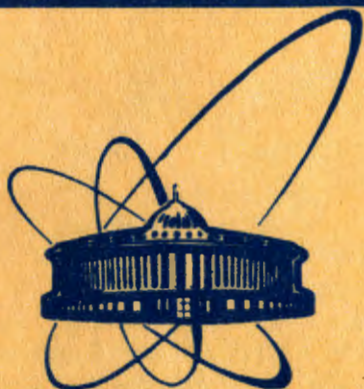


84-232



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

C324.18+C324.1B

P2-84-232

3126/84

В.Н.Первушин, Н.А.Сариков

НЕЛЕПТОННЫЕ РАСПАДЫ
ОЧАРОВАННЫХ БАРИОНОВ
В КИРАЛЬНОЙ ТЕОРИИ
(учет барионных полюсов)

1984

ВВЕДЕНИЕ

В работе ^{/1/} метод феноменологических киральных лагранжианов ^{/2/} был применен для описания нелептонных распадов странных и очарованных барионов в борновском приближении. Лагранжиан слабого взаимодействия выбран в форме "ток x ток" и строго удовлетворяющим, в идеальном случае $\theta_C = 0$ / θ_C - угол Кабиббо/, правилам отбора $\Delta T = 1/2$, $\Delta S = 1$ для странных и $\Delta T = 1$, $\Delta S = \Delta C = 1$ для очарованных барионов. Токи определены как нелинейные реализации $SU_3 \times SU_3$ и $SU_4 \times SU_4$ киральных групп ^{/2,3/}. Результаты показали, что значения матричных элементов S-волновой /четность нарушающей/ части слабого лагранжиана /в рамках точности метода - 20%/ согласуются с экспериментальными данными. Для P-волновой /четность сохраняющей/ части наблюдается резкое разногласие с экспериментальными результатами. Заметим, что стандартная алгебра токов, совместно с ЧСАТ, в мягкопионном приближении также не описывает P-волны ^{/4/}, и для решения проблемы производят различные модификации теории ^{/5/}.

В ^{/6/} доказано, что в пределе точной SU_3 -симметрии P-волновая амплитуда распада гиперона с образованием безмассового пиона редуцируется /4-импульс пиона $q_\pi \rightarrow 0$ / к барионному полюсному члену /обобщение теоремы Адлера для физики пионов низких энергий/. При этом S-волновая амплитуда обращается в нуль. Поэтому можно надеяться, что учет вклада барионных полюсных диаграмм приводит для амплитуд P-волн к значениям, более близким к экспериментальным. Действительно, в ^{/7/} показано, что путем феноменологического учета барионного полюсного вклада можно описать экспериментальные результаты по нелептонным распадам гиперонов. В этой работе слабые барион-барионные переходы объясняются взаимодействием между кварками, входящими в слабые токи, и кварками, составляющими барионы.

Барионные полюсные диаграммы в кварковой модели мешков рассматривались в ^{/8/}.

В настоящей работе построен феноменологический киральный лагранжиан, описывающий слабые барион-барионные переходы, которые ведут к полюсным вкладам в амплитуды нелептонных распадов очарованных барионов. В разделе 2 рассматривается феноменология учета полюсных вкладов в нелептонных распадах гиперонов. Раздел 3 посвящен распадам очарованных барионов.

2. ВКЛАД БАРИОННЫХ ДИАГРАММ
В БОРНОВСКИЕ АМПЛИТУДЫ РАСПАДОВ ГИПЕРОНОВ

Феноменологический лагранжиан одночастичного перехода между барионами, удовлетворяющий CP-симметрии и правилам отбора $\Delta T = 1/2$, $\Delta S = 1$, имеет вид^{/8/}:

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_{\text{ВВ}'}^{\Delta T=1/2, \Delta S=1} &= D \text{Tr}(\{B, \bar{B}\} \lambda_6) + F \text{Tr}(\{B, \bar{B}\} \lambda_6) = \\ &= \frac{3F-D}{\sqrt{6}} \bar{\Lambda}^0 \Xi^0 - \frac{3F+D}{\sqrt{6}} \bar{\Sigma}^+ \Lambda^0 + (D-F) (\bar{p} \Sigma^+ - \frac{1}{\sqrt{2}} \bar{n} \Sigma^0) - \\ &- (D+F) (\bar{\Sigma}^- \Xi^- + \frac{1}{\sqrt{2}} \bar{\Sigma}^0 \Xi^0), \end{aligned} \quad /1/$$

где λ_6 - матрица Гелл-Манна, D и F - феноменологические параметры, соответствующие D- и F-связям. В "идеальном" случае^{/8/}

$$D/F = -1. \quad /2/$$

В таблице 1 приведены значения полюсного вклада и полной амплитуды P-волны при выборе

$$F = -0,37 \text{ ГэВ}. \quad /3/$$

Путем подбора отношения /2/ и с учетом вкладов других полюсов /K, K* и т.п./ можно добиться хорошего согласия теории с экспериментом^{/9/}. Знаки экспериментальных значений амплитуд, приведены

Таблица 1

P-волновые амплитуды нелептонных распадов гиперонов без учета и с учетом вклада барионных полюсов

Моды распадов	Амплитуда без учета вклада барионных полюсов /1/	Амплитуда с учетом вклада барионных полюсов	Эксперимент /9/
$\Lambda^0 \rightarrow p \pi^-$	8,90	11,05	$9,98 \pm 0,24$
$\Lambda^0 \rightarrow n \pi^0$	-6,69	-8,22	$-7,14 \pm 0,56$
$\Sigma^+ \rightarrow p \pi^0$	3,41	16,34	$12,04 \pm 0,58$
$\Sigma^+ \rightarrow n \pi^+$	0	20,0	$19,07 \pm 0,07$
$\Sigma^- \rightarrow n \pi^-$	-4,57	-3,49	$-0,65 \pm 0,07$
$\Xi^0 \rightarrow \Lambda^0 \pi^0$	2,38	-11,34	$-5,56 \pm 0,33$
$\Xi^- \rightarrow \Lambda^0 \pi^-$	2,09	-17,31	$-7,49 \pm 0,28$

ных в табл.1, выбраны в соответствии с правилами сумм:

$$\sqrt{2} V(\Sigma^+ \rightarrow p \pi^0) + V(\Sigma^- \rightarrow n \pi^-) = V(\Sigma^+ \rightarrow n \pi^+)$$

$$V(\Lambda^0 \rightarrow p \pi^-) / V(\Lambda^0 \rightarrow n \pi^0) = -\sqrt{2}$$

$$V(\Xi^- \rightarrow \Lambda^0 \pi^-) / V(\Xi^0 \rightarrow \Lambda^0 \pi^0) = \sqrt{2}$$

$$2V(\Xi^- \rightarrow \Lambda^0 \pi^-) - V(\Lambda^0 \rightarrow p \pi^-) = -\sqrt{3} V(\Sigma^+ \rightarrow p \pi^0).$$

Кроме того, будем считать, что $V(\Lambda^0 \rightarrow p \pi^-) > 0$, где V - P-волновая амплитуда, нормировка которой имеет вид^{/9/}: $G_m^2 \bar{u}(B \gamma_5) u / G$ - константа Ферми/.

3. ОДНОЧАСТИЧНЫЕ ПЕРЕХОДЫ ДЛЯ ОЧАРОВАННЫХ БАРИОНОВ

Построим феноменологический лагранжиан, описывающий одночастичные переходы между барионами в соответствии с правилами отбора 20-плетной доминантности

$$\Delta T = \Delta S = \Delta C = 1, \quad /4/$$

согласно которой лагранжиан $\mathcal{L}_{\text{ВВ}'}^{\text{P}}$ должен трансформироваться как антисимметричный тензор $T_{[i,j]}^{[l,k]}$, причем

$$T_{[l,k]}^{[i,j]} = 0. \quad /5/$$

Выберем $T_{[l,k]}^{[i,j]}$ в простейшем виде:

$$\begin{aligned} T_{[l,k]}^{[i,j]} &= (\lambda_1 + i\lambda_2)_l^i (\lambda_{13} + i\lambda_{14})_k^j + (\lambda_1 + i\lambda_2)_k^j (\lambda_{13} + i\lambda_{14})_l^i - \\ &- (\lambda_1 + i\lambda_2)_k^i (\lambda_{13} + i\lambda_{14})_l^j - (\lambda_1 + i\lambda_2)_l^j (\lambda_{13} + i\lambda_{14})_k^i - \\ &- (\lambda_6 - i\lambda_7)_l^i (\lambda_9 + i\lambda_{10})_k^j - (\lambda_6 - i\lambda_7)_k^j (\lambda_9 + i\lambda_{10})_l^i + \\ &+ (\lambda_6 - i\lambda_7)_k^i (\lambda_9 + i\lambda_{10})_l^j + (\lambda_6 - i\lambda_7)_l^j (\lambda_9 + i\lambda_{10})_k^i. \end{aligned} \quad /6/$$

В фундаментальном представлении группы SU_4 /6/ является единственным.

Из полей октета барионов $B_i^{[j,k]}$ и тензора $T_{[l,k]}^{[i,j]}$ можно построить следующие величины, симметричные относительно SU_4 группы и CP-преобразования:

$$1/ (\bar{B}_{[n j]}^k B_i^{[n l]} + \text{э.с.}) T_{[k, l]}^{[i, j]},$$

$$2/ (\bar{B}_{[n i]}^l B_j^{[n k]} + \text{э.с.}) T_{[k, l]}^{[i, j]},$$

$$3/ (\bar{B}_{[i,j]}^k B_n^{[n\ell]} + \text{э.с.}) T_{[k,\ell]}^{[i,j]}, \quad /7/$$

$$4/ (\bar{B}_{[i,j]}^\ell B_n^{[n,k]} + \text{э.с.}) T_{[k,\ell]}^{[i,j]}.$$

Воспользуемся соотношением

$$B_i^{[j,k]} = \frac{1}{2} \epsilon^{jklm} B_{i[l,m]} \quad /8/$$

где $B_{i[l,m]}$ удовлетворяет тождеству Якоби

$$B_{i[l,m]} + B_{l[m,i]} + B_{m[i,\ell]} = 0. \quad /9/$$

С учетом /5/, /8/ и /9/ величины /7/ приводятся к двум независимым величинам, линейная комбинация которых определяет $\mathcal{L}_{\text{ВВ}'}$

$$\mathcal{L}_{\text{ВВ}'} = x \bar{B}_{[n,j]}^k B_i^{[n,\ell]} + y (\bar{B}_{[n,j]}^\ell B_i^{[n,k]} + \bar{B}_{[n,i]}^k B_j^{[n,\ell]}) T_{[k,\ell]}^{[i,j]}, \quad /10/$$

где x и y - неопределенные параметры. Если /10/ расписать через компоненты барионных полей, то он будет зависеть только от одного параметра, т.е.

$$\mathcal{L}_{\text{ВВ}'} = z \left[\frac{3}{\sqrt{6}} (\bar{\Xi}^0 \Lambda^0 - \bar{\Lambda}^0 \Sigma_c^0) - \frac{1}{\sqrt{2}} (\bar{\Xi}^0 \Sigma_c^0 + \bar{\Sigma}^0 \Sigma_c^0 - \bar{\Sigma}^+ \Sigma_c^+) \right] + \frac{1}{\sqrt{6}} (\bar{\Sigma}^+ \Lambda_c^+ + 2\bar{\Lambda}^+ \Sigma_d^+), \quad /11/$$

где $z = 2(x - 2y)$, -параметр, который фиксируется из эксперимента.

Амплитуды борновского и полюсного членов приведены в табл.2. Там же представлены численные оценки амплитуд и вероятностей распадов, соответствующие выбору $z = 1$ ГэВ. Для получения численных результатов использованы значения масс очарованных барионов, полученных в работе /3/ /за исключением для Λ_c^+ /. В выражения полюсных вкладов входят c_i , которые имеют вид:

$$\begin{aligned} c_1 &= c_0 \frac{z}{\sqrt{6}} / (M_{\Lambda_c^+} - M_{\Sigma^+}), & c_5 &= c_0 \frac{z}{\sqrt{2}} / (M_{\Sigma_c^+} - M_{\Sigma^+}), \\ c_2 &= c_0 \frac{3z}{\sqrt{6}} / (M_{\Lambda^0} - M_{\Xi^0}), & c_6 &= -c_0 \frac{3z}{\sqrt{6}} / (M_{\Sigma_c^0} - M_{\Lambda^0}), \\ c_3 &= -c_0 \frac{z}{\sqrt{2}} / (M_{\Sigma_e^0} - M_{\Sigma^0}), & c_0 &= \sqrt{2} g_A \frac{M_\pi}{F_\pi} = 51,69. \\ c_4 &= -c_0 \frac{z}{\sqrt{2}} / (M_{S^0} - M_{\Xi^0}), \end{aligned}$$

P-волновые амплитуды и вероятности распадов очарованных барионов с учетом барионных полюсных вкладов. Численные оценки произведены при $z = 1$ ГэВ

Моды распадов	Выражения для вкладов барионных полюсов	P-волновая амплитуда без барионного полюса /I/	P-волновая амплитуда с учетом барионного полюса	Вероятности в ед. 10^{11} с^{-1}
$\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda^0 \pi^+$	$c_1 2\alpha/\sqrt{6}$	-11,39	24,9	57,1
$\Lambda_c^+ \rightarrow \Sigma^0 \pi^+$	$c_1 \sqrt{2}(\alpha-1)$	0,	6,6	2,2
$\Lambda_c^+ \rightarrow \Sigma^+ \pi^0$	$-c_1 \sqrt{2}(\alpha-1)$	0,	-6,6	2,4
$\Lambda_c^+ \rightarrow \Sigma^+ \eta$	$c_1 [2\alpha/\sqrt{6} - (6-10\alpha)/3\sqrt{6}]$	0,	12,4	0,3
$\Lambda_c^+ \rightarrow \Xi^0 K^+$	c_1	0,	61,2	6,4
$\Lambda_c^+ \rightarrow p \bar{K}^0$	$c_1 (2\alpha-1)$	-20,05	-13,5	1,6
$\Lambda^0 \rightarrow \Xi^- \pi^+$	$c_2 (1-2\alpha)$	15,45	-2,8	22,1
$\Lambda^0 \rightarrow \Xi^0 \pi^0$	$\frac{c_2}{\sqrt{2}} (2 - \frac{11}{3}\alpha) - \frac{c_4}{\sqrt{6}} \alpha$	0,	-9,6	4,4
$\Lambda^0 \rightarrow \Xi^0 \eta$	$(\frac{c_2}{\sqrt{6}})(\frac{11}{3}\alpha - 4) + (\frac{c_4}{\sqrt{2}})\alpha$	0,	-47,7	4,5
$\Lambda^0 \rightarrow \Sigma^+ K^-$	$c_2 - \frac{c_1}{3}(2-3\alpha) - (1-\alpha)c_5/\sqrt{3}$	0,	48,9	9,9
$\Lambda^0 \rightarrow \Sigma^0 \bar{K}^0$	$-c_2/\sqrt{2} - 2c_3/\sqrt{6}$	12,67	-2,2	0,1
$\Lambda^0 \rightarrow \Lambda^0 \bar{K}^0$	$c_2(3-4\alpha)/\sqrt{6} - 2c_6/\sqrt{6}$	6,38	52,3	14,1
$\Lambda^+ \rightarrow \Sigma^+ \bar{K}^0$	$-\frac{c_1}{6}(10\alpha-6) - c_5/\sqrt{3}$	-22,60	-41,7	7,1
$\Lambda^+ \rightarrow \Xi^0 \pi^+$	0	15,36	15,4	31,8
$\Sigma^+ \rightarrow \Xi^0 \bar{K}^0$	$2 \frac{c_2}{\sqrt{6}} - c_4 \sqrt{2} (1-\alpha)$	-9,78	47,8	11,1

4. ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрен вклад барионных полюсных диаграмм в P-волновые амплитуды нелептонных распадов очарованных барионов в рамках киральной теории. Эффективный лагранжиан взаимодействия между обычными и очарованными барионами, удовлетворяющий правилам отбора нелептонных распадов очарованных барионов, построен по аналогии с распадами гиперонов. Такой лагранжиан содержит единственный феноменологический параметр, который, как и в случае гиперонных распадов, фиксируется из эксперимента. Например,

если выбрать $\alpha = 1$ ГэВ, то теоретическое значение ширины распада $\Lambda_c^+ \rightarrow p \bar{K}^0$ будет совпадать с экспериментальным $^{10/}$, равным $1,0 \pm_{-0,78}^{0,86} \text{ с}^{-1}$. Численные оценки для амплитуд распадов /табл.2/ приведены для значения $\alpha = 1$ ГэВ. В действительности эти числа являются приближенными, т.к. при оценке амплитуд полюсных диаграмм использованы приближенные значения масс для очарованных барионов. Поэтому при оценке точности полученных результатов помимо предела точности метода феноменологических лагранжианов для очарованных барионов /порядка 40%/ надо учитывать ошибки, происходящие за счет неопределенности масс.

Авторы выражают благодарность С.А.Бунятову за постоянный интерес к работе, Д.Эберту и В.Каллису за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калиновский Ю.Л., Первушин В.Н., Сариков Н.А. ОИЯИ, Р2-83-100, 1983.
2. Волков М.К., Первушин В.Н. Существенно нелинейные квантовые теории, динамические симметрии и физика мезонов. "Атомиздат", М., 1978.
3. Ebert D. Nuovo Cim.A, 1979, 54, p.399.
4. Suzuki M. Phys.Rev.Letters, 1965, 15, p.986; Sugawara H. Phys.Rev.Lett., 1965, 15, p.870; Brown L.S., Sommersfield C.H. Phys.Rev.Lett., 1966, 16, p.751.
5. Itzykson C., Jacob M. Nuovo Cim.A, 1967, 48, p.655.
6. Badier S., Bouchiat C. Phys.Lett., 1966, 20, p.529.
7. Gronau M. Phys.Rev.D, 1972, 5, p.118.
8. Ebert D., Kallies W. JINR, E2-83-863, Dubna, 1983.
9. Lee B.W. Phys.Rev., 1968, 170, p.1359.
10. Review of Particle Properties. CERN, 1982.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
D11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
D4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
D2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
D10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
D1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
D1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
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.
D2,4-83-179	Труды XV Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Дубна, 1982.	4 р. 80 к.
	Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/	11 р. 40 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.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 апреля 1984 года

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

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Первушин В.Н., Сариков Н.А. P2-84-232
Нелептонные распады очарованных барионов
в киральной теории /учет барионных полюсов/

Построен феноменологический киральный лагранжиан, описывающий слабые барион-барионные переходы, которые ведут к полюсным вкладам в амплитуды нелептонных распадов барионов. Показано что учет полюсных вкладов удовлетворительно описывает P-волновые /четность сохраняющие/ амплитуды распадов странных барионов. Вычислены P-волновые амплитуды распадов очарованных барионов.

Работа выполнена в Лаборатории теоретической физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Pervushin V.N., Sarikov N.A. P2-84-232
Nonleptonic Decays of Baryons
in Chiral Theory /Inclusion of Baryon Poles/

The phenomenological chiral Lagrangian for weak strange and charmed baryon-baryon transitions are constructed.

It is shown that the inclusion of pole contributions satisfactorily describe P-wave /parity-conserving/ amplitudes of nonleptonic strange and charmed baryon decays.

The investigation had been performed at the Laboratory of Theoretical Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984