

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



СЗУ6.4а
К-663

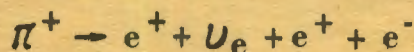
29/11-75

P1 - 9231

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

4961/2-75

ПОИСКИ РАСПАДА

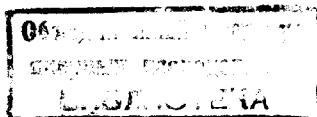
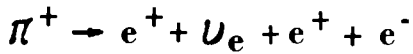


1975

P1 - 9231

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

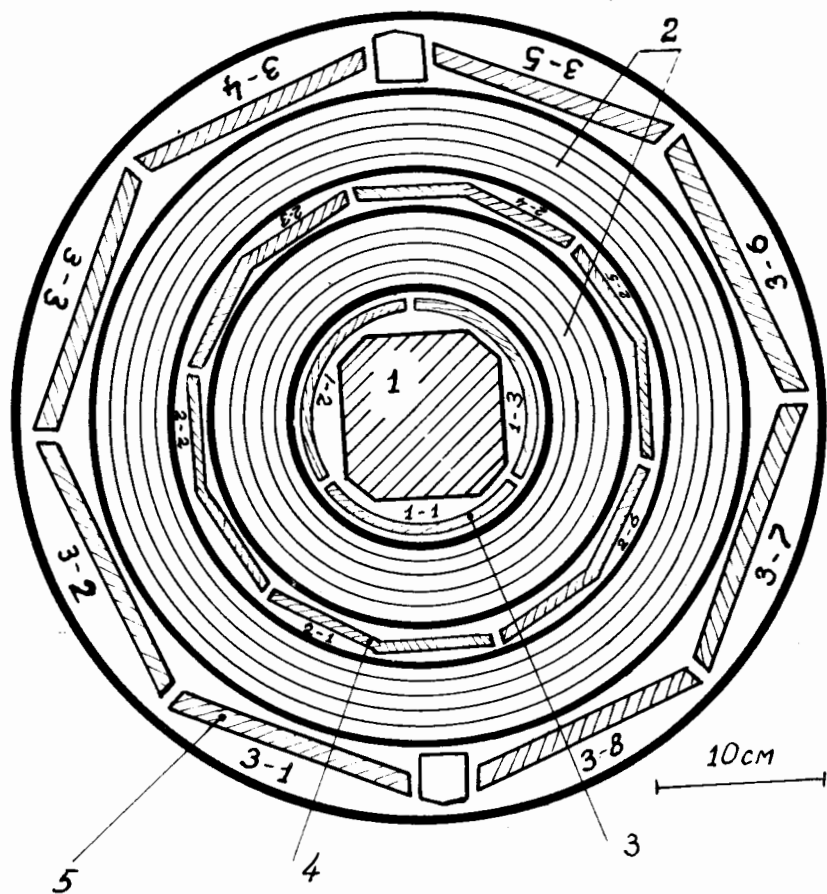
ПОИСКИ РАСПАДА



Ранее, в работах^{/1,2/}, уже сообщалось о результатах поиска распада $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$. Этот распад может происходить как по электромагнитному каналу^{/3,4/}, так и в том случае, если существуют некоторые, ранее не обнаруженные, "экзотические" взаимодействия /6-фермионные^{/5,6/}, аномальное взаимодействие 4-х лептонов^{/7/}/. В данной работе приводятся результаты дальнейшего поиска распада $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$, проведенного вместе с поисками распада $\mu^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^-$ ^{/8/}.

Поиски распада $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$ ^{/9/} производились с помощью магнитного спектрометра, состоящего из цилиндрической искровой камеры, помещенной в магнитное поле и запускаемой годоскопической системой из сцинтилляционных счетчиков, расположенных внутри и вокруг камеры /см. рис./. Импульсы от сцинтилляционных счетчиков регистрировались на 5-лучевом осциллографе.

Спектрометр располагался на пучке положительных пионов с энергией 80 МэВ. Мишень из пластического сцинтиллятора имела форму параллелепипеда размером 180x100x22 мм³ и устанавливалась под углом 37° к направлению пучка так, чтобы ее проекция на плоскость, перпендикулярную пучку, имела размер 100 x 100 мм². Быстрая логическая электронная система вырабатывала импульс, управляющий запуском установки, в случае совпадения в пределах разрешающего времени электроники /10 нс/ восьми импульсов, возникающих в мишени и в любых двух сцинтилляционных счетчиках 1-го ряда, двух счетчиках 2-го ряда и трех счетчиках 3-го ряда /см. рис./.



Разрез спектрометра в плоскости, перпендикулярной направлению пучка пионов, 1 - мишень, 2 - зазоры искровой камеры, 3 - три сцинтиллятора 1-го ряда, 4 - шесть сцинтилляторов 2-го ряда, 5 - восемь сцинтилляторов 3-го ряда.

Всего за 620 часов экспозиции было остановлено $4,1 \cdot 10^{10}$ пионов и получено 588 тыс. пар снимков камеры и осциллографа, в которых могли быть зарегистрированы распады $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$. Около 64% экспозиции было проведено при величине магнитного поля 0,45 Т. Обработка полученного в этой экспозиции материала показала, что фоны невелики. Поэтому с целью увеличения эффективности регистрации процесса $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$ при последующей экспозиции магнитное поле было ослаблено до 0,3 Т.

Предварительный отбор событий был проведен по следующим критериям:

- 1/ имеется два трека позитронов и один трек электрона;
- 2/ все треки доходят до третьего ряда сцинтилляционных счетчиков и проходят через разные счетчики этого ряда;
- 3/ на каждом треке имеется не менее пяти искр;
- 4/ на осциллограмме события имеются импульсы от тех сцинтилляционных счетчиков, через которые прошли частицы.

В результате 2-х просмотров всего материала было отобрано 794 снимка события для последующей обработки. Координаты треков этих событий измерялись на микроскопах с автоматизированным выводом данных /ПУОСах/. Полученные данные были затем обработаны на ЭВМ. С помощью критерия χ^2 устанавливалось, могут ли все три трека выходить из одной точки, расположенной в мишени. События с величиной χ^2 , вероятность которой меньше 5%, отбрасывались. В результате осталось 68 событий. Затем с помощью того же критерия определялось, что наблюдаемая кинематика распада не противоречит гипотезе о том, что это был распад $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$. События с величиной χ^2 , вероятность которой меньше 10%, считались фоновыми. После такой обработки осталось 12 событий, которые могли рассматриваться дальше как возможные кандидаты на случай распада $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$.

При поиске редких распадов наряду с интенсивностью пучков и эффективностью аппаратуры определяю-

щее значение имеет наличие фонов и возможность отделить их от искомого процесса.

Наиболее вероятные источники фона при поиске распада $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$ следующие:

- 1/ распад $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \gamma$ с последующей конверсией гамма-кванта в мишени на электрон-позитронную пару;
- 2/ распад $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu + \gamma$ с последующей конверсией гамма-кванта в мишени;
- 3/ распад $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu + e^+ + e^-$;
- 4/ случайные совпадения вылета двух позитронов от распадов мюонов, причем один из них рассеивается на электроны вещества мишени, передавая ему достаточно большую энергию $> 10^{-15}$ МэВ/;
- 5/ случайные совпадения между вылетом позитрона от распада мюона и сквозным прохождением заряженной частицы из области, лежащей вне камеры, через всю камеру и мишень, так как такая частица имитирует позитрон и электрон.

С целью подавить перечисленные источники фона зарегистрированные события проверялись на наличие электрон-позитронной пары с инвариантной массой < 20 МэВ, или, с помощью критерия χ^2 , на наличие сквозного прохождения, и отбрасывались по этим критериям.

В результате оказалось, что ни одно событие не может быть интерпретировано как распад $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$, не дающий коррелированных пар, т.е. идущий не за счет электромагнитных взаимодействий.

Следует отметить, что распад $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$, который мог бы идти за счет электромагнитных взаимодействий, может с большой вероятностью содержать коррелированные пары. Поэтому применение критерия отбрасывания случаев с парами существенно уменьшает эффективность его регистрации. Это обстоятельство будет обсуждено в другой работе.

Эффективность регистрации распада $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$ рассчитывалась методом Монте-Карло в предположении, что матричный элемент распада является константой. При этом учитывалась геометрия спектрометра, ионизационные потери в мишени, логика запуска установки, величина магнитного поля. Затем в эти значения были

внесены поправки на эффективность сцинтилляционных счетчиков, ливневую эффективность искровой камеры, эффективность просмотра снимков, потери, связанные с мертвым временем фотокамер, наличием временных "ворот" и введением критериев отбрасывания событий.

В результате окончательная эффективность регистрации событий при поле 0,45 Т получилась равной $0,77 \pm 0,16 / 10^{-2}$ и при поле 0,3 Т - $1,7 \pm 0,4 / 10^{-2}$. Количество распадов пионов при поле 0,45 Т составило $2,64 \cdot 10^{10}$ и при поле 0,3 Т - $1,46 \cdot 10^{10}$.

Используя распределение Пуассона, получаем верхнюю границу вероятности распада $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$ по отношению к основному распаду пиона

$$W(\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-) / W(\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu) \leq 5 \cdot 10^{-9}$$

на уровне 90%-ной достоверности.

Полученное значение верхней границы вероятности распада $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$ позволяет дать следующее ограничение на константу λ б-фермионного взаимодействия^{6/}:

$$\lambda > 570 \text{ МэВ.}$$

Авторы благодарят В.П.Джелепова, Л.И.Лалидуса, Б.М.Понтекорво за помощь и внимание к работе, Д.Ю.Бардина, С.М.Биленького за ценные дискуссии, В.А.Енчевич за просмотр огромного количества снимков, Н.А.Кучинского, И.Ю.Левенберг, С.А.Панчука за помощь в обработке полученного материала, Г.К.Кочешкова, Е.Н.Ульянова, И.М.Широкова за участие в подготовке аппаратуры и в проведении эксперимента.

Литература

1. С.М.Коренченко, Б.Ф.Кослин, Г.В.Мицельмахер, К.Г.Некрасов, В.С.Смирнов. ЯФ, 13, 339 /1971/.
2. С.М.Коренченко, Б.Ф.Кослин, Г.В.Мицельмахер, К.Г.Некрасов, В.С.Смирнов. ОИЯИ, Р1-6760, Дубна, 1972.
3. W. Flagg. Phys.Rev., 178, 2387 (1969).

4. Д.Ю.Бардин, С.М.Биленький, Г.В.Мицельмахер, Н.М.Шумейко. ЯФ, 14, 427 /1971/.
5. Т.Erikson, S.L.Glashow. Phys.Rev., 133, B130 (1964).
6. А.Ванжа, А.Исаев, Л.Лapidус. ЯФ, 12, 595 /1970/.
7. Л.Окунь, Б.Понтекорво, К.Руббиа. ОИЯИ, Д-2768, Дубна, 1966.
8. С.М.Коренченко, Б.Ф.Костин, Г.В.Мицельмахер, К.Г.Некрасов, В.С.Смирнов. ОИЯИ, P1-8875, Дубна, 1975.
9. С.М.Коренченко, А.Г.Морозов, К.Г.Некрасов, Ю.В.Роднов. ОИЯИ, P13-5170, Дубна, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 октября 1975 года.