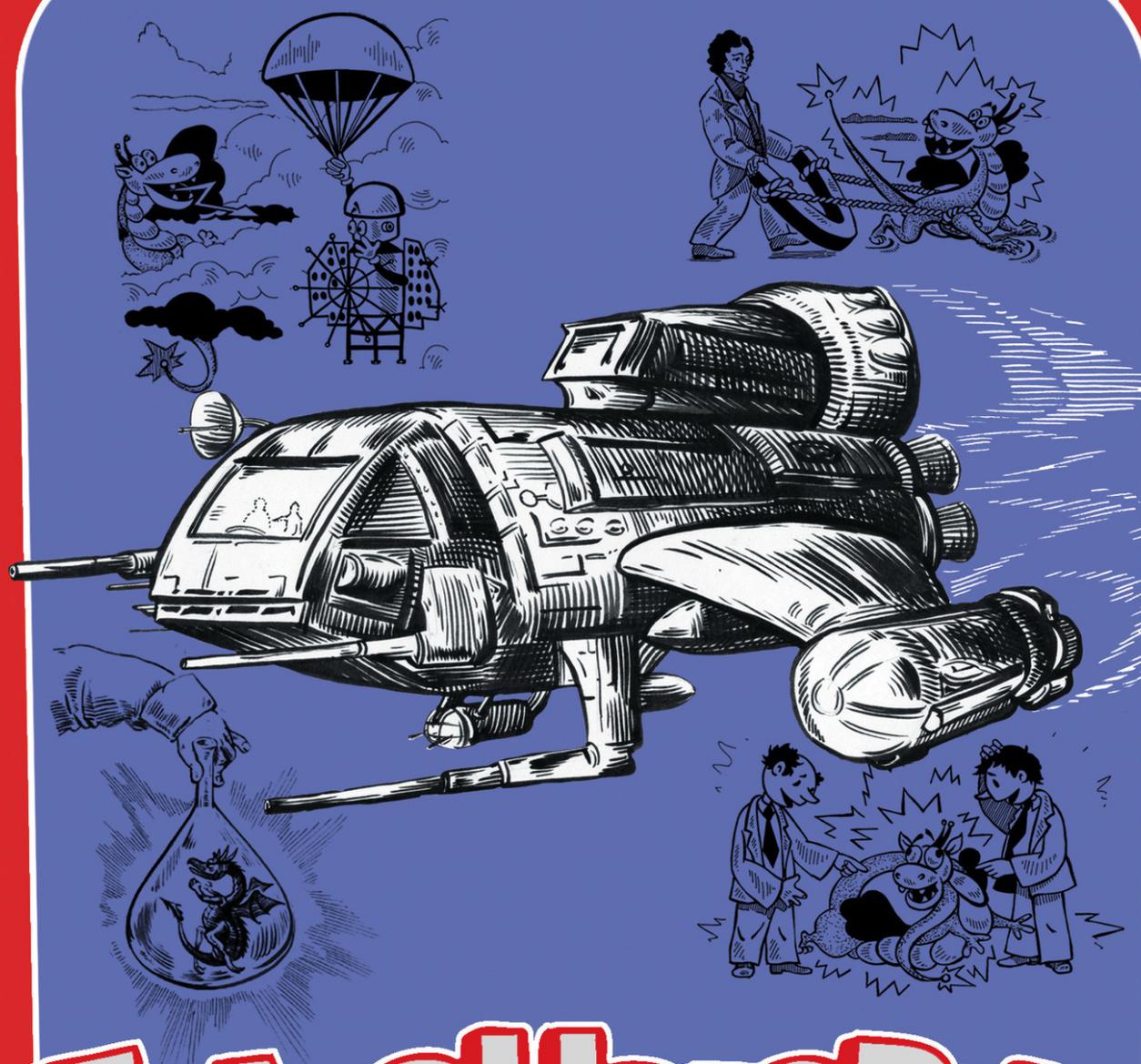


БИБЛИОТЕКА ВУНДЕРКИНДА • 100 НАУЧНЫХ СКАЗОК



ДРАКОНОБОРЦЫ

Ник. Горькавый

ИСТОРИИ О НЕРАЗГАДАННЫХ НАУЧНЫХ ТАЙНАХ

Библиотека вундеркинда. Подарочная

Николай Горькавый
Драконоборцы. 100
научных сказок

«Издательство АСТ»

2016

УДК 821.161.1
ББК 84(2Рос = Рус)6

Горькавый Н. Н.

Драконоборцы. 100 научных сказок / Н. Н. Горькавый —
«Издательство АСТ», 2016 — (Библиотека вундеркинда.
Подарочная)

ISBN 978-5-17-112426-7

На молнии, которые ослепляли ярким светом и оглушали громом, расщепляли вековые дубы, вызывали пожары и убивали, люди Средневековья смотрели со страхом, как на жестокого и сильного дракона. Кто сумел приручить этого ужасного электрического дракона, заставить его послушно бежать по проводам, мирно светить в лампочках и усердно крутить электромоторы? Это сделали учёные и инженеры, сумевшие поймать и изучить молнию. Эта книга рассказывает о них – смелых и умных укротителях молний. Эта книга научных историй особенная, она – не об ответах, а о вопросах. Она рассказывает не столько про достижения науки, сколько про нерешённые научные проблемы, про несозданные теории и неизвестные законы природы – другими словами, про ещё не открытые острова в науке. Если юный читатель хочет заняться изучением чудес космоса, исследованием динозавров или расшифровкой таинственных рукописей, то ему непременно надо прочесть эту книгу, которая может стать картой на пути к terra incognita и к разгадкам увлекательных тайн, которые нас окружают. Книга также издавалась под названием "Электрический дракон".

УДК 821.161.1
ББК 84(2Рос = Рус)6

ISBN 978-5-17-112426-7

© Горькавый Н. Н., 2016
© Издательство АСТ, 2016

Содержание

Электрический дракон	6
Сказка о трёх рыцарях-богатырях, которые решили сразиться с электрическим драконом	7
Сказка об электрической лягушке, учёном Вольте и 220?вольтах	15
Сказка о том, как открыли Фарадея, который открыл электромагнитное поле	23
Сказка о телеграфе, телефоне и Александре Белле, чей голос первым «протиснулся» по электрическому проводу	33
Радиосказка об электричестве, летящем по воздуху	41
Загадочная история о легендарном электрическом волшебнике Тесле	47
Сон химика Менделеева об электрических атомах	54
Сказка о строптивом Мёссбауэре, сумевшем заморозить ядерный процесс	65
Сказка о Камерлинг-Оннесе, преодолевшем сопротивление электричества	70
Конец ознакомительного фрагмента.	71

Ник. Горькавый

Драконоборцы. 100 научных сказок

Электрический дракон

Книга посвящается сыну Александру



Автор искренне благодарит учёных, которые стали консультантами данной книги и значительно улучшили её содержание.

Научные консультанты:

Александр Павлович **Васильков**, кандидат физико-математических наук, Илья Николаевич **Горькавый**, кандидат технических наук, Александр Юрьевич **Исупов**, кандидат физико-математических наук, Владислав Вячеславович **Сыщенко**, доктор физико-математических наук.

Особый вклад в книгу внёс Владислав **Сыщенко**, который воспроизвёл важнейший опыт Фарадея с помощью самых простых средств. Описание этого эксперимента и соответствующая цветная иллюстрация включены в книгу (эксперимент приписан Джерри – прости, Влад!).

Сказка о трёх рыцарях-богатырях, которые решили сразиться с Электрическим драконом

Испокон веков не было ничего страшнее для человека, чем сильная гроза с молниями и громом. Мрачная тёмная туча наваливалась на деревни и города, как дракон, ревела-гремела, пылала огнём, молниями, расщепляла дубы, сжигала дома, убивала людей. Все, кто мог, – прятались; все, кто верил в милосердие богов, – молились. Мыслимое ли дело – бросить вызов этому могучему и ужасному дракону? Но всегда находится среди людей тот, кто превосходит всех остальных силой, кто не боится сразиться с самым опасным врагом. Таких смелых и сильных людей в одних странах называют богатырями, в других – рыцарями.

– Неужели на самом деле нашлись богатыри... или рыцари, которые решили победить грозу и молнию? – удивилась Галатея, слушавшая вечернюю сказку, которую читала её мама, принцесса Дзинтара.

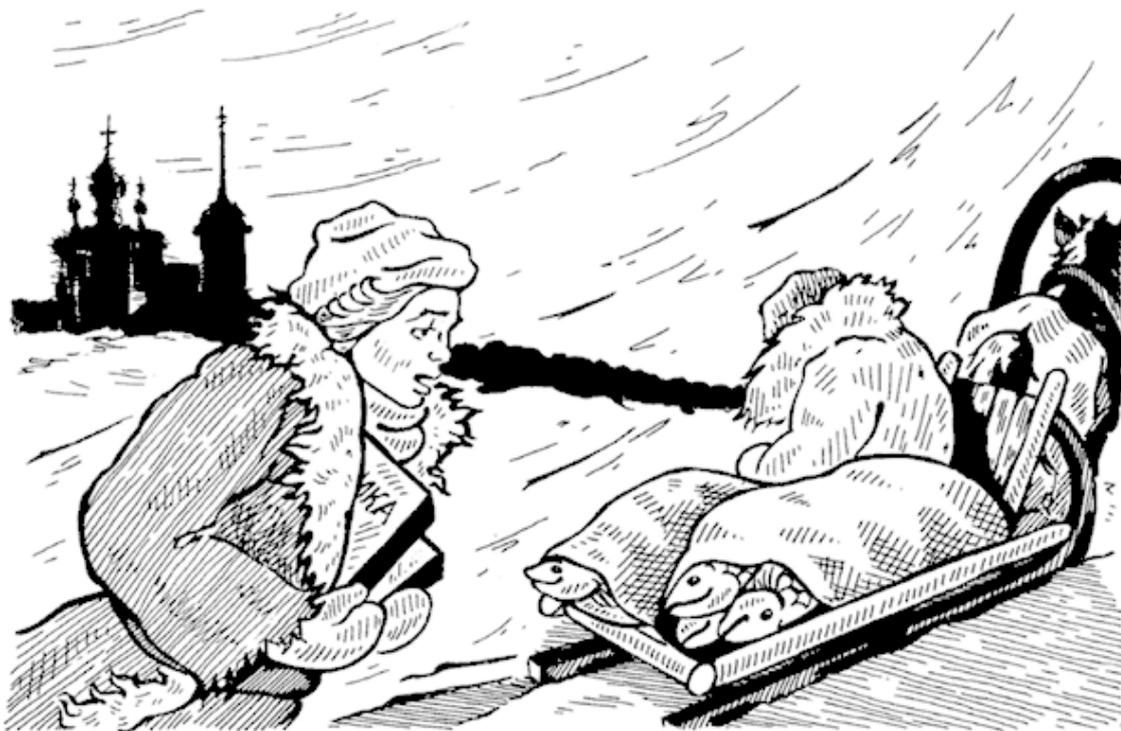
– Вечно ты перебиваешь! – укоризненно сказал Галатее старший брат Андрей. Впрочем, он был не настолько стар, чтобы не слушать мамины научные сказки.

– Да, нашлись! – с гордостью за человеческий род сказала Дзинтара. – Их было трое: русский Михайло, немец Георг и американец Бенджамен. Они не испугались грозового дракона, плюющего молниями и рычащего громом, решили узнать его слабые места и победить, чтобы он больше не причинял людям зла. А можно ли заставить это чудовище работать на человека?

– Дракона? Работать? – недоверчиво покачала головой Галатея.

– У каждого богатыря свой путь к битве с драконом. Когда Михайло, Георг и Бенджамен были подростками, никто не догадывался, что из них вырастут богатыри. Этим троих пареньков объединяли только две вещи – они были очень бедны и очень хотели учиться.

Михайло был из крестьян, он вырос в глухой деревне Холмогоры возле Белого моря – и была ему уготована отцовская судьба: ходить за сохой да тащить невод с рыбой. Но больше всего на свете Михайло хотел постичь науки, увидеть разные страны и разгадать – почему гремят грозы и отчего светят полярные сияния. Но отец даже слышать не хотел про то, чтобы отпустить сына на учение. Тогда девятнадцатилетний Михайло надел тулуп, взял котомку с двумя книжками: «Грамматикой» и «Арифметикой» – и в декабрьский лютый мороз убежал из дома. Три дня и три ночи он шёл пешком по заснеженной дороге, по санному следу, пока не нагнал рыбный обоз – и не попросился ехать с рыбаками.



– Он же мог замёрзнуть насмерть! – ужаснулась Галатея. – Или его могли съесть волки!
– Да, это был отчаянно смелый план, – согласилась Дзинтара. – Но Михайло был богатырь, и он очень хотел учиться!

В северном безлюдье, заросшем болотистым лесом, нет дорог, их роль зимой заменяли замёрзшие реки. Рыбаки из Холмогор пользовались холодами, чтобы отвезти мороженую рыбу в город.

...Убаюкивающий скрип санных полозьев по стылому снегу сменялся на громыхание и тряску, когда рыбный обоз проезжал по бугристому речному льду, с которого резкий ветер смёл снег. В санях обоза ехал рослый Михайло. Он охотно помогал толкать застрявшие в сугробах сани и собирать сушняк для костров во время ночёвок. Рыбаки знали, что парень едет в город учиться, – и посмеивались над этим у вечернего трескучего костра. «Дык, разве учение поможет поймать больше рыбы?» Михайло в ответ отшучивался и присутствия духа не терял. Вот только ночью приходили в голову разные тревожные мысли: как там живётся, в невиданном доселе городе? Справится ли он? Говорят, для учения языки надо знать хорошо: латынь, немецкий. А с этим в Холмогорах было непросто. Неграмотный отец был против мечты сына – и даже решил его женить, чтобы дурь из головы выбить. Но какая-то неодолимая сила толкала парня вперёд, в бурную неизвестность. Перерос он Холмогоры, тесно ему было там.

И вот спустя три недели после начала путешествия, в январе 1731 года, рыбный обоз прибыл в Москву.

Михайло шёл по улице и дивился. Народищу-то сколько! Дома-то какие здоровенные!

В те времена в России учёба была привилегией дворян. Чтобы учиться, Михайло пошёл на обман: подделал документы, сказался не крестьянским, а дворянским сыном. И его взяли в единственное в то время высшее учебное заведение России – Славяно-греко-латинскую академию. Малолетние ученики посмеивались над взрослым Михайло, но именно он стал самым знаменитым выпускником академии.

Следующие десять лет прошли в бедности и в упорной учёбе. Михайло Ломоносов учился в Москве, Киеве, Германии, Голландии, Санкт-Петербурге – и к своим тридцати годам

превратился из крестьянского парня в талантливого учёного, владеющего латынью и несколькими европейскими языками. Ломоносов был исключительно многогранным человеком, но исследование молний и северных сияний заняло важное место в его трудах.

Второй рыцарь – Георг родился в семье прибалтийских немцев. Он был сверстником Михаила и вообще не знал своего отца, который умер от чумы ещё до рождения Георга. Но с учением ему повезло больше – он без особых помех начал учёбу в Таллине, а продолжил в Германии. В результате он стал домашним учителем детей немецкого графа. Когда тот вместе с детьми и их учителем переехал в Санкт-Петербург, Георг очень обрадовался – ведь здесь находилась известная Санкт-Петербургская академия наук и художеств. Георг Рихман подал в академию своё сочинение по физике с просьбой принять его в академию – и стал её студентом. К своим тридцати годам Георг Рихман стал опытным учёным – и подружился с Михаилом Ломоносовым, который к тому времени уже стал профессором академии.

Третьим, кто бросил вызов молнии, стал Бенджамен. Он родился в Америке, в городе Бостоне. У его отца-ремесленника было 17 детей, а Бенджамен был пятнадцатым. Отец отдал сына в школу, но денег хватило только на год учёбы. Так как мальчуган очень любил читать, то отец определил двенадцатилетнего Бенджамена подмастерьем в типографию своего старшего сына. Мальчик печатал и сам продавал газеты на улицах Бостона. Ему очень хотелось написать что-нибудь в газету своего брата, но тот только смеялся над малолетним подмастерьем. Тогда Бенджамен написал письмо в газету от имени пожилой вдовы – и тайно подсунил письмо под дверь типографии. Письмо «вдовы» понравилось – и было напечатано. 16 «вдовьих» писем, опубликованных в газете, вызвали огромный интерес и розыски таинственной «вдовы». Когда мальчик Бенджамен признался в своём авторстве, то все пришли в восторг от его писательского таланта, только хозяин типографии оказался недоволен славой своего младшего брата, которого он даже стал поколачивать. Бенджамен ушёл из дому и отправился на юг – в Нью-Йорк, и далее – в Пенсильванию.

– Мама, как же так – уже второй герой твоей истории бежит из дому! – воскликнула Галатея.

– В те времена жизнь людей была очень трудна, – вздохнула Дзинтара. – У них не было денег на обучение. Еда и крыша над головой заботили их больше всего – и, как правило, сыновья продолжали налаженное дело отцов. Если подросток стремился к своей мечте, то он должен был взбунтоваться против этой рутины. Далеко не всегда это приводило к успеху, но без сопротивления существующему порядку вещей ни учёный, ни изобретатель появиться на свет не может. Они – бунтари по своей природе.

Жизнь бунтарей трудна. Бенджамен Франклин голодал, перебивался случайными заработками и работал подмастерьем в типографии. Он совершил путешествие в Лондон и после многочисленных приключений, в возрасте 21 года, основал в Филадельфии свою собственную типографию и стал выпускать «Пенсильванскую газету» и ежегодник с разной занимательной информацией. Бенджамен имел склонность к изобретательству – и даже сконструировал печь новой конструкции.

Достигнув сорокалетнего возраста, Франклин занялся изучением молнии и электрических явлений.

...В 1733 году француз Шарль Дюфе объявил о существовании двух видов электричества – стеклянного, возникающего от трения стекла о шёлк, и смоляного, вызванного трением смолы о шерсть.

Дюфе писал, что открыл принцип: «...проливающий свет на электрическую материю. Этот принцип заключается в том, что существует два рода электричества, одно из которых я называю стеклянным электричеством, а другое – смоляным электричеством. Первое находится в стекле, горном хрустале, драгоценных камнях, волосах, шерсти и во многих других телах. Второе – в янтаре, в камеди, шелке, нити, бумаге и в большом количестве других веществ. Характерным для этих двух электричеств является способность отталкивать и притягивать объекты. Так, если тело обладает стеклянным электричеством, оно отталкивает тела, содержащие такое же электричество, и наоборот, притягивает всё то, что имеет смоляное электричество. Соответственно смоляное электричество отталкивает смоляное и притягивает стеклянное».

Франклин, проводя свои электрические опыты, пришёл к выводу, что смоляное и стеклянное электричество являются проявлением одной субстанции – «электрической жидкости», только находящейся в разных условиях. Он ввёл понятие положительных и отрицательных электрических зарядов и выдвинул идею электрического двигателя.

Франклин изучил и объяснил действие недавно созданной «лейденской банки», которая представляла собой простейший конденсатор и могла хранить значительное количество электрического заряда. В 1750 году Франклин опубликовал работу, в которой предложил провести эксперимент с использованием воздушного змея, запущенного в грозу.

– Он решил подразнить электрического дракона! – воскликнула Галатея. – Запустить перед самым его носом игрушечного змея!

– Франклин понимал, что это очень опасно, поэтому, подняв летом 1752 года змея в грозовую тучу, он не стал дожидаться молнии, а с помощью ключа, надетого на бечеву, доказал, что гроза содержит в себе такое же электричество, что и лейденская банка.

– Как он это сделал с помощью ключа? – любопытствовал Андрей.

– Он заметил искры, исходящие от ключа, надетого на бечеву, конец которой удерживал рукой. Этот простой эксперимент позволил Франклину доказать тождество атмосферных громяющих молний и «домашнего» электричества в виде искр от лейденской банки или от шерстяной одежды зимой.

– Тем самым он смог перенести изучение небесного дракона в лабораторию!

– Верно. В лаборатории изучать электричество было гораздо безопаснее, чем в грозовой туче. Франклин понимал угрозу, которую несёт в себе мощь электрического дракона. Он, рассматривая электричество как жидкость или электрический огонь, указывал на важность заземления, то есть стока небесного электричества в землю.

Франклин сделал в своём доме первый громоотвод (или молниеотвод). Он крепился к верхней части дымохода и возвышался над ним почти на три метра. От основания этого стержня проволока толщиной с гусиное перо шла через стеклянную трубку в крыше и далее – вниз по лестнице, мимо двери спальни Франклина, к хорошо заземлённому железному насосу. Напротив своей двери Франклин сделал от основной проволоки два ответвления и подвесил на них колокольчики. Между ними он поместил латунный шар на шёлковой нитке, рассчитывая, что грозовое электричество, проходящее по проводу, заставит шарик колебаться и звонить в колокольчики. Действительно, во время грозы вся эта конструкция звенела и искрила. Кроме всего прочего, Франклин заряжал таким способом стеклянные лейденские банки для своих опытов.

– Он уже заставил работать на себя небесного дракона! – удовлетворённо воскликнула Галатея.

– Да, но пока совсем немного. Но всё равно это дракону не нравилось – и он «рычал».

Однажды Франклин был разбужен громким треском на своей лестнице. Он выглянул из двери и увидел, как латунный шарик, вместо того чтобы звонить в колокольчики, отстранился от них. Между колокольчиками проскакивали яркие искры, а потом возникла электрическая дуга толщиной в палец, которая так ярко светила, что лестница была освещена как днем. Франклин отмечал – при этом свете «можно было собирать иголки».

– Так это он открыл, что электричеством можно освещать дома? – спросил Андрей.

– Ну... в общем-то, да, хотя до изобретения первой электролампы оставалось ещё много времени. Когда Франклин уехал по делам в Лондон, он оставил свой молниеотвод...

– Вернее – драконоулавливатель! – отметила Галатея.

– ...в полной готовности к грозам. Внезапный громкий звон и яркие искры на лестнице так пугали жену Франклина, что она написала мужу письмо в Лондон с просьбой, чтобы он отключил своё электро-грозовое устройство.



Примерно в это же время к исследованию электрического дракона приступили Рихман и Ломоносов.

Для измерения электрической силы молнии Рихман изобрёл электроскоп – прибор для количественного измерения заряда, который несёт в себе молния. Он установил на доме металлический стержень, провод от которого он подвёл к своему электроскопу. Рихман, конструируя свой прибор для исследования молний, присоединил его проводом к внешнему стержню, но не стал заземлять, считая, что измерения заряда молний будут точнее без заземления.

Михаил Ломоносов, соавтор Георга Рихмана по электрическим исследованиям, установил у себя такую же «громовую машину» и занялся теоретическими исследованиями электричества и полярных сияний. Он рассматривал электрический ток как поток корпускул, чем значительно опередил современные представления об электрическом токе. Например, Ломоносов выдвинул гипотезу о связи электрических и световых явлений и задался следующим вопросом:

«Будет ли луч света иначе преломляться в наэлектризованных стекле и воде?» Эффект, который предвидел Ломоносов, действительно существует: он был открыт почти полтора века спустя шотландским оптиком Джоном Керром. Подтвердились и прозорливые идеи Ломоносова о том, что свет свечи или солнца тоже имеет электрическую природу, как и тепловые явления, – ведь в основе всех этих эффектов лежит движение мельчайших частиц материи. Ломоносову принадлежит множество выдающихся достижений в различных областях науки, например открытие атмосферы у Венеры. При наблюдении прохождения этой планеты по диску Солнца учёный обнаружил, что при сближении с краем солнечного диска возле диска Венеры вспыхнул яркий ободок, или «пупырь», вызванный рассеянием солнечных лучей в венерианской атмосфере. Это было первое наблюдательное доказательство существования атмосферы у небесного тела.

Новости о впечатляющих опытах Франклина с молнией достигли и России. К опытам Рихмана с интересом отнеслась российская императрица Елизавета – и даже выделила во дворце специальную комнату для его приборов. В этой комнате Рихман не раз демонстрировал иностранным послам и российским вельможам свои электрические опыты. Летом 1753 года, когда над Петербургом собралась гроза, императрица с вельможами решили посмотреть, как Рихман собирает энергию грозы в свой электроскоп. Рихман демонстрировал искры, которые рассыпались от его установки при грохоте молний за окном. Императрицу слегка ударило током, но Рихман успокоил её, рассказав о том, как один учёный наэлектризовал свою даму сердца, от чего в науке появилось понятие «электрического поцелуя». Придворные улыбались забавной историей, забыв о крутом нраве электрического дракона.

Опыты Рихмана и Ломоносова регулярно освещались в «Санкт-Петербургских новостях». По результатам своих электрических исследований друзья готовили совместный доклад на заседании Академии наук, которое должно было состояться в начале сентября 1753 года. Поэтому Рихман и Ломоносов старались не пропустить ни одной летней грозы.

6 августа они собрались в доме Рихмана возле установки для измерения заряда молнии, но тут Ломоносова позвали обедать жена и дочь. Он был голоден и решил отлучиться ненадолго.

С Георгом Рихманом оставался гравёр Иван Соколов.

– А зачем нужен был гравёр при таком эксперименте? – полюбопытствовала неугомонная Галатея.

– Тогда ещё не было фотоаппаратов, и научный опыт иллюстрировался рисунком в книге, который для печати должен был быть выгравирован на специальной металлической пластине. Поэтому гравёр работал как художник: он должен был увидеть происходящее, а потом перенести это на гравюру – для последующей печати в типографии.

– Значит, гравёр был живым фотоаппаратом, – кивнула Галатея, радуясь своей догадке.

– Когда разразилась гроза, Рихман стоял в тридцати сантиметрах от своего прибора. К несчастью, опыт пошёл не так, как ожидал Рихман, недооценивший силу электрического дракона. После разряда молнии, попавшей во внешний стержень, из прибора с пушечным грохотом вылетела ярко-синяя шаровая молния, которая ударила учёного в лоб. Рихман погиб, а оглушённый гравёр Соколов упал.

Соколов выполнил свою миссию и создал гравюру, на которой изобразил смерть Рихмана. Весь мир узнал про эту трагедию, а исследования атмосферного электричества были временно запрещены в России. Ломоносов, сильно переживавший из-за смерти друга и коллеги, писал: «Рихман умер прекрасной смертью, исполняя по своей профессии должность. Память его никогда не умолкнет». Ломоносов хлопотал о пенсии для семьи погибшего друга и беспо-

коился, чтобы этот трагический случай не был использован как повод для запрета научных исследований. Смерть Рихмана стала предупреждением всем исследователям атмосферного электричества и спасла жизни многих других людей.

Работы Франклина, Рихмана и Ломоносова сделали XVIII век первым веком научного исследования молний и электричества. Прежде всего, был найден надёжный и до сих пор применяющийся способ защиты от молний. Убедившись в том, что его громоотвод – или молниеотвод – хорошо защищает дом от молнии, Франклин опубликовал способ защиты от молний в своём ежегоднике «Альманах Бедного Ричарда» в 1752 году.

«Способ этот таков, – писал Франклин. – Возьмите тонкий железный стержень (каким, например, пользуются гвоздильщики) длиной достаточно для того, чтобы три-четыре фута одного конца опустить во влажную землю, а шесть-семь другого поднять над самой высокою частью здания. К верхнему концу стержня прикрепите медную проволоку длиной в фут и толщиной с вязальную спицу, заостренную как игла. Стержень можно прикрепить к стене дома бечёвкой (шнуром). На высоком доме или амбаре можно поставить два стержня, по одному на каждом конце, и соединить их протянутой под коньками крыши проволокой. Дому, защищённому таким устройством, молния не страшна, так как остриё будет притягивать её к себе и отводить по металлическому стержню в землю, и она уже никому не причинит вреда. Точно так же и суда, на верхушке мачты которых будет прикреплено остриё с проволокой, спускающейся вниз на палубу, а затем по одному из вантов и обшивке в воду, будут предохранены от молнии».

«Альманах Бедного Ричарда» имел огромный по тем временам тираж – 10 000 экземпляров. Прочитав его, многие американцы стали устанавливать на свои дома «франклиновские стержни». Во время грозы 1760 года молния на глазах очевидцев ударила в дом филадельфийского купца Уэста, снабжённый громоотводом Франклина, – и дом не сгорел, как часто бывало после удара молнии.

В Европе громоотвод приживался трудно. В 1780 году один из жителей французского города Сент-Омер установил громоотвод на крыше своего дома. Соседи через суд потребовали снять его: они считали, что, отводя молнию от своего дома, владелец громоотвода наводит её на соседей, а перед Богом все должны быть равны. И судья согласился с этим доводом!

В Англии в споры вокруг громоотводов Франклина вмешался сам король Георг III, который попросту запретил их: ведь их изобретатель Франклин выступал за независимость американских колоний Англии, чем ужасно злил английского короля.

– Значит, Георг Рихман пожертвовал жизнью, чтобы спасти других людей от молний, а другой Георг – Георг III – рискнул жизнью своих подданных из-за своих антипатий? – сказал задумчиво Андрей.

– Душевное величие человека трудно измерить каким-либо прибором, но, полагаю, что оно – увы! – не растёт с высотой общественного положения человека, – вздохнула Дзинтара. – Франклин стал политиком и внёс огромный вклад в дело независимости Америки, а также основал один из старейших университетов Америки. Ломоносов стал просветителем России и создал проект Московского университета, который сейчас носит его имя. Эти два энциклопедиста стали ярчайшими фигурами XVIII века. Эстафету электрических исследований у них подхватил другой исследователь – итальянец Вольта. Он понёс дальше искрящийся факел электрической науки.

– Мама, – воскликнула Галатея. – Давай установим у нас дома громоотвод с колокольчиками, как у Франклина!

– Нет! – решительно сказала Дзинтара.

– Ну почему... – заныла Галатея.

– Потому что первые исследователи молний показали, насколько опасно атмосферное электричество. Надо уважать знание, которое добыто такой дорогой ценой. Электрический дракон живет сейчас в розетках, но он подчиняется людям только тогда, когда они следуют определённым правилам. Стоит нарушить хотя бы одно из них – и трагедия неминуема. И главное правило обращения с электрическим драконом гласит, что с ним должны иметь дело только квалифицированные люди, прошедшие специальное обучение. Даже при этом сохраняется риск того, что дракон вырвется на волю: ведь тайна шаровых молний до сих пор не раскрыта – и никто не знает, как они возникают и что собой представляют...

– Тайна шаровых молний ещё не раскрыта... – протянула Дзинтара, и глаза её заискрились самым электрическим образом.



Примечания для любопытных

Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765) – великий русский учёный-энциклопедист, химик, физик, поэт, художник, просветитель. Создатель проекта Московского университета, который носит его имя. Исследователь атмосферного электричества. Универсальный человек.

Георг Рихман (1711–1753) – видный немецкий учёный, друг Ломоносова и исследователь атмосферного электричества. Погиб от удара шаровой молнией при эксперименте.

Бенджамен Франклин (1706–1790) – выдающийся американский учёный, политик и издатель. Исследователь атмосферного электричества и изобретатель громоотвода (молниеотвода). Универсальный человек.

Шарль Дюфе (1698–1739) – французский физик, член Парижской академии наук. Один из первых исследователей электрических явлений.

Джон Керр (1824–1907) – шотландский физик, один из пионеров электрооптики. В 1875 году он наблюдал в изотропном веществе, которое поместил в электрическое поле, явление двойного лучепреломления.

Лейденская банка – первый электрический конденсатор. Создан в городе Лейден в 1745 году голландскими учёными Питером ван Мушенбруком (1692–1761) и Андреасом Кюнеусом. Годом ранее принцип конденсатора был открыт лютеранским священником Эвальдом фон Клейстом (1700–1748).

Алессандро Вольта (1745–1827) – выдающийся итальянский учёный-физик, создавший в 1800 году первую электрическую батарею, дававшую постоянный ток, и открывший новую эру в изучении электричества. В его честь названа единица измерения электрического напряжения – вольт.

Шаровая молния – малоизученное электрохимическое явление. Представляет собой возникающий при грозах огненный шар, летящий по воздуху и несущий в себе значительное количество энергии. Смертельно опасное явление, которое послужило причиной гибели Георга Рихмана, одного из первых исследователей молнии.

Сказка об электрической лягушке, учёном Вольте и 220?вольтах

– Жила-была электрическая лягушка... – начала очередную научно-сказочную историю Дзинтара.

– Мама! – воскликнула Галатея. – Ты же рассказывала об электрических драконах! Откуда взялись лягушки?

– Ну... – задумчиво сказала Дзинтара. – Электрические лягушки тоже существуют. Они оказались очень полезны для изучения электрических драконов, поэтому без них рассказ про электричество будет неполон. С точки зрения биолога, лягушка, в качестве объекта для исследования, намного лучше дракона. Меньше кусается. Но сначала мне нужно рассказать об одном маленьком мальчике...

– Этот мальчик, случайно, не был электрическим? – спросил Андрей.

– О да! Этот малыш был самым электрическим среди других детей! – с энтузиазмом подтвердила Дзинтара, и её собственные дети недоумённо переглянулись.

– Среди живописных итальянских Альп, недалеко от швейцарской границы, раскинулось знаменитое озеро Лаго-ди-Комо. На его берегах построено множество великолепных вилл и дворцов аристократов и богатых купцов, знаменитых актеров и музыкантов. Здесь отдыхали от летнего зноя ещё римские патриции.

Озеро Комо вписано крупными буквами и в историю науки, потому что в прибрежной деревушке Варенне Итальянская академия наук проводит знаменитые научные школы имени Энрико Ферми, на которые собираются физики со всего мира.

Но самая яркая научная страница в длинной истории озера Комо связана с одним местным мальшом. В прибрежном городе Комо, который и дал имя озеру, в середине XVIII века родился мальчик Алессандро. История его рождения была весьма романтической: он появился на свет от тайного брака дочери местного графа и католического священника, которому церковные правила запрещали иметь семью.

Несколько лет мальчик вольно жил на природе, под присмотром деревенской кормилицы. Он рос весёлым и здоровым, но диковатым, начав говорить только в семь лет. В это время его отец умер, и Алессандро попал под опеку своего дяди, каноника. Тот решительно взялся за воспитание племянника, прописав ему огромную порцию латыни, арифметики, истории и правил поведения. Мальчик оказался очень смышлённым и поглощал новые знания на лету, интересуясь вдобавок искусством и музыкой. Алессандро рос впечатлительным и, узнав об ужасном Лиссабонском землетрясении 1755 года, унёшем жизни ста тысяч человек, десятилетний мальчик поклялся разгадать тайну землетрясений.

В 13 лет Алессандро испытывает потрясение от зрелища кометы, вернувшейся к Земле в 1758 году – в точно указанный англичанином Галлеем срок. Впечатлённый кометой Галлея, Алессандро Вольта обращается к трудам Ньютона и окончательно связывает свою судьбу с физикой и наукой вообще. Молнии и электрические явления очень интересовали молодого человека – он хотел объяснить их с помощью теории Ньютона и даже писал о них поэмы!

– Вот так учёный! – удивилась Галатея. – Он писал о физике стихи!

– Да. Великий римский поэт Лукреций тоже любил излагать научные соображения в виде стихов, – улыбнулась Дзинтара. – Узнав о работах Франклина, 23-летний Алессандро первым установил в Комо молниеотвод с колокольчиками, поразив этим устройством горожан.

Алессандро Вольта написал диссертацию по электрическим опытам с лейденскими банками и в 34 года стал профессором университета в итальянском городе Павии. Спустя

несколько лет он узнал об электрических опытах итальянца Гальвани, профессора Болонского университета.

Луиджи Гальвани был врачом и физиком, и на его лабораторном столе размещались и препарированные лягушки, и электрические устройства. Он был женат на Лючии – дочери своего учителя. Юная Лючия с детства привыкла к научным экспериментам в доме отца и охотно посещала лабораторию мужа. Препарировать лягушек ей не нравилось, а вот ручку электрофорной машины, которая давала такие яркие электрические искры, Лючия крутила с большим удовольствием.

Однажды Лючия извлекала искры из своего любимого прибора, а ассистент Гальвани готовил мёртвую лягушку для одного из опытов профессора. Ассистент затронул металлическим скальпелем обнажённый нерв лягушки – и лапка неожиданно задергалась. Наблюдательная Лючия заметила, что в этот момент её машина дала яркую искру – и одновременно между скальпелем и лапкой, находящихся на другом конце стола, проскочила электрическая искра.

Лючия сразу же сообщила Гальвани о своём наблюдении. Тот немедленно забыл первоначальную цель эксперимента и приступил к исследованию нового явления. К тому времени уже был хорошо известен феномен генерации электричества электрическими скатами и угрями. Гальвани тщательно изучил явление дёргающейся лягушачьей лапки и обнаружил, что она дёргается и без электрофорной машины, – если к лапке присоединить цепь из различных металлических предметов (например, железный ключ и серебряную монету).

Гальвани опубликовал свои наблюдения, сделав вывод, что искра, на которую отреагировала лапка лягушки, была вызвана «животным электричеством», созданным внутри самой лягушки.

Это заключение выглядело совершенно логичным на фоне тогдашних исследований электрических рыб. В те времена врачи даже прописывали некоторым больным целебные удары током от электрического угря – и такая медицинская процедура стоила немалых денег. Эксперименты Гальвани вызвали сенсацию среди исследователей!

Галатея хмыкнула:

– И панику среди лягушек, которые вряд ли обрадовались новости, что они оказались очень интересными электрическими лягушками!

Андрей задумчиво сказал:

– Сделав вывод, что источником тока является сама лапка, Гальвани пренебрёг наблюдением своей жены – и счёл факт того, что рядом с дёргающейся лапкой работала электрофорная машина, несущественным.

– И это пренебрежение привело к ошибке. Да, конечно, в живых существах бродят электрические токи по нервам, которые представляют собой трубки с проводящей жидкостью, но эти токи очень слабы – и после смерти уже не могут вызвать такие сокращения мышц, которые наблюдал Гальвани в своём эксперименте.

Алессандро Вольта тоже повторил опыты с лягушкой, но не согласился с заключением старшего коллеги. Алессандро предположил, что лягушачья лапа служила лишь точным электрометром – измерителем тока, а сам ток был внешним и возникал при соединении разных металлов.

– Или при действии электрофорной машины, – уточнил педантичный Андрей.

Дзинтара заметила:

– Этот момент научных исследований всегда меня занимал. Как единственно верная идея приходит в голову учёного, освещая совершенно иным светом обсуждаемые эксперименты?

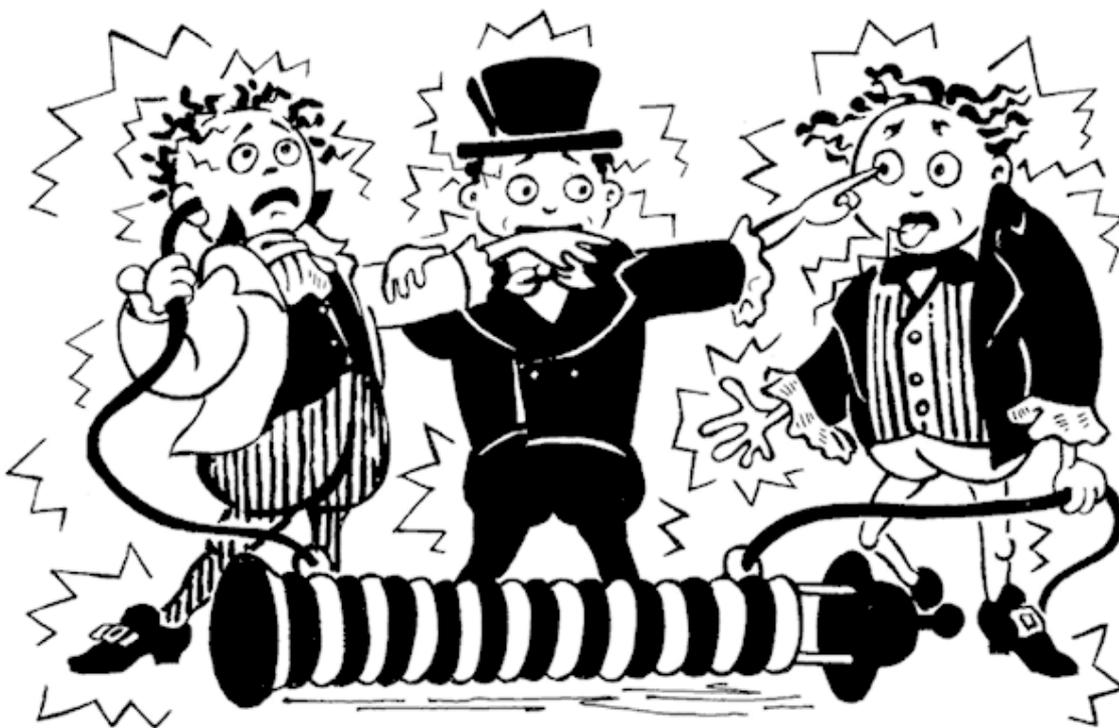
Нужно отметить, что настоящему учёному непременно нужно знать очень многое – иначе он не сумеет свести разные явления в одну картину. Вольта был очень хорошо образован и

знал об опытах швейцарского врача Жан-Жака Зульцера, который сообщал, что если положить на язык соединённые кусочки олова и серебра, то на языке появится кислый вкус, в то время как по отдельности олово и серебро такого ощущения не вызывают. Вольта заподозрил, что здесь происходит тот же электрический процесс, что и в опытах Гальвани, – только мёртвая лягушка «заменяется» живым языком. Он повторил опыт Зульцера и ощутил, как он пишет: «вкус электричества» или «такой же кисловатый вкус, что и при приближении языка к кончику искусственно наэлектризованного проводника...».

Вольта экспериментировал с серебряными ложками, золотыми монетами, цинковыми и оловянными пластинками...

В одном из экспериментов он взял четырех помощников и выстроил их на полу, покрытом изолятором – смолой. Первый взял в мокрую руку цинковую пластинку, а пальцем другой руки коснулся языка второго помощника.

- Пальцем – в язык? – поморщилась Галатея.
- Наука требует жертв! – ответил Андрей.



– Второй помощник прикоснулся мокрым пальцем к главному яблоку третьего помощника. Тот вместе с четвёртым держали в руках свежесъеденную лягушку. Четвёртый помощник в свободной руке держал серебряную пластинку – и когда он прикоснулся ею к цинковой пластинке в руке первого помощника, то лягушка дёргалась, во рту второго помощника появлялся кислый вкус, а третьему казалось, что из его глаз сыплются искры.

- Спасибо науке, что не заставила держать дохлую лягушку во рту! – проворчала Галатея.
- Не будь такой капризной, тебе же сказали – лягушка была свежей! – укорил брат сестру.

– Этот эффектный опыт убедил Вольту, что источником электричества стали два соединённых куса разных металлов. Но как сделать эффект сильнее? Вольта опустил в раствор серной кислоты электроды из цинка и меди, соединённые проводом. Цинковый электрод стал рас-

творяться, зато возле медного электрода стали подниматься пузырьки. Вольта легко убедился, что по проводу пошёл ток!

– Почему между двумя пластинками, попавшими в кислоту, возник электрический ток? – удивилась Галатея.

Дзинтара стала объяснять:

– Что происходит в растворе серной кислоты, в которую опущены цинковая и медная пластинка, соединённые проводом? Молекула серной кислоты H_2SO_4 плавает в воде как хищная рыба. Эта молекула состоит из атома серы, к которому прочно присоединена двойными связями пара атомов кислорода. Ещё два атома кислорода прикреплены к атому серы единичной связью. Другая связь атомов кислорода занята парой атомов водорода. В растворе серной кислоты эти атомы водорода могут отрываться и плавать в виде двух положительно заряженных протонов. Когда молекула серной кислоты теряет два своих атома водорода, у неё «портится характер» – она становится свободным радикалом или отрицательным анионом SO_4 . Этот анион ужасно агрессивен: если он встречает на своём пути металлический электрод, то он набрасывается на него, как пирания.

– Как пиранион! – придумала новое слово Галатея.

– Анион, или свободный радикал, орудуя парой свободных связей кислорода как зубами или клешнями, выкусывает из металлической стенки положительно заряженный атом металла. Присоединив к себе атом металла, анион «успокаивается», превращаясь в малоактивный сульфат, или соль этого металла. Металлический электрод, у которого кислота откусила положительный ион, остаётся с парой лишних электронов – и оказывается заряженным отрицательно. Благодаря этому, он притягивает к себе положительные ионы водорода или протоны, отдавая им электрон и превращая в пузырьки водорода. Поэтому если положить в серную кислоту кусочек цинка, то он начнёт пузыриться водородом. Но ситуация кардинально меняется, если в кислоту опустить медную пластинку – и присоединить её проводом к цинковому электроду. В такой паре пузыри водорода выделяются только на медном электроде, в то время как цинковый электрод будет быстро темнеть, разрушаемый кислотой.

– А почему водород перестаёт пузыриться на цинковом электроде? – спросил Андрей. – Ведь он выделялся, пока не был опущен медный электрод.

– Когда медный электрод появился в растворе кислоты, то часть электронов из разрушающегося цинкового электрода перебежала на него, зарядив медь отрицательно. И тогда медь тоже стала притягивать к себе плавающие в растворе кислоты ионы водорода и снабжать их электронами – отчего они образовали молекулы водорода и пузырьки.

– Не понимаю, – нахмурилась Галатея. – А почему медный электрод не разрушается в кислоте?

– Хищные анионы атакуют оба электрода, но от цинка или железа им откусывать ионы гораздо легче, чем от меди или серебра. Поэтому цинковый электрод заряжается быстрее медного и по проводу перебрасывает на него избыток своих электронов. А отрицательный заряд отталкивает от медного электрода хищные анионы, которые тоже заряжены отрицательно.

...Убедившись, что чашка с кислотой и парой электродов даёт ток, Вольта стал экспериментировать с цепью из таких чашек, а потом придумал конструкцию, которая была удобнее при опытах. Он взял медную и цинковую пластинки, разделил их войлоком, смоченным серной кислотой, и получил простой элемент, вырабатывающий электричество. Сложив несколько таких элементов в столбик, Алессандро Вольта создал конструкцию, которая стала всемирно известна как «вольтов столб».



20 марта 1800 года Алессандро Вольта послал письмо президенту Лондонского королевского общества. Письмо, озаглавленное: «Об электричестве, возбуждаемом простым соприкосновением различных проводящих веществ», гласило: «Имею удовольствие сообщить Вам, сеньор, а через Ваше посредство и Королевскому обществу о некоторых поразительных результатах, полученных мною... Главный... это создание прибора, который по своим действиям, то есть по сотрясению, испытываемому рукой и т. п., сходен с лейденской банкой или со слабо заряженной электрической машиной, но который, однако, действует непрерывно, одним словом, дает непрерывный поток электрического флюида».

Президент Королевского общества баронет Джозеф Бэнкс показал письмо Вольты своим друзьям – лондонскому врачу Энтони Карлейлу и инженеру Уильяму Никольсону. Те загорелись идеей Вольты – и уже 30 апреля сложили по его описаниям столб из семнадцати пар пластинок и ткани, смоченной серной кислотой.

– Сделаем какой-нибудь эксперимент с этим «вольтовым столбом»! – предложил Энтони.

Уильям в это время, чертыхаясь, отмывал под струей воды обожжённый кислотой палец. Джозеф, спокойно покуривая трубку в удобном кресле, сразу согласился с этим предложением. Уильям взял стеклянную трубку с водой, заткнул её пробками, через которые пропустил латунные проводки, – и присоединил провода к разным полюсам вольтовой батареи. Одна латунная проволока в воде начала темнеть и покрываться налетом, от другой побежали пузырьки какого-то газа.

– В состав воды входит водород! – сказал Джозеф. – Ага, – мрачно сказал Уильям. – Я слышал, что он взрывается.

– Надо проверить! – добродушно сказал Джозеф из кресла.

Уильям смешал полученный газ с равным количеством воздуха и поджёг, предварительно отвернувшись. Раздался громкий хлопок, и осколки стеклянной колбы засыпали сердитого Уильяма.

– Эврика! – невозмутимо сказал Джозеф.

26 июня Джозеф Бэнкс на собрании Королевского общества обнародовал письмо Вольты. А Карлейл с Никольсоном продемонстрировали присутствующим британским учёным опыт по разложению воды. Раньше такое разложение требовало создания электрических искр из лей-

денских банок, а сейчас процесс шёл непрерывно, под действием «вольтова столба», изготовить который было чрезвычайно просто!

Королевское общество опубликовало сообщение Вольты в своих трудах в том же году – и учёные всего мира узнали о том, что электрический ток можно добывать не только с помощью гроз и трения, но и с помощью несложных химических реакций.

В 1801 году Вольту пригласили в Париж – и его путешествие по Европе стало шествием триумфатора. В каждом городе он останавливался и делал доклад о своём открытии. Парижские академики ещё до приезда Вольты воссоздали «вольтов столб» – и повторили все эксперименты, описанные Вольтой в его сообщении. Доклад Вольты и сопутствующие демонстрации прошли в присутствии императора Наполеона, который осыпал Вольту милостями и велел в его честь выбить медаль и учредить премию в восемьдесят тысяч экю. Впоследствии Вольта получил графский титул и стал сенатором Королевства Италия.

– Даже император заинтересовался опытами Вольты? Почему? – спросила Галатея.

– Вольта показывал, как дергается лапка дохлой лягушки, подсоединённая к его батарее. Когда Наполеон увидел, как электричество приводит в движение мертвое тело, он стал надеяться, что электричество сможет оживлять мертвых и сделает человека бессмертным. А императоры очень трепетно относятся к бессмертию, в первую очередь к собственному.

– Но электричество не может оживить человека, это невозможно!

– Ну, как показало будущее, электрический удар может запустить остановившееся сердце, а кардиостимулятор позволяет больному сердцу работать дольше. Так что какая-то доля правды в ожиданиях Наполеона была, хотя конечно, биологическое бессмертие слишком сложная штука, чтобы обеспечить его с помощью электрической батарейки.

С точки зрения физики, работа Вольты стала прорывом в будущее. Многочисленные академии мира, включая Петербургскую, стали выбирать Вольту в свои ряды, а лучшие университеты Европы – звать его к себе.

Уже в октябре 1800 года новость о «вольтовом столбе» достигла России, а ещё через год, осенью 1801 года, на заседании Академии наук учёный и граф Мусин-Пушкин показал немало любопытных экспериментов с батареей Вольта, состоящей из 150 элементов. Другой российский учёный, Василий Петров, построил в 1802 году батарею из 2100 элементов и впервые получил электрическую дугу.

– Её-то и наблюдал Франклин в своём доме во время грозы! – воскликнула Галатея.

– Да, только теперь это была не дикая грозовая, а полностью укрощённая, искусственная дуга.

– Домашний дракон! – сказала Галатея.

– Такую же мощную вольтову батарею британец Хэмфри Дэви построил в 1808 году – и тоже стал наблюдать электрическую дугу. За свои открытия он был возведён в ранг баронета.

– А Петров стал баронетом? – полюбопытствовала Галатея.

– С помощью вольтова столба Дэви методом электролиза открыл новые металлы – натрий и калий. По всему миру исследователи стали создавать вольтовы столбы – и новые электрические открытия посыпались как из рога изобилия.

Французский академик Араго писал в биографии Вольты: «В начале 1800 года вследствие теоретических соображений знаменитый профессор придумал составить длинный столб из кружков: медного, цинкового и мокрого суконного. Чего ожидать заранее от такого столба? Это собрание, странное и, по-видимому, бездействующее, этот столб из разнородных металлов, разделённых небольшим количеством жидкости, составляет снаряд, чуднее которого никогда не изобретал человек, не исключая даже телескопа и паровой машины».

Восемнадцатый век был веком электрофорных машин, заряженных банок и шаров. В это время человек научился создавать и хранить электрические заряды, получать искры и вызывать электрические удары. Это был век электростатики, теоретической вершиной которой стал закон о силе взаимодействия двух заряженных шаров, выведенный Кулоном в 1785 году:

«Фундаментальный закон электричества. Отталкивающая сила двух маленьких шариков, наэлектризованных электричеством одного рода, обратно пропорциональна квадрату расстояния между центрами двух шариков».

Первая электрическая батарея, созданная Вольтом в 1800 году, сделала девятнадцатый век – веком электродинамики. Учёные получили в своё распоряжение источник электрического тока, который создавался не молниями или лейденскими банками, а всего лишь несложными химическими реакциями. Этот источник был не кратковременным, а постоянным, что открывало перед исследователями огромные перспективы – и они ими с успехом воспользовались. XIX век стал триумфальным началом электрической эры в истории.

– Значит, Вольта загнал электрического дракона, как джинна, в бутылку, вернее, в вольтов столб – и заставил его работать на людей! – сказала Галатея.

– Да и, кроме того, Вольта нашёл прекрасный способ для всестороннего изучения этого дракона.

Дзинтара заключила:

– Наука ещё раз доказала, что природа величественна во всём и хранит свои тайны даже в таких, на первый взгляд, несерьёзных предметах, как дохлые лягушки. Дискуссия о дерганье лягушачьей лапки изменила ход истории и привела к наступлению эпохи электричества. Электричество, начавшись с легкого движения земноводной лапы, проникло во все сферы человеческого бытия, вытеснило паровые машины с заводов и железнодорожных путей, а сейчас выдавливает на обочину прогресса и автомобили с бензиновыми двигателями.

– Мама, – спросила Галатея. – А тайну землетрясений Алессандро так и не разгадал?

– Нет, – вздохнула Дзинтара. – Мы не всегда выполняем даже те клятвы, которые можем выполнить, а клятву, которую дал юный Вольта, выполнить было невозможно: мы уже понимаем, откуда землетрясения черпают свою силу, но мы до сих пор не можем предсказать – когда и где случится следующее. Из-за нашего незнания подземные толчки и сопутствующие им цунами ежегодно собирают кровавую дань с человечества.

По выражению лица Галатеи стало понятно, что она собирается немедленно заняться этой тайной, не решённой великим Алессандро Вольтой.



Примечания для любопытных

Энрико Ферми (1901–1954) – великий итальянский физик, один из создателей ядерного реактора. Лауреат Нобелевской премии по физике (1938).

Лиссабонское землетрясение – землетрясение силой 8,7 балла, произошедшее 1 ноября 1755 года в Атлантическом океане, в 200 километрах

от побережья Португалии. Толчки вызвали массовые разрушения зданий и мощное цунами до 20 метров высотой. Огромные трещины в пять метров шириной откололи город Лиссабон от суши. Землетрясение и последующие пожары унесли жизни 100 тысяч человек.

Эдмунд Галлей (1656–1742) – известный английский астроном, рассчитавший орбиты 24 комет и верно предсказавший возвращение в 1758 году яркой кометы, которая стала известна как комета Галлея.

Луcreций (ок. 99–55 гг. до нашей эры) – знаменитый римский поэт и философ. Последователь материализма и атомизма.

Луиджи Гальвани (1737–1798) – выдающийся итальянский физиолог и физик. Исследователь электрических импульсов в биологических системах.

Электрофорная машина – устройство для накопления заряда, использующее трение между двумя вращающимися дисками.

Шарль Кулон (1736–1806) – выдающийся французский физик, установивший закон взаимодействия электрических зарядов (закон Кулона) в 1785 году. Его именем названа единица измерения электрических зарядов (кулон).

Серная кислота – сильная кислота с формулой H_2SO_4 представляет собой тяжёлую маслянистую жидкость без цвета и запаха. Опасна в обращении.

Электролиз – процесс выделения на электродах, погружённых в жидкость, составных частей вещества, из которого состоит данная жидкость. Электролиз использует тот факт, что в жидкости молекулы распадаются на две противоположно заряженные частицы – ионы, которые под действием электрического поля дрейфуют к разным электродам. Катодом при электролизе называется отрицательный электрод, анодом – положительный. Положительные части молекул (например, ионы металлов) – катионы – движутся к катоду, отрицательные ионы (например, ионы кислотных остатков) – анионы – движутся к аноду.

Доминик Араго (1786–1853) – известный французский физик и астроном, член Французской академии, директор Парижской обсерватории. В честь него назван астероид (1005) Араго и кратер на Луне.

Хэмфри Дэви (1778–1829) – видный английский химик и физик, основатель электрохимии. Обнаружил несколько новых химических элементов и был президентом Королевского общества.

Аполлос Аполлосович Мушин-Пушкин (1760–1805) – русский аристократ, химик, физик и минеролог. Известен своими электрическими опытами и новым способом получения платины.

Василий Владимирович Петров (1761–1834) – русский физик и электротехник, академик Петербургской академии наук (1809). В 1802 году создал мощную вольтовую батарею в 1700 вольт, открыл явление электрической дуги и показал, что её можно использовать для освещения, а также сварки и плавки металлов.

Сказка о том, как открыли Фарадея, который открыл электромагнитное поле

К принцессе Дзинтаре в гости приехала королева Никки с мужем Джерри. Королева заявила детям Дзинтары – Галатее и Андрею:

– У меня срочное дело к вашей маме, поэтому я её забираю, а вам оставляю Джерри в качестве няньки – в ближайшие вечера он вам будет рассказывать про электричество.

– Значит, он будет электрической нянькой! – сказала весело Галатее, которая давно была с Джерри на дружеской ноге.

– Я постараюсь не сильно искрить! – пообещал Джерри. – История, которую я хочу рассказать, меня всегда поражает. Я надеюсь, что и вам она понравится.

...Однажды к дому знаменитого итальянского учёного Алессандро Вольты подкатила карета, тяжело нагруженная сундуками и чемоданами. Рядом с кучером, который правил лошадьми, сидел молодой слуга. Он спрыгнул на землю и открыл дверцу кареты. Оттуда вышел элегантный господин, а за ним – его жена, дородная и пышно разодетая дама. Сварливым голосом она отдала распоряжение слуге насчёт чемоданов, а её муж устремился к хозяину дома, который не спеша гулял возле крыльца.

– Приветствую вас, сэр Хэмфри Дэви, – сказал Вольта. – Трудна ли была ваша дорога?

Гость представил Вольте супругу, а потом, после некоторого колебания, своего молодого помощника Майкла Фарадея.

Немало часов провёл Дэви в лаборатории Вольты, где знакомился с приборами, созданными всемирно известным учёным. Майкл ходил следом и внимательно записывал пояснения Вольты, иногда задавая вопросы, которые своей глубиной удивляли хозяина.

– У вас толковый помощник! – сказал он гостю.

К этому времени Дэви уже прославился своими открытиями в области химии и электролиза, сделанного с помощью вольтова столба.

– Я уже немолод, – сказал пожилой Вольта молодому Дэви. – Я нашёл пролив в новый океан, но исследовать его придётся вам, новому поколению. Я верю, что вы откроете множество секретов этого таинственного электричества, которое вырабатывается моей батареей.

Галатее нетерпеливо спросила:

– Оправдал ли Дэви надежды знаменитого Вольты?

Джерри ответил:

– Не совсем. Элегантный Дэви был крупным учёным, но по-настоящему великим исследователем электричества стал его молодой помощник – Майкл Фарадей. Именно он сумел разгадать основные тайны электрического дракона.

– Почему же жена Дэви обращалась с ним как со слугой? – спросила Галатее.

– Небогатый Дэви, женившийся на богатой вдове, не смог или не захотел внушить своей супруге хоть немного уважения к своему помощнику. В то время Британия была разделена на классы. Леди и джентльмены были элитой, а все остальные люди считались ниже их – вне зависимости от их заслуг и талантов.

Жена Дэви не считала Фарадея джентльменом и требовала, чтобы Фарадей ел вместе со слугами и ехал не внутри, а снаружи кареты. В конце концов Фарадей не выдержал такого унижения и вернулся домой в Британию. Он стал великим учёным и вошёл в историю благодаря своим открытиям, а супруга Дэви попала в историю как образец сварливости и чванства. И не только по отношению к Фарадею: когда несколько лет спустя больной Дэви отправился в новую поездку по Европе, его супруга отказалась сопровождать его, и он поехал в путешествие

со своим братом. В дороге Дэви хватил удар, и он умер в возрасте пятидесяти лет, не выполнив многого из того, что он мог бы выполнить.

Вернёмся к Майклу Фарадею. Его жизнь была увлекательнее любого романа. Он был сыном кузнеца из лондонского пригорода и рос вместе со своими сестрами и братьями. Семья была дружной, но бедной. В 13 лет Майкл начал работать и поступил рассыльным в лондонский книжный магазин, который принадлежал французу-эмигранту Рибо. В магазине было немало научных книг, которые Майкл читал всё свободное время. Особенно ему нравились книги по химии и электричеству. Нередко в магазин приносили книги, которые нуждались в переплете. Если книга была интересной, то Майкл копировал её для себя. Рибо поощрял любознательного мальчугана. Читая книги, Майкл проводил опыты, которые там описывались.



– Но как он мог это делать? – удивилась Галатея. – Ведь у него отсутствовало оборудование.

– Конечно, Майклу по силам были только простые эксперименты, которые он мог провести с помощью инструментов и материалов из кузницы своего отца. Но отец Майкла поощрял занятия сына и помогал, чем мог: например, приобрёл для него лейденскую банку. Старший брат Майкла гордился своим младшим братом и тоже поддерживал его.

Учёные, посещавшие книжный магазин Рибо, замечали смышлёного подростка и помогали ему. Например, один из посетителей подарил Майклу билеты на лекции знаменитого Хэмфри Дэви, которые тот читал в Королевском институте. Майкл посетил несколько лекций Дэви, тщательно записал их и, переплетя в аккуратную книжку, послал Дэви с просьбой принять его на работу в институт. Этот наивный и смелый шаг Майкла принёс результат – Дэви был поражён усердием незнакомого юноши и ответил ему. Через несколько месяцев Дэви повредил глаза при взрыве в своей лаборатории – и 22-летний Майкл стал его помощником.

Майкл никогда не учился в школе или университете, но несколько лет, проведённых им в книжном магазине Рибо, оказали на него огромное влияние, сделали его достаточно образованным человеком.

– Мне кажется, что тут главный вопрос не в магазине, а в желании подростка учиться, – сказал Андрей.

– Согласен, но если бы Майкл работал в угольной шахте – а в те времена подростки его возраста часто вместе с отцами спускались под землю, то возможностей для самообразования у него было бы заметно меньше, чем во время работы в книжном магазине. Впоследствии Майкл Фарадей посвятил Джорджу Рибо одну из своих книг, а на книжном магазине Рибо, который уцелел до сих пор, висит мемориальная доска о том, что здесь когда-то работал великий учёный.

В том же 1813 году Майкл отправился с Дэви и его супругой в европейское путешествие. Так как слуга Дэви не захотел уезжать так надолго, то Дэви попросил своего помощника Майкла выполнять обязанности слуги. Покладистый Майкл согласился...

– Да, и мы уже знаем, чем это закончилось! – фыркнула Галатя.

– Вольтов столб распространился по всему миру, и его использование непрерывно приносило неожиданные открытия. До сих пор электрические явления стояли особняком от магнитных – таких как указывание стрелки компаса на север или притяжение магнитом железных опилок. Но люди чувствовали, что между этими явлениями должна быть глубокая связь.

Вольтов столб помог обнаружить единство электрических и магнитных явлений. Произошло это так.

Однажды дождливым утром 1820 года Ганс Христиан Эрстед, профессор Копенгагенского университета, показывал студентам на лекции опыт по нагреванию проволоки из-за текущего по ней тока от вольтовой батареи. На лабораторном столе среди другого оборудования лежал компас. Швейцар, принёсший в комнату дрова для камина, выпрямил усталую спину, с завистью глядя на учёных людей, которые не таскали тяжести целый день, – и заметил, что, когда профессор включил свою электрическую цепь, стрелка компаса дёрнулась.

– Сударь! – деликатно кашлянул остроглазый швейцар, обращаясь к учёному, который проводил этот простой опыт в сотый раз. – У вас тут компас... того... шалит!

Эрстед глубоко верил в связь магнитных и электрических явлений и придал этому дрожанию стрелки, замеченному швейцаром, большое значение. До Эрстеда учёные пробовали пропускать электрический ток через магнитную стрелку, но не добились никакого результата. Эрстед провёл серию опытов, в которых доказал, что стрелка компаса реагирует на включённый провод из любого, даже немагнитного металла и располагается по касательной к окружности вокруг провода.

– Ой, – сказала Галатя. – Касательной к окружности из провода?

– Если поставить провод с током вертикально, то стрелка компаса укажет не на провод, а, например, влево. Если окружить провод многими компасами, то их стрелки выстроятся в горизонтальную окружность, в центре которой будет торчать вертикальный провод.

– Ага, – поняла Галатя. – Стрелки образуют кольцо, в центре которого будет торчать, как палец, этот самый провод.

– Верно, – согласился Джерри. – Я вижу, что твоя любовь к украшениям стала помогать тебе в физике.

– Ну... – засмушалась Галатея. – Совсем немножко...

– Эрстед стал знаменит, но история не сохранила имени остроглазого швейцара.

– Джерри, – деликатно кашлянула Галатея. – Тебе не кажется это немножко несправедливым?

– Кажется, – кивнул Джерри и продолжил: – Исследователи, которые узнали об опыте Эрстеда, удивлялись тому, что магнитное взаимодействие между объектами было направлено не друг к другу, как это было в теории гравитации Ньютона и электростатическом законе Кулона, а в сторону. Переводчики работы Эрстеда, сомневаясь в том, что они правильно поняли физика, давали рядом с переводом выдержку из оригинала статьи профессора, написанной на латыни. Результаты Эрстеда были настолько сенсационны, что о них узнали по всей Европе за считанные недели.

В том же году французский исследователь Андре-Мари Ампер обнаружил, что два провода под током отталкиваются или притягиваются друг к другу – в зависимости от направления течения тока. Он также обнаружил, что катушка из намотанного электрического провода становится сильным магнитом. Ампер также изобретает электромагнитный телеграф на основе воздействия провода с током на магнитную стрелку. В 1820 году Ампер писал: «...можно было бы, взяв столько проводников и магнитных стрелок, сколько имеется букв, и помещая каждую букву на отдельной стрелке, устроить своего рода телеграф с помощью одного вольтова столба, расположенного вдали от стрелок. Соединяя поочередно концы столба с концами соответствующих проводников, можно было бы лицу, которое наблюдало бы за буквами на стрелках, передавать сведения со всеми подробностями и через какие угодно препятствия. Если установить со стороны столба клавиатуру с буквами и производить соединения нажатием клавиш, то этот способ сообщения мог бы применяться достаточно просто и не требовал бы больше времени, чем необходимо для нажатия клавиш на одной стороне и чтения каждой буквы на другой».

Фарадея чрезвычайно увлекли опыты Эрстеда и Ампера. Изучая опыты Эрстеда, Майкл Фарадей интерпретировал их следующим образом: ток в проводе создаёт вокруг магнитное поле, на которое реагирует стрелка компаса. Но можно ли создать электрический ток из магнитного поля? Фарадей был уверен: если Эрстед превратил электричество, текущее по проводу, в магнитное поле, воздействующее на компасную стрелку, то должен быть и обратный процесс!

В 1822 году Фарадей записал в своём дневнике задачу: «Превратить магнетизм в электричество».

Примерно в это же время Дэви с другим английским физиком, Волластоном, попробовали сконструировать электрический двигатель, но потерпели неудачу. За эту сложную проблему взялся Фарадей. В 1821 году он опубликовал работу, где продемонстрировал работоспособность сразу двух возможных конструкций электродвигателя. Он научился превращать электрическую энергию в механическую!

– Наверное, это очень не понравилось Дэви и Волластону! – воскликнул Андрей.

– Да. Волластон и Дэви даже стали обвинять Фарадея в плагиате их идей.

– Но как же это возможно? – удивилась Галатея. – Ведь идеи Дэви и его приятеля не сработали, а идея Фарадея удалась! Разве можно украсть неправильную идею и сделать её правильной? Это ведь будет уже другая идея!

– История науки пестрит взаимными обвинениями в заимствовании идей – и далеко не всегда можно разобраться, кто прав, а кто – нет. Фарадею эти склоки были столь неприятны, что он попросту перестал работать в области электродинамики и переключился на другие области. Вернулся он к электрическим опытам только тогда, когда оба его оппонента уже умерли

вместе со своими идеями – и никто уже не мог обвинить его в их заимствовании. Начиная с этого момента Фарадей совершает революцию в области электродинамики. В 1831 году он открывает электромагнитную индукцию – или способ превращения магнитного поля в электричество.

– Как же он это сделал? – поинтересовалась Галатея. – Из магнита получил электричество?

Джерри призадумался и быстро нашёлся:

– А я сейчас вам покажу, как он это сделал! У вас есть магнит?

– Конечно, есть! – обиделся Андрей.

Они стали копаться в большом ящике с игрушками. – Отлично! – сказал Джерри, держа в руках подковообразный магнит. – Это лучшая детская игрушка всех времён. Теперь нам нужны провода... – он продолжил рыться в ящике, – ...и какой-нибудь простенький вольтметр или любой другой измеритель тока.

– Лапок от дохлых лягушек у нас нет! – сказала Галатея.

– Тогда вот этот приборчик сойдёт, – показал Джерри найденный вольтметр, которым Андрей проверял электрические схемы, собираемые им для уроков физики.

– Теперь сделаем катушку в сотню витков, а лучше – ещё больше... – и Джерри стал наматывать провод вокруг пустого пластикового стаканчика, – ...и её свободные концы соединим к вольтметру.

Пара минут – и конструкция из пластикового стаканчика, обмотанного проводом и присоединённого к вольтметру, готова.

– И это всё? – удивилась Галатея.

– Да! – подтвердил Джерри. – Теперь мы можем приступать к опытам.

Он взял в руки магнит – и опустил его конец в стаканчик. В этот момент стрелка вольтметра дернулась на несколько милливольтов.

– Я видела, видела! – завопила в восторге Галатея. – Появился ток!

– Острый глаз! – похвалил девочку Джерри. – Теперь вытащи магнит сама.

Галатея быстро выдернула магнит из стаканчика – и стрелка вольтметра снова дернулась, только уже в другую сторону.

– Я – настоящий Фарадей! – воскликнула Галатея.

И они начали экспериментировать с новой игрушкой, вернее – с новым научным прибором.

Джерри сказал, глядя на увлечённых детей:

– Фарадей доказал: изменение величины магнитного поля, пронизывающего замкнутый проводник, заставляет заряды в проводе двигаться, создает в нём электрический ток. Если мы соберём машину, периодически изменяющую магнитное поле, пронизывающее катушку, мы получим электрический генератор – источник тока, во многих отношениях гораздо лучший, чем батарея Вольты. С помощью этих простых предметов учёный создал прототип электрогенератора, который до сих пор служит главным источником получения электрического тока, отодвигая вольты столб на второй план. Эти электрогенераторы, вращаемые огромными турбинами, стоят на гидроэлектростанциях, а также на тепловых и на атомных станциях по выработке электричества.

– Так вот кто придумал эти электростанции! – обрадовалась Галатея, видимо давно терзавшаяся догадками. – А электромоторы в автомобилях тоже придумал Фарадей?

– Не совсем. Он показал, как можно получать из электричества механическую энергию: в его опыте свободно висящий провод окунался в ванночку со ртутью, в середине которой был установлен магнит. Когда по проводу шёл ток, он начинал вращаться вокруг магнита. От этой конструкции до электродвигателей современного типа было очень далеко.

Многие изобретатели пытались создать практичный электродвигатель. Это удалось российскому учёному немецкого происхождения Борису Якоби. Все остальные изобретатели пытались создать электродвигатель, который был аналогом паровой машины и двигал поршень вперёд и назад. В 1834 году Якоби предложил совершенно иной электродвигатель – с вращающейся внутренней частью. Современные электромоторы устроены именно так, как двигатель Якоби. В 1839 году по Неве отправилась в плавание лодка с 14 пассажирами. Против течения реки лодку двигал мотор Якоби с мощностью в одну лошадиную силу. Впервые в истории электрический дракон послушно нёс людей на своей спине.

Но первым, кто доказал, что дракона можно заставить крутить колеса и винты, был всё-таки Фарадей. Имя Фарадея становится всемирно известным, о нём пишут газеты, академии разных стран выбирают его своим почётным членом.

– Так-так, – с удовольствием покивала головой Галатея. – Из рассыльного книжного магазина – в академики! Здорово!

– Фарадей оставался исключительно скромным человеком. Он отклонил честь быть возведённым в рыцарское достоинство и быть похороненным в Вестминстерском аббатстве, где размещались могилы английских королей и самого Ньютона. Он дважды отказался от должности председателя Королевского общества – главного научного поста Великобритании. Он был сосредоточен на науке и уклонялся от всего, что мешало ему заниматься ею.

Он тщательно записывал результаты своих опытов. Всего в течение своей жизни он провёл 30 тысяч экспериментов. Все работы по электричеству и магнетизму Фарадей посылал в Лондонское Королевское общество в течение 24 лет – и эта серия работ совершила революцию в электродинамике.

Дэви называл Фарадея своим самым великим открытием, хотя и ревновал своего ученика к его успехам.

Одно из главных достижений Фарадея, имеющее теоретический характер, состоит в том, что он ввёл в науку понятие физического поля, что стало кардинальным отличием электродинамики от теории гравитации Ньютона.

– В чём же они различаются? – удивился Андрей. – Ведь у Ньютона тоже было гравитационное поле.

– Ньютоновская теория была основана на дальнодействии. Это значит, что каждое гравитирующее тело, например Юпитер, действует на другое тело, например Сатурн, мгновенно на любом расстоянии.

– Но ведь это не так! – заёрзал Андрей. – Ничто не может действовать быстрее скорости света, а между Юпитером и Сатурном – расстояние в световые часы.

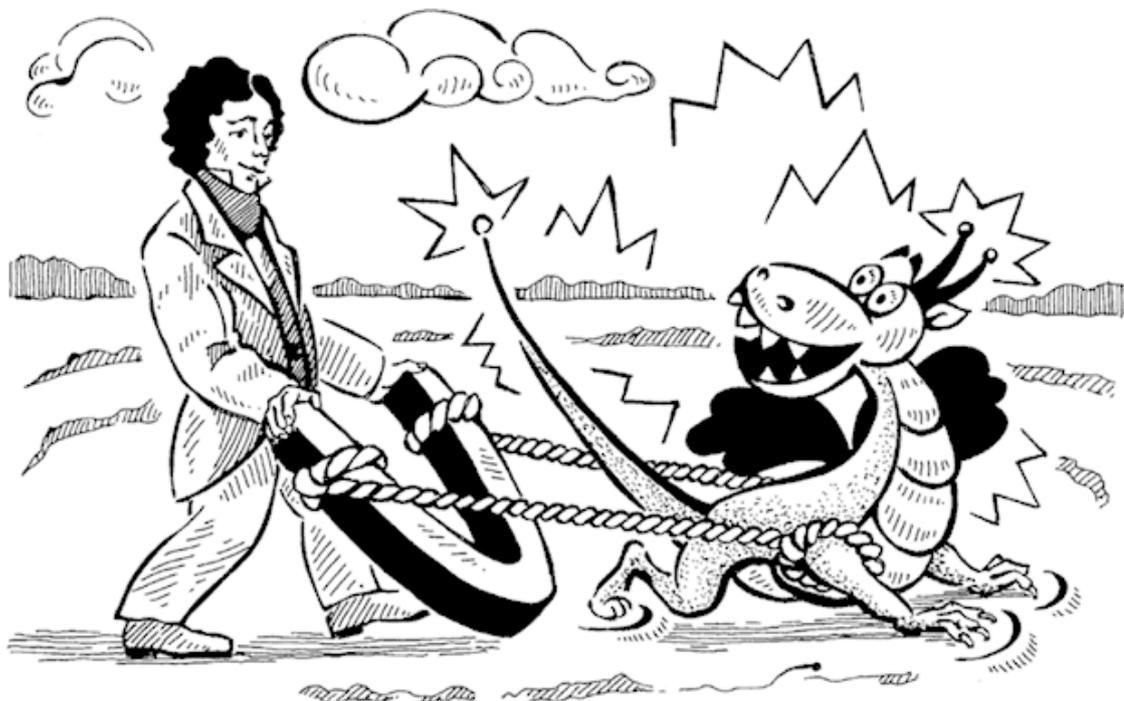
– Во времена Ньютона о конечной скорости взаимодействия никто не знал. Поэтому Ньютон исходил из бесконечной или мгновенной скорости передачи гравитационного взаимодействия. Так как его теория работала практически всегда хорошо, то такое мнение сохранилось до начала XX века, пока Эйнштейн не построил свою теорию гравитации, где скорость распространения гравитационного поля была ограничена скоростью света.

Для учёных XIX века пространство между гравитирующими телами было пустым. Для Фарадея пространство между зарядами и магнитами было заполнено полем или средой с особыми нитями – силовыми линиями. В электродинамике не было мгновенного взаимодействия между зарядами: один заряд воздействовал на поле, оно менялось – и это изменение чувствовал другой заряд. Электромагнитное поле стало, согласно Фарадею, переносчиком взаимодействия между зарядами – и эта концепция явилась основой современной физики.

С помощью своих опытов Майкл Фарадей открыл основные законы электродинамики и создал первые образцы электрического двигателя, электрогенератора и трансформатора. Тем самым он заложил прочный фундамент нашей современной электрической цивилизации.

Член парламента Гладстоун, будущий премьер-министр Великобритании, спросил Фарадея:

- Чем же так важно это ваше электричество?
- Скоро вы будете обкладывать его налогами, – ответил Фарадей.



Максвелл был великим физиком-теоретиком: он взял законы Фарадея и превратил их в элегантные математические законы электродинамики, которые с тех пор носят его имя. Он послал свою работу Фарадею. Тот сразу откликнулся: «Мой дорогой сэр, я получил Вашу статью и очень благодарен Вам за неё. Не хочу сказать, что благодарю Вас за то, что Вами сказано относительно „силовых линий“, поскольку я знаю, что Вы сделали это в интересах философской правды; но Вы должны также предполагать, что эта работа не только приятна мне, но и даёт мне стимул к дальнейшим размышлениям. Я поначалу испугался, увидев, какая мощная сила математики приложена к предмету, а затем удивился тому, насколько хорошо предмет её выдержал...»

Из-за напряжённых исследований, которые часто были связаны с вредными веществами, например со ртутью, здоровье Фарадея пошатнулось – и он больше не смог работать. Учёный остался практически без средств. Нехотя, лишь под воздействием общественного мнения, премьер-министр выписал небольшую пенсию Фарадею, которая и стала основным источником его существования в старости.

– Безобразие! – возмутилась Галатея. – Учёный, который столько сделал для людей и для своей страны, остался нищим.

Джерри вздохнул:

– Это обычная история жизни великих людей. Для Фарадея она закончилась относительно благополучно: он получил от королевы в подарок дом возле одного из королевских дворцов. В этом доме Майкл Фарадей и прожил свою старость со своей любимой супругой Сарой. Сейчас там музей Фарадея.

Жан-Батист Дюма, французский химик и политик, так отзывался о личности Майкла Фарадея: «Всякий из знавших его – я твердо убеждён – желал бы только приблизиться к тому

нравственному совершенству, которое, по-видимому, было дано Фарадею от рождения. Это была какая-то, на него одного сошедшая, благодать, в которой он почерпал силы для своей кипучей деятельности, будучи одновременно горячим проповедником истины, неутомимым художником, человеком, исполненным радушия и весёлости, в высшей степени гуманным и мягким в частной жизни... Я не знал человека, который был бы более достоин любви и уважения, чем он, и утрата которого стоила бы более искреннего сожаления».

Герман Гельмгольц, великий немецкий физик, сказал: «До тех пор, пока люди пользуются благами электричества, они всегда будут с благодарностью вспоминать имя Фарадея».

Альберт Эйнштейн, самый известный физик XX века, считал: «Со времени обоснования теоретической физики Ньютоном наибольшие изменения в её теоретических основах, другими словами в нашем представлении о структуре реальности, были достигнуты благодаря исследованиям электромагнитных явлений Фарадеем и Максвеллом». В кабинете Эйнштейна всегда висели три портрета этих людей: Ньютона, Фарадея и Максвелла. Эйнштейн писал про Фарадея: «...надо иметь могучий дар научного предвидения, чтобы распознать, что в описании электрических явлений не заряды и не частицы описывают суть явлений, а скорее пространство между зарядами и частицами».

Фарадей входит в десятку, а может быть в пятёрку, самых влиятельных учёных в истории, но он единственный из них, который не получил формального образования, оказался самоучкой. В этом смысле Фарадей уникален.

Андрей спросил:

– XVIII век – век электростатики, XIX век – век электродинамики. А чем стал XX век? Ведь вся электрическая наука уже была создана к его началу.

Джерри ответил:

– Благодаря трудам Франклина и Вольты, Фарадея и Максвелла, а также многих других учёных люди изучили характер электрического дракона, измерили его силу, узнали его слабости. После этого на арену выступили инженеры и изобретатели, которые заставили дракона работать на людей и стали конструировать различные устройства. XX век стал веком электрических машин. Но это уже совсем другая история.



Примечания для любопытных

Майкл Фарадей (1791–1867) – великий английский физик-экспериментатор и химик. Открыл основные законы электродинамики и создал первые образцы электрического двигателя, электрогенератора и трансформатора. Ввёл в науку понятие физического поля. В его честь названы лунный кратер и единица измерения электрической ёмкости – фарад.

Ханс Христиан Эрстед (1777–1851) – выдающийся датский физик, исследователь электромагнетизма. Открыл в 1820 году влияние провода с током на стрелку компаса. В его честь названа единица напряжённости магнитного поля – эрстед.

Андре-Мари Ампер (1775–1836) – выдающийся французский учёный, открывший важные законы электромагнетизма, в частности взаимное влияние проводников с током. В его честь названа единица силы электрического тока – ампер.

Уильям Волластон (1766–1828) – видный английский физик и химик, открывший новые металлы палладий и родий и впервые получивший в чистом виде платину, что позволило создать платиновую посуду для получения серной кислоты и других едких веществ. Волластон хранил в секрете рецепт получения платины до самой смерти.

Джеймс Максвелл (1831–1879) – великий шотландский учёный, создатель современной теории электродинамики, уравнения которой носят имя Максвелла. Предсказал существование электромагнитных волн.

Жан-Батист Дюма (1800–1884) – видный французский химик и политик.

Герман Гельмгольц (1821–1894) – выдающийся немецкий физик и физиолог. Один из открывателей закона сохранения энергии.

Альберт Эйнштейн (1879–1955) – великий учёный, физик-теоретик, создатель специальной и общей теорий относительности и ряда других теорий. Лауреат Нобелевской премии (1921).

Исаак Ньютон (1643–1727) – великий английский физик, математик и астроном. Один из создателей классической физики.

Борис Семёнович Якоби (1801–1874) – выдающийся российский учёный немецкого происхождения. Создатель первого электродвигателя с вращающимся якорем (1834), а также первого в мире телеграфа, печатающего буквы (1850).

Сказка о телеграфе, телефоне и Александре Белле, чей голос первым «протиснулся» по электрическому проводу

Джерри начал свой новый электрический рассказ необычно:

– Летом 1865 года посреди Атлантического океана плыл огромный пассажирский корабль «Грейт Истерн». Мощный корпус разрезал пологие серо-зелёные волны на белые ломти, огромные дымовые трубы рисовали чёрный шлейф на облаках низкого неба. Чайки сопровождали корабль, громко и сердито обсуждая его странность – на пассажирском корабле не было пассажиров, поэтому никто (возмутительно!) не заботился о том, чтобы покормить голодных птиц.

У этого корабля была удивительная, во многом драматическая судьба. Это был самый большой корабль XIX века – настоящий плавучий город. Он мог перевозить четыре тысячи пассажиров из Англии в Австралию без дозаправки. Он был в пять раз больше обычных кораблей того времени, весил 32 тысячи тонн и мог взять с собой ещё 15 тысяч тонн угля. Длина корабля составляла 211 метров. Экипаж насчитывал 418 человек, среди которых было множество кочегаров, – ведь топки корабля пожирала 380 тонн угля в день.

У корабля было две паровые машины. Одна крутила огромные – 17 метров в диаметре – гребные колёса по бокам корабля, другая машина вращала задний винт диаметром более 7 метров. Ещё на корабле было шесть мачт с парусами.

– Зачем? – удивилась Галатея. – Ведь у него было целых два двигателя!

– А вдруг двигатели сломаются? Тогда корабль мог доплыть до берега на парусах, – объяснил Андрей. Джерри кивнул:

– Верно. Корабль считался самым надёжным для своего времени, конструктор постарался предусмотреть все возможные неприятности. Ещё одной страховочной мерой был двойной стальной корпус.

Брови Галатеи снова поднялись из-за непонимания. Андрей разъяснил:

– Если корабль напорется на риф, то продырявит только первый, внешний корпус, а внутренний, расположенный на метр от внешнего, останется неповреждённым.

Джерри продолжал:

– Спуск этого самого большого корабля в мире был запланирован на 2 декабря 1857 года. Возле спускаемого корабля собралось сто тысяч человек, включая королеву Англии и короля Бельгии, писателей Стивенсона и Жюль Верна. Но спуск столь огромного корабля не удался, а повреждённой лебёдкой ранило нескольких рабочих.

– Хм... – пробормотала Галатея. – Архимед в одиночку спустил на воду большущий корабль, используя всякие хитроумные блоки и рычаги.

– Два месяца создатели корабля пытались столкнуть корабль с суши на воду – но безуспешно. Помог прилив, сопровождавшийся ураганным ветром, который 31 января 1858 года поднял уровень воды в реке Темзе настолько, что кораблю удалось отплыть от берега.

Бывалые и поэтому суеверные моряки качали головой, глядя на корабль, который так долго не мог оторваться от берега:

– Несчастливый корабль!

«Грейт Истерн» много раз подтверждал репутацию неудачника.

Свой первый рейс гигантское судно совершило в Америку в 1860 году, имея на борту всего 43 пассажира, хотя могло перевезти в сто раз больше.

Гигантский корабль не оправдал ожиданий. Он часто ломался, а однажды даже напоролся на риф. И тут двойной корпус корабля спас его и пассажиров: внешний корпус получил огромную пробоину (в десятки раз больше, чем пробоина, утопившая «Титаник»), но неповреждённый

ный внутренний корпус позволил кораблю доплыть до порта назначения. Многие пассажиры даже не узнали о случившемся.

Корабль не приносил прибыли своим владельцам, потому что Гражданская война в Америке резко уменьшила число пассажиров, которые совершали трансатлантические путешествия. Огромный пассажирский корабль получил второй шанс стать полезным, когда отправился в рейс без пассажиров, нагруженный огромными катушками со стальным проводом. Эти тяжёлые катушки занимали всё свободное пространство на судне, бесцеремонно расположившись даже в пассажирском салоне, где когда-то звучал рояль и танцевали весёлые люди. «Грейт Истерн» приобрёл уникальную профессию в мире кораблей: он стал укладчиком трансатлантического телеграфного кабеля.

В 1820 году Ампер описал возможный электрический телеграф, но попытки создать такой телеграф начались задолго до этого. В конце XVIII века в Швейцарии и Испании были созданы электростатические телеграфы, а в 1809 году немецкий учёный Земмеринг создал электрохимический телеграф.

– Электрохимический? – заинтересованно спросила Галатея.

– Электрический сигнал, передаваемый по проводам, вызывал выделение пузырьков в специальной кювете с жидкостью.

– Здорово! – Глаза Галатеи загорелись. – Пузырьковый телеграф! А можно ещё придумать «аквариумный телеграф» – с золотыми рыбками. Если к аквариуму присоединить электрический провод, то...

– ...рыбки всплывут кверху брюхом? – предположил Андрей.

– Первый работающий электромагнитный телеграф создал российский учёный Павел Шиллинг. Его телеграфный аппарат передавал сообщения по семижильному проводу и состоял из семи магнитных стрелок, каждая из которых реагировала на ток только в своём проводе. Публичная демонстрация работы аппарата Шиллинга состоялась в дождливый петербургский октябрьский денёк 1832 года в квартире изобретателя. Первое в мире телеграфное сообщение было передано из одной комнаты в другую.

Позже электромагнитные телеграфы были построены в Германии, Великобритании, а также в США. Американский телеграф, запатентованный художником и изобретателем Сэмом Морзе в 1840 году, стал самым распространённым телеграфом своего времени. Морзе также придумал систему сигналов (азбуку Морзе), которая позволяла передавать буквы алфавита в виде точек и тире – то есть коротких и длинных электрических сигналов. Для передачи таких сигналов было достаточно всего одного провода.

Художника Морзе на создание телеграфа вдохновило замечание одного из пассажиров, с которым он плыл на пароходе из Европы в Америку в 1832 году. Обсуждая недавнее создание электромагнита, этот пассажир сказал: «Если электрический ток можно сделать видимым на обоих концах провода, то я не вижу никаких причин, почему им не могут быть переданы сообщения». Дополнительным толчком стало то, что в 1836 году Морзе увидел модель немецкого телеграфа – и полностью ушёл в изобретательство. Долгие годы он трудился без всякой поддержки, испытывая бедность и разочарования. Но он всё преодолел – и в 1844 году телеграф Морзе передал на расстояние в 40 километров, из Вашингтона в Балтимор, первую междугороднюю депешу с фразой: «Дивны дела твои, Господи!»

– Но ведь телеграф – это диво, сотворённое человеком! – удивилась Галатея.

– Газеты, банки, правительства, железные дороги – все захотели использовать телеграф Морзе. Он, наконец, прославился и разбогател. В 1858 году десять европейских стран заплатили Морзе за его телеграф огромную сумму – 400 тысяч франков. Уже состарившийся Морзе

купил имение под Нью-Йорком и стал заниматься благотворительностью, поддерживая школы, университеты и молодых художников.

1858 год стал знаменателен и тем, что всего лишь через 14 лет после первой междугородней телеграммы, преодолевшей 40 километров, человек сумел проложить телеграфную линию из Европы в Америку длиной многие тысячи километров.

Летом 1858 года, с третьей попытки, подводный кабель был протянут по дну Атлантического океана между Ирландией и американским островом Ньюфаундленд. 16 августа 1858 года королева Англии Виктория и президент США Бьюкенен обменялись поздравительными телеграммами по трансатлантическому кабелю. Общение было затруднённым: послание королевы содержало сто слов и передавалось 16 часов. В сентябре того же года кабель вышел из строя – видимо, из-за плохой изоляции.

Тогда за дело прокладки трансатлантического кабеля взялся корабль-левиафан «Греит Истерн». На его корме была установлена катушка с кабелем, которая разматывалась с помощью матросов. Тонкий кабель уходил в тёмную воду и где-то там, на невообразимой глубине, опускаясь мимо удивлённых рыб и лангустов, ложился на илистое морское дно.



Прокладка кабеля шла трудно, хрупкий стальной провод ломался и рвал изоляцию. Его приходилось чинить на ходу.

Однажды вся команда была построена по требованию капитана Джеймса Андерсона. Оказалось, что кто-то из команды, кому быстрое сообщение между континентами казалось дьявольской затеей богачей, пытался повредить провода в катушках, забивая в них крупные гвозди.

Капитан прошёлся вдоль строя вытянувшихся в струнку матросов и сказал хищным голосом морского волка:

– Властью капитана данного корабля я буду на месте казнить саботажников, которые портят кабель!

Капитан Андерсон был настолько убедителен, что попытки повреждения проводов прекратились.

Но в этот раз прокладка подводного кабеля всё равно не удалась: 2 августа 1865 года, уже уложенные 2000 километров кабеля оторвались от катушки. Конец провода ушёл под воду, упав на океанское дно. Возглас, полный гнева и разочарования, раздался в этот драматический момент над палубой «Грейт Истерн». Корабль остановился и вернулся в гавань, не выполнив задания.

Но нет такой природной силы, которая могла бы переупрямить человека. В июле следующего 1866 года корабль снова отправился в Америку, нагруженный новыми катушками с улучшенным проводом.

На этот раз «Грейт Истерн» достиг успеха: за 15 дней гигантское судно проложило кабель между Америкой и Европой, сделав сообщение между континентами надёжным и фантастически быстрым. В августе этого же года корабль вернулся к месту прошлогоднего обрыва провода – в надежде найти оборванный конец кабеля.

– Найти на океанском дне тонкий провод? – не поверила в такую авантюру Галатhea.

– Несколько дней команда скребла океанское дно – почти на четырёхкилометровой глубине – специально сконструированными кошками, но всё же сумела выловить утонувший конец кабеля. Когда электрики проверили кабель, то оказалось, что он исправен и хорошо проводит сигнал с суши. Эта новость вызвала ликование на корабле.

– Действительно – они молодцы! – обрадовалась и Галатhea.

– Кабель соединили с новой катушкой – и уже в сентябре «Грейт Истерн» прибыл в Америку, проложив и второй трансатлантический кабель.

За 13 лет, с 1865 по 1878 год, «Грейт Истерн» проложил 48 тысяч километров кабелей. В 1870 году он соединил телеграфным кабелем Англию и Индию.

В 1874 году был построен специальный корабль – кабелеукладчик «Фарадей», который быстро вытеснил несчастный «Грейт Истерн» с океанских просторов: тот встал на прикол и был продан на металлолом в 1888 году. «Фарадей» же имел долгую жизнь и за 50 лет работы уложил более 90 тысяч километров кабелей, опутав мир телеграфными подводными проводами. К 1919 году число трансатлантических кабелей достигло 13.

Даже уйдя на пенсию, «Фарадей» остался в строю как складское судно и был списан только в 1950 году.

– Не посрамил своего гордого имени! – удовлетворённо отметила Галатhea.

– Телеграф открыл новую эру в области связи, но человечество, вступив в эпоху быстрого технического прогресса, не думало останавливаться на достигнутом. Изобретатели, научившись передавать по проводам бибикающие точки и тире, немедленно стали мечтать о том, чтобы как-нибудь «протиснуть» в провод реальный человеческий голос. Тогда люди смогли бы разговаривать друг с другом на расстоянии!

– Какая безумная мечта! – пробормотал Андрей.

– В 1863 году, когда надёжное телеграфное сообщение между Европой и Америкой ещё не было установлено, произошло важное событие: 16-летний подросток Александр из шотландского города Эдинбурга увидел на технической выставке удивительный человекоподобный автомат, который имитировал человеческий голос. Такие события детства часто определяют

всю дальнейшую судьбу человека. Говорящий автомат так потряс юношу, что он решил сделать аналогичную голову, произносящую слова. Он купил немецкую книгу, в которой описывалась конструкция этого автомата, и трудолюбиво перевёл её. Вместе со своим братом Мелвиллом и при одобрительной поддержке отца, который даже учредил денежную премию мальчикам, если они достигнут успеха, Александр создал реалистичную голову с голосовыми связками и губами, которая при прохождении воздуха через гортань произносила отдельные слова. Отчётливое слово «мама» приводило в восторг друзей и соседей, которые приходили посмотреть на изобретение.

– Так заплатил отец Александру и Мелвиллу обещанную премию? – спросила Галатея.

– Я думаю, что да, – ответил Джерри. – Полагаю также, что эта успешная работа оказалась очень важной для Александра Белла. Звуковые устройства были для него темой особого интереса, потому что его мать была глухой, а его отец был ритором, или учителем красноречия. Александр пошёл по стопам отца, не оставляя любимого изобретательства. Семья Белл переехала в Канаду. В возрасте 25 лет Александр Белл попал в американский город Бостон, где основал школу глухонемых при поддержке бостонского юриста Хаббарда, у которого была дочь Мейбл, оглохшая в пятилетнем возрасте после скарлатины.

Александр был прекрасным учителем. Одной из его учениц была Хелен Келлер, слепоглухонемая девочка, которой он помог научиться говорить и думать. Впоследствии она стала видной писательницей и лектором.

Мейбл Хаббард, ученица Белла, была красивой и энергичной девушкой. И нужно ли удивляться, что молодые люди полюбили друг друга?



– Нет, – сказала Галатея и почему-то вздохнула.

– Легенда гласит, что Белл неумышленно изобретал звуковые устройства и исследовал передачу звука по проводам именно для того, чтобы вернуть своей дорогой Мейбл возможность слышать. После многих попыток в 1876 году Белл создаёт и патентует телефон – устройство, которое позволяет передавать голос по проводам. 9 октября 1876 года первый в мире телефон-

ный разговор состоялся между Беллом и его ассистентом Уотсоном по проводу длиной в три километра, протянутому между Бостоном и его пригородом Кембриджем.

Как многие изобретатели, Белл был сконцентрирован на своих технических устройствах, уделяя рекламе своего детища гораздо меньше внимания. В 1876 году в Филадельфии проходила юбилейная научно-техническая выставка, которую посещали миллионы людей и на которой присуждались различные премии за изобретения. Мейбл стала настаивать на том, чтобы Александр продемонстрировал своё изобретение на выставке. Но тот категорически отказывался, так как был загружен своей преподавательской работой и подготовкой студентов к экзаменам. Тогда Мейбл пошла на хитрость: она заранее купила билет на поезд и собрала саквояж с нужными вещами. Затем она под каким-то предлогом повезла Александра на вокзал, а когда они очутились на перроне перед поездом, уже разводящим пары, Мейбл объявила Александру, что он едет в Филадельфию на этом поезде. Когда он начал возражать, она отвернулась от него, что означало невозможность читать слова по его губам.

– Она осталась буквально глуха к его возражениям! – воскликнул Андрей.

– Александр был вынужден подчиниться и сесть в отходящий поезд. Его демонстрация на выставке закончилась триумфом! Жюри, состоящее из императора Бразилии и знаменитого физика лорда Кельвина, присудило ему две медали. Белл продемонстрировал своё изобретение английской королеве Виктории – и она назвала его телефон «наиболее выдающимся» достижением выставки. О Белле и его говорящей машинке написали все газеты, он стал знаменит.

На следующий год возникла фирма «Белл», первым президентом которой стал юрист Хаббард, отец Мейбл. Через 10 лет 150 тысяч американцев стали обладателями телефона Белла. В январе 1915 года, 39 лет спустя после первого, «трёхкилометрового» разговора между Беллом и Уотсоном между этими джентльменами снова состоялся телефонный разговор. На этот раз Белл находился в Нью-Йорке, на Атлантическом побережье США, а Уотсон – в Сан-Франциско, на Тихоокеанском берегу, на расстоянии более чем в пять тысяч километров от Нью-Йорка. Это был первый трансконтинентальный телефонный звонок.

Компания Белл более ста лет работала в области телефонной связи. Лишь в конце XX века эта гигантская компания, ставшая монополистом на американском рынке телефонных услуг, была разделена по решению суда на две независимые компании.

Алек и Мейбл Беллы жили долго и счастливо, вырастив двух дочерей. Александр Белл организовал в Вашингтоне институт имени Вольта, в котором изобретатели работали над различными электрическими и акустическими приборами, а потом увлёкся авиацией и другими проектами. В день кончины Александра Белла в 1922 году все телефоны США, которых насчитывалось уже более 13 миллионов, были отключены на минуту молчания в знак уважения к их изобретателю.

После смерти своего дорогого Алека Мейбл прожила всего несколько месяцев, погружаясь в слепоту, которая окончательно отдалила её от внешнего мира. Ровно через год после смерти Белла прах его жены был захоронен рядом – и сейчас Мейбл и Алек навсегда вместе.



Примечания для любопытных

Самуил Земмеринг (1755–1830) – немецкий учёный-физиолог, в 1809 году создал электрохимический (пузырьковый) телеграф.

Павел Шиллинг (1786–1837) – российский барон и дипломат, а также выдающийся изобретатель, создавший в 1832 году первый работающий электромагнитный телеграф на магнитных стрелках.

Сэмюел Морзе (1791–1872) – американский художник и выдающийся изобретатель, запатентовавший электромеханический телеграф в 1840 году и создавший азбуку Морзе.

Александр Белл (1847–1922) – выдающийся шотландский учёный и изобретатель, создавший один из первых телефонов и ставший основоположником широко известной компании «Белл».

Мейбл Белл (Хаббард) (1857–1923) – супруга и муза Александра Белла.

Хелен Келлер (1880–1968) – девочка, оглохшая и ослепшая после скарлатины в 19-месячном возрасте. Благодаря помощи Александра Белла и усилиям воспитателя Энн Салливан, Хелен стала деятельным человеком: писателем, лектором и политическим активистом.

Кельвин (1824–1907) – Уильям Томсон, 1-й барон Кельвин. Выдающийся британский физик, известный своими трудами в области термодинамики, механики и электродинамики. В середине XIX века рассмотрел распространение электрических импульсов по кабелю и доказал возможность трансатлантической телеграфной связи по подводному кабелю. Сам участвовал в экспедициях по прокладке подводного кабеля. В честь него названа единица температуры – кельвин.

Радиосказка об электричестве, летящем по воздуху

Как только неугомонные люди научились проталкивать голос по металлическому проводу, учёные сразу стали мечтать научиться разговаривать на расстоянии без всяких проводов. Для этого нужно было сначала заставить летать электричество по воздуху, а потом прицепить к электричеству звук.

– Звучит как фантастика... – сказал Андрей.

Джерри кивнул:

– В те времена это выглядело чистым безумием. В один прекрасный солнечный денёк 1895 года итальянский министр почты и телеграфа получил письмо. В нём некий изобретатель Маркони сообщал, что он научился посылать электрические сигналы телеграфа не по проводам, а по воздуху – пока только на три километра, но если министр поможет с деньгами, то обычный телеграф можно сделать полностью беспроводным. Министр, напевая весёлую песенку, написал на письме: «Отправить в сумасшедший дом» – и, довольный своим чувством юмора, немедленно забыл о смешном изобретателе Маркони.

– Мне кажется, что это всемирный закон: изобретение или открытие чего-то нового всегда сначала отвергается, – пробормотал Андрей.

– Верно, но история утверждает, что рано или поздно это новое непременно побеждает.

Биография изобретателя Маркони в этом смысле поучительна. Его отец был итальянским аристократом, а мать – ирландкой, поэтому Гульельмо Маркони, родившись в итальянском городе Болонье, провёл свои детские годы в Англии. Когда Маркони стал учиться в итальянском университете, то заинтересовался беспроводным телеграфом. Ведь за несколько лет до этого Генрих Герц показал, что электрический сигнал может распространяться на десяток метров, – и это давало надежду на создание дальнедействующей электрической связи. Впрочем, сам Герц полагал, что никакого практического интереса его открытие не имеет, а лишь подтверждает теорию Максвелла о существовании электромагнитных волн. Но другие исследователи не были столь скептически – и во многих странах мира изобретатели стали крутить контуры из проволоки, подсоединять их к электрическим батареям, строить антенны и пытаться поймать «волны Герца», или «эфирные волны», на расстоянии большем, чем десяток метров.

Среди этих изобретателей был двадцатилетний Маркони, который, взяв в помощники дворецкого, устроил лабораторию прямо на отцовской вилле. Однажды ночью 1894 года он разбудил мать, привёл её в свою секретную лабораторию и показал, что нажатием кнопки в одной комнате он может заставить зазвенеть колокольчик в другой комнате – и без всяких проводов!

Мать была очень рада успехам сына. Наутро этот эксперимент был продемонстрирован отцу – и тот был поражён ещё больше. Когда отец внимательно осмотрел установку сына и убедился, что в ней нет никаких проводов, то вытащил все деньги из своего бумажника и отдал их сыну на приобретение нужного оборудования и материалов.

– Что думает история про роль отцовской поддержки в техническом прогрессе? – спросил Андрей.

– Не надо забывать и о материнской поддержке! – уточнила Галатея.

– Тут и думать нечего. Маркони с удвоенной энергией принялся за изучение литературы, поиск нужных технических решений и разработку собственных деталей. В 1895 году он приступил к экспериментам на больших расстояниях, используя территорию болонского поместья отца. Как ни старался Маркони, он не мог получить дальность сигнала более 800 метров. Английский исследователь радиоволн Оливер Лодж считал, что именно такое предельное расстояние доступно для распространения радиоволн. Но Маркони не сдался перед авторитетом известного исследователя.

– Это тоже мировой закон: новое всегда пренебрегает авторитетом старого... – пробормотал Андрей.

– Маркони обнаружил, что, подняв антенну над землёй, он может передать сигнал на дистанцию в три километра! И тогда он написал письмо итальянскому министру почты с просьбой о поддержке.



– А тот счёл его сумасшедшим! – кивнула Галатея.

– Что-то мне подсказывает, что это тоже не остановило Маркони, – сказал Андрей.

– Маркони через влиятельных знакомых связывается с итальянским послом в Англии – и тот советует ему попробовать найти поддержку своего проекта в Великобритании.

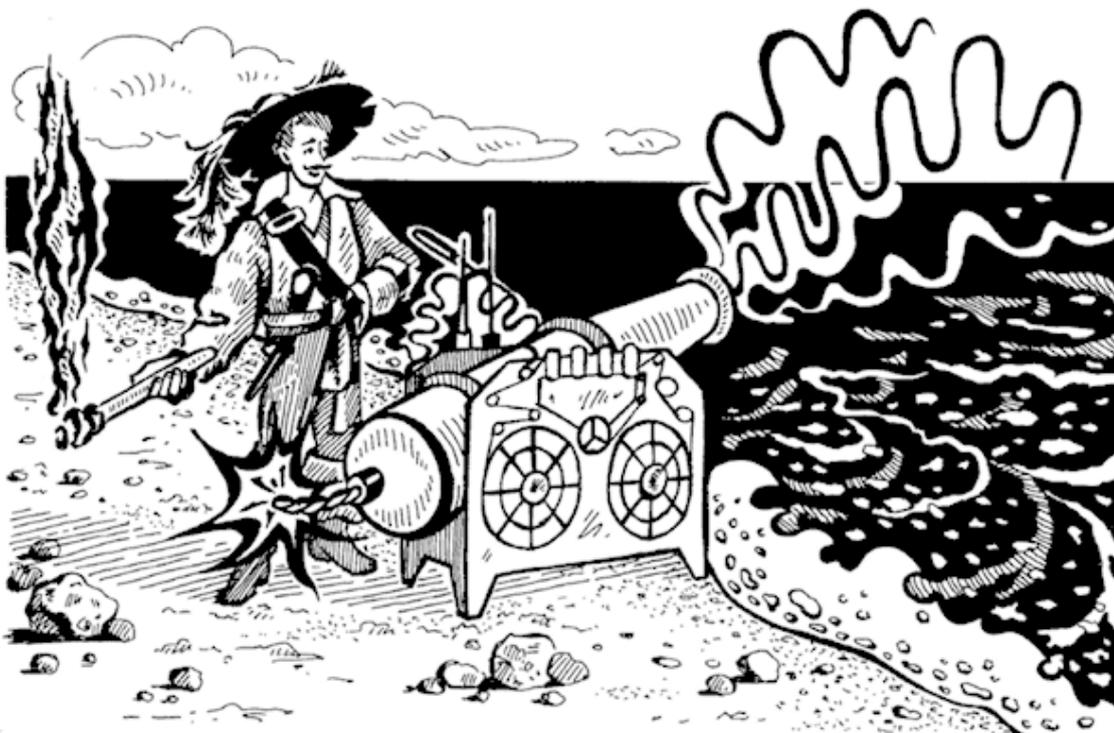
В сопровождении матери Маркони в возрасте 21 года прибывает в Великобританию с багажом, полным таинственных приборов и устройств. Увидев их, таможенный офицер немедленно доложил в Адмиралтейство. Прибором Маркони заинтересовался британский директор почты и телеграфа.

– Ага, он оказался умнее своего итальянского коллеги! – довольно сказала Галатея.

– Да. Он предложил молодому изобретателю продемонстрировать свой аппарат. Маркони установил передатчик на крыше лондонского почтамта и передал азбукой Морзе сигнал в другое здание – на расстояние в полтора километра. Эта демонстрация вызвала большой интерес. 2 июня 1896 года Маркони подал заявку на британский патент, через год получил его – и немедленно организовал акционерное общество по разработке дальнедействующей связи. Уже в 1897 году его компания создала первую постоянную радиостанцию и осуществила беспроводную связь на расстоянии в 23 км между материком и островом Уайт. В 1898-м компания открыла радиозавод, на котором работали 50 человек. Ещё через три года команда Маркони установила трансатлантическую радиосвязь. Интересно, что Маркони добился радиосвязи через Атлантику благодаря своему невежеству. Всем образованным физикам того времени было понятно, что волны Герца не могут распространяться в воде или земле, поэтому радиосвязь возможна только в пределах прямой видимости.

– Как связь с помощью фонарей или прожектора? – спросила Галатея.

– Верно. Но Маркони придерживался совершенно ошибочной точки зрения, что радиоволны могут свободно проникать в воду и камень, поэтому не оставлял своих попыток наладить радиосвязь на сверхдальних расстояниях. И ему удалось! Но не потому, что радиоволны проникали сквозь толщу Земли, а потому, что они отражались от ионосферы – от электропроводящего слоя в верхней атмосфере. Этот эффект был ранее неизвестен, но именно благодаря ему сигнал от передатчика Маркони и смог обогнуть земной шар.



– Классическая ситуация: Маркони не знал, что это невозможно, поэтому и сделал это! – воскликнул Андрей.

– В 1909 году Гульельмо Маркони и немецкий учёный Карл Браун (который, кроме практических экспериментов, активно публиковал научные работы по беспроволочной связи) получили Нобелевскую премию за вклад в беспроволочный телеграф. Маркони быстро разбогател, стал маркизом и президентом Итальянской академии наук.

Сначала беспроволочные телеграфы обменивались лишь писком – азбукой Морзе, но вскоре был придуман способ накладывать на радиоволну человеческий голос.

– Как это? – заинтересовалась Галатея.

– Я тебе сам объясню, – вмешался Андрей. – Радиоволна имеет высокую частоту, а человеческий голос – низкую. Чтобы заставить радиоволну нести на себе звук, сделали так: у радиоволны стали медленно менять высоту её гребней. Возьми длинную гребёнку или расчёску: если укоротить длину её зубчиков, так чтобы получилась плавная кривая, то получим хорошее представление о радиоволне, на которую наложен звук.

Галатея не имела под рукой расчёски, поэтому она взяла лист бумаги, нарисовала на ней множество одинаковых зубчиков в качестве радиоволны, а потом провела по этим зубчикам плавную кривую. И посмотрела вопросительно на брата.

– Верно! – воскликнул тот и стёр вершины зубчиков, выступавших за кривую. Получился лес из острых зубцов, вершины которых плавно менялись с расстоянием. – Волна приходит на приёмник, который регистрирует не только частые электромагнитные колебания в своих

контурах, но и плавные изменения силы этих колебаний – и переводит эти плавные изменения в низкочастотный человеческий голос.

Джерри кивнул:

– Или в музыку. В 1910 году состоялась первая радиотрансляция концерта из нью-йоркского зала «Метрополитен-опера», в котором принимал участие великий певец Карузо. В мире быстро возникла гигантская индустрия радио. В 30-х годах радиоприёмники размером с комод пришли во многие дома, тарелки репродукторов повисли на столбах, захрипели и забормотали разными голосами о разных новостях. Возникли специальные студии, где люди целыми днями сидели и приятными голосами читали в микрофоны различные фразы, которые им готовил огромный штат сотрудников и репортёров. Стала возможной прямая трансляция различных событий – от речей политических лидеров до передачи со стадионов, где проходили футбольные и хоккейные матчи.

– Но как можно слушать по радио футбол? – удивилась Галатея. – Ведь футболисты бегают, а не поют. По радио ничего не видно!

– Появилась специальная профессия – радиокomentатор, который сидел на стадионе, видел матч своими глазами – и рассказывал об игре слушателям. Commentator переводил видимую картинку в звуковую информацию, а радиослушатели, слыша его объяснения, воображали себе футбольную игру в своих головах – и всю переживали за своих любимых спортсменов.

– Это как-то... странно, – сказала Галатея.

– Верно, поэтому, научившись посылать электрическую речь по воздуху, люди немедленно принялись искать способ посылать таким же способом и картинки – и даже движущиеся изображения, которые демонстрировались в кино.

– То есть инженеры стали изобретать беспроводное кино?

– Да, но это уже другая история. История радио интересна тем, что множество исследователей работали параллельно – и Маркони среди них не был первым достигшим успеха в передаче сигнала на многие километры.

Например, в 1896 году, когда аппарат Маркони послал сигнал на 3 километра, Никола Тесла в Америке уже улавливал волны на расстоянии в 50 километров. Но Тесла полагал, что радиосвязь возможна только на расстоянии прямой видимости, а значит, для больших расстояний нужны высокие башни, – и он строил эти дорогостоящие башни, в то время как Маркони работал с портативными и гораздо более дешёвыми устройствами. Пожар, уничтоживший лабораторию Теслы в 1895 году, тоже помешал его радиоисследованиям.

Александр Попов, которого не без оснований считают в России создателем радио, не только осуществил радиопередачу в 1895 году, но ещё и разработал удобный приёмник для поимки радиосигнала. Радиоаппараты профессора Попова были установлены на кораблях российского военно-морского флота. Но секретность, окружавшая работы учёного, не позволили его работам стать основой для коммерческого предприятия. Неожиданная смерть Попова в 1905 году прекратила его исследования.

Секрет успеха Маркони – в его настойчивости и семейной поддержке, которые позволяли ему двигаться вперёд, обходя любые препятствия. Он был молод и энергичен – и сумел создать процветающее предприятие по выпуску радиоаппаратов. Но самое главное – он, получив патент, сразу собрал команду видных учёных и специалистов, которые стали быстро развивать нужные для новой индустрии технологии. Тесла был гениальным одиночкой, но в деле развития новой технологии команда всегда побеждает одиночек. И это был важный урок, который можно извлечь из истории радио. Компания Маркони впоследствии оставит в истории яркий след, участвуя в создании радаров, телевидения и авиационной аппаратуры.

Историки интересуются – кто первый придумал, а для истории важно – кто первый внедрил. Изобретателей много – внедрителей мало. Из телеграфа Шиллинга не возникла индустрия.

стрия, зато аппарат Морзе сделал революцию, связал континенты телеграфными проводами. Белл с компаньонами создал телефонную компанию, а его конкуренты-изобретатели – нет. Так и в радио: Маркони организовал целую индустрию радиопередатчиков и радиоприёмников, а Тесла и Попов – нет, как и десяток других пионеров радиосвязи. Самый первый патент на беспроводную связь получил в 1872 году американский дантист Малон Лумис. Правительство собиралось профинансировать его работы, да так и не собралось. В США, кроме Теслы, в радиопионеры включают Дэвида Хьюза и Томаса Эдисона. В Германии создателями радио считают Генриха Герца и Карла Брауна. В Англии есть свой первый конструктор радио – Оливер Лодж; во Франции – Эдуард Бранли. Свои открыватели радиосвязи есть в Белоруссии – Яков Наркевич-Йодка; в Индии – Джагадиша Бозе; в Бразилии – Ландель де Мура.

Когда какая-то страна настаивает на том, что именно у неё было сделано данное важное изобретение, то часто возникает неудобный для этой страны вопрос: а почему тогда не в этой стране возникла новая индустрия вокруг этого изобретения?

Почему итальянец Маркони не нашёл поддержки у себя в Италии и создал британскую компанию по производству радио?

Хвастаясь умом своих великих соотечественников, надо признавать недалёковидность своих правительств и неповоротливость общества, которые не оценили в своё время талантливых людей.



Примечания для любопытных

Гульельмо Маркони (1873–1937) – выдающийся итальянский изобретатель, создавший массовое производство радиопередатчиков и радиоприёмников. Его компания первой осуществила трансатлантическую радиосвязь.

Генрих Герц (1857–1894) – великий немецкий учёный, открыватель радиоволн, которые долгое время носили имя «волн Герца».

Оливер Лодж (1851–1940) – видный британский физик, один из пионеров радиосвязи. Награждён медалью Фарадея.

Никола Тесла (1865–1943) – выдающийся американский изобретатель сербского происхождения. Создатель целого ряда новых электрических приборов и устройств. Благодаря своим талантам и эксцентричности, стал легендарной личностью в глазах широкой публики.

Александр Степанович Попов (1859–1905) – выдающийся российский учёный, профессор, пионер радиосвязи. В честь Попова названы астероид 3074 и кратер на обратной стороне Луны.

Малон Лумис (1826–1886) – видный американский изобретатель, дантист из Вашингтона. Один из пионеров радиосвязи. Осуществил в 1866 году радиосвязь на расстоянии более 20 км между двумя горными вершинами в Виргинии с помощью воздушных змеев.

Дэвид Хьюз (1831–1900) – видный американский учёный британского происхождения, один из пионеров радиосвязи.

Томас Эдисон (1847–1931) – выдающийся американский изобретатель и бизнесмен, получивший более тысячи патентов. Один из пионеров радиосвязи.

Карл Браун (1850–1918) – видный немецкий физик и изобретатель, один из пионеров радиосвязи и телевидения. В 1874 году открыл принцип действия кристаллического диода, а в 1899 году запатентовал выпрямитель тока, основанный на кристалле. Лауреат Нобелевской премии (1909).

Эдуард Бранли (1844–1940) – видный французский учёный, профессор Парижского института, один из пионеров радиосвязи.

Яков Наркевич-Йодко (1848–1905) – видный белорусский учёный, врач и профессор электрографии и магнетизма. Один из пионеров радиосвязи.

Джагадиш Бозе (1858–1937) – видный индийский учёный, один из пионеров радиосвязи.

Ландель де Мура (1861–1928) – видный бразильский изобретатель и католический священник, один из пионеров радиосвязи. В 1900 году продемонстрировал передачу человеческого голоса по радиосвязи, но бразильское правительство отказало ему в поддержке.

Загадочная история о легендарном электрическом волшебнике Тесле

Дзинтара, которая возвратилась из поездки, была рада вернуться и к чтению вечерних сказок. Она позвала детей, открыла книгу и начала таинственным голосом:

– В истории развития электрической цивилизации есть один выдающийся исследователь, окутанный облаком легенд.

Он родился в ночь с 9 на 10 июля 1856 года во время ужасной грозы, которая разрывала тьму ночи мощными электрическими разрядами. Акушерка стала причитать, что молнии при рождении ребенка являются плохой приметой, и заявила:

– Это будет дитя темноты!

– Он будет ребёнком света! – возразила акушерке мать.

Мальчик Никола вырос, но, когда ему исполнилось 17 лет, он тяжело заболел.

... В 1873 году эпидемия холеры свирепствовала в сербских селениях, отправляя на кладбище каждого десятого жителя. Дом православного священника Милути-на в Госпиче тоже был погружён в скорбь. Сын Никола не вставал с кровати уже 9 месяцев. Врачи отказались от него как от безнадёжного больного. В один из приступов болезни, который мог стать смертельным, отец зашёл в комнату Николы, и, несмотря на отчаяние, сказал ему:

– Ты выздоровеешь! – хотя и сам не верил в это.

Никола посмотрел на отца. Он вырос в семье священника, и мать его была дочерью священника. Естественно, что любящие отец и мать с детства уготовили для Николы, единственного мальчика в семье, судьбу священнослужителя. Эта перспектива давила на юношу как чёрная туча. После окончания школы перед ним стоял тяжёлый выбор – послушаться отца с матерью или покорится родительской воле.

Стоя на пороге смерти, юноша высказал свою самую заветную мечту:

– Может, мне и удастся поправиться, если ты позволишь мне изучать инженерное дело...

Отец торжественно пообещал, глотая слёзы:

– Ты поступишь в лучшее учебное заведение Европы!

Возможно, именно эти слова, сбросившие с мальчика груз тёмного будущего, помогли ему выздороветь.

– Почему-то все родители уверены, что они лучше детей знают, как нужно жить... – пробормотал Андрей и покосился на мать.

Та помедлила, хотела что-то сказать, но потом лишь вздохнула и продолжила историю:

– Никола Тесла поступил в технический университет в городе Граце. Сначала он занимался физикой и математикой, но потом оказался очарован электричеством.

– Помните – молнии в ночь его рождения? – отметила Галатея.

– Когда профессор продемонстрировал студентам электродвигатель на постоянном токе, Никола заявил, что такие двигатели несовершенны и что для электрических машин нужно использовать переменный ток. Профессор обругал Николу Теслу перед всем курсом и прочитал целую лекцию о невозможности использования переменного тока в электродвигателях.

Университетское образование Теслы закончилось, когда его отец умер. Финансовая поддержка двух его дядей позволила юноше продолжить обучение в Пражском университете ещё в течение одного семестра, но вскоре ему пришлось искать работу.

Тесла устроился в телеграфную компанию Будапешта, которая занималась и проведением телефонных линий. В голове молодого человека теснились различные идеи, всплывали схемы новых диковинных электрических устройств, которые использовали переменный ток и такую удивительную штуку, как вращающееся магнитное поле. Тесла мечтал поехать в Америку и заставить мощь Ниагарского водопада служить людям. Интересно, что мать Теслы сама

была незаурядным изобретателем – и сконструировала немало полезных устройств для своей кухни.

– Значит, не только желудок, но и голова Теслы немало почерпнули на кухне своей матери, – сказал Андрей. – Детские впечатления – самые прочные!

– Но простому телеграфисту не полагалось выдумывать ничего нового. Тогда Тесла устроился в европейское отделение компании знаменитого изобретателя Эдисона и в свободное от работы время сконструировал электродвигатель нового типа, который успешно работал. Один из администраторов компании, восхищённый талантами молодого Теслы, дал ему рекомендательное письмо к самому Эдисону – и Никола отправился за океан, в Нью-Йорк.

Эдисон прохладно отнёсся к новому сотруднику, у него было слишком много собственных идей и он смело критиковал электродвигатели на постоянном токе, которые создавала компания Эдисона. Эдисон, глубоко уверенный в своих конструкциях, сказал молодому Тесле, что если тот сможет улучшить устройства, разработанные самим Эдисоном, то он выплатит ему 50 тысяч долларов – сумму по тем временам огромную, эквивалентную миллиону современных долларов. Несколько месяцев Тесла работал без усталости и практически без сна – и вскоре представил более двух десятков усовершенствований машин Эдисона, а также пару новых устройств. Эдисон одобрил все улучшения Теслы, но в ответ на предложение выплатить обещанное заявил, что эмигрант Тесла плохо понимает американский юмор. В качестве компенсации Эдисон предложил поднять зарплату Тесле на... 10 долларов в неделю. Оскорблённый Тесла немедленно уволился.

За год работы у Эдисона молодой изобретатель приобрёл определённую известность – и другая фирма предложила ему разработать новые лампы для уличного освещения. Он сделал их, но фирма отказалась платить, попробовав всучить вместо платы свои акции, что не устроило Теслу. Так он оказался на улице и несколько месяцев перебивался случайными заработками и даже рытьем канав. Тесла спал где придётся, ел что найдёт – и нередко голодал. Наконец, в 1887 году знакомый инженер помог добыть Николе финансирование – и организованная Теслой новая компания по изготовлению уличных ламп быстро разбогатела, так как заказы на новые качественные лампы стали поступать со всех сторон.

Теперь Тесла мог использовать прибыль компании для реализации своих научных идей. Он снял под лабораторию дом на Пятой авеню, недалеко от здания компании Эдисона, – и между двумя изобретателями развернулась острая конкурентная борьба, вошедшая в историю науки как «война токов». Фактически главный спор шёл вокруг того, какой ток – постоянный или переменный – перспективнее для практического использования. Эдисон отличался невероятной работоспособностью, но Тесла нисколько не уступал ему в этом. Он отдыхал всего четыре часа в сутки, причем спал только два часа, а два часа просто размышлял.

– Ему хватало всего двух часов сна? – удивилась Галатея, которой и восьми не хватало.

– Он утверждал, что – да. Но Тесла признавался, что днём засыпает на короткое время, чтобы «перезарядить батарейки».

Тесла создавал новые электрические устройства, патентовал их – и приступал к новым проектам. В итоге он выиграл у Эдисона «войну токов». Вместе с Теслой выиграло и всё человечество: наша электрическая цивилизация немыслима без переменного тока, который так упорно пропагандировал Тесла. Подавляющее большинство линий электропередач и множество электромоторов работает на переменном токе, как и лампы в домах и на улицах, – так что сейчас весь мир освещается благодаря Тесле.



Вскоре крупный промышленник Вестингауз выкупил у Теслы 40 патентов по 25 тысяч долларов каждый. Всего Тесла получил за свои разработки миллион долларов, что по тем временам было фантастическим состоянием. Но деньги мало интересовали Теслу, и он отказывался от выгодных предложений, если они мешали ему творить и не приносили удовлетворения. Он чувствовал и понимал поведение капризного электрического тока так, как, пожалуй, никто из живущих на Земле людей.

– Он стал укротителем электрического дракона! – воскликнула Галатея. – Недаром тот так бушевал во время рождения Теслы!

– Тесла поставил перед собой грандиозную задачу: добиться передачи по воздуху не просто радиосигнала или звука, а большого количества электрической энергии, достаточной, например, для горения электрических ламп. Он был уверен, что можно передавать электроэнергию с помощью самой Земли и даже фокусировать эту энергию в любой точке мира. Если бы ему это удалось, то линии электропередач, которые сейчас окутывают мир густой сетью, стали бы не нужны...

– Лампы горели бы без проводов! – взвизгнула от восторга Галатея, глаза которой горели не хуже электрических лампочек.

– Но ведь до сих пор электроэнергия для ламп и моторов передаётся только по проводам, – сказал Андрей.

– Да, потому что Тесла не добился своей цели. И мы до сих пор не знаем – решается ли такая задача в промышленных масштабах. Тесла зажигал лампы без проводов на расстоянии 40 километров! Но, когда он задумал создать систему, которая бы распространяла электричество по всему миру без проводов, финансист Морган отказался поддержать этот проект. «А куда мы поставим электрические счётчики для взимания платы?» – спросил он изобретателя.

– То есть такая мировая электрическая система действительно возможна? – спросил Андрей. – Нужен только второй гениальный Тесла, чтобы создать её?

Дзинтара пожала плечами и сказала:

– Спустя сто лет появились небольшие устройства, которые заряжают свои батареи без проводов – так, как предлагал Тесла. Но, как биолог, я подозреваю, что такая мощная беспроводная энергетическая система потенциально может наносить вред здоровью людей.

Кроме этого, Тесла разработал электродвигатель, который работает на переменном токе, генератор переменного электричества и множество других полезнейших устройств, которые ускорили промышленную революцию в конце XIX и начала XX века. Двигатель Теслы широко используется до сих пор и считается одним из десяти величайших научно-технических достижений человечества.

Фотографическая память и прекрасное пространственное воображение позволяли ему создавать проекты своих устройств полностью в голове – и только потом переносить их на бумагу.

Тесла приобрёл широкую известность как инженер-электротехник: его выступления на собраниях американских инженеров пользовались большим успехом. Председатель одного из таких собраний пошутил, что когда-то Бог сказал: «Да будет свет!» – и мир осветился, но он мог сказать просто: «Да будет Тесла!» – и Тесла бы сам принёс свет людям.

Ещё большую популярность Тесла снискал у широкой публики: в глазах людей, мало что смысливших в электрических схемах. Высокий – 188 см и худой – 64 кг, Тесла был воплощением сумасшедшего учёного. Его элегантная тощая фигура была известна многим нью-йоркцам; его экстравагантные привычки привлекали внимание света; его эффектные эксперименты с многометровыми молниями вокруг огромных заряженных шаров восхищали народ и порождали массу слухов.

Когда в 1898 году на нью-йоркской выставке Тесла продемонстрировал радиоуправляемую лодку – она вызвала сенсацию. В публике высказывались различные мнения: лодка управляется волшебством, телепатией или маленькой обезьянкой, спрятанной внутри. Военные не заинтересовались радиоторпедами, которые предлагал им Тесла: его идея радиоуправляемых роботов, или телеавтоматов, как он их называл, опередила время на сто лет.

Тесле удалось исполнить свою мечту – он построил гидроэлектростанцию на Ниагарском водопаде.

Ему принадлежат 700 патентов в разных странах мира.

Он открыл рентгеновские лучи и получил рентгеновские снимки независимо от Рентгена.

Он создал радио и осуществил радиопередачу независимо от Маркони и других изобретателей.

Он был уверен, что принял в своей лаборатории сигналы с другой планеты.

Он утверждал, что разработал «лучи смерти», которые могут стать самым могущественным оружием в мире.

В пожилом возрасте он проходил в день около 15 километров, любил кормить голубей, а на излечение голубки со сломанным крылом потратил две тысячи долларов, причем сам сконструировал устройство, которое позволило ей поддерживать сломанное крыло. Он жил в отеле, никогда не был женат и не имел детей. Прогуливаясь, он считал шаги при ходьбе, обедая – рассчитывал объём тарелки с супом. Если его отвлекали от этого занятия, то пища не приносила ему удовольствия. Поэтому он предпочитал есть в одиночестве.

Он разговаривал на восьми языках.

Он очень не любил жемчуг и запах камфары.



Он элегантно одевался и всегда надевал к ужину белые перчатки. Ужинал он обычно в определённом ресторане и требовал, чтобы его обслуживал конкретный, уже знакомый ему официант. После холеры, которую он перенёс в юности, он опасался бактерий и был очень чистоплотен.

Последние 10 лет он, возможно, жил уже не в мире реальности, а в мире своих грёз, где многие его идеи осуществились.

Тесла по популярности мог поспорить с любой кинозвездой. Он не только изобретал полезные устройства – он вдохновлял людей своим талантом новатора. Он заложил фундамент

современной электрической цивилизации, но умер небогатым и одиноким человеком, в возрасте 86 лет.

После смерти Теслы Федеральное бюро расследований опечатаło его бумаги и пригласило эксперта, который бы оценил – насколько опасны открытия Теслы, включая его «лучи смерти». Эксперт не нашёл ничего интересного в устройствах и бумагах, хранимых в номере отеля, где жил Тесла, но многие поклонники таланта Теслы уверены, что секреты великого изобретателя с той поры были спрятаны в тайниках спецслужб.

За гробом Теслы шли тысячи людей, включая нескольких нобелевских лауреатов.

Его прах перевезён в Сербию и покоится в золотом шаре на мраморном постаменте в музее Теслы. Его именем названа единица магнитной индукции и первый массовый электромобиль.

В штате Нью-Йорк и в других штатах 10 июля отмечают День Теслы, а на перекрёстке 40-й улицы и 6-й авеню в Манхэттене висит знак «Перекрёсток Николы Теслы».

Многие современники считают Теслу «святым заступником электрической эры» и «человеком, который изобрёл XX век». Его имя окутывает облако легенд – ему приписывают создание машины времени, а также фантастических устройств для телепортации и телепатии. Некоторые считают, что Тунгусский метеорит 1908 года был одним из экспериментов Теслы по фокусированию энергии на больших расстояниях. О нём пишут многочисленные книги и снимают фильмы. Он стал легендарным электрическим волшебником.

Если вы исключительно трезвомыслящий человек и не верите в легенды, то, когда пользуетесь многочисленными плодами электрической цивилизации, включающие различные устройства и электромоторы Теслы, просто скажите ему: «Спасибо».



Примечания для любопытных

Постоянный ток – электрический ток, который не меняет со временем своё направление и величину.

Переменный ток – электрический ток, который меняет со временем своё направление (например, в обычной бытовой электросети – 50 или 60 раз в секунду, что означает частоту 50 или 60 герц) или свою величину. В авиации используется переменный ток в 400 герц, на железных дорогах – 16 или 25 герц.

Вращающееся магнитное поле – магнитное поле, которое, не меняя своей величины, меняет своё направление, вращаясь с постоянной угловой скоростью, как это делает, например, часовая стрелка.

Тунгусский метеорит – событие 30 июня 1908 года, которое вызвало ослепительную вспышку, повалило деревья на площади в 2000 квадратных километров, но не оставило никакого кратера. Специалисты считают, что это был каменный астероид размером около 50 метров, разрушившийся высоко в атмосфере, как и каменный Челябинский болид диаметром в 20 метров, но среди неспециалистов бродит огромное количество фантастических гипотез,

включая неудачную посадку корабля инопланетян и удачный опыт Теслы по передаче энергии на расстояние.

Сон химика Менделеева об электрических атомах

Химик Менделеев после открытия своей знаменитой таблицы стал популярен – настолько, что это его стало раздражать. Вот и на этом званом обеде к нему пристали какие-то барышни вместе с журналистами:

– А правда, что вы сделали своё открытие во сне? Проснулись и записали уже готовую таблицу?

Химик тяжёло вздохнул в ответ – ну что сделаешь с этими легкомысленными людьми? – и ответил:

– Я над ней, может быть, двадцать лет размышлял, а вы думаете – раз и готово...

Навязчивые посетители давно ушли, а пожилой учёный погрузился в воспоминания, машинально поглаживая густую седоватую бороду. Он вспоминал своё детство в Тобольске и долгую поездку в Санкт-Петербург, где получил университетское образование. Но этого молодому хваткому сибиряку было мало, и он, начав карьеру с должности школьного учителя в Симферополе и Одессе, написал диссертацию и стал в 23 года приват-доцентом Санкт-Петербургского университета. А потом были годы исследований – в России и в Европе, обустройство лаборатории с изготовлением нужных Менделееву точнейших приборов, множество экспериментов и тысячи прочитанных книг и статей.

План исследований у молодого учёного был глобален: связать химические свойства элементов с их физическими свойствами, в первую очередь с массой, объёмом и силой взаимодействия атомов. Годы и годы ушли на рассматривание и анализ карточек, на которых были записаны свойства известных элементов. Никакой сон не помог бы, если бы не было этих долгих лет...

Проблема классификации химических элементов по свойствам и весу атомов заключалась в том, что далеко не все химические элементы в то время были открыты, а для тех элементов, что были открыты, физические параметры нередко определялись с большой ошибкой. И молодому учёному нужно было сначала уловить скрытый ритм химических свойств элементов, а потом понять – если какие-то элементы не укладываются в найденную закономерность, то является ли это признаком ошибочности данной закономерности или признаком неправильно определённых свойств химических элементов?

Гениальность и смелость Дмитрия Ивановича Менделеева, достигшего к 1869 году, времени открытия своего Периодического закона, 35-летнего возраста, как раз в том и выразились, что он верно уловил гармонию в периодичности химических свойств элементов, а параметры тех элементов, которые ей не соответствовали, он смело исправил. Для этого нужно твёрдо верить в открытый закон! Например, в те времена атомный вес урана считался равным 120 единицам.



– А что такое единица атомного веса? – спросил Андрей.

– Это одна двенадцатая массы атома углерода. Так как ядро углерода имеет массу 12 и состоит из шести протонов и шести нейтронов, то получается, что за единицу принимается величина, близкая к массе одного нуклона в ядре, то есть протона или нейтрона. Возвращаясь к урану: Менделеев взял и увеличил его массу со 120 до 240 единиц! Впоследствии оказалось, что уран имеет среднюю массу в 238.

– То есть Менделеев, исходивший из теоретических соображений, оказался гораздо точнее, чем все экспериментаторы? – удивился Андрей.

– Да, хорошая теория должна обладать способностью к верным предсказаниям. Учёный исправил параметры девяти элементов: например, известную атомную массу тория учёный изменил с 174 до 231; массу индия исправил с 75,6 на 113,4; массу цезия поднял с 92 до 140. Все эти и ряд других сдвигов в параметрах элементов потом полностью подтвердились. Более того – таблица Менделеева позволила не только правильно разместить известные элементы, она также указала на пропуски или пустые клетки в таблице.

– А в этих пустых клетках должны были находиться ещё не открытые элементы? – догадалась Галатея.

– Верно. На основе открытых периодичностей свойств химических элементов Менделеев детально описывал возможные характеристики ещё не открытых элементов, указывал их атомный вес и химические свойства.

Учёный писал: «Без Периодического закона мы не имели никаких поводов предсказывать свойства неизвестных элементов, даже не могли судить о недостатке или отсутствии тех или других из них. Открытие элементов было делом одного наблюдения... Закон периодичности открывает в этом последнем отношении новый путь».

Базируясь на своём законе периодичности, Менделеев предсказал наличие десяти ещё не открытых химических элементов: скандия, галлия, германия, гафния, полония, астата, технеция, протактиния, рения и франция. Все они были впоследствии открыты, что стало настоящим триумфом Периодического закона Менделеева.

Дзинтара раздала детям красивые цветные листки с таблицей.

– Возьмите таблицу Менделеева и внимательно посмотрите на неё. Она рекордсмен по информационной ёмкости: эта таблица, уместяющаяся на одной странице, рассказывает невообразимо много о тайнах нашего мира. Таблицу Менделеева, как и физическую карту Земли, можно рассматривать бесконечно долго.

– Мама, а почему химические элементы проявляют такую периодичность? – спросила Галатея.

Дзинтара призадумалась, а потом молча потянулась к вазе, заполненной разными ягодами, и стала что-то сортировать.

Вскоре на столе выросли три кучки: тёмно-красных вишен, полупрозрачного желтоватого винограда и ягод чёрной смородины.

– С помощью этих ягод мы сейчас смоделируем набор элементов, из которых создан наш материальный мир. Пусть вишни означают протоны, виноградинки – нейтроны, а мелкие ягоды смородины – электроны.

Дзинтара взяла прозрачные стаканы и расставила их в ряд. В первый стакан она бросила одну вишенку, во второй – две, в третий – три.

– Каждый стакан – это ядро какого-то химического элемента. В таблице Менделеева больше сотни элементов, но мы не будем брать сотню стаканов – ведь нам важно понять общий принцип строения ядер химических элементов. В каждый следующий стакан мы кладем на одну вишенку больше, так что количество вишенки в стакане будет означать его порядковый номер в общем ряду.

– Значит, заряд каждого элемента будет всё время нарастать! – сказал Андрей.

– Верно, – согласилась Дзинтара. – Электрический заряд ядра каждого элемента, измеренный в зарядах протона, который равен заряду электрона, строго равен порядковому номеру элемента в таблице Менделеева – и растёт вместе с ним. Масса ядра тоже увеличивается с порядковым номером, но по более сложной функции.

Дело в том, что все протоны заряжены положительно и отталкиваются друг от друга. Чтобы склеить их вместе, нужны нейтроны – частицы, очень похожие на протоны, но не обладающие электрическим зарядом. Протоны и нейтроны притягиваются друг к другу за счет

мощных сил, которые так и называют – ядерными. Нейтроны нужны, чтобы «сцементировать» атомные ядра. Нейтроны склеиваются с протонами ядерными силами – и делают ядро стабильным, не радиоактивным.

Дзинтара указала на стакан с одинокой вишенкой.

– Этот единственный протон – ядро водорода, он стабилен и не нуждается в поддержке нейтроном. Зато если у этого элемента, гелия, – Дзинтара указала на следующий стакан с парой вишен, – составить ядро всего из двух протонов, то оно окажется очень нестабильным. Если мы добавим в ядро гелия один нейтрон, – Дзинтара бросила в стакан виноградинку, – то получим стабильный изотоп гелия – гелий-3. Если добавить ещё один нейтрон, то получится отличное, очень крепкое ядро гелия-4, которое настолько прочно, что может рассматриваться как отдельная элементарная частица – альфа-частица, – ведь именно она вылетает из многих радиоактивных ядер.

– А что будет, если к вишнёвому ядру водорода добавить виноградный нейтрон? – Галатея указала пальцем на стакан с одной вишней.

– Мы получим тяжёлый водород – дейтерий, который будет стабильным. Присоединение второго нейтрона дает тритий – сверхтяжёлый и нестабильный водород, с периодом полураспада двенадцать лет.

Но давайте обсудим третий элемент – литий, в состав ядра атома которого входят три протона. Чтобы ядро лития стало стабильным, нам нужно добавить ему три или четыре нейтрона. Ядра, которые содержат одинаковое количество протонов, принадлежат одному химическому элементу, но если у них разное число нейтронов, то говорят, что элемент имеет несколько изотопов. Поэтому литий с тремя протонами имеет два стабильных изотопа – с тремя и четырьмя нейтронами.

Дзинтара бросила в стакан три виноградинки, а потом – ещё одну.

– Для стабильности ядра требуется нейтронов больше, чем протонов, или, как минимум, столько же – это правило неукоснительно выполняется во всей таблице Менделеева, за исключением водорода.

Четырёхпротонное ядро бериллия нуждается для стабильности в пяти нейтронах, а пятипротонное ядро бора содержит пять или шесть нейтронов. Три следующих важнейших для жизни элемента: углерод, азот и кислород – достигают стабильности при минимальном количестве нейтронов, равном числу протонов, но сохраняют стабильность и при увеличении числа нейтронов на единицу или даже на двойку, как в случае кислорода. С ростом заряда ядра избыток числа нейтронов над числом протонов нарастает.

– Ведь протоны отталкиваются друг от друга, а нейтроны нет – так что чем их больше, тем ядру легче сохранять свою стабильность, – авторитетно заявил Андрей.

– Прочность ядер нарастает вместе с массой и достигает максимума на ядре железа. Потом ядерная прочность начинает падать – и после последнего стабильного ядра свинца с номером 82, в котором находится 82 протона и 125 нейтронов, уже никакая комбинация из нейтронов и протонов не может обеспечить устойчивость ядра.

– А какой номер клетки у радиоактивного урана? – спросила Галатея.

– Ядро урана содержит 92 протона и почти полтораста нейтронов.

Тут Андрея осенило:

– Теперь я понимаю, почему атомные электростанции производят так много радиоактивных отходов! Ядро урана с большим количеством нейтронов, поделившись пополам, дает два ядра из середины таблицы Менделеева, которым не нужно такое количество нейтронов! Радиоактивность таких новых ядер будет огромной!

– Ты сообразил быстрее меня, – признала Дзинтара. – В целом ядра химических элементов являются довольно простыми и прочными сгустками из протонов и нейтронов. Зато эти

ядра служат основой для возникновения атомов, которые включают в себя электроны и оказываются гораздо более сложными конструкциями.

– Действительно, ядра атомов имеют положительный электрический заряд – значит, они должны притягивать к себе электроны везде, где только встретят их, – сказал Андрей.

– Верно, – согласилась Дзинтара. – Ядра химических элементов крайне редко можно встретить голыми, без электронов. В нормальных условиях атомы обычно содержат столько электронов, чтобы полностью компенсировать заряд ядра.

– Это значит, что в нейтральном атоме столько же электронов, сколько протонов в его ядре. А это число равно номеру химического элемента! – выпалила Галатея.

– Молодец! – сказала Дзинтара. – Ты хорошо разобралась. Это означает, что вокруг атома, например, свинца размещаются 82 электрона. Но, притягиваясь к ядру, они одновременно отталкиваются друг от друга, поэтому устойчивое размещение отрицательных электронов вокруг положительных ядер оказывается очень непростой задачей.

Дзинтара положила возле стакана с одной вишенкой одну ягоду смородины, а возле стакана с двумя вишенками и двумя виноградинками – две смородинки.

– Это модели атома водорода с одним электроном и атома гелия с двумя. Учёные знают, что эти элементы весьма различны по химическим свойствам: в ходе некоторых реакций у водорода можно отнять его собственный электрон, а можно присоединить к нему лишний. Например, при горении водорода в кислороде образуется вода с молекулой, состоящей из двух атомов водорода и атома кислорода. В молекуле воды кислород отнимает у атомов водорода по электрону, присоединяя их к своей электронной свите. Но и ядра водорода он не отпускает – ведь они заряжены положительно и притягиваются к отрицательно заряженному кислороду, получившему избыток электронов, – именно так и получается прочная молекула воды.

Зато у гелия очень трудно что-либо отнять – это такой скряга, который не хочет расставаться со своими электронами. Впрочем, и чужих электронов ему не надо. Это свойство гелия обеспечивает ему почти идеальную химическую инертность. Его так и называют: инертный газ, что значит – неповоротливый, не реагирующий ни на что.

В таблице Менделеева выделяют восемь групп элементов, которые проявляют периодичность. А знаете, почему их восемь? Потому что вокруг атомных ядер известно восемь уровней, где могут располагаться электроны. На первом уровне могут размещаться только два электрона...

Дзинтара нарисовала возле каждого из стаканов что-то вроде деревьев с восемью длинными ветками.

– Электроны водорода и гелия – это электроны первого уровня. Больше чем два электрона на первой или нижней ветке не поместятся. Поэтому, когда к ядру лития присоединяются три электрона, два из них садятся на самый низкий уровень, а третьему приходится помещаться на ветке повыше – на втором уровне.

Дзинтара нужным образом разместила три ягоды смородины возле стакана, где лежало три вишни и четыре виноградинки. Дети смотрели на её ловкие руки, которые сортировали ягоды, и переводили глаза на карточки с таблицей Менделеева, где в каждой клетке, соответствующей отдельному химическому элементу, указывалось размещение электронов по разным орбитам вокруг ядра данного элемента.

– На втором уровне могут уместиться восемь электронов. Поэтому следующие за литием семь атомов размещают свои электроны именно на этом, втором уровне: бериллий, бор, углерод, азот, кислород, фтор, неон. Последние три элемента особенно интересны: кислороду для заполнения второго уровня не хватает двух электронов, фтору – одного, а неон полностью заполнил второй уровень электронами. Эти особенности строения электронных оболочек определяют химические свойства данных элементов: кислород и фтор стремятся отобрать

недостающие им электроны у любых встреченных ими атомов, заодно присоединить и сами эти атомы, «окислить» их, образовав молекулу «оксида» с одним атомом кислорода или «диоксида» – с двумя. Кислород – это самый распространённый окислитель, поэтому процесс окисления даже назвали по его имени.

– Может, это его назвали по процессу окисления? – предположила Галатея. – А нельзя ли привести какой-нибудь пример этого... окисления?

Дзинтара ответила:

– Конечно. Окисление железа, или образование ржавчины, является самым типичным примером соединения кислорода с металлом. Следующий элемент таблицы Менделеева, фтор, является самым сильным окислителем в природе, который может окислить все химические элементы, включая золото и платину. Исключением являются гелий и неон – инертность этих газов не может преодолеть даже агрессивный фтор.

Углерод имеет на втором электронном уровне четыре электрона, то есть можно с одинаковым основанием сказать, что его второй уровень наполовину пуст или наполовину полон. Эта особенность углерода позволяет ему создавать самые различные химические соединения, например отдавая сильному окислителю все четыре электрона – как в случае углекислого газа CO_2 , или отнимая у четырёх атомов водорода по электрону, образуя метан CH_4 . Это обилие химических соединений углерода сделало его основой жизни на нашей планете.

– А на других планетах? – любопытствовала Галатея.

– Вероятнее всего – и на других планетах, хотя некоторые фантасты рассуждают о возможности жизни не на основе углерода, а на основе других химических элементов. Но вряд ли такие формы жизни возможны.

– А почему так важно подсчитывать электроны на разных оболочках? – спросила Галатея.

– Давайте посмотрим на трёх соседей по таблице Менделеева – углерод, азот и кислород: массы их ядер очень близки, а их электрические заряды, то есть число протонов, отличаются всего на единицу. Но за счет другого расположения электронов мы получили совершенно разные по химическим свойствам элементы: углерод, который представляет собой твердое тело, и два газа с очень различными свойствами: слабо реагирующий с окружающим азот или кислород – сильнейший газ-окислитель.

Сотня химических элементов, ядра которых плавно меняют свои заряды и массы, благодаря разному строению электронных оболочек, скачками меняют свои свойства. Поэтому, если не разобраться со строением электронных оболочек атомов, то нельзя понять их способность к химическим реакциям. Именно электроны дают возможность сотне химических элементов соединяться в миллионы различных видов молекул, из которых построено всё вокруг нас, а также сконструированы мы сами. Химия – это фактически электрическая наука, которая базируется на движениях электронов и зарядов.

Менделеев открыл периодичность химических свойств элементов, глубокая причина которой заключается в том, что когда атомы начинают заполнять электронами новый уровень, то их химические свойства становятся очень похожими на свойства элементов с электронами на предыдущем уровне. Вот щелочной металл натрия, который настолько активно ищет, кому бы отдать свой единственный электрон на третьем уровне, что при падении в воду начинает с шипением расщеплять её, выдавливая из неё водород и присоединяя остаток к себе, образуя едкую щёлочь. Его химические свойства аналогичны свойствам других щелочных металлов – лития с одним электроном на второй оболочке и калия с одним электроном на четвёртой оболочке.

Хлор, которому не хватает для заполнения третьей оболочки всего одного электрона, является аналогом агрессивного фтора, а газ аргон, полностью укомплектованный третий уровень электронами, является, как и неон, представителем инертных газов.

Но заполнение электронами четвёртой оболочки оборачивается сюрпризом: если кальций, следующий за щелочным калием, смог разместить на четвёртом уровне пару электронов, то следующий элемент – скандий – уже не смог разместить на внешнем уровне третий электрон. Новый электрон, притянутый выросшим зарядом ядра скандия, не удержался на растянутой четвёртой оболочке и провалился ниже – на третий уровень, потеснив восьмёрку тамошних электронов и став девятым на этой оболочке. Аналогичная ситуация произошла с электронами и последующих химических элементов. Так началось химически близкое семейство из десяти металлов: скандия, титана, ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, никеля, меди и цинка.

– А почему они оказались химически близкими, хотя заряд ядра у них нарастает? – спросил Андрей, держа в руках таблицу Менделеева и внимательно рассматривая её.

– Потому что на химические свойства элемента, главным образом, влияет количество электронов на внешней оболочке – и у всех этих металлов на внешней, четвёртой оболочке расположено только по два электрона, за исключением хрома и меди, у которых уцелело на внешней оболочке вообще по одному электрону. Остальные электроны провалились на третий уровень, увеличив – к цинку – количество здешних электронов до 18-ти. Это число исчерпало возможности третьего уровня, и последующие электроны снова размещаются на четвёртом уровне – у галлия их там три, у германия – четыре. Эти изменения на самом внешнем электронном уровне снова начинают активно менять химические свойства элементов, причем восстанавливается аналогия с элементами предыдущей группы: бром, у которого не хватает одного электрона, близок по активности к хлору, а криптон с восьмёркой электронов на четвёртом уровне оказывается инертным газом, как и неон.

Двигаясь дальше по таблице Менделеева – а это очень увлекательное путешествие! – мы увидим периодичность свойств в новых группах элементов.

Как уже говорилось, всего в таблице Менделеева выделяется восемь групп элементов с химической периодичностью. В пятой группе снова появляется группа металлов, которые удерживают на внешней, пятой оболочке только один или два электрона – а остальные проваливаются на четвёртую. В этой группе металлов, которая начинается с иттрия и заканчивается кадмием, есть хорошо известные молибден, палладий и серебро. В шестой группе серия металлов начинается с лантана и заканчивается ртутью, но здесь насчитывается уже не десять, а 24 металла, включая 14 металлов-лантанидов.

– И сколько же электронов они удерживают на внешней, шестой оболочке? – спросил Андрей.

– По-прежнему по одному или два, – ответила Дзинтара. – Но, в отличие от предыдущих групп металлов, у которых электроны проваливались ниже на один уровень, у лантанидов электроны стали проваливаться на два уровня ниже, увеличивая количество электронов на четвёртом уровне с 18 до 32.

– Ага, у десяти обычных металлов электроны провалились на один уровень, а у 14 лантанидов – на два. Но это значит, что химические свойства лантанидов должны быть очень похожи, если они отличаются лишь количеством электронов на третьей сверху оболочке! – заключил Андрей.

– Совершенно верно! – похвалила сына Дзинтара, а Галатея недовольно посмотрела на Андрея. – Химические свойства лантанидов, которые называют ещё «редкими землями», очень близки друг к другу.

Среди обычных металлов шестой группы есть такие известные, как вольфрам, платина и золото.

В седьмой группе заполнение электронных оболочек идет по тому же принципу: группа начинается с радиоактивного щелочного металла франция, который был предсказан Менделеевым на основании его таблицы и открыт несколько десятилетий спустя. У франция есть

электроны на семи оболочках: 2 электрона – на первой, 8 – на второй, 18 – на третьей, 32 – на четвёртой, 18 – на пятой, 8 – на шестой, 1 – на седьмой.

Следующий элемент номер 88 – радий – удерживает второй электрон на седьмой оболочке, зато у актиния за номером 89 новый электрон проваливается на шестую оболочку.

За актинием следует группа из 14 актиноидов. У тория за номером 90 новый электрон тоже садится на шестой уровень, увеличивая там количество электронов до десяти. У протактиния с номером 91 новый электрон ухает сразу на пятый уровень, захватывая с собой ещё и электрон с шестого уровня. В группе актиноидов пятый уровень достраивается с 18 до 32 электронов. Она включает такие известные радиоактивные металлы, как уран и плутоний.

Обычные металлы седьмой группы, такие как резерфордий с номером 104 или рентгений 111, не встречаются в природе – их синтезируют на ускорителях в ничтожных количествах.

Как установил Менделеев, все периодические группы химических элементов начинаются со щелочных металлов, за исключением первой, которая начинается с водорода.

– Но, может быть, можно рассмотреть водород как самый лёгкий щелочной металл? – спросил Андрей.

– Рассмотреть-то можно... Но даже если пренебречь фактом, что в нормальных условиях водород – газ, то очевидно, что водород не обладает главным свойством щелочных металлов: вытеснять из воды водород и образовывать щёлочь. Ведь водороду в данном случае придётся вытеснять самого себя!

– Чего никто не заметит! – победно сказала Галатя и почему-то показала Андрею язык.

– Все периодические группы заканчиваются инертными газами, за исключением восьмой, до конца которой учёные ещё не добрались, поэтому тамошний инертный газ, который должен быть сильнорадиоактивным, науке ещё неизвестен.

– Интересный газ – химически инертный и ядро нестабильный! – пробормотал Андрей.

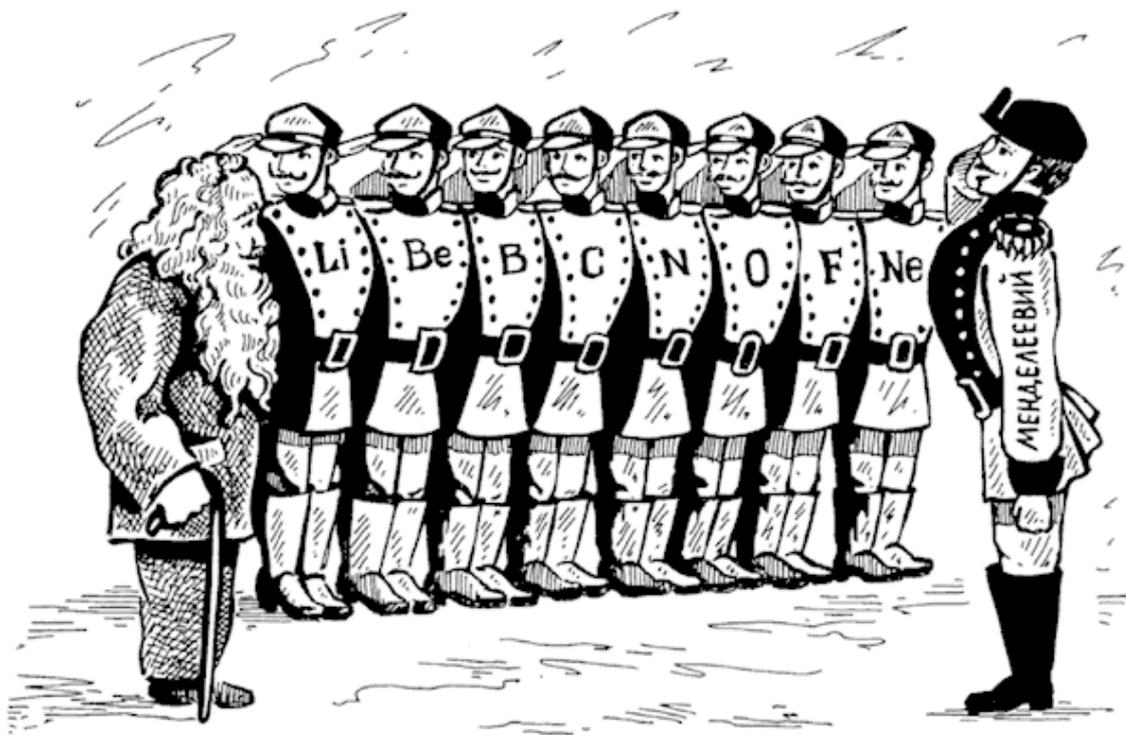
– Именно таким газом является радиоактивный, но химически инертный радон, замыкающий шестую группу элементов.

– А почему электроны себя так ведут – заполняют то одну, то другую оболочку? – спросила Галатя.

– Их поведение обусловлено электрическим притяжением ядра с одновременным отталкиванием со стороны других электронов. Важно учитывать квантовое поведение частиц, потому что электроны – это не столько частицы, сколько волны.

Гениальность Менделеева заключается в том, что он открыл основные квантовые закономерности формирования электронных оболочек атомов за 65 лет до создания квантовой механики, задолго до введения квантов Планком и создания реалистичной атомной модели Бора-Резерфорда.

Менделеев расположил элементы в порядке возрастания атомного веса и уловил глубинную симметрию – периодичность их химических свойств! Сейчас мы выводим квантовую основу всей таблицы Менделеева на нескольких страничках учебника, но тогда... Это и есть то, что называют гениальным открытием.



Сейчас мы понимаем, что десятки электронных волн сталкиваются и переплетаются вокруг атомного ядра, порождая самые замысловатые электрические конфигурации. Именно ими занимается квантовая механика, рассчитывающая с помощью сложных уравнений и мощных компьютеров поведение многоэлектронных оболочек атомов; именно эти электронные оболочки определяют химические свойства элементов, из которых состоим мы сами, наша еда и наше окружение.

– То есть вкус нашей еды зависит от электронных облачков вокруг атомов? Значит, мы едим электрическую еду? – спросила Галатея.

– Верно. Мы все фактически являемся электрическими организмами – мы используем электричество для передачи сигналов по нашим нервам, а для поддержания сил мы едим еду, приправленную электронами. Некоторые организмы, вроде электрических угрей, используют электроток ещё и как оружие, а кое-кто научился есть электричество напрямую, без всякой сопутствующей еды.

– Кто-то научился питаться электричеством прямо из розетки? – удивлённо спросил Андрей.

– Да, есть организмы, которые питаются электричеством, или, попросту, электронами, напрямую. Если взять маленький аккумулятор, прийти на берег реки и воткнуть электрод в илистое дно, то вокруг него соберутся совершенно особые бактерии, которые питаются электричеством. Этим одноклеточным организмам, которые живут на дне морей и в речном иле, не нужно есть и дышать – они способны просто поглощать электроны. Но электроны должны будут куда-то течь и сбрасываться, поэтому бактерии находят способ избавляться от ненужных электронов, выделяя их наружу.

– Ты хочешь сказать, что есть бактерии, которые едят электроны и какают ими? – недоверчиво спросила Галатея.

– Да. Эти бактерии слизывают электроны с поверхности электрода, а потом сбрасывают их в окружающие металлы или по проводам передают соседям...

– По проводам? – не поверила своим розовым ушкам Галатея.

– Эти бактерии выращивают из себя тонкие белковые нити, которые хорошо проводят электричество. Микроорганизмы соединяются этими проводами друг с другом в электрический контур, образуя длиннющие, в несколько сантиметров, электрические цепи. Такая бактериальная цепь может, например, соединять два участка почвы с разными химическими свойствами – и это позволяет бактериям эффективно использовать эту разницу.

Вольта соединил медный и цинковый кружок слабым раствором кислоты и получил электрический элемент. Что-то похожее делают и бактерии, образуя бактериальную электрическую батарею. Часто в такой электрический симбиоз вступают разного вида одноклеточные организмы – они делят свои функции и, передавая друг другу электроны, выживают успешнее, чем в одиночку.

Человек ничем принципиально не отличается от этих электробактерий. Мы едим электрические атомы, мы впитываем с едой электроны и выдыхаем их из лёгких, присоединяя к кислороду. Вся сложная цепь химических превращений еды и кислорода в нашем организме фактически сводится к тому, что мы питаемся электрической энергией.

– Постой, мама! – воскликнул Андрей. – Я привык думать, что сам кислород необходим нашему организму, а ты говоришь, что он всего лишь уносит от нас электроны.

– Конечно, ведь мы, вдыхая кислород, не усваиваем его, а, соединив с углеродом, выдыхаем его примерно в том же количестве, в каком получили при вдохе. И если человек не может дышать, то умирает за несколько минут из-за переизбытка электронов, которые не могут больше уходить наружу.

– А как же вкусные вещи, которые мы едим, тот же сахар – он тоже всего лишь передатчик, вернее, источник электронов? – стала спрашивать Галатея.

– Да, у сахара есть избыточные электроны, наши клетки расщепляют сахар, и электроны проходят сквозь клетки до тех пор, пока не присоединятся к кислороду, который, как мы знаем, очень охотно присоединяет к себе электроны. В ходе расщепления сахара и перемещения электронов наши клетки вырабатывают аденозинтрифосфат – молекулу, которая служит батарейкой практически во всех живых организмах. Без движения электронов наша жизнь была бы невозможна.

– Кругом одно электричество! – с удивлением сказала Галатея.

– Астробиологи очень заинтересовались земными электробактериями. Ведь в Солнечной системе есть места, где мало света, кислорода и органических соединений. Могут ли там жить бактерии, которые питаются электричеством и не нуждаются в кислороде? Электробактериями активно занимаются и земные экологи – они рассчитывают, что те, способные жить в самых грязных и даже радиоактивных местах, могут помочь с очисткой нашей планеты от опасных загрязнений. Вот так электричество теснейшим образом переплетается с химией и биологией.

– Буду изучать электрохимию и особенно электробиологию! – решила Галатея.



Примечания для любопытных

Дмитрий Иванович Менделеев (1834–1907) – великий русский химик, открыватель Периодического закона химических элементов –

фундаментального закона природы. Элемент 101 назван в его честь – менделеевий.

Франций – радиоактивный щелочной металл, предсказанный Менделеевым и открытый в 1939 году Маргаритой Перей, сотрудницей Института радия в Париже. Чрезвычайно редкий химический элемент: суммарное количество франция в земной коре оценивается в 340 граммов. (Информацию обо всех остальных химических элементах легко можно найти в учебниках химии или Интернете.)

Макс Планк (1858–1947) – великий немецкий физик, основоположник квантовой физики. Ввёл понятие «квант». Лауреат Нобелевской премии (1918). Именем Планка названа фундаментальная константа квантовой теории – «постоянная Планка».

Эрнст Резерфорд (1871–1937) – великий британский физик. Предложил планетарную модель атома в виде положительного маленького ядра, вокруг которого двигаются электроны. Лауреат Нобелевской премии (1908).

Нильс Бор (1885–1962) – великий датский физик, ученик Резерфорда. Создатель первой квантовой модели атома и его электронных оболочек. Лауреат Нобелевской премии (1922).

Сказка о строптивом Мёссбаэре, сумевшем заморозить ядерный процесс

Сегодня рядом с принцессой Дзинтарой на мягком диване удобно расположилась королева Никки – и с удовольствием слушала традиционную вечернюю сказку.

– Мама, в название сказки, которое ты прочитала, закралась какая-то ошибка, – сказал Андрей. – Ядерные процессы не зависят от температуры. Например, распад урановых ядер при любой температуре будет одинаков.

– В подавляющем большинстве случаев ты прав, – кивнула головой Дзинтара. – Но не во всех. Случай, когда температура значительно влияет на ядерный процесс, открыл молодой выпускник Мюнхенского университета, которому его научный руководитель поручил исследовать температурную зависимость поглощения гамма-излучения.

– Ой, а можно попроще? – сказала Галатея, скривив недовольную рожицу.

– Дело в том, что ядра химических элементов встречаются не только в виде различных изотопов, но и в виде различных изомеров.

– Ядра изотопов одного химического элемента совпадают по числу протонов, но различаются по количеству нейтронов. А что такое изомеры? – спросил Андрей.

– Они совпадают по числу, как протонов, так и нейтронов, но всё-таки отличаются друг от друга возбуждённостью и периодом полураспада.

Видели, как летят вниз капли, срываясь с неплотно закрытого водопроводного крана? Они летят и деформируются в полёте, колеблются. Так же колеблются и ядра, которые представляют собой капли ядерной материи. Такие возбуждённые ядра часто образуются при ядерных реакциях.

– Для того чтобы уменьшить своё возбуждение, или повышенную энергию, ядро должно что-то выбросить? – догадался Андрей.

– Верно. Если возбуждение очень велико, то ядро может выбросить нуклон. Если оно выбросит протон, то станет ядром другого, соседнего по таблице Менделеева химического элемента. Если выбросит нейтрон – то сохранит своё место в таблице, но станет другим изотопом данного элемента. Но если возбуждение не очень велико, то ядро испытывает гамма-радиоактивность: оно выпускает гамма-квант, или электромагнитный квант очень высокой частоты, – и переходит в более спокойное состояние.

– Так как ни число протонов, ни число нейтронов у ядра не изменились, то ядро не стало ни соседним элементом, ни другим изотопом, а превратилось в новый изомер? – спросил Андрей.

Галатея пожаловалась:

– Как меняется число протонов или нейтронов при радиоактивности – это ясно. Но эти непонятные возбуждения ядра мне непонятны!

В разговор вступила Никки:

– Помните, синичную модель атома, которую мы придумали в сказке про атом Бора?

– Помним! – закричала Галатея. – Там электроны-синички прыгали с орбиты на орбиту, как с ветки на ветку.

– Верно. Вылет ядерного гамма-кванта из возбуждённого ядра очень похож на излучение атомов при переходе электронов с верхней оболочки на нижнюю.

– В ядрах тоже есть энергетическая лесенка из орбит, как в атомах? – удивился Андрей.

Никки кивнула:

– Почему нет? Ядра скреплены мощными силами притяжения, и вполне можно добавить кинетической энергии движению нуклонов, не развалив ядро на части. А квантовая механика разрешает только определённые возбуждённые состояния, которые можно изобразить в виде

ступенек лестницы. Поскольку ядерные силы притяжения чрезвычайно велики, разница между уровнями энергии в ядре может быть тоже очень большой. Фотоны, испускаемые при переходах между такими уровнями, будут иметь энергию до нескольких миллионов электрон-вольт, их называют гамма-квантами. При этом гамма-квант для определённых изомеров конкретных изотопов имеет вполне определённую частоту – как и спектральные линии излучения атомов разных химических элементов.

Сейчас речь пойдёт о замечательном физическом феномене, одном из самых красивых в физике. Это также один из моих самых любимых физических эффектов.

– Любимых физических эффектов? – округлила глаза Галатея. – Я часто слышала, как люди спрашивают друг друга – какой у тебя любимый цвет? Какой любимый фильм или книга? Но я никогда не слышала вопроса: а какой твой любимый физический эффект?

– Может, стоит начать задавать его? – подняла брови Никки. – Ответ на него многое скажет о человеке! Так вот, чтобы понять этот эффект, нам нужно вспомнить, что в «синичной» модели атома говорилось о поглощении фотонов.

Андрей ответил:

– Если в одном из атомов синичка спрыгнет с верхней ветки на нижнюю, то испустится фотон, а синичка-электрон на другом дереве может его поймать и получить достаточно энергии, чтобы перепорхнуть с нижней ветки на верхнюю.

Никки уточнила:

– Только расстояния между ветками или уровнями энергии в двух атомах должны быть одинаковыми, иначе фотон не поглотится, а пролетит мимо.

Андрей ответил:

– Если оба атома одинаковые, так и будет!

– Верно, для поглощения испущенного фотона его энергия должна очень точно совпадать с разностью уровней энергии в атоме. Как говорят, излучённый фотон должен попасть в резонанс, или должно быть соблюдено условие резонанса между излучающим и принимающим атомом или объектом. С ядерными гамма-квантами дело обстоит точно так же: вылетевший из возбуждённого ядра гамма-квант может поглотиться ядром того же химического элемента, находящегося в спокойном состоянии, и возбудить его.

– То есть ядра передадут свою возбуждённость друг другу? – хихикнула Галатея. – Совсем как у людей. Школьники перед экзаменом здорово волнуются и пугают друг друга.

Никки, с молчаливого согласия Дзинтары, прочно взяла сказочную инициативу в свои руки и продолжила:

– На практике, вероятность того, что гамма-квант, выпущенный одним ядром, возбудит одинаковое по составу другое ядро, очень мала – потому что для такого возбуждения нужно, чтобы ядро поглотило ровно столько же энергии, сколько сбросило другое ядро. Но гамма-квант теряет свою энергию при испускании и поглощении. Ведь, в отличие от обычных фотонов, испускаемых атомом, у гамма-квантов отдача такая, что атомное ядро при их испускании или поглощении шарахается в другую сторону...

– Я не понимаю... – заныла заинтригованная Галатея. – Объясни получше.

– Это очень просто, – сказала Никки. – Если стрелять из пушки, то в момент выстрела пушка дёрнется в другую сторону. Другой пример: если бросить мяч, стоя в лодке, плавающей в пруду, то мяч полетит в одну сторону, а лодка поплывёт в другую. В нашей аналогии лодка – это ядро, а мяч – это гамма-квант. В результате отдачи гамма-кванты вылетают из радиоактивного кристалла с уменьшенной энергией. Если мяч ловит человек, стоящий в другой лодке, то при поимке мяч отдаст часть своей энергии и второй лодке, которая поплывёт вперёд – в направлении полёта мяча.

– Так, давайте разберёмся! – решительно сказала Галатея. – Пусть одни лодки плавают у левого берега пруда – это будет команда излучателей, другие у правого – это будет команда дефекторов...

– Детекторов, – поправил Галатею Андрей.

– Ну да... На каждой лодке стоит игрок или человек с перчатками, в которые встроены измерители силы удара. Люди на левых лодках бросают мячи, а люди на правых лодках их ловят. И вы утверждаете, что мячи будут терять свою энергию при переброске?

– Да. Пусть все лодки покоятся в начальный момент. Когда игроки слева бросят свои мячи, то их лодки под действием реактивной силы поплывут к левому берегу. А когда игроки справа поймут эти мячи, их лодки поплывут к правому берегу. И перчаточные измерители у левых игроков покажут, что из 100 процентов энергии, которые игрок затратил на бросок, мячу досталось только, скажем, 95 процентов, а пять процентов досталось лодке. А измерители у правых игроков покажут, что они поймали мяч с силой удара, равной 90 процентам от первоначального, потому что ещё около пяти процентов начальной энергии уйдёт на движение правых лодок.

– Ну хорошо... – нехотя согласилась Галатея. – И что дальше?

– В данном примере никакого поглощения гамма-кванта ядром не произойдёт – слишком мало у мяча сохранилось энергии. Но исследователи заметили, что если заставить лодки двигаться хаотически в разных направлениях, то вероятность поглощения возрастает.

– И это совершенно понятно! – воскликнул Андрей. – Ведь если левая лодка движется слева направо, то бросок мяча левым игроком её просто остановит. И если правая лодка будет двигаться летящему мячу навстречу, то поимка мяча её не ускорит, а затормозит. Значит, энергия лодок была добавлена в процесс, от чего мяч, то есть гамма-квант, сумеет сохранить свою энергию – и поглотиться другим ядром.

– Кажется, тебе пора читать эти сказки вместо меня, – сказала Дзинтара, – ты обо всём догадываешься раньше всех.

Никки подмигнула покрасневшему Андрею:

– Да, можно двигать друг к другу излучатель или детектор – и тогда поглощение гамма-квантов в детекторе вырастет. Аналогичный процесс происходит, когда кристаллы не двигаются, но температура их растёт – ведь каждый атом начинает колебаться со скоростью, растущей вместе с температурой. В результате у нас появится какое-то количество атомов в излучателе, которые будут двигаться к детектору с нужной для поглощения скоростью.

Научный руководитель дал молодому аспиранту Рудольфу Мёссбауэру задание: измерить, как при изменении температуры кристалла меняется поглощение невозбуждёнными ядрами осмия гамма-квантов, выпущенных возбуждёнными ядрами осмия.

– То есть при увеличении скорости хаотического движения лодок... – пробормотал Андрей. – Действительно ядерный процесс оказался зависящим от температуры...

– Руководитель настоятельно рекомендовал аспиранту нагревать радиоактивный кристалл, чтобы достигнуть больших скоростей хаотического движения атомов. Но молодой аспирант поступил по-своему – и стал охлаждать кристаллы, чтобы измерить кривую поглощения при низких температурах.

– А что, открытия всегда делаются через непослушание? – спросила Галатея с хитрым прищуром.

Дзинтара вмешалась с некоторым беспокойством:

– Практически всегда. Но речь идёт о непослушании в научной дискуссии, а не в споре о том – убирать или не убирать девочкам носки со стола.

– Ах, о научной дискуссии... – протянула Галатея.

Никки ухмыльнулась и продолжила:

– Когда Мёссбауэр охладил кристалл до температуры жидкого азота, то очень удивился: вместо ослабления поглощения он получил его резкий рост! Все гамма-кванты из кристалла стали вылетать с абсолютно одинаковой энергией, причем, когда учёный охладил и детектор, то они стали активно поглощаться в нём.

– Почему? – спросила Галатея.



– Потому что атомы кристалла при низкой температуре вцепились друг в друга с такой силой, что отдача кванта стала приходиться не на один атом, а на весь кристалл. А он настолько тяжелее гамма-кванта, что тот стал полностью сохранять свою энергию. Вот представь, что лодки, в которых ты разместила игроков, бросающих мяч, заморожены в лёд, тогда они не отнимут у мячей никакой энергии, потому что отдачи не будет.

Эффект резкого роста поглощения гамма-квантов при глубоком охлаждении стали называть резонансным поглощением, или эффектом Мёссбауэра. Его открыватель стал знаменит – и получил в 1961 году Нобелевскую премию, в возрасте 32 лет.

– Как же полезно не слушаться своего научного руководителя... – протянула Галатея.

– Эффект Мёссбауэра стал удивительно точным инструментом для измерения разных тонких эффектов. Например, с его помощью можно измерить разность течения времени на первом и седьмом этажах многоэтажного здания.

– Там время течёт по-разному? – переспросила Галатея, пытаясь вспомнить свои личные впечатления от пребывания на седьмом и первом этажах.

– Да, согласно общей теории относительности Эйнштейна, время на первом этаже должно течь медленнее.

Через два года после открытия эффекта Мёссбауэра гарвардские учёные Роберт Паунд и Глен Ребка разместили на башне высотой 22,6 метра изомер железа как источник гамма-квантов и сумели измерить, насколько частота этих гамма-квантов вырастет при их движении к подножию башни. Это смещение частоты точно совпало с предсказанием теории Эйнштейна. Сейчас этот эффект изменения времени тщательно учитывается в спутниковых системах, потому что на спутнике, который движется по геостационарной орбите – высотой более 20 тыс. км, часы спешат относительно земных часов на 45 микросекунд в сутки.

– Вот это да! – воскликнула Галатея. – Тогда мультики, которые транслируются через спутники, пришли к нам из ускоренного времени! Из будущего!

Андрей только вздохнул, глядя на восторженную сестру.



Примечания для любопытных

Рудольф Мёссбауэр (1929–2011) – выдающийся немецкий физик, открывший ядерный гамма-резонанс, или эффект Мёссбауэра. Лауреат Нобелевской премии (1961).

Роберт Паунд (1919–2010) – выдающийся американский физик, профессор Гарвардского университета, один из открывателей ядерно-магнитного резонанса и соавтор измерения смещения частоты излучения в гравитационном поле.

Глен Ребка (р. 1931) – видный американский физик, аспирант Р. Паунда, с которым он провёл знаменитый эксперимент Паунда-Ребки.

Сказка о Камерлинг-Оннесе, преодолевшем сопротивление электричества

– Профессор, профессор! – с такими криками двое молодых людей ворвались в кабинет и отвлекли почтенного профессора от его занятий.

– Корнелис, Гиллес, что у вас стряслось? – с неудовольствием спросил профессор Хейке Камерлинг-Оннес своих ассистентов, суматошное поведение которых не сулило хороших новостей.

– Лучше вам самому посмотреть! – сказал старший из них.

Пока они втроём шли в лабораторию, ассистенты наперебой объясняли профессору, что они ставили очередной плановый опыт по измерению электросопротивления при низких температурах, но тут случилось неожиданное...

– Постой, мама, – сказала Галатея. – Что такое электросопротивление? И о каких низких температурах идёт речь? Температуре замерзания воды?

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.