

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P1-86-720

С.М.Коренченко, Б.Ф.Костин, Д.А.Мжавия*,
Г.В.Мицельмахер, К.Г.Некрасов

О РАСПАДАХ $\pi^+ \longrightarrow e^+ \nu$ а $\mu^+ e^-$

и $\pi^+ \longrightarrow \mu^- e^+ e^+ \nu$

Направлено в журнал "Ядерная физика, письма"

* Институт физики высоких энергий Тбилисского
государственного университета

1986

Целью настоящей работы является анализ данных, полученных в ЛЯП ОИЯИ с помощью цилиндрического магнитного искрового спектрометра при поиске распада $\pi^+ \rightarrow e^+ e^- \nu$ с целью получения ограничений на вероятности "экзотических" распадов π -мезона: $\pi^+ \rightarrow e^+ \alpha$, где α - легкая нейтральная частица (например, аксион), распадающаяся на $e^+ e^-$ -пару, и $\pi^+ \rightarrow \mu^+ e^+ \nu$ с несохраняющимся лептонным зарядом.

I. В настоящее время, в связи с "аномальным" спектром позитронов, наблюдаемым в столкновениях с тяжелыми ионами ^{/2/}, вновь вырос интерес к поискам легкой частицы (например, аксиона) с массой несколько МэВ, распадающейся на $e^+ e^-$ -пару.

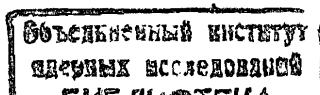
Было принято считать, что существование такой частицы, по крайней мере, с параметрами "стандартного" аксиона ^{/3/}, запрещается уже проведенными экспериментами. Как показал недавний анализ Сузуки ^{/4/}, наиболее чувствительным из ранее проведенных экспериментов был опубликованный в 1976 г. в ЛЯП ОИЯИ результат эксперимента по поиску $\pi^+ \rightarrow e^+ e^- \nu$. Вместе с тем автор работы ^{/4/} отмечает, что он не располагает подробными данными об эксперименте ^{/1/}, вследствие чего его анализ носит ориентировочный характер. Ниже мы получим ограничение на вероятность распада $\pi^+ \rightarrow e^+ \alpha$, следующее из данных эксперимента ^{/1/}.

Геометрическая эффективность регистрации распада $\pi^+ \rightarrow e^+ \alpha$ была рассчитана методом Монте-Карло в предположении, что матричный элемент распада $\pi^+ \rightarrow e^+ \alpha$ - константа. Предполагалось, что масса аксиона 1,7 МэВ и энергия $E > 55$ МэВ. (Последнее предположение позволило исключить из анализа фоновые события от распадов $\pi^+ \rightarrow e^+ \gamma$ и $\pi^+ \rightarrow e^+ e^- \bar{\nu}$, наблюдавшиеся в ^{/1/}).

С учетом необходимых поправок (на временные ворота, мертвое время аппаратуры и т.д. - см. ^{/1/}) эффективность регистрации распада $\pi^+ \rightarrow e^+ \alpha$ оказалась равной $\epsilon = 0,4 \cdot 10^{-2}$ при поле 0,45 Тл и $\epsilon = 0,5 \cdot 10^{-2}$ при поле 0,3 Тл. С учетом числа остановок пионов ($2,6 \cdot 10^{10}$ при поле 0,45 Тл и $1,5 \cdot 10^{10}$ при поле 0,3 Тл) получим

$$W_{\pi^+ \rightarrow e^+ \alpha} / W_{\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu} < 1,3 \cdot 10^{-8} \quad (I)$$

(на уровне 90% достоверности). При этом предполагается, что пробег аксиона ≤ 1 см, что соответствует времени жизни $\tau_\alpha \leq 10^{-12}$ с.



Сопоставление (I) с данными других экспериментов, проанализированных в ^{4/}, показывает, что это ограничение, действительно в согласии с оценками автора работы ^{4/}, было наилучшим (с точки зрения ограничения параметров "стандартного" аксиона, распадающегося на e^+e^- -пару) до последнего времени, пока не появились результаты эксперимента по поиску распада $\pi^+ \rightarrow e^+\nu$, проведенного в SIN ^{5/}.

2. В работе ^{6/} обсуждалась возможность существования распада $\pi^+ \rightarrow \mu^+ e^+ e^+$ (например, в случае несохранения мультипликативного лептонного числа). Мы хотим обратить внимание на то, что экспериментальное ограничение на вероятность распада $\pi^+ \rightarrow \mu^+ e^+ e^+$ можно получить из данных уже проведенного эксперимента ^{1/}. Мы рассчитали эффективность регистрации распада $\pi^+ \rightarrow \mu^+ e^+ e^+$ в предположении, что матричный элемент такого распада - константа, и что электрон от последующего распада $\mu^- \rightarrow e^-\nu$ регистрируется во временном интервале ~ 10 нс, требовавшаяся быстрой логикой отбора событий с тремя заряженными частицами в ^{1/}. Эффективность регистрации $\pi^+ \rightarrow \mu^+ e^+ e^+$ с учетом необходимых поправок ^{1/} оказалась равной $\epsilon = 0,2 \cdot 10^{-4}$ при поле 0,3 Тл и $\epsilon = 0,02 \cdot 10^{-4}$ при поле 0,45 Тл. Отсюда получим:

$$W_{\pi^+ \rightarrow \mu^+ e^+ e^+} / W_{\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu} < 7,7 \cdot 10^{-6}$$

(на уровне 90% достоверности). Верхняя граница распада $\pi^+ \rightarrow \mu^+ e^+ e^+$ получена впервые.

Литература

1. Коренченко С.М. и др. ЖЭТФ, т.71, в.1(7), с.69, 1976.
2. Clemente M. et al. Phys.Lett., B137 (1984) 41.
3. Weinberg S. Phys.Rev.Lett., 40 (1978) 223;
Wilczek F. Phys.Rev.Lett., 40 (1978) 279.
4. Suzuki M. Phys.Lett., v.175, No 3, 1980, p.364.
5. Eichler R. et al. Phys.Lett., B175, (1986) p.101.
6. Лаптев В.Д., Редченко О.М. Программа экспериментальных исследований на мезонной фабрике. ИЯИ АН СССР, Москва, 1983, с.73.

Рукопись поступила в издательский отдел
31 октября 1986 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
D10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
D4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
D11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.
D13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна 1985.	4 р. 80 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Коренченко С.М. и др.

P1-86-720

О распадах $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_a$ и $\pi^+ \rightarrow \mu^- e^+ e^+ \nu$
 $\searrow e^+ e^-$

На основе анализа экспериментальных данных, полученных ранее в ЛЯП ОИЯИ при поиске распада $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu e^+ e^-$, найдены ограничения на относительные вероятности распадов: 1) $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_a$ с образованием легкой нейтральной частицы (например, аксиона), распадающейся на $e^+ e^-$ -пару: $W_{\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_a} / W_{\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu} < 1,3 \cdot 10^{-8}$ и 2) нарушающего лептонный заряд распада: $W_{\pi^+ \rightarrow \mu^- e^+ e^+ \nu} / W_{\pi \rightarrow \mu \nu} < 7,7 \cdot 10^{-8}$.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод М.И.Потапова

Korenchenko S.M. et al.

P1-86-720

On Decays $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_a$, $\pi^+ \rightarrow \mu^- e^+ e^+ \nu$
 $\searrow e^+ e^-$

The experimental data earlier obtained in the Laboratory of Nuclear Problems of JINR at the search for the decay $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu e^+ e^-$ having been analysed, branching ratio limitations are found for: 1) $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_a$ with production of a light neutral particle (e.g. an axion), decaying into an $e^+ e^-$ pair: $W_{\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_a} / W_{\pi \rightarrow \mu \nu} < 1.3 \cdot 10^{-8}$ and 2) $\pi^+ \rightarrow \mu^- e^+ e^+ \nu$, breaking the lepton charge: $W_{\pi^+ \rightarrow \mu^- e^+ e^+ \nu} / W_{\pi \rightarrow \mu \nu} < 7.7 \cdot 10^{-8}$.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986