

Н. П. БОГАЧЕВ и И. К. ВЗОРОВ

**УПРУГОЕ РАССЕЯНИЕ ПРОТОНОВ ПРОТОНАМИ
ПРИ ЭНЕРГИИ 660 МЭВ ***

(Представлено академиком Л. А. Арцимовичем 4 XI 1954)

В 1952 г. М. Г. Мещеряковым, Н. П. Богачевым, Б. С. Негановым и Е. В. Пискаревым ⁽¹⁾ было установлено, что при энергии протонов 460 Мэв наблюдается отступление от изотропии в (p—p)-рассеянии, а именно, дифференциальное сечение рассеяния в системе центра масс (с. ц. м.) увеличивается приблизительно на 14% при изменении угла рассеяния от 90 до 30°. Позже аналогичное отступление от изотропии было обнаружено в опытах по рассеянию протонов с энергией 435 и 428 Мэв на протонах ⁽²⁻⁵⁾.

В настоящем сообщении изложены результаты выполненных весной 1954 г. ⁽⁶⁾ опытов по рассеянию протонов с энергией около 660 Мэв, ускоренных в синхроциклотроне Института ядерных проблем АН СССР, на протонах. Методика наблюдения (p—p)-рассеяния была такой же, как и в работе ⁽¹⁾. Выведенный из ускорителя и коллимированный пучок протонов проходил через монитор и падал на рассеиватель. Монитором в опытах служила ионизационная камера, наполненная аргоном. В качестве рассеивателей применялись парафин и углерод; эффект от водорода определялся путем вычитания. Толщина рассеивателей из парафина составляла 0,46 г/см² для углов 30 и 40° и 0,90 г/см² для углов 50—90° в с. ц. м. Отбор элементарных актов (p—p)-рассеяния осуществлялся путем регистрации разлетающихся протонов включенными на совпадение двумя телескопами из сцинтилляционных счетчиков. Телесный угол, в котором наблюдалось (p—p)-рассеяние, равнялся $3,9 \cdot 10^{-4}$ стерад. Телескоп, определяющий величину телесного угла, состоял из трех сцинтилляционных счетчиков из кристаллов толана. Протоны меньшей энергии регистрировались сопряженным телескопом, состоящим из двух счетчиков. Разрешающее время совпадений в телескопах равнялось $3 \cdot 10^{-8}$ сек.; разрешающее время схемы, отбиравшей совпадения импульсов от телескопов, было равно $5 \cdot 10^{-8}$ сек. В специальных опытах была определена эффективность регистрации протонов телескопами в интервале энергий от 45 до 615 Мэв, а также эффективность схемы, отбиравшей совпадения между телескопами.

Метод сопряженных телескопов в описываемых опытах давал возможность отделять элементарные акты упругого (p—p)-рассеяния от других процессов, имеющих место при (p—p)-соударениях. Об этом свидетельствует приведенная на рис. 1 кривая зависимости скорости счета совпадений импульсов в телескопах от угла разлета частиц, вызывающих эти импульсы. Величина угла, при котором наблюдается

* Доложено на семинаре Института ядерных проблем АН СССР 10 IV 1954 г.

максимальная скорость счета, совпадает с значением угла разлета двух упруго рассеянных протонов, вычисленным для данных условий.

Сведения об уровне фона от совпадений, обусловленных попаданием в телескопы заряженных частиц от реакции $p + p \rightarrow p + p + \pi^+$, были получены из двух опытов. В одном из них фон определялся в условиях, когда между кристаллами сопряженного телескопа ставился фильтр, достаточный для полного торможения упруго рассеянных протонов. В другом — фон от указанного процесса был оценен путем

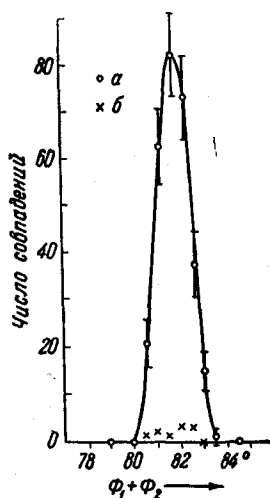


Рис. 1. Скорость счета совпадений в зависимости от угла разлета. а — эффект от водорода, б — фон от углерода

измерения скорости счета совпадений при углах, не отвечающих кинематике $(p-p)$ -соударений. Из этих опытов было найдено, что величина фона совпадений, обусловленного мезонообразованием в $(p-p)$ -столкновениях, не превышает $1-2\%$.

Энергия протонов в выведенном пучке была определена В. П. Зреловым ⁽⁷⁾ посредством наблюдения угла черенковского излучения протонов и оказалось равной 657 ± 2 Мэв. Разброс энергий протонов в пучке не превышал $\pm 8,0$ Мэв. В используемом пучке практически отсутствовали протоны, частично затормозившиеся в стенках коллиматора; это было установлено наблюдением следов протонов в фотопластинках, чувствительных к частицам с минимальной ионизацией. В специальных опытах было показано, что асимметрии в рассеянии направо и налево не наблюдается. Это свидетельствует о том, что первичный пучок протонов являлся неполяризованным.

Определение абсолютных величин дифференциальных сечений $(p-p)$ -рассеяния производилось посредством калибровки монитора двумя независимыми методами — при помощи цилиндра Фарадея с электрометрической схемой, а также путем интегрирования тока в ионизационной камере*. Число пар ионов, образуемых протоном с энергией 657 Мэв в ионизационной камере, было вычислено по формуле Бете для ионизационных потерь на основании данных работы ⁽⁸⁾.

Измерения дифференциального сечения $(p-p)$ -рассеяния выполнены в области углов от 90 до 30° в с. ц. м. Результаты измерений представлены на рис. 2, из которого видно, что при энергии протонов 657 Мэв дифференциальные сечения $(p-p)$ -рассеяния в с. ц. м. резко возрастают с уменьшением угла. Ошибки, показанные на рис. 2, являются средними квадратичными ошибками, обусловленными только статистическим разбросом измерений. Учет погрешностей в определении других величин, входящих в формулу для вычисления дифференциального сечения рассеяния, показывает, что максимальная ошибка измерений составляет около 10% . Следует отметить, что эксперименты были выполнены в различных геометрических условиях, а также при различной интенсивности пучка протонов. Стабильность в работе аппаратуры, а также воспроизводимость результатов при изменении условий опыта свидетельствуют о надежности полученного экспериментального материала.

Зависимость дифференциального сечения упругого $(p-p)$ -рассеяния от угла в с. ц. м., найденная при энергии 460 Мэв ⁽¹⁾, допускает качественную интерпретацию на основе предположения, что вклад в рассеяние в основном обусловлен $^1S_0$ - и $^3P_0$ -состояниями. Как видно

* Опыты по калибровке монитора выполнены совместно с Ю. К. Акимовым.

из рис. 2, с увеличением энергии до 657 Мэв характер (p—p)-рассеяния резко меняется. Найденная в наших опытах зависимость дифференциального сечения (p—p)-рассеяния от угла рассеяния указывает на то, что при энергии 657 Мэв в (p—p)-рассеянии наряду с состояниями, дающими изотропию, существенную роль должны играть также и другие состояния, характеризующиеся отличным от нуля полным моментом количества движения. Следует отметить, что возникновение поляризации частиц в (p—p)-столкновениях при энергиях 130—300 Мэв^(9, 10) указывает на то, что уже при этих энергиях в (p—p)-взаимодействии, кроме триплетного состояния $^3P_0$, должны присутствовать и другие триплетные состояния.

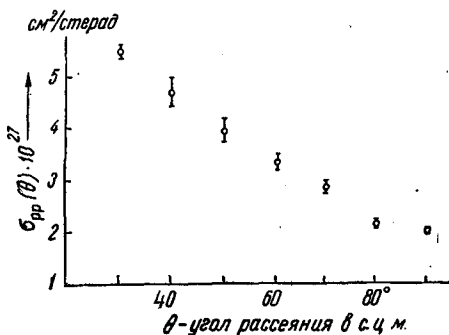


Рис. 2. Дифференциальное сечение (p—p)-рассеяния при энергии 657 Мэв

Дифференциальное сечение рассеяния протонов с энергией 657 Мэв на протонах под углом 90° в с. ц. м. обнаруживает заметное отличие от аналогичной величины, найденной в области энергий 150—460 Мэв. Именно, дифференциальное сечение для угла 90° в с. ц. м., измеренное в настоящих опытах, равно $(2,1 \pm 0,2) \cdot 10^{-27}$ см²/стерад, тогда как для указанной области энергий оно лежит в промежутке $(3,4-5,0) \cdot 10^{-27}$ см²/стерад. Уменьшение дифференциальных сечений упругого (p—p)-рассеяния на большие углы с возрастанием энергии от 460 до 660 Мэв в первую очередь должно быть обусловлено быстрым возрастанием в этом энергетическом интервале сечений образования π -мезонов. О большом вкладе процессов мезонообразования в (p—p)-взаимодействие при энергиях порядка 600—660 Мэв свидетельствует тот факт, что по данным настоящих опытов оценка полного сечения упругого (p—p)-рассеяния дает величину $23 \cdot 10^{-27}$ см², тогда как согласно работе⁽¹¹⁾ полное сечение (p—p)-взаимодействия при энергии 615 Мэв составляет $38 \cdot 10^{-27}$ см².

В заключение пользуемся случаем выразить благодарность чл.-корр. АН СССР М. Г. Мещерякову за руководство работой. Мы признательны также А. С. Кузнецову за помощь в изготовлении и наладке аппаратуры.

Институт ядерных проблем
Академии наук СССР

Поступило
2 XI 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. Г. Мещеряков, Н. П. Богачев, Б. С. Неганов, Е. В. Пискарев, Отчет Инст. ядерных проблем АН СССР, 1952; ДАН, 99, № 6 (1954).
- ² W. E. Mott, R. B. Sutton, Bull. Am. Phys. Soc., 28, No. 1, 10 (1953).
- ³ W. E. Mott, R. B. Sutton, et al., Phys. Rev., 90, 712 (1953).
- ⁴ R. B. Sutton, T. H. Fields et al., Bull. Am. Phys. Soc., 29, No. 4, 75 (1954).
- ⁵ A. J. Hartzler, R. T. Siegel, Phys. Rev., 95, 185 (1954).
- ⁶ Н. П. Богачев, И. К. Взорров, Отчет Инст. ядерных проблем АН СССР, апрель 1954.
- ⁷ В. П. Зрелов, там же, 1954.
- ⁸ C. J. Bakker, E. Segrè, Phys. Rev., 81, 489 (1951).
- ⁹ C. L. Oxley, W. F. Cartwright, J. Rouvina, ibid., 93, 806 (1954).
- ¹⁰ J. M. Dickson, D. C. Salter, Nature, 173, 946 (1954).
- ¹¹ A. M. Shapiro, C. P. Leavitt, F. F. Chen, Bull. Am. Phys. Soc., 29, No. 4, 75 (1954).