

735. Вначале должно показаться, что основной закон является далеко недостаточным для того, чтобы охватить всю полноту фактов, которые дает нам природа и которые описываются существующей механикой. Ибо в то время, как основной закон предполагает непрерывные и закономерные связи, повседневный опыт ставит нас перед прерывными и не закономерными связями. Далее, в то время как основной закон четко предполагает только свободные системы, мы вынуждены рассматривать также и несвободные системы.

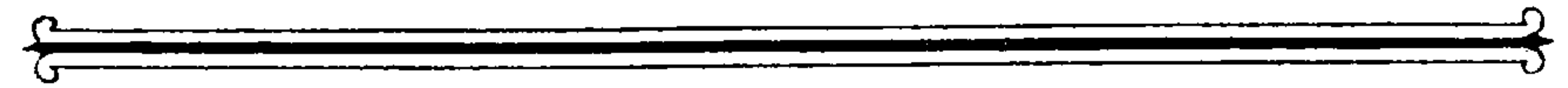
Больше того, даже закономерные непрерывные свободные системы не все подчиняются безоговорочно основному закону, но отчасти, видимо, противоречат ему. Однако мы могли изучать не закономерные и прерывные системы, рассматривая их не закономерность и прерывность как кажущиеся; мы могли также изучать движения несвободных систем, понимая их как части свободных систем; наконец, мы могли системы, видимо противоречащие основному закону, подчинить ему, допуская возможность существования скрытых масс. Таким образом, хотя мы не дополняли основной закон другими фактами опыта или другими произвольными понятиями, мы все же могли охватить всю область, которой вообще занимается механика.

Наша особая гипотеза не препятствует нам также понимать, что механика могла и должна была развиваться так, как она развивалась в действительности.

736. В результате этого мы можем утверждать, что основной закон является не только необходимым, но и достаточным для того, чтобы исчерпывающе представить участие опыта в общих законах механики.

## ПРИЛОЖЕНИЯ





## ОТ РЕДАКЦИИ

Книга замечательного немецкого ученого Г. Герца «Принципы механики, изложенные в новой связи» является одним из самых глубоких и своеобразных исследований фундаментальных идей классической механики в мировой научной литературе.

Исключительная логическая стройность и завершенность, блестящее обобщение механики Ньютона, глубокая геометризация основ динамики характеризуют эту предсмертную работу Г. Герца.

Решение ряда конкретных задач неголономных систем, систем с циклическими переменными и т. д. представляет практический интерес и в настоящее время.

Книга Г. Герца, переведенная на французский и дважды на английский языки, впервые издается в русском переводе.

Настоящее издание включает полный перевод книги Герца «Принципы механики, изложенные в новой связи»; в приложении даны статьи Г. Гельмгольца и А. Пуанкаре о Герце; издание содержит также послесловие, примечания и библиографию научных трудов Г. Герца.

Перевод текста «Принципов механики, изложенных в новой связи» выполнен В. Ф. Котовым и А. В. Сулимо-Самуйло, перевод статьи Г. Гельмгольца — И. А. Перельмутером, перевод статьи А. Пуанкаре — Л. А. Райтман, послесловие написано А. Т. Григорьяном и Л. С. Полаком, примечания составлены Л. С. Полаком, библиография — Ю. Х. Копелевич. Редакция переводов выполнена Л. С. Полаком.

Г. ГЕЛЬМГОЛЬЦ [35]

## Г. ГЕРЦ

1 января 1894 г. умер Генрих Герц. Всех тех, кто наблюдает за прогрессом человечества в его стремлении к максимальному развитию духовных сил, к господству духа над естественными страстями и над противоборствующими силами природы, глубоко потрясла весть о смерти этого любимца богов. Наделенный редчайшими дарами ума и характера, он собрал в своей, увы, столь короткой жизни урожай почти нежданных плодов, обрести которые тщетно стремились в течение истекающего столетия многие из самых одаренных его коллег. В старое классическое время сказали бы, что он пал жертвой зависти богов. Здесь, казалось, природа и судьба совершенно необычайным образом благоприятствовали развитию ума, который объединил в себе все дарования, необходимые для разрешения труднейших проблем науки.

Это был ум, в равной мере способный как к величайшей остроте и ясности логического мышления, так и к изумительной внимательности при наблюдении не приметных явлений. Непосвященный наблюдатель проходит мимо них, не обращая внимания, но тому, кто обладает более острым взором, они указывают путь, по которому он может проникнуть в новые неизведанные глубины природы.

Генрих Герц был, казалось, предназначен к тому, чтобы раскрыть перед человечеством многие новые, до сих пор скрытые тайны природы, но все надежды потерпели крушение из-за коварной бо-

лезни, которая, медленно, но неудержимо подкрадываясь, уничтожила эту столь драгоценную для человечества жизнь и жестоко разрушила все связанные с ней надежды.

Моя боль была особенно сильна, ибо среди всех своих учеников я всегда рассматривал Герца как того, которому был наиболее близок круг моих научных идей; с ним, казалось, я мог связывать свои надежды на их дальнейшее развитие и обогащение.

Генрих Рудольф Герц родился 22 февраля 1857 г. в Гамбурге. Он был старшим сыном в семье адвоката (впоследствии сенатора) д-ра Герца. До конфирмации он учился в одном из городских реальных училищ; затем, после года домашней подготовки к более серьезным занятиям, поступил в городскую гимназию Иоганнеум и окончил ее в 1875 г. с аттестатом зрелости. Уже мальчиком он приобрел уважение своих родителей и учителей благодаря своему чрезвычайно развитому чувству долга. Характер его дарования обнаружился уже очень рано. По собственному побуждению он, наряду со школьными предметами, занимался механическими работами на столярном верстаке и токарном станке. Кроме того, по воскресениям он посещал также ремесленную школу, чтобы приобрести навыки в геометрическом черчении. При помощи самых простых средств он попытался изготовить пригодные оптические и механические инструменты.

Когда после окончания школьного курса он должен был решить вопрос о выборе профессии, он выбрал профессию инженера. По видимому, сомнения в способностях к теоретической науке объясняются его скромностью, которая и в последующие годы была его характернейшей чертой. Он, наверное, чувствовал себя увереннее в успехе при занятии своими любимыми механическими работами, всю важность которых уже тогда хорошо понимал. Возможно, на него оказал также влияние господствующий в его родном городе практический образ мысли. Впрочем, такого рода робость можно наблюдать как раз у молодых людей выдающихся способностей. Они имеют четкое представление о трудностях, которые надо преодолеть для достижения представляющей их умственному взору высокой цели. Они должны сначала практически испытать свои силы, прежде

чем сумеют обрести необходимую для их трудного дела уверенность в себе. Но и в своем последующем развитии богато одаренные натуры обычно тем более недовольны результатами своей работы, чем ярче их способности и выше идеалы. Наиболее одаренные достигают самых значительных высот, очевидно, потому, что они наиболее непримиримы к любым несовершенствам и неутомимо работают над их устранением. Этот период сомнения длился у Генриха Герца целых два года. Наконец, осенью 1877 г. он решился избрать своей профессией научную деятельность, ибо по мере обогащения своих знаний он пришел к внутреннему убеждению, что только в научной работе он сможет найти постоянное удовлетворение.

Осенью 1878 г. он приехал в Берлин, где я впервые познакомился с ним как с практикантом в руководимой мною физической лаборатории университета. Уже в то время, когда он выполнял элементарные учебные работы, я увидел, что имею дело с учеником совершенно необычайного дарования. Когда в конце летнего семестра я должен был предложить тему для студенческой работы в области физики на соискание премии, я выбрал вопрос из области электродинамики, будучи уверен, что Герц заинтересуется этим вопросом и успешно его разрешит, что впоследствии и подтвердилось.

Законы электродинамики выводились тогда большинством физиков в Германии из гипотезы В. Вебера, который пытался свести объяснение электрических и магнитных явлений к некоей модификации ньютоновского предположения о силах, непосредственно и прямолинейно действующих на расстоянии. Зависимость этих сил от расстояния должна была, по мнению этих физиков, следовать тому же закону, что и сила тяготения, установленная Ньютоном, а также измеренная Кулоном сила, действующая на расстоянии между любыми двумя наэлектризованными частицами, а именно: эти силы должны были быть обратно пропорциональны квадрату расстояния между двумя взаимодействующими зарядами и прямо пропорциональны произведению обоих зарядов. При этом взаимодействие между одноименными зарядами проявляется в отталкивании, а между разноименными — в притяжении. Кроме того, в гипотезе Вебера делалось предположение, что распространение этой силы

в бесконечном пространстве происходит мгновенно с бесконечной скоростью. Единственное различие между гипотезами Вебера и Кулона состояло в том, что, по предположению Вебера, скорость, с которой приближаются друг к другу или удаляются друг от друга два электрических заряда, а также их ускорения могут оказывать влияние на величину силы, возникающей в результате взаимодействия между обоими электрическими зарядами.

Наряду с гипотезой Вебера появились и другие подобные гипотезы. Общим для них было то, что величина кулоновской силы считалась изменяющейся под влиянием какой-либо компоненты скорости движущихся электрических зарядов. Подобные гипотезы выдвигались Ф. Э. Нейманом, его сыном К. Нейманом, Риманном, Гросманом, позднее Клаузиусом. Намагниченные частицы соответствовали по этим гипотезам осям электрических круговых токов, направление которых было ранее установлено Ампером. Из этого пестрого собрания гипотез отнюдь не следовало ясных выводов. Для того чтобы их сделать, необходимо было обратиться к сложным расчетам, к разложению отдельных сил на их различно направленные компоненты и т. д. Так область электродинамики превратилась в то время в бездорожную пустыню. Факты, основанные на наблюдениях, и следствия из весьма сомнительных теорий — все это было вперемежку соединено между собой.

Стремясь разобраться в этой путанице, я взял на себя задачу расчислить, насколько это в моих силах, область электродинамики, исследовать различающиеся между собой выводы из разных гипотез и там, где это возможно, при помощи надлежащим образом поставленных опытов, сделать выбор между этими теориями. Результатом моей работы был следующий общий вывод: все явления, которые вызываются циркуляцией по металлической цепи полностью замкнутых токов, обладающих тем общим свойством, что во время их течения не происходит сколько-нибудь значительного изменения концентрации электрических зарядов в различных частях цепи, можно вывести в равной мере исходя из всех названных гипотез. Выводы, которые можно сделать на основании этих явлений, согласуются как с законами электромагнитных действий Ампера, так и

с законами индуцированных электрических токов, открытыми Фарадеем и Ленцем и обобщенными Ф. Э. Нейманом. Что касается цепей не полностью замкнутых, то тут, напротив, следствия, вытекающие из различных названных выше гипотез, существенно различаются между собой. Упомянутое согласование различных существовавших тогда теорий с явлениями, наблюдаемыми у полностью замкнутых токов, легко объясняется тем, что замкнутые токи можно поддерживать какой угодно силы и сколь угодно времени, и во всяком случае достаточно долго, чтобы развитые ими силы имели бы возможность проявить свое действие. Благодаря этому фактическое действие этих токов и законы этого действия были хорошо известны и точно установлены. Поэтому, если бы какая-либо новая теория не соответствовала какому-нибудь из известных явлений этой хорошо разработанной области, то это было бы быстро замечено и использовано для опровержения этой теории. Напротив того, у открытых концов незамкнутого проводника, разделенных изолирующей средой, при движении электричества вдоль проводника скапливаются электрические заряды; это происходит потому, что на концах проводника накапливается электричество, которое не может пройти через изолятор.

В исключительно короткий промежуток времени отталкивающая сила скопившегося у конца проводника электричества, направленная против продолжающего притекать одноименного электричества, увеличивается до такой степени, что приток нового электричества прекращается и после момента покоя наступает быстрое обратное движение скопившегося электричества.

Для каждого, кто знал в то время действительное положение дел, было ясно, что полного понимания теории электромагнитных явлений можно будет достичь только путем точного исследования процессов, связанных с этими мгновенными незамкнутыми токами. В. Вебер сделал попытку устранить или уменьшить известные трудности, возникающие для его гипотезы, ссылаясь на возможность того, что электричество обладает, подобно тяжелым телам, известной степенью инерции. На первый взгляд, всякий раз при включении и выключении тока возникают явления, создающие видимость

инерции электричества. Но эти явления происходят в силу так называемой электродинамической индукции, т. е. вследствие взаимного воздействия друг на друга близко расположенных проводников; законы этих явлений хорошо известны уже со времени Фарадея. Настоящая инерция должна была бы быть пропорциональна массе приведенного в движение электричества, не завися при этом от положения проводника. Если бы что-либо подобное существовало, то оно должно было бы дать о себе знать путем замедления колебательных движений электричества, которые возникают при внезапном прекращении электрического тока в проводнике.

Можно было ожидать, что этот путь приведет к определению верхнего предела величины этой инерции, и поэтому я поставил задачу произвести опыты для выяснения величины экстратоков. Исходя из этих опытов, должен был по крайней мере быть установлен верхний предел для подвижной массы. Как наиболее пригодные для этих опытов были предложены экстратоки в спиралях из двух проволок, в которых токи протекают в противоположных направлениях. В решении этой задачи состояла первая большая работа Генриха Герца. Он дал точный ответ на поставленный вопрос и показал, что не более  $1/20 - 1/30$  доли экстратока в спирали с двойной проволокой можно приписать действию инерции электричества. Эта работа получила премию.

Но Герц не ограничился только этими опытами. Он установил, что при прямолинейно растянутых проводах действие индукции можно рассчитать гораздо точнее, чем при проводнике в виде спирали со многими витками, потому что в последнем случае нельзя было точно учесть условия, налагаемые расположением витков. Поэтому при своих дальнейших опытах он пользовался цепью, составленной из прямоугольников, сделанных из прямой проволоки, и нашел, таким образом, что экстраток, вызванный инерцией, составляет не более  $1/250$  части индуцированного тока.

Исследования влияния центробежной силы в быстро вращающемся диске на движение протекающего через него электрического тока привели Герца к еще более точному определению верхнего предела инерции электричества. Эти опыты ясно и убедительно

показали Герцу огромную подвижность электричества и помогли ему найти пути, которые привели его к важнейшим открытиям.

В Англии благодаря Фарадею были распространены совершенно другие представления о существовании электричества. Идеи Фарадея, изложенные труднопонятным, абстрактным языком, медленно прокладывая себе дорогу, до тех пор, пока они не нашли в Кларке Максвелле замечательного интерпретатора. Главное стремление Фарадея при объяснении электрических явлений состояло в том, чтобы исключить все предположения, связанные с допущением процессов или веществ, недоступных непосредственному наблюдению. Прежде всего он отверг, как это сделал в начале своей деятельности Ньютон, гипотезу о существовании сил, действующих на расстоянии. Вопреки ранее распространенным теориям, он считал невозможным, чтобы могли существовать прямые и непосредственные воздействия между двумя телами, разделенными пространством, и при этом не происходило бы никакого изменения в промежуточной среде. Поэтому он прежде всего искал следов изменений в среде, лежащей между наэлектризованными или намагниченными телами. Ему удалось доказать наличие магнитных или диамагнитных свойств почти во всех телах, считавшихся ранее немагнитными. Он доказал также, что под влиянием электрических сил хорошо изолирующие тела претерпевают изменения. Эти изменения он назвал «диэлектрической поляризацией изоляторов».

Нельзя было не признать того, что притяжение между двумя наэлектризованными проводниками или между двумя противоположными магнитными полюсами в направлении их силовых линий должно существенно усиливаться тогда, когда между ними помещают диэлектрически или магнитно поляризованную среду. Наоборот, поперек силовых линий должно возникнуть отталкивание. После этих открытий уже нельзя было отрицать того, что часть магнитного и электрического действия на расстоянии осуществляется при посредстве промежуточной поляризованной среды; но могла все же еще оставаться и другая часть, которая бы обуславливалась силой, непосредственно действующей на расстоянии.

Фарадей и Максвелл склонялись к более простому предположению, что вообще не существует сил, действующих на расстоянии, и Максвелл дал математическую формулировку этой гипотезы, которая, конечно, требовала полного изменения ранее существовавших представлений. На основании этой гипотезы надо было искать только в изоляторах причину изменений, вызывающих электрические явления. Возникновение и исчезновение поляризации в изоляторах должно было быть причиной движений электричества, происходящих, казалось бы, в проводниках. Незамкнутых токов более не существовало, ибо скопление электрических зарядов у концов проводника вызывало диэлектрическую поляризацию изолятора, разделяющего эти концы, которая являлась эквивалентом движущегося электричества и замыкала ток.

Фарадей с его чрезвычайно верным и глубоким пониманием геометрических и механических вопросов осознал, что вытекающая из этих предположений зависимость электрического действия от расстояния в точности совпадает с той зависимостью, которая была установлена старой теорией. Максвелл это подтвердил и развил с помощью математического анализа в полную теорию электродинамики. Я сам хорошо понял то, что вытекает из этих фактов, установленных Фарадеем, и прежде всего исследовал вопрос, существуют ли вообще силы, действующие на расстоянии, и, следовательно, должны ли они быть приняты во внимание. Мне казалось, что в такой запутанной области сомнение соответствует научной осторожности и может привести к решающим опытам. Таково было состояние вопроса, когда Генрих Герц после окончания своей вышеупомянутой конкурсной работы взялся за его исследование.

По мнению Максвелла, для его теории было существенным и решающим, вызывает ли возникновение и исчезновение диэлектрической поляризации в изоляторе те же самые электродинамические действия в окружающей среде, какие вызывает в проводнике гальванический ток. Решение этого вопроса мне казалось работой выполнимой и достаточно важной, чтобы стать темой одной из больших конкурсных задач Берлинской Академии.

Каким образом из ростков, взращенных современниками, развились дальше открытия Герца; об этом он рассказал сам во введении к своей книге «Исследование распространения электрической силы», и при этом так наглядно и интересно, что никто не мог бы прибавить к этому что-либо существенное. Это сообщение представляет выдающуюся ценность, будучи глубоко искренним и подробным изображением того, как совершалось одно из важнейших и плодотворнейших открытий. К сожалению, мы обладаем лишь весьма немногими подобными документами о внутренней психологической истории науки, и мы чрезвычайно благодарны автору за то, что он позволил нам заглянуть так глубоко в мастерскую своей мысли и даже в историю своих временных заблуждений. Следовало бы только прибавить несколько слов о последствиях этих новых открытий.

Теории, правильность которых впоследствии подтвердил Герц, выдвигались, о чем я уже говорил, еще до него Фарадеем и Максвеллом как возможные или даже в высшей степени вероятные, однако опытных доказательств их достоверности еще не было. Герц сумел представить эти доказательства. Только необычайно внимательный наблюдатель, который сразу видит значение каждого нежданного и до него не замеченного явления, мог обратить внимание на те в высшей степени неприметные явления, которые вывели его на верную дорогу. Было бы совершенно бесперспективной задачей попытаться обнаружить быстро меняющиеся токи длительностью в десятитысячные или даже миллионные доли секунды, пользуясь гальванометром или каким-либо другим применявшимся тогда прибором. Для того чтобы конечные силы сообщили телам какую-либо скорость или переместили тело, обладающее какой-либо массой, хотя бы даже такой незначительной, какой обладают магнитные иглы гальванометров, необходимо определенное время. Но электрические искры между концами провода могут стать заметными, если напряжение на концах такого провода хотя бы на миллионную долю секунды будет достаточно высоким, чтобы искра могла прорвать тончайший слой воздуха.

Благодаря своим прежним исследованиям Герц был уже хорошо знаком с регулярностью и необычайной скоростью этих очень быстрых



Г. ГЕРЦ

колебаний электричества, и его попытки таким путем открыть и сделать видимыми эти мимолетнейшие движения электричества удались ему сравнительно скоро. Он очень быстро нашел способы, при помощи которых смог добиться такой регулярности колебаний в незамкнутых проводах, что сумел исследовать их зависимость от самых различных привходящих обстоятельств, установить законы их появления, длину их волн в воздухе и скорость их распространения.

Знакомясь с этими исследованиями Герца, нельзя не восхищаться пронизательностью его теоретических соображений и его экспериментальным искусством, счастливейшим образом дополнявшими друг друга. Этими работами Герц дал физике новое представление о чрезвычайно интересных явлениях природы. Сейчас не может быть сомнения в том, что световые колебания в эфире, наполняющем мировое пространство, являются электрическими колебаниями, что сам эфир обладает свойствами изолятора и магнитной среды. Электрические колебания в эфире образуют промежуточную ступень между сравнительно медленными движениями, какими являются, например, упругие колебания звучащего намагничиваемого камертона, с одной стороны, и грандиозно быстрыми колебаниями света — с другой. Но можно доказать, что скорость их распространения, их природа как поперечных колебаний, связанная с этим возможность явлений поляризации, преломления и отражения — все это имеет тот же характер, что и у света и тепловых лучей. Электрические волны не обладают только способностью воздействовать на глаз, но этой способности нет также и у темных тепловых лучей, число колебаний которых для этого недостаточно велико.

Несомненно большим достижением является приведение убедительных доказательств того, что свет — эта столь важная и таинственная сила природы — ближайшим образом родственен второй, столь же таинственной и, вероятно, имеющей еще большее применение, силе — электричеству. Для теоретической науки, возможно, еще важнее то, что теперь стало понятным, как силы, о которых существовало представление, что они непосредственно действуют на расстоянии, распространяются путем воздействия одного слоя промежуточной среды на ближайший. Конечно, остается еще неразре-



шенной загадка тяготения, ибо силу тяготения мы еще не можем представить себе иначе, как силу, действующую на расстоянии.

Своими открытиями Генрих Герц обеспечил себе прочную славу в науке. Но память о нем сохранится не только благодаря его работам. Все, кто его знал, никогда не забудут привлекательных черт его характера, его неизменную скромность, радостное признание чужих заслуг, преданную благодарность по отношению к своим учителям. Стимулом к деятельности у него было всегда только стремление к истине, которой он и следовал с величайшей серьезностью и полным напряжением. Никогда не проявлялось у него ни малейшего следа жажды славы или личной заинтересованности. Даже в тех случаях, когда он имел некоторые права претендовать на открытие, он часто предпочитал молча отступить на второй план. Обычно тихий и молчаливый, он умел разделить веселье в дружеском кругу и оживить беседу метким словом. Он, пожалуй, никогда не имел личных врагов, хотя иногда произносил суровый приговор небрежно сделанным работам или хвастливым домогательствам, которые выдавались за науку.

Внешние события его жизни были следующие: в 1880 г. он поступил в качестве ассистента в физическую лабораторию Берлинского университета. В 1883 г. прусское министерство культа предложило ему доцентуру в Киле, при этом ему было указано на возможность скорого повышения в должности. В 1885 г. он был приглашен в качестве ординарного профессора физики в Высшую техническую школу в Карлсруэ. Здесь он сделал свои главные открытия, здесь же он женился на Елизавете Доль, дочери своего коллеги. Спустя два года он получил приглашение в Боннский университет на место ординарного профессора физики, в 1889 г. он принял это приглашение. В последующие, увы, столь краткие годы жизни, он получил от современников все внешние знаки признания и почитания. В 1888 г. ему была присуждена медаль Маттеучи итальянским обществом наук, в 1889 г. — премия La Caze Парижской Академии наук и в том же году Венской Императорской Академией — премия Баумгартнера. В 1890 г. Лондонское Королевское общество присудило ему медаль Румфорда, а в 1891 г. Королевская Академия в Турине —

премию Бресса. Академии Берлина, Мюнхена, Вены, Геттингена, Рима, Турина и Болоньи, а также многие другие ученые общества избрали его своим членом-корреспондентом, и прусское правительство наградило его орденом короны.

Недолго пришлось ему пользоваться плодами своей растущей славы. Он заболел мучительным костным недугом. В ноябре 1892 г. состояние здоровья Герца стало угрожающим. Произведенная тогда операция на короткое время ослабила его страдания. Герц смог продолжить чтение своих лекций, хотя это стоило ему огромного напряжения, до 7 декабря 1893 г. 1 января 1894 г. смерть освободила его от страданий.

Сколь большое внимание уделял Герц наиболее общим вопросам науки, вновь показывает последний памятник его земной деятельности — лежащая перед нами книга «Принципы механики». Он попытался дать в этой книге последовательное, исполненное внутреннего единства изложение системы механики и вывести все отдельные законы этой науки из одного основного закона. Подобную возможность логически можно рассматривать только как вероятную гипотезу. При этом Герц возвращается к старейшим теоретическим воззрениям, которые можно рассматривать как наиболее простые и естественные, и ставит вопрос, нельзя ли из них последовательно и убедительно вывести все недавно установленные всеобщие принципы механики, даже в тех случаях, когда эти принципы выступали до сих пор как индуктивные обобщения.

Первоначальное развитие научной механики связано с исследованиями равновесия и движения твердых тел, находящихся в непосредственном соприкосновении друг с другом, чему давали поясняющие примеры простые машины, рычаги, блоки, наклонные плоскости, полиспасты. Закон виртуальных скоростей является самым первоначальным общим решением всех относящихся сюда задач.

Впоследствии Галилей развил учение об инерции и движущей силе как ускоряющей силе, которую он, конечно, еще представлял себе как ряд толчков. Лишь Ньютон пришел к понятию силы, действующей на расстоянии, и к ее более близкому определению при

помощи принципа равенства действия и противодействия. Как известно, на первых порах и для него самого, и для его современников понятие силы, непосредственно действующей на расстоянии, было совершенно неприемлемо. С тех пор механика развивалась далее, используя данное Ньютоном определение силы. Постепенно научились также заниматься проблемами, в которых консервативные силы, действующие на расстоянии, комбинируются с влиянием непосредственных соприкосновений; наиболее общее решение этих проблем дано в принципе д'Аламбера.

Общие принципиальные положения механики (законы движения центра тяжести, принцип сохранения плоскости вращения вращающихся систем, принцип сохранения живых сил, принцип наименьшего действия) развились на основе выдвинутых Ньютоном представлений о постоянных, следовательно также консервативных, силах притяжения между материальными точками и на основе предположения, что между этими точками существует непосредственное соприкосновение. Первоначально общие принципы механики были установлены и доказаны только на основе этих ньютоновских положений. Впоследствии путем наблюдений было установлено, что эти таким образом найденные положения могут претендовать на гораздо более общее значение, чем то, которое следовало из их доказательства. Отсюда сделали вывод, что определенные более общие признаки ньютоновских консервативных сил притяжения присущи всем силам природы, но вывести это обобщение из одной общей основы не могли.

Герц стремился найти для механики такой основной принцип, на основе которого можно было бы с полной последовательностью вывести все признанные общезначимыми законы механических процессов, и он выполнил поставленную задачу с большим остроумием и проницательностью. Достоинно восхищения то, как он создал новые, своеобразно обобщенные понятия кинематики. Своим единственным исходным пунктом он выбрал воззрения старейших механических теорий, а именно представление, что все механические процессы происходят таким образом, как если бы связи между взаимодействующими телами были непосредственные. Конечно, он дол-

жен был принять гипотезу, что имеется большое число не поддающихся восприятию масс и их невидимых движений. Это необходимо для того, чтобы объяснить существование сил между телами, не находящимися в непосредственном соприкосновении. К сожалению, он уже не успел дать каких-либо примеров, которые могли бы пояснить, как он представлял себе эти гипотетические промежуточные члены, и явно потребуется большое напряжение научного воображения, чтобы объяснить на основе этой гипотезы даже простейшие случаи физических сил. По-видимому, Герц имел в виду главным образом промежуточное включение циклических систем с невидимыми движениями.

Английские физики, как лорд Кельвин в своей теории вихревых атомов и Максвелл в своей гипотезе о системе ячеек с вращающимися ядрами, положенной им в основу попытки механического объяснения электромагнитных процессов, явно чувствовали себя более удовлетворенными подобными объяснениями, чем простым общим изложением фактов и их законов, как оно представлено системой дифференциальных уравнений физики. Должен признать, что я до сих пор чувствовал себя гораздо увереннее, придерживаясь этого последнего способа изложения, однако я не хочу выдвигать никаких принципиальных возражений против того пути, который избрали столь выдающиеся физики. Конечно, стремление дать объяснение для отдельных разделов физики, исходя из развитых Герцем основных положений, встретится с большими трудностями, но в целом книга Герца об основных законах механики должна в высшей степени заинтересовать каждого читателя, которому может доставить наслаждение последовательная система динамики, представленная в совершенном и остроумном математическом изложении. Возможно, эта книга обнаружит в будущем высокую эвристическую ценность и будет способствовать открытию новых общих свойств сил природы.