

ИСТОРИЯ СВЕЧИ¹

ФАРАДЕЙ И ЕГО «ИСТОРИЯ СВЕЧИ»

«История свечи» — серия лекций, прочитанных великим английским ученым Майклом Фарадеем для юношеской аудитории. Немного об истории этой книги и ее авторе. Майкл Фарадей родился 22 сентября 1791 года в семье лондонского кузнеца. Его старший брат Роберт, унаследовавший профессию отца, сыграл в судьбе Майкла большую роль. Он всячески поощрял тягу брата к знаниям и на первых порах поддерживал его и материально. Весьма скромные доходы кузнеца не позволяли дать детям образование — Фарадей не закончил даже средней школы. Двенадцати лет он поступает учеником к владельцу книжной лавки и переплетной мастерской.

За десять лет, проведенных в переплетной мастерской, Фарадей проделал фантастическую работу. Он полностью ликвидировал пробелы в своем образовании и подготовил себя к научной деятельности. И это в роли ученика переплетчика! Фарадей прочитал всю доступную ему литературу по физике и химии, в том числе статьи по электричеству в «Британской энциклопедии». В домашней лаборатории он повторил все опыты, которые описывались в книгах. Фарадей посещает частные лекции по физике и астрономии, которые читались по вечерам и воскресеньям. Он много пишет, просит друзей отмечать стилистические и орфографические ошибки в своих статьях и упорным трудом вырабатывает ясный и лаконичный стиль.

В 1810 году умер отец Фарадея, через некоторое время окончился срок его учебы у переплетчика, и Майкл должен был стать самостоятельным мастером. Карьера переплетчика не манила его, он хотел заниматься наукой, и случай помог Фарадею. Одним из клиентов мастерской был член Королевского общества Дэнс. Видя тягу Фарадея

к науке, Дэнс помог ему попасть на лекции выдающегося физико-химика Гэмфри Дэви в Королевском институте. Фарадей записал четыре лекции, а тетрадь лекций (тщательно переписанных и переплетенных) вместе с письмом послал лектору. Этот «смелый и наивный шаг», по выражению самого Фарадея, оказался переломным в его судьбе. В 1813 году Дэви пригласил Фарадея на освободившееся место ассистента в Королевский институт.

Благодаря блестящему таланту Фарадей быстро выдвинулся. Уже через три года начали появляться в печати его работы по химии. Затем последовал ряд классических работ по сжижению газов, где впервые было применено комбинирование охлаждения и сжатия вещества. Фарадей становится известен в английских научных кругах. В 1824 году его избирают в члены Королевского общества, в 1825 году он директор лабораторий и в 1827 году — профессор Королевского института.

Над одним из самых блестящих своих открытий — открытием электромагнитной индукции — Фарадей работал около десяти лет. Еще в 1821 году он формулирует в дневнике задачу «превратить магнетизм в электричество». Это явление, исследованное ученым во всех деталях, сразу же приобрело огромное научное и практическое значение. Фактически в лабораторных установках Фарадея проглядываются и первый трансформатор, и первый электромотор и первая динамо-машина. Недаром Гельмгольц, оценивая роль Фарадея в истории человеческого общества, сказал: «До тех пор пока люди пользуются благами электричества, они всегда будут с благодарностью вспоминать имя Фарадея».

Позиция Фарадея-естествоиспытателя проявилась в его убежденности в единстве и превращаемости всех «сил» (в те времена еще не был открыт закон сохранения энергии, и понятия силы и энергии не были четко определены) природы, в признании материальности среды, которую ранее предпочитали называть пустотой, и, наконец, в отрицании дальнего действия. Фарадей наполнил физиче-

ским содержанием понятие поля как объекта, передающего действие одного тела, скажем, электрического заряда, на другой. Эта революционная идея в корне противоречила господствующим в те времена представлениям о мгновенной передаче действия на большие расстояния. Понятие поля — одно из основных понятий новой физики XIX столетия, свидетелями бурного развития которой мы являемся.

Не менее важен вклад Фарадея в учение об атомном строении вещества. Вспомним о его законах электролиза. Ведь это из них следует вывод о дискретности, прерывистости вещества и электричества. Через несколько лет после смерти Фарадея из законов электролиза был вычислен заряд «атома электричества» электрона.

Трудно удержаться от перечисления всех великих открытий Фарадея. Здесь и парамагнетизм, и вращение плоскости поляризации света в магнитном поле, и магнитная анизотропия, и постановка вопроса о влиянии магнитного поля на излучение, и исследование электрического разряда в газе и многое другое. Но совершенно невозможно не упомянуть еще об одной стороне деятельности Фарадея — стремлении доводить результаты научных исследований до применения их на практике. Он консультирует Общество английских маяков и много делает для замены лампового освещения в маяках электрическим. Он разрабатывает рецепты красок и усовершенствует электромагнитные машины для освещения. Он предпринимает дальние и трудные путешествия, чтобы испытать новые методы освещения. «Я люблю посещать кузницы... отец мой был кузнец», записывает Фарадей в своем дневнике. Да и ремесло переплетчика великий ученый не забыл. Он интересуется постановкой переплетного дела, сам переплетает свои дневники, а под старость, будучи членом почти всех академий мира, переплел в большой том свои почетные дипломы.

Фарадей умер 25 августа 1867 года, оставив после себя великие открытия и идеи, из которых развилась современная физика.

Всю свою творческую жизнь Фарадей проработал в Королевском институте в Лондоне. Кроме предоставления ученым возможности проводить исследования, в задачу Королевского института входила популяризация научных знаний. Для этого сотрудники института регулярно читали лекции по различным отраслям естествознания. Фарадей в молодости посещал эти лекции, а впоследствии с успехом читал их сам. Помня свой трудный, через самообразование, путь в науку, Фарадей задумал организовать специальные лекции для детей. Надо сказать, что естественные науки в английской школе в то время не преподавались. Наоборот, существовало сильное противодействие введению этих предметов в школьные программы.

Фарадей выработал и осуществил два плана. Во-первых, проводились так называемые пятницы. Они носили характер непринужденной беседы между лектором и слушателями. В форме вопросов и ответов дети знакомились с основами физики и химии. Во-вторых, читались более строгие, тщательно подготовленные, курсы лекций в период зимних каникул. За двухнедельный период обычно проводилось шесть встреч.

Первый раз такой курс лекций был прочитан в 1826 году. В следующем году лекции начал проводить Фарадей. Всего он прочитал девятнадцать курсов лекций. Последняя (в 1860 году) серия лекций называлась «Химическая история свечи».

Как и все, за что брался Фарадей, лекции были организованы превосходно. Для них предоставлялся большой лекционный зал Королевского института, приборы для проведения опытов заимствовались из лабораторий, а сами опыты тщательно подготавливались.

Фарадей не записывал лекций. То, что мы сейчас можем наслаждаться чтением «Истории свечи», связано со случайностью. Надо сказать, что на лекциях присутствовали и взрослые слушатели. И вот один молодой человек по имени Вильям Крукс, попавший на лекции, понял их ценность и дословно записал. Впоследствии Крукс стал крупным ученым, президентом Королевского общества.

Крукс опубликовал две серии лекций Фарадея: «О различных силах в природе» (1860 г.) и «Химическую историю свечи» (1861 г.), снабдив их рисунками и комментариями. В предисловии он выражает сожаление о невозможности передать форму изложения лекций так же хорошо, как их содержание. По воспоминаниям современников, Фарадей был прекрасным лектором (в молодости он специально изучал ораторское искусство).

«История свечи» неоднократно переиздавалась на многих языках. Впервые на русском языке она появилась в 1866 году еще при жизни Фарадея.

В настоящем издании лекции Фарадея иллюстрируются рисунками Крукса.

Б.В. Новожилов

Лекция I

СВЕЧА. ПЛАМЯ. ЕГО ПИТАНИЕ. ЕГО СТРОЕНИЕ. ПОДВИЖНОСТЬ. ЯРКОСТЬ

В ответ на любезное внимание, проявленное вами к организованным нами лекциям, я собираюсь изложить вам в следующих беседах ряд сведений по химии, которые можно извлечь из горящей свечи. Я не первый раз провожу беседу на эту тему, и если бы это зависело только от меня, я бы с удовольствием возвращался к ней хоть ежегодно: до того эта тема интересна и до того изумительно разнообразны те нити, которыми она связана с различными вопросами естествознания. Явления, наблюдающиеся при горении свечи, таковы, что нет ни одного закона природы, который при этом не был бы так или иначе затронут. Рассмотрение физических явлений, происходящих при горении свечи, представляет собой самый широкий путь, которым можно подойти к изучению естествознания. Вот почему я надеюсь, что не разочарую вас, избрав своей темой свечу, а не что-нибудь поновее. Другая тема, возможно, была бы столь же хороша, но лучше свечи она быть не может.

Прежде чем я приступлю к изложению, разрешите мне предупредить вас: несмотря на глубину избранного нами предмета и несмотря на наше честное намерение разобраться в нем серьезно и на подлинно научном уровне, я хочу подчеркнуть, что не собираюсь адресоваться к старшим из числа здесь присутствующих. Я беру на себя смелость говорить с молодежью так, как если бы я сам был юношей. Так я поступал и раньше, так, с вашего разрешения, буду поступать и теперь. И хотя я с полной ответственностью сознаю, что каждое произносимое мною слово адресуетя в конечном счете всему миру, такая от-

ветственность не отпугнет меня от того, чтобы и на этот раз говорить так же просто и доступно с теми, кого я считаю всего ближе к себе.

А теперь, мои молодые друзья, я прежде всего хочу рассказать вам о том, из чего делаются свечи. Некоторые из них представляют незаурядный интерес. Смотрите, вот кусочки древесины и ветки деревьев, славящихся своей способностью ярко гореть. А вот это кусочек особого замечательного вещества, находимого в некоторых болотах Ирландии и образно называемого свечным деревом. Это дерево настолько твердое и прочное, что не всякий может его разломать, но вместе с тем оно так хорошо воспламеняется, что из него делают факелы и лучины. Оно горит как свеча и дает превосходный свет. Это дерево очень наглядно показывает нам, в чем заключается природа свечи. Тут и горючее как таковое, и перенос этого горючего к месту, где происходит химическая реакция, тут и равномерное, постепенное ее снабжение воздухом, тут и тепло, и свет. Все это создается кусочком дерева, которое, по существу говоря, представляет собой естественную свечу.

Но давайте будем говорить о настоящих свечах, употребляющихся в быту. Вот сальные свечки, называемые маковыми. Производятся они следующим образом. Хлопчатобумажные фитили, нарезанные одинаковыми кусками, подвешиваются на петельках и разом обмакиваются в расплавленное сало (говяжье или баранье). Потом они вынимаются, охлаждаются и снова окунаются, пока вокруг фитиля не нарастает достаточно толстый слой сала. Чтобы вы могли получить представление о том, как разнообразны бывают свечи, посмотрите вот на эти очень маленькие и преинтересные. Именно такими свечками пользовались горняки в каменноугольных шахтах. В прежние времена каждый горняк, спускаясь в шахту, должен был приносить с собой свечи, купленные за собственный счет. К тому же считалось, что с маленькой свечкой меньше, чем с большой, рискуешь вызвать взрыв рудничного газа в угольных коях. Как по этой причине, так и ради экономии гор-

няки предпочитали пользоваться такими малюсенькими свечками, что на фунт² их шло двадцать, тридцать, сорок или даже шестьдесят штук. Свечи в шахтах были заменены сначала искровым освещением³, а затем лампой Дэви⁴ и другими типами безопасных ламп. Вот свеча, которую, говорят, полковник Пэслей поднял с «Ройал Джорджа»⁵. Она пролежала в море много лет, подвергаясь действию соленой воды. Вы видите, как хорошо могут сохраняться свечи: правда, она изрядно растрескалась и поломалась, но вот я ее зажег, и она равномерно горит, а сало, расплавляясь, возвращается к своему обычному состоянию.

Мистер Филд из Ламбета⁶ снабдил меня прекрасной коллекцией свечей и материалов, из которых они изготавливаются. Вот, прежде всего, бычий жир, называемый, насколько я понимаю, русским салом, из которого изготавливаются маканые свечи. Сало это по способу, изобретенному Гей-Люссаком⁷ (или кем-то другим, кто передал ему этот производственный секрет), можно превратить в то прекрасное вещество, которое лежит рядом с ним — стеарин. Благодаря изобретению стеарина нынешняя свеча это уже больше не жирный, противный предмет, каким была прежняя сальная свеча, нет, это предмет до того чистый, что стекающие с него капли не пачкают вещей, и их можно соскрести в виде порошка.

Способ, который применил Гей-Люссак, состоит в следующем. Сначала сало кипятят с негашеной известью, причем получается нечто вроде мыла. Затем в него добавляют серную кислоту, которая связывает известь; оставшая масса представляет собой стеарин, смешанный с некоторым количеством глицерина. Глицерин, выделяющийся при этом процессе, очень похож по своему составу на сахар. Эта смесь прессуется, здесь вы видите несколько более или менее отжатых брусков, по которым можно судить, как по мере увеличения давления удаётся удалить все большее количество примесей. Совершенно отжатую массу расплавляют, и из нее отливаются те свечи, которые я вам показываю. Вот эта свеча стеариновая; она приго-

товлена описанным способом. А вот свеча спермацетовая, приготовленная из определенного сорта китового жира. Вот пчелиный воск, желтый и очищенный, также идущий на изготовление свечей.

Вот еще интересное вещество — парафин. А вот парафиновые свечи, сделанные из добытого в ирландских болотах парафина. Есть у меня и еще некое вещество вроде воска, любезно присланное мне одним моим другом; оно привезено из Японии. Это тоже материал для изготовления свечей.

А как же делаются такие свечи? Я уже рассказал вам о свечах маканых, а теперь расскажу и о формованных. Представим себе, что какой-нибудь из этих сортов свечей делается из такого материала, который можно отливать в форму. «Отливать?» — скажете вы. «Ну, конечно, ведь свечи растапливаются, а если их можно растопить, то их, наверно, можно отливать и в формы».

Оказывается, нельзя.

Удивительное дело: то здесь, то там, как при усовершенствовании производства, так и при разработке наилучших средств для достижения той или иной цели, приходится сталкиваться с такими фактами, которые, пожалуй, нельзя предугадать заранее. Так вот, свечи не всегда можно отливать в формы; восковые свечи, в частности, вовсе нельзя отливать: их делают особым способом, о котором я вам вкратце расскажу через пару минут. Воск — вещество, не поддающееся отливке, хотя оно прекрасно горит и легко плавится в свече.

Однако возьмем сначала материал, пригодный для отливки свечей. Взгляните на эту раму с отверстиями, в которые вставлены формы. Прежде всего, надо в каждую форму продеть фитиль, и притом плетеный, не дающий нагара⁸; на всем своем протяжении фитиль натянут, так как наверху он держится на проволочной перекладине, а внизу прикреплен к затычке, которая при заполнении формы не дает вытекать растопленному стеарину. После того как стеарин остынет, его излишек снимают, отрезают концы

фитилей, и в формах остаются готовые свечи. Их опрокидывают и без труда вытряхивают: ведь, во-первых, у них форма слегка конусообразная, т.е. внизу они толще, чем наверху, и, во-вторых, при остывании объем их уменьшается. Так делают свечи стеариновые и парафиновые.

Восковые свечи делают совершенно иначе. Вот смотрите. На раму навешиваются фитили с металлическими наконечниками, чтобы воск не целиком покрывал фитиль. Рама подвешивается так, чтобы она могла вращаться над котлом с растопленным воском. Рабочий зачерпывает ложкой воск из котла и, поворачивая раму, поливает фитили, один за другим; за это время воск на них успевает застыть, и рабочий их поливает вторично, и так далее, до требуемой толщины. Тогда их снимают.

Благодаря любезности мистера Филда у меня есть несколько образчиков восковых свечей на разных стадиях изготовления, в том числе одна еще только половинной толщины. Сняв свечи с рамы, их катают по гладкой каменной плите, верхушке придают надлежащую коническую форму, а нижний конец аккуратно обрезают. Делается все это столь тщательно, что таким образом можно изготавливать свечи четвериковые, шестериковые и т.д., т.е. такие, которых на фунт идет ровно по 4, по 6 или сколько потребуется.

Однако не будем больше тратить времени на технологию производства свечей, а перейдем к подробному изучению свечи как таковой. Предварительно я вам скажу несколько слов о роскошно оформленных свечах: ведь оказывается, и свеча может быть превращена в роскошную безделушку. Посмотрите, в какие чудесные цвета они окрашены. Как видите, и для свечей используются недавно введенные в употребление химические краски вот здесь ярко-розовая свеча, вот розовато-лиловая и т.д. Кроме того, для украшения свечам придают и различные формы: вот подобие прекрасной витой колонны, а вот и свечи с узорами. Если горит, скажем, эта свеча, то наверху получается как бы сияние Солнца, а внизу букет цветов. Одна-

ко не все изящное и нарядное полезно. Если разобраться по существу, то эти витые свечи, при всей своей красоте, никуда не годятся как свечи: их портит как раз внешняя форма. Эти образчики, присланные мне добрыми друзьями из самых разных мест, я вам показываю для того, чтобы вы знали, что уже сделано и что еще должно сделать в том или ином направлении развития производства, причем иногда (как я уже вам сказал) жертвуют пользой.

Поговорим теперь о пламени свечи. Зажжем одну-две свечи, т.е. заставим их выполнять свою обычную работу. Как вы видите, свеча совсем не то, что лампа. В лампе вы наполняете резервуар жидким маслом, опускаете в него фитиль из мха или из обработанного хлопка, а затем зажигаете верхушку фитиля. Когда пламя спускается вниз по фитилю к маслу, оно там меркнет, но в верхней части продолжает гореть. Вы, несомненно, спросите каким образом масло, которое само по себе не горит, добирается до верха фитиля, где оно может гореть? Позже мы рассмотрим это явление, однако, при горении свечи наблюдается и другое, гораздо более удивительное обстоятельство. Ведь перед вами твердое вещество, настолько твердое, что для него не нужна посуда. А как же получается, что это твердое вещество может подняться до того места, где находится пламя? Как попадает туда это твердое вещество, не будучи жидкостью? А с другой стороны, как же оно не растекается, когда превращается в жидкость? Удивительная вещь эта свеча.

В зале у нас изрядный сквозняк; при некоторых опытах он нам будет помогать, а при других мешать. Поэтому сейчас, для большей равномерности и для упрощения дела, я устрою так, чтобы пламя было спокойным. Ведь как можно что-нибудь изучать, когда мешают трудности, не относящиеся к делу? Мы воспользуемся одним хитрым приспособлением, которым я часто любовался на тележках рыночных и уличных торговцев овощами или рыбой, когда по субботам торговля затягивается затемно. Вот оно: на свечку надето нечто вроде кольца, поддержи-