

## ПОИСК НОВЫХ КОРОТКОЖИВУЩИХ ЧАСТИЦ В СТОЛКНОВЕНИЯХ $\pi$ -МЕЗОНОВ 60 Гэв/с С ЯДРАМИ ФОТОЭМУЛЬСИИ

*Б.П.Банник, И.Бободжанов, В.А.Лескин,  
А.Мухтаров, Дж. А.Саломов, Г.Я. Сун Дзин-ян,  
Б.Д.Толстов, Р.А.Хошмухамедов, А.А.Хушвактова,  
Г.С.Шабратова, А.Эль-Наги*

Исследовались окрестности  $\sim 10000$  звезд от взаимодействий  $\pi^-$ -мезонов с ядрами фотоэмульсии при импульсе 60 Гэв/с. Был найден один случай, который можно интерпретировать как лептонный распад новой частицы. При разумных предложениях о моде распада эффективная масса частицы равна  $\sim 2,4$  Гэв, а время жизни  $\sim 10^{-14}$  сек.

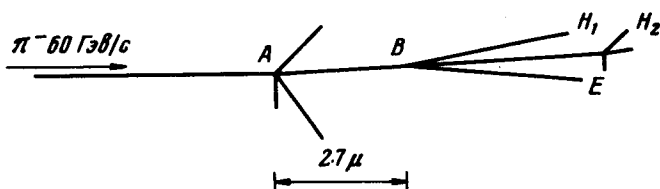
Наблюдение  $X$ -частиц с массой  $M = 1,5 + 3,5$  Гэв и временем жизни  $\tau \sim 10^{-14}$  сек [1], обнаружение резонансов, названных  $J/\psi$  частицами [2] и последующее развитие представлений об очарованных частицах открыло широкий фронт работ по поиску новых частиц. Значительные усилия, наряду с другими методиками, были предприняты с помощью фотоэмульсий [4 — 11]. Возможность поиска новых частиц с временем жизни  $\tau = 10^{-15} + 10^{-12}$  сек была рассмотрена в работе одного из авторов в 1967 г. [3].

Применение фотоэмульсий представляет так же интерес в связи с изучением процесса "прямого рождения лептонов" в адрон-адронных и адрон-ядерных столкновениях. Обычно применяемая электронная методика не обладает достаточно высоким пространственным разрешением, чтобы отличить случаи "прямого рождения лептонов" непосредственно в процессе столкновения от распадов новых короткоживущих частиц. Фотоэмульсии с пространственным разрешением в несколько микрон позволяют получить весьма существенные дополнительные данные.

В нашем эксперименте стопка фотоэмульсий БР-2 облучалась пучком  $\pi^-$ -мезонов с импульсом 60 Гэв/с на ускорителе ИФВЭ в г. Серпухове. Интенсивность облучения составила  $\sim 10^5$  частица/см<sup>2</sup>. Звезды от взаимодействий первичных  $\pi^-$ -мезонов отыскивались при малом увеличении микроскопа (7 × 10). Положение найденных звезд отмечалось на специальном бланке, воспроизводящем сетку координат, нанесенную на слое фотоэмульсии.

После просмотра  $\sim 0,3$  см<sup>2</sup> наблюдатель исследовал окрестности найденных звезд при большом (15 × 60) увеличении на предмет поиска вторичных взаимодействий или распадов. При этом возле каждой звезды просматривался объем эмульсии, заключенный внутри конуса с раствором  $\sim 45^\circ$  в направлении вперед относительно пучка, на расстоянии до 100 мк от центра звезды.

Основным признаком генерации и распада новой частицы являлось наличие высокоэнергичного электрона среди продуктов распада. Был найден один такой случай. Событие топологически представляло собой образование вторичной звезды на расстоянии  $27 \text{ мкм}$  от первичной. Вторичная звезда, на первый взгляд, состояла из пяти следов релятивистских частиц, сходящихся в одной точке. Ряд зерен между первичной и вторичной звездами указывал на наличие здесь релятивистских следов. После измерений геометрии события и тщательной обработки было установлено, что два следа "вторичной звезды" на самом деле принадлежат первичной, а схема события имеет вид, показанный на рисунке. Первичная звезда "А" имеет короткий черный луч, серый луч и 6 релятивистских частиц. Одна из этих частиц на расстоянии  $27 \text{ мкм}$  от центра звезды в точке "В" дает начало трем вторичным релятивистским следам. Пространственный угол трека АВ измерялся по отношению к направлению первичного  $\pi^-$ -мезона, пространственные углы треков  $BH_1$ ,  $BH_2$  и  $BE$  измерялись по отношению к направлению АВ. Следы  $BH_1$ ,  $BH_2$  и  $BE$  продолжались соответственно до выхода из стопки, до взаимодействия или до остановки.



Измеренные характеристики частиц даны в табл. 1. След  $BH_1$  является типичным следом быстрого адрона, прошедшего до выхода из эмульсии расстояние  $\sim 15 \text{ см}$  без изменения импульса и ионизации с точностью ошибок измерений. След  $BH_2$  очевидно принадлежит адрону, так как после  $9 \text{ см}$  пробега образует многолучевую звезду. Поведение следа  $BH$  является типичным для быстрого электрона. На длине  $7 \text{ см}$  вдоль следа величина  $r\beta$  заметно изменяется и составляет:  $1,2 \pm 0,2 \text{ Гэв/с}$  на первых трех сантиметрах,  $0,5 \pm 0,1$  на следующих двух сантиметрах и  $0,2 \pm 0,06$  на последних двух сантиметрах. Ионизация на всех трех участках измерения величины  $r\beta$  остается неизменной с точностью ошибок измерений и составляет в среднем  $1,0 \pm 0,05$  по отношению к ионизации на следах первичных  $\pi^-$ -мезонов. В конце пробега частица со следом  $BE$  испытывает рассеяние на угол  $\sim 10^\circ$ , величина  $r\beta$  падает до нескольких  $Mэв$ , а частица сильно рассеивается.

Все следы первичной звезды, а также ее окрестности в соседних слоях фотозэмульсии были обследованы на предмет обнаружения сле-

да электрона или какого-либо события, скоррелированного с первичным взаимодействием. Ни того, ни другого обнаружено не было.

По составу вторичных частиц два адрона и электрон — найденное событие не подходит под распад какой-либо известной странной частицы: вероятность наблюдать такой распад  $K$ -мезона или гиперона в нашем случае меньше  $10^{-6}$ . Если допустить, что наблюдаемое событие является случаем непрямого взаимодействия вторичной быстрой частицы, то следует объяснить присутствие во вторичной звезде следа электрона  $BE$ .

Т а б л и ц а 1

След	Пространственный угол $\theta_0$	Азимутальный угол $\psi_0$	$p\beta$ Гэв/с	$p_{\perp}$ Гэв/с	Относительная ионизация, $I$	Длина следа см	Примечание
$BA$	3,3	333	—	—	—	$27 \cdot 10^{-4}$	—
$BH_1$	1,6	306	$2,8 \pm 0,3$	0,08	$0,95 \pm 0,05$	15	—
$BH_2$	6,0	90	$4,3 \pm 0,4$	0,45	$1,0 \pm 0,06$	9	дает звезду
$BE$	1,9	219	$1,2 \pm 0,2$	0,04	$1,0 \pm 0,05$	7	останавливается

Образование электрона в точке  $B$  возможно в качестве компоненты пары Далитца (распад  $\pi^0$ -мезона, рожденного в точке  $B$ , на  $\gamma e^+ e^-$ ). Второй компонентой пары можно было бы считать след  $BH_1$ . Однако это, скорее всего, след адрона, так как вероятность пройти без изменения импульса слой эмульсии толщиной 15 см для электрона равна  $< 7 \cdot 10^{-3}$ . Если тем не менее предположить, что след  $BH_1$  принадлежит электрону и рассчитать вероятность наблюдения в нашем эксперименте пары Далитца с таким электроном, получим величину  $< 10^{-3}$  на 10000 звезд. Бывает, что вторая компонента пары Далитца не оставляет видимого следа в эмульсии. Практически это может быть в двух случаях: когда образуется ассиметричная пара Далитца, и одна из компонент имеет слишком малую энергию ( $\lesssim 100$  Кэв), чтобы быть зарегистрированной в эмульсии, или когда вторая компонента является позитроном, претерпевшим аннигиляцию на близком расстоянии от точки  $B$ .

Вероятность наблюдения подобных событий мала. Соответствующие величины приведены в табл. 2. Здесь же даны вероятности других более или менее существенных источников фона: распада испущенной из точки  $B$  нестабильной частицы на близком расстоянии ( $\sim 3$  мкм) от центра вторичной звезды; образования комптон-электрона  $\gamma$ -квантом от распада  $\pi^0$ -мезона из первичной или вторичной звезды. Как видно из таблицы, они очень малы.

Генерация  $\delta$ -электрона высокой энергии частицей, которой принадлежит след  $AB$  или одной из вторичных частиц из звезды "B" — исключена по кинематике.

Таким образом, наблюдаемое событие трудно объяснить известными процессами распадов или взаимодействий. Можно предположить, что мы имеем дело с лептонным распадом новой короткоживущей частицы, например, очарованной

$$M_c \rightarrow e + \text{адроны} + \nu_e.$$

Существование хотя бы одной нейтральной частицы следует из разбаланса поперечных импульсов вторичных заряженных частиц  $\Sigma P_L = 0,4 \pm 0,1 \text{ Гэв/с}$ .

Т а б л и ц а 2

№	Источник фона	Вероятность
1	Распады:	
	$\pi^\pm \rightarrow e^\pm \nu(\bar{\nu})$	$\sim 3,6 \cdot 10^{-6}$
	$K^\pm \rightarrow e^\pm \pi^0 \nu(\bar{\nu})$	$\sim 4 \cdot 10^{-5}$
	$\Sigma^+ \rightarrow e^+ \Lambda \nu$	$\sim 7 \cdot 10^{-7}$
	$\Sigma^+ \rightarrow e^+ n \nu$	$\sim 10^{-7}$
	$\Sigma^- \rightarrow e^- n \bar{\nu}$	$\sim 10^{-5}$
	$\Xi^- \rightarrow e^- \Lambda \bar{\nu}$	$\sim 10^{-5}$
2	Ассиметричная пара Далитца	$\sim 5 \cdot 10^{-5}$
3	Аннигиляция $e^+$ из пары Далитца	$\sim 3 \cdot 10^{-7}$
4	Комптон электрон	$\sim 3 \cdot 10^{-6}$
5	$\delta$ -электрон	исключается по кинематике

Считая, что следы  $BH_1$  и  $BH_2$  принадлежат  $\pi$ -мезонам или  $K$ -мезонам и предполагая для распадов изотропное распределение нейтрино, можно получить среднюю эффективную массу новой частицы  $M_c \sim 2,4 \text{ Гэв}$ . Соответствующее время жизни частицы  $\tau_c \sim 10^{-14} \text{ сек}$ .

Объединенный институт ядерных исследований

Физико-технический институт  
им. Умарова

Академии наук Таджикской ССР

Поступила в редакцию  
28 июля 1977 г.

## Литература

- [1] K.Niu et. al. Prog. Theor. Phys., **46**, 1644, 1971.
- [1] J.J.Aubert et. al. Phys. Rev. Lett., **33**, 1404, 1974; J.E.Augustin et. al. Phys. Rev. Lett., **33**, 1406, 1974; G.S.Abrams et. al. Phys. Rev. Lett., **33**, 1453, 1974.
- [3] К.Д. Толстов. Препринт ОИЯИ, 350 1, стр. 32, 1967.
- [4] К.Hoshino et. al. Preprint Nagoya University , DPNU-16, Nagoya, 1975.
- [5] P.L.Jain, B.Girard. Phys. Rev.Lett., **34**, 1238, 1975.
- [6] А.А.Комар и др. ЯФ, **24**, 529, 1976.
- [7] P.C.M.Yock et. al. Lett. Nuovo Cim., **18**, 554, 1977.
- [8] W.Bozzoli et. al. Lett. Nuovo Cim., **19**, 32, 1977.
- [8] Coremans-Bertrand et. al. Phys. Lett., **65B**, 480, 1976.
- [10] Burhop et. al. Phys. Lett., **65B**, 299, 1976.
- [11] Bannik et. al. Proc. of European Conf. on particle phys. Budapest, Hungary, 4 - 9 July, 1977.
-