

$\frac{8}{0-51}$ 506

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

D-506

Э.О.Оконов, Н.И.Петров, А.М.Розанова, В.А.Русаков

ЧЕТЫРЕХЛУЧЕВОЙ РАСПАД
ДОЛГОЖИВУЩЕГО K^0 -МЕЗОНА

ЖЭТФ, 1960, т 39, в. 1, с. 67-69.

Направлено в ЖЭТФ

Дубна 1960 год

D-506

Э.О.Оконов, Н.И.Петров, А.М.Розанова, В.А.Русаков

ЧЕТЫРЕХЛУЧЕВОЙ РАСПАД
ДОЛГОЖИВУЩЕГО K^0 -МЕЗОНА

603/5 пр.

Направлено в ЖЭТФ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

А н н о т а ц и я

Среди 140 распадов долгоживущих K_2^0 - мезонов в камере Вильсона наблюдается одна четырехлучевая вилка, наиболее вероятной интерпретацией которой является распад $K_2^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$ с последующим распадом нейтрального π - мезона через пару Далитца.

При экспозиции камеры Вильсона^{x/} в пучке нейтральных частиц синхрофазотрона Объединенного института ядерных исследований на расстоянии 8 м от внутренней мишени^{xx/} зарегистрировано 140 \checkmark - событий и среди них одна четырехлучевая вилка, фотография которой приведена на рисунке. Следы А, В и D направлены вверх относительно плоскости снимка, а след С - вниз. Для следов А, В и D измерены радиусы магнитной кривизны, для короткого следа С удалось определить только угол и знак магнитной кривизны. Результаты измерений сведены в таблицу.

След	Импульс /В Мэв/с/	Знак заряда	Угол вылета φ/ в град. /	Глубокий угол /в град./	Угол разлета /в град./
А	89±5	+	43,5±1,5	13,5±0,5	
В	31,5±2	-	43,0±1,5	11,0±0,5	3 ± 1
С	?	-	33 ±5	33 ±5	66 ± 1
D	160±16	+	32,0±1,5	16,5±0,5	

Все следы, в том числе и следы положительных частиц А и D, имеют ионизацию, близкую к минимальной.

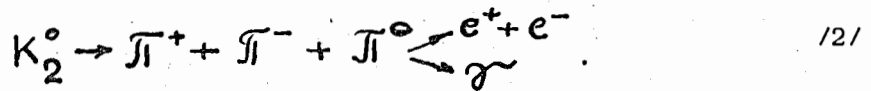
Из данных измерений следует, что положительные частицы не могут быть протонами, а следы А и В представляют скорее всего электронно-позитронную пару. Поэтому вполне естественно наблюдать звезду рассматривать как результат распада нейтральной нестабильной частицы.

^{x/} Камера Вильсона, использованная в опыте, подробно описана в работе^{/1/}.

^{xx/} Направление пучка нейтральных частиц составляет с направлением падающих на мишень протонов угол 97°.

Действительно, из возможных реакций взаимодействия нейтронов /имеющихся в пучке/ с газом камеры такой случай может иметь место только при рождении в одном акте двух нейтральных Π -мезонов или двух заряженных Π -мезонов и одного нейтрального при отсутствии звездных протонов. В обоих указанных случаях мы можем наблюдать четырехлучевую звезду, если каждый Π^0 -мезон распадется на γ -квант и пару Далитца. Однако такая возможность в наших условиях представляется крайне маловероятной вследствие того, что нейтроны имеют небольшие энергии. Об этом говорят следующие экспериментальные факты. Во-первых, средняя энергия протонов, выбиваемых нейтронами из стенки камеры, составляет 75 Мэв; при этом среди 10 000 обследованных протонов отдачи не найдено ни одного с энергией более 400 Мэв. Во-вторых, среди 15 000 звезд, зарегистрированных в газе камеры, обнаружено только 15, в которых происходит рождение одного Π -мезона, и не найдено ни одного достоверного случая парного рождения Π -мезонов /не говоря уже об актах тройного рождения/. Оценка вероятности наблюдения одной четырехлучевой звезды, обусловленной рождением в одном акте двух или трех Π -мезонов, сделанная на основе приведенных экспериментальных фактов и данных работ /2,3,4/ /в которых исследовался процесс мезообразования при взаимодействии нуклонов/ дает в обоих случаях величину $\approx 10^{-7}$. Мала также и вероятность случайного наложения двух γ^0 -событий, которые бы могли имитировать одну четырехлучевую звезду.

В настоящее время известен лишь один тип распада, в результате которого возникают четыре заряженные частицы: это распад нейтрального Π -мезона на две электронно-позитронные пары. В нашем случае этот крайне редкий распад практически исключается как по величине вероятности его наблюдения, так и из кинематических соотношений. В частности, угол разлета электронов в одной из пар /следы С и D/ очень велик / 66° /; кроме того нет соответствия между углом разлета и энергией γ -квантов. Наиболее естественно было бы считать рассматриваемый случай одним из до сих пор не наблюдавшихся распадов долгоживущих K^0 -мезонов. Имеются два возможных распада такого типа, разрешенные с точки зрения СР - инвариантности, - это распады по схемам:



Согласно теоретической оценке, сделанной Далитцем^{/5/}, вероятность распада первого типа составляет всего 4% от вероятности распада второго типа, поэтому наиболее вероятной интерпретацией наблюдаемого нами четырехлучевого события является распад K_2^0 -мезона на три π -мезона с последующим распадом π^0 -мезона через одну пару Далитца.

Для распада по схеме /1/ можно определить массу распадающейся частицы, она оказалась равной 400 ± 40 Мэв. Для случая более вероятной схемы /2/, задаваясь массой K_2^0 -частицы /496 Мэв/, мы нашли величину ее кинетической энергии, которая составляет 80 Мэв.

Следует отметить, что среди зарегистрированных ранее распадов долгоживущих K^0 -мезонов имеются три события^{/6-8/}, согласующиеся с предположением о том, что ненаблюдаемой нейтральной распадной частицей является π^0 -мезон. Обнаружение четырехлучевого распада K_2^0 -мезона является прямым доказательством правильности этого предположения, а, следовательно, и доказательством существования распада долгоживущего K^0 -мезона по схеме /2/. Несколько лет назад в космических лучах был наблюден аналогичный рассматриваемому нами 4-х лучевой случай^{/7/ х/}. Авторы интерпретировали его как распад τ^0 -мезона со временем жизни $3 \cdot 10^{-10}$ сек. Вместе с этим они зарегистрировали 43 распада короткоживущих K^0 -мезонов. Однако указанные факты трудно согласовать с последними теоретическими и экспериментальными данными, свидетельствующими о том, что распад короткоживущего K^0 -мезона на три π -мезона *сильно* запрещен. В то же время вероятность наблюдения подобного распада долгоживущего K^0 -мезона в условиях их опыта была мала / $\approx 10^{-3}$ /. В нашем случае мы определенно имеем дело с распадом долгоживущего K^0 -мезона, так как внутренняя мишень, являющаяся источником

х/ Для этого четырехлучевого случая не были определены знаки зарядов двух распадных частиц.

нейтральных частиц, находится от места наблюдения на расстоянии 8 метров. Даже если сделать маловероятное предположение, что рождение распавшейся частицы произошло в стенке камеры, то и тогда ее время жизни превышает на порядок среднее время жизни K_1^0 -мезона. Что же касается ожидаемой вероятности наблюдения распада K_2^0 -мезона по схеме /2/, она в условиях нашего опыта, согласно имеющимся экспериментальным данным, составляет 0,1 - 0,2.

Мы наблюдали также 2 электронно-позитронные пары, направление вылета которых составляет большой угол $\approx 90^\circ$ с осью коллиматора, так что они не могут быть вызваны γ квантами, имеющимися в падающем пучке. Есть основания считать эти электронно-позитронные пары парами Далитца, возникшими в результате распада $K_2^0 \rightarrow 3\pi^0$, вероятность которого, по-видимому, не слишком отличается от вероятности распада $K_2^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$ x/.

Для окончательных выводов, однако, необходимо дальнейшее увеличение статистики и более тщательное изучение фоновых условий.

В заключение авторы выражают благодарность коллективу эксплуатационного отдела синхрофазотрона, обеспечившего постановку этой работы, Б.М.Понтекорво за постоянный интерес и внимание к работе, М.А.Маркову и М.И.Подгорецкому - за обсуждение и критические замечания. Авторы также благодарны Д.Нягу за помощь в расчетах и М.Х.Аникиной и П.И.Жабину - за участие в измерениях.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 марта 1960 года.

x/ Если считать, что в результате $K_2^0 \rightarrow 3\pi^0$ -распада реализуется "симметричное" состояние с изотопспином $I = 1$ /как это имеет место для $K_2^+ \rightarrow 3\pi^+$ -распада/, то в этом случае хорошо согласующееся с экспериментом правило отбора $|\Delta I| = 1/2$ приводит к соотношению.

$$\frac{w(K_2^0 \rightarrow 3\pi^0)}{w(K_2^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0)} = \frac{3}{2}.$$

Цитированная литература

1. В.П. Джелепов, М.С. Козодаев, В.Т. Осипенков, Н.И. Петров, В.А. Русаков. ПТЭ, № 3, 3, 1956.
2. Е.Л. Григорьев, Л.П. Соловьева. ЖЭТФ, 31, 932, 1956.
3. W. B. Fowler, R. P. Shutt, A. M. Thorndike, Whittemore, *Phys. Rev.* 95, 1026, 1954.
4. W. A. Wollenmeyer. *Phys. Rev.* 105, 1058, 1957.
5. R. H. Dalitz. *Phys. Rev.* 99, 915, 1958.
6. M. Bardon, X. Lande and L. M. Lederman, W. Chnowsky. *Annals of Physics* 5, 156, 1958.
7. W. A. Cooper, H. Filthuth, J. A. Newth, O. Petrucci, R. A. Salmeron, and Zichichi
Nuovo Cim. 6 (1433) 1956, 8 (471) 1958.
8. M. L. Good, G. R. Kalbfleisch, M. L. Stevenson and K. Ticho, *Phys. Rev. Let.* 2. 266, 1959.

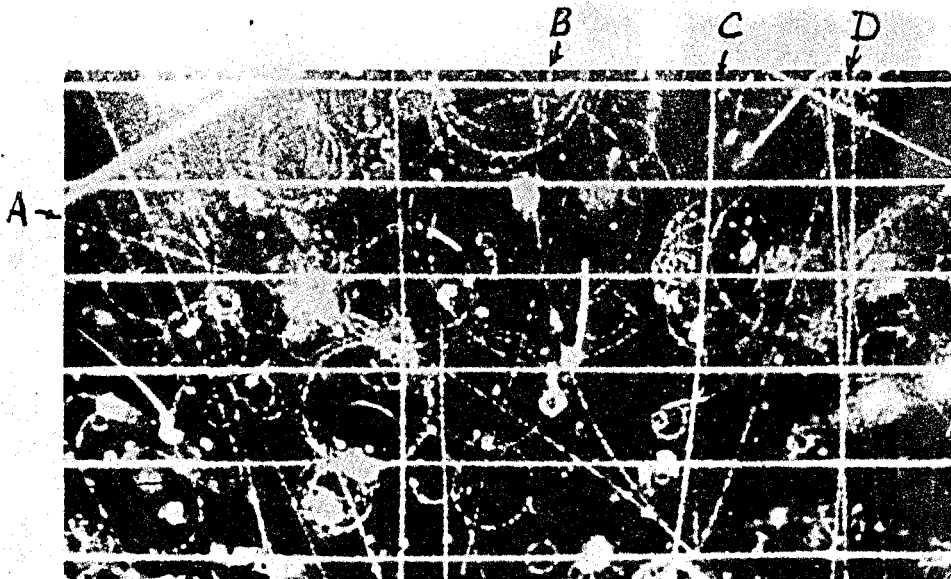


Рис. 1.