Электростатика

Игнатова И.В.,
учитель физики
МБОУ-СОШ №62

Содержание

- Закон сохранения электрического заряда
- Закон Кулона
- Принцип суперпозиции полей
- Электростатическое поле
- Теорема Гаусса
- Применение теоремы Гаусса
- Потенциал и разность потенциалов
- Связь между силовой и энергетической характеристиками
- Конденсаторы

Закон сохранения электрического заряда

- *Электрический заряд – величина, характеризующая способность частицы вещества к электрическому взаимодействию.*
- Электрический заряд изолированной системы остается постоянным при любых физических процессах, происходящих в системе.
- *Положительные и отрицательные заряды в замкнутой системе могут возникать или исчезать, но при этом их алгебраическая сумма всегда остается постоянной.*

$$\boxed{q_1 + q_2 + q_3 + \ldots + q_n = \mathrm{const}}$$

справедлив для замкнутых систем

ЗАКОН КУЛОНА

- основной закон электростатики.

(установлен экспериментально, 1785г.)

Сила	Природа взаимодействия	Формула	Направление	Условие Применимости формулы
кулоновская	Электро-магнитная	$F=k\frac{\lvert q_1\rvert \lvert q_2\rvert}{r^2}$ (для двух точечных заряженных тел)	вдоль прямой, соединяющей точечные заряженные тела	для точечных неподвижных тел в вакууме, а также для шаров, радиусы которых соизмеримы с расстояниями между их центрами (заряды распределены равномерно)

Сила взаимодействия двух точечных неподвижных заряженных тел в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

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

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

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \qquad \varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12} \frac{Кл^2}{Н \times м^2}$$

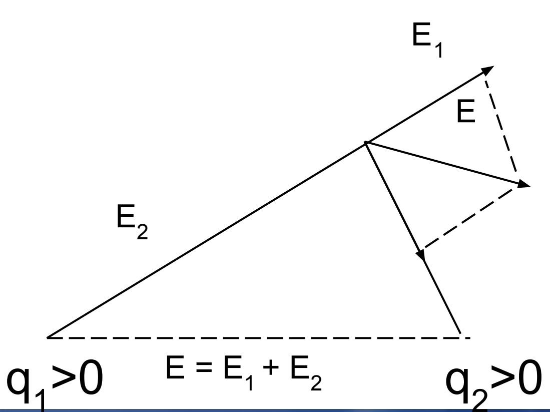
ε_0 - электрическая постоянная

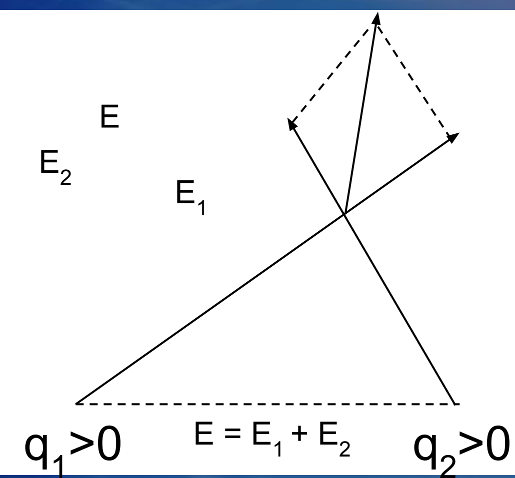
Заряд электрона e=-1,6*10-19 Кл

Принцип суперпозиции полей

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$$

Для двух зарядов:

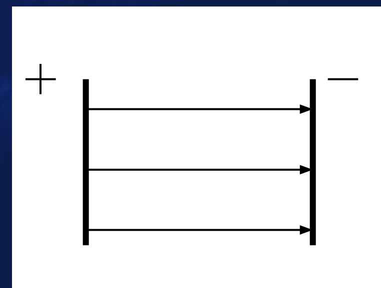




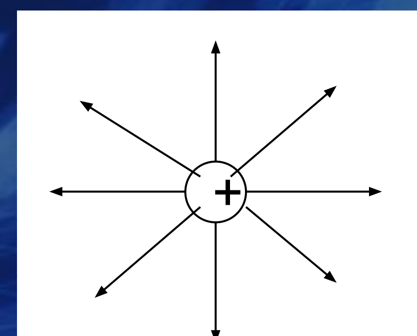
<u>Электрическое поле.</u>

Однородное поле

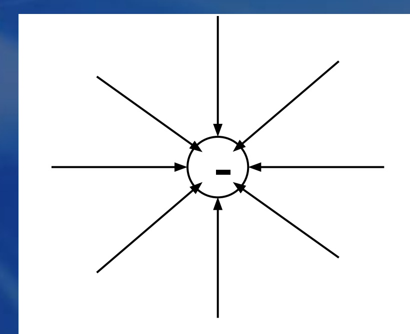
E=const



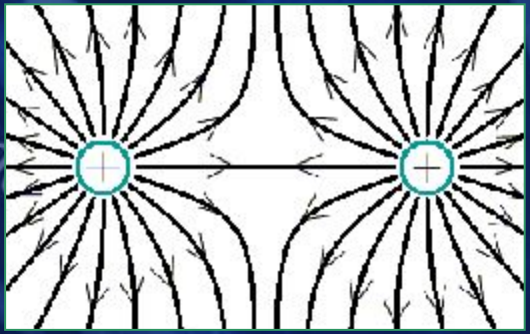
Положительный точечный заряд



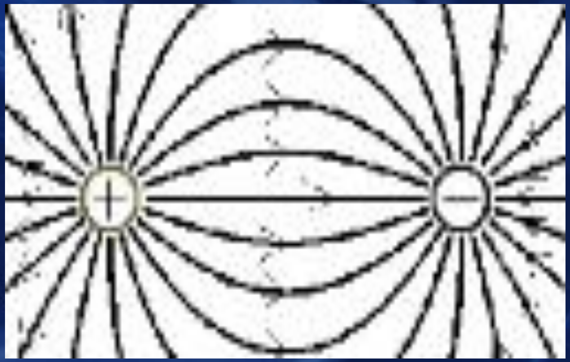
Отрицательный точечный заряд



Два одноименных заряда



Два разноименных заряда



Линии напряженности   непрерывны и не пересекаются.

Теорема Гаусса

Если внутри замкнутой поверхности любой формы находятся точечные электрические заряды $q_1, q_2, \ldots q_n$, *то общий поток вектора напряженности электрического поля равен алгебраической сумме этих зарядов, деленной на* ε_0

(поток) ⟶ $\Phi = E * S$

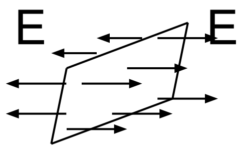
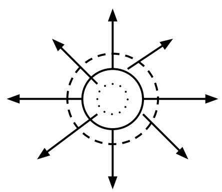
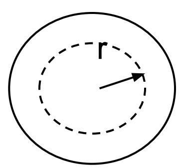
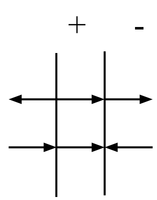
$$\boxed{\Phi = \frac{\sum q_i}{\varepsilon_0}}$$

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

электрическая постоянная

Число линий напряженности через поверхность, перпендикулярную вектору $\vec{E}$

Применение теории Гаусса

Электростатическое поле	схема	пояснение	напряженность	примечание
Бесконечной равномерно заряженной плоскости		σ - постоянная σ -поверхност-ная плотность заряда	$E=\dfrac{\lvert\sigma\rvert}{2\varepsilon_0}$	Е не зависит от расстояния до плоскости
Вне шара, равномерно заряженного по поверхности или по объему		Шар создает во внешнем пространстве такое поле, как если бы весь заряд был сосредоточен в его центре	$E=\dfrac{\lvert q\rvert}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$	Напряженность одинакова, независимо от того, заряжен ли шар по объему или по поверхности
внутри шара, равномерно заряженного по поверхности или по объему		ρ -объемная плотность заряда $\rho=\dfrac{q}{V}$	$E=0$ $E=\dfrac{\lvert\rho\rvert r}{3\varepsilon_0}$	Шар равномерно заряжен по поверхности Шар равномерно заряжен по объему
Двух параллельных разноименно и равномерно заряженных плоскостей		Поверхностные плотности зарядов на обеих плоскос-тях одинаковы $\sigma=\dfrac{q}{S}$	Внутри конденсатора $E=\dfrac{\lvert\sigma\rvert}{\varepsilon_0}$	Во внешне пространстве результирующее поле равно 0

Потенциал и разность потенциалов

$$\left[\varphi\right] = B = \frac{Дж}{Кл}$$

$$\boxed{\varphi = \frac{w_p}{q}}$$

скаляр

Потенциал поля в произвольной точке определяется как алгебраическая сумма потенциалов, создаваемых отдельными точечными зарядами.

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \ldots + \varphi_n$$

Разность потенциалов (напряжение)

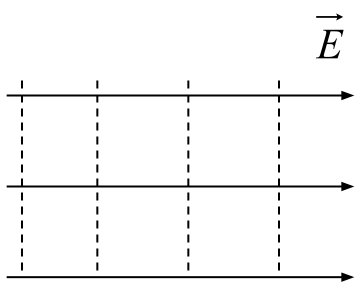
$$\boxed{U = \varphi_1 - \varphi_2 = -\Delta\varphi = \frac{A}{q}}$$

Не зависит от выбора нулевого уровня отсчета

Эквипотенциальные поверхности – поверхности разного потенциала.

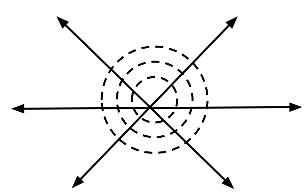
однородное поле

плоскости



точечный заряд

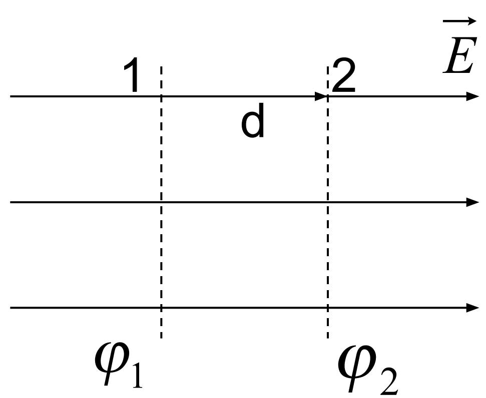
концентрические сферы



Связь между силовой и энергетической характеристиками

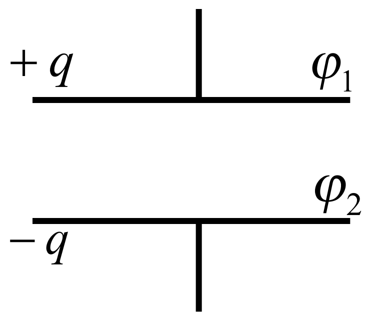
(для однородного поля)

$$E = \frac{U}{d} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}$$



Напряженность электростатического поля направлена в сторону убывания потенциала.

Конденсаторы

	Схема	Энергия заряженного конденсатора	Плотность энергии
конденсатор		$W=\frac{qU}{2}$; $W=\frac{CU^2}{2}$; $W=\frac{q^2}{2C}$ $W=\frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}q$	$\omega_p=\frac{W}{V}=\frac{\varepsilon_0\varepsilon E^2}{2}$