

зываются с возбужденными состояниями сложной системы, которая может быть нестабильной. Многие из частиц, перечисленных в табл. 11.1, можно рассматривать как возбужденные состояния других частиц, аналогично тому, как в гл. 10 мы говорили о протоне и нейтроне как о двух состояниях нуклона.

§ 2. ГИПЕРЗАРЯД

Подобно большинству новых понятий гиперзаряд был поначалу введен феноменологически для описания некоторых необъясненных явлений. Но по мере того как с учетом гиперзаряда получало объяснение все большее число явлений, новое понятие постепенно утверждалось. Во-первых, требовал объяснения тот факт, что в $p - p$ -соударениях π -мезоны могут рождаться по одному, а K -мезоны — только парами. Во-вторых, время распада K -мезонов имеет порядок 10^{-10} с. Но когда процессы, происходящие благодаря сильному взаимодействию, характеризуются энергиями порядка сотен мегаэлектрон-вольт, из соотношения неопределенностей $\Delta E \Delta t \approx \hbar$ следует, что характерные для этих процессов времена имеют порядок 10^{-23} с ($\hbar = 6,6 \cdot 10^{-22}$ МэВ·с). Это говорит о том, что существует правило отбора, запрещающее распад K -мезона на более легкие частицы. На этом основании было постулировано, что все сильновзаимодействующие частицы обладают новым квантовым числом Y (гиперзарядом) и что гиперзаряд сохраняется в сильных взаимодействиях. Другими словами, в любых реакциях рождения или распада частиц, происходящих благодаря сильному взаимодействию, полный гиперзаряд начального и конечного состояний должен быть одинаковым. Таким образом, для того, чтобы π -мезонам было разрешено рождаться поодиночке, им следует присвоить гиперзаряд $Y=0$. В то же время K -мезоны, рождающиеся только парами, бывают четырех типов: K^+ , K^0 , \bar{K}^0 и K^- . Оказалось, что гиперзаряд будет сохраняться, если положить $Y=+1$ для K^+ и K^0 и $Y=-1$ для \bar{K}^0 и K^- . В этом случае одна из частиц родившейся пары будет иметь $Y=+1$, а другая $Y=-1$. Значения гиперзаряда, присвоенные частицам, можно многократно перепроверить благодаря большому количеству разнообразных изученных реакций. Оконча-

тельные значения гиперзаряда приведены в седьмом столбце табл. 11.1. Подобно заряду, гиперзаряды частицы и античастицы равны по величине и противоположны по знаку. В распаде K^0 -мезона с $Y=+1$ на два π^0 -мезона с $Y=0$ сохранение гиперзаряда нарушается. Но, как было отмечено выше, этот распад происходит в 10^{12} раз медленнее, чем должно быть при сильном взаимодействии. Это как раз такая скорость распада, к которой, как это известно из других данных, приводило бы слабое взаимодействие, ответственное за β -распад. Таким образом, мы приходим к выводу, что в слабых взаимодействиях, в отличие от сильных, гиперзаряд не сохраняется. Этот вывод подтверждается и всеми остальными экспериментальными данными.

Иногда гиперзаряд характеризуют так называемой странностью. Странность обозначают буквой S ; она связана с Y соотношениями $S=Y$ для мезонов и $S=Y-1$ для барионов. (Вообще говоря, $S=Y-B$, где B — барионное число, определение которого будет дано в § 3.) Преимущество квантового числа S в том, что для наиболее известных частиц, таких, как π -мезоны и нуклоны, оно равно нулю ($S=0$), а более «новые» частицы (например, K -мезоны), частицы со «странными» свойствами, характеризуются ненулевыми значениями S . С точки зрения классификации более удобен гиперзаряд, как мы увидим в § 7.

§ 3. БАРИОННЫЙ ЗАРЯД

Так как протон значительно тяжелее π - и K -мезонов, возникает вопрос, почему он абсолютно стабилен и не распадается. Единственным ответом на этот вопрос может быть введение еще одного сохраняющегося квантового числа — «барионного заряда». В гл. 10, § 2 мы ввели термин «адрон» для всех сильновзаимодействующих частиц. Теперь мы делим все адроны на мезоны, имеющие целый спин, и на барионы — адроны с полуцелым спином. Две эти группы частиц — мезоны и барионы — различаются и по массе. Как видно из табл. 11.1, барионы — более тяжелые частицы.

Барионный заряд B определяется так, что бариону приписывается значение $B=+1$, мезону — значение $B=0$.