

5251

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛА

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.



P1-5251

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

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

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

1970

P1-5251

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

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

Направлено в ЯФ

В настоящее время принято считать, что распад $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ запрещен законом сохранения лептонного заряда. Однако, если предположить, что существует взаимодействие, которое нарушает как CP -инвариантность, так и закон сохранения лептонного заряда ^{/1/}, то относительная вероятность такого распада по порядку величины может составлять $\approx 10^{-9}$. Это значение на порядок меньше той границы, которая была установлена в наиболее точной из всех работ по поиску распада $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ ^{/2/}.

Ниже даются результаты предварительного этапа работы по поиску распада $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$. Распад отыскивался с помощью описанной ранее установки, состоящей из цилиндрической искровой камеры, помещенной в магнитное поле и запускаемой годоскопической системой из сцинтилляционных счётчиков ^{/3/}. Для регистрации γ -квантов внутрь камеры с одной стороны (рис. 1) был помещен свинцовый конвертор толщиной 2,47 г/см². Таким образом камера представляла собой как бы два детектора: детектор позитронов и детектор γ -кванта.

Мюоны получались в результате распада π^+ -мезонов, останавливающихся в мишени, помещенной внутрь камеры. Всего было остановлено $\approx 6 \cdot 10^9$ π^+ -мезонов и получено 250 тыс. снимков, в которых могли быть зарегистрированы распады $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$.

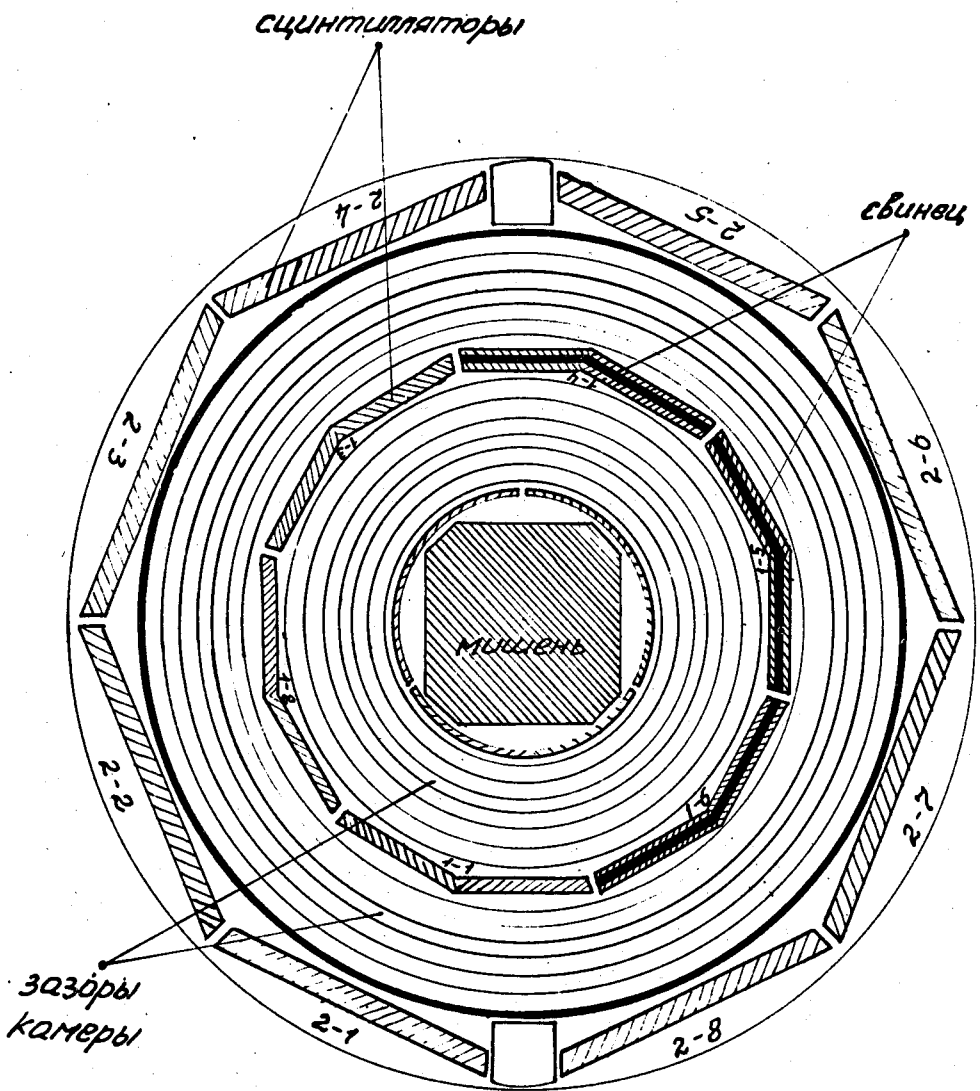


Рис. 1. Поперечный разрез камеры.

Отбор снимков производился по следующим критериям:

- 1) имеется однозначно определяемый трек позитрона в e^- -детекторе и однозначно определяемая пара или один трек в γ -детекторе;
- 2) угол между треком позитрона и направлением на точку конверсии γ -кванта не превышает 30° ;
- 3) трек от конверсии γ -кванта состоит не менее чем из трех точек;
- 4) до свинца перед точкой конверсии не больше 3-х искр;
- 5) для всех треков на осциллограмме имеются соответствующие импульсы от сцинтилляционных счётчиков;
- 6) событие не совпадает с моментом остановки π^+ -мезона в мишени.

Всего было отобрано ≈ 2600 снимков, в которых могли быть события $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ или $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu + \gamma$. События $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu + \gamma$ являются основным фоновым процессом. Одно событие такого типа показано на рис. 2.

В результате последующей обработки, при которой определялась энергия позитрона и угол между направлением вылета позитрона и γ -кванта, было найдено 73 события типа $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$, для которых угол отличался от 180° не более, чем на 15° . Распределение этих событий по энергиям позитрона и косинусу угла разлёта показано на рис.3. На этом же рисунке приведены результаты расчёта ожидаемого фона от процесса $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu + \gamma$. Расчёты были проведены методом Монте-Карло.

Ожидаемое число фоновых распадов равнялось 70. Это хорошо совпадает с тем, что получено в опыте.

Процесс $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ характеризуется тем, что угол разлета позитрона и γ -кванта составляет 180° , а энергия их равна 52,8 Мэв.

· Многократное рассеяние в мишени и неточность определения угла, связанная, главным образом, с неточностью определения точки распада в мишени, приводят к тому, что процесс $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ может наблюдаться в угле $180 \pm 5^\circ$. Точность определения энергии позитрона определялась по спаду в области высоких энергий измеренного спектра позитронов от распада μ^+ -мезонов и составила ≈ 5 мэв. Видно (рис.3) что ни одно событие не попадает в интервал энергий и углов, ограниченных значениями ± 5 Мэв и $\pm 5^\circ$ от средних значений.

Эффективность регистрации процесса $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ определялась путем моделирования методом Монте-Карло на ЭВМ. При этом принималась во внимание геометрия камеры, логика запуска, многократное рассеяние и потери энергии позитронов и электронов на излучение и ионизацию, магнитное поле. После введения всех поправок эффективность регистрации процесса $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ оказалась равной $1,35 \pm 0,2\%$.

Отсюда получается верхний предел относительной вероятности распада $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$

$$W(\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma) / W(\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu) \leq 2,9 \cdot 10^{-8}$$

на уровне 90% достоверности и

$$W(\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma) / W(\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu) \leq 8,5 \cdot 10^{-9}$$

при достоверности 50%.

Авторы благодарят М.В. Данилова за помощь в расчётах.

Литература

1. Б. Понтекорво. ЖЭТФ 53, 1717 (1967).
2. S. Parker, H.L. Anderson, C. Rey. Phys.Rev., 133, В768 (1964).
3. С.М. Коренченко, А.Г. Морозов, К.Г. Некрасов, Ю.В. Роднов. Сообщение ОИЯИ Р13-5170, Дубна 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел

13 июля 1970 года.

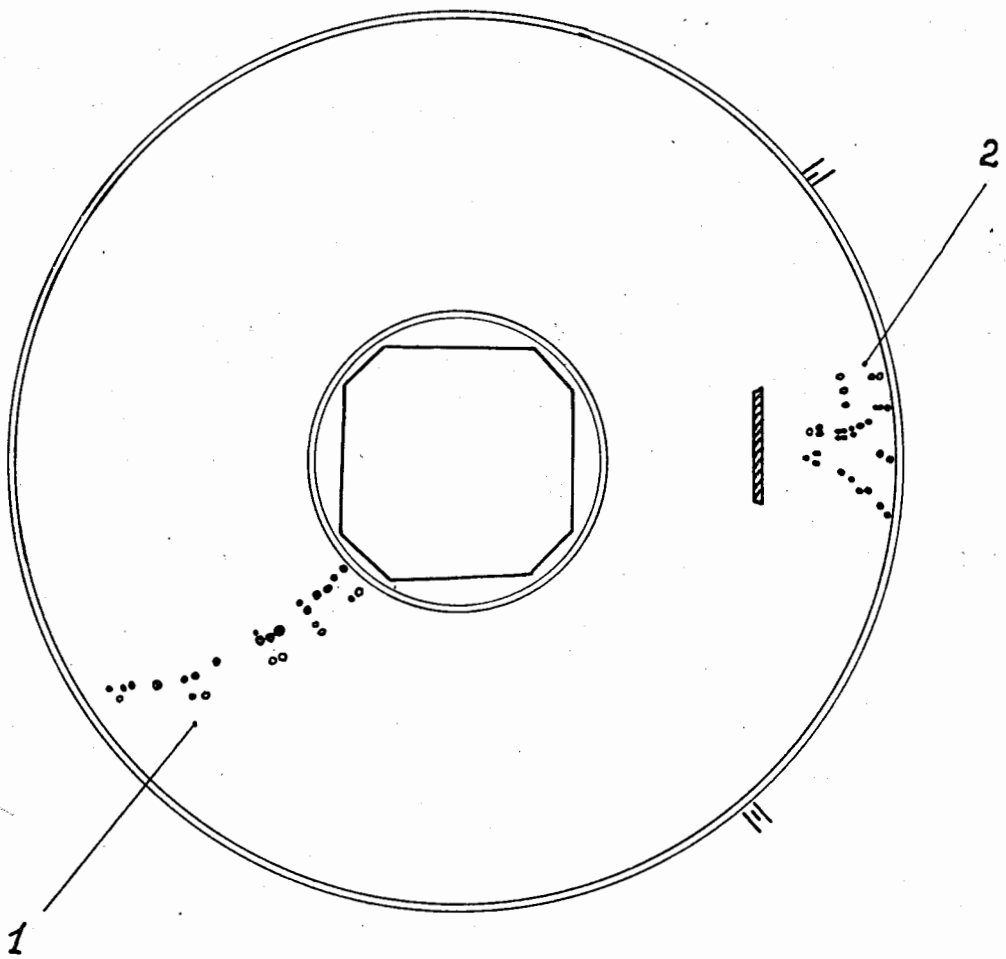


Рис. 2. Распад $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu + \gamma$. 1 - трек позитрона, 2 - пара e^+e^- от конверсии γ -кванта в μ свинце. На фотографии для наглядности показаны контуры камеры, мишени и свинца. Точки "сдвинутого" трека, необходимые для определения z -координаты, ретушированы (сделаны контурными).

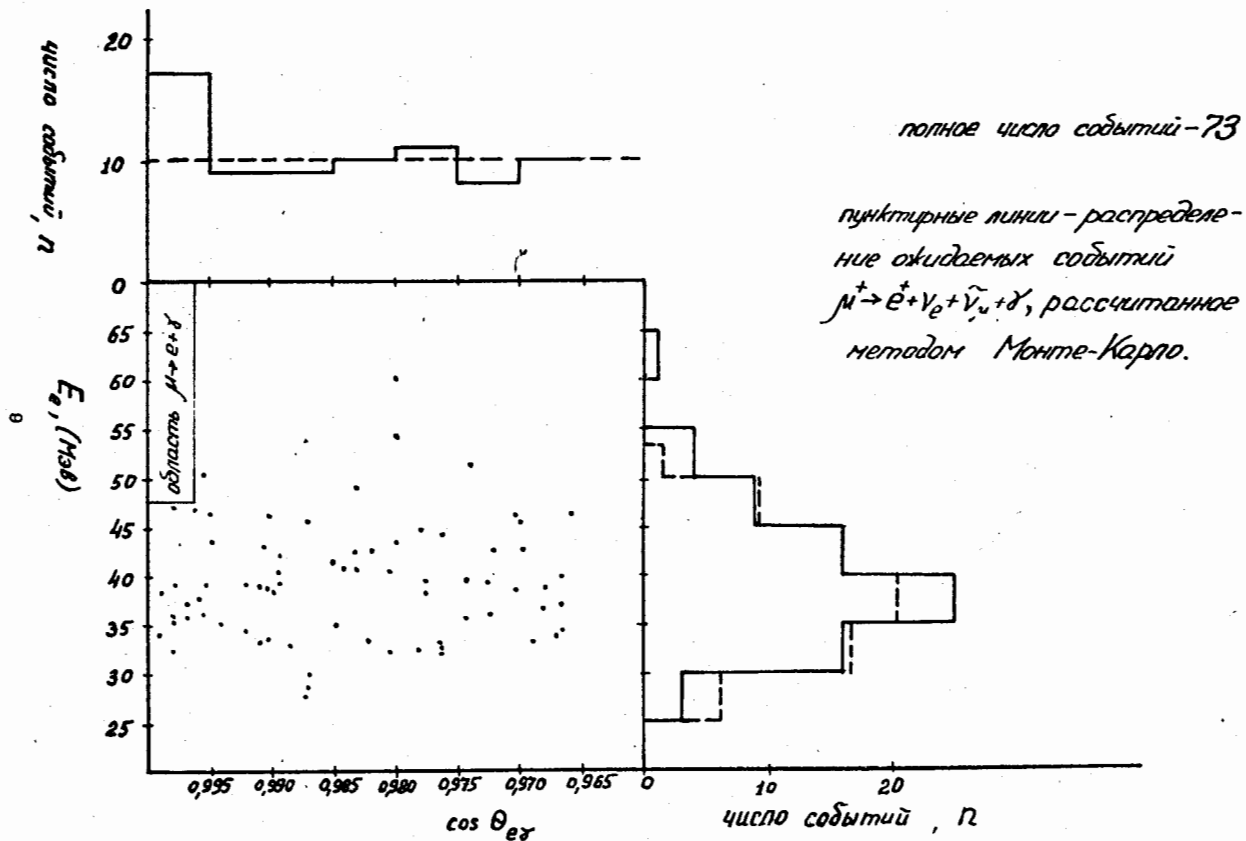


Рис. 3. Распределение событий $\mu^+ \rightarrow e^+ \nu_e + \bar{\nu}_\mu + \gamma$ по энергиям позитрона и косинусу угла разлета e^+ и γ -кванта.

Поиски распада $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$

С помощью цилиндрической искровой камеры, помещенной в магнитное поле, производились поиски распада $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$. Найдено, что

$$\mathbb{W}(\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma) / \mathbb{W}(\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu) < 2,9 \cdot 10^{-8}$$

на уровне 90% достоверности.

**Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1970**

Korenchenko S.M., Kostin B.F., Micelmacher G.R.,
Nekrasov K.G., Smirnov V.S.

P1-5251

A. Search for the Decay $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$

A search for the decay $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ has been performed using a cylindrical spark chamber placed into a magnetic field. The branching ratio

$$\mathbb{W}(\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma) / \mathbb{W}(\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu)$$

is found to be about smaller than $2,9 \cdot 10^{-8}$ at a 90% confidence level.

**Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1970**