

# Электростатика. Электрический заряд. Элементарные частицы



**Электродинамика** – это наука о свойствах и закономерностях поведения особого вида материи – электромагнитного поля, осуществляющего взаимодействие между электрически заряженными телами или частицами.

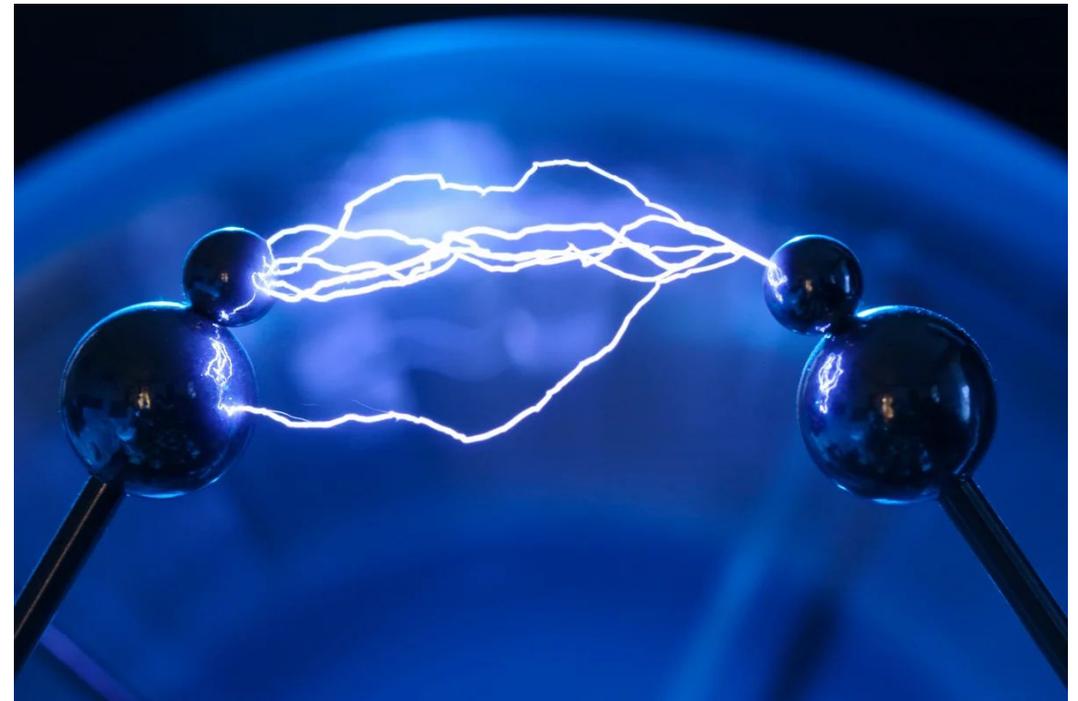
Раздел электродинамики, посвященный изучению покоящихся электрически заряженных тел, называют **электростатикой**.

# Электрический заряд

Все тела построены из мельчайших частиц, которые неделимы на более простые и поэтому называются элементарными. Все элементарные частицы имеют массу и поэтому притягиваются друг к другу согласно закону Всемирного тяготения. С увеличением расстояния между частицами сила тяготения убывает обратно пропорционально квадрату расстояния между ними. Большинство элементарных частиц, кроме того, обладают способностью взаимодействовать друг с другом силой, которая также убывает обратно пропорционально квадрату расстояния, но эта сила в огромное число раз превосходит силу тяготения.

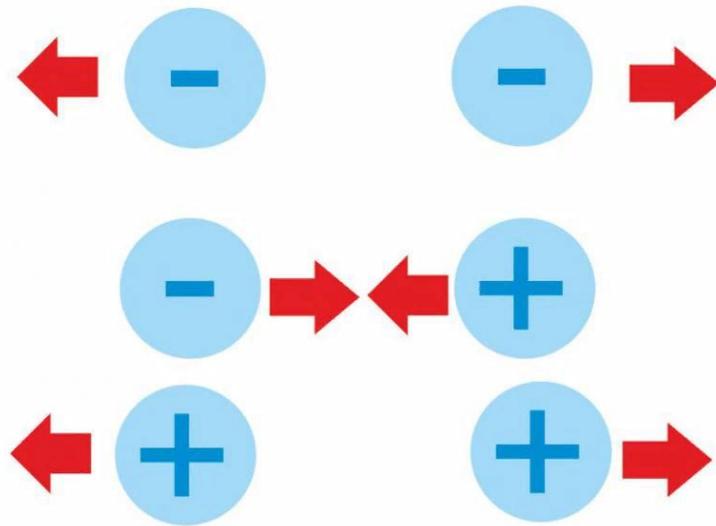
Если частицы взаимодействуют друг с другом силами, которые убывают с увеличением расстояния также, как и силы всемирного тяготения, но превышают силы тяготения во много раз, то говорят, что эти частицы имеют электрический заряд. Сами частицы называют заряженными.

Взаимодействия между  
заряженными частицами носят  
название электромагнитных



Электрический заряд определяет **ИНТЕНСИВНОСТЬ**  
**электромагнитных взаимодействий**, подобно тому, как масса  
определяет интенсивность гравитационных взаимодействий.

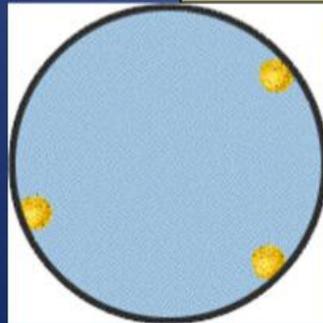
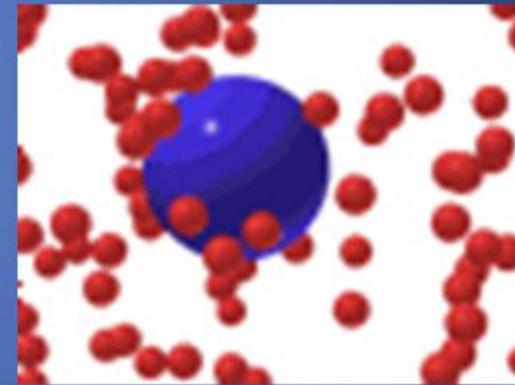
Заряженные частицы могут притягиваться и отталкиваться друг от друга.



# Броуновское движение

*(Роберт Броун 1827 г.)*

*Броуновское движение это – тепловое, беспорядочное движение взвешенных в жидкости или газе частиц.*



Заряд элементарных частиц – **протонов**, входящих в состав атомных ядер, называют **положительным**, а заряд **электронов** – **отрицательным**.

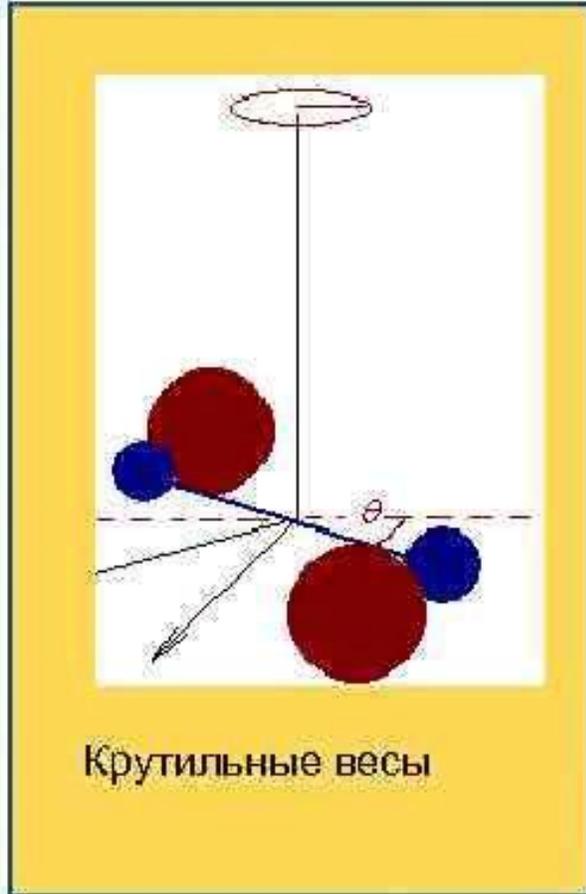
Электроны и протоны могут неограниченно долго существовать в свободном состоянии.

К частицам, не имеющим электрического заряда, относится **нейтрон**. Он также, как и протон входит в состав атомного ядра.

# Закон Кулона

Открытие взаимодействия неподвижных друг относительно друга электрических зарядов было сделано под влиянием идей Ньютона и, в частности, его законов всемирного тяготения. В середине 18 века уже высказывались предположения, что закон взаимодействия зарядов аналогичен закону всемирного тяготения. Первым доказал это экспериментально англичанин Кевендиш. Но этот выдающийся ученый отличался странностями. Своих работ по электричеству Кевендиш не печатал. Более ста лет рукописи пролежали в библиотеке Кембриджского университета, пока их не извлек Максвелл и не опубликовал. К этому времени закон взаимодействия зарядов был установлен во Франции Шарлем Кулоном. Его открытие было сделано в **1785** году.

# Опыт Кавендиша

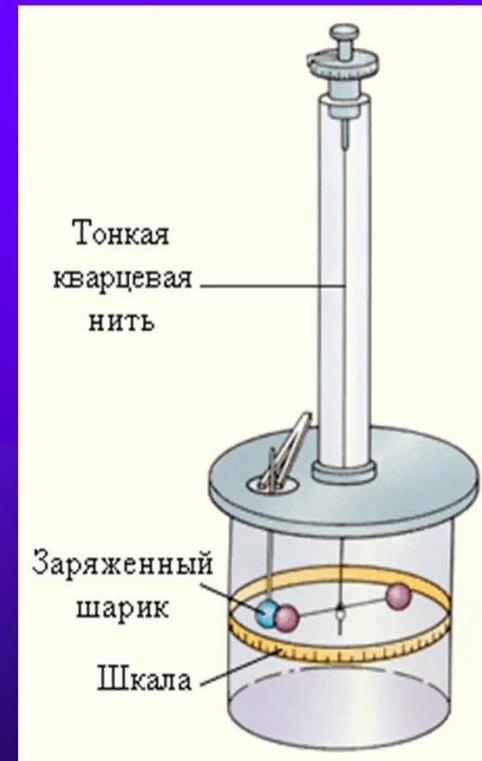


Установка представляет собой деревянное коромысло, с прикреплёнными к его концам небольшими свинцовыми шарами. Оно подвешено на нити из посеребрённой меди длиной 1 м. К шарам подносят шары большего размера весом 158 кг, сделанные также из свинца. В результате действия гравитационных сил, коромысло закручивается на некий угол. Жёсткость нити была такой, что коромысло делало одно колебание за 15 минут. Угол поворота коромысла определялся с помощью луча света, пущенного на зеркальце на коромысле, и отражённого в микроскоп. Зная упругие свойства нити, а также угол поворота коромысла, можно вычислить **гравитационную постоянную**. Для предотвращения конвекционных потоков, установка была заключена в ветрозащитную камеру. Угол отклонения измерялся при помощи микроскопа.



## Крутильные весы

- ◆ Опишите эксперимент Кулона с крутильными весами.



**Закон Кулона:** *Сила взаимодействия неподвижных заряженных тел прямо пропорциональна произведению их зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.*

### **Закон Кулона**

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

$|q_1|, |q_2|$  – модули точечных зарядов;  
 $r$  – расстояние между зарядами;  
 $k$  – коэффициент пропорциональности

Единицей заряд является Кулон.

**Один кулон (1 Кл) – это заряд, проходящий за 1 секунду через поперечное сечение проводника при силе ток 1 Ампер.**

Коэффициент  $k$  в законе Кулона при записи его в единицах СИ выражается в  $\text{Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$

Минимальный заряд, существующий в природе, - это заряд элементарных частиц. В единицах СИ модуль этого заряда равен:  $e = 1,6\cdot 10^{-19}$  Кл.

# Задачи

1. Определите, с какой силой взаимодействуют между собой два шарика, если один из них имеет заряд -  $2 \cdot 10^{-10}$  Кл, а другой -  $4 \cdot 10^{-11}$  Кл, если они находятся на расстоянии 2 м? (десять в минус 10-й степени, десять в минус 11 степени)

2. Определите расстояние, на котором находятся два взаимодействующие между собой заряженные шарики, если сила взаимодействия составляет  $5 \cdot 10^{-6}$  Н, а заряды  $5 \cdot 10^{-10}$  Кл и  $10^{-12}$  Кл соответственно