточно высоких энергиях отсутствуют.

В докладе Ван Россума поляризационные эффекты в процессах рождения частиц и резонансов и при распадах последних рассматривались для всей области энергий частиц выше 1 Гэв . Интересные эксперименты проводятся в настоящее время. Они включают первые попытки исследования изменения поляризации частиц при рассеянии пионов на поляризованной протонной мишени.

Для такого специфического процесса, каким является перезарядка пионов нуклонами $\pi^-p \rightarrow \pi^0n$, амплитуда процесса определяется вкладом одного полюса Редже, что должно приводить к отсутствию поляриза-

ции. Однако в области энергий, достигнутых пока на ускорителях (вплоть до 12 Гэв/с), поляризация нуклонов отдачи оказывается сопоставимой с поляризацией в процессах упругого рассеяния. Может быть, это означает, что развиваемый подход справедлив при еще больших энергиях частиц. Нельзя исключить, что дальнейший анализ этого вопроса приведет к неожиданным результатам. Отметим, что при высоких энергиях поляризация нейтрона в реакции $\pi p \rightarrow n\eta$ мала.

В настоящее время экспериментаторами исследуется большое число процессов перезарядки с обычными и странными частицами с резонансами в конечных состояниях. На конференции были представлены новые данные о зависимостях от энергии и передаваемого импульса сечений таких процессов. Далеко не все из полученных данных находятся в соответствии с тем, что ожидалось при учете простейших особенностей в плоскости комплексного момента.

Отдельный доклад (Лорман, ФРГ) был посвящен процессам фоторождения мезонов при высоких энергиях. Данные о сечениях рождения ρ и ϕ при энергиях $2,6\text{--}4,5 \text{ Гэв}$ оказываются в хорошем согласии с тем, что предсказывается $SU(3)$ -симметрией и теорией комплексных угловых моментов. Рассеяние частиц вызывает большой интерес как с точки зрения предсказаний, связанных с фермионными полюсами (В. Грибов, ЛФТИ), так и в качестве непрямого, но чувствительного способа получения данных о фермионных резонансах больших масс. Таким образом были определены четности ряда фермионных резонансов с нулевой странностью (в Дубне) и обнаружены новые резонансы (в Аргонне). На конференции сообщались новые данные о рассеянии назад K -мезонов протонами. Сравнение сечений рассеяния K -мезонов обоих знаков позволило прийти к заключению о существовании механизма, связанного с обменом фермионными полюсами. Исследования пион-нуклонного рассеяния назад в зависимости от угла рассеяния при энергиях 6 и 10 Гэв позволило определить параметры траектории Редже. Интересно отметить, что предсказанные с помощью этих параметров массы некоторых резонансов оказались совпадающими с массами, определенными в прямых экспериментах. Не все данные о рассеянии назад удается понять, если ограничиться лишь полюсами Редже. Данные о перезарядке $p\bar{p} \rightarrow n\bar{n}$ и нейтрон-протонном рассеянии назад, по-видимому, требуют введения разрезов в плоскости комплексных моментов (ИТЭФ).

На конференции были сообщены результаты первых прямых измерений сечений взаимодействия нейтронов с энергиями до 27 Гэв с протонами. Полные сечения $n-p$ -взаимодействия весьма близки к полным сечениям $p-p$ -взаимодействий, а угловые распределения подоб-

ны в области небольших углов рассеяния. Сравнение данных о сечениях $p-p$ и $n-p$ -взаимодействий с сечениями взаимодействия нуклонов с дейтонами указывает на заметную роль эффекта затенения (поправка Глаубера), который не уменьшается с ростом энергии сталкивающихся частиц.

Рассеяние частиц с большой передачей импульса в настоящее время не удается сопоставить с какой-либо последовательной теоретической моделью. Для анализа экспериментальных данных используются различные модели, включая оптическую. В сечениях рассеяния при немалых передаваемых импульсах в различных процессах установлено существование осцилляций, напоминающих дифракционные. В рамках полюсов Редже такие немонотонности в угловых распределениях связываются с обращением в нуль (или в отрицательные целые числа) траекторий Редже при некоторых значениях передаваемых импульсов. Привлекательной при этом является возможность единственным образом подойти к многим процессам. В зависимости сечений рассеяния от переданного импульса для еще больших значений последнего некоторые авторы усматривают подобие с зависимостью от переданного импульса электромагнитного формфактора протона (в четвертой степени). О. Дрелл (Станфордский университет, США) связывает эти данные с возможностью существования сильного контактного взаимодействия между адронами.

Среди теоретических работ необходимо отметить обзорный доклад Г. Эпштейна (ЦЕРН), посвященный строгим теоретическим результатам, полученным в разное время, относительно поведения сечений столкновений адронов при высоких энергиях. Начало этому направлению исследований было положено теоремой Померанчука. В последних работах из весьма общих соображений устанавливаются границы для возможных зависимостей сечений различных процессов от энергии сталкивающихся частиц. Отдельный доклад был посвящен интересному процессу когерентного образования многочастичных систем при взаимодействии пионов с ядрами. Здесь экспериментальные данные находятся в довольно хорошем согласии с теорией дифракционной диссоциации (Померанчук, Фейнберг, Вокер, Гууд). Эти процессы используются для экспериментального выделения резонансов с определенными квантовыми числами.

Участники конференции получили возможность обменяться полученными результатами и обсудить возможные направления новых исследований, что особенно интересно в связи с запуском ускорителя Института физики высоких энергий на 70 Гэв .

Л. И. ЛАПИДУС

Вопросы создания и методы испытания высоковольтной физической аппаратуры

В сентябре 1967 г. в Томском политехническом институте была проведена Первая Всесоюзная межвузовская конференция по вопросам создания и методам испытания высоковольтной физической аппаратуры. Работали секции генераторов высоковольтных и мощных импульсов, источников постоянного высокого напряжения, физических явлений в газовой и вакуумной изоляции, физических явлений в жидкой и твердой изоляции.

В работе конференции приняло участие более 250 специалистов из 52 учреждений Москвы, Ленинграда,

Томска, Новосибирска, Киева, Харькова и других городов. Всего на конференции было прочитано 163 доклада.

А. А. Воробьев сообщил об основных параметрах высоковольтных импульсных источников нано-, микро- и миллисекундного диапазонов, а также об источниках постоянного высокого напряжения — электростатических генераторах, разрабатываемых в ТПИ. В докладе М. В. Бобыкина, П. Н. Дашука и др. описан емкостный накопитель с энергией 86 кДж , напряжением 2 Мв и током