

Я.Н. Френкель

Электричество и материя

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
Я11

Я11 **Я.Н. Френкель**
Электричество и материя / Я.Н. Френкель – М.: Книга по Требованию, 2021. –
176 с.

ISBN 978-5-458-57726-7

Электричество и материя.
С 11 рисунками.

ISBN 978-5-458-57726-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

публика, интересующаяся, главным образом, не методами, а готовыми результатами. Что же касается этих результатов, то они в течение XIX века сменялись подчас крайне парадоксальным образом. От кулоновской концепции электричества, как невесомой „жидкости“, физика перешла к динамическому представлению (Фарадея и Максвелля), отвергавшему субстанциальность электричества и сводившему последнее к упругим деформациям и напряжениям гипотетической невесомой среды — мирового эфира. Однако, конец XIX века застал физику на попятном движении к восстановлению материальности электричества, завершившимся в последние годы окончательной его материализацией и, вместе с тем, если можно так выразиться, электрификацией обыкновенной материи. Что же касается эфира, то он ушел в царство теней, оставив мировое пространство в нераздельном владении положительных и отрицательных электронов.

С достигнутых высот пройденный путь представляется извилистой дорогой, поднимающейся к вершине горы многократными оборотами вокруг ее склона. Естественно, что „профаны“, т.-е. все, за исключением исследователей — специалистов, остались внизу, у подошвы.

Но, овладев горой, нетрудно провести прямую дорогу к ее вершине и, таким обра-

зом, сделать путь к ней легко доступным для обыкновенных смертных. Именно по этому пути мы попробуем повести читателя, опираясь, по возможности, лишь на простейшие факты и понятия, и оставляя в стороне те сложные явления и представления, которыми приходилось пользоваться пионерам.

ГЛАВА I.

Природа сил молекулярного сцепления.

Взаимодействие наэлектризованных тел с наэлектризованными.

Как бы мы не представляли себе природу электричества, мы можем, однако, легко обнаружить его присутствие и даже измерить его количество по тем силам, которые оно, или, вернее, связанные с ним, т.-е. наэлектризованные, предметы, оказывают на другие тела, также наэлектризованные или нейтральные. Простейший основной метод возбуждения электризации заключается, как известно, в трении двух разнородных предметов (напр., стекла и кожи, смолы и шерсти) друг о друга. Далее, эта электризация может сообщаться другим предметам путем простого соприкосновения, но, конечно, лишь в ослабленной степени. При этом электризация проявляется обычно в силах притяжения;

которое наэлектризованное тело оказывает на легкие нейтральные предметы (кусочки бумаги, бузиновые шарики, порошкообразные тела и т. д.). В тех случаях, когда трение двух тел сопровождается электризацией одного из них, другое тело оказывается также наэлектризованным, т.-е. также способным притягивать нейтральные предметы. И однако, при сближении обоих тел, их совместное действие не увеличивается, а уменьшается, т.-е. другими словами, не складывается, а вычитается, совершенно исчезая при совмещении потертых поверхностей и вновь появляясь при их удалении друг от друга. Ввиду этого обстоятельства, обе электризации считаются противоположными и выражаются соответственно положительными и отрицательными числами. Принято считать положительным то электричество, которое появляется на стекле при трении его о кожу.

Опыты Кулона над взаимодействием наэлектризованных тел показали, что противоположно наэлектризованные тела взаимно притягиваются, а одноименно наэлектризованные — отталкиваются с силой, которая, в обоих случаях убывает с увеличением расстояния, обратно пропорциональной его квадрату (т. е., в 4, 9, 16.... раз при увеличении расстояния 2, 3, 4... раза). Подобно тому, как масса или „количество вещества“ различных предметов определяется

отношением их веса к весу какого-нибудь предмета, которому приписывается единица массы,—точно так же количество электричества, связанное с различными телами, определяется по величине и по знаку сравнением величины и направления испытываемых этими телами электрических сил, с силой, испытываемой в таком же положении (и вообще при равенстве всех прочих условий) предметом, электризация которого принимается за единицу. При этом единица количества электричества определяется обычно из того условия, что две таких единицы на расстоянии одного сантиметра действуют друг на друга с силой в одну дину (около одного миллиграмма).

Подобное определение количества электричества отнюдь не предполагает его материальной природы. Мы можем трактовать его, как свойство материальных частиц, которое может вообще говоря появляться и вновь исчезать, но так, что общее количество положительного электричества остается всегда численно равным общему количеству отрицательного. Две противоположно наэлектризованные частицы под влиянием взаимного притяжения стремятся, по возможности, сблизиться друг с другом; при этом их совокупное „внешнее“ действие, т.-е. действие на предметы, сравнительно удаленные от них обеих, ослабевает. В частности, если заряды их равны по абсолют-

ной величине, то на более или менее значительных расстояниях подобная система, которую мы будем называть электрическим диполем, должна казаться нейтральной, т. е. вовсе лишенной электричества.

Взаимодействие наэлектризованных тел с нейтральными.

При обычных условиях материальные тела кажутся нейтральными и не обнаруживают заметной электризации даже при трении друг о друга. Мы не имеем, однако, никакого права заключить отсюда, что они вовсе не содержат электричества, так как эта нейтральность может являться продуктом совмещения эквивалентных количеств положительного и отрицательного электричества. Всякая нейтральная частица, в том числе молекула или даже атом нейтрального тела, может представлять собою диполь или систему диполей, т. е. содержать более мелкие частицы, обладающие неизменными электрическими зарядами противоположного знака. С этой точки зрения электрический заряд должен представлять собою столь же неизменное и неотъемлемое свойство элементарных частиц материи, как и их масса, а электризация или нейтрализация материальных тел—являться следствием разъединения или воссоединения образующих их противоположно наэлектризованных частиц.

Это представление подтверждается, прежде всего, существованием сил притяжения между наэлектризованными телами с одной стороны и нейтральными—с другой. Если наэлектризованное тело имеет избыток положительного электричества, то оно притягивает к себе отрицательно наэлектризованные частицы, содержащиеся в нейтральном теле, и наоборот, отталкивает положительно наэлектризованные. Приближение первых обуславливает, согласно закону Кулона, увеличение силы притяжения, а удаление вторых—уменьшение силы отталкивания. В результате притяжение получает преобладание над отталкиванием. Совершенно ясно, что этот результат не зависит от того, какое электричество считать положительным, и какое—отрицательным.

Если противоположные заряды, находящиеся в нейтральном теле, могут перемещаться по всему его объему, независимо друг от друга, то, под влиянием внешних электрических сил, одни из них—(притягиваемые), скопляются преимущественно на той стороне этого тела, которая обращена к наэлектризованному, а другие—(отталкиваемые)—на противоположной стороне (рис 1). Таким образом, обе части тела—ближайшая и более отдаленная—оказываются противоположно наэлектризованными („электризация через влияние“). Если же находящиеся в нейтральном теле противо-

положительные электрические заряды прочно связаны друг с другом в отдельных его молекулах (или атомах), то подобная „электризация через влияние“ может происходить лишь внутри отдельных молекул, которые при этом остаются нейтральными,—



Рис. 1.

так же, как и более или менее значительные объемы тела, содержащие целое число молекул.

Это явление раздвигания противоположных зарядов в противоположные стороны внутри отдельных молекул (или атомов) называется поляризацией, так как оно соответствует образованию двух противоположных полюсов, т.-е. превращению соответствующих частиц в электрические диполи. В тех случаях, когда молекулы имеют подобное дипольное строение и при отсутствии внешних сил (наприм. состоят из двух противоположно заряженных атомов), поляризация образуемого ими тела может обуславливаться ориентацией их в направлении электрических сил, исходящих из наэлектризованного тела.

Заметим, что тела, способные электризоваться через влияние, являются вместе

с т е м п р о в о д н и к а м и э л е к т р и ч е с т в а ; к н и м п р и н а д л е ж а т , г л а в н ы м о б р а з о м , м е т а л л ы , а т а к ж е т а к н а з ы в а е м ы е э л е к т р о л и т ы , т . - е . в о д н ы е р а с т в о р ы к и с л о т , щ е л о ч е й и с о л е й . В с е о с т а л ь н ы е т е л а — н е п р о в о д н и к и э л е к т р и ч е с т в а и л и „ д и э л е к т р и к и “ — п о д в л и я н и е м э л е к т р и ч е с к и х с и л и с п ы т ы в а ю т п о л я р и з а ц и ю , к о т о р а я б ы в а е т о с о б е н н о в е л и к а в т е х с л у ч а я х , к о г д а о н а о б у с л о в л я е т с я о р и е н т а ц и е й п о с т о я н н ы х м о л е к у л я р н ы х д и п о л е й (н а п р . , в с л у ч а е в о д ы) .

Каково бы ни было действие, оказываемое наэлектризованным телом на нейтральное — будь то электризация через влияние, поляризация или ориентация молекул — сущность его сводится к приближению притягиваемых зарядов и удалению отталкиваемых, а результат — к появлению силы притяжения, являющейся разностью между притяжением разноименных и отталкиванием одноименных зарядов.

Электрическое притяжение между нейтральными молекулами в жидкостях и газах.

Если таким образом наэлектризованные тела притягивают нейтральные, то не могут ли нейтральные тела, благодаря имеющимся в них заряженным частицам, также притягивать друг друга? На первый взгляд подобное предположение может показаться абсурдным. Вспомним, однако,

что всякий диполь представляется неспособным производить электрические действия лишь на таких расстояниях, которые велики в сравнении с его длиной. На расстояниях, сравнимых с этой длиной, т. е. с расстоянием между его противоположными полюсами, действия последних, очевидно, не могут взаимно уничтожаться. Если поэтому два диполя находятся на таком расстоянии друг от друга, которое не очень велико в сравнении с их размерами, то они должны оказывать более или менее значительное действие друг на друга. К чему же может сводиться это действие? Каждый диполь, путем поворачивания и раздвигания другого, приближает к себе тот конец последнего, который им притягивается и удаляет тот, который им отталкивается; результатом этой взаимной ориентации и поляризации должно, очевидно, являться взаимное притяжение ¹⁾.

Эти соображения легко обобщаются на случай двух нейтральных частиц произвольного строения—напр., молекул или атомов,—находящихся на расстояниях, близких к их собственным размерам, т. е., к расстояниям между находящимися в них наэлектризованными частицами. Каждая мо-

¹⁾ Для пояснения этого обстоятельства можно заменить электрические диполи магнитами; результатом отталкивания одноименных и притяжения разноименных полюсов двух магнитов является взаимное притяжение последних.