

ИЗУЧЕНИЕ ω -МЕЗОНА НА НАКОПИТЕЛЕ ВЭПП-2М

*A.M.Курдадзе, E.B.Пахтусова, B.A.Сидоров,
A.G.Чилингаров, Ю.В.Шатунов, Б.А.Шварц, С.И.Эйдельман*

На накопительном кольце ВЭПП-2М исследован процесс $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ в области энергии от 760 до 800 МэВ в системе центра масс. Получены следующие параметры ω -резонанса: $M_\omega = 782.2 \pm 0.4$ МэВ, $\Gamma_\omega = 9.8 \pm 0.9$ МэВ, $\sigma_{max}(\omega \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0) = 1.39 \pm 0.10$ мкб., $\Gamma(\omega \rightarrow e^+e^-) = 0.63 \pm 0.05$ кэВ.

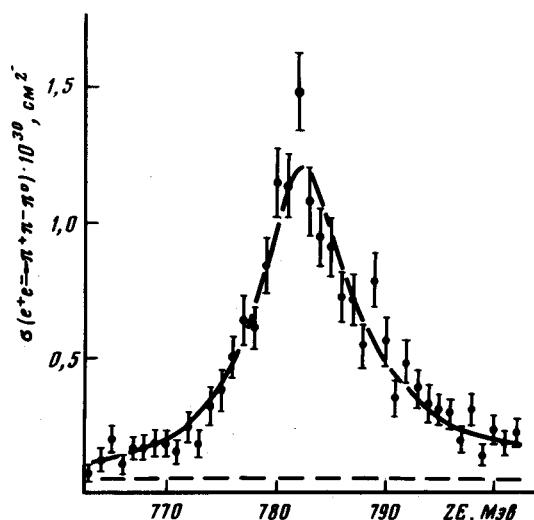
Изучение реакции $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ на встречных электрон-позитронных пучках в области ω -мезона проводилось ранее только на установке АКО в Орсе¹⁻³. Результаты групп² и³ удовлетворительно согласуются между собой, хотя значение массы ω -мезона, полученное в работе³, отличается от табличного значения на две стандартные ошибки. В настоящей работе проводятся результаты исследования реакции $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ на установке ВЭПП-2М с помощью детектора „ОЛЯ”.

Детектор, подробное описание которого можно найти в работе⁵, состоит из четырех идентичных квадрантов, окружающих область встречи пучков. Полезный телесный угол детектора равен $0.64 \cdot 4\pi$ стерadian. Каждый из квадрантов содержит: сцинтилляционные счетчики, участвующие в запуске детектора; координатные камеры для определения геометрических характеристик заряженных частиц; ливневый детектор, состоящий из сцинтилляционного сэндвича и ливневых камер; пробежные камеры. Запуск детектора осуществлялся двумя

заряженными частицами в противоположных квадрантах или двумя заряженными частицами в соседних квадрантах, сопровождающихся срабатыванием сэндвича в свободных от заряженных частиц квадрантах.

В работе использованы данные в интервале энергии пучков от 760 до 800 МэВ в системе центра масс, лвляющиеся частью экспериментальной информации, набранной при сканировании всего доступного для ВЭПИ-2М энергетического интервала. Сканирование области ω -мезона проводилось с шагом 0,5 МэВ. Светимость, набранная в каждой точке, составляла примерно 1 нб^{-1} . Полный интеграл светимости в этом диапазоне энергии равен 70 нб^{-1} .

События процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ выделялись по двум заряженным частицам, зарегистрированным в координатных камерах, и одному или двум γ -квантам от распада π^0 , зарегистрированным в сцинтилляционном сэндвиче. События должны были удовлетворять следующим критериям: а) оба трека выходят из одной точки, находящейся внутри области взаимодействия пучков; б) азимутальный угол $\Delta\varphi$ отклонения от коллинеарности по абсолютной величине превышает 6° , в) амплитуда в сэндвиче хотя бы одного квадранта, свободного от заряженных частиц, превышает 0,75 амплитуды, выделяемой в сэндвиче минимально ионизирующей частицей.



Экспериментальные значения сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$. Сплошная линия – теоретическая кривая, пунктирная – нерезонансный фон

Отобранные события в соответствии с запуском были разделены на две группы: события с треками в противоположных квадрантах и события с треками в соседних квадрантах. В целях уменьшения фона для событий первой группы дополнительно требовалось наличие зарегистрированного в ливневой камере фотона от распада π^0 . Таких событий найдено 723. Для событий второй группы оказалось достаточным наличие только сигнала в сэндвиче. Число таких событий равно 765.

Светимость, набранная в каждой точке по энергии, определялась по числу событий упругого e^+e^- -рассеяния на большие углы. Моделирование процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ для получения эффективности регистрации было проведено методом Монте-Карло⁶. Учитывались кинематика процесса, взаимодействие конечных частиц с веществом детектора, а также излучение фотонов начальными частицами (радиационные поправки). В рассматриваемом диапазоне энергии эффективность регистрации $\pi^+\pi^-\pi^0$ для выбранных критериев отбора событий не зависит от энергии и составляет $4,3 \pm 0,2\%$. Точность вычисления эффективности определяется в основном систематической ошибкой, связанной с неопределенностью наших знаний о ядерном взаимодействии π -мезонов с веществом детектора. Абсолютная энергия пучков найдена пересчетом энергетической шкалы из области Ф-мезона, где ранее была произведе

на калибровка абсолютной энергии методом резонансной деполяризации пучков ^{7,8}. При расчете использовались результаты магнитных измерений и экспериментальные данные о долговременной стабильности абсолютной энергии.

Амплитуда процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ аппроксимировалась резонансной формулой Брайт – Вигнера с учетом радиационных поправок в дважды логарифмическом приближении ^{9,10}. В изучаемом диапазоне энергии эффект $\omega - \phi$ интерференции пренебрежимо мал и не учитывался. Свободными параметрами при оптимизации являлись: масса и ширина ω -резонанса, сечение в максимуме $\sigma_{max}(\omega \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0)$, а также уровень равномерного фона. Оба выделенных типа события были независимо обработаны для определения параметров ω -мезона. Были получены статистически согласованные результаты. Окончательная обработка проведена по сумме всех событий. Методом максимального правдоподобия получены следующие параметры ω -мезона:

$$M_\omega = 782,2 \pm 0,4 \text{ МэВ},$$

$$\Gamma_\omega = 9,8 \pm 0,9 \text{ МэВ}$$

$$\sigma_{max}(\omega \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0) = 1,39 \pm 0,10 \text{ мкб} .$$

Используя соотношения

$$\Gamma(\omega \rightarrow e^+e^-) = 4\pi\alpha^2 M_\omega / (3g_\omega^2)$$

$$\sigma_{max}(e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0) = \frac{12\pi}{M_\omega^2} \frac{\Gamma(\omega \rightarrow e^+e^-)\Gamma(\omega \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0)}{\Gamma_\omega^2}$$

имеем:

$$B(\omega \rightarrow e^+e^-) = (6,4 \pm 0,4) \cdot 10^{-5},$$

$$\Gamma(\omega \rightarrow e^+e^-) = 0,63 \pm 0,05 \text{ кэВ},$$

$$g_\omega / (4\pi) = 22,2 \pm 1,7,$$

На рисунке показаны экспериментальные значения сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ и аппроксимирующая их теоретическая кривая. Согласие эксперимента с расчетом по критерию $P(X^2)$ составляет 14%. Полученные параметры ω -мезона согласуются с табличными значениями ⁴.

Литература

1. Augustin I.E. et al. Phys. Lett., 1969, **28B**, 513.
2. Benakas D. et. al. Phys. Lett., 1972, **42B**, 507.
3. Cordier A. et. al. Nucl. Phys., 1980, **B172**, 13.
4. Review of Particle Properties. Rev. Mod. Phys., 1980, **52**, 1.
5. Аульченко В.М. и др. Препринт ИЯФ 79-65, Новосибирск, 1979.
6. Букин А.Д., Эйдельман С.И. Препринт ИЯФ 77-101, Новосибирск, 1977.
7. Derbenev Ya.S. et. al. Particle Accelerators, 1980, **10**, 177.
8. Букин А.Д. и др. ЯФ. 1980, **27**, 976.
9. Yennie D.R. et al. Ann. of Phys., 1961, **13**, 379.
10. Bonneau G., Martin F. Nucl. Phys., 1971, **B27**, 381.