

## Тема 16. Електроємність. Конденсатори. Послідовне та паралельне з'єднання конденсаторів.

**Електроємність** характеризує здатність провідників або системи з кількох провідників накопичувати електричний заряд, а отже, й електроенергію.

Провідник називається **відокремленим**, якщо він розташований на віддалі від інших заряджених і незаряджених тіл так, що вони не здійснюють на цей провідник жодного впливу.

**Електроємність відокремленого провідника**  $C$  – це скалярна фізична величина, яка характеризує здатність провідника накопичувати заряд і дорівнює відношенню значення  $q$  електричного заряду відокремленого провідника до його потенціалу  $\varphi$ :

$$C = \frac{q}{\varphi}.$$

*Одиниця електроємності в СІ – фарад (Ф).* 1 Ф – це електроємність такого провідника, потенціал якого змінюється на 1 В, коли йому передають заряд 1 Кл: 1 Ф = 1 Кл/В.

1 Ф – дуже велика одиниця ємності, тому на практиці використовують мікрофаради – 1 мкФ =  $10^{-6}$  Ф, нанофаради – 1 нФ =  $10^{-9}$  Ф, пікофаради – 1 пкФ =  $10^{-12}$  Ф.

Ємність системи заряджених тіл залежить від їх форми, взаємного розташування та від середовища, в якому вони знаходяться.

Якщо два тіла мають однакові за величиною та протилежні за знаком заряди, то ємність визначають як відношення модуля заряду одного з них до напруги між тілами:

$$C = \frac{q}{U}.$$

Дві паралельні металеві поверхні, які мають однакові за величиною та протилежні за знаком заряди, відстань між якими набагато менша за їх розміри, утворюють систему, яку називають **електричним конденсатором**. Це найпростіший конденсатор – **плоский**, який складається з двох паралельних площин.

**Ємність плоского конденсатора**, простір між пластинами (обкладинками) якого заповнений діелектриком з проникністю  $\epsilon$ , дорівнює:

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

де  $S$  – площа однієї з пластин конденсатора,  $d$  – відстань між пластинами.

Одиниця електроємності конденсатора в СІ збігається з одиницею електроємності відокремленого провідника – **фарад**.

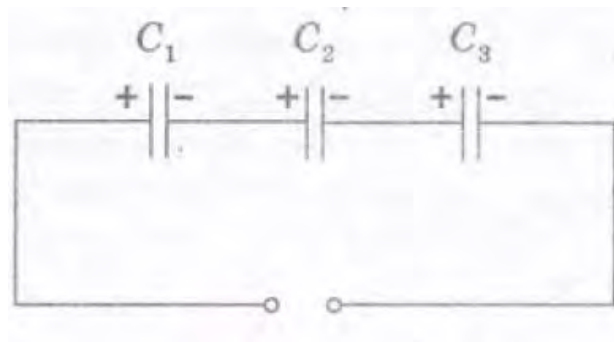
**Конденсатори з'єднують у батареї конденсаторів послідовно і паралельно.**

При **послідовному з'єднанні**  $N$  конденсаторів загальна (еквівалентна) ємність  $C$  визначається з формули:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_N}.$$

Загальна напруга на такій батареї дорівнює сумі напруг на окремих конденсаторах:  $U = U_1 + U_2 + \dots + U_N$ .

Заряд на батареї послідовно з'єднаних конденсаторів дорівнює зарядам кожного з конденсаторів:  $q = q_1 = q_2 = \dots = q_N$ .



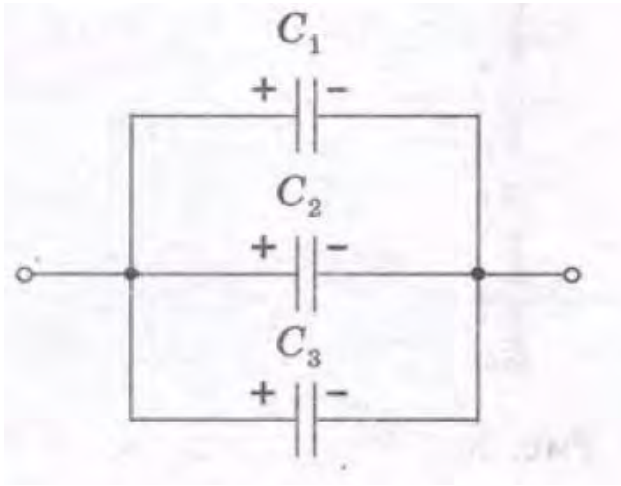
На рисунку показано послідовне з'єднання на прикладі трьох конденсаторів.

При **паралельному з'єднанні**  $N$  конденсаторів загальна (еквівалентна) ємність  $C$  дорівнює сумі ємностей окремих конденсаторів:

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_N.$$

Напруга на всіх паралельно з'єднаних конденсаторах однакова і дорівнює загальній напрузі на батареї:  $U = U_1 = U_2 = \dots = U_N$ .

Заряд на батареї паралельно з'єднаних конденсаторів дорівнює сумі зарядів на окремих конденсаторах:  $q = q_1 + q_2 + \dots + q_N$ .



На рисунку показано паралельне з'єднання на прикладі трьох конденсаторів.



**Приклад 1.** Плоский демонстраційний повітряний конденсатор підключили до джерела сталої напруги. Як зміниться заряд конденсатора, якщо, не відключаючи його від джерела, зменшити відстань між пластинами удвічі?

**Відповідь:** збільшиться в 2 рази.

**Приклад 2.** Плоский демонстраційний повітряний конденсатор підключили до джерела сталої напруги. Як зміниться напруженість електричного поля конденсатора, якщо, не відключаючи його від джерела, заповнити простір між пластинами діелектриком із діелектричною проникністю 9?

**Відповідь:** не зміниться. Напруженість поля між обкладками конденсатора дорівнює  $E = U/d$ . Якщо не змінюються ні напруга, ні відстань між обкладками, напруженість також залишиться сталою.

**Приклад 3.** Два конденсатори однакової ємності з'єднали послідовно. Як зміниться ємність батареї конденсаторів, якщо їх з'єднати паралельно?

Послідовно:  $1/C = 1/C_1 + 1/C_1 = 2/C_1$ ,  $C = C_1/2$

Паралельно:  $C = C_1 + C_1 = 2C_1$ .

$$2C_1/(C_1/2) = 4.$$

**Відповідь:** збільшиться в 4 рази.

**Приклад 4.** Два конденсатори ємністю 10 мкФ і 20 мкФ з'єднані послідовно. У скільки разів зміниться ємність батареї конденсаторів, якщо ці ж два конденсатори з'єднати паралельно?

$$C_1 = 10^{-5} \text{ Ф}, C_2 = 2 \cdot 10^{-5}.$$

Послідовно:  $1/C = 1/C_1 + 1/C_2 = 10^5 + 0,5 \cdot 10^5 = 1,5 \cdot 10^5$ ,  $C = (2/3) \cdot 10^{-5}$ .

Паралельно:  $C = C_1 + C_2 = 3 \cdot 10^{-5}$ .

$$3 \cdot 10^{-5} / (2/3 \cdot 10^{-5}) = 9/2 = 4,5.$$

**Відповідь:** збільшиться у 4,5 рази.

**Приклад 5.** Установіть відповідність між назвою фізичної величини та тим, що вона визначає.

1	Електричний заряд
2	Напруженість електричного поля
3	Потенціал електричного поля
4	Електроємність

А	Силу, з якою електричне поле діє на заряд
Б	Спроможність тіл проводити електрику
В	Спроможність тіл до електромагнітної взаємодії
Г	Спроможність тіл накопичувати електричний заряд
Д	Енергію, яку має заряд в електричному полі

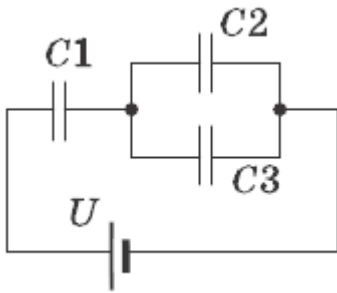
**Відповідь:** 1 – В, 2 – А, 3 – Д, 4 – Г.

**Приклад 6.** Установіть відповідність між описом ситуації та назвою явища, яке при цьому спостерігається.

1	Внесення шматка слюди в електричне поле
2	Натирання ебонітової палички вовною
3	Наближення до металеві кулі наелектризованої ебонітової палички
4	Прискорення електронів між обкладками зарядженого конденсатора

А	Робота електричного поля з перенесення заряду
Б	Поляризація діелектрика
В	Електростатична індукція
Г	Розрядження конденсатора
Д	Електризація тертям

**Відповідь:** 1 – Б, 2 – Д, 3 – В, 4 – А.



**Приклад 7.** До джерела живлення 160 В підключено три конденсатори (див. рисунок). Визначте напругу між обкладками другого конденсатора, якщо  $C_1 = 15$  мкФ,  $C_2 = 10$  мкФ,  $C_3 = 15$  мкФ.

**Відповідь:** 60 В.

**Домашнє завдання:** № 521-528, приклад 7.