

Нейтрон распадается на электрон, протон и электронное нейтрино.

## ИЗ КАКИХ ЖЕ ЧАСТИЦ СОСТОИТ МАТЕРИЯ?

Н. АКУЛОВ,  
академик АН Белорусской ССР

**Ф**изики давно установили, что ядра атомов состоят из протонов и нейтронов. Но из чего составлены протоны, нейтроны и другие элементарные частицы? Решение этого вопроса имеет огромное значение для дальнейшего развития физики. Проблема действительно кардинальная.

В ходе изучения структуры элементарных частиц мы пришли к убеждению: существует небольшое число «кирпичиков» мироздания, из которых можно построить любую частицу, начиная с нейтрино и кончая тяжелыми гиперонами. Эти первичные простые «кирпичики» названы нами реонами. На основе нашей теории возможен очень точный расчет важнейших параметров составных частиц — их масс и энергий распада.

А теперь познакомимся с реонами. Их всего шесть, если же иметь в виду и соответствующие им античастицы, то двенадцать. В шестерку реонов входят три электрически нейтральные частицы и три заряженные. Выясним, сначала, что представляет собой первая тройка.

Известно, что нейtron распадается на положительно заряженный протон, отрицательный электрон и электронное нейтрино — частицу, не имеющую массы покоя и легко проникающую через огромные толщи вещества. Распадается и мю-мезон, который может быть положительным или отрицательным. Продукты распада отрицательного мю-мезона — электрон, мезонное нейтрино и антинейтрино. Как видим, нейтрино появляется в процессе двух превращений. Физикам удалось доказать, что продукты каждой из двух реакций различны. Нейтрино с титулом «электронное» не похоже на «мезонное».

# ТЕОРЕТИКИ

## НОВЫЕ КРАСКИ В НАУКЕ

**В**се более многогранным становится мир «элементарных» частиц. Какова взаимосвязь между ними? Почему они такие? В чем суть законов, управляющих их взаимными превращениями? Многое еще проблем встает перед физиками-теоретиками. О поисках ответов журнал рассказывал в большой подборке «Элементарны? Нет, неисчерпаемы!» (№ 2 «Техники — молодежи» за 1964 г.). Сегодня мы продолжаем разговор на эту тему.

Два физика — академик АН БССР Н. АКУЛОВ и научный сотрудник Главной астрономической обсерватории АН СССР И. ГЕРЛОВИН — рассказывают о своих теориях микромира. Основной вопрос, на который пытаются ответить оба ученых, — вопрос о внутренней структуре микрочастиц. Предлагаемые

Наш принцип, по которому составные частицы строятся из простых, утверждает, что каждая частица должна распадаться на реоны с сохранением электрических зарядов и постоянного вращения (спинов). Поэтому реон № 1 будет электронное нейтрино, № 2 — мезонное нейтрино. А реон № 3? Это еще одно нейтрино, но находящееся внутри элементарных частиц в ранее неизвестном состоянии. Полученная нами формула дает для него довольно значительную массу 33,735 мэв/c<sup>2</sup> (масса выражена в энергетических единицах — мегазелектрон-вольтах, деленных на квадрат скорости света; для сравнения укажем, что масса электрона составляет 0,51 мэв/c<sup>2</sup>). Итак, реон № 3 — нейтрино, которое назовем тяжелым.

Теперь о второй тройке простых частиц, имеющих в отличие от первой электрический заряд. Реон № 4 — это хорошо известный электрон, в реоны № 5 и 6 — он же, но лишь в других состояниях, с другими, более значительными массами, но с тем же зарядом и спином. Такие реоны можно назвать квазиэлектронами. Здесь у читателей может возникнуть законный вопрос. Как же так, электроны — и в роли простых частиц, входящих, например, в состав протона и нейтрона, которые, в свою очередь, входят в состав атомных ядер? Другими словами, электроны в ядрах атомов? Для ответа на вопрос необходим небольшой экскурс в историю физики.

До 1932 года считалось, что в ядра могут входить и электроны. Но в 1932 году советский ученик Д. Иваненко и немецкий физик В. Гейзенберг почти одновременно доказали, что это невозможно, поскольку диаметр электрона больше диаметра атомного ядра. Но относительно недавно, уже в 60-х годах, физик Е. Штернгласс, ученик Луи де Бройля, установил новую закономерность. Речь идет об электронах, двигающихся

с околосветовыми скоростями. Их диаметр в этом случае совсем иного порядка, примерно в 1000 раз меньше. Такие частицы могут входить в состав атомных ядер.

Согласно нашей теории электрон, попадая внутрь любой частицы, превращается в один из двух квазиэлектронов с тем же зарядом, но увеличенными массами покоя. Первый в 2,5 раза тяжелее обычного электрона — это реон № 5. Другой имеет еще более значительную массу (38, 334 мэв/c<sup>2</sup>), его можно назвать тяжелым электроном. Это реон № 6.

Подведем итог. Простыми частицами, или реонами, будут три нейтрино — электронное, мезонное и тяжелое, и три электрона — обычный, утяжеленный в 2,5 раза и тяжелый. Антиреонами будут три антинейтрино, отличающиеся противоположно направленными спинами, и три соответствующих позитрона, несущих положительные заряды. Из этих реонов и антиреонов строится любая из известных элементарных частиц. Вот несколько примеров.

В состав отрицательного мю-мезона входят два тяжелых нейтрино и тяжелый электрон. Нейтральный пи-мезон — это четыре тяжелых нейтрино, а отрицательный пи-мезон — тяжелый электрон и три тяжелых нейтрино. Затем в таблице элементарных частиц идет заряженный ка-мезон. В случае отрицательного заряда он составляется из одного положительного и двух отрицательных пи-мезонов и так называемой странной пары: тяжелый электрон —

ЧАСТИЦА	АНТИЧАСТИЦА	НАЗВАНИЕ	ГРУППА
2... ?	2590		
234	2320		
2162	(λ)		
1836	1838	π <sup>-</sup>	ПИ-МЕЗОН
946	K <sup>+</sup>	K <sup>-</sup>	К-МЕЗОН
273	263	μ <sup>-</sup>	ПИ-МЕЗОН
204	μ	μ <sup>+</sup>	МЮ-МЕЗОН
	γ	γ	ФОТОН

Число слева показывает массу частицы, выраженную в единицах электронных масс. Символ ~ означает античастицы, индекс ~ — нейтральную частицу.

# НАСТУПАЮТ ТИНЕ МИКРОМИРА

решения глубоко различны. Среди специалистов они вызвали споры. Дискуссии, обсуждения, опытная проверка помогут выяснить эффективность новых точек зрения. Мы надеемся, что для читателей интересна не только физическая классификация, но и движение ищущей мысли с ее взлетами и падениями, ошибками и заблуждениями.

Помещаемые статьи требуют внимательного и вдумчивого чтения. Нелишне указать на специальные публикации авторов: И. Акулова — «Доклады Академии наук Белорусской ССР», 1966 г., т. 10, № 3, 7, 12; 1967 г., т. 11, № 1, 2, 3, 6, 9; 1968 г., том 12, № 3, и И. Герловина — брошюра «Некоторые вопросы систематизации «элементарных» частиц», ВИНИТИ, 1967 г.

тяжелый позитрон с параллельными магнитными моментами. Ее включение превращает частицу в странную, то есть никогда не возникающую поодиночке, а всегда парой.

У внутриддерной частицы — протона более сложная структура: тяжелый электрон, два пи-мезона с противоположными зарядами и две одинаковые группы из тяжелого позитрона, двух пи-мезонов. Но протон — очень долговечная и прочная частица, что обусловлено дополнительными силами связи между егоreonами. Поэтому протонный тяжелый электрон на три обычные электронные массы легче реона № 6. Нейтрон, в свою очередь, составляется из протона и бета-пары, куда входят нейтрин и утяжеленный электрон.

Можно было бы продолжать эти примеры, но и приведенных достаточно. Важно лишь подчеркнуть: в каждом случае предложенная структура дает возможность подсчитать массу частицы, и результат с исключительной точностью совпадает с известными опытными данными. Согласие с опытом получается и при определении энергии распада частиц. Но дело не ограничивается этими характеристиками. Теория уточняет, на какие продукты и с какой вероятностью распадаются различные частицы, даёт значения их спинов, времени жизни и т. д. Особенно интересно и важно, что развитие реонной теории позволяет поставить вопрос об общей природе полей частиц: нейтрино-ного, электромагнитного, гравитационного, мезонного. И уже сегодня новое научное направление дает свой ответ на фундаментальный вопрос из области наших представлений о природе — из каких частиц состоит материя.

Рис. Г. Кычакова

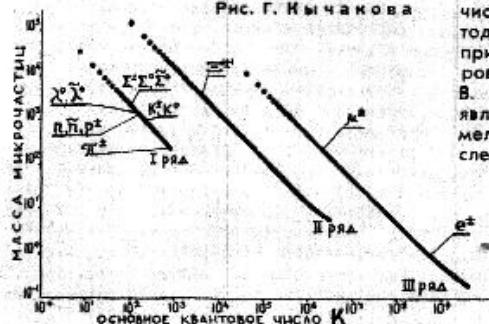


График зависимости массы микрочастиц (выраженной в единицах электронных масс) от основного квантового числа  $K$ . Отмечены положения наиболее известных частиц.

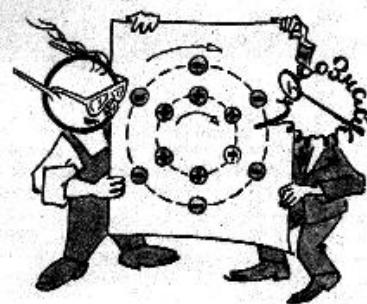


Схема устойчивой структуры микрочастицы.

## ВОЗМОЖЕН ЛИ ПЕРИОДИЧЕ- СКИЙ ЗАКОН МИКРОЧАСТИЦ?

И. ГЕРЛОВИН,  
научный сотрудник Главной  
астрономической обсерватории  
АН СССР

Природа глубоко запрятала тайну устройства и свойств микрочастиц. Число экспериментальных фактов, не поддающихся полному теоретическому объяснению, растет из года в год. Физики научились измерять с точностью до пятого-шестого знака массы, заряды, механические и магнитные моменты и другие параметры частиц, однако за малыми исключениями не рассчитывают, ни объяснить, почему они такие, пока не могут.

Вы уже заметили, речь идет не об элементарных, то есть наимпростейших, частицах, а о микрочастицах. Еще в 1960 году Э. Ферми удачно сказал: «Термин «элементарный» относится к уровню наших знаний». Тогда было известно о существовании лишь 9 частиц. Теперь их число превышает 200. Не много ли для наимпростейших? Вот почему мы говорим о микрочастицах (термин, применяемый незаслуженно мало).

Различие точек зрения на теорию микромира делит физиков на два полемизирующих лагеря. Наиболее многочисленным назовем условно группой ортодоксов. Их концепцию никогда не признавал А. Эйнштейн. Девиз группировки сформулировал в 1958 году В. Гейзенберг: «Элементарные частицы являются действительно последними мельчайшими единицами материи». В последние годы от ортодоксального на-

правления отошли Луи де Брайль и его ученики, отчасти П. Дирак, С. Саката в Японии, Д. Бом в Америке, Л. Яноши в Венгрии и другие крупные физики.

Девиз второй группы, пока малочисленной, но быстро растущей, правильней всего характеризовать словами В. И. Ленина: «Электрон так же не исчерпаем, как и атом». С появлением гипотезы кварков многие физики-ортодоксы отказались от своего основного тезиса и признали, что «элементарные» частицы могут состоять из каких-то субчастиц.

Решение вопроса о структуре микрочастиц и систематизацию их пытаются дать три основных направления:

— Теория, развивающая вероятностные представления о микроподобиях.

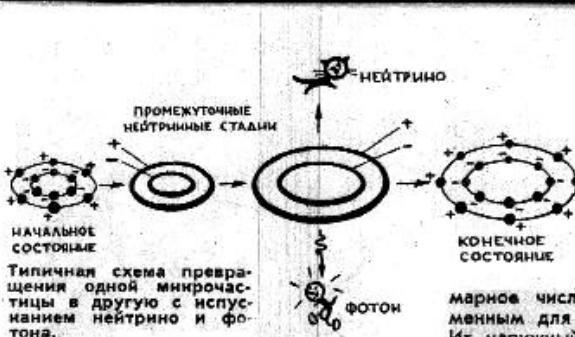
— Единая теория поля, предложенная А. Эйнштейном и его сторонниками.

— Теория двойного решения (см. однотипную статью Луи де Брайля и Ж. Лошака в № 5 «Техники — молодежи» за 1965 г.).

Мы же намерены показать, что проблема решается на основе синтеза всех трех направлений, но при отказе от некоторых привычных постулатов. Напомним: ортодоксальное направление опирается более чем на 20 постулатов. Мы считаем возможным оставить лишь три, а остальные доказать или отвергнуть.

Первый постулат говорит о квантах. Известно, что электроны атома и другие микрочастицы переходят из одного стационарного состояния в другое, излучая энергию порциями, или квантами, размер которых кратен постоянной Планка. Мы расширяем этот принцип и предполагаем существование квантов действия на всех уровнях «элементарности». Это значит, что процессы внутри микрочастиц квантуются по другой константе, много меньшей постоянной Планка. С нашей точки зрения, квантовые законы в принципе могут описывать даже движение звезд, если считать соответствующую константу во много раз больше постоянной Планка. Короче говоря, положение о единственности кванта действия — необоснованное ограничение.

Второй постулат нашей теории допускает только одно силовое поле — фундаментальное поле электромагнитной природы. Оно определяет все взаимодействия вещества. В частности, особенности взаимодействия микрочастиц обусловлены их внутренней структурой.



Во внешних проявлениях, когда микрочастица выступает как единное целое, основное поле проявляется как обычное электромагнитное, подчиняющееся уравнениям Максвелла.

Третий постулат в физике давно известен. Его именуют принципом соответствия. Он требует, чтобы все правильные теории с появлением новых не отбрасывались, а сохраняли силу для своей области явлений, выступая лишь частичным случаем более общей теории.

Хотя в нашем распоряжении еще нет полных уравнений фундаментального поля, для решения отдельных задач мы можем рассмотреть вместо него обычное электромагнитное. Рассчитывать такое поле мы умеем. Если исходить из того, что известные микрочастицы — какие-то устойчивые (в период от одного превращения до другого), неизлучающие системы зарядов, можно попытаться на этом пути найти их структуру.

В электродинамике есть важная теорема Ирншоу. Она доказывает невозможность устойчивого равновесия для системы неподвижных электрических зарядов. Еще одну «запретительную» теорему доказали советские ученые Е. Фрадкин и М. Натанзон. Их результат гласит: систем из зарядов, двигающихся в ограниченном пространстве со скоростями, значительно меньшими скорости света и в то же время неизлучающих, быть не может. А если скорости оказываются околосветовыми? И здесь отрицательная формулировка? Ясного ответа на вопросы у физиков не было. Наш анализ, опиравшийся на работы Д. Иваненко, А. Соколова, англичанина Г. Шотта и других физиков, привел к положительному выводу. Искомая структура зарядов может существовать, находясь в состояниях, когда всякое излучение энергии во внешнее пространство отсутствует.

Как же найденная структура «выглядит»? Это два концентрических круговых токовых шнура. Правда, заряд распределен вдоль шнурков неравномерно, он сосредоточен в отдельных, почти точечных областях. Условие отсутствия излучения позволяет в каждом случае находить число таких точечных густоков, скорость их сверхбыстрого вращения, размеры, механический и магнитный моменты всей системы, наконец, присущий ей в целом электрический заряд (он определяется разностью между суммами наружных и внутренних колцевых зарядов). Все эти величины, повторяя, поддаются расчету.

Оказалось, что подобных систем, отличающихся числом точечных густоков, может быть довольно много. Они располагаются в ряды, в которых каждый элемент будет тем или иным состоянием какой-либо из микрочастиц. В рядах — в их три — находятся все известные микрочастицы, есть и другие, еще

не обнаруженные экспериментально. Теория с большой точностью предсказывает их параметры, а также еще не измеренные характеристики известных частиц.

Для каждого ряда выведены интересные закономерности. Так, суммарное число зарядов остается неизменным для всех частиц данного ряда. Их наружный радиус монотонно растет от одного конца ряда к другому, а внутренний уменьшается. Монотонно изменяется и масса частиц. Квант действия для процессов внутри них одинаков для всех членов данного ряда и равен постоянной Планка, деленной на половину квадрата суммарного числа зарядов.

Есть закономерности и для таблицы в целом. Назовем лишь некоторые. Скорости вращения, суммарное число зарядов и радиусы микрочастиц от ряда к ряду возрастают. В каждом ряду есть лишь одно, оптимальное состояние не только с электродинамической (отсутствие излучения), но и механической устойчивостью. Оптимальная частица первого ряда оказывается протоном, третьего — электроном. Поэтому и ряды эти называются соответственно протонным и электронным. И в том и в другом есть механически неустойчивые состояния, параметры которых соответствуют известным сейчас короткоживущим частицам. Например, пи-мезон в протонном ряду и мю-мезон — в электронном. В среднем ряду находится кси-частица.

Все совокупность выводов можно, на наш взгляд, назвать периодическим законом микрочастиц. В самом деле, аналогично таблице Менделеева для химических элементов новые свойства частиц закономерно и периодически изменяются с возрастанием лишь одного параметра — фундаментального квантового числа  $K$ .

Не лишен интереса и рассказ о том, как выглядят в свете новой теории раз-

личные явления микромира, например, переход частицы из одного состояния в другое. Точечные заряды-густки сначала как бы расплющиваются по окружности в сплошной круговой ток, который по законам электродинамики излучать энергию не может. Это промежуточная нейтринная стадия. Затем происходит изменение диаметра кругового токового шнуря (вспомним переход электрона на другую орбиту!), и одновременно излучаются или поглощаются фотоны. Процесс заканчивается обратным превращением кольцевого тока в густки зарядов соответственно энергии, оставшейся в системе. В момент внезапного изменения диаметра частицы возможен отрыв части кругового тока, которая не переходит затем в зарядно-точечное дискретное состояние. Так возникает частица, известная под именем нейтрино. Она существует долго и этим отличается от той стадии превращения, которую мы только что назвали промежуточной нейтринной.

Подобные переходы возможны не только в одном ряду, но и между рядами. Не исключено в принципе и превращение одного оптимального состояния в другое, например протона в электрон, но оно потребует огромных энергий. Важно подчеркнуть, что при любом переходе начальное и конечное состояния качественно одинаковы — это именно быстровращающиеся по двум окружностям точечные заряды.

Новая теория дает свое истолкование и ядерным силам. Они действуют лишь между токовыми шнурами микрочастиц на близких расстояниях. А на больших силы создаются разностью зарядов, то есть неблюдаемым зарядом частиц. В этом находит объяснение известный факт действия электромагнитных сил на больших расстояниях, а ядерных — на малых. Так, расчет взаимодействия протона с протоном полностью отвечает опытным данным.

Мы могли бы нарисовать также процесс аннигиляции частицы и античастицы, их рождение из так называемой «частицы вакуума». Но интереснее будет, пожалуй, знакомство хотя бы с частью предсказаний, которые вытекают из теории.

Значения спинов (состояний вращения) для трех основных частиц получаются несколько иными, чем принято. У протона он должен отличаться на множитель 0,9883, у нейтрона — 0,9896, у электрона — 1,018. Сейчас спины этих частиц считаются равными половине постоянной Планка, хотя точно-го экспериментального измерения не было из-за трудности опыта.

Еще одно предсказание. По нашей теории, заряженный пи-мезон имеет небольшой, но отличающийся от нуля спин и как следствие — магнитный момент, величина которого меньше, чем у электрона, но больше, чем у протона. Такой магнитный момент можно было бы обнаружить при постановке надлежащего опыта. И наконец, третье предсказание. Если свободные электроны ориентировать (поляризовать) внешним магнитным полем, то в созданном ими электрическом поле возникнет пространственная неоднородность по отношению к оси поляризации. Строгая экспериментальная проверка этих выводов стала бы проблемным камнем для периодического закона микрочастиц.

## ХРОНИКА ТМ

● По ленинградскому телевидению состоялось большое выступление радиационнойbrigady, в составе которой были: известный хирург А. ЛАПЧИНСКИЙ, экс-чемпион мира по шахматам В. СМЫСЛОВ, гигиенизатор П. БУЛЬ, наши авторы Л. ВАСИЛЕВСКИЙ и В. ГРИГОРЬЕВ.

● Торжественным заседанием в редакции отметили двухлетие своего существования и плодотворного творчества общественной лаборатории «ИНВЕРСОР», члены ее опубликовали на страницах журнала более 30 интересных докладов.

● Четверть века отдала работе в журнале «Техники — молодежи» заместитель ответственного секретаря Н. ПЕРОВА. Коллектив редакции и многочисленные внештатные корреспонденты и художники тепло поздравили юбиляра со столетием знаменательной датой.

● Старейшему художнику журнала Н. СМОЛЯНИНОВУ исполнилось 75 лет. Сотрудники редакции, поздравляя своего коллегу с днем рождения, вручили ему почетный диплом «Техники — молодежи».

● Главный редактор польского журнала «Горизонты техники» Юсиф БЕК посетил редакцию для решения вопросов о международном литературном конкурсе.