

Электроемкость. Ёмкость конденсатора. Ёмкость проводника. Плоский конденсатор. Сферический конденсатор. Соединения конденсаторов.

Рассмотрим две *довольно больших* (чтобы поле можно было считать однородным) металлических пластины на расстоянии d .

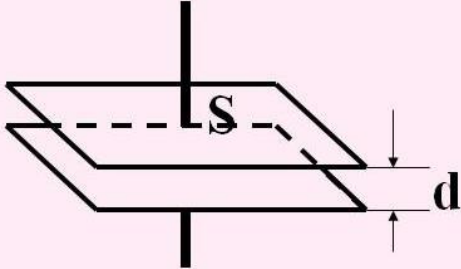
Допустим, они обе заряжены, заряд на обеих одинаковый по модулю и противоположный по знаку.

Тогда заметим, что электрические поля компенсируются снаружи, но складываются внутри. Тогда между пластинами образуется разность потенциалов

$$\Delta\varphi = d \cdot E = d \cdot \frac{q}{2S\epsilon\epsilon_0}$$

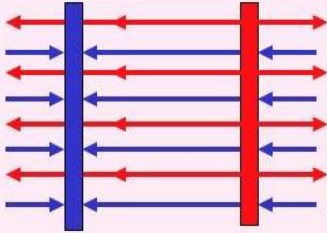
Заметим, что пластины умеют накапливать заряд, причём в этом случае напряжение зависит от заряда линейно для заданного конденсатора, то есть имеет смысл ввести его параметр, называемый ёмкостью (линейность законов Максвелла, опыт и теоретические вычисления показывают, что для других проводников это тоже верно):

$$\frac{q}{U} = c = \text{const}_{\text{this condensator}} = \epsilon\epsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$$



Ёмкость плоского конденсатора.

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$$



$$\left. \begin{aligned} \vec{E} &= \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots \\ E &= E_1 + E_2 \\ E &= \frac{q}{2S\epsilon_0} \end{aligned} \right\}$$

$$E_{\text{итог}} = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon S}$$

$$C = \frac{q}{U} \quad U = E \cdot d$$

Рассмотрим просто проводник, например, шар радиуса R .

По закону Максвелла интеграл поля по сфере радиуса, равного радиусу шара, равен $\frac{q}{\varepsilon_0}$, то есть сама напряжённость равна

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$$

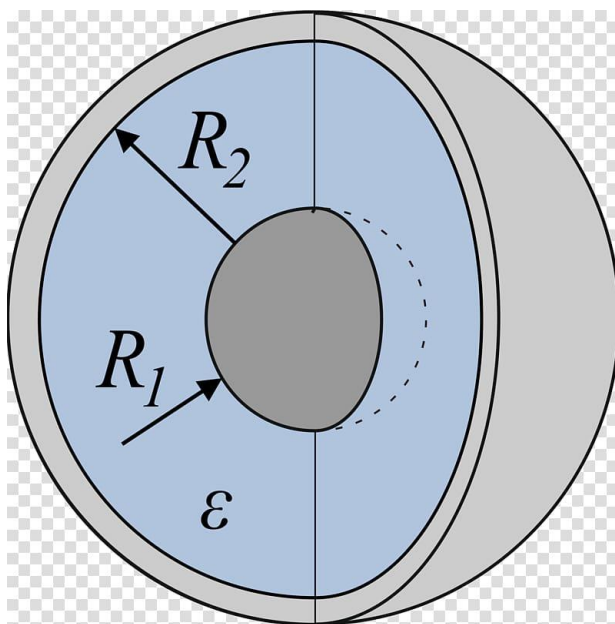
(это следует из симметрии шара)

$$\varphi = - \int_{\infty}^r E dr = + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$$

То есть опять потенциал линейно зависит от заряда, опять получаем ёмкость

$$c = 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \cdot r$$

Рассмотрим также сферический конденсатор (и даже не обязательно в вакууме).



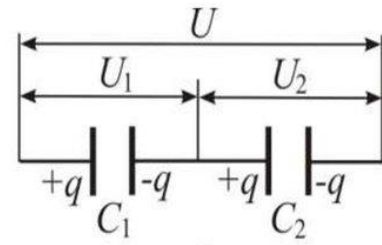
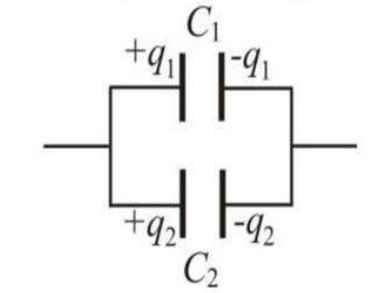
Разность потенциалов на его обкладках (рассматриваем поле от внутренней сферы) =

$$\int_R^{R+\Delta R} \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r} dr = \frac{Q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+\Delta R} \right)$$
$$\Rightarrow c = 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \cdot \frac{R \cdot (R+\Delta R)}{\Delta R} \approx 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \cdot \frac{R^2}{\Delta R}$$

Соединения конденсаторов

СОЕДИНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ В БАТАРЕИ

а) последовательное соединение:

$$\left. \begin{array}{l} q = q_1 = q_2 \\ U = U_1 + U_2 \end{array} \right\} \rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad a$$

$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i} \quad б$$


б) параллельное соединение:

$$\left. \begin{array}{l} q = q_1 + q_2 \\ U = U_1 = U_2 \end{array} \right\} \rightarrow C = C_1 + C_2$$
$$C = \sum_{i=1}^n C_i$$

1) Последовательное

Заряд общий, (так как это равно то, что через них протекло), а суммарное напряжение равно сумме всех напряжений.

$$U = \sum U_i = \sum \frac{q}{C_i} = q \cdot \sum \frac{1}{C_i} \Rightarrow C = \frac{1}{\sum \frac{1}{C_i}}$$

2) Параллельное

Напряжение общее, а заряды у всех соответствуют этому напряжению из ёмкости каждого, а суммарный заряд равен сумме зарядов.

$$Q = \sum q_i = \sum U \cdot C_i = U \cdot \sum C_i \Rightarrow C = \sum C_i$$