

**Группа 18. Физика**

**Дата: 11.12.2021**

**Уроки № 57, 58**

Тип урока: комбинированный урок

**Темы уроков:**

**Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.  
Единица электрического заряда. Близкодействие и действие на расстоянии.**

***Задание:***

***Ознакомиться с текстом по теме урока. Написать в тетради краткий конспект. Ответить на контрольные вопросы.***

---

**План конспекта:**

- 1) **Закон сохранения электрического заряда**
- 2) **Закон Кулона**
- 3) **Направление силы Кулона**
- 4) **Вторая формула закона Кулона**
- 5) **Единица электрического заряда**
- 6) **Дискретность электрических зарядов**
- 7) **Близкодействие**
- 8) **Действие на расстоянии**
- 9) **Электрическое поле**

---

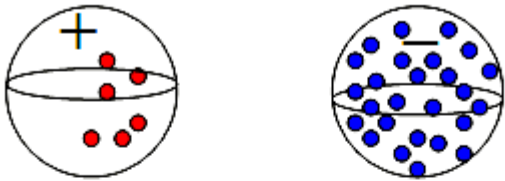

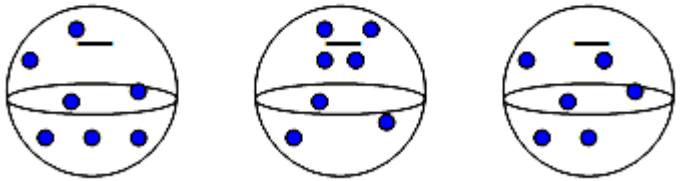
**Закон сохранения электрического заряда**

**Замкнутая система тел** в электричестве - это такая система тел, у которой нет обмена электрическими зарядами с внешними телами.

**Закон сохранения электрического заряда:**

Алгебраическая сумма электрических зарядов тел или частиц остается постоянной при любых процессах, происходящих в электрически замкнутой системе.

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

1	$q_1 = 9,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	$q_2 = -41,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	
			
$q = q_1 + q_2 = 9,6 \cdot 10^{-19} - 41,6 \cdot 10^{-19} = -32 \cdot 10^{-19} (\text{Кл})$			
2	$q_1 = -16 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	$q_2 = -16 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	
			
$q = q_1 + q_2 = -16 \cdot 10^{-19} - 16 \cdot 10^{-19} = -32 \cdot 10^{-19} (\text{Кл})$			
3	$q_1 = -11,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	$q_2 = -11,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	$q_3 = -9,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
			
$q = q_1 + q_2 + q_3 = -11,2 \cdot 10^{-19} - 11,2 \cdot 10^{-19} - 9,6 \cdot 10^{-19} = -32 \cdot 10^{-19} (\text{Кл})$			

На рисунке пример закона сохранения электрического заряда. На первой картинке два тела разноименного заряда.

На втором рисунке те же тела после соприкосновения.

На третьем рисунке в электрически замкнутую систему внесли третье нейтральное тело и тела привели во взаимодействие друг с другом.

В каждой ситуации алгебраическая сумма заряда (с учетом знака заряда) остается постоянной.

**Главное запомнить:**

- 1) Элементарный электрический заряд - электрон и протон
- 2) Величина элементарного заряда постоянна
- 3) Положительный и отрицательный заряды и их взаимодействие
- 4) Носителями свободных зарядов являются электроны, положительные ионы и отрицательные ионы
- 5) Электрический заряд дискретен
- 6) Закон сохранения электрического заряда

**Закон Кулона**

Два точечных заряда действуют друг на друга с силой, которая обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними и прямо пропорциональна произведению их зарядов.

$\vec{F}_{кл}$  – сила Кулона

$q_1$  – заряд первого тела (точечного заряда)

$q_2$  – заряд второго тела (точечного заряда)

$r$  – расстояние между зарядами

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad k = 9 \cdot 10^9 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2} \quad \text{постоянная величина}$$

$\epsilon$  – относительная диэлектрическая проницаемость среды

$$\vec{F}_{кл} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon r^2}$$

$$[F] = 1Н$$

$$[q] = 1Кл$$

$$[r] = 1м$$

$$[k] = 1 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}$$

$[\epsilon]$  – безразмерная

### Формула закона Кулона

В различных средах, например, в воздухе и в воде, два точечных заряда взаимодействуют с разной силой. Относительная диэлектрическая проницаемость среды характеризуют это различие. Это известная табличная величина. Для воздуха  $\epsilon = 1$ .

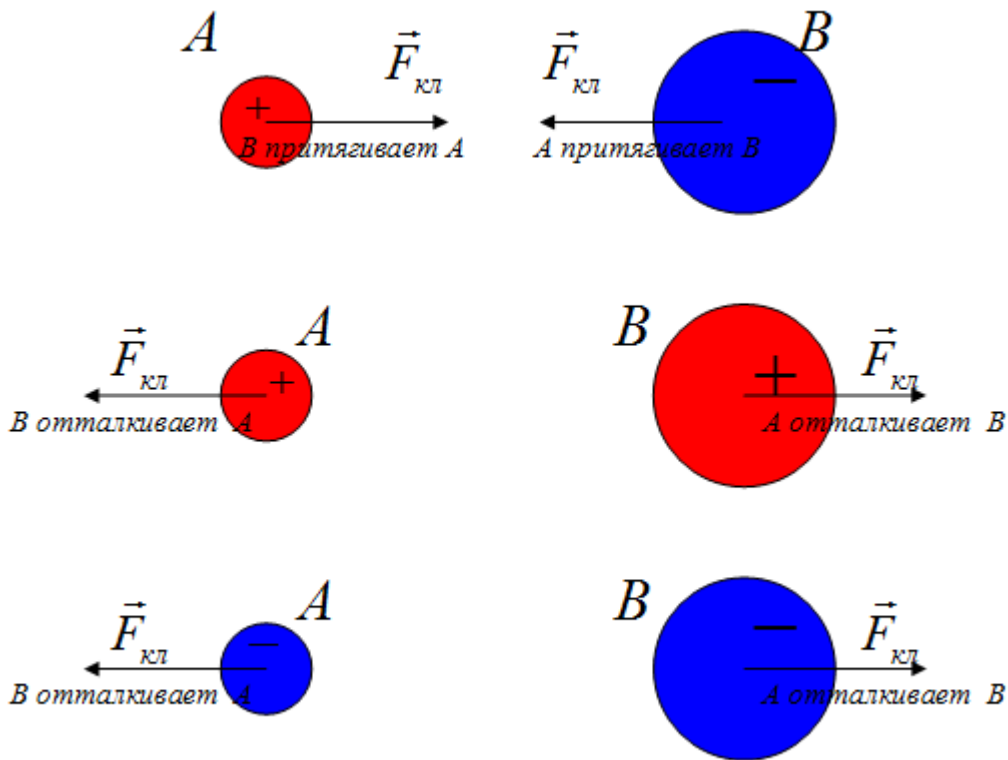
Постоянная  $k$  определяется как

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

$$\pi = 3,14$$

$$\epsilon_0 - \text{электрическая постоянная } \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{Ф}{м}$$

### Направление силы Кулона

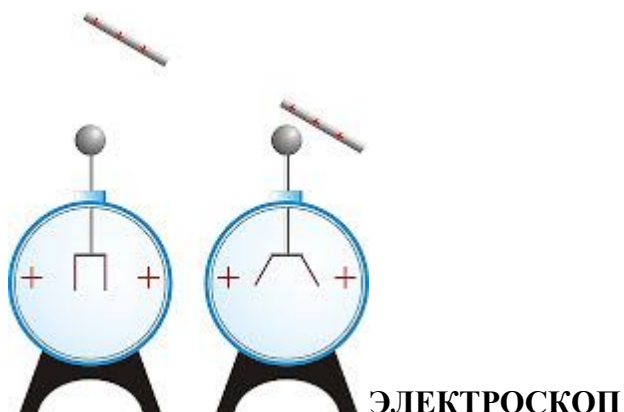


Можно также записать формулу закона Кулона в другом виде:

$$\mathbf{F}_{\text{кл}} = \frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi \epsilon \epsilon_0 r^2}$$

Вторая формула закона Кулона

Согласно третьему закону Ньютона, силы одной природы возникают попарно, равны по величине, противоположны по направлению. Если взаимодействуют два неодинаковых заряда, сила, с которой больший заряд действует на меньший (B на A) равна силе, с которой меньший действует на больший (A на B).



## Единица электрического заряда

Мы уже знаем, что в системе СИ единица электрического заряда – Кулон.

**Электрический заряд в один кулон** — это такой заряд, который проходит через сечение проводника при силе тока в **один ампер** за время равное **одной секунде**.

### Дискретность электрических зарядов

Любой заряд, который существует в природе всегда кратен минимальному заряду

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Можно записать, что:

$$q = n \cdot e$$

Здесь  $q$  – величина заряда

$e$  – минимальный заряд

$n$  – целое положительное число

### Близкодействие и действие на расстоянии

Закон взаимодействия неподвижных электрических зарядов был установлен экспериментально. Но оставался нерешённым вопрос о том, как осуществляется это взаимодействие.

**Близкодействие.** Если мы наблюдаем действие одного тела на другое, находящееся на некотором расстоянии от него, то, прежде чем допустить, что это действие прямое и непосредственное, мы склонны сначала исследовать, нет ли между телами какой-либо материальной связи: нитей, стержней и т. д. Если подобные связи есть, то мы объясняем действие одного тела на другое при помощи этих промежуточных звеньев.

При игре в теннис посредниками, передающими взаимодействие теннисистов, являются ракетки и мяч.

При подъёме груза используется подъёмный кран, которым управляет крановщик, находящийся в кабине.

Водитель автобуса заставляет дверь открываться, направляя по трубкам сжатый воздух в цилиндр, управляющий механизмом двери.

Во всех трёх примерах мы видим ряд последовательных действий, в результате которых совершается некоторый физический процесс. С помощью этого

процесса, распространяющегося от точки к точке, происходит передача действия, причём *не мгновенно*, а с той или иной скоростью.

Итак, действие между телами на расстоянии во многих случаях можно объяснить присутствием передающих действие промежуточных звеньев. Не разумно ли в тех случаях, когда мы не замечаем никакой среды, никакого посредника между взаимодействующими телами, допустить существование некоторых промежуточных звеньев? Ведь иначе придётся считать, что тело действует там, где его нет.

Кому незнакомы свойства воздуха, тот может подумать, что рот или голосовые связки собеседника непосредственно действуют на уши, и считать, что звук передаётся невидимой средой, свойства которой непонятны. Однако можно проследить весь процесс распространения звуковых волн и вычислить их скорость.

**Важно**

Согласно теории близкодействия взаимодействие между удалёнными друг от друга телами всегда осуществляется с помощью промежуточных звеньев (или среды), передающих взаимодействие от точки к точке.

Многие учёные, сторонники теории близкодействия, для объяснения происхождения гравитационных и электромагнитных сил придумывали невидимые истечения, окружающие планеты и магниты, незримые атмосферы вокруг наэлектризованных тел. Размышления эти были подчас весьма остроумны, но обладали немаловажным недостатком — они ничего не давали науке.

**Действие на расстоянии (дальнодействие).** Так продолжалось до тех пор, пока Ньютон не установил закон всемирного тяготения. Последовавшие успехи в исследовании Солнечной системы настолько захватили воображение учёных, что они вообще в большинстве своём начали склоняться к мысли о бесполезности поисков каких-либо посредников, передающих взаимодействие от одного тела к другому.

Возникла теория прямого действия на расстоянии через пустоту.

**Важно**

Согласно теории дальнодействия, действие передаётся мгновенно на сколь угодно большие расстояния. Тела способны «чувствовать» присутствие друг друга без какой-либо среды между ними.

Сторонников действия на расстоянии не смущала мысль о действии тела там, где его самого нет. «Разве, — рассуждали они, — мы не видим, как магнит или наэлектризованная палочка прямо через пустоту притягивают тела?» И при этом сила притяжения, например, магнита заметно не меняется, если магнит завернуть в бумагу или положить в деревянный ящик. Более того, даже если нам

и кажется, что взаимодействие тел вызвано непосредственным контактом, то в действительности это не так. При самом тесном контакте между телами или частями одного тела остаются небольшие промежутки. Ведь груз, например, подвешенный на нити, не разрывает эту нить, хотя между отдельными атомами, из которых она состоит, ничего нет. Действие на расстоянии — единственный способ действия, встречающийся повсюду.

Возражения против теории близкодействия были довольно сильными, тем более что они подкреплялись успехами, которых добились такие убеждённые сторонники действия на расстоянии, как Кулон и Ампер.

Успехи в открытии законов взаимодействия электрических зарядов и токов не были неразрывно связаны с представлением о действии на расстоянии. Ведь опытное исследование самих сил не предполагает наличия определённых представлений о том, как эти силы передаются. В первую очередь нужно было найти математическое выражение для сил, а выяснить их природу можно было и потом.

В современной физике теория близкодействия одержала убедительную победу. Мы считаем, что взаимодействие между телами, имеющими электрический заряд передаётся особой субстанцией – **электрическим полем**, которое обнаруживает себя тем, что оно оказывает силовое воздействие на электрические заряды.

---

#### **Контрольные вопросы:**

- 1) В чём сходство закона Кулона и закона всемирного тяготения?
- 2) В чём различие закона Кулона и закона всемирного тяготения?
- 3) При каком условии заряженное тело можно считать точечным зарядом?
- 4) Приведите примеры передачи механического воздействия без непосредственного контакта тел.
- 5) Почему заряд любого тела всегда кратен минимальному заряду?
- 6) Как электрические заряды «узнают» о присутствии друг друга в пространстве, начиная при этом взаимное силовое воздействие?

---

#### **Литература:**

Мякишев Г. Я. Физика 10 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений. М., 2010. §86 упр. 1-3 §87 упр. 1-2, §88 упр. 1-2 §89 упр. 1-2