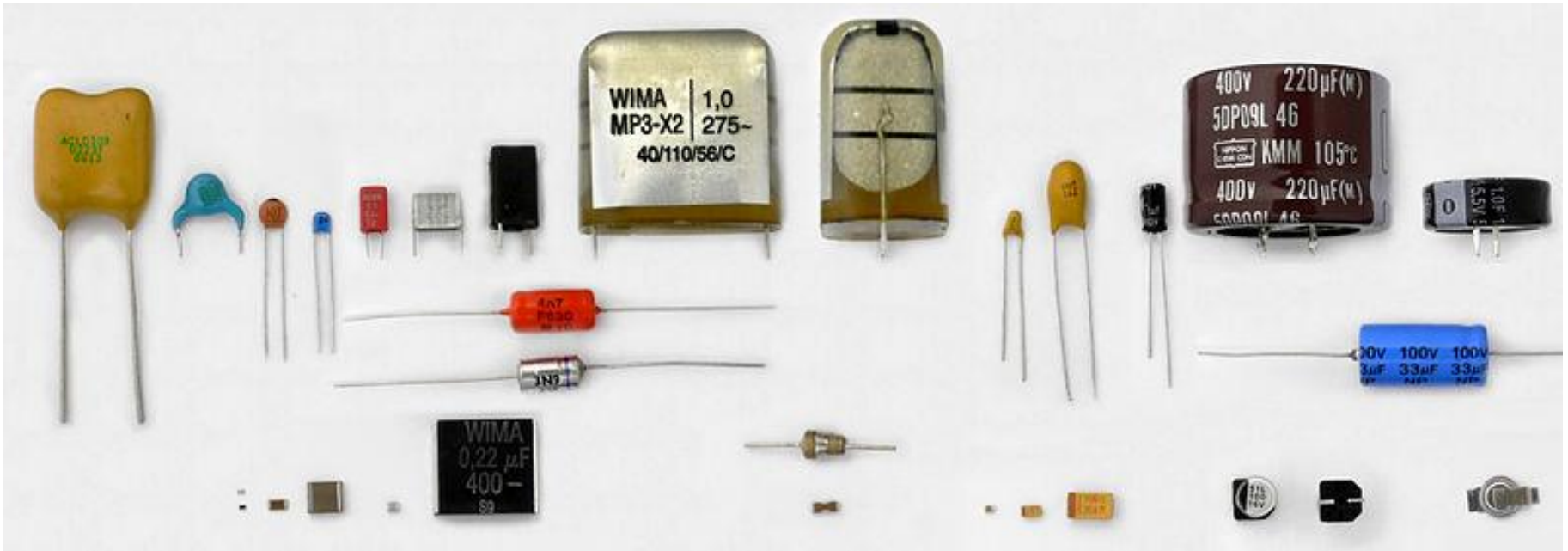


# КОНДЕНСАТОРИ



# КОНДЕНСАТОР

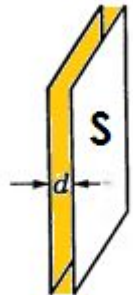
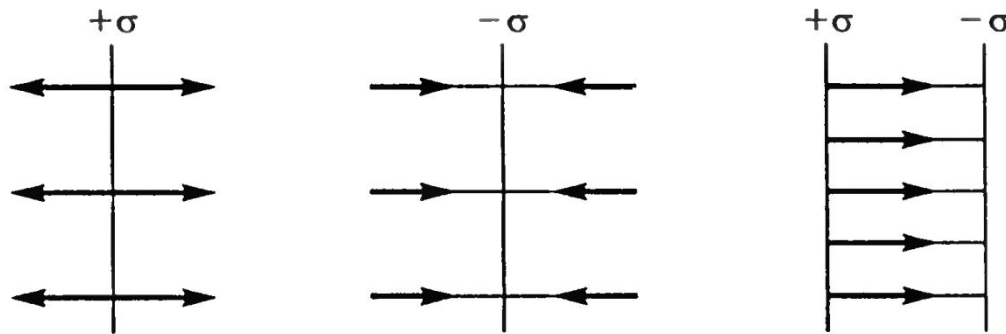
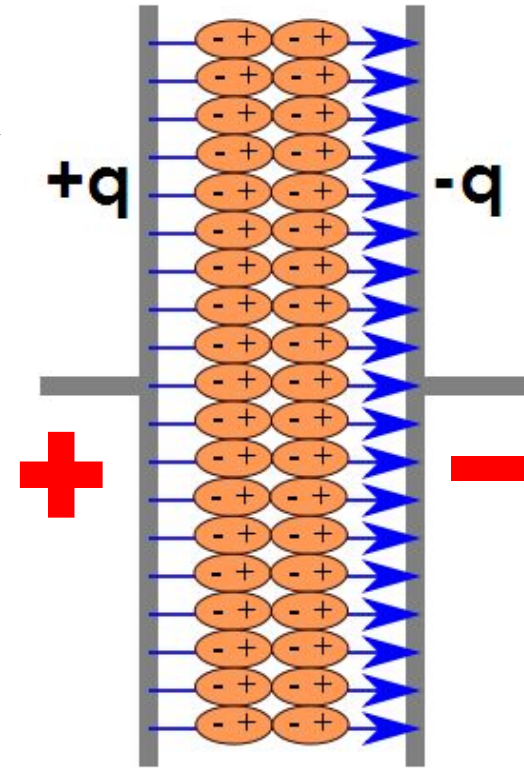
**Конденсатор** – це система з двох чи більше провідників (електродів, обкладок), розділених шаром діелектрика, товщина якого менша у порівнянні з розміром провідників. Така система здатна зберігати електричний заряд. Конденсатори широко використовують в електротехніці.



Condensio (лат.) – ущільнюю, згущую.

# ПЛОСКИЙ КОНДЕНСАТОР

Найпростіший конденсатор – це дві металічні пластини з шаром діелектрика (наприклад, повітря) між ними. Його називають **плоским конденсатором**. Якщо пластинам надати однакового заряду різних знаків, між пластинами виникне однорідне Е-поле.



Напруженість Е-поля плоского конденсатора і сила притягання його пластин:

$$E = \frac{U}{d}$$

$$F = \frac{q^2}{2\epsilon\epsilon_0 S}$$

Електрична стала  
 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м

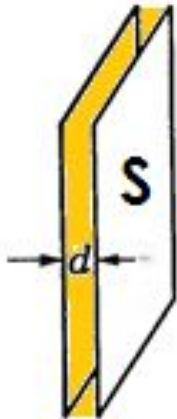
# ЄМНІСТЬ КОНДЕНСАТОРА

Основною характеристикою конденсатора є його **електрична ємність** – відношення накопиченого на обкладках заряду до напруги (різниці потенціалів) між обкладками:

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

Одиниця вимірювання електроємності – **фарад** [ $\Phi$ ]:

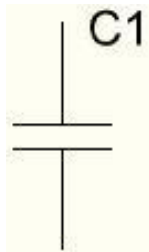
$$1 \Phi = 1 \text{ Кл} : 1 \text{ В}$$



Ємність плоского конденсатора з пластинами площею  $S$  кожна та відстанню між ними  $d$ , заповненого діелектриком з діелектричною проникністю  $\epsilon$ :

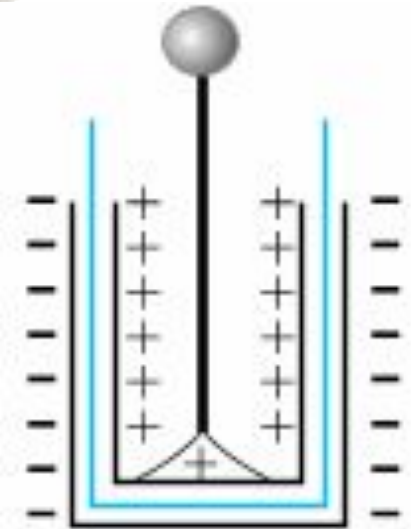
$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$



# ПЕРШИЙ КОНДЕНСАТОР

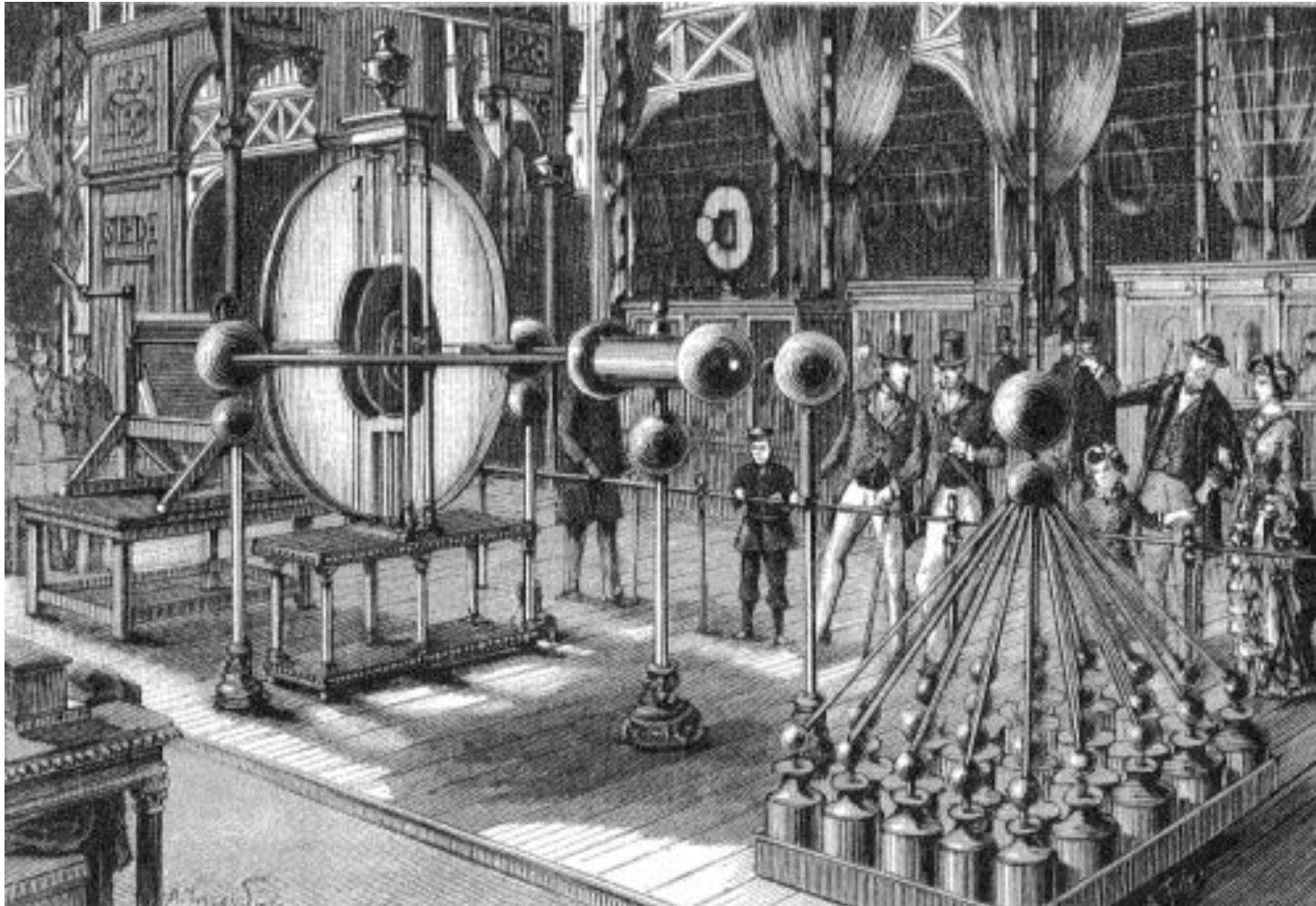
Перший конденсатор – «лейденську банку» - створили у 1745 році у німецькому місті Лейден фізик Едвальд Юрген фон Клейст та Пітер ван Мушенбрук. Це була закупорена та наповнена водою скляна банка, обклеєна всередині та зовні фольгою. Крізь кришку у банку був введений металевий стержень.





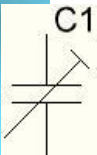
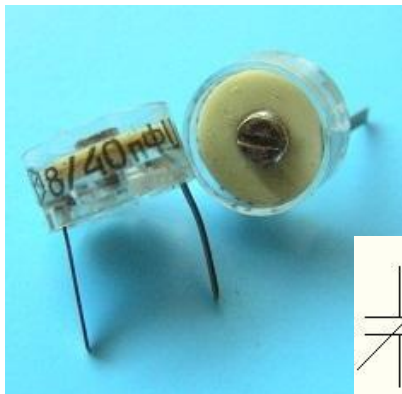
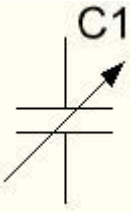
# ПЕРШИЙ КОНДЕНСАТОР

Лейденська банка накопичувала заряд близько 1 мкКл. Завдяки Лейденській банці вперше вдалося отримати штучну електричну іскру.



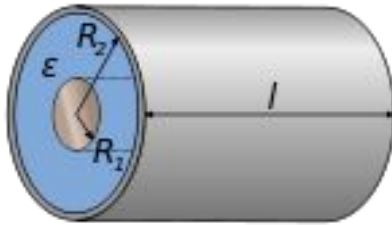
# ЄМНІСТЬ КОНДЕНСАТОРА

В техніці використовують також **конденсатори змінної ємності**. Ємність таких конденсаторів може змінюватись, частіше всього за рахунок площі перекриття їх пластин. Деякі з пластин таких конденсаторів нерухомі, а між ними поміщені пластини, що можуть обертатись навколо спільної осі.



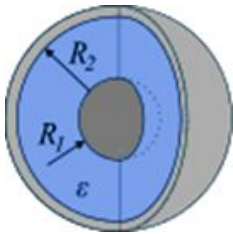
# ФОРМИ КОНДЕНСАТОРІВ

Крім плоских, бувають конденсатори і іншої форми:



**Циліндричні**  
конденсатори

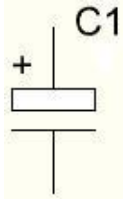
$$C = 2\pi\epsilon\epsilon_0 \frac{l}{\ln(R_2/R_1)}$$



**Сферичні**  
конденсатори

$$C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 \frac{R_2 \cdot R_1}{R_2 - R_1}$$

В **рулонних** конденсаторах довгі смужки алюмінієвої фольги розділені смужкою паперу, просоченого електролітом.





# ЕНЕРГІЯ КОНДЕНСАТОРА

Енергію, накопичену електричним полем конденсатора, можна обчислити за формулами:

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



Ця робота рівна роботі по розділенню позитивних і негативних зарядів під час зарядки конденсатора; ця ж енергія виділиться при повній його розрядці.

Для плоского конденсатора:

$$W = \frac{CE^2 d^2}{2} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S d^2 E^2}{2d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon E^2}{2} S d = \frac{\epsilon_0 \epsilon E^2}{2} V$$

# З'ЄДНАННЯ КОНДЕНСАТОРІВ

## ПАРАЛЕЛЬНЕ З'ЄДНАННЯ

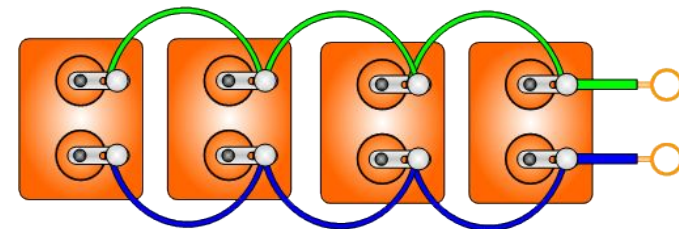
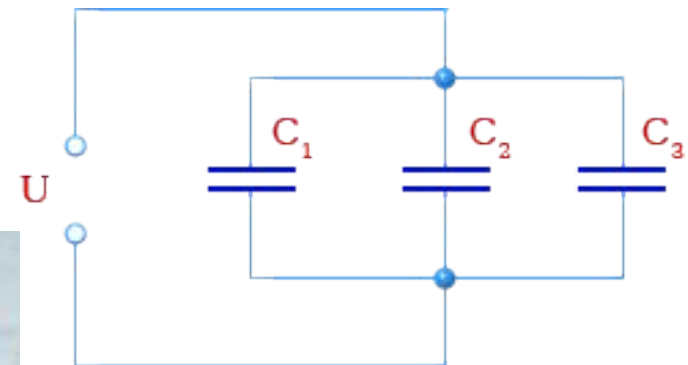
З'єднавши конденсатори **паралельно**, можна **збільшити ємність** отриманої системи. В цьому випадку напруги на конденсаторах однакові, а заряд системи рівний сумі окремих зарядів:

$$U_1 = U_2 = U_3$$

$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

Для N однакових конденсаторів  
 $C = N \cdot C_1$



# З'ЄДНАННЯ КОНДЕНСАТОРІВ

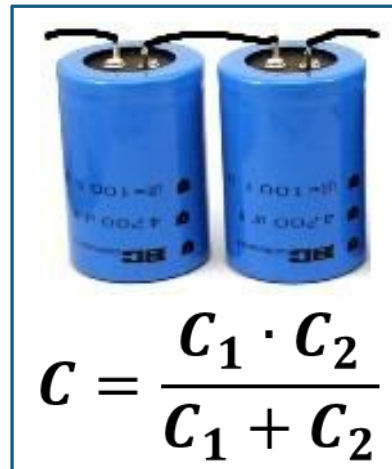
## ПОСЛІДОВНЕ З'ЄДНАННЯ

З'єднавши конденсатори **послідовно**, ми надамо заряди від джерела лише крайнім зовнішнім обкладкам системи; заряди ж кожного конденсатора будуть рівні. Ємність системи при цьому **зменшиться**:

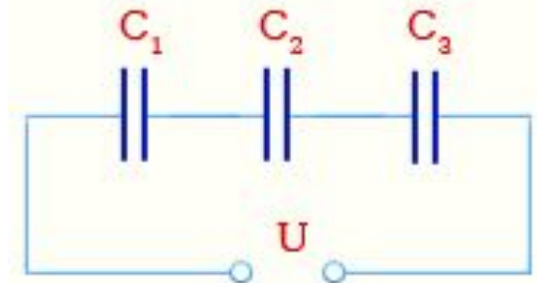
$$q_1 = q_2 = q_3$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$



$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$



Для  $N$  однакових конденсаторів  
 $C = C_1 : N$

Адреси он-лайн калькуляторів для обчислення ємності системи конденсаторів:

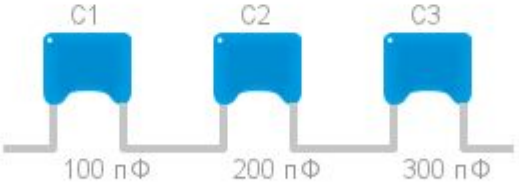
Схема подключения  Принципиальная схема

Сохранить вычисления на картинку

C1 (пФ):

C2 (пФ):

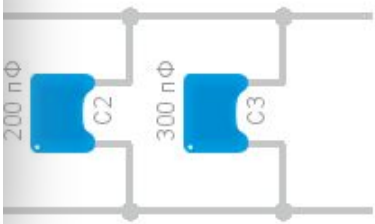
C3 (пФ):  X



▶ Результат: 54.55 пФ

Схема подключения  Принципиальная схема

инку



▶ Результат: 600 пФ

[http://cxem.net/calc/capacitor\\_series\\_calc.php](http://cxem.net/calc/capacitor_series_calc.php)

[http://cxem.net/calc/capacitor\\_parallel\\_calc.php](http://cxem.net/calc/capacitor_parallel_calc.php)