Клас _____ Прізвище та ім'я _____ Дата _____

Експериментальна робота №4

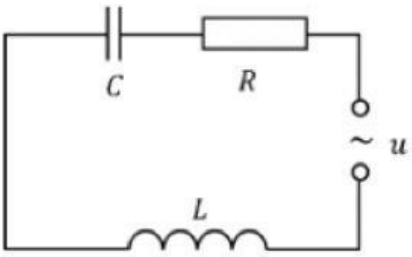
Тема: Вимірювання індуктивності котушки

Мета: експериментально визначити індуктивність котушки та порівняти із номінальним значенням.

Обладнання: інтерактивна симуляція PhET (регульоване джерело змінної напруги, вольтметр і амперметр змінного струму, котушка змінної індуктивності, осцилографи, ключ, з'єднувальні дроти).

Хід роботи

Теоретичні відомості



Повний опір кола, яке містить активний, індуктивний і ємнісний опори, обчислюють за формулою:

$$Z=\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}$$

Якщо ємнісний опір X_C відсутній, а активний опір R набагато менший за індуктивний опір котушки X_L, то ємнісним і активним опором можна знехтувати. Тоді повний опір кола дорівнює:

$$Z=X_L=2\pi\nu L$$

Для визначення повного опору Z можна використовувати формулу закона Ома для ділянки кола, вимірявши амплітудне значення змінної напруги на кінцях котушки U_{max} і амплітудне значення сили струму I_{max} в ній:

$$X_L=\frac{U_\partial}{I_\partial}=\frac{\frac{U_{max}}{\sqrt{2}}}{\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}}=\frac{U_{max}}{I_{max}}$$

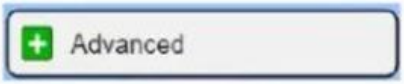
Враховуючи вираз $Z=2\pi\vartheta L$, ***індуктивність котушки можна визначити за формулою:***

$$L=\frac{Z}{2\pi\vartheta}$$

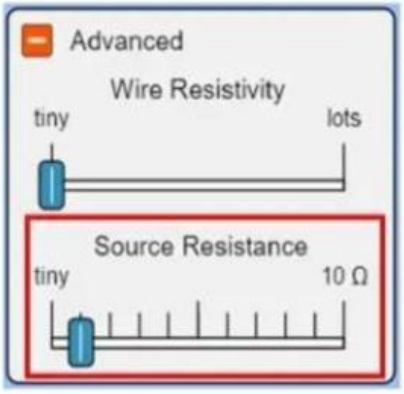
Підготовка до експерименту

1. Перейдіть за посиланням або QR - кодом та ***налаштуйте параметри як показано на рисунку:*** ***https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac/latest/circuit-construction-kit-ac_all.html?locale=uk***

LIVEWORKSHEETS

2. Натисніть кнопку ***Advanced*** 

та за допомогою повзунка ***встановіть опір джерела змінної напруги*** **1 Ом** ***(Source Resistance)***.



3. ***Складіть електричне коло*** (рис. 1), з'єднавши між собою, такі елементи кола: ***регульоване джерело змінної напруги***

; ***дріт***

(всі елементи з'єднуємо дротом); ***амперметр***

; ***ключ***

; ***котушка змінної індуктивності*** (за рахунок зміни кількості витків котушки)

; ***вольтметр***

.

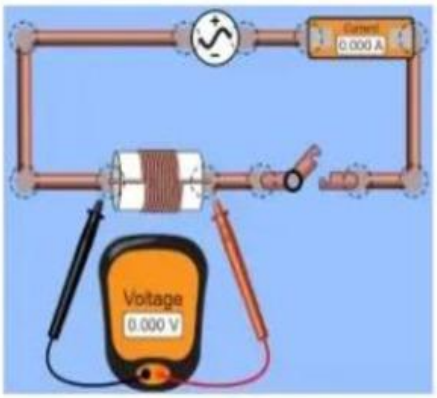


Рисунок 1

4. Для візуального сприймання інформації підключіть до котушки ***осцилограф для спостерігання змінної електричної напруги***

та в будь-яку точку кола ***осцилограф для спостерігання змінної сили струму***

(рис. 2).

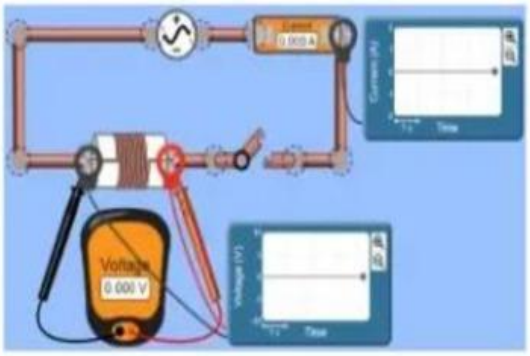
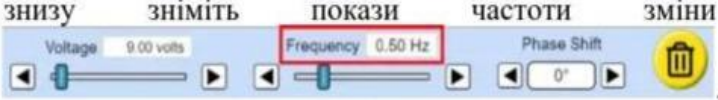


Рисунок 2

LIVEWORKSHEETS

Експеримент

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиць

1. ***Визначте частоту зміни напруги в мережі.*** Для цього в електричному колі натисніть на регульоване джерело змінної напруги та в меню, що з'явилося знизу зніміть покази частоти зміни напруги в мережі 

. Результат занесіть до таблиці. При проведенні всіх дослідів залишайте частоту незмінною.

2. ***Замкніть ключ*** . Впродовж 5-10 секунд спостерігайте за зміною показів усіх приладів. Натисніть на ***кнопку паузи*** .

3. ***Зніміть покази вольтметра.*** Натискайте на ***кнопку вперед*** і спостерігайте, як точка на графіку рухається доти, доки не досягне найвищого положення, яке буде відповідати ***амплітудному (максимальному) значенню напруги*** U_{max} (рис. 3). Результат занесіть до таблиці.

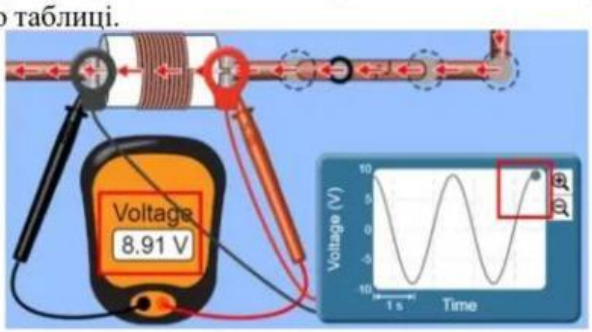


Рисунок 3

4. Аналогічно пункту третьому ***зніміть покази амперметра.*** Натискайте на ***кнопку вперед*** і спостерігайте, як точка на графіку рухається доти, доки не досягне найвищого положення, яке буде відповідати ***амплітудному (максимальному) значенню струму*** I_{max} (рис. 4). Результат занесіть до таблиці.

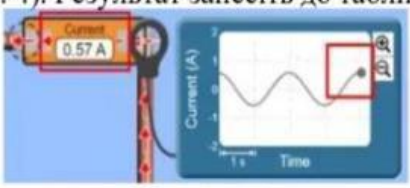
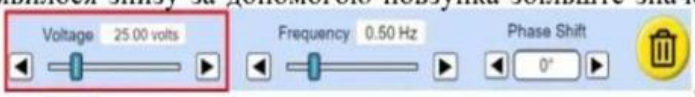


Рисунок 4

LIVEWORKSHEETS

5. ***Збільшіть напругу на регульованому джерелі змінної напруги та зніміть покази амперметра та вольтметра як описано в пунктах 2-4.*** Для цього в електричному колі натисніть на регульоване джерело змінної напруги та в меню, що з'явилося знизу за допомогою повзунка збільшите значення напруги на 10 – 30 В 

. Натисніть на ***кнопку плей*** та повторіть дії описані в пунктах 2-4. Щоб правильно відображалися графіки напруги та сили струму можете змінювати їх масштаб за допомогою кнопок .

6. Ще ***двічі змініть в сторону збільшення напругу на джерелі струму і зніміть покази амперметра і вольтметра відповідно пунктів 2-4***. Результати занесіть до таблиці.

№	Частота зміни напруги в мережі $\nu, Гц$	Амплітудне значення змінної напруги $U_{max}, В$	Амплітудне значення сили струму $I_{max}, А$	Повний опір $Z, Ом$	Індуктивність котушки $L, Гн$ (Н)	Середнє значення індуктивності котушки $L_{сер}, Гн$	Відносна похибка вимірювання індуктивності $\varepsilon, \%$
1							
2							
3							
4							

Опрацювання результатів експерименту

1. Для кожного досліду обчисліть ***повний опір*** і запишіть ці значення у таблицю:

$$Z = \frac{U_{max}}{I_{max}}$$

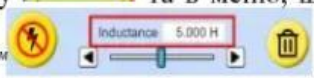
2. За результатами обчислень повного опору Z розрахуйте ***для кожного досліду індуктивність котушки*** і запишіть ці значення у таблицю:

$$L = \frac{Z}{2\pi\nu}$$

LIVEWORKSHEETS

3. Визначте ***середнє значення індуктивності котушки*** і запишіть це значення у таблицю:

$$L_{сер}=\frac{L_1+L_2+L_3+L_4}{4}$$

4. ***Визначте номінальне значення індуктивності котушки*** $L_{ном}$. Для цього в електричному колі натисніть на котушку та в меню, що з'явилося знизу зніміть покази індуктивності котушки $L_{ном}$ 

.

$L_{ном}=$ ¿¿

5. Обчисліть ***відносну похибку вимірювань індуктивності котушки*** і запишіть це значення у таблицю:

$$\varepsilon=\left|1-\frac{L_{сер}}{L_{ном}}\right|\cdot 100\%$$

Аналіз експерименту та його результатів

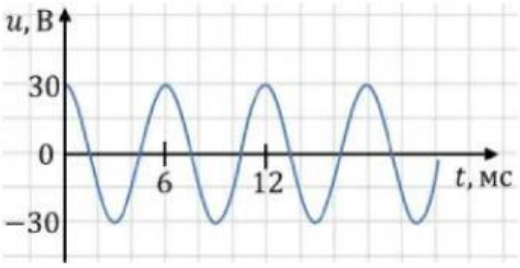
Проаналізуйте експеримент і його результати. За результатами експерименту сформулюйте і запишіть висновок, у якому зазначте: 1) яку фізичну величину ви вимірювали; 2) результати вимірювань; 3) чи залежить індуктивність котушки від поданої напруги; 4) причини похибки.

Контрольні запитання

1. Вкажіть, що показує амперметр, призначений для вимірювання сили струму в колі змінного струму.

2. На рисунку подано графік залежності напруги від часу в коливальному контурі під час вільних коливань. Визначте, яким стане період коливань, якщо індуктивність збільшити в 4 рази.

LIVEWORKSHEETS



3. Обчисліть індуктивний опір котушки індуктивністю 10 мГн в колі змінного струму промислової частоти.

LIVEWORKSHEETS