

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

7
Б-28
691



Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, В.А. Ямба

P-691

ОТНОШЕНИЕ СЕЧЕНИЙ
 РЕАКЦИЙ $\pi N \rightarrow \pi\pi N$
 ПРИ ЭНЕРГИИ 290 МЭВ
 И $(\pi\pi)$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

*ЖЭТФ, 1961, т 40, в 5
 стр. 1528-1529*

Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, В.А. Ямба

P-691

ОТНОШЕНИЕ СЕЧЕНИЙ
РЕАКЦИЙ $\pi N \rightarrow \pi\pi N$
ПРИ ЭНЕРГИИ 290 МЭВ
И $(\pi\pi)$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Процесс рождения дополнительного мезона в реакции $\pi N \rightarrow \pi\pi N$ при различных энергиях в последнее время широко используется для получения информации о $(\pi-\pi)$ -взаимодействии. При столкновении π -мезона с протоном при энергиях, превышающих порог (~ 170 Мэв), возможны следующие реакции с образованием одного дополнительного мезона:

- (1) $\pi^- + p \rightarrow n + \pi^+ + \pi^-$
- (2) $\pi^- + p \rightarrow p + \pi^0 + \pi^-$
- (3) $\pi^- + p \rightarrow n + \pi^0 + \pi^0$
- (4) $\pi^+ + p \rightarrow n + \pi^+ + \pi^+$
- (5) $\pi^+ + p \rightarrow p + \pi^+ + \pi^0$

Для выяснения некоторых качественных особенностей $(\pi-\pi)$ -взаимодействия представляет интерес изучение отношений между сечениями этих реакций. Из перечисленных выше реакций детально изучались реакции (1) и (2) при энергиях первичного мезона в районе 1 Бэв^{1,2,3/}. При меньших энергиях подробно изучалась только реакция (1)^{4,5,6,7/}. Сечение этой реакции при энергии 290 Мэв получено равным $\sigma_1 = (0,61 \pm 0,13)$ мб^{5/}. Сечение реакции (2) непосредственно не измерялось.

В работе Зинова и Коренченко^{8/} измерялась сумма сечений $2\sigma_1 + 0,7\sigma_2$. Используя эти данные и данные работы^{4/}, в которой измерялось сечение σ_1 , для величины σ_2 можно получить следующую оценку при энергии 317 Мэв $\sigma_2 = (0,2 \pm 1,2)$ мб. При энергии 220 Мэв^{9/} зарегистрировано три случая реакции (1) и не наблюдалось ни одного случая реакции (2). В настоящей работе оценивается отношение сечений реакций (2) и (1) при энергии первичного мезона (290 ± 15) Мэв. Поиски случаев реакции (1) и (2) проводились в эмульсионной камере, облученной на синхротроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Эмульсионные слои просматривались по площади и регистрировались останки

вторичных π^- -мезонов, следы которых затем прослеживались до актов их образования. События образования дополнительного мезона на водороде выделялись по критериям, описанным в работе^{/5/}. В результате поисков и последующего прослеживания следов отрицательных π^- -мезонов зарегистрировано 1058 звезд. Из них выделено 12 случаев реакции (1) и 5 случаев реакции (2). С учетом геометрической поправки на вероятность регистрации π^- -мезонов в эмульсионной камере величина отношения сечений реакций (2) и (1) получена равной $\sigma_2/\sigma_1 = (0,3 \pm 0,2)^{x)}$. Принимая во внимание, что $\sigma_1 = (0,61 \pm 0,13)$ мб, для величины сечения реакции (2) при энергии (290 ± 15) Мэв получается значение $\sigma_2 = (0,2 \pm 0,1)$ мб^{x)}. Из расчетов Гебеля и Шнитцера по статической модели с учетом $(\pi-\pi)$ -взаимодействия при экстраполяции к энергии 290 Мэв отношение $\sigma_2/\sigma_1 \approx 0,2^{/10/}$.

В настоящее время нет никаких данных о сечении реакции (3) при энергиях в области 300 Мэв. Суммарное сечение реакций (4) и (5) при энергии 280 Мэв оценивается в $\sim 0,1$ мб^{/11/}. Таким образом по существующим экспериментальным данным наибольшим из измеренных сечений при энергии 290 Мэв является сечение реакции (1), а сечения реакций (2), (4) и (5) малы по сравнению с σ_1 .

Используя изотопическую инвариантность можно получить соотношения между сечениями реакций (1)–(5), предполагая, что π^- -мезоны взаимодействуют между собой только в одном из возможных состояний по изотопическому спину $T_\pi = 2, 1, 0$. Если π^- -мезоны взаимодействуют только в состоянии $T_\pi = 2$, то максимальным будет сечение реакции (4), а сечения реакций (1), (2), (3) и (5) должны быть равными $1/18, 1/4, 1/9, 1/4$ от σ_4 , соответственно. В действительности же, как отмечалось выше, максимальным является сечение σ_1 , а сечения остальных реакций в том числе σ_4 малы по сравнению с σ_1 . Если $T_\pi = 1$ (этот случай рассматривался в работе^{/12/}), тогда $\sigma_3 = \sigma_4 = 0$, а сечения σ_2 и σ_5 не могут быть одновременно малыми по сравнению с σ_1 . Однако, полученный результат и результаты работы^{/12/} указывают на то, что σ_2 и σ_5 малы по сравнению с σ_1 .

Наконец, предположим, что π^- -мезоны взаимодействуют только в состоянии $T_\pi = 0$ (такое предположение высказывалось в частности Коренченко^{/9/}). В этом

^{x)} Эта величина является верхней границей, так как в случае реакции (2) не учитывался возможный фон от рождения дополнительного мезона на связанных нуклонах ядер фотоэмульсии.

случае из изотопической инвариантности непосредственно следует, что $\sigma_3 = \frac{1}{2} \sigma_1$, а $\sigma_2 = \sigma_4 = \sigma_5 = 0$. Экспериментальных данных о сечении σ_3 пока не имеется, а сечения σ_2 , σ_4 и σ_5 действительно малы по сравнению с σ_1 .

Таким образом имеющиеся к настоящему времени результаты по соотношениям между сечениями реакций $\pi N \rightarrow \pi\pi N$ при энергии 290 Мэв указывают на то, что π -мезоны взаимодействуют между собой в рассматриваемой области энергий^{х)} преимущественно в состоянии с изотопическим спином $T_\pi = 0$. Следовательно, основной вклад в неупругое сечение при энергиях меньших 300 Мэв дают переходы из начального состояния $T=1/2$.

В работе^{/13/} указывалось на возможность (π - π)-резонанса при низких энергиях (полная энергия системы двух π -мезонов 310 ± 10 Мэв) в состоянии с изотопическим спином $T_\pi = 0$ или $T_\pi = 1$.

В.В. Анисович^{/12/} отмечал, что наличие такого резонанса сильно повлияло бы на соотношения между сечениями реакций $\pi N \rightarrow \pi\pi N$ при энергиях в области 250–290 Мэв. В этой области энергий сечение взаимодействия мезонов с нуклоном в конечном состоянии еще мало, а мезоны образуются с энергией, близкой к резонансной. Данные настоящей работы противоречат предположению о резонансном взаимодействии двух π -мезонов с полной энергией (310 ± 10) Мэв в состоянии с изотопическим спином $T_\pi = 1$ и согласуются с результатами работы^{/14/}. Взаимодействие в состоянии $T_\pi = 0$ является преобладающим, однако полученные результаты не позволяют сделать вывод о существовании резонанса в рассматриваемой области энергий.

Авторы благодарят профессора В.П. Желепова за внимание к работе и В.В. Анисовича за полезные обсуждения.

х) Суммарная кинетическая энергия трех частиц в системе центра инерции равна ~ 90 Мэв.

Л и т е р а т у р а

1. V. Alles-Borelli, S. Bergia, E. Perez Ferreira and P. Waloschek. Nuovo Cim. 14, 211 (1959).
2. I. Derado and N. Schmitz. Phys.Rev. 118, 309 (1960).
3. E. Pickup, F. Ayer and E.O. Salant; E. Pickup, D.K. Robinson, and E.O. Salant. Proceeding of the 1960 Annual International Conference on High Energy Physics at Rochester. p.69-72 and 72-74.
4. W.A. Perkins, J.C. Caris, P.W. Kenney, V. Perez-Mendez. Phys.Rev. 118, 1364 (1960).
5. Ю.А. Батусов, Н.П. Богачев, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, В.А. Ярба. ДАН, 133, 52 (1960).
6. Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, В.А. Ярба. ЖЭТФ, 39, 1850 (1960).
7. Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, В.А. Ярба. ЖЭТФ, 40, 2 (1961).
8. В.Г. Зинов и С.М. Коренченко. ЖЭТФ, 34, 301 (1958).
С.М. Коренченко. Диссертация ЛЯП ОИЯИ.
9. Deahl J., Derrick M., Fetkovich J., Fields T., and Yodh G.B. Proceedings of the 1960 Annual International Conference on High Energy Physics at Rochester. p. 185.
10. Goebel C. and Schnitzer H.J. Proceedings of the 1960 Annual International Conference on High Energy Physics at Rochester, 1960. p. 298.
11. Ю.А. Батусов, Н.П. Богачев, В.М. Сидоров, И. Чулли. ДАН 128, 491 (1959).
12. В.В. Анисович. ЖЭТФ (в печати).
13. A. Abaschian, N.E. Booth and K.M. Crowe. Phys.Rev.Lett. 5, 258 (1960).
14. Ю.К. Акимов, В.И. Комаров, К.С. Мариш, О.В. Савченко, Л.М. Сороко. ЖЭТФ (в печати).

Рукопись поступила в издательский отдел
10 марта 1961 года.