

К-663

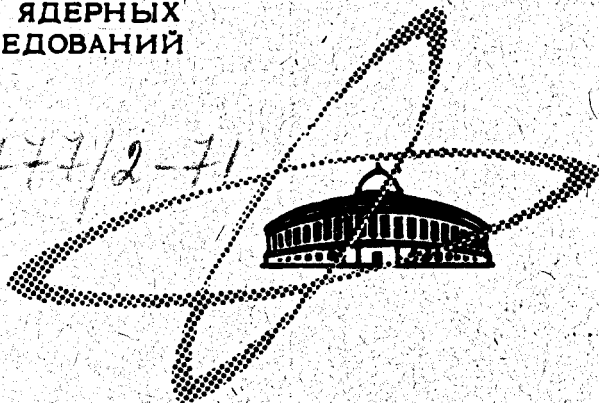
ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

ЯФ, 1971, т. 13 № 6,
с 1265-1266.

13/11/71

777/2-71



P1 - 5542

С.М. Коренченко, Б.Ф. Костин, Г.В. Мицельмахер,
К.Г. Некрасов, В.С. Смирнов

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

ПОИСКИ РАСПАДА $\mu^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^-$

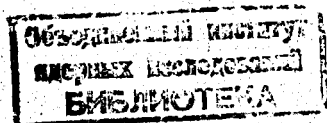
1970

P1 - 5542

С.М.Коренченко, Б.Ф.Костин, Г.В.Мицельмахер,
К.Г.Некрасов, В.С.Смирнов

ПОИСКИ РАСПАДА $\mu^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^-$

Направлено в ЯФ



Summary

The $\mu^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^-$ decay was searched for with the help of a cylindrical spark chamber placed in the 4500 Oe magnetic field^{4/}. Scintillator counter pulses were displayed on the five-ray oscilloscope screen. With $1.1 \cdot 10^{10}$ stopped pions about 300 thousand pairs of pictures were taken. After previous scanning 226 events were selected, measured and calculated by the computer. With the help of the χ^2 criteria the consistency of the taken events to the geometrical requirements and to the kinematics of the $\mu^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^-$ decay was established. The events with such a value of χ^2 when its probability is smaller than 5% were rejected. Besides, the events were considered as background and rejected if the angle between e^+ and e^- was $180^\circ \pm 20^\circ$, and the energy difference of e^+ and e^- was not larger than 10-20 MeV taking into account the energy losses in the target. Such events can be imitated by one positron or electron passing through the whole chamber.

As a result, not a single event could be regarded as the $\mu^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^-$ decay.

The detection efficiency of the $\mu^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^-$ decay was calculated by the Monte Carlo method taking into account chamber geometry and triggering conditions. The decay matrix element was taken constant. After introducing necessary corrections (for triggering system efficiency, camera dead time, spark chamber efficiency, etc.) the detection efficiency of the $\mu^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^-$ decay was obtained to be $3.4 \cdot 10^{-2}$.

This permits the upper limit of the branching ratio to be established as

$$W(\mu^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^-) / W(\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu) \leq 6.2 \cdot 10^{-9}$$

with a 90% confidence level.

Результаты нейтринных экспериментов ^{/1/} показали, что электронное и мюонное нейтрино не тождественны. Тем не менее эти эксперименты не могут полностью исключить возможность нарушения закона сохранения лептонного заряда. Поэтому поиски таких фундаментальных распадов, как $\mu \rightarrow e + \nu$ или $\mu \rightarrow e + e + e$, должны производиться с максимальной точностью, обеспечиваемой современным состоянием методики эксперимента. Верхняя граница вероятности распада $\mu^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^-$ была ранее установлена на уровне $(1,25-1,5) \cdot 10^{-7}$ от вероятности обычного распада ^{/2,3/}. Ниже описываются результаты эксперимента, в котором получено значение этой границы в ≈ 20 раз меньшее, чем ранее определенное.

Поиски распада $\mu^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^-$ производились с помощью описанной ранее цилиндрической искровой камеры, помещенной в магнитное поле ^{/4/}. Напряженность магнитного поля равнялась 4500 э. Импульсы от сцинтилляционных счётчиков регистрировались 5-лучевым скоростным осциллографом. В центре камеры размещалась мишень, в которой останавливались π^+ -мезоны (см. рисунок).

Всего было остановлено в мишени $1,1 \cdot 10^{10}$ π^+ -мезонов и получено ≈ 300 тыс. пар фотографий, на которых мог наблюдаться распад $\mu^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^-$.

Предварительный отбор событий был произведен по следующим критериям:

1. Имеется два позитронных и один электронный трек.
2. Все треки доходят до внешнего ряда сцинтилляционных счётчиков.
3. Все треки проходят через разные сцинтилляционные счётчики.
4. На каждом треке должно быть не менее 5 искр.
5. На экране осциллографа должны быть импульсы от соответствующих сцинтилляционных счётчиков.

В результате было отобрано и измерено 226 событий. Данные измерений были обработаны на ЭВМ. С помощью критерия χ^2 устанавливалось соответствие зарегистрированных событий геометрическим требованиям и кинематике распада $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$. События с величиной χ^2 , вероятность которых меньше 5%, отбрасывались. Кроме того, событие считалось фоновым и отбрасывалось в том случае, если угол между треками e^+ и e^- составлял $180^\circ \pm 20^\circ$ и энергии электрона и позитрона в зависимости от их среднего значения отличались не более чем на 10–20 Мэв с учётом потери энергии в мишени, так как такие два трека могут быть имитированы одним позитроном или электроном, прошедшим через всю камеру. Введение этого критерия лишь на 15% уменьшает эффективность регистрации распада $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$.

В результате такой обработки оказалось, что ни одно событие не может быть интерпретировано как распад $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$.

Распределение событий по χ^2 позволяет заключить, что ожидаемый фон пренебрежимо мал.

Эффективность регистрации распада $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$ с учётом геометрии камеры и схемы запуска рассчитывалась методом Монте-Карло в предположении, что матричный элемент распада const .

После внесения необходимых поправок (на эффективность системы запуска, на мертвое время фотокамер, на эффективность искровой камеры и т.п.) эффективность регистрации распада $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$ оказалась равной $3,4 \cdot 10^{-2}$. Это позволяет установить, что

$$W(\mu^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^-) / W(\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu) \leq 6,2 \cdot 10^{-9}$$

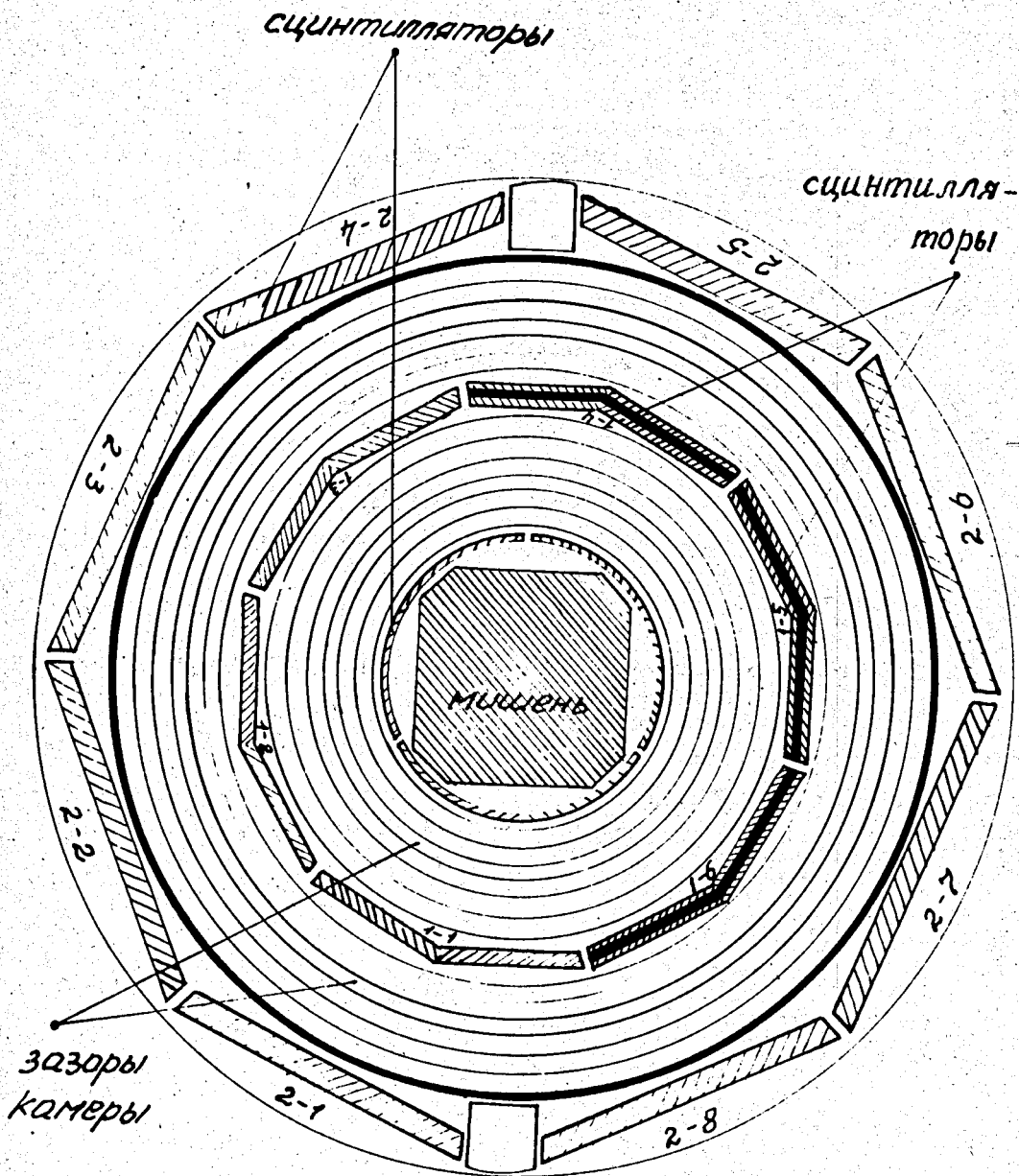
на уровне 90% достоверности.

Авторы выражают благодарность В.А. Енчевич за просмотр снимков.

Литература

1. G. Danby, J. Gaillard, R. Goulianos, M. Lederman, N. Mistry, M. Schwartz and J. Steinberger. Phys.Rev.Letters., 9, 36 (1962).
2. А.И. Бабаев, М.Я. Балац, В.С. Кафтанов, Л.Г. Ландсберг, В.А. Любимов, Ю.В. Обухов. ЖЭТФ, 43, 1964 (1962).
3. S. Francel, W. Frat, J. Halpern, L. Holloway, W. Wales. Phys.Rev., 130, 351 (1963).
4. С.М. Коренченко, А.Г. Морозов, К.Г. Некрасов, Ю.В. Роднов. Сообщение ОИЯИ, P13-5170, Дубна, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 декабря 1970 года.



Разрез камеры в плоскости, перпендикулярной к пучку π -мезонов.