ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Поток вектора Е, теорема Остроградского-Гаусса

Поток вектора E

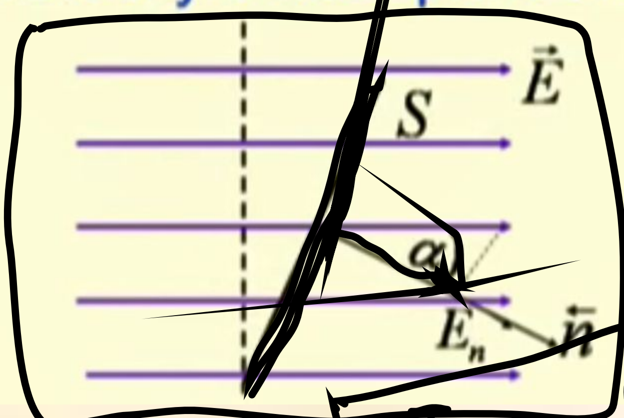
Условились, через плоскую поверхность площадью $1 м^2$, перпендикулярную $\vec{E}$, в однородном поле проводить количество линий, численно равное E.

Определение Φ_E

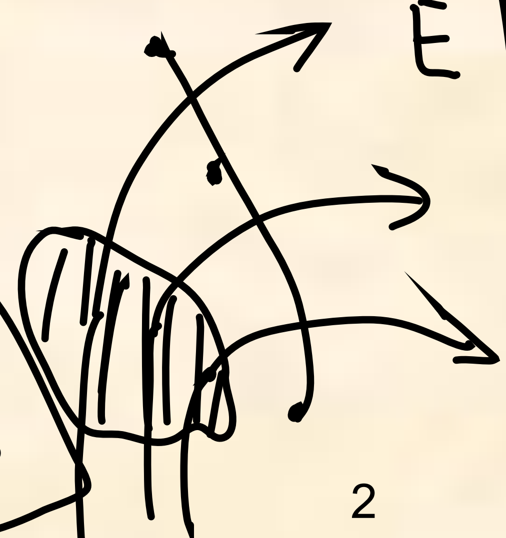
Поток вектора напряжённости электростатического поля – это количество линий вектора $\vec{E}$, пересекающих данную поверхность.

$$\boxed{\Phi_E = ES\cos\alpha,} \qquad \Phi_E = E_n S$$

Поток через произвольную плоскую поверхность



$$\Phi_E = \int_S \vec{E_s}\, d\vec{S}$$



*) $d\vec{S} = S\cdot\vec{n}$

$$\boxed{d\Phi_E = \vec{E}\, d\vec{S}}$$

"фи"

Поток вектора $\vec{D}$

для однородного поля через плоскость

$$\Phi_D = DS\cos\alpha = D_n S.$$

Для неоднородного поля через произвольную поверхность

$$\boxed{\Phi_D = \int_{(S)} D_n dS.}$$

$$\Phi_E = \int_{(s)} E_n dS$$

$$d\Phi_D = \vec{D}\cdot d\vec{S} = D\cdot dS\cdot\cos\alpha = D_n dS$$

Поток вектора $\vec{E}$ через произвольную поверхность

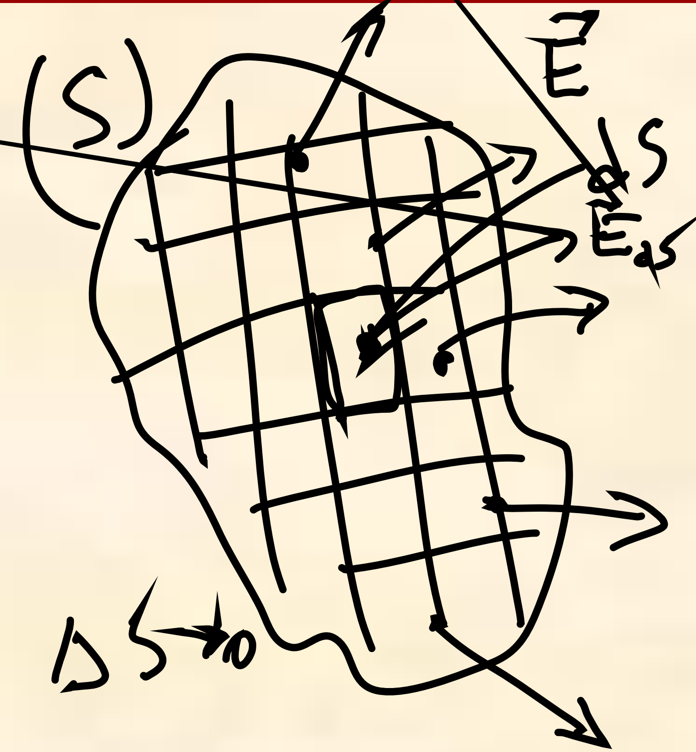
Поверхность делится на элементарные плоские участки dS

Элементарный поток

$$d\Phi_E = E_n dS.$$

Полный поток

$$\boxed{\Phi_E = \int_{(S)} E_n dS.}$$

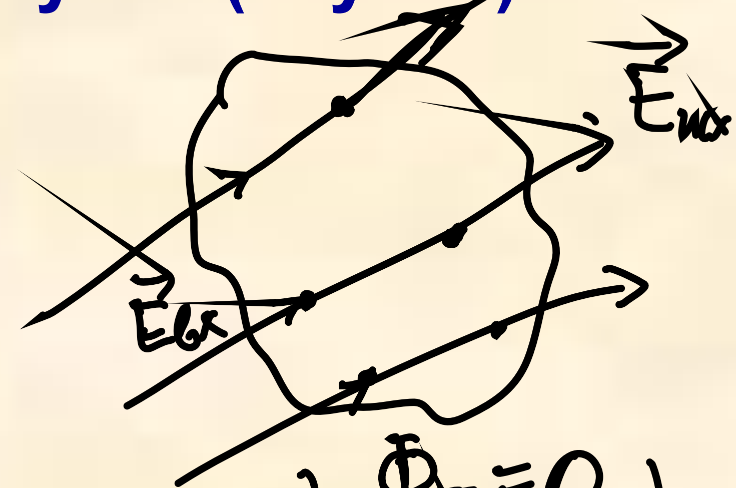


1.5 Теорема Остроградского-Гаусса (Гаусса).

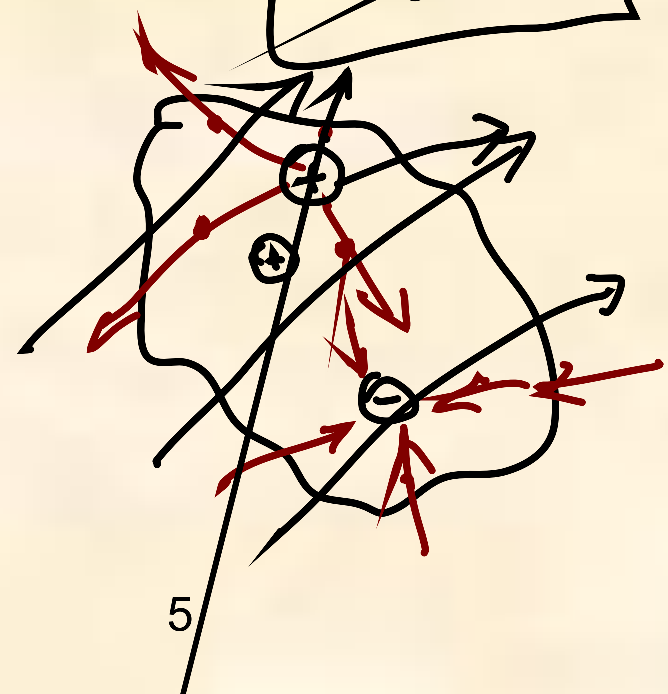
Теорема Гаусса

"замкнутая";

$$\boxed{\Phi_E} = \oint_S E_n dS = \frac{\sum_{i=1}^{m} q_i}{\varepsilon\varepsilon_0}.$$



$$\boxed{\Phi_E = 0}$$



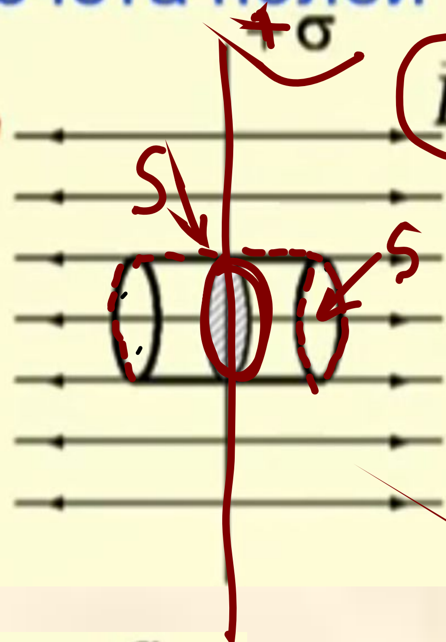
Для вектора $\vec{D}$

$$\boxed{\Phi_D = \oint_S D_n dS = \sum_{i=1}^{m} q_i.}$$

$$\boxed{\vec{D} = \varepsilon\varepsilon_0 \vec{E}}$$

Применение теоремы Гаусса для расчёта полей

Электростатическое поле бесконечной заряженной плоскости.



Произвольная замкнутая поверхность – цилиндр.

Поток через боковую поверхность равен нулю.

Поток через основания

$$\Phi_E = 2\int_{(S_{осн})} E_n dS = 2ES.$$

$$\boxed{\Phi_E = \frac{q}{\varepsilon_0}}, \quad 2ES = \frac{q}{\varepsilon_0},$$

$q = \sigma S.$

$\vec{E}$=const.

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

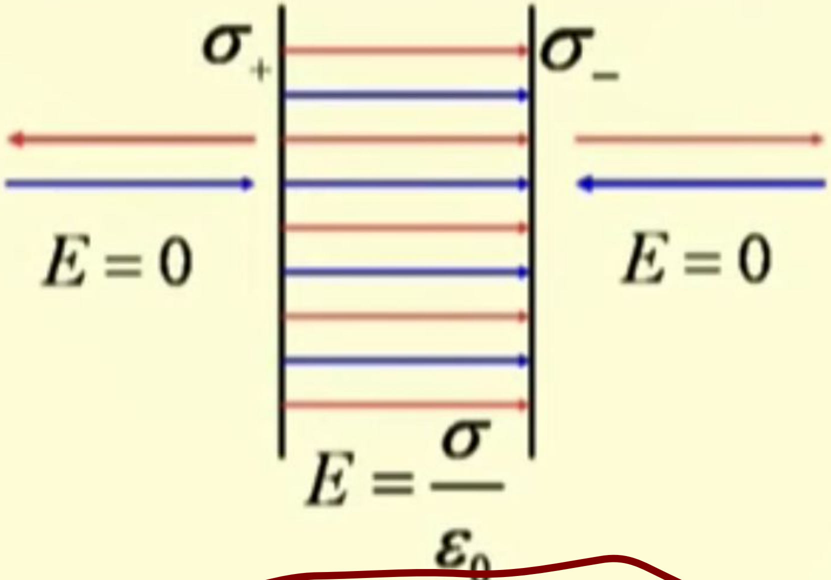
Поле однородно.

$q = S \cdot \sigma$

$\Phi = \frac{S \cdot \sigma}{\varepsilon_0} = 2E \cdot S$

$\boxed{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$ (V)

Электростатическое поле двух заряженных плоскостей.



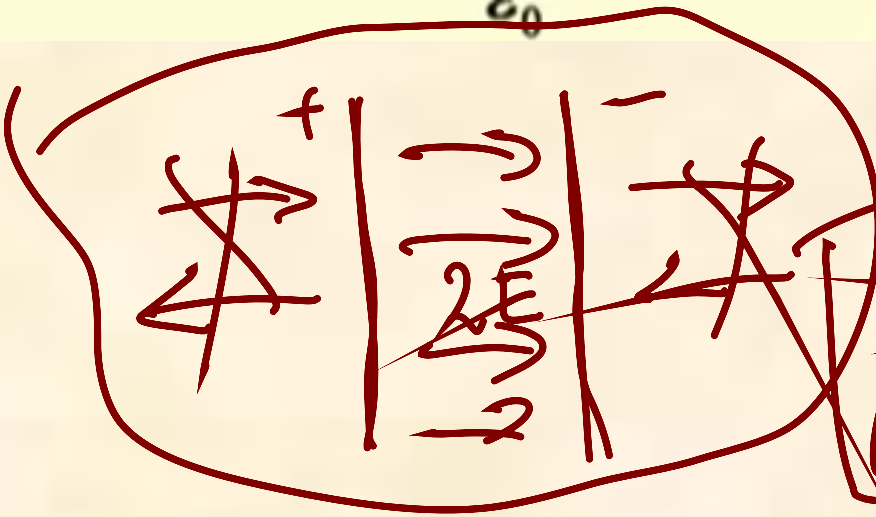
$$\Phi_E = \frac{q}{\varepsilon_0}, \quad 2ES = \frac{q}{\varepsilon_0},$$

$$q = \sigma S.$$

$$\vec{E} = \text{const.}$$

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

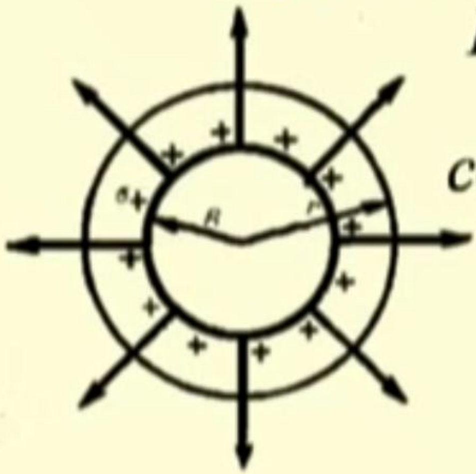
Поле однородно.



$E_{пл} = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon\varepsilon_0}$

$E_{кон} = 2 \cdot E_{пл} = \dfrac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}$

Электростатическое поле заряженной сферы



Произвольная поверхность – сфера радиуса r.

При $r < R$

$q = 0,\ E = 0.$

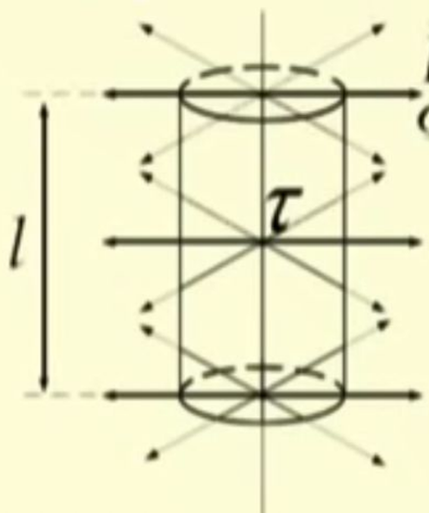
При $r \geq R$

$$\Phi_E = \oint_S E_n dS = ES = \frac{q}{\varepsilon_0},$$

$$S = 4\pi r^2,\ \boxed{E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}},$$

где q - заряд сферы.

Электростатическое поле заряженного цилиндра (нити)



$$\Phi_B = \oint_s E_n dS = ES = \frac{q}{\varepsilon_0},$$

$$S = 2\pi r l,\ q = \tau l,$$

тогда $\boxed{E = \dfrac{\tau}{2\pi\varepsilon_0 r}}$