

ББК  
72  
НЗ40

# НАУКА ВЕЛИЧАЙШИЕ ТЕОРИИ

## ФАРАДЕЙ

19

Электромагнитная  
индукция



Наука высокого напряжения

DeAGOSTINI

# **ФАРАДЕЙ**

Электромагнитная индукция

---

## **Наука высокого напряжения**

**Наука. Величайшие теории:** выпуск 19: Наука высокого напряжения. Фарадей. Электромагнитная индукция. / Пер. с исп. — М.: Де Агостини, 2015. — 160 с.

Майкл Фарадей родился в XVIII веке в бедной английской семье, и ничто не предвещало того, что именно он воплотит в жизнь мечту об освещенном и подвижном электроэнергией мире. Этот человек был, вероятно, величайшим из когда-либо живших гениев экспериментальной физики и химии. Его любопытство и упорство позволили раскрыть множество тайн электричества и магнетизма, а также глубинную связь этих двух явлений. Фарадей изобрел электродвигатель и динамо-машину — два устройства, революционно изменившие промышленность, а также сделал другие фундаментальные открытия. Герой этой книги был самоучкой, он многое постиг экспериментальным путем, поэтому одной из его важнейших задач стало распространение знаний о своих открытиях среди коллег и современников.

552 042

ISSN 2409-0069



© Sergio Parra Castillo, 2012 (текст)

© RBA Coleccionables S.A., 2012

© ООО «Де Агостини», 2014–2015

Иллюстрации предоставлены:

Age Fotostock: 97ai, 145ad; Archivo RBA: 23, 27, 29, 31, 35ad, 35b, 39, 49, 50, 52, 59ai, 59ad, 59b, 70, 76, 99, 103, 105, 129ai, 136, 145ai, 145b; Gemäldegalerie, Berlín: 35ai; Hawkins Electrical Guide: 129b; Horemu: 129ad; Jialing Gao: 20; Museo Americano de Historia Natural, Nueva York: 61; Museo de Ciencias de Londres: 126; National Portrait Gallery, Londres: 42, 115; Photoaisa: 97ad, 97b; Joan Pejoan.

Все права защищены.

Полное или частичное воспроизведение  
без разрешения издателя запрещено.

# Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>ГЛАВА 1.</b> В поисках Божественной искры .....	15
<b>ГЛАВА 2.</b> Химическая искра .....	43
<b>ГЛАВА 3.</b> Электрическая искра .....	63
<b>ГЛАВА 4.</b> Взаимодействие между материей, электричеством и светом .....	105
<b>ГЛАВА 5.</b> Больше, чем искра гениальности .....	133
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	149
<b>УКАЗАТЕЛЬ</b> .....	151

## Введение

Планеты сформировались из элементов, варившихся в звездном котле. Некоторые из этих элементов были металлами и скрывались в недрах мира. Именно расплавленное металлическое ядро своим вращением превратило нашу планету в гигантский магнит. Все, что находится на Земле, окружено невидимым магнитным полем, образовавшимся вследствие движения незримых волн. Некоторые культуры, например китайская в классический период, смогли обнаружить это невидимое поле и даже использовали часть его свойств для навигации, но его природа оставалась загадкой в течение многих веков.

В XIX веке все известные знания об этом невидимом и неуловимом поле радикально изменились благодаря оригинальному и удивительному вкладу человека, родившегося в 1791 году, за 100 лет до введения понятия электрона. Мы говорим об английском гении экспериментальной физики Майкле Фарадее.

Так же как и магнитное поле, сила электричества, несмотря на свою беспрестанную работу в течение более чем 13 миллиардов лет, оставалась для человечества тайной, для разгадки которой требовалось проникнуть сквозь атомы, составляющие все сущее. Хотя электрические эффекты можно было наблюдать повсюду, но поскольку положительные и отрицательные элек-

трические заряды стремятся к взаимному равновесию, главное оставалось скрытым. Фарадей не только выявил электрические эффекты, но и показал их неразрывную связь с магнетизмом.

Этому ученому мы обязаны открытием закона индукции, носящего его имя. Согласно закону, переменное магнитное поле создает электрическое поле. Фарадей первым доказал, что магнитное поле может порождать электрический ток. Он изобрел электродвигатель и динамо-машину, навсегда изменившие жизнь человечества, он доказал, что между электричеством и химическим взаимодействием существует связь, он изучал влияние магнетизма на свет. Все эти достижения были совершены человеком, не получившим академического образования и не имевшим особых математических знаний. Фарадей представил все свои открытия в виде описаний с рисунками и схемами, ни разу не прибегнув к уравнениям.

Этот ученый был не только великим экспериментатором, но и просветителем. Он занимался распространением своих идей и даже читал Рождественские лекции для юношества, поскольку полагал, что наука не должна скрываться от народа в элитарных учреждениях. Эти рождественские лекции проводятся по сей день, в них участвуют многие ученые и просветители, такие как Карл Саган или Дэвид Аттенборо. На первой рождественской лекции в 1826 году говорилось об одном из самых популярных утверждений: свеча иллюстрирует все известные физические процессы. Пользуясь этим образом, можно сказать, что Фарадей был свечой для всей Англии, и даже больше — ослепительной искрой, навсегда принесшей свет в наш мир.

Благодаря Фарадею стало популярным такое физическое понятие, как *магнитное поле*, а также многие другие, которые ученый ввел с помощью своего друга-филолога Уильяма Уэвелла для обозначения открытых явлений. Майклу Фарадею мы обязаны такими терминами, как ион (электрически заряженный атом), катион (положительно заряженный атом), анион (отрицательно заряженный атом), электролиз, катод, анод, *диэлектрик* (или *диамагнетик*). Термин *электричество* происходит от греческого слова *электрон*, означающего «янтарь», электри-



ческие свойства которого были открыты в Древней Греции. С тех пор до XVIII века понимание электрических явлений мало продвинулось вперед. Важных открытий в этой области не было сделано в течение такого долгого периода, потому что занятия наукой далеко не сразу превратились в реализацию систематических экспериментов. При всей малой изученности электричества были изобретены телефоны, телеграфы, лампочки и даже электродвигатели. Впрочем, до прихода великого экспериментатора Фарадея электричество относилось к области оригинальных развлечений. Ученые XVIII века разработали аппараты для получения небольшого электрического заряда и устройства для аккумуляирования заряда. Великосветские салоны развлекались тем, что проводили опыты по электростатике, во время которых летели искры, бились в судорогах или погибали от тока индюшки. Некоторые дамы прогуливались по Парижу в остроконечных шляпах, с которых свисал провод в качестве громоотвода.

Похожую судьбу имели и магнетические явления, первые сведения об изучении которых мы находим у Фалеса Милетского в VI веке до н. э. Слово *магнетизм* происходит от названия греческого города Магнисии, известного залежами магнетита — природного магнита. Существует и другая версия происхождения названия, связываемая с Плинием Старшим, римским мудрецом I века. Согласно ей, магнетизм был открыт пастухом Магнусом, посох которого имел металлический наконечник и был притянут скалой, когда пастух поднимался в горы со своим стадом. До XVI века знания о магнетизме росли так же медленно, как и знания об электричестве. Англичанин Уильям Гильберт заложил основы современного изучения магнетизма, в частности открыл, что Земля ведет себя как магнит планетарного масштаба.

Фарадей наблюдал электрические и магнитные явления как набор свойств, в котором его проникательный взгляд видел Божественное вмешательство. Эта проникательность, подкрепленная верой, позволила Фарадею бросить вызов непрекращаемому авторитету Ньютона, что в то время было вдвойне оскорбительно, ведь вызов бросал человек, не слишком хоро-

шо разбирающийся в математике. Однако эта интеллектуальная смелость, наверное, самого скромного ученого своей эпохи привела к удивительным последствиям: Фарадей изменил ход промышленной революции, жертвой которой чуть не пал сам из-за своего низкого происхождения, и повернул историю к Эре электричества. Это была новая эра, в которой работники не должны были трудиться, как рабы, ради жалования, а люди самого скромного происхождения наконец-то получили доступ в храм знаний согласно своим интеллектуальным способностям и независимо от своей фамилии.

Изучая работы Фарадея, мы понимаем, что их нельзя считать результатом везения или случайных совпадений, плодом высокого интеллекта, опирающегося на религиозную целостность личности. Не все в них — результат поисков неутолимого свободного разума. В Фарадее мы, прежде всего, открываем жертвенность и упорство. Замечательны его достижения в других областях науки: в химии — сжижение газов, в оптике — установление взаимодействия света и магнетизма, описание диамагнетиков, изобретение клетки, которая сейчас носит его имя и широко используется в лифтах, микроволновых печах или самолетах. Долгие годы работы не истощили его разум, продолжавший безустанно трудиться до последних дней: Фарадей поддерживал переписку с десятками ученых и исследователей, сотрудничал с коллегами в разных проектах (в том числе при прокладке телеграфного кабеля, соединяющего Европейский континент с Америкой), вдохновлял своими бесчисленными лекциями и статьями молодых ученых, многих из которых ждала блестящая карьера. Самым выдающимся среди них стал Джеймс Клерк Максвелл, который перевел все идеи Фарадея, касающиеся электромагнетизма, на язык математики. Впоследствии даже Эйнштейн признавал, что находится в долгу перед Максвеллом и Фарадеем.

Все эти интеллектуальные подвиги ученый совершал в весьма методичной и аккуратной манере. Он позволил себе всего лишь один небольшой перерыв в возрасте 49 лет, когда он испытал глубокое интеллектуальное и физическое переутомление — кстати, в том же возрасте похожий кризис пережил



и Ньютон. Жизнь Фарадея была настолько упорядоченной, что даже его *Дневник* — блокнот, в котором он делал заметки в течение 30 лет, — представляет собой последовательность параграфов, пронумерованных от 1 до 16041. Иногда кажется, что Фарадей подпитывал свою неистощимую энергию от одной из динамо-машин, которые сам и разработал. Ученый пожертвовал даже своим медовым месяцем, чтобы не упустить часы занятий в лаборатории. Для него не существовало ничего, кроме науки, и все свои силы он направлял на исследования и распространение знаний.

Такая неустранимость, преданность, страстное стремление передать научное знание, вывести его за стены учебных заведений для аристократов, которые занимались наукой как хобби, превратили Фарадея в героя академической и популярной науки. Его беседы и лекции были лишены натужного пафоса, сложных уравнений, понятных только специалистам. Ученый применял стратегии, которые сегодня используют шоумены или ведущие бизнес-тренингов; как говорил Джордж Оруэлл, «когда вы делаете глупое замечание, его глупость должна быть очевидна даже для вас». Фарадей был хорошим человеком, всегда доброжелательным и вежливым. Все, кто его знал, отзывались о нем как о гражданине с безукоризненными моральными принципами, он всегда заботился о том, чтобы поступать правильно, и мало ценил мишуру успеха.

Благодаря Фарадею наука стала профессией, а не просто увлечением любителей с неограниченными финансовыми возможностями. Грандиозный перечень устройств, возникших на основе его изобретений, позволял сократить время работы дома и на фабриках, так что благодаря ученому у людей появился досуг, который многие могли посвятить науке, при этом сам интерес людей к знаниям был вызван образовательной деятельностью все того же Фарадея. В конце концов, это стало одним большим импульсом для Британии, который позволил этой стране — небольшой и не такой густонаселенной, как Франция, Япония или Китай, — получить абсолютное мировое первенство.

Основным двигателем научной деятельности больше, когда-либо, стали талант и любознательность. В жизнь воплощены слова из романа Сибил Бедфорд: «Законы Всенной — вот с чем мог встретиться каждый, удобно расположившись в своей мастерской, устроенной за стойлом хлева». фраза приобретает еще больший смысл, если мы перенесем в Лондон того времени, в маленький дом рядом с конюшней где Фарадей провел свое детство. Жилище его родителей больше напоминало старый сарай и было совсем не похоже на престижный Королевский институт Великобритании, расположенный в том же городе. Однако сейчас в Королевском институте, основанном в 1799 году для развития и распространения науки, которая долгое время находилась под запретом низших слоев населения, располагается музей Фарадея с хранившейся лабораторией и оригинальными аппаратами того — символ того, что наука не признает деления на классы. Ученый благодаря своему авторитету стал связующим звеном между двумя мирами, его уважали как любители из низших слоев, так и самые высокопоставленные коллеги.

Таким образом, Фарадей вызвал как научную, так и социальную революцию, хотя сам он возражал бы против такого признания заслуг: всю жизнь ученый отрицал важность своих работ и принимал бесчисленные знаки отличия буквально стиснув зубы.

Майкл Фарадей стал искрой, наэлектризовавшей нацию и общество своей эпохи. Может быть, не вопреки, а именно благодаря своей набожности он, словно Прометей, возманил на Олимп и украл у богов для людей огонь — технологическую искру, которая заставила гореть лампочки и осветила мир, погруженный во тьму.

- 1791** Майкл Фарадей родился 22 сентября в Ньюингтон-Баттсе близ Лондона.
- 1804** Начинает работать разносчиком газет, а в 1805 году — учеником переплетчика в книжном магазине, в подвале которого ставит свои первые научные эксперименты.
- 1812** Благодаря смелости и удаче получает возможность посещать лекции Гемфри Дэви, одного из самых популярных английских ученых.
- 1813** Добивается места личного помощника Дэви в его лаборатории в Королевском институте.
- 1814** Принимает приглашение Дэви сопровождать его в качестве личного помощника в длительной поездке во Францию и Италию. Там он знакомится с известными учеными, а по возвращении получает разрешение проводить собственные эксперименты.
- 1820** Получает постоянное место в Королевском институте.
- 1821** Женится на Саре Барнард. Чета селится на верхнем этаже Королевского института. Фарадей открывает возможность электромагнитного вращения (электродвигатель).
- 1823** Проводит серию экспериментов по сжигению газов и публикует первое фундаментальное исследование на эту тему.
- 1825** Назначен директором Королевского института. Организует Вечерние лекции по пятницам. Из отходов от китового масла выделяет бензол.
- 1829** Умирает учитель Фарадея Гемфри Дэви.
- 1831** Ученый открывает индукционное электричество (генератор), описывает все возможные формы электромагнитной индукции.
- 1832** Формулирует законы электролиза.
- 1837** Изучает диэлектрики и открывает удельную индуктивную способность.
- 1845** Открывает диамагнетизм и вращение плоскости поляризации света в магнитном поле.
- 1851** Отстаивает физическую реальность силовых магнитных линий, догадки о которых были высказаны им самим в научном докладе, опубликованном в 1831 году.
- 1857** Ученому предлагают стать президентом Королевского общества, но он вынужден отклонить предложение из-за слабого здоровья.
- 1862** Уходит в отставку. Королева Виктория предоставляет Фарадею дом в Хэмптон-Корте, где он проводит последние годы жизни.
- 1867** Умирает 25 августа.