

В ГЛУБИНАХ МИКРОМИРА

НА СОИСКАНИЕ ЛЕНИНСКОЙ ПРЕМИИ

Таким образом, нуклоны представляют собой как бы своеобразное «облако» сильно взаимодействующих частиц. Одна из основных задач современных исследований — выяснить, не состоит ли такое «облако» из частиц более элементарных, чем нейтрон и протон. Это чрезвычайно сложная экспериментальная задача, и каждый шаг здесь дается с большим трудом. Для проведения таких исследований требуется создание сложнейших установок, использующих самые передовые достижения современной науки и техники. Это и понятно, ибо метод познания строения элементарных частиц основан на изучении эффектов их рассеяния при столкновениях. А это возможно лишь при энергиях, в десятки и сотни раз более высоких, чем при проникновении в глубь атомов.

Изучению характеристик сильного взаимодействия — кардинальной проблеме строения элементарных частиц — посвящен цикл работ «Экспериментальные исследования на ускорителе Института физики высоких энергий, привнесшие к установлению новых свойств сильных взаимодействий при высоких энергиях («Серпуховский эффект» в полных сечениях, сжатие конуса рассеяния протонов и др.), выдвинутый на соискание Ленинской премии 1974 года. Он представляет

собой комплексное исследование основных характеристик сильного взаимодействия в зависимости от энергии.

Совокупность проведенных экспериментов дала возможность получить картину сильных взаимодействий в исследованной ранее области энергий и обнаружить новые принципиально важные и неожиданные закономерности.

Мы кратко расскажем здесь о постановке и главных результатах исследований и подчеркнем то новое, что возникло в понимании строения элементарных частиц.

Один из основных вопросов физики элементарных частиц — о поведении вероятности взаимодействия частиц (полное сечение) при изменении энергии. По сути дела в этих опытах исследуются свойства ядерной материи при фантастических плотностях порядка 10 миллиардов тонн в кубическом сантиметре, — именно такова плотность сталкивающихся «облаков» ядерной материи.

Примечательная черта таких столкновений — множественное рождение вторичных частиц, вылетающих из «облаков», окружающих нуклоны. Упругое рассеяние частиц (т. е. столкновения, в результате которых не рождаются другие частицы) наблюдается в основном при периферических столкновениях, когда «облака» ядерной материи лишь слегка касаются друг

друга. По своему характеру они напоминают дифракцию — огибание световыми волнами непрозрачного шарика. В этом случае можно непосредственно определить размеры «облаков». Измеряя же полное сечение взаимодействия, мы получаем сведения об изменении «прозрачности» ядерной материи по мере роста энергии столкновений.

На основании опытов, выполненных на ускорителях предыдущего поколения, считалось общепринятым, что с увеличением энергии полное сечение взаимодействия протонов, отрицательных каонов, протонов и антипротонов с нуклонами должно монотонно убывать, а для взаимодействий положительных каонов с нуклонами оставаться постоянными. Однако эксперименты на Серпуховском ускорителе дали неожиданный результат. Так, начиная с 30 Гэв сечения взаимодействия в первом случае перестали уменьшаться с ростом энергии и, таким образом, существенно отклонились от ожидаемых значений. А во втором случае было обнаружено возрастание сечения, начиная с энергии около 20 Гэв.

Это парадоксальное явление, получившее название «Серпуховский эффект», вызвало широкое обсуждение и привело к углубленному анализу как ограничений, вытекающих из общих принципов теории поля, так и к корен-

ному пересмотру теоретических моделей строения и взаимодействия частиц при высоких энергиях.

Закономерности, обнаруженные в области серпуховских энергий, указывают на существование новых структурных особенностей взаимодействия нуклонов. Для их выявления важно сравнить данные по полным сечениям взаимодействия с данными по упругому рассеянию частиц, полученными авторами цикла на Серпуховском ускорителе. Изучение упругого рассеяния протонов на протонах показало, что радиус взаимодействия растет с ростом энергии. Иными словами, с ростом энергии начинает проявляться взаимодействие с наиболее периферическими, «разреженными» областями «облака».

Этот результат представляется настолько важным, что группа советских физиков после завершения опытов на Серпуховском ускорителе провела аналогичный эксперимент в США при более высоких энергиях. Он стал одним из первых исследований, выполненных на вновь построенном американском ускорителе в Батавии, и подтвердил закономерности, установленные в Серпухове.

Таким образом, выявляются следующие особенности взаимодействия: обнаружена область энергий, где полное сечение постоянно, а радиус взаимодействия растет. Это

означает, что ядерное вещество становится более «прозрачным» при столкновениях частиц высокой энергии. Однако при дальнейшем увеличении энергии область постоянства полного сечения сменяется областью роста. Он обусловлен тем, что начинают проявляться внутренние, более «плотные» составляющие нуклонов, радиус взаимодействия с которыми растет с увеличением энергии.

Обратно говоря, можно представлять себе строение нуклонов как совокупность двух структур — внешней и внутренней. Первая имеет большие размеры и большую прозрачность, вторая же имеет меньшие размеры и обладает взаимодействующими свойствами, но меньшей прозрачностью. Размеры этих областей взаимодействия возрастают с ростом энергии.

Результаты проведенных экспериментов, естественно, поставили вопрос о том, как согласуются эти данные с основными положениями теории, не происходил ли нарушения основных принципов современной физики. С этой точки зрения особый интерес представляют эксперименты с античастицами, поскольку принцип симметрии между частицами и античастицами лежит в основе теоретических концепций.

Проведенное вслед за этим авторами цикла детальное изучение показало взаимную

согласованность полученных данных. Это позволило подтвердить на опыте справедливость принципа причинности на малых пространственно-временных интервалах. Рассмотряемые работы стимулировали коренной пересмотр традиционных воззрений и стали определяющими для развития дальнейшей программы научных исследований в крупнейших ядерных центрах мира. Необходимо особо подчеркнуть, что эффекты, о которых идет речь, в большинстве своем трудно обнаружить из-за их малой величины. Они были найдены только благодаря высокой точности измерений. Успех этих сложнейших экспериментов был во многом определен использованием созданной авторами уникальной физической аппаратуры. Они разрабатывали ряд новых методов исследования и создали экспериментальные установки с рекордными параметрами. Это само по себе является крупнейшим достижением отечественной науки.

Представленный на соискание Ленинской премии цикл экспериментальных исследований Ю. Д. Прокопчина, С. П. Денисова, А. Ф. Дунайцева, В. М. Кутына (Институт физики высоких энергий, г. Серпухов), В. А. Никитина и И. А. Савина (Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна) содержит непревзойденные в своей области результаты фундаментальной важности, относящиеся к крупнейшим достижениям мировой науки. Благодаря этим работам советскими учеными сделан важный шаг в познании строения веществ.

Академик А. ЛОГУНОВ,
Академик Б. ПОНТЕКОРВО,