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

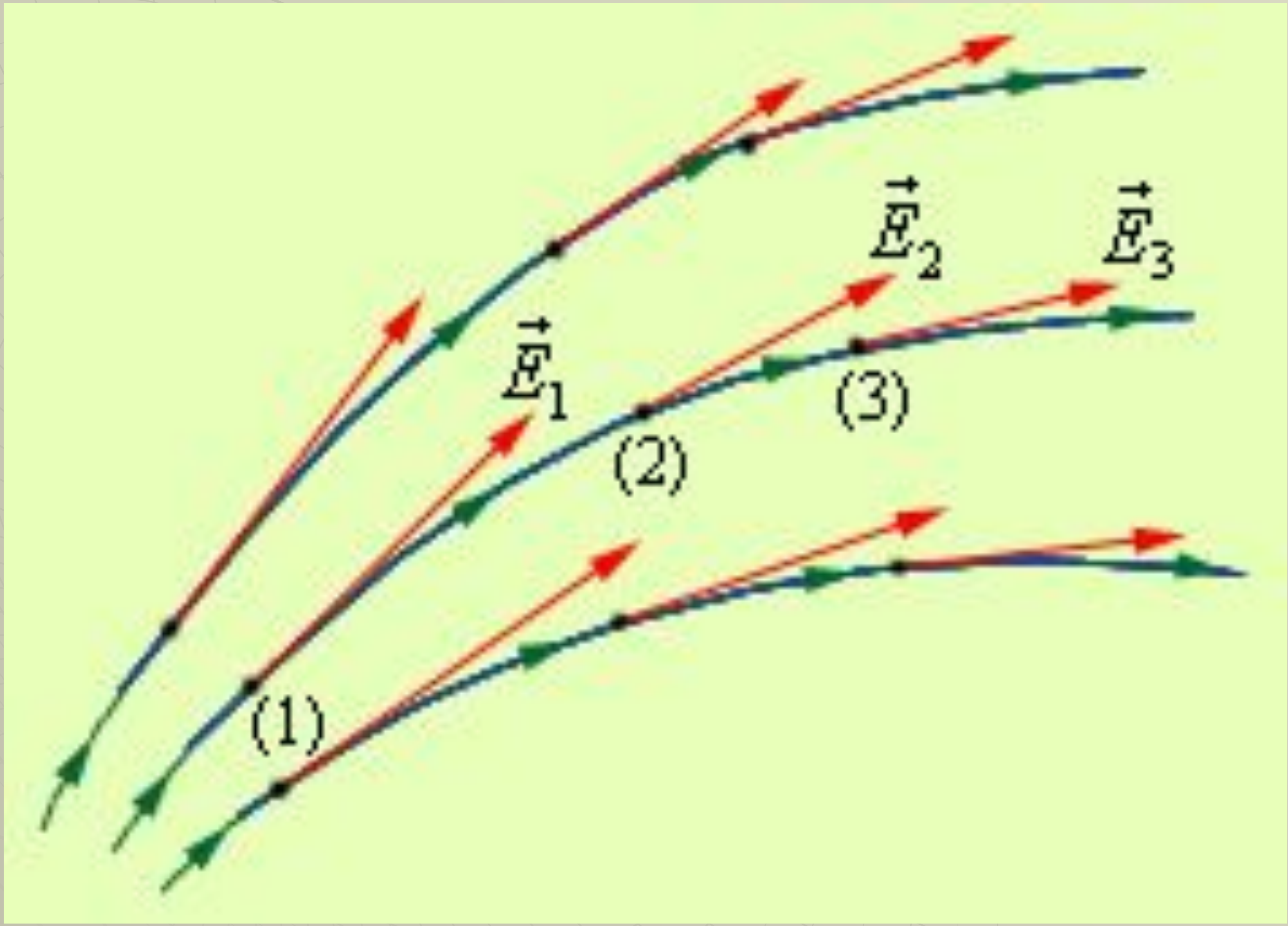
- 1.Напряженность как электрический градиент потенциала. Эквипотенциальные поверхности
- 2.Теорема Гаусса и ее применение к расчету электростатических полей

1. Графическое изображение полей

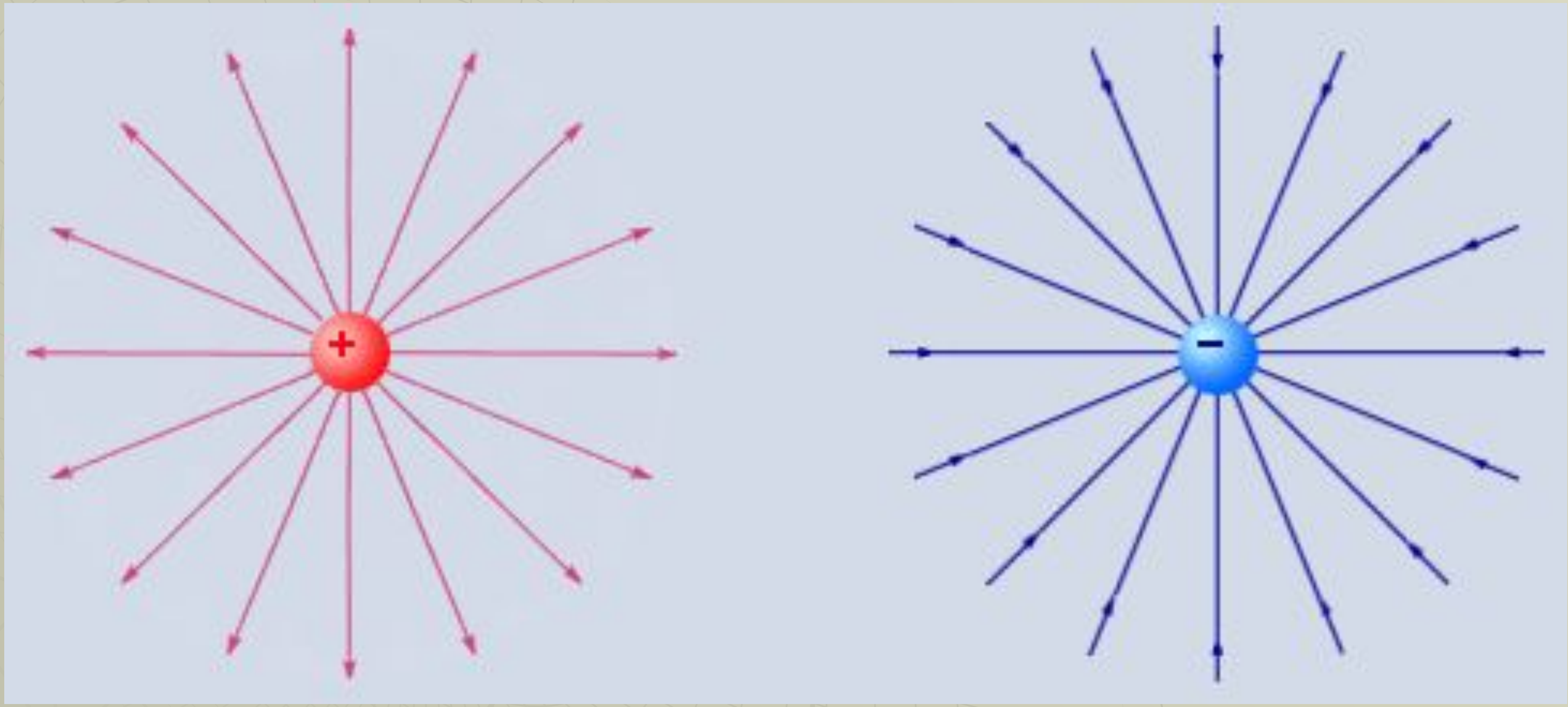
- а). С помощью силовых линий или линий напряжённости электростатического поля

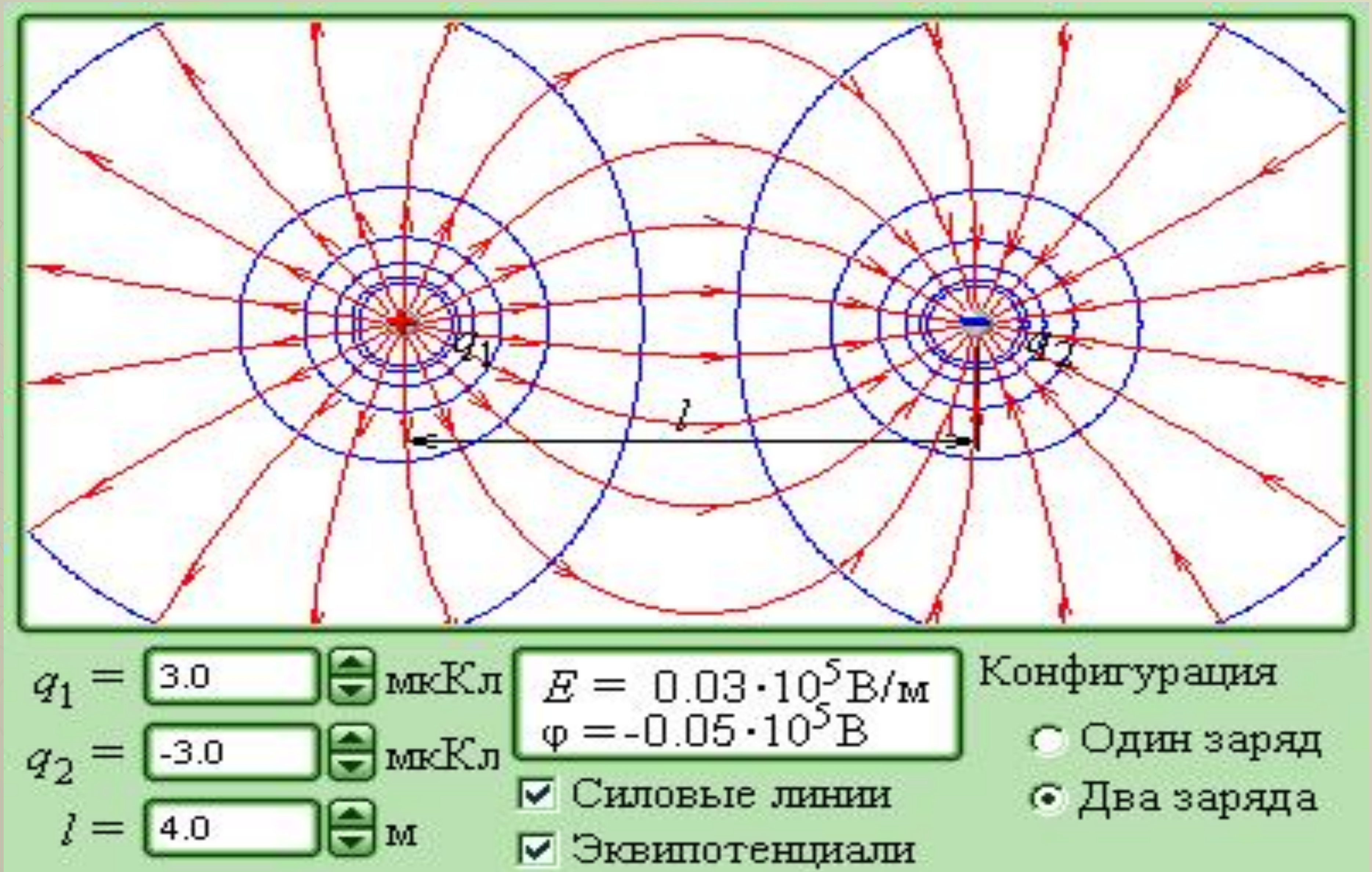
- б). С помощью эквипотенциальных поверхностей

Силовые линии электрического поля

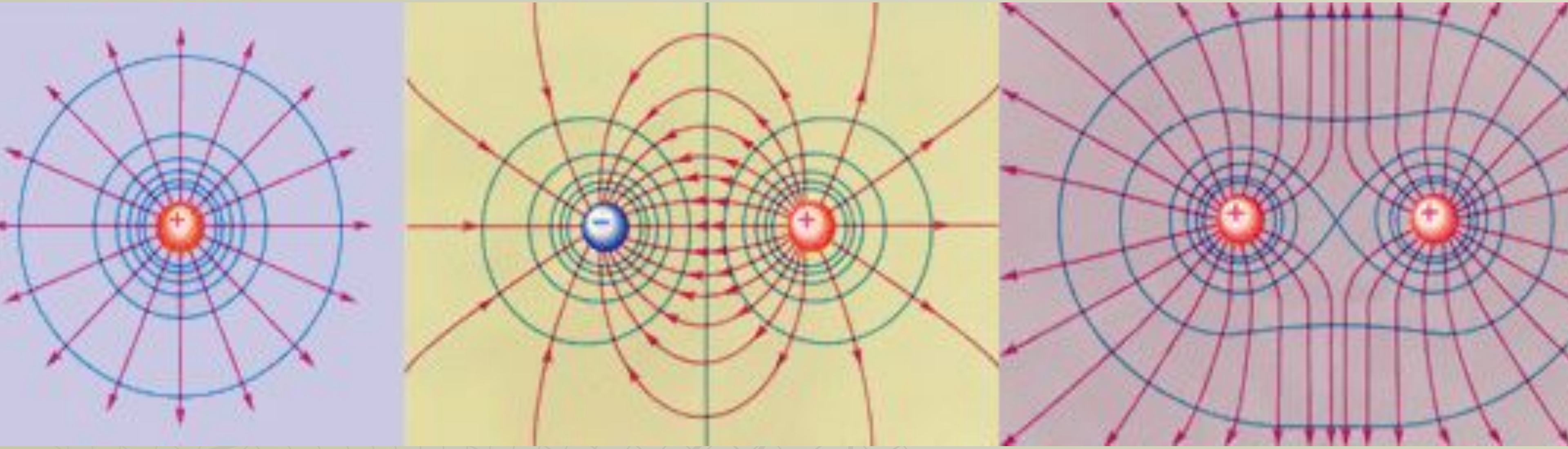


Силовые линии электростатических полей точечных зарядов



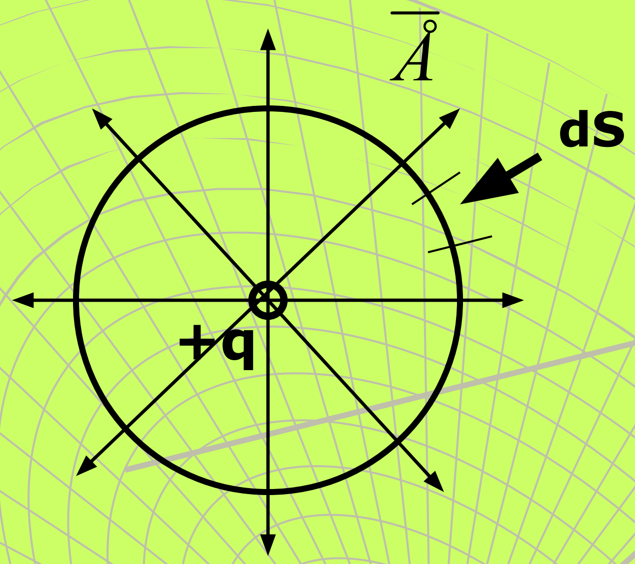


q1
q2
l
q1 = 3.0 мкКл
q2 = -3.0 мкКл
l = 4.0 м
E = 0.03·10^5 В/м
φ = -0.05·10^5 В
Силовые линии
Эквипотенциали
Конфигурация
Один заряд
Два заряда



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

2 Теорема Остроградского – Гаусса



$$N = \oint_S E\,dS \left(\overline{E} \perp S\right)$$

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2}$$

$$N = \oint_S \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2} dS = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2} \oint dS$$

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

$$N = \frac{q}{\varepsilon\varepsilon_0}$$

Для системы зарядов

$$N = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} gi}{\varepsilon\varepsilon_0} = \frac{1}{\varepsilon\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n} qi$$

$$N = \oint_S E_n dS = \frac{1}{\varepsilon\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n} qi$$

- теорема Остроградского - Гаусса

Правила применения теоремы

а) Через данную точку провести замкнутую поверхность, содержащую заряд

б) Записать выражение для N по определению

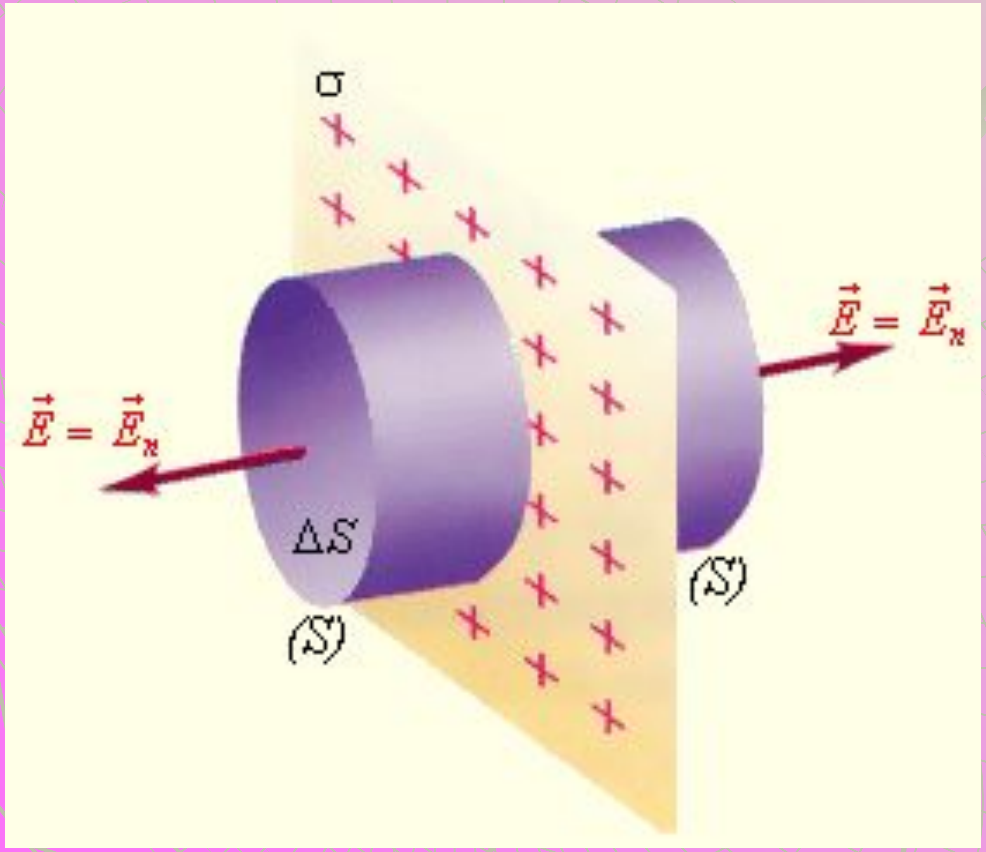
$$N = \oint_S E_n dS$$

в) Записать выражение для N по теореме

$$N = \frac{1}{\varepsilon\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n} qi$$

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

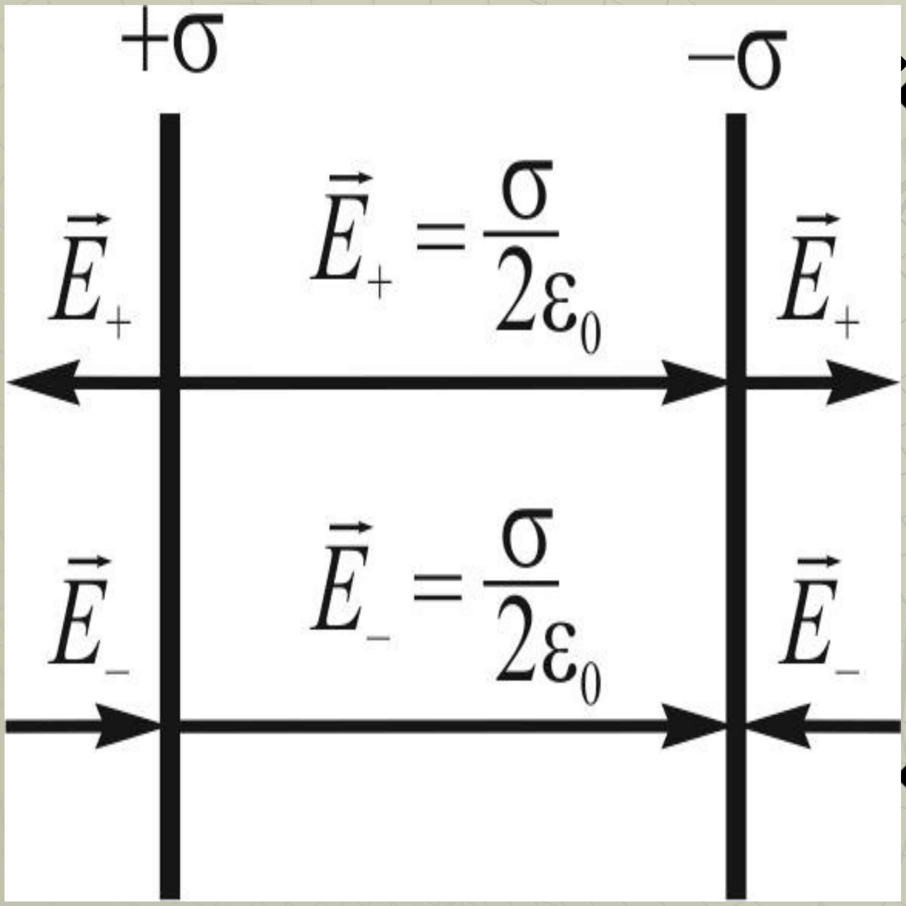
Электрическое поле бесконечной равномерно заряженной плоскости



$$\wp = \frac{q}{S}$$

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

Поле двух разноименно заряженных плоскостей



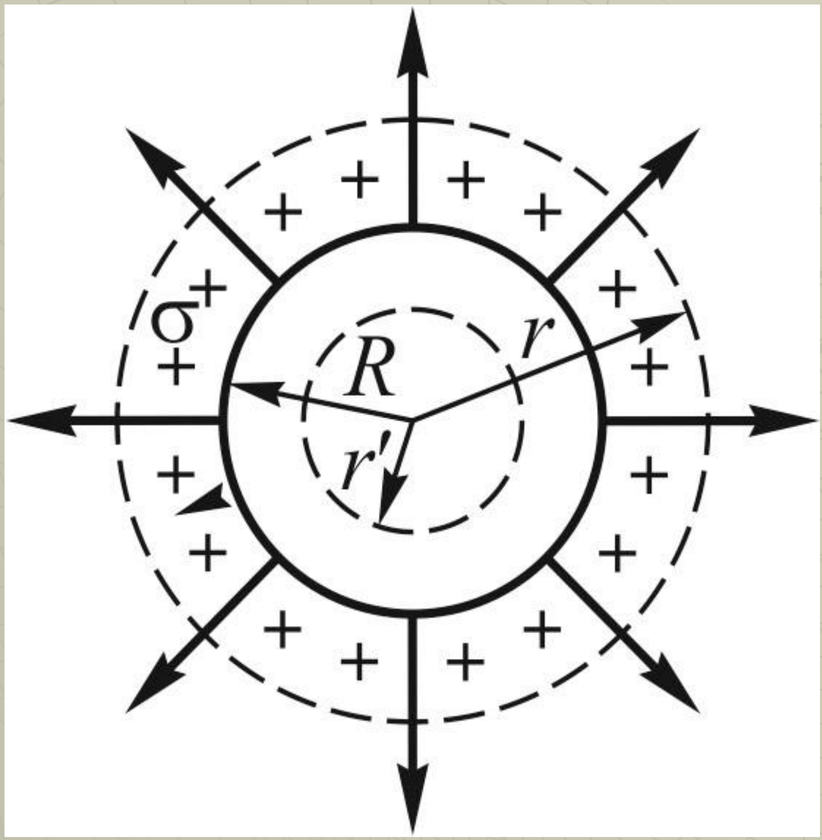
- $\vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-.$

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

- $\mathbf{E} = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}$

- $\mathrm{E} = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}$

Поле заряженной сферической поверхности



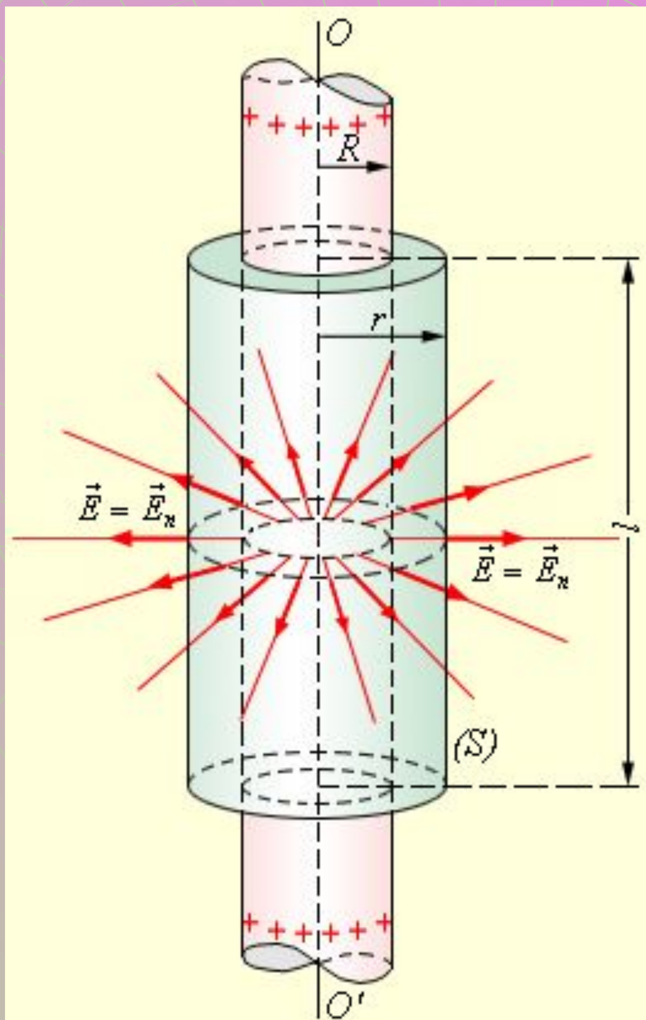
- $\vec{E} = \vec{E}_{+} + \vec{E}_{-}.$
- $E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}$

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



$$N = \oint_S E_n dS = 2\pi \cdot rlE$$

$$N = \frac{1}{\varepsilon\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n} q_i = \frac{\tau \cdot l}{\varepsilon\varepsilon_0}$$

$$2\pi \cdot r l E = \frac{\tau \cdot l}{\varepsilon\varepsilon_0}$$

$$\boxed{E = \frac{1}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \frac{\tau}{r}}$$

$$\boxed{\Delta\varphi = \int_{r_1}^{r_2} E dr = \frac{\tau}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \ln\frac{r_2}{r_1}}$$

Исследования:

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

- поля внутри цилиндра нет