

План уроку 94

Тема: Електродинаміка.

Тема уроку: Лабораторно практична робота №9 «Визначення енергії зарядженого конденсатора та його ємність»

Мета роботи: визначення енергії електричного поля зарядженого конденсатора шляхом вимірювання роботи електричного струму у процесі розрядки конденсатора.

Порядок виконання роботи.

- 1) Визначити за допомогою термометра кімнатну температуру.
- 2) За допомогою моста Унісонна (див. порядок виконання вимірювання невідомого опору R_k в лабораторній роботі №5) визначити опір нитки накаливання R_k за кімнатної температури. Для цього замість невідомого опору R_k у схему підключити лампу накаливання.
- 3) Зібрати схему за рис.6.1.
- 4) Увімкнути ЛАТР у мережу і встановити напругу $U=50$ В. Визначити показання I амперметра.
- 5) Записати значення опору амперметра R_A , що зазначені в амперметрі.
- 6) Знайти за формулою (6.7) опір R_k .
- 7) Розрахувати C , за формулою (6.5), температурний коефіцієнт опору вольфраму $\alpha=4,5 \cdot 10^{-3}$ град⁻².
- 8) По графіку залежності C від температури знайти температуру нитки накаливання лампи при напрузі 50В.
- 9) Проробити указані в пунктах 4-6 вимірювання та обчислення для значень напруги 100В, 150В, 200В, 220В..

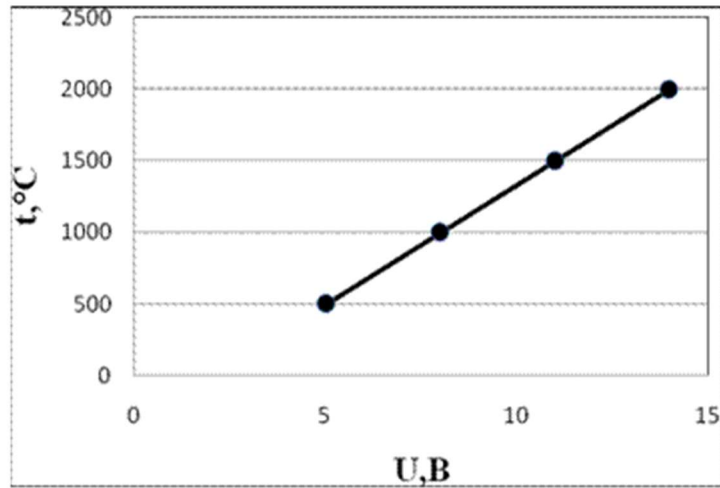


Рис.6.2. Залежність температури накаливання нитки від напруги.

Усі вимірювання вказані в пунктах 1-9, зробити не менше трьох разів

- 10) Побудувати графік функції $t=f(U)$
- 11) Визначити абсолютну та відносну похибки.

Контрольні запитання

- 1) Сформулюйте закон Ома для ділянки кола.
- 2) Що розуміється під опором провідника?
- 3) Від чого залежить опір провідника?
- 4) Поясніть, чому при збільшенні температури зростає опір провідника.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ЗАРЯДЖЕНОГО КОНДЕНСАТОРА

Прилади та матеріали: конденсатор електричний електроємністю 1000 мкФ; мікроамперметр на 100 мкА; резистор опору 100 кОм; секундомір; джерело електроживлення ВС-24М; перемикач однополюсний.

Теоретичні відомості

Конденсатор складається з двох провідників-обкладок, відокремлених шаром діелектрика. Наближаючи обкладки і розміщуючи між ними ізоляційний прошарок з високою діелектричною проникністю, можна створити конденсатори великої ємності. Такий конденсатор дає можливість накопичувати на обкладках великі заряди при невисоких напругах і малих розмірах приладу. Зазначимо, що електричне поле конденсатора майже повністю локалізоване у вузькому зазорі між його обкладками і тому на нього не впливають навколишні тіла. Ємність конденсатора не змінюється. Його обкладки мають заряди однакової величини, але протилежні за знаком.

Принцип дії конденсатора ґрунтується на залежності потенціалу поля зарядженого провідника від тіл, що його оточують. Додаткові поля E індукованих і поляризованих зарядів завжди напрямлені проти первісного поля E_0 . Поле зарядженого провідника, що розглядається, ослаблюється, його потенціал спадає. Електроємність провідника при цьому зростає порівняно з його ємністю у вакуумі, де поряд немає інших провідників та діелектриків.



Логика онлайн. Более 2500 задач.0+

Як показують досліди, відношення абсолютної величини заряду до різниці потенціалів обкладинок залишається

$$\frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \text{const.}$$

сталим: $\varphi_1 - \varphi_2$ Це відношення називається взаємною електроємністю або просто ємністю конденсатора, тобто

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{q}{U}. \quad (7.1)$$

Електроємність конденсатора залежить від форми обкладок, їх розмірів, розміщення та діелектричних властивостей середовища між ними. Формула (7.1) припускає, що поле усередині конденсатора однорідне і не залежить від зовнішнього електричного поля.

Енергія конденсатора. Енергія зарядженого конденсатора визначається роботою, яка була витрачена на його зарядку, тобто

на перенесення заряду з однієї обкладинки конденсатора на іншу для створення заданої різниці потенціалів $\varphi_1 - \varphi_2$. Цю різницю прийнято називати напругою U між обкладинками конденсатора:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2. \quad (7.2)$$

Робота, необхідна для переносу елементарного заряду dq , або, що еквівалентно, для створення різниці напруг dU , має вигляд

$$\delta A = U \cdot dq = \frac{q}{C} \cdot dq = C \cdot U \cdot dU. \quad (7.3)$$

Зарядка конденсатора супроводжується виділенням або поглинанням теплоти і зміною густини діелектрика. Однак якщо ємність конденсатора C не залежить від напруги U , тоді робота δA витрачається на збільшення енергії конденсатора dW , тобто $\delta A = dW$. Інтегруючи вираз (7.3) від початкового значення $q=0$ до кінцевого $q=Q$, або $U=0$ до кінцевого значення U , одержуємо наступні еквівалентні уявлення для енергії зарядженого конденсатора W :

$$W = \frac{Q^2}{2C} = \frac{C \cdot U^2}{2}, \quad (7.4)$$

де Q – повний заряд на одній з обкладинок, U – напруга, C – ємність конденсатора.

Ємність плоского конденсатора із площею пластинки S та зазором d між пластинками визначається за формулою

$$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S}{d}, \quad (7.5)$$

де ε – діелектрична проникність діелектрика, ε_0 – електрична стала.

Якщо напруженість електричного поля дорівнює $E=U/d$, тоді рівняння (7.4) еквівалентне виразу

$$W = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S}{2d} \cdot (E \cdot d)^2 = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot E^2}{2} \cdot S \cdot d, \quad (7.6)$$

де $S \cdot d$ – об'єм, що займає поле. Формула (7.6) узгоджується із загальною формулою для енергії електричного поля.

Внаслідок можливості накопичувати у собі електричну енергію конденсатори знайшли широке застосування в різних радіотехнічних та електронних пристроях.

Розрядка конденсатора. При розрядці конденсатора для миттєвих значень сили струму I , заряду позитивної обкладинки q та різниці потенціалів між обкладинками U виконуються наступні закони:

$$I = -\frac{dq}{dt}, \quad I \cdot R = U, \quad q = C \cdot U, \quad (7.7)$$

де R – опір провідника, що з'єднує обкладинки конденсатора, по якому тече струм при розрядці; C – ємність конденсатора. З даних законів можна отримати

$$\frac{dq}{dt} + \frac{q}{R \cdot C} = 0, \quad (7.8)$$

Рішення цього рівняння має вигляд

$$q = q_0 \cdot e^{-t/\tau}, \tau = R \cdot C, \quad (7.9)$$

де q_0 – заряд конденсатора в момент часу $t=0$, величину τ – називають часом релаксації. Її розмірність: $[\tau] = c$. Закон зміни струму з часом описується рівнянням

$$I = I_0 \cdot e^{-t/\tau}, I_0 = \frac{q_0}{\tau}, \quad (7.10)$$

де I_0 – початкове значення струму.

Зарядка конденсатора. Під час зарядки конденсатора від джерела струму з ЕРС ξ для миттєвих значень електричних величин маємо співвідношення:

$$I = \frac{dq}{dt}, I \cdot R = \xi - U, q = C \cdot U, \quad (7.11)$$

або

$$\frac{dq}{dt} + \frac{q}{R \cdot C} = \frac{\xi}{R}. \quad (7.12)$$

Рішення рівняння (7.12) має вигляд

$$q = \xi \cdot C \cdot (1 - e^{-t/\tau}), \tau = R \cdot C, \quad (7.13)$$

Для струму знаходимо

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} \cdot e^{-t/\tau} \quad . (7.14)$$

Струм максимальний при $t=0$, $I_0=\mathcal{E}/R$, а заряд q – при $t \rightarrow \infty$, він дорівнює $q_{\infty}=\mathcal{E} \times C$. Протягом часу струм зменшується, а заряд збільшується за експоненціальним законом.