

Член-корреспондент АН СССР М. Г. МЕЩЕРЯКОВ и Б. С. НЕГАНОВ

**ОБРАЗОВАНИЕ МЕЗОНОВ В РЕАКЦИИ $p + p \rightarrow d + \pi^+$
В ОБЛАСТИ 510—660 Мэв**

В предыдущем сообщении ⁽¹⁾ были описаны измерения углового распределения π^+ -мезонов, возникающих в $(p - p)$ -соударениях

$$p + p \rightarrow d + \pi^+, \quad (1)$$

и определено полное сечение этой реакции при 460 Мэв. Наиболее яркой особенностью реакции (1) является быстрый рост ее полного сечения в области высоких энергий, вплоть до 460 Мэв. В ⁽¹⁾ указывалось, что этому опытному факту можно попытаться дать объяснение, как если бы он был обусловлен резонансным характером зависимости сечения реакции (1) от энергии. Подобное же предположение было выдвинуто и в ⁽²⁾ в связи с обнаруженной в области 560—660 Мэв резкой зависимостью от энергии сечения упругого $(p - p)$ -рассеяния на большие углы.

В настоящих опытах был использован пучок протонов, выведенный из синхроциклотрона Института ядерных проблем АН СССР. Методика получения протонов с заданной энергией и определения интенсивности протонного пучка описаны в предыдущих сообщениях ^(2, 3). Сечение реакции (1) определялось по разности выходов от парафиновой и углеродной мишеней. Для регистрации актов рождения π -мезонов в реакции (1) использовалась техника сопряженных телескопов. Дейтронный телескоп был изготовлен из пяти сцинтилляционных счетчиков, из которых последние два, работавшие на совпадение, были включены на антисовпадение с тремя первыми, регистрировавшими дейтроны. Между первой группой счетчиков и двумя последними помещался фильтр, достаточный для полного торможения дейтронов, но пропускавший протоны, упруго рассеянные в мишени на ядрах углерода. Этот прием позволил существенно понизить уровень фона от случайных совпадений при регистрации дейтронов под малыми углами к первичному пучку, без изменения эффективности регистрации актов рождения π^+ -мезонов в исследуемой реакции.

В первой части опытов изучалось угловое распределение π^+ -мезонов от реакции (1) при максимальной энергии протонов в пучке, равной 657 Мэв. В этих опытах мезоны наблюдались в передней полусфере в интервале 30—90° в системе центра масс. Основная трудность эксперимента заключалась в выделении реакции (1) на фоне других неупругих процессов и, главным образом, реакции

$$p + p \rightarrow p + n + \pi^+, \quad (2)$$

протекающей в области 510—660 Мэв значительно более интенсивно, чем изучаемая реакция. Проводя измерения при разных углах раствора между телескопами и меняя величину телесного угла, охватываемого дейтронным телескопом, в пределах, допускающих регистрацию всех

дейтронов, испущенных в одном акте с π^+ -мезонами, прошедшими через мезонный телескоп, можно было определить вклад реакции (2) в скорость счета совпадений между π^+ -мезонами и дейтронами. После

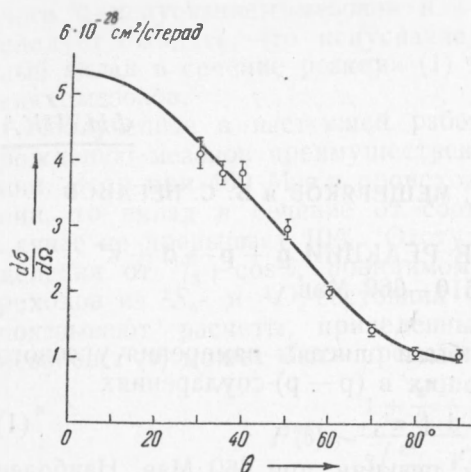


Рис. 1. Угловое распределение π^+ -мезонов от реакции $p + p \rightarrow d + \pi^+$

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = (4,35 \pm 0,25) [(0,23 \pm 0,03) + \cos^2\theta] \cdot 10^{-28} \text{ см}^2/\text{стерад},$$

коэффициенты которого подобраны по методу наименьших квадратов. Экстраполяция этой зависимости в область малых углов дает для полного сечения реакции величину

$$\sigma = (3,1 \pm 0,2) \cdot 10^{-27} \text{ см}^2.$$

Сопоставление результатов настоящих опытов с результатами, полученными в ⁽¹⁾, показывает, что: с увеличением энергии протонов от 460 до 660 Мэв полное сечение реакции (1) возрастает примерно в два раза; при этом угловое распределение мезонов от реакции (1) в области больших углов изменяется незначительно.

Воспользовавшись последним свойством реакции, можно было определить ее полное сечение в интервале 510—660 Мэв по значению дифференциального сечения, найденному для одного какого-либо угла. Наиболее удобным оказалось наблюдение мезонов под углом 50° в системе центра масс. Найденные подобным способом значения полного сечения реакции (1) в функции энергии π^+ -мезона в системе центра масс со статистическими ошибками измерений приведены на рис. 2. Там же показаны сечения этой реакции для меньших энергий, взятые из работ ^(1, 4-6).

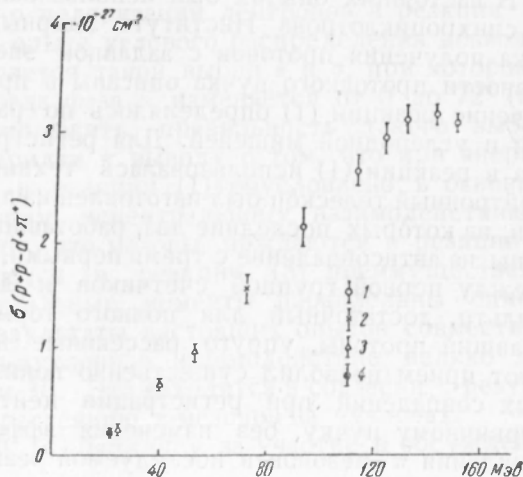


Рис. 2. Зависимость полного сечения реакции $p + p \rightarrow d + \pi^+$ от энергии π^+ -мезонов.

1 — данная работа; 2 — ⁽¹⁾; 3 — ⁽⁴⁾; 4 — усредненный результат ^(5, 6)

Полученные в настоящих опытах результаты указывают на то, что полное сечение реакции (1) продолжает быстро возрастать в области 460—600 Мэв, а затем остается приблизительно постоянным. Измерения при максимально достижимой в этих опытах энергии 657 Мэв

приводят к несколько меньшему значению полного сечения, чем измерения в области 610—630 Мэв. По данным, приведенным на рис. 2, были вычислены значения квадрата матричного элемента реакции (1) для интервала энергий мезонов 22—150 Мэв. Соответствующие результаты показаны на рис. 3. Видно, что квадрат матричного элемента достигает ясно выраженного максимума примерно при 130 Мэв, после чего убывает.

Проведенное исследование углового распределения мезонов показало, что в реакции (1) при энергии 660 Мэв, так же как и при 460 Мэв, мезоны рождаются, в основном, в p -состоянии и что при этом эффект от испускания мезонов в d -состоянии относительно невелик. Тот факт, что с увеличением энергии π^+ -мезонов более, чем в два раза их угловое распределение не претерпевает заметного изменения, свидетельствует либо о том, что на протяжении рассматриваемого интервала энергий сохраняется постоянным соотношение между вкладами переходов $^1S_0 \rightarrow ^3S_1$ и $^1D_2 \rightarrow ^3S_1$ в парциальное сечение

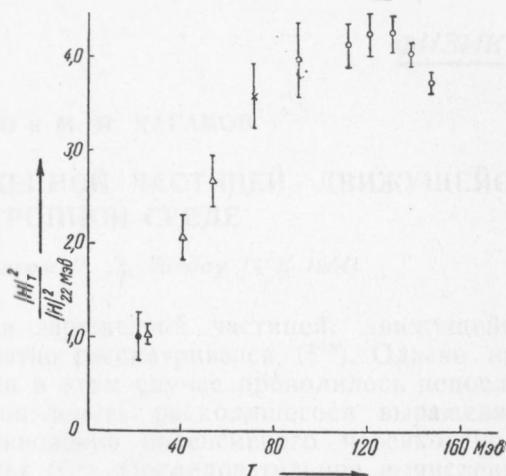


Рис. 3. Зависимость квадрата матричного элемента реакции (1) от кинетической энергии π^+ -мезонов

рождения мезонов в p -состоянии и, следовательно, амплитуды этих переходов одинаково изменяются с энергией, либо о том, что в рождении мезонов в p -состоянии преобладающую роль играет только один из указанных переходов. Сопоставление результатов, полученных в настоящих опытах, с тем обстоятельством, что мезон-нуклонное взаимодействие, как это, видимо, следует из экспериментов по рассеянию мезонов в водороде, оказывается наиболее сильным для состояний с изотопическим спином $^3/2$ и угловым моментом $^3/2$, позволяет утверждать, что основной вклад в сечение образования мезонов в p -состоянии обусловлен именно переходом $^1D_2 \rightarrow ^3S_1$. Если это заключение правильно, то обнаруженная в этих опытах немонотонная зависимость сечения реакции (1) от энергии может явиться аргументом в пользу предположения, что нецентральное взаимодействие в $^1D_2$ -состоянии ($p-p$)-системы имеет резонансный характер.

Дальнейшее уточнение сведений о свойствах реакции (1) в первую очередь должно иметь целью выяснение углового распределения π^+ -мезонов в области углов, меньших 30° , где можно заметить эффект от рождения мезонов в d -состоянии.

Выражаем благодарность Л. И. Лапидусу за участие в обсуждении результатов этой работы, а также О. В. Савченко за помощь в проведении экспериментов.

Институт ядерных проблем
Академии наук СССР

Поступило
9 XII 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. Г. Мещеряков, Б. С. Неганов, Н. П. Богачев, В. М. Сидоров, ДАН, 100, № 4 (1955). ² М. Г. Мещеряков, Б. С. Неганов, Л. М. Сороко, И. К. Взорев, ДАН, 99, № 6, 959 (1954). ³ М. Г. Мещеряков, Н. П. Богачев, Б. С. Неганов, Е. В. Пискарев, ДАН, 99, № 6, 955 (1954). ⁴ R. Durbin, H. Loar, J. Steinberger, Phys. Rev., 84, 581 (1951). ⁵ V. Peterson, E. Illoff, D. Sherman, ibid., 84, 372 (1951). ⁶ M. Whitehead, C. Richman, ibid., 83, 855 (1951).