

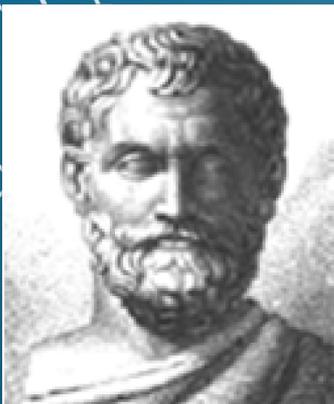


ЭЛЕКТРОСТАТИКА

РАЗДЕЛ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ, ПОСВЯЩЕННЫЙ
ИЗУЧЕНИЮ ПОКОЯЩИХСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
ЗАРЯДОВ

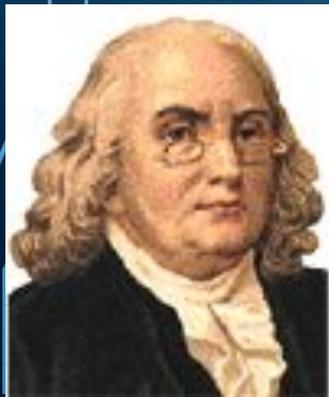
10 КЛАСС

К созданию науки электродинамики привела длинная цепь планомерных исследований и случайных открытий, в чём самое активное участие принимали

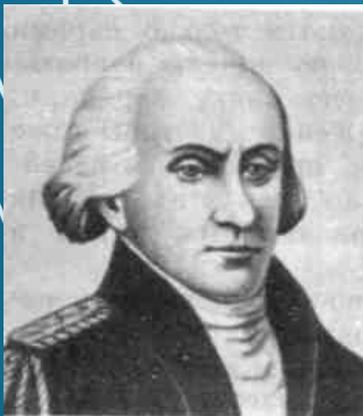


В античной Греции философ **Фалес**, натирая меховой шкуркой янтарь, кусочек окаменевшей смолы хвойных деревьев, с удивлением наблюдал, как янтарь после этого начинал притягивать к себе перья птиц, пух и сухие листья.

Считается, что первым учёным, аргументировано отстаивавшим точку зрения о существовании двух видов зарядов, был француз **Шарль Дюфе** (1698–1739). В опубликованной в 1733 г. работе он вводит термины «смоляное» и «стекольное» электричество и указывает на характер взаимодействия между одноимёнными и разноимёнными зарядами.



Самым убедительным оппонентом теории существования двух видов зарядов был знаменитый американец **Бенджамин Франклин** (1706–1790). Он первым ввёл понятие о положительных и отрицательных зарядах.

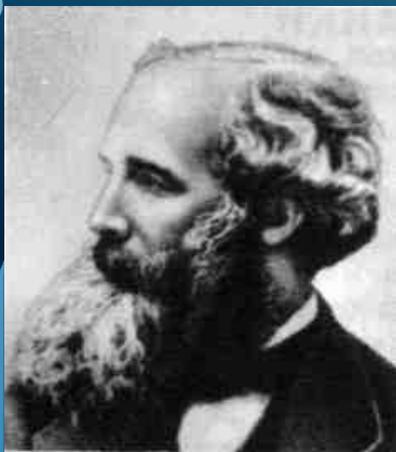


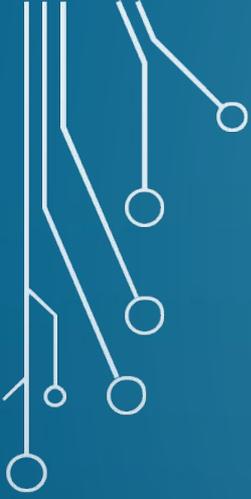
Куллон Шарль Огюстен (1736 – 1806) – французский физик, известный своими работами по электричеству и магнетизму. Наряду с изучением взаимодействия заряженных тел Куллон исследовал взаимодействие полюсов длинных магнитов.

Фарадей Майкл (1791—1867) — великий английский ученый, творец общего учения об электромагнитных явлениях, в котором все явления рассматриваются с единой точки зрения. Фарадей впервые ввел представление об электрическом и магнитном полях.



Максвелл Джеймс Клерк (1831 – 1879) – великий английский физик, создатель теории электромагнитного поля. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля лежат в основе всей электродинамики, подобно тому как законы Ньютона составляют основу классической механики. Он впервые ввёл в физику представления о статических законах, использующих математическое понятие вероятности.





В определенных условиях на телах могут накапливаться *электрические заряды*.

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

Тело, несущее электрический заряд, называется наэлектризованным.





Каждый из зарядов создаёт в окружающем пространстве электрическое поле.

Электрическое поле неподвижных зарядов называют электростатическим.

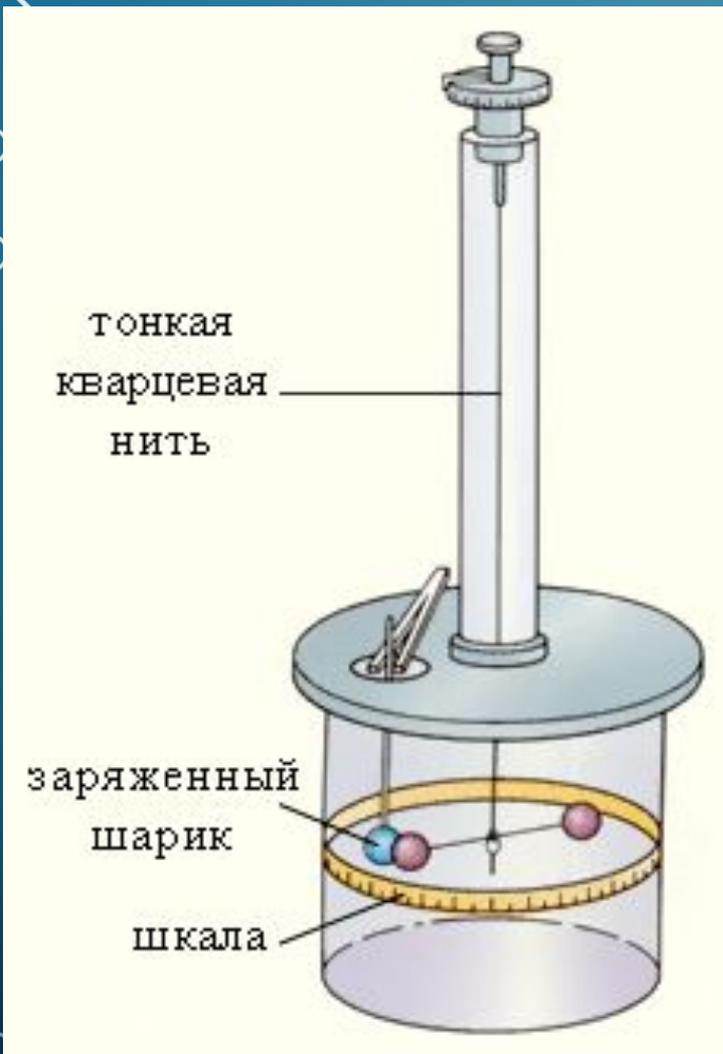
Свойства электрического поля

- 1. На электрический заряд, помещённый в электростатическое поле, действует сила, пропорциональная величине заряда**
- 2. Электрический заряд сам создаёт электростатическое поле, которое действует на другие заряды (своего поля заряд не ощущает)**

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА

В изолированной системе сумма всех зарядов – постоянная величина:

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



Сила взаимодействия между точечными, а также сферически симметричными заряженными телами определяется *законом Кулона*:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

ϵ_0 постоянная, равная

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2/(\text{Н} \cdot \text{м}^2).$$

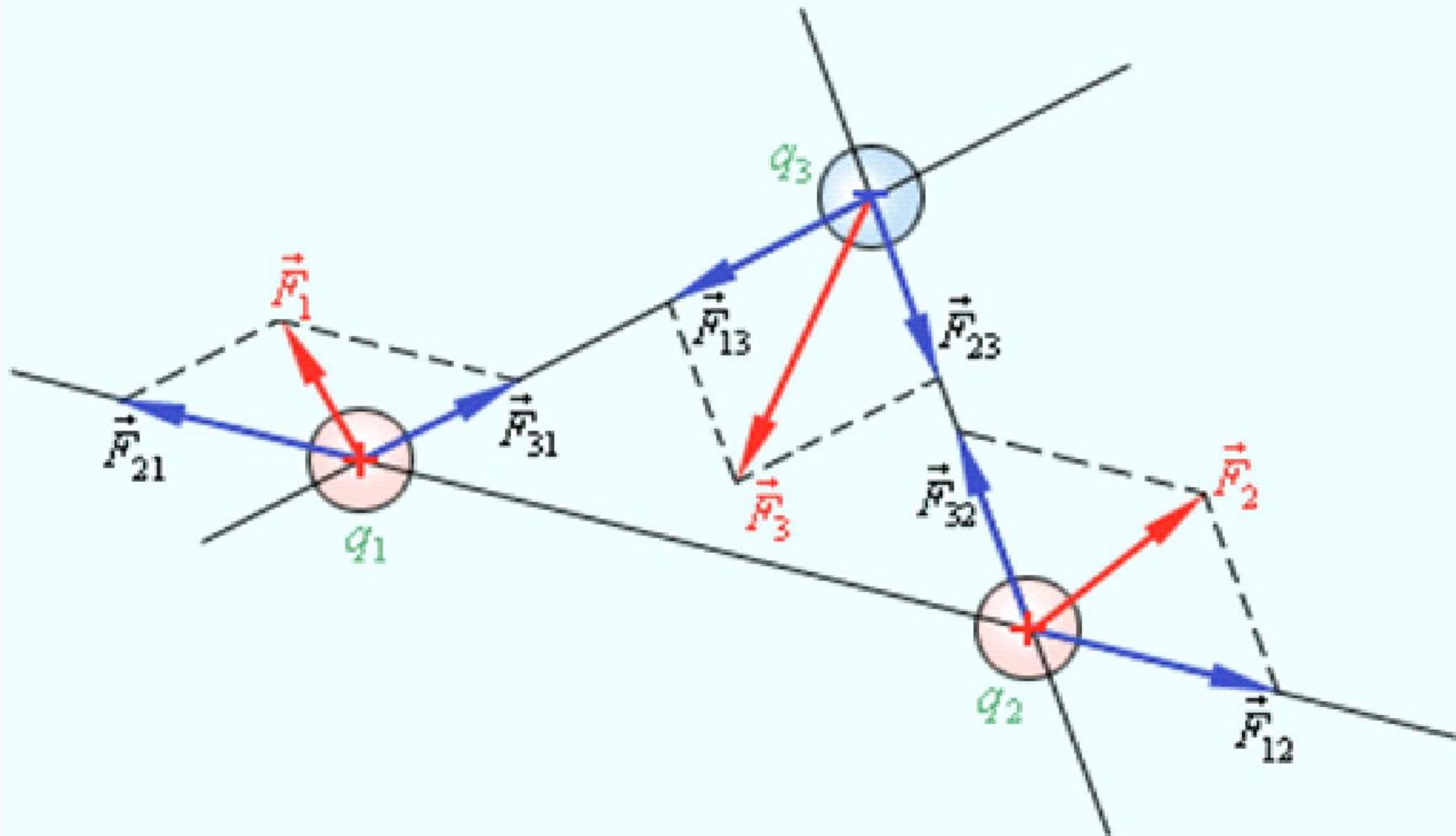
Впервые закон взаимодействия неподвижных зарядов был установлен Шарлем Кулоном в 1785 г. на крутильных весах.

Основной силовой характеристикой электростатического поля является *напряженность*, равная электрической силе, действующей на единичный положительный заряд:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_E}{q}$$

Для напряженностей полей от нескольких зарядов справедлив принцип суперпозиции:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$



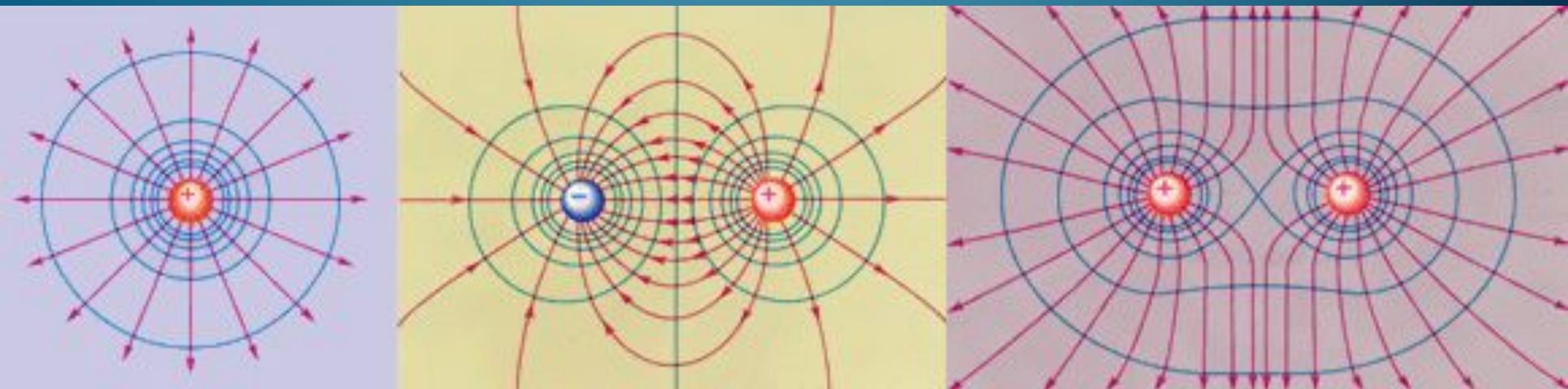
Напряженность электрического поля, создаваемого точечным зарядом q , равна

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

Напряженность поля заряженной бесконечной плоскости с поверхностной плотностью заряда σ :

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

Направление касательной к силовой линии в каждой точке пространства совпадает с направлением напряженности электрического поля в этой точке.



Синими линиями изображены эквипотенциальные поверхности электрического поля.

Важной энергетической характеристикой электрического поля является *потенциал*.

Потенциал поля, создаваемого точечным зарядом q , на расстоянии r от заряда – это скалярная величина равная

При $r \rightarrow \infty \varphi \rightarrow 0$.

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$

Знание потенциала в любой точке позволяет предсказать, какая работа будет совершена полем при произвольном перемещении заряда.

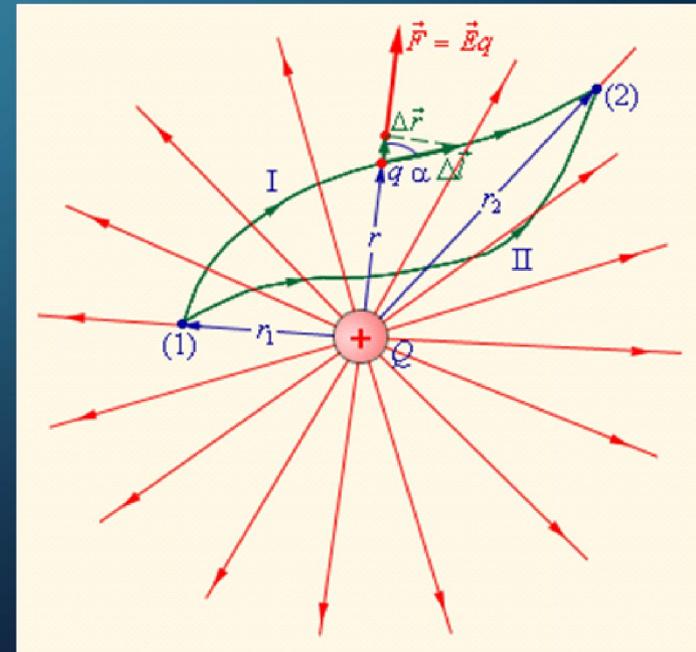
Физическое значение имеет разность потенциалов, называемая *напряжением* U .

Напряжение электрического поля измеряется в вольтах (В).

Работа электрического поля по перемещению заряда из точки А в точку В пропорциональна напряжению между этими точками:

$$A = Uq.$$

Так как электростатическое поле – это поле консервативных сил, то его работа не зависит от пути, по которому перемещается заряд. Работа электростатического поля по замкнутой траектории равняется нулю.



Заряженные тела, помещенные в электрическое поле, обладают потенциальной энергией.

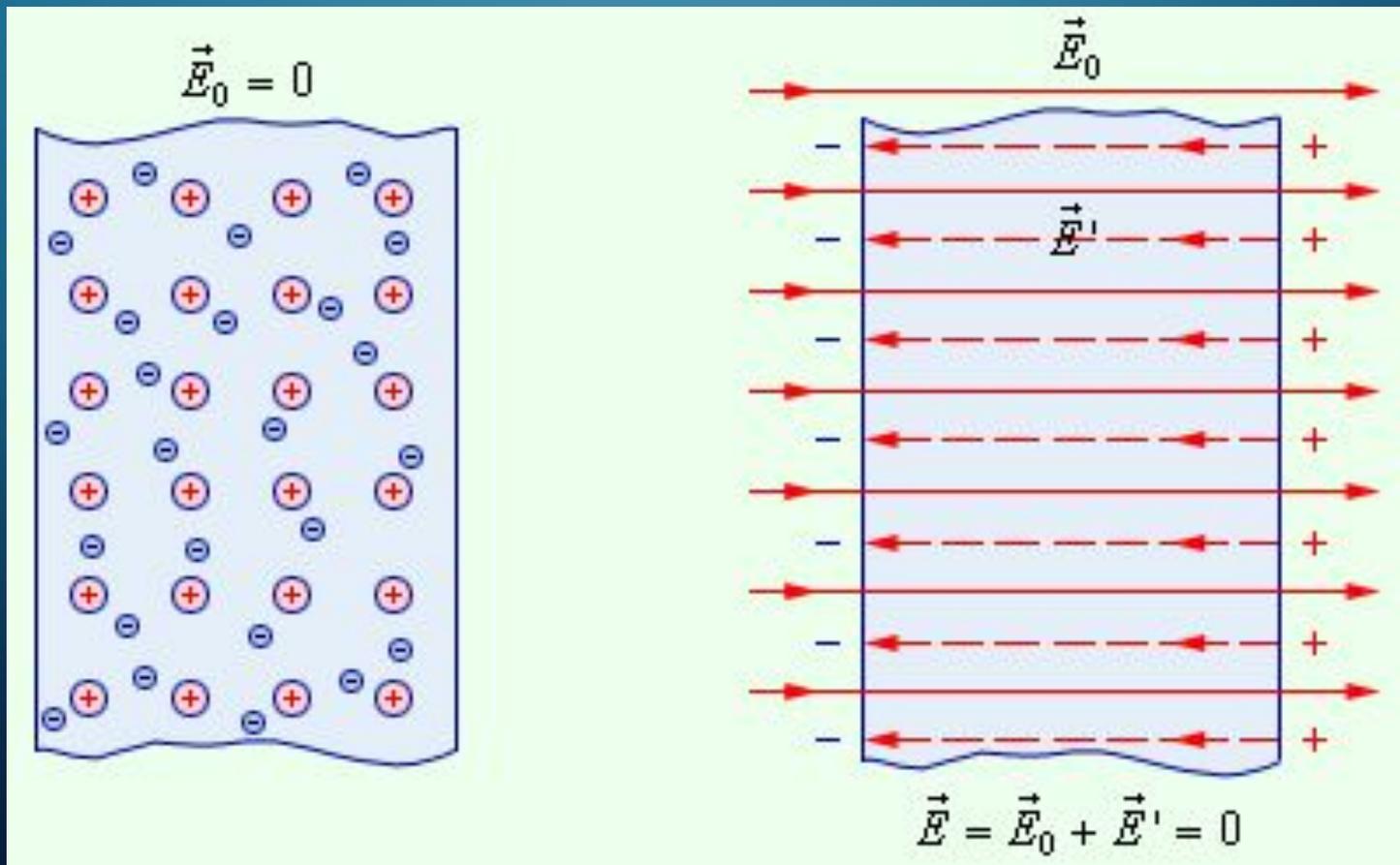
Работа электрического поля при перемещении заряженного тела равна убыли потенциальной энергии тела:

$$A = -\Delta W.$$

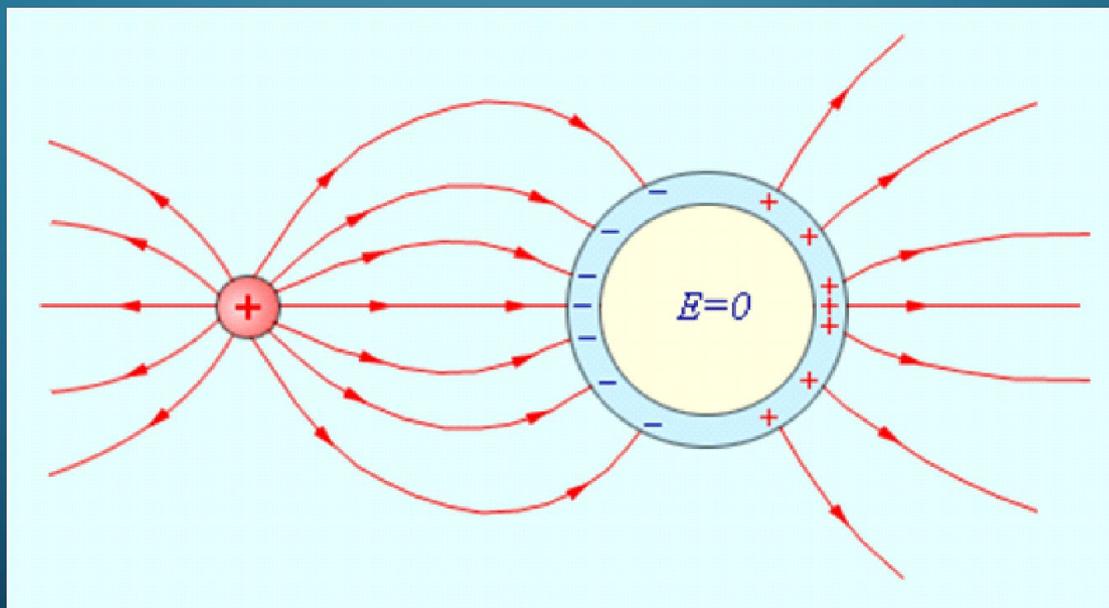
Потенциальная энергия точечного заряда в электростатическом поле равна произведению потенциала поля в данной точке на величину заряда:

$$W = \varphi q.$$

В проводнике, помещенном в электрическое поле, происходит разделение положительных и отрицательных зарядов. Свободные заряды перераспределяются внутри проводника таким образом, что суммарное электрическое поле внутри него становится равным нулю (это явление называется *электростатической индукцией*).

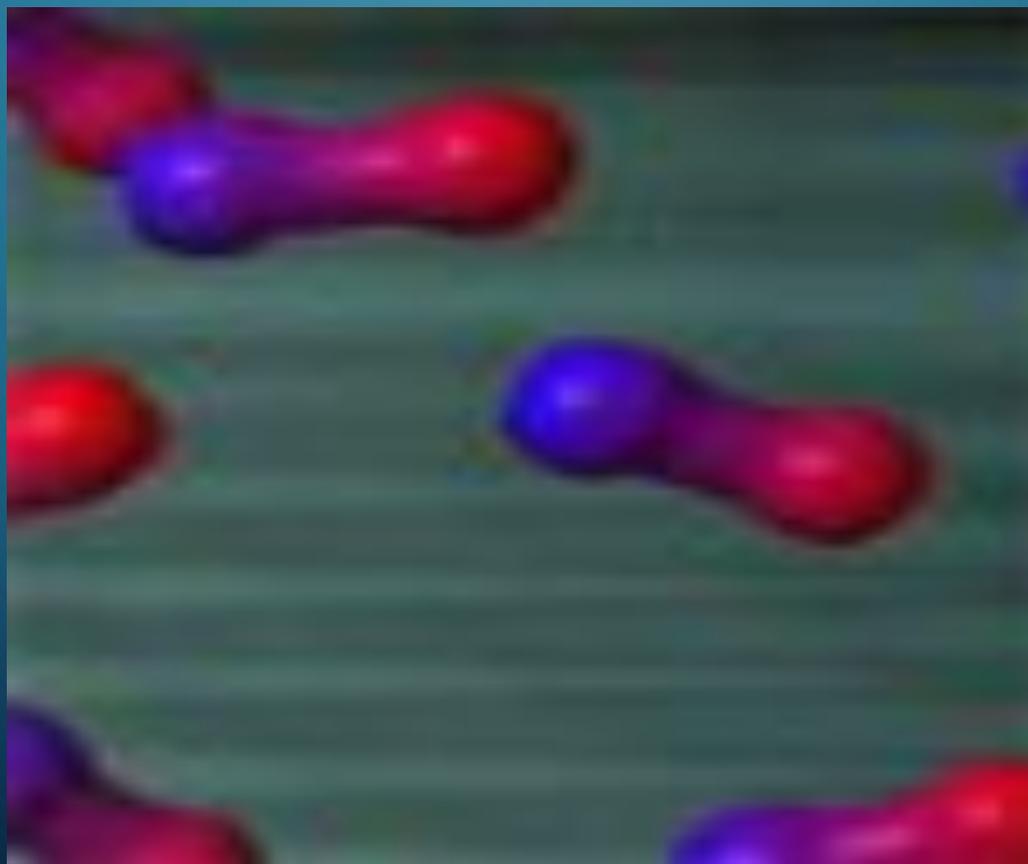


На этом основана электростатическая защита.

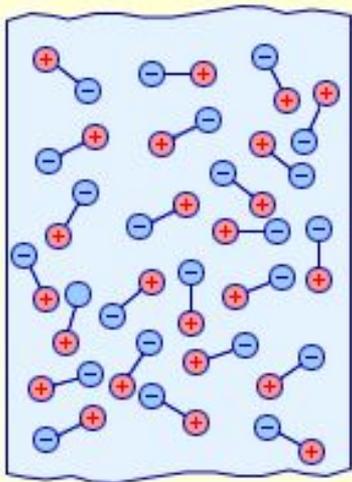


Поле в металлической полости равно нулю.

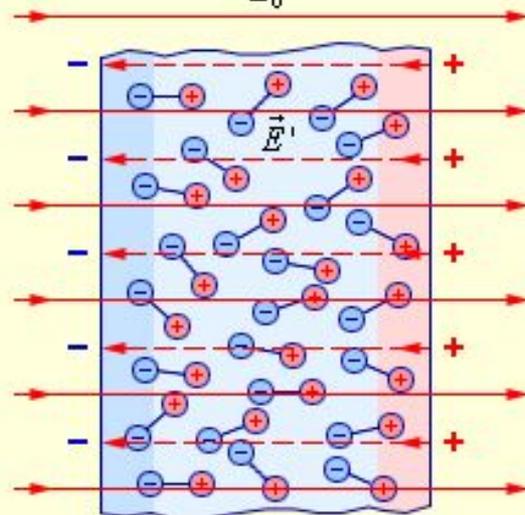
- В диэлектриках нет свободных зарядов, способных перемещаться по всему объему тела. При внесении диэлектрика в электрическое поле в нем могут происходить поляризационные процессы двух типов:
- деформация молекул (то есть разделение зарядов внутри молекулы);
 - ориентация (разворот) молекул вдоль силовых линий.



$$\vec{E}_0 = 0$$



$$\vec{E}_0$$

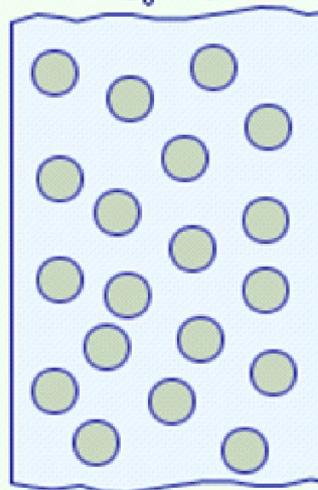


$$\vec{E} = \vec{E}_0 + \vec{E}'$$

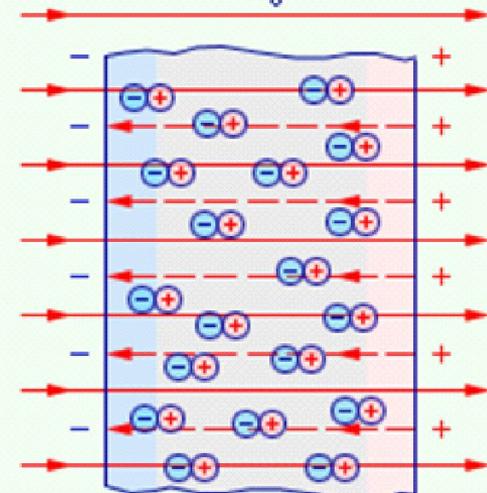
Полярные диэлектрики

Неполярные диэлектрики

$$\vec{E}_0 = 0$$



$$\vec{E}_0$$



$$\vec{E} = \vec{E}_0 + \vec{E}'$$

Практический интерес представляют системы из двух проводников, разделенных диэлектриком. Это конденсаторы, способные накапливать электрический заряд и соответственно энергию электростатического поля.



Плоский конденсатор школьный

Энергия электрического поля внутри конденсатора

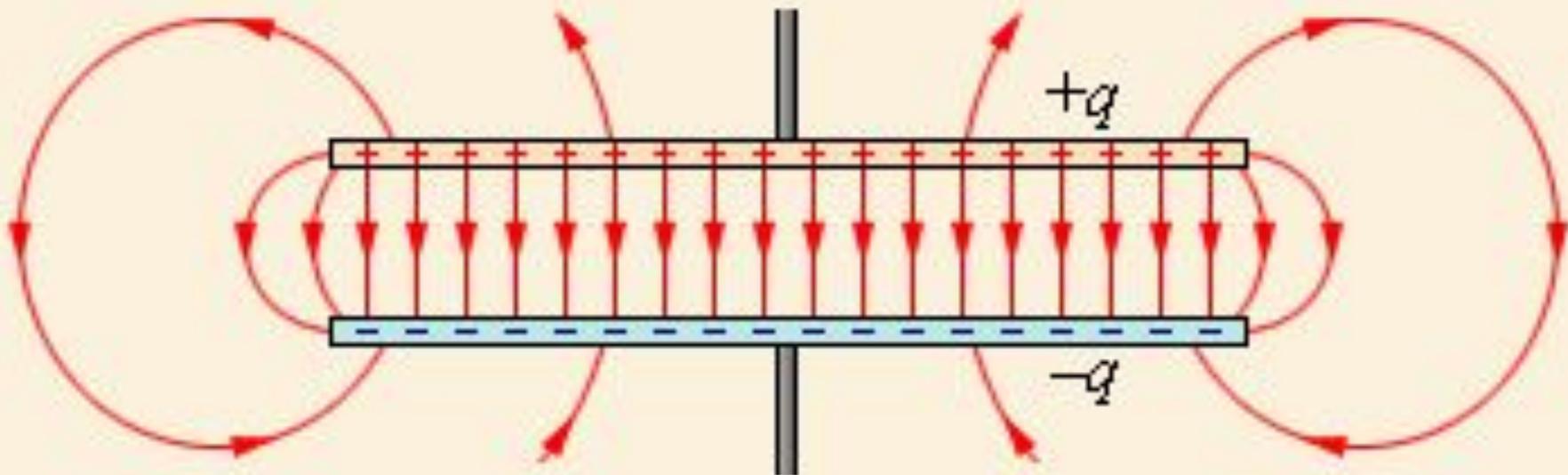
$$W = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{U^2C}{2}$$

ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ КОНДЕНСАТОРА К НАКОПЛЕНИЮ ЗАРЯДА

где q – заряд положительной обкладки,
 U – напряжение между обкладками.

$$C = \frac{S\epsilon_0\epsilon}{d},$$

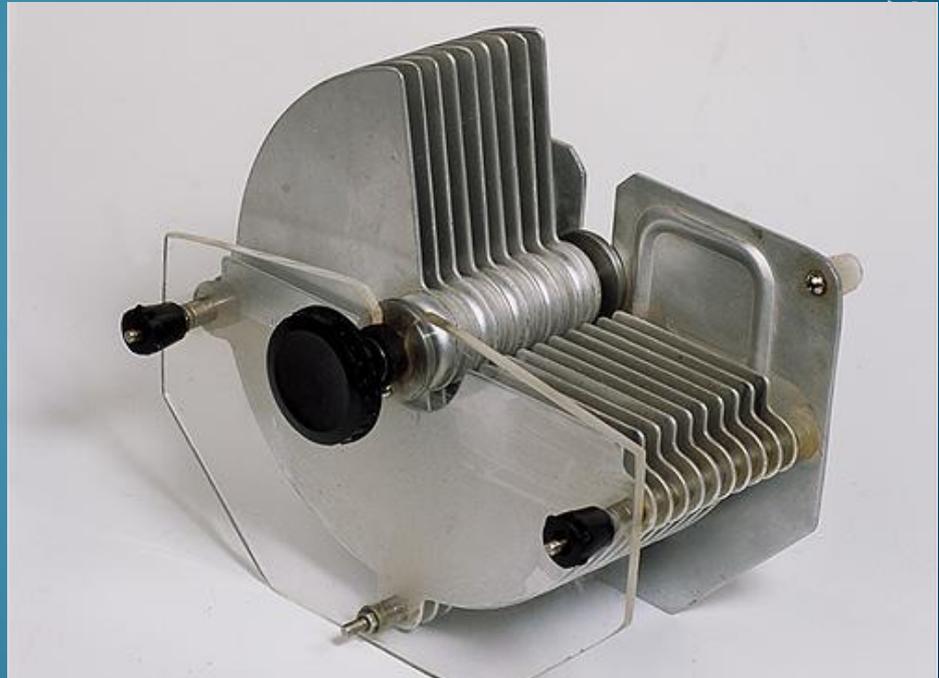
$$C = \frac{q}{U},$$



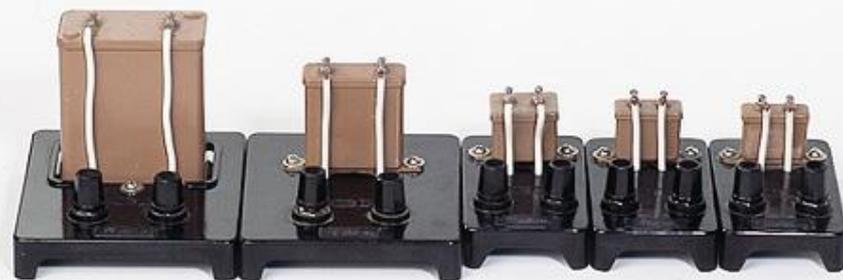
Конденсаторы

Конденсатор
переменной емкости

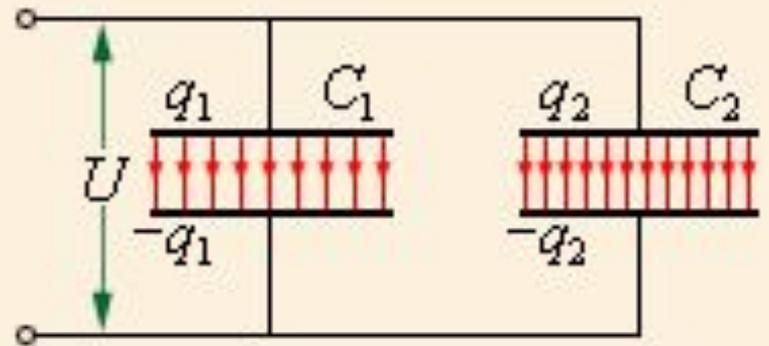
Конденсаторы бумажные и
электролитические



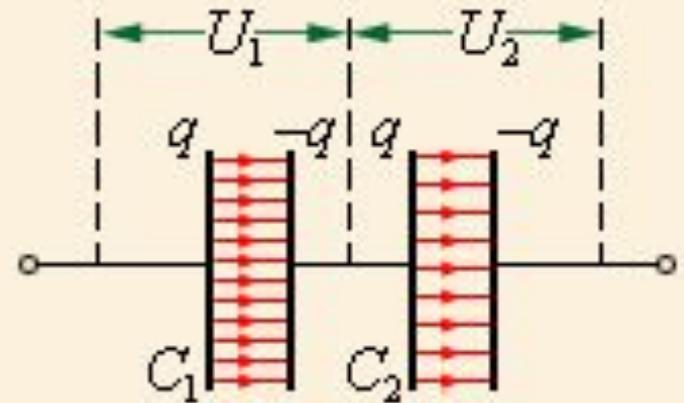
Конденсаторы бумажные разной емкости на
одно напряжение



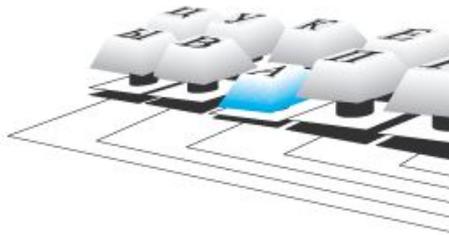
$$C = C_1 + C_2$$



$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$



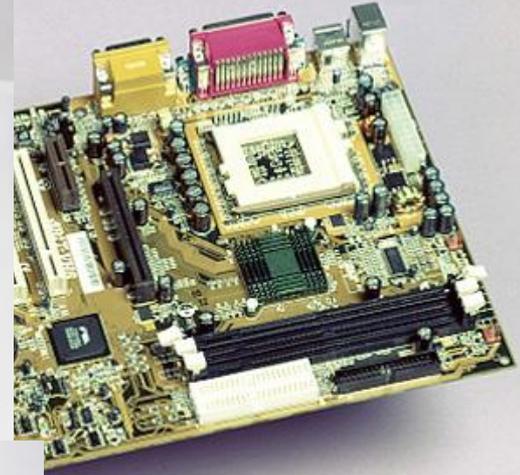
ПРИМЕНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ



Конденсаторы в клавиатуре



Осциллограф двулучевой



Фотовспышки



Колебательный контур



Привиник А
Попова

1. К одному концу незаряженного металлического стержня поднесён без соприкосновения положительный электрический заряд. Если от стержня отделить в это время его второй конец, то какой электрический заряд будет на нём обнаружен
- А. Положительный
 - Б. Отрицательный
 - В. Любая часть стержня не имеет электрического заряда
 - Г. В зависимости от размеров отделённой части знак заряда может быть положительным или отрицательным

2. Два точечных электрических заряда q и $2q$ на расстоянии r друг от друга притягиваются с силой F . С какой силой будут притягиваться заряды $2q$ и $2q$ на расстоянии $2r$?
- А. F
 - Б. $2F$
 - В. $4F$
 - Г. $\frac{1}{2} F$
 - Д. $\frac{1}{4} F$
 - Е. $\frac{1}{8} F$

3. Одинаковые по величине, но разные по знаку заряды расположены в двух вершинах равностороннего треугольника. Вектор напряжённости в третьей вершине треугольника направлен...
- А. вниз
 - Б. влево
 - В. вверх
 - Г. вправо

4. Электрический заряд q на расстоянии R от точечного заряда Q обладает потенциальной энергией W . Какой потенциальной энергией будет обладать электрический заряд $2q$ на расстоянии $3R$ от заряда Q ?

- А. $6W$
- Б. $18W$
- В. $\frac{2}{3}W$
- Г. $\frac{2}{9}W$
- Д. $\frac{1}{6}W$
- Е. $\frac{1}{18}W$

5. Между пластинами плоского конденсатора находится воздух. Как изменится разность потенциалов между пластинами и ёмкость конденсатора при уменьшении расстояния между пластинами?

- А. U увеличится, C увеличится
- Б. U увеличится, C уменьшится
- В. U уменьшится, C увеличится
- Г. U уменьшится, C уменьшится
- Д. U не изменится, C увеличится
- Е. U не изменится, C уменьшится

6. Электрическое поле конденсатора обладает энергией W . Какой энергией будет обладать это поле, если между обкладками ввести диэлектрик с диэлектрической проницаемостью равной 4?

- А. $\frac{1}{4}W$
- Б. $\frac{1}{2}W$
- В. W
- Г. $2W$
- Д. $4W$