

НАБЛЮДЕНИЕ РАСПАДА $K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 \gamma$

В.Н.Болотов, С.Н.Гниненко, Р.М.Джилкибаев,
В.В.Исаков, Ю.М.Клубаков, В.Д.Лаптев, В.М.Лобашев,
В.Н.Марин, А.А.Поблагуев, В.Е.Постоев, А.Н.Торопин

На основании наблюдения событий от распада $K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 \gamma$ (98%-ный уровень достоверности) получено значение относительной вероятности распада $BR(K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 \gamma) = (7,4^{+5,5}_{-2,9}) \cdot 10^{-6}$

• 10^{-6} для энергии γ -кванта $E_\gamma^* > 10$ МэВ в системе покоя K^- -мезона.

Среди радиационных распадов заряженных K -мезонов наиболее слабо изучены распады $K^- \rightarrow 3\pi\gamma$. Единственным экспериментальным свидетельством существования этих распадов является обнаружение нескольких событий распада $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \gamma$ ¹. Теоретические оценки вероятности этого распада, выполненные в предположении об основном вкладе в амплитуду распада процесса внутреннего тормозного излучения, согласуются с экспериментальными данными².

Радиационный распад

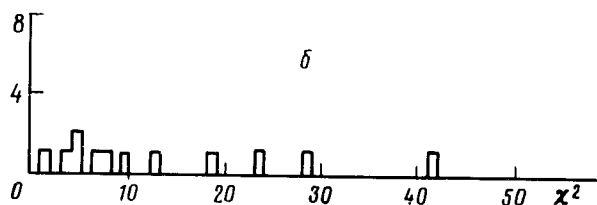
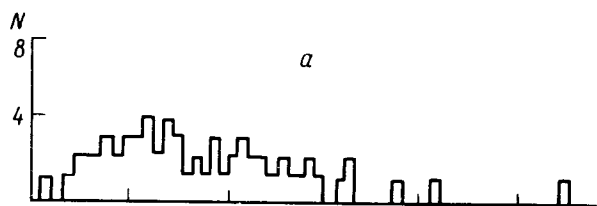
$$K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 \gamma \quad (1)$$

до сих пор экспериментально не изучался. Относительную вероятность распада $BR(K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 \gamma) = \Gamma(K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 \gamma) / \Gamma(K^- \rightarrow all)$ можно оценить величиной $\sim 10^{-5}$ при энергии γ -кванта $E_\gamma^* > 10$ МэВ в системе покоя каона.

В настоящей работе делается вывод о наблюдении событий от распада (1) (98%-ный уровень достоверности), для относительной вероятности которого получено значение $BR(K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 \gamma) = (7,4^{+5,5}_{-2,9}) \cdot 10^{-6}$, при $E_\gamma^* > 10$ МэВ.

Измерения были выполнены параллельно с изучением редких мод распадов π^- - и K^- -мезонов на лету на ускорителе ИФВЭ мощностью 70 ГэВ (установка ИСТРА ИЯИ АН СССР). Энергия несепарированного пучка K^- -мезонов составляла 25 ГэВ. Фотоны возникающие в распаде (1), регистрировались годоскопическим спектрометром полного поглощения (SP), представляющего собой матрицу размером 24 × 20 счетчиков из свинцового стекла³. Координаты K^- - и π^- -мезонов регистрировались с помощью годоскопических фотоумножителей (НРМ) и пропорциональных камер с аналоговым съемом информации (РС)^{4,5}. Подробнее состав и характеристики аппаратуры установки ИСТРА приведены в работе³. Для выделения событий с числом γ -квантов $n_\gamma \geq 3$ и частичного подавления доминирующего распада $K^- \rightarrow \pi^- \pi^0$ использовалось включение в триггер системы быстрого отбора числа γ -ливней в черенковском спектрометре.

При отборе событий-кандидатов, соответствующих распаду (1), использовались следующие критерии: 1) наличие в SP пяти γ -ливней с энергией $E_\gamma > 1$ ГэВ, 2) полное энергосодержание в SP больше 10 ГэВ, 3) наличие в НРМ и РС только одного трека, 4) минимальное расстояние между точкой пересечения π^- -трека с плоскостью SP и ближайшим γ -квантом больше 10 см, 5) точка распада лежит в распадном промежутке.



Распределение событий по величине χ^2 для гипотезы $K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 \gamma$: а — после предварительного отбора; б — после наложения дополнительных критериев отбора

Для всех событий, прошедших предварительный отбор, проверялась гипотеза $K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 \gamma$. На рис. а показано распределение по χ^2 для 65 событий, удовлетворявших этой гипотезе. Правильность процедуры обработки проверялась при восстановлении событий от распадов $K^- \rightarrow \pi^- \pi^0$ и $K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 (\tau')$, которые регистрировались одновременно с изучаемым процессом.

Проведенный анализ показал, что события на рис. а в основном являются аппаратным фоном, возникшим в результате наложения близких по времени событий от распада τ' и "случайной" частицы, или шума счетчиков и электроники спектрометра SP .

С целью снижения этого фона в дальнейшем были введены более жесткие условия отбора, приводящие к 25%-ному уменьшению числа полезных событий: 1) измеренная эффективная масса пар γ -квантов, соответствующих π^0 -мезонам, $M_{2\gamma}$ лежит в интервале $105 \text{ МэВ} < M_{2\gamma} < 165 \text{ МэВ}$, 2) эффективная масса пары π^- -мезон — γ -квант (соответствующий тормозному излучению в распаде) $M_{\pi\gamma}$ лежит в интервале значений $155 \text{ МэВ} < M_{\pi\gamma} < 200 \text{ МэВ}$, 3) энергия тормозного γ -кванта E_γ^* меньше 45 МэВ. На рис. б показано распределение оставшихся 12 событий по величине χ^2 .

Для оценки уровня фона были использованы события прошедшие предварительный отбор (300 соб). Эти события сначала анализировались на совместимость с гипотезой $K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0$ путем перебора всевозможных комбинаций объединения четырех из пяти γ -квантов в два π^0 -мезона. Характеристики пятого, несвязного γ -кванта для событий величина χ^2 которых не превышала 14 (97%-ный уровень достоверности), использовались как модель случайного фона. Затем этот фон "подмешивался" при моделировании к распаду τ' и полученные события проходили ту же процедуру обработки и отбора, что и при построении экспериментальных распределений, приведенных на рис. а и б. После соответствующей нормировки на число зарегистрированных событий было получено, что вклад аппаратного фона в область с χ^2 меньше, чем 10,5 (90%-ный уровень достоверности для распада (1)) составляет 2 события, тогда как наблюдаемое число в этой области составляет 7 событий.

Таким образом, редкий радиационный распад (1) наблюдается на 98%-ном уровне достоверности.

Относительную вероятность распада (1) удобно вычислить проводя нормировку на число событий от распада τ' . Эффективность регистрации процессов при этом учитывала акцептанс установки, эффективность программ реконструкции и кинематического анализа, влияние используемых критериев отбора полезных событий. Отношение парциальных ширин получено равным $\Gamma(K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 \gamma) / \Gamma(K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0) = (4,3^{+2}_1; \frac{2}{3}) \cdot 10^{-4}$. Отсюда, используя экспериментальное зна-

чение величины $\Gamma(K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0)^6$, имеем:

$$BR(K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 \gamma) = (7,4^{+5,5}_{-2,9}) \cdot 10^{-6}.$$

В заключение пользуемся случаем поблагодарить дирекции ИЯИ АН СССР и ИФВЭ за поддержку программы исследований на установке ИСТРА, в рамках которой была выполнена эта работа.

Литература

1. *Stamer P. et al.* Phys. Rev., 1965, 138, 440.
2. *Dulitz R.H.* Phys. Rev., 1965, 99, 193.
3. *Арбузов Б.А. и др.* Препринт ИЯИ АН СССР, П-0018, М., 1980.
4. *Васильченко В.Г. и др.* Препринт ИФВЭ 78-16, Серпухов, 1978 г.
5. *Bolotov V.N. et al.* NIM, 1985, A227, 287.
6. Particle Data Group. Rev. Mod. Phys., 1984, 56, part. 2.

Институт ядерных исследований
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
27 сентября 1985 г.