

**Тема 5 «Основы электродинамики» (16 часов)**

1/71	Закон сохранения электрического заряда.	05.03-11.03
2/72	Закон Кулона – основной закон электростатики.	05.03-11.03
3/73	Электрическое поле. Силовая характеристика электрического поля.	05.03-11.03
4/74	Линии напряженности электрического поля. Принцип суперпозиции полей.	12.03-18.03
5/75	Опыты Миллекена - Иоффе. Решение задач на закон Кулона.	12.03-18.03
6/76	Проводники в электростатическом поле.	12.03-18.03
7/77	Диэлектрики в электростатическом поле. Два вида диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость.	19.03-24.03
8/78	Поляризация диэлектриков.	19.03-24.03
9/79	Потенциальная энергия заряженного тела в однородном электростатическом поле.	19.03-24.03
10/80	Потенциал электростатического поля и разность потенциалов.	02.04-08.04
11/81	Связь между напряженностью электростатического поля и разностью потенциалов.	02.04-08.04
12/82	Емкость. Единицы емкости.	02.04-08.04
13/83	Конденсаторы.	09.04-15.04
14/84	Энергия заряженного конденсатора. Применение конденсаторов.	09.04-15.04
15/85	Решение задач по теме « Электростатика»	09.04-15.04
16/86	<b>Контрольная работа №7 по теме « Электростатика»</b>	16.04-22.04

# ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

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

Проявление электромагнитного поля - это действие электромагнитных сил:

- 1) силы трения и силы упругости в макромире;
- 2) действие электромагнитных сил в микромире (строение атома, сцепление атомов в молекулы, превращение элементарных частиц)

Открытие электромагнитного поля - Дж. Максвелл.

Электростатика - раздел электродинамики, изучает покоящиеся электрически заряженные тела.

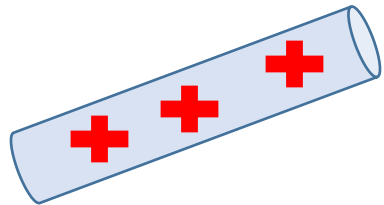
Заряд - это основное, первичное понятие, которое не сводится на современном уровне развития наших знаний к каким-либо более простым, элементарным понятиям.

Элементарный заряд - минимальный заряд, разделить который невозможно.

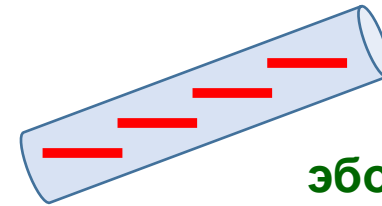
**Что значит, что данное тело или частица имеет заряд?**

Элементарные частицы  
могут иметь электрический заряд,

тогда они называются  
заряженными;



стекло о шелк



эбонит о мех

взаимодействуют друг с другом с силами,  
которые убывают обратно пропорционально  
квадрату расстояния между частицами,

но превышают во много раз силы взаимного тяготения  
(это взаимодействие называется  
электромагнитным).

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$

Закон  
всемирного  
тяготения

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{Н \cdot м^2}{кг^2}$$

постоянная  
всемирного тяготения

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

Закон Кулона

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}$$

*в вакууме*

Коэффициент  
пропорциональности в  
законе Кулона

Тело заряжено, если имеет избыток зарядов какого-либо знака:

**отрицательно заряжено** - если избыток электронов;

**положительно заряжено** - если недостаток электронов.


**Электризация тел** - один из способов получения заряженных тел, например, соприкосновением.


При этом оба тела заряжаются, причем заряды противоположны по знаку, но равны по модулю.

## Вопросы:

1. Как взаимодействуют тела, имеющие заряды одного знака?

2. Как взаимодействуют тела, имеющие заряды противоположного знака?

3. Поставить знак (+ или -) внутри прямоугольника   
Эбонит о мех

4. Поставить знак (+ или -) внутри   
прямоугольника.

## Ответы:

1. Тела, имеющие электрические заряды одного знака, взаимно отталкиваются.

2. Тела, имеющие заряды противоположного знака, взаимно притягиваются.

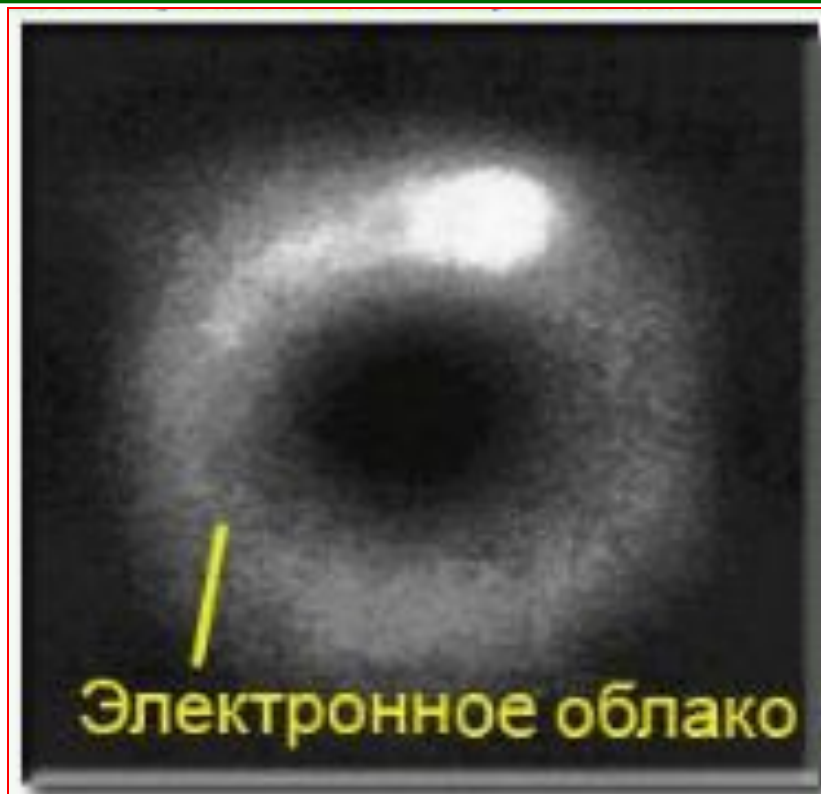
3. Эбонит о мех 

4. Стекло о шелк 

Заряд одного электрона- элементарный заряд:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Атом – картинка по данным электронного микроскопа:





Ядро урана имеет положительный заряд, равный 92 элементарным зарядам

$$92 \cdot e = 92 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$



Капля дождя может нести в 600 раз больший заряд, чем электрон.

$$600 \cdot e = 600 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$



Колоссальный заряд несет в себе молния:  
 $1,25 \cdot 10^{20}$  зарядов электрона

$$1,25 \cdot 10^{20} \cdot e = 1,25 \cdot 10^{20} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$




Заряд 1 Кл очень большой.

Заряд 1 Кл составляет  $625 \cdot 10^{16}$   
элементарных заряда.

$$1 \text{ Кл} = 6250000000000000000 e$$

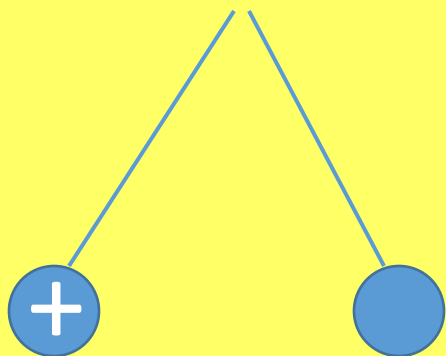
Электрический заряд – физическая величина, определяет интенсивность электромагнитных взаимодействий.



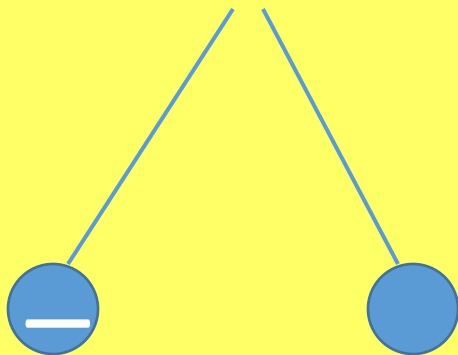
Протон имеет положительный заряд,  
 электрон - отрицательный,  
нейтрон - электрически нейтрален.

# Расставить знаки и дать объяснение

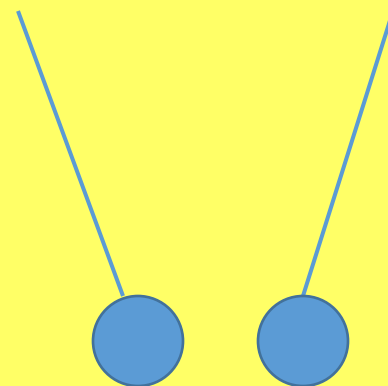
1.



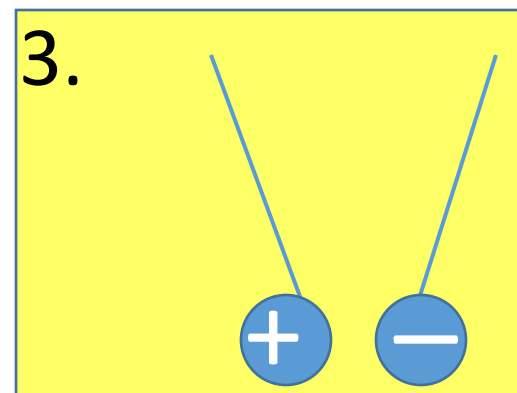
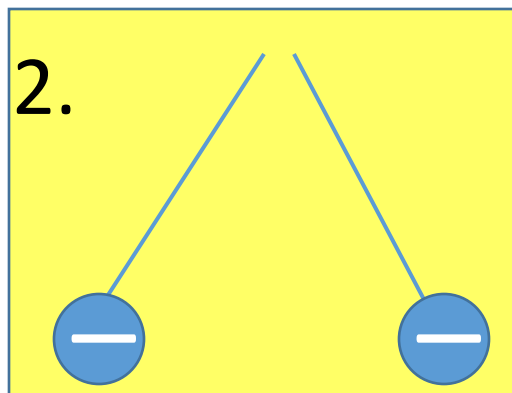
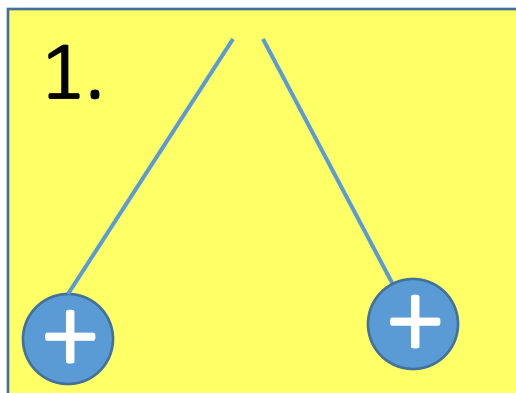
2.



3.



**Тела, имеющие заряды одного знака  
(плюс и плюс или минус и минус),  
взаимно отталкиваются.**

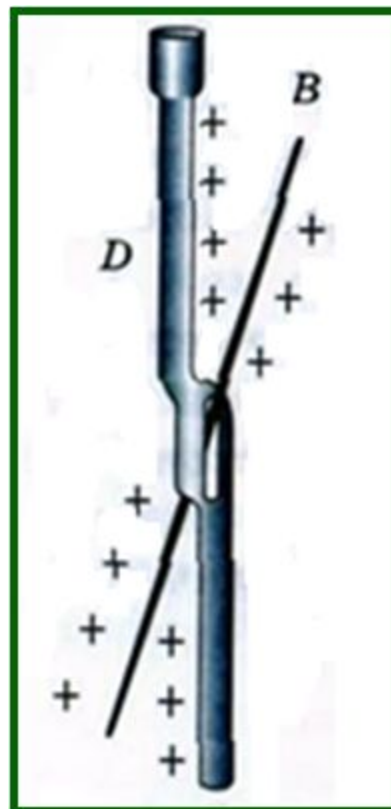
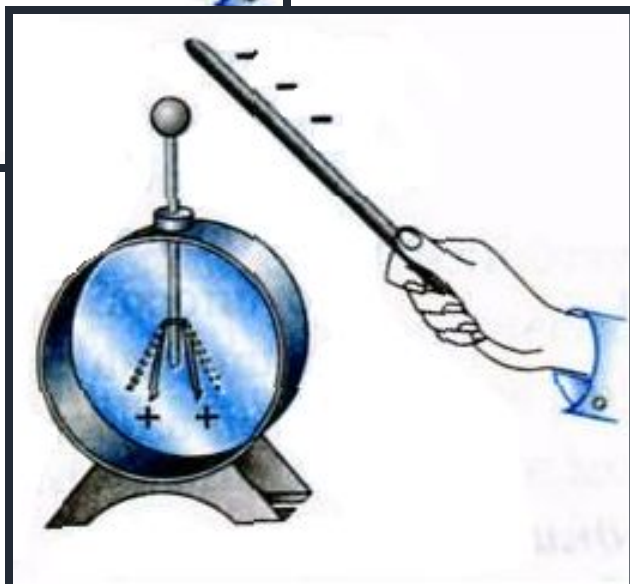
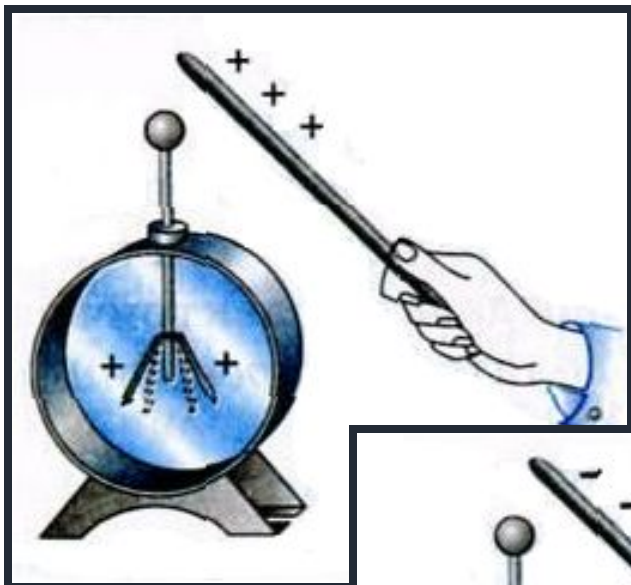


**Тела, имеющие заряды  
противоположного знака (плюс и минус),  
взаимно притягиваются.**

# Приборы для обнаружения электрического заряда:

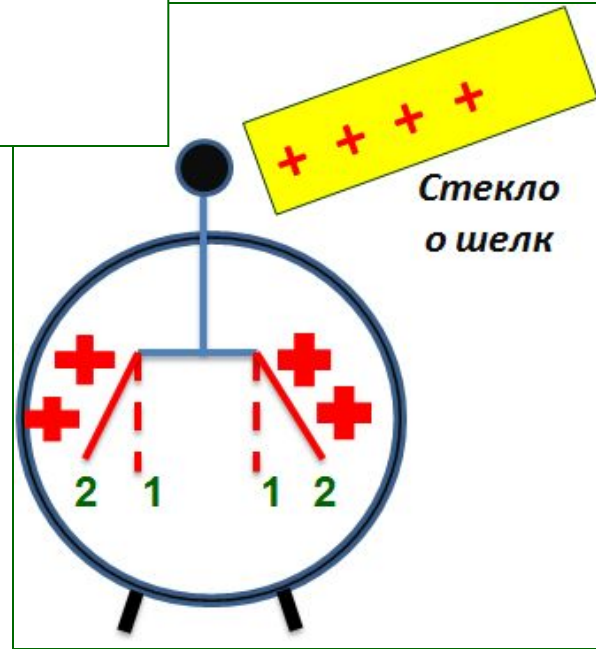
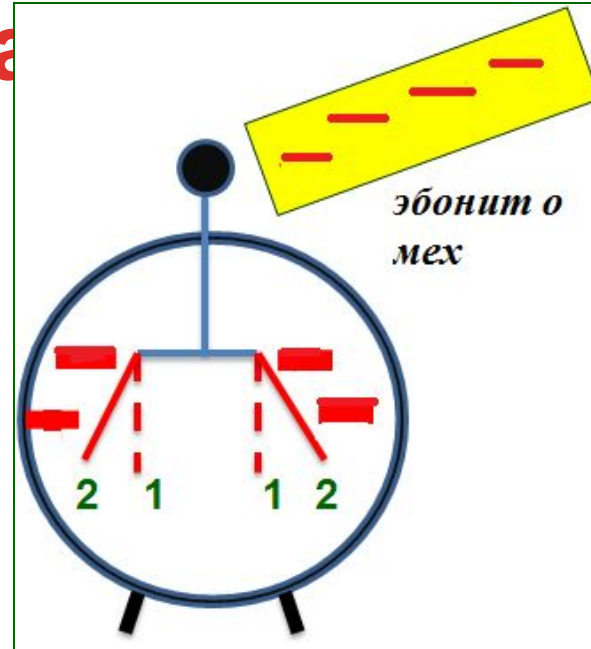
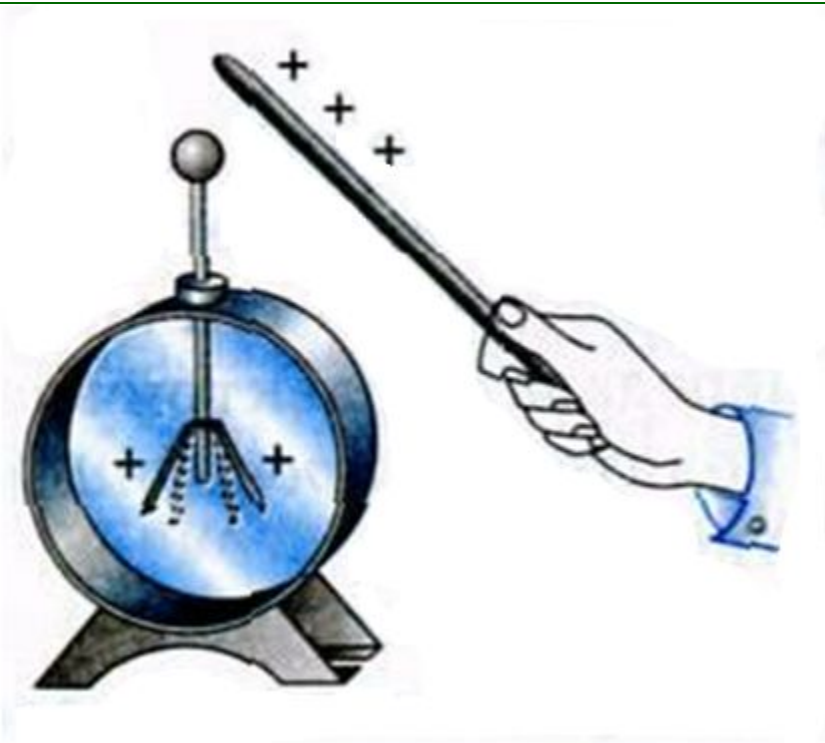
1. Электроскоп (электрон-янтарь, скопее-наблюдать, обнаруживать)

2. электрометр (метрео-измерять)



# Назначение:

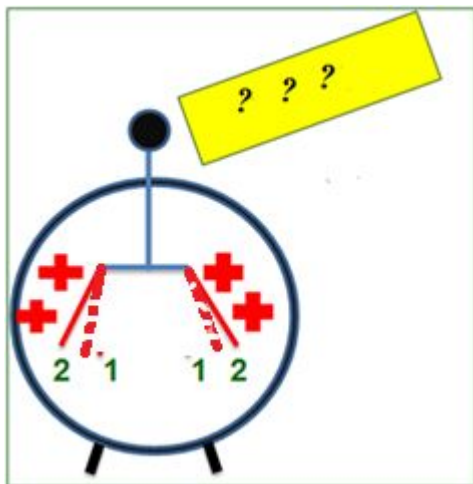
## 1. Обнаруживать электрический



- 1 – начальное положение ЛИСТОЧКОВ
- 2-конечное положение ЛИСТОЧКОВ

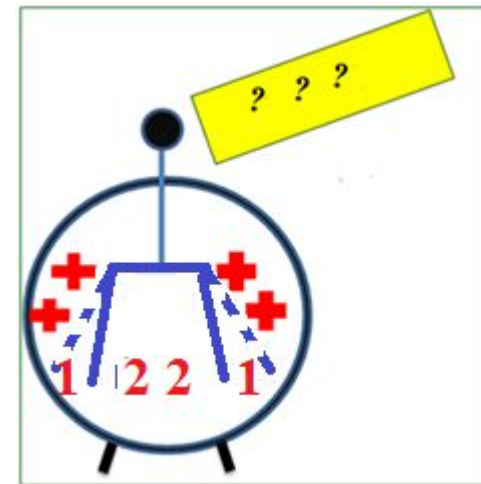


## 2. Определить знак неизвестного заряда



1 – начальное положение листочков

2-конечное положение листочков

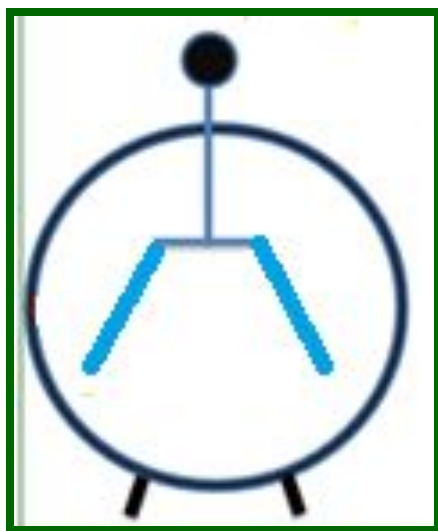


Наблюдаем, что угол расхождения листочков увеличился, то поднесенная палочка имела заряд того же знака, т.е. **положительный**.

Наблюдаем, что угол расхождения листочков уменьшился, то поднесенная палочка имела заряд **противоположного**

### 3. Определить величину

**Чем больше угол  
расхождения листочков,  
тем больший  
электрический заряд на  
нем находится.**



**Угол  
расхождени  
я  
меньше,  
заряд  
меньше**



**Угол  
расхождени  
я  
больше,  
заряд  
больше**

## Закон сохранения электрического заряда:

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

В замкнутой системе алгебраическая сумма зарядов всех частиц остается неизменной.

Замкнутая система - система частиц, в которую не входят извне и не выходят наружу заряженные частицы.

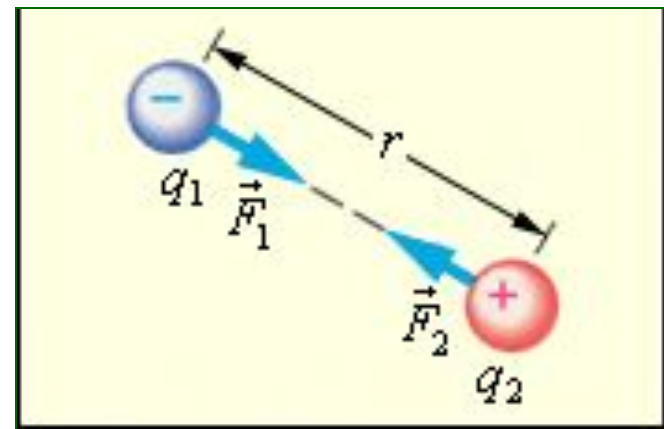
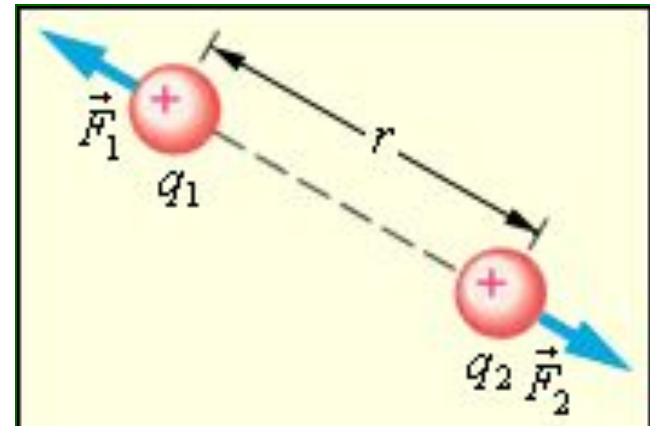
# Основной закон электростатики был экспериментально установлен французским учёным Ш. Кулоном в 1785 году



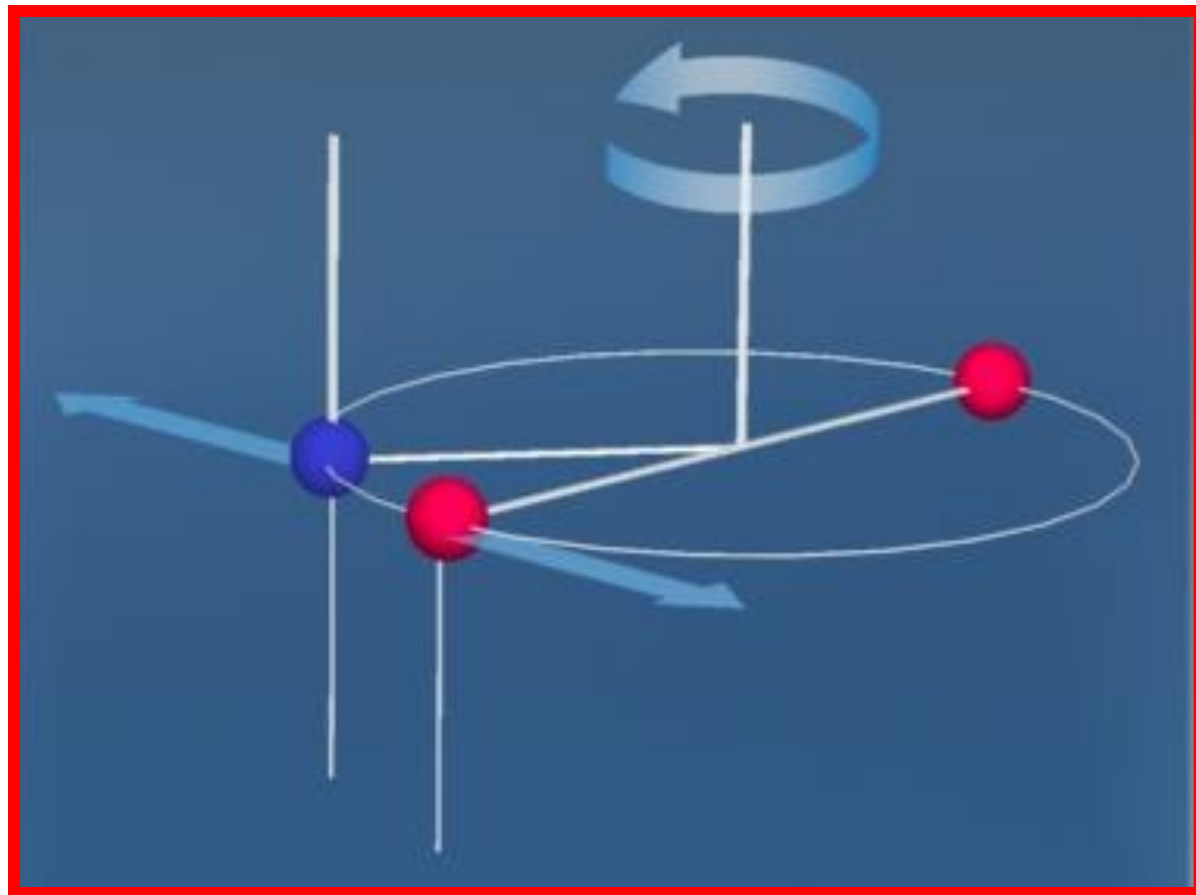
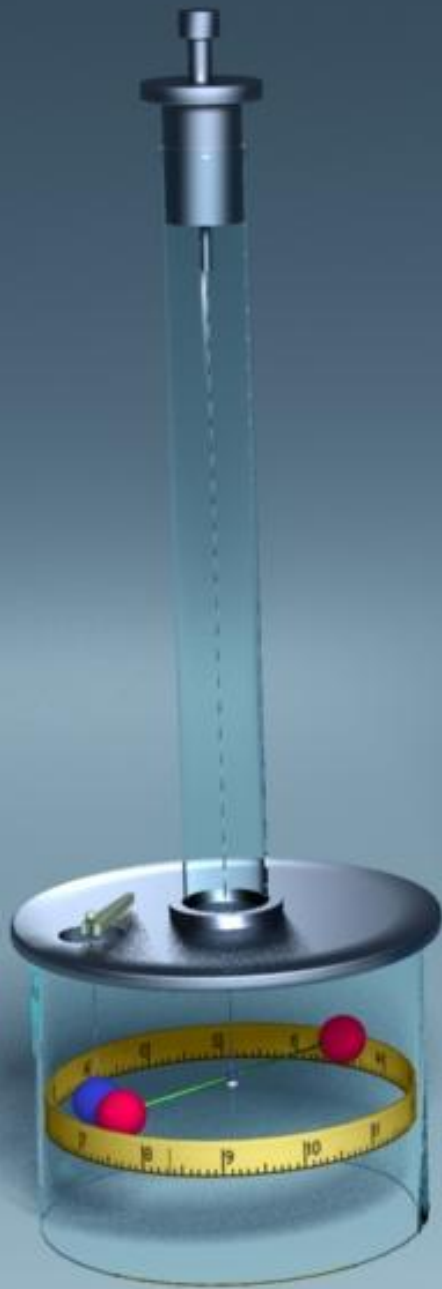
- КУЛОН (Coulomb) Шарль Огюстен (1736-1806), французский инженер и физик, один из основателей электростатики. Исследовал деформацию кручения нитей, установил ее законы. Изобрел (1784) крутильные весы и открыл (1785) закон, названный его именем. Установил законы сухого трения. Его экспериментальные исследования имели основополагающее значение для формирования учения об электричестве и магнетизме, член Парижской академии наук.

**Точечные заряды** - заряды, расстояние между которыми во много раз больше их размеров, что ни форма, ни размеры заряженных тел существенно не влияют на взаимодействие между ними.

- Закон Кулона количественно описывает взаимодействие заряженных тел.
- Он является фундаментальным законом, то есть установлен при помощи эксперимента и не следует ни из какого другого закона природы.
- Он сформулирован для неподвижных точечных зарядов в вакууме.



# Схема опыта Кулона



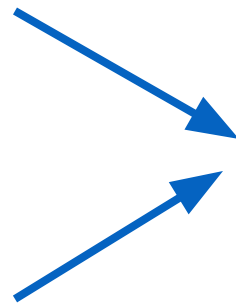
# Математическая запись закона Кулона

$$F \sim |q_1|$$

$$F \sim |q_2|$$

$$F \sim |q_1| \cdot |q_2|$$

$$F \sim \frac{1}{r^2}$$



$$F \sim \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

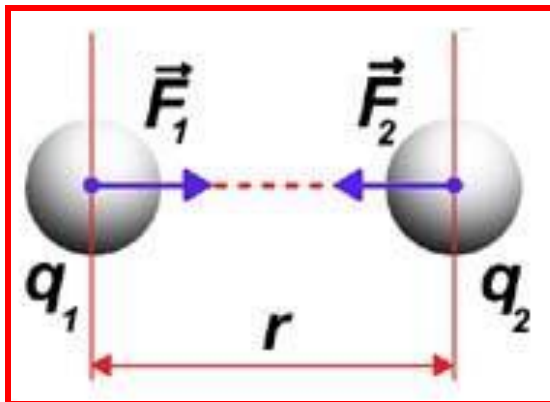
# Математическая запись закона Кулона

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

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}$$

*в вакууме*

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



*Кулоновская сила направлена вдоль прямой, соединяющей оба точечных заряда, подчиняется*

*III закону Ньютона*



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

$$k4\pi\epsilon_0 = 1$$

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$$

где

$\epsilon_0$  - электрическая постоянная

Закон Кулона в среде (в СИ):

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon \cdot R^2}$$

$$F = \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{4\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot R^2}$$

$\epsilon$  - диэлектрическая проницаемость среды

$$\epsilon = 1$$

в вакууме

# Коэффициент пропорциональности в системе СИ

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

в воздухе

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

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

для любой среды

$\epsilon_0$

- электрическая  
постоянная.

$\epsilon$

диэлектрическая  
проницаемость

1. Как называется раздел физики, изучающий неподвижные заряженные тела?

• **Электростатика**

2. Какое взаимодействие существует между заряженными телами, частицами?

• **Электромагнитное**

3. Какая физическая величина определяет электромагнитное взаимодействие?

• **Электрический заряд**

4. Если тело электрически нейтрально, означает ли это, что оно не содержит электрических зарядов?

• **Нет**

5. Если в замкнутой системе число заряженных частиц уменьшилось, то означает ли это, что заряд всей системы тоже уменьшился?

• **Нет**

# МИНИ-ТЕСТ

1. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов при увеличении каждого заряда в 2 раза, если расстояние между ними увеличить в 2 раза?

А. Увеличится в 16 раз

Б. Не изменится

В. Уменьшится в 2 раза

Г. Увеличится в 2 раза

Б. Не изменится

# МИНИ-ТЕСТ

2. Как изменится сила электростатического взаимодействия двух точечных электрических зарядов при перенесении их из вакуума в среду с  $\epsilon = 4$ ?

- А. Уменьшится в 4 раза
- Б. Увеличится в 4 раза
- В. Не изменится

А. Уменьшится в 4 раза

# МИНИ-ТЕСТ

3. Два одинаковых металлических шара заряжены равными одноименными зарядами. Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Во сколько раз изменилась сила взаимодействия?

А. Осталась прежней по величине и направлению

Б. Увеличилась в 2 раза

В. Уменьшилась в 2 раза

А. Осталась прежней по величине и направлению

# МИНИ-ТЕСТ

4. Два электрона находятся на расстоянии 1 мм один от другого. Что больше: сила электростатического взаимодействия или гравитационного взаимодействия?

А. Гравитационного взаимодействия

Б. Силы равны

В. Электростатического взаимодействия

В. Электростатического взаимодействия

# МИНИ-ТЕСТ

5. Вблизи металлического шара поместили положительный точечный заряд. При этом оказалось, что электрическая сила, действующая на заряд, равна нулю. Найдите знак заряда шара.

А.  $q > 0$

Б.  $q = 0$

В.  $q < 0$

Б.  $q = 0$