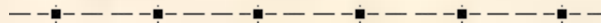
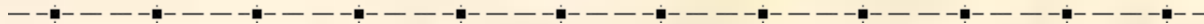


# Электростатика



**Электродинамика** - раздел физики, в котором изучают электромагнитное взаимодействие между электрически заряженными телами и частицами.

**Электромагнитным** называют взаимодействие (притяжение и отталкивание), возникающее между заряженными телами.

**Электростатика** - раздел электродинамики, изучающий взаимодействие неподвижных (статических) зарядов.



# Электрический заряд

---

**Электрический заряд** - физическая величина, определяющая силу электромагнитного взаимодействия

Существуют два вида электрических зарядов - положительные и отрицательные

Обозначение -  $q$ ,  $Q$

Единица измерения - Кулон (Кл)

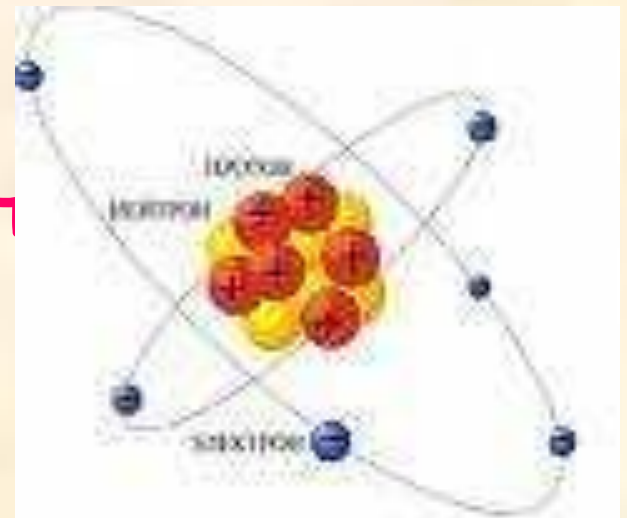
# Элементарный электрический заряд

---

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Электрический заряд дискретен  
(квантован)

$Q = ne$ , где  $n$  - целое число





# Закон сохранения заряда

---

Электрически изолированная система тел - система тел, через границу которой не проникают заряды.

Алгебраическая сумма зарядов электрически изолированной системы тел постоянна.

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

**Электризация** - процесс получения электрически заряженных тел из электро нейтральных.

---

■ Электризация **трением:**

а) участвуют два тела;

б) оба заряжаются:

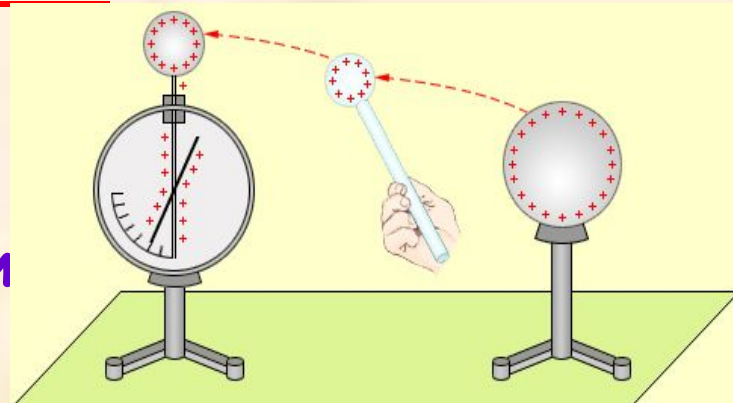
одно - положительно, другое - отрицательно.

в) заряды обоих тел одинаковы по величине.



■ Электризация **соприкосновением с заряженным телом.**

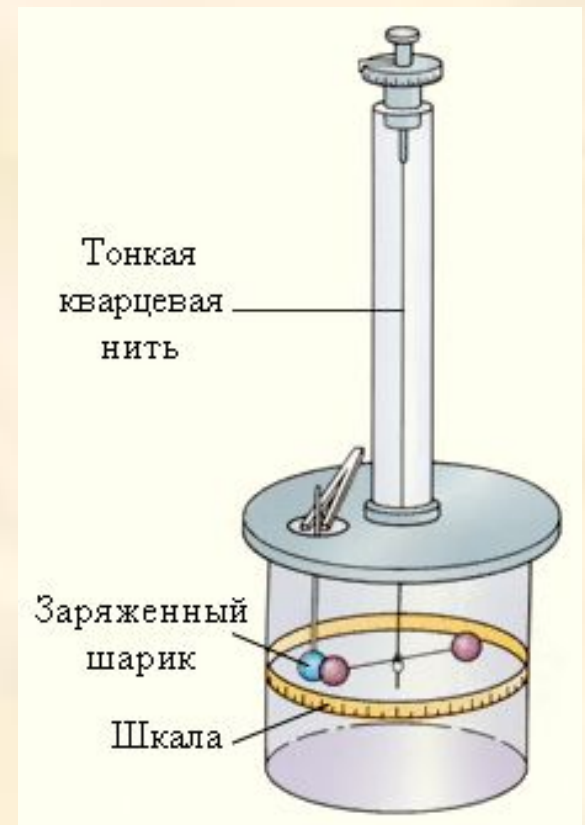
■ Электризация **через влияние**  
( электростатическая индукци



# Закон Кулона



Сила взаимодействия между двумя неподвижными точечными зарядами, находящимися в вакууме, прямо пропорциональна произведению модулей зарядов, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.





# Закон Кулона

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

- $F$  – модуль силы взаимодействия двух точечных неподвижных зарядов
- $k$  – коэффициент пропорциональности
- $|q_1|, |q_2|$  – абсолютные значения зарядов
- $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды
- $r$  – расстояния между зарядами



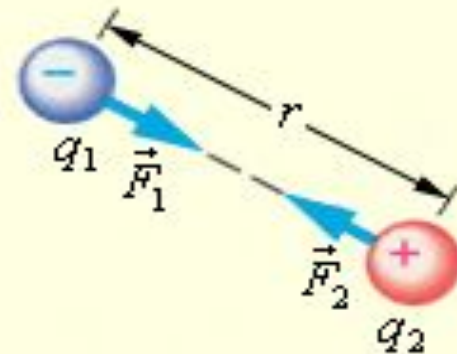
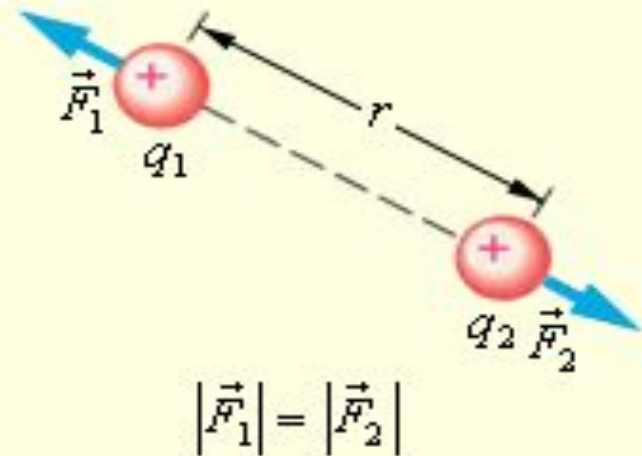
Сила взаимодействия направлена по прямой, соединяющей заряды, а её направление зависит от знаков зарядов: одноимённые заряды - отталкиваются, а разноимённые - притягиваются.

□ Коэффициент пропорциональности

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

□ Электрическая постоянная

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$$



# Напряженность электрического поля



Электрическим полем называют вид материи, посредством которой происходит взаимодействие электрических зарядов.

Поле, создаваемое неподвижными зарядами, называют электростатическим.

Свойства электрического поля:

- а) порождается электрическими зарядами;
- б) обнаруживается по действию на заряд;
- в) действует на заряды с некоторой силой.

Напряженность - силовая характеристика электрического поля.

$$\vec{F} = \vec{E} \cdot q$$

Напряженность электрического поля в данной точке численно равна силе, с которой поле действует на единственный положительный заряд, помещенный в эту точку.

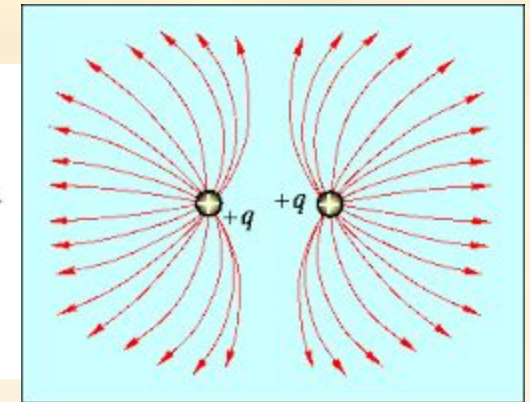
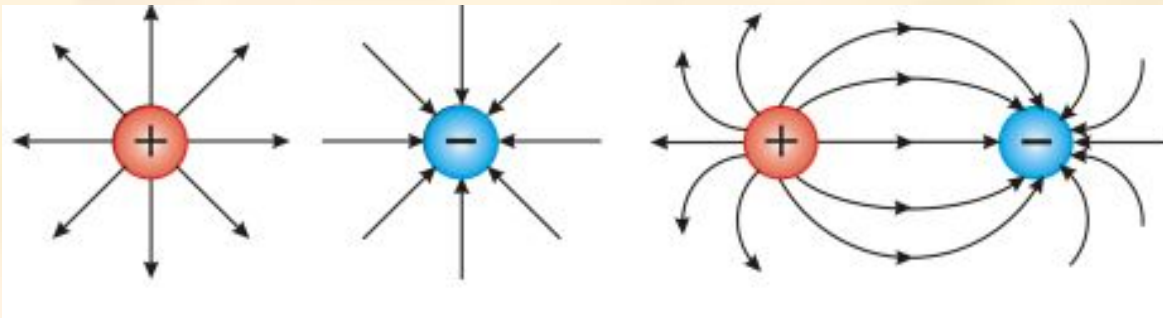
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Единица измерения:

$$\frac{Н}{Кл}; \frac{В}{м}$$

# Силловые линии электрического поля.

Линии напряженности электростатического поля - линии, касательные к которым в каждой точке поля совпадают по направлению с вектором напряженности поля.



Направление линий соответствует направлению силы, действующей на положительный заряд

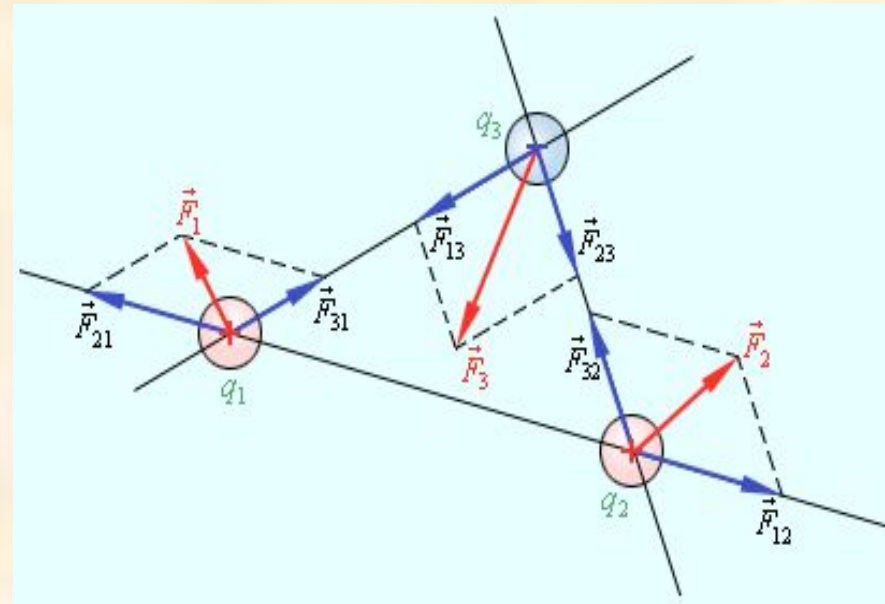


Напряженность поля  
точечного заряда.

$$E = \frac{k \cdot |q|}{r^2}$$

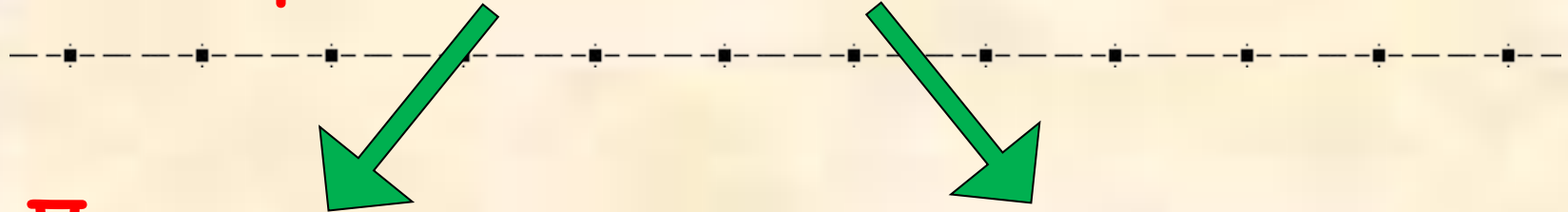
Принцип суперпозиции  
(наложения) полей.

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



# Вещество в электрическом поле

По электрическим свойствам вещества делят:



## **Проводники -**

вещества, в которых свободные заряды перемещаются по всему объёму.

Свободные заряды - заряженные частицы одного знака, способные перемещаться под действием электрического поля.

## **Диэлектрики -**

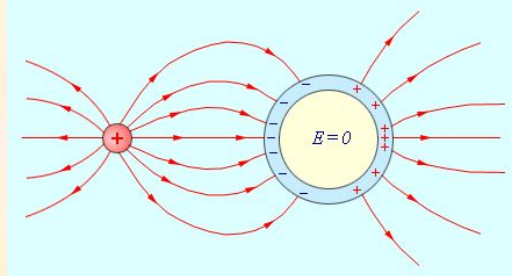
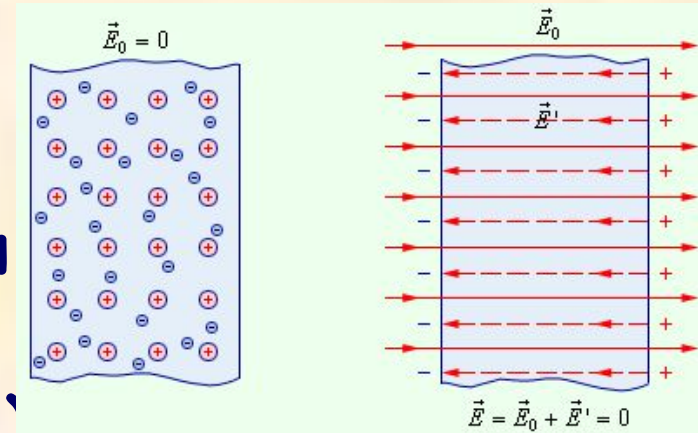
вещества, содержащие только связанные заряды.

Связанные заряды - разноимённые заряды, входящие в состав атомов и молекул, которые не могут перемещаться под действием поля независимо друг от друга.

# Проводники в электрическом поле.

Электростатическая индукция – перераспределение зарядов на поверхности проводника, помещенного в электростатическое поле.

Напряженность поля внутри проводника равна нулю (электростатическая защита).

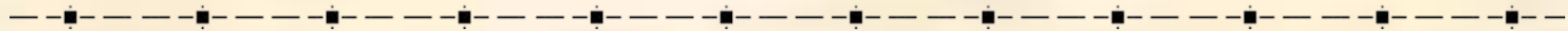


Линии напряженности перпендикулярны поверхности проводника.

Поверхность металла – эквипотенциальная поверхность.



# Диэлектрики в электрическом поле

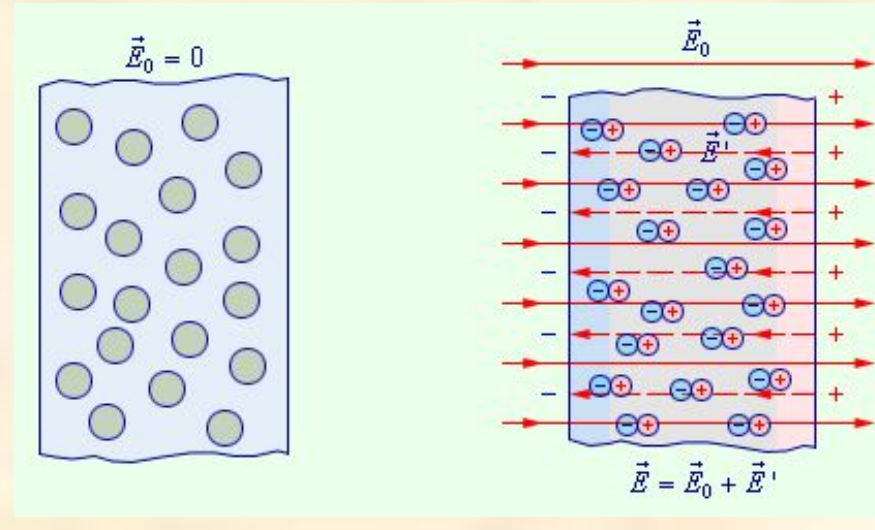
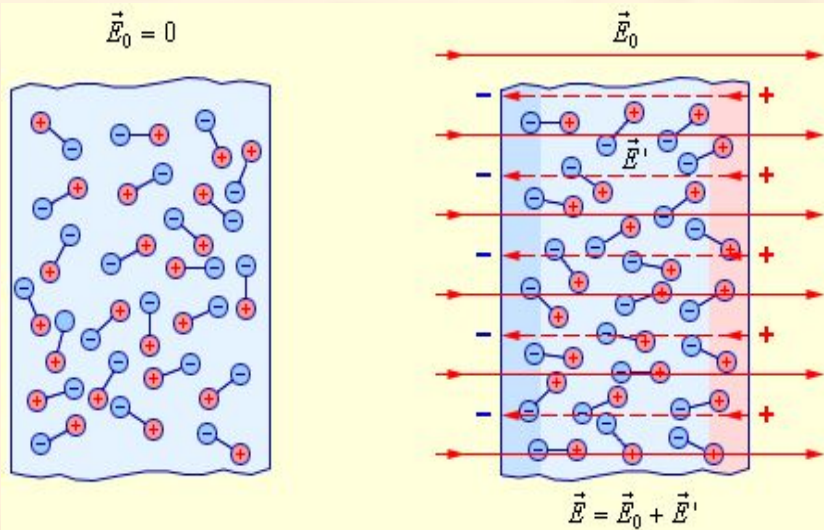
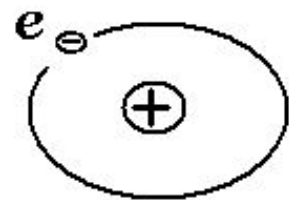


✓ Полярные.

Молекулы диполи.



✓ Неполарные.

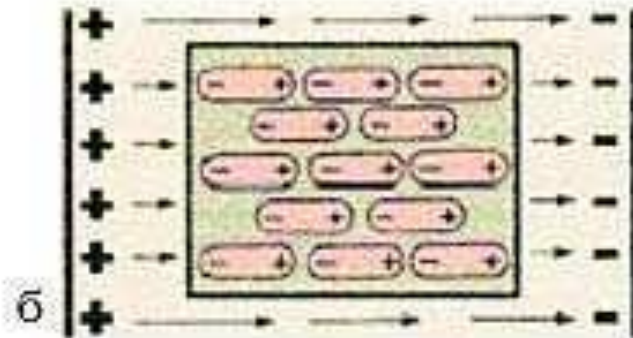
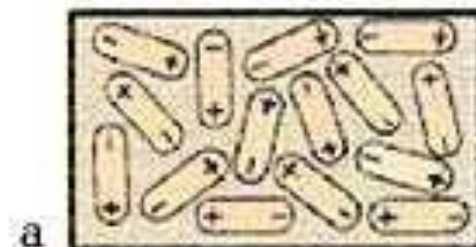




# Напряженность электрического поля в диэлектрике меньше, чем в вакууме.

Диэлектрическая проницаемость, показывает во сколько раз напряженность электростатического поля в диэлектрике меньше, чем в вакууме.

$$\varepsilon = \frac{E_{\text{вак}}}{E_{\text{д}}}$$



**Всякое электростатическое поле - потенциально.**

(т.к. оно способно совершить работу по перемещению заряда).

## **Свойства:**

- Если поле совершает положительную работу ( вдоль силовых линий ), то потенциальная энергия заряженного тела уменьшается и наоборот.
- На замкнутой траектории работа электростатического поля равна 0.

# ПОТЕНЦИАЛ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

---

$$\varphi = \frac{W}{q} = \text{const};$$

$$[\varphi] = \text{Дж} / \text{Кл} = 1\text{В}.$$

# Свойства:

---

- -энергетическая характеристика электростатического поля.
- - равен отношению потенциальной энергии заряда в поле к этому заряду.
- - скалярная величина, определяющая потенциальную энергию заряда в любой точке электрического поля.
- Величина потенциала считается относительно выбранного нулевого уровня.



# РАЗНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛОВ (НАПРЯЖЕНИЕ)

---

- - это разность потенциалов в начальной и конечной точках траектории заряда.

$$A = - (W_{n2} - W_{n1}) = -(q\varphi_2 - q\varphi_1) = q (\varphi_1 - \varphi_2).$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U = \frac{A}{q}; [U] = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{В}.$$

# СВЯЗЬ МЕЖДУ НАПРЯЖЕННОСТЬЮ ПОЛЯ И РАЗНОСТЬЮ ПОТЕНЦИАЛОВ

---

$$A = q \cdot E \cdot \Delta d$$

$$E = \frac{U}{\Delta d} \quad [E] = \text{В/м}$$

$$A = q \cdot U$$

Практический интерес представляют системы из двух проводников, разделенных диэлектриком.

Это конденсаторы, способные накапливать электрический заряд и соответственно энергию электростатического поля.



Энергия электрического поля внутри конденсатора равняется

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

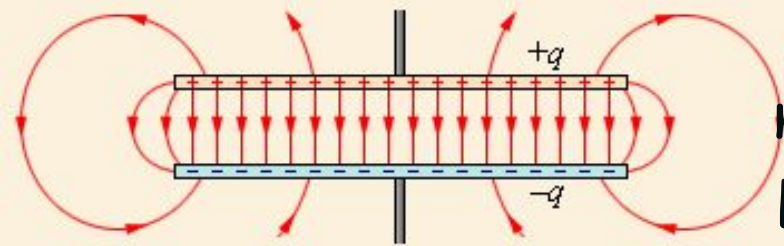
**Електроємність,  
характеризуюча здатність  
конденсатора к накопленню  
заряду равна**

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

где  $q$  - заряд положительной обкладки,  
 $U$  - напряжение между обкладками.

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

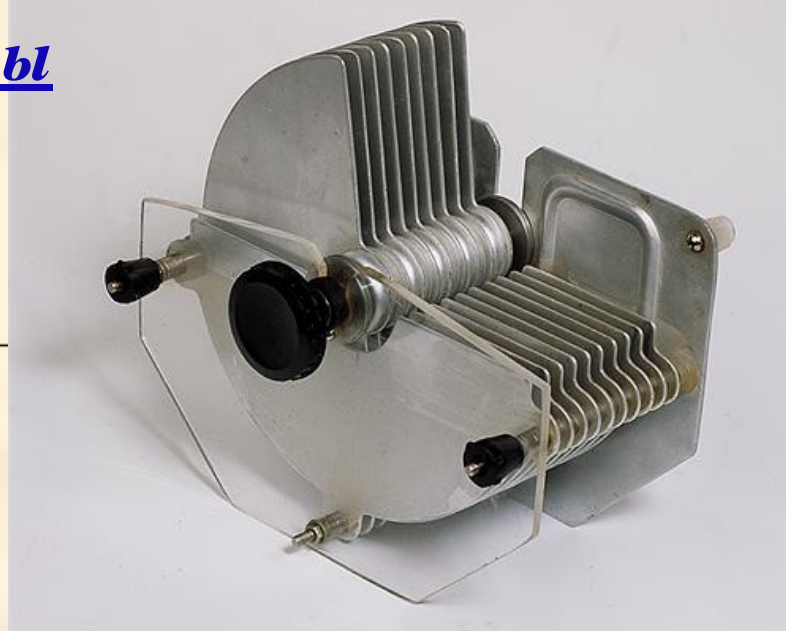
Если увеличить площадь пластин ( $S$ ), уменьшить расстояние между ними ( $d$ ) или ввести между ними диэлектрик (с большей диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ ), то электроёмкость конденсатора увеличится.



Электроёмкость конденсатора не зависит от заряда обкладок. В СИ электроёмкость измеряется в фарадах ( $\Phi$ ).



Конденсаторы  
бывают:

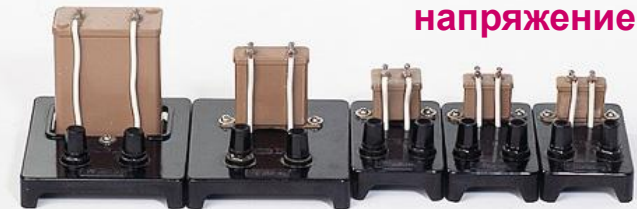


Конденсатор  
переменной  
емкости

Конденсаторы  
бумажные и  
электролити-  
ческие

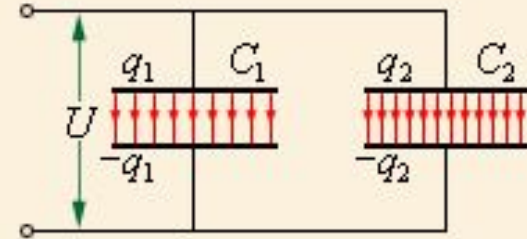


Конденсаторы бумажные  
разной емкости на одно  
напряжение

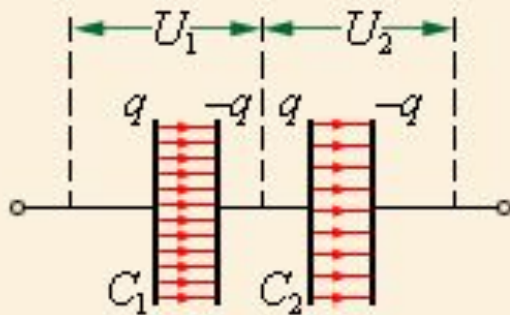


Электроемкость  $C$  батареи, составленной из параллельно соединенных конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$ , рассчитывается по формуле

$$C = C_1 + C_2,$$



а батареи, составленной из последовательно соединенных конденсаторов, по формуле



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