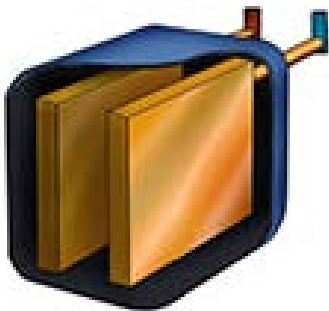


**МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА УРОКУ**

**ЗА ТЕМОЮ**

**ЕЛЕКТРОЄМНІСТЬ. КОНДЕНСАТОРИ  
ТА ЇХНЄ ВИКОРИСТАННЯ В ТЕХНІЦІ.  
ЕНЕРГІЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ**



Розробила спеціаліст  
вищої категорії  
Т. В. Коздоба

## Тема: Електроємність. Конденсатори та їхнє використання в техніці. Енергія електричного поля

### Мета уроку:

**Навчальна:** сформувати знання про електроємність, будову, принцип дії та призначення плоского конденсатора; забезпечити засвоєння одиниць вимірювання електроємності, умовного позначення конденсаторів та визначення електроємності конденсатора, батареї конденсаторів, енергії зарядженого конденсатора; показати практичну значущість набутих знань на прикладі застосування конденсаторів; продовжити формування умінь застосовувати отримані знання на практиці.

**Розвивальна:** розвивати пізнавальний інтерес до фізики і техніки, продовжити розвиток експериментальних навичок, уміння спостерігати, аналізувати, робити висновки.

**Виховна:** сприяти формуванню наукового світогляду, виховувати в учнів упевненість у власних силах, комунікативні здібності.

**Тип уроку:** комбінований.

**Методи та прийоми:** вправа "Мозковий штурм," пошуково-проблемний метод, пояснення з елементами бесіди, демонстраційний експеримент, робота в малих групах, робота з підручником, вправа "Мікрофон," тестові завдання, вправа "Бліцінтерв'ю"

**Форми роботи:** фронтальна, індивідуальна, робота в малій групі.

**Міжпредметні зв'язки:** математика, електротехніка, технічне креслення

**Обладнання та наочність:** комп'ютер мультимедійний проектор (інтерактивна дошка), презентація; електрометри, великий і малий кондуктори, пробний заряд, плоский конденсатор, ебонітові палички, конденсатор змінної ємності, набір різних видів конденсаторів, лампа розжарення, джерело постійного струму, ключ, з'єднувальні провідники, картки-завдання.

**Демонстрації:** залежність потенціалу відокремленого провідника від його розміру при повідомленні однакових зарядів; залежність потенціалу відокремленого провідника від величини заряду; залежність потенціалу провідника від присутності інших провідників; залежність електроємності плоского конденсатора від площі обкладок, відстані між обкладками і діелектрика, що розділяє обкладки; енергія зарядженого конденсатора; конденсатор змінної ємності.

### План-схема уроку

Етапи уроку	Час, хв.	Методи й форми роботи
I. Організаційний етап.	1	
II. Перевірка домашнього завдання.	2	Перевірка задачі.
III. Актуалізація опорних знань та мотивація навчальної діяльності.	3	Вправа "Мозковий штурм", проблемна ситуація.
IV. Повідомлення теми, мети й завдань уроку.	2	Визначення мети уроку за планом вивчення теми.
V. Сприйняття й первинне осмислення нового матеріалу.	16	Пояснення з елементами евристичної бесіди та демонстраціями.
VI. Закріплення нового матеріалу.	7	Вправа "Мікрофон", розв'язування задач.
VII. Етап застосування нових знань.	5	Міні-практикум.
VIII. Етап контролю і самоконтролю знань.	6	Тест.
IX. Підбиття підсумків уроку.	2	Вправа "Бліцінтерв'ю"
X. Домашнє завдання.	1	Пояснення, інструктаж учителя

## Хід уроку

### I. Організаційний етап

Привітання, виявлення відсутніх.

### II. Перевірка домашнього завдання

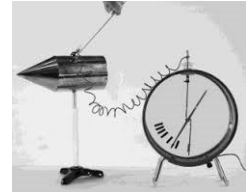
На мультимедійній дошці подано розв'язок задачі, учні звіряють із своїм варіантом.

### III. Актуалізація опорних знань та мотивація навчальної діяльності

#### Вправа "Мозковий штурм"

- У чому полягає принцип суперпозиції полів?
- Що називають потенціалом електричного поля?
- Що таке різниця потенціалів?
- Який зв'язок між різницею потенціалів і напруженістю електричного поля?
- Поясніть дослід

Пробну кульку з довгим провідником з'єднано зі стрижнем електроскопа, корпус заземлений. Заряджаємо кондуктор і кульку переміщуємо по всій поверхні (зовнішній і внутрішній) кондуктора. Покази електрометра не змінюються. Як пояснити?

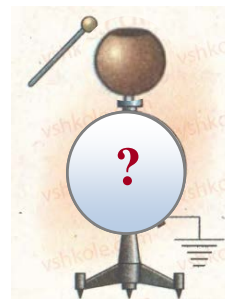
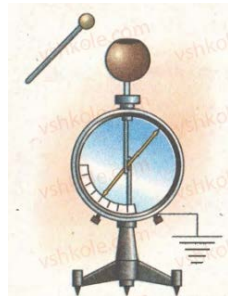


- Які поверхні називають еквіпотенціальними?

Вам уже відомо, що тіла здатні накопичувати електричний заряд. Але від чого залежить ця їх властивість. Давайте з'ясуємо це.

#### Демонстрація 1.

Перед вами два електрометра з кондукторами. За допомогою пробної кульки переносимо на кожний кондуктор однаковий заряд (шкала одного з електрометрів закрита екраном).



#### Запитання до учнів

- Що можна сказати про показання електрометрів?  
(Учні, як правило відповідають, що показання обох електрометрів будуть однаковими. Прибираємо екран. Показання електрометрів не підтверджують їх припущення)

#### Проблемна ситуація

Чому при наданні однакових зарядів кондукторам різного радіуса їх потенціали виявилися неоднаковими?

#### Запитання до учнів

- Що необхідно зробити, щоб довести потенціал великого кондуктора до значення потенціалу малого кондуктора ?
- Від чого залежить потенціал провідника?  
Отже, потенціал провідника залежить не тільки від величини його заряду, але і від властивостей провідника — його геометричних розмірів. Ця властивість провідника характеризується особливою величиною, яка називається електроємністю.

## Завдання

Розгадайте ребус.



Що вам відомо про цей пристрій?

### IV. Повідомлення теми, мети, завдань уроку

Учитель повідомляє тему уроку, пропонує учням ознайомитися з планом її вивчення. Потім просить учнів самостійно сформулювати мету уроку і за необхідності вносить корективи у їхні відповіді. (Вивчити будову, принцип дії призначення конденсатора, його основну характеристику — електроємність. З'ясувати які бувають конденсатори та їхнє використання в техніці)

#### План вивчення теми

1. Електроємність відокремленого провідника.
2. Одиниці електроємності.
3. Конденсатори.
4. З'єднання конденсаторів.
5. Енергія електричного поля.
6. Види конденсаторів та їхнє використання в техніці.

### V. Сприйняття та первинне осмислення нового матеріалу

#### 1. Електроємність провідника

Здатність тіл накопичувати електричний заряд називається електроємністю. Виконані досліди показали, що в кожного провідника потенціал змінюється пропорційно заряду, а відношення заряду до потенціалу  $q/\phi$  для данного провідника — величина постійна, яка залежить від його розмірів і форм і називається електроємністю провідника. **Електроємність** відокремленого провідника  $C$  — це фізична величина, яка дорівнює відношенню електричного заряду провідника до його потенціалу:

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

#### 2. Одиниці електроємності

Одиницею вимірювання електроємності в СІ є фарад (Ф). Одиниця названа на честь М. Фарадея.

1 Ф — ємність провідника, у якого зміна заряду на 1 Кл спричиняє зміну потенціалу на 1 В.

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

1 Ф — дуже велика одиниця ємності. Наприклад, електроємність Землі, радіус якої 6400 км, становить усього 700 мкФ.

Тому на практиці використовуються одиниці електроємності, кратні фараду:

$$1 \text{ пікофарад} = 1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ нанофарад} = 1 \text{ нФ} = 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ мікрофарад} = 1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$$

#### Запитання до учнів

Як ви вважаєте, оточуючі тіла можуть впливати на електроємність провідника?

## Демонстрація 2.

Учню пропонується повільно наблизити руку до зарядженого кондуктора електрометра.

### Запитання до учнів



Чи змінюються покази стрілки електрометра? Про що це свідчить?

У дійсності жоден провідник не є відокремленим — завжди існують якісь предмети, що змінюватимуть його електроємність.

## 3. Конденсатори

### Запитання до учнів



Як ви вважаєте, можна створити пристрій, що має достатньо велику електроємність, яка не залежить від розташування навколишніх тіл?

Виявляється, такий пристрій придумали вже досить давно. Він називається конденсатор.

**Конденсатор** — це пристрій для накопичення зарядів. Він являє собою два провідники, розділені шаром діелектрика, товщина якого є малою порівняно з розмірами провідників. Провідники називають **обкладками** конденсатора.

Слово "конденсатор" від латинського *condensare* — накопичувач. Зарядити конденсатор можна приєднавши його обкладки до полюсів джерела напруги, наприклад до полюсів батареї акумуляторів. У наслідок цього на обкладках з'являються рівні за модулем, але протилежні за знаком заряди.

Під **зарядом** конденсатора розуміють модуль заряду однієї з його обкладок. Очевидно, що заряд конденсатора визначає різниця потенціалів між його обкладками.

**Електроємність конденсатора** — фізична величина, яка дорівнює відношенню заряду однієї з обкладок конденсатора до різниці потенціалів між обкладками:

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{q}{U},$$

Електричні поля оточуючих тіл майже не проникають всередину конденсатора і не впливають на різницю потенціалів між його обкладками. Тому електроємність конденсатора практично не залежить від наявності поблизу нього яких-небудь інших тіл.

А зараз здійснемо невеликий екскурс в історію.

### Повідомлення учня

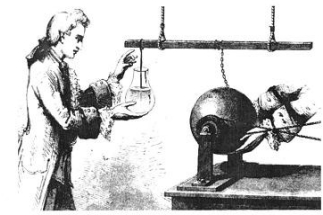
#### "Історія винаходу конденсатора" (випереджувальне завдання)

Перша половина XVIII століття була часом швидкого накопичення дослідних фактів про електричні явища. Саме в цей час, з'ясувалося, що існують два роди електрики. Проте саме явище електризації тіл, природа електрики залишалися абсолютно загадковими. Зазвичай вважалося, що електрика — це особлива рідина, що міститься в кожному зарядженому тілі. А зменшення заряду на тілах природно трактувалося як "випаровування" цієї електричної рідини. Такою ж природною була ідея спробувати запобігти такому "випаровуванню", помістивши заряджене тіло в ... пляшку, вибравши в якості зарядженого тіла воду.

Такий саме дослід поставив в 1745 році настоятель одного з соборів в Померанії Юрген фон Клейст. Він наповнив водою пляшку, закрив її пробкою, а через пробку ввів у воду металевий стрижень (просто цвях). Приєднавши зовнішній кінець стрижня до електричної машини, яка в ті часи була скляною кулею, що оберталася, об яку терлася рука експериментатора, Клейст повідомив воді значний електричний заряд. І тут сталося непередбачене. Узявши однією рукою пляшку, він мав необережність доторкнутися іншою рукою до кінця цвяха, що виступав з пробки, і при цьому відчув в руках і плечах найсильніший удар, що викликав оніміння м'язів.

По випадковому збігу, майже такий же досвід і майже в той же час був поставлений в голландському місті Лейдені професором університету Пітером ван Мушенбруком.

Тільки замість товстостінної пляшки Мушенбрук скористався тонкостінною скляною банкою. Зарядивши воду і узявши банку в одну руку, він теж доторкнувся іншою рукою до металевого стрижня, що служив для підведення заряду до води, втратив свідомість, і два дні опам'ятовувався.



Дослід Мушенбрука

Спочатку спостереження Клейста і Мушенбрука були зрозумілі, як прояви так званої "живої електрики", оскільки в цих дослідах таку важливу роль грали руки людини. Але досить скоро стало ясно, що рука, що тримає банку, і заряджена рідина в ній являються, як ми тепер говоримо, обкладками конденсатора і що ще ефективніший прилад вийде, якщо зовнішню і внутрішню поверхні стінок банки покрити шаром металу, наприклад, олов'яною фольгою.

Так з'явився на світ перший електричний конденсатор, який французький фізик Жан Нолле назвав Лейденською банкою, — назва, не забута і в наші дні. Ймовірно, відгомонам тодішніх наївних уявлень про електрику і про "пляшкове" походження конденсатора залишилося слово, що означає головну характеристику конденсатора — ємність.



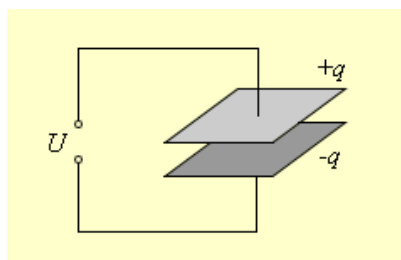
Лейденська банка



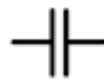
Лейденські банки в електрофорній машині

Найпростіший конденсатор складається із двох плоских провідних пластин, розташованих паралельно одна до одної на малій порівняно з розмірами пластин відстані й розділених шаром діелектрика. Такий конденсатор називається **плоским**.

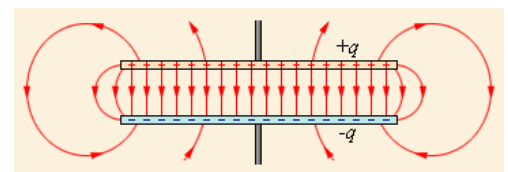
Якщо заряди пластин однакові за модулем і протилежні за знаком, то силові лінії електричного поля починаються на позитивно зарядженій обкладці конденсатора і закінчуються на негативно зарядженій. Тому майже все електричне поле зосереджено всередині конденсатора і є однорідним.



Будова плоского конденсатора



Позначення конденсатора на схемі



Поле плоского конденсатора

З'ясуємо від чого залежить ємність плоского конденсатора.

"Самостійні думки виникають тільки із самостійно здобутих знань," — сказав К. Ушинський. Прислухаємося до його слів і проведемо дослідження.

**Експериментальне завдання (додаток 1)**

**Робота в групах**

Робота в групах дає змогу набути навичок спілкування та співпраці.

**Група 1.** Дослідити залежність електроємності плоского конденсатора від площі пластин.

**Група 2.** Дослідити залежність електроємності плоского конденсатора від відстані між пластинами.

**Група 3.** Дослідити залежність електроємності плоского конденсатора від наявності діелектрика.

Представники груп доповідають про результати своїх досліджень.

Отже, результати дослідів можна узагальнити формулою електроємності плоского конденсатора:

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

де  $S$  — площа пластин конденсатора,

$d$  — відстань між пластинами конденсатора (товщина діелектрика),

$\varepsilon$  — діелектрична проникність діелектрика (додаток 2)

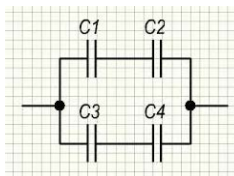
$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м — електрична стала.

#### 4. З'єднання конденсаторів

##### Самостійна робота з підручником

Учням пропонується прочитати § 13 стор. 42-43 і дати відповіді на питання:

- Які з'єднання конденсаторів бувають?
- Чому дорівнює електроємність при паралельному з'єднанні конденсаторів?
- Чому дорівнює електроємність при послідовному з'єднанні конденсаторів?
- Два учня на інтерактивній дошці заповнюють таблицю, інші учні працюють з опорним конспектом.
- Як з'єднані конденсатори на схемі ?

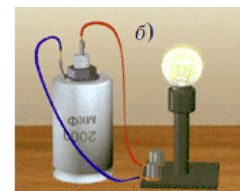


#### 5. Енергія електричного поля

Заряджений конденсатор має запас енергії. Переконаємося в цьому.

##### Демонстрація 3.

Заряджаємо батарею конденсаторів, а потім розряджаємо його через лампу.



##### Запитання до учнів

- Що спостерігаєте?
  - Які перетворення енергії відбуваються?
- Отже, електрична енергія зарядженого конденсатора переходить в тепло і енергію випромінювання.

Енергія зарядженого конденсатора дорівнює роботі зовнішніх сил, яку потрібно виконати, щоб зарядити конденсатор.

Напруженість поля, створюваного зарядом однієї з пластин, дорівнює  $E/2$ , де  $E$  — напруженість поля в конденсаторі. В однорідному полі однієї пластини знаходиться заряд  $q$ , розподілений по поверхні іншої пластини. Згідно з формулою  $W_p = qEd$  для потенціальної енергії заряду в однорідному полі енергія конденсатора дорівнює:

$$W_p = q \frac{E}{2} d,$$

де  $q$  — заряд конденсатора,  $d$  — відстань між пластинами.

Так як  $E \cdot d = U$  — різниця потенціалів між обкладками конденсатора, то його енергія дорівнює:

$$W_p = \frac{qU}{2}.$$

З урахуванням формули  $C = \frac{q}{U}$ , отримаємо формулу для енергії зарядженого конденсатора:

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

З міркувань локалізації електричного поля в конденсаторі, електрична енергія конденсатора локалізована в просторі між обкладками конденсатора. Тому її називають **енергією електричного поля**.

Енергія електричного поля вимірюється в джоулях (Дж).

### Запитання до учнів

Яку небезпеку являють собою знеструмлені кола з наявними в них конденсаторами?

### 6. Види конденсаторів та їхнє використання в техніці.

Тепер поговоримо про види конденсаторів. В залежності від свого призначення конденсатори поділяються на конденсатори постійної ємності і конденсатори змінної ємності.

По типу діелектрика конденсатори поділяються на повітряні, керамічні, слюдяні, паперові, електролітичні та інші.

Класифікація конденсаторів		
За призначенням	За формою обкладок	За типом діелектрика
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ постійної ємності</li> <li>▪ змінної ємності</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ плоскі</li> <li>▪ сферичні</li> <li>▪ циліндричні та ін.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ повітряні</li> <li>▪ керамічні</li> <li>▪ слюдяні</li> <li>▪ паперові</li> <li>▪ електролітичні</li> </ul>

**Повітряні** конденсатори виготовляються на невеликі ємності (десятки або сотні пікофарад) і застосовуються головним чином в тих випадках, коли важливо, щоб в діелектрику виділялося можливо менше енергії і його нагрівання було мінімальним (наприклад, в радіопередавачах).

Широко поширені **керамічні** конденсатори. Вони являють собою пластини або трубки із спеціального керамічного матеріалу (наприклад, фаянсу), покритого з обох боків шаром метала. Керамічні конденсатори витримують високу напругу. Цією властивістю відрізняються також **слюдяні** конденсатори. Керамічні і слюдяні конденсатори мають ємності від декількох десятків до декількох тисяч пікофарад.

Розглянемо будову **паперового** конденсатора (демонстрація розібраного паперового конденсатора). У ньому як пластини використовуються смуги алюмінієвої фольги, а діелектриком служить парафінований папір. Мала товщина діелектрика і велика площа пластин забезпечують значну ємність таких конденсаторів (до десятків мікрофарад). Для того, щоб паперовий конденсатор займав менше місця, його згортають в рулон і розміщують в металевому корпусі.



Парафінований папір

Алюмінієва фольга

Для отримання дуже великих електричних ємностей (десятки, сотні і навіть тисячі мікрофарад) застосовують так звані **електролітичні** конденсатори. Діелектриком в них

служить тонка плівка оксиду алюмінію, що утворюється при спеціальній обробці алюмінієвої фольги, з якої виготовлена одна з обкладок. Другою обкладкою є електроліт. Завдяки дуже малій товщині шару оксиду вдається отримати дуже великі електричні ємності.

Електролітичні конденсатори можна застосовувати лише в колах постійної напруги, причому при їх включенні потрібно дотримуватися певної полярності: позитивний полюс джерела повинен бути підключений до обкладки з алюмінієвої фольги, а негативний полюс — до корпусу. Тільки при такій полярності включення через плівку оксиду алюмінію електричний струм не проходить, ця плівка служить діелектриком.

На конденсаторах вказують їх електроємність і напругу, а на електролітичних конденсаторах — також полярність їх включення (якщо корпус алюмінієвий, то він завжди підключається до негативного полюса джерела).

Для налаштування радіоприймачів у більшості випадків застосовуються **конденсатори змінної ємності**. Зазвичай це повітряні конденсатори.

#### Демонстрація 4 .

Конденсатор змінної ємності має систему нерухомих пластин (статор) і систему рухомих пластин, укріплених на осі (ротор). Повертаючи ротор, вводимо рухливі пластини більшою чи меншою мірою в проміжки між нерухомими пластинами і цим міняємо ємність (зазвичай в межах від декількох десятків до декількох сотень пікофарад).

У сучасній техніці складно знайти галузь, де б широко й різноманітно не застосовувались конденсатори.

#### Завдання до учнів

Наведіть приклади застосування конденсаторів. Скористайтеся підказкою.



Конденсатори знайшли велике застосування в побуті і техніці. Властивість конденсаторів накопичувати і зберігати електричні заряди використовується для отримання короткочасних імпульсів великої сили струму. Одним з прикладів подібного використання конденсатора є фотоспалах. У цьому приладі конденсатор порівняно довго заряджається від батареї гальванічних елементів і потім швидко розряджається через спеціальну лампу.

Ємнісні датчики, в яких зміна вимірюваної величини перетворюється в зміну ємності конденсатора. Ємнісні датчики отримали широке поширення там, де необхідно контролювати появу слабопровідящих рідин, наприклад води. Це датчики рівня рідини, датчики дощу в автомобілях, датчики в сенсорних кнопках на побутовій техніці (у живих тканинах багато води).

Збудження квантових джерел світла — лазерів здійснюється за допомогою газорозрядної трубки, спалах якої відбувається при розрядці батареї конденсаторів великої електроємності.

Залежність електроємності конденсатора від відстані між його пластинами використовується в схемах кодування клавіатури персонального комп'ютера. Під кожною клавішею знаходиться конденсатор, електроємність якого змінюється при натисненні на клавішу. Мікросхема, підключена до кожної клавіші, при зміні електроємності видає кодований сигнал, що відповідає цій букві.

Основне застосування конденсатори знайшли в радіотехніці. У усіх передавальних і приймаючих пристроях знаходяться конденсатори. При зміні ємності конденсатора змінюється і частота передавального і приймаючого сигналу.

### Запитання до учнів



В якій системі обладнання автомобіля застосовують конденсатор?

### Опорний конспект (додаток 3)

## VI. Закріплення нового матеріалу

### Вправа "Мікрофон"

- Що називають електроємністю?
- Що таке конденсатор?
- Чи справедливим є твердження, що під зарядом конденсатора розуміють суму зарядів його обкладок?
- Як зміниться електроємність плоского конденсатора, якщо збільшити відстань між пластинами в 4 рази?
- У скільки разів зміниться: ємність плоского конденсатора, якщо збільшити робочу площу пластин в 2 рази?
- Чи можна збільшити енергію зарядженого розсувного конденсатора, не змінюючи різниці потенціалів на його пластинах?

### Розв'язування задач

Після презентації умови задачі, яку необхідно розв'язати (умову записую на дошці) пропоную всім висловити ідеї, коментарі, шляхи розв'язання.

#### Задача 1

Плоский конденсатор складається з двох розділених повітряним проміжком пластин площею  $S = 100 \text{ см}^2$  кожна. При наданні одній з пластин заряду  $q = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$  між пластинами виникла напруга  $U = 120 \text{ В}$ . На якій відстані одна від одної знаходяться ці пластини.

Дано:  
 $S = 100 \text{ см}^2$   
 $q = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$   
 $\epsilon = 1$   
 $U = 120 \text{ В}$   
 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$

СІ:  
 $100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

Розв'язання:  
 Скористаємося формулою для електроємності плоского конденсатора:  $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$ .  
 Звідки відстань, на якій розміщено пластини конденсатора:

$$\text{Але } \left. \begin{aligned} d &= \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{C} \\ C &= \frac{q}{U} \end{aligned} \right\} \Rightarrow d = \frac{\epsilon \epsilon_0 S U}{q}$$

$$[d] = \frac{\frac{\text{Ф}}{\text{м}} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{В}}{\text{Кл}} = \frac{\text{Кл} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{В}}{\text{В} \cdot \text{м} \cdot \text{Кл}} = \text{м}$$

$$d = \frac{1 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 100 \cdot 10^{-4} \cdot 120}{5 \cdot 10^{-9}} = 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}$$

d – ?

Відповідь:  $d = 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

#### Задача 2

### Інтерактивна задача

[http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/d58c1258-8878-4cfc-b785-0dff1ec9ca53/9\\_51.swf](http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/d58c1258-8878-4cfc-b785-0dff1ec9ca53/9_51.swf)

Плоский конденсатор має 10 пар пластин, кожна з яких має площу 400 см<sup>2</sup>. Відстань між пластинами в парі 5 мм. В якості діелектрика в конденсаторі використовується повітря з діелектричною проникністю 1. Електрична стала  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.



Визначіть:

- максимальну ємність конденсатора;
- заряд конденсатора, підключеного до батареї з напругою 4,5 В.

## VII. Етап застосування нових знань

Старогрецький філософ Аристотель стверджував:

"Розум полягає не тільки в знанні, а й в умінні застосовувати знання до справи"

### Робота в групах

В залежності від обраного рівня завдання, учні беруть з набору конденсаторів один конденсатор або набір: скляну, жерстяні пластинки, штангенциркуль, лінійку.

### Міні-практикум (додаток 4)

Перевірити правильність розв'язання можна за допомогою мультимедійної дошки.

Учням, які не засвоїли матеріал, пропонується опрацювати картку-завдання з алгоритмом розв'язання.

### Картка- завдання з алгоритмом розв'язання

#### Задача.

За вказаними на конденсаторі характеристиками визначте заряд і енергію, яку може накопичити конденсатор при максимально допустимій напрузі.

Дано:

$$U = 400 \text{ В}$$

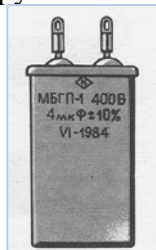
$$C = 4 \text{ мкФ}$$

$$q = ?$$

$$W = ?$$

Сі:

$$4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$



#### Розв'язання:

1. Скористаємося формулою для електроємності конденсатора  $C = \frac{q}{U}$ , звідки заряд на кожній з обкладок конденсатора дорівнює:  $q = CU$ .

2. Скористаємося формулою для енергії зарядженого конденсатора:  $W = \frac{qU}{2}$

$$[q] = \text{Ф} \cdot \text{В} = \frac{\text{Кл}}{\text{В}} \cdot \text{В} = \text{Кл}$$

$$q = 4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot 400 \text{ В} = 1600 \cdot 10^{-6} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Кл} = 1,6 \text{ мКл.}$$

$$W = \frac{1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Кл} \cdot 400 \text{ В}}{2} = 320 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 0,32 \text{ Дж}$$

Відповідь:  $q = 1,6 \text{ мКл.}$ ,  $W = 0,32 \text{ Дж.}$

#### Задача

За вказаними на конденсаторі характеристиками визначте заряд і енергію, яку може накопичити конденсатор при максимально допустимій напрузі.

Дано:

$$U = \dots \text{ В}$$

$$C =$$

$$q = ?$$

$$W = ?$$

Сі:



#### Розв'язання:

1.

2.

Відповідь:

## VIII. Етап контролю і самоконтролю знань

Кожний учень сам вибирає для себе рівень завдання, який відповідає його знанням.

### Тест (додаток 5)

Перевірити правильність розв'язання можна за допомогою мультимедійної дошки.

## IX. Підбиття підсумків уроку

### Вправа "Бліцінтерв'ю"

1. Що нового дізналися на уроці?
2. Чи досягли ви на уроці очікуваних результатів?
3. Що було найскладнішим під час виконання завдань?
4. Що було головним на уроці?

Викладач аналізує роботу групи, окремих учнів та виставляє оцінки.

## X. Домашнє завдання

- Вивчити: К: §§ 10 - 14, опорний конспект.
- Розв'язати задачі

Вибрати рівень завдання і виконати його.

### Середній рівень

#### Задача 1.

Визначити площу аркуша алюмінієвої фольги, необхідну для виготовлення плоского конденсатора електроємністю 1 мкФ, якщо діелектриком буде парафінований папір завтовшки 0,25 мм.

#### Задача 2.

Визначити ємність батареї конденсаторів (рис 1), якщо  $C_1 = 0,1$  мкФ,  $C_2 = 0,4$  мкФ,  $C_3 = 0,52$  мкФ.

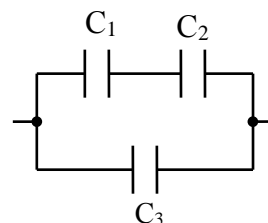


Рис. 1

### Достатній рівень

#### Задача 3.

На рисунку 2 зображені конденсатори, які потрібно підключити до джерела струму так, щоб ємність усього ланцюга була б найбільшою.

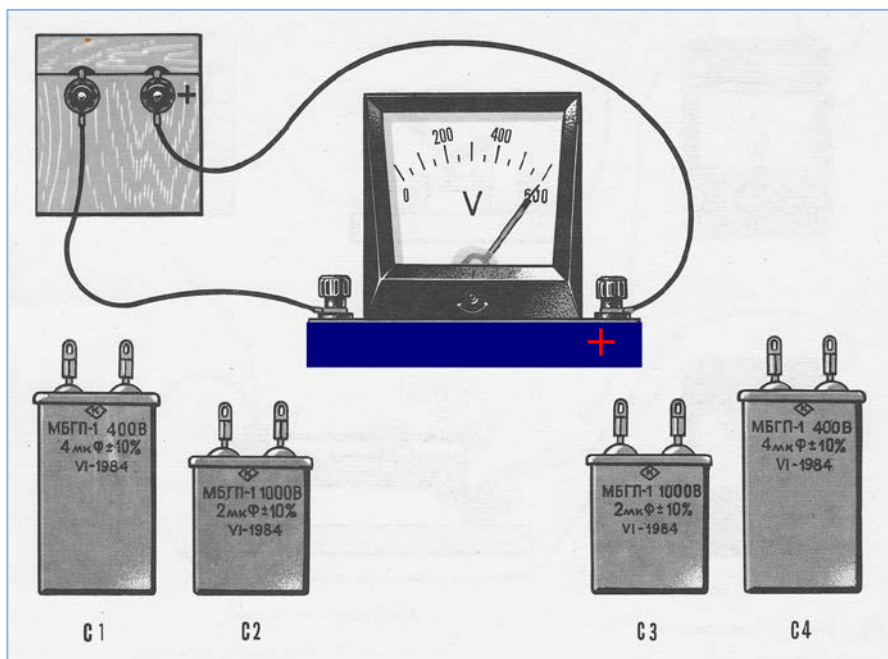


Рис. 2

1. Закрийте малюнок калькою і на ній виконаєте з'єднання конденсаторів довільними лініями (символізуючими сполучні дроти) відповідно до поставленої умови.
2. Намалюйте принципову схему виконаного вами з'єднання.
3. Визначте ємність усього ланцюга виконаного вами з'єднання
4. Визначте заряд усього ланцюга конденсаторів.
5. Визначте заряд кожного конденсатора у вашому ланцюзі.
6. Знайдіть енергію, запасену усім ланцюгом.

### Творче завдання

Скласти кросворд з ключовим словом електростатика.

## Експериментальне завдання

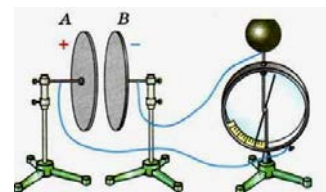


## Робота в малих групах

## Група 1

**Дослідити залежність електроємності плоского конденсатора від площі пластин.**

1. Наелектризувати паличку і зарядити пластину конденсатора, яка приєднана до стрижня електрометра. Замітити покази стрілки електрометра.
2. Не змінюючи відстані між пластинами, зсунути одну з пластин вбік, спостерігаючи при цьому за стрілкою електроскопа. Як змінюється напруга  $U$  ( $\uparrow$  або  $\downarrow$ )?

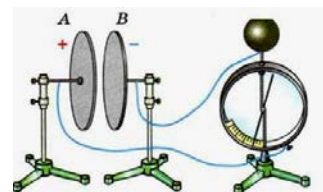


3. Використовуючи формулу  $C = \frac{q}{U}$ , зробити висновок про те, як змінюється електроємність конденсатора  $C$  ( $\uparrow$  або  $\downarrow$ ).
4. Знову повернути пластину на місце, спостерігаючи за стрілкою електроскопа. Зробити висновок про зміни  $U$  і  $C$  ( $\uparrow$  або  $\downarrow$ ).
5. Висновок \_\_\_\_\_

## Група 2

**Дослідити залежність електроємності плоского конденсатора від відстані між пластинами**

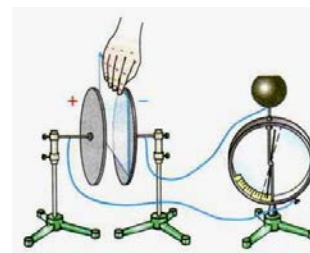
1. Наелектризувати паличку і зарядити пластину конденсатора, яка приєднана до стрижня електрометра. Замітити покази стрілки електрометра.
2. Змінюючи відстань між пластинами, спостерігати за стрілкою електроскопа. Як змінюється напруга



3. Використовуючи формулу  $C = \frac{q}{U}$ , зробити висновок про те, як змінюється електроємність конденсатора  $C$  ( $\uparrow$  або  $\downarrow$ ).
4. Знову повернути пластину на місце, спостерігаючи за стрілкою електроскопа. Зробити висновок про зміни  $U$  і  $C$  ( $\uparrow$  або  $\downarrow$ ).
5. Висновок \_\_\_\_\_

## Дослідити залежність електроємності плоского конденсатора від наявності діелектрика

1. Наелектризувати паличку і зарядити пластину конденсатора, яка приєднана до стрижня електрометра. Замітити покази стрілки електрометра.  
2. Не змінюючи відстані між пластинами, ввести в проміжок між пластинами конденсатора пластину з органічного скла, спостерігаючи при цьому за стрілкою електроскопа. Як змінюється напруга  $U$  ( $\uparrow$  або  $\downarrow$ )?



3. Використовуючи формулу  $C = \frac{q}{U}$ , зробити висновок про те, як змінюється електроємність конденсатора  $C$  ( $\uparrow$  або  $\downarrow$ ).

4. Вивести з проміжка між пластинами конденсатора пластину з органічного скла, спостерігаючи за стрілкою електроскопа. Зробити висновок про зміни  $U$  і  $C$  ( $\uparrow$  або  $\downarrow$ ).

5. Висновок \_\_\_\_\_

**Діелектрична проникність різних речовин  
(за нормальних умов)**

Речовина	Діелектрична проникність
Повітря	1,000594
Азот (газ)	1, 00058
Гас	2,1
Кварц плавлений	3,75
Кераміка (CaTiO <sub>3</sub> )	150...165
Скло	8...11
Ебоніт	3
Картон	4
Парафін	2
Слюда	6
Віск бджолиний	3
Сегнетова сіль	10000
Трансформаторна олива	2,2...2,5
Вода	81

## Опорний конспект

**Електроємність** відокремленого провідника  $C$  — це фізична величина, яка дорівнює відношенню електричного заряду провідника до його потенціалу:

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

Залежить від розмірів, форми провідника і середовища, у якому він знаходиться.

**Одиниця ємності**

$$[C] = \frac{\text{Кл}}{\text{В}} = 1 \text{ Ф}$$

(фарад)

$$1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ нФ} = 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$$

**Конденсатор** — система, що складається з двох провідників (обкладок), розділених шаром діелектрика, товщина якого мала порівняно з розмірами провідників.

При зарядженні обкладкам конденсатора надають рівні за модулем різнойменні заряди.

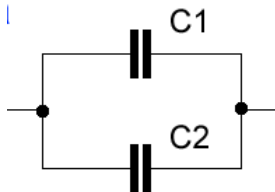
**Електроємність конденсатора**

— фізична величина, яка дорівнює відношенню заряду однієї з обкладок конденсатора до різниці потенціалів між обкладками:

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{q}{U}$$

**Ємність плоского конденсатора**

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

де  $S$  — площа пластини; $d$  — відстань між пластинами; $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$  — електрична стала; $\varepsilon$  — діелектрична проникність**З'єднання конденсаторів****Паралельне з'єднання**

$$C = C_1 + C_2$$

**Послідовне з'єднання**

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

**Енергія електричного поля конденсатора**

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

Розум полягає не тільки в знанні,  
а й в умінні застосовувати знання до справи  
Аристотель

## Міні-практикум

Робота в групах



Початковий рівень

За вказаними на конденсаторі характеристиками визначте заряд конденсатора при максимально допустимій напрузі.

Середній рівень



За вказаними на конденсаторі характеристиками визначте заряд і енергію, яку може накопичити конденсатор при максимально допустимій напрузі.

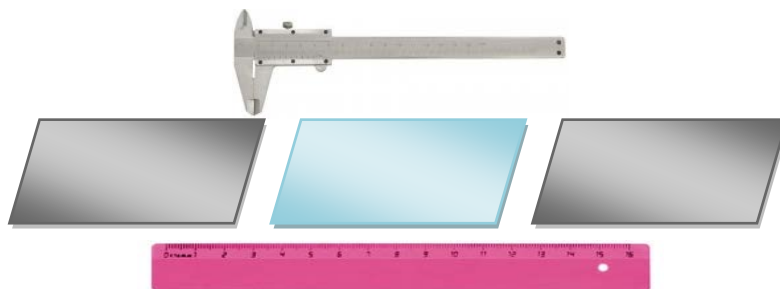
Достатній рівень

**Визначити електроємність плоского конденсатора.**

**Обладнання:** пластинка скляна, пластинки жерстяні — 2 шт., штангенциркуль, лінійка.

**Порядок виконання роботи**

1. Складіть плоский конденсатор з наявних матеріалів.
2. Зробіть необхідні вимірювання і розрахуйте електроємність зібраного конденсатора.





## Тест

№ з/п	Зміст завдання	Бали
<b>Початковий рівень</b>		
1	Як називається здатність провідника накопичувати електричний заряд? А. Потенціал Б. Електроємність В. Енергія Г. Напруженість	0,5
2	В яких одиницях вимірюється електроємність? А. Вольт Б. Кулон В. Фарад Г. Джоуль	0,5
3	Як називається система з двох провідників, розділених шаром діелектрика? А. Резистор Б. Конденсатор В. Гальванометр Г. Електрометр	0,5
4	Що розуміють під зарядом конденсатора? А. Сумарний заряд обкладок конденсатора Б. Заряд однієї з обкладок конденсатора В. Різницю зарядів двох обкладок	0,5
5	При паралельному з'єднанні конденсаторів ємність батареї ... А. збільшується Б. зменшується В. залишається незмінною	0,5
6	За якою формулою можна обчислити ємність плоского конденсатора? А. $c = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$ Б. $W = \frac{q^2}{2C}$ В. $q = CU$ Г. $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	0,5
<b>Середній рівень</b>		
7	Як зміниться ємність повітряного конденсатора, якщо відстань між пластинами зменшити в 10 разів? А. Зменшиться в 10 разів. Б. Залишиться незмінною. В. Збільшиться в 10 разів. Г. Збільшиться в 100 разів.	1
8	Знайдіть відстань між пластинами плоского повітряного конденсатора, якщо площа кожної його пластини дорівнює $100 \text{ см}^2$ , а відстань між пластинами становить 3,5 мм. А. 1 мм Б. 1,5 мм В. 2 мм Г. 2,5 мм	2
<b>Достатній рівень</b>		
9	Напруга на обкладках плоского конденсатора, заповненого парафіном, дорівнює 100 В. Площа кожної обкладки $50 \text{ см}^2$ , відстань між ними 1 мм. Визначте заряд конденсатора. А. Від 4 нКл до 5 нКл Б. Від 6 нКл до 7 нКл В. Від 8 нКл до 9 нКл Г. Від 11 нКл до 13 нКл	3