

Б-90

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория ядерных проблем

Ю. А. Будагов, С. Виктор, В. П. Джелепов, П. Ф. Ермолов, В. И. Москалев

P-233

ЭЛЕКТРОННО-ПОЗИТРОННЫЕ ПАРЫ, ОБРАЗОВАННЫЕ ПРИ РАСПАДЕ  
НЕЙТРАЛЬНОГО П-МЕЗОНА ПО СХЕМЕ  $\pi^0 \rightarrow e^- e^+ \gamma$

ЖЭТФ, 1958, т 35, в. 6, с. 1575-1577.

Ю. А. Будагов, С. Виктор, В. П. Джелепов, П. Ф. Ермолов, В. И. Москалев

P-233

ЭЛЕКТРОННО-ПОЗИТРОННЫЕ ПАРЫ, ОБРАЗОВАННЫЕ ПРИ РАСПАДЕ  
НЕЙТРАЛЬНОГО П-МЕЗОНА ПО СХЕМЕ  $\pi^0 \rightarrow e^- e^+ \gamma$

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

В диффузионной камере, наполненной водородом до давления 25 атм. и помещенной в пучке  $\pi^-$ -мезонов с энергией 150 Мэв от синхроциклотрона Объединенного института ядерных исследований<sup>1/</sup>, зарегистрировано 14 случаев зарядово-обменного рассеяния  $\pi^-$ -мезонов на водороде с последующим распадом  $\pi^0$ -мезона по схеме Далитца - на электронно-позитронную пару и  $\gamma$ -квант<sup>2/</sup>. Камера имела чувствительную область диаметром 380 мм и работала в постоянном магнитном поле напряженностью 9000 эрст. Указанные 14 случаев были найдены при просмотре 45000 стереофотографий и идентифицировались по окончаниям треков  $\pi^-$ -мезонов в водороде, сопровождавшимся вылетом электронно-позитронной пары. Фотографии двух таких случаев приведены на рис. I. Другие процессы, ведущие к появлению подобных пар (внутренняя конверсия  $\gamma$ -кванта в реакции  $\pi^- + p \rightarrow n + \gamma$ , образование пары  $\gamma$ -квантом на близком расстоянии от точки распада  $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$  и т.п.), как показывают оценки, имеют в условиях нашего опыта очень малую вероятность.

Для того, чтобы определить относительную вероятность распада  $\pi^0$ -мезона по схеме  $\pi^0 \rightarrow e^- + e^+ + \gamma$ , необходимо знать число  $\pi^0$ -мезонов, распавшихся обычным путем (на два  $\gamma$ -кванта). Непосредственный подсчет числа случаев перезарядки в диффузионной камере крайне затруднителен из-за наличия локальных нечувствительных областей и краевых эффектов. Однако количество  $\pi^0$ -мезонов можно определить, если воспользоваться данными о сечениях зарядово-обменного и упругого  $\pi^- - p$ -рассеяния<sup>3/</sup>, отношение которых для энергий около 150 Мэв равно 1,8. Так как нами было найдено 600 случаев упругого  $\pi^- - p$ -рассеяния, то число  $\pi^0$ -мезонов составляет 1080. Таким образом, отношение вероятностей распада  $\pi^0$ -мезона по схемам  $\pi^0 \rightarrow e^- + e^+ + \gamma$  и  $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$  равно  $2\beta = 0,0130 + 0,0024$ , а коэффициент внутренней конверсии в этой

реакции  $\rho = 0,0065 \pm 0,0012$ , где указанные ошибки являются статистическими вероятными ошибками. Полученная величина  $\rho$  хорошо согласуется как с теоретическими расчетами<sup>/2,4/</sup>, так и с экспериментальными данными<sup>/5,6,7,8/ \*</sup>.

Результаты обработки электронно-позитронных пар приведены в таблице.

№ пары	$E^-$ /МэВ/	$E^+$ /МэВ/	$E = E^- + E^+$ /МэВ/	$\alpha^\circ$ /л.с./	$\theta^\circ$ /л.с./
I	-	-	-	2,5	118
2	>134	70	>204	16	50
3	19	41	60	36	95
4	106	>24	>130	7	91
5	20	111	131	8	145
6	27	6	33	22	117
7	89	67	156	6	50
8	>14	>96	>110	>5	100
9	-	-	-	2	110
10	>58	103	>161	53	140
11	36	>134	>170	3	99
12	10	24	34	38	86
13	166	20	186	28	65
14	22	27	49	46	118,5

\* В работе<sup>/8/</sup> коэффициенты внутренней конверсии получены с использованием отношения Пановского  $P=0,94 \pm 0,20$ . Если принять величину  $P=1,5-1,9/9/$ , то коэффициенты внутренней конверсии, полученные из данных<sup>/8/</sup> не будут согласовываться с другими экспериментальными и теоретическими данными.

Энергии электрона  $E^-$  и позитрона  $E^+$  определены по радиусам кривизны треков с точностью не хуже 10-15%. В случае очень коротких треков приведены только нижние пределы для соответствующих энергий. Пары №1 и №9 найдены на пленках, экспонированных без магнитного поля. Сравнение величин  $E^-$  и  $E^+$  показывает, что нет тенденции к делению энергии поровну между частицами пары, которая проявлялась в работах<sup>8/</sup> и особенно<sup>6/</sup>. Полные энергии  $E = E^- + E^+$  всех пар лежат в интервале 17-270 Мэв, соответствующем энергетическому спектру  $\gamma$ -квантов от распада  $\pi^0$ -мезонов, получающихся в процессе перезарядки.

В последних столбцах таблицы приведены углы корреляции  $\alpha$  (л.с.) между электронами и позитронами пар и углы  $\theta$  (л.с.) между направлением движения центра масс пары и падающим  $\pi^-$ -мезоном. Точность измерения углов  $\alpha$  не хуже  $\pm 1^\circ$ , углов  $\theta$  - не хуже  $\pm 2^\circ$ . Общий вид углового распределения пар по углам  $\alpha$  согласуется с зависимостью  $P(\alpha)d\alpha = \text{const} \cdot \frac{d\alpha}{\alpha}$ , полученной Далитцем<sup>2/</sup>. Что касается углового распределения пар относительно направления падающего

$\pi^-$ -мезона, то оно характеризуется, аналогично распределению, полученному в<sup>10/</sup>, преимущественным вылетом пар в заднюю полусферу. Так как электроны и позитроны, получающиеся при распаде  $\pi^0 \rightarrow e^- + e^+ + \gamma$ , хорошо коррелированы, то угловое распределение пар должно с большой степенью точности совпадать с угловым распределением  $\gamma$ -квантов от распада  $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$ . На рис.2 гистограммами представлено полученное в нашей работе угловое распределение пар в лабораторной системе (а) и системе центра инерции  $\pi^-p$  (б). Оно не противоречит угловому распределению  $\gamma$ -квантов от распада  $\pi^0$ -мезонов, получающихся в реакции  $\pi^- + p \rightarrow \pi^0 + n$  при энергии  $\pi^-$ -мезонов 150 Мэв<sup>11/</sup>, изображенному на рис.2 в виде кривых  $\frac{dG}{d\Omega} \cdot \sin\theta$  (в произвольном масштабе).

В заключение следует отметить, что кинематика ни одной из семи пар с точно определенной полной энергией не удовлетворяет распаду  $\pi^0 \rightarrow e^- + e^+$ ; на просмотренных снимках не найдено также ни одного случая распада  $\pi^0 \rightarrow e^- + e^+ + e^- + e^+$ .

В настоящее время работа продолжается, и суммарные результаты и анализ будут опубликованы.

Авторы выражают благодарность Л.И.Краснослободцевой за помощь в просмотре фотографий.

#### Л и т е р а т у р а

1. Ю.А.Будагов, С.Виктор, В.И.Джелепов, П.Ф.Ермолов, В.И.Москалев. Доклад на Совещании по камерам Вильсона, диффузионным и пузырьковым камерам в ОИЯИ II-16/XI-57 г.
2. R.H.Dalitz, Proc.Phys.Soc.A, 64, 667(1951)
3. Л.М.Барков, Б.А.Никольский (обзор), УФН, LXI, 341(1957)
4. N.M.Kroll, W.Wada, Phys.Rev. 98, 1355(1955)
5. R.R.Daniel, J.H.Davies, J.H.Mulvey, D.H.Perkins, Phil.Mag. 43, 753 (1952)
6. B.M.Anand, Proc.Roy.Soc. 220A, 183(1953)
7. P.Lindenfeld, A.Sachs, J.Steinberger, Phys.Rev. 89, 531(1953)
8. C.P.Sargent, R.Cornelius, M.Rinehart, L.M.Lederman, K.Rogers, Phys.Rev. 98, 1349(1955)
9. J.Fischer, R.March, L.Marshall, Phys.Rev. 109, 533(1958)
10. M.Schein, J.Feinberg, D.M.Haskin, R.G.Glasser, Phys.Rev. 91, 973(1953)
11. J.Ashkin, J.P.Blaser, F.Feiner, M.D.Stern, Phys.Rev. 101, 1149(1956)

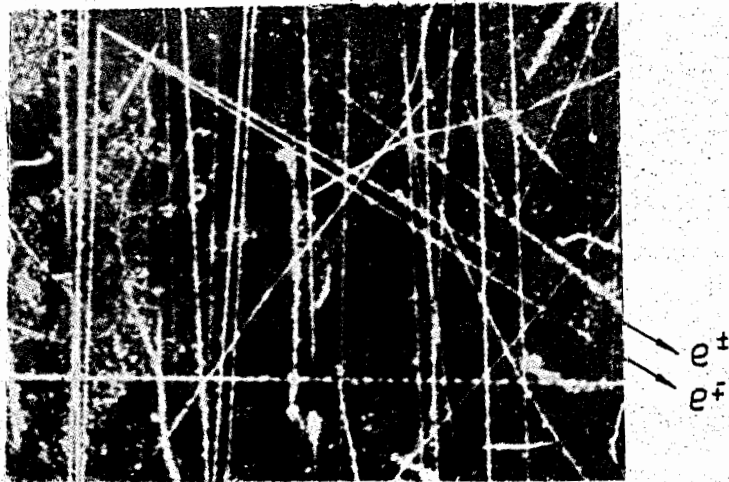


Рис. 1а

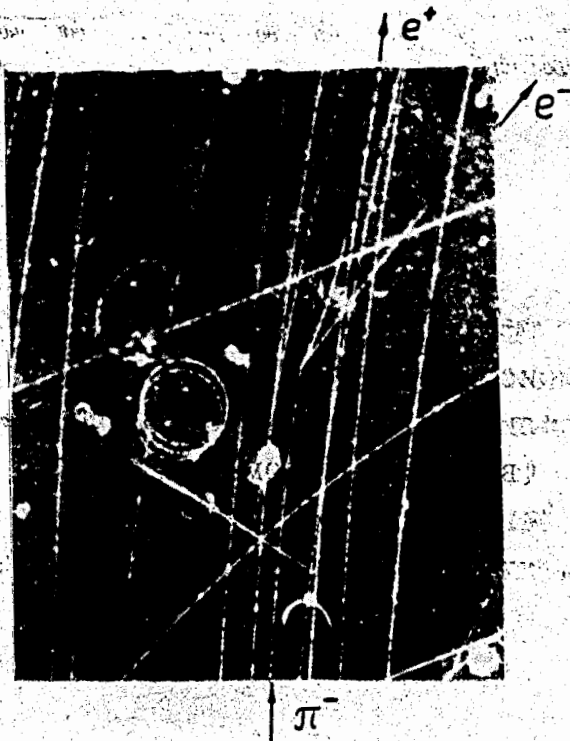


Рис. 1б

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Фотографии случаев  $\pi^- + p \rightarrow \pi^0 + n$  с последующим распадом  $\pi^0 \rightarrow e^- + e^+ + \gamma$ , полученные в диффузионной камере: (а) - пара № 1, (б) - пара № 2.

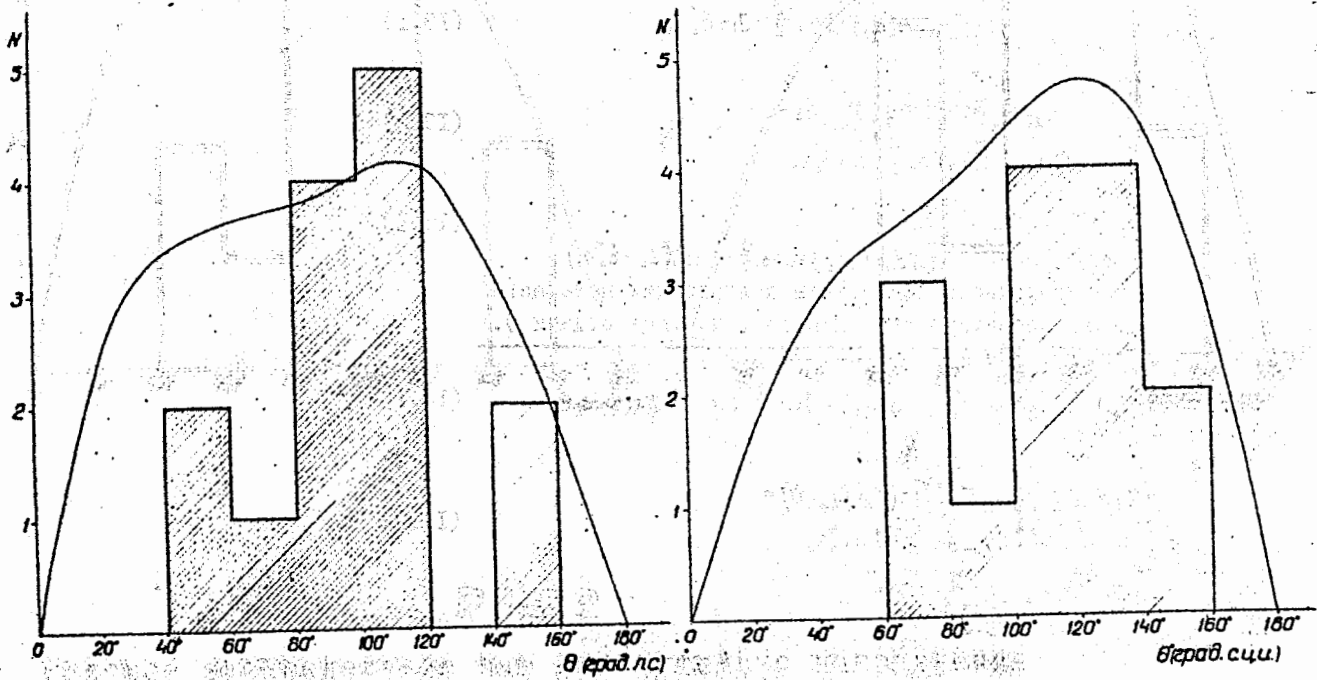


Рис. 2

Угловое распределение пар относительно направления  $\pi^-$ -мезонов: (а) в лабораторной системе, (б) в системе центра инерции  $\pi^-p$ . Сплошными линиями нанесены угловые распределения  $\frac{dG}{d\Omega} \sin \theta$  (в произвольном масштабе)

$\gamma$  - квантов от распада  $\pi^0$ -мезонов, образующихся в реакции  $\pi^- + p \rightarrow \pi^0 + n$  при энергии  $\pi^-$ -мезона 150 Мэв<sup>II</sup>.