|  |
| --- |
| ГОУ СПО ЛО «ЛУЖСКИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ» |
| Реферат |
| по электротехнике |
|  |
| **на тему электрический заряд** |
|  |

Выполнил: Агафонов Роман

учащийся 310 гр.

Проверил(а):

|  |
| --- |
| Луга, 2009 |

Оглавление

[Электрический заряд 3](#_Toc222165018)

[Электрический заряд элементарной частицы 5](#_Toc222165019)

[Единица измерения электрического заряда 7](#_Toc222165020)

[Электрометр 8](#_Toc222165021)

[Свойства электрического заряда 9](#_Toc222165022)

[Электризация тела 11](#_Toc222165023)

[Литература 16](#_Toc222165024)

## Электрический заряд

Дать краткое, удовлетворительное во всех отношениях определение заряда невозможно. Мы привыкли находить понятные нам объяснения весьма сложных образований и процессов вроде атома, жидких кристаллов, распределения молекул по скоростям и т.д. А вот самые основные, фундаментальные понятия, нерасчленимые на более простые, лишенные, по данным науки на сегодняшний день, какого-либо внутреннего механизма, кратко удовлетворительным образом уже не пояснить. Особенно если объекты непосредственно не воспринимаются нашими органами чувств. Именно к таким фундаментальным понятиям относится электрический заряд.

Попытаемся вначале выяснить не что такое *электрический заряд*, а что скрывается за утверждением *данное тело или частица имеют электрический заряд*.

Вы знаете, что все тела построены из мельчайших, неделимых на более простые (насколько сейчас науке известно) частиц, которые поэтому называют *элементарными*. Все элементарные частицы имеют массу и благодаря этому притягиваются друг к другу. Согласно закону всемирного тяготения сила притяжения сравнительно медленно убывает по мере увеличения расстояния между ними: обратно пропорционально квадрату расстояния. Кроме того, большинство элементарных частиц, хотя и не все, обладают способностью взаимодействовать друг с другом с силой, которая также убывает обратно пропорционально квадрату расстояния, но эта сила в огромное число, раз превосходит силу тяготения. Так, в атоме водорода, схематически изображенном на рисунке 1, электрон притягивается к ядру (протону) с силой, в 1039 раз превышающей силу гравитационного притяжения.

[](http://www.physbook.ru/index.php/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5:Img_ECharge_Ref_001.jpg)

Рис. 1

Если частицы взаимодействуют друг с другом с силами, которые медленно уменьшаются с увеличением расстояния и во много раз превышают силы всемирного тяготения, то говорят, что эти частицы имеют электрический заряд. Сами частицы называются *заряженными*. Бывают частицы без электрического заряда, но *не существует электрического заряда без частицы*.

Взаимодействия между заряженными частицами носят название *электромагнитных*. Когда мы говорим, что электроны и протоны электрически заряжены, то это означает, что они способны к взаимодействиям определенного типа (электромагнитным), и ничего более. Отсутствие заряда у частиц означает, что подобных взаимодействий она не обнаруживает. Электрический заряд определяет интенсивность электромагнитных взаимодействий, подобно тому как масса определяет интенсивность гравитационных взаимодействий. Электрический заряд – вторая (после массы) важнейшая характеристика элементарных частиц, определяющая их поведение в окружающем мире.

Таким образом

***Электрический заряд*** *– это физическая скалярная величина, характеризующая свойство частиц или тел вступать в электромагнитные силовые взаимодействия.*

Электрический заряд обозначается буквами *q* или *Q*.

Подобно тому, как в механике часто используется понятие материальной точки, позволяющее значительно упростить решение многих задач, при изучении взаимодействия зарядов эффективным оказывается представление о точечном заряде. *Точечный заряд* – это такое заряженное тело, размеры которого значительно меньше расстояния от этого тела до точки наблюдения и других заряженных тел. В частности, если говорят о взаимодействии двух точечных зарядов, то тем самым предполагают, что расстояние между двумя рассматриваемыми заряженными телами значительно больше их линейных размеров.

## Электрический заряд элементарной частицы

Электрический заряд элементарной частицы – это не особый «механизм» в частице, который можно было бы снять с нее, разложить на составные части и снова собрать. Наличие электрического заряда у электрона и других частиц означает лишь существование определенных взаимодействий между ними.

В природе имеются частицы с зарядами противоположных знаков. Заряд протона называется *положительным*, а электрона – *отрицательным*. Положительный знак заряда у частицы не означает, конечно, наличия у нее особых достоинств. Введение зарядов двух знаков просто выражает тот факт, что заряженные частицы могут как притягиваться, так и отталкиваться. При одинаковых знаках заряда частицы отталкиваются, а при разных – притягиваются.

Никакого объяснения причин существования двух видов электрических зарядов сейчас нет. Во всяком случае, никаких принципиальных различий между положительными и отрицательными зарядами не обнаруживается. Если бы знаки электрических зарядов частиц изменились на противоположные, то характер электромагнитных взаимодействий в природе не изменился бы.

Положительные и отрицательные заряды очень хорошо скомпенсированы во Вселенной. И если Вселенная конечна, то ее полный электрический заряд, по всей вероятности, равен нулю.

Наиболее замечательным является то, что электрический заряд всех элементарных частиц строго одинаков по модулю. Существует минимальный заряд, называемый *элементарным*, которым обладают все заряженные элементарные частицы. Заряд может быть положительным, как у протона, или отрицательным, как у электрона, но модуль заряда во всех случаях один и тот же.

Отделить часть заряда, например, у электрона невозможно. Это, пожалуй, самое удивительное. Никакая современная теория не может объяснить, почему заряды всех частиц одинаковы, и не в состоянии вычислить значение минимального электрического заряда. Оно определяется экспериментально с помощью различных опытов.

В 60-е гг., после того как число вновь открытых элементарных частиц стало угрожающе расти, была выдвинута гипотеза о том, что все сильно взаимодействующие частицы являются составными. Более фундаментальные частицы были названы кварками. Поразительным оказалось то, что кварки должны иметь дробный электрический заряд: 1/3 и 2/3 элементарного заряда. Для построения протонов и нейтронов достаточно двух сортов кварков. А максимальное их число, по-видимому, не превышает шести.

## Единица измерения электрического заряда

Создать макроскопический эталон единицы электрического заряда, подобный эталону длины – метру, невозможно из-за неизбежной утечки заряда. Естественно было бы за единицу принять заряд электрона (это сейчас и сделано в атомной физике). Но во времена Кулона еще не было известно о существовании в природе электрона. Кроме того, заряд электрона слишком мал, и поэтому его трудно использовать в качестве эталона.

В Международной системе единиц (СИ) единицу заряда – *кулон* устанавливают с помощью единицы силы тока:

*1 кулон (Кл) – это заряд, проходящий за 1 с через поперечное сечение проводника при силе тока в 1 А.*

Заряд в 1 Кл очень велик. Два таких заряда на расстоянии 1 км отталкивались бы друг от друга с силой, чуть меньшей силы, с которой земной шар притягивает груз массой в 1 т. Поэтому сообщить небольшому телу (размером порядка нескольких метров) заряд в 1 Кл невозможно. Отталкиваясь друг от друга, заряженные частицы не смогли бы удерживаться на таком теле. Никаких других сил, которые были бы способны в данных условиях компенсировать кулоновское отталкивание, в природе не существует. Но в проводнике, который в целом нейтрален, привести в движение заряд в 1 Кл не составляет большого труда. Ведь в обычной электрической лампочке мощностью 100 Вт при напряжении 127 В устанавливается ток, немного меньший 1 А. При этом за 1 с через поперечное сечение проводника проходит заряд, почти равный 1 Кл.

## Электрометр

Для обнаружения и измерения электрических зарядов применяется *электрометр*. Электрометр состоит из металлического стержня и стрелки, которая может вращаться вокруг горизонтальной оси (рис. 2). Стержень со стрелкой закреплен в плексигласовой втулке и помещен в металлический корпус цилиндрической формы, закрытый стеклянными крышками.

*Принцип работы электрометра*. Прикоснемся положительно заряженной палочкой к стержню электрометра. Мы увидим, что стрелка электрометра отклоняется на некоторый угол (см. рис. 2). Поворот стрелки объясняется тем, что при соприкосновении заряженного тела со стержнем электрометра электрические заряды распределяются по стрелке и стержню. Силы отталкивания, действующие между одноименными электрическими зарядами на стержне и стрелке, вызывают поворот стрелки. Наэлектризуем эбонитовую палочку еще раз и вновь коснемся ею стержня электрометра. Опыт, показывает, что при увеличении электрического заряда на стержне угол отклонения стрелки от вертикального положения увеличивается. Следовательно, по углу отклонения стрелки электрометра можно судить о значении электрического заряда, переданного стержню электрометра.

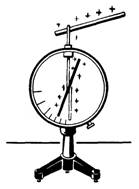
[](http://www.physbook.ru/index.php/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5:Img_ECharge_Ref_002.jpg)

Рис. 2

## Свойства электрического заряда

Совокупность всех известных экспериментальных фактов позволяет выделить следующие свойства заряда:

* Существует два рода электрических зарядов, условно названных положительными и отрицательными. *Положительно* заряженными называют тела, которые действуют на другие заряженные тела так же, как стекло, наэлектризованное трением о шелк. *Отрицательно* заряженными называют тела, которые действуют так же, как эбонит, наэлектризованный трением о шерсть. Выбор названия «положительный» для зарядов, возникающих на стекле, и «отрицательный» для зарядов на эбоните совершенно случаен.
* Заряды могут передаваться (например, при непосредственном контакте) от одного тела к другому. В отличие от массы тела электрический заряд не является неотъемлемой характеристикой данного тела. Одно и то же тело в разных условиях может иметь разный заряд.
* Одноименные заряды отталкиваются, разноименные – притягиваются. В этом также проявляется принципиальное отличие электромагнитных сил от гравитационных. Гравитационные силы всегда являются силами притяжения.
* Важным свойством электрического заряда является его *дискретность*. Это означает, что существует некоторый наименьший, универсальный, далее не делимый элементарный заряд, так что заряд *q* любого тела является кратным этому элементарному заряду:

~q = N \cdot e,

где *N* – целое число, *е* – величина элементарного заряда. Согласно современным представлениям, этот заряд численно равен заряду электрона *e* = 1,6∙10-19 Кл. Поскольку величина элементарного заряда **весьма** мала, то для большинства наблюдаемых и **используемых** на практике заряженных тел число *N* очень велико, и дискретный характер изменения заряда не проявляется. Поэтому считают, что в обычных условиях электрический заряд тел изменяется практически непрерывно.

* *Закон сохранения электрического заряда*.

*Внутри замкнутой системы при любых взаимодействиях алгебраическая сумма электрических зарядов остается постоянной:*

~q_1 + q_2 + \ldots + q_n = \operatorname{const}.

*Изолированной (или замкнутой) системой* мы будем называть систему тел, в которую не вводятся извне и не выводятся из нее электрические заряды.

Нигде и никогда в природе не возникает и не исчезает электрический заряд одного знака. Появление положительного электрического заряда всегда сопровождается появлением равного по модулю отрицательного заряда. Ни положительный, ни отрицательный заряд не могут исчезнуть в отдельности, они могут лишь взаимно нейтрализовать друг друга, если равны по модулю.

Так элементарные частицы способны превращаться друг в друга. Но всегда при рождении заряженных частиц наблюдается появление пары частиц с зарядами противоположного знака. Может наблюдаться и одновременное рождение нескольких таких пар. Исчезают заряженные частицы, превращаясь в нейтральные, тоже только парами. Все эти факты не оставляют сомнений в строгом выполнении закона сохранения электрического заряда.

Причина сохранения электрического заряда до сих пор пока неизвестна.

## Электризация тела

Макроскопические тела, как правило, электрически нейтральны. Нейтрален атом любого вещества, так как число электронов в нем равно числу протонов в ядре. Положительно и отрицательно заряженные частицы связаны друг с другом электрическими силами и образуют нейтральные системы.

Тело больших размеров заряжено в том случае, когда оно содержит избыточное количество элементарных частиц с одним знаком заряда. *Отрицательный* заряд тела обусловлен избытком электронов по сравнению с протонами, а *положительный* заряд – их недостатком.

Для того чтобы получить электрически заряженное макроскопическое тело или, как говорят, *наэлектризовать* его, нужно отделить часть отрицательного заряда от связанного с ним положительного.

Проще всего это сделать с помощью трения. Если провести расческой по волосам, то небольшая часть наиболее подвижных заряженных частиц – электронов – перейдет с волос на расческу и зарядит ее отрицательно, а волосы зарядятся положительно. При электризации трением оба тела приобретают противоположные по знаку, но одинаковые по модулю заряды.

Наэлектризовать тела с помощью трения очень просто. А вот объяснить, как это происходит, оказалось очень непростой задачей.

*1 версия*. При электризации тел важен тесный контакт между ними. Электрические силы удерживают электроны внутри тела. Но для разных веществ эти силы различны. При тесном контакте небольшая часть электронов того вещества, у которого связь электронов с телом относительно слаба, переходит на другое тело. Перемещения электронов при этом не превышают размеров межатомных расстояний (10-8 см). Но если тела разъединить, то оба они окажутся заряженными. Так как поверхности тел никогда не бывают идеально гладкими, то необходимый для перехода тесный контакт между телами устанавливается только на небольших участках поверхностей. При трении тел друг о друга число участков с тесным контактом увеличивается, и тем самым увеличивается общее число заряженных частиц, переходящих от одного тела к другому. Но не ясно, как в таких не проводящих ток веществах (изоляторах), как эбонит, плексиглас и другие, могут перемещаться электроны. Они ведь связаны в нейтральных молекулах.

*2 версия*. На примере ионного кристалла LiF (изолятора) это объяснение выглядит так. При образовании кристалла возникают различного рода дефекты, в частности вакансии – незаполненные места в узлах кристаллической решетки. Если число вакансий для положительных ионов лития и отрицательных – фтора неодинаково, то кристалл окажется при образовании заряженным по объему. Но заряд в целом не может сохраняться у кристалла долго. В воздухе всегда имеется некоторое количество ионов, и кристалл будет их вытягивать из воздуха до тех пор, пока заряд кристалла не нейтрализуется слоем ионов на его поверхности. У разных изоляторов объемные заряды различны, и поэтому различны заряды поверхностных слоев ионов. При трении поверхностные слои ионов перемешиваются, и при разъединении изоляторов каждый из них оказывается заряженным.

А могут ли электризоваться при трении два одинаковых изолятора, например те же кристаллы LiF? Если они имеют одинаковые собственные объемные заряды, то нет. Но они могут иметь и различные собственные заряды, если условия кристаллизации были разными и появилось разное число вакансий. Как показал опыт, электризация при трении одинаковых кристаллов рубина, янтаря и др. действительно может происходить. Однако приведенное объяснение вряд ли правильно во всех случаях. Если тела состоят, к примеру, из молекулярных кристаллов, то появление вакансий у них не должно приводить к заряжению тела.

Еще один способ электризации тел – воздействие на них *различных излучений* (в частности, ультрафиолетового, рентгеновского и *γ*-излучения). Этот способ наиболее эффективен для электризации металлов, когда под действием излучений с поверхности металла выбиваются электроны, и проводник приобретает положительный заряд.

*Электризация через влияние*. Проводник заряжается не только при контакте с заряженным телом, но и в том случае, когда оно находится на некотором расстоянии. Исследуем подробнее это явление. Подвесим на изолированном проводнике легкие листки бумаги (рис. 3). Если вначале проводник не заряжен, листки будут в неотклоненном положении. Приблизим теперь к проводнику изолированный металлический шар, сильно заряженный, например, при помощи стеклянной палочки. Мы увидим, что листки, подвешенные у концов тела, в точках *а* и *b*, отклоняются, хотя заряженное тело и не касается проводника. Проводник зарядился через влияние, отчего и само явление получило название «*электризация через влияние*» или «*электрическая индукция*». Заряды, полученные посредством электрической индукции, называют *наведенными* или *индуцированными*. Листки, подвешенные у середины тела, в точках *а*’ и *b*’, не отклоняются. Значит, индуцированные заряды возникают только на концах тела, а середина его остается нейтральной, или незаряженной. Поднося к листкам, подвешенным в точках *а* и *b*, наэлектризованную стеклянную палочку, легко убедиться, что листки в точке *b* от нее отталкиваются, а листки в точке *а* притягиваются. Это значит, что на удаленном конце проводника возникает заряд того же знака, что и на шаре, а на близлежащих частях возникают заряды другого знака. Удалив заряженный шар, мы увидим, что листки опустятся. Явление протекает совершенно аналогичным образом, если повторить опыт, зарядив шар отрицательно (например, при помощи сургуча).

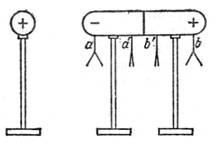
[](http://www.physbook.ru/index.php/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5:Img_ECharge_Ref_003.jpg)

Рис. 3

С точки зрения электронной теории эти явления легко объясняются существованием в проводнике свободных электронов. При поднесении к проводнику положительного заряда электроны к нему притягиваются и накапливаются на ближайшем конце проводника. На нем оказывается некоторое число «избыточных» электронов, и эта часть проводника заряжается отрицательно. На удаленном конце образуется недостаток электронов и, следовательно, избыток положительных ионов: здесь появляется положительный заряд.

При поднесении к проводнику отрицательно заряженного тела электроны накапливаются на удаленном конце, а на ближнем конце получается избыток положительных ионов. После удаления заряда, вызывающего перемещение электронов, они вновь распределяются по проводнику, так что все участки его оказываются по-прежнему незаряженными.

Перемещение зарядов по проводнику и их накопление на концах его будут продолжаться до тех пор, пока воздействие избыточных зарядов, образовавшихся на концах проводника, не уравновесит те исходящие из шара электрические силы, под влиянием которых происходит перераспределение электронов. Отсутствие заряда у середины тела показывает, что здесь уравновешены силы, исходящие из шара, и силы, с которыми действуют на свободные электроны избыточные заряды, накопившиеся у концов проводника.

Индуцированные заряды можно разделить, если в присутствии заряженного тела разделить проводник на части. Такой опыт изображен на рис. 4. В этом случае сместившиеся электроны уже не могут вернуться обратно после удаления заряженного шара; так как между обеими частями проводника находится диэлектрик (воздух). Избыточные электроны распределяются по всей левой части; недостаток электронов в точке *b* частично пополняется из области точки *b*’, так что каждая часть проводника оказывается заряженной: левая – зарядом, по знаку противоположным заряду шара, правая – зарядом, одноименным с зарядом шара. Расходятся не только листки в точках *а* и *b*, но и остававшиеся прежде неподвижными листки в точках *а*’ и *b*’.

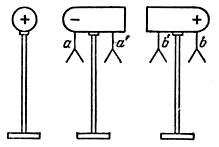
[](http://www.physbook.ru/index.php/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5:Img_ECharge_Ref_004.jpg)

Рис. 4

## Литература

1. Буров Л.И., Стрельченя В.М. Физика от А до Я: учащимся, абитуриентам, репетиторам. – Мн.: Парадокс, 2000. – 560 с.
2. Мякишев Г.Я. Физика: Электродинамика. 10-11 кл.: учеб. Для углубленного изучения физики /Г.Я. Мякишев, А.З. Синяков, Б.А. Слободсков. – М.Ж Дрофа, 2005. – 476 с.
3. Физика: Учеб. пособие для 10 кл. шк. и классов с углубл. изуч. физики/ О. Ф. Кабардин, В. А. Орлов, Э. Е. Эвенчик и др.; Под ред. А. А. Пинского. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 1995. – 415 с.
4. Элементарный учебник физики: Учебное пособие. В 3 т./ Под ред. Г.С. Ландсберга: Т. 2. Электричество и магнетизм. – М: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 480 с.