ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория теоретической физики

ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. П.Н.ЛЕБЕДЕВА АН СССР

Р - 327

В.Гольданский, Я.Смородинский

ОСОБЕННОСТИ S -МАТРИЦЫ И ρ^{0} -МЕЗОН

ЖЭТФ, 1959, т 36, вып.6, с 1959,

Дубна 1959 год

P - 327

В. Гольданский, Я. Смородинский

[illegible]

ОСОБЕННОСТИ S - МАТРИЦЫ И ρ^0 - МЕЗОН

В ряде работ обсуждалась гипотеза о возможном существовании второго нейтрального мезона /ρ^0-мезон/ с нулевыми спином и странностью и о способах его обнаружения на опыте. Все предположенные методы проверки этой гипотезы были основаны на наблюдении самой реакции рождения ρ^0-мезона или продуктов его распада.

Мы хотим здесь напомнить, что существует еще один метод, который основан на принципиально другой идее и может оказаться существенно удобнее для реальных опытов. Речь идет об изучении особенностей в энергетической зависимости реакции вблизи порога рождения новой частицы. Этот метод был впервые изучен в общей форме Вигнером. Позже Базь[2] указал на интересные результаты, которые может дать применение этого метода к ядерным реакциям /ср. также одновременно опубликованную работу Брейта и др.[3]/.

Эта же идея была использована для изучения фотоделения вблизи порога /γn/ - реакции[4] и свойств К-мезонов[5]. В работе[6] этот метод был использован в предложении способа обнаружения динейтрона, связанного с изучением энергетической зависимости сечения упругого рассеяния нейтронов ядрами вблизи порога реакции /$n, 2n$/.

Представляется естественным использовать идею этой последней работы для исследования аналогичного вопроса существования ρ^0-мезона. Рассмотрим для определенности упругое рассеяние ρ^0-мезона с энергией более 270 Мэв [x] протонами. Сечение рассеяния такого процесса может иметь особенности двух типов.

а/ Особенности, связанные с "изобарным" состоянием, например, $\pi + p \to$ "изобар" / $T = \frac{3}{2}$, $I = \frac{3}{2}$ /. Особенности такого типа отвечает полюс S-матрицы в комплексной плоскости энергии и вблизи этого полюса, при вещественных значениях энергии кривая сечения имеет известный резонансный вид.

б/ Порог рождения новой частицы, например, $\pi^+ + p \to \rho^0 + p$.

---

x/ Если бы порог рождения ρ^0 отвечал энергии π-мезонов менее 270 Мэв, то оказался бы возможным относительно быстрый распад $K^+ \to \pi^+ + \rho^0$ $(\Delta T = 1/2)$, который, как известно, не наблюдался.

Порогу такой реакции отвечает точка разветвления на вещественной оси[x/]. В такой точке терпит разрыв производная от сечения /в нашем случае первая/. Особенности именно этого типа нас и интересуют. Их наличие приводит к появлению на кривой сечения характерных изломов типа "ступеньки", "провала" или "пика" /ср.[/2/]/, которые и должны быть найдены на опыте. В первых случаях особенность интепретируется однозначно. Если же особенность имеет характер "пика", то ее легко спутать с резонансом. В этом случае может помочь то обстоятельство, что "пик", вообще говоря, должен иметь небольшую ширину /порядка 10–20 Мэв/. Это последнее обстоятельство делает мало вероятным, что наблюдаемые максимумы с Т = 1/2 при энергиях π -мезона 680 и 940 Мэв [/7/] соответственно были бы связаны с рождением ρ^0 /"массы ρ^0 " – 1200 и 1520 электронных/. Другой путь различия резонансной и пороговой особенностей может основываться на сопоставлении взаимодействия в системах с разным изотопическим спином, но одинаковой энергией. Так, например, пороговым особенностям в $\pi^- p$ – рассеянии при 680 и 940 Мэв соответствовало бы наличие особенностей и в $K\bar{C}p$ – рассеянии при энергии К-мезонов 520 и 810 Мэв /в состоянии Т = 0/.

Изучение величины особенности позволит оценить верхнюю границу возможности сечения рождения ρ^0 -мезона.

Для этого удобно использовать величину

$$2\left(\frac{\delta\sigma(\varepsilon)}{\sigma(\varepsilon)}\right)^2 = \left(\frac{\sigma(E_0+\varepsilon)-\sigma_{порог}}{\sigma_{порог}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma(E_0-\varepsilon)-\sigma_{порог}}{\sigma_{порог}}\right)^2,$$

где E – энергия порога, а σ – упругое сечение. Легко показать, что

$$\frac{\delta\sigma(\varepsilon)}{\sigma(\varepsilon)} = \frac{K}{4\pi}\cdot\frac{\sigma(\varepsilon)}{\sqrt{\sigma(\varepsilon)}}.$$

---

x/ Это связано с тем, что δ_0 – фаза рассеяния выше порога /вблизи него/ делается комплексной /$\delta_0 = \delta_{01} + i\,\delta_{02}$/ причем, δ_{01} является четной функцией K /волновой вектор ρ^0 /, а δ_{02}-нечетной. δ_{02} ниже порога поэтому мнимо, а δ_0, следовательно, вещественно.

Здесь k - волновой вектор π -мезона, а σ_ρ - сечение рождения ρ^0 при энергии π -мезона $E_0+\mathcal{E}$.

В заключение отметим, что такая же идея была независимо выдвинута Понтекорво и др.[8], которым мы выражаем благодарность за полезные дискуссии.

Работа поступила в издательский отдел
2 апреля 1959 года.

Литература

1. E. Wigner, Phys. Rev. 73, 1002 (1948).
2. Базь А.И., ЖЭТФ 33 /1957/ 923.
3. G. Breit, Phys.Rev. 107, 1612 (1957).
4. Базь А.И., Смородинский Я.А., Лазарева Л.Е. и др. Доклады на Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии /1958/.
5. Базь А.И. и Окунь Л.Б., ЖЭТФ 35 /1958/.
6. Базь А.И. и Смородинский Я.А., Доклад на ядерной конференции, Париж, 1958 год.
7. Д.Фриш - частное сообщение.
8. В.Г.Зинов, А.Д.Конин, С.М.Коренченко и Б.М.Понтекорво, ЖЭТФ /в печати/