

объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

4844/2-81

P1-81-556

М.А.Ананьева, Д.-П.Белини,¹ И.М.Василевский, 28/9-81
Г.Веньи,¹ В.В.Вишняков, М.Дикорато,¹
О.А.Займидорога, Ю.И.Иваньшин, П.Лаурикайнен,²
Л.К.Лыткин, В.А.Моисеенко, В.И.Никаноров,
Ф.Паломбо,¹ Я.Пернегр,¹ А.Ф.Писарев, И.Л.Писарев,
А.Сала,¹ С.Я.Сычков, А.А.Тяпкин, П.-Л. Фрабетти,³
Л.П.Черненко

ОБНАРУЖЕНИЕ ВОЗБУЖДЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПИОНА - НОВОГО ПСЕВДОСКАЛЯРНОГО МЕЗОНА

Направлено в "Письма в ЖЭТФ"
и на VI Международный семинар по проблемам
физики высоких энергий /Дубна, 1981/

¹ Институт физики, Милан.

² Департамент физики высоких энергий
Хельсинкского университета.

³ Институт физики, Болонья, Италия.

На основании парциально-волнового анализа $\pi^+\pi^-\pi^--$ системы, рожденной в процессе дифракционной диссоциации π -мезона с импульсом 40 ГэВ/с на ядрах, обнаружен новый псевдоскалярный мезон с массой $1,205 \pm 0,007$ ГэВ/с² и шириной $0,320 \pm 0,035$ ГэВ/с² с квантовыми числами $I^{GJP} = 1^{-}0^{-}$, являющийся радиальным возбуждением кварковой структуры пиона.

В данном сообщении приводятся результаты парциально-волнового анализа 3π -системы, рожденной в процессе дифракционной диссоциации пи-мезона с импульсом 40 ГэВ/с на ядрах

$$\pi^- + Z \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^- + Z$$

в области A_1 -резонанса при малых переданных 4-импульсах.

Для анализа использовались данные совместного эксперимента на спектрометре МИС ОИЯИ¹, полученные в пучке отрицательных пи-мезонов с импульсом 40 ГэВ/с на ускорителе ИФВЭ в Серпухове. Полная статистика 3π -событий на девяти ядрах Be, C, Al, Si, Ti, Cu, Ag, Ta, Pb составила 110000 событий. 75% этих событий удовлетворяют критерию когерентного образования 3π -систем с t^+t^* , где t^* соответствует первому минимуму в дифференциальном сечении /для ядра свинца t^* равно $0,008$ /ГэВ/с² из-за большого наклона дифракционного конуса /-360 /ГэВ/с²/.

В процессах дифракционной генерации частиц ядро остается в основном состоянии, и рожденная система частиц для малых передач сохраняет все квантовые числа налетающей частицы, а изменение спина и четности соответствует "натуральному" обмену. Поэтому важной особенностью этих процессов является возможность однозначного анализа образуемых систем по спину и четности и изучения резонансного рождения в области A_1 -резонанса. Из-за большой передачи энергии рожденной системе /-1 ГэВ/ при малых передаваемых 4-импульсах /-0,01/ГэВ/с²/ исследование этих процессов представляет возможность изучения возбужденных состояний динамических структур дифракционно образуемых систем.

Использование ядерных мишеней в исследовании дифракции имеет ряд преимуществ по сравнению с протонными мишенями:

- а/ из-за малости переданного 4-импульса вклад амплитуд с переворотом спина пренебрежимо мал;
- б/ малый вклад некогерентных процессов и высокая степень когерентности волн дают надежное измерение относительных фаз;
- в/ отсутствуют неоднозначности анализа, обусловленные образованием резонанса N^* .

ОБЩЕУЧЕБНАЯ БИБЛИОТЕКА
 ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ
 БИБЛИОТЕКА

Парциально-волновой анализ трех пи-мезонных событий осуществлялся по программе Иллинойского университета^{2/}, которая была адаптирована с целью учета геометрического аксептанса триггерной системы магнитного спектрометра. Для определения вклада отдельных волн по угловым распределениям мезонов необходимо было обеспечить высокую точность измерения углов вылета мезонов из мишени, передаваемого импульса и инвариантных масс трехпионной системы. В спектрометре МИС достигнутые точности характеризуются следующими величинами: пространственная угловая точность составляет 0,45 мрад, а по передаваемому импульсу - 17 МэВ/с, что позволяет измерять передаваемый импульс до $3 \cdot 10^{-4}$ /ГэВ/с²; разрешение по массе трехмезонной системы $m_{3\pi} = 1,1$ ГэВ/с² составляло 26 МэВ/с², для $m_{3\pi} = 1,7$ ГэВ/с² составляло 34 МэВ/с².

Неэффективность системы обработки данных составляет 8%, при этом 6% - за счет малых длин треков и 2% - за счет перекрытия треков. Анализ показал отсутствие влияния этих потерь на угловые характеристики мезонов. В программе парциально-волнового анализа производился также учет возможных потерь событий определенной пространственной топологии из-за ограниченного геометрического аксептанса спектрометра для реальных и мнимых частей амплитуды процесса. Эта поправка медленно менялась от бины к бине по массе 3π -мезонной системы от 100% до 96%. В анализе участвовали волны $0^-S0+(\epsilon\pi)$, $0^-P0+(\rho\pi)$, $1^+S0+(\rho\pi)$, $1^+P0+(\epsilon\pi)$, $2^-P0+(\rho\pi)$, $2^-P1+(\rho\pi)$, $2^+D1+(\rho\pi)$, $2^+S0+(\epsilon\pi)$, $2^+D0+(\epsilon\pi)$, где принято следующее обозначение мезонной системы: $JPLM\eta$, L - орбитальный момент мезона относительно дипиона, M - магнитное квантовое число, η - знак отражения в плоскости рождения. Вклад волн ненатуральной серии с переворотом спина найден пренебрежимо малым в когерентной области, за исключением волны 2^-P , где вклад составляет 30% от ее интенсивности. Вклад волн с $\eta = -1$ исключительно мал и составляет менее 0,1%. Вклад волн натуральной серии найден чрезвычайно малым. Параметризация S-состояния дипионной системы была сделана как с ϵ -резонансом, так и с фазой упругого $\pi\pi$ -рассеяния. Различная параметризация влияет на интенсивность интерференции между волнами 1^+S и 1^+P и не влияет на волны 0^-S , 0^-P , где интерференция очень слаба. В этой работе представлены результаты с ϵ -параметризацией, которая систематически дает большую величину функции максимального правдоподобия. В качестве опорной волны нами выбрана волна 0^-P , так как она имеет медленно меняющийся сигнал во всем массовом спектре, а также потому, что основная волна 2^+D1^+ хорошо установленного A2-резонанса относительно 0^-P , демонстрирует резонансное поведение, характерное для A2-резонанса.

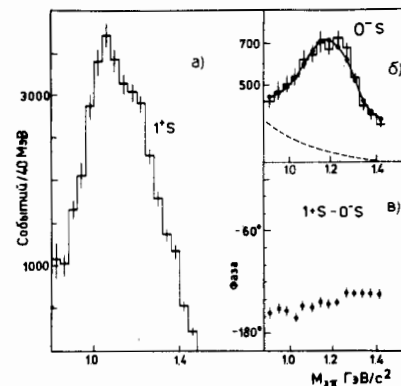
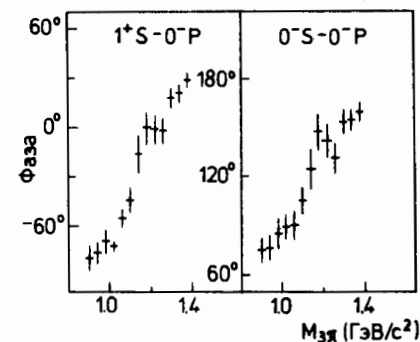


Рис.1. а/ Интенсивность волны 1^+S ; б/ интенсивность волны 0^-S . Сплошной кривой показаны результаты фита по резонансной формуле Брейта-Вигнера, пунктирной - нерезонансный фон; в/ изменение фазы волны 1^+S относительно 0^-S .

Рис.2. Изменение фазы волны 1^+S относительно 0^-P и $0^-S - 0^-P$.



На рис.1а,б представлена интенсивность волн 1^+S и 0^-S для всех мишеней, анализировавшихся вместе, а на рис.2 - относительное поведение фазы 1^+S-0^-P и 0^-S-0^-P . Изменение фазы 1^+S волны составляет 110° , а 0^-S волны - 85° . Поведение фазы волны 1^+S относительно 0^-S по области A1, приведенное на рис.1в, практически постоянно и свидетельствует о том, что обе волны имеют резонансный характер. Массовый спектр 0^-S не зависит от параметризации дипионной фазы. Фит массового спектра 0^-S по релятивистской формуле Брейта-Вигнера с медленно меняющимся экспоненциальным фоном дает значение массы $m = 1,205 \pm 0,07$ ГэВ/с² и ширины $\Gamma = 0,320 \pm 0,035$ ГэВ/с². Таким образом, изменение относительной фазы $0^-S - 0^-P$ на 85° в A1-области, брейт-вигнеровская форма массового спектра, а также постоянство относительной фазы $1^+S - 0^-S$ непосредственно свидетельствуют о наблюдении резонанса в системе $\pi^+\pi^-\pi^-$ с квантовыми числами пиона, переходящего в основное состояние пиона с испусканием ϵ -мезона.

Интерпретация обнаруженного резонанса в кварковой модели состоит в отождествлении его с возбужденным по радиальному числу состоянием $q\bar{q}$ системы (π').

В работах^{3,4/} наблюдалось относительное постоянство фазы 1^+S относительно волны 0^-S в области A1-резонанса. Авторы сделали вывод только о возможности резонанса 0^- и не дали прямых доказательств резонансных свойств, а изменение фазы 0^-S составляло лишь 40° .

ЛИТЕРАТУРА

1. Bellini G. et al. CERN-EP/81-40, Geneva.
2. Ascoli G. Phys.Rev.Lett., 1970, 25, p.962; Phys.Rev., 1973, D7, p.669; Phys.Rev., 1974, D9, p.1963.
3. Pernegr J. et al. Nucl.Phys., 1978, B134, p.436.
4. Daum C. CERN-EP/80-219, Geneva.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 августа 1981 года.