

Преподаватель Семенова Ольга Леонидовна

Физика

Группа ТЭК 1/2

**12.01.2023**

### **Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона**

**1.Образовательная:** сформировать представление о электрических зарядах и их взаимодействии; рассмотреть закон сохранения электрического заряда и закон Кулона.

**2.Воспитательная:** воспитать логическое мышление, внимание.

**3.Развивающая:** развитие коммуникативных качеств, критического мышления, познавательной активности студентов.

**Формируемые общие и профессиональные компетенции:** Материал лекции на тему: «Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона» формирует такие общие компетенции:

- ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
- ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
- ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
- ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
- ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
- ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
- ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.
- ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
- ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

**Интеграционные связи:** тема взаимосвязана с предыдущими темами дисциплины «Физика»

**Список литературы по теме:**

1. Лабковский В.Б. 220 задач по физике с решениями: книга для учащихся 10-11 кл. общеобразовательных учреждений. М., 2006.
2. Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н Сотский; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – 17 изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 2008. – 366 с.
3. Рымкевич А.П. Задачник: сборник для учащихся общеобразовательных учреждений. – М., «Дрофа» 2008.

**Вопросы лекции:**

- 1) Электрический заряд.
- 2) Закон сохранения электрического заряда.
- 3) Закон Кулона.

Многие физические явления, наблюдаемые в природе и окружающей нас жизни, не могут быть объяснены только на основе законов механики, молекулярно-кинетической теории и термодинамики. В этих явлениях проявляются силы, действующие между телами на расстоянии, причем эти силы не зависят от масс взаимодействующих тел и, следовательно, не являются гравитационными. Эти силы называют **электромагнитными силами**.

О существовании электромагнитных сил знали еще древние греки. Но систематическое, количественное изучение физических явлений, в которых проявляется электромагнитное взаимодействие тел, началось только в конце XVIII века. Трудами многих ученых в XIX веке завершилось создание стройной науки, изучающей электрические и магнитные явления. Эта наука, которая является одним из важнейших разделов физики, получила название **электродинамики**.

Основными объектами изучения в электродинамике являются электрические и магнитные поля, создаваемые электрическими зарядами и токами.

Подобно понятию гравитационной массы тела в механике Ньютона, понятие заряда в электродинамике является первичным, основным понятием.

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

Электрический заряд обычно обозначается буквами  $q$  или  $Q$ .

Совокупность всех известных экспериментальных фактов позволяет сделать следующие выводы:

- Существует два рода электрических зарядов, условно названных положительными и отрицательными.

- 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.

Одним из фундаментальных законов природы является экспериментально установленный **закон сохранения электрического заряда**.

**В изолированной системе алгебраическая сумма зарядов всех тел остается постоянной:**

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const.}$$

Закон сохранения электрического заряда утверждает, что в замкнутой системе тел не могут наблюдаться процессы рождения или исчезновения зарядов только одного знака.

С современной точки зрения, носителями зарядов являются элементарные частицы. Все обычные тела состоят из атомов, в состав которых входят положительно зарженные протоны, отрицательно зарженные электроны и нейтральные частицы – нейтроны. Протоны и нейтроны входят в состав атомных ядер, электроны образуют электронную оболочку атомов. Электрические заряды протона и электрона по модулю в точности одинаковы и равны элементарному заряду  $e$ .

В нейтральном атоме число протонов в ядре равно числу электронов в оболочке. Это число называется атомным номером. Атом данного вещества может потерять один или несколько электронов или приобрести лишний электрон. В этих случаях нейтральный атом превращается в положительно или отрицательно заряженный ион.

Заряд может передаваться от одного тела к другому только порциями, содержащими целое число элементарных зарядов. Таким образом, электрический заряд тела – дискретная величина:

$$q = \pm ne \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

Физические величины, которые могут принимать только дискретный ряд значений, называются квантованными. Элементарный заряд  $e$  является квантом (наименьшей порцией) электрического заряда. Следует отметить, что в современной физике элементарных частиц предполагается существование так называемых кварков – частиц с дробным

$$\pm \frac{1}{3}e \quad \pm \frac{2}{3}e.$$

зарядом и Однако, в свободном состоянии кварки до сих пор наблюдать не удалось.

В обычных лабораторных опытах для обнаружения и измерения электрических зарядов используется **электрометр** – прибор, состоящий из металлического стержня и стрелки, которая может вращаться вокруг горизонтальной оси (рис. 1.1.1). Стержень со стрелкой изолирован от металлического корпуса. При соприкосновении заряженного тела со стержнем электрометра, электрические заряды одного знака распределяются по стержню и стрелке. Силы электрического отталкивания вызывают поворот стрелки на некоторый угол, по которому можно судить о заряде, переданном стержню электрометра.

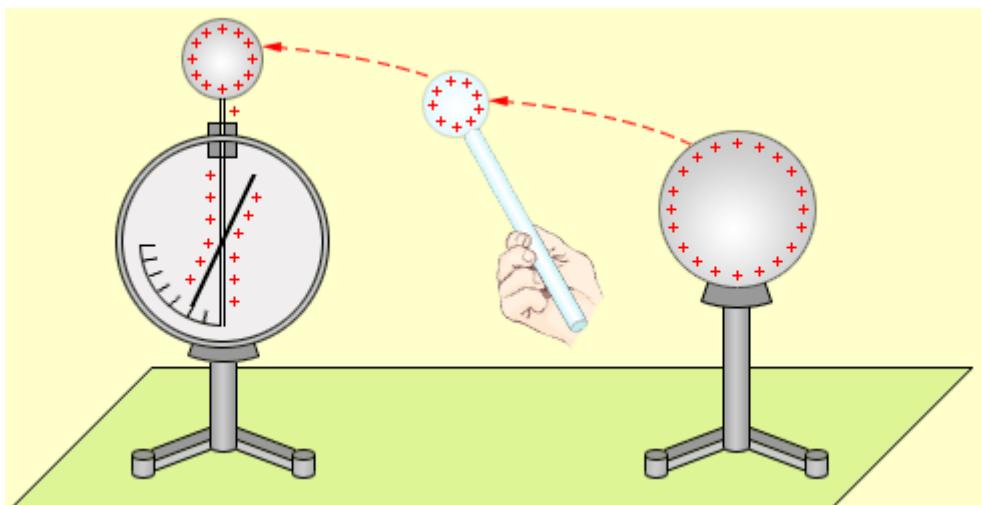


Рисунок 1.1.1.  
Перенос заряда с заряженного тела на электрометр

Электрометр является достаточно грубым прибором; он не позволяет исследовать силы взаимодействия зарядов. Впервые закон взаимодействия неподвижных зарядов был открыт французским физиком III. Кулоном в 1785 г. В своих опытах Кулон измерял силы притяжения и отталкивания заряженных шариков с помощью сконструированного им прибора – крутильных весов (рис. 1.1.2), отличавшихся чрезвычайно высокой чувствительностью. Так, например, коромысло весов поворачивалось на  $1^\circ$  под действием силы порядка  $10^{-9}$  Н.

Идея измерений основывалась на блестящей догадке Кулона о том, что если заряженный шарик привести в контакт с точно таким же незаряженным, то заряд первого разделится между ними поровну. Таким образом, был указан способ изменять заряд шарика в два, три и т. д. раз. В опытах Кулона измерялось взаимодействие между шариками, размеры которых много меньше расстояния между ними. Такие заряженные тела принято называть **точечными зарядами**.

**Точечным зарядом** называют заряженное тело, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

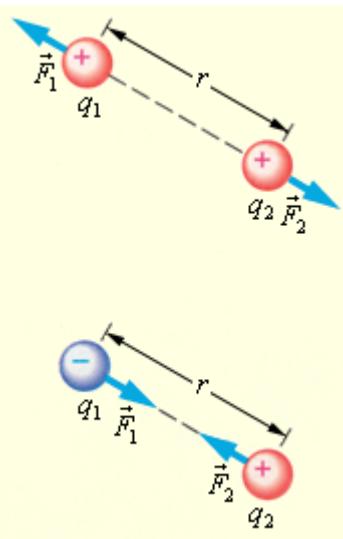
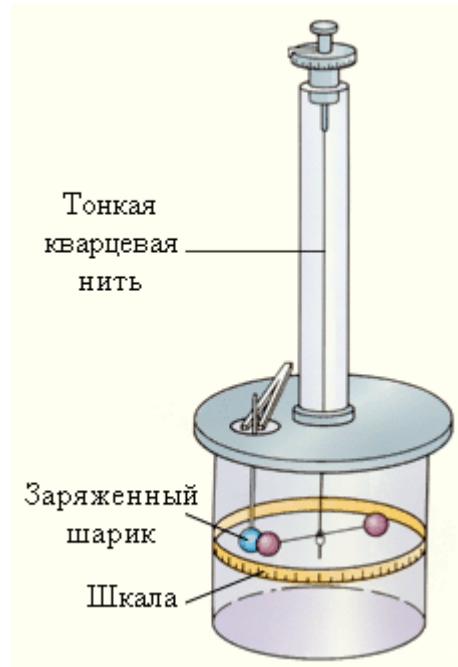


Рисунок 1.1.3.  
Силы  
взаимодействия одноименных  
и разноименных зарядов

На основании многочисленных опытов Кулон установил следующий закон:

**Силы взаимодействия неподвижных зарядов прямо пропорциональны произведению модулей зарядов и обратно пропорциональны квадрату расстояния между ними:**

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}.$$

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Силы взаимодействия подчиняются третьему закону Ньютона:  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ . Они являются силами отталкивания при одинаковых знаках зарядов и силами притяжения при разных знаках (рис. 1.1.3). Взаимодействие неподвижных электрических зарядов называют **электростатическим** или **кулоновским** взаимодействием. Раздел электродинамики, изучающий кулоновское взаимодействие, называют **электростатикой**.

Закон Кулона справедлив для точечных заряженных тел. Практически закон Кулона хорошо выполняется, если размеры заряженных тел много меньше расстояния между ними.

Коэффициент пропорциональности  $k$  в законе Кулона зависит от выбора системы единиц. В Международной системе СИ за единицу заряда принят **кулон** (Кл).

**Кулон** – это заряд, проходящий за 1 с через поперечное сечение проводника при силе тока 1 А. Единица силы тока (**ампер**) в СИ является наряду с единицами длины, времени и массы **основной единицей измерения**.

Коэффициент  $k$  в системе СИ обычно записывают в виде:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0},$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$$

где **– электрическая постоянная**.

В системе СИ элементарный заряд  $e$  равен:

$$e = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}.$$

Опыт показывает, что силы кулоновского взаимодействия подчиняются принципу суперпозиции.

**Если заряженное тело взаимодействует одновременно с несколькими заряженными телами, то результирующая сила, действующая на данное**

**тело, равна векторной сумме сил, действующих на это тело со стороны всех других заряженных тел.**

Рис. 1.1.4 поясняет принцип суперпозиции на примере электростатического взаимодействия трех заряженных тел.

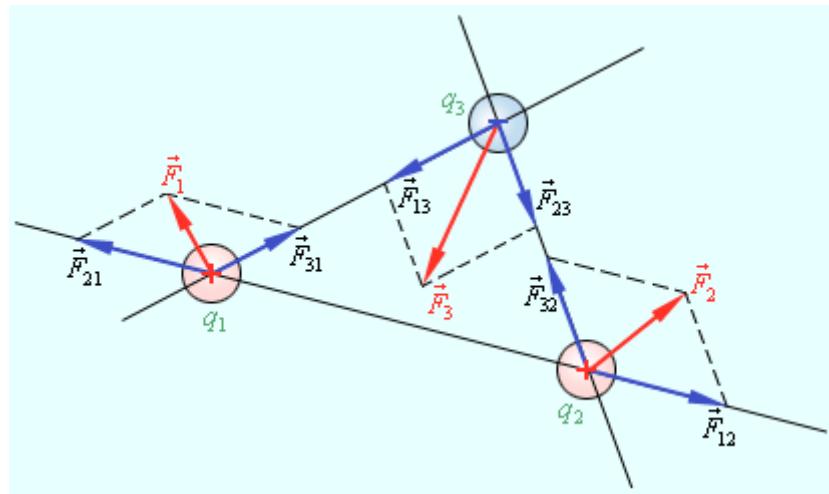
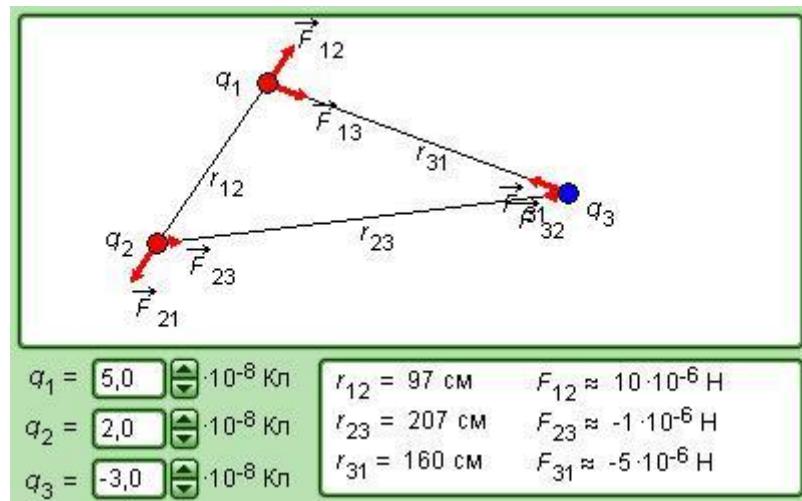


Рисунок 1.1.4.  
Принцип суперпозиции электростатических сил  
 $\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31}$ ;  $\vec{F}_2 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32}$ ;  $\vec{F}_3 = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$



### Модель. Взаимодействие точечных зарядов

Принцип суперпозиции является фундаментальным законом природы. Однако, его применение требует определенной осторожности, в том случае, когда речь идет о взаимодействии заряженных тел конечных размеров (например, двух проводящих заряженных шаров 1 и 2). Если к системе из двух заряженных шаров поднести третий заряженный шар, то взаимодействие между 1 и 2 изменится из-за **перераспределения зарядов**.

Принцип суперпозиции утверждает, что при **заданном (фиксированном) распределении зарядов** на всех телах силы электростатического взаимодействия между любыми двумя телами не зависят от наличия других заряженных тел.

### **Домашнее задание**

#### **Ответить на вопросы:**

- 1) Что такое электрический заряд?
- 2) Какой буквой обозначается электрический заряд?
- 3) Какие вы знаете виды электрических зарядов?
- 4) Как взаимодействуют одноименно заряженные электрические заряды?
- 5) Как взаимодействуют разноименно заряженные электрические заряды?
- 6) Что такое электрометр?
- 7) Сформулируйте закон сохранения электрического заряда.
- 8) Что такое точечный заряд?
- 9) Сформулируйте закон Кулона.

**Ответы присылать на электронную почту: teacher-m2022@yandex.ru**