

ГЛАВА XIX МИКРОЧАСТИЦЫ

§ 70. Проблема элементарности микрочастиц

До 1932 г. физики знали три элементарные частицы — электрон, протон и фотон. В 1956 г. уже было известно 30 «элементарных» частиц. В наши дни число известных микрочастиц конкурирует с числом элементов в таблице Менделеева и разобраться в этом изобилии отнюдь не просто. В предпоследней фразе термин «элементарных» мы взяли в кавычки, а в последней вовсе опустили его — в создавшейся ситуации, что собственно понимать под этим словом?

«Элементарная» — логический антипод «сложной». Элементарные частицы — значит первичные, из которых состоят все другие, сложные, и которые сами не являются системой «еще более первичных» частиц.

В науке XIX в. роль элементарных частиц материи, из которых строилось любое вещество, играли атомы (о чем говорило само название — «неделимые»). С начала XX в. и до тридцатых годов элементарными считались известные тогда составные части атомов — электрон и протон. К сороковым годам был известен уже ряд превращений «элементарных» частиц. Тем не менее термин сохранился за ними, поскольку известные превращения (например, $p \leftrightarrow n$), казалось, нельзя было трактовать как превращения систем (см. § 63). И все же эта проблема возникает снова: слишком возросло число «элементарных» частиц, что само по себе ставит под сомнение их элементарность.

Если мы не хотим ограничиться простой констатацией факта существования десятков «элементарных» частиц и сотен превращений между ними, мы должны, очевидно, отказаться от представления об их элементарности, во всяком случае для подавляющего их числа. Вообще не исключено, что понятие элементарности не столько физическое, сколько историческое, преходящее. Условно, в определенных рамках, оно может сохранять свой смысл. Так, в рамках химии электрон, протон и нейтрон — элементарны, как неизменные составные части химических элементов. Сегодня

же физики предпочитают говорить о них просто как о микро частицах.

Значит ли это, что мы вправе считать микрочастицы, или хотя бы часть их, просто системами, состоящими из каких-то первичных частиц? Уверенного ответа на этот вопрос пока нет. Это фронт современной физики, и мы можем лишь кратко осветить положение дел на нем.

Попытаемся, во-первых, установить возможный критерий элементарности.

Среди десятков известных микрочастиц всего несколько устойчивых, неспособных к самопроизвольным превращениям. Не являются ли они исходным строительным материалом всех других микрочастиц? Другими словами, не является ли устойчивость по отношению к самопроизвольным превращениям признаком элементарности?

Ядро дейтерия состоит из протона и нейтрона. Как частица, дейтон совершенно устойчив. В то же время составная часть дейтона, нейтрон, β^- -радиоактивен, т. е. неустойчив. Этот пример показывает, что понятия устойчивости и элементарности — не тождественны.

В качестве предварительного определения примем следующее, принадлежащее Гелл-Манну, Розенфельду и Чу: «Частица не является элементарной, если все ее свойства могут быть в принципе рассчитаны в предположении, что она — составная».

К сожалению, теория микрочастиц развита недостаточно, чтобы можно было, применяя этот критерий, определить, является ли данная микрочастица элементарной или составной.

Естественно, что настоящая глава не может иметь законченного вида, но представляет лишь обзор известного, проблем и гипотез.

Мы начнем обзор современного состояния физики микрочастиц с рассмотрения известных взаимодействий между ними.

§ 71. Типы взаимодействий

В нашем курсе рассматривалось три типа различных по своей природе взаимодействий: гравитационное (т. I), электромагнитное (т. II) и ядерное (т. III). Эти три взаимодействия не исчерпывают всех ныне известных. Особое взаимодействие сказывается во всех процессах, в которых принимают участие нейтрино. Каковы особенности четырех перечисленных видов взаимодействия?

Наиболее сильным является взаимодействие между ядерными частицами («ядерные силы»; см. § 64). Это взаимодействие принято называть сильными. Уже отмечалось, что ядерные силы действуют лишь при весьма малых расстояниях между частицами: радиус действия порядка 10^{-13} см.