

*Электроёмкость
Конденсаторы*

**ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:
П.99-100**

Електроемкость проводника

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

Электроемкость уединенного проводника

— физическая величина, равная отношению электрического заряда уединенного проводника к его потенциалу:

Электроемкость проводника **не зависит** от рода вещества и заряда, но **зависит** от его формы и размеров, а также от наличия вблизи других проводников или диэлектриков.

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

Электроемкость сферы

Если уединенным проводником является заряженная сфера, то

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

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*

Електроємкiстю системи из двух проводников называється физическая 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 называется **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**.

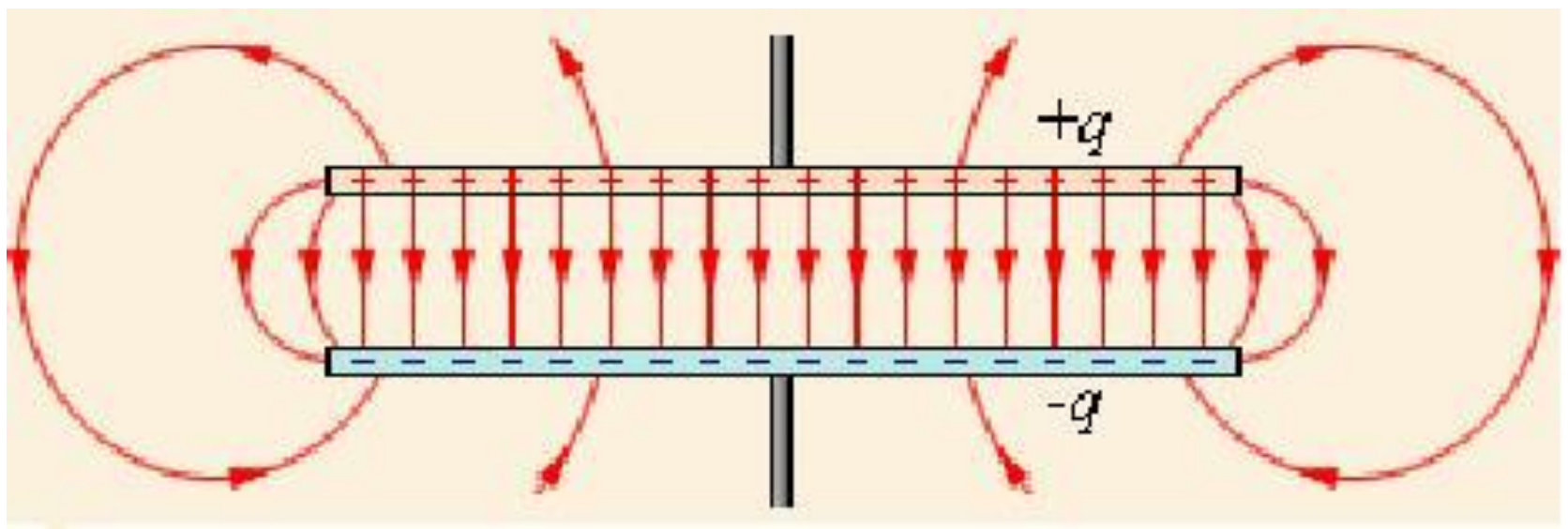


рис. 1 Поле плоского конденсатора.

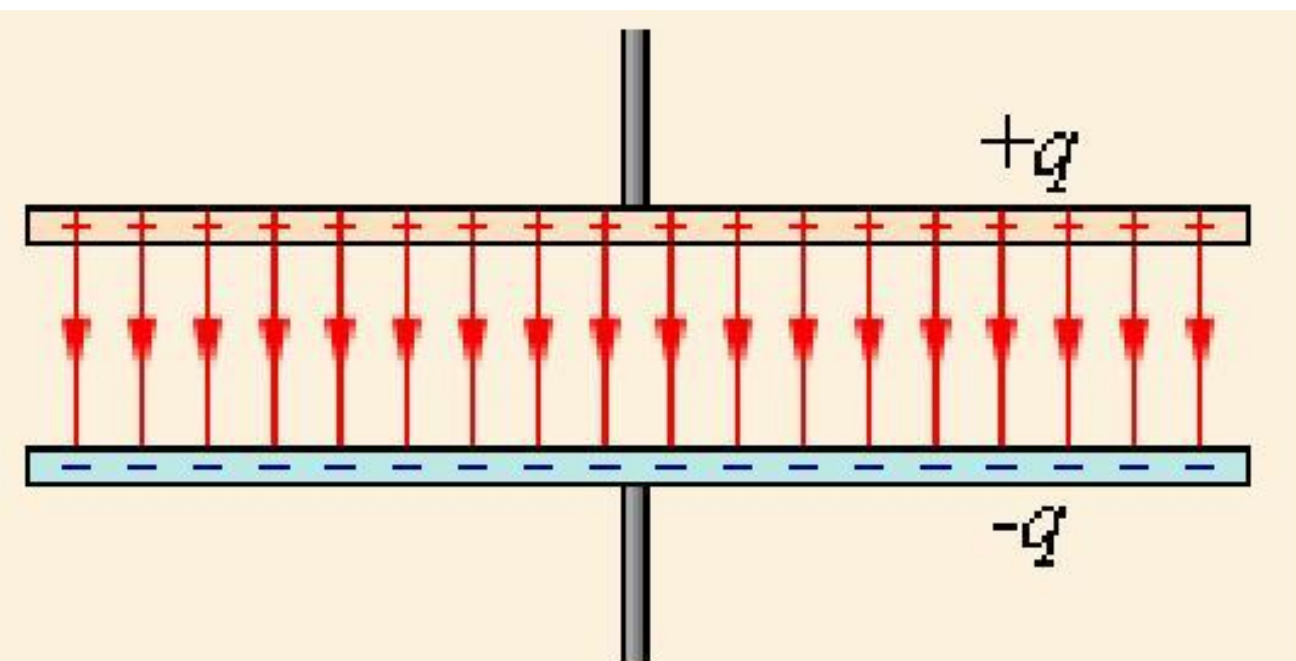


рис. 2

Идеализированное представление поля плоского конденсатора.

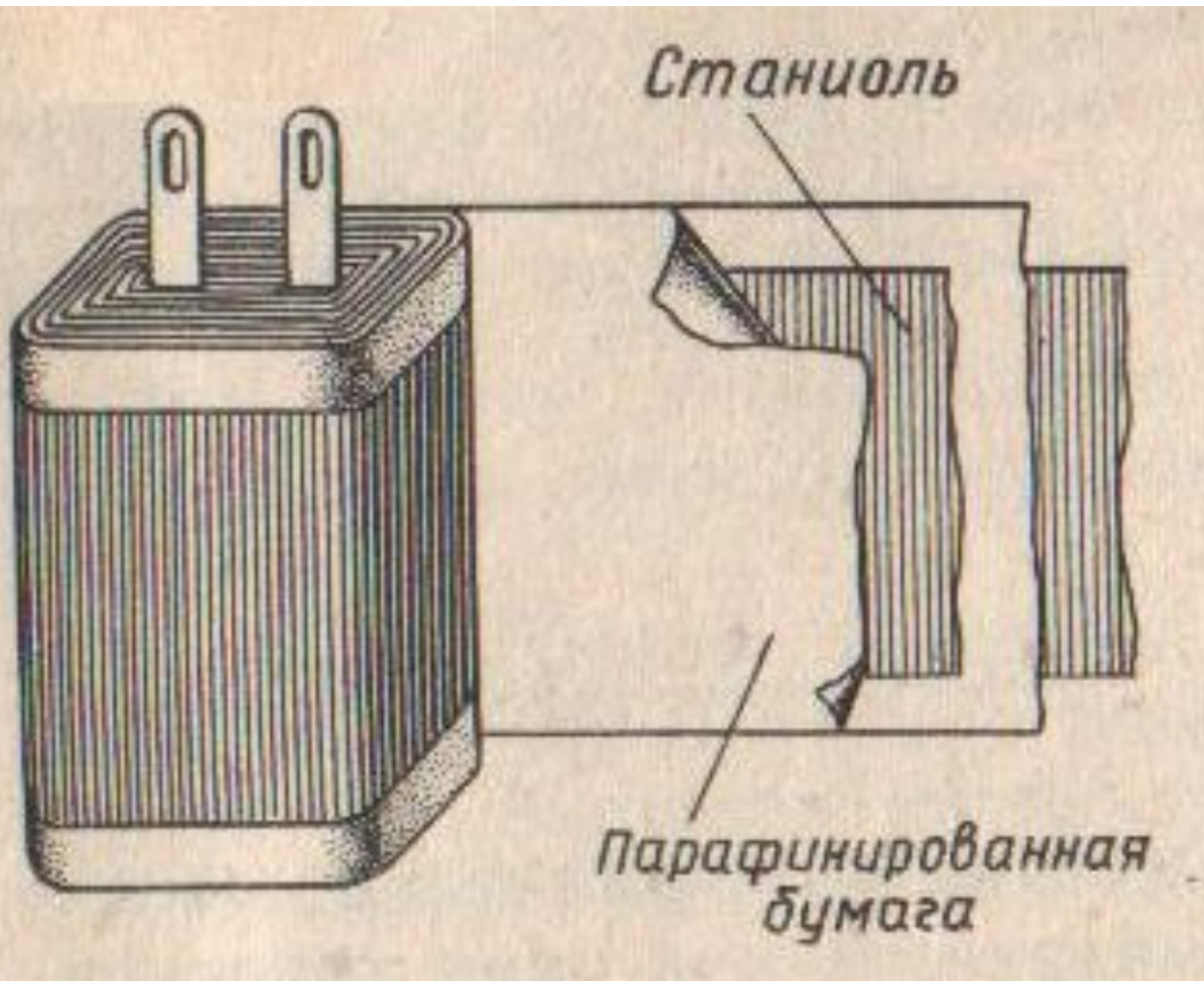
Каждая из заряженных пластин
плоского конденсатора создает вблизи
поверхности электрическое поле,
модуль напряженности которого
выражается соотношением

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

σ - поверхностная
плотность заряда

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

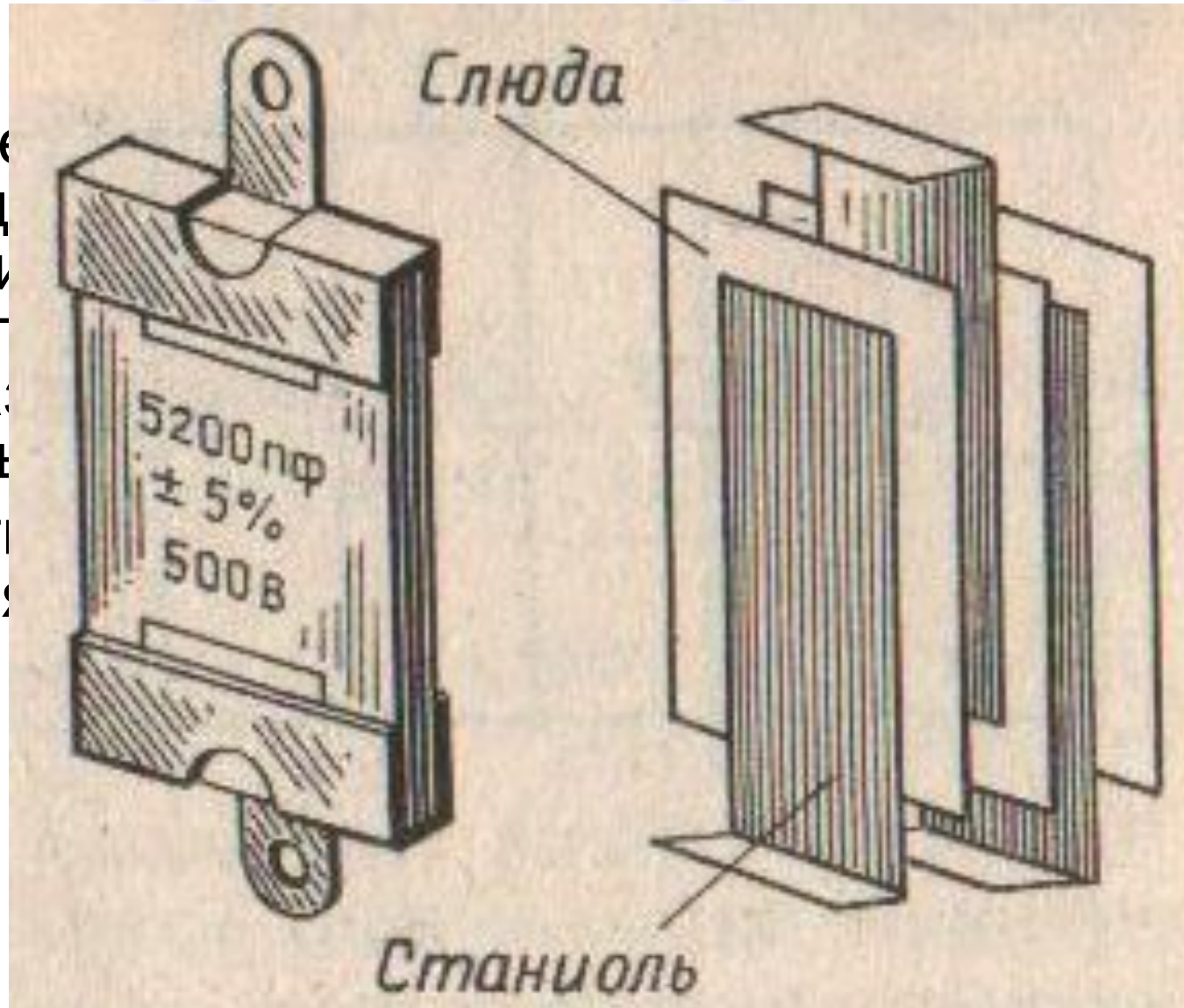
Бумажный конденсатор



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



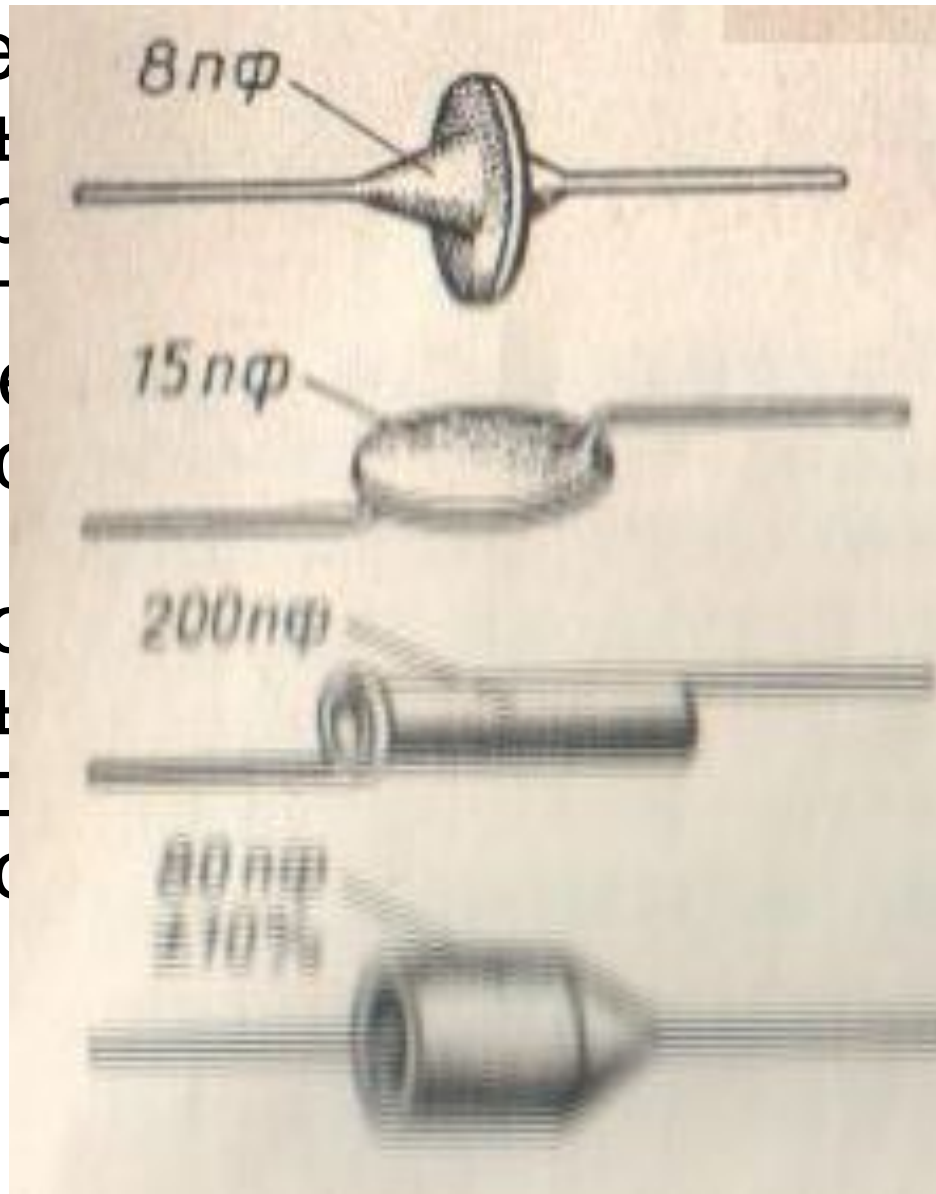
В
конде
до д
стан
нечёт
обра
чётн
Эт
напр

яные
ятков
истки
о все
есте,
а как

при

Керамический конденсатор

В последние десятилетия конденсаторы начали заменять керамическими. В них служит обкладка. Обкладки конденсаторов изготавливаются из нанесённого на диэлектрическую подложку защитного покрытия. Конденсаторы выпускаются в различных вариантах: от единиц до тысяч вольт напряжения с



данные
ачали
лком в
амика.
торов
ребра,
ики и
ческие
мкости
и на

Электролитические конденсаторы

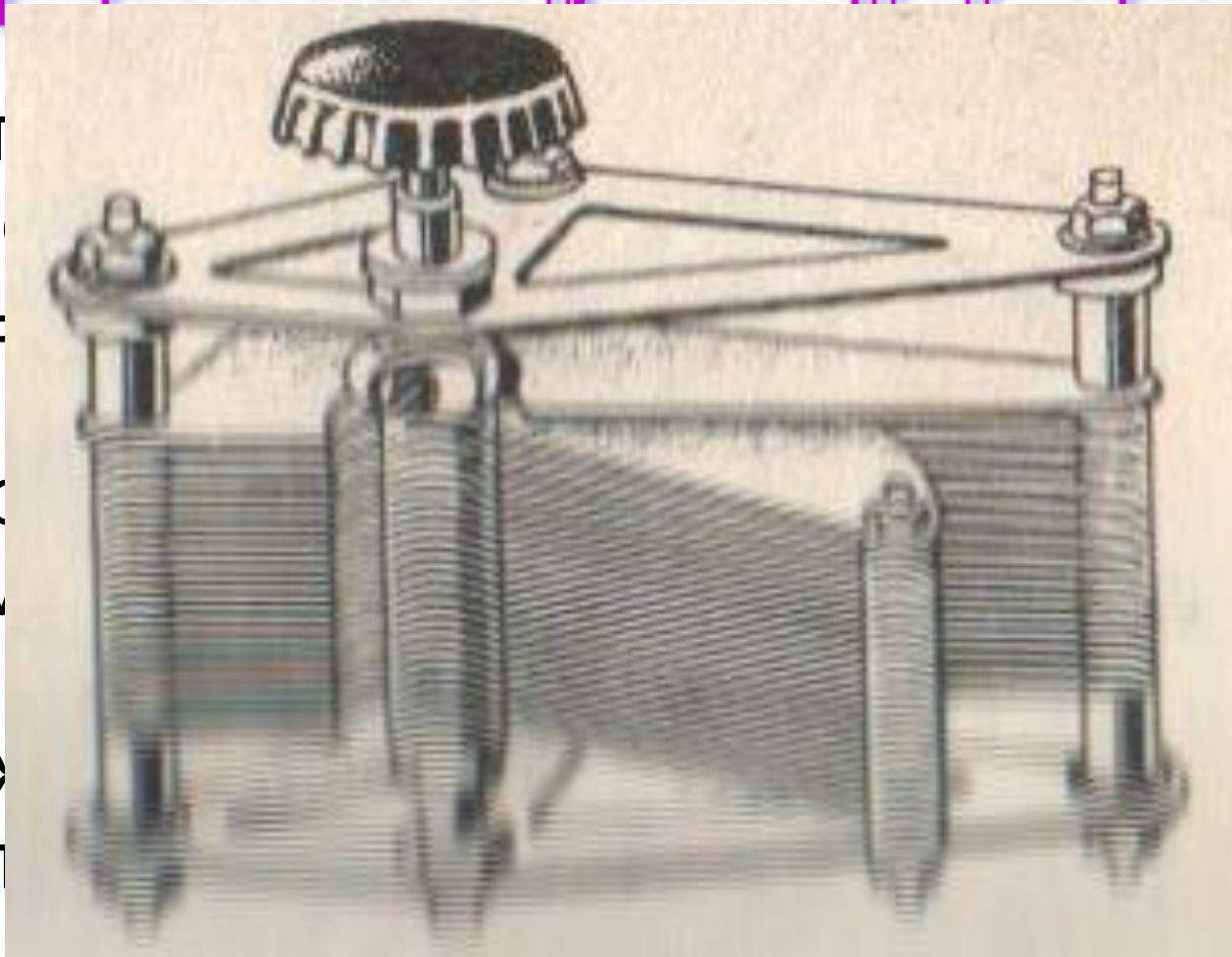
Широкое распространение получили так называемые электролитические



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

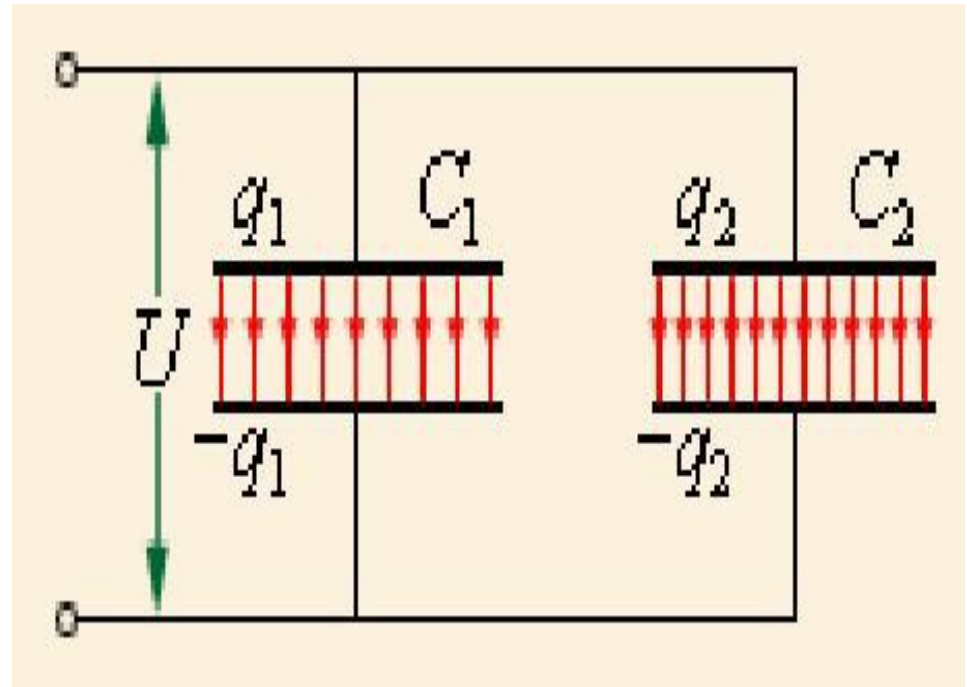
Конденсаторы могут соединяться между собой, образуя батареи конденсаторов.

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:

$$U = 220В$$

$$C_1 = 20\text{мкФ}$$

$$C_2 = 30\text{мкФ}$$

$$C_6 - ?$$

$$q_1; q_2 - ?$$

Так как конденсаторы соединяются параллельно, то

$$U = U_1 = U_2 \quad C_6 = C_1 + C_2$$

$$C_6 = 20\text{мкФ} + 30\text{мкФ} = 50\text{мкФ}$$

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

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

Последовательное соединение конденсаторов

При последовательном соединении одинаковыми оказываются заряды обоих конденсаторов:

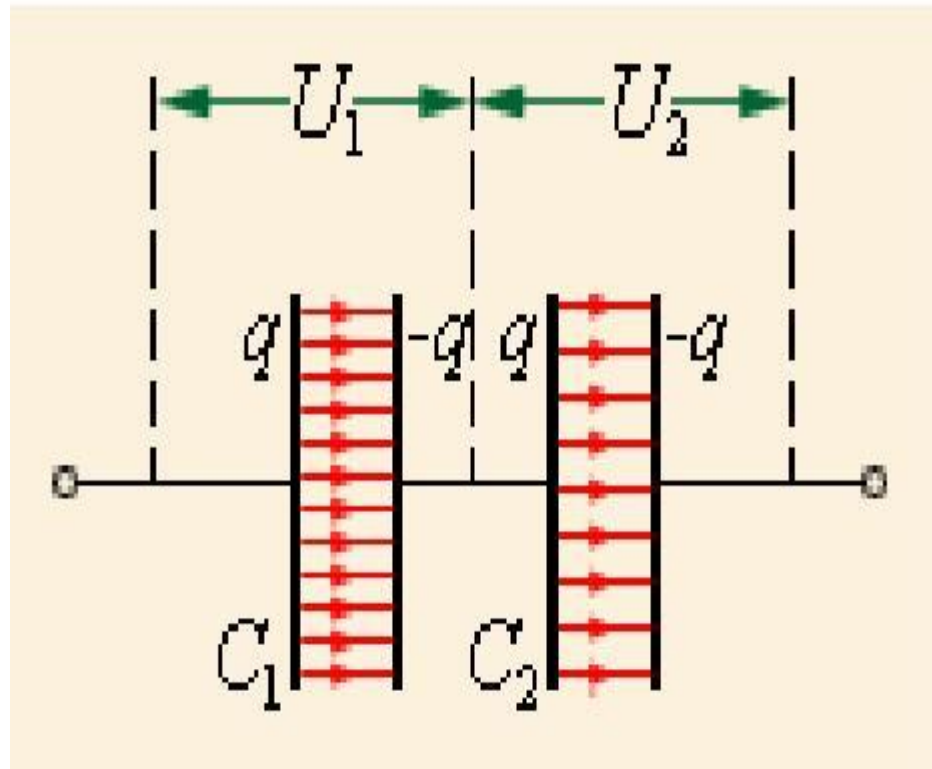
$$q_1 = q_2 = q, \text{ а}$$

напряжения на них

$$\text{равны } U_1 = \frac{q}{C_1}$$

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

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



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

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

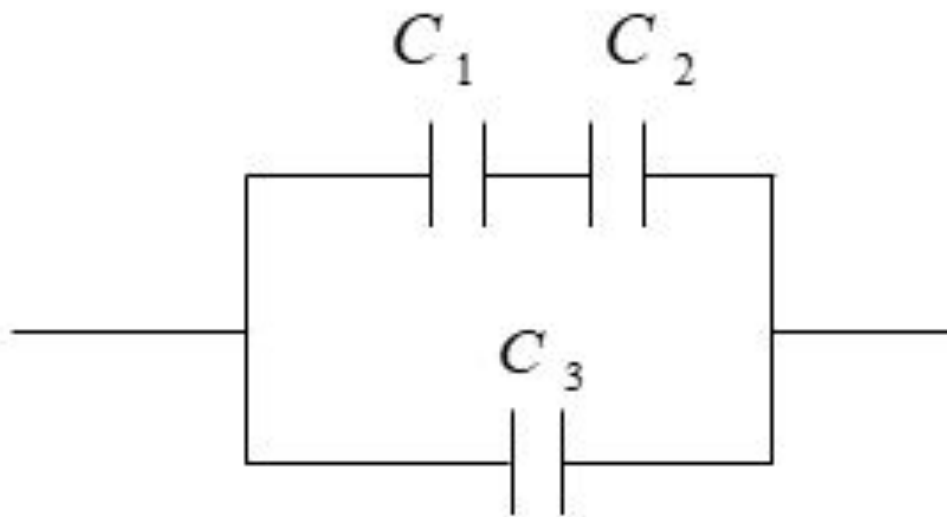
$$\frac{1}{C_{\text{б}}} = \frac{1}{4 \text{ мкФ}} + \frac{1}{6 \text{ мкФ}} = \frac{2+3}{12 \text{ мкФ}} = \frac{5}{12 \text{ мкФ}}$$

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

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

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

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



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

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

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

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