

Затем, очевидно, что это вращение не может быть вращением среды как целого около некоторой оси, так как магнитное поле может иметь некоторую ширину, и нет никаких доказательств существования движения, скорость которого возрастает с расстоянием от одной постоянной линии в поле. Если существует здесь вращательное движение, то оно должно быть вращением весьма малых участков среды, каждого около его собственной оси, так что среда должна распадаться на множество молекулярных вихрей.

У нас пока нет данных, из которых можно было бы определить размеры или число этих молекулярных вихрей. Но мы знаем, что магнитная сила в некоторой области вокруг магнита сохраняется, пока сталь удерживает свой магнетизм, и так как у нас нет оснований к допущению, что магнит может потерять весь свой магнетизм просто с течением времени, то мы заключаем, что молекулярные вихри не требуют постоянной затраты работы на поддержание своего движения и что, следовательно, это движение не необходимо ведет за собой рассеяние энергии.

Пока еще не создано такой теории строения эфира, которая объясняла бы систему молекулярных вихрей, сохраняющихся неограниченное время без постоянного рассеяния своей энергии в то хаотическое движение среды, которое в обыкновенных средах называют теплотой.

С какими бы трудностями в наших попытках выработать состоятельное представление о строении эфира ни приходилось нам сталкиваться, но несомненно, что межпланетное и межзвездное пространства не суть пространства пустые, но заняты материальной субстанцией, или телом, самым обширным и, нужно думать, самым однородным, какое только нам известно.

Приспособлен ли этот широко разлившийся однородный океан изотропной материи к тому, чтобы не только быть средой физического взаимодействия между отдаленными телами и выполнять другие физические функции, о которых, может быть, пока мы не имеем никакого понятия, но и к тому, чтобы, как внушает нам автор «Невидимой Вселенной», образовать собой материальный организм существ, у которых функции жизни и мысли так же высоки или даже выше, нежели наши, это — вопрос, лежащий далеко за пределами умозрений физики.

Михаил Фарадей, химик, исследователь электричества и физик, родился в Ньюингтоне в Сэррее 22 сентября 1791 г. и умер в Гэмптон-Корте 25 августа 1867 г. Его родители переехали из Йоркшира в Лондон, где отец его был кузнецом. Сам Фарадей поступил в ученики к переплетчику г. Рибо. Письма, написанные им в то время своему другу Венъямину Абботу, дают нам яркое представление о его жизненных целях и о его методе самовоспитания в тот период, когда ум его начинал обращаться к экспериментальному изучению природы. В 1812 г. м-р Дэнс, один из клиентов его хозяина, повел его на четыре лекции сэра Гемфри Дэви. Фарадей записал эти лекции, а затем обработал их в более пространной форме. Поощряемый Дэнсом, он написал сэру Г. Дэви письмо, посылая эти записки. «Ответ пришел немедленно, был любезен и благоприятен». Фарадей продолжал работать в качестве подмастерья у переплетчика до 1 марта 1813 г., когда он был зачислен, по рекомендации сэра Г. Дэви, ассистентом в лабораторию Британского королевского института. Он был назначен директором лаборатории 7 февраля 1825 г., а в 1833 г. получил пожизненную фуллертоновскую профессию по химии в Институте, без обязательства чтения лекций. Таким образом, он оставался в Институте в течение 54 лет. Он сопровождал сэра Г. Дэви в путешествии по Франции, Италии, Швейцарии, Тиролю, в Женеву и т. д. с 13 октября 1813 г. по 23 апреля 1815 г.

В своей первой химической работе Фарадей следует по пути, открытому Дэви, у которого он работал ассистентом. Он специально изучал хлор и открыл два новых хлористых соединения углерода. Он произвел также первые, ориентировочные опыты с диффузией газов, явлением, на которое впервые указал Дальтон и физическое значение которого было более полно освещено Грэхемом и Лопмдитом. Ему удалось произвести сжижение нескольких газов. Он исследовал сплавы стали и получил несколько новых сортов стекла для оптических целей. Кусок одного из этих тяжелых стекол приобрел впоследствии историческое значение как вещество, в котором Фарадей открыл вращение плоскости поляризации света при помещении стекла в магнитное поле, а также — как первое вещество, которое оттолкнули полюсы магнита. Он пытался также довольно успешно сделать предметом специального изучения и популярного изложения общие методы химии, независимо от получаемых результатов.

Но химические работы Фарадея, как значительны они ни были сами по себе, скоро совершенно затмились его открытиями в области электричества. Первым опытом, который он отметил в записках, было составление им вольтова столба из семи кружков листового цинка, из семи полупенсовиков и шести кусочков бумаги, смоченных соленой водой. При помощи этого столба он разложил серноокислый магний (первое письмо к Абботу 12 июля 1842 г.). С тех пор, какие бы другие вопросы ни привлекали время от времени его внимание, он всегда выбирал среди электрических явлений те проблемы, на которые он обращал всю силу своего мышления и которыми он постоянно занимался, даже тогда, когда год за годом его попытки разрешить их терпели неудачу.

Его первым значительным открытием было получение непрерывного вращения — одного вокруг другого — магнитов и проводов, по которым идет электрический ток. Следствия, которые можно вывести из великого открытия Эрстеда (21 июля 1820 г.), все еще весьма смутно понимали даже самые передовые люди науки. Правда, д-р Волластон питал надежды, что ему удастся заставить провод, по которому идет электрический ток, вращаться вокруг собственной оси, и приходил в 1821 г. вместе с Дэви в лабораторию Королевского института, чтобы произвести этот опыт. Фарадей при этом не присутствовал, но, придя

потом, слышал разговор о предполагаемом вращении провода.

В июле, августе и сентябре того же года Фарадей написал для журнала «Annals of Philosophy» по просьбе г-на Филлипса, издателя этого журнала, исторический очерк об электромагнетизме и повторил почти все опыты, описанные им. Это привело его в начале сентября к открытию метода получения непрерывного вращения вокруг магнита и магнита вокруг провода. Ему не удалось заставить провод или магнит вращаться вокруг собственной оси. Этот первый успех Фарадея в исследованиях по электромагнетизму послужил поводом к чрезвычайно тяжелым, хотя и необоснованным нападкам на него. Мы не будем заниматься этим вопросом, отсылая читателя к книге Бенс Джонса «Life of Faraday».

Мы можем, однако, заметить, что хотя самый факт существования тангенциальной силы между электрическим током и полюсом магнита был уже высказан Эрстедом и ясно понимался Ампером, Волластоном и другими, но существование непрерывного вращения — одного вокруг другого — провода и магнита было научной задачей, требовавшей немало остроумия для своего первоначального разрешения. Действительно, с одной стороны, электрический ток всегда образует замкнутую цепь, а с другой стороны, оба полюса магнита имеют равные, но противоположные свойства и неразрывно связаны, так что каждому стремлению одного из полюсов двигаться вокруг линии тока в одном направлении противостоит равная тенденция другого полюса вращаться в противоположном направлении и, таким образом, один полюс не может ни заставить второй полюс двигаться вокруг проволоки, ни оторваться от него. Вращение не может быть осуществлено, если мы не примем в той или иной форме остроумного решения Фарадея, заставившего ток разделиться в некоторой точке своего пути на два канала, по одному соответственно каждой половине магнита, таким образом, чтобы во время вращения магнита ток переходил из канала, находящегося сверху, в канал, находящийся снизу, так, чтобы середина магнита могла проходить сквозь линию тока, не прерывая ее, подобно тому как Кир провел свою армию посуху через Кинод, отведя реку в канал, прорытый для этого в тылу.

Мы должны теперь перейти к открытию, увенчавшему исследования Фарадея, — к открытию индукции электрических токов.

В декабре 1824 г. он пытался получить электрический ток при помощи магнита и трижды делал тщательные, но безуспешные попытки получить ток в одном проводе при помощи тока в другом проводе или при помощи магнита. Он продолжал упорствовать и 29 августа 1831 г. получил первое доказательство того, что электрический ток может индуцировать ток в другой цепи. 23 сентября он пишет своему другу Р. Филлипсу: «Я теперь занимаюсь опять электромагнетизмом и думаю, что напал на удачную вещь, но не могу еще утверждать это. Очень может быть, что после всех моих трудов я в конце концов вытащу водоросли вместо рыбы». Это был его первый удачный опыт. Еще через девять дней опытов он достиг результатов, описанных в его первой серии «Опытных исследований» («Experimental Researches») и доложенных в Королевском обществе 24 ноября 1831 г.

Напряженным усилием своего мышления он меньше чем в три месяца развил новую идею из первоначального состояния ее до полной зрелости. Все величие и оригинальность фарадеевского достижения могут быть оценены путем рассмотрения последующей истории этого открытия. Как и следовало ожидать, оно немедленно сделалось предметом исследований со стороны всего научного мира. Но некоторые из наиболее опытных физиков оказались неспособными избежать ошибок в формулировке изучаемого явления, полагая при этом, что они применяют более научный язык, чем язык Фарадея. До настоящего времени математики, отбросившие фарадеевский метод формулирования его закона, как несоответствующий точности их науки, никогда не могли изобрести никакой другой существенно отличной формулы, которая бы полно изображала явление, не вводя гипотезы о взаимном действии вещей, не имеющих физического существования, как, например, элементы токов, вытекающих из ничего, затем текущих по проводу и, наконец, снова погружающихся в ничто.

После почти полувековой работы этого рода мы можем сказать, что хотя практические применения открытия Фарадея возросли и возрастают по количеству и по значению с каждым годом, не было найдено ни одного исключения из формулировки этих законов, данной Фарадеем, не прибавлен ни один новый закон, и его первоначальная формулировка и по сей день остается единственной утверждающей не более того, что может быть проверено опы-

том, и единственной, при помощи которой теория этого явления может быть выражена строго и численно точно, оставаясь в то же время в рамках элементарных методов изложения.

В течение первого периода своих открытий Фарадей установил, кроме открытия индуктивного действия электрических токов, тождественность электризации, производимой разными способами; затем закон об определенном электролитическом действии тока и факт, которому он придавал огромное значение, что каждая единица положительной электризации определенным образом связана с единицей отрицательной электризации, так что невозможно получить то, что Фарадей называл «абсолютным электрическим зарядом» одного рода, не связанным с равным зарядом противоположного рода.

Он открыл также различие в свойстве разного рода веществ принимать участие в электрической индукции — факт, лишь в последние годы признанный учеными на континенте. Впрочем, из неопубликованных до последнего времени бумаг Генри Кавендиша видно, что он не только открыл еще до 1773 г., что стекло, воск, шеллак и камедь имеют более высокую удельную индуктивную емкость, чем воздух, но и действительно определил численное соотношение этих постоянных. Это, конечно, было неизвестно как Фарадею, так и всем остальным физикам его времени.

Первый период открытий Фарадея в области электричества продолжался 10 лет. В 1841 г. он нашел, что ему необходим отдых, и лишь в 1845 г. он вступил во второй период замечательных исследований, в течение которого он открыл действие магнетизма на поляризованный свет и явление диамагнетизма.

Фарадей давно уже думал о возможности использования луча поляризованного света как средства исследования состояния прозрачных тел, находящихся под действием электрических и магнитных сил. Д-р Бенс Джонс («Life of Faraday», т. I, стр. 362) приводит следующую заметку из лабораторного дневника Фарадея от 10 сентября 1822 г.:

«Поляризовал отражением луч лампы и пытался определить, оказывает ли на него какое-нибудь деполяризующее действие вода, помещенная между обоими полюсами вольтового столба в стеклянном сосуде; однажды пользовался волластоновским сосудом; разлагаемыми жидко-

стями являлись чистая вода, слабый раствор сернокислого натрия и крепкая серная кислота. Ни одна из них не оказала никакого влияния на поляризованный свет ни в том случае, когда она была включена в электрическую цепь, ни в том случае, когда она не была включена, так что таким способом нельзя было установить никакого специального расположения частиц».

Одиннадцать лет спустя мы находим в его записной книжке другие записи от 2 мая 1833 г. («Life» Венса Jones, т. II, стр. 29). Он пытался исследовать не только действие постоянного тока, но и действие прерывания его.

«Поэтому я не думаю, чтобы разлагающиеся растворы или вещества оказывали в результате разложения или перегруппировок какое бы то ни было действие на поляризованный луч. Я испытаю теперь неразлагающиеся тела — как твердую селитру, азотнокислое серебро, буру, стекло и др. — в твердом состоянии, чтобы посмотреть, создается ли какое-нибудь внутреннее состояние, которое разрушается при разложении, т. е. существует ли, когда их нельзя разложить, какое-либо состояние электрического напряжения. Мое стекло с бурой хорошо и обычное электричество лучше вольтаического».

6 мая он производит дальнейшие опыты и заключает: «Следовательно, я не вижу никаких причин для того, чтобы предполагать, что можно сделать явной какую-либо структуру или напряжение в разлагающихся или в неразлагающихся телах, находящихся в состоянии непроводимости или же проводимости».

Подобные упомянутым выше опыты были недавно произведены в Глазго д-ром Кэрром, полагающим, что он получил явное свидетельство действия на луч поляризованного света, когда электрическая сила перпендикулярна к лучу и наклонена под углом в 45° к плоскости поляризации. Однако многие физики не были в состоянии получить результатов Кэрра.

Наконец, в 1845 г. Фарадей взялся за старую проблему, но на этот раз с полным успехом. Прежде чем описать полученные им результаты, мы упомянем о том, что в 1862 г. он избрал вопрос о связи между светом и магнетизмом предметом своей последней экспериментальной работы. Он пытался, но безуспешно, открыть какое-либо изменение в спектральных линиях пламени, подвергнутого действию мощного магнита.

Эта длинная серия исследований является примером его настойчивости. Его энергия проявилась в том пути, которому он следовал при своем открытии и в конце которого он все же добился успеха. Впервые явление вращения плоскости поляризации света под действием магнетизма было получено им 13 сентября 1845 г.; прозрачным веществом служило изобретенное им же тяжелое стекло.

30 августа 1845 г. он начал работать над проблемой прохождения поляризованного света сквозь электролиты. Через три дня он работал с обычным электричеством, пробуя стекло, тяжелое оптическое стекло, кварц, исландский шпат — все безрезультатно, так же как и при предыдущих попытках. 13 сентября он работал над линиями магнитных сил. Исследовались воздух, флинт, стекло, горный хрусталь, известковый шпат — но все безрезультатно.

«Производились опыты с тяжелым стеклом. Оно не дало никаких результатов ни когда одинаковые магнитные полюсы или противоположные полюсы находились по разные стороны (относительно направления поляризованного луча), ни когда оба одинаковых полюса находились по одну сторону как при постоянном, так и при прерывистом токе. Но когда противоположные полюсы находились с одной стороны, то имелось воздействие на поляризованный луч, и таким образом было доказано, что магнитная сила и свет находятся в каком-то соотношении. Весьма вероятно, что этот факт окажется чрезвычайно плодотворным и весьма важным в деле исследования условий проявления сил природы».

Он немедленно продолжает исследовать другие вещества, но «без результатов» и заканчивает, говоря: «с меня хватит на сегодня». 18 сентября он «великолепно поработал весь день». В течение сентября он работал четыре дня: в октябре — шесть, а 6 ноября он послал в Королевское общество 19-ю серию своих «Experimental Researches», в которых полностью излагаются все условия получения явлений. Отрицательное вращение в ферромагнитной среде — единственный важный факт, который оставалось открыть. (Впоследствии открыт в 1856 г. Верде.)

Его работа этого года еще не была закончена. 3 ноября был получен новый подковообразный магнит, и Фарадей немедленно начинает экспериментировать над действием магнита на поляризованный луч, проходящий через газы, но безрезультатно. На следующий день он повторяет опыт,

не давший никакого результата 6 октября. Стержень из тяжелого стекла был подвешен на шелковой нити между полюсами нового магнита. «Когда это было сделано и стержень пришел в состояние покоя, я обнаружил, что мог воздействовать на него магнитными силами и придавать ему некоторое положение». К 6 октября он послал Королевскому обществу 20-ю, а 24 декабря — 21-ю серию своих «Researches», в которых полностью описывались свойства диамагнитных тел. Таким образом, два великих открытия были разработаны, как и одно его более раннее открытие, в течение приблизительно трех месяцев.

Открытие магнитного вращения плоскости поляризации света, хотя и не вело к столь же важным практическим применениям, как некоторые из более ранних открытий Фарадея, имело для науки величайшую ценность, так как давало полное динамическое доказательство того, что, где бы ни существовали магнитные силы, там есть материя, малые частицы которой вращаются вокруг осей, параллельных направлению этой силы.

Мы привели несколько примеров сосредоточенных усилий Фарадея для отождествления, казалось бы, различных сил природы, его дальновидности при выборе предмета исследования, его настойчивости в преследовании поставленной перед собой цели, энергии, с которой он разрабатывал результаты своих исследований, и точности и полноты окончательных формулировок законов явлений.

Особенности исследовательского духа Фарадея легко обнаружить, читая его произведения. Но в его натуре была и другая сторона, которой он придавал не меньшее значение и которая проявлялась в его отношении к друзьям, к семье и к церкви, к которой он принадлежал.

Его письма, его беседы всегда были полны содержанием, могущим вызвать живой интерес, и никогда не содержали ничего порождающего недоброжелательство. В тех редких случаях, когда ему приходилось, выходя из области науки, вступать на поприще полемики, он ограничивался установлением фактов, предоставляя им говорить самим за себя. Он был совершенно свободен от гордыни и самовосхваления. В период расцвета его творческих сил он всегда с благодарностью принимал всякую поправку и пользовался всяким даже самым скромным указанием, которое позволяло ему внести улучшение в какую-либо деталь его работы. Когда к концу жизни его память и умст-

венная мощь стали ослабевать, он незаметно и без жалоб отказался от всей той части своей работы, которую не мог более вести с той эффективностью, которую считал необходимой. Когда же он не мог более заниматься наукой, то удовлетворился спокойной жизнью, посвященной дружеским и семейным привязанностям, которые он лелеял не менее усердно, чем научные свои труды.

Родители Фарадея принадлежали к очень малочисленной и замкнутой христианской секте, обычно называемой последователями Роберта Сандемана. Фарадей посещал ее собрания с детства; в возрасте 30 лет он официально вступил в нее и дважды, в различное время, исполнял функции старосты. Его точка зрения на отношения между наукой и религией изложена в лекции об умственном воспитании, прочитанной в 1854 г. и опубликованной в конце его книги «Researches in Chemistry and Physics».