

53(092)

**ВСТУПИТЕЛЬНАЯ ЛЕКЦИЯ,
ПРОЧИТАННАЯ ДЖЕЙМСОМ КЛЕРКОМ МАКСВЕЛЛОМ
В ЛОНДОНСКОМ КОРОЛЕВСКОМ КОЛЛЕДЖЕ *)**

Уважаемый господин Принципал, уважаемые джентльмены!

Принимаясь за изучение натуральной философии, мы должны воздержаться от обсуждения идей более высоких, чем материя и движение. Мы должны оставить в стороне все вопросы, которыми мы интересуемся, как существа социальные, имеющие определенные моральные устои и обладающие привычкой получать удовольствие от того, что мы видим, не проявляя любопытства к тому, что за этим скрыто. Мы обращаем свой взор к области, в которой Сила есть единственный господин, а Материя является ее единственным подданным: в этой области существует только одна теория действия — сила создает право (Might makes Right, написал Максвелл. — *Прим. перев.*).

После того как мы приступим к нашим лекциям, будет уже слишком поздно задумываться над возможным эффектом, оказываемым подобными исследованиями на общее развитие нашего мышления, или даже над тем, в какой степени теоретическое знание есть прелюдия к нашей практической деятельности. Мы должны будем сосредоточить все свои мысли на любом явлении в той форме, как оно предстает перед нами, будь то противоборство сил или же пути движущихся тел, и выбросить из головы все, что прямо не относится к той проблеме, которую нам надо разрешить.

Если мы все же обратимся к связи Натуральной Философии с другими отраслями знания, с образованием или с прогрессом человечества, то мы должны это сделать сегодня: завтра нашим делом будет не разговор о Натуральной Философии, а сама Натуральная Философия. Поэтому я сейчас попытаюсь раскрыть перед вами мое восприятие некоторых общих взглядов на предмет, хотя я убежден, что изучив предмет, вы признаете, что услышанное от меня лишь слабый намек на то, что вы познали на своем собственном опыте в дальнейшем.

В нашей стране Натуральной Философией называют собрание наук, состоящее из двух основных групп. Первая группа включает Механику и охватывает общую теорию движения и равновесия, а также приложения принципов механики к исследованию явлений природы.

Вторую группу наук принято называть Физикой. Сейчас в нее включают изучение Света, Теплоты, Электричества и Магнетизма и всех таких явлений, которые мы связываем с более общим «принципом», хоть и не можем пока свести их к простому результату известных механических действий.

Со стороны Механики Натуральная Философия граничит с Математикой, а со стороны Физики — с Химией. Механика отличается от Мате-

*) James Clerk Maxwell's Inaugural Lecture at King's College, London. — *Am. J. Phys.*, November 1979, v. 47, pp. 928—932. — Перевод Н. Я. Смородиной.

© American Journal of Physics,
American Association of Physics Teachers 1979.

© Перевод на русский язык,
издательство «Наука». Главная редакция
физико-математической литературы,
«Успехи физических наук», 1981.

матики, только тем, что дополняет понятия Величины и Пространства еще и понятиями вещества, времени и силы. Она использует те же методы, что и математика, а аксиомы или законы движения, на которых строится наука, оказываются того же рода, что и аксиомы геометрии.

Химия — наука, граничащая с Натуральной Философией с противоположной (физической) стороны, — исследует такие свойства вещества, которые отличают одну субстанцию от другой; Химия различает эти субстанции не только по тому, как отличаются количественно производимые ими эффекты, но и по типу самих эффектов, по их внутренней природе.

В физических науках мы исследуем общие свойства вещества и приписываем их причинам, воздействие которых на материю мы признаем всеобщим.

Так, образование воды в результате соединения кислорода и водорода есть химическое явление, потому что оно зависит от специфической природы обоих газов, от пропорции, в которой они смешаны, и оттого, благоприятны ли условия для их соединения. Химия, описывая свойства веществ, определяет, в каких пропорциях и при каких условиях они соединяются, однако, дальше она не идет, считая эти факты основными, присущими каждому отдельному веществу.

Дело Физики исследовать количество теплоты выделяющееся при соединении газов, и роль этой теплоты в увеличении давления или же в расширении соединившихся газов, потому что тепловые эффекты, различаясь по степени проявления, имеют одинаковую природу и подчиняются общим законам, справедливым для всех веществ.

Соединение газов может сопровождаться также механическим эффектом: взрыв может разорвать сосуд, сорвать с него крышку, привести в колебание воздух и произвести шум. Эти явления, рассматриваемые как движение различных тел, возникающее под действием известных по величине сил, мы должны исследовать механическими методами.

Я выбрал три различных класса явлений, чтобы проиллюстрировать, чем занимаются Химия, Физика и Механика. Однако эти три науки различаются не столько предметом, сколько методом исследования. В Химии мы имеем дело с некоторыми элементарными субстанциями и изучаем их свойства. В Физике мы имеем дело с могучими силами природы и изучаем их воздействие на все виды материи. В Механике мы не замечаем ничего, кроме материи и движения, и не различаем ничего, кроме расположения отдельных ее частей, и не знаем никакой энергии в природе, кроме движения.

Если бы, опираясь на известные действия теплоты, электричества или любого другого универсального агента, кто-нибудь смог объяснить характерные свойства кислорода и водорода, а также результаты их соединения, он открыл бы физическое объяснение природы названных веществ и тем самым перенес бы некоторые явления из Химии в Физику. Тот же, кто попытался бы представить химические элементы как различные расположения однородных частиц материи и преуспел бы в этом, свел бы Химию к Механике.

Однако до сих пор еще никому не удалось придумать такие расположения частиц, которые объяснили бы химические явления с помощью чистой науки о материи и движении, или, тем более, доказать, что такие расположения ответственны за все известные свойства веществ. Но все же, несмотря на то, что мы немногого достигли в атаках на химическую доктрину об элементарных субстанциях, мы продвинулись в механическом объяснении физических явлений. И хотя пока нельзя сказать, что мы можем научно ответить на вопрос, какому виду движения обязаны

такие явления, как теплота и электричество, у нас есть достаточно оснований утверждать, что любые усилия, направленные на использование идей механики в научном исследовании, не будут напрасны.

Таким образом, Наатуральная Философия рассматривает такие свойства материи, которые не требуют от нас восприятия разных веществ как существенно отличающихся друг от друга, т. е. рассматривает лишь общие свойства материи, а не специфические свойства отдельных веществ.

Мы получаем от Математиков идею количества и все методы чистой математики. Мы овладеваем вначале теми областями, в которых математик начинает испытывать свои методы, а именно, учением о пространстве со всем относящимся сюда аппаратом геометрии. Затем, в дополнение к лишенным содержания геометрическим объектам, мы вводим собственную идею материи и рассматриваем тела, расположенные в разных частях пространства. Расположению тел мы придаем возможность изменения и таким образом приходим к понятию времени и движения. Изучая причину движения, мы приходим к идее силы и ее связи с движущимся телом. Затем мы рассматриваем тело не столько как нечто, занимающее часть пространства и способное к перемещению, а как нечто, нуждающееся для определенного перемещения в приложении определенной силы и способное оказывать на другие тела воздействие, зависящее от того, какое количество вещества содержится в движущемся теле. Так мы приходим к понятию Массы или количества вещества как измеримой величины, и к понятию Энергии или количества работы, которую тело способно совершить за счет своего движения или за счет любого другого состояния, в котором оно находится. На введенных понятиях вещества, движения, силы и энергии мы строим механические науки.

Рассматривая, каким образом тело должно начинать движение, мы приобретаем ясное представление о природе сил, ответственных за это движение, и обнаруживаем, что, как бы много их ни было, всегда можно найти очень небольшое число сил, производящих тот же эффект. Таким образом, мы приходим к идее эквивалентных систем сил и к сведению многих сил к меньшему их числу. В этих случаях силы, исключенные нами из рассмотрения, сбалансированы так, что не оказывают на тело никакого воздействия. О сбалансированных системах сил говорят, что они находятся в равновесии, а изучением подобных систем занимается наука Статика.

Когда силы не сбалансированы, Статика всегда дает нам способ сведения их к эквивалентной системе, более удобной для последующих операций, так что Статика оказывается необходимым фундаментом для более общей науки — Динамики.

Можно рассматривать возможные перемещения тела, отвлекаясь от причин, вызвавших движение. Наука о чистом движении называется Кинематикой или Кинетикой, она является другим фундаментом Динамики.

Динамика рассматривает связь между силой и движением.

Статика приводит силы к простейшему виду, а возможные виды движения облакаются Кинематикой в математическую форму; они связываются между собой Динамикой, наукой о движении материи под действием известных сил.

Сила рассматривается как причина движения тела. Но сила — это всегда взаимодействие между двумя телами и результат некоторых их отношений друг с другом. Изучение таких отношений между телами, порождающих то или иное проявление сил в природе, составляет большой раздел Экспериментальной Физики. Но существуют еще и общие законы, которые регулируют количество Энергии, возникающей в данных усло-

виях, и определяют результат действия сил, вовлеченных в игру. Эти законы принадлежат к самым важным выводам физической науки, и Наука, опирающаяся на эти законы, носит название Энергетики. Применение этих принципов к явлениям природы представляет собой особое направление; в его развитии уже сейчас видны указания на великие результаты, которых надо ожидать в будущем. Работа еще только началась, и только когда мы измерим энергию всех известных агентов, мы сможем надеяться на какой бы то ни было прогресс в механическом объяснении способа их действия. Уже в Астрономии и в теории Теплоты и Электричества принципы Энергетики привели к новым методам исследования, к открытию таких отношений между известными свойствами материи, о существовании которых никто и не подозревал, и даже к пониманию новых свойств, существование которых было доказано только в дальнейшем.

Доктрина взаимопревращения и эквивалентности всех форм энергии может и в будущем стать основой для новых исследований, исходным пунктом которых будет знание количественных связей между механической энергией и другими формами существования энергии, такими, как теплота, притяжение и т. д., затем начнется изучение этих разных форм энергии, после чего будет раскрыт смысл не только количества, но и качества этих форм энергии, и мы узнаем, каким расположениям и движениям материи эти различные явления обязаны своим существованием.

Статику, Кинематику, Динамику и Энергетику можно рассматривать как четыре могучие ветви абстрактной Механики. Они могут быть использованы для описания равновесия и движения материи в различных комбинациях и формах.

Формы и размеры всех известных тел изменяются от приложенных к ним давлений и под действием теплоты. Теория давлений, изменений формы и связи между давлением и изменением формы составляет важную отрасль Механики. Ее можно назвать общей теорией Упругости. Теория Давления и Упругости для жидкостей значительно проще, чем для твердых тел, и образует науки Гидростатику и Гидродинамику. Роль Теплоты в таких же изменениях настолько близка к роли давления, что мы вынуждены их рассматривать одновременно. Таким образом, мы приходим к тем практическим приложениям теории Энергетики, которые позволяют нам превращать тепло в механическую энергию и образуют основу теории Паровой Машины. Общая теория теплоты содержит четыре ветви:

1. Законы образования теплоты под действием механических, химических или электрических агентов и условия ее превращения в другие виды энергии.
2. Теория явлений, возникающих в телах при их расширении и изменении их состояния.
3. Теория распределения тепла в теле путем теплопроводности.
4. Теория лучистой теплоты.

Природа Лучистой теплоты, по-видимому, ничем не отличается от природы света. Нет сомнения, что свет, который мы видим, обладает всеми свойствами лучистой теплоты, а темная теплота отличается от света только тем, что она невидима для нашего глаза.

Таким образом, оказывается, что Лучистая теплота — это то же самое, что свет; только воспринимается она другим органом чувств: мы предпочитаем говорить о том органе, который дает нам большую часть информации, и называем излучение Светом, а науку о нем — Оптикой.

Исходя из некоторых простых фактов об отражении и преломлении, мы можем построить систематическую науку, которая по своей точности соперничает с механическими науками, а как предмет преподавания имеет то преимущество, что его элементарные явления легко наблюдаемы. Более

того, наука о Свете не только объясняет явления на основе общих законов, но и объясняет самые общие законы с помощью механической теории.

Одно из самых поучительных занятий в физике состоит в прослеживании тех шагов, которые привели к пониманию природы движения, называемого нами Светом; это занятие сможет направить студента на правильный путь, по которому он должен следовать и в других разделах науки.

Существуют, наконец, Науки об Электричестве и Магнетизме, которые описывают разные эффекты, связанные с притяжением, тепловым, световым и химическим действием и зависящие от состояния вещества, наши сведения о котором еще весьма предварительны и неполны. Собрано огромное количество фактов, которые приведены в порядок и представлены как следствие экспериментальных законов, однако, до сих пор неясно, каким именно образом эти законы должны появляться как следствие основных принципов. Современное поколение не имеет права жаловаться на то, что все великие открытия уже сделаны, как будто бы ему не осталось никаких возможностей для дальнейшей предприимчивости. Наука лишь расширила свои пределы, и теперь мы должны не только наводить порядок в ранее освоенных областях, но и поддерживать постоянные действия на границах во все более расширяющихся масштабах.

Таковы главные разделы науки о материи и действующих в ней силах. Теперь следует сказать о методе исследования. Мы видели, что Физика отличается от чистой Математики тем, что включает в себя больше идей, однако она сотрудничает с математикой в том, что закладывает свои идеи в фундамент систематизированной науки.

Поэтому прежде всего надо исходить из правильных представлений о различных величинах, с которыми нам предстоит иметь дело. Тогда сравнительно легко будет использовать эти представления в частных случаях. Именно это придает физике особую ценность для целей обучения. Во всем человеческом познании идея всегда несет с собой в качестве логического следствия определенную систему истин, зависящих от этой идеи. Однако мыслительный процесс, который приводит к новой идее, отличается от того, который ведет к выводу следствий. Если человек понимает, что такое Сила, мне остается только завладеть его вниманием, и тогда я смогу ему доказать столько высказываний, сколько захочу. Но если человек не понимает фундаментальных идей, то никакие демонстрации ему не помогут. Он должен думать сам, пока не овладеет ими.

Сейчас в Натуральной Философии есть очень много вещей, которые мы должны освоить перед тем, как мы получим правильные представления о возникающих следствиях. Наше огромное преимущество перед исследователями во многих других науках состоит в том, что стоит нам сделать шаг по неправильному пути, как ошибки сразу же дадут о себе знать. Поэтому нам нечего бояться строить на плохом фундаменте: вся постройка рухнет при первом же ее применении.

Таким образом, изучая Натуральную Философию, мы вынуждены осмысливать снова и снова свои представления о фундаментальных истинах, на которых строится наука, и проверять, насколько успешен наш мыслительный процесс, сравнивая его результаты с фактами. Я не буду касаться вопроса о том, следует ли фундаментальные истины в физике рассматривать только как экспериментально открытые факты или же это непреложные истины, которые должны быть восприняты достоверными, как только наше мышление к ним обратится. Подобные проблемы относятся к Метафизике. Здесь мы не претендуем на формальное изучение самой Метафизики, но если, тщательно изучая законы природы и их зависимость друг от друга, мы научимся внимательно следить за ходом своих

мыслей и совершенствовать свое мышление, то мы окажемся подготовленными к изучению более высоких задач, предстанут ли они перед нами в метафизическом виде или же в том, в котором они рано или поздно возникают у каждого думающего человека. Если мы не ограничимся неясным, хотя и популярным, общим утверждением о существовании законов Природы, а познакомимся с самими законами в их элементарном виде, и если мы сможем почувствовать усложнения, возникающие даже в специально упрощенных случаях, то мы получим урок осторожности, необходимый нам для изучения более высоких отделов природы в надежде обнаружить в них законы, которые бы так же просто записывались и в то же время согласовывались с современным состоянием развития науки.

Физическая наука содержит упражнения, на которых оттачивались умы величайших и оригинальнейших мыслителей. Несмотря на скудный запас физических истин, Бэкон тем не менее сосредоточил свои мысли на открытиях будущего. Размышления Бэкона об эпохе, пророком которой был он сам, стали источником его мудрости и красноречия. Стоит лишь назвать имена Лейбница и Декарта, как сразу вспоминается система метафизики, которая одновременно была и системой в науке.

Идеи, обсуждаемые в метафизике, на самом деле так близки к основам Натуральной Философии, что если нам захочется узнать, насколько широко автор владеет физикой, достаточно прочесть несколько страниц какой-нибудь его работы по метафизике.

Во время обучения у вас будет богатый материал для самых абстрактных размышлений, однако следует всегда помнить о том, что в физических рассуждениях не должно быть ничего смутного или неясного. Истины, которым мы подчиняемся, лежат высоко за областью туманов и бурь, скрывающей эти истины от непросвещенного ума. Тем не менее они покоятся на крепком фундаменте мироздания и были утверждены давно в согласии с числом, мерой и весом. Ничто из того, что мы скажем или подумаем, не может избежать суда линейки и весов. Все величины должны быть точными величинами, все законы должны быть выражены в терминах точных величин, чтобы всегда существовал эффективный способ обнаружения ошибки и полная гарантия против неясности или неоднозначности.

Мы увидим позже, какую роль в развитии науки играют эксперимент, доказательство и гипотеза. Мы должны будем отличать доказательства, основанные на чисто математических свойствах пространства или движения, от доказательств, вытекающих из экспериментального факта или гипотетических предпосылок. Нам придется отличать друг от друга иллюстративные эксперименты, которые подобно рисункам в геометрии Евклида предназначены в основном для того, чтобы верно направить мысль на обдумывание интересующего нас предмета, и исследовательские эксперименты, направленные на поиск величины, численное значение которой нельзя определить без опыта. Мы узнаем, как важна гипотеза в процессе открытия и как при современном состоянии науки сделать гипотезу полезной, не создавая при этом препятствий на пути дальнейших открытий.

Тот, кто занимается физической наукой, обнаружит, что общий метод или конкретный путь накопления знаний или даже тот процесс, который позволяет ему самому день за днем копить эти знания, дадут ему также сведения о человеческом познании, которые будут служить ему путеводителем при изучении других более сложных предметов. По мере продвижения вперед он увидит, что законы природы перестают быть произвольными, разрозненными решениями Высшей Силы, а что они входят существенной частью в универсальную систему, в которой бесконечная Сила служит лишь для проявления невыразимой Мудрости и вечной Истины.

Когда, исследуя научные истины, мы обнаружим, что можем не только сказать: «это так», а что «так должно быть», потому что иначе «это вступило бы в противоречие с первыми принципами истины», или даже если мы можем лишь сказать: «должно было бы быть так, потому что так устроена природа», — следует задуматься над тем, как велик смысл нашего высказывания: исходя из рассуждений, мы говорим, что законы правильны или истинны, тем самым вынося приговор законам творения. На самом деле люди очень мало знают о простейших реальных вещах. Природа капли воды исполнена тайн, нам пока совершенно не ведомых, однако то, что мы знаем, мы знаем четко и умеем научно обосновывать, поэтому можно надеяться, что со временем мы сможем понять еще больше. Некоторые факты мы умеем сводить к первым принципам, справедливость других нам известна экспериментально. Пока о большей части того, что мы видим перед собой, можно лишь догадываться, но мы уверены в неистощимой сокровищнице познания, которая, однако, не сразу раскрывает свои тайны, чтобы мы не возгордились, став их обладателями, и не начали презирать терпеливое исследование. Зато все устроено так, что каждая раскрытая истина становится ясным и хорошо обоснованным вкладом в науку, вкладом, лишенным таинственности, окутывающей все, лежащее за пределами нашего понимания, и демонстрирующим, что каждый атом творения неисчерпаем в своем совершенстве.

Иногда можно услышать сомнение по поводу того, стоит ли заниматься физикой, так как точные науки делают человеческий ум невосприимчивым к истинам, которые не могут быть обозначены полностью. Мы увидим, что специфическая роль физики состоит в том, что путем строгих доказательств она ведет нас к границам непостижимого и воодушевляет нас задуматься над тем, что пока не понятно. Только для тех, кто терпеливо работает и упорно думает, эти тайны могут когда-нибудь раскрыться. Сейчас от нас скрыты высшие законы природы, но мы и те, кто придет после нас, увидят, что поиски этих законов готовят нас к следующему этапу человеческого познания; каждый новый закон будет не только раскрывать новые области в науке, но и менять представления людей о том, какими должны быть сами законы природы. Новые открытия должны согласовываться со старыми, так как все явления согласуются друг с другом, однако по поводу научных истин существует широко распространенное мнение, что они способны к изменению, если на них попадет свет новых идей.

Мы должны остерегаться «предвосхищать природу», предполагая в своих рассуждениях, что существуют в какой-то форме некоторые законы, о которых мы не имеем никакого представления, но считая в то же время, что такие высшие, пока не известные нам, законы можно сформулировать в той же форме, что и более простые, нам уже известные.

Когда смутные идеи облакаются в форму физических аргументов, мы не можем ожидать ничего, кроме столь же смутных выводов, которые будут лишь оскорблять и дискредитировать как математику, так и физику. Мутные идеи, может быть, придадут живописность речи, но с ними следует быть очень осторожными, если они маскируются под точную науку.

Чтобы самим избежать неопределенности, мы должны в конечном счете использовать такой метод высказываний, который достигал бы возможного предела ясности, отбросив все, кроме понятия количества. Физические факты нельзя выразить иначе, чем в математической форме. Как я уже говорил, мы будем иметь дело с большим количеством величин разных сортов, и поэтому большая часть нашего времени уйдет на знакомство с ними. Это соответствует той части математики, которая облечена в форму определений и аксиом. Но если геометрия или даже что-ни-

удь более общее, чем чистая алгебра, относится к математике, то и Натуральная Философия есть и должна быть математикой, т. е. наукой о количественных отношениях.

Я надеюсь, что вы не только научитесь здесь точности математического выражения физических фактов, но и поймете математическую необходимость их взаимосвязи. Тогда при нас всегда будут не просто результаты или формулы, пригодные для разных случаев, с которыми мы можем голкнуться, но и принципы, на которых основаны эти формулы, и без которых они превратились бы в мнемоническую бессмыслицу.

Я знаю, что человеческий ум имеет тенденцию стремиться делать все, то угодно, только не мыслить. Без труда никто ничего не добьется. Мы все знаем, что занятие любой наукой требует умственного труда, и я уверен в том, что все мы затратим много умственных усилий, чтобы овладеть предметом. Однако умственный труд — это еще не мышление, и тот, кто порным трудом приобрел привычку к прилежанию, нередко считает, то гораздо легче выучить формулу, чем овладеть принципом. Я постараюсь показать вам, в чем вы убедитесь потом и сами, что принципы плодотворны по своим результатам, но результаты сами по себе бесплодны, и что человек, выучивший формулу, находится во власти своей памяти, и человек, придумавший принцип, может освободить свою голову от формул, зная, что он их напишет сколько угодно, когда это понадобится. Едва ли следует добавлять, что хотя мышление и является тем процессом, которого естественно начинается деятельность ума, но завершив однажды этот процесс, мыслитель ощущает свою силу и испытывает наслаждение, которое в дальнейшем заставляет забыть о боли и муках, связанных с переходом мышления от одной стадии развития к другой.

Только благодаря математической тренировке, которая позволяет нам увидеть, что дает введение в науку нового принципа, мы в состоянии оценить значение этих принципов, и только арифметические действия позволяют сравнить конечные результаты с фактами. Для физики очень важна также промежуточная область математической науки, состоящая из вычислений и преобразований символических выражений, но это на самом деле уже чистая математика. В процессе преобразований из головы можно выкинуть все, связанное с начальной задачей, а математик, занимающийся преобразованиями, может остаться в неведении по поводу того, где будут использоваться его результаты — в стереометрии, гидростатике или электричестве. Но занявшись изучением Натуральной Философии, мы должны стараться проводить вычисления так, чтобы каждый шаг допускал физическую интерпретацию. Тогда наши методы — использование законов и интерпретация результатов — будут плодотворнее простых вычислений. Мы собираемся изучать Натуральную Философию как прикладную науку и надеемся сами собрать весь урожай. Изучая только первые принципы, мы бы так освоились с терминологией и методами философии, что считали бы себя большими знатоками предмета, ибо без всяких колебаний разговаривали бы на языке, который должен был бы свидетельствовать о чем-то большем, нежели простое знакомство с высокими материями на словах.

Но если бы мы отбросили как слишком метафизическое все, касающееся принципов, мы были бы вынуждены принять их как математические данные, определить их формулами и возиться до тех пор, пока не получим x как один из корней уравнения; тогда мы бы чуть-чуть лучше поняли алгебру, но не стали бы мудрее ни в чем другом, особенно если бы оказалось, что мы не в состоянии понять, является ли x числом квадратных футов или скоростью. А если бы мы решили стать практиками и, вместо того, чтобы выводить формулы, взяли бы ту же самую задачу,

которую надо решить, и обратились бы к стандартным учебникам, и, выписав оттуда наиболее с нашей точки зрения подходящую формулу, подставили бы в нее числа, то полученный результат из-за какой-нибудь незначительной оплошности, скорее всего, оказался бы совершенно бесполезным, а путаница в наших головах наверняка стала бы еще сильнее, чем была вначале.

Но если мы сумеем однажды понять всю глубину физических принципов и, исследовав для нескольких случаев их математические следствия, применить затем результаты к реальным экспериментам или наблюдениям, мы убедимся, что эти принципы не просто абстракция, придуманная философами, а ключ, с помощью которого мы можем сами объяснить свои ежедневные наблюдения, и волшебство, с помощью которого мы сможем подчинять себе силы природы, тогда новые границы нашего разума станут обширнее, ибо мы были вынуждены переходить от философии к верстаку, а из мастерской к *locus principiorum* (самой сердцевине), до тех пор, пока на опыте не убедились в том, что философское и реальное относятся к одному и тому же.

Научившись воспроизводить в аудитории научные формулы или физические явления, мы не извлечем из этого никакой выгоды, пока не начнем узнавать эти явления вне аудитории, в том их первоначальном, не приукрашенном для лекций виде, в котором они ускользнули от внимания многих мудрых философов прошлого.

Но если нам удастся натренировать свой ум так, чтобы видеть физический смысл во всем, что происходит, то, во-первых, мы сумеем использовать эти возможности в разных профессиях, которыми нам придется заниматься; во-вторых, мы никогда не перестанем искать и добывать дополнительные знания о мире, в котором мы живем, и радоваться этим знаниям и, в-третьих, все умение и все знания, накопленные нами, превратятся в единое целое и примут совершенную форму Мудрости, когда все элементы Науки — от материи с ее проявлением разных способов воздействия и до разума, который их воспринимает, — ощущаются взаимосвязанными частями одного великого целого.

Весь ход истории наполнен примерами, которые демонстрируют, во-первых, как пренебрежение научными принципами порождает несомненный провал любого предприятия, во-вторых, как непросвещенный ум, переходя от одной ошибки к другой, оказывался в конце концов на вершине глухости и, в-третьих, как нехватка наблюдательности, косное упрямство и порожденные ими предрассудки дали жизнь философским системам, которые, вступая с самого начала в противоречие с физическими явлениями, гарантируют абсолютно неправильное представление о всей философской суперструктуре в целом.

Сейчас у нас нет времени для изучения истории физической науки. Мы не сможем постичь этапы, пройденные человеческой мыслью на пути к современному состоянию знания, до тех пор, пока мы сами не поймем, каково это состояние. Преодолев сопротивление ума новым идеям, мы сможем с большим пониманием оценить труд тех, кто впервые разработал эти идеи и передал их нам в личное владение. Испытывая трудности при изучении фактов, уже открытых и заботливо облеченных в наиболее удобную для восприятия форму, мы должны помнить, что первооткрывателям приходилось бороться с установившимися представлениями и с консерватизмом мышления, к которому они сами были приучены, и посвящать всю свою жизнь работе, полезные результаты которой они различали хотя бы в тумане, в то время как другие не видели их вообще.

Неужели теперь, когда открытия уже сделаны и результаты получены, когда переменилось общественное мнение и пользуется уважением все,

что рядится под науку, когда, как в стенах этого института, в науку идут, чтобы преуспеть в жизни,— неужели мы забудем людей, которым мы всем этим обязаны, и просто примем результаты их труда, не попытаюсь проникнуться смыслом их жизни? Будут ли наши потомки заучивать, как индийские астрономы, такие формулировки явлений, которые имели смысл в те времена, когда находились люди, способные еще мыслить?

Я надеюсь, что, если, изучая явления, мы усвоим высшие законы науки, то с нами этого никогда не случится. Процесс познания всегда одинаков, поэтому, следуя открытиям, сделанным учителями, вы, конечно, испытаете в какой-то степени такую же страсть к познанию и такую же радость узнавания, которые вдохновляли и одобряли учителей. Не сдерживайте эти чувства из-за того, что нельзя ждать от человечества восхищения по поводу вашей победы над какой-нибудь элементарной проблемой. Никто не разделит с вами то интеллектуальное наслаждение, которое вы испытаете, овладев каким-нибудь принципом. Не упускайте ни малейшей возможности для радости, подобной которой нам не дадут ни университетские титулы, ни мировое признание. Не стыдитесь ничтожности повода, а наоборот, старайтесь продолжать удовольствие, которое вы теперь получаете, раскрывая свой разум навстречу истине. Нет ничего проще для самых молодых из вас, подавить в себе ощущения такого рода и навеки ограничить свою мысль. Величайшее интеллектуальное назначение, к которому должен стремиться человек, состоит в том, чтобы сохранить и довести до полного созревания истинную свободу мысли,— мысли, ставшей полным и несомненным показателем всего знания, но всегда сохраняющей способность подниматься к более высоким и еще более всеобъемлющим представлениям об истине.

□

Замечания редактора. С 1860 по 1865 г. Максвелл читал лекции в Королевском Колледже в Лондоне. Это время было одним из самых плодотворных периодов в его жизни. В 1861 г., вскоре после приезда, Максвелл был избран членом Королевского Общества (в возрасте 29 лет), а в 1862 и 1864 гг. вышли в свет две его классические работы по электромагнитному полю. В 1861 г., выступая в Королевском Институте с лекцией, посвященной теории трех основных цветов, Максвелл продемонстрировал цветную фотографию, техника изготовления которой была практически на современном уровне. Бейкеровская лекция, прочитанная Максвеллом в 1866 г. на заседании Королевского Общества, явилась кульминационным моментом его теоретических и экспериментальных работ по вязкости газов, которые были выполнены в те же годы.

Публикуемая лекция ранее не появлялась в печати. Редактор признателен за нее профессору Домбу, занимающему должность максвелловского профессора теоретической физики в Университете Королевского колледжа в Лондоне.

Лекция будет включена в том неопубликованных работ Максвелла по кинетической теории и статистической механике, который сейчас подготавливается к печати С. Брашем, К. Э. Эвериттом и Э. Гарбер; в томе будет содержаться очерк об исторической обстановке и близкой по теме переписке с комментариями. В лекции встречаются совпадения с вступительной лекцией, которую Максвелл прочел в 1856 г. в Абердине (опубликована Р.Джонсом в «Notes and Records of the Royal Society of London», 1973, т. 28, р. 57. Сравнение обоих документов освещает с интересной стороны эволюцию мысли Максвелла о науке. Профессор Домб выражает свою благодарность библиотеке Кембриджского университета за разрешение опубликовать лекцию Максвелла. Он благодарит проф. Р. Джонса, обратившего его внимание на эту лекцию.