

Электроемкость Конденсаторы

**ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:
П.99-100**

Електроємкость провідника

Електроємкость - это способность проводников или системы из нескольких проводников накапливать электрические заряды, а следовательно, и електроенергію, которая в дальнейшем может быть использована.

Електроємкость уєднєнного провєдника

— фізическая величина, равная отношению електрического заряда уєднєнного провєдника к его потенціалу:

Електроємкость провєдника **не зависит** от рода вещества и заряда, но **зависит** от его формы и размеров, а также от наличия вблизи других провєдников или диэлектриков.

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

Електроємкость сфери

Если уединенным проводником является заряженная сфера, то

$$C = \frac{q}{\varphi_{\text{ш}}} ; \varphi_{\text{ш}} = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R}$$

Тогда

$$C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 R$$

ЗАДАЧА №1. Определить емкость Земли, считая ее радиус равным 6370 км.

Дано:

$$R = 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$$

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

Емкость шара определяется по формуле:

$$C = 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R$$

$$C = 4 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6,37 \cdot 10^6 = 710 \text{ мкФ}$$

Если двум изолированным друг от друга проводникам сообщить заряды q_1 и q_2 , то между ними возникает некоторая разность потенциалов $\Delta\varphi$, зависящая от величин зарядов и геометрии проводников.

Разность потенциалов $\Delta\varphi$ между двумя точками в электрическом поле часто называют *напряжением* и обозначают буквой U . Наибольший практический интерес представляет случай, когда заряды проводников одинаковы по модулю и противоположны по знаку:

$$q_1 = -q_2 = q.$$

В этом случае можно ввести понятие *электрической емкости*

Електроємністю системи из двух проводников называється фізическая величина, определяемая как отношение заряда q одного из проводников к разности потенциалов $\Delta\varphi$ между ними:

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

В системе СИ единица электроёмкости называється **фарад** (Ф):

$$1 \text{ Ф} = \frac{1 \text{ Кл}}{1 \text{ В}}.$$

Существуют такие конфигурации проводников, при которых электрическое поле оказывается сосредоточенным (локализованным) лишь в некоторой области пространства. Такие системы называются *конденсаторами*, а проводники, составляющие конденсатор, называются *обкладками*.

Виды конденсаторов

- По геометрии: плоские, сферические, цилиндрические.
- По диэлектрику: воздушные, бумажные, слюдяные, керамические, электролитические.
- По емкости: постоянные, переменные

Вид конденсатора:

Простейший конденсатор – система из двух плоских проводящих пластин, расположенных параллельно друг другу на малом по сравнению с размерами пластин расстоянии и разделенных слоем диэлектрика. Такой конденсатор называется **ПЛОСКИМ**.

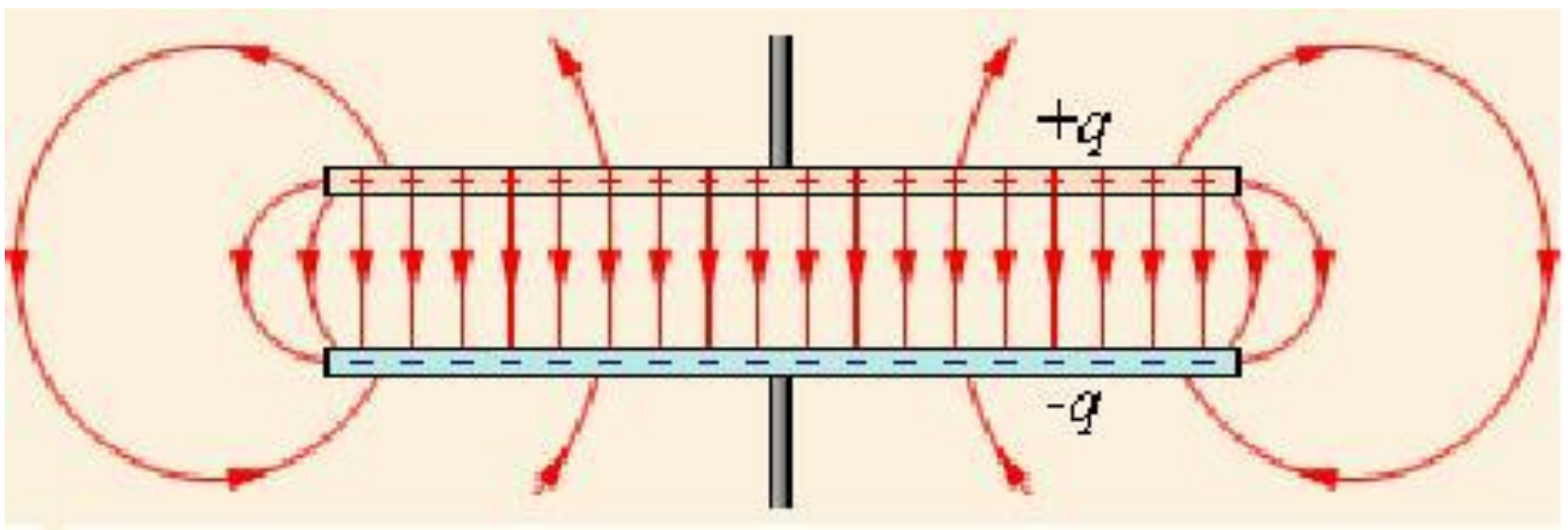


рис. 1 Поле плоского конденсатора.

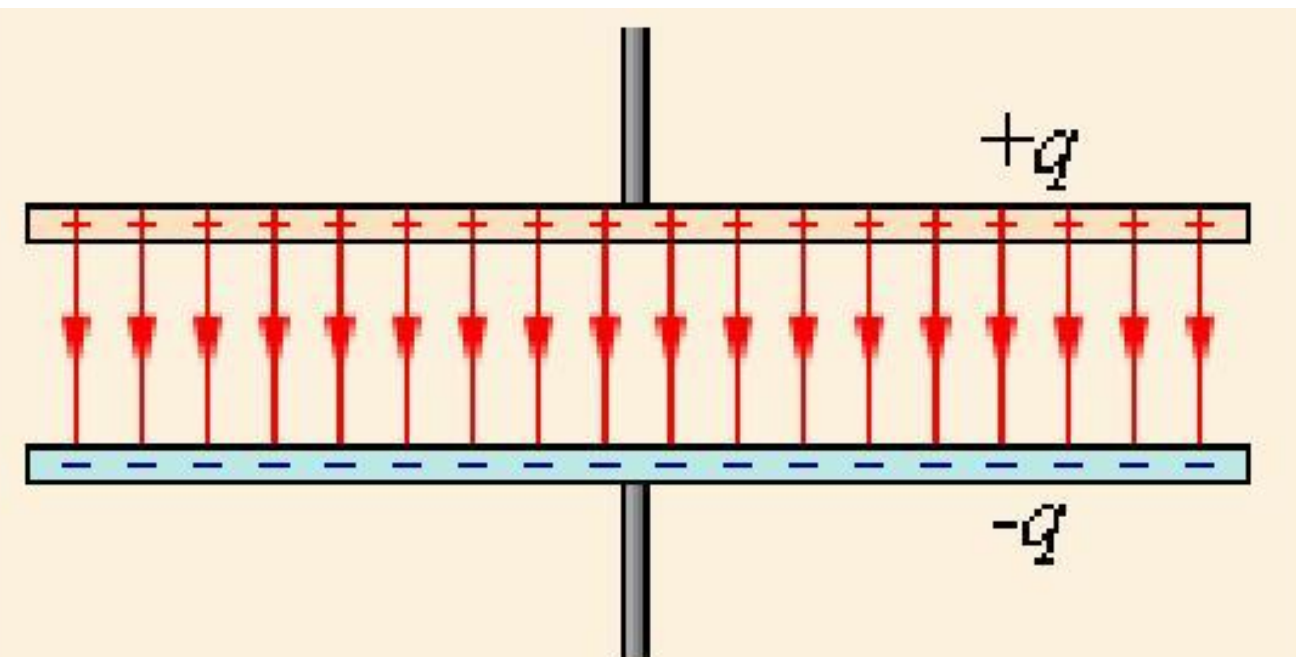


рис. 2

Идеализированное
представление
поля плоского
конденсатора.

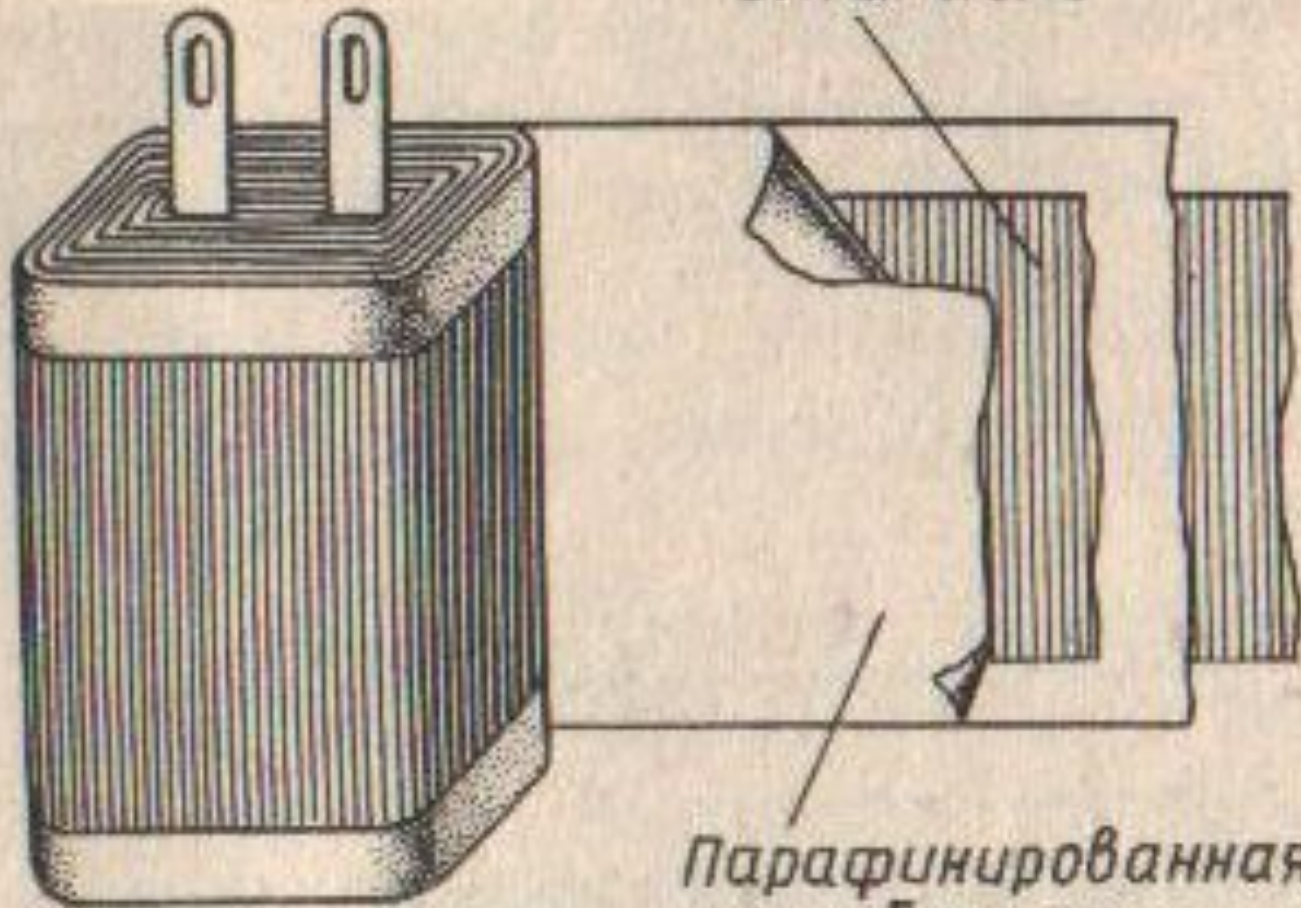
Каждая из заряженных пластин
плоского конденсатора создает вблизи
поверхности электрическое поле,
модуль напряженности которого
выражается соотношением

$$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

σ - поверхностная
плотность заряда

$$\sigma = \frac{q}{S}$$

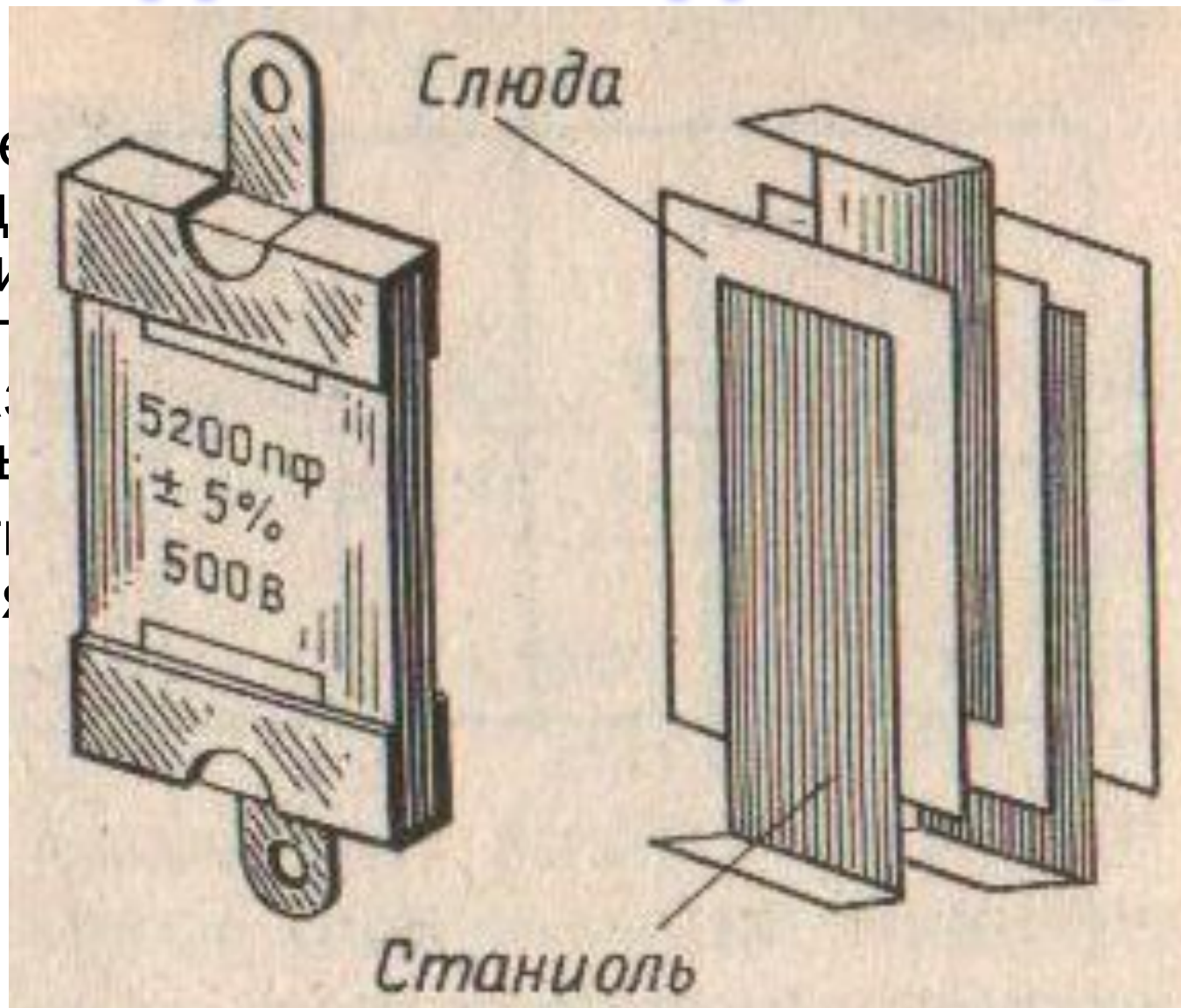
Бумажный конденсатор



В
бум
нес
мик
слу
мет
про
шир
пар
из
рул
Так
кор
(ме
рад

ся
в
ко
ми
ой
ей
ее
ая
на
в
ус.
го
ф
бы

Слюдяной конденсатор

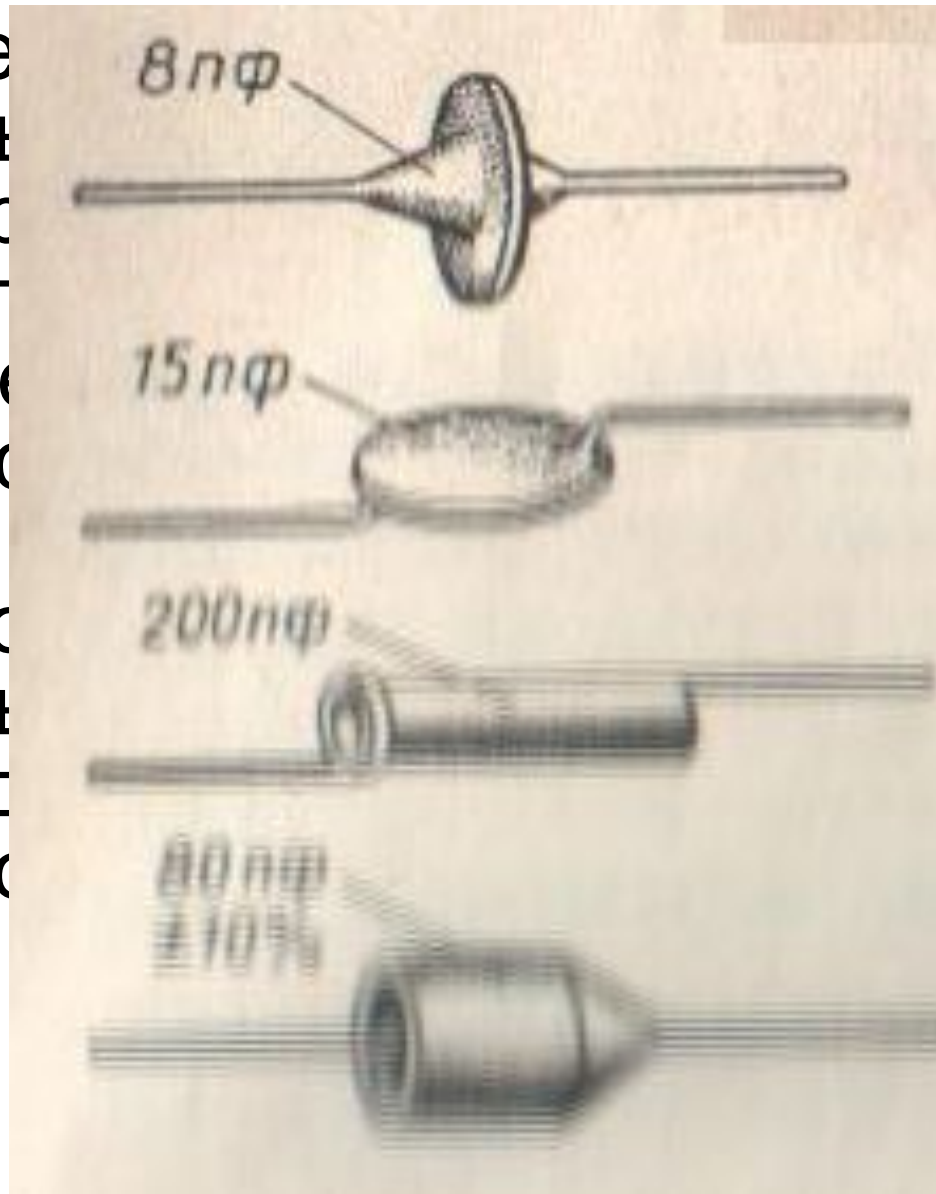


В
конде
до д
стан
нечёт
обра
чётн
Эт
напр

яные
ятков
истки
о все
есте,
да как
при

Керамический конденсатор

В после конденсаторы заменяют керамическими. Они служат для защиты от перенапряжения. Обкладки конденсаторов изготавливают из керамики, нанесённого защитного слоя. Конденсаторы имеют ёмкости от единиц до сотен микрофарад при напряжении от 50 до 500 В.



Для защиты от перенапряжения конденсаторы начали использовать керамику. Конденсаторы имеют ёмкости от единиц до сотен микрофарад при напряжении от 50 до 500 В.

Электролитические конденсаторы

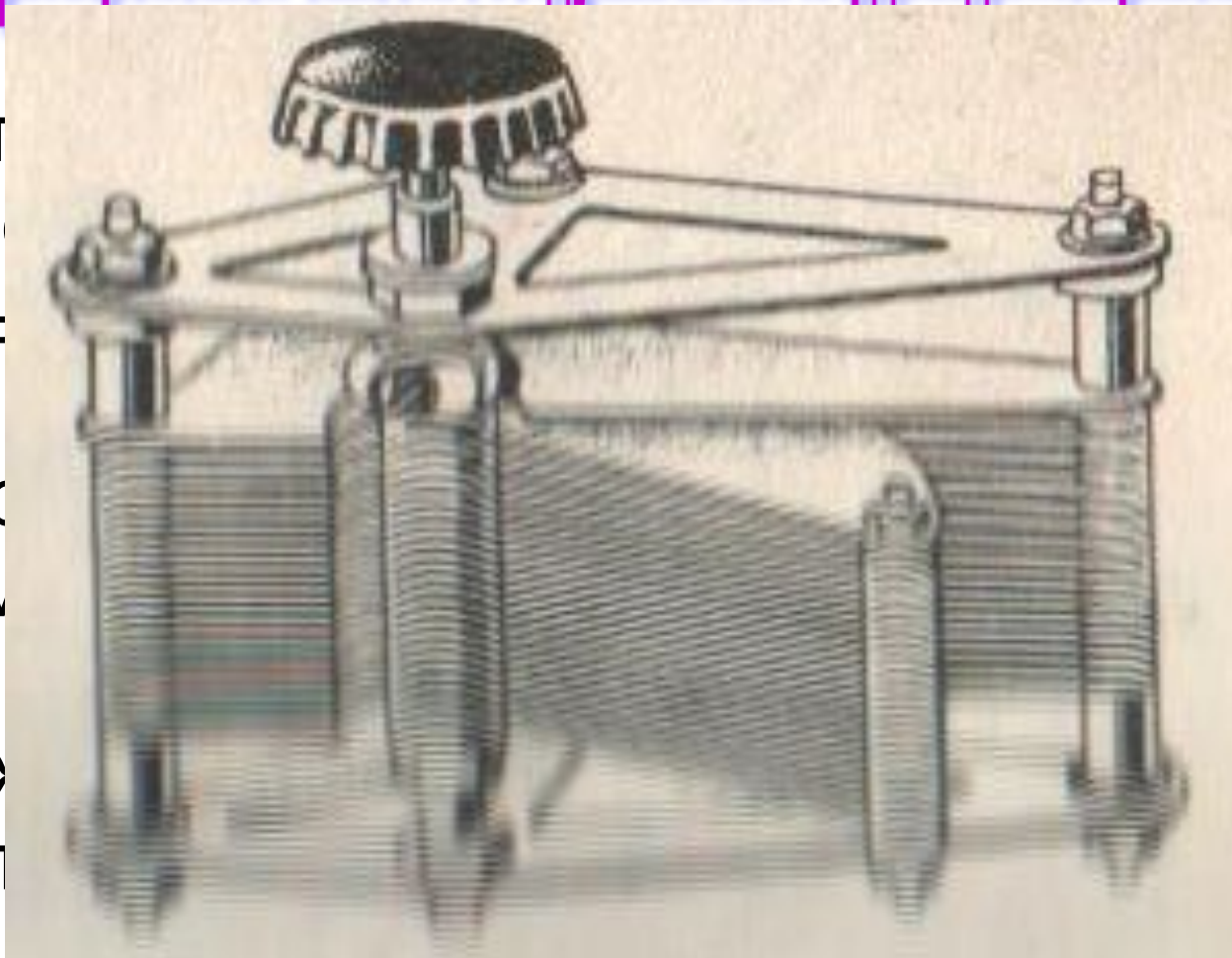
Широкое распространение получили так называемые электролитические



микрофарад) при небольших размерах.

Конденсаторы переменной емкости с воздушным или твердым диэлектриком

Часть
перемен
твёрды
двух
изолир
систем
может
подви
ёмкост



торы
или
Т ИЗ
СТИН,
дна
рая
щая
няют

Емкость плоского конденсатора прямо пропорциональна площади пластин (обкладок) и обратно пропорциональна расстоянию между ними. Если пространство между обкладками заполнено диэлектриком, емкость конденсатора увеличивается в ϵ раз:

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

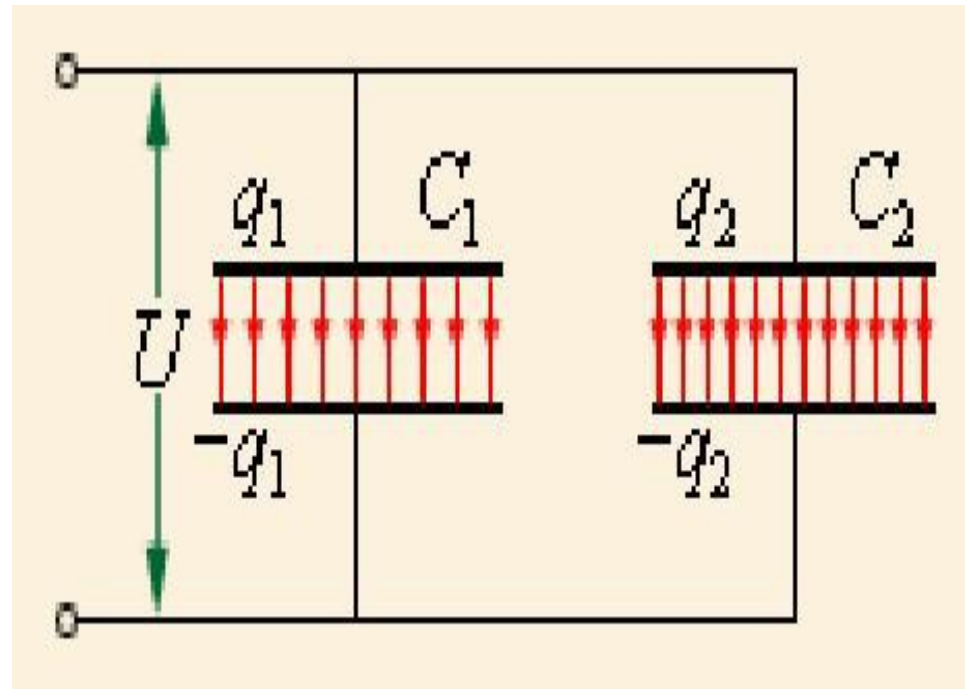
Соединение конденсаторов в батарею

Конденсаторы могут соединяться между собой, образуя батареи конденсаторов.

Параллельное соединение конденсаторов

При *параллельном соединении* конденсаторов напряжения на конденсаторах одинаковы:

$U_1 = U_2 = U$, а заряды равны $q_1 = C_1 U$ и $q_2 = C_2 U$



$$C = \frac{q_1 + q_2}{U} \quad \text{или} \quad C = C_1 + C_2$$

ЗАДАЧА № 2. Батарея из двух конденсаторов 20 и 30 мкФ, соединенных параллельно, заряжена до напряжения 220В. Определите емкость батареи и заряд каждого конденсатора.

Дано:

$$U = 220В$$

$$C_1 = 20\text{мкФ}$$

$$C_2 = 30\text{мкФ}$$

$$C_{\Sigma} - ?$$

$$q_1; q_2 - ?$$

Так как конденсаторы

соединяются

параллельно, то

$$U = U_1 = U_2 \quad C_{\Sigma} = C_1 + C_2$$

$$C_{\Sigma} = 20\text{мкФ} + 30\text{мкФ} = 50\text{мкФ}$$

$$q_1 = C_1 U; q_2 = C_2 U$$

$$q_1 = 4,4\text{мКл}; q_2 = 6,6\text{мКл}$$

Последовательное соединение конденсаторов

При последовательном соединении одинаковыми оказываются заряды обоих конденсаторов:

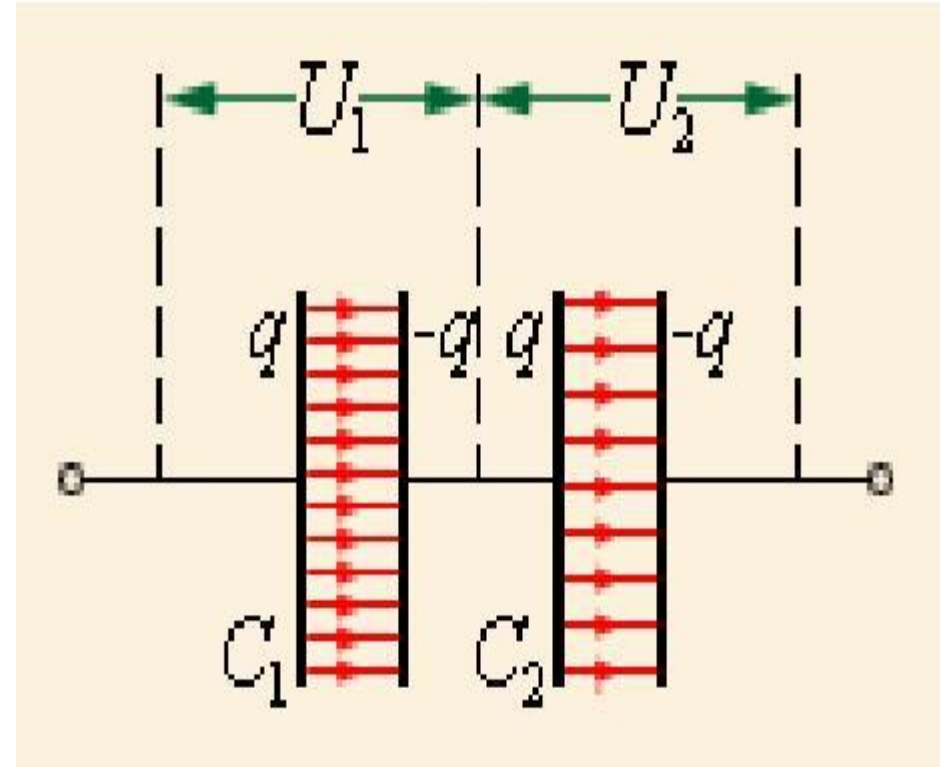
$$q_1 = q_2 = q, \text{ а}$$

напряжения на них

$$U_1 = \frac{q}{C_1}$$

$$U_2 = \frac{q}{C_2}$$

$$C = \frac{q}{U_1 + U_2} \text{ или } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$$



ЗАДАЧА № 3. батарея из двух конденсаторов 4 и 6 мкФ, соединенных последовательно, заряжена до напряжения 220 В. Определить емкость и заряд батареи конденсаторов.

Дано:

$$C_1 = 4 \text{ мкФ}$$

$$C_2 = 6 \text{ мкФ}$$

$$U = 220 \text{ В}$$

$$C_{\text{б}} = ?$$

$$q_{\text{б}} = ?$$

Так как конденсаторы соединяются последовательно, то

$$\frac{1}{C_{\text{б}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}; \quad q_1 = q_2 = q_{\text{б}}$$

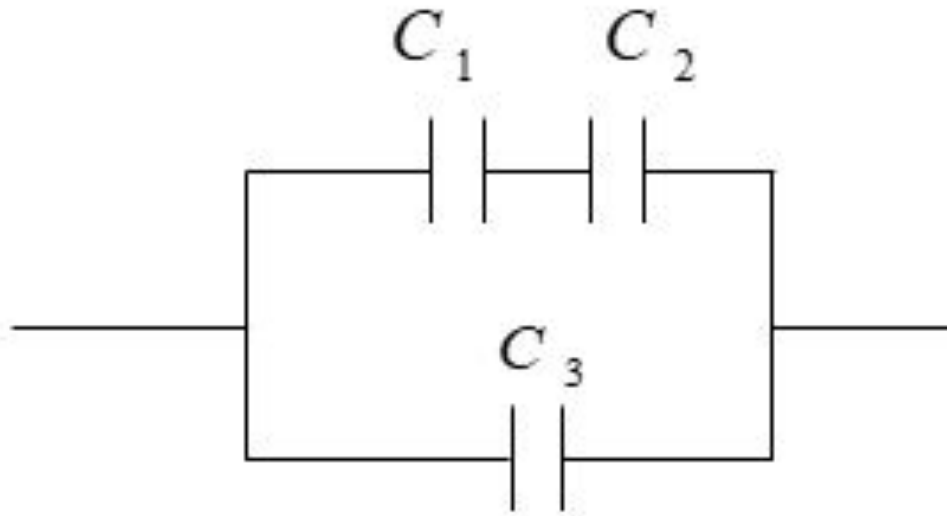
$$\frac{1}{C_{\text{б}}} = \frac{1}{4 \text{ мкФ}} + \frac{1}{6 \text{ мкФ}} = \frac{2+3}{12 \text{ мкФ}} = \frac{5}{12 \text{ мкФ}}$$

$$C_{\text{б}} = \frac{12 \text{ мкФ}}{5} = 2,4 \text{ мкФ}$$

$$q = C \cdot U = 2,4 \cdot 220 = 528 \text{ мкКл}$$

Формулы для параллельного и последовательного соединения остаются справедливыми при любом числе конденсаторов, соединенных в батарею.

Задача № 3. Определить емкость батареи конденсаторов, изображенной на рисунке.



$$C_1 = 20 \mu\text{F} \quad C_2 = 80 \mu\text{F} \quad C_3 = 50 \mu\text{F}$$

Энергия заряженного конденсатора

Электрическое поле конденсатора сосредоточено между его обкладками, следовательно и энергия электрического поля локализована там же.

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

Дано:

$$U=100 \text{ В}$$

$$W=2 \text{ Дж}$$

C-?

Энергия эл.поля конденсатора

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

$$C = \frac{2 \cdot 2 \text{ Дж}}{10^4 \text{ В}^2} = 4 \cdot 10^{-4} = 400 \text{ мкФ}$$

Задача № 4. Определить емкость конденсатора, если напряжение на его обкладках 100 В, а энергия 2 Дж.

Дано:

$$U = 100 \text{ В}$$

$$W = 2 \text{ Дж}$$

C-?

Энергия эл.поля конденсатора

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

$$C = \frac{2 \cdot 2 \text{ Дж}}{10^4 \text{ В}^2} = 4 \cdot 10^{-4} = 400 \text{ мкФ}$$