

Урок № 43-44

Тема уроку: Електроємність. Конденсатори.

Мета уроку:

- навчальна – ознайомити учнів з енергією, що запасена в електричному полі конденсатора; з'ясувати практичне застосування конденсаторів;
- розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;
- виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

Матеріал до уроку

§ 5. Електроємність. Конденсатори

Опрацювавши цей параграф, ви зможете обчислювати ємність конденсаторів та їх з'єднань, енергію електростатичного поля.

ЕЛЕКТРОЄМНІСТЬ. Для характеристики здатності провідників накопичувати електричний заряд введено фізичну величину, яка називається електроємністю.

Електроємністю (або просто ємністю) називається фізична величина, яка чисельно дорівнює відношенню величини заряду провідника q до його потенціалу ϕ :

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

Електроємність відокремленого провідника чисельно дорівнює електричному заряду, який змінює потенціал провідника на одиницю.

Чим більша ємність провідника, тим менше змінюється його потенціал при наданні йому заряду.

Ємність відокремленого провідника залежить від форм і розмірів поверхні (оскільки заряди розміщуються лише по його поверхні), а також від діелектричної проникності середовища, в якому перебуває провідник.

Оскільки потенціал невідокремленого провідника залежить від наявності й розташування заземлених тіл, що оточують його, ємність такого провідника також залежить від цих самих чинників. Однак за умови такого розташування тіл, що оточують його, ємність певного провідника не змінюється, оскільки чим більший заряд йому наданий, тим більшим буде його потенціал.

Ємність не залежить від матеріалу, агрегатного стану провідника, наявності в ньому порожнин або інших включень, а також від величини заряду на ньому.

Провідник характеризується електричною ємністю ϵ у випадку, коли він зовсім не заряджений.

Одиницею електроємності в СІ є фарад (названа на честь англійського фізика М. Фарадея):

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

1 фарад — велика одиниця. Таку ємність мала б куля радіусом $9 \cdot 10^{11}$ см (у 1400 разів більшим за радіус Землі). На практиці використовують кратні одиниці: мікрофарад (мкФ) — 10^{-6} Ф і пікофарад (пФ) — 10^{-12} Ф.

Ємність Земної кулі близько 709 мкФ. Вона в мільйони разів більша за електроємність приладів і провідників. З'єднуючи будь-який провідник із зарядом q з Землею, ми одержуємо провідник величезної ємності, потенціал якого практично не змінюється від додавання йому заряду q . З цієї причини вирішили прийняти потенціал Землі за нульовий і порівнювати з ним потенціали заряджених провідників.

КОНДЕНСАТОРИ. ЄМНІСТЬ КОНДЕНСАТОРА. Явище накопичення достатньо великих зарядів на провідниках за незначних напруг між ними використовують у пристроях, які називаються конденсаторами.

Конденсатор — система двох ізольованих один від одного провідників, яким надано однакові заряди протилежного знаку, поле яких зосереджено лише між цими провідниками.

Ці ізольовані діелектриком провідники називаються обкладками конденсаторів. Найпростіший плоский конденсатор складається з двох паралельних металевих пластин (обкладок), розміщених на малій відстані одна від одної і розділених діелектриком (рис. 5.1, а). Якщо заряди пластин однакові за величиною і протилежні за знаком, то майже всі силові лінії електричного поля зосереджені всередині конденсатора. У сферичного конденсатора, що складається з двох концентричних сфер, та у циліндричного, утвореного з двох коаксіальних металевих циліндрів, усе поле зосереджене всередині конденсатора.

Щоб зарядити конденсатор, треба його обкладки приєднати до джерела напруги, наприклад, акумуляторної батареї. Можна також з'єднати одну обкладку з джерелом напруги, а другу заземлити. Тоді на заземленій обкладці залишиться заряд, що дорівнює заряду першої обкладки, але є протилежним йому за знаком. Такий самий за модулем заряд піде в землю. Різноміненні заряди обох пластин, притягуючись один до одного, накопичуються лише на їх внутрішній стороні. Між пластинами виникає однорідне електричне поле, а поза конденсатором електричні поля зарядів обох пластин компенсують одне одного (рис. 5.1. б).

Фізичну величину, що дорівнює відношенню накопиченого в конденсаторі заряду q до різниці потенціалів між його обкладками ($\varphi_1 - \varphi_2$) називають *ємністю конденсатора*:

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

де U — напруга між обкладками конденсатора, яка дорівнює різниці потенціалів між ними.

Чим більша ємність конденсатора, тим більший заряд можна надати його обкладкам за певної напруги між ними. Тобто, ємність конденсатора показує, який заряд можна йому надати, за певної напруги. Ємність конденсатора не залежить від навколишніх тіл.

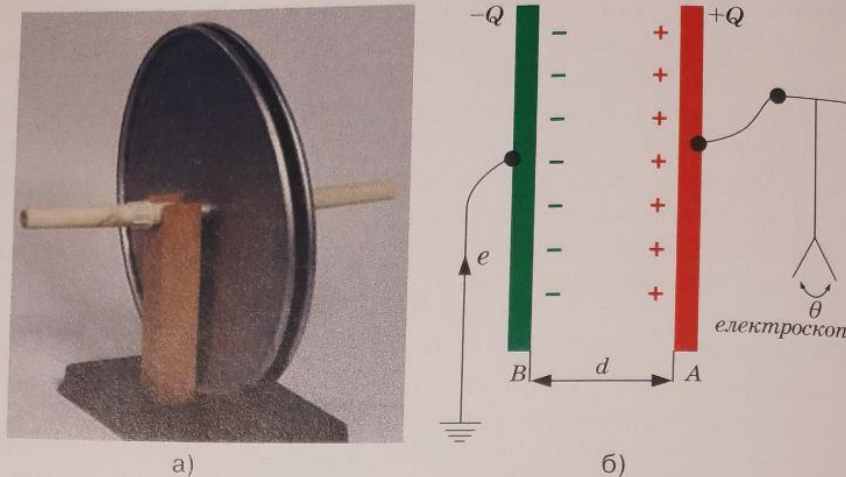


Рис. 5.1. Плоский повітряний конденсатор (а) та модель конденсатора (б)

Обчислимо ємність плоского конденсатора. Позначимо площу кожної його частини S , а відстань між пластинами d . Конденсатор заповнений діелектриком з діелектричною проникністю ϵ . Щоб обчислити ємність за формулою, треба виразити різницю потенціалів через заряд q . Ця різниця потенціалів визначається напруженістю поля \vec{E} , яка залежить від зарядів обкладок конденсатора. Напруженість поля між двома обкладками плоского конденсатора дорівнює сумі напруженостей полів, створених кожною з пластин: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$. Напруженості поля позитивно і негативно заряджених пластин однакові за модулем та напрямлені всередині конденсатора в один і той самий бік. Саме тому модуль результуючої напруженості дорівнює:

$$E = 2E_1 = 2 \cdot \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0},$$

де σ — поверхнева густина зарядів ($\sigma = \frac{q}{S}$). Напруженість поля в діелектрику зменшується в ϵ разів. Отже, напруженість поля між обкладками конденсатора обчислюється за формулою:

$$E = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon S}.$$

В однорідному електричному полі зв'язок між напругою (різницею потенціалів) і напруженістю визначається за формулою: $U = Ed = \frac{qd}{\epsilon_0 \epsilon S}$.

Підставивши цей вираз у формулу ємності, одержуємо формулу ємності плоского конденсатора:

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

Електроємність плоского конденсатора прямо пропорційна площі його пластин і діелектричній проникності та обернено пропорційна відстані між пластинами. Вона також залежить від електричних властивостей середовища. Електроємність конденсатора не залежить від матеріалу провідників.

Домашнє завдання
§ 5 стр.24-26 зробити конспект

Зворотній зв'язок

- **Viber** 0662728430
- **E-mail** partitskiy.dmitro@kmerf.kiev.ua

!!!! у повідомленні з д/з не забуваєм вказувати прізвище, групу і дату уроку.