



Б. Франклин

1706—1790

О статическом электричестве

В течение длительного времени исследования в области электричества оставались как бы на втором плане по отношению к работам по магнетизму. Это объясняется, во-первых, большой практической значимостью такого устройства, как магнитный компас, а во-вторых, простотой демонстрации действия намагниченных тел и относительной сложностью воспроизведения электростатических эффектов. Большую роль для прогресса науки об электричестве сыграло изобретение во второй половине XVII в. электростатической машины (О. Герике). Однако систематические исследования в этой области начались лишь в XVIII в. В первой половине XVIII в. был обнаружен ряд важнейших фактов и явлений: электропроводность (С. Грей), существование двух видов электричества (Ш. Дюффэ), возможность накапливать заряд с помощью конденсатора — лейденской банки (Э. Клейст, П. Мушенбрек) и др. Особое значение имели исследования американского естествоиспытателя Б. Франклина.

Бенджамин Франклин родился 17 января 1706 г. в Бостоне в многодетной семье владельца сальной мастерской, покинувшего Англию в надежде поправить материальное положение в Америке.

Трудовая жизнь Франклина началась очень рано — с десяти лет. Сначала он работает в мастерской отца, а затем в типографии старшего брата, где мальчик получает не только возможность освоить профессию наборщика, но и доступ к книгам. Его статьи, помещенные без подписи в газете брата, неожиданно привлекают внимание публики. Юноша принимает решение начать самостоятельную жизнь и тайно от родителей покидает город. Скитания приводят его в Филадельфию, с которой оказывается связана вся дальнейшая жизнь Франклина.

В 1727 г. он организует юношеский просветительный клуб, на базе которого было создано Филадельфийское философское общество — первое научно-исследовательское учреждение в Америке. С именем Франклина связано создание первой в Америке публичной библиотеки. Постепенно Франклин становится одним из наиболее активных политических деятелей Америки. Выполняя сложные дипломатические поручения, он много сделал для победы бывшей английской колонии в борьбе за независимость. Умер Франклин 17 апреля 1790 г.

Научная судьба Франклина весьма необычна. Он не был ученым ни по образованию, ни по роду деятельности. Собственно физическим исследованиям он посвятил всего семь лет жизни (примерно 1747—1754 гг.).

Причиной обращения Франклина к исследованиям по электричеству послужил случай. В 1743 г. Франклин присутствовал на демонстрации физических опытов с электричеством неким А. Спенсером, гастролировавшим в то время по городам английских колоний в Америке. Опыты так заинтересовали Франклина, что он купил все приборы Спенсера и вместе со своими друзьями по Филадельфийскому философскому обществу приступил к исследованиям. Следует отметить, что до встречи со Спенсером Франклин ничего не знал об электричестве.

Узнав, что в Филадельфии группа молодых людей увлеклась электрическими опытами, английский ботаник и купец, член Лондонского Королевского общества П. Коллинсон прислал Франклину специальную стеклянную трубку, дававшую при трении ее большой заряд. Между Франклином, Коллинсоном и другими членами Королевского общества завязалась переписка, сыгравшая исключительно важную роль в творческой судьбе ученого. В письмах Франклин описал все свои труды и теоретические рассуждения, составившие затем его труд «Опыты и наблюдения над электричеством».

Уже в первых письмах Коллинсону Франклин сообщил об оригинальных наблюдениях, в частности об обнаружении «способности заостренных предметов извлекать и испускать электрический огонь». Очень скоро у начинающего исследователя формируется качественная теория электрических явлений, получившая название «унитарной». Согласно этой теории, «положительное» и «отрицательное» электричество (эти термины вводит сам Франклин) объясняется на основании существования одной электрической материи — «электрического огня». Избыток ее в теле приводит к положительной электризации, недостаток — к отрицательной. Чуть позже Франклин устанавливает закон сохранения электрического заряда, дает на основании своей теории объяснение принципа действия лейденской банки.

В июне 1752 г. Франклин осуществил опыт с воздушным змеем, послужившим прямым доказательством электрической природы молний. Этот опыт произвел сенсацию и стимулировал развитие электрических исследований.

Идея о молниеотводе появилась у Франклина вместе с гипотезой об электрическом происхождении молнии еще в 1748 г. В работе «Взгляды и предположения касательно свойств и действий электрической субстанции, вытекающие из опытов и наблюдений, проведенных в Филадельфии в 1749 г.» он описал возможную конструкцию молниеотвода: «... не могут ли сведения об этой силе заостренных предметов принести пользу человечеству в деле спасения домов, храмов, кораблей и т. п. от удара молний, побудив нас устанавливать на самых высоких местах

этих зданий вертикальные железные прутки, заостренные, как иглы, и позолоченные для защиты от ржавления, а от их оснований опускать вниз проволоку снаружи здания до земли или вдоль одного из винтов корабля по борту до воды? Не отведут ли острия электрический огонь из тучи тихо, быть может, еще до того, как она приблизится на ударное расстояние, и тем самым не спасут ли они нас от самого внезапного и ужасного зла!». В этих словах отражается характерная черта всего творчества Франклина — стремление к извлечению практической пользы из научных идей.

Опыты и наблюдения над электричеством

Письмо II

*Бен. Франклина, Филадельфия, члену Королевского общества
Питеру Коллинсону, Лондон*

11 июля 1747 г.

Сэр,

В своем последнем письме я уведомлял Вас о том, что при занятиях электрическими опытами мы наблюдали ряд представляющихся нам новыми явлений, о которых я обещал Вам написать, хотя, как я предвижу, они могут быть не новыми для Вас, поскольку электрическими опытами по Вашу сторону океана уже занимается множество людей, и кое-кому из них, вероятно, удалось сделать те же самые наблюдения.

Первое из них заключается в замечательной способности заостренных предметов *извлекать и испускать* электрический огонь.

Например, поместите чугунный шар диаметром в три-четыре дюйма на горлышке чистой сухой стеклянной бутылки. Подвесьте на тонкой шелковой нити, прикрепленной к потолку, прямо над горлышком бутылки, небольшой пробковый шарик, величиной с горошину; длина нитки должна быть такой, чтобы пробковый шарик соприкасался с чугунным шаром сбоку. Наэлектризуйте шар, и пробковая горошина отлетит приблизительно на четыре-пять дюймов в зависимости от количества электричества... Если в этом положении приблизить к шару острие длинного тонкого кинжала на расстояние шести-восьми дюймов, то отталкивание мгновенно прекратится и пробковая горошина возвратится к шару. Чтобы добиться такого же действия при помощи тупого предмета, Вам придется подвести его к шару на расстояние до одного дюйма, пока не проскочит искра. Для доказательства того, что электрический огонь *извлекается* острием, выньте нож из деревянной ручки и, закрепив его в палочке сургуча, подведи-

те к шару на такое же расстояние, как и раньше, или даже почти вплотную, и прежнего действия Вы уже не обнаружите: но достаточно провести пальцем по сургучу и коснуться лезвия, как горошина моментально устремится к шару...

Если Вы станете подводить острие к шару в темноте, то увидите, иногда при расстоянии между ними в один фут или даже больше, как острие начинает светиться подобно светлячку. Чем менее заострен предмет, тем ближе потребуются подвести его, чтобы увидеть свет, и как только свечение становится заметным, Вы сможете извлечь электрический огонь и уничтожить отталкивание. Если подвешенную пробковую горошину отвести в сторону электрической трубкой и затем быстро поднести к ней острие, хотя бы и на значительное расстояние, то горошина до поразительности скоро устремится обратно к трубке... деревянное острие окажет почти такое же действие, как и железное, если только дерево не будет очень сухим, потому что совершенно сухое дерево, как и сургуч, не проводит электричества.

Чтобы убедиться в том, что острия способны не только *извлекать*, но и *испускать* электрический огонь*, положите длинную острую иглу на шар, и тогда Вы не сумеете наэлектризовать его настолько, чтобы он оттолкнул пробковую горошину... либо прикрепите иглу к концу подвешенного ружейного ствола или железного прутка с таким расчетом, чтобы она выдавалась вперед наподобие крохотного штыка**. До тех пор, пока игла остается на своем месте, наэлектризовать ружейный ствол или прутки посредством подведения трубки с другого конца, чтобы получить искру, не удастся, потому что электрический огонь будет непрерывно и тихо стекать с конца иглы. В темноте Вы сможете наблюдать картину наподобие уже упоминавшейся выше.

Отталкивание между пробковой горошиной и шаром уничтожается еще и в следующих случаях: 1) если шар посыпать мелким песком (отталкивание в этом случае уничтожается постепенно); 2) если подуть на шар; 3) если его окутать дымом горячей лучины***; 4) если осветить шар свечой даже с расстояния

* Об этой способности заостренных тел испускать электрический огонь впервые сообщил мне мой изобретательный друг г-н Томас Гопкинсон (ныне покойный), добродетель и честность которого во всех делах, будь то общественные или житейские, делают навечно память о нем дорогой всем, знавшим его и умевшим ценить его.

**Этот опыт, поставленный в надежде извлечь с острия, как со своеобразного фокуса, более сильную искру, принадлежит г-ну Гопкинсону. К его удивлению, он не получил никакой или почти никакой искры.

*** Мы полагаем, что всякая частичка песка, влаги или дыма, будучи сначала притянута, а затем оттолкнута, уносит с собой дольку электрического огня, которая, однако, сохраняется в этих частичках, пока они не передадут ее куда-нибудь еще. Эта долька в действительности никогда не уничтожается... Точно так же, когда воду льют на обычный огонь, мы не считаем, что тем самым этот элемент уничтожается или исчезает; он лишь распыляется, так как всякая частичка воды уносит с собой в виде пара свою долю огня, которую она притянула и присоединила к себе.

в один фут (отталкивание в этом случае пропадает мгновенно)... Свет раскаленного древесного угля и нагретого до красного каления железа оказывает такое же действие, но только на меньшем расстоянии. Дым от кусочка сухой смолы, брошенного на раскаленное железо, не уничтожает отталкивания. Он притягивается и шаром и пробковой горошиной, создавая вокруг них красивые образования правильной формы, напоминающие рисунки из «Теории происхождения Земли» Бернета и Уистона.

Н. В. Этот опыт следует проводить в чулане с совершенно неподвижным воздухом, в противном случае он может не удасться.

Яркий солнечный свет, длительное время направляемый при помощи зеркала одновременно на пробку и на шар, совсем не влияет на отталкивание. Эта разница между действием света огня и солнца представляет собой еще одно явление, кажущееся нам новым и необычным*.

Некоторое время мы держались взгляда, что электрический огонь натираением не создается, а только собирается, будучи на самом деле элементом, рассеянным среди другой субстанции и притягиваемым ею, в частности водой и металлами. Нам даже удалось обнаружить и показать на опыте его приток к электрической сфере и отток от нее при помощи маленьких легких вертушек, по форме напоминающих колеса ветряной мельницы. Их лопасти были сделаны из плотной бумаги и насажены под углом на ось из тонкой проволоки, вокруг которой они свободно вращались. Подобные вертушки с таким же успехом могут иметь форму колес водяной мельницы. Об устройстве и применении таких вертушек, а также о различных наблюдавшихся при этом явлениях можно было бы, если бы я располагал временем, написать целый лист**. На невозможность наэлектризовать самого себя (даже если стоишь на подставке из воска) путем натирания трубки или извлечь из нее электрический огонь, приблизив её к человеку или предмету, стоящему на полу, и т. д. мы обратили внимание еще за несколько месяцев до получения остроумной книги г-на Уотсона «Следствие». Как раз о некоторых подобных вещах я и собирался написать Вам... Теперь же мне остается только указать на некоторые особенности, о которых ничего не говорится в этой книге, да дать еще свои пояснения к ним, хотя, пожалуй, вполне можно было бы обойтись и без них.

* Эта разница в воздействии вызывается, вероятно, не различной природой света, а скорее тем, что частицы, отделяющиеся от свечи, сначала притягиваются, а затем отталкиваются и уносят с собой электрическую субстанцию, а также и тем, что с разрежением воздуха между светящимся углем или нагретым до красного каления железом и наэлектризованным шаром электрическая жидкость протекает легче.

** Об этих опытах с вертушками мне сообщил мой уважаемый и изобретательный друг г-н Филипп Синг. Позже мы обнаружили, что движение этих вертушек объясняется не притоком или оттоком электрической жидкости, а разными обстоятельствами, связанными с притяжением и отталкиванием (1750).

1. Человек, стоящий на подставке из воска и натирающий электрическую трубку, равно как и другой человек, тоже на подставке из воска, извлекающий огонь (при условии, что они стоят, не соприкасаясь друг с другом), должны быть оба наэлектризованы по отношению к человеку, стоящему на полу. Таким образом, последний почувствует искру при прикосновении к любому из них своим пальцем.

2. Но если люди, стоящие на воске, будут соприкоснуться друг с другом при возбуждении трубки, то никто из них не будет наэлектризован.

3. Если же они дотронутся друг до друга после возбуждения трубки и извлечения огня, как об этом говорилось выше, то между ними проскочит более сильная искра, чем между любым из них и человеком, стоящим на полу.

4. После такой сильной искры ни один из этих двух людей уже не будет наэлектризован.

Эти явления мы пытаемся объяснить следующим образом. Предположим, как это уже говорилось, что электрический огонь является распространенным элементом и что все три упоминавшихся выше лица имели равные его доли до начала всяких манипуляций с трубкой. Человек *A*, стоящий на восковой подставке и натирающий трубку, передает находящийся в нем самом электрический огонь стеклу. Сообщению этого человека с окружающими предметами препятствует воск, в связи с чем запасы электрического огня в его теле не могут быть пополнены незамедлительно. Человек *B* (тоже стоящий на подставке из воска), проводя пальцем вдоль трубки, приобретает огонь, полученный стеклом от *A*, а поскольку его сообщение с окружающими предметами также предотвращено, оно сохраняет полученное им дополнительное количество электричества... По отношению к человеку *C*, стоящему на полу, оба они кажутся наэлектризованными, ибо он, обладая только средним количеством электрического огня, извлечет искру при приближении к *B*, у которого имеется избыток, и испустит искру в направлении к человеку *A*, который испытывает недостаток электрического огня. Если *A* и *B* приблизятся друг к другу, то искра получится сильнее, потому что разница между ними больше. После такого соприкосновения искра между любым из них и *C* уже проскочить не может, потому что количество электрического огня во всех трех из них свелось к исходному. Если они соприкасаются при электризации, равновесие при этом не нарушается, так как происходит только циркуляция огня. Отсюда мы вынуждены были ввести некоторые новые термины. Мы говорим, что *B* (или любой предмет в таких же условиях) наэлектризован *положительно*, а *A* — *отрицательно*, или, предпочтительнее, *B* наэлектризован *плюс*, а *A* — *минус*. И мы каждодневно в наших опытах электризуем предметы *плюс* или *минус*, как это нам бывает нужно. Чтобы электризовать *плюс* или *минус*, требуется знать лишь только то, что части трубки или шара, которые

натираются, притягивают в момент трения электрический огонь и, значит, забирают его из предмета, которым производится натирание. Эти же самые части, как только прекратится их натирание, стремятся отдать полученный ими огонь любому предмету с меньшим его количеством. Следовательно, вы сможете осуществить его кругообращение, как это показал г-н Уотсон. Вы в состоянии также накапливать его на любом предмете или отводить его из такого предмета, соединив последний с предметом, которым осуществляется натирание, или с приемником при условии отсутствия сообщения с окружающими предметами. Нам думается, что изобретательный джентльмен впал в заблуждение, представив себе (в своей книге «Следствие»), что электрический огонь притек по проволоке с потолка к ружейному стволу, отсюда к шару и таким образом наэлектризовал машину и человека, вращающего колесо, и т. д. Мы же полагаем, что он был *отведен*, а не поступил посредством проволоки, и что машина, человек и т. д. были наэлектризованы *отрицательно*, т. е. содержали в себе меньше электрического огня, чем окружающие предметы.

Поскольку корабль вот-вот должен отплыть, я не успею написать Вам столь обстоятельный отчет об американском электричестве, как мне хотелось бы. Упомяну лишь еще о немногих подробностях. Мы считаем, что банку¹ лучше наполнять не водой, а свинцовой дробью. Тогда ее проще нагревать и сохранять нагретой и сухой во влажном воздухе... При помощи провода банки мы зажигаем спирт... Мы зажигаем только что погашенные свечи, пропуская искру между проводом и нагарником... Мы воспроизводим молнию, перемещая провод в темноте над фарфором с золочеными цветами или прикасаясь им к позолоте рамы зеркала... Мы электризуем человека двадцать с лишним раз подряд прикосновением пальца к проводу. Это делается следующим образом. Он стоит на подставке из воска. Дайте ему в руки наэлектризованную банку. Прикоснитесь пальцем к проводу, а затем к его руке или лицу — всякий раз проскакивает искра*.

Мы в громадной степени увеличиваем силу электрического поцелуя следующим образом. Пусть *A* и *B* стоят на воске, или *A* — на воске, а *B* — на полу. Дайте в руки одному из них наэлектризованную банку, а другой пусть возьмется за провод, и тогда возникает небольшая искра. Но если они сблизятся губами, то почувствуют удар и испугаются. То же самое получается, когда другой джентльмен *C* или леди *D*, также стоящие на воске, возьмутся за руки с *A* и *B* и подадут друг другу руки

* Когда из провода извлекается искра, количество электричества в банке уменьшается. После этого наружная часть банки извлечет какую-то его долю из человека с банкой в руках и оставит его в отрицательном состоянии. Теперь, если кто-нибудь дотронется до руки или лица этого человека, последнему возвращается равное количество электричества за счет дотрагивающегося.

для рукопожатия. Мы подвешиваем на тонкой шелковой нитке игрушечного паучка, сделанного из маленького кусочка обожженной пробки, с ножками из льняных нитей и прикрепленными к туловищу одной или двумя свинцовыми дробинками для утяжеления. К столу, над которым подвешен паучок, в вертикальном положении на одной высоте с проводом банки прикрепляется проволока на расстоянии четырех или пяти дюймов от паучка. Затем мы его оживляем, поднося к нему с противоположной стороны на то же расстояние, что и вертикальная проволока, назлектризованную банку. Он тотчас же подлетит к проводу банки, подогнет ноги при соприкосновении, оттолкнется и помчится к проволоке на столе, а затем снова к проводу, весьма забавно шевеля ножками и создавая для непосвященных полную видимость живого паучка. В сухую погоду он продельывает такие движения до часа или больше... Мы электризуем в темноте книгу с двойной линией позолоты вокруг обложек, покоящуюся на подставке из воска, и затем дотрагиваемся до позолоты пальцем. Всякий раз на всей позолоте, но не на коже, словно молния, вспыхивает огонь. Подобной вспышки не возникает, если палец приложить не к позолоте, а к коже. Свои трубки мы натираем оленьей кожей, следя за тем, чтобы это всегда делалось одной и той же стороной и чтобы, во избежание загрязнений, никогда не братья за них руками. Тогда трубки действуют безотказно и легко, не требуя особых усилий с нашей стороны, особенно если их хранить в хорошо подогнанных, плотно закрывающихся картонных футлярах с фланелевой подкладкой*. Об этом я упоминаю только потому, что в европейских книгах по электричеству сплошь да рядом о натирании трубок говорится как об утомительной процедуре. Наши шары закреплены на сквозных железных осях. С одного конца оси имеется небольшая ручка, посредством которой вы поворачиваете шар, как обычный точильный камень. Это, по нашему разумению, очень удобно, так как тогда машина занимает совсем мало места, легко переносится с места на место и может храниться, когда в ней нет надобности, в плотно закрывающемся футляре**. Правда, шар вращается не так быстро, как в случае применения большого колеса, но скорость, как нам думается, играет малую роль, поскольку несколько оборотов шара заряжают банку в достаточной степени.

Остаюсь и проч.

Б. Франклин

* Наши трубки толщиной в обхват руки сделаны из зеленого стекла и имеют длину от 27 до 30 дюймов.

** Эта простая и легкая в изготовлении машина является изобретением г-на Синга.

Комментарий

Перевод с английского сочинения Б. Франклина выполнен В. А. Алексеевым. Отрывок воспроизводится по изданию: Франклин Б. *Опыты и наблюдения над электричеством*. М., 1956.

Франклин имеет в виду лейденскую банку, которую иногда называли также бутылкой.

Литература

- [1] Сочинения Б. Франклина:
 - а) Benjamin Franklin's Experiments. Ed. by I. B. Cohen. Cambridge (Mass.), 1941.
 - б) The Works of Benjamin Franklin. Vol. 1—10. Boston, 1840.
- [2] Cohen I. B. *Franklin and Newton*. Philadelphia, 1956.
- [3] Иванов Р. Ф. Франклин. М., 1972.
- [4] Радовский М. И. Вениамин Франклин. М. — Л., 1965.

Голин Г. М., Филонович С. Р.

Классики физической науки (с древнейших времен до начала XX в.): Справ. пособие. — М.: Высш. шк., 1989. — 576 с.: ил. ISBN 5-06-000058-3