

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 закону Ома для ділянки кола, вимірявши амплітудне значення змінної напруги на кінцях котушки U_{max} і амплітудне значення сили струму I_{max} в ній:

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

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

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

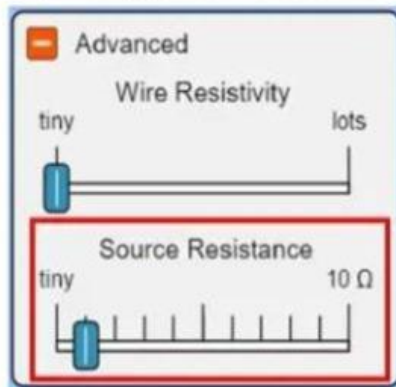
Підготовка до експерименту

1. Перейдіть за посиланням або QR - кодом та налаштуйте параметри як показано на рисунку:

https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac/latest/circuit-construction-kit-ac_all.html?locale=uk



2. Натисніть кнопку **Advanced**  **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  AC Voltage; **дріт**  Wire (всі елементи з'єднуємо дротом); **амперметр**  Ammeter; **ключ**  Switch; **котушка змінної індуктивності** (за рахунок зміни

кількості витків котушки)  Inductor; **вольтметр**  Voltmeter .

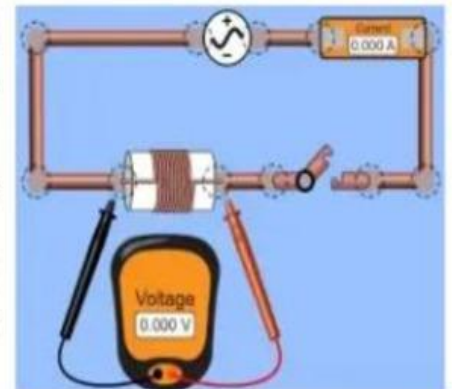


Рисунок 1

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



Voltage Chart

та в будь-яку точку кола **осцилограф** для



Current Chart

спостереження змінної сили струму (рис. 2).

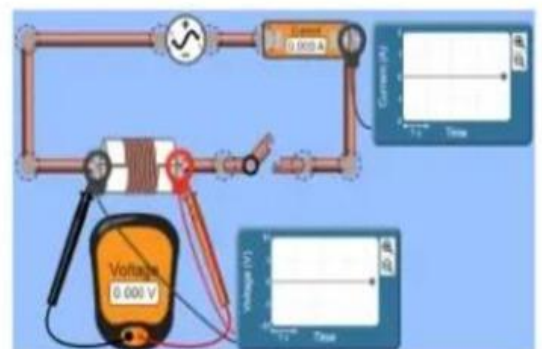


Рисунок 2

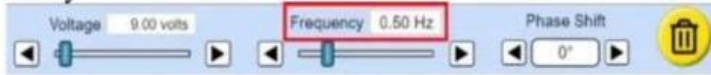
Експеримент

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.

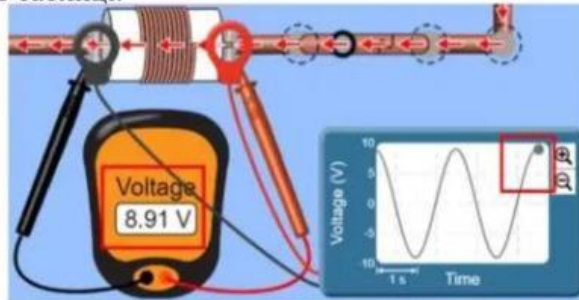


Рисунок 3

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

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

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



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



$$L_{\text{HOME}} = i$$

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

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

[illegible]

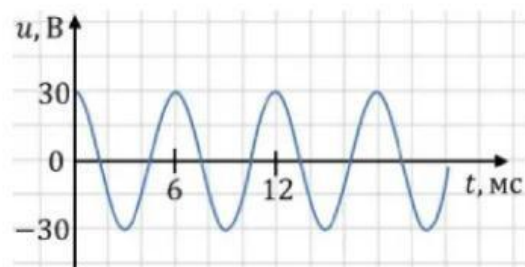
Аналіз експерименту та його результатів

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.
