ЭЛЕКТРОСТАТИКА

основные теоремы
(в вакууме)

1. ТЕОРЕМА О ЦИРКУЛЯЦИИ ВЕКТОРА НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int_1^2 \vec{E} d\vec{l} \,.$$

Для обхода по замкнутому контуру $\varphi_1 = \varphi_2$ и мы получаем, что

$$\boxed{\oint_L \vec{E} \, \overrightarrow{dl} = 0}$$

теорема о циркуляции в интегральной форме

Циркуляция вектора напряженности электростатического поля равна нулю.

Это утверждение отражает потенциальность электростатического поля.

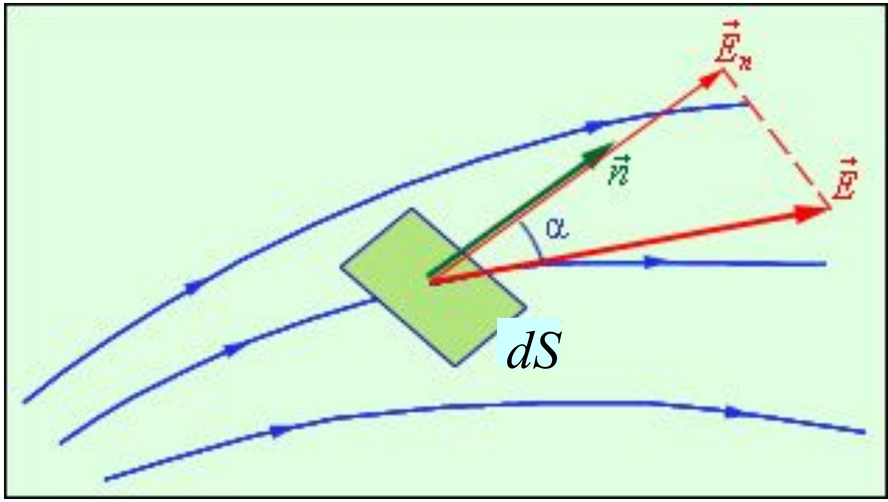
$$\boxed{rot\vec{E} = 0}$$

$$\boxed{\left[\nabla \times \vec{E}\right] = 0}$$

теорема о циркуляции в диф. форме

2. ПОТОК ВЕКТОРА НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ

Поток вектора напряженности поля через элементарную площадку dS определяется выражением



$$d\Phi = \vec{E}\,\overrightarrow{dS} = EdS\cos\alpha = E_n dS$$

где $\overrightarrow{dS} = \vec{n}\,dS$ - вектор элемента поверхности

Поток вектора через произвольную поверхность определяется выражением

$$\Phi_E = \int_S \vec{E}\,d\vec{S} = \int_S E_n dS = \int_S E\cos\alpha\, dS.$$

3. ТЕОРЕМА ГАУССА

$$\oint_S \vec{E}\,d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0}\sum q_i$$

Поток вектора напряженности электростатического поля сквозь *любую замкнутую* поверхность равен *алгебраической* сумме зарядов, находящихся *внутри* этой поверхности, деленной на ε_0.

Теорема Гаусса устанавливает фундаментальное свойство ЭП – наличие у него источников (и стоков) линий поля.

$$div\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

или

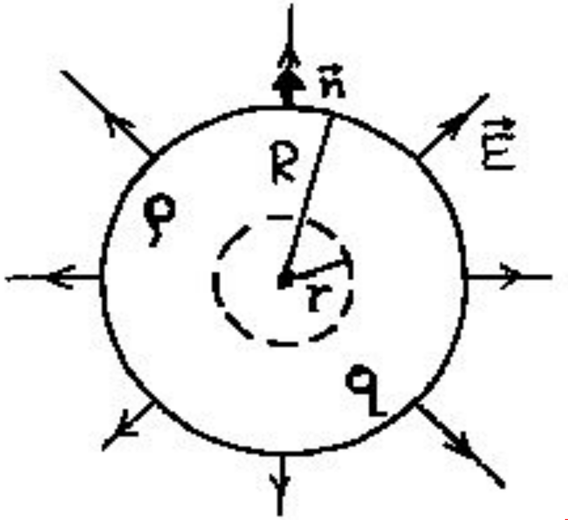
$$\nabla\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}.$$

4. УРАВНЕНИЕ ПУАССОНА

$$\boxed{\nabla^2\varphi = -\frac{\rho}{\varepsilon_0}.}$$

$$\nabla^2 \equiv \left(\frac{\partial}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial}{\partial z}\vec{k}\right)^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

5. ПОЛЕ ЗАРЯЖЕННОЙ СФЕРЫ



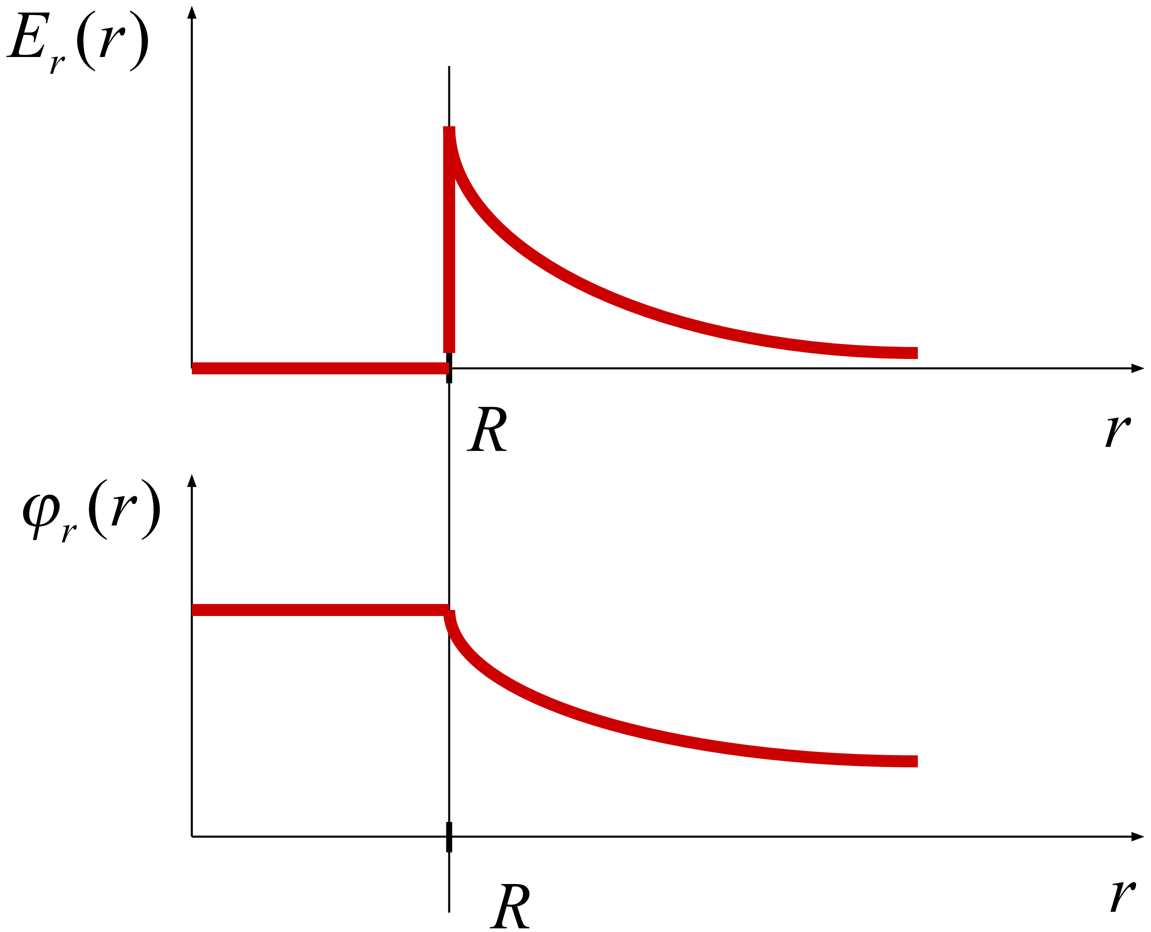
$$r < R \Rightarrow q(r) = 0 \Rightarrow \oint_S \vec{E}\,\overrightarrow{dS} = 0 \Rightarrow \oint_S E_r(r)dS = 0$$

$$\boxed{E_r(r) = 0.}$$

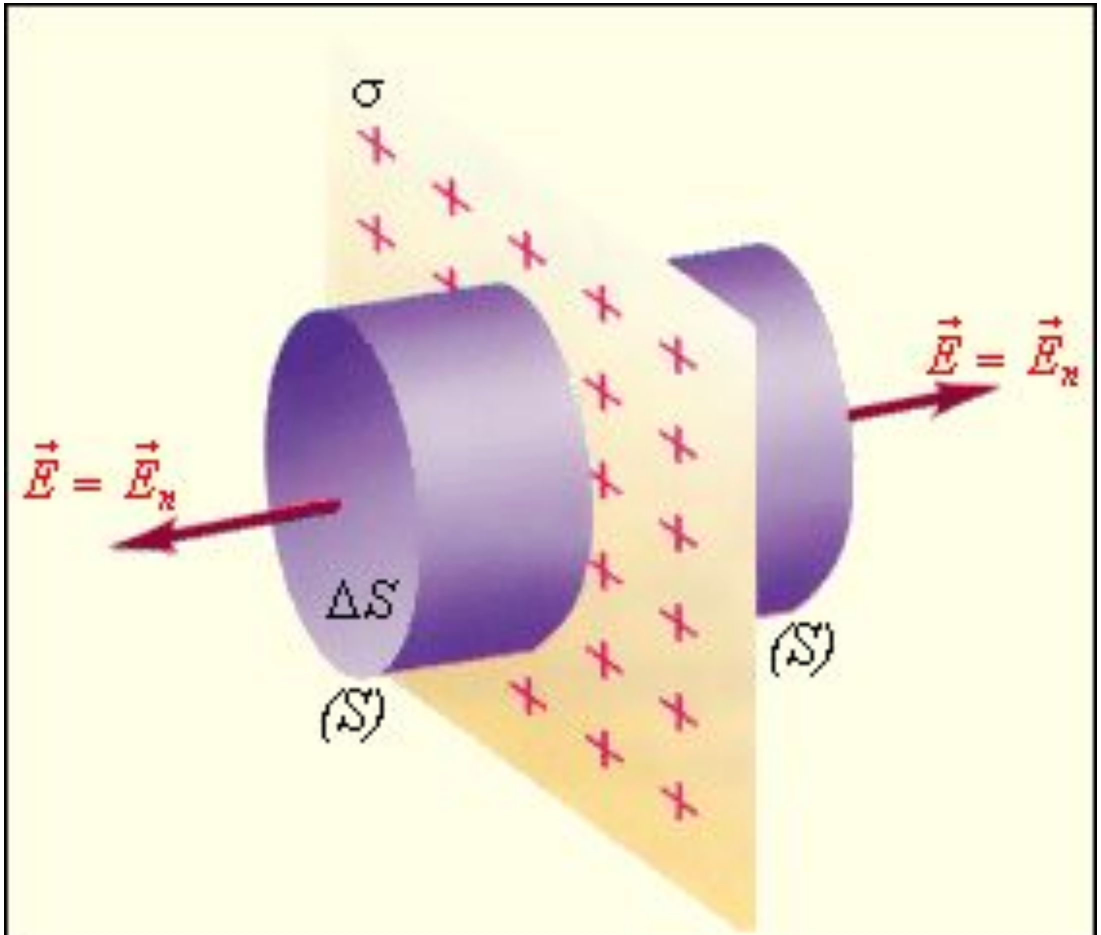
$$\varphi(r) - \varphi(R) = \int_r^R E_r(r)dr = 0 \Rightarrow \boxed{\varphi(r) = \varphi(R) = \varphi_0.}$$

$$r \geq R \Rightarrow \boxed{E_r(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_0}{r^2}.} \quad \boxed{\varphi(r) = \frac{kq_0}{r}.}$$

ГРАФИКИ ПОЛЯ ЗАРЯЖЕННОЙ СФЕРЫ



6. ПОЛЕ ЗАРЯЖЕННОЙ ПЛОСКОСТИ



$$\oint_S \vec{E}\,\overrightarrow{dS} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$\oint_S \vec{E}\,\overrightarrow{dS} = 2E_n\Delta S$$

$$q = \sigma\Delta S \Rightarrow$$

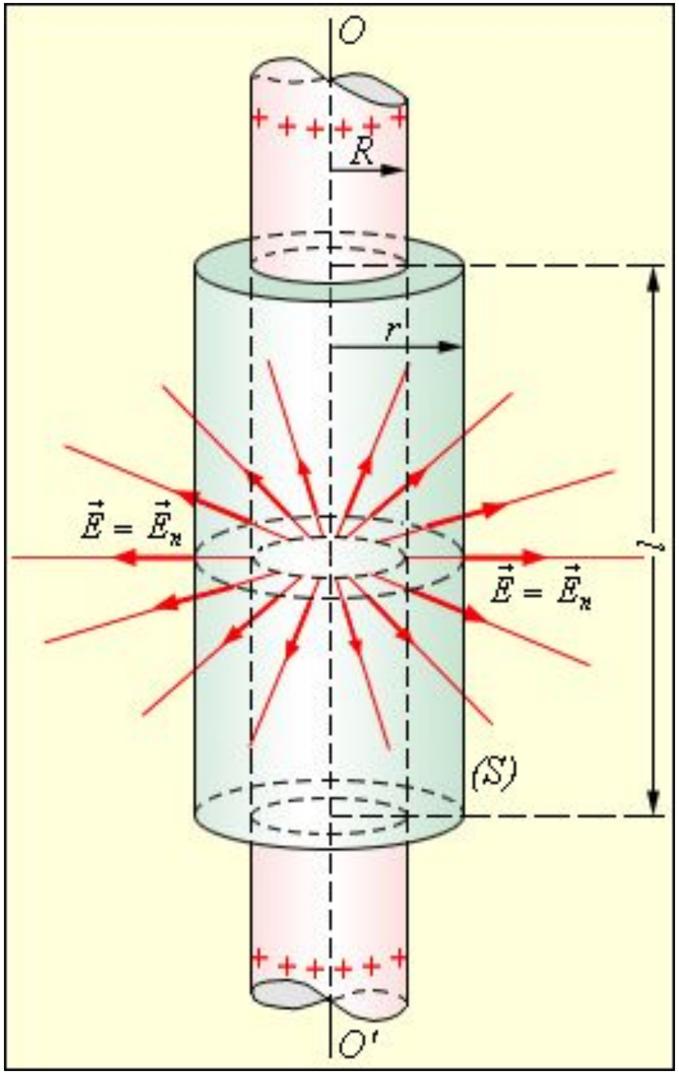
$$2E_n\Delta S = \frac{\sigma\Delta S}{\varepsilon_0} \Rightarrow$$

$$\boxed{E_n = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = 2\pi k\sigma.}$$

7. ПОЛЕ ЗАРЯЖЕННОЙ ПРЯМОЛИНЕЙНОЙ НИТИ

$$E_r(r) = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\frac{\tau}{r} = 2k\frac{\tau}{r} \qquad (r > 0).$$

$$\boxed{\varphi(r_1) - \varphi(r_2) = 2k\tau\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$$



8. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕМЫ ЭП В ВАКУУМЕ

	ТЕОРЕМА ГАУССА	ТЕОРЕМА О ЦИРКУЛЯЦИИ
ИФ	$\oint\limits_S \vec{E}\,d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0}\int\limits_V \rho\, dV$	$\oint\limits_L \vec{E}\,d\vec{l} = 0$
ДФ	$\nabla\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}.$	$\left[\nabla \times \vec{E}\right] = 0$