



***Електроемкость.
Конденсаторы. Энергия
заряженного конденсатора.***

Цель урока

Познакомиться:

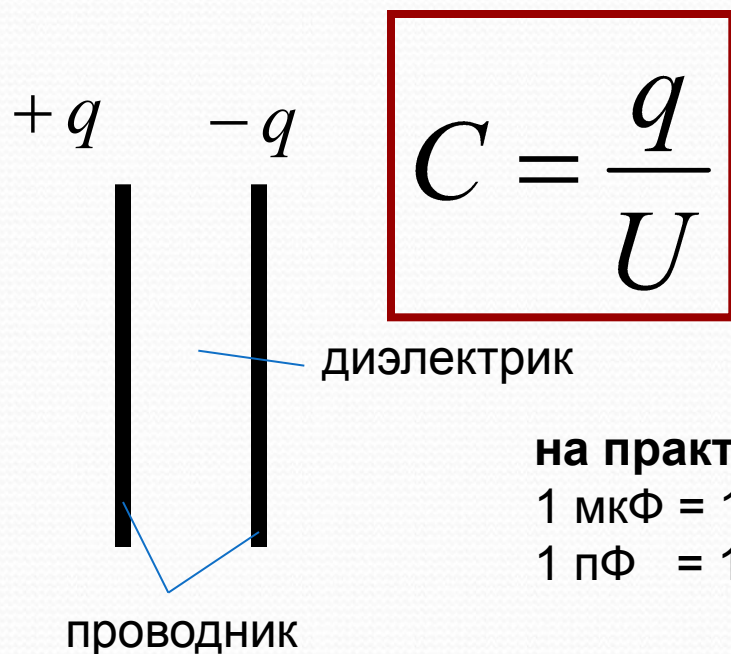
- с понятием «электроемкость», «конденсаторы»;
- с типами конденсаторов
- с формулой электроемкости и энергии заряженного конденсатора
- с практическим применением конденсаторов

Задачи урока

Сформировать умения:

- решать задачи на расчет различных характеристик конденсаторов
- выражать величину из формулы
- производить математические расчеты

Електроємкость – величина, характеризуюча
спроможність двох провідників накопичувати
електричний заряд.



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

C – електроємкость, Ф
 q – заряд одного з провідників, Кл
 U – різниця потенціалів між
провідниками, В

$$R_{ш} = kC_{ш}$$

на практиці:

$$1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$$

Якщо ємкість шара 1 фарад,
то радіус шара дорівнює 9 млн.км.

Електроємкость залежить від:

1. геометричних розмірів і форми провідників;
2. взаємного розположення провідників;
3. діелектричної проникності

История создания конденсатора



1692-1761

В 1745 году
в Лейдене немецкий физик
Эвальд Юрген фон Клейст
и голландский физик
Питер ван Мушенбрук
создали первый
конденсатор
«лейденскую банку».

Конденсатор – система двух разноименно заряженных проводников, разделенных диэлектриком



Типы конденсаторов

- постоянной и переменной емкости и различаются по роду диэлектрика между пластинами



- бумажные, керамические, воздушные ...



Плоский конденсатор - две заряженные параллельные пластины, находящиеся на малом расстоянии



$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$$

C – емкость плоского конденсатора, Ф

ε – диэлектрическая проницаемость

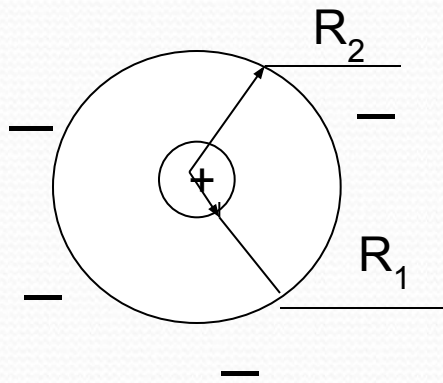
ε_0 – электрическая постоянная, Ф/м

S - площадь пластины конденсатора, м²

d - расстояние между пластинами, м

- Емкость плоского конденсатора **прямо пропорциональна** площади пластины конденсатора и **обратно пропорциональна** расстоянию между пластинами

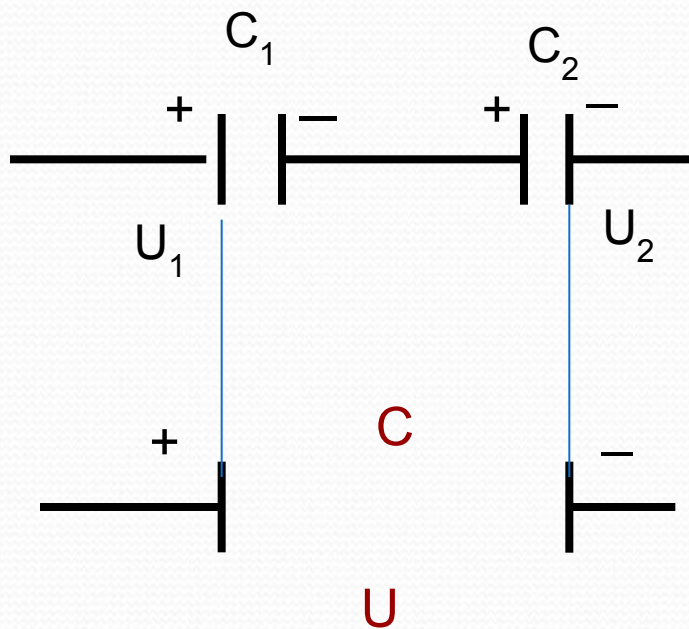
Шаровой конденсатор



Электрическое поле
сосредоточено внутри
конденсатора

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

Последовательное соединение



$d \uparrow$, следовательно , $C \downarrow$

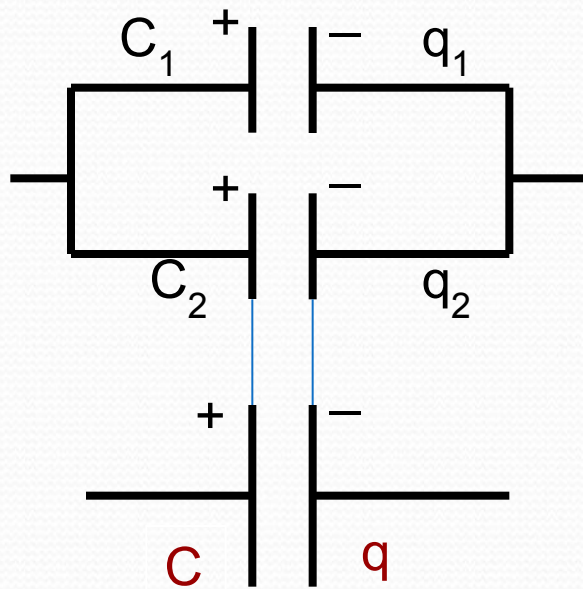
$$q = q_1 = q_2$$

$$U = U_1 + U_2$$

$$\frac{q}{C} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}$$

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

Параллельное соединение



$$q = q_1 + q_2$$

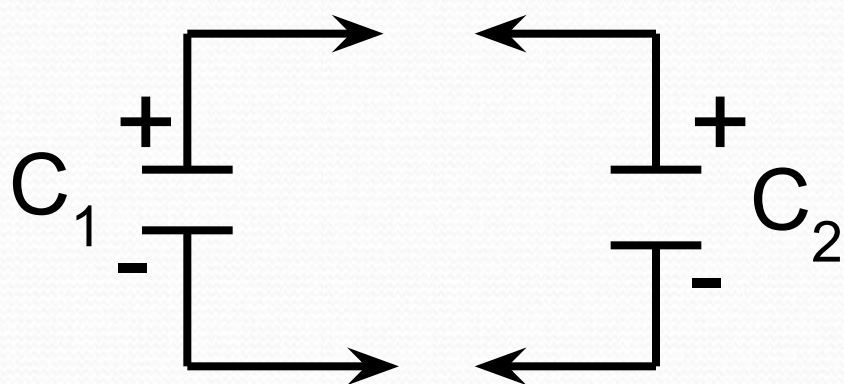
$$U = U_1 = U_2$$

$$CU = C_1U_1 + C_2U_2$$

$S \uparrow$, следовательно, $C \uparrow$

$$C = C_1 + C_2$$

Соединение конденсаторов одноименными полюсами

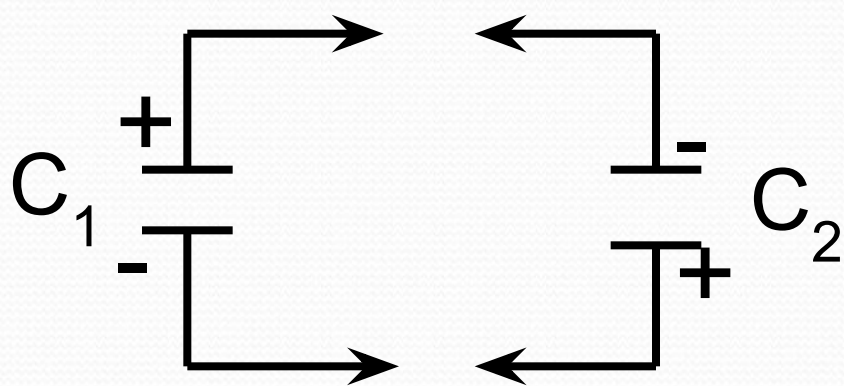


$$q' = C_1 U_1 + C_2 U_2$$

$$C' = C_1 + C_2$$

$$U' = \frac{q'}{C'} = \frac{C_1 U_1 + C_2 U_2}{C_1 + C_2}$$

Соединение конденсаторов разноименными полюсами



$$q' = C_1 U_1 - C_2 U_2$$

$$C' = C_1 + C_2$$

$$U' = \frac{q'}{C'} = \frac{C_1 U_1 - C_2 U_2}{C_1 + C_2}$$

Энергия заряженного конденсатора

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

W – энергия заряженного конденсатора
(энергия электрического поля), Дж

q - заряд пластины конденсатора, Кл

U - разность потенциалов, В

C – емкость конденсатора, Ф

Плотность энергии конденсатора

$$\omega = \frac{W}{V} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2}$$

ω – плотность энергии, Дж/м³

V – объем, м³

E – напряженность, В/м

Применение конденсаторов

- в радиотехнике, в автоматизации производственных процессов, в вычислительной технике и т.д. используется свойство накапливать и сохранять заряд



Применение конденсаторов



Микрофон конденсаторный.



Петличный микрофон.



Студийный
конденсаторный
направленный микрофон
широкого применения.

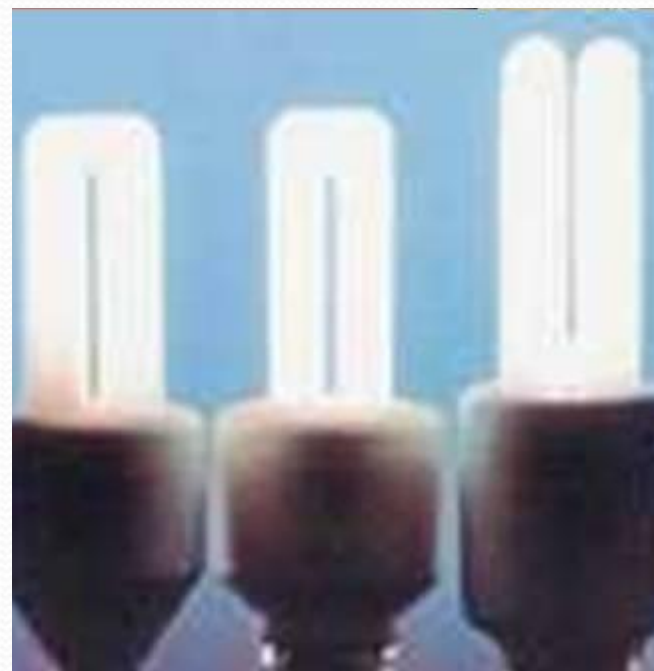
Применение конденсаторов



Батарея конденсаторов



Лампа фотовспышки.



Светильники с
разрядными лампами.

Металлопленочные конденсаторы

обладают неограниченной
возможностью
самовосстановления. Таким
образом, возможность короткого
замыкания практически
исключается. Конденсаторы
устойчивы к большим импульсным
токам и высокому уровню
пульсаций.

Применяются в мобильных
телефонах, персональных
компьютерах, телевизорах,
электронных балластах и
автомобильной электронике.



Применение конденсаторов

- ❑ **в компьютерной технике** – клавиатура (зависимость емкости от расстояния между пластинами)
- ❑ На тыльной стороне клавиши одна пластина конденсатора, а на плате,- другая. Нажатие клавиши изменяет емкость конденсатора.



Электролитические конденсаторы



Полимерные конденсаторы
с твердым электролитом
на чипсете

Отличительными чертами **алюминиевых электролитических конденсаторов** является большая удельная емкость на единицу объема (произведением CV) и прекрасная работа при повышенных токах. Поэтому они незаменимы в цепях постоянного тока тяговых устройств, в составе преобразователей частоты, в схемах электронных балластов, в ИБП (источниках бесперебойного питания) и импульсных преобразователях напряжения, в студийных лампах-вспышках и в автомобильной электронике.



Решение задач

1. Определите толщину диэлектрика конденсатора, емкость которого 1400 пФ, площадь пластин $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$. Диэлектрик – слюда ($\epsilon=6$).
2. Разность потенциалов 150 В между пластинами плоского конденсатора. Площадь каждой пластины $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$, заряд 5 нКл. На каком расстоянии друг от друга находятся пластины?

Дано:

$$C = 1400 \cdot 10^{-12} \Phi$$

$$S = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$\varepsilon = 6$$

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

d - ?

Решение:

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$$

$$d = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{C}$$

$$d = \frac{6 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{м}} \cdot 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2}{1400 \cdot 10^{-12} \Phi} = 0,0053 \text{ мм}$$

Ответ: d = 5,3 мкм

Дано:

$$U=150 \text{ В}$$

$$S=1,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$$

$$q=5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$\varepsilon=1$$

$$\varepsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

d - ?

Ответ: d=3,2 мм

Решение:

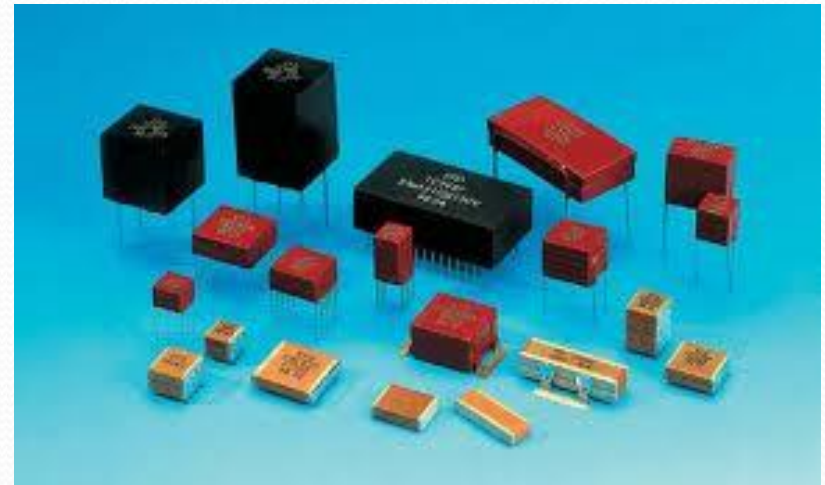
$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} \quad d = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{C}$$

$$C = \frac{q}{U} = \frac{5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{150 \text{ В}} = 0,33 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$d = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{C} = \frac{1,8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}} \cdot 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2}{0,033 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}} \\ = 0,32 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 3,2 \text{ мм}$$

Решение задач

3. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора равна 10^{-2} м^2 , расстояние между ними 5 мм. До какой разности потенциалов был заряжен конденсатор, если при его разрядке выделилось $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$ энергии?



Дано:

$$S = 10^{-2} \text{ м}^2$$

$$d = 5 \text{ мм} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\varepsilon = 1$$

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

$$W = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

U-?

Решение:

$$W = \frac{CU^2}{2} \quad U = \sqrt{\frac{2W}{C}}$$

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$$

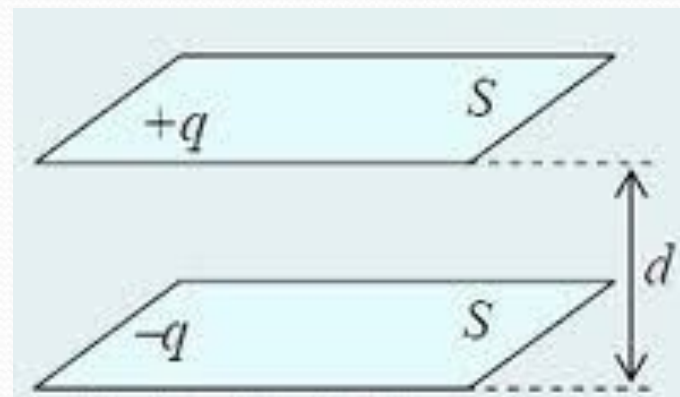
$$C = \frac{1,8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}} \cdot 10^{-2} \text{ м}^2}{5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 1,77 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}$$

$$U = \sqrt{\frac{2 \cdot 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}}{1,77 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}}} = 2,2 \cdot 10^4 \text{ В}$$

Ответ: $U = 2,2 \cdot 10^4 \text{ В}$

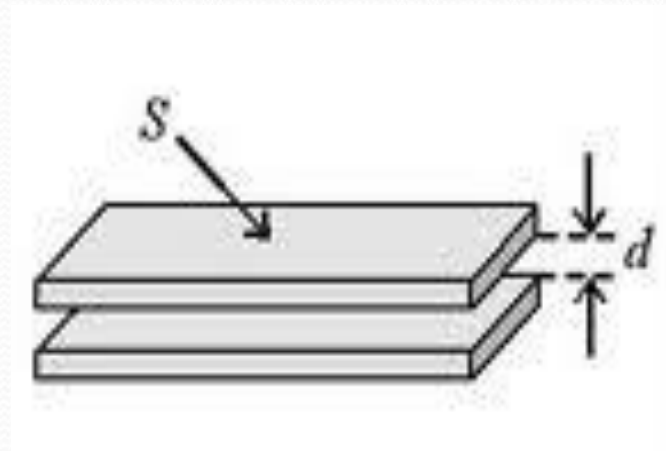
Как изменится емкость плоского воздушного конденсатора, если расстояние между его пластинами увеличить в 2 раза?

1. Уменьшится в 2 раза
2. Уменьшится в 4 раза
3. Увеличится в 4 раза
4. Увеличится в 2 раза



Как изменится емкость плоского воздушного конденсатора, если площадь его пластин увеличить в два раза, а расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

1. Не изменится
2. Уменьшится в 4 раза
3. Увеличится в 4 раза
4. Увеличится в 2 раза



Плоский конденсатор подключен к источнику постоянного тока. Как изменятся при увеличении зазора между обкладками конденсатора три величины:

- **емкость конденсатора;**
- **величина заряда на обкладках конденсатора;**
- **разность потенциалов между ними.**

1. увеличится; 2. уменьшится; 3. не изменится

Плоский воздушный конденсатор зарядили до некоторой разности потенциалов и отключили от источника тока. Для каждой величины

- **заряд на обкладках конденсатора**
- **электроемкость конденсатора**
- **энергия электрического поля конденсатора**

определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится;
2. уменьшится;
3. не изменится.

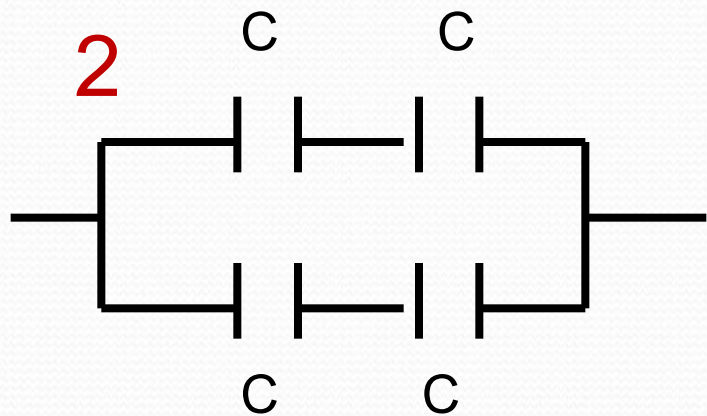
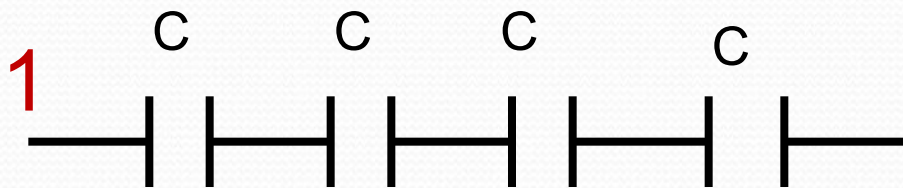
Плоский конденсатор отключили от источника тока, а затем увеличили расстояние между его пластинами. Что произойдет при этом

- ***с зарядом конденсатора***
- ***с электроемкостью конденсатора***
- ***с напряжением на его обкладках?***

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится;
2. уменьшится;
3. не изменится.

Определите емкость батареи
состоящей из четырех одинаковых
конденсаторов емкостью C .



1. $C/4$
2. C
3. $2C/5$
4. $4C/3$
5. $3C/5$
6. $3C/4$