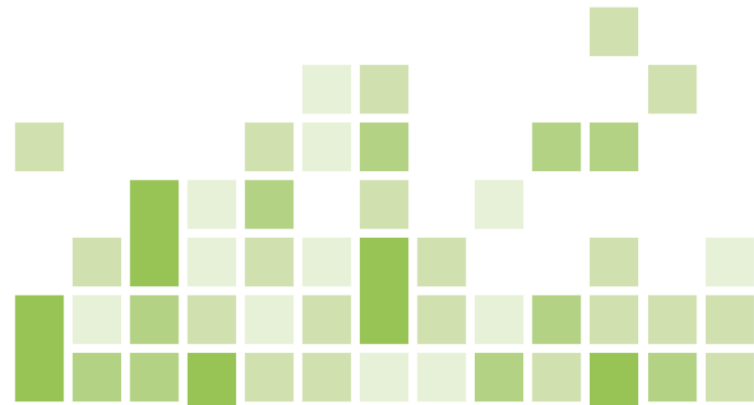




TOMSK  
POLYTECHNIC  
UNIVERSITY



## Физика 2.6 – Электричество и магнетизм

Николаева Наталья Ивановна  
к.ф.-м.н., доцент ИШФВП НИ ТПУ

<b>Оценивающие мероприятия</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Баллы</b>
Работа в эл. курсе (тесты)	1	6
Выполнение лабораторных работ	5	10
Контрольная работа	2	10
Защита ИДЗ	2	10
Коллоквиум	2	14
Независимый контроль ЦОКО	2	10
<b>БУДЕТ ИЗМЕНЕНО!</b>		<b>60</b>

<b>Доп. оценивающие мероприятия</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Баллы</b>
Реферат + Выступление с докладом	1	2 + 3
Лекции (задания) в эл. курсе	1	2
Выполнение лабораторной работы	1	3
		<b>10</b>

## Эл. курс «Физика 2 Распопова Н.И.»

•	Лабораторные работы	5 шт. + 1 шт.(дополнительно)		
Раздел 1	Электростатика	10 тем		
		Тест - 10	ИДЗ - 10	Лек. - 6
Раздел 2	Магнетизм	7 тем		
		Тест - 7	ИДЗ - 7	Лек. - 7
Раздел 3	Колебания	5 тем		
		Тест - 5	ИДЗ - 5	Лек. – 1

### Итого:

- 22 теста (6 баллов) →
- 22 ИДЗ (10 баллов) → **ЭКЗАМЕН**
- 14 лекций (2 доп. балла)

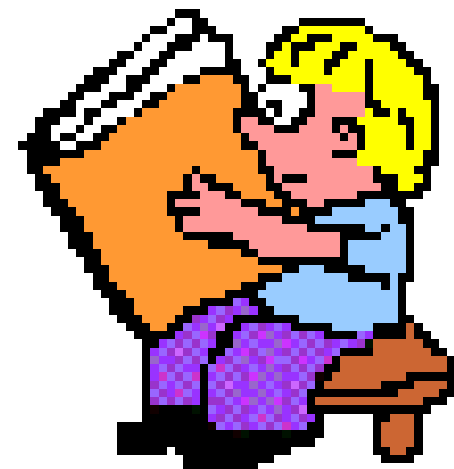
### Допуск к экзамену:

- Лабораторные работы (5 шт.)
- Контрольные работ (2 шт.)
- Коллоквиумы (2 шт.)

**33 балла**

# РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Сивухин Д.Е.** Общий курс физики. Том 3.
2. **Савельев И.В.** Курс общей физики  
В 5 или 3 томах.
3. **Детлаф А.А., Яворский Б.М.** Курс физики
4. **Трофимова Г.И.** Курс физики.



# ЭЛЕКТРОСТАТИКА

# 1. Электростатическое поле в вакууме

**Электростатика** – раздел физики, изучающий взаимодействие и свойства систем неподвижных электрических зарядов.

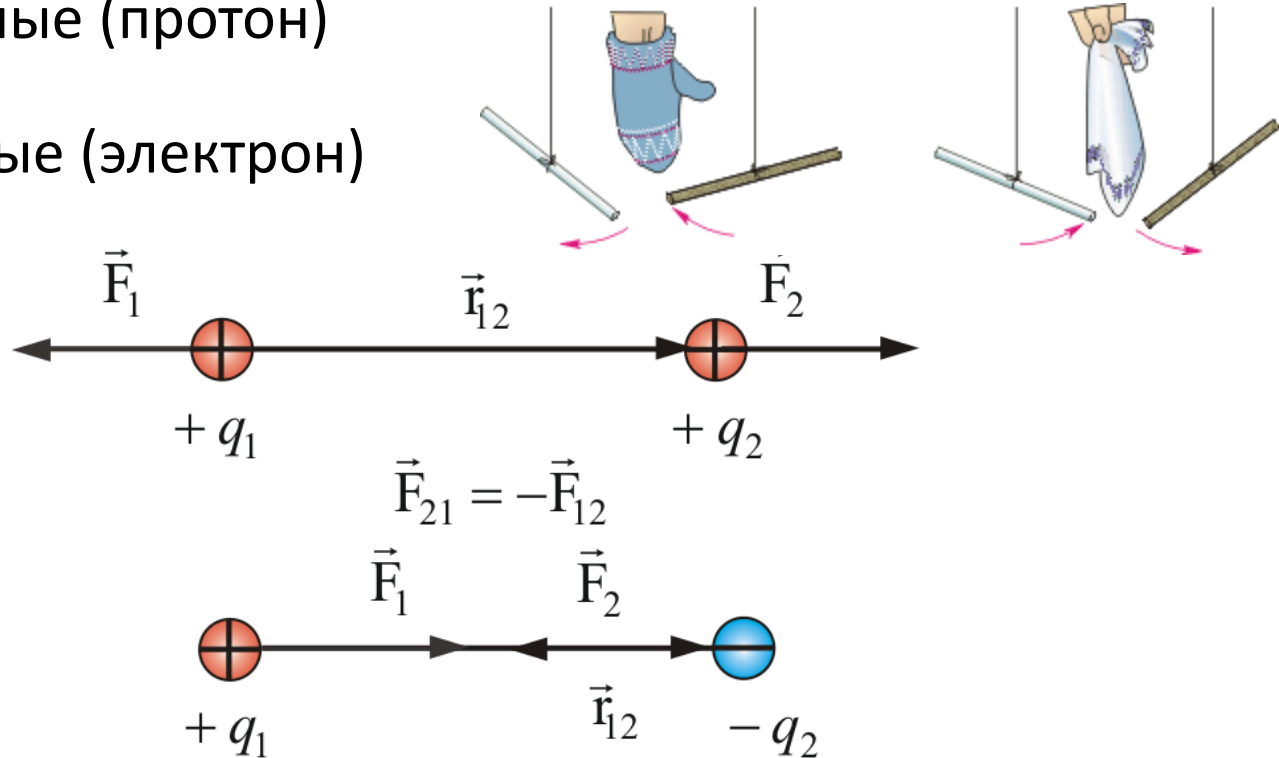


**Электрический заряд** – источник электромагнитного поля, связанный с материальным носителем.

# Свойства электрических зарядов

1. В природе существуют **2 рода электрических зарядов:**

- положительные (протон)
- отрицательные (электрон)



Между одноименными электрическими зарядами действуют силы отталкивания, а между разноименными – силы притяжения.

# Свойства электрических зарядов

## 2. *Закон квантования заряда.*

- *Электрический заряд дискретен.*
- *Заряд любого тела составляет целое кратное от элементарного электрического заряда .*

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$q = \pm ne$$

$$1 \text{ Кл} = 6,25 \cdot 10^{18} e.$$



# Свойства электрических зарядов

## 3. *Инвариантность заряда.*

- Значение заряда, измеряемое в различных инерциальных системах отсчета, оказывается одинаковым. Значение заряда не зависит от того, **движется** этот заряд или **покоится**.

## 4. *Закон сохранения заряда.*

- Суммарный заряд электрически изолированной системы не может изменяться

$$q = \sum_i^N q_i = Const$$

закон сохранения электрического заряда.

# Свойства электрических зарядов

Различные тела в классической физике в зависимости от концентрации свободных зарядов делятся на

- проводники,
- диэлектрики,
- полупроводники.

Единица электрического заряда в  
**СИ [1 Кл]** – электрический заряд,  
проходящий через поперечное сечение  
проводника при силе тока **1 А** за время **1 с**.

$$q = I \cdot t.$$

## Закон Кулона – основной закон электростатики

Сила взаимодействия двух точечных зарядов пропорциональна величине каждого из зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

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

$q_1, q_2$  – точечные заряды,

$r$  – расстояние между зарядами,

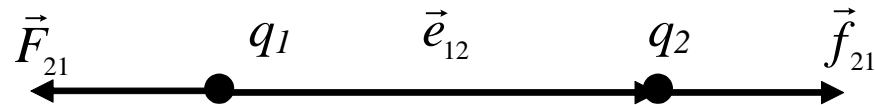
$k$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от системы единиц.

**Точечным зарядом** называется заряженное тело, размерами которого можно пренебречь по сравнению с расстояниями от этого тела до других тел

# Закон Кулона – основной закон электростатики

В векторной форме закон Кулона имеет вид:

$$\vec{f} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_r$$



$$\vec{f}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_{12},$$

$\vec{e}_{12}$  – единичный вектор, направленный от заряда  $q_1$  к заряду  $q_2$ .

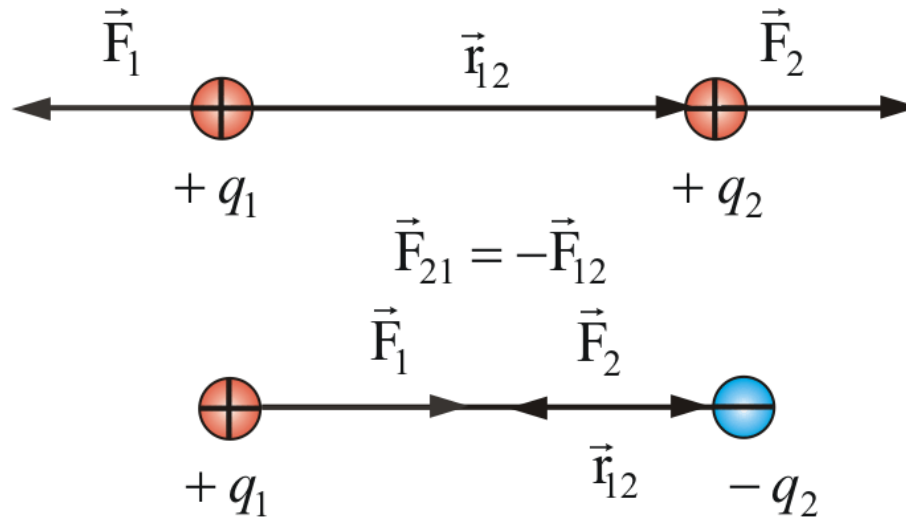
В системе СИ :

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

$\epsilon_0$  – электрическая постоянная

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$$

## Закон Кулона – основной закон электростатики



Взаимодействие зарядов подчиняется третьему закону Ньютона: силы взаимодействия между зарядами равны по величине и направлены противоположно друг другу вдоль прямой, связывающей эти заряды.

$$10^{-15} \text{ м} < r < 10^7 \text{ м}.$$

# Электрическое поле.

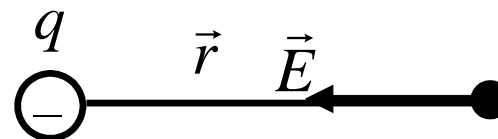
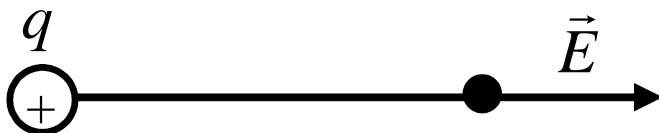
## Напряженность электрического поля

**Электрическое поле** – особая форма существования материи, посредством которого взаимодействуют электрические заряды.

**Электростатическое поле** - поле, посредством которого осуществляется кулоновское взаимодействие неподвижных электрических зарядов.

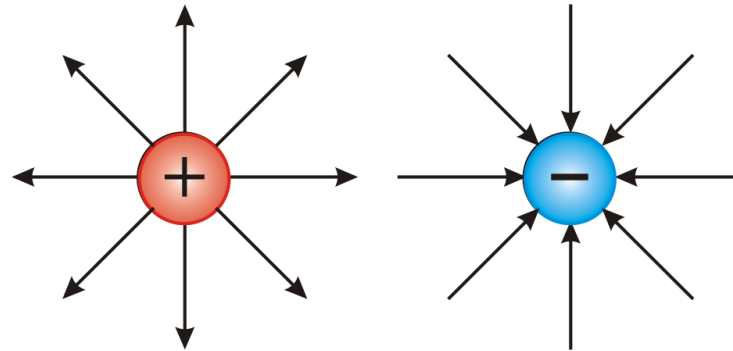
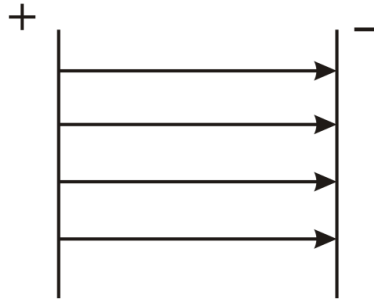
**Напряженность** –  
силовая характеристика  
электростатического поля.

$$\vec{E} = \frac{\vec{f}}{q_{np}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \vec{e}_r,$$

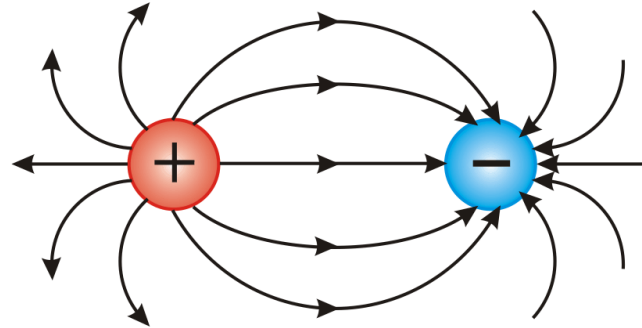


# Электрическое поле.

## Напряженность электрического поля



$$\vec{f} = q\vec{E}$$



Напряженность электрического поля численно равна силе, с которой поле действует на единичный заряд в данной точке поля  $[ \frac{B}{M} ]$ .

## Принцип суперпозиции напряженности электрического поля

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

*принцип суперпозиции или независимости действия сил*

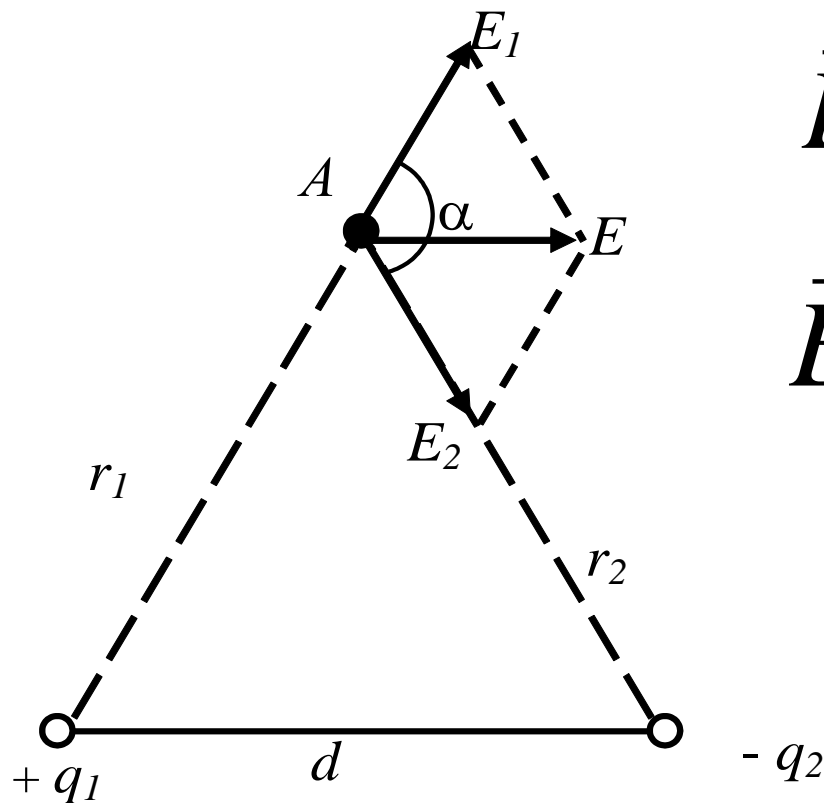
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$$

**Напряженность** результирующего поля, системы точечных зарядов равна векторной сумме напряженностей полей, созданных в данной точке каждым из них в отдельности.



# Применение принципа суперпозиции к расчету полей

## Поле 2х точечных зарядов.



$\vec{E}_1$  – напряженность поля, создаваемая зарядом  $q_1$ , когда заряд  $q_2$  отсутствует.

$\vec{E}_2$  – напряженность поля, создаваемая зарядом  $q_2$ , когда заряд  $q_1$  отсутствует.

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

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1 E_2 \cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{d^2 - r_1^2 - r_2^2}{2r_1 r_2}.$$