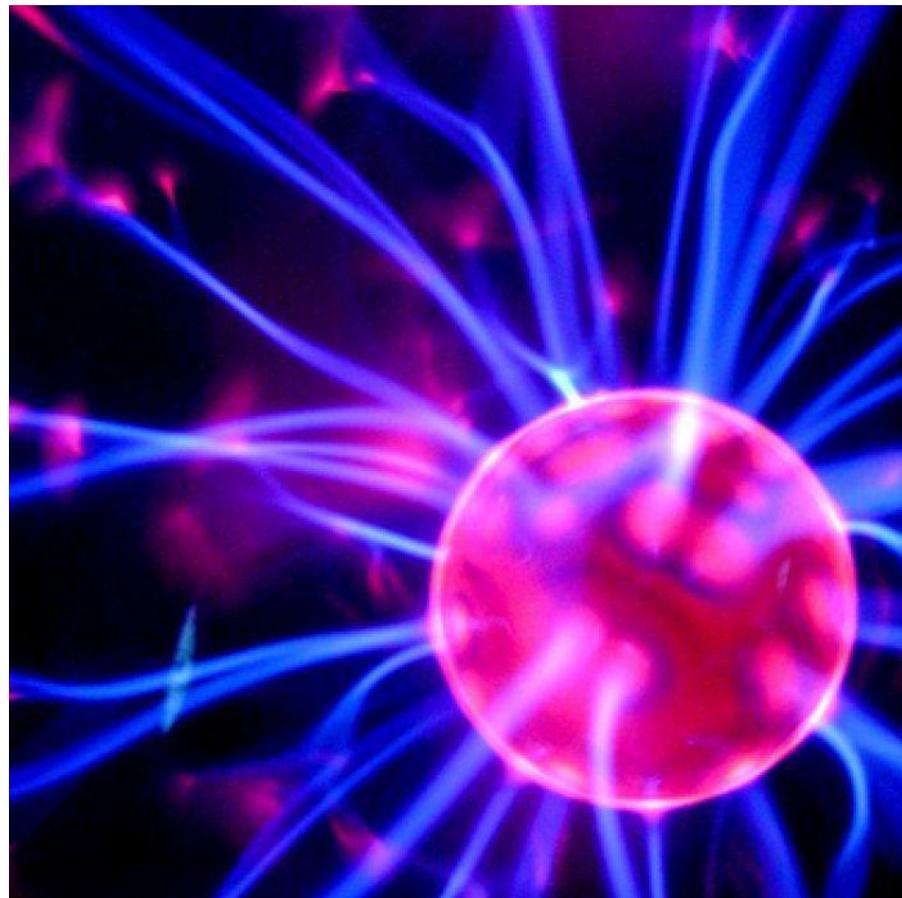
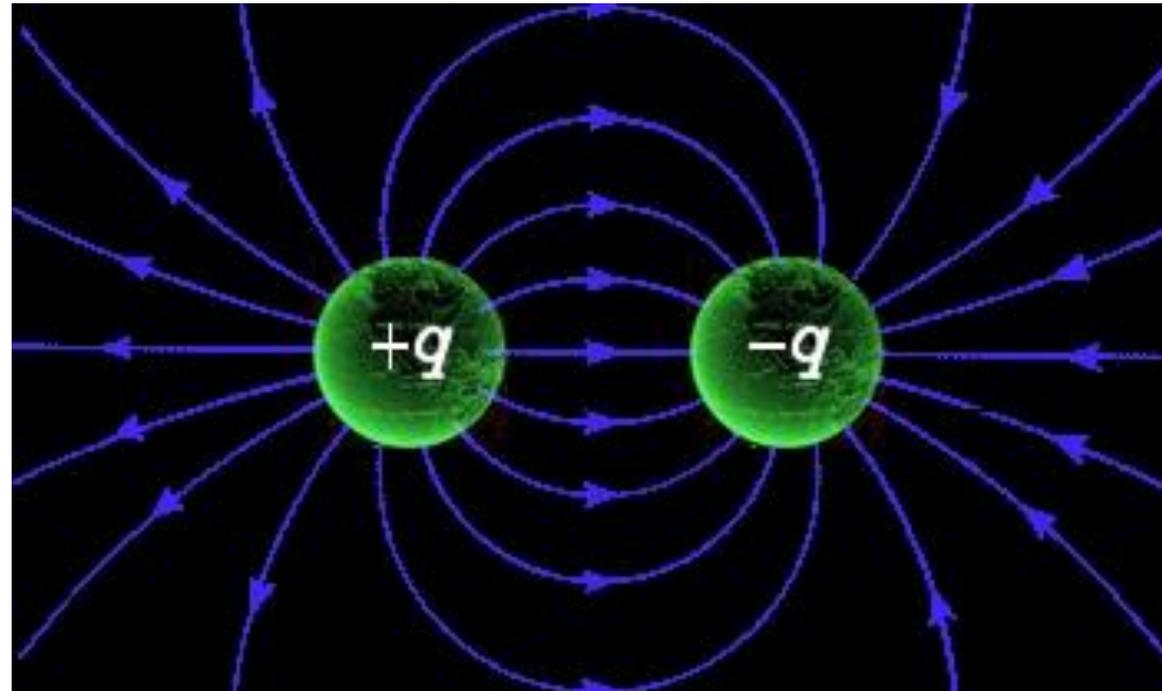


Электростатика



Электродинамика – раздел физики, изучающий электромагнитное взаимодействие электрически заряженных частиц и тел.

Электростатика – раздел электродинамики, в котором изучаются взаимодействие и свойства неподвижных электрически заряженных частиц и тел, а так же их полей.



Электрический заряд Q, q – скалярная физическая величина, характеризующая свойство некоторых частиц или тел вступать при определенных условиях в электромагнитное взаимодействие и определяющая значения силы и энергий этих взаимодействий.

Единица измерения – 1 Кл (кулон) = 1 А · с.

Электромагнитные силы – силы притяжения и отталкивания, возникающие между электрически заряженными частицами и телами.

Фундаментальные свойства электрического заряда

1. Существуют два вида электрических зарядов (**положительные** и **отрицательные**). Одноименные заряды **отталкиваются**, разноименные – **притягиваются**.
2. Электрический заряд **инвариантен** – его величина не зависит от системы отсчета, т.е. не зависит от того, движется он или покоится.
3. Электрический заряд **дискретен** - заряд любого тела составляет целое число, кратное элементарному заряду $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл .
4. Электрический заряд **аддитивен** заряд любой системы тел (частиц) равен сумме зарядов тел (частиц), входящих в систему.

Закон сохранения заряда

Алгебраическая сумма электрических зарядов любой замкнутой системы остается неизменной, какие бы процессы не происходили внутри данной системы.

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i = \text{const}$$

Под **замкнутой системой** в данном случае понимают систему, которая не обменивается зарядами с внешними телами.

Электрон – носитель элементарного отрицательного заряда:

$$Q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл};$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг.}$$

Протон – носитель элементарного положительного заряда:

$$Q = +e = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл};$$

$$m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Точечный заряд – заряженное тело, размеры которого много меньше расстояний до других заряженных тел, с которыми оно взаимодействует.

Закон Кулона

Сила взаимодействия F между двумя неподвижными точечными зарядами, находящимися в вакууме, прямо пропорциональна произведению величин зарядов Q_1 и Q_2 , обратно пропорциональна квадрату расстояния r^2 между ними и направлена вдоль линии, соединяющей заряды:

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

В СИ коэффициент пропорциональности

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \left(\frac{Н \cdot м^2}{Кл^2} \right)$$

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \left(\frac{Кл^2}{Н \cdot м^2} \right) \quad - \text{электрическая постоянная}$$

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Закон Кулона для точечных зарядов, находящихся в диэлектрической среде (веществе)

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{\varepsilon \cdot r^2} \quad , \quad F = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \quad ,$$

где ε - диэлектрическая проницаемость среды – безразмерная величина, показывающая во сколько раз сила взаимодействия зарядов в среде F меньше, чем в вакууме F_0 :

$$\varepsilon = F_0 / F \quad .$$

Электрическое (электромагнитное) поле – особый вид материи, посредством которого электрические заряды взаимодействуют друг с другом.

Электростатическое поле – электрическое поле, созданное неподвижными электрическими зарядами и не изменяющееся со временем.

Электростатическое поле описывается двумя величинами : **напряженностью** (силовая векторная характеристика поля) и **потенциалом** (энергетическая скалярная характеристика поля).

Пробный заряд Q_0 – небольшой по величине, точечный положительный заряд, который не искажает исследуемое электрическое поле.

Напряженность электрического поля \vec{E} – векторная физическая величина, численно равная силе, с которой поле действует на пробный единичный положительный заряд, помещенный в данную точку поля.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q_0}$$

Направление вектора напряженности \vec{E} совпадает с направлением вектора силы \vec{F} , с которой поле действует на положительный заряд.

Единица измерения – $1 \text{ Н/Кл} = 1 \text{ В/м}$

Напряженность поля точечного заряда Q

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

- в скалярной форме;

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

- в векторной форме ;

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \cdot \vec{r}_0$$

\vec{r} - радиус – вектор, направленный от заряда Q в точку поля A ;

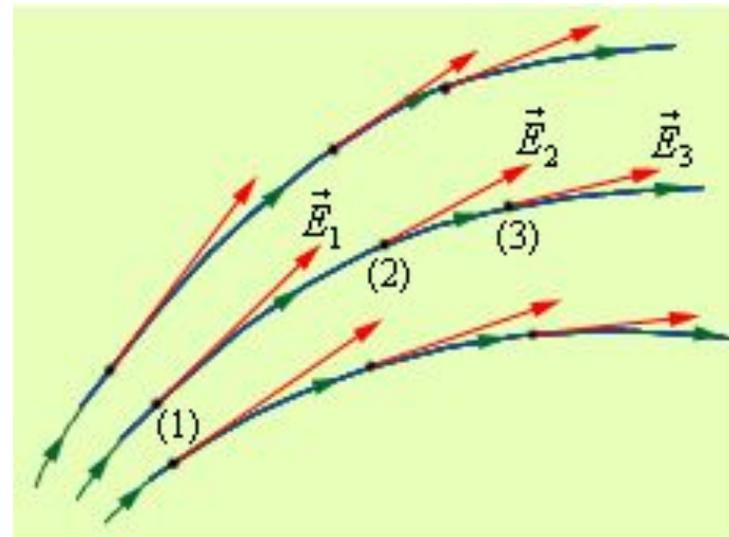
$$\vec{r}_0 = \frac{\vec{r}}{r}$$

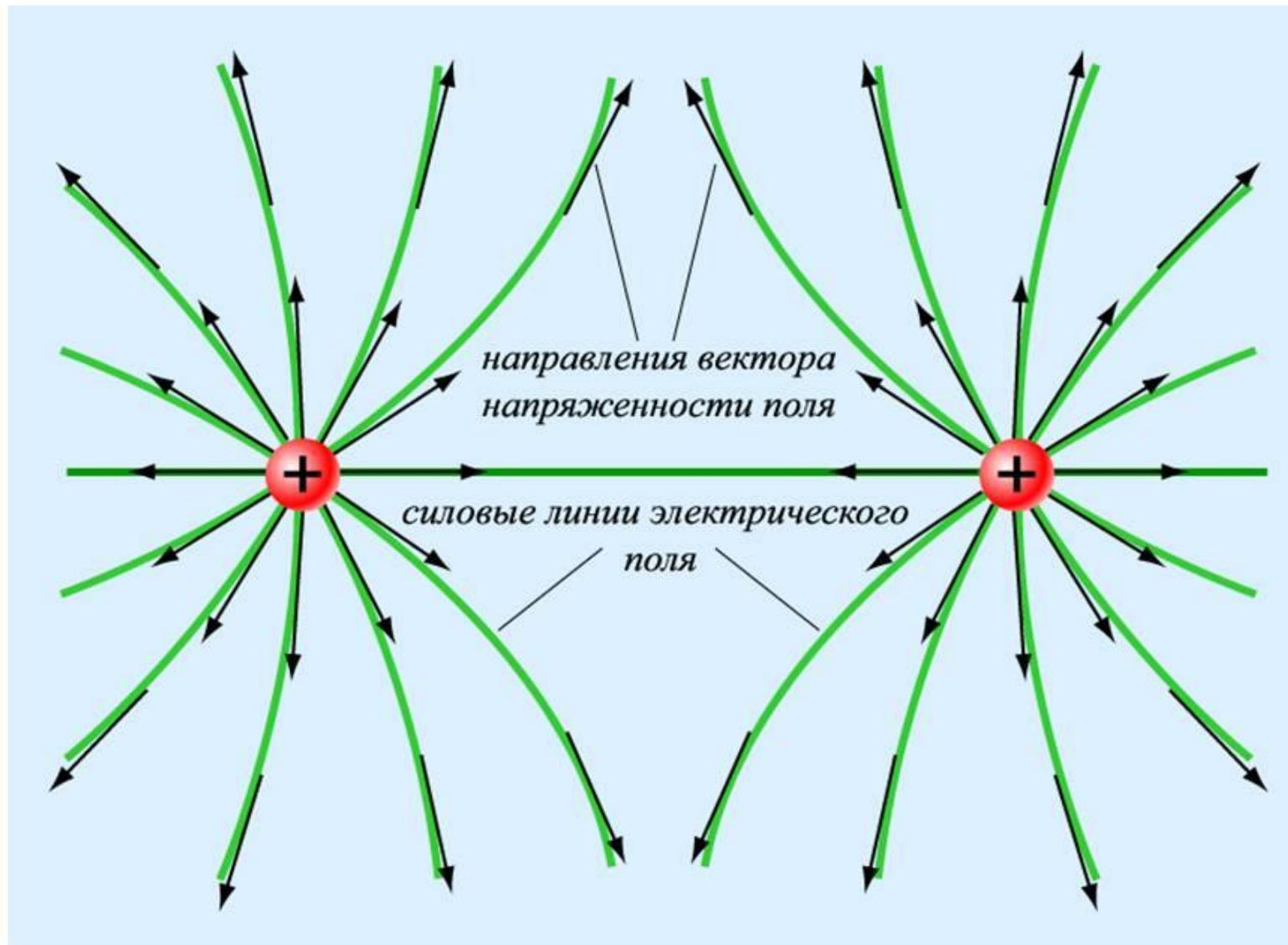
- единичный вектор.

Линии напряженности – линии, касательные к которым в каждой точке пространства (поля) совпадают с направлением вектора напряженности.

Эти линии:

- указывают направление вектора напряженности;
- напряженность поля E равна числу линий, проходящих через единичную площадку, перпендикулярную линиям;
- начинаются на положительных зарядах и заканчиваются только на отрицательных зарядах;
- никогда не пересекаются.





Принцип суперпозиции электростатических полей

Напряженность результирующего поля \vec{E} , создаваемого системой зарядов Q_i , равна векторной сумме напряженностей полей \vec{E}_i , создаваемых в данной точке каждым из зарядов в отдельности.

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$$

Поток Φ_E вектора напряженности \vec{E}
электрического поля через плоскую поверхность
площадью S - величина, равная произведению
модуля вектора \vec{E} на площадь S и косинус угла α
между векторами \vec{E} и \vec{n} (нормалью к
поверхности).

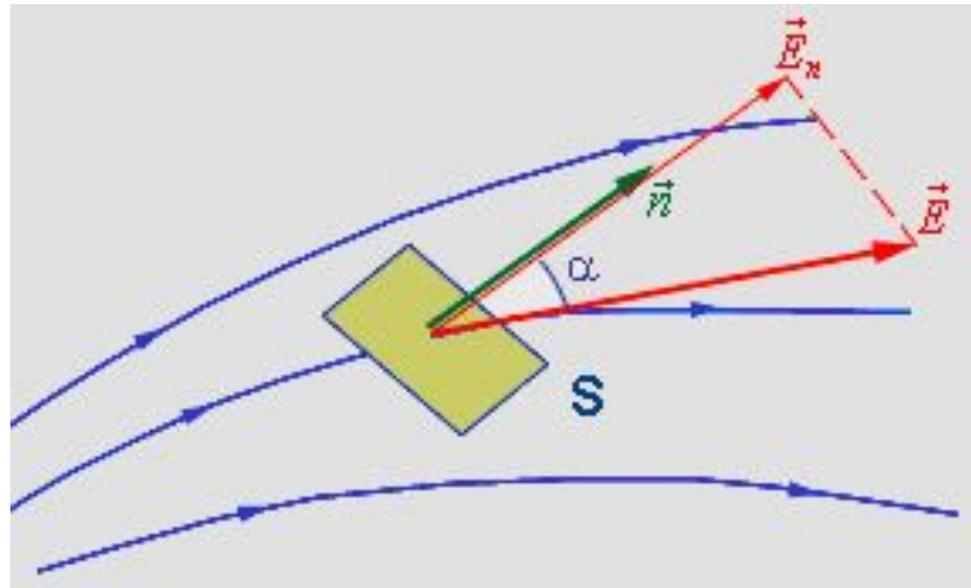
Единица измерения - 1 В · м .

$$\Phi_E = E \cdot S \cdot \cos \alpha$$

$$\Phi_E = E_n \cdot S$$

$$E_n = E \cdot \cos \alpha$$

- проекция вектора \vec{E}
на
направление
вектора нормали n .



$$\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{S}$$

- другая формула потока;

$$\vec{S} = S \cdot \vec{n}$$

- вектор площади.

Поток Φ_E численно равен количеству линий напряженности, пронизывающих поверхность S , является алгебраической величиной.

Поток вектора напряженности величина скалярная. Знак потока определяется направлением положительной нормали к поверхности. За положительное направление принимается направление внешней нормали к поверхности.

Определение потока напряженности Φ_E в неоднородном электрическом поле через произвольную (искривленную) поверхность S .

$$\Phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_S E_n \cdot dS$$

$$d\Phi_E = \vec{E} \cdot d\vec{S} = E_n \cdot dS$$

- поток напряженности через элементарную площадку dS ;

$$d\vec{S} = dS \cdot \vec{n}$$

-вектор элементарной площадки.

