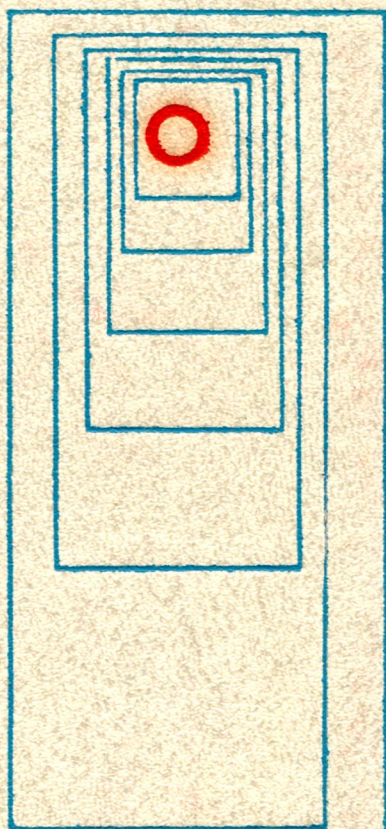

СЛАБЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ



24

СЛАБЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Под редакцией
М. К. ГАЙАР и М. НИКОЛИЧА

Перевод с английского А. Э. АСРАТЯНА
под редакцией В. С. КАФТАНОВА



МОСКВА ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ 1984

УДК 539.128.417

Слабые взаимодействия/Ж.-М. Гайар, М. К. Гайар, Д. Хайдт и др.; Под ред. М. К. Гайар и М. Николича: Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1984. 400 с.

Подробно и последовательно изложены современные представления о слабых взаимодействиях элементарных частиц. Большое внимание уделено кварк-партонной модели, поведению слабых амплитуд при высоких энергиях и единым перенормируемым схемам типа модели Вайнберг—Салама.

Для научных работников. Может быть полезна для студентов старших курсов.

Табл. 24. Ил. 89. Библиогр. 476

Рецензент С. М. Биленький

WEAK INTERACTIONS

Contributors

Jean-Marc Gaillard
Mary K. Gaillard
Dieter Haidt
Louis Jauneau
Otto Nachtmann
Herbert Pietschmann
Francois Vannucci

Edited by

M. K. Gaillard
M. Nikolic

Institut National de Physique Nucléaire et de Physique
des Particules. Париж, 1977.

С 1704070000—296
051(01)—84 259—83 Перевод на русский язык, предисловие переводчика

© Энергоатомиздат, 1984

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие переводчика	3
Предисловие редактора проекта ТЕРР	4
Предисловие редактора	5
Глава 1. Историческое введение: от β-радиоактивности до $V-A$-теории	7
1. Первоначальная теория β -радиоактивности	7
1.1. Теория Ферми	7
1.2. Переходы Ферми и Гамова — Теллера	9
1.3. Общий вид слабого гамильтониана	10
1.4. Электрон-нейтринная угловая корреляция	12
1.5. Запрещенные переходы	13
1.6. Универсальное взаимодействие Ферми	13
2. Открытие нарушения четности	15
2.1. Загадка $\tau-\theta$	15
2.2. Эксперимент с ядром ^{60}Co	15
2.3. Распадная последовательность $\pi \rightarrow \mu \rightarrow e$	16
2.4. Общая структура гамильтониана слабого взаимодействия с нарушением четности	17
2.5. Измерение поляризации электрона в ядерном β -распаде	19
2.6. Определение спиральности нейтрино	20
2.7. Структура слабой нуклонной связи	21
3. Дальнейшие события	22
3.1. Двухкомпонентная теория нейтрино	22
3.2. Взаимодействие в форме $V-A$	23
3.3. Ток-токовая структура слабого взаимодействия	24
3.4. Нейтринные взаимодействия и сохранение лептонов	24
3.5. Два типа нейтрино	25
3.6. Классификация слабых процессов	26
3.6.1. Лептонные процессы	26
3.6.2. Полулептонные процессы	26
3.6.3. Нелептонные процессы	27
3.7. Правила отбора по изоспину	27
3.7.1. Полулептонные процессы	27
3.7.2. Нелептонные переходы	28
3.8. Формулировка универсальности в схеме Кабиббо	29
3.9. Нейтральные каоны и обнаружение несохранения CP	29
3.10. Гипотеза промежуточного векторного бозона	31
3.11. Переходы высших порядков и проблема перенормировки	32
Упражнения	32
Список литературы	33
Глава 2. Лептонные взаимодействия	34
1. Распад мюона	34
1.1. Введение и кинематика процессов	34
1.2. Спектр электронов	36
1.3. Полная вероятность распада мюона	38
1.4. Распад поляризованного мюона	39

3.2.2. Интерференция в пучке нейтральных каонов	204
3.3. Распад $K^0_L \rightarrow 2\pi^0$	205
4. Поиск распадов $K^0_S \rightarrow 3\pi$	208
5. Несохранение T в распадах нейтральных каонов	210
6. Нарушение CP при условии сохранения CPT	214
6.1. Феноменологический анализ	214
6.2. Зарядовая асимметрия в лептонных распадах K^0_L	215
6.3. Сравнение с теорией	216
7. Заключение	217
Приложение 1. Формализм Вайскопфа — Вигнера для описания системы $K^0 - \bar{K}^0$	217
Приложение 2. Распады нейтральных каонов после регенератора	220
Приложение 3. Модели нарушения CP	225
Список литературы	226
Глава 6. Взаимодействия нейтрино с адронами	228
1. Введение	228
2. Лагранжиан взаимодействия и общая теорема	230
3. Квазиупругое рассеяние	234
3.1. Принципы инвариантности	234
3.1.1. Лоренц-инвариантность	234
3.1.2. Зарядовая симметрия, обращение времени, токи второго рода	235
3.1.3. Гипотезы СВТ и ЧСАТ	236
3.2. Аналитические свойства форм-факторов	239
3.3. Экспериментальные результаты	241
4. Рождение резонансов	242
4.1. Общие замечания	242
4.2. Простая модель изобары	245
4.2.1. Описание частиц со спином $1/2$ и $3/2$	245
4.2.2. Константы связи	245
4.2.3. Сравнение с экспериментальными данными	248
5. Проверка СВТ и ЧСАТ	250
5.1. Приближение нулевой массы мюона	250
5.2. Проверка СВТ	252
5.3. Проверка ЧСАТ	253
6. Правила сумм Адлера — Вайсбергера и Адлера	255
6.1. Общие замечания	255
6.2. Соотношение Адлера — Вайсбергера	257
6.3. Нейтринное правило сумм Адлера	261
7. Глубоконеупругие взаимодействия нейтрино и партонная модель	265
7.1. Общие замечания, кинематика	265
7.1.1. Кинематика рассеяния электрона на нуклоне	265
7.1.2. Кинематика рассеяния нейтрино на нуклоне	269
7.2. Скейлинговое поведение и партонная модель	271
7.2.1. Экспериментальные данные о скейлинговом поведении	271
7.2.2. Партонная модель	273
7.2.3. Спин заряженных партонов	276
7.2.4. Обоснование партонной модели	277
7.3. Кварк-партонная модель	279
7.3.1. Правила сумм и неравенства кварк-партонной модели	280
7.3.2. Экспериментальная проверка кварк-партонной модели	282
7.4. Другие партонные модели	288
7.5. Заключение и дальнейшие перспективы	290
Упражнения	291
Решения к упражнениям	294
Список литературы	305
Глава 7. Поведение слабых взаимодействий при высоких энергиях и перенормируемые теории	307

1. Введение	307
2. Еще раз о нейтринных процессах	308
3. Унитарный предел	311
4. Эффекты, связанные с промежуточным векторным бозоном	313
5. Рождение и распад промежуточного бозона	318
5.1. Рождение промежуточного бозона	318
5.2. Двухчастичные распады W	321
5.3. Полная адронная распадная ширина W -бозона	323
6. Слабый нейтральный ток	325
6.1. Феноменология	325
6.2. Изоспиновые свойства нейтрального тока	329
6.3. Глубококонепругие процессы с участием нейтральных токов	331
7. Единые модели слабых и электромагнитных взаимодействий	334
7.1. Механизм Хиггса	334
7.2. Модель Салама — Вайнберга	337
7.3. Проблема включения в схему адронов	345
7.4. Схема Глэшоу — Илиопулоса — Майани	347
7.5. Перенормировка и проблема треугольных аномалий	351
7.6. Альтернативные модели	352
Упражнения	353
Список литературы	355
Приложение. Введение в алгебру токов	357
1. Обзор симметрии $SU(2)$ и $SU(3)$	357
1.1. Общие понятия	357
1.2. Изоспиновая симметрия	359
1.3. Симметрия $SU(3)$	363
1.3.1. Свойства группы $SU(3)$	363
1.3.2. Связь Q и Y с генераторами $SU(3)$	365
1.3.3. Представления $SU(3)$, произведение представлений	366
1.3.4. Связь между генераторами регулярного представления и структурными константами	369
1.3.5. Физическая реализация представлений $SU(3)$	370
1.3.6. Октетная матрица	371
1.3.7. Мезон-барионная связь	373
1.3.8. Алгебра Ли	376
2. Токи	376
2.1. Изоспиновые токи и токи $SU(3)$	376
2.2. Теорема Нетер	378
2.3. Кварковые токи	380
2.4. Формулировка универсальности в схеме Кабиббо	382
3. Алгебра токов	383
3.1. Зачем нужна алгебра токов	383
3.2. Коммутаторы временных компонент токов	384
3.3. Эффекты нарушения симметрии	385
3.4. Аксиально-векторные токи	386
3.5. Алгебра $SU(3) \otimes SU(3)$	387
3.6. Коммутаторы с участием пространственных компонент токов. Швингеровские члены	388
3.7. Универсальность и алгебра токов	390
3.8. Первое приложение алгебры токов	392
Список литературы	394