

Тема 8

«Электростатика»

Лекция №2

Расчет электростатических полей

Разработала: доцент кафедры математики и естественнонаучных дисциплин филиала ВУНЦ ВВС «ВВА»
Кислякова О.П.

Цель занятия:

а) Учебная:

знать
физическую сущность
взаимосвязи между
напряжённостью и
разностью потенциалов;
теорему Гаусса для
электростатического поля

уметь
графически изобразить
электростатическое поле;
применить теорему Гаусса
для расчёта полей

б) Методическая:

понять излагаемый материал;

усвоить основную часть его на
занятии;

составить конспект;

уметь по ОК составить логический
ответ по основным вопросам.

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

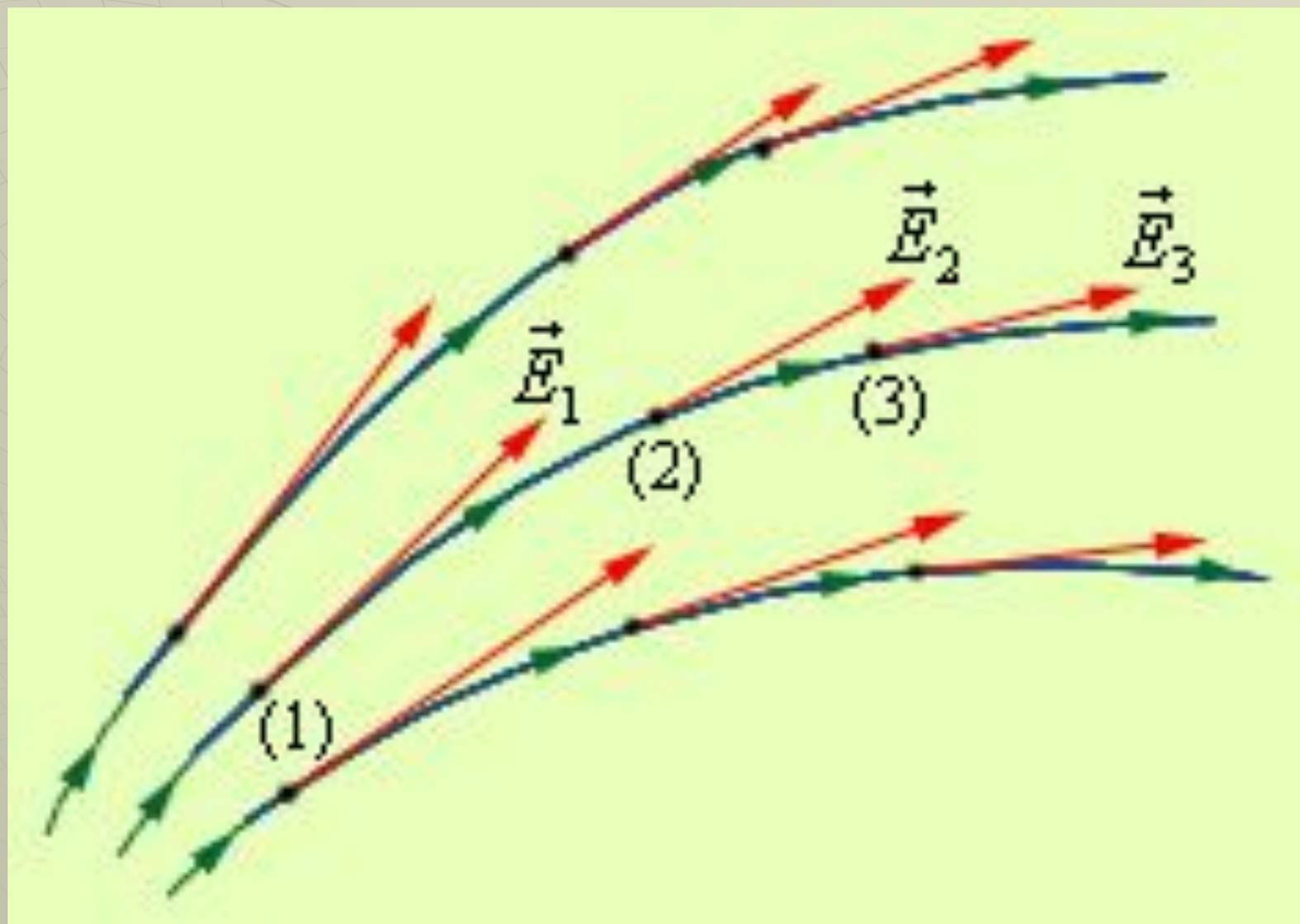
Введение

- ◆ 1. Напряженность как электрический градиент потенциала. Эквипотенциальные поверхности
- ◆ 2. Теорема Гаусса и ее применение к расчету электростатических полей

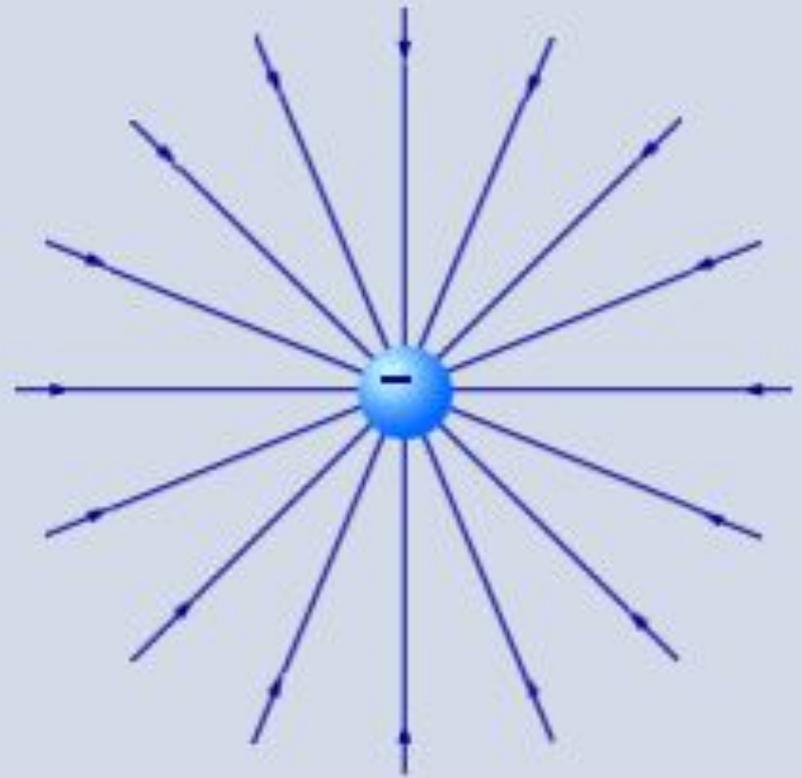
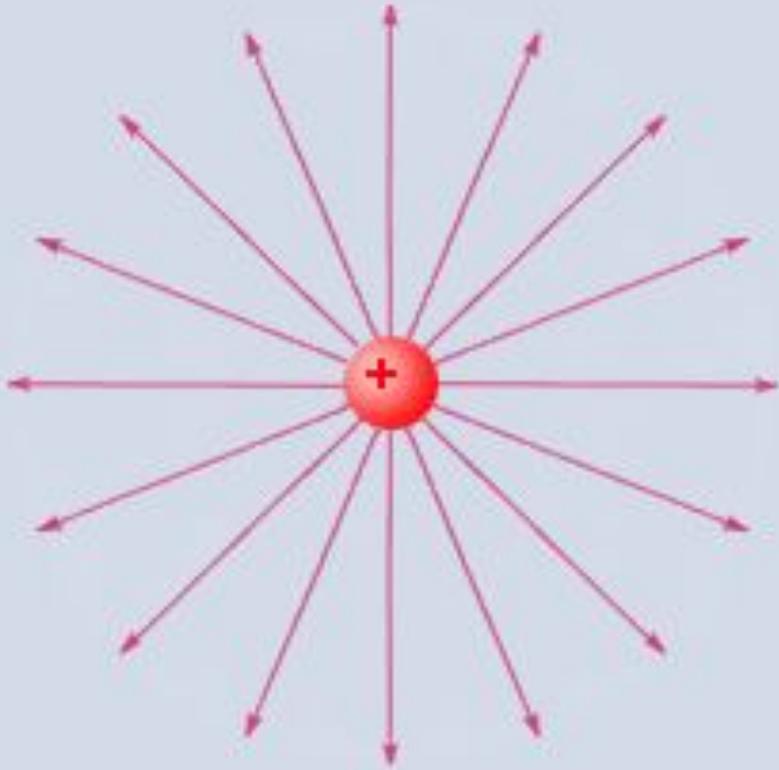
1. Графическое изображение полей

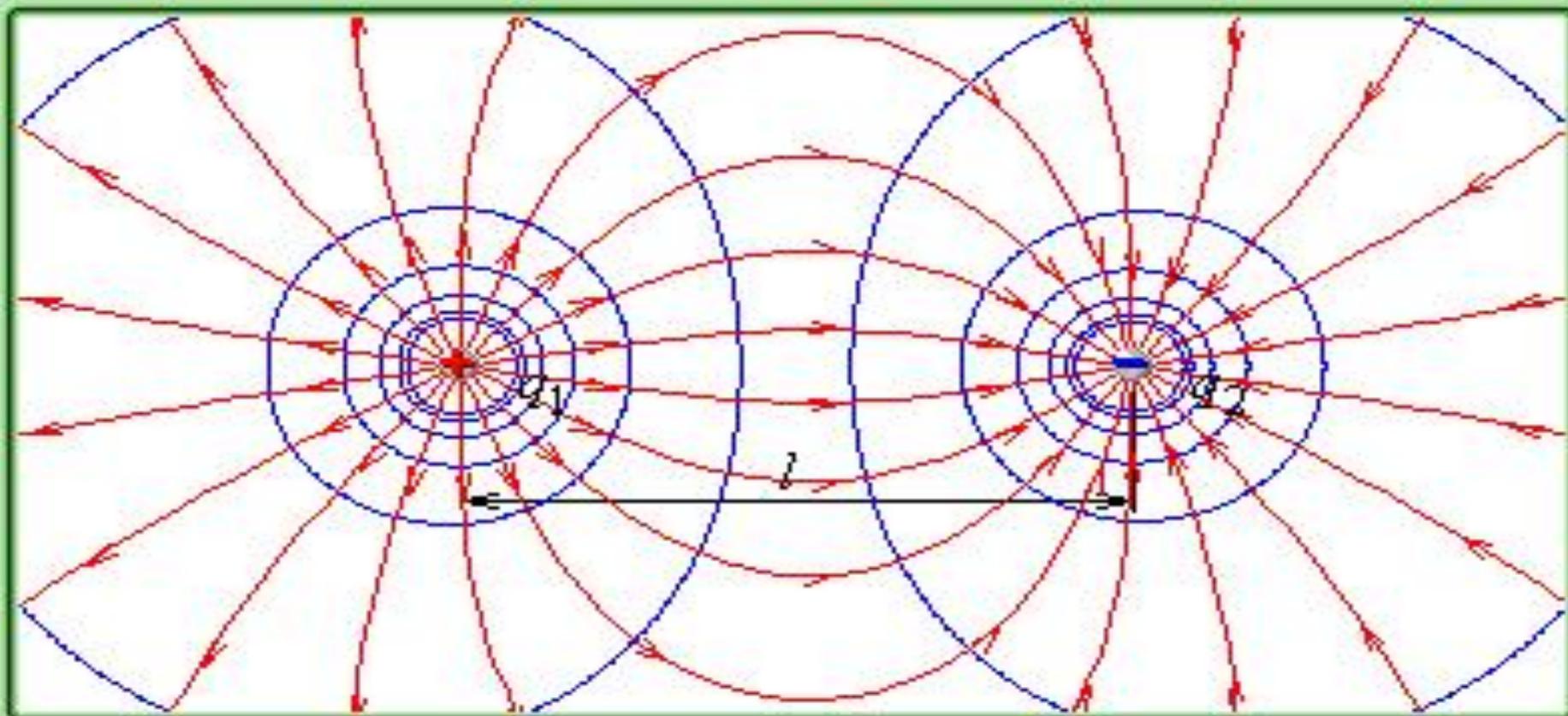
- ◆ а). С помощью силовых линий или линий напряжённости электростатического поля
- ◆ б). С помощью эквипотенциальных поверхностей

Силловые линии электрического поля



Силовые линии электростатических полей точечных зарядов





$q_1 =$ мкКл

$q_2 =$ мкКл

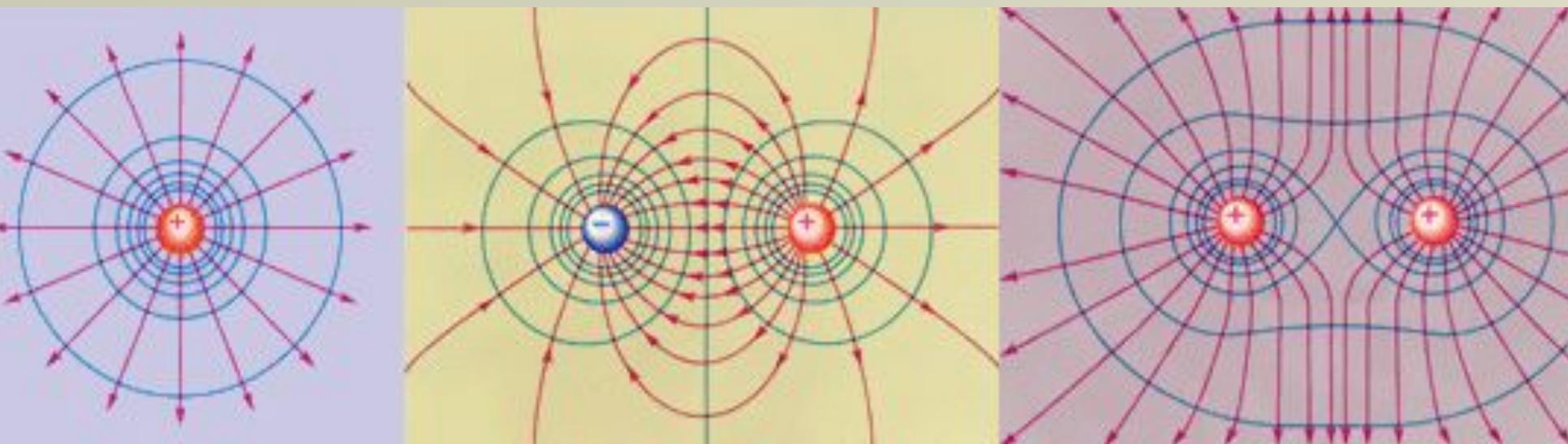
$l =$ м

$E = 0.03 \cdot 10^5 \text{ В/м}$
 $\varphi = -0.05 \cdot 10^5 \text{ В}$

- Силовые линии
- Эквипотенциали

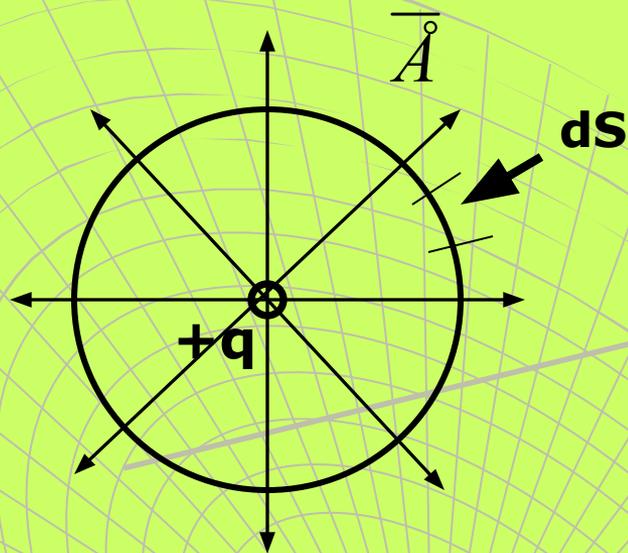
Конфигурация

- Один заряд
- Два заряда



Эквипотенциальные поверхности (синие линии) и силовые линии (красные линии) простых электрических полей: а – точечный заряд; б – электрический диполь; с – два равных положительных заряда

2 Теорема Остроградского – Гаусса



$$N = \oint_S E dS (\vec{E} \perp S)$$

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

$$N = \oint_S \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2} dS = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2} \oint dS$$

$$\oint dS = 4\pi r^2$$

$$N = \frac{q}{\epsilon\epsilon_0}$$

Для системы зарядов

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n g_i}{\epsilon \epsilon_0} = \frac{1}{\epsilon \epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$$

$$N = \oint_S E_n dS = \frac{1}{\epsilon \epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$$

**- теорема Остроградского -
Гаусса**

Правила применения теоремы

а) Через данную точку провести замкнутую поверхность, содержащую заряд

б) Записать выражение для N по определению

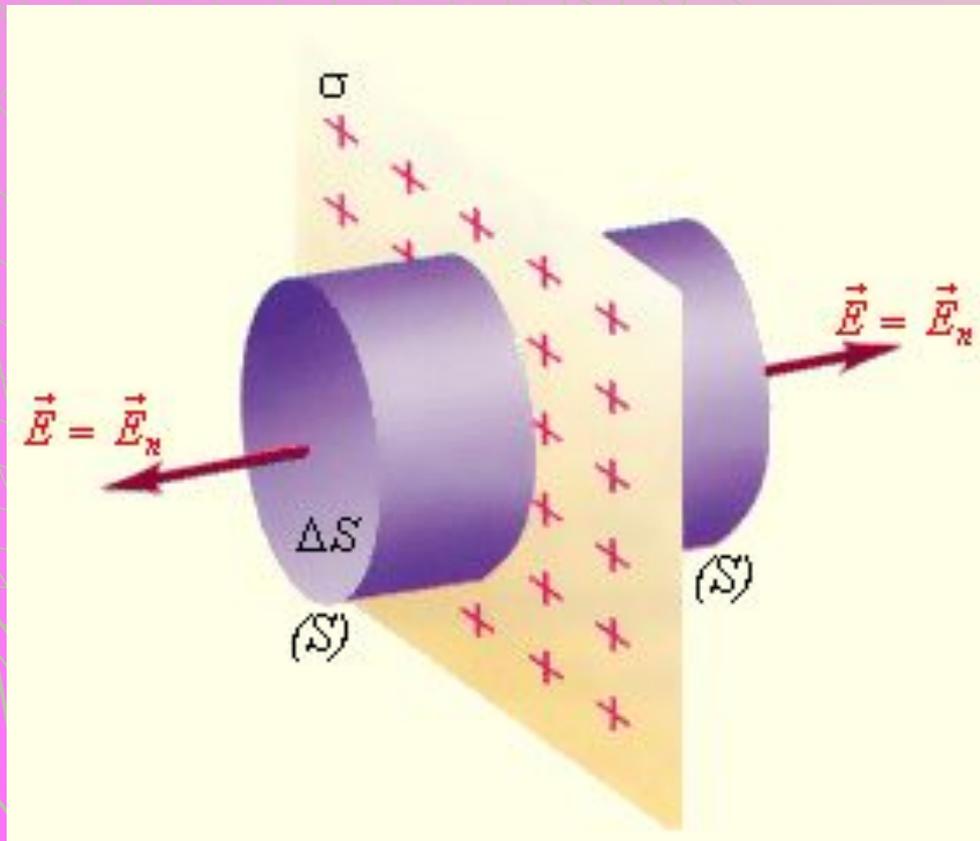
$$N = \oint_S E_n dS$$

в) Записать выражение для N по теореме

$$N = \frac{1}{\epsilon \epsilon_0} \sum_{i=1}^n qi$$

г) Приравнять выражение б) и в) и найти ...

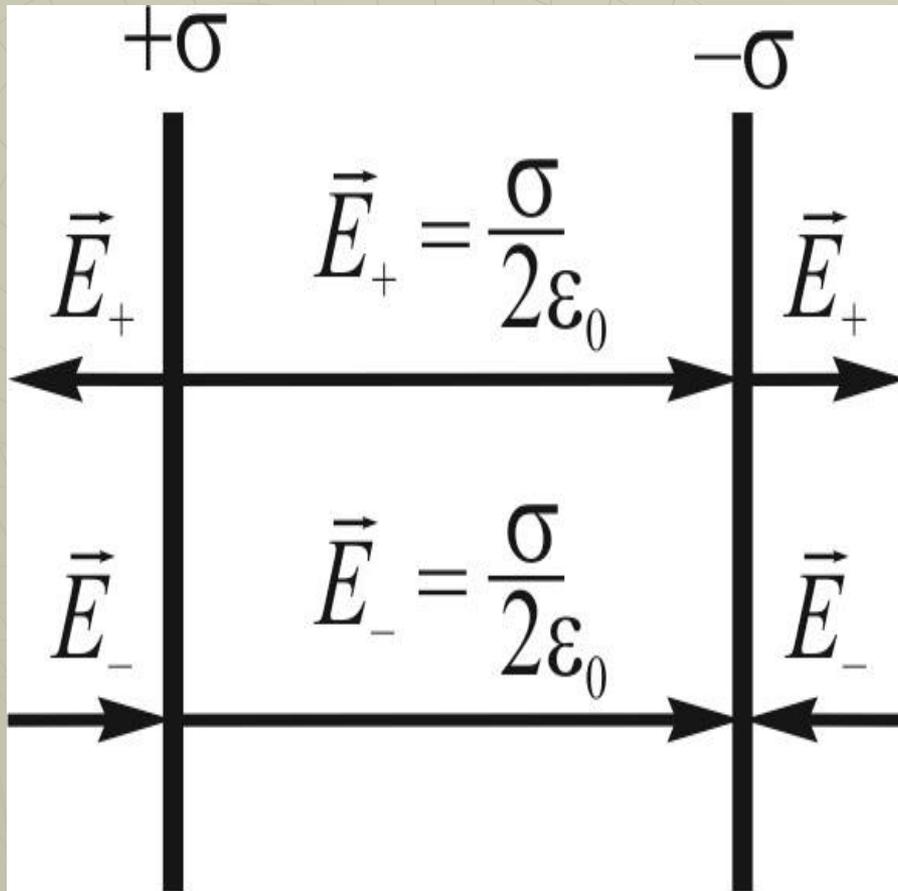
Электрическое поле бесконечной равномерно заряженной плоскости



$$\mathcal{E} = \frac{q}{S}$$

Поле бесконечной равномерно заряженной плоскости. σ – поверхностная плотность заряда. S – замкнутая гауссова поверхность

Поле двух разноименно заряженных плоскостей



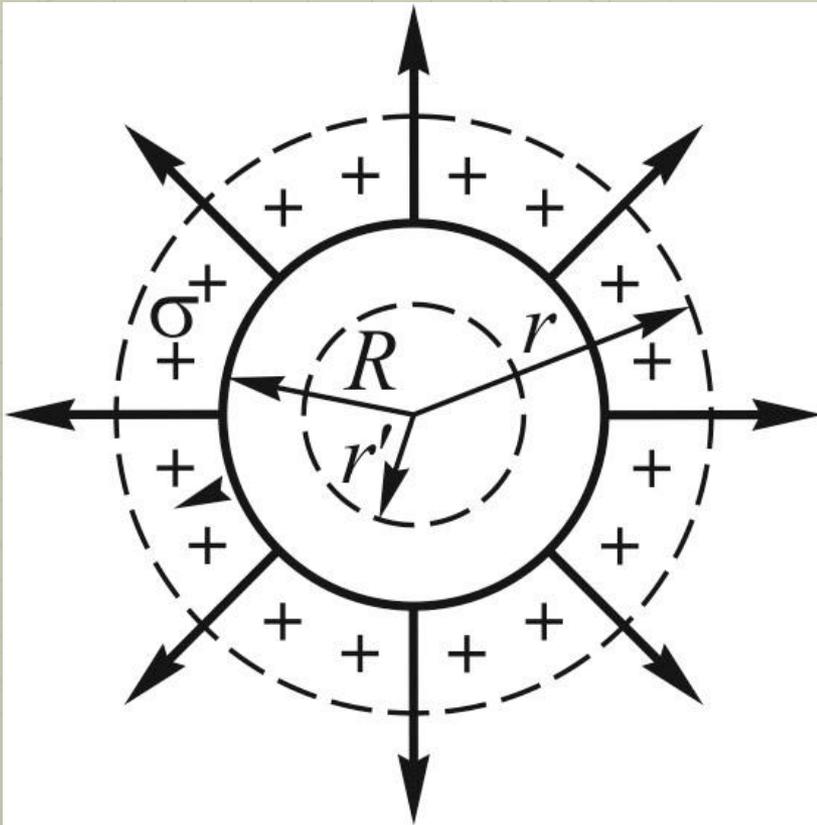
$$\blacklozenge \vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$$

$$\blacklozenge \vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$$

$$\blacklozenge E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$\blacklozenge E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

Поле заряженной сферической поверхности



$$\blacklozenge \vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$$

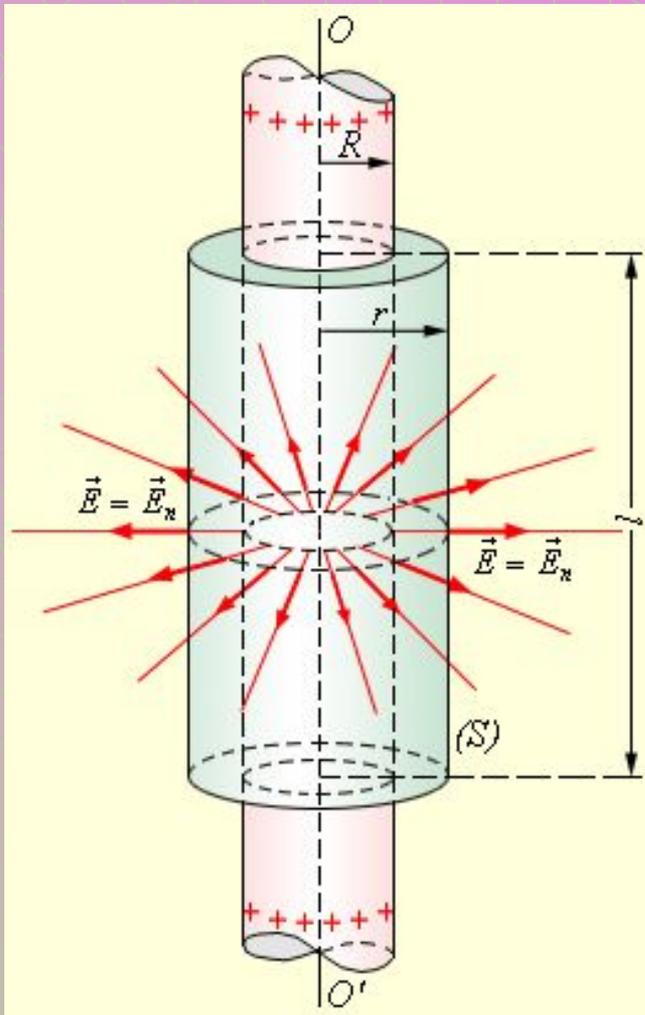
$$\blacklozenge E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

Исследования:

Если $r < R$, то $\sum_{i=1}^n q_i = 0 \rightarrow E = 0$

- поля внутри сферической поверхности нет

Электрическое поле однородного заряженного цилиндра



$$N = \oint_S E_n dS = 2\pi \cdot r l E$$

$$N = \frac{1}{\epsilon \epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i = \frac{\tau \cdot l}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$2\pi \cdot r \cdot l E = \frac{\tau \cdot l}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$E = \frac{1}{2\pi \epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{\tau}{r}$$

$$\Delta \varphi = \int_{r_1}^{r_2} E dr = \frac{\tau}{2\pi \epsilon \epsilon_0} \cdot l \cdot \ln \frac{r_2}{r_1}$$

Исследования:

Если $r < R$, то $\sum_{i=1}^n q_i = 0 \rightarrow E = 0$

- поля внутри цилиндра нет