Приступим к изучению количественных законов электромагнитных взаимодействий. Основной закон электростатики - закон взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел.

Основной закон электростатики был экспериментально установлен Шарлем Кулоном в 1785 г. и носит его имя.

Если расстояние между телами во много раз больше их размеров, то ни форма, ни размеры заряженных тел существенно не влияют на взаимодействия между ними.

Вспомните, что и закон всемирного тяготения тоже сформулирован для тел, которые можно считать материальными точками.

Заряженные тела, размерами и формой которых можно пренебречь при их взаимодействии, называются точечными зарядами.

Сила взаимодействия заряженных тел зависит от свойств среды между заряженными телами. Пока будем считать, что взаимодействие происходит в вакууме. Опыт показывает, что воздух очень мало влияет на силу взаимодействия заряженных тел, она оказывается почти такой же, как и в вакууме.

Опыты Кулона . Идея опытов Кулона аналогична идее опыта Кавендиша по определению гравитационной постоянной. Открытие закона взаимодействия электрических зарядов было облегчено тем, что эти силы оказались велики и благодаря этому не нужно было применять особо чувствительную аппаратуру, как при проверке закона всемирного тяготения в земных условиях. С помощью крутильных весов удалось установить, как взаимодействуют друг с другом неподвижные заряженные тела.

Крутильные весы состоят из стеклянной палочки, подвешенной на тонкой упругой проволочке (рис. 14.3). На одном конце палочки закреплён маленький металлический шарик а, а на другом - противовес. Ещё один металлический шарик закреплён неподвижно па стержне, который, в свою очередь, крепится на крышке весов.

При сообщении шарикам одноимённых зарядов они начинают отталкиваться друг от друга. Чтобы удержать их на фиксированном расстоянии, упругую проволочку нужно закрутить на некоторый угол до тех пор, пока возникшая сила упругости не скомпенсирует кулоновскую силу отталкивания шариков. По углу закручивания проволочки определяют силу взаимодействия шариков.

Крутильные весы позволили изучить зависимость силы взаимодействия заряженных шариков от значений зарядов и от расстояния между ними. Измерять силу и расстояние в то время умели. Единственная трудность была связана с зарядом, для измерения которого не существовало даже единиц. Кулон нашёл простой способ изменения заряда одного из шариков в 2, 4 и более раза, соединяя его с таким же незаряженным шариком. Заряд при этом распределялся поровну между шариками, что и уменьшало исследуемый заряд в известном отношении. Новое значение силы взаимодействия при новом заряде определялось экспериментально.

Закон Кулона. Опыты Кулона привели к установлению закона, поразительно напоминающего закон всемирного тяготения.

Сила взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

Силу взаимодействия зарядов называют кулоновской силой.

Если обозначить модули зарядов через, а расстояние между ними через, то закон Кулона можно записать в следующей форме, где коэффициент пропорциональности, численно равный силе взаимодействия единичных зарядов на расстоянии, равном единице длины. Его значение зависит от выбора системы единиц.

Легко обнаружить, что два заряженных шарика, подвешенные на нитях, либо притягиваются друг к другу, либо отталкиваются. Отсюда следует, что силы взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов направлены вдоль прямой, соединяющей эти заряды (рис. 14.4).

Подобные силы называют центральными. В соответствии с третьим законом Ньютона.

Единица электрического заряда. Выбор единицы заряда, как и других физических величин, произволен. Естественно было бы за единицу принять заряд электрона, что и сделано в атомной физике, но этот заряд слишком мал, и поэтому пользоваться им в качестве единицы заряда не всегда удобно.

В Международной системе единиц (СИ) единица заряда является не основной, а производной и эталон для неё не вводится. Наряду с метром, секундой и килограммом в СИ введена основная единица для электрических величин - единица силы тока - ампер. Эталонное значение ампера устанавливается с помощью магнитных взаимодействий токов.

Единицу заряда в СИ - кулон устанавливают с помощью единицы силы тока.

Один кулон (1 Кл) - это заряд, проходящий за 1 с через поперечное сечение проводника при силе тока.

Единица коэффициента в законе Кулона при записи его в единицах СИ, так как согласно формуле (14.2) имеем, где сила взаимодействия зарядов выражается в ньютонах, расстояние - в метрах, заряд - в кулонах. Числовое значение этого коэффициента можно определить экспериментально. Для этого надо измерить силу взаимодействия между двумя известными зарядами и, находящимися на заданном расстоянии, и эти значения подставить в формулу (14.3). Полученное значение будет равно.

Заряд в 1 Кл очень велик. Сила взаимодействия двух точечных зарядов, по 1 Кл каждый, расположенных на расстоянии 1 км друг от друга, чуть меньше силы, с которой земной шар притягивает груз массой 1 т. Поэтому сообщить небольшому телу (размером порядка нескольких метров) заряд в 1 Кл невозможно. Отталкиваясь друг от друга, заряженные частицы не могут удержаться на теле. Никаких других сил, способных 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 200 Вт при напряжении 220 В сила тока немного меньше 1 А. При этом за 1 с через поперечное сечение проводника проходит заряд, почти равный 1 Кл.

Вместо коэффициента часто применяется другой коэффициент, который называется электрической постоянной. Она связана с коэффициентом следующим соотношением. Закон Кулона в этом случае имеет вид.

Если заряды взаимодействуют в среде, то сила взаимодействия уменьшается, где диэлектрическая проницаемость среды, показывающая, во сколько раз сила взаимодействия зарядов в среде меньше, чем в вакууме.

Минимальный заряд, существующий в природе, - это заряд элементарных частиц. В единицах СИ модуль этого заряда равен.

Заряд, который можно сообщить телу, всегда кратен минимальному заряду, где N - целое число. Когда заряд тела существенно больше по модулю минимального заряда, то проверять кратность не имеет смысла, однако когда речь идёт о заряде частиц, ядер атомов, то заряд их должен быть всегда равен целому числу модулей заряда электрона.