



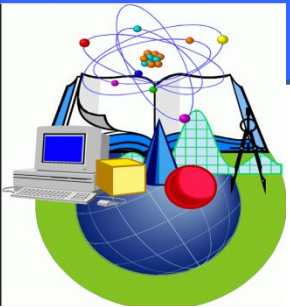
Кафедра Физики, математики и  
информационных технологий



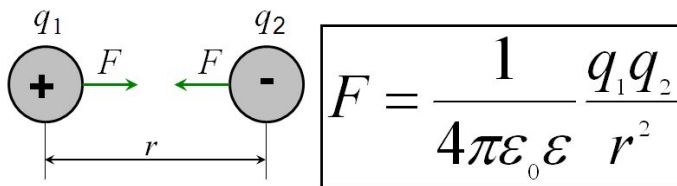
# Практическое занятие

## Тема 3.1.3

### «Электростатическое поле»



#### 1. Закон Кулона



#### 2. Электростатическое поле

Напряженность электростатического поля - сила, действующая на единичный заряд:

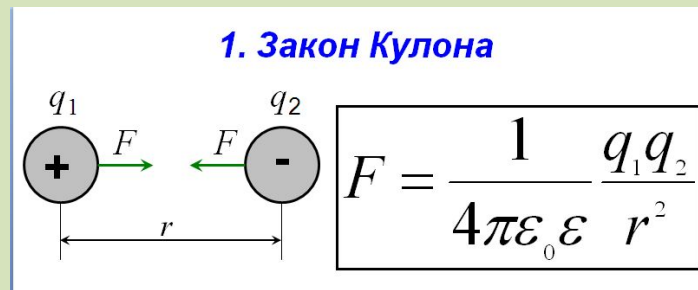
$$E = \frac{F}{q}$$

Единица измерения – Н / Кл, или В / м.

# Учебные вопросы:

## 1. Закон Кулона

$$|\vec{F}| = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \times (q_1q_2) \times \frac{|\vec{r}|}{|\vec{r}|^3}$$



## 2. Напряженность электростатического поля

### 2. Электростатическое поле

*Напряженность электростатического поля* - сила, действующая на единичный заряд:

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

Единица измерения – Н / Кл, или В / м.



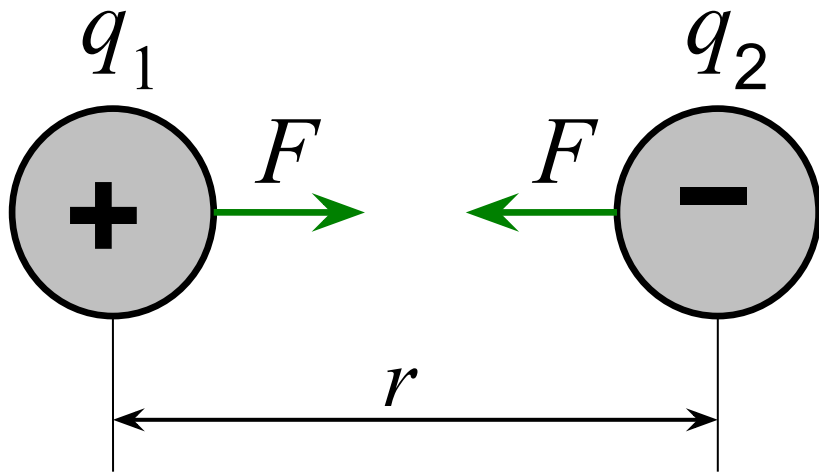
## ОБЩАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

1. Шаг первый: полное условие задачи.
2. Шаг второй: краткое условие задачи.
3. Шаг третий: графический образ задачи.
4. Шаг четвертый: классификация темы задачи.
5. Шаг пятый: теоретические и справочные материалы, необходимые и достаточные для решения данной задачи.
6. Шаг шестой: решение задачи в общем виде.
7. Шаг седьмой: тестирование найденных расчетных соотношений.
8. Шаг восьмой: находим численные значения искомых неизвестных.
9. Развернутый **Ответ**.

**Основные теоретические и справочные сведения,  
необходимые для решения задач  
по под-теме «Закон Кулона»:**

## **1. Закон Кулона.**

# 1. Закон Кулона



$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

где

$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$  Ф/м – электрическая постоянная,  
 $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды

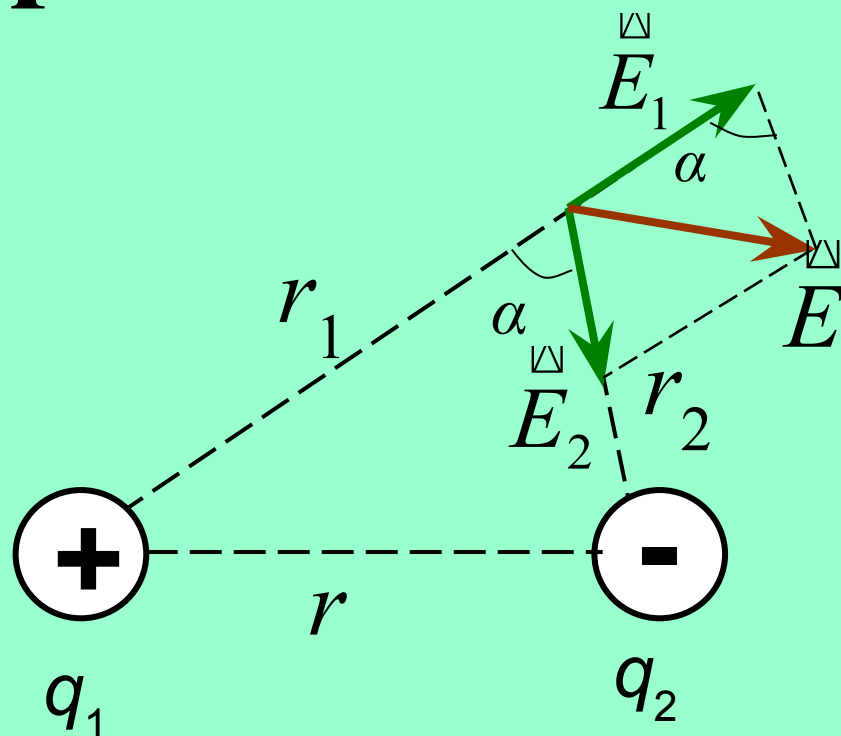
# 1. Закон Кулона

$$|\vec{F}| = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \times (q_1 q_2) \times \frac{|\vec{r}|}{|\vec{r}|^3}$$

**Основные теоретические и справочные сведения, необходимые для решения задач по подтеме**

**«Напряженность  
электростатического поля»**

## 2. «Напряженность электростатического поля»





## 2. «Напряженность электростатического поля»

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{q_1}{r_1^2} = \frac{1}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 1} \frac{2 \cdot 10^{-9}}{0,15^2} = 800 \text{ В / м}$$

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{q_2}{r_2^2} = \frac{1}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 1} \frac{3 \cdot 10^{-9}}{0,1^2} = 2700 \text{ В / м}$$

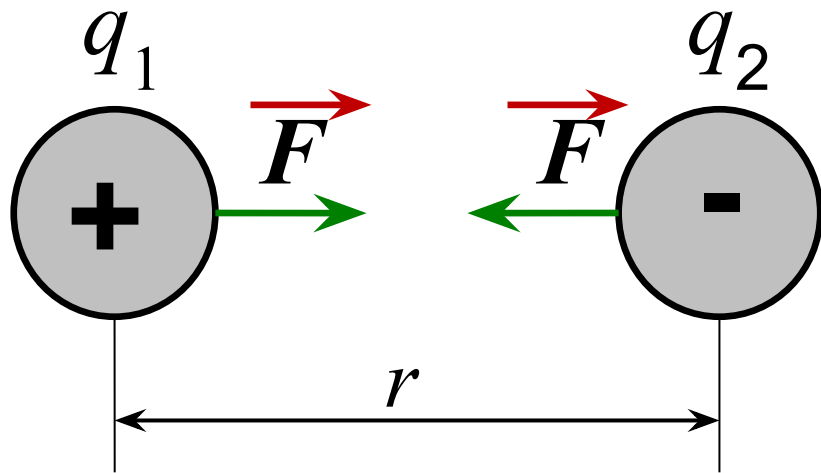
# Задача на тему «Закон Кулона»

$$|\vec{F}| = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \times (q_1q_2) \times \frac{|\vec{r}|}{|\vec{r}|^3}$$

где

$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$  Ф/м – электрическая постоянная,  
 $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды

# 1. Закон Кулона



$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

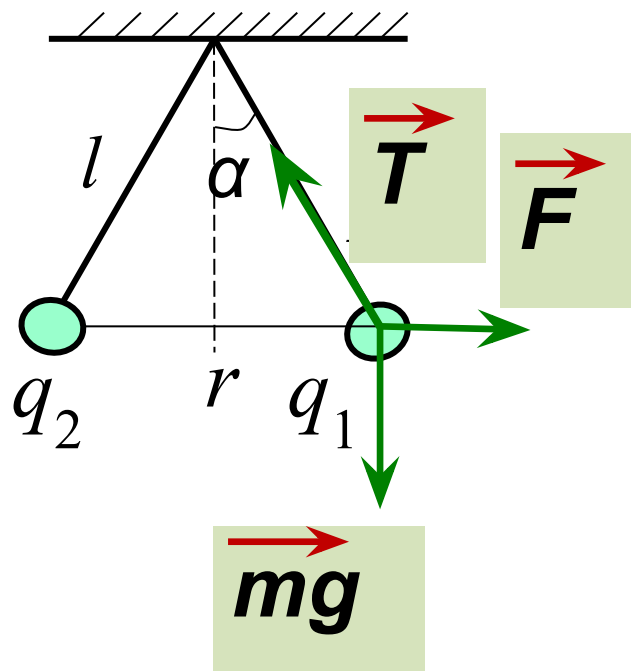
где  
 $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$  Ф/м – электрическая постоянная,  
 $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды

## **Задача 9.22.**

Два шарика одинакового радиуса и массы подвешены на нитях одинаковой длины  $l = 20$  см так, что их поверхности соприкасаются.

После сообщения шарикам заряда  $q_0 = 0,4$  мкКл они оттолкнулись друг от друга и разошлись на угол  $60^\circ$ .

**Найти** массу каждого шарика.



**Дано:**

$$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м};$$

$$\alpha = 30^\circ;$$

$$q_0 = 0,4 \text{ мкКл} = 0,4 \times 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$\varepsilon = 1$$

---

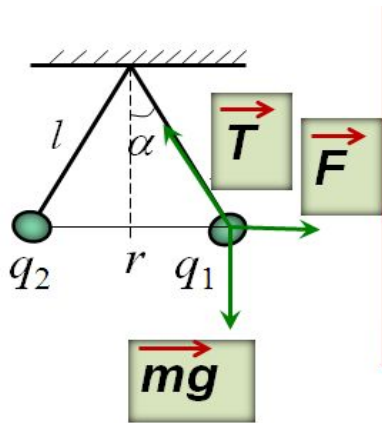

$$m - ?$$

$$q_1 = q_2 = q_0 / 2 = 0,4 / 2 = 0,2 \text{ мкКл}$$

$$r = 2l \sin \alpha = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,5 = 0,2 \text{ м}$$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{1}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 1} \frac{(0,2 \cdot 10^{-6})^2}{0,2^2} =$$

$$= 0,009 \text{ Н}$$

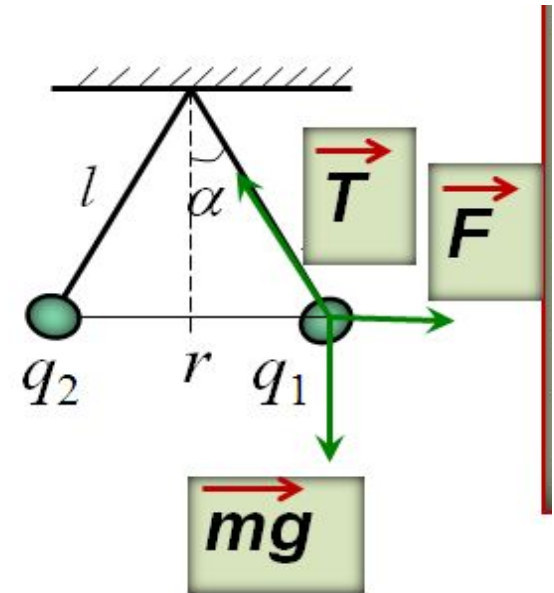


$$\vec{F} + \vec{T} + m\vec{g} = 0$$

$$\begin{cases} F - T \sin \alpha = 0 \\ T \cos \alpha - mg = 0 \end{cases} \Rightarrow T = F / \sin \alpha$$

$$\frac{F}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha - mg = 0$$

$$m = \frac{F}{g \cdot \operatorname{tg} \alpha} = \frac{0,009}{9,8 \cdot 0,58} = 0,0016 \text{ кг} = 1,6 \text{ г}$$



## 2. Электростатическое поле

### Напряженность

электростатического поля –

сила, действующая на единичный заряд:

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

Единица измерения – Н / Кл, или В / м.



Электростатическое поле  
точечного заряда:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{q}{r^2}$$

## Задача 9.41

Медный шар радиусом  $R = 0,5$  см помещен в жидкость, плотность которой  $\rho_{\text{ж}} = 800$  кг/м<sup>3</sup>.

Найти заряд шара, если в однородном электростатическом поле он оказался взвешенным в жидкости.

Напряженность электрического поля направлена вертикально и равна  $E = 3,6$  МВ/м.

Плотность меди  $8600$  кг/м<sup>3</sup>.

$$\vec{F} + m\vec{g} + q\vec{E} = 0$$

$$F - mg + qE = 0$$

$$\rho_{\text{жс}} gV - \rho Vg + qE = 0$$

$$q = \frac{Vg(\rho - \rho_{\text{жс}})}{E} = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 g(\rho - \rho_{\text{жс}})}{E} =$$
$$= \frac{4/3 \cdot 3,14 \cdot 0,005^3 \cdot 9,8(8600 - 800)}{3,6 \cdot 10^6} = 1,1 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

## **Задача 1.**

Расстояние между двумя точечными зарядами, модули которых равны  $q_1 = 2$  нКл и  $q_2 = 3$  нКл равно 20 см.

**Определить** напряженность поля, создаваемого зарядами в точке, удаленной от первого заряда на расстояние 15 см и от второго заряда на 10 см. Заряды находятся в вакууме.

Рассмотреть случаи:

- а) первый заряд положительный, второй отрицательный;
- б) оба заряда положительные

**Дано:**

$$q_1 = 2 \text{ нКл}$$

$$q_2 = 3 \text{ нКл}$$

$$r = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$r_1 = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$$

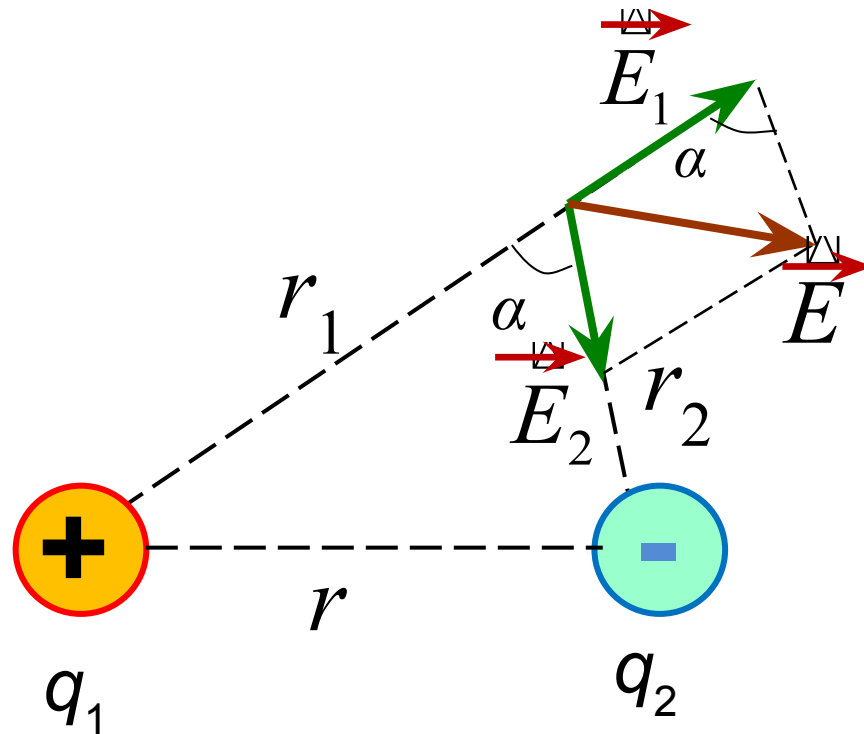
$$r_2 = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$\varepsilon = 1$$

---

***E*** – ?

a)



$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon} \cdot \frac{q_1}{r_1^2} = \frac{1}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 1} \frac{2 \cdot 10^{-9}}{0,15^2} = 800 \text{ В / м}$$

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon} \cdot \frac{q_2}{r_2^2} = \frac{1}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 1} \frac{3 \cdot 10^{-9}}{0,1^2} = 2700 \text{ В / м}$$

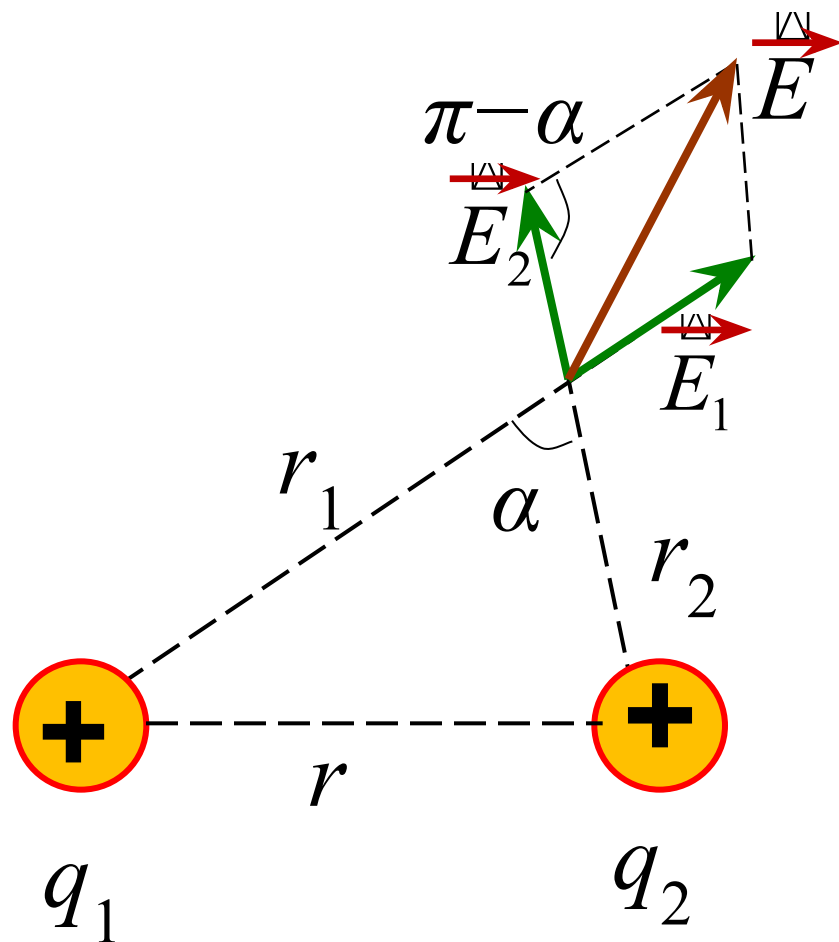
$$r^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{r_1^2 + r_2^2 - r^2}{2r_1r_2} = \frac{0,15^2 + 0,1^2 - 0,2^2}{2 \cdot 0,15 \cdot 0,1} = -0,25$$

$$\begin{aligned} E &= \sqrt{E_1^2 + E_2^2 - 2E_1E_2 \cos \alpha} = \\ &= \sqrt{800^2 + 2700^2 + 2 \cdot 800 \cdot 2700 \cdot 0,25} = \\ &= 3000 \text{ В / м.} \end{aligned}$$



б)



$$\cos(\pi - \alpha) = -\cos \alpha = 0,25$$

$$\begin{aligned} E &= \sqrt{E_1^2 + E_2^2 - 2E_1E_2 \cos(\pi - \alpha)} = \\ &= \sqrt{800^2 + 2700^2 - 2 \cdot 800 \cdot 2700 \cdot 0,25} = \\ &= 2617 \text{ В / м.} \end{aligned}$$