

О.Д. Хвольсон

Курс физики. Том 1

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
О-11

О-11 **О.Д. Хвольсон**
Курс физики. Том 1 / О.Д. Хвольсон – М.: Книга по Требованию, 2022. – 656 с.

ISBN 978-5-458-26610-9

один из первых курсов физики для чтения на первых курсах университетов

ISBN 978-5-458-26610-9

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2022
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2022

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ШЕСТОМУ ИЗДАНИЮ.

В годы величайшего в истории человечества переустройства всего государственного и общественного быта, в годы строительства социализма, все трудящиеся обязаны, по мере сил и возможности, содействовать великому делу достижения заветной цели.

Физический труд, умение и знание должны работать в тесном единении, помогая друг другу при решении тех задач, которые возникают перед нами на пути к указанной цели. Эта мысль ныне вошла в плоть и кровь всех научных работников СССР. Наука должна, прежде всего, помогать строительству социализма, бороться за его проведение в жизнь, и в первом ряду этих борцов должна стоять физика, значение которой именно в настоящее время слишком ясно, чтобы на нем останавливаться. Одной из важнейших задач ученых, работающих в области физики, является увеличение кадров действительных знатоков этой науки. Составление учебника должно играть не малую роль при решении намеченной задачи; но оно сможет принести пользу только при условии, если учебник, не придерживаясь устарелых взглядов, сразу вводит учащегося в современную физику, раскрывает перед ним правильные перспективы, знакомит его с духом и с достижениями физики XX столетия, неразрывно связанной с техникой. К такой цели я стремился при составлении этой книги, как видно будет из дальнейших строк.

Первое издание этого тома вышло в 1897 г.; оно было мною составлено в течение 1895 и 1896 годов. Я послал один экземпляр профессору В. Оствальду (в Лейпциге), о котором я знал, что он владеет русским языком. Через некоторое время появилась в издаваемом им журнале «*Zeitschrift für physikalische Chemie*» рецензия моей книги, написанная Н. Шиллером. В конце этой рецензии проф. Оствальд приписал следующие строки: «К этой правильной (*sachgemäß*) рецензии следует еще добавить, что сочинение Хвольсона написано в более современном духе (*in einem moderneren Sinne*), чем какой либо другой, известный мне учебник физики, и что издание немецкого перевода представило бы благодарное предприятие (*ein dankenswertes Unternehmen*)». Благодаря этой приписке появились сперва немецкий, затем французский и, наконец, испанский переводы всего моего «Курса физики». Я очень извиняюсь за эту нескромную, с моей стороны, цитату; из дальнейшего будет видно, что она мне здесь необходима.

О каком это «современном духе» говорит проф. Оствальд? Ясно, что речь идет о духе физики середины девяностых годов прошлого столетия. При каждом из последующих изданий эта книга подвергалась тщательной обработке: добавлялись новые научные достижения, исправлялись разного рода недочеты, исключалось ненужное. Но дух оставался прежний.

В начале 1930 г. я узнал, что Государственное издательство предполагает приступить к новому изданию первого тома моего «Курса физики». Я решил, что о такой «обработке», какой до сих пор подвергалась эта книга, не должно быть и речи, что теперь требуется не обработка, но полнейшая переработка, т. е. создание чего-то совершенно нового и притом вряд ли в настоящее время существующего. Передо мной возникла задача, за решение которой, насколько мне известно, еще никто не брался. Сущность этой задачи может быть формулирована так: стремиться к тому, чтобы слова проф. Оствальда, относившиеся к 1896 г., могли оказаться справедливыми для новой книги, составленной в 1931 г. Требуется заменить дух физики 1896 г. духом физики 1931 г. Это

значит преобразовать дух книги соответственно истекшим 35 годам. И что это были за годы для истории развития физики! Здесь, конечно, не место распространяться по этому вопросу. Без преувеличения можно сказать, что возникла совершенно новая наука с новым содержанием и новым духом. То, что в конце прошлого столетия стояло в центре внимания, считалось наиболее существенным и характерным, над чем больше всего работало научное творчество, ныне отошло на задний план, сделалось как бы элементарным. Возник целый ряд новых проблем, и вот они-то характеризуют современную науку, над ними работают ученые и ими определяется дух этой новой науки

Признаюсь, что появившаяся передо мною задача меня чрезвычайно заинтересовала, и я взялся за ее решение, пользуясь тою дидактической опытностью, которую мне удалось приобрести за пятидесятипятiletнюю деятельность на поприще устного и письменного преподавания.

Итак, передо мною была задача: составить первый том «Курса физики» так, чтобы он был насквозь пропитан духом физики 1931 г.; чтобы читатель, изучивший его содержание, ознакомился с важнейшими из тех проблем, над которыми ныне работает наша наука, чтобы он понял сущность современной физики, наиболее для нее характерные стороны; чтобы он сам проникся духом физики 1931 г.

Содержание первого тома во всех предыдущих изданиях было следующее: 1. Введение. 2. Механика. 3. Некоторые измерительные приборы и способы измерения. 4. Учение о газах. 5. Учение о жидкостях. 6. Учение о твердых телах.

Из этих шести отделов следовало сохранить только первые два, значительно расширив их содержание и стремясь к тому, чтобы уже в них, особенно в первом отделе, просвечивал дух современной физики.

Третий отдел, как самостоятельный, следовало исключить. Действительно, в настоящее время никто уже не станет изучать методы физических измерений по общему учебнику физики. Давно признано, что такое изучение возможно только в лабораторной практике, причем пособиями должны служить книги, специально посвященные вопросу о физических измерениях, как, например, прекрасная, находящаяся во всеобщем употреблении, книга Кольрауша. Однако, небольшое число измерений, интересных с теоретической стороны, все-таки должны быть рассмотрены в первом томе; в виде примера укажу на одноститные и двуститные крутильные весы (унифиляр и бифиляр). Эти вопросы можно, без малейшей натяжки, отнести ко второму отделу, т. е. к механике. Последние три отдела (молекулярная физика) невозможно поместить в первый том. Они должны войти во второй том или составить особую, вторую часть первого тома «Курса физики».

После первых двух отделов, введения и механики, первый том, в новом его виде, должен содержать изложение тех вопросов, которые в современной физике стоят на первом плане, наиболее для нее характерны и с особой ясностью могут ознакомить с духом новой науки. Передо мной встала задача: установить содержание будущей книги, выбрать и распределить те вопросы, которым должны быть посвящены ее дальнейшие отделы, начиная от третьего. Казалось, что при этом можно будет руководствоваться только одним признаком, а именно — соответствием избранных вопросов тому, что выше было о них сказано. Мы сейчас увидим, какую неожиданную роль сыграло здесь одно побочное обстоятельство. Выбор вопросов, без которых не могло бы быть и речи о духе современной физики, был произведен без больших затруднений или колебаний.

К ним были отнесены:

1. Учение о кваптах.
2. Строеение атома.
3. Радиоактивность.
4. Изотопия.
5. Теория относительности.
6. Микромеханика.

Вместе со строеением атома должен быть рассмотрен ряд вопросов, тесно связанных с этим строеением. Под микромеханикой здесь подразумевается та новая

наука, возникшая около 1925 г., которую, без ясных мотивов, называют то волновой, то квантовой механикой. Итак, вышеприведенные вопросы следовало поместить в первый том, чтобы он был пропитан духом физики 1931 г., чтобы для него могли оказаться справедливыми слова проф. В. Оствальда, относившиеся к первому изданию 1897 г.

Признаюсь, что я был весьма удивлен, когда вскоре оказалось, что, оставляя совершенно в стороне всякие благие стремления к «современному духу» физики и к словам проф. Оствальда, существует еще вторая, пожалуй, не менее серьезная, и, если можно так выразиться, непреодолимая причина, безусловно требующая помещения вышеперечисленных новых глав физики в первом томе «Курса физики». Эта вторая причина сразу выявляется, если поставить простой вопрос: куда же поместить изложение приведенных вопросов? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо вспомнить, какие отделы физики составляют содержание дальнейших частей «Курса физики». Эти отделы следующие: 1) молекулярная физика (газы, жидкости, твердые тела), 2) акустика, 3) оптика (учение о лучистой энергии), 4) теплота, 5) магнетизм и электричество.

Если сравнить вышеприведенный список с этим, то сразу получается единственно возможный ответ на поставленный нами вопрос: совершенно нелепо поместить разбор новых отделов физики в дальнейших отделах «Курса физики». Это настолько очевидно, что нет никакой надобности останавливаться на этом вопросе. Ведь стоит только спросить себя: куда поместить строение атома, радиоактивность, изотопию, принцип относительности и т. д.? Ответ получится один: им нигде не найдется места; они должны быть рассмотрены в первом томе.

Можно указать еще и на третью причину: вопросы, составляющие содержание новой физики XX столетия, играют ныне весьма большую роль во всех отделах, существовавших и в старой физике XIX столетия. Ознакомление с этими вопросами должно предшествовать изучению старых отделов в их современном виде.

Когда я приступил к детальной разработке содержания этой книги, тотчас же выяснилось одно существенное обстоятельство, чрезвычайно усложнившее мою работу. Всем хорошо известно, до какой степени в настоящее время все отделы физики связаны между собой. Оказалось, что для изучения тех вопросов, которые были перечислены, необходимо знакомство, хотя бы и частичное, с некоторыми главами физики, которые относятся к последующим частям «Курса физики». Сюда относятся, прежде всего, некоторые, хотя и немногие, части учения о лучистой энергии, главным образом — учения о спектрах. Ясно, что нет смысла говорить о строении атома, не останавливаясь на вопросе о спектрах, не говоря уже о том, что как раз этот вопрос представляется одним из наиболее важных в современной физике. Без изложения его основ «дух» этой науки был бы выявлен в весьма неполном виде. Поэтому я написал особый отдел под заглавием «Некоторые вопросы из учения о лучистой энергии». При этом первый из перечисленных новых отделов, учение о квантах, совершенно отпал по легко понятным причинам. Обнаружились и другие вопросы, предварительное, хотя бы и неглубокое знакомство с которыми необходимо. Но многие из них легко было разместить в первых двух отделах этой книги (введение и механика), а другие в дальнейших отделах. Сюда относятся фотоэлектричество и эффекты Зеемана, Штарка, Комптона и Рамаана. Впрочем, без них вряд ли можно было бы говорить о «духе» современной физики.

Я приступил к составлению этой книги в марте 1930 г. Эта работа, в особенности ее полнейшая новизна, меня чрезвычайно заинтересовала. Достаточно сказать, что на первых же страницах мне пришлось упомянуть микромеханику и затем неоднократно возвращаться к ее хотя бы и предварительной характеристике. Надо было создать что-то совершенно новое, и я увлекся теми перспективами, которые открывались передо мной при решении этой задачи. Не мало трудностей пришлось преодолеть при окончательном распределении всего материала.

Много почти готового материала я нашел в двух частях моего «Дополнительного тома» (к «Курсу физики»), вышедшего в 1926 г. Но этот материал требовал обработки и дополнения. В некоторых местах у меня приведены результаты работ, напечатанных в 1932 г. Но например «Некоторые вопросы из учения о лучистой энергии», «Радиоактивность» и др. были целиком составлены вновь.

Эта книга выходит под названием шестого издания первого тома «Курса физики». На нее можно смотреть и как на первое издание почти совершенно нового сочинения, в котором я стремился дух физики 1896 г. заменить духом физики 1931 г. Во всяком случае я приложил все старания, чтобы слова проф. В. Оствальда оказались, хотя бы в некоторой степени, приложимы и к этой книге.

Если окажется, что я достиг этой цели, то можно будет считать решенной основную мою задачу: содействовать увеличению у нас кадров знатоков физики, и тем самым принести хотя бы малую долю пользы тому великому делу, над которым должны ныне трудиться все граждане нашего Союза.

В заключение скажу, что содержание этого нового издания тома I соответствует тому, что, по моему глубокому убеждению, в настоящее время должно быть изложено на первом курсе в университетах, вузах и втузах.

О. Хвольсон.

Ленинград.
Октябрь 1932 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ К СЕДЬМОМУ ИЗДАНИЮ

Настоящее издание является перепечатанным безо всяких изменений предыдущего, если не считать исправления опечаток. В конце я поместил список литературы и некоторые добавления, число которых, понятно, невелико, так как они относятся к работам, появившимся за немногие месяцы, истекшие после выхода в свет шестого издания.

О. Хвольсон.

Ленинград.
Июль 1933 г.

ВВЕДЕНИЕ.

§ 1. Современное положение физики. В настоящее время следует отличать макрофизику и микрофизику. Из них макрофизика, которая одна только и существовала до 1925 г., имеет дело с такими количествами материи, т. е. телами, которые содержат огромное число атомов или молекул (§ 4 этого отдела). Это могут быть не только тела, видимые простым глазом, но также микроскопически малые и даже невидимые в микроскопе частички. Макрофизика имеет свои, всем ясные, задачи и цели и, что особенно важно, пользуется некоторыми основными положениями и методами рассуждения, правильность которых до последнего времени никаких сомнений не вызывала; о них речь впереди. Микрофизика имеет дело с отдельными атомами и молекулами. Вводя этот термин, мы можем быть зашли несколько далеко, отчасти как бы заглядывая в будущее. То, что ныне существует, должно быть скромнее названо микромеханикой.

В 1925 г., отчасти еще немногим раньше, появились первые признаки возникновения новой науки в работах Louis de Broglie. В начале 1926 г. были опубликованы две работы, от которых и началось то необычайно бурное развитие нового отдела физики, которое, соответственно двум работам, сперва пошло по двум, как-будто существенно различным направлениям. Первая работа принадлежала E. Schrödinger'у в Цюрихе (ныне в Берлине). Исходя из некоторых мыслей de Broglie, этот ученый дал основы тому течению научной мысли, которое было названо волновой механикой. Вторая из упомянутых работ принадлежит W. Heisenberg'у. Она послужила источником другого течения, названного квантовой механикой.

Весьма скоро оба течения слились в одно русло и дали то, что правильнее всего назвать микромеханикой. Достаточно отметить, что за первые шесть лет появилось несколько тысяч работ по микромеханике, чтобы стало ясно, что мы тут имеем дело с чем-то грандиозным, с возникновением новой науки, полная оценка значения которой принадлежит будущему. Мы ей посвятим в этой книге особую статью.

Если бы микромеханика представляла вновь возникший, более или менее самостоятельный отдел физики, хотя бы отчасти и связанный с другими, соседними отделами этой науки, и хотя бы весьма обширный, это нам не дало бы повода говорить о ней на первых страницах тома I «Курса физики». Мы бы ограничились ее изложением на своем месте. Если же мы сочли необходимым с самого же начала обратить на нее внимание читателей, то тому имеются веские причины, которые считаем долгом выяснить. Дело в том, что микромеханика не ограничивается тем, что она дает нам ту новую механику, которой следует пользоваться при изучении атомов и молекул, и которая глубоко отличается от механики, которой пользовались ученые со времен Ньютона (конец XVII столетия) до наших дней, строя ту науку, которую мы называли макрофизикой, тем самым как бы несколько суживая ее значение.

Микромеханика идет гораздо дальше! Она резко нападает на основные аксиомы и положения макрофизики, она стремится изменить взгляд на задачи и цели физики, она колеблет устой этой науки, выражая сомнение в допустимости того метода научного мышления, которым физика пользовалась

до сих пор; наконец, она запрещает введение в науку таких представлений и образов, без которых, казалось бы, она существовать не может. Борьба еще не окончена и неизвестно, чем она кончится. Однако, следует помнить, что микромеханика ставит под сомнение многое из того, что дала макрофизика, и чего последняя до сих пор крепко держалась. Если новые идеи микромеханики победят, если они наложат свою печать на все или почти все отделы макрофизики, то последняя не обратится в микрофизику, ибо она будет продолжать изучать не отдельные атомы и молекулы, но их огромные скопления. Однако, она все же существенно изменится и многое из того, что теперь в ней содержится, придется из нее выбросить.

Само собой разумеется, что в этой книге мы будем излагать ту макрофизику, которая выросла и расцвела за последние двести лет. Ее теперь уже называют «старой» или также «классической» физикой, в отличие от новой, грядущей, причем разница почти не касается результатов, добытых наукой, но прежде всего ее методов рассуждения. Однако, мы желаем, чтобы наши читатели знали, что над излагаемой нами макрофизикой висит дамоклов меч, и мы укажем на те места, которым он особенно угрожает.

Теперь понятно, почему мы в самом начале этой книги посвятили несколько слов микромеханике; это даст нам возможность в надлежащих местах указывать, что данное нами изложение остается под сомнением и, может быть, подвергнется существенному изменению. Хорошую иллюстрацию к сказанному читатели найдут в следующем параграфе.

§ 2. Задачи физики. Физика в широчайшем смысле слова есть наука о неорганизованной материи и о происходящих в ней явлениях. Эти явления называются явлениями физическими. Все другие науки о материи имеют дело с материей организованной (биологические науки). Физические явления могут повторяться и в организованной материи, однако, попытки свести все явления, обнаруживающиеся в организованной материи, к явлениям физическим до сих пор не удались.

Изучая явления, происходящие в неорганизованной материи, физика имеет четыре задачи или цели: открыть, исследовать, объяснить и применить явления.

Для того чтобы открыть и исследовать явление, пользуются наблюдением и экспериментом, которые, впрочем, невозможно отделить друг от друга резкою границей и которые составляют опыт. В тесном смысле слова наблюдение над внешним явлением есть рассмотрение явления, происходящего вне нас при обычной мировой обстановке, эксперимент же представляет собой воспроизведение явления при искусственной, может быть, никогда в природе не встречающейся обстановке, с целью установления тех особенностей, которые обнаружатся в самом явлении благодаря этой обстановке. Иногда говорят, что производство эксперимента может быть уподоблено постановке определенного вопроса, на который мы как бы заставляем природу дать нам более или менее определенный ответ.

Необходимо, однако, принять во внимание, что как наблюдение, так и эксперимент должны предшествоваться и сопровождаться умственной работой, для которой результат как того, так и другого дает новую пищу. Отсюда уже ясно, что и наблюдение имеет целью получение ответа на вопрос, выдвинутый предшествовавшей умственной работой. В более широком смысле слова «наблюдение» сопровождает каждый эксперимент.

Терминология, которою мы здесь пользовались (опыт, распадающийся на наблюдение и эксперимент), была принята в философии. В физике принято отличать наблюдение и опыт, отождествляя опыт с тем, что выше было названо экспериментом.

В дальнейшем мы будем пользоваться этою последнею терминологиею, хотя и в обыденной жизни слово «опыт» понимается в более широком смысле (например, в словах: опыт последних годов указал, что и т. д.).

Третья задача или цель физики заключается в том, чтобы «объяснить»

явление. Объяснить явление еще не значит сделать взаимную зависимость явлений логически понятной, так чтобы мы видели, что за данным явлением с логической необходимостью должно возникнуть другое определенное явление. Объяснить явление значит — найти закономерную связь между ним и другими, нам уже знакомыми явлениями. Итак, открыть и выяснить связь между явлениями — вот в чем заключается сущность третьей задачи физики. Не то важно, что мы сводим явление A к явлению B , нам уже знакомому; такой порядок случайный, и при другом ходе исторического развития наших познаний он мог бы быть и обратным: мы свели бы явление B к уже знакомому A . Важна установка связи между явлениями A и B .

Великие моменты в истории физики ознаменовались открытием новых, неожиданных связей между явлениями, например, между магнитными и электрическими, между электрическими и световыми и т. д.

Четвертая и ныне наиболее важная задача или цель физики заключается в том, чтобы применить открытое явление на пользу человека, на увеличение его жизненных удобств, на помощь ему в борьбе за существование, в борьбе с природой. Здесь уже выступает техника в наиболее обширном смысле слова, которая, с одной стороны, ставит физике определенные задачи, с другой — пользуется результатами, добытыми этой наукой независимо от предъявленных ей запросов. У физики и у техники одна общая цель, на пути к которой они друг друга поддерживают.

Существование закономерной связи между последовательными во времени явлениями для нас несомненно. Совокупность физических явлений, характеризующих внешний мир в данный момент, закономерно происходит от совокупности явлений, относившихся к предыдущему моменту, причем одно отдельно взятое явление A происходит от некоторой определенной группы B предшествовавших явлений. Группу B называем ближайшею причиною явления A , а явление A действии или следствием группы явлений B . Наблюдая явление A , мы можем поставить себе задачу открыть группу явлений B , т. е. найти причину явления A . Бесчисленные примеры из всех отделов физики доказывают, однако, что отыскивание причины на деле сводится к отысканию связей между явлениями. Называя группу B причиной явления A , мы полагаем, что все остальные явления внешнего мира, происходящие одновременно с явлениями B , но не входящие в состав этой группы, не влияют на форму явления A , так что всякое их изменение не вызвало бы никакой в нем перемены.

Изложенная здесь мысль о закономерной связи между явлениями, о безусловной необходимости (см. ниже) возникновения явления A , как следствия причинной группы B , составляет сущность так называемого закона причинности.

Новая микромеханика, в лице весьма большого числа ее деятелей, и притом наиболее выдающихся, не признает закона причинности, не только для явлений микрофизических, происходящих в атомах и молекулах, но и для всей макрофизики. Против этого спорят многие из самых знаменитых представителей «старой» макрофизики! Для наших читателей это первая иллюстрация того, что выше было сказано о микромеханике, о глубине того переворота, который она стремится внести в физику, да и в другие науки. Знаменитый немецкий физик М. Planck говорит, что биология только там делается истинной наукой, где она начинает пользоваться законом причинности.

Но мы, пока-что, остаемся при «старой» науке и принимаем за одну или даже за главную из ее основ закон причинности. Скажем о нем еще несколько слов, которые послужат для выяснения некоторых его сторон, весьма важных для понимания сущности этого закона. Взаимные отношения причины (B) и действия (A) управляются двумя положениями или аксиомами, составлявшими до сих пор основание для возможности создания всякой науки о явлениях. Эти две аксиомы следующие:

1. Если из данной причины (группа B) вытекает определенное действие (явление A), то возникновение действия есть абсолютная, безусловная необходи-

мость. Это не значит, чтобы кроме A не мог одновременно с A существовать еще ряд других действий (явления C , D и т. д.), также проистекающих от той же группы.

Смысл аксиомы тот, что само явление A ни в каком случае (в занимаемом им месте или во времени) даже мысленно не может быть заменено другим явлением. Эта аксиома выражает существование в мире определенной и в каждом случае единственной закономерной связи между последовательными во времени явлениями. Если группа B и закономерные связи известны, то явление A может быть предсказано с абсолютной достоверностью. Орудием такого предсказания служит математика и тот дедуктивный метод логического мышления, на котором она основана.

II. Одно и то же явление A может, как действие, проистекать от большого числа различных групп явлений B . Наблюдая явление A и будучи знакомы с большим числом закономерных связей между явлениями вообще, мы все-таки не можем знать, играли ли какую-нибудь роль при возникновении явления A именно эти связи, или какие-нибудь другие, нам еще неизвестные. Переход от B к A иногда может быть нами сделан с абсолютной достоверностью; переход же от A к B — всегда лишь с большей или меньшей степенью вероятности.

Изучая явления и открывая закономерные между ними связи, физика определяет по данной группе явлений B единственно возможные действия A и по данному явлению A отыскивает наиболее вероятную причинную группу B .

§ 3. Гипотезы. Теории. Гипотезой называется предположение о существовании некоторой определенной закономерной связи между данными явлениями.

Хотя определение гипотезы, как предположения о причине данного явления, слишком узко, ибо гипотеза необходима во всех тех случаях, где связь между явлениями еще не установлена, а потому она может относиться столько же к причине, сколько и к следствиям.

Гипотезой о причине является выбор какой-либо одной из возможных групп B , могущих иметь следствием то явление A , которое мы желаем объяснить, т. е. закономерно связать с другими явлениями.

Не все гипотезы имеют одинаковое значение, одинаковое право на существование. Хорошая гипотеза должна обладать следующими свойствами: она должна быть возможна, согласна с наблюдаемыми явлениями, она должна быть обширна, проста и в известной степени проверяема.

Гипотеза должна быть возможна, т. е. она не должна противоречить тому, что абсолютно достоверно, что составляет непоколебимое достояние науки; она должна быть согласна с явлениями, которые, на основании дознанных закономерных связей, должны вытекать из нее, как необходимые следствия. Необходимая обширность гипотезы требует, чтобы одна гипотеза обнимала возможно большее число явлений. Нельзя допустить, чтобы для каждого отдельного из ряда сходных явлений A была придумана особая гипотеза, т. е. было допущено существование особой причинной группы B . Чем меньше гипотез, тем выше развитие науки. Гипотеза должна быть проста, ибо в сознании человека глубоко коренится уверенность в крайней простоте основных причин совершающихся в природе явлений. Наконец, гипотеза должна быть проверяема, т. е. должна существовать возможность дедуктивным путем перейти от нее к большому числу следствий и опытом или наблюдением убедиться в справедливости выведенного, т. е. в реальном существовании этих следствий, и тем самым получить мерилу степени вероятности самой гипотезы.

Гипотезы, не удовлетворяющие указанным свойствам, являются в науке беспредельным и вредным балластом. К ним относятся слова Ньютона: *hypotheses non fingo*.¹

¹ Newton, Principia. Glasgow 1871, p. 530.

Кроме гипотез о причине, т. е. о существовании группы явлений *B*, вызывающих явление *A*, немалую роль в науке играют, во-первых, гипотезы о существовании вообще закономерной связи между двумя известными явлениями, причем остается пока открытым вопрос, находятся ли эти явления друг к другу в отношении причины и следствия, или они оба параллельно вырастают как следствия еще скрытой причинной группы явлений (пятна на солнце и северные сияния), и, во-вторых, гипотезы о специальной форме закономерной связи между такими явлениями, между которыми причинная связь сама по себе несомненна (электрический ток и нагревание проводника).

Без гипотезы в обширном смысле слова, т. е. без предположений, немислим ни один шаг в науке. Claude Bernard говорит: «Предвзятая мысль или гипотеза есть необходимая точка исхода всякого опытного исследования. Без нее немисливо открыть чего-либо нового». Всякому опыту несомненно должна предшествовать более или менее ясно сознанная гипотеза о существовании явления или об особом его количественном или качественном характере. И в чистой математике прогресс без гипотезы о существовании той или другой связи между величинами невозможен. Тот же Claude Bernard говорит: «Математик и натуралист пользуются одним и тем же методом, когда они ищут новые истины».

Особенно следует остерегаться гипотез мнимых, которые, отличаясь почти всегда большою сложностью, содержат в себе в виде допущенных предположений все или почти все, что на основании их еще только надлежит объяснить, т. е. привести в закономерную связь с другими явлениями. О таких других явлениях в подобных мнимых гипотезах даже и не упоминается, а потому они не могут служить для того разъяснения явлений, для которого они созданы. Они представляют не более, как описание явлений, иногда весьма полезное по своей краткости и картинности, но для ближайшего уразумения явления они служить не могут. Как на пример такой мнимой гипотезы можно указать на гипотезу о двух электрических жидкостях в ее первоначальном виде.

Правильно поставленная гипотеза—это главное орудие развития науки; но роль этого орудия должна быть временная; чем скорее оно исчезнет, т. е. чем скорее гипотеза перестанет быть гипотезою, тем лучше. Опыт и только опыт может привести к этой цели. Сравнение явлений, в действительности происходящих во внешнем мире, с тем, что путем дедукции открывается как необходимое следствие из допущенной гипотезы, может или доказать несомненную несправедливость гипотезы, от которой в этом случае приходится отказаться, или служить подтверждением несомненной ее справедливости, в каковом случае гипотеза, как таковая, перестает существовать, или, наконец, увеличить ее вероятность или правдоподобность. Гипотеза, которая не может быть проверена непосредственно, но лишь окольным путем сравнения ее выводов с результатами опытов, никогда не может сделаться достоверною. Только при беспредельном возрастании качественно различных наблюдаемых явлений, согласных с гипотезою, ее вероятность беспредельно приближается к достоверности (вращение земли вокруг оси и вокруг солнца).

Появление хорошей гипотезы может сильно двинуть науку; но гораздо важнее исчезновение гипотезы, и именно такими исчезновениями отмечены величайшие моменты в истории науки. Такое же значение имеет соединение двух или нескольких гипотез в одну. Чем меньше гипотез, тем выше развитие науки. «Наука стремится не к установке, но к устранению гипотез»—говорит Ostwald. Идеальной законченности достигла бы наука, если бы в ней осталась только одна единственная гипотеза, из которой вытекала бы, как необходимое следствие, наблюдаемая закономерная связь между всеми явлениями внешнего мира.

То, что было сказано относительно гипотез о причине, может быть схематически иллюстрировано следующим образом. Имеется некоторая группа более или менее многочисленных, несомненно родственных явлений, качественно и количественно хорошо изученных; известен также ряд закономерностей, которым они подчиняются. Они всем доступны, и относящиеся к ним результаты иссле-

дований, найденные одними учеными, могут быть проверены другими. Все эти результаты находятся как бы на открытой перед нами сцене. Мы считаем, что они происходят от какого-то нам неизвестного первоисточника, как бы находящегося за кулисами открытой перед нами сцены.

На допущенной и ясно сформулированной гипотезе о первоисточнике группы известных нам и хорошо исследованных явлений строится теория этих явлений, логически (прежде всего, пользуясь математикой) доказывается, что из данной гипотезы вытекают, как следствие, качественные и количественные стороны наблюдаемых явлений, т. е. дается их объяснение, воздвигается та часть науки, которая им посвящена. Таким образом теория, исходящая из гипотезы, является переходом от груды сырого материала, от кирпичей и камней, роль которых играют находящиеся на открытой сцене факты, к постройке соответствующей им части научного здания. Однако от теории ожидается больше, чем одно объяснение уже известных фактов: она должна предсказать новые факты. Действительно, из гипотезы, положенной в основу теории, должно оказаться возможным вывести все вытекающие из нее следствия, т. е. более или менее исчерпывающе ответить на вопрос: какие явления должны существовать и каким правилам и законам должны они подчиняться, если закулисная причина, налицность которой предполагается избранной гипотезой, действительно существует? Мало вероятно, чтобы все явления, необходимость существования которых вытекает из данной гипотезы, были уже открыты и исследованы. Таким образом теория может предсказать новые явления или закономерности, иногда такие, существование которых никто не мог подозревать, хотя бы вследствие их полной новизны или неожиданности. Предсказание, выведенное на бумаге, должно быть проверено на опыте; если опыт подтвердит предсказание, то теория торжествует. Не следует, однако, придавать таким правильным предсказаниям слишком большого значения, и было бы весьма легкомысленно, на основании немногих или даже только одного правильного предсказания, утверждать, что гипотеза верна, что вся теория построена правильно и уже навсегда останется неизменно построенной частью науки. Правильные предсказания никогда не могут служить доказательством справедливости исходной гипотезы. Это очевидно вытекает из второй вышеприведенной аксиомы.

Всякая гипотеза, вместе с построенной на ней теорией, представляет, как показывает история физики, почти всегда нечто эфемерное, преходящее, легко уязвимое и могущее погибнуть от сравнительно небольшого удара. Сколько бы данная гипотеза ни объясняла и предсказывала явлений и законов, от нее наука немедленно отказывается, если хотя бы одно из ее предсказаний не оправдалось на опыте, или если открывается новое явление, необъяснимое на основании данной гипотезы, или даже несомненно ей противоречащее. Тогда приходится гипотезу, переставшую быть возможной, заменить другою и подвергнуть всю соответствующую часть здания науки более или менее значительной перестройке.

Таковыми событиями переполнена история физики. Если все это так, какое же значение могли иметь все эти гипотезы и теории, которые очевидно неверны, так как их пришлось заменить другими? К чему строить здание науки, когда каждую его часть раньше или позже придется перестроить? Какую же пользу принесли науке все эти отжившие теории, развалины которых указывают нам путь исторического развития физики? Ответы на все эти вопросы дает нам история науки, и эти ответы заставляют нас отвергнуть всякий скептицизм и питать светлые надежды относительно дальнейшего развития науки и тех плодов, которые она еще принесет человечеству. Ведь вот в чем дело. Было бы весьма ошибочно предполагать, что теория, долгое время господствовавшая в науке и затем отвергнутая, исчезает, не оставляя никаких следов. Это не так! Такая теория сделала для науки свое, иногда весьма великое дело, которое остается неизменным. Она дала науке новый материал, мощно двинула ее вперед и подарила человечеству такие познания, от которых ему отказываться нет причин. Как же