16. Электрическая емкость уединённого проводника

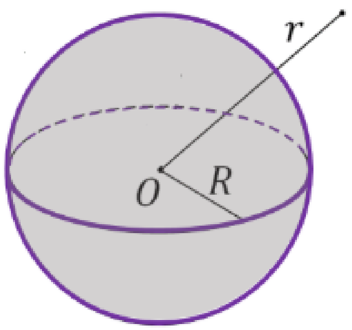
уединённый проводник - проводник, удалённый от других проводников, тел и зарядов

φ~q - такую связь между зарядом и потенциалом можно объяснить уравнением Пуассона: $\Delta\varphi = -\frac{\rho}{\varepsilon_0}$, т.е. между потенциалом электрического поля и плотностью заряда существует пропорциональность: $\varphi \sim \rho$. Учитывая, что и $\rho \sim q$ => $\varphi \sim q$ => q/φ не зависит от q => $\boxed{C = \frac{q}{\varphi}}$ - электроёмкость уединённого проводника

Коэффициент C зависит только от размеров и форм проводника (а также от диэлектрической проницаемости окружающего диэлектрика ε и его распределения в пространстве)

$$[C] = \frac{[q]}{[\varphi]} = \frac{\text{Кл}}{\text{В}} = \Phi.$$

Пример: рассчитаем ёмкость уединённого проводника, имеющего форму шара радиуса R:



$$\vec{E} = \frac{kq}{r^2}\frac{\vec{r}}{r}, \qquad r \geq R.$$

В качестве начала отсчёта $r_0 = \infty, \ \varphi(\infty) = 0$:

$$\varphi(R)=\int\limits_{\vec{r}}^{\vec{r}_O}\vec{E}\cdot d\vec{r}=\int\limits_{\vec{r}}^{\infty}k\frac{q}{r^2}\frac{\vec{r}}{r}\cdot d\vec{r}=\cdots=kq\int\limits_{R}^{\infty}\frac{dr}{r^2}=-k\cdot\frac{q}{r}\Big|_R^{\infty}=0-\left(-k\cdot\frac{q}{R}\right)=k\cdot\frac{q}{R}.$$

Поле внутри этого шара равно нулю $E(r)=0,\ \ 0\leq r<R,$ как у равномерно заряженной сферы, т.к. поле внутри проводников всегда равно нулю (см. §9).

Подставим, полученное значение в выражение для электроёмкости:

$$C=\frac{q}{\varphi(R)}=\frac{qR}{k\cdot q}=\frac{R}{k},\ \text{ где } k=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0};$$

$$C=4\pi\varepsilon_0 R$$

− электроёмкость уединённого проводящего шара.