

Урок № 43-44

43

Тема уроку: Закон електромагнітної індукції

Мета уроку:

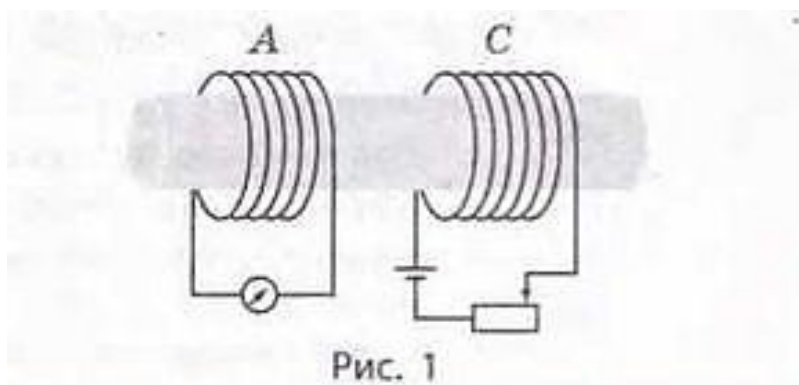
навчальна – навчитися використовувати закон електромагнітної індукції для розв'язування задач;

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

Задача 1. Котушки А і С надіто на спільне осердя (рис. 1). Визначте напрямок індукційного струму в котушці А під час переміщення повзунка реостата ліворуч.



Розв'язання

1) Покажемо напрямок електричного струму в котушці С (по передній стінці вниз) і, скориставшись правилом правої руки, визначимо напрямок магнітної індукції \vec{B} зовнішнього магнітного поля (магнітного поля струму в котушці С – сині стрілки) (рис. 2).

2) Під час переміщення повзунка реостата ліворуч опір реостата зменшується, отже, згідно із законом Ома, сила струму в колі котушки С збільшується, тому збільшується і магнітна індукція \vec{B} зовнішнього магнітного поля, створеного цим струмом; оскільки, то й збільшується магнітний потік, що пронизує котушку

3) Оскільки магнітний потік зростає, то вектор \vec{B}^i магнітної індукції магнітного поля струму в котушці А напрямлений протилежно (червоні стрілки) вектору \vec{B} магнітної індукції зовнішнього магнітного поля.

4) Знаючи напрямок вектора \vec{B}^i і скориставшись правилом правої руки, визначимо напрямок індукційного струму в котушці А.

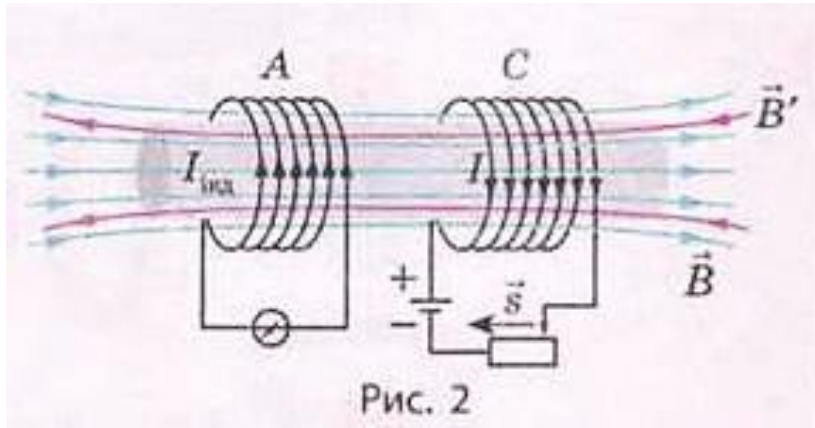
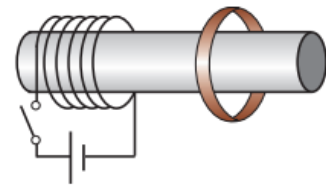


Рис. 2

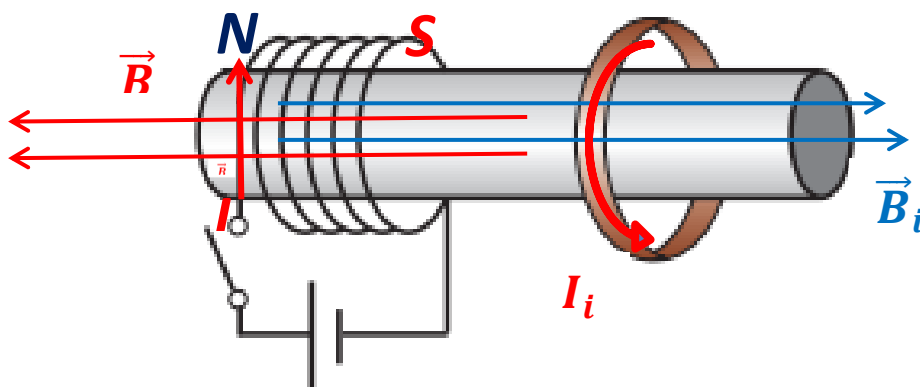
Відповідь: індукційний струм у котушці A напрямлений по передній стінці котушки вгору.

Задача 2. Визначте напрямок індукційного струму в замкненому провідному кільці в момент замикання ключа.



Розв'язання

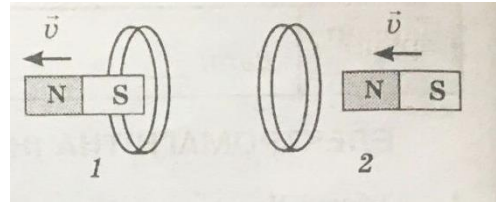
1. У момент замикання ключа у колі, котушка навколо осердя стане магнітом. Струм буде текти по передній стінці вгору (від + до -). За правилом правої руки для котушки зі струмом визначаємо магнітні полюси котушки. Зліва буде північний N, справа південний S. Отже, ліній індукції зовнішнього магнітного поля \vec{B} позначені червоним кольором.
2. Замикання ключа призводить до посилення магнітного поля (збільшення кількості ліній магнітної індукції).
3. У цьому випадку магнітне поле індукційного струму \vec{B}_i буде напрямлено протилежно до зовнішнього – сині лінії.
4. За правилом правої руки визначаємо напрямок індукційного струму в кільці. Він буде напрямлений по передній стінці вниз.



Відповідь: індукційний струм у кільці напрямлений по передній стінці вниз.

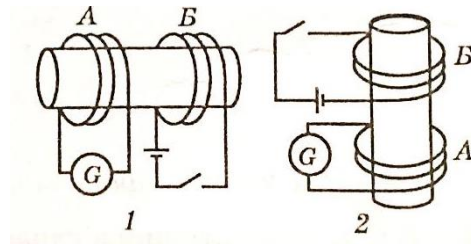
Перевірте себе:

1. Для кожного випадку визначте напрямок індукційного струму в передній стінці замкненого провідного кільця.



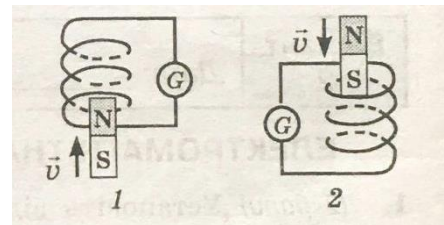
- а) 1 і 2 униз;
- б) 1 і 2 угору;
- в) 1 – угору, 2 – униз;
- г) 1 – униз, 2 – угору.

2. Для кожного випадку визначте напрямок індукційного струму в передній стінці котушки А відразу після замикання ключа в колі котушки Б.



- а) 1 – угору, 2 – уліво;
- б) 1 – угору, 2 – управо;
- в) 1 – униз, 2 – уліво;
- г) 1 – униз, 2 – управо.

3. Для кожного випадку визначте полюс замкненої провідної котушки, оберненої до магніту, що вставляється в неї.



- а) 1 і 2 північний;
- б) 1 і 2 південний;
- в) 1 – південний, 2 – північний;
- г) 1 – північний, 2 – південний.

Домашнє завдання:

Написати конспект. Опрацювати додатково параграфи с.98-102. Виконати задачі:

1. У котушці з 200 витків збуджується постійна ЕРС індукції 160 В. На скільки змінився протягом 5 мс магнітний потік через кожний з витків?
2. Магнітна індукція однорідного магнітного поля змінюється зі швидкістю 20 Тл за секунду. При цьому в котушці з площею поперечного перерізу 6 см² збуджується ЕРС індукції 12 В. Скільки витків у котушці? Вісь котушки паралельна до ліній магнітної індукції

Урок № 44

Тема уроку: Розв'язування задач по темі: «Закон електромагнітної індукції»

Мета уроку:

навчальна – закріпити знання за темою «Магнітне поле»; поглибити й розширити знання учнів про магнетизм як одну з форм існування матерії;

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

Задача 1. В однорідному магнітному полі з індукцією 0,1 Тл із частотою 5 об/с обертається котушка, утворена зі 100 витків. Вісь обертання перпендикулярна до осі котушки і напрямку вектора індукції поля. Визначте максимальне значення ЕРС індукції в котушці під час обертання, якщо площа її перерізу дорівнює 100 см².

Дано:	Розв'язання
$B = 0,1 \text{ Тл};$ $N = 100;$ $n = 5 \text{ об/с};$ $S = 100 \text{ см}^2 = 100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$	ЕРС електромагнітної індукції визначається за законом Фарадея: $\varepsilon_i = -N \frac{d\Phi}{dt}.$
$\varepsilon_{i \max} - ?$	Магнітний потік визначається так: $\Phi = BS \cos \alpha.$

Під час обертання котушки змінюватиметься кут α між вектором магнітної індукції і нормаллю до площини котушки. Залежність кута α від часу за таких умов визначимо так:

$$\alpha = \omega t.$$

Кутову швидкість обертання котушки знайдемо за формулою

$$\omega = 2\pi n.$$

Виконавши відповідні перетворення, знайдемо магнітний потік:

$$\Phi = BS \cos 2\pi n t.$$

Узявши похідну від магнітного потоку за часом, дістанемо ЕРС електромагнітної індукції:

$$\varepsilon_i = 2\pi n N B S \sin 2\pi n t.$$

Максимальне значення ЕРС електромагнітної індукції таке:

$$\varepsilon_{i \max} = 2\pi n N B S.$$

Виконуємо обчислення:

$$\varepsilon_{i \max} = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 100 \cdot 0,1 \cdot 100 \cdot 10^{-4} = 3,14 \text{ В}.$$

Відповідь. Максимальне значення ЕРС індукції в котушці під час обертання дорівнює 3,14 В.

Задача 2.

Провідне кільце, яке охоплює в однорідному магнітному полі з індукцією 15 Тл площу 25 см², розміщено так, що ве-

ктор магнітної індукції перпендикулярний до площини кільця. Визначте зміну магнітного потоку через поверхню, обмежену кільцем, якщо його повернути на 180° .

Задача 2. Провідне кільце, яке охоплює в однорідному магнітному полі з індукцією 15 Тл площу 25 см^2 , розміщено так, що вектор магнітної індукції перпендикулярний до площини кільця. Визначте зміну магнітного потоку через поверхню, обмежену кільцем, якщо його повернути на 180° .

Дано:

$$B = 15 \text{ Тл};$$

$$S = 25 \text{ см}^2 = 25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$\alpha_1 = 0^\circ;$$

$$\alpha_2 = 180^\circ.$$

$\Delta\Phi = ?$

Розв'язання

Розміщення провідного кільця в магнітному полі показано на рис. 1. Спочатку кут між напрямом вектора магнітної індукції і нормаллю, побудованою до площини кільця, дорівнював 0° .

У цьому випадку магнітний потік такий:

$$\Phi_1 = BS \cos 0^\circ = BS.$$

Коли кільце повернуто на 180° , кут між напрямом вектора магнітної індукції і нормаллю, становитиме π .

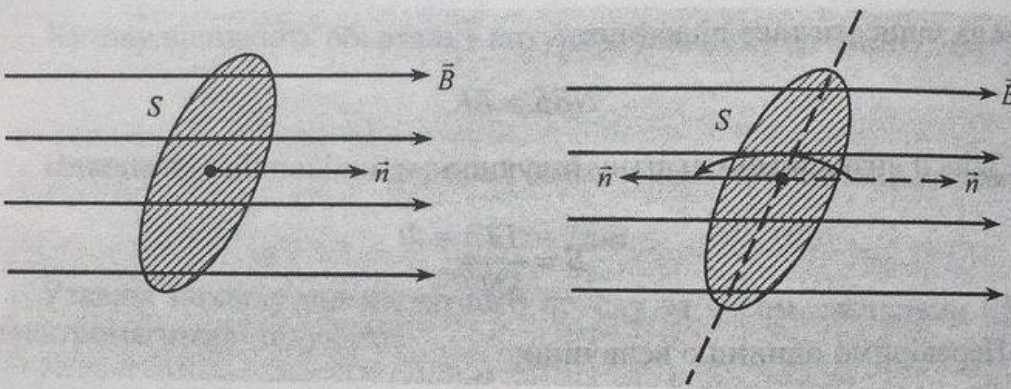


Рис. 1

У цьому випадку магнітний потік визначатиметься так:

$$\Phi_2 = BS \cos \pi = -BS.$$

Зміна магнітного потоку дорівнюватиме:

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1.$$

або

$$\Delta\Phi = BS \cos \pi - BS \cos 0^\circ = -2BS.$$

Виконуємо обчислення:

$$\Delta\Phi = -2 \cdot 15 \cdot 25 \cdot 10^{-4} = -0,075 \text{ Вб}.$$

Відповідь. Зміна магнітного потоку дорівнює $-0,075 \text{ Вб}$.

Задача 3. Магнітний потік, що пронизує рамку з тонкого дроту, рівномірно зменшився за $0,5 \text{ с}$ від 20 до 5 мВб . Визначити силу індукційного струму в рамці, якщо її опір $0,6 \text{ Ом}$, а кількість витків 20 .

Дано:

$$\Phi_1 = 20 \text{ мВб} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ Вб};$$

$$\Phi_2 = 5 \text{ мВб} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Вб};$$

$$t = 0,5 \text{ с};$$

$$R = 0,6 \text{ Ом};$$

$$N = 20$$

$$I_i = ?$$

Розв'язання

Сила індукційного струму підпорядкована закону Ома:

$$I_i = \frac{\varepsilon_i}{R}$$

ЕРС електромагнітної індукції визначимо за законом Фарадея.

У разі рівномірної зміни магнітного потоку, закон Фарадея набуває такого вигляду:

$$\varepsilon_i = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Зміну магнітного потоку визначимо так:

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$$

Тоді закон Фарадея набуде вигляду:

$$\varepsilon_i = -N \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t}$$

Підставивши значення ЕРС електромагнітної індукції в закон Ома, матимемо:

$$I_i = -N \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{R \Delta t}$$

Перевіримо одиниці величини:

$$[I_i] = \left[\frac{\text{Вб}}{\text{Ом} \cdot \text{с}} \right] = \left[\frac{\text{В}}{\text{Ом}} \right] = [\text{А}].$$

Виконуємо обчислення:

$$I_i = -20 \frac{5 \cdot 10^{-3} - 20 \cdot 10^{-3}}{0,6 \cdot 0,5} = 1 \text{ А}.$$

Відповідь. Сила індукційного струму в рамці дорівнює 1 А.

Перевірте себе:

1. Що таке магнітний потік? За якою формулою він знаходиться?
2. Сформулюйте закон електромагнітної індукції.
3. Що таке індукційний струм? За якою формулою він знаходиться?
4. Сформулюйте правило Ленца.

Домашнє завдання:

Написати конспект. Виконати задачі:

Задача 1. В однорідне поле, індукція якого дорівнює 30 мкТл , помістили контур радіусом 20 см . Визначити кут між площиною контуру і лінією магнітного поля. Потік, що проходить через контур, дорівнює $1,8 \cdot 10^{-6} \text{ Вб}$.

Задача 2. Визначити магнітний потік, який пронизує кожний виток котушки, яка містить 1000 витків. Магнітне поле, рівномірно зменшуючись впродовж $0,1 \text{ с}$, наводить у котушці ЕРС індукції 10 В .

Задача 3. Плоский виток площею 10 см^2 перебуває в однорідному магнітному полі перпендикулярно до лінії індукції. Опір витка – 1 Ом . Який струм потече по витку, якщо магнітна індукція поля зменшуватися зі швидкістю $0,1 \text{ Тл за } 1 \text{ с}$.

Зворотній зв'язок

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

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