

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

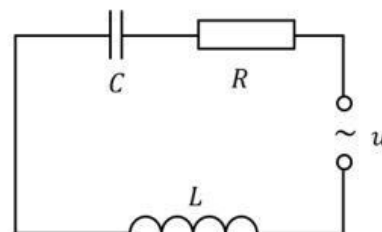
Теоретичні відомості

Повний опір кола, яке містить активний, індуктивний опори 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 закону Ома для ділянки кола, вимірявши амплітудне значення змінної напруги на кінцях котушки $U_{\max}$ і амплітудне значення сили струму $I_{\max}$ в ній:

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

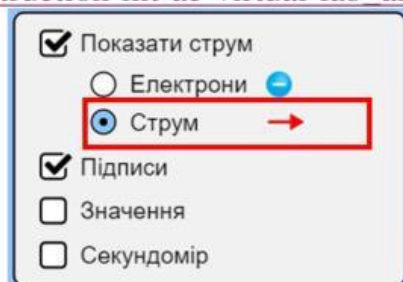
Враховуючи вираз $Z = 2\pi\nu L$, **індуктивність котушки можна визначити за формулою:**

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

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-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab_all.html?locale=uk

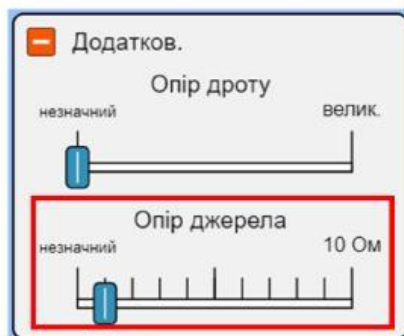


2. Натисніть кнопку **Додатково**

Додатков.

та за допомогою повзунка

встановіть опір джерела змінної напруги 10 Ом.



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



Джерело зм. струму

дріт

Дріт

(всі елементи з'єднуємо дротом);

амперметр

Амперметр

ключ

Ключ

катушка змінної індуктивності (за рахунок зміни кількості витків



Індуктор

катушки) вольтметр



Вольтметр

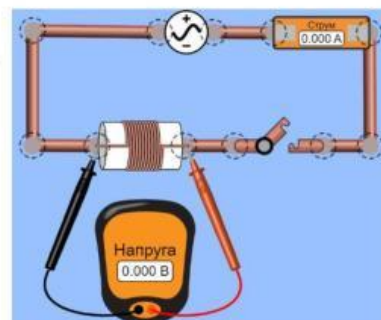


Рисунок 1

4. Для візуального сприймання інформації підключіть до катушки **осцилограф** для спостереження змінної електричної напруги



Графік напруги

та в будь-яку точку кола

осцилограф для спостереження змінної сили



Графік струму

струму (рис. 2).

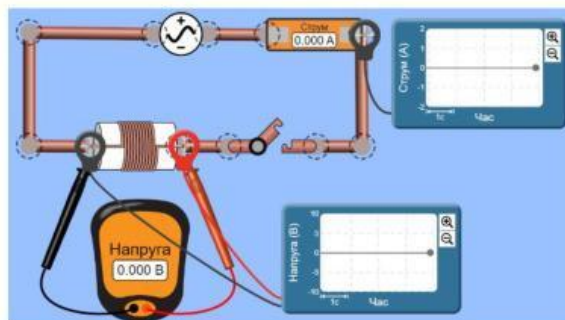
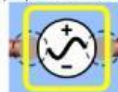


Рисунок 2

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.

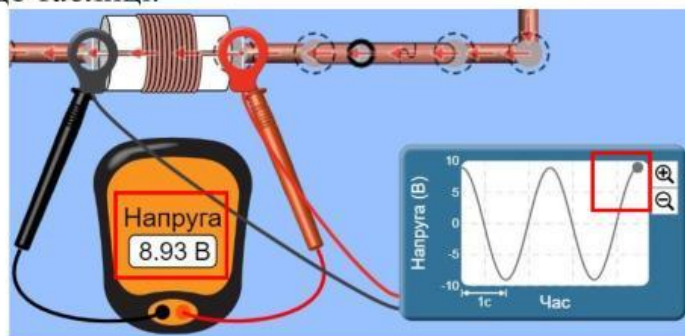


Рисунок 3

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.

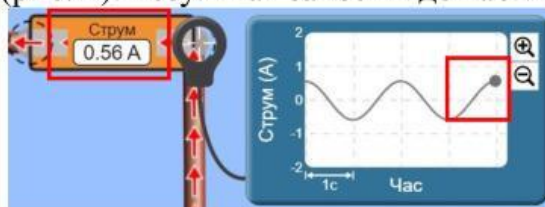


Рисунок 4

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 збільште 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 ν , 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 ϵ , %
1							
2							
3							
4							

Опрацювання результатів експерименту

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

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

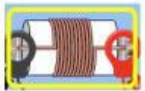
2. За результатами обчислень повного опору Z розрахуйте **для кожного досліду індуктивність котушки** і запишіть ці значення у таблицю:

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

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

$$L_{\text{сер}} = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}{4}$$

4. **Визначте номінальне значення індуктивності котушки $L_{\text{ном}}$.** Для цього в

електричному колі натисніть на котушку  та в меню, що з'явилося знизу зніміть покази індуктивності котушки $L_{\text{ном}}$ .

$$L_{\text{ном}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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;

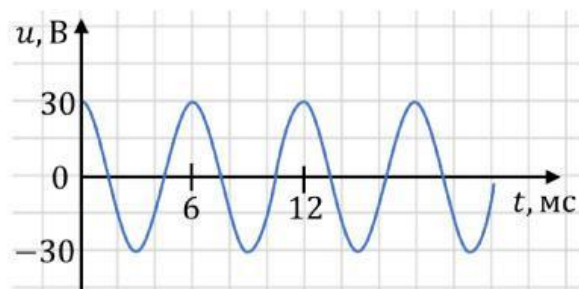
3) чи залежить індуктивність котушки від поданої напруги;

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.



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

Творче завдання

Продумайте і запишіть плани проведення експериментів щодо доведення залежності індуктивності котушки від кількості витків в її обмотці. За можливості проведіть експерименти.