

представление $D^{(20)}$. [Мы воспользовались формулой (11.6), связывающей значения λ и μ со значениями M_T и Y старшего вектора.] Комбинации величин T и Y , соответствующие представлению $D^{(20)}$, приведены во второй строке таблицы. Можно убедиться, что оставшиеся базисные векторы в точности соответствуют представлению $D^{(01)}$. Таким образом, мы приходим к заключению, что

$$D^{(10)} \otimes D^{(10)} = D^{(20)} \oplus D^{(01)}.$$

Аналогично табл. 11.2, б иллюстрирует разложение

$$D^{(10)} \otimes D^{(01)} = D^{(11)} \oplus D^{(00)}.$$

Точно так же, как и в первом случае, можно показать, что $D^{(11)} \otimes D^{(11)} = D^{(22)} \oplus D^{(03)} \oplus D^{(30)} \oplus 2D^{(11)} \oplus D^{(00)}$. (11.11)

Формула (11.11) пригодится нам в дальнейшем. Здесь же она показывает, что группа SU_3 не является «просто приводимой» (см. определение в гл. 4, § 17): в разложение (11.11) представление $D^{(11)}$ входит дважды. В заключение отметим, что все вышеперечисленные результаты можно получить из общего правила для разложения произведения представлений группы U_N на неприводимые (т. 2, гл. 18, § 5).

§ 7. КЛАССИФИКАЦИЯ АДРОНОВ ПО SU_3 -МУЛЬТИПЛЕТАМ

Кратко ознакомившись с неприводимыми представлениями группы SU_3 , обратимся снова к элементарным частицам (табл. 11.1) и покажем, что адроны можно сгруппировать в SU_3 -мультиплеты. Мы отождествим T -спиновую подгруппу группы SU_3 с группой изоспиновой симметрии SU_2 , а инфинитезимальный оператор Y с оператором гиперзаряда. Таким образом, SU_3 есть расширение изоспиновой группы, включающее группу U_1 , соответствующую гиперзаряду.

Первые восемь барионов из табл. 11.1 имеют спин $1/2$. Имея это по этой причине мы поместили Ξ перед Δ , хотя масса Ξ -частиц немного больше.) Если мы теперь посмотрим внимательнее на значения T и Y этих восьми частиц, то убедимся, что они в точности такие же, как и значения соответствующих операторов на базисных векторах пространства представления $D^{(11)}$ группы SU_3 (рис. 11.6 и

11.7). Кроме того, остальные десять барионов из табл. 11.1 со спином $\frac{3}{2}$ обладают набором величин T и Y , соответствующим представлению $D^{(30)}$, изображенному на диаграмме рис. 11.6. Точно так же мезоны из табл. 11.1 группируются в представление $D^{(11)}$ группы SU_3 . На рис. 11.8

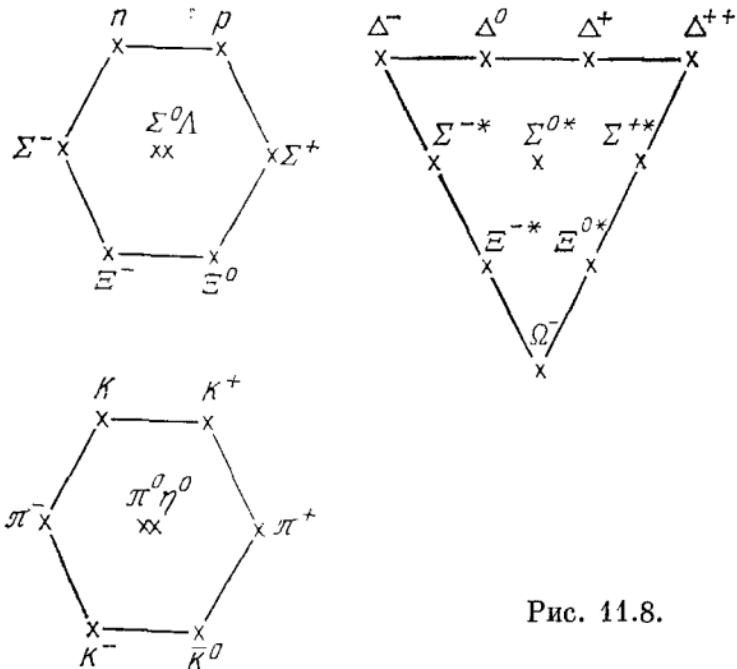


Рис. 11.8.

показано положение частиц на соответствующих весовых диаграммах. Представления $D^{(11)}$ и $D^{(30)}$ обычно называют октетом и декуплетом, так как их размерность равна восьми и десяти.

То, как адроны группируются в SU_3 -мультиплеты, показывает, что группа SU_3 , по-видимому, имеет некий физический смысл. Мы уже видели в предыдущей главе, что сильное взаимодействие инвариантно по отношению к изоспиновой группе SU_2 — подгруппе группы SU_3 . Далее, так как сильное взаимодействие сохраняет гиперзаряд Y , группой симметрии является большая подгруппа SU_3 , а именно $SU_2 \times U_1$ (гл. 11, § 5). (Здесь Y — инфинитезимальный оператор группы U_1 .) Неприводимые представления этой подгруппы задаются парами величин T и Y , соответствующих группам SU_2 и U_1 . Принимая во внимание то, насколько хорошо адроны группируются в SU_3 -мультиплеты, попытаемся сделать еще один шаг и

будем считать всю группу SU_3 -группой симметрии сильного взаимодействия. Правда, на этом пути мы наталкиваемся на одну трудность. Небольшие различия в массах между членами одного изоспинового мультиплета объяснялись наличием SU_2 -неинвариантного электромагнитного взаимодействия. Расширяя симметрию сильного взаимодействия до группы SU_3 , мы вправе ожидать, что разность масс в SU_3 -мультиплетах будет того же порядка, т. е. порядка нескольких мегаэлектронвольт. Однако из табл. 11.1 видно, что эта разница масс достигает сотен мегаэлектронвольт. Таким образом, мы приходим к заключению, что сильное взаимодействие не является полностью SU_3 -инвариантным, а содержит «умеренно сильное» взаимодействие, нарушающее SU_3 -симметрию. Анализ относительных вероятностей различных процессов, аналогичный тому, который был проведен в гл. 10, § 2, п. А, подтверждает это предположение.

В оставшейся части этой главы мы продолжим проверку SU_3 -симметрии, анализируя различные свойства частиц. Вопрос о том, почему не найдены частицы, принадлежащие более простым, чем $D^{(11)}$ или $D^{(30)}$, представлениям, таким, как фундаментальное представление $D^{(10)}$, будет рассмотрен в следующей главе. Отметим, что в начале 60-х годов, когда на SU_3 -симметрию было впервые обращено серьезное внимание, частица Ω^- еще не была обнаружена, хотя остальные девять членов декуплета $D^{(30)}$ уже были известны. Первое наблюдение в 1964 г. Ω^- -частицы, обладающей всеми свойствами, необходимыми для занятия вакансии в представлении $D^{(30)}$, явилось впечатляющим подтверждением SU_3 -симметрии сильного взаимодействия.

§ 8. ФОРМУЛА РАСПЩЕПЛЕНИЯ МАСС

В гл. 10, § 1, п. Б мы описали расщепление масс в изоспиновом мультиплете, рассматривая трансформационные свойства электромагнитного взаимодействия, вызывающего это расщепление, по отношению к изоспиновым преобразованиям. При этом мы опирались на аналогию с зеемановским расщеплением уровня с фиксированным угловым моментом. Теперь мы применим тот же общий метод для описания расщепления масс между различными изо-