ЛЕКЦИЯ 1

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

ВИДЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

- ГРАВИТАЦИОННОЕ
- ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ
- СЛАБОЕ
- СИЛЬНОЕ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД – МЕРА СПОСОБНОСТИ ТЕЛА ПРИНИМАТЬ УЧАСТИЕ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ

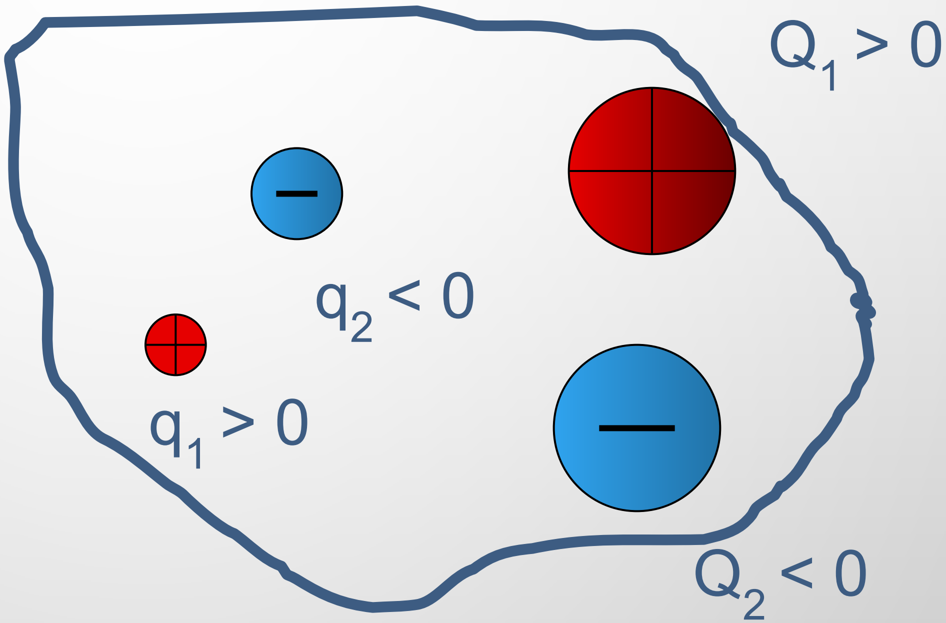
В СИСТЕМЕ СИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД ИЗМЕРЯЕТСЯ В КУЛОНАХ (КЛ)

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА

$q = q_1 + q_2$

$|Q_1| = |Q_2|$

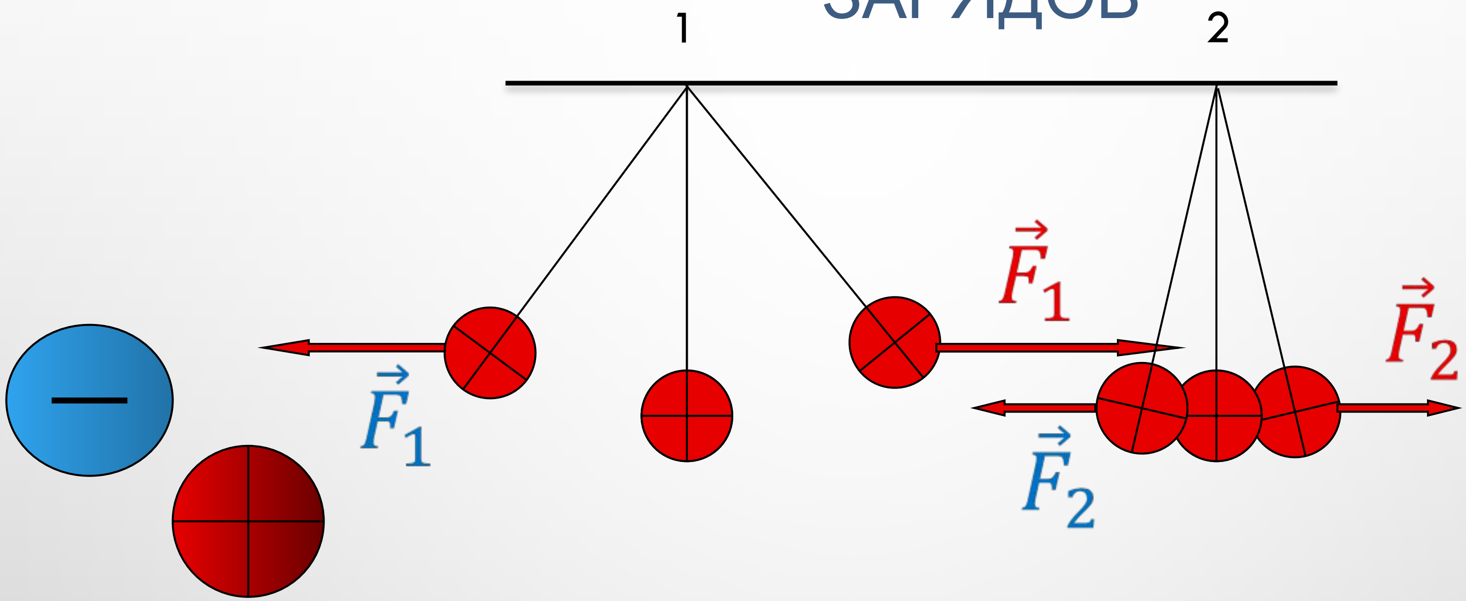
$q = q_1 + q_2 + Q_1 + Q_2$



- ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД ЭЛЕКТРИЧЕСКИ ИЗОЛИРОВАННОЙ (ЗАМКНУТОЙ) СИСТЕМЫ ЕСТЬ ВЕЛИЧИНА ПОСТОЯННАЯ

$\vec{F}_1$

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ



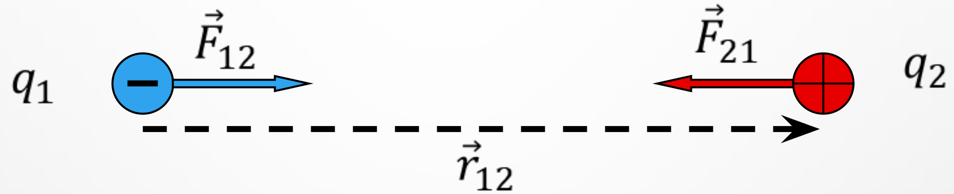
Закон Кулона

$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{e}_{r_{12}}$$

- $$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{e}_{r_{12}}$$

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

- $$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \, \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

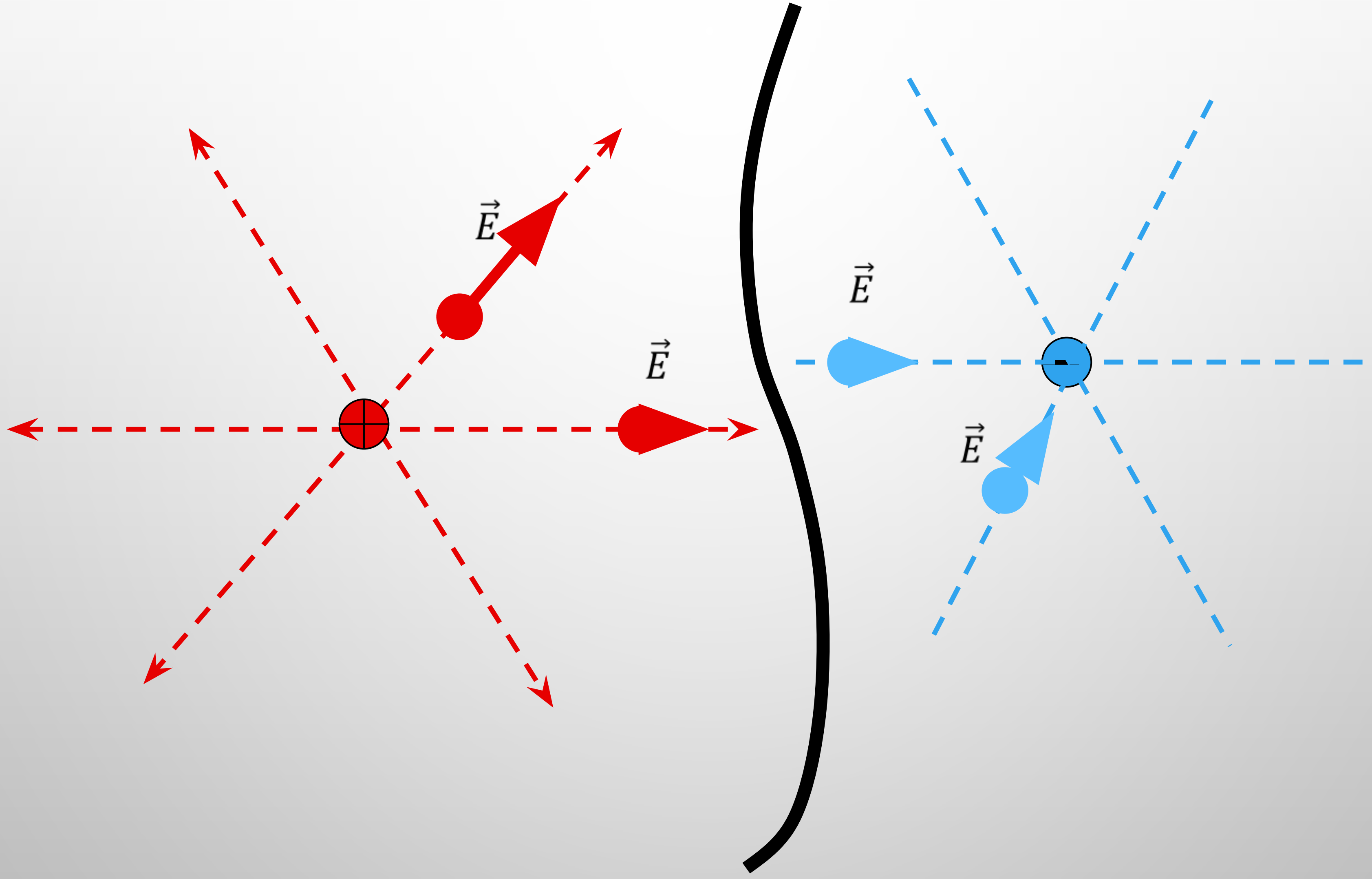


$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{e}_{r_{12}}$$

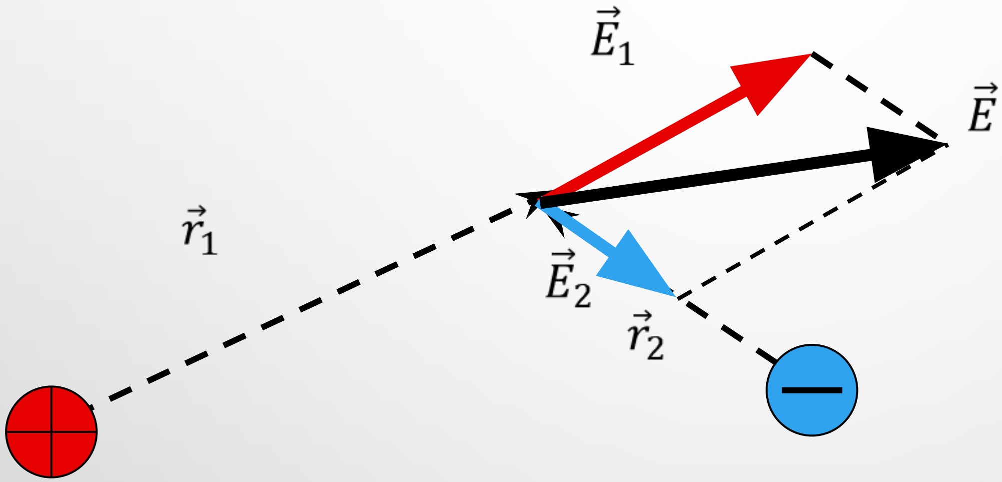
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_{12}^2} \vec{e}_{r_{12}}$$

$$\vec{F}_{21} = q_2 \cdot \vec{E}$$

НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ



ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

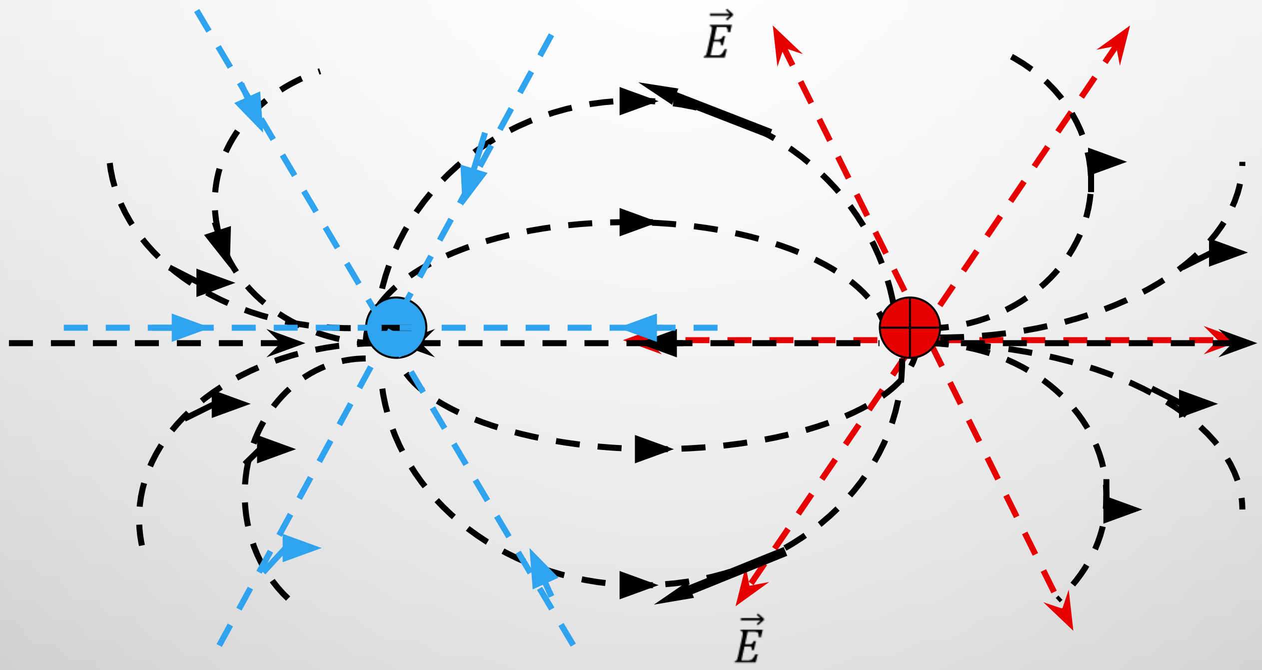


$$\vec{E} = \sum_i \vec{E}_i$$

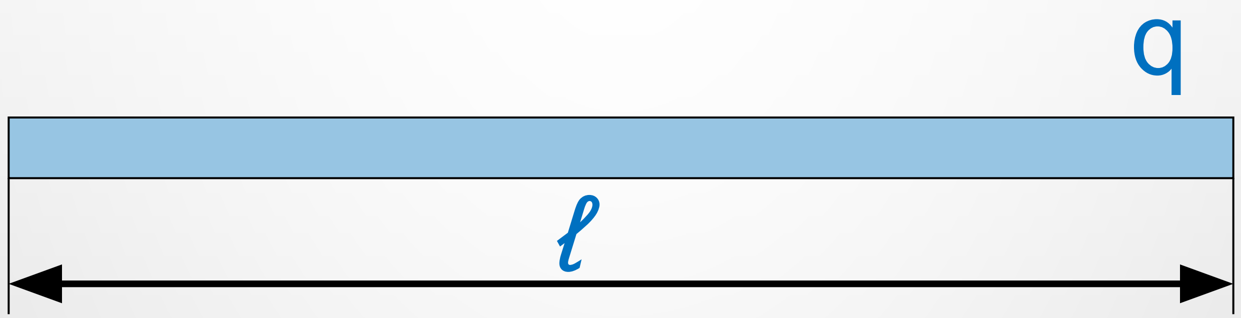
$$\vec{E}_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_1^3}\vec{r}_1$$

$$\vec{E}_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_2}{r_2^3}\vec{r}_2$$

НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ



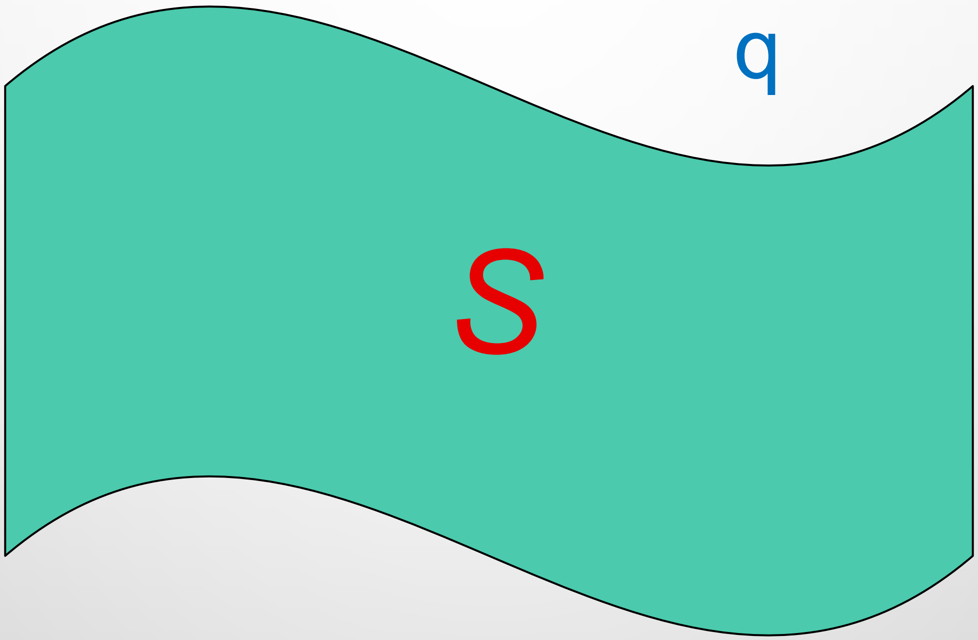
ЛИНЕЙНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЗАРЯДА



- $$\lambda = \tau = \frac{\partial q}{\partial \ell}$$

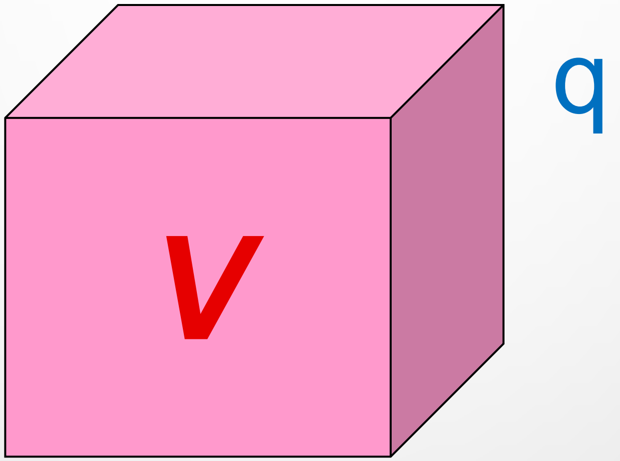
$$\lambda_{\text{СР}} = \bar{\lambda} = < \lambda > = \frac{q}{\ell}$$

ПОВЕРХНОСТНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЗАРЯДА



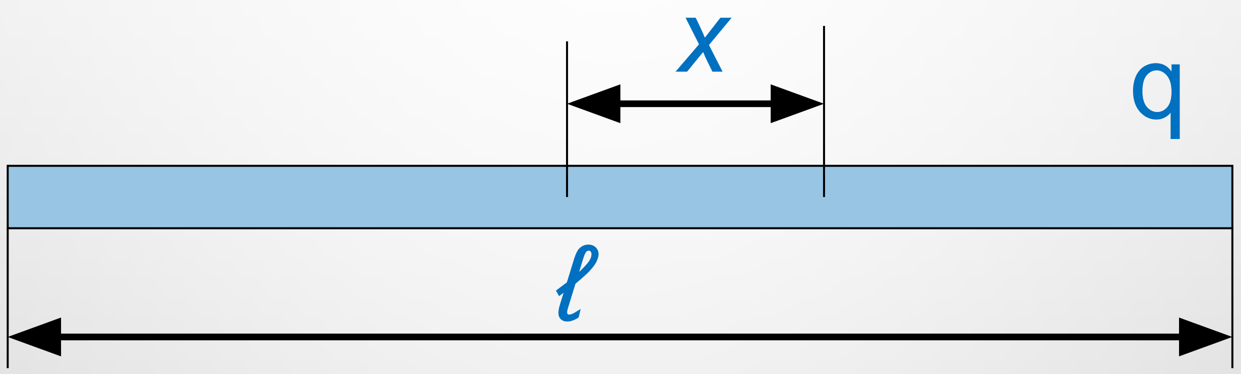
- $$\sigma = \frac{\partial q}{\partial S} \qquad \sigma_{\text{СР}} = \frac{q}{S}$$

ОБЪЁМНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЗАРЯДА



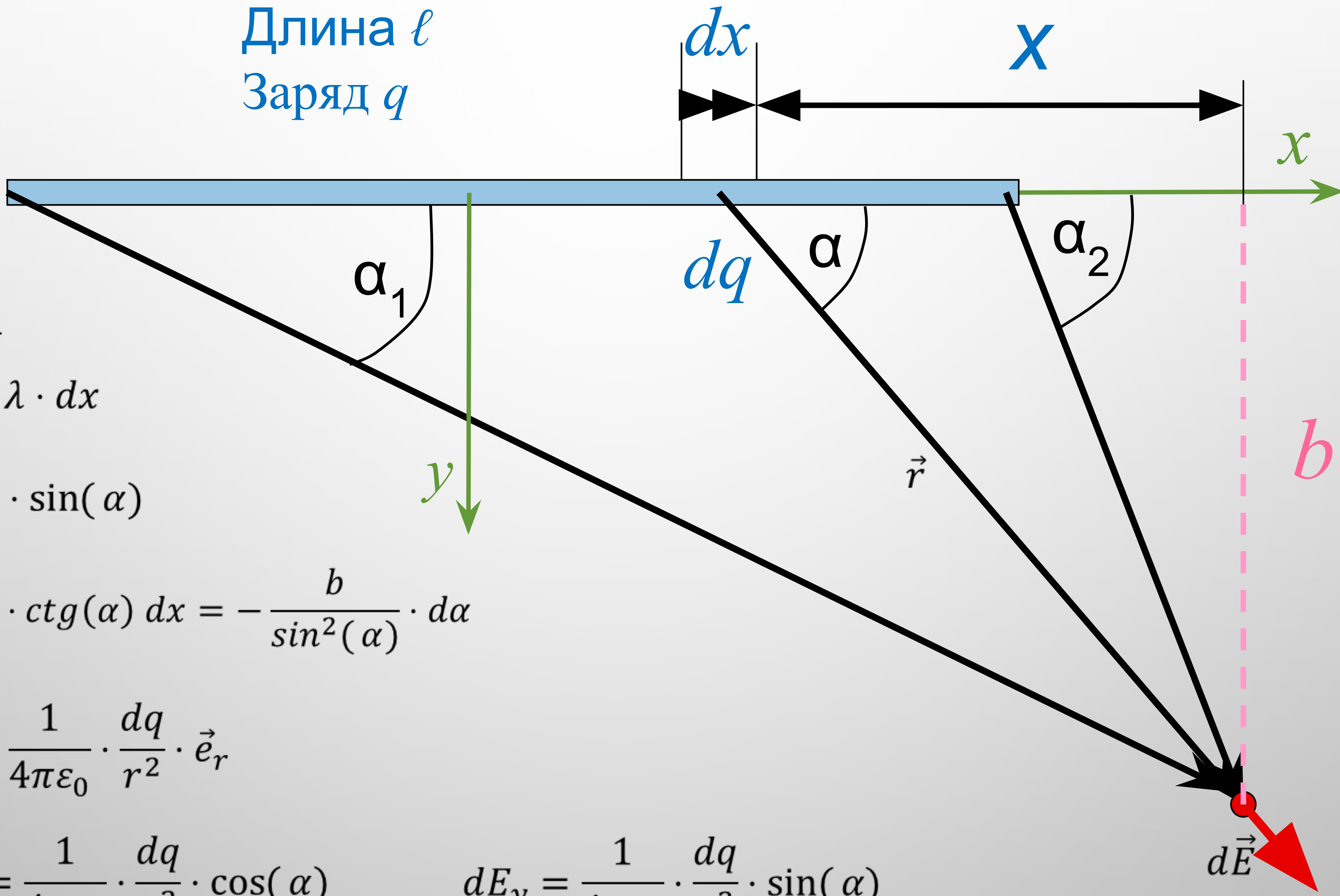
- $$\rho = \frac{\partial q}{\partial V} \qquad \rho_{\text{СР}} = \frac{q}{V}$$

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ РАСПРЕДЕЛЁННОГО ЗАРЯДА



- $$\lambda(x) = \lambda_{\text{CP}} = \frac{q}{\ell}$$

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ РАСПРЕДЕЛЁННОГО ЗАРЯДА



$$\lambda = \frac{q}{\ell}$$

$$dq = \lambda \cdot dx$$

$$b = r \cdot \sin(\alpha)$$

- $x = b \cdot ctg(\alpha)$ $dx = -\frac{b}{sin^2(\alpha)} \cdot d\alpha$

$$d\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{dq}{r^2} \cdot \vec{e}_r$$

$$dE_x = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{dq}{r^2} \cdot \cos(\alpha) \qquad dE_y = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{dq}{r^2} \cdot \sin(\alpha)$$

$$\lambda = \frac{q}{\ell} \qquad b = r \cdot \sin(\alpha) \qquad x = b \cdot \mathrm{ctg}\,(\alpha)$$

$$dq = \lambda \cdot dx \qquad dx = -\frac{b}{\sin^2(\alpha)} \cdot d\alpha$$

$$dE_x = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{dq}{r^2} \cdot \cos(\alpha) \qquad dE_y = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{dq}{r^2} \cdot \sin(\alpha)$$

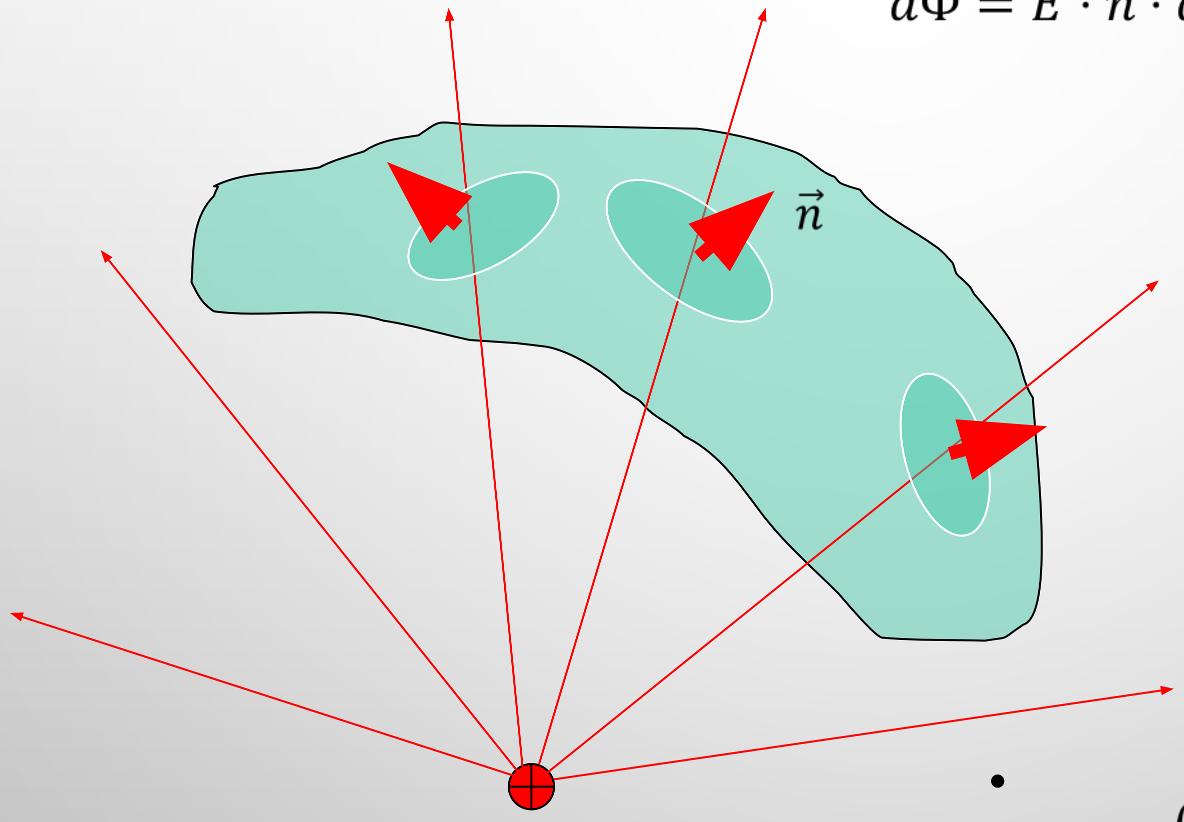
$$E_x = \int dE_x = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \int \frac{dq}{r^2} \cdot \cos(\alpha) = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{\lambda \cdot d\alpha \cdot b \cdot \sin^2(\alpha)}{\sin^2(\alpha) \cdot b^2} \cdot \cos(\alpha) =$$

$$= -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{b} \cdot \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \cos(\alpha) \cdot d\alpha = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{b} \cdot (\sin(\alpha_1) - \sin(\alpha_2))$$

$$E_y = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{b} \cdot (\cos(\alpha_2) - \cos(\alpha_1)) \qquad E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

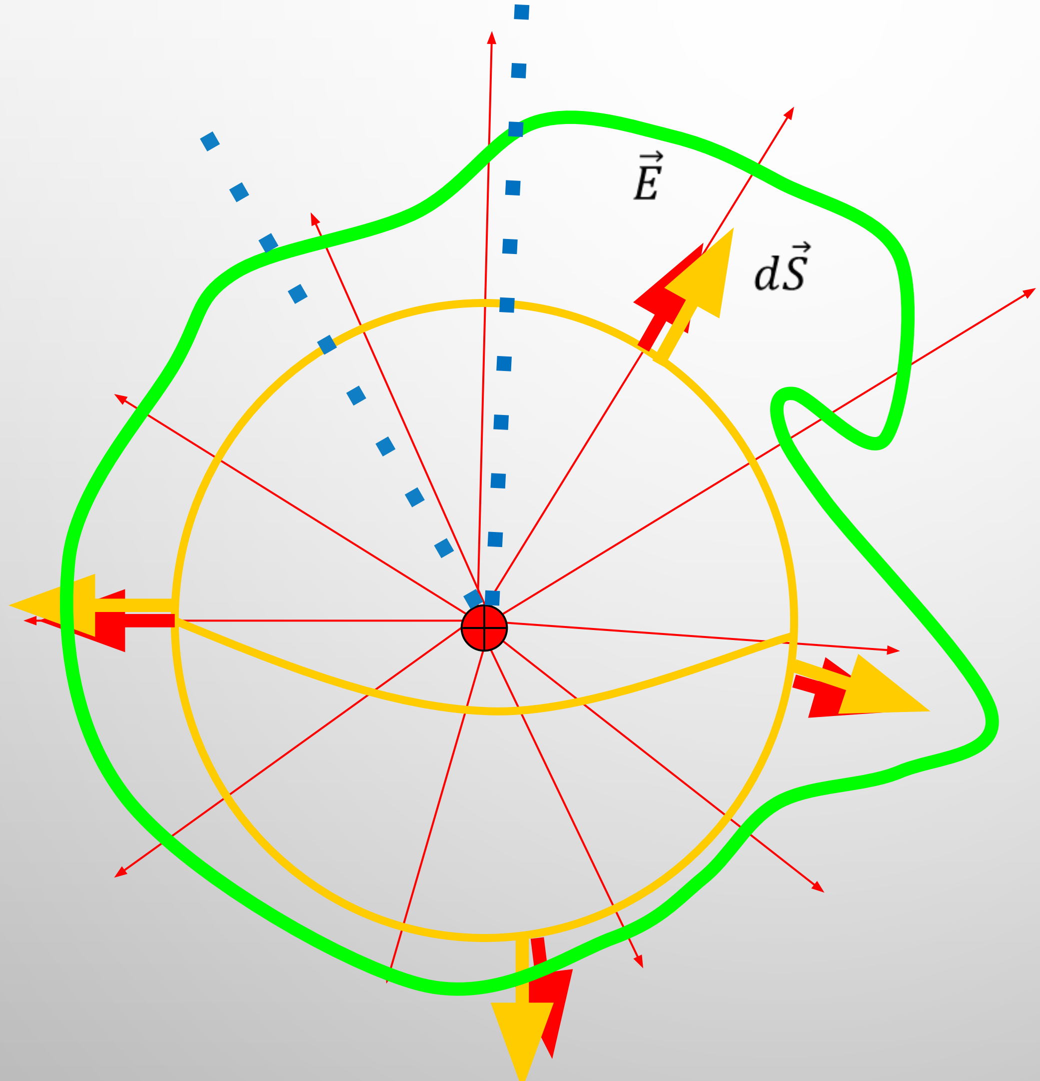
ПОТОК ВЕКТОРА НАПРЯЖЕННОСТИ

- $d\Phi = \vec{E} \cdot \vec{n} \cdot dS = \vec{E} d\vec{S} = EdScos\alpha$



- $$\Phi = \int_S \vec{E} d\vec{S} = \int_S E \cos\alpha \, dS$$

ТЕОРЕМА ГАУССА



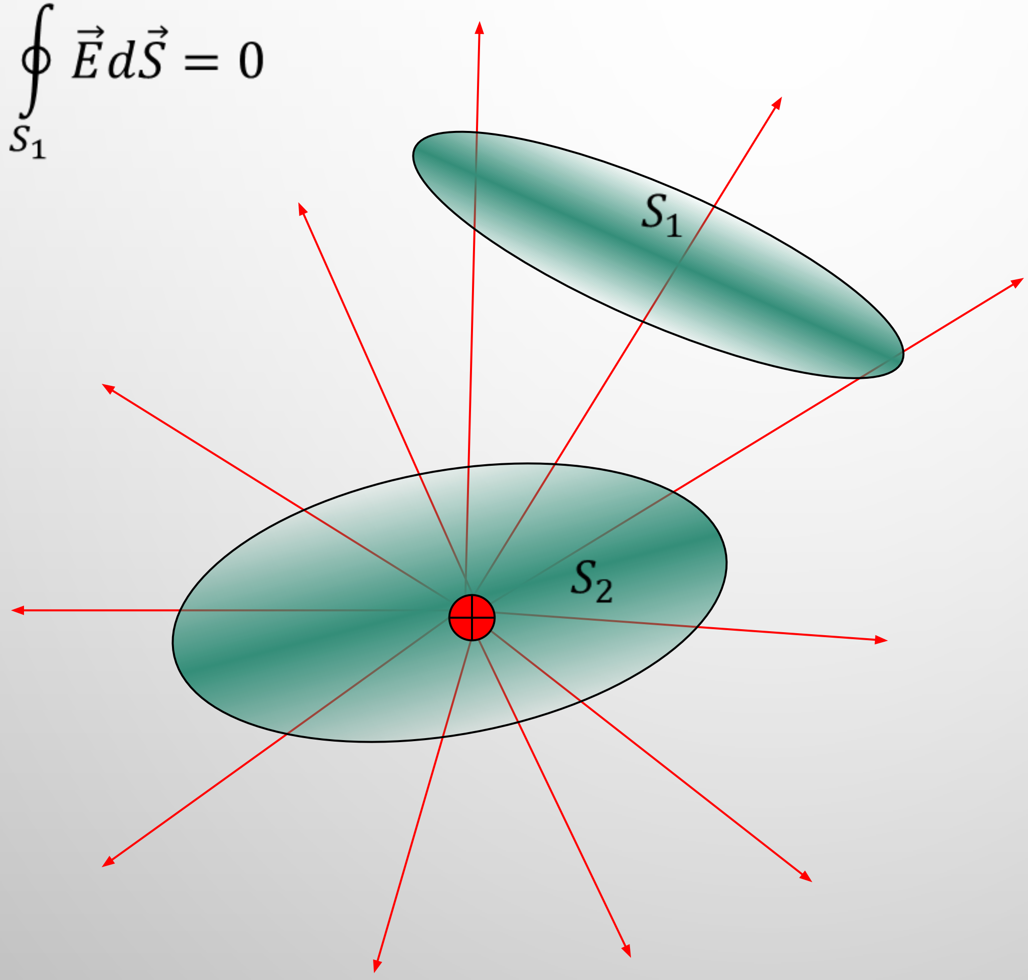
$$\Phi = \oint_S \vec{E}d\vec{S} = E \cdot S$$

- $S = 4\pi r^2$
- $$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$$
- $$\Phi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \cdot 4\pi r^2 = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

ТЕОРЕМА ГАУССА

- $\Phi_1 = \oint\limits_{S_1} \vec{E} d\vec{S} = 0$

- $\Phi_2 = \oint\limits_{S} \vec{E} d\vec{S} = \dfrac{q}{\varepsilon_0}$

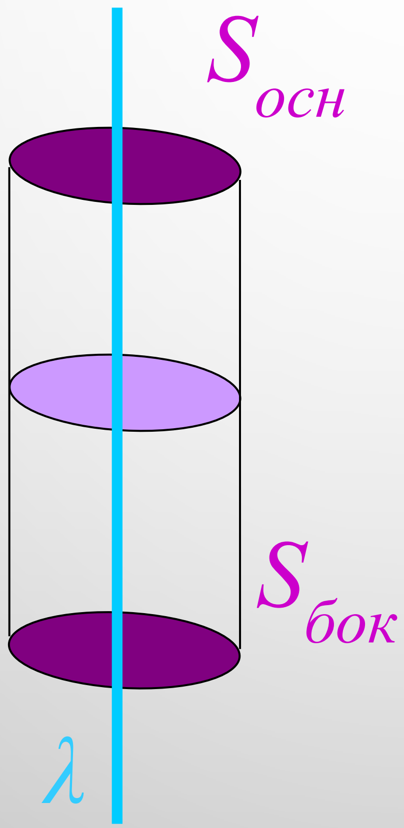


Поток вектора напряженности электрического поля через произвольную замкнутую поверхность равен алгебраической сумме зарядов, заключенных внутри этой поверхности (деленной на ε_0)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕМЫ ГАУССА ДЛЯ РАСЧЁТА ПОЛЯ РАВНОМЕРНО ЗАРЯЖЕННОЙ БЕСКОНЕЧНОЙ НИТИ

$$\Phi_E = 2ES_{\text{осн}} \cdot \cos(90^0) + ES_{\text{бок}} \cdot \cos(0^0) = ES_{\text{бок}} = E \cdot 2\pi r h = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

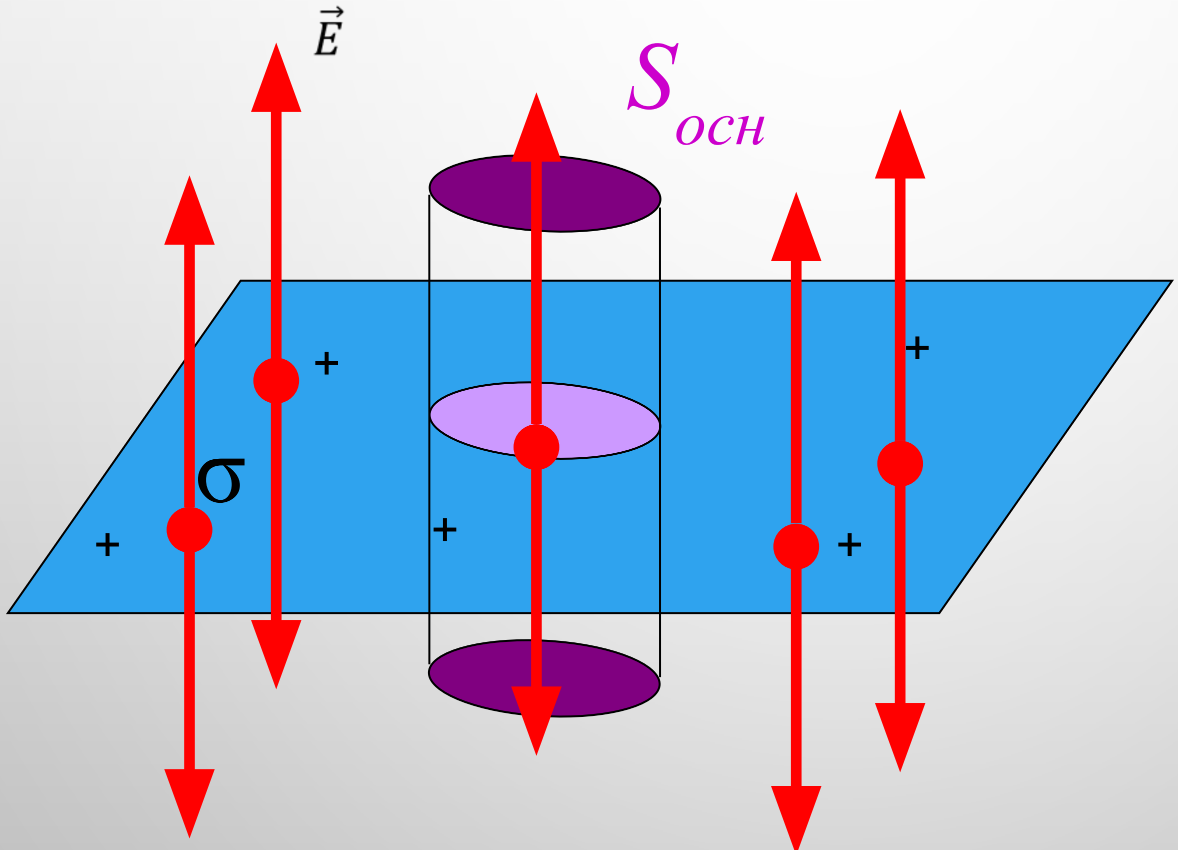
$\vec{E}$



- $E \cdot 2\pi r h = \dfrac{\lambda h}{\varepsilon_0}$
- $E = \dfrac{\lambda}{2\pi \varepsilon_0 r}$

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕМЫ ГАУССА ДЛЯ РАСЧЁТА ПОЛЯ РАВНОМЕРНО ЗАРЯЖЕННОЙ БЕСКОНЕЧНОЙ ПЛОСКОСТИ

$$\Phi_E = 2ES_{\text{осн}} \cdot \cos(0^0) + ES_{\text{бок}} \cdot \cos(90^0) = 2ES_{\text{осн}} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$



- $$2ES_{\text{ОСН}} = \frac{\sigma S_{\text{ОСН}}}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$