

результат суперпозиции большого числа элементарных явлений, *подобных друг другу*: значит, здесь вполне естественно появиться дифференциальным уравнениям.

Однако недостаточно, чтобы каждое элементарное явление подчинялось простым законам; все подлежащие сочетанию явления должны подчиняться одному и тому же закону. Только в этом случае математика может принести пользу, потому что она научит нас сочетать подобное с подобным. Цель ее — предсказывать результат сочетания, не проделывая его шаг за шагом на самом деле. Когда приходится повторять несколько раз одну и ту же операцию, математика позволяет нам избежать этого повторения и путем особого рода индукции заранее узнать нужный результат. Я изложил этот прием выше, в главе о математическом умозаключении. Однако для этого необходимо, чтобы все эти операции были подобны друг другу; в противном случае, очевидно, пришлось бы на деле выполнить их одну за другой и помощь математики оказалась бы ненужной.

Таким образом, возможность рождения математической физики обусловлена приблизительной однородностью изучаемого предмета. Это условие не выполняется в биологических науках: здесь мы не находим ни однородности, ни относительной независимости разнородных частей, ни простоты элементарного явления. Вот почему биологи вынуждены прибегать к иным приемам обобщения.

## Глава X

### ТЕОРИИ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

**Значение физических теорий.** Люди, стоящие в стороне от научной работы, поражаются кажущейся эфемерностью научных теорий. Они видят их постепенный упадок после нескольких лет процветания, видят нагромождение все новых руин, предвидят, что и модные теперь теории в свою очередь скоро подвергнутся той же судьбе, и выводят отсюда заключение об их полной бесполезности. Они называют это *банкротством науки*. Но такой скептицизм поверхностен. Эти люди не отдадут себе никакого отчета в том, что

составляет цель и назначение научных теорий, иначе они поняли бы, что и руины еще могут быть для чего-нибудь полезны.

Казалось, не было теории более прочной, чем теория Френеля, которая рассматривала свет как движение в эфире. Однако теперь ей предпочитают теорию Максвелла. Значит ли это, что труды Френеля были бесполезны? Нет, ибо Френель не ставил своей целью узнать, существует ли реально эфир, имеет ли он атомистическое строение, так ли или иначе движутся его атомы; его цель была иная — предвидеть оптические явления. А этому требованию теория Френеля удовлетворяет теперь точно так же, как и до Максвелла. Ее дифференциальные уравнения всегда верны; способы интегрирования их всегда одни и те же, и получающиеся отсюда интегралы всегда сохраняют свое значение.

Пусть не говорят, что мы таким образом низводим физические теории до степени простых практических рецептов. Уравнениями выражаются отношения, и если уравнения остаются справедливыми, то это означает, что и эти отношения сохраняют свою реальность. Теперь, как и раньше, уравнения Френеля показывают нам наличие такого-то отношения между одной вещью и некоторой другой вещью; но только то, что мы прежде называли *движением*, теперь называем *электрическим током*. Но названия эти были просто образными выражениями<sup>1)</sup>, мы подставляем их вместо реальных предметов, которые природа навсегда утаила от нас. Истинные отношения между этими реальными предметами представляют собой единственную реальность, которую мы можем постигнуть; единственное условие состоит в том, чтобы те же самые отношения имели место как между этими предметами, так и между образными выражениями, которыми нам пришлось их заместить. Раз отношения нам известны, то уже не существенно, какое образное выражение мы считаем удобным применить.

Действительно ли некоторое периодическое явление (например, электрическое колебание) представ-

---

<sup>1)</sup> Стоящий во французском тексте термин *image* переводчики издания 1904 г. (А. И. Бачинский и Н. М. и Р. М. Соловьевы) и издания 1906 г. (А. В. Чернявский) перевели по смыслу: *символ*. — *Примеч. ред.*

ляет собой результат колебательного движения какого-то атома; действительно ли этот атом, как маятник, перемещается в том или ином направлении — это и не известно с достоверностью, и не интересно. Но что между электрическим колебанием, движением маятника и всеми периодическими явлениями существует внутреннее, глубоко реальное родство, что это родство, это подобие или — еще лучше — этот параллелизм простирается до мельчайших подробностей, что он является следствием более общих принципов — принципа сохранения энергии и принципа наименьшего действия, — это мы можем утверждать; это — истина, которая навсегда останется одной и той же, в какую бы одежду нам ни заблагорассудилось ее облечь.

Было предложено много теорий дисперсии; более ранние были несовершенны и содержали лишь малую долю истины. Затем явилась теория Гельмгольца; потом ее изменяли на разные лады, и сам Гельмгольц построил другую теорию, основанную на принципах Максвелла. Но при этом весьма замечательно, что все ученые после Гельмгольца приходили к одним и тем же уравнениям, хотя исходные позиции их были, по-видимому, весьма различны. Я решаюсь сказать, что все эти теории одновременно справедливы, не только потому, что они позволяют нам предвидеть одни и те же явления, но и потому, что они обнаруживают очевидность действительно существующего отношения между абсорбцией и аномальной дисперсией. То, что есть верного в предпосылках этих теорий, является общим для всех авторов: именно — это утверждение того или иного отношения между некоторыми вещами, носящими у одних одно название, у других другое.

Кинетическая теория газов дала повод для многих возражений, на которые трудно было бы ответить, если бы мы имели претензию видеть в ней абсолютную истину. Но все эти возражения не уничтожат того, что она оказалась полезной, и это, в частности, проявилось в том, что она открыла нам истинное отношение между газовым и осмотическим давлением, — отношение, которое без того было бы глубоко сокрытым. В этом смысле ее можно назвать истинной.

Если физик констатирует противоречие между двумя теориями, одинаково дорогими ему, он иногда говорит: не станем об этом беспокоиться; пусть промежуточные звенья цепи скрыты от нас — мы будем крепко держать ее концы. Этот аргумент, напоминающий запутавшегося богослова, был бы смешон, если бы физическим теориям приписывался тот смысл, какой им придают профаны. Тогда в случае противоречия по меньшей мере одна из них должна была бы быть признана ложной. Это не необходимо, если искать в них только то, что следует искать. Может случиться, что и та и другая теории выражают действительные отношения, а противоречие лежит лишь в символах, в которые мы обрядили реальность.

Если кто-нибудь найдет, что этим слишком суживается область, доступная ученому, я отвечу: те вопросы, которых мы вам запрещаем касаться и о которых вы сожалеете, не только неразрешимы — они прозрачны, они лишены смысла.

Пусть какой-то философ претендует на то, чтобы объяснять все физические процессы взаимными столкновениями атомов. Если бы он просто хотел этим указать, что в области физических явлений имеют место такие же отношения, как в случае взаимных столкновений большого числа шаров, и ничего более, то его утверждение было бы доступно проверке и могло бы оказаться справедливым. Но он хочет сказать еще нечто сверх того; и нам кажется, что мы его понимаем, потому что нам представляется, будто мы знаем, что такое удар; а это почему? просто потому, что мы часто видели, как играют на бильярде. Станем ли мы думать, что бог, созерцающий свое творение, испытывает те же ощущения, что и мы при виде бильярдной партии? Если мы, с одной стороны, не хотим вкладывать в рассматриваемое утверждение столь странный смысл, а с другой — отказываемся от только что данного ограничительного толкования, которое является правильным, то это утверждение теряет всякий смысл.

Гипотезам подобного рода свойствен лишь метафорический смысл. Ученому нет надобности воздерживаться от них, подобно тому как и поэт не избегает метафор; но он должен ясно сознавать их истинное значение. Они могут быть полезны как средство

достигнуть известного умственного удовлетворения; они безвредны, пока остаются безразличными гипотезами.

Предыдущие соображения разъясняют нам, почему некоторые теории, считавшиеся оставленными и бесповоротно осужденными опытом, вдруг возрождаются к новой жизни. Причина здесь та, что они выражали реальные отношения и не утратили этого свойства даже после того, как мы по тем или иным основаниям сочли нужным выражать те же отношения другим языком. Таким образом, они сохраняли некоторую скрытую жизнеспособность.

В течение последних пятнадцати лет, что было более смешного, наивного и устарелого, чем жидкости Кулона? И вот они теперь возрождаются под именем *электронов*. Чем отличаются эти постоянно наэлектризованные частицы от электрических частиц Кулона? Правда, у электронов электричество имеет носителя в виде некоторого крайне незначительного количества материи; иными словами, электроны обладают массой (впрочем, в настоящее время оспаривается и это их свойство). Но и Кулон не отрицал у своих жидкостей свойства обладать массой или по крайней мере делал это неохотно. Опрометчиво было бы утверждать, что вера в электроны более не померкнет; тем не менее было любопытно констатировать это неожиданное возрождение.

Но наиболее поразительным примером является принцип Карно. Карно установил его, исходя из ложных гипотез. Когда обнаружили, что теплота не обладает свойством неуничтожаемости, но что она может быть преобразована в работу, идеи Карно были совершенно оставлены; но затем Клаузиус возвратился к ним и доставил им окончательное торжество. Теория Карно в ее первоначальном виде выражала рядом с верными отношениями также и другие, которые были неточны, являлись обломками старых идей; но присутствие последних не нарушало реальности первых. Клаузиус просто откинул эти последние, как срезают у дерева засохшие ветви, и в результате появился второй основной закон термодинамики. Это были все те же отношения, хотя по крайней мере внешне они были отношениями уже между другими предметами. Даже рассуждения Карно не потеряли

от этого своей пригодности — они ошибочно применялись к ложному содержанию, но форма, т. е. самое существенное, была правильна.

Из предыдущего выясняется также значение общих принципов, каковыми являются принцип наименьшего действия и принцип сохранения энергии.

Эти принципы имеют весьма высокую ценность; они были получены путем отыскания того, что является общим элементом в множестве физических законов; поэтому они образуют как бы квинтэссенцию бесчисленной массы наблюдений. Однако из их общности вытекает следствие, на которое я обращал внимание читателя в главе VIII и которое состоит в том, что они не могут не подтвердиться. Так как мы не можем дать общее определение энергии, то принцип сохранения энергии просто означает, что существует *нечто*, что остается постоянным. Если так, то сколько бы новых сведений о мире ни дал нам будущий опыт, мы заранее уверены, что будет нечто, остающееся постоянным, что мы сможем назвать *энергией*.

Значит ли это, что рассматриваемый принцип лишен смысла, что он обращается в тавтологию? Нисколько: он означает, что различные вещи, которым мы даем наименование *энергии*, связаны истинным сродством; он утверждает между ними реальное отношение. Но если принцип имеет смысл, то он может оказаться ложным; возможно, что мы не имеем права распространять до бесконечности область его применения, и тем не менее оправдание его, пока он рассматривается в узком смысле слова, является заранее обеспеченным. По какому же признаку мы узнаем, что достигнут крайний предел его законного распространения? Просто потому, что он перестанет быть нам полезным, т. е. перестанет давать нам возможность верно предвидеть новые явления. Тогда мы будем уверены, что утверждаемое отношение не является уже реальным, ибо иначе оно было бы и плодотворным; опыт, не противореча непосредственному новому расширению принципа, тем не менее осудит его.

**Физика и механицизм.** Большинство теоретиков обнаруживает постоянное предрасположение к объяснениям, заимствованным из области механики или динамики. Одни были бы довольны, если бы могли

свести все явления к движению частиц, взаимно притягивающихся по известным законам. Другие более требовательны: они хотели бы устранить действия на расстоянии, у них частицы двигались бы по прямолинейным путям и сходили бы с этих путей только вследствие столкновений. Иные же, подобно Герцу, устраняют также и силы, но при этом подчиняют частицы геометрическим связям, похожим, например, на те, которые имеют место в наших суставах; они некоторым образом хотели бы свести динамику к своего рода кинематике. Словом, все хотели бы втиснуть природу в определенную форму, вне которой их ум не может найти удовлетворения. Но является ли природа достаточно гибкой для этого?

Мы исследуем этот вопрос в главе XII по поводу теории Максвелла. Мы увидим, что всякий раз, когда выполняются принцип сохранения энергии и принцип наименьшего действия, существует не только одно механическое истолкование, но и бесконечное множество их. На основании известной теоремы Кёнига о механизмах можно было бы показать, что существует бесконечное множество объяснений явлений как связями по способу Герца, так и с помощью центральных сил. Несомненно, столь же легко было бы доказать, что все явления всегда можно объяснить простыми соударениями.

Разумеется, для этого надо принять, что нельзя удовлетворяться общераспространенным представлением о материи <sup>1)</sup> в том виде, как о ней дают нам знать наши чувства и движения которой мы наблюдаем непосредственно. Пришлось бы или предположить, что эта материя состоит из атомов, внутренние движения которых ускользают от нас, а доступным нашим чувствам оказывается лишь перемещение целого, или пришлось бы постулировать одну из тонких субстанций, которые под названием *эфира* или под каким-либо другим названием во все времена играли столь значительную роль в физических теориях.

Часто идут еще далее: рассматривают эфир как единственную первичную материю или даже как единственную истинную материю. Наиболее умерен-

---

<sup>1)</sup> Под термином «материя» Пуанкаре имеет в виду вещество, — *Примеч. ред.*

ные считают обычную материю конденсированным эфиром — утверждение, не имеющее в себе ничего шокирующего ум; но другие ограничивают ее значение еще более и видят в ней только геометрическое место некоторых особенностей состояний эфира. Например, по лорду Кельвину, то, что мы называем *материей*, есть лишь место точек, где эфир испытывает вихревое движение; по Риману, это — место точек, в которых эфир постоянно уничтожается; у других, более современных авторов, Вихерта или Лармора, это — место точек, где эфир подвергается кручению совершенно особого рода. Я спросил бы желающих присоединиться к одной из этих точек зрения, по какому праву на выдаваемый за истинную материю эфир можно распространять механические свойства, наблюдаемые у обычной материи, которая [по этому воззрению] является ненастоящей.

Прежние невесомые жидкости — теплород, электричество и пр. — были оставлены, когда замечено было, что теплоте не свойственна неуничтожаемость. Но тут было и другое основание. Возведением их в ранг субстанций утверждалась их индивидуальность; они становились как бы разделенными друг от друга глубокой пропастью. Эту пропасть потребовалось засыпать, когда стало живее чувствоваться единство природы, когда были замечены тесные внутренние связи между всеми ее частями. Прежние физики размножением своих жидкостей не только создавали ненужные субстанции, но и разрывали реальные связи. Недостаточно, чтобы теория не утверждала неверных соотношений; надо, чтобы она не скрывала истинных соотношений.

А наш эфир — существует ли он в действительности? Известно, откуда явилась уверенность в его существовании. Свету требуется несколько лет, чтобы дойти до нас от удаленной звезды. В это время он *уже* не находится на звезде и *еще* не находится на Земле. Надо допустить, что он где-то находится, что он имеет, так сказать, некоторый материальный носитель

Можно выразить ту же идею в более математической и более абстрактной форме. Мы констатируем лишь изменения, которым подвергаются частицы материи; например, мы видим, как наша фотографиче-



ская пластинка испытывает влияние процессов, совершившихся в раскаленной массе звезды много лет назад. Но в обычной механике состояние изучаемой системы определяется состоянием ее в непосредственно предшествующий момент; благодаря этому система удовлетворяет известным дифференциальным уравнениям.

Напротив, если бы мы отрицали эфир, то состояние материального мира зависело бы не только от непосредственно предшествующего состояния, но и от состояний гораздо более давнего времени; такая система удовлетворяла бы уравнениям в конечных разностях. Чтобы избежать этого отклонения от общих законов механики, мы и придумали эфир.

Изложенное выше заставляет нас наполнить эфиром только междупланетное пространство, но не пропитать им внутренность самих материальных сред. Физо идет дальше. В своем опыте, заставляя интерферировать лучи, прошедшие через движущийся воздух или воду, он, по-видимому, показывает нам две различные среды, проникающие друг друга и смещающиеся одна относительно другой. Можно сказать, что здесь вы касаетесь эфира пальцем.

Однако можно вообразить опыты, которые ввели бы нас в еще более тесное соприкосновение с ним. Предположим, что закон Ньютона, утверждающий равенство действия и противодействия, будучи приложен только к материи, оказался неверным, и нам удалось это установить. Геометрическая сумма всех сил, приложенных ко всем материальным частицам, не равнялась бы нулю. Тогда пришлось бы либо изменить всю механику, либо ввести эфир так, чтобы действие, испытываемое материей, компенсировалось противодействием, оказываемым материей на что-то другое. Или далее, пусть будет доказано, что световые и электрические явления видоизменяются вследствие движения Земли. Тогда пришлось бы заключить, что ход этих явлений может указать не только относительные перемещения материальных тел, но и так называемые их абсолютные движения.

В таком случае стало бы необходимым допустить существование эфира, чтобы эти «абсолютные» перемещения были отнесены не к пустому пространству, а к некоторой конкретной вещи.

Придем ли мы к нему когда-нибудь? Я не надеюсь и сейчас скажу, почему; однако надежда на это не так нелепа, раз она свойственна другим.

Так, если бы теория Лоренца, о которой я буду говорить подробнее в главе XIII, была справедлива, то закон Ньютона прилагался бы не к *одной только* материи и отклонения от него не были бы очень далеки от значений, доступных наблюдению.

С другой стороны, влияние движений Земли на электрические и оптические явления служило предметом многих исследований. Результаты всегда были отрицательными. Но уже одно то, что эти опыты были предприняты, показывает, что не было твердой уверенности в результатах, а по господствующим теориям компенсация является лишь приближенной, и можно надеяться, что более точные методы принесут положительные результаты.

Я считаю такие надежды призрачными; тем не менее любопытно показать, что успех этого рода опытов некоторым образом открыл бы нам новый мир.

Теперь я позволю себе сделать отступление, чтобы объяснить, почему я, вопреки Лоренцу, не думаю, что когда-нибудь более точные наблюдения могут обнаружить что-либо иное, кроме относительных перемещений материальных тел. Произведенные ранее опыты имели целью обнаружить члены первого порядка. Результат был отрицательный; могло ли это быть делом случая? Этого никто не мог допустить; стали искать общее объяснение, и Лоренц нашел его: он показал, что члены первого порядка взаимно уничтожаются. Это не имело места для членов второго порядка. Тогда были произведены более точные опыты, которые снова дали отрицательный результат. Это опять не могло произойти случайно — требовалось объяснение, которое и было дано. За объяснением дело никогда не станет: гипотезы представляют собой неисчерпаемый фонд.

Это не все: кто не почувствует, что здесь случайности предоставляется очень большая роль? Разве не случайным является то странное совпадение, благодаря которому известное обстоятельство явилось как раз вовремя, чтобы уничтожить члены первого порядка, а другое, совершенно отличное, но столь же благоприятное обстоятельство взяло на себя труд

уничтожить члены второго порядка? Нет, следует найти одно и то же объяснение для обоих случаев, и тогда естественно явится мысль, что то же будет иметь место равным образом и для членов высших порядков и что взаимное уничтожение всех членов будет точным и абсолютным.

**Современное состояние науки.** В истории развития физики можно различать две противоположные тенденции. С одной стороны, ежеминутно открываются новые связи между предметами, которые, казалось, должны были навсегда остаться разделенными; отдельные факты перестают быть чуждыми друг другу; они стремятся систематизироваться в величественном синтезе. Наука движется по направлению к единству и простоте.

С другой стороны, наблюдение ежедневно открывает нам новые явления; они долго ждут своего места в системе, и иногда для этого бывает нужно сломать один из ее углов. Даже в хорошо известных явлениях, которые нашими грубыми чувствами воспринимаются как однородные, мы с каждым днем замечаем все более разнообразные подробности; то, что мы считали простым, делается сложным, и наука, по видимому, идет по пути возрастания сложности и многообразия.

Какая из этих двух тенденций, которые, как кажется, поочередно торжествуют победу, в конце концов одержит верх? Если первая, то наука возможна; но à priori этого доказать нельзя, и можно опасаться, что после тщетных попыток насильно подчинить природу нашему идеалу единства мы, затопляемые постоянно повышающейся волной новых приобретений, будем принуждены отказаться от классификации их, оставить наш идеал и свести науку к простой регистрации бесчисленного множества рецептов.

На этот вопрос мы не можем ответить. Мы можем только сравнивать науку, какую она является сегодня, с ее вчерашним состоянием. Из такого рассмотрения, несомненно, можно извлечь некоторые предположения.

Вот уже полвека, как зародились самые широкие ожидания. Благодаря открытию закона сохранения энергии и ее превращений тогда только что было обнаружено единство сил природы. Оно показало так-

же, что тепловые явления могут быть объяснены движениями молекул. Какова природа этих движений — этого точно еще не знали, но не сомневались, что скоро это станет известным. Относительно света задача казалась окончательно решенной.

Успехи в области электричества были не столь значительны. Связь электричества с магнетизмом была только что установлена. Это был значительный и окончательный шаг к единству. Но как электричество в свою очередь могло бы приобщиться ко всеобщему единству, в какой форме вошло бы оно во вселенский механизм? Относительно этого еще не было никакой идеи. Однако никто не сомневался, что такое сведение к единству возможно, — все в это верили. Наконец, что касается молекулярных свойств материальных тел, то приведение их к общему единству казалось еще более легким; однако все детали оставались в тумане. Словом, это были большие живые, но не вполне ясные надежды.

Что же мы видим теперь?

Прежде всего — первый прогресс, и прогресс огромный. Теперь известны отношения между электричеством и светом: три области — свет, электричество и магнетизм, — прежде разделенные, объединились в одну и, по всей видимости, объединились окончательно.

Однако этот триумф стоил нам некоторых жертв. Световые явления входят в область электрических как частный случай; пока они оставались изолированными, легко было объяснять их движениями, которые считались известными во всех деталях; но теперь объяснение может быть принято лишь тогда, когда оно может без труда охватить всю область электричества. А вот это не обходится без трудностей.

Наиболее удовлетворительной из всего, что мы имеем, является теория Лоренца; эта теория, как мы это увидим в последней главе, объясняет электрический ток движением малых наэлектризованных частиц; она, бесспорно, лучше всех истолковывает известные нам факты, освещает больше реальных отношений, чем любая другая, и свойствам ее черты войдут в наибольшем числе в будущее окончательное построение. Тем не менее ей свойствен отмеченный уже выше крупный недостаток: она противоречит

ньютону закону действия и противодействия; или, точнее, по мнению Лоренца, этот закон приложим не только к самой материи; чтобы он оправдывался, надо принимать в расчет действие эфира на материю и противодействие, оказываемое материей на эфир. Но до новых открытий представляется вероятным, что положение вещей не таково.

Как бы то ни было, благодаря Лоренцу результаты, полученные Физо при исследовании оптических свойств движущихся тел, законы нормальной и аномальной дисперсии и законы поглощения света оказываются связанными как между собой, так и с другими свойствами эфира, и эта связь без сомнения более не порвется. Посмотрите, с какой легкостью новое явление Зеемана нашло в этой теории готовое место и даже помогло ввести в систему фарадеево магнитное вращение, не повиновавшееся усилиям Максвелла; эта легкость доказывает, что теория Лоренца не есть искусственное построение, обреченное на разрушение. Ее, возможно, придется изменить, но не разрушить.

Однако Лоренц не имел иных притязаний, как только обобщить в едином целом всю оптику и электродинамику движущихся тел; он не имел в виду дать им механическое истолкование. Лармор идет дальше: сохраняя существенные черты теории Лоренца, он, так сказать, прививает к ней идеи Мак-Кёллафа (MacCullagh) о направлении движений эфира. С его точки зрения, скорость эфира имеет те же направление и величину, что и магнитная сила. Тем самым становится известной скорость эфира, поскольку свойства магнитной силы доступны опыту. Как бы остроумна ни была эта попытка, недостатки теории Лоренца здесь сохраняются и даже увеличиваются. По Лоренцу, мы не знаем характера движений эфира и благодаря этому незнанию можем предполагать их такими, чтобы, компенсируясь движениями материи, они восстанавливали равенство действия и противодействия. По Лармору, мы знаем движения эфира и можем констатировать, что компенсация не имеет места.

Если попытка Лармора, как я считаю, не имела успеха, то означает ли это невозможность механического истолкования? Нисколько: я уже говорил рань-

ше, что раз данное явление подчиняется принципу сохранения энергии и принципу наименьшего действия, оно допускает бесчисленное множество механических истолкований: то же самое имеет место и для световых и электрических явлений. Но этого недостаточно: чтобы механическое истолкование было пригодным, надо, чтобы оно было простым; для отбора между всеми возможными истолкованиями надо иметь еще и другие основания, кроме простой необходимости отбора. И вот, теории, которая удовлетворяла бы этому условию и, следовательно, могла бы быть на что-нибудь пригодной, мы еще не имеем. Следует ли сожалеть об этом? Это означало бы забыть, какую цель мы преследуем; истинная, единственная цель науки — раскрытие не механизма, а единства.

Поэтому нам следует ограничить наши притязания: не будем гнаться за механическим истолкованием, удовлетворимся указанием на то, что мы всегда могли бы его достигнуть, если бы пожелали. В этом мы имели бы успех: принцип сохранения энергии постоянно подтверждается; к нему присоединился и второй принцип, принцип наименьшего действия, облеченный в подходящую для физики форму. Он также постоянно подтверждался, по крайней мере для обратимых явлений, подчиненных уравнениям Лагранжа, т. е. наиболее общим законам механики.

Необратимые явления гораздо более непокорны. Однако и они упорядочиваются и стремятся войти в общее единство; озаривший их свет исходил из принципа Карно. Термодинамика долгое время ограничивалась изучением расширения тел и изменения их состояния. С некоторого времени она стала смелее и значительно расширила свою область. Мы обязаны ей теорией гальванического элемента и теорией термоэлектрических явлений; во всей физике нет ни одного уголка, не исследованного ею; она захватила даже химию. Повсюду царят одни и те же законы; повсюду под кажущимся разнообразием мы открываем принцип Карно и удивительное по своей абстрактности понятие энтропии, которое имеет столь же универсальный характер, как и понятие энергии, и которому, как и понятию энергии, по-видимому, соответствует какая-то реальность. Казалось, лучистая теплота должна была избежать такого подчинения;

но в последнее время мы видели, что и она покори-лась тем же законам.

На этом пути нам открылись новые аналогии, которые часто простираются до деталей: омическое сопротивление уподобляется вязкости жидкостей; гистерезис — трению твердых тел. Во всех случаях трение является образцом, которому подражают разнообразнейшие необратимые явления, и это сродство отличается реальностью и глубиной.

И для этих явлений искали механическое истолкование в собственном смысле, но почти без успеха. Чтобы найти его, нужно было предположить, что необратимость есть лишь видимость, что элементарные явления обратимы и подчиняются известным законам динамики. Но число элементов чрезвычайно велико; они постоянно перемешиваются между собой, так что нашему грубому зрению кажется, что все стремится к однообразию, т. е. что все движется в одном направлении без надежды на возврат. Таким образом, кажущаяся необратимость есть лишь следствие закона больших чисел. Лишь существо, одаренное бесконечно острыми чувствами, как воображаемый Максвеллом демон, могло бы распутать этот запутанный клубок и повернуть мировой процесс в обратном направлении.

Это представление, связанное с кинетической теорией газов, стоило больших усилий и все же в общем было не очень плодотворно; быть может, оно еще станет таковым. Здесь не место рассматривать, не ведет ли оно к противоречиям и соответствует ли оно истинной природе вещей.

Во всяком случае, отметим оригинальные идеи Гуи (Gué) о броуновском движении. Согласно Гуи, это своеобразное движение избежало бы подчинения принципу Карно. Колеблемые им частицы меньше по размерам, чем петли нашего запутанного клубка; поэтому эти частицы были бы в состоянии распутать их и таким образом дать задний ход мировой машине. Тем самым как бы была видна работа максвеллова демона.

Резюмируя предыдущее, скажем, что известные раньше явления систематизируются все лучше и лучше. Но и новые явления требуют себе места; большинство их, подобно явлению Зеемана, нашло его

тотчас же. Но мы имеем также катодные лучи, рентгеновские лучи, лучи урана и радия. Тут целый мир, о существовании которого никто и не догадывался. Всех этих неожиданных гостей надо определить к месту!

Никто не может еще предвидеть, какое именно место они займут. Но я думаю, что они не разрушат общего единства, а скорее дополнят его собою. В самом деле, с одной стороны, новые излучения представляются связанными с явлениями люминесценции; они не только возбуждают флюоресценцию, но иногда возникают при тех же условиях, что и эта последняя. Далее, они состоят в родстве с теми причинами, которые заставляют проскакивать искру под действием ультрафиолетового света. Наконец (и это особенно важно), во всех этих явлениях предполагают участие настоящих ионов, правда, обладающих несравненно более значительными скоростями, чем скорости ионов в электролитах. Все это довольно ясно; но точность придет со временем.

Фосфоресценция, действие света на искру были до сих пор областями, сравнительно изолированными и поэтому менее привлекавшими исследователей. Теперь можно надеяться, что мы близки к построению нового пути, который облегчит их связь с универсальной наукой.

Мы не только обнаруживаем новые явления, но и в тех, которые считались известными, нам открываются неожиданные аспекты. В свободном эфире законы сохраняют свою величественную простоту; но материя в собственном смысле представляется все более и более сложной; все, что о ней говорится, всегда имеет только приближенное значение, и наши формулы ежеминутно требуют все новых членов.

Тем не менее это не разрушает общего плана. Отношения, установленные между вещами в предположении простоты последних, сохраняются и после того, как мы узнаем об их сложности,— а только это и важно. Правда, наши уравнения становятся все более и более сложными, для того чтобы по возможности ближе подойти к сложности природы; но в отношениях, которые позволяют выводить одни уравнения из других, не произошло никаких перемен. Одним словом, форма уравнений устояла.



Возьмем в качестве примера законы отражения света. Френель вывел их из простой и увлекательной теории, которая, по-видимому, подтверждалась опытом. Впоследствии более точные исследования доказали, что это подтверждение было лишь приближенным, и обнаружили повсюду следы эллиптической поляризации. Но тотчас же благодаря той точке опоры, которую мы имели в первом приближении, найдена была причина этих аномалий, состоящих в наличии поглощающего слоя: в существенных чертах теория Френеля сохранила свое значение.

Здесь только нельзя удержаться от следующего соображения. Все эти отношения остались бы незамеченными, если бы с самого начала существовала догадка о сложности взаимодействующих объектов. Давно уже было сказано, что если бы инструменты Тихо были в десять раз точнее, то мы никогда не имели бы ни Кеплера, ни Ньютона, ни астрономии. Для научной дисциплины составляет несчастье возникнуть слишком поздно, когда средства наблюдения стали слишком совершенными. В таком положении ныне находится физическая химия: третий и четвертый десятичные знаки причиняют большие затруднения ее основателем; по счастью, это — люди крепкой веры.

По мере того как продвигается изучение свойств материи, мы видим, как вступает в свои права идея непрерывности. Со времени работ Эндрюса и ван-дер-Ваальса мы уяснили способ, каким происходит переход от жидкого состояния к газообразному: этот переход не является внезапным. Точно так же нет и пропасти между жидким и твердым состояниями; в Трудах последнего съезда физиков наряду с работой о затвердевании жидкостей мы встречаем доклад о текучести твердых тел.

При такой тенденции простота, без сомнения, утрачивается: прежде некоторое явление изображалось несколькими прямыми, теперь приходится состыковать эти прямые при помощи более или менее сложных кривых. Зато очень выигрывает единство. Эти разрозненные категории успокаивали ум, но не удовлетворяли его.

Наконец, физические методы завоевали новую область — химию; возникла физическая химия. Она

еще очень молода, но уже видно, что она позволит нам связать друг с другом такие явления, как электролиз, осмос, движение ионов.

Что можно заключить из этого беглого очерка? То, что в итоге произошло приближение к единству; правда, движение было не таким быстрым, как этого ожидали пятьдесят лет назад, самые пути не всегда совпадали с ожидаемыми; но в конце концов приобретения оказались весьма значительными.

## Глава XI

### ИСЧИСЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Без сомнения, читатель будет удивлен, встретив здесь размышления об исчислении вероятностей.

Какое отношение может оно иметь к методу физических наук? А между тем вопросы, которые я хочу поднять, не разрешая их, естественно встают перед философом, желающим размышлять о физике, и уже в двух предыдущих главах я принужден был несколько раз использовать выражения: «вероятность» и «случайность».

Предвидение фактов, говорил я выше, может быть только вероятностным. «Как бы прочно обоснованным ни казалось нам наше предвидение, все же мы никогда не имеем *абсолютной* уверенности в том, что оно не будет опровергнуто опытом, предпринятым в целях его проверки. Однако вероятность часто бывает достаточно велика, чтобы практически мы могли ею удовлетвориться».

Затем несколько дальше я добавил:

«Рассмотрим, какую роль играет в наших обобщениях уверенность в простоте. Пусть мы установили, что некоторый простой закон подтверждается для достаточно большого числа отдельных случаев; тогда мы отказываемся допустить, что такое удачное совпадение было простой случайностью...»

Таким образом, во множестве случаев физик находится в таком же положении, как игрок, рассчитывающий свои шансы. Всякий раз, когда он применяет метод индукции, он более или менее сознательно пользуется исчислением вероятностей.