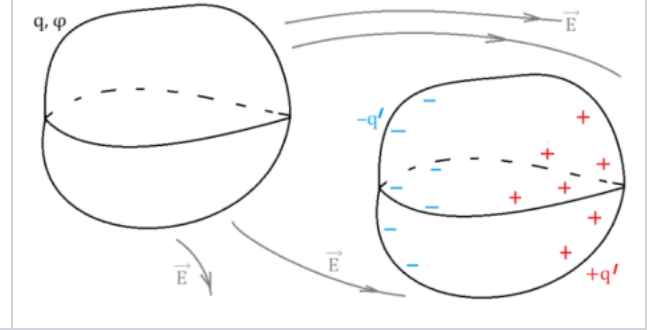


# 17. Электрическая емкость систем проводников. Конденсаторы.

Рассмотрим 2 проводника вблизи друг от друга.

$q > 0$ , тогда вблизи 1 тела будут индуцироваться  $q' < 0$ , т. е.  $\varphi_1$  теперь уменьшается  
 $\varphi_T = \varphi_q + \varphi_{q'} = \varphi_q - \varphi_{q'} \rightarrow -q'$   
 $\Rightarrow \varphi_1$  уменьшится  $\Rightarrow C$  увеличится



Такая разность потенциалов называется  $U$  - напряжением  $\varphi_2 - \varphi_1 = U$ , тогда взаимной ёмкостью системы проводников принимает вид:  $C = \frac{q}{U}$  (доказано экспериментально)

Системы проводников, на э.п. которых внешние тела практически не оказывают влияние называется конденсатор. Это возможно если расстояния между ними много меньше их размеров.

Рассмотрим: плоский конденсатор

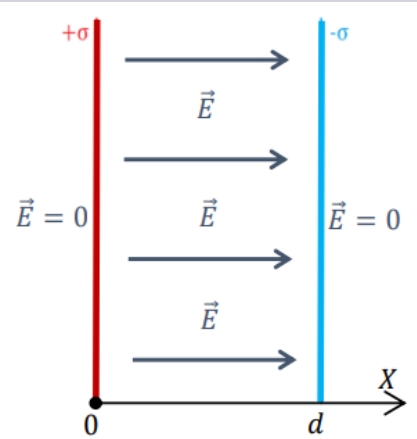
Известно:  $\vec{E}$

$$E = \begin{cases} \frac{\sigma}{\varepsilon} & \text{- между} \\ 0 & \text{- вне} \end{cases} = \frac{q}{\varepsilon_0 S}$$

$$U = \varphi_2 - \varphi_1 = \varphi_2(\vec{r}_2) - \varphi_1(\vec{r}_1) = \int_{r_1}^{r_2} \vec{E} d\vec{r} = \int_0^d \vec{E} d\vec{r}$$

$$= \int_0^d E dx = E \int_0^d dx = Ed$$

$$C = \frac{q}{U} = \frac{\varepsilon_0 q S}{qd} = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$$



## Емкость цилиндрического конденсатора

$r_+$  - радиус меньшего(+q)

$r_-$  - радиус большего(-q)

$d = r_- - r_+ \ll l$

По Th.Гаусса:

1) S - цилиндр, r - радиус, l - длина  $r_+ < r < r_-; l \ll L$

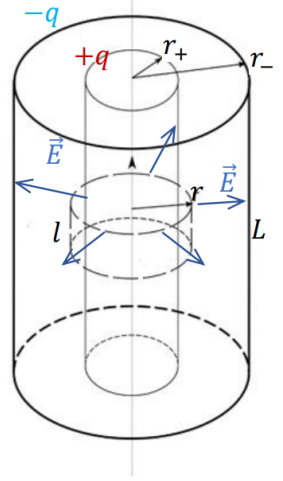
$$2) \oint \vec{E} d\vec{S} = \int \vec{E} d\vec{S}_6 + \int \vec{E} d\vec{S}_{T_1} + \int \vec{E} d\vec{S}_{T_2} = \int E dS_6 = E 2\pi r l$$

$$3) q^{\text{вн}} = +rS = \frac{q}{2\pi r_+ l} 2\pi r_+ l = q \frac{l}{L}$$

$$4) E 2\pi r l = \frac{q}{\epsilon_0} \frac{l}{L}; E = \frac{q}{2\pi \epsilon_0 L r}; U = \varphi_2(\vec{r}_2) - \varphi(\vec{r}_1) = \int_{r_+}^{r_-} \vec{E} d\vec{r} = \int_{r_+}^{r_-} E dr =$$

$$= \int_{r_+}^{r_-} \frac{q}{2\pi \epsilon_0 L r} dr = \frac{q}{2\pi \epsilon_0 L} \int_{r_+}^{r_-} \frac{dr}{r} = \frac{q}{2\pi \epsilon_0 L} (\ln \|r_-\| - \ln \|r_+\|) = \frac{q}{2\pi \epsilon_0 L} \ln \frac{r_-}{r_+}$$

$$C = \frac{q}{U} = \frac{q 2\pi \epsilon_0 L}{q \ln \frac{r_-}{r_+}} = \frac{2\pi \epsilon_0 L}{\ln \frac{r_-}{r_+}}$$



## Емкость сферического конденсатора

$r_+$  - радиус +q сферы  
 $r_-$  - радиус -q сферы  $\Rightarrow d = r_- - r_+$

По Th.Гаусса:

1) S - сфера, r - радиус, l - длина  $r_+ < r < r_-$

$$2) \oint \vec{E} d\vec{S} = E S_{\text{сф}} = E 4\pi r^2$$

3)  $q^{\text{вн}} = +q$  - весь внутри

$$4) E 4\pi r^2 = \frac{q}{\epsilon_0}; E = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 r^2} = \frac{kq}{r^2}$$

$$U = \varphi_2(\vec{r}_-) - \varphi(\vec{r}_+) = \int_{r_+}^{r_-} \vec{E} d\vec{r} = \int_{r_+}^{r_-} \frac{kq}{r^2} dr = kq \left( -\frac{1}{r} \Big|_{r_+}^{r_-} \right)$$

$$= kq \left( \frac{1}{r_+} - \frac{1}{r_-} \right) = kq \left( \frac{r_- - r_+}{r_+ \cdot r_-} \right)$$

$$C = \frac{q}{U} = \frac{q r_+ \cdot r_-}{kq(r_- - r_+)} = \frac{4\pi \epsilon_0 r_+ r_-}{r_- - r_+}$$

