

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКТАБЛИЦЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ, ОТНОСЯЩИХСЯ
К ПРОБЛЕМЕ НАРУШЕНИЯ CP -ИНВАРИАНТНОСТИ

СОДЕРЖАНИЕ

I

<i>Н. Д. Галанина</i>	
Амплитуды регенерации $f_{21} = f_{21} e^{i\varphi_{21}}$	504
<i>Э. О. Оконов</i>	
Разность масс K_L - и K_S -мезонов	505
<i>Н. Н. Николаев</i>	
Проверка экспоненциального закона распада	506
<i>В. В. Анисович</i>	
Экспериментальные данные по распадам $K \rightarrow 3\pi$	508

II

<i>Е. П. Шабалин</i>	
Вероятности слабых процессов с нейтральными лептонными токами . . .	511
<i>И. С. Цукерман</i>	
Проверка аксиального взаимодействия в K_{e2}^+ -распадах	512
Проверка векторного взаимодействия в K_{e3}^+ -распадах	512
<i>А. Т. Филиппов</i>	
Слабые радиационные распады	513
<i>М. В. Терентьев</i>	
Экспериментальные данные по проверке правила $\Delta S = \Delta Q$	515

III

<i>Б. Понтекорво</i>	
Сохранение лептонов, барионов и масса нейтрино	517
<i>В. М. Лобашов</i>	
Экспериментальные данные о несохранении P -четности в ядерных силах (P -нечетные эффекты в сложных ядрах)	519
<i>Б. Г. Ерозолимский</i>	
Проверка $V - A$ -варианта в β -распаде ядер	521

I

539.12

АМПЛИТУДЫ РЕГЕНЕРАЦИИ $f_{21} = |f_{21}| e^{i\varphi_{21}}$

Н. Д. Галанина

Ядро	φ_{21}	$ f_{21} $, 10 ⁻¹³ см	$P_{K^{\pm}}$, Гэв/с	Метод определения	Литература
${}_{26}\text{Fe}^{56}$	$-142^{\circ} \pm 7^{\circ}$	$13,7 \pm 1,0$	$P_{K^{\pm}} = 0,78$	Упругое рассеяние и полные сечения K^{\pm} -мезонов на железе	1
${}_{29}\text{Cu}$	$-132^{\circ} \pm 16^{\circ}$	$9,7 \pm 0,8$	$P_{K^{\pm}} = 1,1$	K^{\pm} -нуклонные амплитуды рассеяния и полные сечения	2
${}_{29}\text{Cu}$	$-90^{\circ} \pm 23^{\circ} *$	$11,7 \pm 0,7$	$P_{K^{\pm}} = 2,7$ $P_{K^0} =$ $= 1,0 - 5,0$	Полные сечения K^{\pm} на меди **) Сечение регенерации	3 4
${}_{6}\text{C}^{12}$	$-109^{\circ} \pm 18^{\circ} *$	$5,70 \pm 0,23$	$P_{K^{\pm}} = 4,5$ $P_{K^0} =$ $= 3,0 - 8,0$	Полные сечения K^{\pm} на углероде **) Сечение регенерации	3 5
${}_{4}\text{Be}^9$	$-114^{\circ} \pm 20^{\circ} *$	$2,56 \pm 0,21$	$P_{K^{\pm}} = 1,55$ $P_{K^0} =$ $= 0,8 - 2,8$	Полные сечения K^{\pm} на бериллии **) Сечение регенерации	3 6

*) Предполагается $\text{Re } f_{21} < 0$.

**) $\text{Im } f_{21} = \frac{1}{2} \text{Im} (f_K - f_{\bar{K}}) = \frac{k}{8\pi} [\sigma_{K^+}^{(\text{tot})} - \sigma_{K^-}^{(\text{tot})}]$.

Институт теоретической
и экспериментальной физики,
Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. W. A. W. Mehlhor, R. H. Good, O. Piccioni et al., Доклад на Международной конференции по физике элементарных частиц, Гейдельберг, 1967.
2. R. E. Mischke, A. Abashian, R. J. Abrams et al., Phys. Rev. Lett. **18**, 438 (1967).
3. R. L. Cool, G. Giacomelli, T. F. Kycia, B. A. Leontic et al. (не опубликовано).
4. C. Rubbia, J. Steinberger, Phys. Lett. **B24**, 531 (1967).
5. M. Bott-Bodenhausen, X. de Bouard, D. Dekkers et al., Phys. Lett. **B24**, 439 (1967).
6. V. L. Fitch, R. F. Roth, J. Russ, W. Vernon, Phys. Rev. **164**, 1711 (1967).

539.12

РАЗНОСТЬ МАСС K_L - И K_S -МЕЗОНОВ

Э. О. Оконов

Метод, условия эксперимента	$m_L - m_S$ в ед. $\hbar/\tau_S \cdot c^2$	Статистика (число случаев)
Осцилляции K^0 , регистрация $K_{\text{ез}}$ -распадов ¹ : «Тяжелая» пузырьковая камера	$0,47 \pm 0,21$ ²	315
Осцилляции \bar{K}^0 , регистрация гиперонов ³ :		
1. Пропановая пузырьковая камера	$0,88 \pm 0,22$ ⁴	
2. 25-дюймовая водородная пузырьковая камера	$0,50 \pm 0,15$ ⁵	77
3. 80-дюймовая водородная пузырьковая камера	$0,54 \pm \begin{smallmatrix} 0,09 \\ 0,14 \end{smallmatrix}$ ⁶	95
4. 30-дюймовая дейтериевая пузырьковая камера	$0,72 \pm 0,18$ ⁷	84
Осцилляции в распаде $K^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ рассеянных каонов ⁸ :		
30-дюймовая дейтериевая пузырьковая камера	$+0,56 \pm 0,16$ ⁹	72
Отношение когерентно- и дифракционно-регенерированных K_S^0 ¹⁰ :		
1. 30-дюймовая пропановая пузырьковая камера, регенератор Fe	$0,84 \pm \begin{smallmatrix} 0,29 \\ 0,22 \end{smallmatrix}$ ¹¹	164
2. Магнитный спектрометр с искровыми камерами, регенератор Cu	$0,41 \pm \begin{smallmatrix} +0,25 \\ -0,20 \end{smallmatrix}$ ¹²	
Когерентная регенерация в зависимости от толщины регенератора ¹³ :		
1. Магнитный спектрометр с искровыми камерами, регенератор Cu	$0,76 \pm 0,20$ ¹⁴	
2. Искровые камеры без магнитного поля, регенератор Fe	$0,72 \pm 0,15$ ¹⁵	
3. Магнитный спектрометр с искровыми камерами, регенераторы Cu и Al	$0,53 \pm \begin{smallmatrix} +0,10 \\ -0,11 \end{smallmatrix}$	
Интерференция K_S^0 , когерентно регенерированных в двух регенераторах ^{17, 18} :		
1. Магнитный спектрометр с искровыми камерами, регенератор Cu (2,5 и 5 см)	$0,50 \pm 0,10$ ¹⁹	
2. Искровые камеры без магнитного поля, регенераторы C (10,2 см) и U (6,25 см)	$+0,35 \pm 0,15$ ²⁰	
Интерференция K_S^0 из мишени с регенерированными K_S^0 ²¹ :		
Искровые камеры в магнитном поле	$+0,44 \pm 0,06$ ²²	
Интерференция $K_S^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ и $K_L^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ ²³		
1. Магнитный спектрометр с искровыми камерами, K_S^0 из регенератора (Cu)	$0,445 \pm 0,034$ ²⁴	
2. Магнитный спектрометр с искровыми камерами, K_S^0 из регенератора (C)	$0,480 \pm 0,024$ ²⁵	

Примечания. 1. В таблицу включены результаты, полученные с точностью, лучшей, чем $\pm 0,3$.

2. Отсутствие знака у большинства приведенных результатов означает, что в этих экспериментах определялось абсолютное значение $|m_L - m_S|$.

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

ЛИТЕРАТУРА

1. S. Treiman et al., Phys. Rev. **103**, 1545 (1956).
2. B. Aubert et al., Phys. Lett. **17**, 59 (1965).
3. W. Fry et al., Phys. Rev. **109**, 2212 (1958).
4. U. Camerini et al., Phys. Rev. **128**, 362 (1962) and Erratum.

5. U. Camerini et al., Phys. Rev. **150**, 1148 (1966).
6. C. Chang et al., Phys. Lett. **23**, 702 (1966).
7. D. Hill et al., BNI—Preprint 10608 (1967).
8. U. Camerini et al., Nuovo Cimento **28**, 1096 (1963).
9. J. Canter et al., Phys. Rev. Lett. **17**, 942 (1966).
10. M. Good, Phys. Rev. **110**, 550 (1958).
11. M. Good, Phys. Rev. **124**, 1223 (1961).
12. J. Christenson et al., Phys. Rev. **B140**, 74 (1964).
13. M. Good, Phys. Rev. **110**, 550 (1958).
14. J. Christenson et al., Phys. Rev. **B140**, 74 (1964).
15. T. Fujii et al., Phys. Rev. Lett. **13**, 253 (1964).
16. Балац и др., Ядерная физика **7**, 217 (1968).
17. И. Кобзарев, Л. Окунь, ЖЭТФ **39**, 605 (1960).
18. С. Матинян, ЖЭТФ **39**, 1418 (1960).
19. J. Christenson et al., Phys. Rev. **B140**, 74 (1964).
20. J. Jovanovich et al., Phys. Rev. Lett. **17**, 1075 (1966).
21. W. A. Melhop et al., Bull. Amer. Phys. Soc. **9**, 722 (1964).
22. W. A. Melhop et al., Proc. Berkeley Conference (1966).
23. В. Любошиц и др., Ядерная физика **1**, 497 (1965).
24. M. C. Alff-Steinberger et al., Phys. Lett. **21**, 595 (1966).
25. M. Bott-Bodenhausen et al., Phys. Lett. **23**, 277 (1966).

539.12

ПРОВЕРКА ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО ЗАКОНА РАСПАДА

Н. Н. Николаев

Если число распадов в единицу времени $N(t) = N_0 e^{-\Gamma t} (1 + \alpha \Gamma^2 t^2)^*$, то эксперименты дают следующие ограничения на величину α (здесь Γ — ширина):

Частица	Интервал времени Γt	Верхняя граница на $ \alpha $ на 70%-ном уровне достоверности	Частица	Интервал времени Γt	Верхняя граница на $ \alpha $ на 70%-ном уровне достоверности
μ^+	≤ 3	$\leq 5,0 \cdot 10^{-3}$	K_L^0	$1,3 < \Gamma t \leq 2,1$ $\Gamma t = 1,0;$ $1,4; 1,8;$	$\leq 1,5 \cdot 10^{-2}$ ***)
	≤ 8	$\leq 1,2 \cdot 10^{-3}$			$\leq 5 \cdot 10^{-2}$
π^+	≤ 15	$\leq 5,0 \cdot 10^{-4}$	Λ^0	$\leq 4,6$ $\leq 3,0$	$\leq 2,0 \cdot 10^{-2}$
	≤ 8	$\leq 1,6 \cdot 10^{-3}$			$\leq 2,0 \cdot 10^{-2}$
	≤ 6	$\leq 2,0 \cdot 10^{-3}$			$\leq 2,0 \cdot 10^{-2}$
K^+	$\leq 7,3$	$\leq 7,0 \cdot 10^{-6}$ *)	Σ^-	$\leq 1,6$	$\leq 4,0 \cdot 10^{-2}$
	≤ 4	$\leq 5,0 \cdot 10^{-4}$ **)			≤ 6
K_S^0	$8 \leq \Gamma t \leq 13$	$\leq 2,0 \cdot 10^{-3}$			
	≤ 5	$\leq 5,0 \cdot 10^{-3}$			
	≤ 4	$\leq 3,0 \cdot 10^{-2}$			

*) В. Фитч определял α_F , используя выражение

$$N(t) = N_0 e^{-\Gamma t} (1 + \alpha_F t^2).$$

**) Приведенная величина получена на основе утверждения авторов, что при $\Gamma t = 4$ отклонения от экспоненты были меньше 1%.

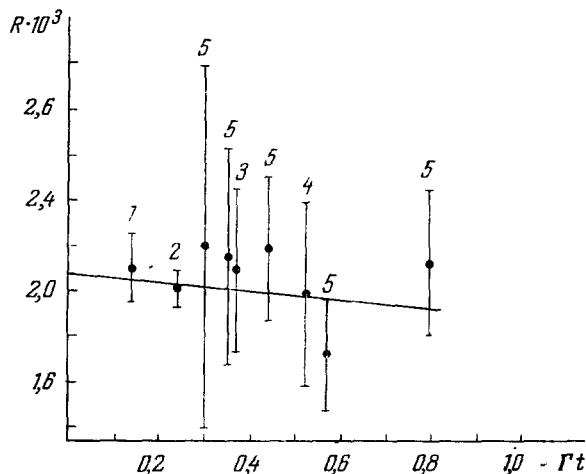
***) Приведенная величина содержит большие неопределенности и основана на 3%-ной точности, с которой в работе измерено время жизни.

*) В разложении $N(t) = N_0 e^{-\Gamma t} (1 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \dots)$ линейный член при малых временах дает только переопределение ширины. Действительно,

$$e^{-\Gamma t} (1 + \alpha_1 t) \approx e^{-(\Gamma - \alpha_1)t}.$$

Все остальные оценки получены на основе распадных кривых, приведенных в работах.

Для $M\pi^{56}$ кривая распада исследована от 13 до 29 времен жизни¹⁷. Вплоть до 25 времен жизни отклонений от экспоненциального закона не обнаружено (при больших временах плохая статистика)



Зависимость от времени отношения вероятностей распада $K_L \rightarrow \pi^+\pi^-$ и $K_L \rightarrow$ все заряженные моды

$$R = \frac{\Gamma(K_L \rightarrow \pi^+\pi^+)}{\Gamma(K_L \rightarrow \text{все заряж. моды})}; \text{ прямая линия проведена по методу наименьших квадратов и описывается уравнением } R = a + b\Gamma t.$$

$a = (2,07 \pm 0,06) \cdot 10^{-3}$, $b = (-0,18 \pm 0,19) \cdot 10^{-3}$. Цифры над данными на рисунке обозначают ссылку: 1. X. de Bouard et al., Phys. Lett. 15, 58 (1965). 2. M. Bott-Bodenhausen et al., Phys. Lett. B24, 194 (1967). 3. W. Galbraith et al., Phys. Rev. Lett. 14, 383 (1965). 4. J. Christenson et al., Phys. Rev. Lett. 13, 138 (1964). 5. V. L. Fitch et al., Phys. Rev. 164, 1711 (1967).

Московский физико-технический институт

ЛИТЕРАТУРА

1. S. L. Meyer et al., Phys. Rev. 132, 2693 (1963).
2. R. A. Lundy, Phys. Rev. 125, 1686 (1962).
3. А. Дунайцев и др., Ядерная физика 5, 826 (1967).
4. K. Kinsey et al., Phys. Rev. 144, 1135 (1966).
5. M. Eckhauser et al., Phys. Lett. 19, 348 (1965).
6. V. L. Fitch et al., Phys. Rev. B140, 1088 (1965).
7. F. Lobkovicz et al., Phys. Rev. Lett. 17, 548 (1966).
8. H. Böhm et al., Report at the Heidelberg Conference, 1967.
9. L. Kirschs, P. Schmidt, Phys. Rev. B136, 1074 (1964).
10. M. Kreisler, O. Overseth, J. Cronin, Phys. Rev. 147, 939 (1966).
11. T. Devlin, J. Solomon, P. Sheppard, Phys. Rev. Lett. 18, 54 (1967).
12. P. Astbury et al., Phys. Lett. 18, 178 (1965).
13. M. M. Block et al., Phys. Rev. 130, 766 (1963).
14. R. Engelmann et al., Nuovo Cimento 45, 1038 (1966).
15. C. Y. Chang, Phys. Rev. 151, 1081 (1966).
16. J. R. Hubbard et al., Phys. Rev. B135, 183 (1965).
17. R. G. Winter, Phys. Rev. 126, 1162 (1962).

539.12

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО РАСПАДАМ $K \rightarrow 3\pi$

В. В. Анисович

I. Вероятности распадов $K^+ \rightarrow 3\pi$

$R_{+-}^+ = (4,496 \pm 0,030) \cdot 10^6 \text{ сек}^{-1}$; R — парциальные ширины; R_{+-}^+ — знак вверх — заряд распадающегося K -мезона, знаки вниз — заряды π -мезонов.

$R \cdot 10^2$	Литера-тура	Статистика	$R \cdot 10^2$	Литера-тура	Статистика
R_{+-}^+			R_{00+}^0		
$5,6 \pm 0,4$	1	2332	$2,1 \pm 0,5$	1	
$6,8 \pm 0,4$	2		$2,2 \pm 0,4$	2	
$5,2 \pm 0,3$	3		$1,5 \pm 0,2$	3	
$5,7 \pm 0,3$	4				
$5,54 \pm 0,12$	5		R_{00+}^0/R_{+-}^+		
$5,1 \pm 0,2$	6		$0,30 \pm 0,04$	4	
$5,71 \pm 0,15$	7		$0,35 \pm 0,04$	6	
$6,0 \pm 0,4$	8		$0,303 \pm 0,009$	26	2027
			$0,393 \pm 0,099$	8	17

II. Вероятности распадов $K_2^0 \rightarrow 3\pi$

$R \cdot 10^2$	Литера-тура	Стати-стика	$R \cdot 10^2$	Литера-тура	Стати-стика
R_{-0}^0			$R_{000}^0/R_{\text{зар}}$		
$0,185 \pm 0,038$	11	59	$0,24 \pm 0,08$	13	24
$0,151 \pm 0,020$	12	79	$0,31 \pm 0,06$	24	
$0,157 \pm 0,030$	14	75			
$0,15 \pm 0,03$	17	66			
$0,159 \pm 0,015$	18	326	Γ_{000}^0		
$0,178 \pm 0,017$	20	566	$(5,22 \pm 1,03) \cdot 10^6 \text{ сек}^{-1}$	10	54
$0,144 \pm 0,004$	21				
$0,162 \pm 0,015$	22	126	Γ_{+-0}^0		
$0,17 \pm 0,03$	24	180	$(3,26 \pm 0,77) \cdot 10^6 \text{ сек}^{-1}$	16	18
$0,161 \pm 0,005$	25	1729	$(1,4 \pm 0,4) \cdot 10^6 \text{ сек}^{-1}$	19	14
			$(2,6 \pm 0,28) \cdot 10^6 \text{ сек}^{-1}$	10	136
R_{000}^0/R_{+-0}^0			$(2,54 \pm 0,43) \cdot 10^6 \text{ сек}^{-1}$	23	
$2,0 \pm 0,6$	27	188			

III. Наклоны в спектрах распадов $K \rightarrow 3\pi$

$$\frac{dN}{d\Phi} \sim 1 + 2a \frac{M_R T_{\text{max}}}{m_\pi^2} \left(\frac{2T_3}{T_{\text{max}}} - 1 \right), \text{ где } T_3 \text{ — кинетическая энер-$$

гия непарного π -мезона в системе покоя K -мезона, $\frac{dN}{d\Phi}$ — число слу-
чаев с данным T_3 , деленное на фазовый объем.

a	Литера-тура	Стати-стика	a	Литера-тура	Стати-стика
a_{+-0}^0			a_{+-}^+		
$-0,24 \pm 0,09$	14	83	$0,105 \pm 0,015$	28, 35	899
$-0,24 \pm 0,09$	12	79	$0,114 \pm 0,02$	29	1347
$-0,24 \pm 0,04$	18	326	$0,083 \pm 0,028$	30	948
$-0,27 \pm 0,05$	21		$0,083 \pm 0,015$	31	3587
$-0,24 \pm 0,05$	33				

Продолжение

a	Литера-тура	Стати-стика	a	Литера-тура	Стати-стика
$-0,17 \pm 0,06$	20	566	a_{00+}^+ $-0,24 \pm 0,02$ $-0,30 \pm 0,05$	32 26	1874 1792
$-0,26 \pm 0,06$	10	136			
$-0,294 \pm 0,018$	25	1729			
$-0,21 \pm 0,02$	34	1198			
$-0,29 \pm 0,06$	15	280			
$-0,30 \pm 0,05$	22	126			

IV. Проверка CP в распадах $K \rightarrow 3\pi$

а) $\frac{R_{-+}^-}{R_{+-}^+} = \begin{cases} 1,005 \pm 0,009 & 36, \\ 1,0004 \pm 0,0021 & 9. \end{cases}$

б) Зарядовая асимметрия в распаде $K_L \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$. (N_{\pm}^{\pm} — число событий с $T^+ > T^-$, N_{\pm}^{\mp} — число событий с $T^- > T^+$):

Энергия K_L , $G_{\text{ев}}$	N_{\pm}^{\pm}	N_{\pm}^{\mp}	$N_{\mp}^{\mp}/N_{\pm}^{\pm}$	Литера-тура
$\sim 0,8$	593	605	$1,02 \pm 0,04$	34
$\sim 2,0$	607	591	$0,96 \pm 0,04$	34

Если $\frac{dN}{d\Phi} \sim 1 + 2a_{\pm} \frac{M_R T_{\text{max}}}{m_{\pi}^2} \left(\frac{2T_{\pm}}{T_{\text{max}}} - 1 \right)$, то

a_+	a_-	Стати-стика	Литера-тура
$0,13 \pm 0,02$	$0,21 \pm 0,02$	1729	25

в) Распад $K_1^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$:

$$\frac{A(K_1^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0)}{A(K_2^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0)} = x + iy.$$

x	y	Стати-стика	Литера-тура
$0,25 \pm 0,65$ $0,25 \pm 0,55^*)$	$1,00 \pm 0,65$ $0,80 \pm 0,55^*)$	18	16
—	$-0,34 \pm 0,19$ $-0,59$	136	10

*) В предположении справедливости правила $\Delta T = 1/2$.

ЛИТЕРАТУРА

1. R. W. Birge, D. H. Perkins, J. R. Peterson et al., *Nuovo Cimento* **4**, 834 (1956).
2. G. Alexander, R. H. W. Jonston, C. O'Ceallaigh, *Nuovo Cimento* **6**, 478 (1957).
3. S. Taylor, G. Harris, J. Orear et al., *Phys. Rev.* **114**, 359 (1959).
4. B. P. Roe, D. Sinclair, J. L. Brown et al., *Phys. Rev. Lett.* **7**, 346 (1961).
5. A. Callahan, R. March, R. Stark, *Phys. Rev.* **B136**, 1463 (1964).
6. F. S. Shaker, G. L. Jensen, B. P. Roe, D. Sinclair, *Phys. Rev.* **B136**, 1423 (1964).
7. A. De Marco-Trabucco, C. Grosso, G. Rinaudo, *Phys. Rev.* **B140**, 1480 (1965).
8. Yong, Preprint UCRL 16362 (1965).
9. W. T. Ford, A. Lemonick, U. Nauenberg, P. A. Pirouli, *Phys. Rev. Lett.* **18**, 1214 (1967).
10. L. Behr, V. Brisson, P. Petiau et al., *Phys. Lett.* **22**, 540 (1966).
11. D. Astier et al., Proc. of the Aix-en-Provence International Conference on Elementary Particle, 1961, стр. 227.
12. R. Adair, L. B. Leipuner, *Phys. Lett.* **12**, 67 (1964).
13. М. Х. Анкина, М. С. Журавлева, Д. М. Котляревский, *ЖЭТФ* **46**, 59 (1964).
14. D. Luers, I. S. Mittra, W. J. Willis, S. S. Yamamoto, *Phys. Rev.* **B133** 1276 (1964).
15. M. Kh. Anikina et al., JINR 2339, 1966.
16. S. A. Anderson, F. S. Crawford, Jr., R. L. Golden, *Phys. Rev. Lett.* **14**, 475 (1965).
17. P. Astbury, G. Finocchiaro, R. D. Fortune et al., *Phys. Lett.* **16**, 80 (1965).
18. P. Astbury, A. Michelini, C. Verkern et al., *Phys. Lett.* **18**, 175 (1965).
19. P. Franzini, L. Kirsch, P. Schmidt et al., *Phys. Rev.* **B140**, 127 (1965).
20. P. Guidoni, B. Barnes et al., Proceedings of the International Conference on Weak Interactions. Argonne, 1965, стр. 49.
21. H. W. K. Hopkins, T. C. Bacon, F. R. Eisler, Proceedings of the International Conference on Weak Interactions, Argonne, 1965, стр. 67.
22. C. J. B. Hawkins, *Phys. Lett.* **21**, 238 (1966).
23. Hill, Preprint BNL 10608, 1966.
24. L. A. Kulyukina, A. N. Mestvirishvili, Tsun-Fan Wu, D. Neagu, N. I. Petrov, V. A. Rusanov, Proceedings of the XIIIth International Conference on High-Energy Physics, Berkeley, 1966, University of California Press 1967, стр. 306.
25. H. W. K. Hopkins, T. C. Bacon, F. R. Eisler, *Phys. Rev. Lett.* **9**, 185 (1967).
26. V. Bisi, G. Borreani, R. Cester et al., *Nuovo Cimento* **35**, 768 (1965).
27. А. А. Алексанян, А. И. Алхханиян, И. Б. Вартазарян и др. XII Международная конференция по физике высоких энергий, Дубна, 1964. Атомиздат, Москва, 1966, т. 2, стр. 102.
28. S. McKenna, S. Natali, M. O'Connell et al., *Nuovo Cimento* **10**, 763 (1958).
29. M. Ferro-Luzzi, D. H. Miller, J. J. Murray et al., *Nuovo Cimento* **22**, 1087 (1961).
30. L. T. Smith, D. J. Prowse, D. H. Stork et al., *Phys. Lett.* **2**, 204 (1962).
31. Huetter, *Phys. Rev.* **162**, 1028 (1967).
32. G. E. Kalmus, A. Kernan, R. T. Pu et al., *Phys. Rev. Lett.* **13**, 99 (1965).
33. A. Abashian, R. J. Abrams, D. W. Carpenter et al., XII Международная конференция по физике высоких энергий, Дубна, 1964.
34. B. M. K. Neikens, A. Abashian, R. J. Abrams, *Phys. Rev.* **157**, 123 (1967).
35. M. Baldo-Geolin, A. Bonetti, W. D. B. Greening et al., *Nuovo Cimento* **6**, 84 (1957).
36. C. R. Fletcher, R. W. Beier, R. T. Edwards et al., *Phys. Rev. Lett.* **19**, 98 (1967).

539.12

II

ВЕРОЯТНОСТИ СЛАБЫХ ПРОЦЕССОВ С НЕЙТРАЛЬНЫМИ ЛЕПТОННЫМИ ТОКАМИ

Е. П. Шабалин

Процесс	Относительная вероятность $\Gamma_i/\Gamma_{\text{tot}}$, литература	Отношение к переходу с заряженным лептонным током	Предполагаемая величина $\Gamma_i^{\text{D-M}}/\Gamma_{\text{tot}}$ за счет виртуальных фотонов литература
1 $K_L^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$	$< 1,6 \cdot 10^{-6}$ 1	$\Gamma_1/\Gamma(K_{\mu\nu}^+) < 5,4 \cdot 10^{-7}$	$\sim 10^{-8}$ 1 9
2 $K_L^0 \rightarrow e^+e^-$	$< 1,8 \cdot 10^{-5}$ 1	$\Gamma_2/\Gamma(K_{e\nu}^+) < 0,2$	$< 10^{-11}$ 6
3 $K_S^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$	$< 7,3 \cdot 10^{-5}$ 1	$\Gamma_3/\Gamma(K_{\mu\nu}) < 0,016$	$\sim 10^{-8}$ 7
4 $K_L^0 \rightarrow \mu^\pm e^\mp$	$< 9 \cdot 10^{-6}$ 1		$\sim 0,25 \cdot 10^{-7}$ 7
5 $K^+ \rightarrow \pi^+\mu^+\mu^-$	$< 1,3 \cdot 10^{-6}$ 2	$\Gamma_5/\Gamma(K_{\nu e\nu}^+) < 3,8 \cdot 10^{-5}$	$\sim 10^{-7}$ 8
6 $K^+ \rightarrow \pi^+e^+e^-$	$< 1,6 \cdot 10^{-6}$ 2	$\Gamma_6/\Gamma(K_{\pi e\nu}^+) < 3,3 \cdot 10^{-5}$	$\sim 10^{-6}$ 10
7 $K^+ \rightarrow \tau^+ + \nu_e + \bar{\nu}_e$	$< 1,1 \cdot 10^{-6}$ 3	$\Gamma_7/\Gamma(K_{\tau e\nu}^+) < 0,06$	Пренебрежимо мала
8 $\nu_\mu + p \rightarrow \nu_\mu + p$	4 5	$\sigma_8/\sigma(\nu_\mu + n \rightarrow \mu + p) < 0,03$	} Если существует промежуточные W бозоны отношение $\lesssim \alpha^2$
9 $\nu_\mu + p \rightarrow \nu_\mu + n + \pi^+$	4,5	$\sigma_9/\sigma(\nu_\mu + p \rightarrow p + \pi^+ + \mu^-) < 0,16$	

Институт теоретической
и экспериментальной физики,
Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. M. Bott-Bodenhausen et al, Phys Lett **B24**, 194 (1967)
2. V. Bisi et al, Phys Lett **B25**, 572 (1967)
3. N. Camerini et al, Phys Rev Lett **13**, 318 (1964)
4. H. H. Bingham et al, Proc of the Sienna Conf on Elementary Particles, 1968 vol 1, стр 555
5. Е. П. Шабалин, Ядерная физика **8**, вып 1 (1968)
6. M. A. Bagni Beg, Phys Rev **132**, 426 (1963)
7. M. L. Good et al, Phys Rev **151**, 1194 (1967)
8. N. Cabibbo, E. Ferrary, Nuovo Cimento **18**, 928 (1960)
9. L. M. Sehgal, Nuovo Cimento **45**, 785 (1966)
10. M. Baker, S. L. Glashow, Nuovo Cimento **25**, 857 (1962)

539.12

ПРОВЕРКА АКСИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В K_{e2}^+ -РАСПАДАХ

И. С. Цукерман

Эксперимент	Боуэн и др. 1	Боттерилл и др. 2	V-A-теория (с учетом радиационных поправок)
Распад	K_{e2}^+	K_{e2}^+	
Статистика	7	10	
$\Gamma(K_{e2}^+)/\Gamma(K_{\mu 2}^+)$	—	$(1,9^{+0,7}_{-0,5}) \cdot 10^{-5}$	$2,4 \cdot 10^{-5}$
$\Gamma(K_{e2}^+)/\Gamma_{\text{tot}}(K^+)$	$(2,4^{+1,8}_{-1,3}) \cdot 10^{-5}$	$(1,2^{+0,5}_{-0,3}) \cdot 10^{-5}$	$1,44 \cdot 10^{-5}$
$ f^P/f^A $ при 95%-ном доверительном уровне	$3 \cdot 10^{-3}$	$2,25 \cdot 10^{-3}$	0

$$R = \Gamma(K_{e2}^+)/\Gamma(K_{\mu 2}^+), \quad R = 0,815R_0$$

(коэффициент 0,815 обусловлен радиационными поправками 3),

$$R_0 = \frac{(M_K^2 - M_e^2)^2}{(M_K^2 - M_\mu^2)^2} \left| \frac{M_e f^A / M_K + f^P}{M_\mu f^A / M_K + f^P} \right|^2, \quad R_{\text{эксп}}/R_{\text{теор}} \approx |1 + 10^3 (f^P/f^A)|^2,$$

где f^A, f^P — аксиальная и псевдоскалярная константы связи соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. D. R. Bowen et al., Phys. Rev. 154, 1314 (1967).
2. D. R. Botterill et al., Phys. Rev. Lett. 19, 982 (1967).
3. S. M. Berman, Phys. Rev. Lett. 1, 468 (1958); D. E. Neville, Phys. Rev. 124, 2037 (1961).

ПРОВЕРКА ВЕКТОРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В K_{e3}^+ -РАСПАДАХ

Эксперимент	Распад	Статистика	Метод *)	Измерение	χ^2 -вероятность для чистых вариантов взаимодействия			Примесь в амплитуде скалярного и тензорного взаимодействий	
					вектор V	скаляр S	тензор T	$ S/V $	$ T/V $
Ауэрбах и др. 1	K_{Ll3}^0	~ 100	ИК	Угол пион — лептон	0,875	0,112	0,014	—	—
					(доверительный уровень)				
Файрстоун и др. 2	K_{Le3}^0	~ 760	ЖВК	Распределение Далица $E_\pi - E_e$	35%	~ 0%	~ 0%	—	—
Кэлахан и др. 3	$K_{\mu 3}^+$	~ 2650 ~ 440	ТЖК	μ -спектр π -спектр	30% 70%	1% 1%	1% 1%	—	—
Беллотти и др. 4	K_{e3}^+	~ 620	ТЖК	Угол $\pi - \nu$ в системе ц. м. $\nu - e$	25% а 35% б 28% в	1% 1% ~ 0%	~ 0% 0,1% ~ 0%	$\leq 0,12$ $\leq 0,09$	$\leq 0,06$ $\leq 0,09$

Продолжение

Эксперимент	Распад	Статистика	Метод *)	Измерение	χ^2 -вероятность для чистых вариантов взаимодействия			Примесь в амплитуде скалярного и тензорного взаимодействий	
					вектор V	скаляр S	тензор T	$ S/V $	$ T/V $
Сестер и др. ⁵	K_{e3}^+	~ 1680	ИК	e^+ -спектр	39%	$\sim 0\%$	$\sim 0\%$	0,18 при 90%-ном доверительном уровне	0,04
Калмус и Кернан ⁶	K_{e3}^+	~ 515	ТЖК	Угол π - ν в системе ц. м. ν - e	10%	—	—	0,3 при 95%-ном доверительном уровне	1,1
Эшструт и др. ⁷	K_{e3}^+	~ 4640 ~ 1390	ИК	e^+ -спектр e^+ -спектр и регистрация π^0	—	—	—	0,15 0,05 при 90%-ном доверительном уровне	0,04 0,07

*) ИК — искровая камера, ЖВК — жидководородная камера, ТЖК — тяжеложидкостная камера.

ЛИТЕРАТУРА

1. L. Auerbach et al., Phys. Rev. **149**, 1052 (1966).
2. A. Firestone et al., Phys. Rev. Lett. **18**, 176 (1967).
3. A. C. Callahan et al., Phys. Rev. **150**, 1153 (1966).
4. E. Bellotti et al., а) Phys. Lett. **20**, 690 (1966); б) Heidelberg Conf. on Elementary Particles, 1967; в) Nuovo Cimento **A52**, 1287 (1967).
5. R. Cester et al., Phys. Lett. **21**, 343 (1966).
6. G. E. Kalnus, A. Kernan, Phys. Rev. **159**, 1187 (1967).
7. P. T. Eschstruth et al., Phys. Rev. Lett. **A19** (22), 2 (1967).

Институт теоретической
и экспериментальной физики,
Москва

539.12

СЛАБЫЕ РАДИАЦИОННЫЕ РАСПАДЫ

А. Т. Филиппов

Величина	Экспериментальное значение, литература	Число событий	Примечания, методика
$\frac{\Gamma(K_L \rightarrow 2\gamma)}{\Gamma(K_L \rightarrow \text{все})}$	$(7,4 \pm 1,6) 10^{-4}$ 1	33	Искровые камеры
$\frac{\Gamma(K_L \rightarrow 2\gamma)}{\Gamma(K_L \rightarrow \text{все})}$	$(1,3 \pm 0,6) 10^{-4}$ 2	17	Искровые камеры

Продолжение

Величина	Экспериментальное значение, литература	Число событий	Примечания, методика
$\frac{\Gamma(K_L \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma)}{\Gamma(K_L \rightarrow \text{все})}$	$< 3 \cdot 10^{-3}$ 3		Достоверность 85%; искровые камеры
$\frac{\Gamma(K^+ \rightarrow \pi^+\pi^0\gamma)}{\Gamma(K^+ \rightarrow \text{все})}$	$(2,2 \pm 0,7) \cdot 10^{-4}$ 4	18	55 Мэв $< T_{\pi^+} < 80$ Мэв.; фреоновая пузырьковая камера
$\frac{\Gamma(K^+ \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-\gamma)}{\Gamma(K^+ \rightarrow \text{все})}$	$(1,0 \pm 0,4) \cdot 10^{-4}$ 5		$E_\gamma > 10$ Мэв; эмульсия
$\frac{\Gamma(K^+ \rightarrow \pi^+2\gamma)}{\Gamma(K^+ \rightarrow \text{все})}$	$< 1,5 \cdot 10^{-4}$ 6		
$\frac{\Gamma(K^+ \rightarrow \pi^+e^+e^-)}{\Gamma(K^+ \rightarrow \text{все})}$	$< 4 \cdot 10^{-7}$ 7		
$\frac{\Gamma(K^+ \rightarrow \pi^+\mu^+\mu^-)}{\Gamma(K^+ \rightarrow \text{все})}$	$< 3 \cdot 10^{-6}$ 8		Достоверность 90%; фреоновая пузырьковая камера
$\frac{\Gamma(K^+ \rightarrow \pi^0e^+\nu\gamma)}{\Gamma(K^+ \rightarrow \text{все})}$	$(1,2 \pm 0,8) \cdot 10^{-2}$ 9		
$\frac{\Gamma(\pi \rightarrow \mu\nu\gamma)}{\Gamma(\pi \rightarrow \text{все})}$	$(1,24 \pm 0,25) \cdot 10^{-4}$ 10	26	Эмульсия
$\frac{\Gamma(\pi \rightarrow e\nu\gamma)}{\Gamma(\pi \rightarrow \text{все})}$	$(3,10 \pm 0,5) \cdot 10^{-8}$ 11	143	Найдено отношение аксиального формфактора к векторному *).
$\frac{\Gamma(\Sigma^+ \rightarrow p\gamma)}{\Gamma(\Sigma^+ \rightarrow p\pi^0)}$	$(0,37 \pm 0,08) \cdot 10^{-2}$ 12	24	Водородная пузырьковая камера
$\frac{\Gamma(\Sigma^+ \rightarrow p\gamma)}{\Gamma(\Sigma^+ \rightarrow p\pi^0)}$	$(0,17) \cdot 10^{-2}$ 13	4	Эмульсия
$\frac{\Gamma(\Sigma^+ \rightarrow n\pi^+\gamma)}{\Gamma(\Sigma^+ \rightarrow n\pi^+)}$	$\cong 1,8 \cdot 10^{-3}$ 14		$P_{\pi^+} < 166$ Мэв/с; водородная пузырьковая камера
$\frac{\Gamma(\Sigma^- \rightarrow n\pi^-\gamma)}{\Gamma(\Sigma^- \rightarrow n\pi^-)}$	$\cong 1,1 \cdot 10^{-3}$ 15		$P_{\pi^-} < 166$ Мэв/с; водородная пузырьковая камера

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

ЛИТЕРАТУРА

1. J. W. Cronin et al., Phys. Rev. Lett. 18, 25 (1967).
2. L. Criege et al., Phys. Rev. Lett. 17, 150 (1966).
3. B. M. K. Nefkens et al., Phys. Lett. 19, 706 (1966).
4. D. Cline et al., Phys. Lett. 15, 293 (1964).
5. P. Stamer et al., Phys. Rev. B138, 440 (1965).
6. M. Chen et al., Heidelberg Conference on High Energy Physics, 1967.
7. D. Cline et al., Heidelberg Conference on High Energy Physics, 1967.
8. U. Camerini et al., Nuovo Cimento 37, 1795 (1965).
9. E. Bellotti et al., Heidelberg Conference on High Energy Physics, 1967.
10. C. Castagnoli et al., Phys. Rev. 112, 1779 (1958).
11. P. Depommier et al., Phys. Lett. 7, 285 (1963).
12. M. Bazin et al., Phys. Rev. Lett. 14, 154 (1965).
13. G. Quarenì et al., Nuovo Cimento, A40, 928 (1965).
14. M. Bazin et al., Phys. Rev. B140, 1358 (1965).

*) $a/F = -2,0 \pm 0,1$ или $a/F = 0,3 \pm 0,1$. Обозначения см. в докладе А. Т. Филиппова на этом семинаре.

539.12

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ПРОВЕРКЕ ПРАВИЛА $\Delta S = \Delta Q$

М. В. Терентьев

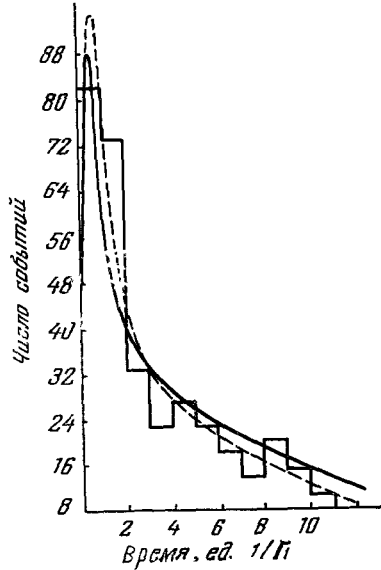
1. ПОИСКИ РАСПАДОВ $K^0 \rightarrow \pi^+ e^- \nu$

Определение: $A(K^0 \rightarrow \pi^+ e^- \nu) / A(K^0 \rightarrow \pi^- e^+ \nu) = x \equiv |x| e^{i\Phi}$; $x=0$, если $\Delta S = \Delta Q$; $\Phi=0$, если $CP=1$. Измеряется $N^\pm(t)$ — число распадов $K^0(t)$ на e^\pm как функция времени:

$$N^\pm(t) \sim |1+x|^2 e^{-\Gamma_1 t} + |1-x|^2 e^{-\Gamma_2 t} \pm 2(1-|x|^2) \cos \Delta t e^{-\Lambda t} + 4|x| \sin \Delta t \sin \Phi e^{-\Lambda t},$$

$$\Lambda = \frac{1}{2}(\Gamma_1 + \Gamma_2), \Delta = m_1 - m_2.$$

Экспериментальные данные	Литература
335 лептонных событий $ x = 0,26^{+0,08}_{-0,11}, \Phi = 50^{+25}_{-27}$	1
116 лептонных событий $Re x = 0,17^{+0,16}_{-0,35}, Im x = 0,0 \pm 0,25$	2



Примечания. 1. Характерное распределение событий во времени (по работе ¹) дано на рисунке. Видно, что случай $x = \Phi = 0$ нельзя исключить.

2. Данные более ранних работ (см. 3-5) практически в пределах ошибок совпадают с ¹ и ², однако их трудно интерпретировать, так как при обработке использовались различные значения Δ .

Экспериментальные данные по проверке правила $\Delta S = \Delta Q$ (данные работы ¹: 335 событий, $x = 0,26, \Phi = 50^\circ$ (сплошная кривая); $x = 0, \Phi = 0^\circ$ (пунктир)).

ЛИТЕРАТУРА

1. D. Hill et al., Phys. Rev. Lett. **19**, 668 (1967). (Брукхэйвен, пузырьковая камера, $\Delta = -0,58\Gamma_1$).
2. L. Feldman et al., Phys. Rev. **155**, 1611 (1967). (Брукхэйвен, искровая камера, $\Delta = -0,55\Gamma_1$).
3. P. Franzini et al., Phys. Rev. **B140**, 127 (1965). (Брукхэйвен, пузырьковая камера, $\Delta = -0,79\Gamma_1$).
4. M. Baldo-Golin et al., Nuovo Cimento **38**, 684 (1965). (ЦЕРН, пузырьковая камера, $\Delta = -0,15\Gamma_1$).
5. V. Aubert et al., Phys. Lett. **17**, 59 (1965). (ЦЕРН, пузырьковая камера, $\Delta = 0,47\Gamma_1$).

2. ПОИСКИ РАСПАДОВ $\Sigma^+ \rightarrow ne^+ \nu$,

$\Sigma^+ \rightarrow n\mu^+ \nu \quad (\Delta S = -\Delta Q)$

Число случаев распада $\Sigma^+ \rightarrow$ лептоны	Число случаев распада $\Sigma^- \rightarrow$ лептоны	$\frac{\Gamma(\Sigma^+ \rightarrow \text{лептоны})}{\Gamma(\Sigma^- \rightarrow \text{лептоны})}$	Литература
0	260 ($e^- + \mu^-$)	$\leq 3,7\%$	1
0	130 ($e^- + \mu^-$)	$< 12\%$	2

Продолжение

Число случаев распада $\Sigma^+ \rightarrow$ лептоны	Число случаев распада $\Sigma^- \rightarrow$ лептоны	$\frac{\Gamma(\Sigma^+ \rightarrow \text{лептоны})}{\Gamma(\Sigma^- \rightarrow \text{лептоны})}$	Литература
1 (μ^+)	?	$\frac{\Gamma(\Sigma^+ \rightarrow \mu^+)}{\Gamma(\Sigma^- \rightarrow \mu^-)} \sim 10\%$	3
1 (μ^+)	~ 100 (e^-)	?	4
1 (e^+)	~ 16 (e^-) ~ 4 (μ^-)	?	5

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Snow et al., Цит. по докладу: W. Willis, Heidelberg Conf. on Elem. Particles, 1967 (Брукхейвен, пузырьковая камера; группа Мэрилендского университета); см. также Bull. Amer. Phys. Soc. 12, 568 (1967).
2. W. Willis et al., Phys. Rev. B136, 1791 (1964). (ЦЕРН, пузырьковая камера. Наблюдено всего $5 \cdot 10^5 \Sigma^\pm$ -распадов).
3. E. Eiselle et al., Цит. по докладу W. Willis, Heidelberg, Conf. on Elem. Particles, 1967. Гейдельбергская группа; см. также: Heidelberg Conference, September 1967, Abstracts of contributions.
4. A. Barbaro-Galvieri, Phys. Rev. Lett. 9, 26 (1962). (Беркли, фотоэмульсия).
5. U. Nauenberg et al., Phys. Rev. Lett. 12, 679 (1964). (Брукхейвен, пузырьковая камера).

3. ПОИСКИ РАСПАДОВ $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ e^- \nu$, $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \mu^- \nu$
(РАСПАДЫ K_{e4}^+ И $K_{\mu 4}^+$, $\Delta S = -\Delta Q$)

Распадов с $\Delta S = -\Delta Q$ не наблюдалось. Общая статистика распадов K_{e4}^+ и $K_{\mu 4}^+$ с $\Delta S = \Delta Q$ дана в таблице.

Примечания. 1. См. также работы 4, 5.

2. Амплитуды K_{e4} распада имеют такой вид:

$$\langle \pi^+ \pi^- | J_\lambda^A | K^+ \rangle = \frac{f}{m_K} (p_+ + p_-)_\lambda + \frac{g}{m_K} (p_+ - p_-)_\lambda,$$

$$\langle \pi^+ \pi^- | J_\lambda^V | K^+ \rangle = \frac{ih}{m_K^3} \varepsilon_{\lambda\mu\nu\sigma} (p_K)_\mu (p_+ + p_-)_\nu (p_+ - p_-)_\sigma,$$

$f \sim e^{i\delta_0}$, $g, h \sim e^{i\delta_1}$, δ_0, δ_1 — фазы пп-рассеяния в s - и p -волнах соответственно. Распад $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ e^- \nu$ ($\Delta S = -\Delta Q$) содержит только вклад J_λ^V и фазу δ_1 . Интерпретация экспериментальных данных сильно зависит от фаз пп-рассеяния и вклада J_λ^V . Анализ K_{e4} амплитуд см. в 6.

Число наблюдаемых распадов	Литература
310 (K_{e4}^+)	1
208 (K_{e4}^+)	
15 ($K_{\mu 4}^+$)	3

ЛИТЕРАТУРА

1. M. Esten et al., Phys. Soc. Conf., London, 1967. (Беркли. Цит. по работе 6.)
2. B. Virge et al. (Беркли, пузырьковая камера. Цит. по работе 6, см. также Phys. Rev. B139, 1600 (1965); на части набранной статистики, наблюденно 69 случаев K_{e4}^+ распада, всего наблюденно $3 \cdot 10^6 K^+$ -распадов.)
3. V. Bisi et al., Phys. Lett. B25, 572, 1967 (ЦЕРН, пузырьковая камера; всего наблюденно 61400 распадов K^+ на три частицы).
4. D. Cline et al., Phys. Lett. 15, 293 (1965) (1 событие $K_{\mu 4}^+$).
5. D. Greiner et al., Phys. Rev. Lett. 13, 284 (1964) (1 событие $K_{\mu 4}^+$).
6. F. Behrens et al., Preprint, 1967. См. также Heidelberg, Conf. on Elem. Part. physics, September, 1967, Abstract of contributions.

Институт теоретической
и экспериментальной физики,
Москва

III

539.12

СОХРАНЕНИЕ ЛЕПТОНОВ, БАРИОНОВ И МАССА НЕЙТРИНО

Б. Поитекорво

Идея эксперимента	Экспериментальная методика	Результаты (уровень достоверности пределов—около 70%, если не отмечено особо)	Примечания
1. Сохранение лептонов			
$\nu_e \neq \bar{\nu}_e$; поиски безнейтринного двойного β -распада	Магнитные искровые камеры Полупроводниковый Ge-счетчик в качестве источника и детектора Масс-спектрометрический анализ Xe и Kr в минералах Te и Se известного возраста. T^A определяется из соотношения $\frac{1}{T^A} = \frac{1}{T_{eev}^A} + \frac{1}{T_{ce}^A}$	$T_{ce\nu\nu}^{Ca^{48}} > 3 \cdot 10^{19}$ лет ⁴ $T_{ee}^{Ca^{48}} > 1,6 \cdot 10^{21}$ лет ⁴ $T_{ee}^{Ge^{76}} > 3 \cdot 10^{20}$ лет ⁵ $T^{Te^{128}} \geq 3 \cdot 10^{22}$ лет ⁶ $T^{Te^{130}} =$ $= (8 \pm 0,6) \cdot 10^{20}$ лет ⁶ $T^{Te^{130}} =$ $= (3 \pm 0,4) \cdot 10^{20}$ лет ⁷ $T^{Te^{130}} =$ $= 6 \cdot 10^{20 \pm 0,3}$ лет ³ $T^{Se^{82}} =$ $= 6 \cdot 10^{19 \pm 0,3}$ лет ³	Теоретические периоды полураспада (лет) для процессов двойного β -распада ¹⁻³ $T_{ce\nu\nu}^{Ca^{48}} = 10^{21 \pm 2,5}$ $T_{ee}^{Ca^{48}} = 5 \cdot 10^{15 \pm 2}$ $T_{ee\nu\nu}^{Ge^{76}} = 10^{23 \pm 2,5}$ $T_{ee}^{Ge^{76}} = 8 \cdot 10^{16 \pm 2}$ $T_{ce\nu\nu}^{Te^{128}} = 10^{27 \pm 2,5}$ $T_{ee}^{Te^{128}} = 2 \cdot 10^{19 \pm 2}$ $T_{ce\nu\nu}^{Te^{130}} = 10^{22 \pm 2,5}$ $T_{ee}^{Te^{130}} = 2 \cdot 10^{16 \pm 2}$ $T_{ee\nu\nu}^{Se^{82}} = 10^{22 \pm 2,5}$ $T_{ee}^{Se^{82}} = 1 \cdot 10^{16 \pm 2}$
$\nu_\mu \neq \bar{\nu}_\mu$; исследование знака заряженных мюонов, рождающихся в соударениях с ядрами высокоэнергичных ν_μ : $\nu_\mu +$ $+ \begin{cases} n \rightarrow \mu^- + \dots \\ p \rightarrow \mu^+ + \dots \end{cases}$	Искровые камеры ⁸	$\sigma_{\mu^+} < 0,02 \sigma_{\mu^-}$ (~ 1000 нейтринных сбывтий)	«Безнейтринные» периоды рассчитаны в случае максимального нарушения закона сохранения лептонов для неполяризованных нейтрино Точность ограничивается тем, что в пучке ν_μ имеются примеси ν_μ

Продолжение

Идея эксперимента	Экспериментальная методика	Результаты (уровень достоверности пределов—около 70%, если не отмечено особо)	Примечания
<p>$\nu_\mu \neq \nu_e$; исследование типа заряженных лептонов, рождающихся в соударениях высокоэнергичных ν_μ с нейтронами:</p> $\nu_\mu + n \rightarrow$ $\rightarrow \begin{cases} \mu^- + \dots \\ e^- + \dots \end{cases}$ <p>$\nu_\mu \neq \nu_e$; поиски процесса</p> $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$	<p>Искровые камеры ⁸</p> <p>Пузырьковая камера ⁹</p> <p>Искровая камера ¹⁰</p>	<p>$\sigma_e = (0,011 \pm 0,010) \sigma_\mu$ (~ 5000 нейтринных событий), $\sigma_e < 0,01 \sigma_\mu$ (450 событий)</p> <p>$R =$ $= \frac{W(\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma)}{W(\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu)} <$ $< 2 \cdot 10^{-8}$ (уровень достоверности 90%)</p>	<p>Точность ограничивается тем, что в пучке ν_μ имеется примесь ν_e</p> <p>«Теоретическая величина» $R \sim \frac{\alpha}{2\pi} \varepsilon^2$, где ε — относительная амплитуда не сохраняющего μ-заряд взаимодействия</p>
2. Сохранение барионов			
<p>Поиски распада нуклона на высокоэнергичные частицы по каналам, разрешенным известными законами сохранения (кроме барионного и лептонного)</p>	<p>Регистрация частиц в системе из жидких спинтилляционных детекторов, помещенной на 3200 м под землей (162 м² стерад) ¹¹</p>	<p>Период полураспада нуклона: $T > 2 \cdot 10^{28}$ лет для «неблагоприятного» распада $p \rightarrow K^+ + \nu$ и $T > 8 \cdot 10^{29}$ лет для самого «благоприятного» распада $p \rightarrow \mu^+ + \gamma$</p>	<p>Этот результат относится к сохранению только барионного заряда, поскольку виртуальные переходы $n \rightarrow \bar{n}$, запрещенные только законом сохранения барионов, могли бы вызывать распад ядер с испусканием пионов ¹²</p>
3. Масса нейтрино			
<p>Масса ν_e; изучение β-спектра трития</p> <p>Масса ν_μ; измерение импульса мюона в $\pi^+ \rightarrow \mu^+$ распаде (остановившиеся пионы)</p>	<p>Электростатический интегральный спектрометр ¹³</p> <p>Магнитный спектрометр ¹⁴</p>	<p>$m_{\nu_e} < 250 \text{ эв}$</p> <p>$m_{\nu_\mu} < 1,2 \text{ Мэв}$</p>	<p>Более точное определение пионной массы существенно снизит верхний предел массы ν_μ; космологическая, но правдоподобная гипотеза ¹⁵ приводит к пределу массы ν_μ $m_{\nu_\mu} < 1000 \text{ эв}$</p>

ЛИТЕРАТУРА

1. S. P. Rosen, H. Primakoff, Alpha-, Beta-, Gamma-ray spectroscopy, vol. 2, Amsterdam: North-Holland Publ. Co., 1965, стр. 1499.
2. В. Назаренко, УФН **90**, 601 (1966).
3. T. Kirsten, W. Gentner, O. A. Schaeffer, Zs. Phys. **202**, 273 (1967).
4. R. Baldin, P. Gollon, I. Ullman, C. Wu, Phys. Lett. **B26**, 112 (1967).
5. E. Fiorini, A. Pullia, G. Bertolini, F. Cappellani, G. Restelli, Preprint, 1967.
6. N. Такаока, К. Огата, Zs. Naturforsch. **21**, 84 (1966).
7. Э. Герлинг, Ю. Шуклюков, Г. Ашкинадзе, Ядерная физика **6**, 311 (1967).
8. J. Bienlein et al., Phys. Lett. **13**, 80 (1964).
9. G. Bernardini, Report at the Int. Conf. on High Energy Phys. Dubna, 1964, vol. 2, стр. 48.
10. S. Parker, A. Anderson, C. Reu, Phys. Rev. **B133**, 768 (1964).
11. H. Gurr, W. Kropp, F. Reines, B. Meyer, Phys. Rev. **158**, 1321 (1967).
12. Л. Окунь, Семинар по CP -инвариантности, Москва, 1967.
13. D. Hamilton, P. Alford, L. Gross, Phys. Rev. **92**, 1521, 1953.
14. P. Booth, R. Johnson, E. Williams, J. Wormald, Phys. Lett. **B26**, 39 (1967).
15. С. Герштейн, Я. Зельдович, Письма ЖЭТФ **4**, 174 (1966).

539.12

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ
О НЕСОХРАНЕНИИ P -ЧЕТНОСТИ В ЯДЕРНЫХ СИЛАХ
(P -НЕЧЕТНЫЕ ЭФФЕКТЫ В СЛОЖНЫХ ЯДРАХ) ***

В. М. Лобаиов

Параметр смешивания ядерных состояний с разной четностью F определен согласно ¹.

**1. АСИММЕТРИЯ ИСПУСКАНИЯ γ -КВАНТОВ ПРИ ЗАХВАТЕ
ПОЛЯРИЗОВАННЫХ НЕЙТРОНОВ**

Реакция	Коэффициент асимметрии ($\times 10^4$) $a = 2FR$	Фактор усиления (теория) $2R$	$F = \frac{a_{\text{ЭКСП}}}{2R}$
$\text{Cd}^{113}(n, \gamma)\text{Cd}^{114}$ γ -переход $1^+ \rightarrow 0^+$. Слабое (n, p) -взаимодействие согласно ¹ для Cd^{113} дает $F \sim 5 \cdot 10^{-7}$	$-3,7 \pm 1,0$ ² $0,2 \pm 1,2$ ^{3*} $-2,5 \pm 2,2$ ⁴ $-3,8 \pm 1,2$ ⁵ $-3,7 \pm 0,7$ ^{5**}	$\sim 10^3$	$4 \cdot 10^{-7}$ ^{2,5}
$\text{H}^2(n, \gamma)\text{H}^3$	$0,28 \pm 1,55$ ³	~ 100	$< 2 \cdot 10^{-6}$

*) Результаты работы критиковались.
**) Суммарный результат работы ² и ⁵.

*) В каждой группе экспериментов не приведены данные, имеющие значительно худшую точность, чем остальные.

2. ЦИРКУЛЯРНАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ
 γ -КВАНТОВ, ИСПУСКАЕМЫХ
 НЕПОЛЯРИЗОВАННЫМИ ЯДРАМИ

Ядро	$P = 2FR$	$2R_{\text{теор}}$	$F = \frac{P_{\text{эксп}}}{2R}$
Ta ¹⁸¹ Lu ¹⁷⁵	$-(6 \pm 1) \cdot 10^{-6}$ 6 $(4 \pm 1) \cdot 10^{-5}$ 7	$-(15-150)$ 50—200	$(0,4 \div 4) \cdot 10^{-7}$ $(2 \div 8) \cdot 10^{-7}$

Слабое np -взаимодействие согласно ¹ для ядер $A \sim 150$ дает $F \sim (5 \div 8) \cdot 10^{-7}$.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ α -ПЕРЕХОДОВ,
 ЗАПРЕЩЕННЫХ ПО ЧЕТНОСТИ

В эксперименте определяется относительная ширина α -распада $\Gamma_\alpha/\Gamma_\gamma$ (где Γ_γ — полная ширина исследуемого уровня):

$$|F|^2 = \frac{\tilde{\Gamma}_\alpha}{\Gamma_\gamma} / \frac{\Gamma_{\alpha \text{ расч}}}{\Gamma_{\gamma \text{ расч}}}$$

$\Gamma_{\alpha \text{ расч}}$ определяется для примесного состояния (J^π), $\Gamma_{\gamma \text{ расч}}$ — для основного (J^π).

α -переход	$\tilde{\Gamma}_\alpha/\Gamma_\gamma$	$\frac{\Gamma_{\alpha \text{ расч}}}{\Gamma_{\gamma \text{ расч}}}$	$ F ^2$
α -переход $2^-(O^{16}) \rightarrow$ $\rightarrow \rightarrow O(C^{12})$	$2 \cdot 10^{-6}$ 8 $2,4 \cdot 10^{-5}$ 9 $1,4 \cdot 10^{-6}$ 10	10^6 $3 \cdot 10^6$ 10^5-10^6	$2 \cdot 10^{-12}$ $0,7 \cdot 10^{-11}$ $(1,4 \div 1,4) \cdot 10^{-12}$

Для O^{16} согласно ¹ слабое np -взаимодействие дает $|F|^2 \sim 1 \cdot 10^{-13}$.

Ленинградский физико-технический
 институт им. А. Ф. Иоффе АН СССР

ЛИТЕРАТУРА

1. F. C. Michel, Phys. Rev. **B133**, 329 (1964).
2. Ю. Г. Абов, П. А. Крупчицкий, Ю. А. Оратовский, Phys. Rev. Lett. **12**, 25 (1964).
3. M. Forte, O. Saavedra, EUR 3053e (1966).
4. E. Warming, F. Stecher-Rasmussen, W. Ratynski, J. Кореску, Phys. Lett. **B25**, 200 (1967).
5. Ю. Г. Абов, П. А. Крупчицкий, М. И. Булгаков, О. Н. Ермаков, И. Л. Карпихин, Препринт ИТЭФ № 568 (1967).
6. В. М. Лобашов, В. А. Назаренко, Л. Ф. Саенко, Л. М. Смотрецкий, Г. И. Харкевич, Phys. Lett. **B25**, 104 (1967).
7. В. М. Лобашов, В. А. Назаренко, Л. Ф. Саенко, Л. М. Смотрецкий, Г. И. Харкевич, Письма ЖЭТФ **3**, 268 (1966).
8. R. E. Segel, J. N. Olness, E. L. Sprengel, Phys. Rev. **123**, 1382 (1961).
9. D. E. Alburger, R. E. Pixley, D. H. Wilkinson, P. Donovan, Phys. Mag. **6**, 171 (1961).
10. W. Kaufmann, H. Wäffler, Nucl. Phys. **24**, 62 (1961).

ПРОВЕРКА $V-A$ -ВАРИАНТА В β -РАСПАДЕ ЯДЕР

Б. Г. Ерозолимский

1. ОТСУТСТВИЕ ПРИМЕСЕЙ S -, T - И P -ВАРИАНТОВ В ГАМИЛЬТониАне

Исследуемый процесс	Экспериментальные данные		Теоретическое значение ($V-A$ -вариант)	Максимальные вклады			Литература
	измеряемая величина	результат		$ C_T/C_A ^2$	$ C_S/C_V ^2$	$ C_P/C_A $	
Угловая корреляция нейтрино—электрон в распаде He^6 *)	Константа a корреляции $1 + a(v/c) \hat{p}_e \hat{p}_\nu$ ($\hat{p}_e \hat{p}_\nu$ — единичные векторы) ***)	$-0,319 \pm 0,028$ $-0,3351 \pm 0,0030$	$-1/3$	$< 0,05$ $< 0,006$			1 2
То же в распаде Ne^{23} *)	То же	$-0,33 \pm 0,03$	$-1/3$	$< 0,06$			3
То же в распаде Ar^{35} **)	» »	$+0,85 \pm 0,12$ $+0,97 \pm 0,14$	~ 1		$< 0,1$		5
Угловые корреляции в распаде поляризованного нейтрона	Константа A в корреляции $1 + A(v/c) \hat{\sigma} \hat{p}_e$. Константа B в корреляции $1 + B \hat{\sigma} \hat{p}_\nu$ ***) ($\hat{\sigma}$ — единичный вектор направления спина)	$A = -0,114 \pm 0,019$ $B = +0,88 \pm 0,15$		$< 0,1$	$< 0,1$		4
Распад Pg^{144}	Продольная поляризация и спектр электронов					< 5	6

*) Переход чистый гамов-теллеровский.
 **) Переход почти чистый фермиевский. Матричный элемент $M_{G-T} = 0,1 \pm 0,05$ для Ar^{35} , согласно данным Калаприса и др. ²⁹ (1965).
 ***) Согласно $V-A$ -теории для нейтрона $a = \frac{1 - |\lambda|^2}{1 + 3|\lambda|^2}$, $A = -2 \frac{|\lambda|^2 + \lambda}{1 + 3|\lambda|^2}$, $B = 2 \frac{|\lambda|^2 - \lambda}{1 + 3|\lambda|^2}$, где $\lambda = C_A/C_V$.
 (Следует отметить, что согласно работе Берени ²⁷ многочисленные данные об отношении вероятностей K -захвата и позитронного распада K/β^+ позволили установить, что предельное значение коэффициента при фирцевском члене $|b| < 0,014$.)

2. ОТНОШЕНИЕ ВЕКТОРНОЙ И АКСИАЛЬНОЙ КОНСТАНТ

Исследуемый процесс	Экспериментальные данные		Значение $\lambda = C_A/C_V = \lambda e^{i\theta}$		Литература
	измеряемая величина	результат	$ \lambda $	θ	
Распад нейтрона	Константа ev корреляции (см. табл. 1)	$-0,09 \pm 0,04$	$1,22 \pm 0,12$		7
Распад поляризованного нейтрона (угловые корреляции)	Константы корреляций A и B (см. табл. I)	Данные в табл. I	$1,25 \pm 0,05$		4
То же	Константа D тройной корреляции типа $1 + D(v/c) \hat{\sigma} [\hat{p}_e \hat{p}_\nu]^*$	$+0,04 \pm 0,05$		$175^\circ \pm 6^\circ$	4
		$+0,023 \pm 0,04$		$177^\circ \pm 5^\circ$	8
		$+0,007 \pm 0,013$		$179,1^\circ \pm 1,6^\circ$	9
Распад поляризованных ядер Ne^{19} (угловые корреляции)	Константа D	$+0,002 \pm 0,014$		$180,2^\circ \pm 1,6^\circ$	10
Сравнение $(f\tau)_n$ с $(f\tau)_{0^+ \rightarrow 0^+}$ **)	Период полураспада нейтрона	$11,7 \pm 0,3$ мин	$1,18 \pm 0,028$		11
		$10,8 \pm 0,15$ мин	$1,23 \pm 0,015$		12

*) Для $V-A$ -варианта $D = \frac{M_F M_{G-T}}{\sqrt{3}} \frac{2 \operatorname{Im} \lambda}{M_F^2 + M_{GT}^2 |\lambda|^2}$; M_F и M_{G-T} — матричные элементы.

***) $(f\tau)$ для $0^+ \rightarrow 0^+$ переходов принимается равным 3127 ± 77 сек, согласно данным из обзора Бхалла ¹⁹ (1966).

3. ПРОДОЛЬНАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В β -РАСПАДЕ
(приводится ввиду наличия экспериментальных данных, противоречащих теории)

	Характерные примеры				Примечание	
	ядро	$E_{\mu}, Mэв$	$\frac{ p }{v/c}$	литература		
Группа данных, подтверждающих теорию:	$P_{1^+ \rightarrow 0^+}^{32}$ (l -запрет)	0,2—0,5	$0,994 \pm 0,006$	17	Усреднение по всем результатам до 1963 г.	
			$1,00 \pm 0,01$			
а) $ p = v/c$	$P_{0^- \rightarrow 0^+}^{144}$	0,9—1,5	$1,01 \pm 0,02$	18 6	Аналогичные результаты получены с распадами B^{12} , Na^{22} , Ga^{68} , Sm^{153} , Tl^{204} с точностью 3—4%	
б) $ p < v/c$, но спектр соответственно искажен, что дает возможность объяснить положение ядерными эффектами	$Co_{5^+ \rightarrow 4^+}^{60}$	0,2 0,08 0,04	$0,99 \pm 0,03$	20	Аналогичные отличия обнаружены у Cd^{115} , Au^{199} , Bi^{240} и хорошо объясняются с учетом искажений спектров (см. 23 и 26)	
			$0,92 \pm 0,03$			
			$0,72 \pm 0,1$			
Группа данных, находящихся в противоречии с теорией	$P_{2^- \rightarrow 0^+}^{142}$	1,25 1,25 0,34	$0,934 \pm 0,015$	21	Анализ известных ядерных эффектов не приводит к объяснению столь сильных отличий 26	
			$0,94 \pm 0,015$	21		
			$0,91 \pm 0,03$	22		
	$Au_{2^- \rightarrow 2^+}^{198}$	0,34 0,145 0,090 0,060	0,94 \pm 0,03 0,80 \pm 0,05 0,71 \pm 0,07 0,56 \pm 0,06	23 24 25	Сильный спад поляризации в области $E_{\beta} < 0,25 Mэв$ не сопровождается никакими отклонениями в спектре (Назаренко 26)	
In^{114}	0,340 1,250 0,540	0,93 \pm 0,03 0,96 \pm 0,015 1,007 \pm 0,026	22	Очень важный случай, так как переход разрешенный. К сожалению, обнаруживаются противоречия в результатах разных авторов		
			21			
			28			

4. МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ ПОЛНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ НЕЙТРИНО
ДЛЯ МОДЕЛИ, В КОТОРОЙ ν И $\tilde{\nu}$ РАЗЛИЧАЮТСЯ ЗНАКОМ СПИРАЛЬНОСТИ

Исследуемый процесс	Экспериментальные данные		Максимальное значение параметра δ (*), характеризующего отклонение от 100%-ной поляризации ν	Литература
	измеряемая величина	результат		
Двойной β -распад	Период полураспада Ca^{48} (нижний предел)	$\gtrsim 2 \cdot 10^{20}$ лет $\gtrsim 1 \cdot 10^{21}$ лет	$< 0,05$ *) $< 0,02$ **)	13 14
Опыт Дэвиса	Поиски реакции $\tilde{\nu}_e + \text{Cl}^{37} \rightarrow \text{Ar}^{37} + e^-$	$\sigma_{\text{эксп}} \leq 0,9 \cdot 10^{-45} \text{ см}^2$	$< 0,12$ ***)	15 Расчет δ_{max} взят из работы 16

*) Параметр $\delta = \frac{\nu_{\text{прав}}}{\nu_{\text{лев}}}$, т. е. относительная величина примеси правовинтового нейтрино, или $\delta = \frac{\tilde{\nu}_{\text{лев}}}{\nu_{\text{прав}}}$, т. е. относительная величина примеси левовинтового антинейтрино.

**) Значение δ подсчитано по формуле $\delta = \sqrt{\frac{T_{\text{теор}} \text{ (верхний предел безнейтринного распада)}}{T_{\text{эксп}} \text{ (нижний предел)}}$.

***) $\delta = \frac{\sigma_{\text{эксп}}}{\sigma_{\text{теор}}}$, где $\sigma_{\text{теор}} \cong 7 \cdot 10^{-45} \text{ см}^2$ подсчитано для случая $\nu \equiv \tilde{\nu}$ ($\delta = 1$) с учетом возможного образования Ar^{37} в возбужденном состоянии 16.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. B. Vise, B. M. Rustad, Phys. Rev. **132**, 2573 (1963).
 2. C. H. Johnson, F. Pleasonton, T. A. Carlson, Bull. Amer. Phys. Soc. **8**, 333 (1963).
 3. T. A. Carlson, C. H. Johnson, F. Pleasonton, Phys. Rev. **132**, 2239 (1963).
 4. M. T. Burgu, V. E. Krohn, T. B. Novey, G. R. Ringo, V. L. Telegdi, Phys. Rev. **120**, 1829 (1960).
 5. J. S. Allen, Rev. Mod. Phys. **31**, 791 (1959).
 6. Von H. Daniel, S. A. A. Zaidi, Ann. Phys. (DDR) **17**, 33 (1966).
 7. В. К. Григорьев, А. П. Гришин, В. В. Владимирский, Е. С. Николаевский, Д. П. Жарков, Ядерная физика **6**, 329 (1967).
 8. J. Dierker, H. Wegener, Preprint, Heidelberg, M \ddot{a} az (1965). (цитируется по частному сообщению).
 9. Б. Г. Ерозолимский, Л. Н. Бондаренко, Ю. А. Мостовой, Б. А. Обиняков, В. П. Захарова, В. А. Титов, Ядерная физика **8**, вып. 1 (1968).
 10. F. P. Salaprice, E. D. Commins, H. M. Gibbs, G. L. Wick, Phys. Rev. Lett. **18** (21), 918 (1967).
 11. А. Н. Сосновский, П. Е. Сливак, Ю. А. Прокофьев, И. Е. Кутиков, Ю. Н. Добрынин, ЖЭТФ **35**, 1059 (1958).
 12. C. J. Christensen, A. Nielsen, A. Bahnsen, W. K. Brown, B. M. Rustad, Phys. Lett. **B26**, 11 (1967).
 13. E. der Mateosian, M. Goldhaber, Phys. Rev. **146**, 810 (1966).
 14. C. S. Wu, Int. Conf. Nuclear Structure, Tokio, September 1967.
 15. H. F. Davis, Bull. Amer. Phys. Soc. **4**, 217 (1959).
 16. А. А. Боровой, С. В. Лобода (частное сообщение).
 17. G. Schatz, H. Rebel, W. V \ddot{u} hring, Zs. Phys. **177**, 495 (1964).
 18. H. W \ddot{e} ninger, J. Stiewe, H. Muusz, H. Leutz, Nucl. Phys. **A96**, 177 (1967).
 19. C. P. Bhalla, Phys. Lett. **19**, 691 (1966).
 20. J. Van Klinken, Nucl. Phys. **75**, 145 (1966).
 21. Д. М. Каминкер, В. М. Лобашов, В. А. Назаренко, Л. Ф. Саенко, Г. И. Харкевич, А. И. Егоров, ЖЭТФ **47**, 1668 (1964).
 22. P. E. Spivak, L. A. Mikaelyan, I. E. Kutikov, V. F. Aralin, Nucl. Phys. **23**, 169 (1961).
 23. А. И. Алиханов, Слабые взаимодействия. М., Физматгиз, 1960.
 24. J. Van Klinken, Nucl. Phys. **58**, 283 (1964).
 25. Р. О. Авакян, Г. Л. Баятян, М. Е. Вишневский, Е. В. Пушкин, ЖЭТФ, **41**, 681 (1961).
 26. В. А. Назаренко, Диссертация (ИТЭФ, 1966).
 27. D. Verenyi, Nucl. Phys., **48**, 121 (1963).
 28. R. L \ddot{o} hken, H. Rebel, Zs. Phys. **194**, 234 (1966).
 29. F. P. Salaprice, E. D. Commins, D. A. Dobson, Phys. Rev. **B137**, 1453 (1965).
-