

Часть IV

ПРИРОДА

Глава IX

ГИПОТЕЗЫ В ФИЗИКЕ¹⁾

Значение опыта и обобщения.— Опыт — единственный источник истины: только опыт может научить нас чему-либо новому, только он может вооружить нас достоверностью. Эти два положения никто не может оспорить.

Однако если опыт — все, то какое место остается для математической физики? Зачем экспериментальной физике это пособие, которое кажется бесполезным, а может быть, даже опасным? Тем не менее математическая физика существует; она оказала нам неопровержимые услуги. Это — факт, нуждающийся в объяснении.

Дело в том, что одних наблюдений недостаточно; ими надо пользоваться, а для этого необходимо их обобщать. Так всегда и поступали; однако поскольку память о бывших ошибках делала человека все более осмотрительным, то наблюдать стали все больше, а обобщать все меньше.

Каждое поколение смеется над предыдущим, обвиняя его в слишком поспешных и слишком наивных обобщениях. Декарт выражал сожаление по адресу философов-ионийцев; в свою очередь он вызывает улыбку у нас; без сомнения, когда-нибудь наши потомки посмеются над нами.

Но в таком случае нельзя ли нам уже теперь избрать путь, который устранил бы эти предвидимые нами насмешки? Нельзя ли нам удовольствоваться одним только чистым опытом?

Нет, это невозможно; такое стремление свидетельствовало бы о полном незнакомстве с истин-

¹⁾ Главы IX и X представляют собой доклады А. Пуанкаре на Международном конгрессе физиков в Париже в 1900 г.—
Примеч. ред.

ным характером науки. Ученый должен систематизировать; наука строится из фактов, как дом из кирпичей; но простое собрание фактов столь же мало является наукой, как куча камней — домом.

И, прежде всего, ученый должен предвидеть. Карлейль¹⁾ в одном месте пишет примерно так: «Только факт имеет ценность; Иоанн Безземельный прошел здесь: вот что заслуживает удивления, вот реальность, за которую я отдал бы все теории мира». Карлейль был соотечественником Бэкона; подобно последнему он постоянно пропагандировал свою веру *for the God of Things as they are*²⁾; но Бэкон не сказал бы предыдущих слов. Это — язык историка. Физик скорее выразился бы так: «Иоанн Безземельный прошел здесь; это меня мало интересует, потому что больше это не повторится».

Все мы знаем, что опыты бывают хорошие и плохие. Накопление плохих опытов совершенно бесполезно; будь их сотни или тысячи — все равно, довольно появиться единственному труду настоящего мастера, каковым был, например, Пастер, чтобы все они потонули в забвении. Это хорошо понимал Бэкон, изобретший термин *experientum crucis*³⁾. Но Карлейль этого не понял бы. Факт — всегда факт: студент сделал отсчет по своему термометру, не приняв никаких предосторожностей; пусть так — все же он сделал отсчет, и если во внимание принимаются одни только факты, то вот перед нами реальность такого же ранга, как странствования короля Иоанна Безземельного.

Почему же факт, который сообщил этот студент, не представляет интереса, между тем как факт, который умелый физик изложит в лекции, будет, напротив, очень важным? Это потому, что из первого сообщения мы не в состоянии сделать никакого вывода. Что же такое — хороший опыт? Это — опыт, который дает нам нечто большее по сравнению с единичным фактом; это — опыт, дающий нам возможность предвидеть, т. е. позволяющий делать обобщение.

¹⁾ Т. Карлейль (1795—1881) — английский философ и историк. Пантеист. Защищал идеи диктатуры буржуазии. Основные работы относятся к первой половине XIX в. — *Примеч. ред.*

²⁾ В бога вещей, каковы они суть (*англ.*). — *Примеч. ред.*

³⁾ Решающий эксперимент (*лат.*). — *Примеч. ред.*

В самом деле, без обобщения невозможно и предвидение. Условия произведенного опыта никогда не повторяются в точности. Наблюденный факт никогда не начнется сначала; единственное, что можно утверждать,— это что при аналогичных условиях произойдет аналогичное явление. Поэтому, чтобы предвидеть, надо по крайней мере опираться на аналогию, т. е. обобщать.

Как бы робок ни был исследователь, ему необходимо делать интерполяцию; опыт дает нам лишь некоторое число отдельных точек: их надобно соединить непрерывной линией, и это — настоящее обобщение. Этого мало: проводимую кривую строят так, что она проходит между наблюдаемыми точками — близ них, но не через них. Таким образом, опыт не только обобщается, но и подвергается исправлению; а если бы физик захотел воздержаться от этих поправок и на самом деле удовольствоваться голым опытом, то ему пришлось бы высказывать очень странные законы.

Итак, голые факты не могут нас удовлетворить; иными словами, нам нужна наука упорядоченная, или, лучше сказать, организованная.

Нередко говорят, что следует экспериментировать без предвзятой идеи. Это невозможно; это не только сделало бы всякий опыт бесплодным, но это значило бы желать невозможного. Всякий носит в себе свое миропредставление, от которого не так-то легко освободиться. Например, мы пользуемся языком, а наш язык пропитан предвзятыми идеями и этого нельзя избежать; притом эти предвзятые идеи неосознанны, и поэтому они в тысячу раз опаснее других.

Можно ли сказать, что, допустив вторжение вполне осознанных нами предвзятых идей, мы этим усиливаем вред? Не думаю; по моему мнению, они скорее будут служить друг другу противовесом, так сказать, противоядием; они вообще будут плохо уживаться друг с другом; одни из них окажутся в противоречии с другими, и, таким образом, мы будем вынуждены рассматривать проблему с различных точек зрения. Этого достаточно для нашего высвобождения; кто может выбирать себе господина, тот уже больше не раб.

Итак, благодаря обобщению каждый наблюдаемый факт позволяет нам предвидеть множество других; однако не следует забывать, что из них только один первый достоверен, а все другие только вероятны. 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. Лучше предвидеть без абсолютной уверенности, чем не предвидеть вовсе.

Из предыдущего ясно, что не следует упускать ни одного случая выполнить проверочные опыты. Но всякое экспериментальное исследование продолжительно и сопряжено с трудностями; работников мало; число же фактов, которые нам нужно предвидеть, неизмеримо: в сравнении с количеством их число возможных для нас проверок всегда будет величиной ничтожно малой.

Из того немногого, что может быть нами достигнуто непосредственно, нужно извлечь возможно большую пользу; нужно, чтобы каждый опыт позволял нам возможно больше увеличить как численность, так и вероятность предвидимых нами фактов. Задача состоит в том, чтобы повысить производительность научного познания.

Я позволю себе сравнить науку с библиотекой, которая должна непрерывно расширяться; но библиотекарь располагает для своих приобретений лишь ограниченными кредитами; он должен стараться не тратить их понапрасну. Такая обязанность делать приобретения лежит на экспериментальной физике, которая одна лишь в состоянии обогащать библиотеку. Что касается математической физики, то ее задача состоит в составлении каталога. Если каталог составлен хорошо, то библиотека не делается от этого богаче, но читателю облегчается пользование ее сокровищами. С другой стороны, каталог, указывая библиотекарю на пробелы в его собраниях, позволяет ему дать его кредитам рациональное употребление; а это тем более важно ввиду их совершенной недостаточности.

Итак, вот в чем значение математической физики. Она должна руководить обобщением, руководить так, чтобы от этого увеличивалась производительность науки. Нам остается рассмотреть, какими путями она этого достигает и как может она это выполнить без опасных уклонений с правильного пути.

Единство природы. Заметим прежде всего, что всякое обобщение до известной степени предполагает веру в единство и простоту природы. Допущение единства не представляет затруднений. Если бы различные части Вселенной не относились между собой как органы одного и того же тела, они не обнаруживали бы взаимодействий—они, так сказать, взаимно игнорировали бы друг друга, и мы, в частности, знали бы только одну из них. Поэтому мы должны задавать вопрос не о том, едина ли природа, а о том, каким образом она едина.

Относительно второго положения дело обстоит сложнее, нельзя быть уверенным, что природа проста. Можем ли мы без опасения считать это допущение справедливым?

Было время, когда простота закона Мариотта служила аргументом в пользу его точности. Сам Френель, сказавший однажды в беседе с Лапласом, что природа не беспокоится об аналитических трудностях, считал себя обязанным дать по этому поводу объяснения, чтобы не встать в слишком резкое противоречие с господствовавшим тогда мнением.

С тех пор взгляды сильно изменились; однако те, которые не верят, что законы природы должны быть просты, все же часто бывают вынуждены поступать так, как если бы они разделяли эту веру. Они не могли бы совершенно отрешиться от этой необходимости, не разрушая тем самым всякой возможности обобщения, а следовательно, и науки.

Ясно, что любой факт может быть обобщен бесконечным множеством способов, из которых надо выбирать, а при выборе можно руководствоваться только соображениями простоты. Возьмем самый обыденный пример—интерполяцию. Между точками, полученными из наблюдений, мы проводим непрерывную, возможно более плавную линию. Отчего мы избегаем угловых точек и слишком резких поворотов? Отчего мы не чертим кривую в виде ряда самых при-

чудливых зигзагов? Оттого, что мы заранее знаем (или считаем, что знаем), что закон, который нужно отобразить, не может быть очень сложным.

Массу Юпитера можно определять или из движений его спутников, или из возмущений больших планет, или из возмущений малых планет. Беря среднюю из величин, полученных по каждому способу, найдем три числа, весьма близкие друг к другу, но все же разные. Можно было бы объяснить этот результат, предположив, что коэффициент притяжения не является одинаковым в этих трех случаях; тогда, конечно, наблюдения были бы воспроизведены гораздо лучше. Почему же мы устраняем такое объяснение? Не потому, что оно было бы нелепо, а потому, что оно страдает бесполезной сложностью. Его примут лишь тогда, когда оно станет обязательным; а пока этого еще нет.

Словом, любой закон обычно считается простым, пока не доказано противоположное. Я только что указал основания, которые внушили физикам это воззрение; но как оправдать его, стоя лицом к лицу с открытиями, каждый день указывающими нам новые детали явлений, все более сложные, все более обильные? Помимо этого, как примирить его с допущением единства природы? Ибо если все вещи находятся во взаимной зависимости, то отношения, в которых принимает участие такая масса объектов, не могут быть просты.

Изучая историю науки, мы замечаем два явления, которые можно назвать взаимно противоположными: то за кажущейся сложностью скрывается простота, то, напротив, видимая простота на самом деле таит в себе чрезвычайную сложность.

Что может быть сложнее запутанных движений планет и что может быть проще закона Ньютона? Природа, играя (как говорил Френель) аналитическими трудностями, комбинацией простых элементов создает тут какие-то гордиевы узлы. Вот пример скрытой простоты, которую надо было обнаружить.

Примерам обратных случаев нет числа. В кинетической теории газов рассматриваются быстро движущиеся частицы, траектории которых, вследствие постоянных столкновений, принимают самые причудливые формы; они бороздят пространство по всем

направлениям. Доступный наблюдению результат есть простой закон Мариотта, каждый отдельный факт был сложным, но закон больших чисел восстанавливает простоту в средних величинах. Эта простота — кажущаяся; лишь грубость наших чувств мешает нам видеть действительную сложность.

Множество явлений повинуется закону пропорциональности — почему? Потому что в них встречается какая-нибудь весьма малая величина. Выведенный из наблюдений простой закон является в этом случае лишь применением общего аналитического правила, по которому исчезающе малый прирост функции пропорционален приросту независимой переменной. Так как в действительности наблюдаемые нами приросты не бесконечно малы, а только очень малы, то закон пропорциональности является лишь приближенным и простота — кажущейся. То же самое применимо к правилу суперпозиции малых движений, столь плодотворному по своим применениям и образующему, между прочим, основу оптики.

А сам закон Ньютона? Простота его, так долго остававшаяся скрытой, быть может, просто кажущаяся. Кто знает, не лежит ли в основании управляемых им явлений некоторый сложный механизм (может быть, соударения тонкой материи, возбужденной беспорядочными движениями), и не есть ли простота этого закона лишь следствие игры средних величин и больших чисел? Во всяком случае, трудно удержаться от мысли, что истинный закон содержит добавочные члены, которые делаются значительными на малых расстояниях. Если в астрономии ими можно пренебрегать сравнительно с основным членом, так что здесь закон Ньютона является во всей своей простоте, то это имеет место лишь вследствие огромности небесных расстояний.

Нет сомнения, что если бы наши методы исследования становились все более и более проникающими, то мы открывали бы простое под сложным, потом сложное под простым, потом опять простое под сложным и т. д., причем невозможно было бы предвидеть, каково будет последнее звено. Где-нибудь да необходимо остановиться; и чтобы наука была возможна, надо остановиться, когда мы пришли к простоте. Простота — единственная почва, на которой

мы можем воздвигнуть здание наших обобщений. Но если эта простота только кажущаяся, то будет ли такая почва достаточно надежной? Это — вопрос, заслуживающий исследования. Итак, 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, и заключаем отсюда, что закон этот должен быть верен вообще.

Кеплер заметил, что все наблюдаемые Тихо Браге положения одной из планет лежат на одном и том же эллипсе, Ему ни на мгновение не приходит мысль, что благодаря странной игре случая Тихо смотрел на небо как раз в те моменты, когда истинная траектория планеты пересекала этот эллипс.

В таком случае не все ли равно, реальна ли простота или за ней скрывается сложная истина. Пусть простота будет следствием влияния больших чисел, которое сглаживает индивидуальные различия, или пусть она зависит от малости некоторых величин, позволяющей пренебрегать некоторыми членами, — как бы то ни было, она не случайна. Реальна ли эта простота или призрачна — она всегда имеет причину. Мы можем рассуждать таким образом всегда, и если простой закон был подтвержден большим числом отдельных наблюдений, то у нас есть законное право предположить, что он и впрямь будет верен в аналогичных случаях. Отказаться от этого — значило бы для нас приписать случайности недопустимую роль.

Однако имеется одно отличие. Простота реальная, глубоко коренящаяся, устояла бы перед увеличением точности наших измерительных средств. Если бы мы считали природу простою в основе, мы должны были бы сделать заключение от простоты приближенной к простоте строгой. Так прежде и поступали; но мы больше не имеем на это права.

Так, например, простота законов Кеплера — только кажущаяся. Это обстоятельство не мешает нам со значительным приближением прилагать эти законы ко всем системам, подобным Солнечной системе, но оно препятствует им быть строго точными.

Роль гипотезы. Всякое обобщение есть гипотеза. Поэтому гипотезе принадлежит необходимая, никем никогда не оспаривавшаяся роль. Она должна лишь как можно скорее подвергнуться и как можно чаще подвергаться проверке.

Если она этого испытания не выдерживает, то, само собой разумеется, ее следует отбросить без всяких сожалений. Так вообще и делают; но иногда не без некоторой досады. Но это чувство ничем не оправдано; напротив, физик, который пришел к отказу от одной из своих гипотез; должен был бы радоваться, потому что тем самым он нашел неожиданную возможность открытия. Я предполагаю, что его гипотеза не была выдвинута необдуманно, что она принимала в расчет все известные факторы, могущие помочь раскрыть явление! Если она не оправдывается, то это свидетельствует о чем-то неожиданном, необыкновенном; это значит, что предстоит найти нечто неизвестное, новое.

И была ли опровергнутая таким образом гипотеза бесплодной? Нисколько! Она, можно сказать, принесла больше пользы, чем иная верная гипотеза: не только потому, что она вызвала решающий опыт, но и потому, что, не будь ее, этот опыт был бы произведен наудачу, и в нем не увидели бы ничего чрезвычайного; только в списке фактов прибавился бы один лишний, не влекущий за собой никаких следствий.

Теперь выясним, при каком условии пользование гипотезой не представляет опасности? Одно твердого намерения руководиться опытом еще недостаточно; этим еще не исключается возможность влияния опасных гипотез; такими в особенности являются те, которые вводятся неосознанно, принимаются молчаливо, почему мы и не можем от них избавиться. Здесь-то и обнаруживается еще одна услуга, которую нам может оказать математическая физика. По свойственной ей точности она вынуждает нас формулировать все гипотезы, которые мы иначе могли бы допустить, сами не подозревая этого.

Заметим, с другой стороны, что весьма важно не множить гипотез чрезмерно и вводить их только одну после другой. Если мы создали теорию, основанную на множестве гипотез, и если опыт осуждает ее, то как найти между нашими предпосылками ту,

которая должна быть изменена? Открыть ее было бы невозможно. И наоборот, если опыт согласуется с теорией, то можно ли считать, что подтверждены сразу все гипотезы? Можно ли надеяться из одного уравнения определить несколько неизвестных?

Равным образом нужно тщательно отличать различные виды гипотез. В числе их бывают, прежде всего, такие, которые вполне естественны и которых почти невозможно избежать; так, например, трудно не предположить, что влияние очень удаленных тел ничтожно, что малые движения подчинены линейной зависимости, что действие является непрерывной функцией причины. То же я скажу об условиях, вытекающих из понятия симметрии. Все эти гипотезы, так сказать, образуют общий фонд всех теорий математической физики. Если бы их пришлось оставить, то это уже после всех других.

Гипотезы второй категории я назову безразличными. В большинстве вопросов исследователь в самом начале своих вычислений предполагает, либо что материя непрерывна, либо, наоборот, что она состоит из атомов. Он мог бы изменить свое предположение на обратное, не меняя этих выводов; лишь получение их стало бы более трудным. Если теперь опыт подтверждает его заключения, станет ли он думать, что ему удалось доказать, например, реальность атомов?

В оптических теориях вводятся два вектора, из которых один рассматривается как скорость поступательного движения, другой — как вихрь (*tourbillon*). Это — пример безразличной гипотезы, так как те же самые выводы получаются и при обратном предположении; поэтому здесь согласие с опытом не может доказать, что действительно первый вектор есть поступательная скорость; оно подтверждает лишь, что величина, о которой идет речь, есть действительно вектор, — а это и есть единственная гипотеза, фактически введенная в число предпосылок. Мы рассматриваем этот вектор либо как скорость, либо как вихрь просто потому, что ограниченность нашего ума вынуждает нас облекать наши представления в некоторую конкретную форму. Пусть нам необходимо обозначить этот вектор буквой x или же y ; подобно тому как результат опыта, каков бы он ни был, не дает оснований к тому, чтобы рассматривать вектор

как скорость, он не может быть истолкован в том смысле, что его надо обозначать через x , а не через y .

Этого рода безразличные гипотезы никогда не представляют опасности, лишь бы только природа их была ясно понимаема. Они могут быть полезными то в качестве вычислительного приема, то как некоторая конкретная опора для нашей мыслительной способности. Поэтому нет оснований их осуждать.

Гипотезы третьей категории являются обобщениями в настоящем смысле слова. Дело опыта — подтвердить их или опровергнуть. Как в том, так и в другом случае они являются плодотворными; но, по изложенным мною основаниям, это имеет место лишь при условии ограниченности их числа.

Происхождение математической физики. Пойдем дальше, займемся более пристальным рассмотрением обстоятельств, обусловивших развитие математической физики. Прежде всего мы обнаруживаем, что усилия ученых всегда были направлены к тому, чтобы разложить сложное явление, данное непосредственно в опыте, на весьма большое число элементарных явлений.

Это осуществляется тремя различными способами. Сначала о разложении во времени: вместо того чтобы охватывать последовательное развитие явления в его целостности, стараются установить связь каждого момента с моментом, непосредственно предшествующим. Так, например, допускают, что нынешнее состояние мира полностью обуславливается его ближайшим прошлым, что на него, если можно так выразиться, прямо не влияет воспоминание об отдаленном прошлом. Благодаря этому постулату вместо непосредственного изучения всей последовательности явлений можно ограничиться составлением их «дифференциального уравнения», на место законов Кеплера становится закон Ньютона.

Далее стремятся расчленить явление по отношению к пространству. Опыт дает нам запутанную совокупность фактов, происходящих в пространстве некоторого объема. Надо постараться распознать в ней элементарное явление, которое, напротив, было бы локализовано в пределах весьма малой части пространства.

Несколько примеров, быть может, помогут лучше понять мою мысль. Никогда не достиг бы цели тот, кто захотел бы прямо изучить сложное распределение температур в охлаждающемся теле. Но все упрощается, если принять во внимание, что ни одна точка тела не может непосредственно передавать теплоту удаленной точке; теплота будет передаваться лишь точкам, лежащим в непосредственном соседстве; лишь постепенно тепловой поток достигнет других точек тела. Здесь элементарным явлением служит обмен теплоты между двумя смежными точками; этот процесс заключен в тесные пространственные пределы и является относительно простым, если ввести естественное допущение, что на него не влияет температура частиц, лежащих на заметном расстоянии.

Другой пример. Я сгибаю стержень; он принимает весьма сложную форму, прямое изучение которой было бы невозможно; я смогу приступить к ее исследованию, если замечу, что сгибание стержня является результатом деформации весьма малых элементов стержня и что деформация каждого из них зависит исключительно от сил, непосредственно к нему приложенных, а не от сил, действующих на другие элементы.

В этих примерах, которые можно было бы множить без труда, заключено допущение, что не существует действия на расстоянии (по крайней мере на значительном расстоянии). Это — гипотеза; она не всегда является верной — примером служит закон тяготения; поэтому ее надлежит подвергнуть проверке; если она подтверждается хотя бы приближенно, то она ценна, потому что она позволит нам обосновать математическую физику по крайней мере путем последовательных приближений.

Если такая гипотеза не выдерживает проверки, следует искать что-либо аналогичное, ибо есть и другие средства дойти до элементарных явлений. Если несколько тел действуют вместе, то возможно, что их действия независимы и просто складываются друг с другом либо как векторы, либо как скалярные величины. В таком случае элементарным явлением будет действие отдельного тела. В иных случаях задачу сводят к малым движениям, или — более общо — к малым вариациям, которые подчинены известному зако-

ну суперпозиции. Наблюдаемое движение разложится тогда на простые движения, например звук — на гармонические тоны, белый свет — на монохроматические составляющие.

Какими же средствами можно уловить элементарное явление после того как выяснилось, с какой стороны следует его искать?

Прежде всего, часто случается, что, для того чтобы его угадать или — лучше — чтобы угадать то, что есть в нем полезного для нас, вовсе нет необходимости проникать в самый механизм его; достаточно будет применить закон больших чисел. Обратимся опять к примеру распространения теплоты: каждая частица излучает по направлению к каждой соседней частице, но по какому закону — этого нам нет необходимости знать; всякое предположение относительно этого было бы гипотезой безразличной, а следовательно, бесполезной и не поддающейся проверке. В самом деле, благодаря свойствам средних величин и вследствие симметричности среды все различия сглаживаются и результат оказывается всегда одним и тем же, какая бы гипотеза ни была предложена.

Подобное имеет место в теории упругости и в теории капиллярных явлений: близкие друг к другу молекулы притягиваются и отталкиваются, но нам нет нужды знать по какому закону. Достаточно того, что это притяжение действует только на малых расстояниях, что число частиц весьма велико, что среда симметрична, а далее остается лишь пустить в ход закон больших чисел.

В приведенных примерах простота элементарного явления таилась под сложностью непосредственно наблюдаемого результата; но эта простота в свою очередь является призрачной и скрывает за собою весьма сложный механизм.

Лучшим средством дойти до элементарного явления был бы, очевидно, опыт. С помощью искусных экспериментальных приемов нужно было бы разъединить ту сложную связанность, какую природа предоставляет нашему исследованию, а затем тщательно изучать найденные и доведенные до возможной степени чистоты составные элементы. Примером может служить разложение естественного белого луча приз-

мой на монохроматические лучи и поляризатором — на поляризованные лучи.

К несчастью, это не всегда возможно и достаточно. Иногда необходимо, чтобы умозрение предшествовало опыту. Я ограничусь одним примером, который всегда поражал меня: разлагая белый свет, я могу выделить узкую полосу спектра, но, как бы мала она ни была, она будет иметь известную ширину. Точно так же естественные *монохроматические источники* света дают нам линию тонкую, но не до бесконечности. Кто-нибудь мог бы предположить, что, подвергая экспериментальному изучению эти естественные источники, употребляя все более и более тонкие спектральные линии и в конце концов переходя, так сказать, к пределу, удалось бы достигнуть знания свойств строго монохроматического света. Но это было бы неточно. Пусть мы имеем два луча, испускаемые одним и тем же источником; пусть мы сначала поляризуем их во взаимно перпендикулярных плоскостях, затем приведем к одной плоскости поляризации и, наконец, заставим интерферировать. Интерференция произошла бы, если бы свет был *строго* монохроматичен; но при наших лишь приближенно монохроматических источниках интерференция не произойдет, как бы узка ни была взятая спектральная линия; чтобы явление имело место, она должна была бы быть во много миллионов раз уже, чем самые тонкие известные нам линии.

Таким образом, в этом случае переход к пределу обманул бы нас; здесь теоретическая мысль должна была идти впереди опыта, и если она успела в этом, то лишь потому, что инстинктивно руководилась соображением простоты.

Знание элементарного факта позволяет нам сформулировать задачу в виде уравнения; отсюда путем некоторых комбинаций остается только вывести заключение о сложном факте, подлежащем наблюдению и проверке. Это — не что иное, как *интегрирование*, которое уже составляет дело математика.

Можно задать вопрос: почему в физических науках обобщение так охотно принимает математическую форму? Причина этого теперь понятна: она состоит не только в том, что приходится выражать числовые законы, но и в том, что наблюдаемое явление есть

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