

С 346.58

Н-99

27/8-65

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-2325



Д.Нягу, Э.О.Оконов, Н.И.Петров, В.А.Русаков,  
Г.Г.Тахтамышев, У Цзун-фань

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
ВЕРОЯТНОСТИ РАСПАДА  $K_2^0 \rightarrow 2\pi$   
В НАКЛОННОМ ПУЧКЕ  $K_2^0$ -МЕЗОНОВ

29, 1966, т 3, № 5, с 903-906.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ  
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1965

P-2325

3624/3 48

Д.Нягу, Э.О.Оконов, Н.И.Петров, В.А.Русakov,  
Г.Г.Тахтамышев, У Цзун-фань

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
ВЕРОЯТНОСТИ РАСПАДА  $K_2^0 \rightarrow 2\pi$   
В НАКЛОННОМ ПУЧКЕ  $K_2^0$ -МЕЗОНОВ

Направлено в журнал "Ядерная физика"

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Как известно, предположение об отрицательной гравитационной массе античастиц (антигравитация) выходит за рамки общепринятых представлений. Опыты Этвisha-Дике<sup>/1,2/</sup> указывают на то, что принцип эквивалентности выполняется с хорошей точностью ( $10^{-10}$ ). Возможные отклонения от принципа эквивалентности в этих опытах могли бы возникнуть за счет виртуальных процессов с участием античастиц<sup>/3/</sup>. Однако расчет вклада этих процессов представляет серьезные принципиальные трудности<sup>/4,5/</sup>. Поэтому следует искать возможные эксперименты с частицами и античастицами. Исследование свойств  $K_2^0$ -мезонов, являющихся суперпозицией  $K^0$  и  $\bar{K}^0$ -частиц, дает редкую возможность проследить влияние гравитационных сил на эти частицы. Если сделать маловероятное предположение о наличии абсолютного потенциала, то уже само существование горизонтальных пучков  $K_2^0$ -мезонов исключает антигравитацию<sup>/6/</sup>. Тем не менее возможны схемы, в которых антигравитация вводится совместно с обычным для современной физики представлением об относительном потенциале.

Из работ<sup>/7,8/</sup>, в которых рассмотрено влияние антигравитации на свойства  $K_2^0$ -мезонов следует, что в случае различия знаков гравитационных масс  $K^0$  и  $\bar{K}^0$ -частиц в наклонном пучке  $K_2^0$ -мезонов должна появиться компонента  $K_1^0$ -частиц с последующим распадом  $K_1^0 \rightarrow 2\pi$ . Относительное количество таких распадов равно

$$\frac{n_{K_1^0 \rightarrow 2\pi}}{n_{K_2^0}} = 4\delta^2 \frac{H^2}{v^2} \frac{\lambda_1}{\lambda_2 [\lambda_1 + 4(m_1 - m_2)^2]}$$

где  $\delta = \frac{Mgv}{\sqrt{1-\beta^2}}$ ;  $\lambda_1, \lambda_2$  - вероятности распадов  $K_1^0$  и  $K_2^0$ -мезонов;  $M$  - масса  $K^0$ -частицы;  $v$  - скорость  $K_2^0$ -мезона в пучке;  $H$  - разность высот источника  $K^0$ -частиц и регистрирующего прибора;  $|m_1 - m_2| = \Delta m$  - разность масс  $K_1^0$  и  $K_2^0$ -мезонов.

Подставляя в формулу известные из опыта величины  $\Delta m = (0,84 \pm 0,05) \cdot 10^{10} \text{ сек}^{-1} \text{ x}$ ,  $\lambda_1 = 10^{10} \text{ сек}^{-1}$ ,  $\lambda_2 = 1,9 \cdot 10^7 \text{ сек}^{-1}$ <sup>/9/</sup>, получаем, что при разности высот, равной в условиях нашего опыта  $H = 127 \text{ см}$ , ожидаемая доля  $K_1^0 \rightarrow 2\pi$  распадов должна составлять 9%. Найденное значение величины ожидаемого эффекта более чем на порядок

x) Здесь используется средне-взвешенное значение экспериментальных величин  $\Delta m$ , полученное в работах<sup>/10-18/</sup>.

превосходит величину возможной относительной вероятности распада  $K_2^0 \rightarrow 2\pi$  и фона, обязанного имитации двухчастичных распадов трехчастичными, и поэтому вполне достаточно, чтобы установить на опыте имеет ли этот эффект место.

В нашем эксперименте для регистрации распадов  $K_2^0$ -частиц в наклонном пучке использовалась камера Вильсона диаметром 400 мм в импульсном магнитном поле напряженностью 15 тысяч эрстед, расположенная на расстоянии 8 метров от мишени. Разность высот этой мишени и камеры, как указывалось, составляла 127 см. Установка с камерой Вильсона экспонировалась ранее в горизонтальном пучке  $K_2^0$ -мезонов (работы /19,20/). Источником  $K^0$ -мезонов, как и в прежних экспериментах, служила внутренняя мишень синхрофазотрона Объединенного института ядерных исследований. Условия опыта были идентичными условиям эксперимента /20/, в котором определялась вероятность распада  $K_2^0 \rightarrow 2\pi$  в горизонтальном пучке частиц.

Во время экспозиции камеры в наклонном пучке  $K_2^0$ -частиц на 16 тысячах стереофотографиях зарегистрировано около 1500  $V^0$ -событий, соответствующих распадам  $K_2^0$ -мезонов. Из них было выделено 550 полностью обмеряемых событий, удовлетворяющих следующим условиям отбора: длина следов  $l_{\pm} \geq 5,5$  см; длина стрелы прогиба  $a_{\pm} \geq 0,06$  см; исключались события, имеющие для распадных частиц углы вылета  $\theta_{\pm} = (90 \pm 10)^\circ$  и глубинные углы  $a_{\pm} \geq 80^\circ$ . Расчет показывает, что подобная экспериментальная выборка событий  $K_2^0$ -распада не приводит к относительной сколько-нибудь заметной потере случаев искомого распада  $K_1^0 \rightarrow 2\pi$ .

Совместимость  $V^0$ -событий со схемой распада  $K_1^0 \rightarrow 2\pi$  оценивалась на основании следующих критериев:

1. Компланарность направления испускания распадных заряженных частиц с направлением движения распавшегося  $K^0$ -мезона.

2. Равенство нулю суммы поперечных составляющих импульсов заряженных распадных частиц.

3. Равенство эффективной массы покоя распавшейся частицы, вычисленной по измеренным значениям импульсов и углов вылета заряженных частиц массе  $K^0$ -мезона. Для каждого из перечисленных критериев в качестве меры отклонения анализируемого  $V^0$ -события от распада  $K_1^0 \rightarrow 2\pi$  вычислялось отношение разности между экспериментальной и ожидаемой величинами критерия к величине средне-квадратичной ошибки экспериментальной величины  $M^i = \frac{K^i_{\text{эксп}} - K^i_{\text{ожид}}}{\sigma_{K^i_{\text{эксп}}}}$ ,  $i = 1, 2, 3$ . Для каждого события бралось максимальное значение  $M$  и считалось, что событие удовлетворяет двухчастичному распаду в пределах  $n$  стандартных ошибок, если  $M < n$ . Независимо, путем моделирования распада  $K_2^0$ -мезонов методом случайных испытаний на электронно-

счетной машине, с учетом экспериментальных условий отбора  $V^0$ -события была определена доля трехчастичных распадов, имитирующих распады  $K_1^0 \rightarrow 2\pi$  (х).

Для расчета использовались распределения  $K_{e_3}^0$ ,  $K_{\mu_3}^0$  и  $K_{3\pi}^0$ -распадов, взятые из работ /21,22,23/. Для  $K_{\mu_3}^0$ -распада бралось отношение формфакторов  $f_-/f_+ = 0$ , что соответствует отношению вероятностей распада  $K_{\mu_3}^0/K_{e_3}^0 = 0,7$ .

Экспериментальные и расчетные данные представлены в таблице, где указано число событий, удовлетворяющих распаду  $K_1^0 \rightarrow 2\pi$  в пределах одной стандартной ошибки.

Т а б л и ц а

| Эксперимент   | Число распадов, удовлетворяющих схеме $K_1^0 \rightarrow 2\pi$ , $n = 1$ | Число событий |
|---------------|--|---------------|
|               |  |               |
| (эффект+ фон) | 1  | 230           |
|               | 1  | 550           |
| Расчет        | 2  | 550           |

Во второй строке таблицы приведены данные работы /10/, выполненной в горизонтальном пучке  $K^0$ -частиц, приведенные к условиям отбора  $V^0$ -событий, использованных в настоящем эксперименте. Из экспериментальных данных, полученных в работе, видно, что как в горизонтальном, так и в наклонном пучках  $K_2^0$ -мезонов величина примеси распадов  $K_1^0 \rightarrow 2\pi$  в пределах ошибок одинакова и составляет:  $(0,4 \pm 0,4) \cdot 10^{-2}$  и  $(0,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-2}$  соответственно и находится на уровне расчетного фона от трехчастичных распадов, имитирующих  $K_1^0 \rightarrow 2\pi$  распад  $-(0,4 \pm 0,3) \cdot 10^{-2}$ . Для значения  $\Delta m = (0,84 \pm 0,05) \cdot 10^{10}$  сек<sup>-1</sup> ожидаемая величина вероятности распада  $K_1^0 \rightarrow 2\pi$  в случае существования эффекта антигравитации в условиях нашего эксперимента должна составлять  $(\theta \pm 1) \cdot 10^{-2}$ , т.е. должно было бы наблюдаться около 50  $K_1^0 \rightarrow 2\pi$  распадов. Таким образом видно, что полученные экспериментальные данные не согласуются с предположением о различии знаков гравитационных масс  $K^0$  и  $\tilde{K}^0$ -мезонов,

Как видно из таблицы, экспериментальные ошибки, имеющиеся в данном эксперименте, ограничивают возможность точного определения вероятности распада  $K_1^0 \rightarrow 2\pi$ .

На основании результатов, полученных нами в наклонном и горизонтальном пучках  $K_2^0$ -мезонов, мы нашли, что относительная вероятность  $K_2^0 \rightarrow 2\pi$ -распада  $< 2,5 \cdot 10^{-3}$ .

х) Моделирование распада  $K_2^0$ -мезонов выполнено Л.А.Кулюкиной.

Эта величина находится в согласии с данными других работ, в частности, с результатами работ /24,25/.

Авторы выражают благодарность В.И.Векслеру, В.П.Джелешову, Б.М.Постехорво, И.В.Чувилу за обеспечение возможности проведения эксперимента; А.Журавлеву, В.Перфееву, С.В.Федукову, И.Н.Яловому и другим сотрудникам отдела синхротрона за обеспечение четкой работы ускорителя; Л.А.Кулюкцкой, выполнившей большой объем расчетных работ. Мы признательны С.М.Биденькому, А.А.Местаринами, Б.С.Негашову, М.И.Подгорецкому, А.А.Тяпкину, О.Хрусталеву за полезные дискуссии. Мы благодарим лаборантов Н.А.Графова, П.И.Жабяна, В.А.Смирнова, Л.А.Филатову, В.Ф.Чуркину за участие в измерениях.

### Л и т е р а т у р а

1. R.V.Eotvos, D.Pekar, E.Fekete. Ann. Physik, 68, 11 (1922).
2. R.H.Dicke. Phys. Rev., 126, 1580 (1962).
3. L.I.Schiff. Phys. Rev. Lett., 1, 254 (1958).
4. L.Schiff. Proc. Nat. Acad. Sci., 45, 69 (1959).
5. Д.Нягу, Э.Оконов, Н.Петров, В.Русаков, Т.Тахтамышев, У Цзун-фань. Доклад на Международной конференции по физике высоких энергий в Дубне (1984).
6. M.Good. Phys. Rev., 121, 311 (1961).
7. Э.Оконов, М.Подгорецкий, О.Хрусталева. Преприят ОИЯИ, Д-847, Дубна, 1981.
8. Э.Оконов, М.И.Подгорецкий, О.Хрусталева. Тезисы 1-ой Советской гравитационной конференции, 1981, стр. 52.
9. И.В.Чувילו. Раппортерский доклад на Международной конференции по физике высоких энергий. Дубна (1984), стр. 10.
10. И.В.Чувילו, там же, стр. 52.
11. M.Good. et al. Phys. Rev., 124, 1223 (1961).
12. U.Camerini et al. Phys. Rev., 128, 362 (1962).
13. V.Fitch et al. Nuovo Cim., 22, 1160 (1961).
14. V.Aubert et al. Phys. Lett., 10, 215 (1964).
15. Grawford et al. Труды Международной конференции 1963 г. Брукхевен.
16. J.H.Christenson, J.W.Cronin et al. Там же
17. G.T.Zom et al. Доклад на Международной конференции по физике высоких энергий. Дубна, 1984.
18. G.Zom et al. Там же.
19. Д.Нягу, Э.Оконов, Н.Петров, В.Русаков, А.Розанова. ЖЭТФ, 40, 1618 (1961).
20. М.Аникина, Д.Нягу, Э.Оконов, Н.Петров, В.Русаков, А.Розанова. ЖЭТФ, 42, 130 (1962).

21. Л.Б.Ожунь. ЖЭТФ, 33, 525 (1957).
22. J.L.Brown et.al. Доклад на Международной конференции по физике высоких энергий. 462 (1962), ЦЕРН.
23. Baldo-Ceolin et al. Nuovo Cim., 6, 84 (1957); Ferro-Luzzi et al. Nuovo Cim., 22, 1087 (1961).
24. J.H.Christenson et al. Phys. Rev. Lett., 13, 138 (1965).
25. De Bonard et al. Phys. Lett., 15, 58 (1965).

Рукопись поступила в издательский отдел  
7 августа 1965 г.