

лектроємність відокремленого провідника. Ємність кулі. Конденсатор. Ємність конденсатора. Ємність плоского і циліндричного конденсатора. Ємність системи, що складається з послідовно та паралельно з'єднаних конденсаторів. Енергія зарядженого конденсатора

Практичне заняття № 12



**Сумський
державний
університет**



Повторення теоретичних відомостей



Відскануйте QR-код
за допомогою смартфона

або
перейдіть за посиланням:
<https://vseosvita.ua/test/start/nzs532>

Короткі теоретичні відомості

Ємність плоского конденсатора

$$C = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S / d . \quad (3 \text{ а})$$

Енергія взаємодії системи точкових зарядів

$$W = \frac{1}{2} \sum_i q_i \cdot \varphi_i . \quad (3 \text{ б})$$

Повна енергія системи з неперервним розподілом електричного заряду

$$W = \frac{1}{2} \int \varphi \cdot \rho \cdot dV . \quad (3 \text{ в})$$

Короткі теоретичні відомості

Енергія зарядженого конденсатора

$$W = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}. \quad (3 \text{ Г})$$

Об'ємна густина енергії електричного поля

$$w = \frac{\vec{E} \cdot \vec{D}}{2} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot E^2}{2}. \quad (3 \text{ Г})$$

Короткі теоретичні відомості

При паралельному з'єднанні конденсаторів електроємність цієї батареї визначається з виразу: $C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$.

При послідовному з'єднанні конденсаторів електроємність цієї батареї визначається з виразу: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$.

Приклад 2. Два плоских конденсатора з ємностями C_1 і C_2 з'єднали послідовно і подали напругу U_0 . Потім їх від'єднали від джерела струму. Якою буде різниця потенціалів між пластинами конденсаторів, якщо їх з'єднати паралельно? Розв'язати задачу за умови, що спочатку конденсатори з'єднували з джерелом кожний окремо, а потім з'єднували однойменно зарядженими пластинами; різнойменно зарядженими пластинами.

У задачі розглядаються різні з'єднання конденсаторів. Тому, під час її розв'язування необхідно враховувати закономірності таких з'єднань.

Якщо обкладки одного конденсатора з'єднуються з обкладками другого конденсатора і між ними немає розгалуження, то з'єднання конденсаторів є послідовним.

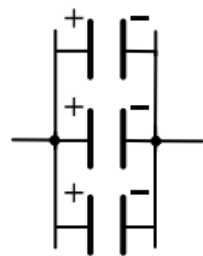
Якщо до джерела з напругою U_0 приєднати батарею послідовно з'єднаних конденсаторів, то $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$, де $U_1, U_2 \dots$ – напруга на окремих конденсаторах.

У даному випадку заряди окремих конденсаторів дорівнюють заряду всієї батареї: $q_1 = q_2 = \dots = q_n$.

Ємність такої батареї конденсаторів обчислюється за формулою:

$$C_0 = \frac{q_0}{U_0}, \quad \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}.$$

За умови, що $C_1 = C_2 = \dots = C_n = C$, ємність батареї дорівнюватиме: $C_n = \frac{C}{n}$.



При паралельному з'єднанні (з'єднанні однойменно заряджені обкладки) конденсаторів напруга на батареї:

$U_0 = U_1 = U_2 = \dots = U_n$, де $U_1, U_2 \dots$ – напруга на окремих конденсаторах.

Ємність такої батареї конденсаторів C_0 дорівнює:

$$C_0 = \frac{q_0}{U_0}, \quad C_0 = C_1 + C_2 + \dots + C_n.$$

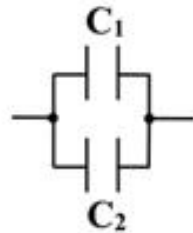
Якщо $C_1 = C_2 = \dots = C_n = C$, то $C_0 = C \cdot n$.

Розглянемо ситуації даної задачі.

1. Напряга на кожному конденсаторі після від'єднання джерела відповідно дорівнює U_1 і U_2 . При цьому $U_1 + U_2 = U_0$. Заряд конденсаторів $q_1 = C_1 U_1$ і $q_2 = C_2 U_2$. Але $q_0 = q_1 = q_2 = \dots = q_n$, де q_0 – заряд батареї.

$$q_0 = C_0 U_0, \quad C_0 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \text{ – ємність батареї.}$$

$$\text{Отже, } q_1 = q_2 = q_0 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \cdot U_0.$$

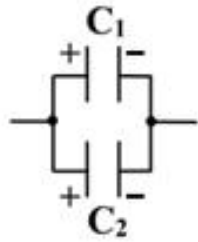


Ці заряджені конденсатори з'єднані паралельно.

За законом збереження заряду заряд такої батареї $q = 2q_1$, а її ємність $C = C_1 + C_2$. Тому напруга на батареї і на кожному конденсаторі:

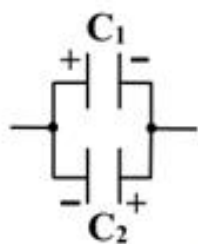
$$U = \frac{q}{C} = \frac{2q_1}{C} = \frac{2C_1 C_2}{C_1 + C_2} \cdot U_0.$$

2. Якщо кожен конденсатор окремо з'єднаємо з джерелом, то напруга на конденсаторах буде однаковою і дорівнюватиме U_0 , а їх заряди відповідно: $q_1 = C_1 U_0$ і $q_2 = C_2 U_0$.



а). З'єднавши однойменно заряджені пластини, отримуємо паралельне з'єднання конденсаторів, адже напруга на них однакова і дорівнює U_0 .

б). Після з'єднання пластин, що мають заряди протилежних знаків, спостерігається таке: відбувається перерозподіл зарядів, доки на з'єднаних пластинках не залишаться відповідні однойменні заряди.



Якщо заряд конденсатора C_1 більший, ніж заряд конденсатора C_2 , то на кожному конденсаторі пластини матимуть заряди такого самого знаку, що й на приєднаних до них пластинках верхнього конденсатора і навпаки. Отже, у будь-якому випадку приходимо до паралельно з'єднаних конденсаторів.

Сумарний заряд, який залишається на конденсаторі з одного боку $q = C_1 U_0 - C_2 U_0 = U_0 (C_1 - C_2)$.

$$\text{Отже, } U_0 (C_1 - C_2) = U_1 (C_1 + C_2), \quad U_1 = \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} \cdot U_0.$$

700/15

7.2. 10

1. Між обкладками плоского конденсатора паралельно їм розміщена металева пластинка, товщина якої становить $\eta = 0,60$ відстані між обкладками. Ємність конденсатора за умови відсутності пластинки $C = 20$ пФ. Конденсатор приєднаний до джерела постійної напруги $U = 100$ В. Пластинку повільно вийняли з конденсатора. Знайти: а) збільшення енергії конденсатора; б) механічну роботу, яку витратили на виймання пластинки.

Задача для самостійного розв'язання

- Плоский повітряний конденсатор з відстанню між обкладками $d = 3$ см і площею кожної з обкладок $S = 60$ см² під'єднали до джерела постійної напруги $U = 2$ кВ. Паралельно до пластин конденсатора вводиться металева пластина товщиною $d_0 = 1$ см. Знайти: 1) яку енергію витрачає джерело під час унесення пластини? 2) на скільки змінюється при цьому енергія конденсатора?