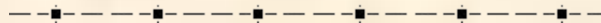
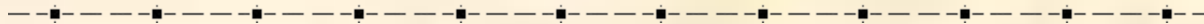


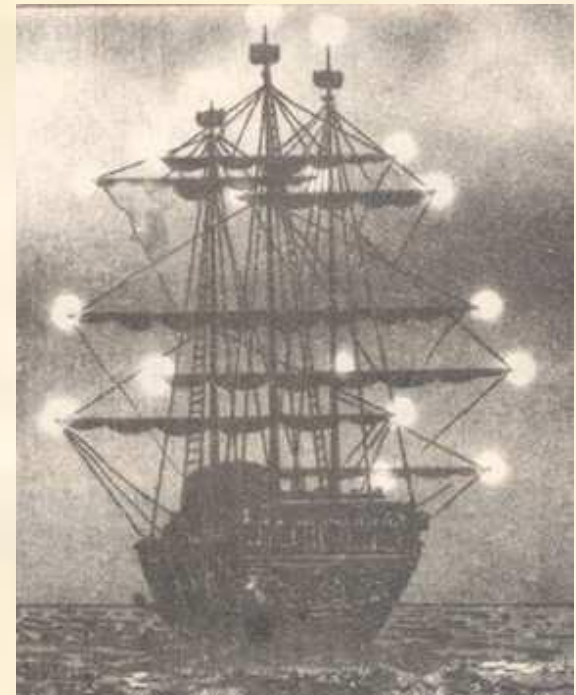
# Электростатика



**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 -  $q$ ,

Единица измерения - Кулон (Кл)

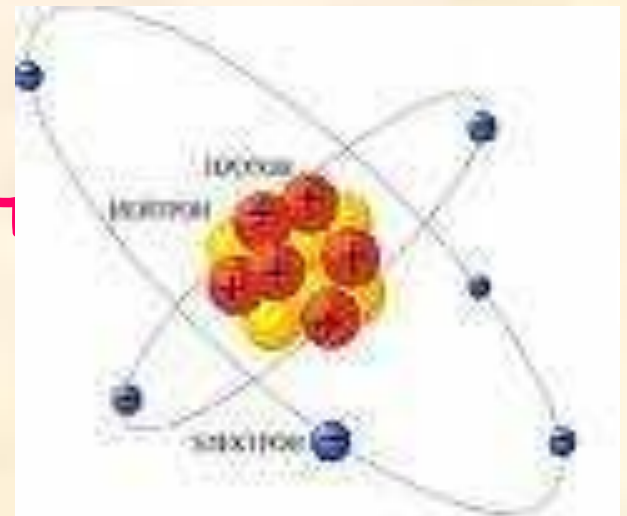
# Элементарный электрический заряд

---

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Электрический заряд дискретен  
(квантован)

$Q = ne$ , где  $n$  - целое число



# Теории, касающиеся способов осуществления взаимодействия между телами

БЛИЗКОДЕЙСТВИЯ

ТЕОРИИ

ДЕЙСТВИЯ

НА  
РАССТОЯНИИ

**Сущность:** взаимодействие между телами всегда осуществляется с помощью промежуточных звеньев (или среды), передающих взаимодействие от точки к точке с конечной скоростью

**Обоснование:**  
Майкл Фарадей, Джеймс Клерк Максвелл

**Сущность:** действие передается мгновенно на сколь угодно большие расстояния непосредственно через пустоту

**Сторонники:**  
Шарль Огюстен Кулон, Анри Ампер

# Идеи Майкла Фарадея



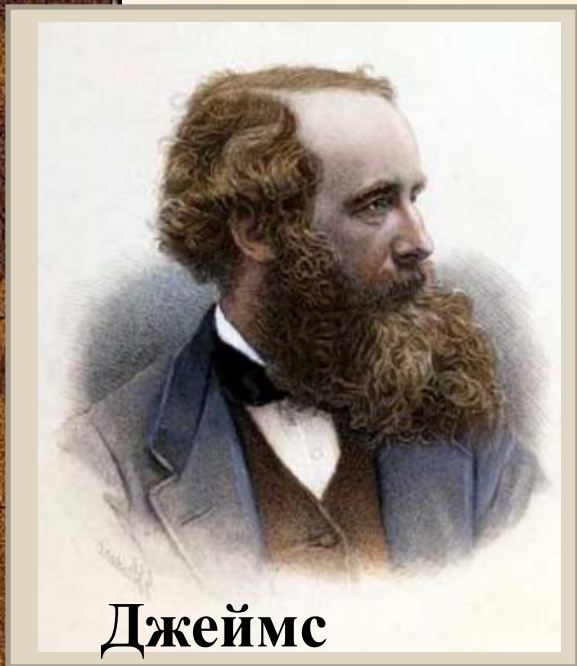
Электрические заряды  
**не** действуют друг на друга  
непосредственно.

Каждый из них создает в  
окружающем пространстве  
*электрическое поле*



Поле одного заряда действует  
на другой заряд, и наоборот.  
По мере удаления от заряда  
поле ослабевает

# Распространение электрических взаимодействий



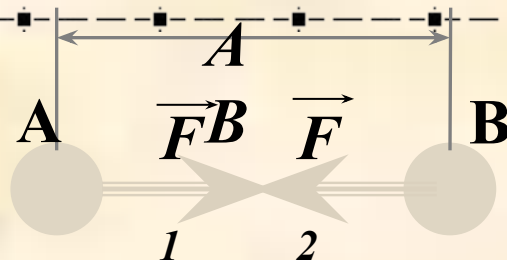
Джеймс

Максвелл

Если слегка передвинуть заряд А, то сила, действующая на заряд В, изменится, но не в то же мгновение, а лишь спустя некоторое время, которое можно рассчитать по формуле

$AB$  – расстояние между зарядами,

$C$  – скорость распространения электромагнитных взаимодействий



$$t = \frac{A}{Bc}$$

Сумел доказать:

Электрические взаимодействия распространяются в пространстве с конечной скоростью, равной скорости света в вакууме, т.е.  $C = 300\,000$  км/с

Это означает:

# 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:

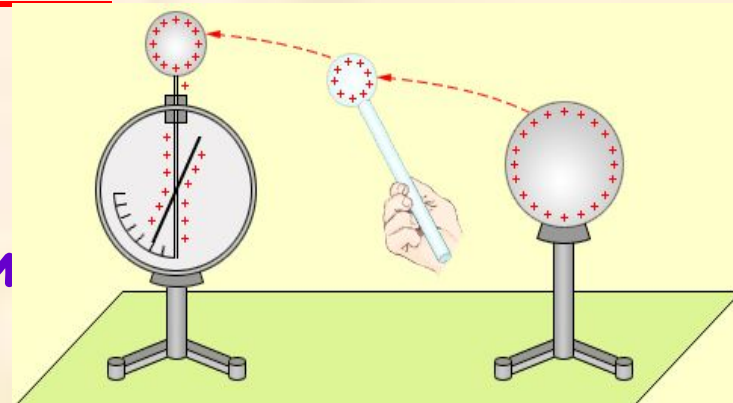
одно - положительно, другое - отрицательно.

в) заряды обоих тел одинаковы по величине.



■ Электризация **соприкосновением с заряженным телом.**

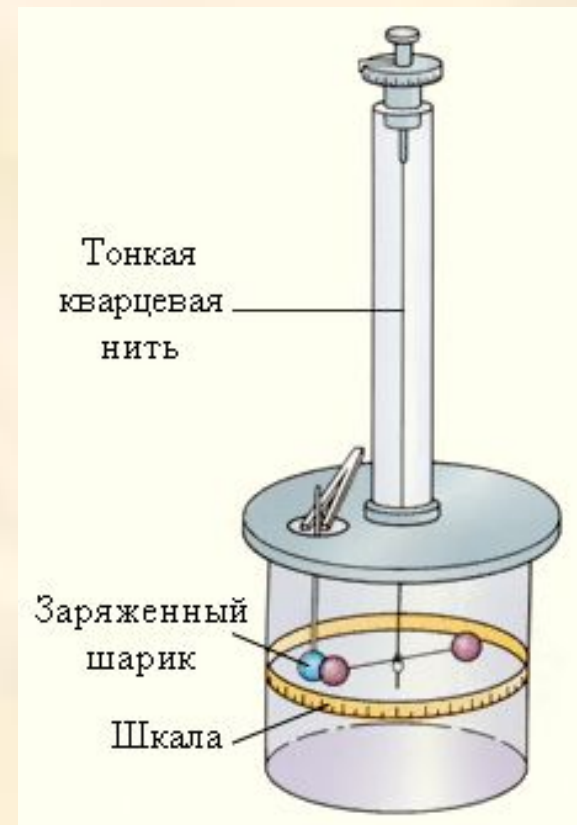
■ Электризация **через влияние**  
( электростатическая индукци



# 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

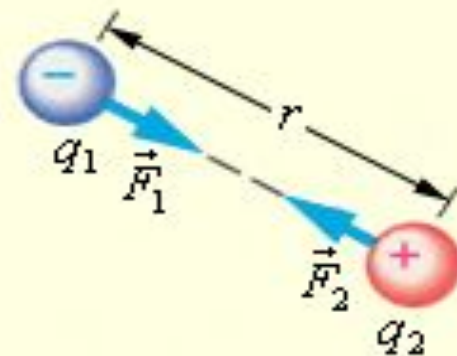
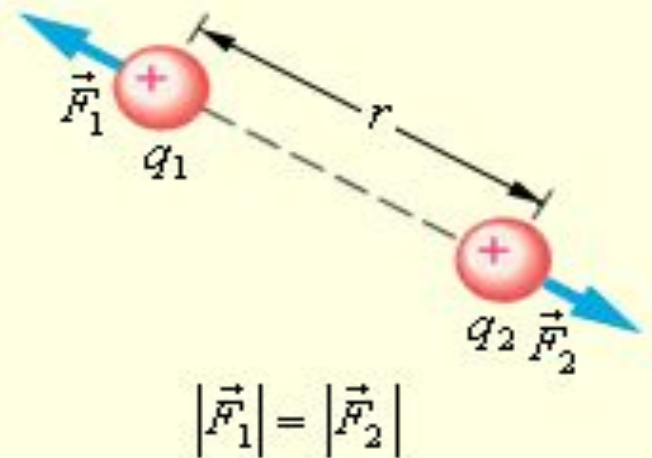
Сила взаимодействия направлена по прямой, соединяющей заряды, а её направление зависит от знаков зарядов: одноимённые заряды - отталкиваются, а разноимённые - притягиваются.

□ 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.

$$F = E \cdot q$$

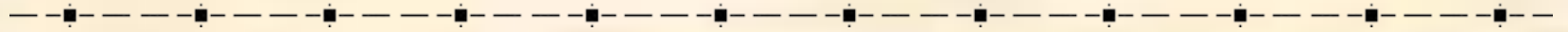
Напряженность электрического поля в данной точке численно равна силе, с которой поле действует на единичный положительный заряд, помещенный в эту точку.

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

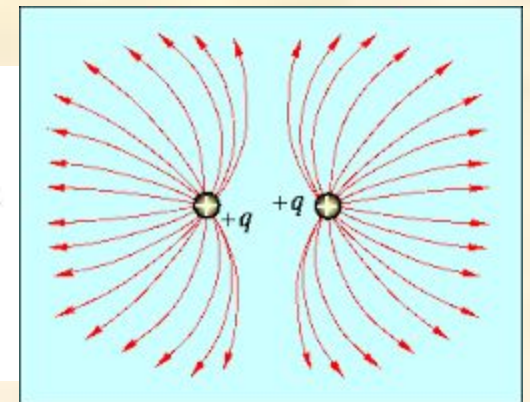
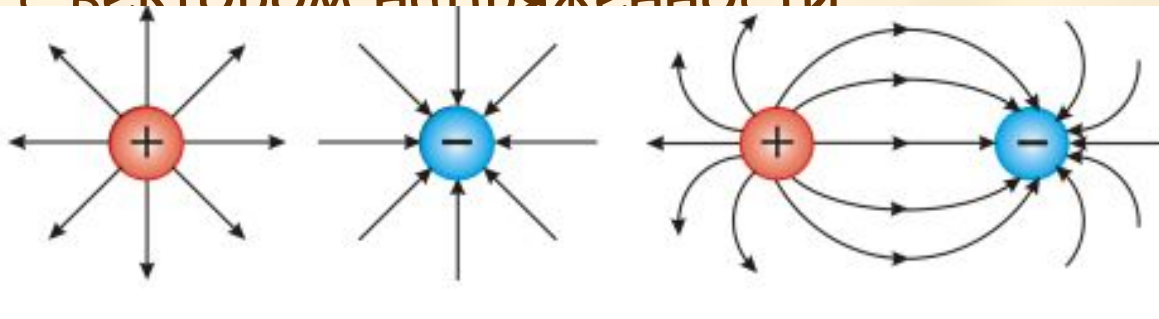
Единица измерения:

$$\frac{Н}{Кл}; \frac{В}{м}$$

# Силовые линии электрического поля.



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



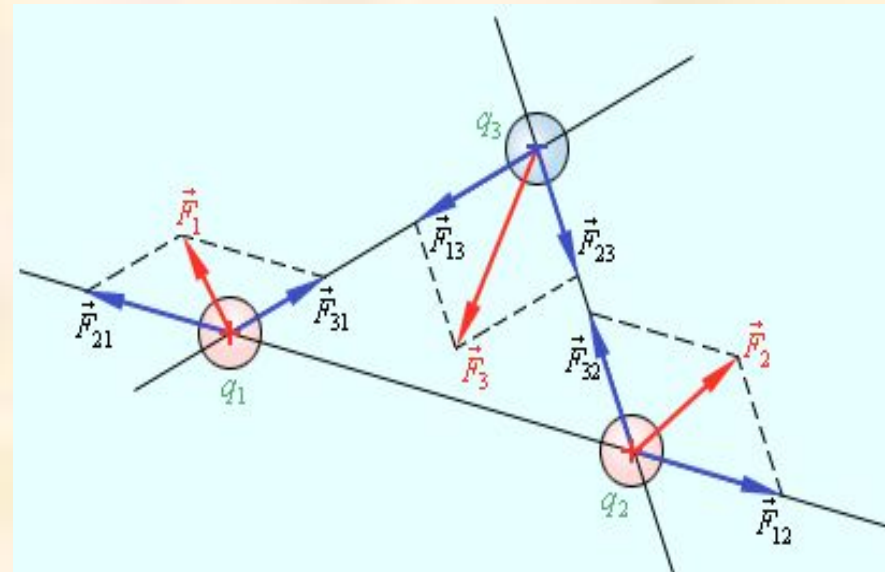
Направление линий соответствует направлению силы, действующей на положительный заряд

Напряженность поля  
точечного заряда.

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

Принцип суперпозиции  
(наложения) полей.

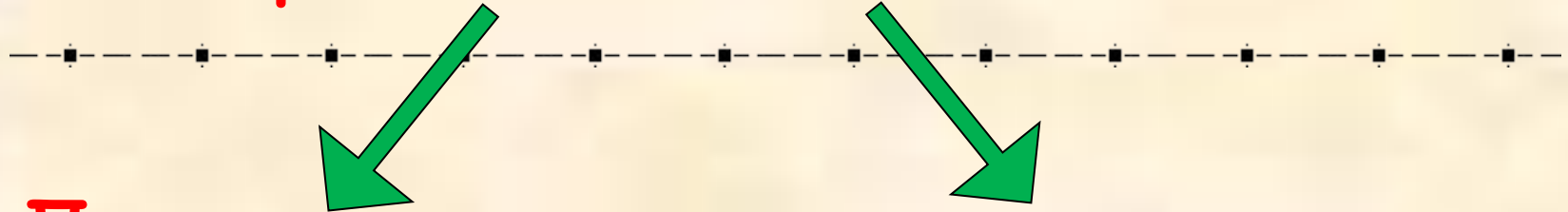
$$E = E_1 + E_2$$





# 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 -**

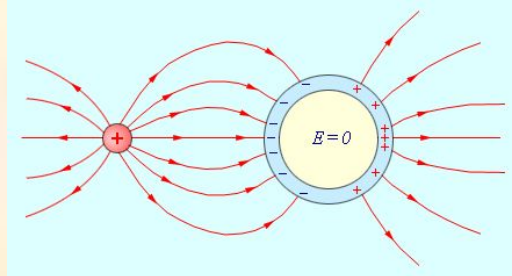
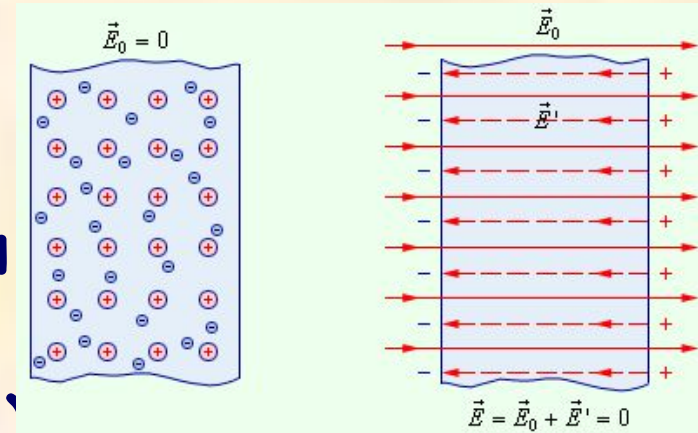
вещества, содержащие только связанные заряды.

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.

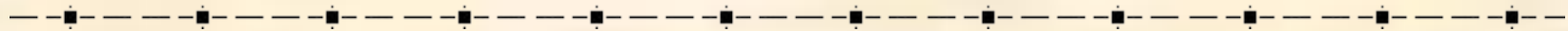
Напряженность поля внутри проводника равна нулю (электростатическая защита).



Линии напряженности перпендикулярны поверхности проводника.

Поверхность металла – эквипотенциальная поверхность.

# Диэлектрики в электрическом поле

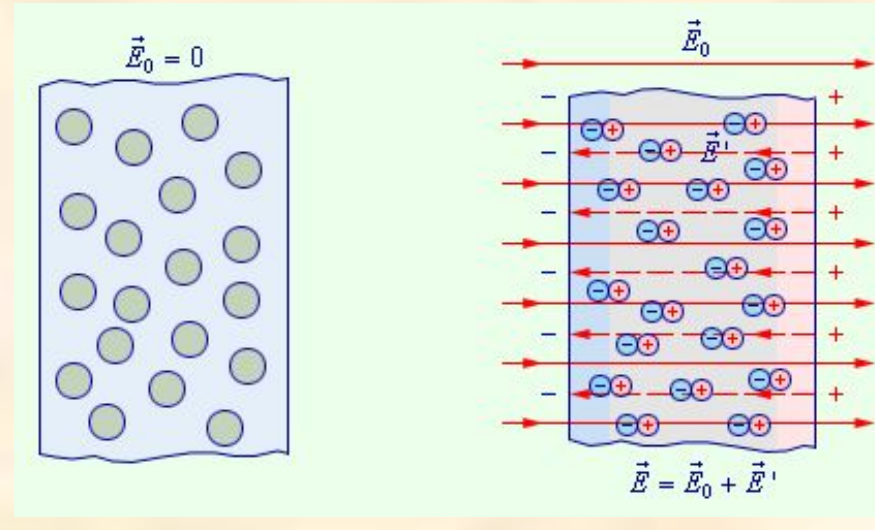
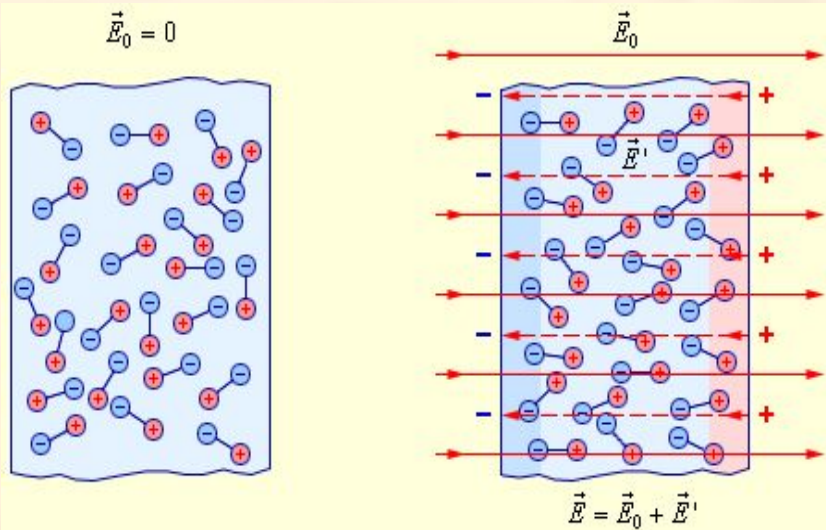
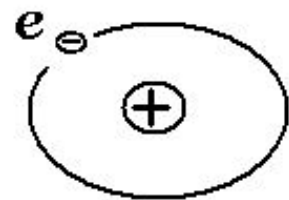


✓ Полярные.

Молекулы диполи.



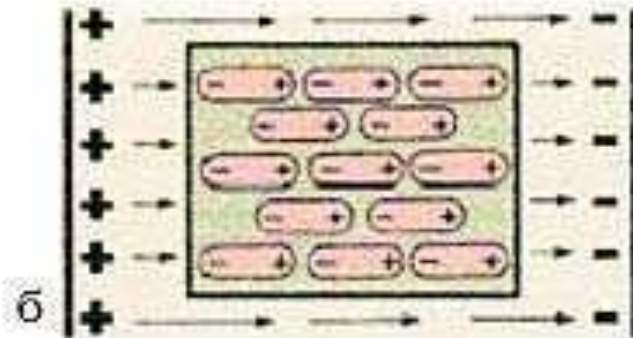
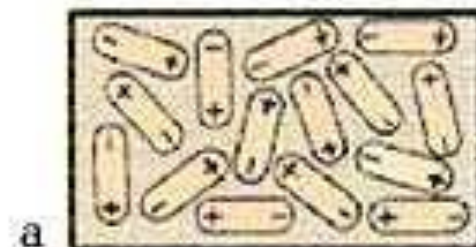
✓ Неполарные.



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

$\epsilon$  диэлектрическая проницаемость, показывает во сколько раз напряженность электростатического поля в диэлектрике меньше, чем в вакууме.

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



**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.

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

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



# 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

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

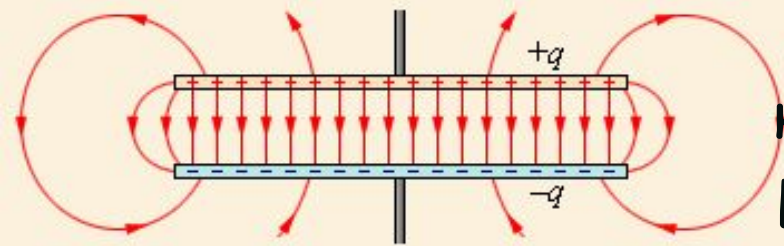
**Електроємкость,**  
**характеризуюча спроможність**  
**конденсатора к накопленню**  
**заряду равна**

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

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

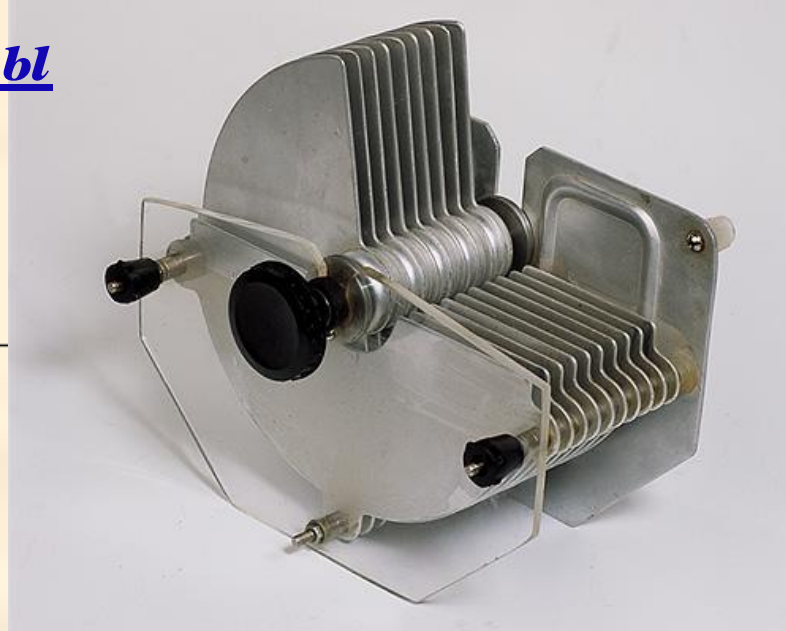
$$C = \frac{S \epsilon_0 \epsilon}{d},$$

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



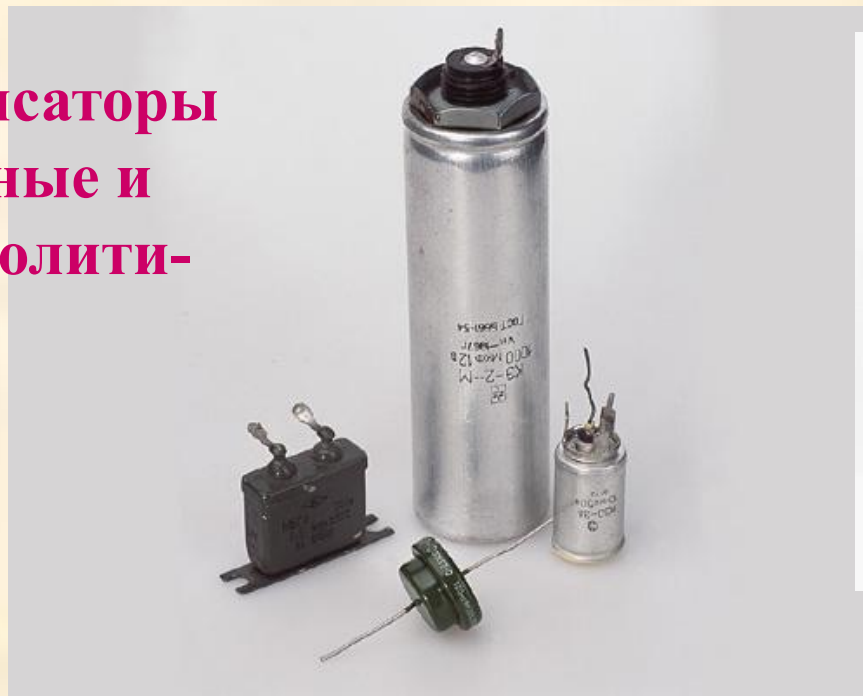
Електроємкость конденсатора  
не зависит от заряда обкладок.  
В СИ електроємкость измеряется в  
фарадах ( $\Phi$ ).

Конденсаторы  
бывают:

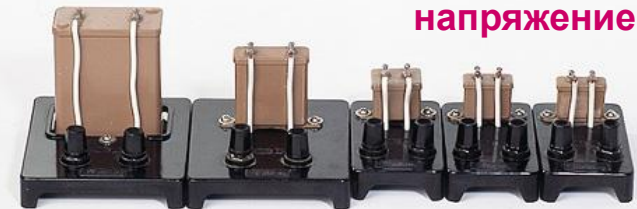


Конденсатор  
переменной  
емкости

Конденсаторы  
бумажные и  
электролити-  
ческие

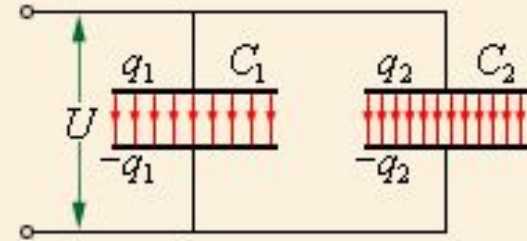


Конденсаторы бумажные  
разной емкости на одно  
напряжение

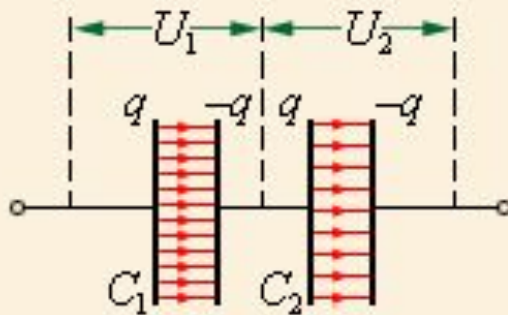


Электроемкость  $C$  батареи, составленной из параллельно соединенных конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$ , рассчитывается по формуле

$$C = C_1 + C_2,$$



а батареи, составленной из последовательно соединенных конденсаторов, по формуле



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

# Физический диктант №



- 1. Какая физическая величина определяет электромагнитное взаимодействие?
- 2. Как называется процесс, приводящий к появлению на телах электрических зарядов?
- 3. Может ли заряд существовать независимо от частицы?
- 4. В каких единицах измеряют электрический заряд?
- 5. Создаем ли мы заряды при электризации тел?
- 6. Способы электризации тел.
- 7. Если тело электрически нейтрально, то означает ли это, что оно не содержит электрических зарядов?
- 8. Верно ли утверждение, что в замкнутой системе алгебраическая сумма зарядов всех тел остается постоянной?
- 9. При увеличении расстояния между зарядами в три раза сила их взаимодействия...
- 10. Величина, характеризующая электрические свойства среды.



# Физический диктант №2.

- 1. Чему равна работа сил электростатического поля на замкнутой траектории.
- 2. От каких величин зависит работа сил электрического поля?
- 3. Энергетическая характеристика электрического поля.
- 4. Чему равна работа сил электрического поля при перемещении заряда перпендикулярно силовым линиям поля?
- 5. Как связана работа с потенциалами начальной и конечной точек траектории?
- 6. Как называют поверхности равного потенциала?
- 7. Как называют разность потенциалов между двумя точками поля?
- 8. Как направлен вектор напряженности эл. поля относительно эквипотенциальной поверхности?
- 9. Как связаны напряжение и напряженность электростатического поля?
- 10. Чему равен потенциал поля точечного заряда (формула)?

# Физический диктант.



- 1. Какие виды материи вы знаете?
- 2. Как называется поле неподвижных зарядов?
- 3. Что является источником электрического поля?
- 4. Главное свойство любого электрического поля?
- 5. Какой закон определяет силу взаимодействия зарядов?
- 6. Как называется величина, характеризующая силовое действие электрического поля. Как её вычислить?
- 7. Как направлены силовые линии электрического поля?
- 8. Как изменится напряженность при увеличении электрического заряда?
- 9. Как изменится напряженность при увеличении расстояния от точки до заряда?
- 10. Как изменится сила, действующая на заряд, если напряженность электрического поля увеличить в два раза?

