

дений, отдельных рецептов и правил. Даже при попытках обобщить эти сведения и правила их тесно связывали с фантастическими религиозными представлениями о природе и человеке. В Египте жрецы, являясь одновременно и учеными и верховными священнослужителями, связывали в нечто единое научные знания и фантастические, религиозные представления об окружающей действительности. Так, например, установив связь между движением небесных светил и переменами в окружающей природе, происходящими с изменением времени года, они искали такую же связь между небесными явлениями и судьбой отдельных людей и целых государств. Они учили, что движение и положение небесных тел управляют жизнью людей на Земле. Так вместе с астрономией развивалась и астрология. С зачатками науки также непосредственно были связаны элементы антропоморфизма, анимизма, мифологии и т. д.

§ 2. ДРЕВНЯЯ НАТУРФИЛОСОФИЯ

Следующим этапом в становлении и развитии науки было появление и развитие древней философии, или натурфилософии. В рамках древней философии был высказан ряд научных идей, которые при своем дальнейшем развитии сыграли важную роль в развитии науки вообще и физики в частности. Натурфилософия появилась почти одновременно в Индии, Китае и Древней Греции. На последующее развитие физики оказала главным образом влияние древнегреческая натурфилософия, поэтому в основном остановимся на ее рассмотрении. Древнегреческая натурфилософия возникла в VI в. до н. э. Это было время расцвета древнегреческого рабовладельческого общества, создавшего условия для ее возникновения и развития.

В самых ранних философских системах Древней Греции была впервые сделана попытка обобщить все накопленные знания о природе, связать их воедино и построить единую картину мира. Эта картина мира уже носила научный характер и не строилась на чисто фантастических и религиозных представлениях.

Древние философы опирались на весьма скудные знания о природе. Эти знания они черпали в лучшем случае из астрономии и математики, которые, как отмечалось выше, к этому времени достигли определенных успехов. В некоторых случаях они опирались на знания о природе, взятые из повседневной жизни и производственной практики, которая была еще весьма примитивна. Несмотря на определенные достижения техники в строительстве, в мореплавании и в военном деле, ее уровень был достаточно низок. Труд был ручным, рабочих машин не существовало. Основную роль в технике играли так называемые простые машины: рычаг, ворот, наклонная плоскость и т. п. Экспериментальный метод исследования явлений природы был неизвестен. Люди ограничивались простым наблюдением окружающих их явлений. Вполне естественно, что при таких условиях древние философы не могли построить картину мира, которая достаточно правильно представляла бы конкретные дей-

ствительные процессы, протекающие в природе. Картины мира, которые они предлагали, были примитивными и наивными. Однако, несмотря на это, древние философы подметили в явлениях природы целый ряд особенностей и правильно осветили их. Прежде всего они увидели во всем многообразии мира диалектику вещей и явлений. На это обстоятельство впервые указал Энгельс. Он писал:

«Когда мы подвергаем мысленному рассмотрению природу или историю человечества или нашу собственную духовную деятельность, то перед нами сперва возникает картина бесконечного сплетения связей и взаимодействий, в которой ничто не остается неподвижным и неизменным, а все движется, изменяется, возникает и исчезает. Этот первоначальный, наивный, но по сути дела правильный взгляд на мир был присущ древнегреческой философии и впервые ясно выражен Гераклитом: все существует и в то же время не существует, так как все *течет*, все постоянно изменяется, все находится в постоянном процессе возникновения и исчезновения. Несмотря, однако, на то, что этот взгляд верно схватывает общий характер всей картины явлений, он все же недостаточен для объяснения тех частных, из которых она складывается, а пока мы не знаем их, нам не ясна и общая картина. Чтобы познавать эти частности, мы вынуждены вырывать их из их естественной или исторической связи и исследовать каждую в отдельности по ее свойствам, по ее особым причинам и следствиям и т. д. В этом состоит прежде всего задача естествознания и исторического исследования, т. е. тех отраслей науки, которые по вполне понятным причинам занимали у греков классических времен лишь подчиненное место, потому что грекам нужно было раньше всего другого накопить необходимый материал»¹⁾.

Древние философы и ученые смогли увидеть в окружающих явлениях целый ряд других общих особенностей и высказать ряд идей, которые стали затем руководящими в естествознании и философии. Именно древним философам принадлежат такие фундаментальные идеи, как идея о материи, идея о неуничтожимости материи и движения, идея о всеобщей причинности и др. Древние философы и ученые высказали и более конкретные идеи, в зародыше содержащие ряд принципов, которые затем были установлены в науке, в частности в физике. Так, например, древним философам принадлежит идея об атомистическом строении вещества, идея об относительности механического движения и др. Не случайно Грецию называют колыбелью европейской культуры. Энгельс подчеркивал:

«...в многообразных формах греческой философии уже имеются в зародыше, в процессе возникновения, почти все позднейшие типы мировоззрений. Поэтому и теоретическое естествознание, если оно хочет проследить историю возникновения и развития своих теперешних общих положений, вынуждено возвращаться к грекам»²⁾.

В нашу задачу не входит изложение всех особенностей древнегреческой философии. Мы не можем также остановиться на всех философских школах древних греков. Рассмотрим лишь, как возникли и формировались некоторые философские и естественнонаучные идеи, сыгравшие важнейшую роль в последующем развитии основных понятий физической науки. Понятие материи и представ-

¹⁾ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е. Т. 20, с. 20.

²⁾ Там же, с. 369.

ление о строении вещества — важнейшие в древней греческой философии, или натурфилософии. Понятие материи формируется уже в самой первой философской школе Древней Греции, известной под названием Ионийской, которое происходило от названия греческой области Ионии, где жили философы этого направления. Ионийскую философскую школу называли также Милетской (Милет — город в Ионии). Ионийцы начинают с того, что ищут единство во всем бесконечном многообразии окружающего мира. Они находят это единство в каком-либо материальном начале, из которого образуются все вещи в природе. Первый философ Древней Греции, основоположник ионийской философии Фалес (ок. 624—547 гг. до н. э.) принял за начало всех вещей воду. По Фалесу, все вещи возникают из воды и превращаются в воду. Конечно, учение Фалеса было примитивным. Однако оно явилось большим шагом вперед в развитии изучения природы. Это был качественно новый шаг по сравнению с более ранними полунаучными, полурелигиозными, основанными в значительной степени на мифологии представлениями о мире, который управляется богами, героями, таинственными силами и т. д. Оценивая роль и значение ранних греческих философов, Энгельс писал:

«Таким образом, здесь перед нами уже полностью вырисовывается первоначальный стихийный материализм, который на первой стадии своего развития весьма естественно считает само собой разумеющимся единство в бесконечном многообразии явлений природы и ищет его в чем-то определенно-телесном, в чем-то особенном, как Фалес в воде»¹⁾.

Последующие философы ионийцы, подобно Фалесу, искали основу материального мира в едином вещественном. Так, Анаксимен (ок. 585—525 гг. до н. э.) считал, что началом всего является воздух, из которого образуются все вещи. Но уже ученик Фалеса Анаксимандр (ок. 610—546 гг. до н. э.) сделал новый шаг в развитии понятия материи. Анаксимандр вводит уже понятие «первоматерии» как некой абстрактной субстанции. В основе всего, по Анаксимандру, лежит некая беспредельная первоматерия, которую он называет «Апейрон». Эту первоматерию Анаксимандр определяет так: «...у него (беспредельного) нет начала, но оно само кажется началом остальных вещей. Оно объемлет все и всем правит».

В более позднее время знаменитый древнегреческий философ Гераклит (ок. 530—470 гг. до н. э.), названный В. И. Лениным одним из основоположников диалектики²⁾, в качестве первоматерии принял огонь. Огонь, по Гераклиту, — это некое первоначество. Путем сгущения и разрежения из огня возникают все вещи. «Все обменивается на огонь и огонь на все, как на золото — товары, на товары — золото».

Таким образом, в рамках ионийской философии начало формироваться и развиваться понятие материи. Оно развивалось от наивного представления о первоматерии — воды (у Фалеса) до понятия

¹⁾ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е. Т. 20, с. 502.

²⁾ См.: Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 29, с. 309.

первоматерии — огонь (у Гераклита). Огонь Гераклита обладает творческой силой, он находится в вечном движении и т. д. Однако и вода Фалеса и огонь Гераклита являются началом развития представления о первоматерии — единой субстанции, из которой построены все тела на Земле.

Подчеркнем также, что в философии ионийцев содержится не только учение о материи. Ионийцы, как и положено натурфилософам, трудились над построением общей картины мира, при этом, хотя и в наивной форме, ими были высказаны многие интересные идеи. Анаксимандр высказал идею о множественности миров. Он полагал, что кроме нашего мира существует бесчисленное количество других миров, возникающих и погибающих. Анаксимандру принадлежат также эволюционные идеи о происхождении жизни на Земле. По его мнению, первые животные на Земле родились из влаги, затем они вышли на Землю и из них возник человек и т. д.

Вернемся теперь к вопросу о развитии понятия материи у древних философов. Новый шаг в развитии этого понятия был сделан древними атомистами. Основоположниками древнегреческой атомистики являются Демокрит и его учитель Левкипп. В их учении понятие материи получило дальнейшее развитие. Возникает первое научное представление о структуре материи и получает конкретное воплощение идея о ее несотворимости и неуничтожимости. Однако у Левкиппа и Демокрита есть в известном смысле предшественники. Среди них следует упомянуть Эмпедокла и Анаксагора. Эмпедокл (490—430 гг. до н. э.) полагает, что все вещи состоят из четырех элементов: земли, воды, воздуха и огня. Эти элементы, или, как он называет их, «корни», соединяясь, образуют все вещи в природе. «Корни» неразрушимы и несотворимы, а так как все вещи состоят из «корней» и все изменения происходят в результате их соединения и разъединения, то в природе ничего не исчезает бесследно и не превращается в ничто.

Анаксагор (ок. 500—528 гг. до н. э.) решает вопрос о строении материи иначе. Если у Эмпедокла материя сводится к четырем элементам, то Анаксагор полагает, что она состоит из бесчисленного множества различных частиц — элементов. Каждая вещь, считает он, состоит из мельчайших частиц, подобных самой вещи. Так, например, кости состоят из маленьких костей, мясо — из мельчайших кусочков мяса, кровь — из мелких капелек крови и т. д. Эти частицы, которые получили название гомеомерий, неразрушимы. Все превращения в мире происходят в результате соединения и разъединения этих частиц.

Развитую форму учение древних атомистов получило у Левкиппа, полубогатого древнегреческого философа, и его ученика Демокрита (ок. 460 — ок. 370 гг. до н. э.). В дальнейшем это философское направление продолжает развивать древнегреческий философ Эпикур (341—270 гг. до н. э.) и, наконец, римский философ и поэт Лукреций (ок. 99 или 95—55 гг. до н. э.). Демокритом, по свидетельству древних, было написано около 70 сочинений, ни одно из которых не сохранилось до нашего времени. Ничего, кроме трех

писем, не сохранилось и из сочинений Эпикура. Зато до нашего времени дошла целая поэма Лукреция «О природе вещей», в которой подробно изложено учение древних атомистов. Помимо этого, о взглядах Левкиппа — Демокрита — Эпикура имеются свидетельства древних философов, по которым можно составить достаточно полную картину их учения.

Остановимся кратко на развитии идей о материи, принадлежащих Левкиппу и Демокриту, причем для краткости условимся говорить дальше просто о Демокрите. Все существующее, по Демокриту, состоит из атомов и пустоты. В отличие от элементов Эмпедокла и гомеомерий Анаксагора частицы, из которых состоят все вещи, по Демокриту, лишены качественного различия. Они различаются только величиной и фигурой, лишены всякого внутреннего строения и являются неделимыми. Отсюда происходит их название «атомы» (α τ ο μ ο ς), что значит неделимые. Атомы разнообразны по величине и фигуре. Ни один из них не может исчезнуть, так же как и появиться вновь. Атомы существовали и будут существовать всегда, они несотворимы и неразрушимы. Кроме атомов и пустоты больше ничего не существует. Все вещи образованы из атомов, все явления природы происходят в результате движения атомов и их различного сочетания. «Ничто не возникает из небытия, не разрешается в небытие»¹⁾.

Демокрит не признавал существования каких-либо нематериальных объектов: нематериальных начал, сил, душ и т. д. Сама душа, по Демокриту, состоит из атомов. Даже боги состоят из атомов. Они рождаются и умирают. Они не есть творцы мира, а лишь особые существа, такие же материальные, как люди. Учение Демокрита о материи приводит его к двум принципиально важным идеям. Первая из них — идея о вечности движения. Рассматривая атомы как неуничтожимые и несотворимые единицы материи и полагая, что в природе кроме атомов и пустоты нет никаких начал, он, естественно, должен был высказать идею о вечности их движения, а вместе с тем и о вечности движения вообще. Однако если идея о неуничтожимости и несотворимости материи уже конкретизируется у Демокрита в форме утверждения о неуничтожимости и несотворимости атомов, то с идеей о вечности движения дело обстоит иначе. Демокрит не может еще конкретно выразить принцип сохранения



Демокрит

¹⁾ Маковельский А. О. Древнегреческие атомисты. Баку, 1946, с. 61.

движения в природе. Для этого нужно было, очевидно, сначала установить меру движения. Тем не менее он все же делает шаг в направлении такой конкретизации. Именно Демокрит связывает принцип сохранения движения в природе с сохранением механического движения у атомов. Вторая важная идея, высказанная Демокритом, — это принцип причинности. Мир, состоящий из атомов и пустоты, живет, по Демокриту, следуя естественным законам, в нем действует строгая причинность и необходимость. Демокрит утверждает:

«Ни одна вещь не возникает беспричинно, но все возникает на каком-нибудь основании и в силу необходимости»¹⁾.

Конечно, в сочинениях Демокрита, Эпикура и Лукреция излагался не только вопрос о сущности материи и даже не только вопрос о ее строении. Атомисты, как и ионийцы, были натурфилософами, и, так же как первые, они в своих сочинениях затронули все области знания своего времени. Их интересовали вопросы космогонии и астрономии, вопросы физики, биологии и т. д. Подобно ионийцам, они строили единую картину мира. Об этой картине можно составить полное представление по сочинению Лукреция «О природе вещей». В этом сочинении рассказывается и об атомах, и о том, как построены тела из них. Автор излагает гипотезу о том, как из хаоса возникла Вселенная, как на образовавшейся Земле появились живые существа, как появился человек, как он развивался и т. д. Несмотря на то что в этой книге много примитивных и наивных представлений, тем не менее в ней содержатся глубокие и, в общем, правильные идеи.

Заканчивая рассмотрение развития понятия материи у атомистов, следует сказать, что их учение было наиболее последовательным материалистическим учением в древнегреческой философии. Левкипп, Демокрит, Эпикур и Лукреций пытались объяснить мир, его возникновение и развитие, не прибегая ни к каким сверхъестественным и нематериальным представлениям. Они провозгласили в общей форме важнейшее положение материализма — о вечности материи и ее движении. При этом общему положению о несотворимости и неуничтожимости материи они придали определенную конкретную форму. Они ввели также в науку понятие причинности. Эти общие понятия стали руководящими принципами в последующем развитии естествознания, особенно физики. Древним атомистам принадлежит первая и, в общем, правильная гипотеза об атомистическом строении вещества. Она также стала руководящей в последующем развитии естествознания и физики. Когда после научного застоя средних веков наука в борьбе с церковной идеологией завоевала себе самостоятельность, возродилось и учение древних атомистов, которое явилось одним из отправных пунктов для нового этапа ее развития. В учении древних атомистов содержались также в зародыше элементы механического мировоззрения, явившегося в

¹⁾ Маковельский А. О. Древнегреческие атомисты, с. 229.

последующем философской основой естествознания, включая и физику XVII—XIX вв.

Помимо понятия материи в древней философии возникли и другие общие идеи, ставшие затем руководящими в развитии естествознания. Одной из таких идей, имеющих большое значение для развития физики, была идея о существовании строгих количественных законов в природе и в связи с этим необходимости применения математики в физических исследованиях. Идея о действии строгих законов, выражающаяся в строгих математических формулировках, зародилась в рамках пифагорейской школы в Древней Греции. Родоначальником этой школы был легендарный древнегреческий ученый и философ Пифагор (580—500 гг. до н. э.). В противоположность ионийцам, которые искали единство в природе в чем-то вещественном, материальном, Пифагор и пифагорейцы нашли это единство в идеальном — в числе. Пифагорейцы учили, что в основе всех вещей лежит число, а вся Вселенная есть гармония чисел.

«Так называемые пифагорейцы, — пишет Аристотель, — занявшись математическими науками, впервые двинули их вперед и, воспитавшись на них, стали считать их началами всех вещей. Но в области этих наук числа занимают от природы первое место, а у чисел они усматривали, казалось им, много сходных черт с тем, что существует и происходит, — больше, чем у огня, земли и воды, например такое-то свойство чисел есть справедливость, а такое-то — душа и ум, другое — удача, и, можно сказать, в каждом из остальных случаев точно так же. Кроме того, они видели в числах свойства и отношения, присущие гармоническим сочетаниям. Так как, следовательно, все остальное явным образом уподоблялось числам по всему своему существу, а числа занимали первое место во всей природе, элементы чисел они предположили элементами всех вещей и всю Вселенную [признали] гармонией и числом»¹⁾.

Конечно, вся система философии пифагорейцев имела идеалистический и даже фантастический характер. Пифагорейцы обожествляли числа, искали в них и их сочетаниях таинственный смысл, в их учении было много мистицизма. Однако они, хотя и в уродливой форме, впервые ввели глубокую идею о существовании количественных закономерностей в явлениях природы. Энгельс писал о философии Пифагора:

«Подобно тому как число подчинено определенным законам, так подчинена им и вселенная; этим впервые высказывается мысль о закономерности вселенной»²⁾.

Нужно отметить, что к основным идеям своей философии Пифагор пришел не чисто умозрительным путем и даже не на основе своих исследований по математике. Он в какой-то мере опирался и на опыт. Известно, что пифагорейцам принадлежит открытие факта гармонического звучания двух струн, когда их длины относятся как первые целые числа 1 : 2 (октава), 2 : 3 (квинта), 3 : 4 (кварта). Это открытие, хотя его и нельзя рассматривать как причину возникновения основных идей философии пифагорейцев, тем

¹⁾ Антология мировой философии. Т. I, ч. 1, с. 282—283.

²⁾ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е. Т. 20; с. 503.

не менее явилось одним из источников их идей, или, по крайней мере, они могли его рассматривать как подтверждение своих идей. Вторым важным достижением пифагорейцев было их учение о строении Вселенной. Пифагору принадлежит идея о шарообразности Земли. Он был, по-видимому, первым, кто высказал эту гипотезу. Как могла она возникнуть в те времена, когда о кругосветных путешествиях нельзя было еще думать? Возможно, здесь сыграли роль наблюдения за горизонтом во время морских путешествий (сначала видна мачта и только потом появляется корпус корабля), а также наблюдения затмения Луны (тень, падающая на Луну, образована шарообразным предметом). Возможно, что именно эти факты натолкнули Пифагора на гипотезу о шарообразности Земли. Эта идея в свою очередь способствовала развитию его основного философского принципа о математике как главной управляющей силе в природе. С другой стороны, идея о том, что все в природе управляется математикой, могла способствовать появлению гипотезы о шарообразности Земли. Шар как геометрическая фигура является наиболее простой и наиболее совершенной фигурой. Он обладает наибольшей симметрией, поэтому в данном случае принцип простоты и математического совершенства мог сыграть определенную положительную роль. В дальнейшем, как хорошо известно, греки часто применяли принцип простоты, или принцип совершенства. В тех случаях, когда этот принцип соответствовал объективно существующему, он играл эвристическую роль. Такую именно роль, возможно, этот принцип сыграл и в данном случае.

Пифагорейцам принадлежит также первая гипотеза о строении Вселенной, в которой предполагается движение Земли. Трудно предположить причины, которые привели пифагорейцев к этой, казавшейся нелепой гипотезе. Во всяком случае, основной принцип пифагорейской философии о том, что миром управляют числа или, в более общем понимании, математика, не имеет к ней никакого отношения. Наоборот, общие принципы привели к ошибкам пифагорейцев в конкретном воплощении этой идеи. Пифагорейцы учили, что в центре Вселенной находится некий центральный огонь, вокруг которого вращаются все небесные тела, а также и Земля. Существуют следующие сферы: Земли, Луны, Солнца, сфера известных тогда пяти планет и, наконец, сфера неподвижных звезд. Солнце светит отраженным светом от центрального огня, который не виден, так как Земля всегда повернута к нему только одной стороной, противоположной той стороне, на которой живут люди (греки и известные им народы). В таком случае получается, что вокруг центрального огня вращается девять сфер. Однако, с точки зрения пифагорейцев, девять — число несовершенное или мало совершенное. Совершенным является число десять. Поэтому пифагорейцы сочли необходимым ввести еще одно небесное тело — противоземлю, которая не видна, так как расположена со стороны центрального огня. Такова космология пифагорейцев, которая, с одной стороны, основана на гениальной догадке о движении Земли, а с другой стороны, — на теоретических спекуляциях с числами.

Идея пифагорейцев о числах как сущности вещей была воспринята Платоном (427—347 гг. до н. э.), основателем крупнейшей философской школы объективного идеализма в Греции. Платон полагал, что основой всего существующего являются общие понятия — идеи. Конкретные вещи материального мира он рассматривал лишь как несовершенные копии общих понятий. Основное место в учении Платона занимали чисто философские проблемы. Однако он уделил внимание и вопросам естествознания. Платон в какой-то степени построил общую картину природы, но она не представляет для нас интереса, так как не содержит прогрессивных идей. Правда некоторые его идеи сыграли определенную роль в развитии науки, что будет отмечено ниже. Остановимся только на одном вопросе натурфилософии Платона. Как было отмечено, Платон воспринял идею Пифагора о числе и математике вообще как определяющую сущность вещей. Но в отличие от пифагорейцев эти идеи не привели Платона к каким-либо глубоким и правильным идеям. Больше того, они привели Платона к некоторым идеалистическим выводам. Например, это вывод о строении вещества. Собственно говоря, он существовал уже у пифагорейцев и вероятно, что Платон его заимствовал. Пифагор сделал предположение об абстрактном геометрическом характере строения вещества. Как и Эмпедокл, Пифагор полагал, что все материальные вещи состоят из пяти элементов: земли, воды, воздуха, огня и эфира¹⁾. Однако в отличие от более позднего учения Эмпедокла он считал, что элементы состоят из пяти геометрических фигур. Один из древних философов так свидетельствует об этом учении Пифагора:

«Пифагор говорит, что есть пять телесных фигур, которые называются также математическими: из куба, учит он, возникла земля, из пирамиды — огонь, из октаэдра — воздух, из икосаэдра — вода, из додекаэдра — сфера Вселенной (т. е. эфир)»²⁾.

Идеи о том, что все тела состоят из геометрических фигур, воспринял и развил Платон. Он, подобно Пифагору, считал, что все вещи состоят из пяти элементов, образованных из геометрических фигур. Но сами геометрические объемы фигур он рассматривал состоящими из двух простых треугольников: одного — равнобедренного, прямоугольного, а другого — равностороннего. Из этих треугольников можно составлять все геометрические фигуры, о которых говорил Пифагор. Платон резко возражал против учения древних атомистов. Существует легенда, что он дал своим ученикам указание уничтожить сочинения Демокрита. Однако он все же заимствовал у атомистов идею о дискретном строении вещества, но лишил ее материалистического смысла. Треугольники Платона — это атомы, но атомы, лишенные всякой материальности; они не обладают даже объемом. Учение Платона о строении вещества из

¹⁾ Учения о том, что все вещи состоят из пяти элементов, очень стары. Они возникли еще до появления греческой философии.

²⁾ Антология мировой философии. Т. I, ч. I, с. 287.

треугольников не сыграло никакой роли в истории развития физики. Оно было забыто, и физики начиная с XVII в. могли рассматривать его разве лишь только как курьез. О нем не стоило бы даже вспоминать, если бы подобные идеи не возродились в последние десятилетия, правда в модернизированной форме. При этом начали вспоминать и о Пифагоре и о Платоне.

Предвестником современных взглядов считает Платона, например, Гейзенберг. Он пишет:

«Элементарные частицы, о которых говорится в диалоге Платона «Тимей» (т. е. треугольники Платона. — Б. С.), ведь это в конце концов не материя, а математические формы. «Все вещи суть числа» — положение, приписываемое Пифагору. Единственными математическими формами, известными в то время, являлись геометрические и стереометрические формы, подобные правильным телам и треугольникам, из которых образована их поверхность. В современной квантовой теории едва ли можно сомневаться в том, что элементарные частицы в конечном счете суть математические формы, только гораздо более сложной и абстрактной природы»¹⁾.

Но вряд ли в настоящее время найдется много физиков, которые бы согласились с Гейзенбергом в том, что элементарные частицы лишь «математические формы». Элементарные частицы обладают многими свойствами. У них есть масса, заряд, спин. Они способны превращаться друг в друга и т. д.

Оценка роли учений Пифагора и Платона для последующего развития физической науки, данная Гейзенбергом, неверна. Дело не в том, что они будто бы правильно указали на то, что объект физической науки — лишь «математическая форма». Ценность идей, если, конечно, очистить их от идеалистической и мистической шелухи, заключается в том, что они содержат утверждение о подчиненности физических явлений строгим математическим законам и поэтому могут быть выражены в форме математических соотношений. Эта идея, однако, являлась только гениальным предвосхищением будущих концепций, так же как и многие другие идеи, высказанные в рамках древней натурфилософии. Будущее показало, что действительно математика способна отображать поведение мира физических явлений. Ее значение далеко не ограничивается только тем, что она служит языком, на котором говорят физики. Уже давно стало ясным, что математика способна играть большую эвристическую роль в развитии физики. Это подчеркивали многие ученые, начиная с Кеплера и кончая Эйнштейном.

Новым этапом в развитии натурфилософии Древней Греции было всеобъемлющее учение Аристотеля (384—322 гг. до н. э.). В своих сочинениях он затронул вопросы как естествознания, так и гуманитарных наук и создал своего рода энциклопедию научных знаний своего времени. Собственно философское учение Аристотеля содержало много глубоких идей и явилось важнейшим шагом в развитии философии вообще и особенно логики. Несколько иначе обстояло дело с естественнонаучными взглядами Аристотеля и его

¹⁾ Гейзенберг В. Физика и философия. М., ИЛ, 1963, с. 48—49.

теориями, относящимися к естественным наукам. С одной стороны, они основывались на весьма бедном фактическом материале и включали много примитивных и фантастических представлений. Но с другой стороны, Аристотель уже располагал большим числом фактов, нежели его предшественники. Поэтому картина мира, которую он создал, казалась более обоснованной и правильной, нежели нарисованная более ранними учеными. Но все же, подойдя более трезво к построению общей картины природы, Аристотель потерял многие гениальные догадки, которые были ранее высказаны учеными и философами. Так, например, Аристотель не воспринял идей атомистов, отрицал возможность количественного подхода к изучению природы и был противником применения математики в науке о природе. Аристотель утвердил геоцентрическое учение, отвергнув идею пифагорейцев о движении Земли. Однако философия природы Аристотеля была гораздо более систематична. Она казалась построенной на хорошо известных явлениях и фактах и хорошо их объяснявшей. В ней было мало гениальных догадок, но зато больше идей, которые как будто бы соответствовали окружающей действительности. Таким образом, роль естественнонаучных взглядов Аристотеля в истории развития естествознания и физики, в частности, была противоречива. С одной стороны, учение о природе Аристотеля послужило отправным пунктом для последующего развития естествознания, а с другой стороны, оно протекало в борьбе с этим учением. Из-за ряда исторических условий (о них будет сказано ниже), которые привели к тому, что учение Аристотеля было канонизировано церковью, борьба эта достигла уровня политической. Не излагая философские вопросы учения Аристотеля в общей форме, затронем их постольку, поскольку это будет необходимо для изложения его естественнонаучных представлений, имеющих отношение к физике. Учение Аристотеля о материи было дальнейшим своеобразным развитием этого понятия. Под материей каждой вещи Аристотель понимал материал, из которого она сделана. Но материя не определяет свойства вещи. Ее сущность определяется формой — идеальным началом, которое придает материи определенность. Понятия материи и формы относительны. Так, кирпич — это материя для построения здания. В свою очередь, кирпич как тело, имеющее определенные свойства, есть форма для глины, из которой он приготовлен. В природе все находится в движении (исключая Землю как целое). Движение, по Аристотелю, — это изменение вообще, а не только из-



Аристотель

Аристотель утвердил геоцентрическое учение, отвергнув идею пифагорейцев о движении Земли. Однако философия природы Аристотеля была гораздо более систематична. Она казалась построенной на хорошо известных явлениях и фактах и хорошо их объяснявшей. В ней было мало гениальных догадок, но зато больше идей, которые как будто бы соответствовали окружающей действительности. Таким образом, роль естественнонаучных взглядов Аристотеля в истории развития естествознания и физики, в частности, была противоречива. С одной стороны, учение о природе Аристотеля послужило отправным пунктом для последующего развития естествознания, а с другой стороны, оно протекало в борьбе с этим учением. Из-за ряда исторических условий (о них будет сказано ниже), которые привели к тому, что учение Аристотеля было канонизировано церковью, борьба эта достигла уровня политической. Не излагая философские вопросы учения Аристотеля в общей форме, затронем их постольку, поскольку это будет необходимо для изложения его естественнонаучных представлений, имеющих отношение к физике. Учение Аристотеля о материи было дальнейшим своеобразным развитием этого понятия. Под материей каждой вещи Аристотель понимал материал, из которого она сделана. Но материя не определяет свойства вещи. Ее сущность определяется формой — идеальным началом, которое придает материи определенность. Понятия материи и формы относительны. Так, кирпич — это материя для построения здания. В свою очередь, кирпич как тело, имеющее определенные свойства, есть форма для глины, из которой он приготовлен. В природе все находится в движении (исключая Землю как целое). Движение, по Аристотелю, — это изменение вообще, а не только из-

менение положения вещей в пространстве. Он различает шесть форм движения: возникновение, уничтожение, рост, уменьшение, качественное изменение и смена в пространстве. В общем случае движение, по Аристотелю,—соединение материи с формой, в частности возникновение какой-либо вещи. В природе действует причинность. По Аристотелю, следует различать четыре вида причин. Во-первых, это материальные и формальные причины. Это, если можно так сказать, причины, присущие самим вещам. Во-вторых, как пишет Аристотель, «причина в одном смысле обозначает входящий в состав вещи <материал>, из которого вещь возникает — какковы, например, медь для статуи и серебро для чаши, а также их <более общие> роды». Во-вторых, под причиной следует понимать то, что определяет сущность вещи,—суть бытия. «В другом смысле так называется форма и образец, иначе говоря — понятие сути бытия, и <более общие> роды этого понятия (например, для октавы — отношение двух к одному и вообще число), а также части, входящие в состав <такого> понятия»¹⁾.

Далее, под причиной понимают «источник, откуда берет свое начало изменение или успокоение, так, например, человек, давший совет, является причиной, и отец есть причина ребенка и вообще то, что делает, есть причина того, что делается, и то, что изменяет,—причина того, что изменяется»²⁾.

Кроме этих трех видов причин Аристотель вводит так называемую целевую, или конечную, причину.

«Кроме того,—пишет он,—причиной может быть цель; это значит «ради чего»: например, причина прогулки — здоровье. Зачем он гуляет? Мы скажем «ради выздоровления» и, сказав так, уверены, что указали причину»³⁾.

В том, что Аристотелю понадобилось ввести понятие целевой, или конечной, причины, проявилась характерная особенность древней философии — склонность к гилозоизму, т. е. ко всеобщей одушевленности всего существующего.

Подчеркнем еще раз, что, излагая некоторые основные понятия учения Аристотеля, мы ни в коей мере не преследуем цель дать общее представление о его учении. Опущен целый ряд его глубоких идей, в частности его гносеология, логика и т. д., что так ценил В. И. Ленин⁴⁾. Затронуты только те из основных положений учения Аристотеля, которые имеют отношение к развитию естествознания, в частности физики. Как мы видим, положения Аристотеля о материи и форме, о различных видах движения и причинности не могли стать настоящей философской основой для последующего развития физики.

Рассмотрим теперь основы учения Аристотеля, касающиеся явлений природы. В основе учения Аристотеля о строении вещества лежат его представления о материи и форме. Каждая вещь является соединением материи и формы. При этом материя данной вещи яв-

1) Аристотель. Метафизика. М.—Л., Соцэкгиз, 1934, с. 79.

2) Там же, с. 79.

3) Аристотель. Физика. М., Соцэкгиз, 1936, с. 28.

4) См.: Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 29, с. 325.

Естественное движение — это движение тела к своему месту. Это движение тяжелого тела вниз и, наоборот, движение легкого тела вверх. Тела, состоящие из элементов Земли, стремятся вниз, а тела, образованные из воздуха или огня, — вверх. Естественное движение тел происходит само собой, оно не требует приложения силы. Это движение происходит в результате стремления самих тел занять свои естественные места. Все остальные движения на Земле — насильственные и требуют приложения силы. Аристотель, не зная закона инерции, предположил, что всякие насильственные движения, даже равномерные и прямолинейные, происходят под действием силы. Основным принцип динамики Аристотеля заключается в следующем: «Все, что находится в движении, движется благодаря воздействию другого». При этом Аристотель полагал, что скорость движущегося тела должна быть пропорциональна действующей силе. В современной формулировке закон движения Аристотеля выглядит так: произведение силы на время движения равно произведению массы (веса) тела на пройденный путь ¹⁾.

Учение Аристотеля о механическом движении, несмотря на неправильность основных положений, было шагом вперед в процессе формирования механики. Он впервые поставил вопрос об изучении и классификации механического движения. С этого времени начинают формироваться основные понятия механики: скорость, сила и т. д. Аристотелю принадлежат и некоторые правильные выводы, в частности правило параллелограмма для сложения движений. Он писал:

«Если движимое движется сразу двумя движениями так, что пространства, пробегаемые в одно и то же время, находятся в постоянном отношении, то это движимое движется по диагонали параллелограмма, длина сторон которого находится в том же отношении» ²⁾.

В своих произведениях Аристотель затронул все естественнонаучные вопросы своего времени и попытался их объяснить, исходя из своих общих принципов. Большинство этих объяснений носило примитивный и наивный характер с оттенком антропоморфизма и гилозоизма. Однако он высказал и некоторые правильные идеи, относящиеся к явлениям природы, и последующее естествознание заимствовало их (некоторые из этих идей будут упомянуты в дальнейшем). Аристотель подвел итог предыдущему развитию науки и философии и наметил пути их дальнейшего развития. После Аристотеля начинается процесс выделения естественных наук из единой натурфилософии. Возникают и начинают развиваться уже как самостоятельные области знания математика и астрономия. Появляются зародыши физической науки, также вне какой-либо из философских систем.

¹⁾ См.: Аристотель. Физика, с. 135.

²⁾ D u g a s R. Histoire de la mécanique. Paris, 1950, p. 21.