

нового экспериментального метода исследования природы, явился одним из основоположников естествознания и нового мировоззрения — механического материализма, которое стало основным мировоззрением физиков и естествоиспытателей вообще. Наконец, Галилей заложил основы динамики; с его исследований, собственно говоря, начинает развиваться эта область физических наук.

§ 9. НАУЧНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ВОЗНИКНОВЕНИЕ НОВОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ

Научная революция означала не только освобождение науки из-под власти церкви, но и продолжение процесса выделения конкретных наук из философии. Этот процесс, начавшийся еще в древности и протекавший в средние века, теперь принимает форму образования экспериментальной науки о природе естествознания и его отдельных отраслей. Однако естествознание не порывает с философией вообще. Происходит только разрыв между наукой (естествознанием) и религиозным мировоззрением, господствующим в средние века. Больше того, вместе с естествознанием возникает и новая философия, которая, так же как и естествознание, резко противопоставляет себя средневековому мировоззрению. Эта философия развивается в тесной связи с естествознанием, опираясь на его достижения. Такая тесная связь имеет огромное значение как для естествознания, так и для философии. Она приводит к расцвету материализма в XVII в.

Среди философских систем XVII в., оказавших сколько-нибудь существенное влияние на развитие естествознания, нельзя указать ни одной идеалистической системы, за исключением философского учения Лейбница, Бэкон, Декарт, Гоббс, Гассенди, Локк и другие виднейшие философы были материалистами и строили свои философские системы, опираясь прежде всего на естествознание. Тесная связь между философией и естествознанием проявилась также в том, что особенности материализма (и не только материализма) — его метафизический и механический характер — определились особенностями естествознания на первом этапе его развития. Перед естествознанием встала прежде всего задача тщательного, дифференцированного изучения явлений природы. Оно еще не могло решать задачу построения общей картины мира, как это делали древние натурфилософы. Естествознание должно было сначала накопить естественнонаучный материал. Прежде чем исследовать процессы, необходимо было исследовать вещи; прежде чем исследовать связи между вещами и явлениями, следовало изучить их по отдельности, вне связи. Однако такой метод исследования, сменявший метод древнегреческой натурфилософии, — необходимая ступень в познании природы. Этот метод и приводит к метафизическому взгляду на природу. Он и был закреплен философией того времени.

«Разложение природы на ее отдельные части, разделение различных процессов и предметов природы на определенные классы, исследование внутреннего строения органических тел по их многообразным анатомическим формам, — все

это было основным условием тех исполинских успехов, которые были достигнуты в области познания природы за последние четыреста лет, — писал Ф. Энгельс. — Но тот же способ изучения оставил нам вместе с тем и привычку рассматривать вещи и процессы природы в их обособленности, вне их великой общей связи, и в силу этого — не в движении, а в неподвижном состоянии, не как существенно изменчивые, а как вечно неизменные, не живыми, а мертвыми. Перенесенный Бэконом и Локком из естествознания в философию, этот способ понимания создал специфическую ограниченность последних столетий — метафизический способ мышления»¹⁾.

Другая особенность мировоззрения XVII в. — механический взгляд на природу — также определялась характером развития естествознания того времени. Техника того времени обуславливала изучение главным образом механической формы движения и систематическое же изучение различных форм движения должно было, естественно, начаться с простейшей его формы — механического движения.

«Само собой разумеется, — писал Энгельс, — что изучение природы движения должно было исходить от низших, простейших форм его и должно было научиться понимать их прежде, чем могло дать что-нибудь для объяснения высших и более сложных форм его. И действительно, мы видим, что в историческом развитии естествознания раньше всего разрабатывается теория простого перемещения, механика небесных тел и земных масс...»²⁾

Таким образом, механический взгляд на природу обусловлен особенностями развития естествознания того времени, когда особое место в его развитии занимала механика.

Несмотря на то что в процессе научной революции формируются экспериментальная наука о природе и новая философия, натурфилософские тенденции еще проявляются у отдельных философов. Разделение предмета философии и естествознания еще не вполне отчетливо. Но натурфилософия постепенно теряет свое значение для развития познания человеком природы. Последней натурфилософской системой, сыгравшей положительную роль в развитии естествознания, была натурфилософская система Декарта первой половины XVII в.

Наконец, говоря о новой философии, возникающей вместе с естествознанием в период научной революции, нужно подчеркнуть, что для нее характерно подчеркивание практической пользы науки. Наука, бывшая в средние века служанкой богословия, становится служанкой буржуазии. От нее требуется, чтобы она приносила практически полезные результаты. На первый план выдвигается естествознание. Это обстоятельство находит отражение в философии этого времени. И если философы резко критикуют схоластику, то прежде всего за ее практическую бесполезность.

Основные особенности философии, сложившейся в период научной революции, хорошо прослеживаются в учении английского философа Фрэнсиса Бэкона (1561—1626) и французского ученого и философа Рене Декарта (1596—1650). Рассмотрим наиболее важ-

¹⁾ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е. Т. 19, с. 203.

²⁾ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е. Т. 20, с. 391.



Фрэнсис Бэкон

ные идеи этих учений. Главным в философии Ф. Бэкона является учение о методе, которому должно следовать естествознание, названное им «матерью наук». Основой познания природы является опыт. Однако дело заключается в том, чтобы уметь добывать из опыта правильные знания. Это не так просто, ибо человеческий разум способен допускать ошибки. Так, например, над разумом человека довлеют привычные установившиеся взгляды; человек больше верит тому, что ему нравится, что он предпочитает; он больше верит положительным доводам, чем отрицательным; он склонен к обобщению и т. д. Для того чтобы избежать всяческих заблуждений при построении теории на основе опыта, человек должен следовать научному методу. Этим методом, по Бэкону, является метод индукции.

Он так описывает метод достижения знания из опыта:

«Не следует все же допускать, чтобы разум перескакивал от частных к отдельным и почти самым общим аксиомам (каковы так называемые начала наук и вещей) и по их непоколебимой истинности испытывал бы и устанавливал средние аксиомы. Так было до сих пор: разум склоняется к этому не только естественным побуждением, но и потому, что он уже давно приучен к этому доказательству через силлогизм. Для наук же следует ожидать добра только тогда, когда мы будем восходить по истинной лестнице, по непрерывным, а не разверстым и перемежающимся ступеням — от частных к меньшим аксиомам и затем — к средним, одна выше другой и, наконец, к самым общим. Ибо самые низкие аксиомы немногим отличаются от голого опыта. Высшие же и самые общие аксиомы (какие у нас имеются) умозрительны и отвлечены, и у них нет ничего твердого. Средние же аксиомы истинны, тверды и жизненны, от них зависят человеческие дела и судьбы. А над ними наконец расположены наиболее общие аксиомы, не отвлеченные, но правильно ограниченные этими средними аксиомами. Поэтому человеческому разуму надо придать не крылья, а скорее свинец и тяжести, чтобы они сдерживали всякий прыжок и полет»¹⁾.

Бэкон не ограничился общими указаниями о методе естественных наук. В своем главном сочинении «Новый органон» (1620), что значит новое орудие, он разработал конкретную методику с пояснениями, как следует пользоваться на практике методом индукции. Будучи впоследствии систематизированы, правила Бэкона известны в настоящее время в логике как «Индукция Бэкона». Как пример одного из методов индукции Бэкона можно привести метод сходства. Допустим, что изучается некоторое явление *a* и ищутся его причины. Пусть сделано много опытов и определено, что яв-

¹⁾ Антология мировой философии. Т. II., с. 211.

ление a происходит тогда, когда имеют место обстоятельства A, B, C , или A, C, D , или A, B, K . Во всех случаях присутствует обстоятельство A , отсюда заключаем, что A — причина явления a .

Учение Бэкона сыграло важную роль в истории науки, в том числе и физики. Ниспровержение схоластики, утверждение опыта как источника познания повлияло на развитие естествознания, способствуя развитию экспериментального исследования природы. Однако это учение страдает однообразием. Процесс познания — сложный процесс. Он включает наряду с индукцией и дедукцию, и гипотезу, чему Бэкон не придает должного значения. Но на первом этапе развития естествознания, характеризующемся накоплением новых фактов, установлением частных закономерностей и т. п., метод Бэкона хорошо соответствовал задачам науки о природе. Поэтому учение Бэкона получило широкое распространение среди естествоиспытателей, в частности физиков, и сыграло руководящую роль в развитии естествознания. Насколько большое значение сами естествоиспытатели придавали индукции в развитии естествознания, можно судить по тому, что сами естественные науки нередко называли индуктивными. Так, например, один из историков естествознания первой половины XIX в. Уэвелль свою книгу по истории естествознания назвал «Историей индуктивных наук».

Совсем по-другому философские проблемы естествознания решал Декарт. Он, как и Бэкон, резко критиковал схоластику за ее практическую бесплодность, видел задачу науки в добывании знаний, полезных для практики, и главную роль в познании отводил естественным наукам. Однако метод познания природы, который предлагал Декарт, отличался от метода Бэкона. По Декарту, прежде всего нужно установить самые общие принципы, лежащие в основе всех законов и явлений природы, а затем с помощью дедукции из этих общих принципов вывести частные закономерности и объяснить все явления, которые происходят в природе. Сами общие принципы, по Декарту, познаются благодаря интеллектуальной интуиции, исключительно рассудком, а не выводятся из опыта. Опыт играет только роль критерия правильности выводов из общих принципов конкретных законов природы, а не критерия истинности самих общих принципов. Таков метод, которому, по мнению Декарта, должна следовать наука. Декарт не ограничился тем, что провозгласил истинный метод познания природы. Он попытался установить и общие принципы, лежащие в основе явлений природы. Этими принципами являются основные свойства материи и ее дви-



Рене Декарт

жения. Основные свойства материи — это те, которые ясно и отчетливо представляются разуму и от которых нельзя отвлечься, когда мы мыслим любое тело. Декарт интуитивно чувствует, что у всех вещей материального мира только одно общее свойство, без которого их нельзя представить. Это «протяженность». Декарт приходит к выводу, что вообще сущностью материи является «протяженность».

«Представим нашу матерью, — пишет Декарт, — настоящим телом, совершенно плотным, одинаково наполняющим всю длину, ширину и глубину того огромного пространства, на котором остановилась наша мысль. Представим далее, что каждая из ее частей занимает всегда часть этого пространства, пропорциональную своей величине, и никогда не может заполнить больший или сжиться в меньший объем или допустить, чтобы одновременно с ней какая-нибудь другая часть материи занимала то же самое место.

Прибавим к этому, что нашу материю можно делить на всевозможные части любой формы, какую только можно вообразить, и каждая из ее частей может обладать любым допустимым движением... Не будем, однако, думать, что, отделяя одну часть материи от другой, бог образовал между ними пустоту, а представим, что все различие частей материи сводится к разнообразию предписанных им движений»¹⁾.

Движение материи сообщено богом, после чего оно сохраняется неизменным. Это общее положение о сохранении движения в природе, высказанное еще в древности, Декарт конкретизирует. Во-первых, под движением он понимает только механические перемещения одних элементов материи относительно других. Во-вторых, формулирует закон инерции в виде двух положений: если частица «начала двигаться, то будет продолжать это движение постоянно с равной силой (т. е. скоростью.— Б. С.) до тех пор, пока ее не остановят или не замедлят ее движения»²⁾; «каждая из частиц по отдельности всегда стремится продолжить его (т. е. движение.— Б. С.) по прямой линии»³⁾. Это, если можно так сказать, закон сохранения движения для отдельной частицы. В общем же случае взаимодействующих частиц, по Декарту, сохраняется их общее количество движения. Он пишет:

«...если одно тело сталкивается с другим, оно не может сообщить ему никакого другого движения, кроме того, которое потеряет во время этого столкновения, как не может и отнять у него больше, чем одновременно приобретет себе»⁴⁾.

При этом движение тела измеряется произведением его скорости на «величину» этого тела. Таким образом, Декарт впервые устанавливает закон сохранения количества движения, хотя еще в не совсем ясной форме. Он не использует понятие массы, и что означает «величина» тела, остается не вполне ясным. Кроме того, Декарт понимает под скоростью только ее абсолютную величину. В дальнейшем понятие количества движения и формулировка закона сохранения количества движения уточняются. Сформулиро-

¹⁾ Декарт Р. Избранные произведения. М., Госполитиздат, 1950, с. 194—195.

²⁾ Там же, с. 198.

³⁾ Там же, с. 202.

⁴⁾ Там же, с. 200.

ванные законы являются, по Декарту, основными законами природы и должны быть положены в основу объяснения всех ее явлений. Правда, затем Декарт добавил к этим законам еще законы соударения тел, которые в большинстве случаев оказались неправильными. Важно отметить, что Декарт не использовал понятие силы и всякое взаимодействие сводил в конце концов к контактному взаимодействию: удару, толчку, давлению и т. д.

Сформулировав понятия материи, движения и основные законы природы, Декарт заявил, что знания их достаточно для того, чтобы объяснить все явления природы, и создает свою механистическую натурфилософскую систему. Декарт начинает с космогонии. Вселенная, по Декарту, не всегда находилась в настоящем состоянии. Первоначально материя была разделена на хаотично движущиеся частицы. Так ее создал бог, который затем не вмешивался в ее жизнь и мир развивался сам по себе. Материя заполняет все пространство, поэтому частички, на которые она была разделена, двигались по замкнутым траекториям так, что вся Вселенная была заполнена большими или малыми вихрями. С течением времени в результате столкновений и трений частиц друг о друга образовались круглые частицы средней величины (частицы второго элемента) и частицы мелкие различной формы, заполняющие промежутки между первыми (частицы первого элемента). Из-за большей величины частицы второго элемента были постепенно отброшены к перифериям вихрей, тогда как частицы первого элемента скопились в их центрах и образовали центральные тела, подобные нашему Солнцу. В результате сцепления этих частиц первого элемента образовались относительно большие и различной формы частицы третьего элемента. Заполняя поверхности центральных тел, они образовали на них пятна, аналогичные пятнам на Солнце. На некоторых небесных телах их количество настолько возросло, что они покрыли всю поверхность тел. Так образовались Земля и другие планеты. В результате взаимодействия вихрей более мощные вихри как бы засосали в свою орбиту слабые вихри, а вместе с ними и их центральные тела. Так возникли наша солнечная и подобные ей небесные системы.

Рассмотрев происхождение и строение Вселенной, Декарт переходит к объяснению физических и химических явлений, опираясь на представление о движении различного рода частичек первого, второго и третьего элементов. Так, действием частичек второго элемента Декарт объясняет тяготение. При вращательном движении небесных тел, в частности Земли, частицы второго элемента, образующие небеса, под действием центробежной силы мчатся к периферии вихря. Место, которое при этом освобождается, заполняют частички третьего элемента, и тела, состоящие из них, как бы тонут, а второго — всплывают. Свои рассуждения Декарт поясняет даже опытом: если положить на дно банки деревянные кусочки и маленькие свинцовые шарики и затем вращать ее, то свинцовые шарики отойдут к стенке банки и будут как бы отталкивать деревянные кусочки к центру.

Теплота, по Декарту, представляет собой движение частичек третьего элемента. Например, при нагревании воздуха его частицы приходят в колебание, в результате воздух расширяется. Свет Декарт рассматривает как давление, передающееся частичками второго элемента от раскаленного тела нашему глазу. Если тело раскалено, то частицы его очень быстро движутся и давят на частички второго элемента, окружающие это тело. Давление частичек доходит до глаза и вызывает ощущение света. Подобным же образом (движением различного рода частичек) Декарт объяснял и другие физические явления.

Декарт разрабатывает теорию жизнедеятельности животных и человека, рассматривая человека и животных как сложные механизмы, в которых происходят процессы движения различных тонких материй, образованных из частичек различной величины и формы.

Учение Декарта быстро получило известность. Многим его современникам казалось, что теперь наука вышла на прямую широкую дорогу. Гюйгенс писал:

«Когда философия Декарта появилась, она очень нравилась тем, что высказываемое Декартом легко понималось, тогда как другие философы давали слова, ничего не говорившие пониманию, вроде качеств, субстанциональных форм, впечатлеваемых видов и т. п. Декарт более чем кто-либо целиком выбросил весь этот хлам. Но в особенности новая философия зарекомендовала себя тем, что Декарт не ограничился возбуждением отвращения к старой, а осмелился выставить доступные пониманию причины всего происходящего в природе. Демокрит, Эпикур и многие другие древние философы, хотя и были убеждены, что все должно объясняться фигурой и движением тела и жидкой средой... не истолковали, однако, удовлетворительно ни одного явления»¹⁾.

Философия Декарта, подобно свежему ветру, распространялась по Европе и «выдувала зловоние» идеализма и мракобесия средних веков. Отбрасывая весь старый перипатетический хлам, она утверждала новое, по существу материалистическое представление о природе и ставила перед учеными задачу объяснения природы механическим действием больших и малых тел, не прибегая ни к каким непонятным и неестественным причинам. С этого времени общая идея Декарта о природе как сложном механизме, идея, которую уже высказывал Галилей, овладевает умами естествоиспытателей и становится руководящей для развивающегося естествознания и особенно для физики.

Декарта можно считать не только одним из основоположников механического мировоззрения. В своих произведениях он развил наиболее последовательную форму этого мировоззрения, так что учение Декарта вылилось затем в целое направление или физическую школу, получившую название картезианской (по латинизированному имени Декарта). Следуя своему учителю, картезианцы пытались все физические явления, будь то движение планет, падение тела, электрические и магнитные явления и т. д., привести к движению больших и малых частиц или частей материи, которое

¹⁾ Любимов Н. А. Философия Декарта. СПб., 1886, с. 286.

происходит по законам, установленным Декартом. Всякое взаимодействие при этом обязательно должно было сводиться к толчку, удару или давлению. Однако ни Декарту, ни его ученикам и последователям не удалось выполнить эту неразрешимую задачу; метафизические же устремления решить ее во что бы то ни стало привели их к спекулятивным теоретическим построениям. Представления о строении вещества, созданные Декартом и его последователями, были чрезвычайно упрощены и грубы. Мельчайшие частички представлялись в виде различных геометрических фигур, наделенных всякого рода отростками, выступами, крючками и колечками, игравшими важную роль в картезианских теориях. Эти крючки и колечки или различного рода тонкие и неощутимые жидкости, состоящие из определенного сорта мельчайших частиц, всегда призывались на помощь, как только в объяснениях явлений происходила заминка. Разгромив и отбросив схоластику за ее бесплодные домыслы, Декарт и его ученики сами увлеклись фантазией. Они злоупотребляли гипотезой, и это было ясно уже их современникам или, во всяком случае, следующему поколению физиков. Гюйгенс, стоявший в основном на картезианских позициях, подчеркивал это обстоятельство. В письме к Лейбницу он писал:

«Декарт, по-видимому, собирается решать все вопросы физики, не заботясь о том, рассуждает ли он правильно или нет».

Физика в XVII столетии развивалась и накапливала все новый и новый фактический материал, устанавливая количественные соотношения между различного рода физическими величинами. Естественно, что картезианская методология, не уделявшая должного внимания опытному исследованию и направлявшая ученых строить теорию всякого явления на основе принципов Декарта, терпела поражение за поражением. Часто картезианские теории или прямо противоречили опыту, или не давали количественных закономерностей, которые можно было бы проверить на опыте. Поэтому физика Декарта, давшая отставку схоластике и явившаяся родоначальницей механистического мировоззрения, сама не смогла долгое время продержаться и была отвергнута трудами Ньютона.

Учение Декарта занимает в истории естествознания особое место. Его труды не ограничивались гносеологией или самыми общими философскими рассуждениями о природе, материи, о ее движении; они не представляли собой также только решения конкретных проблем естествознания. Учение Декарта — всеобъемлющая система, претендовавшая на установление наиболее общих истин, истин в последней инстанции, на создание общей картины природы на основе этих принципов вплоть до самых конкретных явлений. Оно включало учение о соотношении мышления и бытия, учение о методе, учение о материи и движении, космогонию, физику, химию, биологию и т. д. Декарт не просто давал философское, общее понятие материи, а определял ее конкретно как некую физическую модель. Действительно, материя Декарта — это нечто вроде идеальной несжимаемой жидкости, заполняющей все пространство. Рассуждая

о свойствах материи, он давал конкретные (вплоть до количественной формулировки) законы ее движения, считая их единственными законами, из которых вытекают с необходимостью все остальные частные законы, так же как из основных постулатов и аксиом геометрии вытекают ее теоремы.

Таким образом, учение Декарта являлось единой наукой, подобной науке древности. Как и философы древности, Декарт включает в свое учение натурфилософию. Однако в основу своей натурфилософии Декарт положил механику, и она носила механистический, односторонний характер, что отражало характер естествознания того времени. Поэтому учение Декарта занимает промежуточное положение между нерасчлененной наукой древности и естествознанием того времени. Это переход к новой ступени познания человеком природы — от непосредственного созерцания природы, как чего-то целого, единого, к тщательному, опытному исследованию вещей и явлений, взятых порознь, вне движения и развития. Учению Декарта в большей или меньшей степени присущи достоинства и недостатки, которые были у древних ученых. Наряду с некоторыми твердо установленными научными положениями, вошедшими в науку, у Декарта существовало множество неотшлифованных, неоформленных идей самых противоположных качеств: примитивных и чисто спекулятивных и глубоких, переживших свое время и получивших в дальнейшем широкое развитие. Безусловно, что Декарт — основоположник принципа близкодействия в физике, принципа, на основе которого физика добилась основных результатов в XIX в. Волновая теория света, теория электромагнитного поля являются в известном смысле развитием идей Декарта. Молекулярная физика — также в некоторой степени развитие идеи Декарта, состоящей в объяснении физических явлений движением материальных частиц. Не случайно поэтому заявление известного французского физика Корню, сделанное им на рубеже XIX в., что «дух Декарта реет над современной физикой». И действительно, в трудах многих крупнейших физиков XIX в. можно найти идеи, которые являются развитием идей Декарта, высказанных им еще в XVII в.