

ФИЗИКА-от древнегреческого *physis* – *природа*.
*Наука о природе, изучающая простейшие и вместе с
тем наиболее общие свойства материального мира.*

РАННЯЯ ИСТОРИЯ ФИЗИКИ

До эпохи Возрождения, последовавшей за тысячелетием застоя, большинство научных открытий было совершено в Древней Греции, хотя родиной многих открытий и изобретений были также арабские страны и Китай. Особенно больших успехов греки достигли в математике и астрономии. Правда, многое из того, что принято в наследство от древних греков, было известно уже вавилонянам. Однако именно греки ввели понятие доказательства. Греческим мыслителям мы обязаны и другой важной идеей: о возможности объективного познания природы. И все же физика древних греков во многом была несовершенной. Ее основные представления были разработаны Аристотелем и базировались на аналогиях с поведением человека и животных в том смысле, что явления природы объяснялись целями, достижению которых они якобы служат. Греческие астрономы наблюдали небо и записывали свои наблюдения, однако не существует никаких свидетельств того, что они проводили научные эксперименты.

Античный мир породил лишь две фигуры, внесшие важный вклад в формирование основ современной физики: Демокрит из Абдеры (ок. 460–370 до н.э.) во Фракии (ныне Болгария) и Архимед из Сиракуз (ок. 287–212 до н.э.). Демокрит первым из великих математиков оказал глубокое влияние на развитие физики. Более всего Демокрит известен как создатель атомистической теории. Идея атомистики, по-видимому, зародилась у его учителя Левкиппа из Милета, фигуры апокрифической, о котором мало что известно. Аргументы атомистов носили косвенный характер (чему вряд ли приходится удивляться, если принять во внимание, что прямые экспериментальные исследования атомных явлений стали возможны только в 20 в.). Они полагали, что, хотя в природе и происходят непрерывные изменения, в ней также, по всей видимости, имеется некий неизменный субстрат. Демокриту этот субстрат виделся как совокупность атомов, а рост и распад организмов и растений – лишь как проявления изменений в расположении неизменных атомов. Плавление твердых тел и испарение жидкостей он объяснял как переход совокупности атомов к менее связанному состоянию.

Эпохальные открытия часто можно отнести к одной из двух категорий. Открытие первого рода состоит в обнаружении неожиданно нового явления в эксперименте, который может быть повторен с тем же результатом кем угодно; такое открытие заставляет пересмотреть понятия, ранее считавшиеся твердо установленными. В качестве примера можно привести обнаружение Галилеем спутников Юпитера и открытие Рентгеном излучения, носящего ныне его имя. К открытиям другого рода принадлежат такие, в которых наблюдаемые явления оставляют место для размышлений и выводов. Такие открытия в конечном счете основаны на свойственном ученому интуитивном ощущении природы вещей, и именно к ним относятся открытия, совершенные Левкиппом и Демокритом. К этой же категории принадлежат теория строения Солнечной системы Коперника и специальная и общая теории относительности Эйнштейна.

Второй великий предтеча современной физики, Архимед, был величайшим математиком древности. В центре его интересов была статика, которая занимается изучением сил в состоянии равновесия. Например, Архимед показал, как находить центр тяжести различных геометрических фигур. Другая важная работа Архимеда – трактат о гидростатике и плавающих телах. Хотя его труды, в отличие от

атомистической теории, не были нацелены на выяснение самой сути природы, они позволили физике подняться еще на одну ступень, показав, как с помощью математики можно расширить физические представления. Иногда математика дает возможность систематизировать все следствия некой физической гипотезы, выражая их в виде соотношений, истинность или ложность которых поддается экспериментальной проверке. В древности этот вывод сделал для себя, пожалуй, лишь Архимед; в Средние века этот урок был предан забвению, и его пришлось открывать заново в эпоху Возрождения.

ЭПОХА ВОЗРОЖДЕНИЯ

В конце 16 в. в теоретической астрономии возник кризис, распространившийся и на другие области естествознания. Его результатом стал полный переворот во взглядах человека на самого себя и на окружающий его мир. Событие, послужившее причиной такого переворота, внешне выглядело вполне заурядно: в 1543 вышла в свет книга Коперника Об обращениях небесных сфер (*De Revolutionibus*), в которой было показано, что движение небесных тел легче понять и описать, если предположить, что в центре Солнечной системы находится Солнце, а Земля – лишь одна из планет, которые обращаются вокруг него. Старая птолемеевская теория помещала неподвижную Землю в центр мироздания, а звезды и планеты, которые мыслились расположенными на прозрачных сферах, обращались вокруг Земли.

Новая теория предлагала по-новому посмотреть на устройство мира. По Аристотелю, Земля находится в центре мироздания потому, что состоит из тяжелых веществ, которых заставило собраться в центре мира их естественное движение. Каждый объект во Вселенной имеет свое собственное место, к которому он стремится, если может двигаться свободно и если его место не занято чем-то другим, что должно находиться в другом месте. Место земли, воздуха, огня и воды – под самой низкой сферой, сферой Луны. Все в более высоких сферах состоит из особой субстанции – эфира – и не подвержено ни изменению, ни гибели. Понятия собственного места и назначения применимы повсюду: в царствах растений и животных, в человеческих сообществах, в нематериальном мире. Выше всего этого стоит Бог, придающий смысл мирозданию и дарующий ему существование. Солнечная система была важной частью Божественного замысла, и когда Коперник поставил под вопрос эту часть, стало ясно, что опасность грозит и всему целому.

К началу 1600-х годов опасность стала еще более реальной. Немецкий астроном И.Кеплер (1571–1630) усовершенствовал коперниковскую теорию, заменив круговые орбиты эллипсами, а неравномерное движение – равномерным, после чего новая теория стала настолько точной, что обращение к старой стало просто неуместным. В 1608 флорентийский математик и физик Галилео Галилей (1564–1642) изобрел телескоп, с помощью которого вскоре удалось получить наглядное подтверждение правильности новой теории, и решился высказать мысль, которая должна была произвести переворот в умах итальянцев и прежде всего – в умах папы Урбана VIII и кардиналов.

«О философии – писал Галилей – можно прочесть в величественной книге – я имею в виду Вселенную, и эта книга постоянно открыта нашему взору, но понять ее может лишь тот, кто сначала научится постигать ее язык и толковать символы, которыми она пользуется. Написана же она на языке математики, а символы ее – треугольники, круги и другие геометрические фигуры, без которых человек не смог бы понять в ней ни единого слова; без них он был бы обречен блуждать в потемках по лабиринту».

Тысячу лет люди искали истину в бесконечных спорах о латинских текстах отцов церкви. Оказывается, они использовали не тот язык и не те книги. После нескольких тайных заседаний суда инквизиции Галилею было запрещено следовать коперниковскому учению. Галилей не подчинился и в 1633 в возрасте 70 лет был вызван на публичный процесс, отрекся от своего учения, несмотря на это, был приговорен к пожизненному домашнему аресту. Но этот запрет вернул Галилея к фундаментальным исследованиям, и через пять лет он опубликовал свой последний и наиболее значительный труд Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки (рус. перевод 1934). Науки эти – статика, занимающаяся изучением сил, находящихся в равновесии, и динамика, изучающая движения под действием сил. Эта работа Галилея стала основой исчерпывающего объяснения коперниковской системы, которое Ньютон дал спустя 50 лет.

СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА

До 1940-х годов основные виды известной тогда материи выглядели довольно просто: атом состоял из электронов, движущихся вокруг массивного ядра; при некоторых условиях он испускал свет в форме квантов, называвшихся фотонами; ядра состояли из нейтронов и протонов (нуклонов), каждый из которых обладал массой, примерно в 1840 раз превышающей массу электрона; частица третьего типа с массой, промежуточной между массой электрона и протона, названная «мезоном», отвечала за взаимодействие частиц ядра (нуклонов), а фотон, квант электромагнитного поля, удерживал вместе электрон и ядро. В то время было естественно рассматривать все перечисленные выше частицы как элементарные формы материи, аналогичные элементам традиционной химии, из которых состоит все, что нас окружает. Однако с открытием в последнее время большого числа новых частиц зародилось сомнение в том, что все они действительно элементарны. Основные работы в этой очень трудной области физики ведутся в научно-исследовательских центрах, располагающих чрезвычайно дорогостоящими экспериментальными установками. В Соединенных Штатах это Брукхейвенская и Аргоннская национальные лаборатории, Национальная лаборатория ускорителей близ Чикаго, Станфордский линейный ускоритель, в Западной Европе – ЦЕРН, Европейский совет по ядерным исследованиям (European Council for Nuclear Research) в Женеве, объединяющий 12 стран. Несколько научно-исследовательских центров, возникших при больших ускорителях, имеется в России. Главная задача фундаментального изучения материи состоит в том, чтобы как можно больше узнать о всех возможных ее формах, т.е. установить, какие бывают элементарные частицы и каковы их свойства, объяснить, почему наша Вселенная содержит именно эти, а не другие разновидности частиц. В 1970-х годах возникла теория, в которой элементарные частицы считались состоящими из еще более фундаментальных «кирпичиков» материи – кварков. Сначала кварков было всего три, затем их стало 12, а чуть позже – 15. Как это часто бывало в прошлом с другими теориями материи, с каждым таким расширением списка частиц усиливалось подозрение, что теория кварков при всей ее привлекательности все же не является подлинно фундаментальной. Второе общее направление, которому следует в своем развитии фундаментальная физика сегодня, – это изучение форм материи, состоящих из большого числа связанных частиц. Одно из направлений такого рода исследований занимается изучением газов, частицы которых слабо связаны и основное время проводят в свободном полете. Если не считать поведения газов при экстремальных условиях (такого рода вопросы интересуют тех, кто, например, занимается изучением

ракетных двигателей), в этой области знаний сейчас нет ни одного принципиального вопроса, на который нельзя было бы дать ответ.

Что касается жидкостей и твердых тел, то здесь предстоит выяснить еще многое. В частности, твердые тела обладают разнообразными механическими, электрическими и магнитными свойствами, для объяснения которых недостаточно знать, из каких частиц эти тела состоят, поскольку упомянутые свойства зависят также от их агрегатного состояния. Физика твердого тела – быстро развивающаяся область науки, и отчасти это связано с ее большим прикладным значением: так, транзисторы и другие полупроводниковые устройства, созданные как результат исследований и разработок в области физики твердого тела, произвели настоящую революцию в электронике.

Еще одно состояние агрегации мы находим в атомном ядре. Поскольку ядро очень мало и его составляющие прочно связаны ядерными силами, оно представляет собой очень трудный объект для изучения, так что сведения о его структуре и типах внутриядерного движения весьма скудны. Исследования в этой области широко поддерживаются правительствами, поскольку ядерной энергии придется удовлетворять значительную часть энергетических потребностей человечества, когда иссякнут источники нефти и угля. Наконец, упомянем о физике плазмы, одной из новых областей науки. Плазма – это раскаленный газ, состоящий из проводящих электричество ионов и электронов, но его поведение заметно отличается от поведения газа при обычных условиях. Если учесть, что все звезды и значительная часть межзвездного вещества – плазма, то получается, что во Вселенной в таком состоянии находится более 99% материи. Следовательно, для проникновения в тайны космоса необходимо как можно более полно исследовать свойства самой плазмы. Кроме того, для создания наиболее перспективных – термоядерных источников энергии, по-видимому, потребуется воспроизвести условия, царящие в недрах звезд.

До Второй мировой войны почти все значительные исследования в области физики выполнялись в университетских лабораториях, поддерживаемых университетскими фондами. После войны ситуация изменилась по трем причинам. Во-первых, создание новых экспериментальных установок стало для университетских бюджетов слишком дорогим делом, что привело к необходимости широкомасштабного участия государства в субсидировании научных программ. Во-вторых, правительства осознали необходимость поддержки научных исследований в собственных военных, экономических и политических целях. Это в особенности касается космических программ и исследований в области физики элементарных частиц, а также различных видов деятельности, связанных с решением энергетических проблем. В-третьих, коренным образом изменилось отношение деловых людей к науке: теперь большой бизнес во всем мире участвует в создании лабораторий, в которых проводятся серьезные исследования.

Все предпринимавшиеся ранее попытки предсказать будущее науки кончались провалом, однако очевидно, что мы можем ожидать большого прогресса в указанных выше направлениях. Ясно также, что в будущем появятся совершенно новые направления исследований, которые сейчас невозможно предвидеть, как невозможно было предсказать сто лет назад появление ядерной физики. Подлинно всеобъемлющая физическая теория позволит рассматривать с единой точки зрения процессы, протекающие во всех масштабах – от космического до субатомного. Ныне же, хотя нам известно многое, мы видим лишь интригующие фрагменты полной картины мира.