

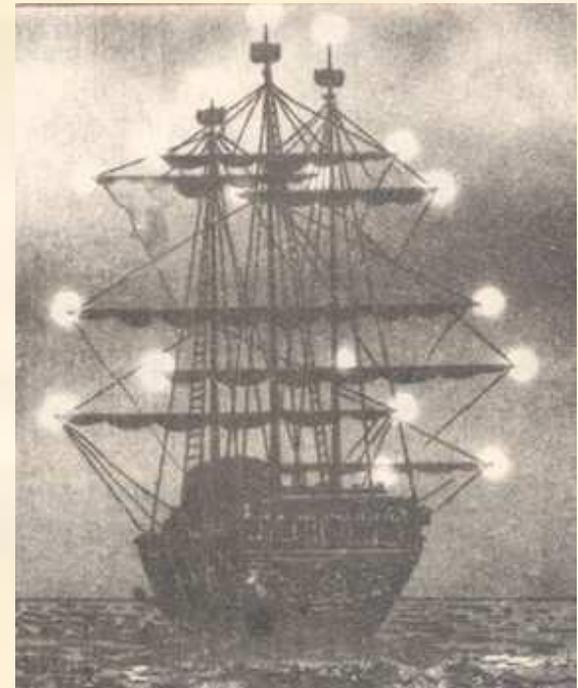
Электростатика



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 ,

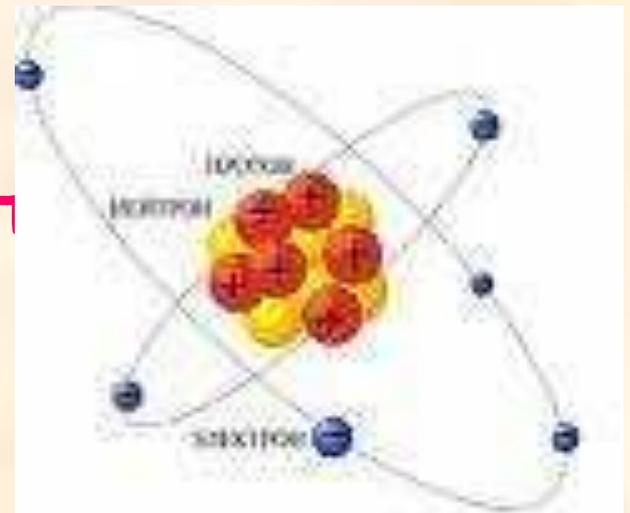
Единица измерения - Кулон (Кл)

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



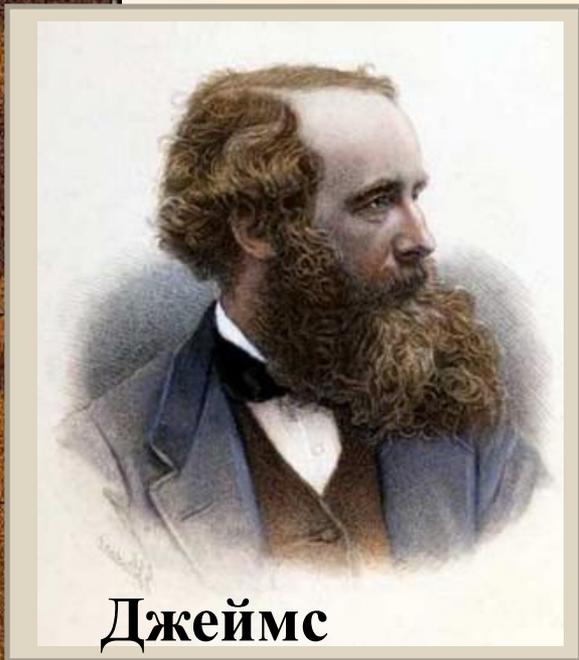
Электрические заряды
не действуют друг на друга
непосредственно.

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



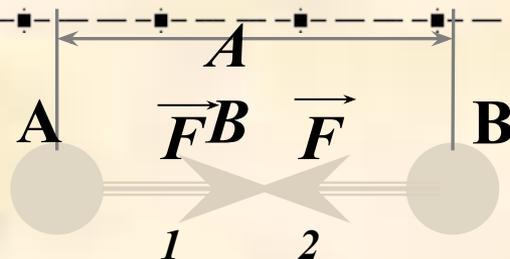
Джеймс

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:

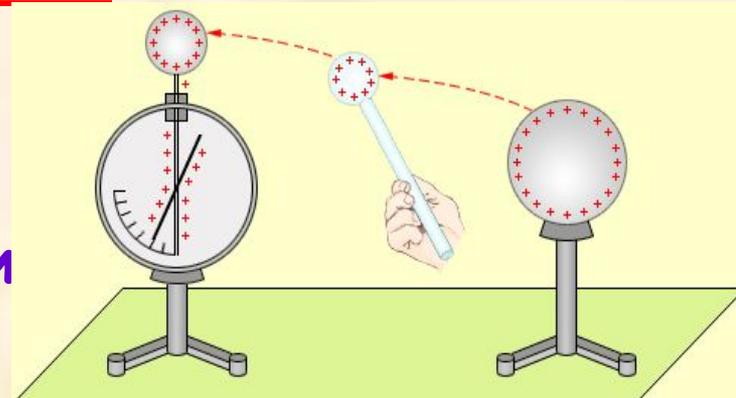
одно - положительно, другое - отрицательно.

в) заряды обоих тел одинаковы по величине.



■ Электризация **соприкосновением с заряженным телом.**

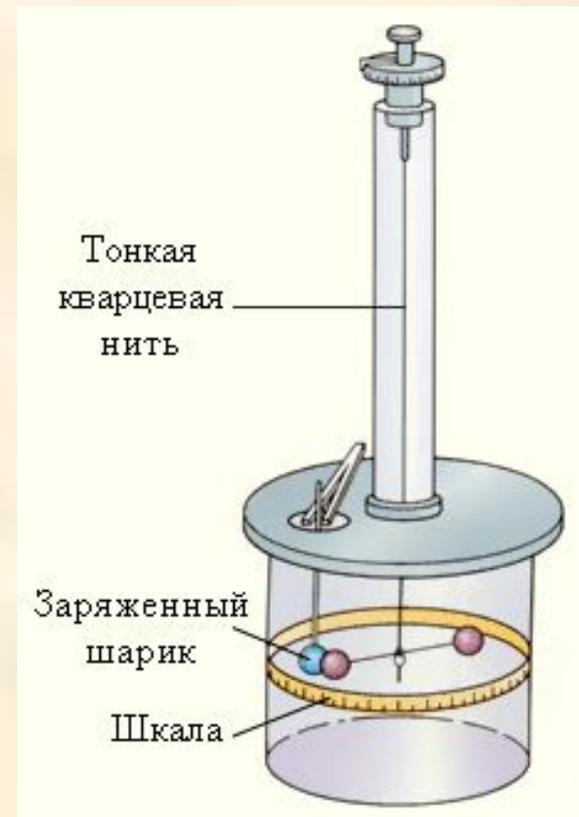
■ Электризация **через влияние**
(электростатическая индукци



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
- ϵ – диэлектрическая проницаемость среды
- r – расстояния между зарядами

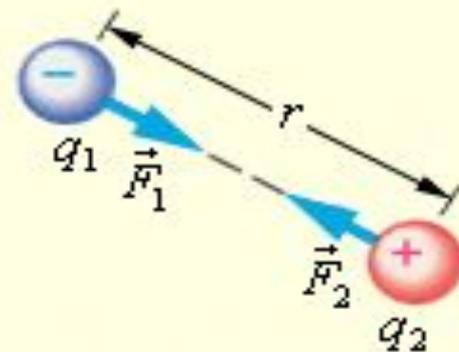
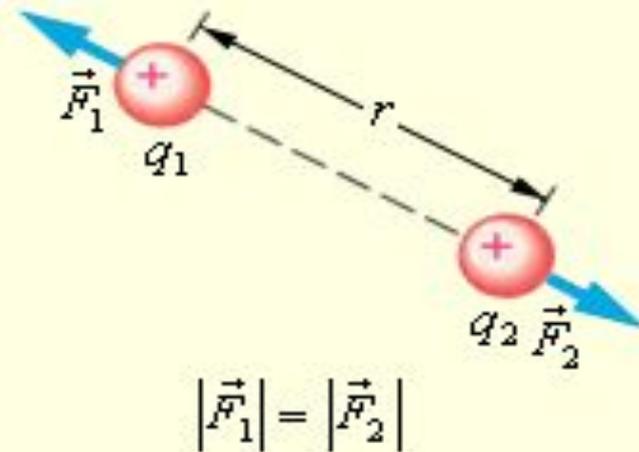
Сила взаимодействия направлена по прямой, соединяющей заряды, а её направление зависит от знаков зарядов: одноимённые заряды - отталкиваются, а разноимённые - притягиваются.

□ 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.

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

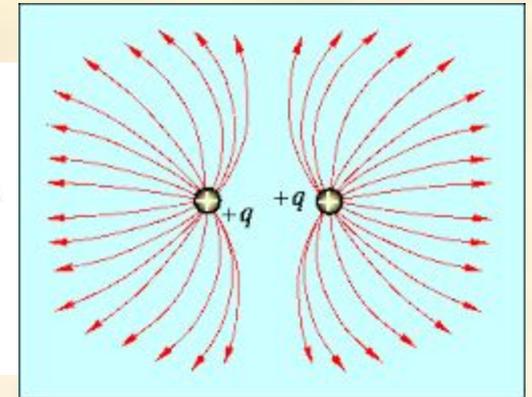
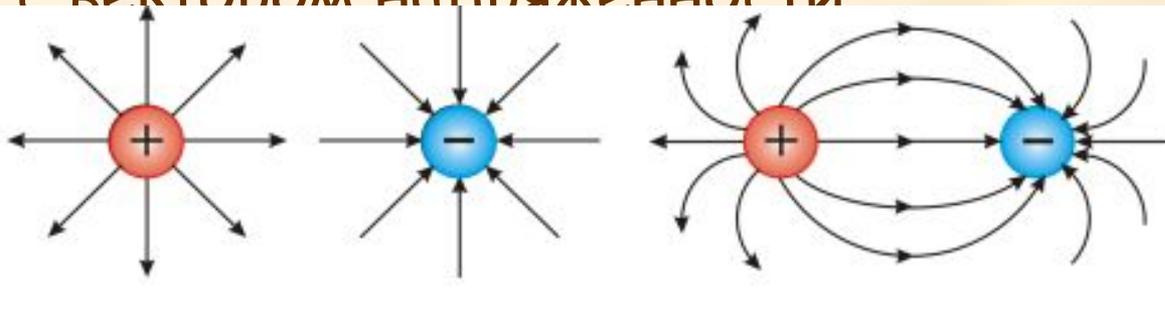
Единица измерения:

$$\frac{Н}{Кл}; \frac{В}{м}$$

Силловые линии электрического поля.



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



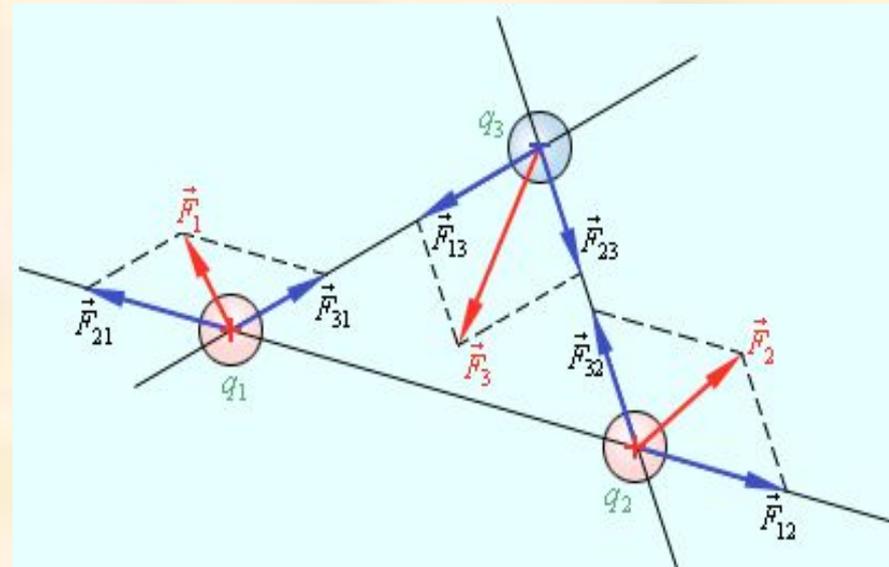
Направление линий соответствует направлению силы, действующей на положительный заряд

Напряженность поля
точечного заряда.

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

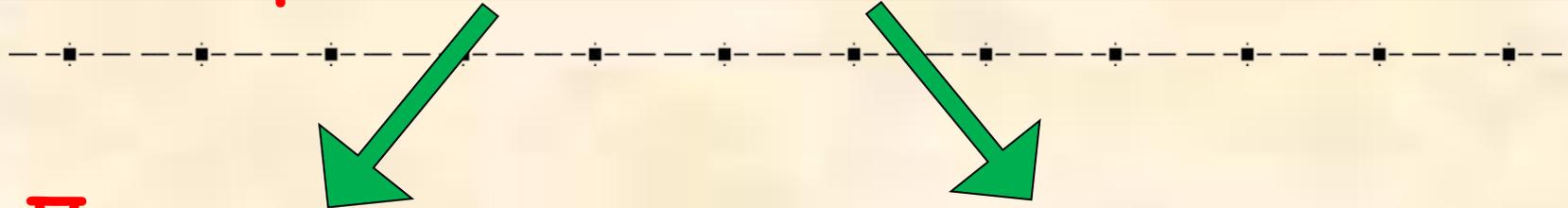
Принцип суперпозиции
(наложения) полей.

$$E = E_1 + E_2$$



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 -

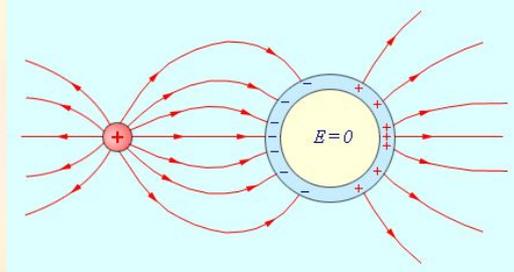
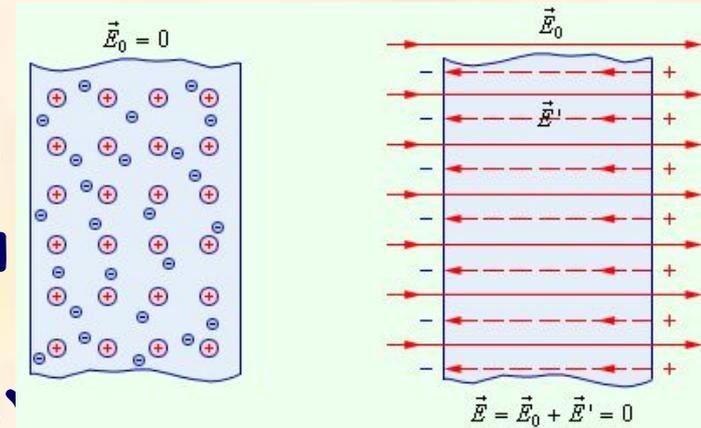
вещества, содержащие только связанные заряды.

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

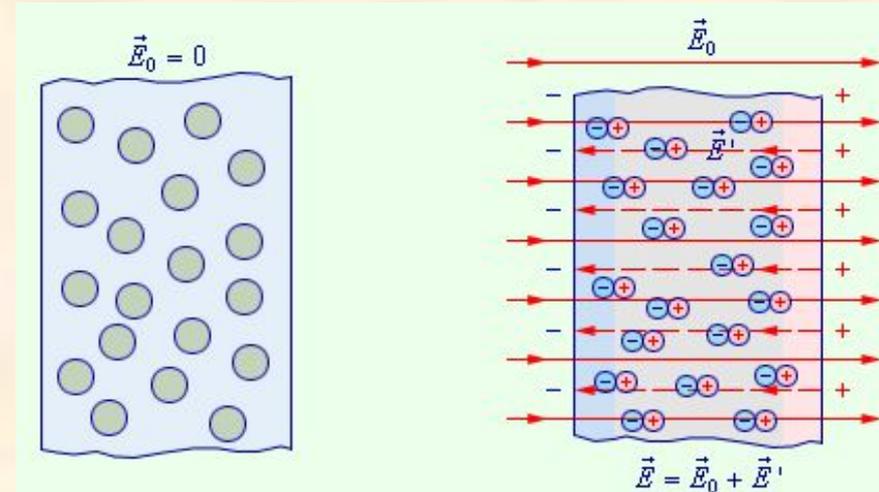
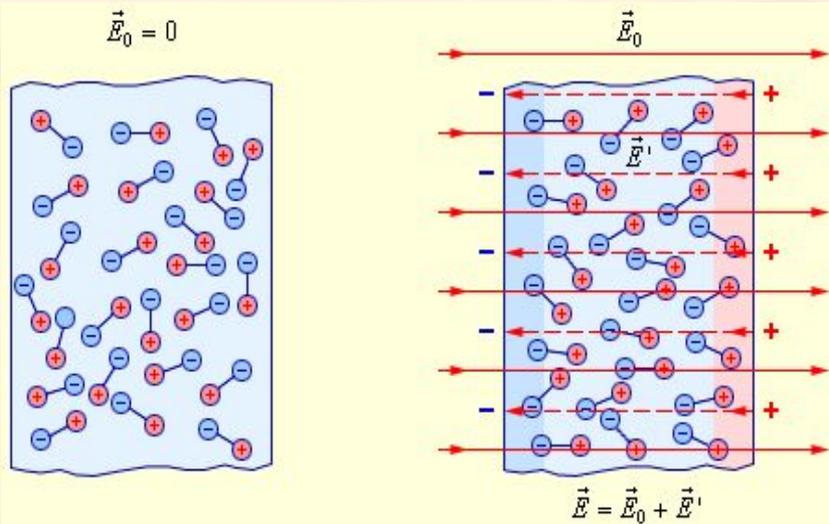
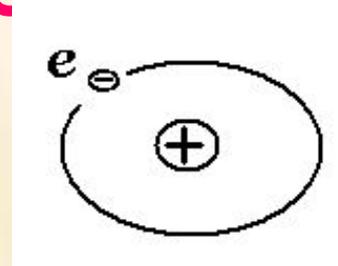


✓ Полярные.

Молекулы диполи.



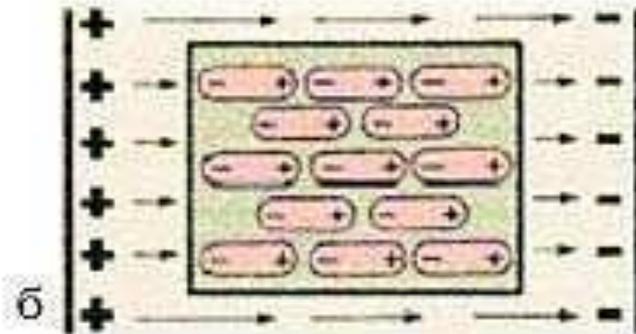
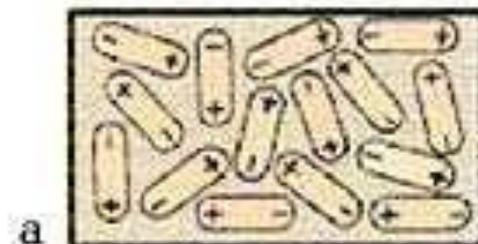
✓ Неполарные.



Напряженность электрического поля в диэлектрике меньше, чем в вакууме.

ϵ 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.

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

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

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

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

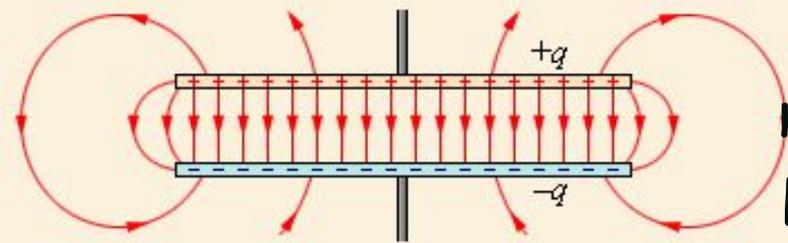
Електроємкость,
характеризуюча здатність
конденсатора к накопленню
заряду равна

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

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

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

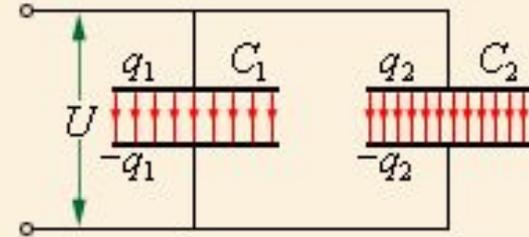
Если увеличить площадь пластин (S), уменьшить расстояние между ними (d) или ввести между ними диэлектрик (с большей диэлектрической проницаемостью ϵ), то электроёмкость конденсатора увеличится.



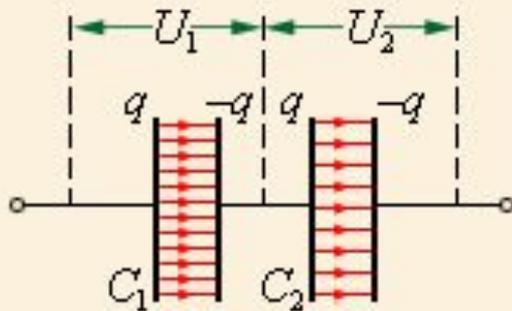
Електроємкость конденсатора
не зависит от заряда обкладок.
В СИ електроємкость измеряется в
фарадах (Φ).

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?

