

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ

РАССЕЯНИЕ π -МЕЗОНОВ БОЛЬШОЙ ЭНЕРГИИ
ПРОТОНАМИ

Изучение рассеяния элементарных ядерных частиц большой энергии является методом исследования ядерных сил. Поэтому работы по рассеянию π -мезонов протонами, позволяющие выяснить характер сил, действующих между этими частицами, представляют значительный интерес.

Первые исследования¹ этого вопроса, проведённые для π -мезонов с кинетической энергией 55–85 Мэв, привели к неожиданному результату: эффективное сечение для рассеяния таких мезонов оказалось значительно меньшим «геометрического» сечения $\pi \left(\frac{h}{Mc}\right)^2$ для π -мезона.

В реферируемых работах^{2, 3, 4} измерения были продолжены в область больших энергий π -мезонов вплоть до $E = 220$ Мэв. Мезоны, зарождённые в медной или бериллиевой мишени, бомбардируемой пучком протонов с энергией 450 Мэв, отклонялись магнитным полем циклотрона и выводились в помещение, предназначенное для описываемых опытов. Дальнейшая монохроматизация и фокусировка пучка мезонов осуществлялась с помощью отклоняющего магнита. Таким способом был получен хорошо коллимированный пучок π -мезонов с энергией E , постоянной в пределах $\pm 3\%$, и с незначительной примесью μ -мезонов и электронов. Схема опыта представлена на рис. 1.

Пучок π -мезонов проходил через телескоп из двух сцинтилляционных счётчиков (1 и 2), за которыми помещался рассеиватель—стеклянный сосуд, наполняющийся жидким водородом. Частицы, не испытавшие рассеяния, регистрировались вторым телескопом из жидких сцинтилляционных счётчиков (3, 4), расположенным после сосуда с жидким водородом.

Ослабление мезонного пучка в этом опыте равно отношению числа четверных совпадений 1—2—3—4 к числу двойных совпадений 1—2. Полное сечение рассеяния в водороде равно разности между ослаблениями, создаваемыми сосудом, наполненным жидким водородом, и пустым стеклянным сосудом. Данные, полученные авторами после введения необходимых поправок, связанных с геометрическими условиями опыта и неоднородностью пучка мезонов, приведены на рис. 2, по оси абсцисс которого отложена энергия π -мезонов в Мэв, а по оси ординат—эффективное сечение в 10^{-27} см².

Рассмотрим данные для отрицательных π -мезонов. На рис. 2 они нанесены в виде прямоугольников, стороны которых равны стандартной

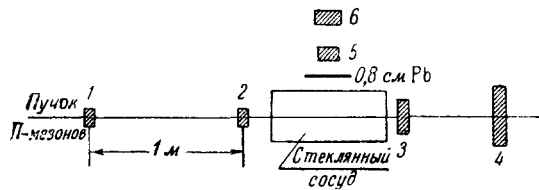
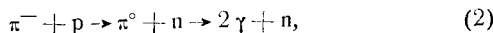


Рис. 1.

ошибке в измерении энергии E и эффективного сечения σ_{π^-} . Мы видим, что σ_{π^-} возрастает с увеличением E и при $E = 150$ Мэв становится равным «геометрическому» сечению π -мезона:

$$\sigma_{\pi^-} = \pi \left(\frac{\hbar}{Mc} \right)^2 \cong 60 \cdot 10^{-27} \text{ см}^2.$$

Анализируя результаты этих измерений, авторы указывают, что π -мезоны могут рассеиваться протонами благодаря следующим трём основным процессам:



Последний процесс (3) является обратным по отношению к процессу рождения отрицательных

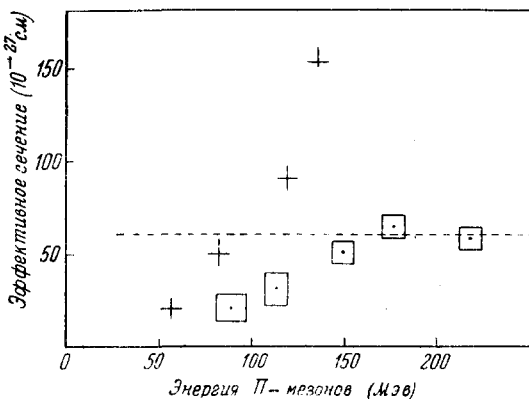


Рис. 2.

рождения отрицательных π^- -мезонов при взаимодействии γ -квантов с нейтронами. Эффективное сечение этого процесса известно из опыта⁵, и поэтому эффективное сечение для процесса (3) может быть оценено из принципа детального равновесия. Оно равно нескольким единицам 10^{-27} см^2 , т. е. составляет малую часть наблюдаемого сечения. Процесс (1) представляет собой простое рассеяние (упругое или неупругое), а процесс (2) — рассеяние, связанное с обменом зарядами. Величина относительного

вклада, вносимого процессами (1) и (2) в полное эффективное сечение рассеяния, указывает на соотношение между необменными и обменными силами. Авторы оценили эффективное сечение для процесса (2), воспользовавшись тем, что в этом процессе возникают γ -кванты. Для этого они поместили под углом 90° к пучку π -мезонов третий телескоп из сцинтилляционных счётчиков (5, 6), предназначенный для регистрации частиц, возникающих при рассеянии π^- -мезонов (см. рис. 1). Если среди этих частиц имеются в заметном количестве γ -кванты, то вероятность регистрации последних сильно возрастёт, если перед телескопом δ - δ поместить пластинку свинца толщиной 8 мм. Таким образом была оценена роль процесса (2) в рассеянии π^- -мезонов протонами. Оказалось, что при энергии π^- -мезонов, равной 118 Мэв, эффективное сечение для простого рассеяния равно $\sigma_1 = (10 \pm 4) \cdot 10^{-27} \text{ см}^2$, а эффективное сечение для рассеяния с обменом зарядов превосходит это значение в два раза, т. е. $\sigma_2 = (20 \pm 5) \cdot 10^{-27} \text{ см}^2$. (Эти значения σ получены в предположении, что рассеяние изотропно в системе, где центр инерции сталкивающихся частиц покоится.) Отсюда следует, что обменное рассеяние играет преобладающую роль.

Данные, нанесённые на рис. 2 крестами, относятся к эффективному сечению рассеяния положительных π^+ -мезонов. Мы видим, что σ_{π^+} чрезвычайно быстро растёт с энергией и при $E = 126 \text{ Мэв}$ оказывается в три раза большим σ_{π^-} и в два с лишним раза большим «геометрических» размеров π -мезонов.

Таким образом, из рассмотренных работ следует, что при рассеянии π^- - и π^+ -мезонов протонами наибольшее значение имеет процесс рассеяния π^+ -мезонов, промежуточное значение принадлежит процессу рассеяния π^- -мезона, происходящему с обменом зарядов, и наименьший вклад в полное эффективное сечение рассеяния вносится обычным необменным рассеянием π^- -мезонов.

А. В.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Steinberger, Phys. Rev. **82**, 958 (1951).
 2. E. Fermi и др., Phys. Rev. **85**, 934 (1952).
 3. E. Fermi и др., Phys. Rev. **85**, 935 (1952).
 4. E. Fermi и др., Phys. Rev. **85**, 936 (1952).
-