

ПРЕДИСЛОВИЕ

Телеграф, телефон, радиосообщение, электрическое освещение и отопление, электроавтомобили, трамваи, электровозы, передача работы на сотни вёрст при помощи электрического тока, электроплавка металлов и пр. и пр. приложения электричества в технике и промышленности — вот что составляет предмет изучения прикладной отрасли знания, называемой электротехникой.

Вещи все как будто серьёзные и не предназначенные для забавы. Каким же образом электротехника может быть занимательной? Интересной — да! Полезной — да! Но занимательной?

А вот увидите, что и из этой науки можно извлечь немало занимательного и без всякой скуки ознакомиться с кое-какими её данными.

Знакомство же это людям XX века нужно.

Всё шире и шире распространяется приложение электричества во всех отраслях человеческого труда, всё властнее и властнее вторгается оно в обыденную жизнь, — как же не знать основ этого приложения?

Мы, современники начала электрической эры человечества, ещё далеко не отчётливо сознали всю важность совершающегося на наших глазах процесса электрификации всех областей жизни — от заводской деятельности до театральной сцены, от взрыва на расстоянии гигантских броненосцев до укачивания ребёнка в колыбели.

И многие ли знают хотя бы в общих чертах, на чём основан этот процесс, из каких «детских» игрушек учёных прошлых столетий он возник и развился?

Все ли мы оцениваем, как должно, те неисчислимые блага, которые принесло нам использование техниками результатов на-

блюдений учёных над свойствами электричества хотя бы в виде телеграфа, телефона, электрического освещения и трамвая?

Мы уже успели свыкнуться с тем, что для освещения комнаты достаточно щёлкнуть выключателем, что трамвай в несколько минут успевает домчать нас туда, куда пешком мы бы шли более часу, что мы, не выходя из дома, беседуем с нужным нам человеком, живущим на другом конце города, и ежедневно узнаём, что случилось вчера во всём мире. Всё это совсем не кажется нам чем-то чудесным.

Вот разве ещё радиопередача поддерживает интерес общества к электротехнике, ещё не перестали мы удивляться возможности в любой глухой деревушке, на тысячи вёрст удалённой от культурных центров, слушать концерты мировых знаменитостей или лекции прославленных учёных.

Привыкнем скоро и к этому чуду электротехники, как привыкли к десяткам других.

Люди — дети, их занимает только новинка, а то, что стало обычным, перестаёт привлекать их внимание и возбуждать желание познакомиться с ним поближе.

В этой книжке я постараюсь пробудить у читателя такой интерес и показать, что не всё привычное является нам понятным и не всё повседневное лишено занимательности.

Надеюсь, что после того, как её прочтёте, у вас явится желание поближе познакомиться с законами, по которым действует электричество¹, и с методами и приёмами, с помощью которых это действие использовано техниками.

Если так, то и отлично!

Говорят: «Корни учения горьки, а плоды его сладки». Попробую убедить вас, что это правило имеет исключения, что можно без всяких формул и сухих правил начать знакомство с некоторыми проявлениями электричества и приспособлениями для использования нами этих явлений.

Попутно, может быть, вы сверх того узнаете кое-что из того, о чём трактуют учебники физики и электротехники. Такое знание, приобретённое между делом, без напряжения соображения и па-

¹ Для этого рекомендую прекрасную книгу проф. *А.В. Цингера* «Начальная физика. Первая ступень».

мяти, вам во всяком случае не повредит, даже облегчит будущее систематическое изучение этих наук.

Электротехник не найдёт в моей книге ничего для себя нового, ведь она и предназначается не для него, а для тех, кто в будущем, быть может, захочет сам стать электротехником.

На новизну описываемых в ней опытов и приборов я также не претендую, да вряд ли такая претензия и возможна.

Мне принадлежит не идея тех или иных занимательных опытов или развлечений, о которых я говорю, и приборов, которые я описываю, а в большинстве случаев лишь некоторые изменения в постановке первых и конструкции вторых.

По мере возможности я старался опыты сделать более эффектными, а приборы наиболее примитивными. Насколько это мне удалось, о том судить читателю!

За прекрасно выполненные иллюстрации к книге пользуюсь случаем принести благодарность художнику Ю.Д. Скалдину.

ВМЕСТО ВВЕДЕНИЯ

НЕЗАНИМАТЕЛЬНОЕ НАЧАЛО ЗАНИМАТЕЛЬНОЙ КНИЖКИ

Незанимательное начало — это ещё не значит горькие корни учения. Это просто необходимое вступление, да и то необходимое только для тех, кто совершенно не знаком даже с элементарными понятиями об электричестве. Тот, у кого оно есть, может перевернуть эту пару страниц, не читая.

Человека работоспособного, не любящего сидеть долго сложа руки, называют человеком энергичным. Он почти всегда в движении: возьмётся за одну работу, управится с нею, принимается за другую. Любо глядеть на такого. Наверное, он полезнее своим близким, чем какой-нибудь лентяй-лежебока. Но, конечно, нельзя работать без передышки, нельзя круглые сутки быть в движении. И самый энергичный человек временами спит или просто отдыхает. И всё-таки, хотя он в такие моменты ничем своей энергии не проявляет, но в скрытом состоянии она у него остаётся. Проснулся, отдохнул — и опять может приняться за дело.

В физике (наука об окружающем нас вещественном мире) всякую работоспособность вещества тоже называют энергией. Если это энергия действующая, могущая производить работу, например энергия расширяющегося пара, движущего поршень, энергия падающего потока, вращающего мельничное колесо, и т.п., то мы говорим об энергии движения (кинетической). Тот же пар в герметически (вплотную) запертом котле, та же вода, задержанная

плотиной, содержат определённый запас энергии в скрытом (потенциальном) состоянии.

Чем паровой котёл вместительней, тем большее количество пара он содержит, тем большую работу пар, выпускаемый из котла в машину, может произвести, тем более, стало быть, его энергия. Но работоспособность пара зависит не только от его количества, а и от температуры и, как следствие этой температуры, от его упругости, напряжённости. И в небольшом паровике находящийся под большим давлением пар может иметь такой же и даже больший запас энергии, как пар малого напряжения в большом котле.

Опять же возьмём воду. Что сто вёдер, падающих с высоты одного метра, что одно ведро, выливающееся с высоты ста метров, работоспособность проявят одну и ту же.

Значит, работа всякой энергии измеряется единицами сложными, представляющими произведение из единиц количества энергии на единицы её напряжённости (потенциала).

Электричество тоже работоспособно, это тоже вид энергии и, как всякая энергия, может: 1) находиться в состоянии покоя (статический заряд) или действия (разряд, ток) и 2) производить работу, пропорциональную своему количеству и напряжению.

А ВСЁ-ТАКИ, ЧТО ЖЕ ТАКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО?

Существует старый анекдот, как профессор спросил у студента: «Что такое электричество?» Растерявшийся юноша отвечал: «Я знал, только сейчас забыл». — «Постарайтесь вспомнить. Это крайне для меня важно, так как я и сам не знаю, что оно такое».

А другой учёный будто бы говорил: «Объясните мне, что такое электричество, а я объясню вам всё остальное».

После долгих исканий и самых фантастических предположений о сущности электричества мы, кажется, наконец узнали, что оно такое. Узнали, чтобы убедиться в невозможности определить это понятие.

Попробуйте-ка ответить на вопросы: что такое время? что такое пространство?

Скажите: пространство — это то, в чём расположены все вещи, а время — это то, в чём происходят все события. Конечно, так.

Ну, а если бы никаких вещей не существовало и никаких событий не происходило, разве это мешало бы существованию и пространства как такового и времени самого по себе?

Нечто в этом роде происходит в наши дни и с определением понятия об электричестве. Пока считали, что электричество — нечто отдельное от материи (вещества), определяли его более или менее неудачно на разные лады. В данный же момент наука пришла к удивительному выводу, что электричество и вещество — это одно и то же (определение Камферта) или, пожалуй, что наэлектризованность — такое же первичное свойство материи, как способность занимать часть пространства и существовать во времени.

Все окружающие нас тела построены из молекул, строение которых определяет физические свойства вещества; молекулы же представляют собою комбинации атомов, носителей химических особенностей, а сами атомы состоят из электронов, которым неотделимо присущ электрический заряд.

Атом — подобие солнечной системы с положительно заряженным ядром в центре и отрицательно заряженными электронами, вращающимися на определённых расстояниях вокруг положительного ядра. Пока атом содержит равные количества зарядов, он нейтрален, в нём не проявляется электрический заряд. Уменьшение числа электронов вызывает положительный заряд атомов, увеличение — отрицательный. Очень неудачно было названо электрическое состояние стекла, натёртого шёлком, положительным зарядом, а янтаря, натёртого о сукно — отрицательным. Как раз наоборот, по современным понятиям, тело, заряженное отрицательно, содержит избыток свободных электронов, а заряженное положительно — не имеет надлежащего их количества.

Итак, электричество — это первичное свойство вещества и может быть само первичное вещество.

Удовольствуемся этим «объяснением», если только оно что-либо объясняет.

Для нас, желающих познакомиться с техническими применениями электричества, вполне достаточно рассматривать его как вид энергии, не вдаваясь в философию и метафизику и не стремясь сыскать «начало всех начал».

При случае мы, впрочем, ещё вернёмся к сказанному, а теперь перейдём к самому важному для каждого экспериментатора¹ вопросу: «А как же добыть это электричество, чтобы произвести с ним какие-нибудь опыты и дать ему те или иные интересные практические приложения?»

ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Способов получения электричества имеется несколько. Наиболее общедоступный — превращение механической работы в электрическую потенциальную энергию; другими, более простыми словами, — получение электричества трением разнородных тел друг о друга. В кинетическом состоянии, в виде длительного тока, электричество получается при некоторых химических реакциях². Каждый начинающий экспериментатор сможет воспользоваться и этим способом. Оба они будут мною далее описаны. Ими, однако, не исчерпываются источники получения электрической энергии, и оба они имеют присущие им недостатки.

В приспособлениях для получения статического заряда удаётся получить лишь ничтожные количества электричества, хотя, правда, весьма высокого напряжения; в приборах, дающих гальванический ток, количество развиваемого в единицу времени электричества в миллионы раз больше, чем в электростатических машинах, но зато напряжённость его в тысячи и десятки тысяч раз меньше.

Наилучшие источники тока, дающие большие количества электричества высокого напряжения, следовательно, совмещающие в себе достоинства приборов первого и второго рода, — это механические генераторы (производители) тока вращением проводников его в магнитном поле, т.е. вблизи полюсов магнита.

Такой ток служит для электрического освещения наших квартир, и им (с соблюдением величайшей осторожности ввиду его опасности для жизни) экспериментатор, приобретший уже некоторую опытность в обращении с электрическими приспособлениями, также сможет воспользоваться при своих работах.

¹ Лицо, производящее опыт.

² Взаимодействие веществ.

Некоторое практическое значение, хотя неизмеримо меньшее трёх предыдущих способов, имеет четвёртый — нагреванием места спая разнородных металлов, развивающих при этом термоток. Никаких технических применений не имеют: пирозлектричество, т.е. электризация кристаллов нагреванием, пьезоэлектричество — электризация их же сдавливанием, фотоэлектричество, возникающее при разности освещения некоторых металлов и их соединений и т.д.

Об естественных источниках электричества, электрических рыбах, упомяну особо.

ЛЕГЕНДА ОБ ОТКРЫТИИ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

За 2500 лет до нашего времени люди, как и сейчас, ценили некоторые минералы за их прозрачность, красивый цвет и блеск. К таким ценным камням относили тогда, и совершенно неправильно, янтарь. В силу традиций о янтаре говорится и в современных учебниках минералогии, хотя давно уже стало известно, что янтарь — смола хвойных деревьев, росших на земле за миллионы лет до появления на ней человека.

Древние греки очень любили украшения и мелкие поделки из янтара, названного ими за его цвет и блеск *электрон* (солнечный камень).

Отсюда произошло, правда много позже, и самое слово *электричество*.

Способность же янтара электризоваться была открыта дочерью знаменитого философа древности Фалеса Милетского. Вот как о том рассказывает легенда: «Дочь Фалеса пряла шерсть янтарным веретеном, изделием финикийских мастеров. Как-то, уронив его в воду, девушка стала обтирать его краем своего шерстяного хитона и заметила, что к нему пристало несколько шерстинок. Думая, что они прилипли к веретену потому, что оно всё ещё влажно, она принялась вытирать его ещё сильнее. И что же? Шерстинок налипало тем больше, чем сильнее натиралось веретено. Девушка обратилась за разъяснением причины этого явления к отцу. Фалес понял, что причина в веществе, из которого сделано веретено, и в первый же раз, как к пристани Милета подошёл корабль финикийских куп-

цов, он накупил различных янтарных изделий и убедился, что все они, будучи натёрты шерстяной материей, притягивают лёгкие предметы, подобно тому как магнит притягивает железо».

Учёные нашего времени знают много других веществ, при трении которых можно обнаружить присутствие электрического заряда. Вернее, мы не знаем вещества, которое не обладало бы этой способностью хотя бы в самой слабой степени.

Начало этому знакомству со свойствами электричества положил д-р Джильберт 250 лет тому назад, а самое слово *электричество* было тогда же (в 1675 г.) предложено физиком Байлем.

Подумайте! Два с четвертью тысячелетия человечество довольствовалось скромными наблюдениями древних греков над электризацией янтаря, ни шагу не сделав дальше в этом направлении. Да и после опытов Джильберта более полутора столетия люди смотрели на электричество как на какую-то занимательную, но бесполезную в практическом отношении силу природы.

Зато как широко оно им пользуется теперь!

I. ПЕРВЫЕ ОПЫТЫ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСТВУ

КАК ПОЛУЧИТЬ И ОБНАРУЖИТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД

Воткните вертикально деревянную палочку, толщиной с карандаш, с расщепом сверху, в центр пробки от банки с горчицей. В расщеп зажмите горизонтальную спичку, а на конце последней повесьте на шелковинке шарик из бузиновой сердцевины.

Очень хорошо (но не обязательно) пробку и стойку для такого маятника проварить в парафине.

Авансом сделаем это замечание для всех вообще деревянных частей приборов, которые будут описаны далее.

Шарик вырезается из бузиновой сердцевины перочинным ножом и скатывается между ладонями. Если в тех местах, где вы живёте, бузина не растёт, замените её мягкой пробкой. Сделанный шарик проколите иглой, в ушко которой продёрнута шёлковая нить, пропустите последнюю сквозь шарик, после чего снимите иглу с нитки, завяжите нить на одном конце узелком и опустите до самого него шарик, а другой конец нити обвяжите вокруг спички на подставке.

Четверть часа с избытком достаточно для сооружения этого нехитрого прибора.

Я лично рекомендую заменить в нём тривиальные шарики небольшой хорошенькой бабочкой из вашей коллекции насекомых. Если вы её не собираете, наверно, среди ваших знакомых найдётся энтомолог-любитель, который снабдит вас засушенным и расправленным экземпляром одного из украшений наших по-

лей — золотым или голубым аргусом. Наколота на булавку, за стеклом коллекции, эта прелестная бабочка далеко не так красива, как порхающая над цветами. Можете оживить её! Снимите осторожно мотылька с булавки и в оставшееся отверстие проденьте шёлковую нить, завязав её снизу узелком. Подвесьте бабочку вместо шарика на описанную выше подставку (рис. 1) и получите оригинальный электрический маятник.

Как заставить мотылька летать, а шарик, если вы всё же предпочли обычный вид маятника, качаться, не касаясь их руками, не дуя на них, вообще не действуя на маятник непосредственно?

Будь шарик железный, его можно бы было отклонить магнитом, но ни пробковый, ни бузинный шарик, ни трупик мотылька магнитом не притягиваются.

Зато их притянет любое наэлектризованное твёрдое тело. Возьмите целлулоидное кольцо от салфетки или другую какую-нибудь безделушку из того же материала. Сам по себе целлулоид¹ не притянет маятника, в этом легко убедиться, но потрите его с силою о сукно, он наэлектризуется и при приближении к маятнику заставит бабочку порхать, а шарик откачнуться к нему навстречу.

Целлулоид можно заменить эбонитом (твёрдым вулканизированным каучуком), янтарём, канифолью, сургучом и т.п. смолистыми веществами — результат будет тот же.

Возьмите теперь отрезок толстостенной стеклянной трубки или стеклянную палочку, а если их нет, то просто аптекарский пузы-



Рис. 1.

¹ Целлулоид плавится при 80° Ц. Размягчив в горячей воде (но не на огне, так как он очень горюч) обломки целлулоидных изделий, можно из них сформировать палочку вроде сургучной.

рёк, хорошо просушите, обмыв предварительно спиртом или бензином, и насухо вытрите.

Натрите стекло газетной бумагой (ещё лучше шёлковой материей), стекло тоже наэлектризуется и притянет шарик маятника.

Однако электрический заряд в этом случае отличается от заряда смолистых веществ. Убеждаемся в этом так: зарядим шарик (для таких опытов, носящих «научный» характер, он удобнее мотылька) маятника, прикасаясь к нему смоляной (сургучной, янтарной и т.п.) палочкой; к такому заряженному «смоляным» электричеством шарiku вторично поднесём наэлектризованную смоляную же палочку. На этот раз она не только не притянет шарика, но, наоборот, оттолкнёт его от себя. Если же приблизить к нему наэлектризованное стекло, он стремительно качнётся к нему навстречу.

Есть, значит, какая-то разница между «смоляным» и «стеклянным» электричеством. Первое условились называть отрицательным, а второе — положительным.

Взяв два электрических маятника и заряжая их то одноимёнными (оба положительными или оба отрицательными) зарядами, то разноимёнными (один положительным, другой отрицательным), заметим, что при первом условии шарики, сближенные друг с другом, запротестуют против такого сближения и откачнутся один от другого, во втором — двинутся навстречу.

Как ни просты эти опыты, нельзя назвать их незанимательными: ведь они открывают нам целую новую область явлений. Область, о которой и не подозревали древние философы, и даже в наше время далеко не изученную.

НАЭЛЕКТРИЗОВАННЫЙ ПОДСВЕЧНИК

А что если попробовать наэлектризовать металл? Возьмём, например, медный подсвечник и станем ударять его каким-нибудь мехом (удобен для этого лисий хвост, а за его отсутствием хотя бы заячья лапка).

Никаких результатов! Шарик маятника не шелохнётся. Не спешите делать вывод, что металлы не могут быть наэлектризованы. Возьмитесь не за самый подсвечник, а за вставленную в него свечу

и поднимите за неё подсвечник вверх. Вот теперь бейте по нём мемом, а затем приблизьте его к шарiku маятника.

Отлично притягивает!

Отчего же такая разница?

Троньте наэлектризованный подсвечник в каком угодно месте пальцем и снова поднесите его к шарiku.

Опять не притягивает! Электрический заряд в одно мгновение ушёл со всей поверхности металла через вашу руку в землю. Металлы — хорошие проводники электричества, и, чтобы наэлектризовать их, необходимо их тщательно изолировать (отделить) от земли плохими проводниками.

Для опытов электризации металлов устройте так называемый кондуктор (проводник), насадив на стеклянную, покрытую шеллаком палочку, вставленную в деревянную или пробочную проваренную в парафине подставку, полный металлический шарик (рис. 2). Такими шариками украшают металлические кровати; их можно купить и отдельно, красная цена им пятиалтынный. Не подыщите подходящего металлического, можете взять деревянный шарик (от бильбока и т. п.) и оклеить его станиолем.

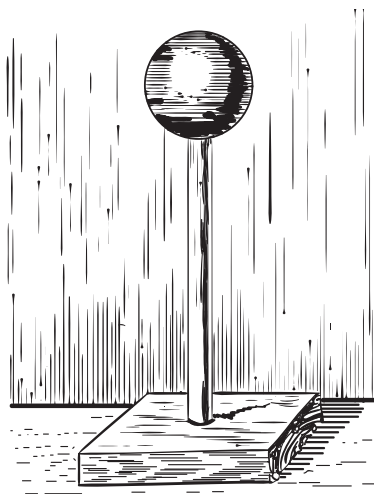


Рис. 2.

ПРИТЯЖЕНИЕ ТЯЖЁЛЫХ ТЕЛ

Во всех учебниках физики говорится, что наэлектризованные тела притягивают лёгкие предметы: пушинки, кусочки бумаги, бумажный шарик электрического маятника и т. п. А ведь это неверно! Самый незначительный заряд достаточен, чтобы притянуть и не очень лёгкое тело; надо только дать этому телу возможность двигаться, не преодолевая силы тяжести.

Можно ли это сделать? Можно, и очень просто. Если попробуете притянуть натёртой о сукно сургучной палочкой положенную

на стол медную пуговицу, её слабое притяжение не преодолеет силы, с которой земля притягивает пуговицу, и трения пуговицы о стол.

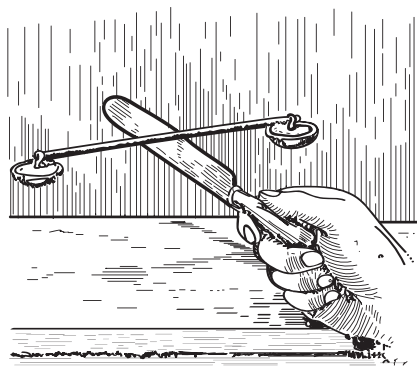


Рис. 3.

Ничего не получится и в том случае, если вы пуговицей замените бузинный шарик электрического маятника. Ведь, отводя его чечевицу в сторону, вы тем самым поднимаете её вверх, т.е. опять-таки действуете против силы тяготения.

Однако можно заставить и тяжёлую пуговицу двинуться навстречу наэлектризованному куску янтаря, стеклянной палочке и т.п., только надо, чтобы это движение происходило

в горизонтальной плоскости, чтобы, двигаясь, она не приподнималась вверх.

Обстругайте перочинным ножом деревянную палочку сантиметров в 10–15 длиною и на концы её насадите их ушками две одинаковых медных пуговицы. Уравновесьте это сооружение на острие столового ножа (рис. 3).

Теперь поднесите к любой из пуговиц наэлектризованный сургуч или другое тело, и увидите, что тяжёлая пуговица легко повернётся к нему навстречу.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ЯЙЦО

Можно сделать очень оригинальный электрический маятник из пустой яичной скорлупы. Проколите сырое яйцо иглой по концам, высосите или выдуйте через соломинку содержимое. Пустую скорлупу окрасьте в красный, синий или другой яркий цвет анилиновой краской, растворённой в спирту или в горячей воде. Укрепите скорлупу воском на конце деревянной палочки горизонтального электрического маятника вместо одной из пуговиц, она не хуже последней станет притягиваться наэлектризованными телами, если заряд их достаточно велик.