

ВЛИЯНИЕ ρ^0 - ω -СМЕШИВАНИЯ НА СПИНОВУЮ МАТРИЦУ ПЛОТНОСТИ ω -МЕЗОНА В РЕАКЦИЯХ $\pi N \rightarrow \omega N$ И $\pi N \rightarrow \omega \Delta$

Н.Н. Ачасов, Г.Н. Шестаков

1. Деструктивная и конструктивная интерференция между ρ^0 - и ω -мезонами в спектре масс распадных пионов наблюдалась недавно в реакциях $\pi^+ p \rightarrow \pi^+ \pi^- \Delta^{++}$ и $\pi^- p \rightarrow \pi^+ \pi^- (n, \Delta^0)$ соответственно [1-3]. Экспериментально также установлено, что дифференциальные сечения $\pi N \rightarrow \rho(N, \Delta)$ много больше дифференциальных сечений $\pi N \rightarrow \omega(N, \Delta)$ в области сравнительно небольших передач импульса ($|t| \lesssim 0,2 (GeV/c)^2$). В данной работе мы хотим обратить внимание на то, что эти два обстоятельства позволяют ожидать сильного влияния электромагнитного ρ^0 - ω -смешивания на спиновую матрицу плотности ω -мезона в реакциях $\pi N \rightarrow \omega(N, \Delta)$. А именно, ρ^0 - ω -смешивание может объяснить как относительно большую величину $\rho_{00}^\omega \approx 0,5 + 0,2$ при $0,02 \leq |t| \leq 0,2$, так и провал в ρ_{00}^ω при $|t| \approx 0,25$ в реакциях $\pi^+ n \rightarrow \omega p$ и $\pi^+ p \rightarrow \omega \Delta^{++}$. (Здесь и далее ρ_{ij}^ω - элементы спиновой матрицы плотности ω -мезона в системе Готц-рида - Джексона [4], $|t|$ в единицах $(GeV/c)^2$). Кроме того, в указанном интервале $|t|$ ρ_{00}^ω и $\rho_{00}^{\omega'}$ ($d\sigma/dt$) $^\omega$ для реакций $\pi^- N \rightarrow \omega(N, \Delta)$ следует ожидать в 2-3 раза меньше, чем для реакций $\pi^+ N \rightarrow \omega(N, \Delta)$, вопреки изотопическим равенствам, а также отсутствие провала в ρ_{00}^ω при $|t| \approx 0,25$.

2. Амплитуда рождения $\pi^+ \pi^-$ и $\pi^0 \pi^0$ с учетом ρ^0 - ω -смешивания в области резонансов записывается в виде [5-7].

$$T(\pi^+ \pi^-) = \frac{g_{\rho\pi\pi}}{m_\rho^2 - s - i\Gamma_\rho m_\rho} (f_\rho - \epsilon f_\omega) + \frac{f_\omega g_{\rho\pi\pi}}{m_\omega^2 - s - i\Gamma_\omega m_\omega} \left(\epsilon + \frac{g_{\omega\pi\pi}}{g_{\rho\pi\pi}} \right), \quad (1)$$

$$T(\pi^+\pi^-\pi^0) = \frac{g_{\omega 3\pi}}{m_{\omega}^2 - s - i\Gamma_{\omega} m_{\omega}} (f_{\omega} + \epsilon f_{\rho}) - \frac{f_{\rho}}{m_{\rho}^2 - s - i\Gamma_{\rho} m_{\rho}} (\epsilon g_{\omega 3\pi} - g_{\rho 3\pi}). \quad (2)$$

Здесь f_{ρ} и f_{ω} — амплитуды рождения ρ^0 и ω -мезонов в сильных взаимодействиях; параметр электромагнитного смешивания $\epsilon = M_{\omega\rho} / (m_{\rho}^2 - m_{\omega}^2 - i\Gamma_{\rho} m_{\rho} - i\Gamma_{\omega} m_{\omega})$; $M_{\omega\rho}$ — константа ρ^0 ω -перехода; s — инвариантная масса $\pi^+\pi^-\pi^0$ систем в формулах (1) и (2) соответственно.

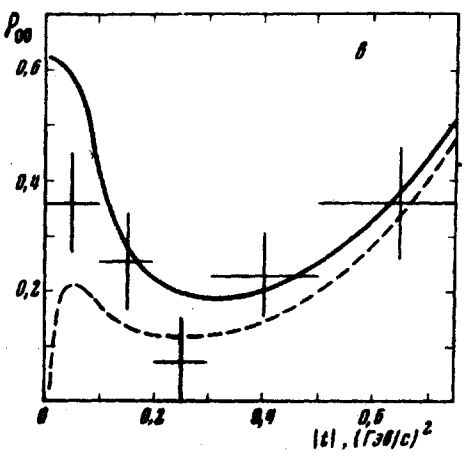
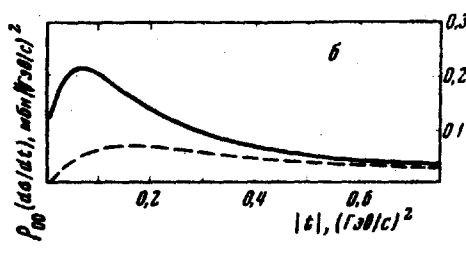
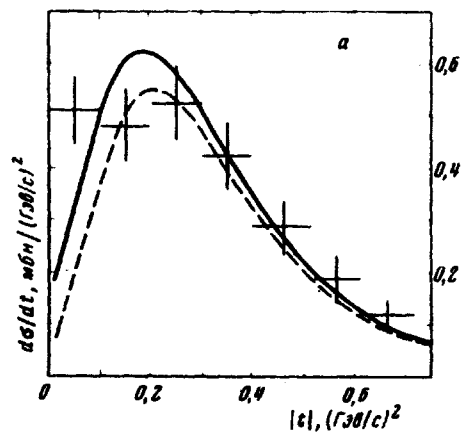
Электромагнитное ρ^0 ω -смешивание приводит к эффектам двух сортов. Во-первых, изменяет массовый спектр распадных пионов, во-вторых, изменяет амплитуду рождения векторных мезонов (член пропорциональные ϵ в первых скобках в формулах (1) и (2)). Для реакции типа (1) наиболее существенно изменение массового спектра из-за узости ω -резонанса. Для реакции типа (2), напротив, изменение массового спектра не существенно, так как трудно различить на фоне узкого и высокого ω -пика невысокий и широкий ρ^0 -резонанс. Для этих реакций возможно значительное изменение амплитуды ω -рождения. Дело в том, что начиная с $|t| \approx 0,3$ сечения ρ^0 и ω -рождения в рассматриваемых нами реакциях резко расходятся в области малых $|t|$. Дифференциальные сечения ω -рождения примерно постоянны при $0,02 \leq |t| \leq 0,3$, а дифференциальные сечения ρ^0 рождения резко возрастают с уменьшением $|t|$, превышая в пике примерно в 10, 25 раз сечения ω -рождения в $\pi N \rightarrow \omega N$ и в $\pi N \rightarrow \omega \Delta$ соответственно. Такая картина имеет место при средних энергиях, в диапазоне 4 — 10 Гэв, см., например, [8 — 11]. Кроме того, экспериментально известно, что в интервале $0,02 \leq |t| \leq 0,2$ 90% — 60% дифференциального сечения $\pi N \rightarrow \rho(N, \Delta)$ обусловлено амплитудой с квантовыми числами π -мезона в t -канале, см., например, [12]. Поэтому естественно ожидать, что наиболее существенное изменение в реакциях $\pi N \rightarrow \omega(N, \Delta)$ должна испытывать амплитуда ω -рождения с квантовыми числами B -мезона в t -канале, так как именно эти амплитуды, имеющие одинаковую спиновую структуру, смешиваются при нарушении изотопической инвариантности. Экспериментально это должно проявляться в ρ_{00}^{ω} ($d\sigma/dt$) $^{\omega}$ и ρ_{00}^{ρ} . Поскольку $\rho_{11}^{\omega} (d\sigma^{\omega}/dt) \approx \rho_{11}^{\rho} (d\sigma^{\rho}/dt)$ в рассматриваемой области $|t|$, то другие амплитуды ω -рождения не будут значительно меняться из-за ρ^0 ω -смешивания.

Перепишем (1) и (2), учитывая в (1) только изменение спектра масс и опускаемая прямой $\omega \rightarrow 2\pi$ -переход, ввиду большой величины $|\epsilon|$ [5 — 6], а в (2) учитывая только изменение амплитуды ω -рождения:

$$T(\pi^+\pi^-) = \frac{g_{\rho\pi\pi} f_{\rho}}{m_{\rho}^2 - s - i\Gamma_{\rho} m_{\rho}} + \epsilon \frac{g_{\rho\pi\pi} f_{\omega}}{m_{\omega}^2 - s - i\Gamma_{\omega} m_{\omega}}, \quad (3)$$

$$T(\pi^+\pi^-\pi^0) = g_{\omega 3\pi} \frac{f_{\omega} + \epsilon f_{\rho}}{m_{\omega}^2 - s - i\Gamma_{\omega} m_{\omega}}. \quad (4)$$

Из теоретических [6] и экспериментальных соображений [1, 13] при $\Gamma_\rho \approx 110 \text{ Мэв}$ $|\epsilon| = 0,05 + 0,06$. Из всего сказанного следует, что если в выражении (4) относительная фаза $\phi = \phi_\epsilon + \phi_\rho - \phi_\omega = \pi$, то $\rho_{\omega\omega}^\omega, \rho_{\omega\omega}^\omega (d\sigma/dt)^\omega$ должны увеличиваться в рассматриваемом интервале $|t|$ на 40 – 60% за счет ρ^ω ω -смешивания; а если $\phi = \pi$, то эти величины должны уменьшаться на 40 – 60% при тех же $|t|$.



Сплошные линии — теоретические кривые для реакции $\pi^+p \rightarrow \omega\rho$, пунктирные линии — для реакции $\pi^-p \rightarrow \omega\pi$

3. Существенную информацию о фазах можно получить из экспериментов по интерференционным картинам в 2-пионных спектрах масс [1 – 3], так как наибольшая интерференция при $|t| \lesssim 0,3$ наблюдается в амплитудах с квантовыми числами π и E -мезонов в t -канале [1,5]. В реакции $\pi^+p \rightarrow \pi^+\pi^-\Delta^{++}$ наблюдалась деструктивная интерференция между ρ^ω и ω -мезонами [1]. Это означает, что в выражении (3) для этой реакции $\phi_\epsilon + \phi_\omega - \phi_\rho \approx \pi$. Такая величина относитель-

ной фазы подтвердилась и в $\pi^- p \rightarrow \pi^+ \pi^- \Delta^0$ [3], где наблюдалась конструктивная интерференция, в согласии с изотопической инвариантностью для сильных взаимодействий. В реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^+ \pi^- n$ наблюдалась конструктивная ρ^0 ω -интерференция [2]. Отсюда следует, что в этой реакции $\phi_\epsilon + \phi_\omega - \phi_\rho \approx 0$, а в реакции $\pi^+ n \rightarrow \pi^+ \pi^- p$ в силу изотопической симметрии $\phi_\epsilon + \phi_\omega - \phi_\rho \approx \pi$. Следовательно, для $\pi^+ N \rightarrow \omega(N, \Delta)$ реакции $\phi \approx 2\phi_\epsilon - \pi$, а для $\pi^- N \rightarrow \omega(N, \Delta)$ реакции: $\phi \approx 2\phi_\epsilon$.

Из теоретических соображений [5-7] $\phi_\epsilon \approx \pi/2$. Кроме того, это необходимо [5] для объяснения экспериментов [1-3]. Но если $\phi_\epsilon = \pi/2$, то для $\pi^+ N \rightarrow \omega(N, \Delta)$ реакции $\phi \approx 0$, а для $\pi^- N \rightarrow \omega(N, \Delta)$ реакции $\phi \approx \pi$. Таким образом, результаты, перечисленные в начале статьи становятся понятными. Наличие провала [1, 8] в ρ_{00}^ω для реакций $\pi^+ p \rightarrow \omega \Delta^{++}$ и $\pi^+ n \rightarrow \omega p$ при $|t| \approx 0,25$ объясняется тем, что влияние ρ^0 ω -смешивания усиливается в области малых $|t| \lesssim 0,2$ и является косвенным подтверждением описанной картины. Представляют интерес измерения $\rho_{00}^\omega (d\sigma/dt)^\omega$ и ρ_{00}^ω в реакциях $\pi^- N \rightarrow \omega(N, \Delta)$ при $|t| \lesssim 0,3$, которые предсказываются меньшими в 2-3 раза, чем в $\pi^+ N \rightarrow \omega(N, \Delta)$. Надо заметить, что несмотря на сильное различие в $\rho_{00}^\omega (d\sigma/dt)^\omega$, различие в $(d\sigma/dt)^\omega$ ожидается не больше чем на 20%. В настоящее время данные о ρ_{00}^ω и $\rho_{00}^\omega (d\sigma/dt)^\omega$ для $\pi^- N \rightarrow \omega(N, \Delta)$ отсутствуют. Их изучение наряду с экспериментами по ρ^0 ω -интерференции в 2-пионном спектре масс позволило бы установить величину ϕ_ϵ , так как все полученные результаты связаны с близостью ϕ_ϵ к $\pi/2$. Рисунок иллюстрирует описанную ситуацию для реакций: $\pi^+ n \rightarrow \omega p$ и $\pi^- p \rightarrow \omega n$ в рамках модели полюсов Редже с разрезами при 4, 19 Гэв. Сравнение для $\pi^+ n \rightarrow \omega p$ ведется с экспериментом [8]. Для f_ω брались ρ , V -полюса Редже и ρP -разрез, для f_ρ π -полюс Редже из работы [12], $|\epsilon| = 0,06$, $\phi_\epsilon = \pi/2$. Нужно заметить, что даже при $|\epsilon| = 0,03$ все результаты остаются справедливыми, хотя влияние ρ^0 ω -смешивания, конечно, уменьшается. Подробное рассмотрение ρ_{11}^ω для $\pi N \rightarrow \omega N$ и $\pi N \rightarrow \omega \Delta$ с учетом ρ^0 ω -смешивания будет проведено отдельно.

Институт математики
Академии наук СССР
Сибирское отделение

Поступила в редакцию
29 июля 1970 г.

Литература

- [1] G.Goldhaber et al. Phys. Rev. Lett., 23, 1355, 1969.
- [2] T.N.Rangaswamy et al. (L.F.L.Berkeley) reported at Conf. on $\pi\pi$ and $K\pi$ Interactions Argonne National Laboratory, 1969.
- [3] M.Abramovich et al. Nucl. Phys., b20, 209, 1970.
- [4] F.Gottfried, J.D.Jacson. Nuovo Cim., 33, 309, 1964.
- [5] A.S.Goldhaber, G.C.Fox, C.Quigg. Phys. Lett., 30B, 249, 1969.
- [6] M.Gourdin, L.Stodolsky, F.M.Renard. Phys. Lett., 30B, 347, 1969.
- [7] G.R.Allcock. Preprint LNPL/P27, Liverpool.
- [8] G.S.Abrams, B.Eisenstein, H.Cordon. Phys. Rev. Lett., 23, 673, 1969.

- [9] R.I. Eisner et al. Phys. Rev., 164, 1699, 1967.
 - [10] ABC Collaboration. Phys. Lett., 19, 608, 1965.
 - [11] ABBFLM Collaboration. Nuovo Cim., 35, 659, 1965.
 - [12] A.Ф.Кавдалов, Б.М.Карнаков. ЯЯ, 7, 152, 1968.
 - [13] J.E. Augustin et al. Nuovo Cim. Lett., 2, 214, 1969.
-