

С 346.4a

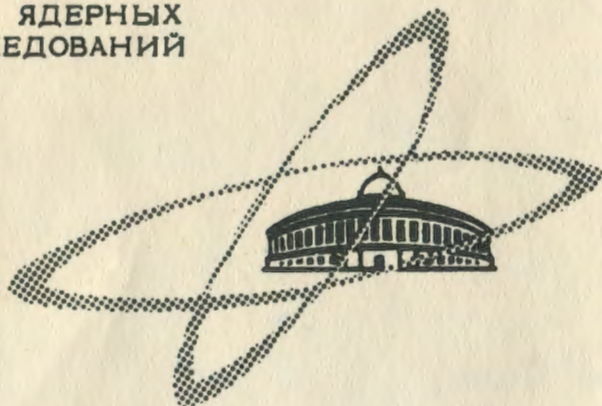
К-954

16/IX-65 ✓

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P - 2322



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

В.М. Кутьин, В.И. Петрухин, Ю.Д. Прокошкин

ПОИСКИ РАСПАДА $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$

ИЭТФ Лисья в ред.
1965, т. 2, в. 8, с 387-390.

1965

P - 2322

3532/3 чф.

В.М. Куткин, В.И. Петрухин, Ю.Д. Прокошкин

ПОИСКИ РАСПАДА № - 3у

Направлено в "Письма ЖЭТФ"

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
БРЕСЛАВЕНА

Распад нейтрального пиона на три γ -кванта

$$\pi^0 \rightarrow 3\gamma \quad (1)$$

представляет большой интерес в связи с тем, что его исследование позволяет проверить, сохраняется ли C -четность. Интерес к этому распаду особенно возрос в последнее время в связи с обнаружением нарушающего CP -инвариантность распада $K^0 \rightarrow 2\pi$ ^{/1/}. Согласно теоретическим оценкам, отношение вероятностей распадов π^0 -мезона на три и два γ -кванта $\lambda = w(\pi^0 \rightarrow 3\gamma) / w(\pi^0 \rightarrow 2\gamma)$ может лежать в пределах от 10^{-6} до, по-видимому, 10^{-11} (таблицу 2). Распад (1) ранее исследовался в ряде работ (см. таблицу 2). Полученная в последней из них экспериментальная верхняя граничная оценка величины λ составила $8 \cdot 10^{-4}$ (80%-ый уровень достоверности). Целью настоящей работы ^{x/} являлось дальнейшее исследование распадной схемы (1).

Для регистрации этого распада была применена аппаратура, использовавшаяся нами ранее при изучении редких процессов распада и захвата пионов ^{/2/}. Эксперименты были выполнены на синхротроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. π^- -мезоны с начальной энергией 70 Мэв проходили через ряд сцинтилляционных счетчиков и тормозящих фильтров и останавливались в жидководородной мишени, где происходила перезарядка

$$\pi^- + p \rightarrow \pi^0 + a. \quad (2)$$

Для регистрации γ -квантов, возникающих в распаде (1), были применены три черенковских спектрометра полного поглощения, расположенные вокруг мишени и включенные в наносекундную схему совпадений ^{/3/}. Между мишенью и спектрометрами были помещены сцинтилляционные счетчики, использование которых давало возможность отбросить при анализе осциллограмм случаи регистрации спектрометрами заряженных частиц, летящих из мишени. Импульсы от всех счетчиков и спектрометров фотографировались на экране пятилучевого скоростного осциллографа ^{/4/}, что позволяло проводить многомерный временной и амплитудный анализ зарегистрированных событий.

^{x/} Сообщено на юньской сессии отделения ядерной физики АН СССР.

Спектрометры были предварительно откалиброваны на пучке электронов с энергией от 10 до 300 Мэв. В этих опытах были измерены энергетические характеристики спектрометров и определена эффективность регистрации γ -квантов.

Черенковские спектрометры были расположены в плоскости, перпендикулярной пучку π^- -мезонов, под взаимными углами 90, 135 и 135°. Эффективность установки при этой конфигурации была определена на основании известного числа остановок π^- -мезонов в мишени с использованием спектров и угловых распределений /5/, а также исходя из скорости регистрации распадов $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$, полученной в дополнительных опытах, когда два спектрометра располагались под углом 180°. Эффективность регистрации распада $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$ при принятых критериях отбора событий (см. ниже) составила 1%. Одно зарегистрированное событие в условиях нашего эксперимента соответствовало $\lambda = 1,7 \cdot 10^{-6}$.

В результате измерений было получено 550 осциллограмм, из них на 66 фотографиях присутствовали импульсы от всех трех спектрометров и от сцинтилляционных счетчиков, регистрировавших π^- -мезоны. Эти импульсы были подвергнуты амплитудному и временному анализу, результаты которого приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

К р и т е р и й о т б о р а	Число событий, оставшихся после отбора	Величина λ , соответствующая оставшимся после отбора числу событий
В с е г о	66	$6 \cdot 10^{-5}$
Отсутствуют импульсы от счетчиков анти-совпадений	54	$5 \cdot 10^{-5}$
Импульсы от трех спектрометров совпадают в пределах $\pm 1,5 \cdot 10^{-8}$ сек	33	$3,6 \cdot 10^{-5}$
Амплитуды импульсов от счетчиков частиц пучка ограничены интервалом $\pm 20\%$	16	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Сумма амплитуд импульсов от трех спектрометров меньше величины, соответствующей 210 Мэв	6	$8 \cdot 10^{-6}$
Совпадение импульсов от спектрометров и счетчиков частиц пучка в пределах $\pm 1,2 \cdot 10^{-9}$ сек.	1	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Фоновые события (в соседних интервалах)	3	

Верхняя граничная оценка величины относительной вероятности λ получена отсюда равной $2,2 \cdot 10^{-6}$ на уровне достоверности 1/e. На уровне 90%-ой достоверности $\lambda < 5 \cdot 10^{-6}$.

В таблице 2 проведено сравнение полученных нами данных с результатами предыдущих работ, выполненных в Харварде, Дубне и Беркли.

Т а б л и ц а 2

Р а б о т а	Метод	Аппаратура	Верхняя граница для (90%-ый уровень достоверности)
Ely, Fritsch /6/	Угловая корреляция двух γ -квантов от реакции $p + Li^7 + Be + \pi^0$	Счетчики	$2,5 \cdot 10^{-2}$
Васильевский, Вишняков, Дунайцев, Прокошкин, Рыкалин, Тяпкин /7/	Угловая корреляция двух γ -квантов от реакции $\pi^+ + p \rightarrow \pi^0 + \pi^+$	Годоскоп счетчиков	$2, \cdot 10^{-3}$
Cline, Dowd /9/	Регистрация трех γ квантов в реакции $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$	Пузырьковая камера	$8 \cdot 10^{-4}$
Настоящая работа	Регистрация трех γ -квантов в реакции $\pi^+ + p \rightarrow \pi^0 + \pi^+$	Черенковские спектрометры	$5 \cdot 10^{-6}$

Если сделать предположение о существовании второго нейтрального мезона, имеющего ту же массу, что и π^0 -мезон, но в отличие от него способного распадаться на три γ -кванта, то для относительной вероятности образования и распада такого мезона из наших данных могут быть получены следующие верхние граничные оценки: $6 \cdot 10^{-6}$ при среднем времени жизни $\tau_{3\gamma} < 10^{-10}$ сек; $1,3 \cdot 10^{-5}$ ($\tau_{3\gamma} < 6 \cdot 10^{-10}$ сек); $2 \cdot 10^{-5}$ ($\tau_{3\gamma} < 10^{-9}$ сек); $1,5 \cdot 10^{-4}$ ($\tau_{3\gamma} < 10^{-7}$ сек).

Использованный в настоящей работе метод регистрации распада $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$ позволяет, как мы думаем, продвинуться в область еще меньших значений λ .

В заключение пользуемся случаем поблагодарить Л.И. Ланидуса, Л.Б. Окуня, И.Я. Померанчука и Б. Понтекорво за полезные обсуждения.

Л и т е р а т у р а

1. J.N.Christenson, J.W.Cronin, V.L.Fitch, R.Tarlay, P.R.Lett. 13, 138 (1964).
2. А.Ф. Дунайцев, В.И. Петрухин, Ю.Д. Прокошкин, В.И. Рыкалин. ЖЭТФ, 47, 84 (1964); V.I.Petrushin, Yu.D.Prokoshkin. Nuov. Cim., 28, 99, (1963).
3. А.Ф. Дунайцев. ПТЭ, 9, 77 (1964).
4. А.Ф. Дунайцев, В.И. Петрухин, Ю.Д. Прокошкин, В.И. Рыкалин. ПТЭ, 2, 114 (1965).
5. F.A.Bereuda. Phys. Lett., 16, 178 (1965).
6. R.R.Ely, D.H.Fritsch. Phys. Rev. Lett., 3, 565 (1959).
7. И.М. Васильевский, В.В. Вишняков, А.Ф. Дунайцев, Ю.Д. Прокошкин, В.И. Рыкалин, А.А. Тяпкин, Труды международной конференции по физике высоких энергий. Дубна, 1964.
8. D.Cline, R.Dowd. Phys. Rev., Lett., 13, 530 (1965).

Рукопись поступила в издательский отдел
5 августа 1965 г.