

что систематика всех возможных состояний таких комплексов точно соответствует систематике частиц в унитарной симметрии.

Тщательные поиски частиц с дробным электрическим зарядом пока не дали положительных результатов. Можно утверждать, что с массой, меньшей 3 Гэв , их не существует. Таким образом, либо подобные «самые элементарные» частицы очень тяжелы и поэтому при построении из них других элементарных частиц должна излучаться гигантская энергия, равная дефекту масс, либо кварков как отдельных частиц вообще не существует. В этом случае описание барионов и мезонов как комплексов из кварков является просто удобным математическим приемом.

Деление элементарных частиц на группы (лептоны, мезоны, и барионы) и приписывание им тех или иных квантовых чисел производится на основе экспериментальных данных. Теория пока не в состоянии объяснить причины такого разделения или предсказать значения квантовых чисел, масс и времен жизни элементарных частиц. Точно так же теория не может объяснить возникновение разных классов взаимодействий и отличие их свойств. Однако, используя эмпирически найденные характеристики, квантовой теории поля [11] в известной мере удается описать процессы взаимодействия элементарных частиц, акты их рождения и уничтожения.

§ 51. ГИПЕРФРАГМЕНТЫ (ИЛИ Λ° -ЯДРА)

Гипероны обладают сильным взаимодействием и единичным барионным числом и поэтому могут замещать нуклон в ядре. Нестабильные ядра, в состав которых, кроме протонов и нейтронов, входит Λ° -гиперон, впервые были открыты польским физиком Данышем и получили название гиперфрагментов.

Так как Λ° -гиперон и нуклон не могут в результате сильных взаимодействий превратиться в два нуклона (благодаря закону $\Delta S=0$), то такое образование может существовать пока Λ° частица не распадется: гиперфрагменты распадаются с временами, характерными для процессов с $\Delta S=1$ и для слабых взаимодействий, т. е. (10^{-9} — 10^{-10}) сек.

Рассмотрим несколько примеров.

А. He_2^3 состоит из двух протонов и одного нейтрона. Гиперфрагмент ядра легкого изотопа гелия или ΔHe^3 состоит из 2р и Λ° . Здесь Λ° входит в ядро вместо п.

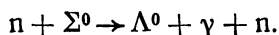
Б. В природе нет ядра He_2^5 . Современная физика объясняет это тем, что согласно принципу Паули в одном состоянии не может находиться более одного нейтрона. Система из двух протонов и двух нейтронов образует устойчивое ядро. В этом случае оболочка замкнута, ядерные силы достигают насыщения и пятый нуклон, который должен находиться на внешнем уровне, не сможет удер-

¹ Гиперфрагменты обозначаются — ΔX^A .

жаться в ядре. Если пятой частицей будет не n , а Λ^0 , то для нее запрет Паули снимается, и она может находиться в том же состоянии. Ядро ${}^4\text{He}^5$ в природе существует.

К настоящему времени обнаружено несколько сотен Λ^0 -гиперфрагментов, образованных при ядерных взаимодействиях, и определена энергия их связи.

В то же время Σ -ядра в природе не обнаружены. Чем это объясняется? Представим себе, что в ядре в результате какой-либо реакции появился Σ -гиперон, допустим, что это сигма-минус-гиперон. Тогда он вступит в реакцию с одним из протонов ядра $\Sigma^- + p$ и образуется новая пара $\Sigma^0 + n$ — произойдет так называемый процесс перезарядки. Такой переход энергетически выгоден, так как масса Σ^- больше массы Σ^0 . При этом выполняется закон сохранения странности $\Delta S = 0$ и изотопического спина $\Delta T = 0$, и, следовательно, процесс пойдет по каналу, характеризующемуся сильными взаимодействиями, которые реализуются за 10^{-23} сек. Итак, заряженный сигма-гиперон в ядре практически мгновенно превращается в нейтральный сигма гиперон. Далее идет следующий процесс:



Это электромагнитный процесс и время его порядка 10^{-20} сек, тогда как время жизни Λ^0 -частицы относительного процесса $\Lambda^0 \rightarrow p + n$ имеет порядок 10^{-10} сек. Следовательно, все остальные гипер-ядра распадаются практически мгновенно, поэтому мы и не наблюдаем их.

Распад лямбда-ядер возможен как мезонный, когда π^- -мезон после распада Λ^0 -гиперона вылетает из ядра, так и безмезонный. В последнем случае π^- -мезон поглощается в ядре нуклоном, в результате чего из ядра вылетает уже не мезон, а нуклон.

Обнаружение гиперфрагментов привело к созданию нового раздела ядерной физики, изучающего свойства стационарных систем, состоящих из нуклонов и Λ^0 -гиперонов.

§ 52. НАРУШЕНИЕ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ЧЕТНОСТИ

Заканчивая обзор основных свойств и характеристик элементарных частиц, необходимо остановиться на одном из последних крупных открытий в физике высоких энергий — нарушении закона сохранения четности при слабых взаимодействиях, которое явилось одним из самых сенсационных событий физики последних лет.

Как и все законы физики, законы сохранения полной энергии, полного импульса и момента количества движения в изолированной системе являются обобщением опытных данных. Оказывается, что с теоретической точки зрения они теснейшим образом связаны со свойствами физических систем по отношению к пространству и времени. Эти законы являются следствием однородности пространства и времени и изотропии пространства [12].