

неделимый) зафиксировало античное неумение разлагать атомы на составные части. Атомная физика позволила исследовать структуру атома. Выяснилось, что атом – сложная система: масса сосредоточена в ядре, вокруг которого вращаются электроны. Ядерная физика не только установила, что и ядра – сложные системы, состоящие из протонов и нейтронов, но и научилась расщеплять атомные ядра. Осуществилась мечта алхимиков о превращении одного элемента в другой.

Расщеплять атомные ядра – непростая задача. Ее решение потребовало строительства гигантских ускорителей, хотя некоторые ядра разделяются сравнительно легко: например, под действием медленных нейтронов. Такая реакция энергетически выгодна, она легла в основу действия атомной бомбы и атомного реактора.

Проникновение в глубь нуклонов (протона, нейтрона) – совсем сложная задача. Она была решена лишь во второй половине XX века. Изучая структуру нуклонов, физики натолкнулись на загадочную, не имеющую прецедентов ситуацию: нуклон структуру имеет, а не делится. Кварки, из которых состоят нуклоны, не наблюдаются в свободном состоянии. Похоже, сегодня нет общей точки зрения, причислять кварки к элементарным частицам или нет.

Последние два абзаца могут привести к мысли, что выбор структурных единиц и элементарных частиц целиком определяется научным содружеством. Большая доля истины в этом есть. Но, как всегда, введение термина фиксирует объективные свойства того, что мы изучаем, в данном случае – свойства микроскопических частиц и их конгломератов.

Важно понять, что термины «структурная единица» и «элементарная частица» не совпадают.

Последнее издание «Физической энциклопедии» фиксирует несколько сот частиц, которым присвоен титул «элементарная». Это электроны, позитроны, нейтрино, мезоны, нуклоны и многие другие частицы. Там же детально описана кварковая структура многих из них, что, казалось бы, противоречит понятию элементарности.

Еще полвека назад элементарных частиц было гораздо меньше. Обилие элементарных частиц породило потребность попытаться проникнуть в глубь элементарных частиц. Именно таким образом были открыты кварки. Бесконечный это процесс или в конце концов будут открыты истинно элементарные частицы, думаю, никто сказать не может. Признаться, мне хочется верить, что процесс дробления имеет естественный предел. Возможно, невылет кварков – первое свидетельство того, что предел существует.

Ответ на вопрос: «Из чего состоит данное тело?» определяется выбором структурной единицы микроскопической системы. Выбор в большой мере зависит от того, какую задачу ставит перед собой исследователь.

Для исследователя естественно желание объяснить наблюдаемое явление. Но в разное время под объяснением понимали разное. Сейчас, если речь идет об

объяснении (понимании) какого-либо свойства макроскопического тела, объяснение строится обычно следующим образом: прежде всего выясняют, из каких микроскопических частиц состоит тело, как движутся частицы, из которых тело состоит, и наконец устанавливают, какое конкретное движение частиц соответствует интересующему нас свойству. Не должно вызывать удивления, что для объяснения разных свойств тел приходится по-разному углубляться в строение вещества. Свойство диктует необходимую глубину проникновения и тем самым определяет, какие частицы могут быть приняты за структурные единицы тела. Этим определяется выбор тех частиц, которые называют в ответ на вопрос, из чего состоит данное тело.

Из сказанного очевидно, что одну и ту же частицу иногда следует считать структурной единицей, иногда – нет.

Приведем один пример. Исследуется поликристалл. Для выяснения многих его свойств (прочности, пластичности, электро- и теплопроводности) достаточно знать, что он состоит из кристаллитов, знать, как они расположены друг относительно друга (есть текстура или ее нет) и что из себя представляют кристаллические прослойки. Кристаллит при таком подходе – структурная единица поликристалла.

Вопрос: «Какова природа наблюдаемой электропроводности?» требует понимания, из чего состоит кристаллит – из нейтральных атомов (тогда, скорее всего, это полупроводник) или из ионов и электронов (металл). Выяснив, скажем, что кристаллит – металл, как правило, мы не должны углубляться в структуру ионов. Можно просто считать, что атом потерял свои Z валентных электронов, а ион с зарядом $+Ze$ служит для электронов источником поля сил, в котором электроны движутся. Этого достаточно, чтобы произвести расчет зонной структуры, а разрешив ионам колебаться, мы сможем вычислить электро- и теплопроводность. Итак, в данном случае структурные единицы – ионы с зарядом $+Ze$ и электроны, покинувшие атомы.

Способность металла отражать электромагнитные волны – результат наличия в металле свободных электронов. Но если мы хотим исследовать поглощение света металлом (или фотоэффект), то нам придется задуматься о строении ионов, о том, в каких состояниях находятся электроны в составе иона. Роль структурных единиц начинают играть все электроны, а не только валентные, и ядра атомов.

Наконец, есть ядерные эффекты, специфические для твердых тел. Например, эффект Мёссбауэра – резонансное излучение и поглощение γ -квантов без отдачи ядра – или распад ядра урана на осколки, которые, разлетаясь, взаимодействуют с электронами и ионами. Рассматривая такие эффекты, нельзя считать ядра структурными единицами. В таких явлениях структурные единицы – это нуклоны.

В этом небольшом разделе мы ни разу не употребили слова «абстракция». Это потому, что он целиком абстрактен. Конкретизация, в той мере, в которой она есть, – только в виде примеров.