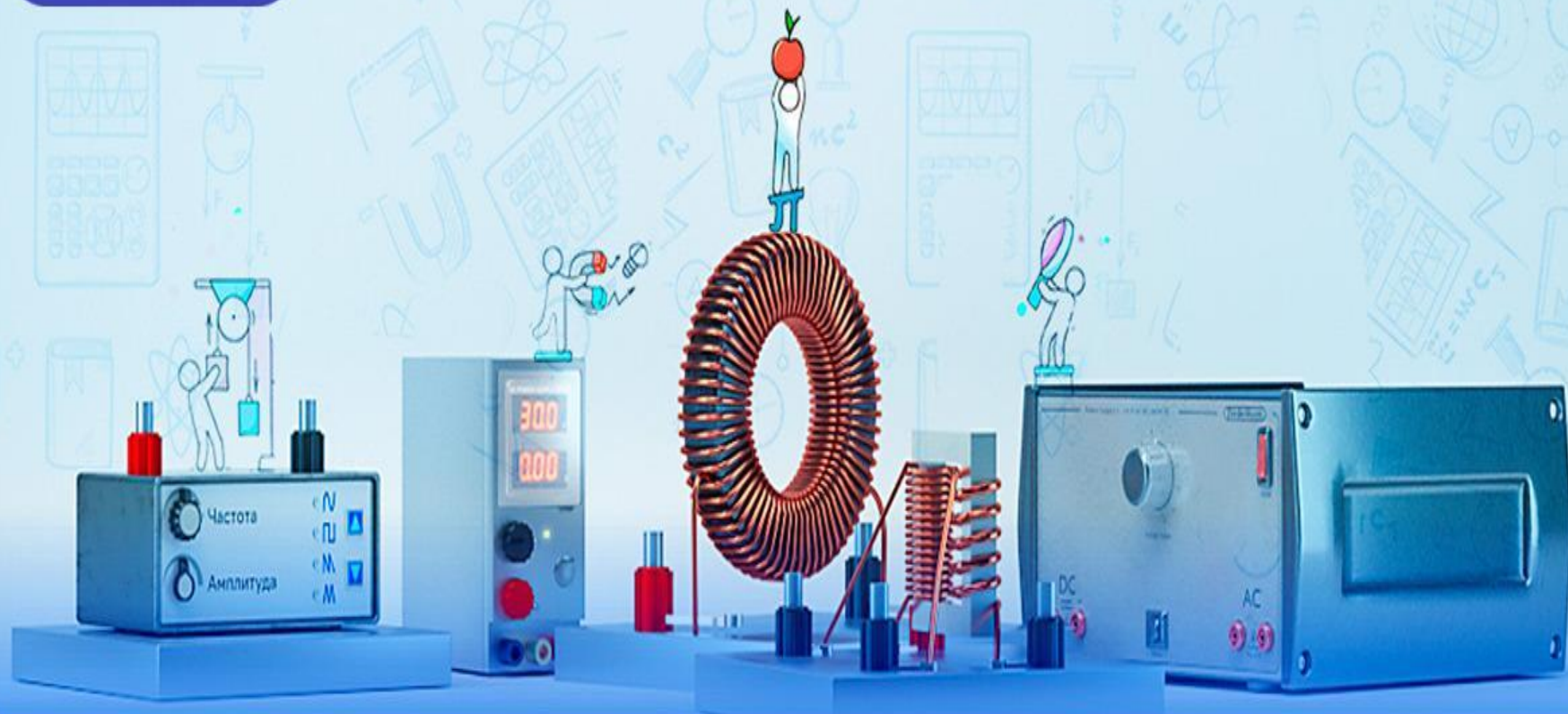
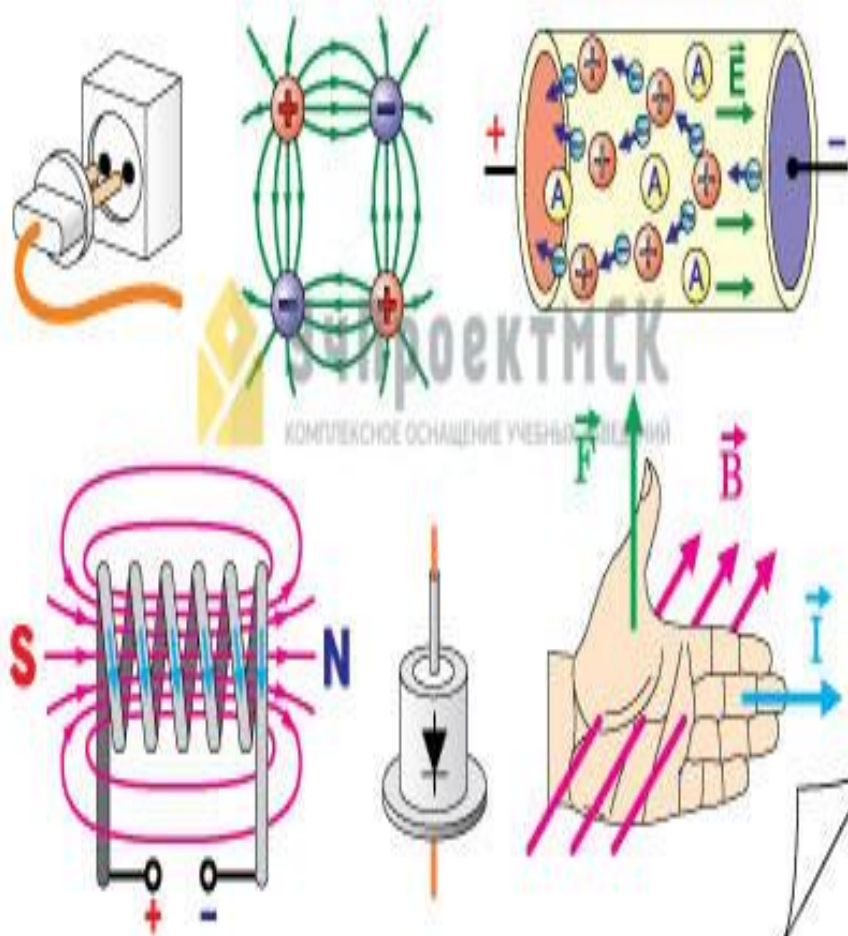


ФИЗИКА



Электродинамика

Электродинамика



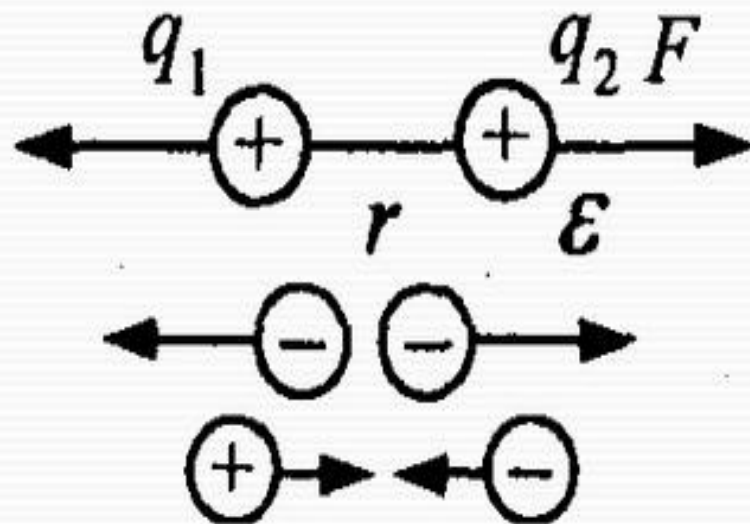
- это раздел физики, которая изучает электрические и магнитные поля, которые создаются электрическими зарядами и токами.

Электростатика

- это раздел электродинамики, который изучает неподвижные заряды.

Электрический заряд

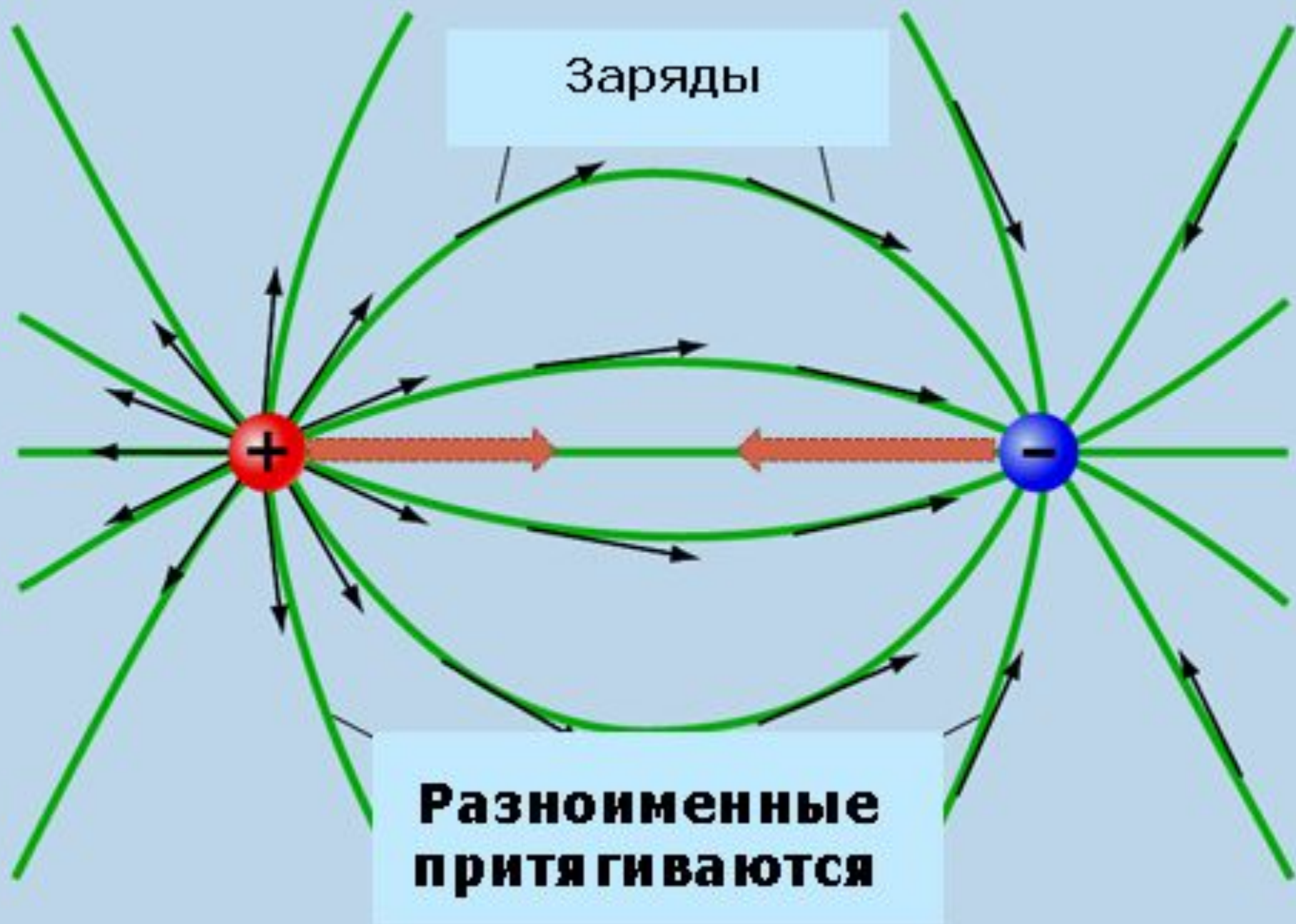
- Существуют два вида электрических зарядов- положительные и отрицательные



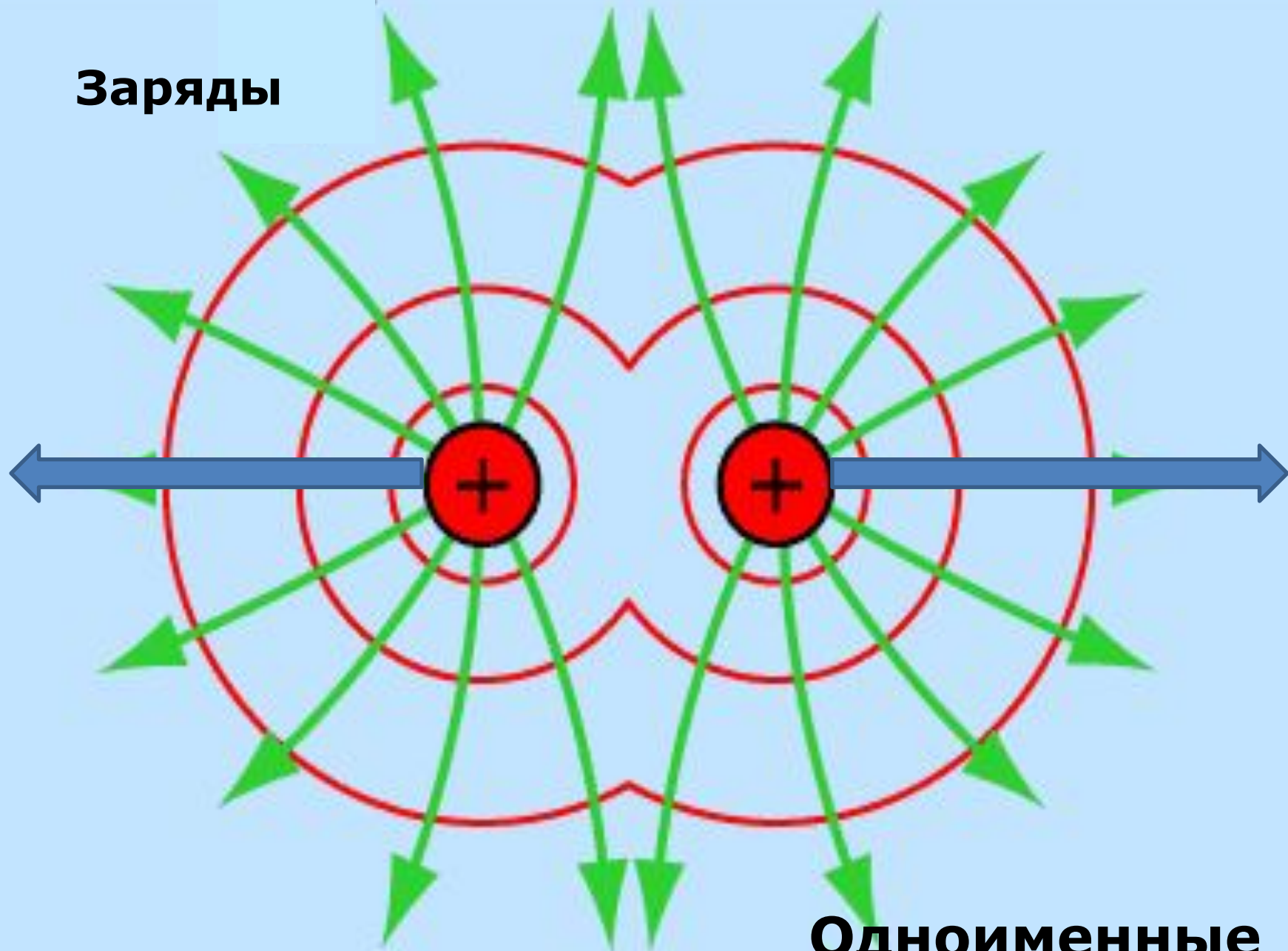
- Единица измерения $[q] = \text{Кл}$ (кулон)

- Элементарный электрический заряд

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$



Заряды



**Одноименные
отталкиваются**

ПРИБОРЫ

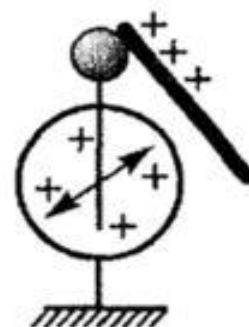
ЭЛЕКТРОСКОП

скоπεο (греч.) – наблюдать

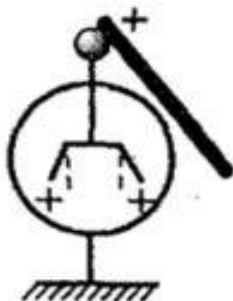


позволяет обнаружить, каким зарядом заряжено тело

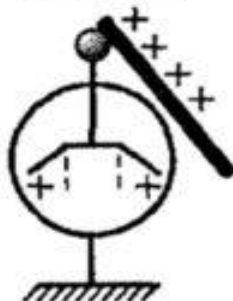
ЭЛЕКТРОМЕТР



заряжается



заряжается сильнее



ВЕЩЕСТВА

проводники

- металлы
- почва
- кислоты или щелочи
- графит
- тело человека

непроводники диэлектрики

- эбонит
- янтарь
- фарфор
- воздух
- резина

из диэлектриков → изоляторы
изоляро (итал.) – уединять

Закон сохранения заряда

- В замкнутой системе алгебраическая сумма зарядов всех частиц остается неизменной.

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

- При электризации тел происходит перераспределение зарядов между телами



Шарль Огюстен Кулон

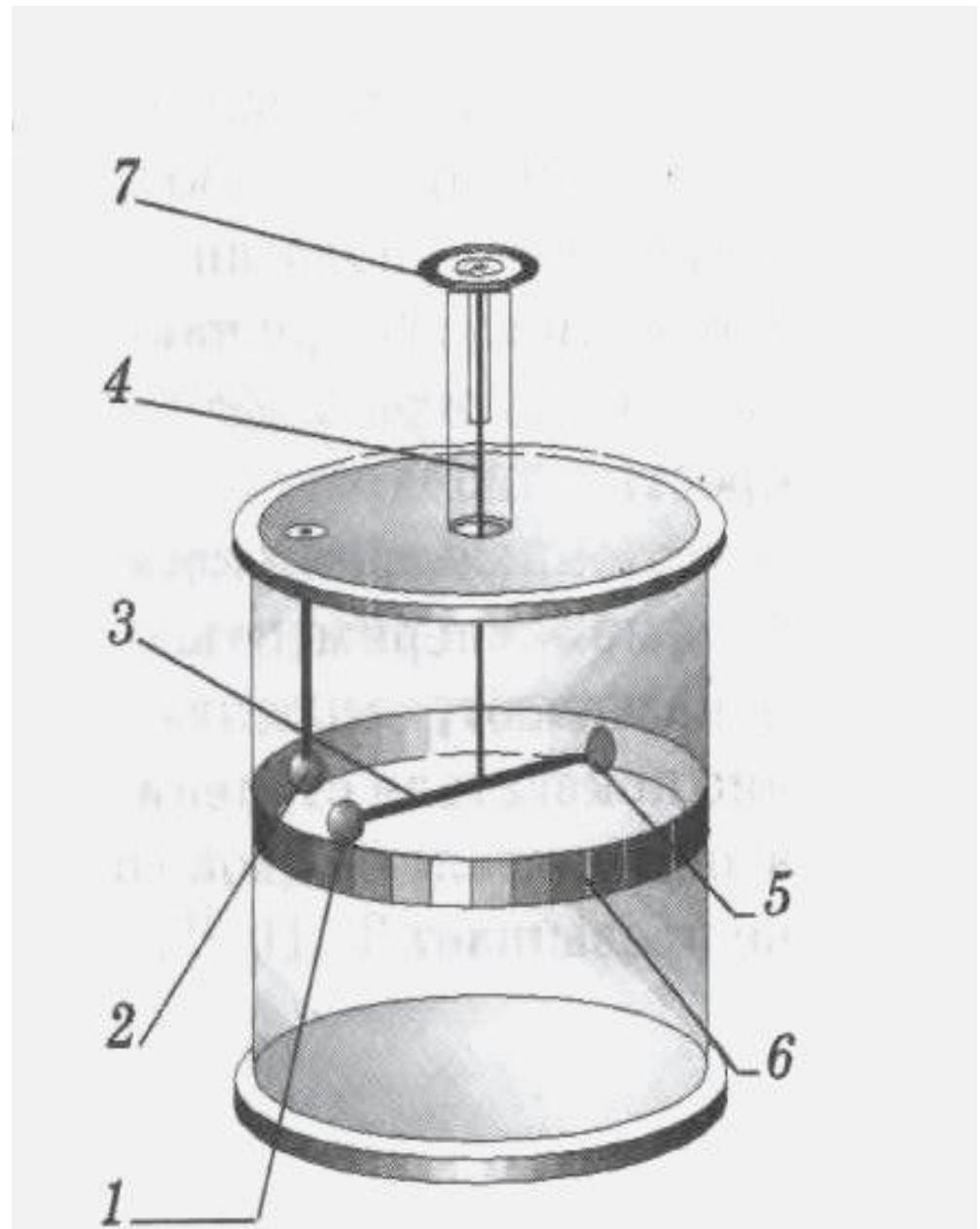
(1736—1806)

*В **1785** году французским ученым Шарлем **Кулоном** были получены первые результаты опытов по измерению силы взаимодействия двух точечных зарядов.*

Для измерения
силы Кулон
использовал
крутильные
весы.

Крутильные весы:

1. Незаряженная сфера
2. Неподвижная заряженная сфера
3. Легкий изолирующий стержень
4. Упругая нить
5. Бумажный диск
6. Шкала



Закон Кулона.

Сила взаимодействия между зарядами, находящимися в вакууме, прямо пропорциональна произведению модулей зарядов, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними и направлена по прямой, соединяющей заряды:

$$F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

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

Задачи

- 1. Сколько электронов содержится в капле воды массой 0,6 г? Масса молекулы воды - $3 \cdot 10^{-23}$ г.
- 2. Определите, с какой силой взаимодействуют между собой два шарика, если один из них имеет заряд - $2 \cdot 10^{-10}$ Кл, а другой - $4 \cdot 10^{-11}$ Кл, если они находятся на расстоянии 2 м?
- 3. Определите расстояние, на котором находятся два взаимодействующие между собой заряженные шарики, если сила взаимодействия составляет $5 \cdot 10^{-6}$ Н, а заряды $5 \cdot 10^{-10}$ Кл и $1 \cdot 10^{-12}$ Кл соответственно
- 4. С какой силой будут взаимодействовать две капли воды на расстоянии 1 м, если бы удалось передать одной из капель 1% всех электронов, содержащихся в другой капле массой 0,6 г?

Электрическое поле.

1. Электрическое поле – это вид материи, окружающей электрические заряды, и проявляющейся в действии на эти заряды.

2. Поле, созданное *покоящимися* электрическими зарядами называется *электростатическим*.

Свойства электрического поля.

1. **Электрическое поле материально**, т. е. существует независимо от наших знаний о нем.
2. **Порождается электрическим зарядом**: вокруг любого заряженного тела существует электрическое поле.
3. Обнаруживается **по действию** на заряд.
4. Действует на заряды **с некоторой силой**.

5. Поле заряженного тела может действовать на незаряженное тело.

6. Электрическое поле распространяется в пространстве с конечной скоростью, равной скорости света в вакууме.

$$c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

Напряженность электрического поля.

- Для количественного определения электрического поля вводится **силовая характеристика** - напряженность электрического поля.

$$\vec{E}_1 = \frac{\vec{F}_1}{q}$$

- **Напряженностью электрического поля** называют векторную физическую величину, равную отношению силы, с которой поле действует на положительный точечный заряд, помещенный в данную точку пространства, к величине этого заряда:

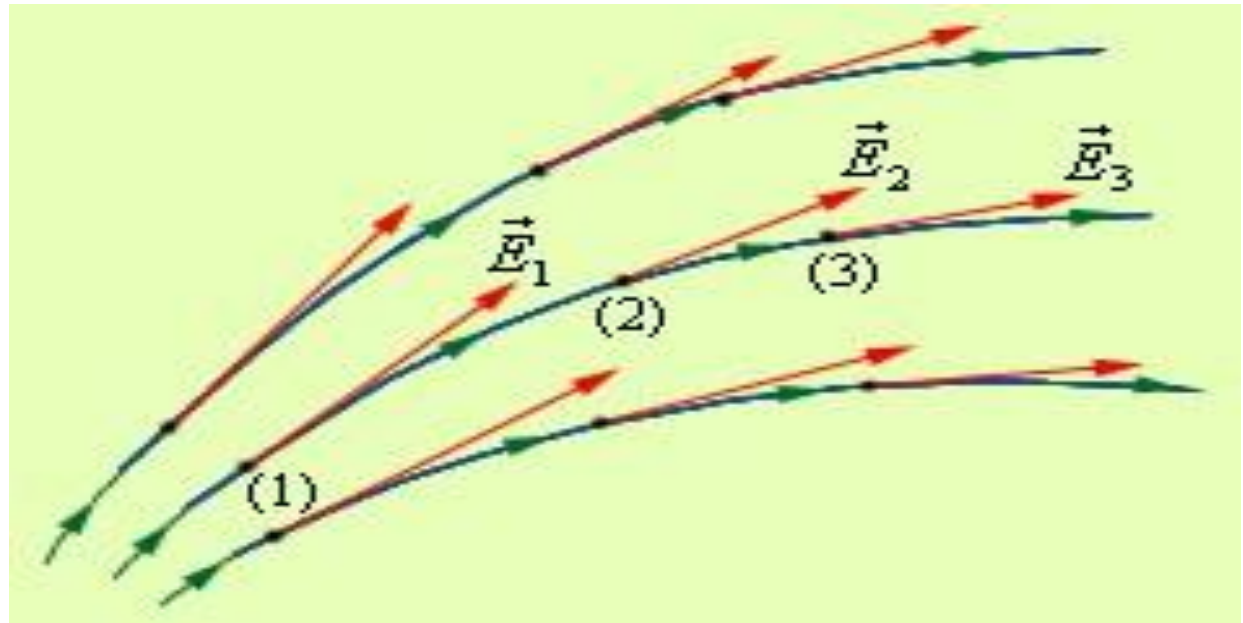
$$E = k \frac{q}{r^2}$$

- **Единица измерения**

Напряженность электрического поля

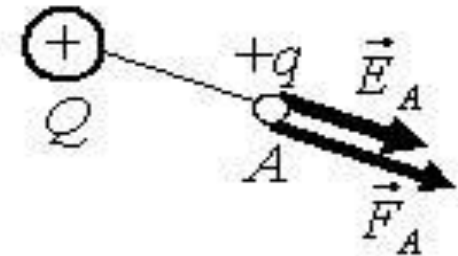
- Напряженность электрического поля – **векторная** физическая величина.
- **Направление** вектора **совпадает** в каждой точке пространства с **направлением силы**, действующей на **положительный единичный заряд**.

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



Напряженность – силовая характеристика электрического поля.

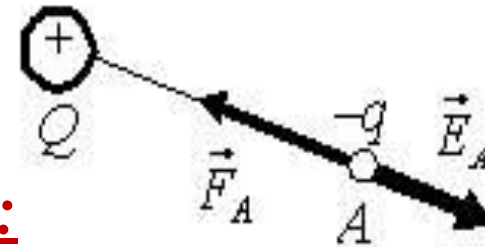
- Если в точке A заряд $q > 0$, то векторы напряженности и силы направлены **в одну и ту же сторону**;



- при $q < 0$ эти векторы направлены **в**

противоположные стороны:

направление вектора E совпадает с направлением силы, действующей на положительный заряд, и противоположно направлению силы, действующей на отрицательный заряд.



Разность потенциалов

Под разностью потенциалов (напряжение) между двумя точками понимают отношение работы поля при перемещении заряда из начальной точки в конечную к этому заряду.

$$U = \Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q} = E\Delta d$$

Связь между напряжением и
напряженностью

$$A = q \underline{E} d \quad (1)$$

$$A = q \underline{U} \quad (2)$$

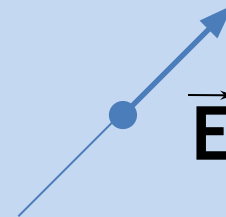
$$\boxed{U = Ed}$$

**Модуль напряженности
поля точечного заряда**

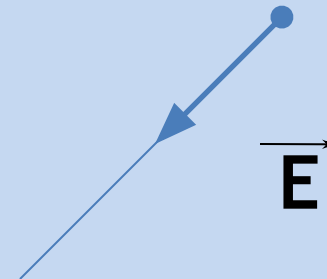
$$E = k \frac{q}{r^2}$$

**Вектор
напряженности
поля в
заданной точке**

$q > 0$



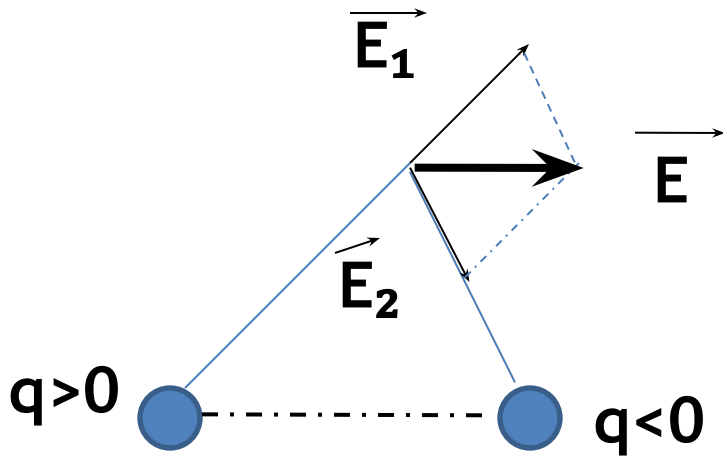
$q < 0$



Принцип суперпозиции полей:

Опр1. Если в данной точке пространства различные заряженные частицы создают электрические поля, напряженности которых E_1 , E_2 и т.д., то результирующая напряженность поля в этой точке равна:

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

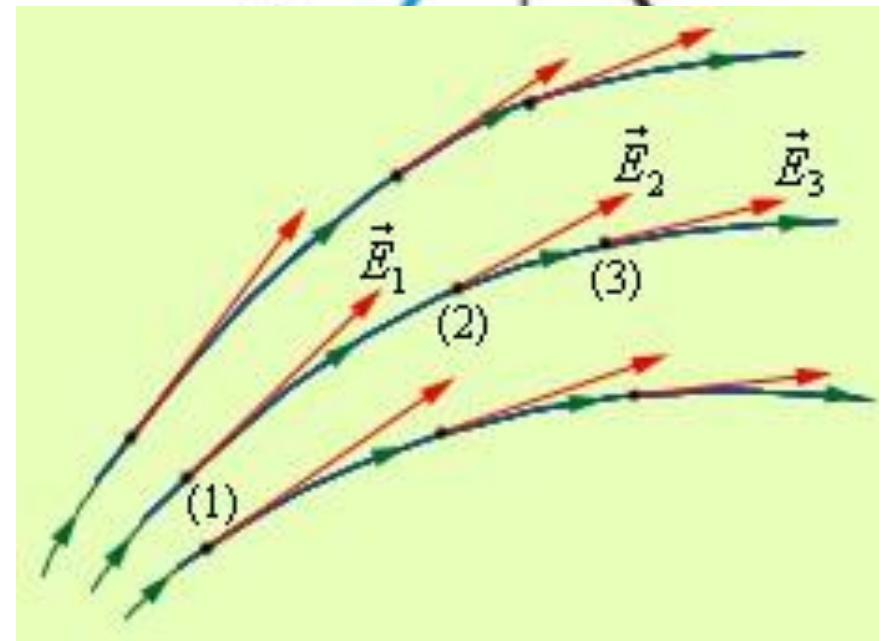
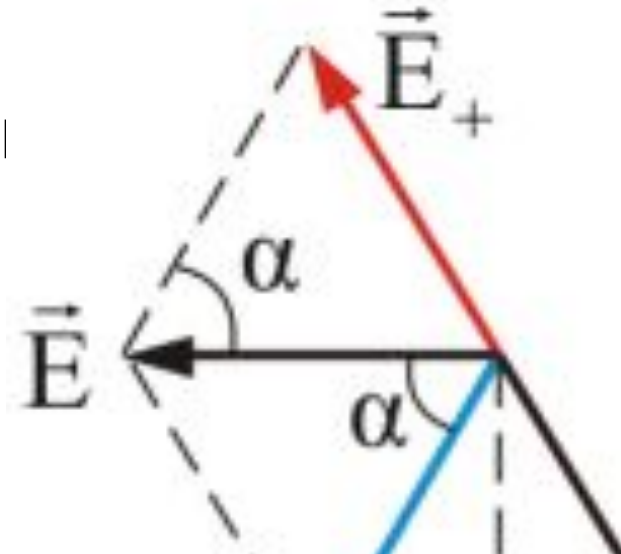


Принцип суперпозиции электрических полей

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

Опр.2. Принцип суперпозиции: напряженность электрического поля, создаваемого системой зарядов в данной точке пространства, **равна векторной сумме напряженностей** электрических полей, создаваемых в той же точке зарядами в отдельности:

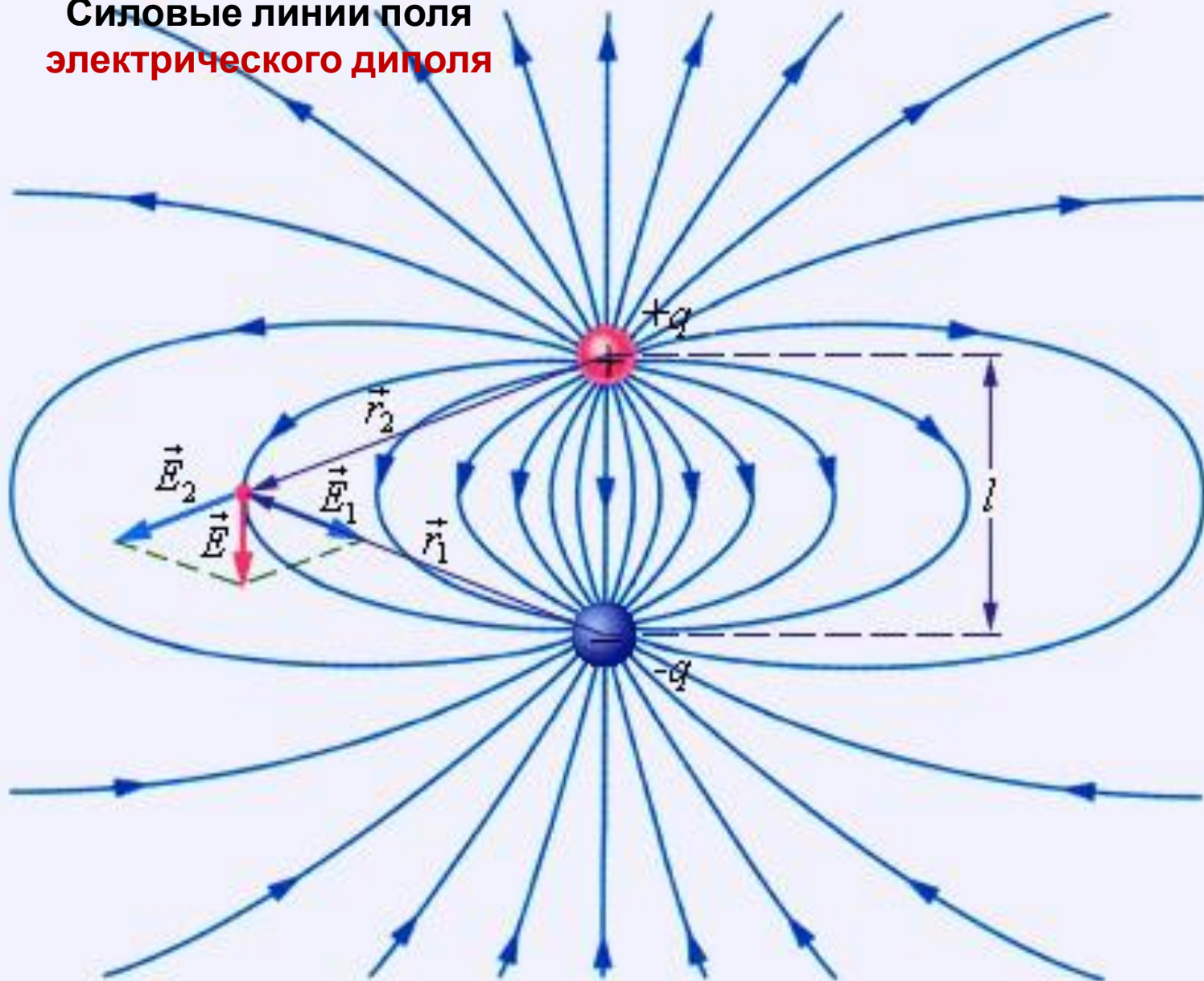
- Для наглядного представления



Силовые линии поля
электрического диполя

Э

+ ...



Электрическое поле:

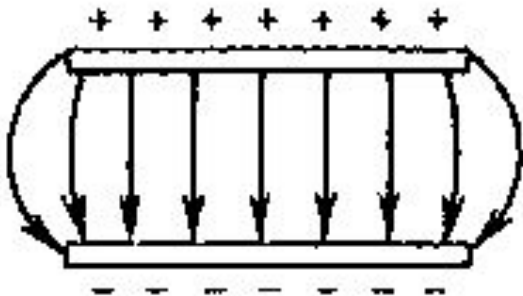
- **Однородное-**
поле,
напряженность
которого во всех
точках
пространства
одинакова.

Таким можно
считать поле в
ограниченной
области
пространства.

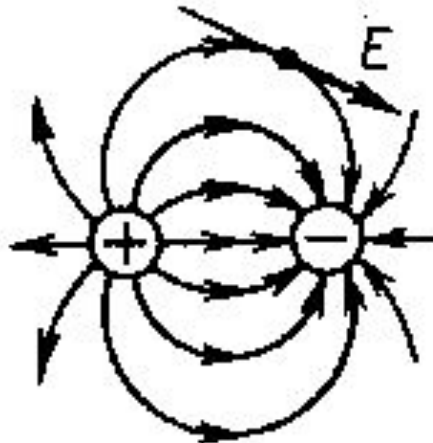
- **Неоднородное-**
поле
неодинаковой
напряженности
в пространстве
(все остальные
случаи).

Сравните

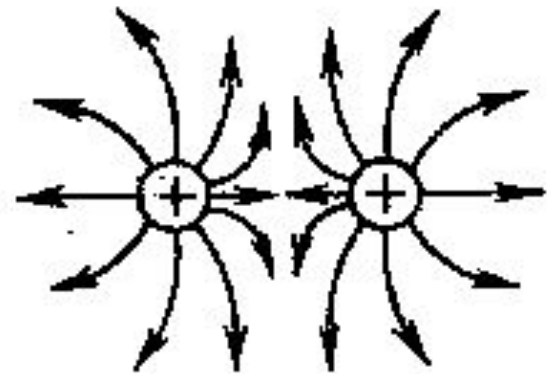
линии напряженности **однородного** и **неоднородного** электрических полей



Однородное поле



Неоднородное поле



Опр. Силовая линия (или линия напряженности)
— это воображаемая направленная линия в пространстве, касательная к которой в каждой точке совпадают с направлением вектора напряженности в этой точке

Свойства силовых линий электрического поля.

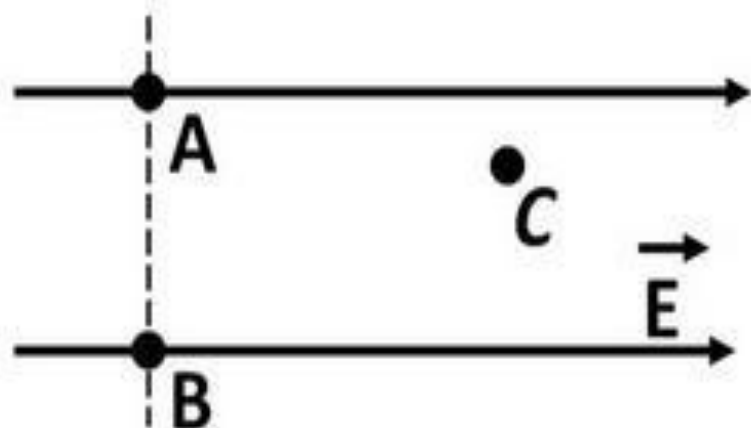
- 1. Густота линий пропорциональна модулю напряженности.**
- 2. Не замкнуты.**
- 3. Силовые линии непрерывны.**
- 4. Начинаются на положительных зарядах и оканчиваются на отрицательных зарядах.**
- 5. Силовые линии не пересекаются.**
- 6. Силовые линии однородного поля (например, между двумя заряженными пластинами) параллельны.**
- 7. Внутри проводящего шара напряженность поля равна нулю, весь заряд его сосредоточен на поверхности.**

Потенциал – Энергетическая характеристика электрического поля – она определяет энергию, которую приобретает заряженная частица в электрическом поле.

$$\varphi = \frac{W_n}{q} = Ed$$

$$[\varphi] = B \text{ (вольт)}$$

$$1B = \frac{1\text{Дж}}{1\text{Кл}}$$



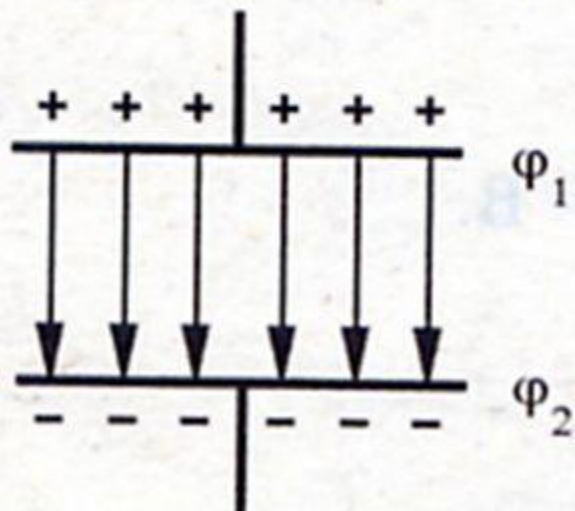
$$\varphi_A = \varphi_B$$

$$\varphi_C < \varphi_A$$



Электроемкость –

физическая величина, которая характеризует способность двух проводников накапливать электрический заряд.



$$C = \frac{q}{U} = \text{const}$$

$$C = \frac{q}{U} = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}$$

конденсатора

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

$$W_{\text{п}} = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$$

$$C = \frac{q}{U} \sim \frac{S}{d}$$

$$1 \text{ Ф} = \frac{1 \text{ Кл}}{1 \text{ В}}$$

$$1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$$

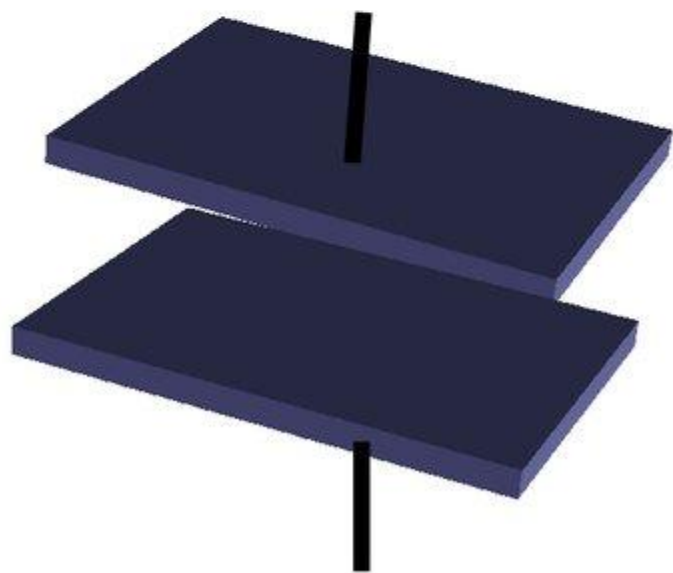
$$1 \text{ нФ} = 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$$

- q – заряд [Кл]
- C – электрическая емкость [Ф] – Фарад
- U – напряжение [В]
- $W_{\text{п}}$ – энергия заряженного конденсатора

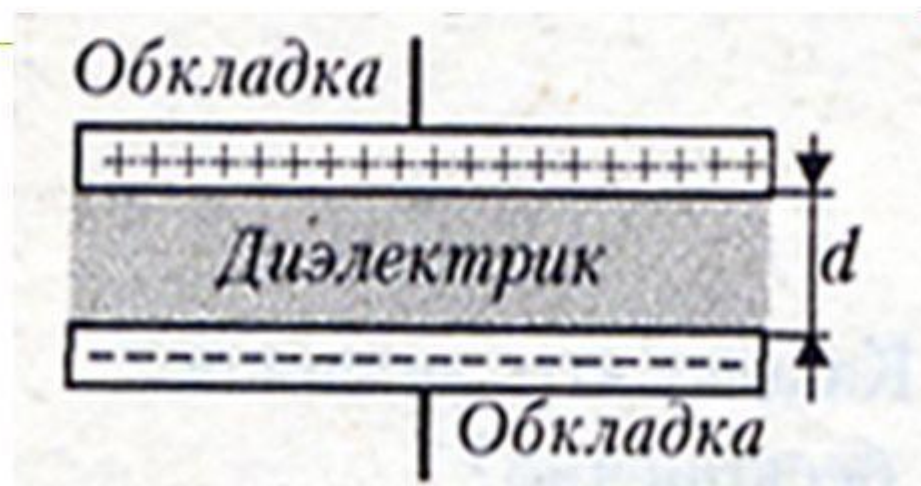
Конденсатор

Конденсатор представляет собой два проводника, разделенные слоем диэлектрика, толщина которого мала по сравнению с размерами проводников.



Конденсатор

представляет собой два проводника (обкладки), разделенных слоем диэлектрика, толщина которого мала по сравнению с размерами проводников.





Виды конденсаторов:

! Тема для доклада

1. по виду диэлектрика: воздушные, слюдяные, керамические, электролитические.
2. по форме обкладок: плоские, сферические, цилиндрические.
3. по величине емкости: постоянные, переменные (подстроечные).

- **Електроємкость конденсатора** равна
где q – заряд положительной обкладки,
 U – напряжение между обкладками.
Електроємкость конденсатора зависит от его
геометрической конструкции и
электрической проницаемости
заполняющего его диэлектрика и не зависит
от заряда обкладок.

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

Применение конденсаторов

- Виды конденсаторов:

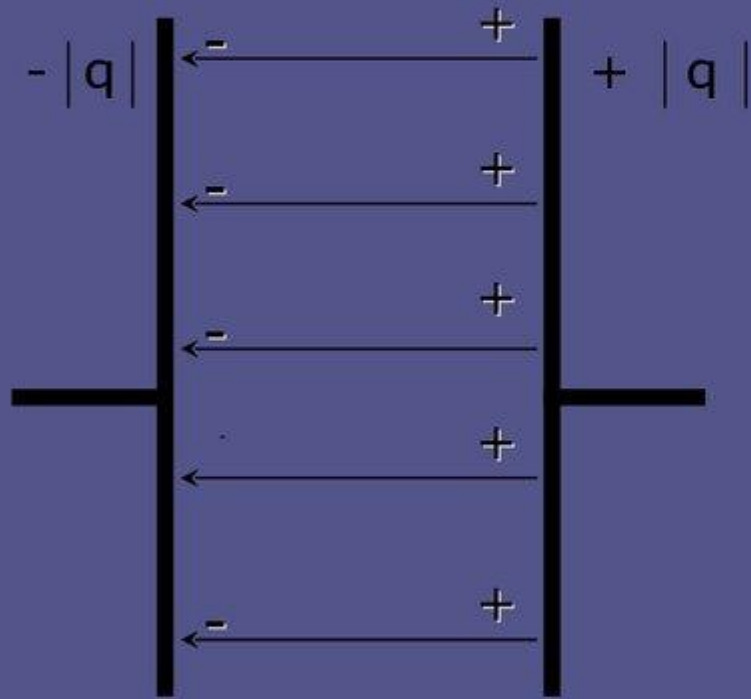
- воздушный,
- бумажный,
- слюдяной,
- электростатический.

- Назначение:

1. Накапливать на короткое время заряд или энергию для быстрого изменения потенциала.
2. Не пропускать постоянный ток.
3. В радиотехнике – колебательный контур, выпрямитель.
4. Применение в фототехнике.

Энергия заряженного конденсатора.

→



$$W_p = \frac{1}{2} q U = \frac{1}{2} C U^2$$

Энергия конденсатора равна работе, которую совершит электрическое поле при сближении пластин конденсатора вплотную, или равна работе по разделению положительных и отрицательных зарядов, необходимой при зарядке конденсатора.

$$W_p = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

W_p – энергия электрического поля заряженного конденсатора

q – модуль заряда любого из проводников конденсатора

U – разность потенциалов между проводниками

C – емкость конденсатора

