

## ВОЗМОЖНОСТИ ПОИСКА КОРОТКОЖИВУЩИХ $D_S^0$ -МЕЗОНОВ

К.Д.Толстов, А.Хушвактова\*, Г.С.Шабратова

Исследуются предпосылки существования и возможности поиска  $D_S^0$ -мезонов, генерируемых в столкновениях быстрых адронов с ядрами фотоэмульсии.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Possibilities of the Search for Short-Lived  $D_S^0$ -Mesons

K.D.Tolstov, A.Khushvaktova, G.S.Shabratova

Premises for the existence and possibilities of the search for  $D_S^0$ -mesons generated in collisions of fast hadrons with photoemulsion nuclei are investigated.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Еще до открытия  $J_\psi$ -частиц, раньше поисков и теоретических оценок времени жизни частиц с открытым "очарованием" обсуждались перспективы поиска в фотоэмульсиях частиц с временем жизни  $\geq 10^{-15}$  с /1/.

В работах /2-5/ сообщены результаты опытов по детектированию короткоживущих частиц, генерированных в фотоэмульсиях  $\pi^-$ -мезонами с импульсом  $50 \div 70$  ГэВ/с. В /6/ показано, что возможно надежное детектирование распадов нейтральных частиц на две заряженные, если расстояние от звезды, в которой генерируется частица до ее распада,  $\geq 10$  мкм. В случае распадов на четыре заряженные частицы или при разлете двух частиц с большим углом между ними - возможно детектирование нейтральных частиц на распадной длине, меньшей 10 мкм. Таким образом с учетом  $\gamma$ -фактора распадающихся частиц возможно их детектирование при  $\tau \sim 10^{-14}$  с. Ниже будет показано, что методические усовершенствования позволят сократить минимальную распадную длину и, следовательно, возможен их поиск при  $\tau < 10^{-14}$  с. Это представляет интерес при изучении проблемы существования короткоживущих

---

\*ФТИ АН ТаджССР

$D_S^0$  - мезонов и долгоживущих  $D_L^0$ , которые могут явиться аналогами  $K_S^0$  и  $K_L^0$  и дать новую информацию. Генерация  $\bar{D}^0$ , имеющих отрицательное "очарование", возможна, например, в реакции  $\pi^- + p \rightarrow \Sigma_c^+ + \bar{D}^0$ , которая в кварковой записи имеет вид:  $ud + uud \rightarrow cdd + \bar{c}u$ .

Следовательно, в начальный момент есть чистый пучок  $\bar{D}^0$ .

По аналогии с  $K^0$ -мезонами /см. например, /7/ / будем

$$\text{иметь: } \bar{D}^0 = \frac{D_1^0 - D_2^0}{\sqrt{2}} \quad \text{и} \quad D^0 = \frac{D_1^0 + D_2^0}{\sqrt{2}} \quad \text{или: } D_1^0 = \frac{D^0 + \bar{D}^0}{\sqrt{2}} \text{ с мас-}$$

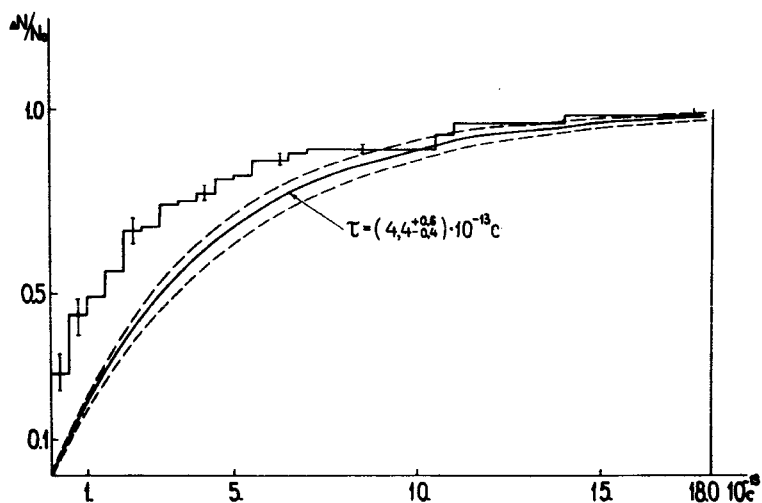
$$\text{сой } m_1 \text{ и } D_2^0 = \frac{D^0 - \bar{D}^0}{\sqrt{2}} \text{ с массой } m_2.$$

Через время  $t$  будем иметь:

$$\bar{D}^0 = \frac{1}{2} \left[ (D^0 + \bar{D}^0) e^{-im_1 t - \frac{\Gamma_1}{2} t} - (D^0 - \bar{D}^0) e^{-im_2 t - \frac{\Gamma_2}{2} t} \right].$$

При  $\Gamma_1 = \Gamma_2 = 0$  и  $t = \pi/m_2 - m_1$  вместо  $\bar{D}^0$  получим  $D^0$ . Следовательно, с периодом  $t = \pi/m_2 - m_1$  возможны осцилляции  $\bar{D}^0 \leftrightarrow D^0$  с изменением квантового числа "очарования" на 2 единицы.  $K^0$  и  $\bar{K}^0$  распадаются на два  $\pi$ -мезона, поэтому они связаны слабыми виртуальными переходами второго порядка:  $K^0 \leftrightarrow 2\pi \leftrightarrow \bar{K}^0$ . Для  $D^0$  и  $\bar{D}^0$  можно полагать также слабые виртуальные переходы второго порядка с участием двух  $K$ -мезонов:  $D^0 \leftrightarrow 2K \leftrightarrow \bar{D}^0$ . Продолжая аналогию с  $K^0$ -мезонами, для которых  $K_1^0 \approx K_S^0$  и  $K_2^0 \approx K_L^0$ , получим  $D_1^0 \approx D_S^0$  и  $D_2^0 \approx D_L^0$ . Время жизни:  $K_S^0 = 0,9 \cdot 10^{-10}$  с,  $K_L^0 = 5,2 \cdot 10^{-8}$  с, вследствие чего вначале были детектированы распады  $K_S^0$ -мезонов, пробеги которых измерялись в сантиметрах. Напротив, для  $D^0$ -мезонов, время жизни которых  $\sim 10^{-13}$  с, в первую очередь следует ожидать с большей вероятностью детектирования  $D_L^0$ -мезонов. Масса  $D^0$  значительно больше массы  $K^0$ , поэтому возможна и большая разница масс  $m_2 - m_1$  для  $D^0$  по сравнению с  $K^0$ . В этом случае период осцилляций  $t = \pi/m_2 - m_1$   $D^0 \leftrightarrow \bar{D}^0$  уменьшится по сравнению с осцилляциями  $K^0$ .

Если осцилляции  $D^0$  будут происходить за короткое время, то есть на коротких расстояниях от места генерации, то число распадов  $D_S^0$  на малом расстоянии будет больше, так как еще не произошло уменьшения  $D^0$  /возникает вопрос - не связан ли наблюдающийся большой разброс в оценках времени жизни  $D^0$  с методикой опытов, обуславливающей наблюдения на разных расстояниях от места генерации к различным вкладам  $D_S^0$  ?/. Следовательно, из-за малого времени жизни  $D_S^0$  и большей вероятности при осцилляциях распада на коротких расстояниях поиски надо вести вблизи места генерации. Попытаемся оценить возможный эффект на статистике распадов



Интегральная кривая  $\Delta N/N_0(r)$ . Гистограмма - опытные данные из работ /2-5, 8-14/. Расчетные кривые для  $\tau = /4,4^{+0,6}_{-0,4} / 10^{-13} \text{ с}$ .

$D^0$ , для которой известно время распада отдельных частиц. На рисунке представлено интегральное распределение 57 распадов  $D^0$ , взятых из работ /2-5, 8-14/. Теоретическая кривая и коридор ошибок подсчитаны для  $\tau = /4,4^{+0,6}_{-0,4} / \cdot 10^{-13} \text{ с}$ , согласно /15/. На рисунке заметно превышение опытной гистограммы при малых временах над расчетной кривой, поэтому может быть высказана гипотеза о вкладе  $D_s^0$ . Однако, чтобы принять эту гипотезу, необходимо убедиться в том, что эффективность детектирования  $D^0$  была одинаковой на различных расстояниях от места генерации.

В соответствии с совокупностью изложенных причин представляется перспективным целенаправленный поиск  $D_s^0$  по их распадам на минимально доступных наблюдениям расстояниях от места генерации. Очевидно, для этого целесообразно применить фотоэмульсии, в которых сведены к минимуму причины, могущие имитировать распады  $D^0$ . Этого можно достичь, если изготовить фотоэмульсии, дающие сплошной /черный/ след релятивистских однозарядных частиц. Тогда наличие разрыва в следе от звезды к месту распада на две или четыре заряженные частицы укажет на распад нейтральной частицы. Можно оценить допуски на отличие следа от сплошного, при которых поиски распадов нейтральных частиц будут достаточно эффективны. Так, если след однозарядной релятивистской частицы имеет на 100 мкм 10 разрывов со

средней длиной каждого  $\mu = 1$  мкм, то по формуле Пуассона

вероятность сплошного разрыва длиной  $r$  равна:  $P(r) = \frac{\mu^r}{r!} e^{-\mu}$

при  $r = 5$  мкм,  $P(5) = 3 \cdot 10^{-3}$ ,  $r = 10$  мкм,  $P(10) = 10^{-7}$ .  
Если есть 20 разрывов на 100 мкм, то  $P(10) = 3 \cdot 10^{-3}$ , т.е. первичный отбор возможных случаев будет достаточно эффективным.

Далее, если угол разлета частиц мал  $\sim 1^\circ$ , то произойдет сложение /удвоение/ ионизационных потерь и, следовательно, получим еще меньшие значения  $P(r)$ . При значительных углах разлета частиц их следы не будут сводиться к первичной звезде, т.е. будет детектироваться точка распада нейтральной частицы.

Таким образом, можно считать перспективной поисковую работу по обнаружению в фотоэмульсиях возможных распадов  $D_S^0$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Толстов К.Д. В кн.: Аннотации сообщений XIX и XX Сессий фотоэмульсионного комитета ОИЯИ 1967. ОИЯИ, 3501, Дубна, 1967, с. 32; Сообщение ОИЯИ, P1-6170, Дубна, 1971.
2. Банник Б.П. и др. Письма в ЖЭТФ, 1977, 25, с. 586; Письма в ЖЭТФ, 1977, 26, с. 399.
3. Толстов К.Д. и др. Письма в ЖЭТФ, 1981, 38, с. 243.
4. Али-Мусса и др. ОИЯИ, Д1-82-715, Дубна, 1982.
5. Али-Мусса и др. ОИЯИ, Д1-83-686, Дубна, 1983.
6. Толстов К.Д., Хушвактова А.А., Шабратова Г.С. ОИЯИ, P1-13037, Дубна, 1980.
7. Окунь Л.Б. Лептоны и кварки. "Наука", М., 1981.
8. Aguilar-Benitez et al. CERN/EP81-131, 1981.
9. Ushida N. et al. PRL, 1982, 48, p. 844.
10. Niu K. XX Int.Conf. HEP Medison, 1980.
11. Allasia D. Nucl.Phys., 1980, 176B, p. 13.
12. Badertscher A. et al. Phys.Lett., 1983, 123B, p. 471.
13. Adamovich M.I. et al. CERN-EP/82-46, 1982.
14. Adamovich M.I. et al. CERN/EP/83-184, 1983.
15. Kalmus G. XXI Int.Conf. on H.E.P., Paris, 1982, p. C3-431.

Рукопись поступила 7 июня 1984 года.