

**18 февраля 2020 г.**



**Повторим**

**Стр 181, 186- вопросы**

1. **Проводники** Вещества проводящие электрический ток, -...?
2. **Нет** Существует ли электрическое поле внутри проводника?
3. **В Вольтах** В чем измеряется разность потенциалов?
4. **Свободные электроны** 4. Металлы проводят электрический ток, потому что внутри них есть....
5. **Эквипотенциальные** 5. Как называются поверхности равного потенциала?

**Колебательный контур . Получение  
электромагнитных колебаний. Принцип радиосвязи  
и телевидения.**



# Цели урока:

- Сформировать понятия электрической ёмкости, единицы ёмкости;
- Вычислить энергию конденсатора;
- Рассмотреть различные соединения конденсаторов

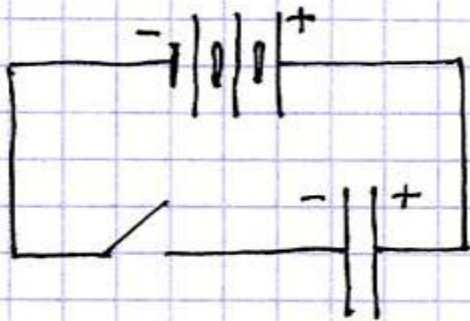
## Конденсатор -

- устройство, предназначенное для накопления заряда и энергии электрического поля

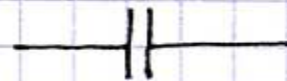
### конструкция



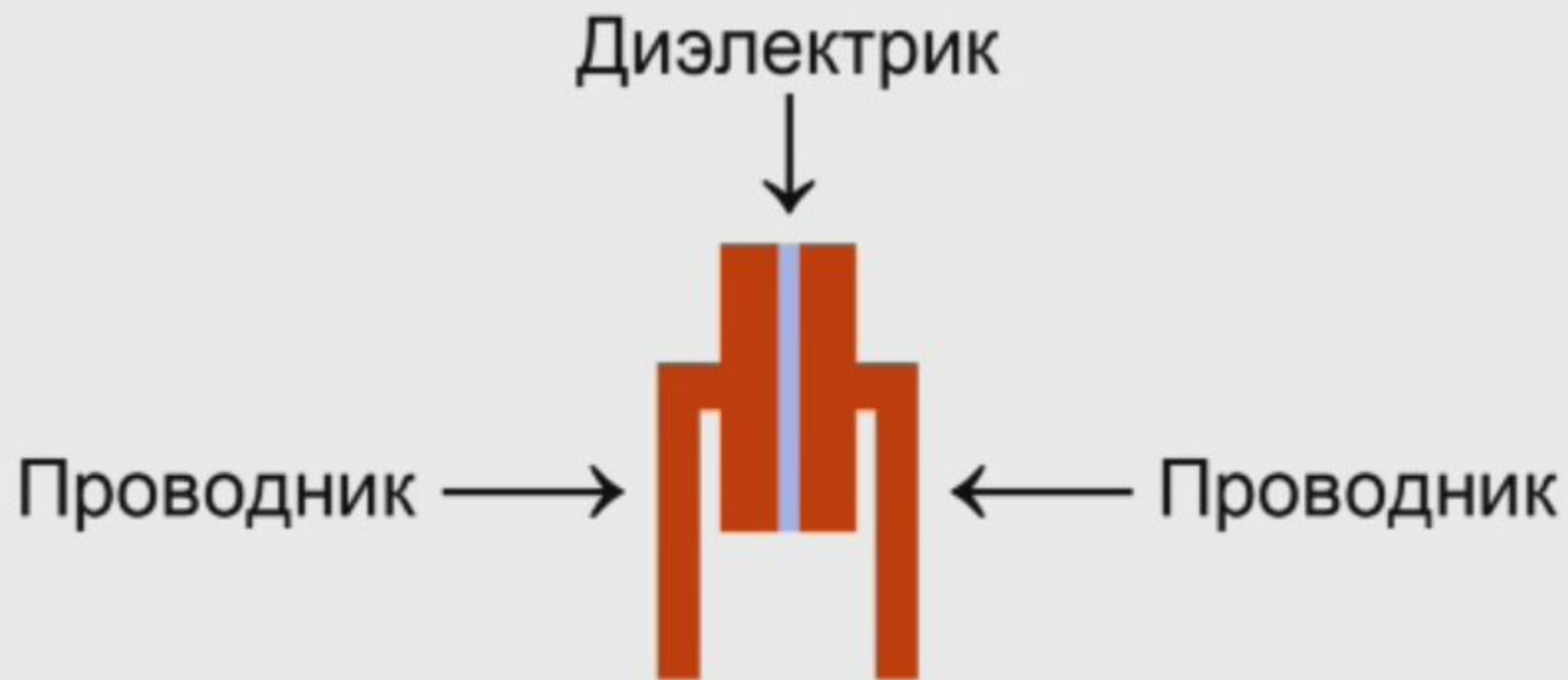
### способ зарядки



### обозначение на схемах



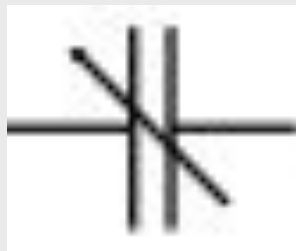
**Конденсатор** – это устройство, которое состоит из двух проводников, разделённых диэлектриком



# Обозначение на электрических схемах



конденсатор постоянной ёмкости



конденсатор переменной ёмкости

# Електроємність

1. Визначення: 1) характеристика конденсатора; залежить від розмірів, форми і властивостей діелектрика 2) рівна відношенню заряду однієї з обкладок до напруги між ними

2. Обозначення:  $C$

3. Формула:  $C = \frac{q}{U}$   $q$  - заряд, Кл  
 $U$  - напруга, В

4. Єдиниця вимірювання:

$$\text{СИ: } [C] = \frac{[q]}{[U]} = \frac{\text{Кл}}{\text{В}} = \text{фарад} = \text{Ф}$$

1 Ф - ємність конденсатора, між обкладками якого виникає різниця 1 В при повідомленні йому заряду 1 Кл



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

$\varepsilon$  - диэлектрическая проницаемость среды

$\varepsilon_0$  - электрическая постоянная

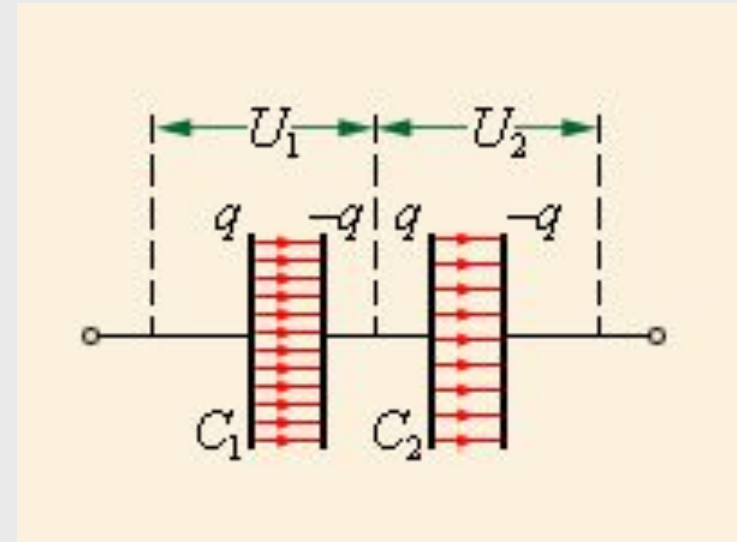
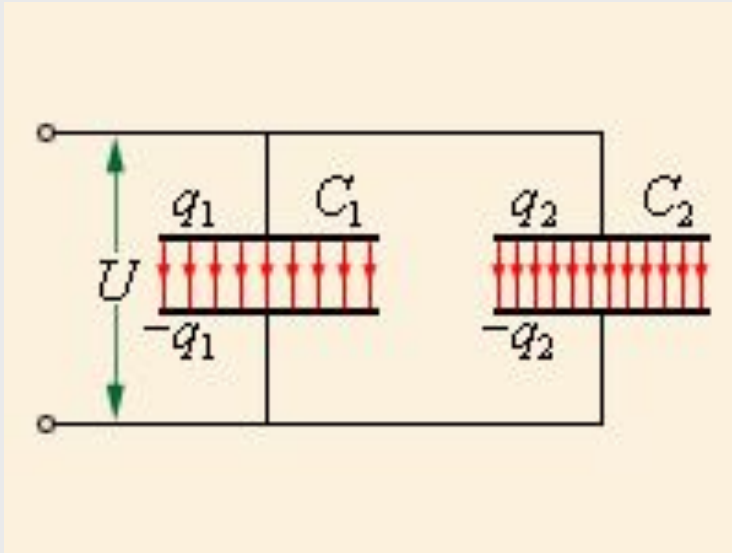
$S$  – площадь обкладки

$d$  – расстояние между пластинами

# Способы соединения

Параллельный

Последовательный



$$q = q_1 + q_2$$

$$U = U_1 = U_2$$

$$C_{\text{иá}} = C_1 + C_2$$

$$U = U_1 + U_2$$

$$q = q_1 = q_2$$

$$\frac{1}{C_{\text{иá}}} = \frac{1}{\tilde{N}_1} + \frac{1}{\tilde{N}_2}$$

# Энергия конденсатора (энергия электростатического поля)



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

$$W_{эл} = \frac{q^2}{2C}$$

$W_{эл}$  - энергия, Дж

$q$  - заряд, Кл

$C$  - емкость, Ф

## Типы конденсаторов

1. Бумажные
2. Воздушные
3. керамические
4. электролитические  
и др.

## Применение

1. Радиоэлектронные устройства  
(телефоны, телевизоры,  
радиоприемники, компьютеры)
2. электротехнические устройства)

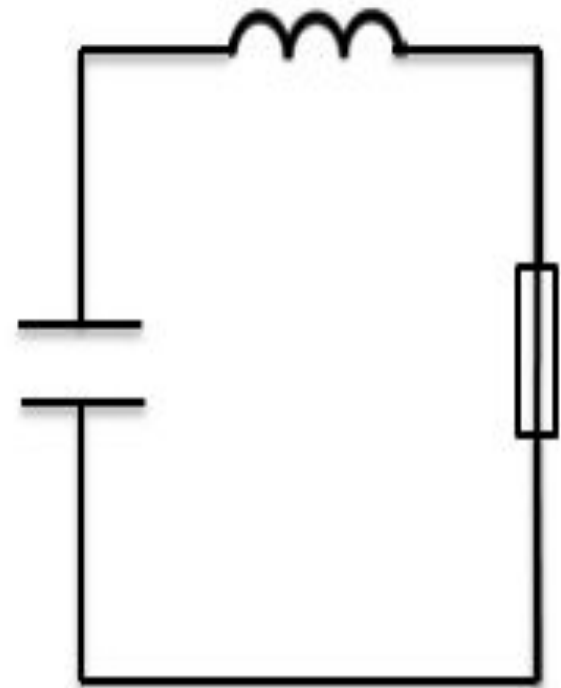
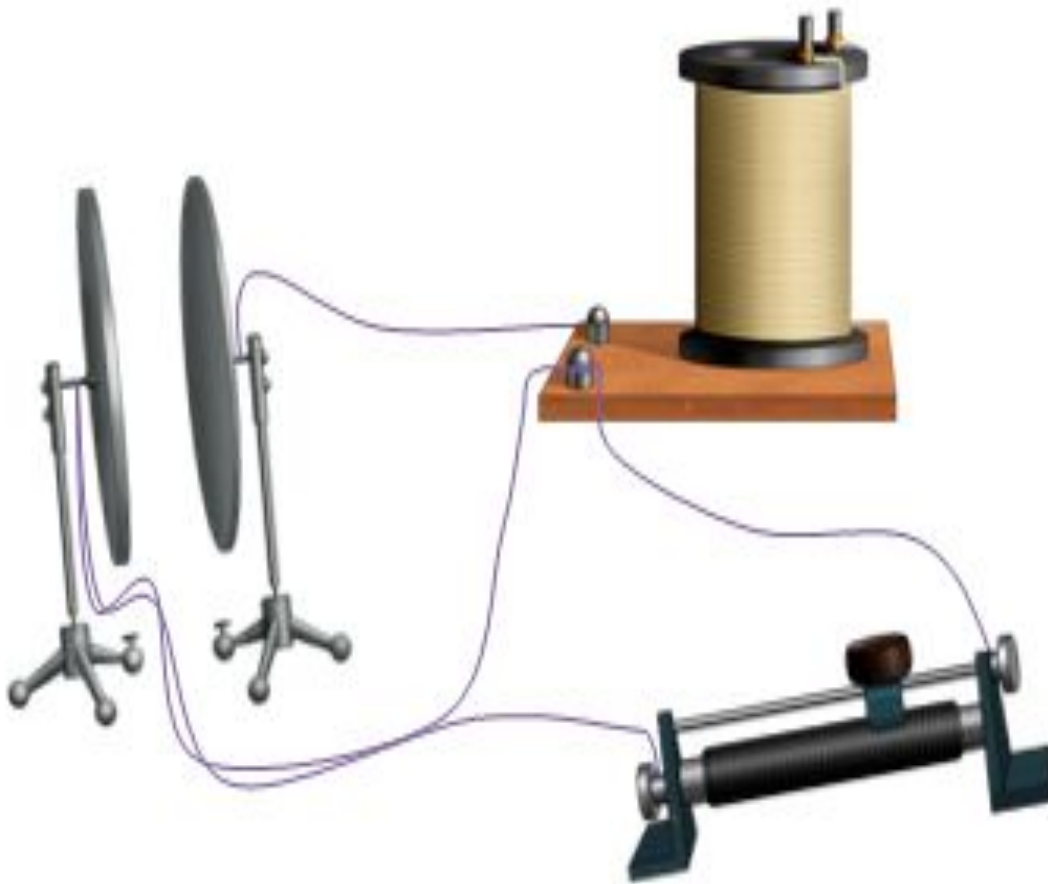
**Электромагнитные колебания** — это периодические изменения со временем электрических и магнитных величин (**заряда, силы тока, напряжения, напряженности, магнитной индукции и др.**) в электрической цепи.

Как известно, для создания мощной электромагнитной волны, которую можно было бы зарегистрировать приборами на больших расстояниях от излучающей антенны, необходимо, чтобы частота волны не меньше 0,1 МГц.

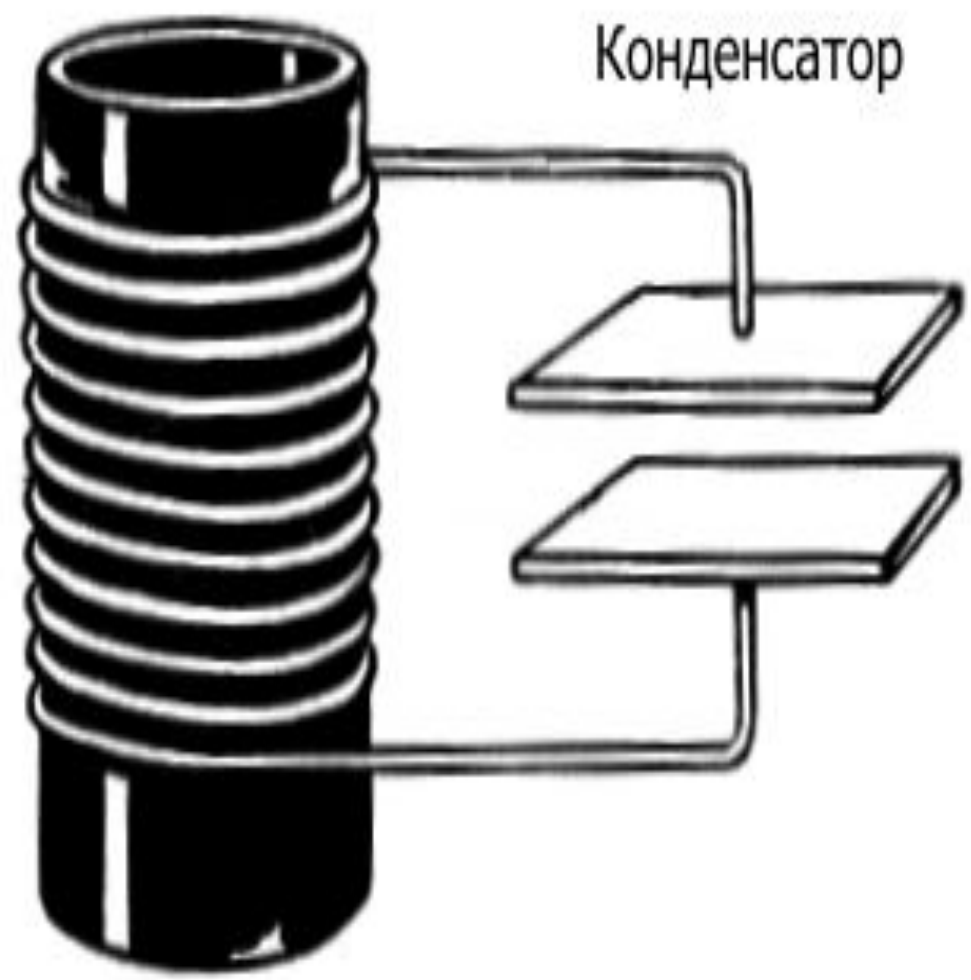


Колебательный контур-  
колебательная система, в  
которой могут существовать  
**электромагнитные колебания.**  
Он состоит из конденсатора и  
проволочной катушки.

Одной из основных частей генератора является **колебательный контур** — это колебательная система, состоящая из включенных последовательно катушки индуктивностью  $L$ , конденсатора емкостью  $C$  и резистора сопротивлением  $R$ .

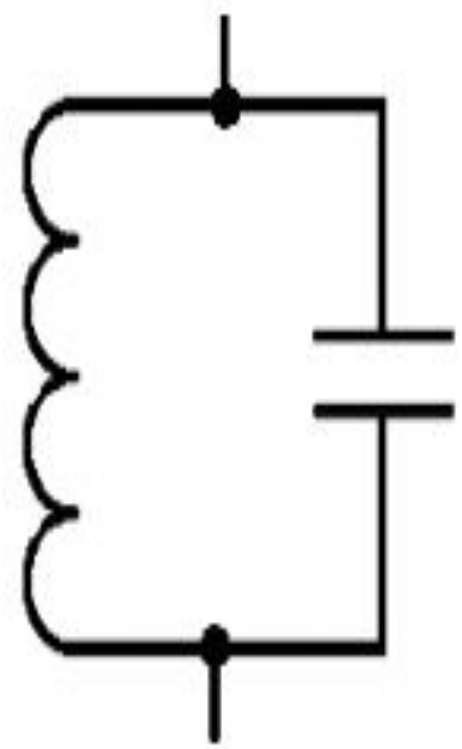


Катушка  
ИНДУКТИВНОСТИ



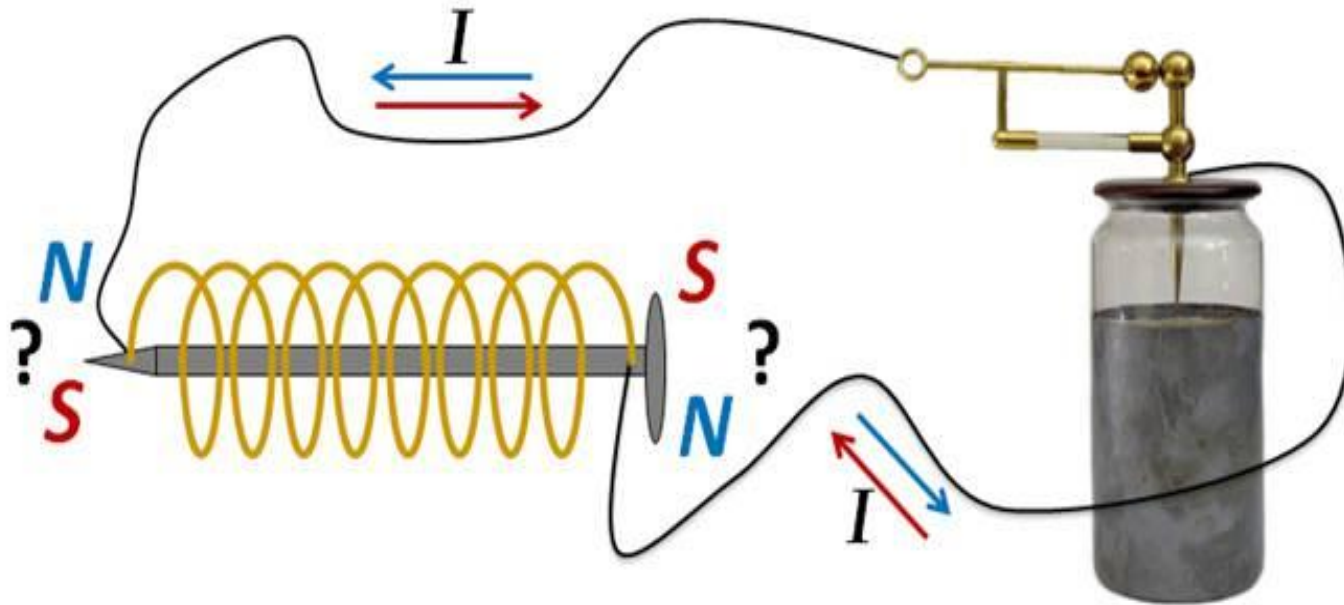
Конденсатор

Изображение  
на принципиальных схемах





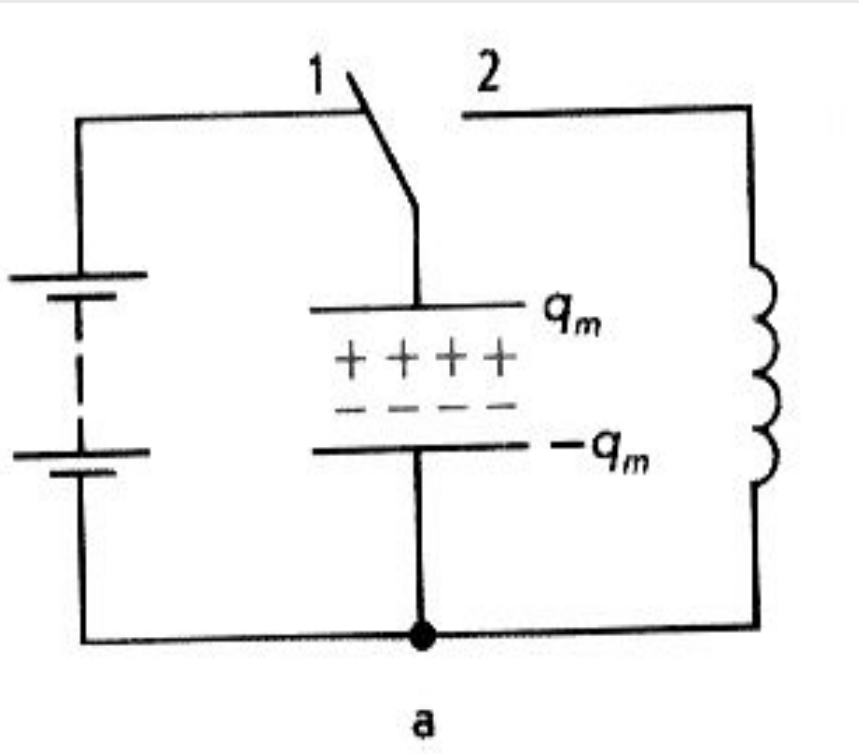
После того как изобрели лейденскую банку (первый конденсатор) и научились сообщать ей большой заряд с помощью электростатической машины, начали изучать электрический разряд банки. Замыкая обкладки лейденской банки с помощью катушки, обнаружили, что стальные спицы внутри катушки намагничиваются.



Странным же было то, что **нельзя было предсказать, какой конец сердечника катушки окажется северным полюсом, а какой южным.**

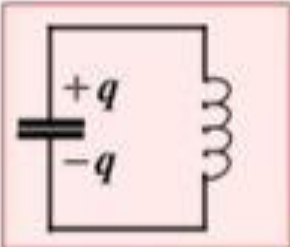
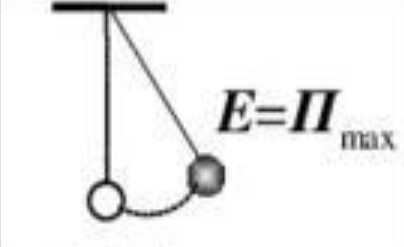
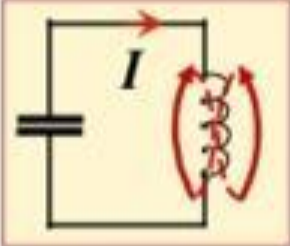
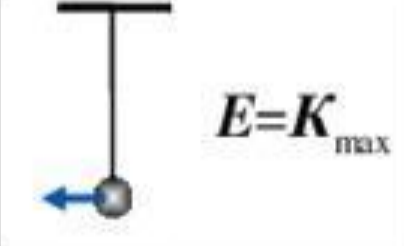
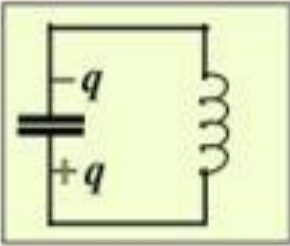
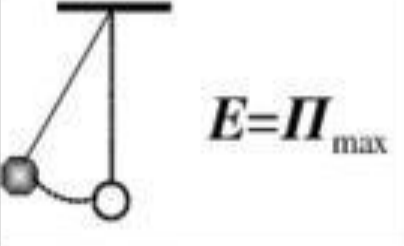
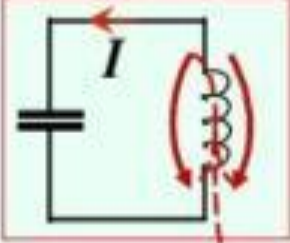
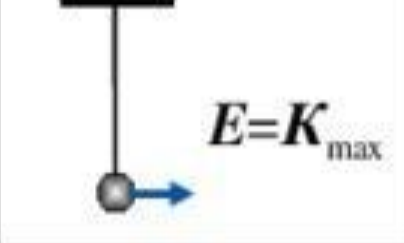
Далеко не сразу поняли, что **при разрядке конденсатора через катушку в электрической цепи возникают колебания.**

# Возникновение электромагнитных колебаний



Соединим конденсатор с источником тока, поставив переключатель в положение 1. Конденсатор зарядится, на его пластинах появится электрический заряд: на одной  $+$ , на другой  $-$ .

Переведём переключатель в положение 2, отключив тем самым конденсатор от источника тока.

$t$	Стадии колебательного процесса		Аналогия между электромагнитными колебаниями в контуре и механическими колебаниями		
	В конденсаторе	В катушке			
$t = 0$	Начало разрядки конденсатора	Начинает течь ток		$W = \frac{q^2}{2C}$	
$t = \frac{1}{4}T$	Конденсатор разряжен	Ток максимален		$W = \frac{LI^2}{2}$	
$t = \frac{1}{2}T$	Конденсатор перезаряжается	Ток равен нулю		$W = \frac{q^2}{2C}$	
$t = \frac{3}{4}T$	Конденсатор вновь разряжен	Ток максимален и направлен противоположно.		$W = \frac{LI^2}{2}$	

# Закон сохранения энергии

$$W_n = W_{эл} + W_M = W_{эл \max} = W_{M \max}$$

$$W_n = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2} = \frac{CU_{\max}^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2}$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$



$$L \downarrow, C \downarrow \Rightarrow T \downarrow, \nu \uparrow$$

$$L \uparrow, C \uparrow \Rightarrow T \uparrow, \nu \downarrow$$

**Период свободных колебаний** равен собственному периоду колебательной системы, в данном случае периоду контура. Формула для определения периода свободных электромагнитных колебаний была получена английским физиком Уильямом Томсоном в 1853 г.



Александр Степанович Попов  
16. 03. 1859 — 13. 01. 1906

**Апрель 1895 г.**



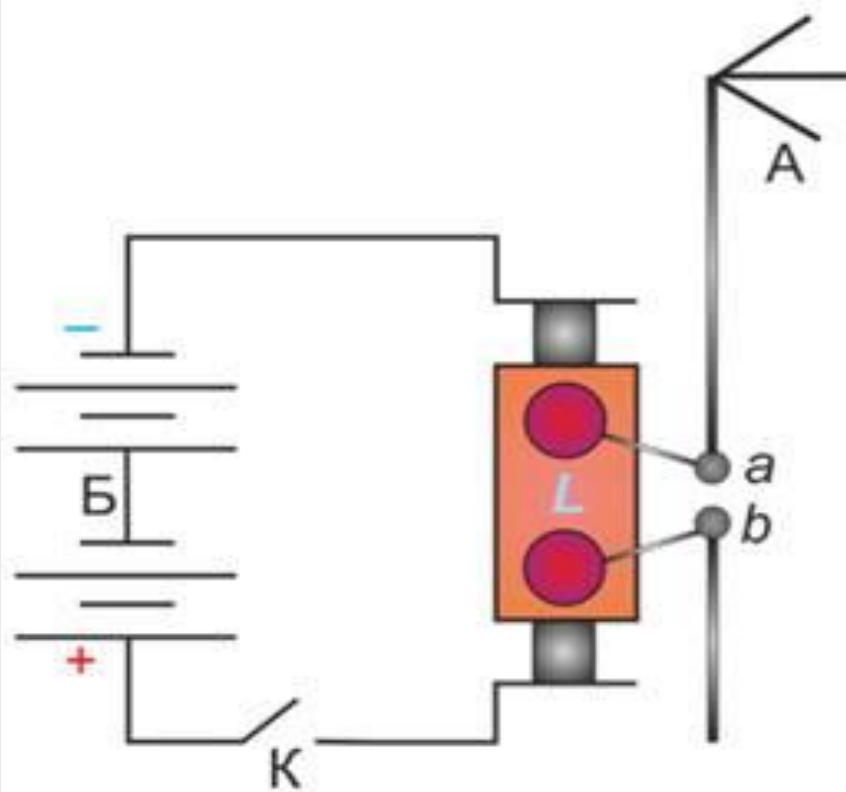


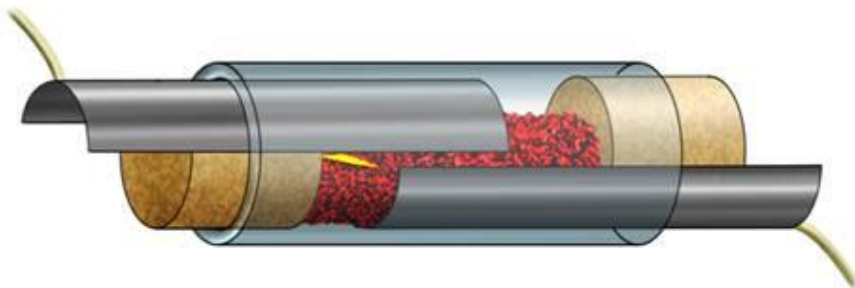
Схема передатчика



**Схема передатчика Попова** довольно проста — это **колебательный контур**, который состоит из **индуктивности** (вторичной обмотки катушки), **питаемой батареи** и **емкости** (искрового промежутка). Если нажать на ключ, то в искровом промежутке катушки проскакивает искра, вызывающая электромагнитные колебания в антенне. Антенна является открытым вибратором и излучает электромагнитные волны, которые, достигнув антенны приемной станции, возбуждают в ней электрические колебания.

Для регистрации принятых волн, Александр Степанович Попов применил специальный прибор — **когерер** (от латинского слова «когеренцио» — сцепление), состоящий из стеклянной трубки, в которой находятся металлические опилки.

## Когерер



24 марта 1896 года  
были переданы первые  
слова с помощью  
азбуки Морзе — «Генрих  
Герц».

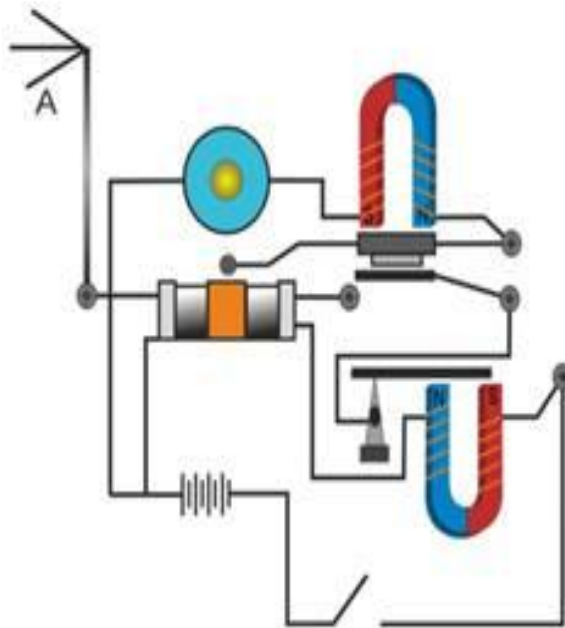
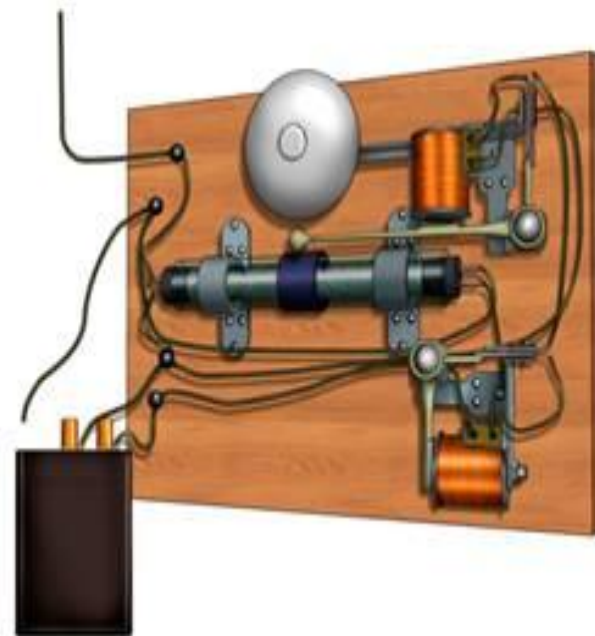
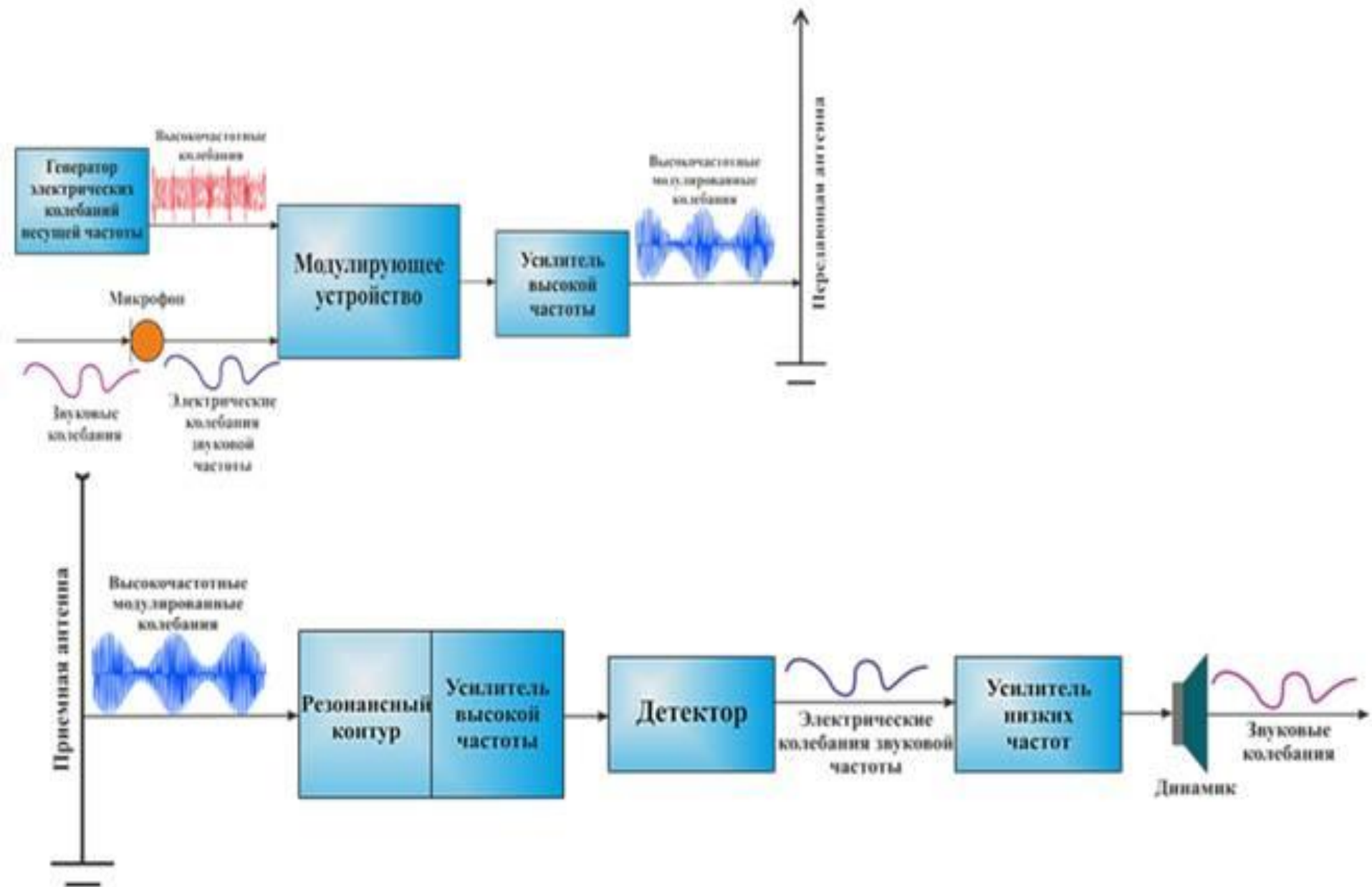


Схема приемника







## Основные выводы:

- **Колебательный контур** — это колебательная система, состоящая из включенных последовательно катушки, конденсатора и активного сопротивления.
- **Свободные электромагнитные колебания** — это колебания, происходящие в идеальном колебательном контуре за счет расходования сообщенной этому контуру энергии, которая в дальнейшем не пополняется.
- **Период свободных электромагнитных колебаний** можно рассчитать с помощью формулы Томсона.

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

- Из этой формулы следует, что период колебательного контура определяется параметрами составляющих его элементов: индуктивности катушки и емкости конденсатора.
- **Радиосвязь** — это процесс передачи и приема информации с помощью электромагнитных волн.
- **Амплитудная модуляция** — это процесс изменения амплитуды высокочастотных колебаний с частотой, равной частоте звукового сигнала.
- Процесс, обратный модуляции называется **детектированием**.

# Задача 1

Определите толщину диэлектрика конденсатора, электроёмкость которого 1400 пФ, площадь покрывающих друг друга пластин  $14 \text{ см}^2$ , если диэлектрик – слюда.

**Дано:**

$$C=1400 \text{ пФ}=1400 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}=1,4 \cdot 10^{-9} \text{ Ф};$$

$$S=14 \text{ см}^2 = 14 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$\varepsilon=6;$$

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

$d$  - ?

**Решение:**

$$\tilde{N} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} \Rightarrow d = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{\tilde{N}}; d = \left[ \frac{\hat{O} \cdot \hat{i}^2}{\hat{i} \cdot \hat{O}} = \hat{i} \right]$$

$$d = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6 \cdot 14 \cdot 10^{-4}}{1,4 \cdot 10^{-9}} = 5,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

$$\text{Ответ : } d = 5,3 \cdot 10^{-2} \text{ мм} = 0,053 \text{ мм}$$



## Задача 2

Определить емкость Земли, принимая ее за шар радиусом  $R=6400$  км.

**Дано:**

$$R=6400\text{км}$$

$C=?$

**Решение:**

$$\varphi_{\varnothing} = k \frac{q}{R_{\varnothing}}$$

$$\tilde{N}_{\varnothing} = \frac{q}{\Delta\varphi} = \frac{q \cdot R_{\varnothing}}{k \cdot q} = \frac{R}{k}$$

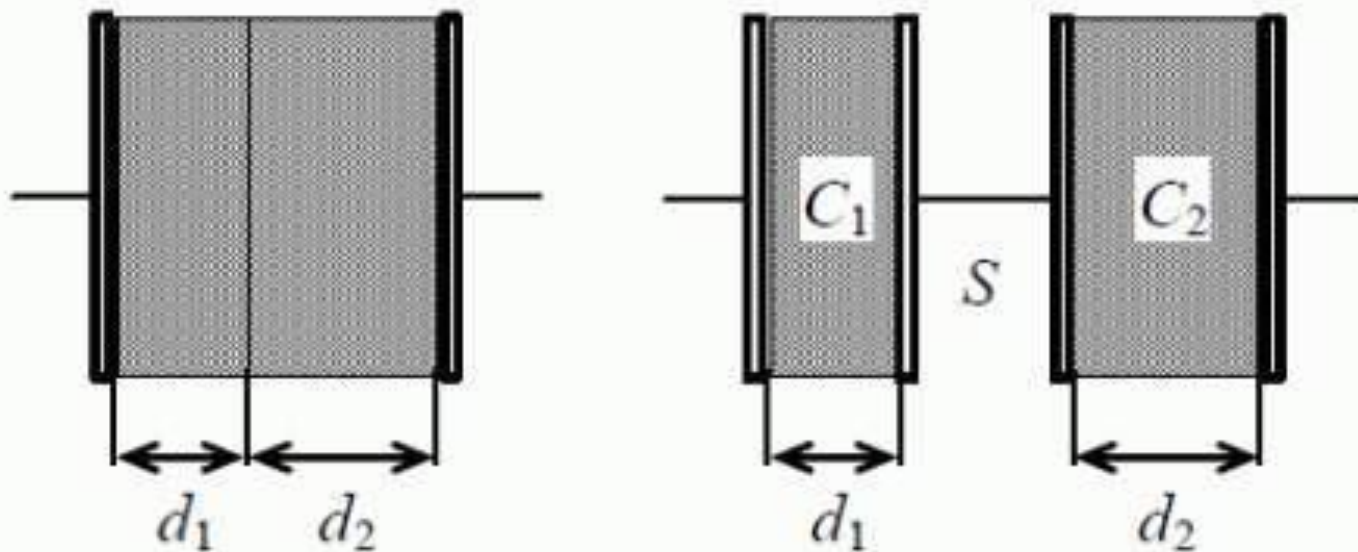
$$C_{\text{çàìèè}} = \frac{6400 \cdot 10^3 \text{ì}}{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Í} \cdot \text{ì}^2}{\hat{E}\ddot{e}^2}} = 700 \text{ìêÔ}$$

Ответ:  $C=700\text{мкФ}$



## Задача 3

Пространство между обкладками плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектрика с проницаемостями  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  толщиной  $d_1$  и  $d_2$  соответственно. Какова емкость такого конденсатора, если площадь пластин равна  $S$ .



Дано:

$d_1$ ;

$d_2$ ;

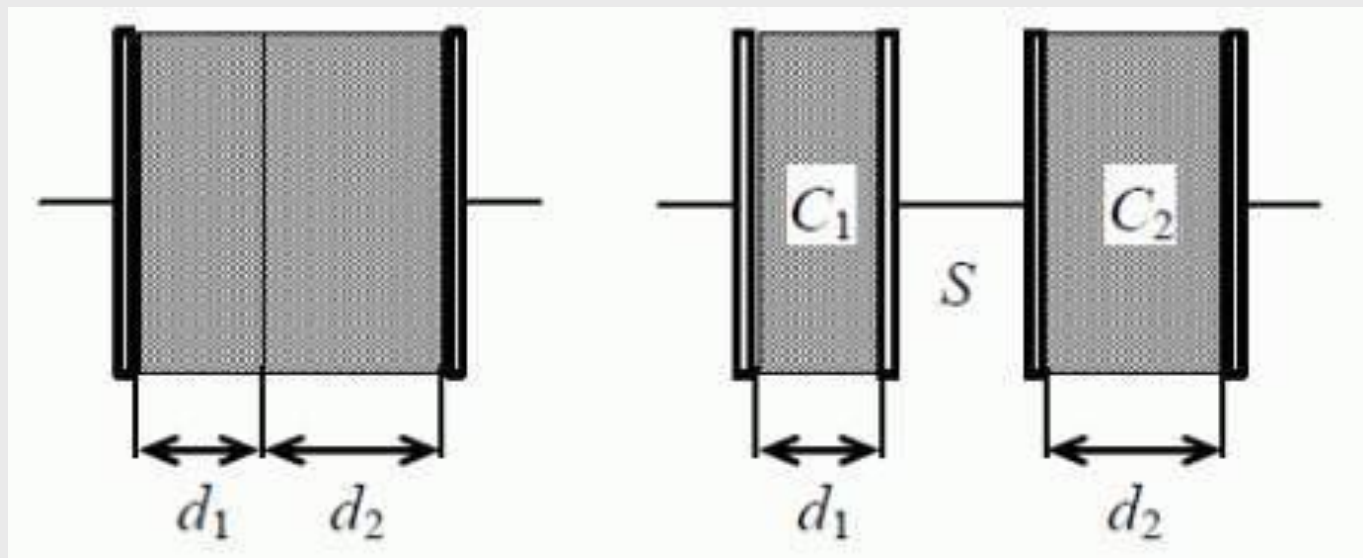
$\varepsilon_1$ ;

$\varepsilon_2$ ;

$S$

$C=?$

Решение:



$$\frac{1}{\tilde{N}} = \frac{1}{\tilde{N}_1} + \frac{1}{\tilde{N}_2} \quad \tilde{N} = \frac{\tilde{N}_1 \cdot \tilde{N}_2}{\tilde{N}_1 + \tilde{N}_2} = \frac{\frac{\varepsilon_1 \varepsilon_0 S}{d_1} \cdot \frac{\varepsilon_2 \varepsilon_0 S}{d_2}}{\frac{\varepsilon_1 \varepsilon_0 S}{d_1} + \frac{\varepsilon_2 \varepsilon_0 S}{d_2}} = \frac{\varepsilon_0 S}{\frac{d_1}{\varepsilon_1} + \frac{d_2}{\varepsilon_2}}$$

Ответ:

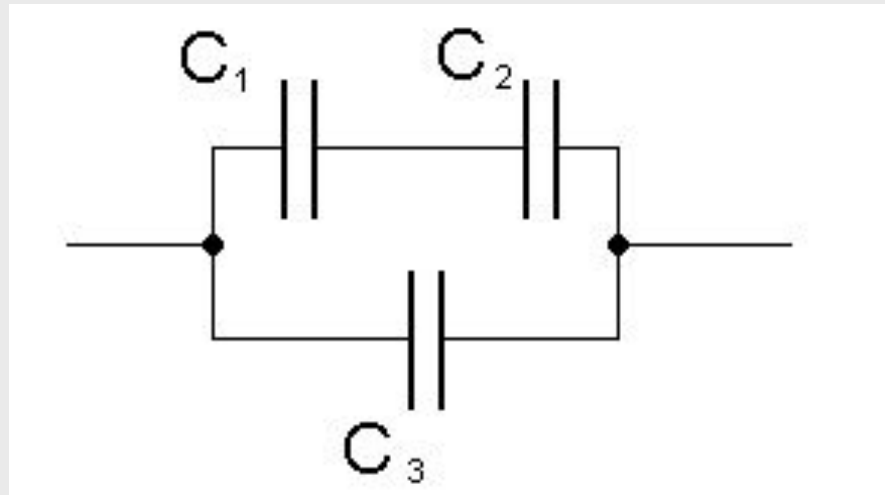
$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{\frac{d_1}{\varepsilon_1} + \frac{d_2}{\varepsilon_2}}$$





## Задача 4

Определить электроёмкость батареи конденсаторов, если  $C_1=0,1\text{ мкФ}$ ,  $C_2=0,4\text{ мкФ}$  и  $C_3=0,52\text{ мкФ}$



**Дано:**

$$C_1 = 0,1 \text{ мкФ} = 10^{-5} \text{ Ф};$$

$$C_2 = 0,4 \text{ мкФ} = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф};$$

$$C_3 = 0,52 \text{ мкФ} = 0,52 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}.$$

$C_{\text{общ}}$  - ?

**Решение:**

$$\frac{1}{\tilde{N}_{1-2}} = \frac{1}{\tilde{N}_1} + \frac{1}{\tilde{N}_2} = \frac{\tilde{N}_2 + \tilde{N}_1}{\tilde{N}_1 \cdot \tilde{N}_2}$$

$$\tilde{N}_{1-2} = \frac{\tilde{N}_1 \cdot \tilde{N}_2}{\tilde{N}_1 + \tilde{N}_2}$$

$$\tilde{N}_{\text{итого}} = \tilde{N}_{1-2} + \tilde{N}_3 = \frac{\tilde{N}_1 \cdot \tilde{N}_2}{\tilde{N}_1 + \tilde{N}_2} + \tilde{N}_3$$

$$\tilde{N}_{\text{итого}} = \frac{0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \cdot 10^{-6}}{0,5 \cdot 10^{-6}} + 0,52 \cdot 10^{-6} = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

**Ответ:**  $C_{\text{общ}} = 0,6 \text{ мкФ}$

# Итоги

- Что называют ёмкостью двух проводников?
- Назовите единицы ёмкости.
- Как зависит электроёмкость плоского конденсатора от его геометрических размеров?