

ЭНЕРГИЯ КОНДЕНСАТОРА

Определение

Потенциальная энергия взаимодействия зарядов пластин конденсатора называется энергией конденсатора.

Определим энергию конденсатора, обладающего зарядом q , и заряженного до разности потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2 = U$. Для этого представим заряды обеих пластин как сумму малых зарядов. Пусть dq_1 — один из малых зарядов первой пластины. Согласно определению потенциала, он обладает энергией

$$dW_1 = \varphi_1 dq_1.$$

Аналогично, малый заряд второй пластины обладает энергией

$$dW_2 = \varphi_2 dq_2.$$

Просуммируем:

$$W_1 = \int_{\text{поверхность пластины 1}} dW_1 = \varphi_1 \int dq_1 = \varphi_1 q.$$

Аналогично

$$W_2 = \int_{\text{поверхность пластины 2}} dW_2 = \varphi_2 \int dq_2 = -\varphi_2 q$$

Тогда

$$W_1 + W_2 = (\varphi_1 - \varphi_2)q = qU.$$

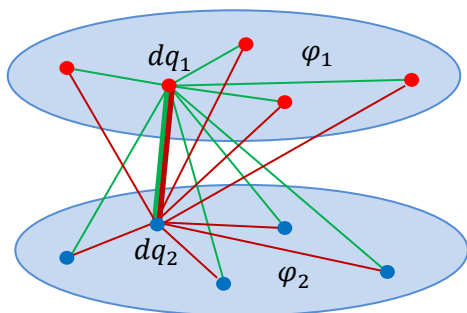


Рис. 1

Очень хочется сказать, что это и есть искомая энергия. Но присмотримся внимательней к рисунку 1. Там изображены некоторые из малых зарядов пластин. Заряд dq_1 взаимодействует со всеми зарядами, с которым соединен зелеными отрезками. Аналогично заряд dq_2 взаимодействует со всеми зарядами, с которым соединен бордовыми отрезками. И мы видим, что энергия взаимодействия зарядов dq_1 и dq_2 оказалась посчитанной дважды. Очевидно, так будет для любой пары малых зарядов, не зависимо от того, принадлежат они одной или разным пластинам. Стало быть, полученный результат надо уполовинить. Тогда энергия конденсатора окончательно

равна

$$W = \frac{qU}{2}.$$

Используя определение емкости, легко получить также две другие формулы для энергии конденсатора

$$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}.$$