

## Урок 13. Досліди Фарадея. Явище електромагнітної індукції. Індукційний електричний струм

### 1. Досліди Фарадея

29 серпня 1831 р. після понад 16 тисяч дослідів англійський фізик і хімік Майкл Фарадей одержав електричний струм за допомогою магнітного поля постійного магніту.

#### Проведемо дослід

Візьмемо котушку, замкнемо її на гальванометр і будемо вводити та виводити із котушки постійний магніт.

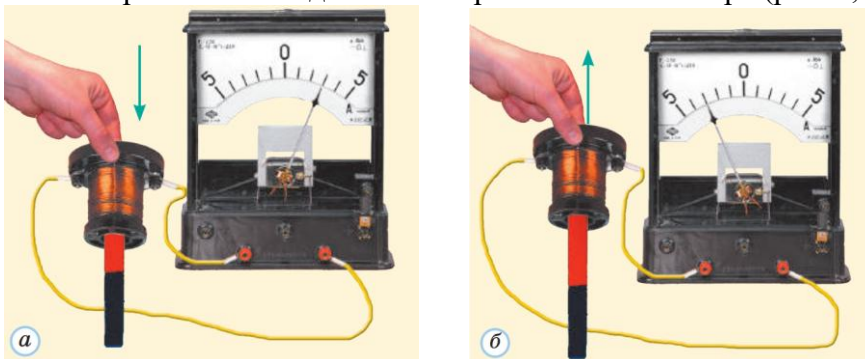


*a* – якщо магніт уводять в котушку, стрілка гальванометра відхиляється праворуч;  
*б* – якщо магніт нерухомий, струм не виникає і стрілка не відхиляється;  
*в* – якщо виводять магніт із котушки, стрілка гальванометра відхиляється ліворуч.

#### Проблемне питання

• А чи можна викликати струм інакше: рухати не магніт, а з'єднану з гальванометром котушку?

Якщо залишити магніт нерухомим, а рухати котушку (то наближуючи, то віддаляючи її від магніту), то також спостерігатимемо відхилення стрілки гальванометра (рис. а, б)



**Коли магніт рухається відносно замкненої котушки, в котушці виникає електричний струм.**

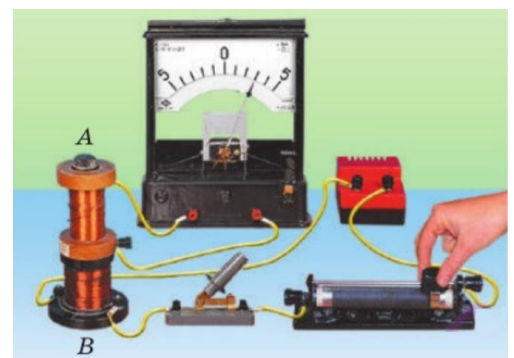
#### Проведемо дослід

Візьмемо дві котушки – *A* і *B* – і надінемо їх на спільне осердя. Котушку *B* через реостат приєднаємо до джерела струму, а котушку *A* замкнемо на гальванометр. Якщо пересувати повзунок реостата, то через котушку *A* буде йти електричний струм.

**Струм в котушці *A* виникатиме як під час збільшення, так і під час зменшення сили струму в котушці *B*.**

А от напрямок струму буде різним: у разі збільшення сили струму стрілка гальванометра відхилиться в один бік, а в разі зменшення – в інший.

**Струм у котушці *A* виникатиме також у момент замикання або в момент розмикання кола котушки *B*.**



## 2. Індукційний електричний струм

**Індукційний струм – це струм, отриманий у замкненому провіднику внаслідок зміни зовнішнього магнітного поля.**

### Проблемне питання

- А що ж є причиною виникнення індукційного струму?

Змінне магнітне поле завжди супроводжується появою в навколишньому просторі електричного поля. Саме електричне поле, а не магнітне, діє на вільні заряджені частинки в котушці й надає їм напрямленого руху, створюючи таким чином індукційний струм.

**Електромагнітна індукція – це явище створення в просторі електричного поля змінним магнітним полем.**

## 3. Напрямок індукційного струму

### Проведемо дослід

Для визначення напрямку індукційного струму скористаємося замкненою котушкою. Якщо змінювати магнітне поле, що пронизує котушку (наприклад, наближати або віддаляти магніт), то в котушці виникає індукційний струм. Унаслідок цього котушка сама стає магнітом.

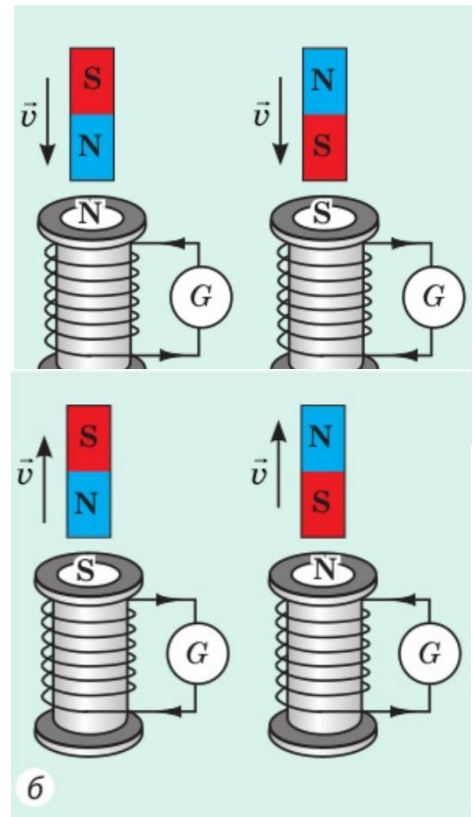
Досліди свідчать:

- 1) якщо магніт наближати до котушки, то вона буде відштовхуватися від магніту.
- 2) якщо магніт віддаляти від котушки, то котушка притягуватиметься до магніту.

Якщо магнітне поле всередині котушки посилюється, то в котушці виникає індукційний струм такого напрямку, що котушка буде обернена до магніту однойменним полюсом (рис. а).

Якщо магнітне поле всередині котушки послаблюється, то в котушці виникає індукційний струм такого напрямку, що котушка буде обернена до магніту різнойменним полюсом (рис. б).

Знаючи полюси котушки та скориставшись правою рукою, можна визначити напрямок індукційного струму.



## 4. Промислові джерела електричної енергії

### Проблемне питання

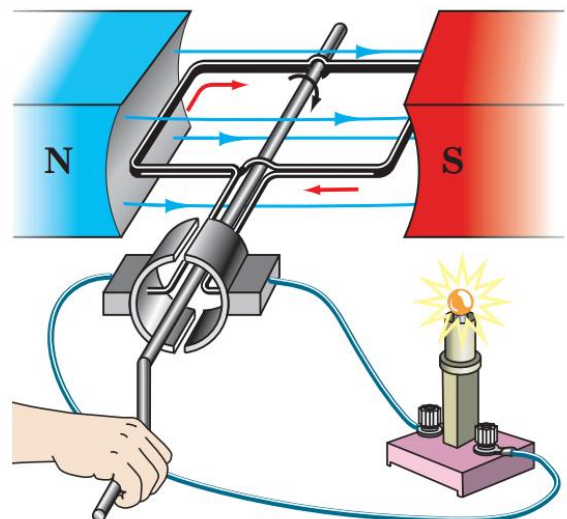
- Яке практичне застосування має явище електромагнітної індукції?

### Проведемо дослід

Візьмемо рамку, що складається з кількох витків дроту, й будемо обертати її в магнітному полі постійного магніту. У рамці виникне електричний струм, наявність якого доводить світіння лампи.

Під час обертання рамки кількість магнітних ліній, що її пронизують, то збільшується, то зменшується. Отже, магнітне поле, що пронизує рамку, постійно змінюється, що й спричиняє появу в рамці індукційного струму.

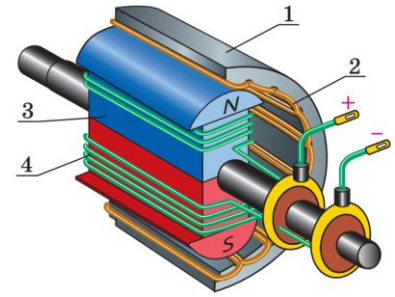
**Електромеханічний генератор – пристрій, у якому механічна енергія перетворюється на електричну.**



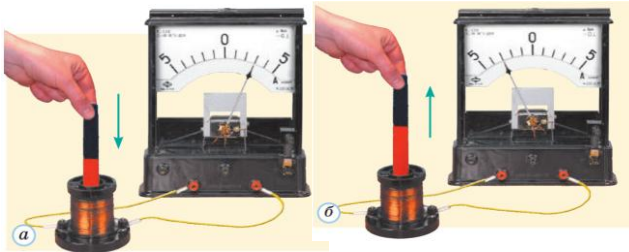
### Схема будови електромеханічного генератора:

1 – статор; 2 – обмотка статора;  
3 – ротор; 4 – обмотка ротора.

Струм тече по обмотці ротора, створюючи навколо нього магнітне поле, яке пронизує обмотку статора. Під дією пари (на теплових і атомних електростанціях) або води, що падає з висоти (на гідроелектростанціях), ротор генератора починає швидко обертатися. Унаслідок цього магнітне поле, що пронизує обмотку статора, змінюється і в обмотці статора виникає електричний струм. Після низки перетворень цей струм подається до споживача електричної енергії.



### Розв'язання задач



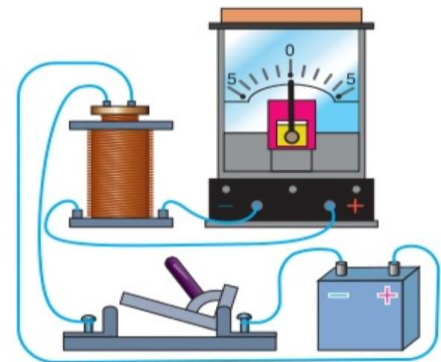
1. Як зміниться напрям індукційного струму в кожному з дослідів якщо в штабових магнітів знизу буде не північний, а південний магнітний полюс?

Напрямок індукційного струму в кожному з дослідів зміниться на протилежний.

2. На рисунку зображено дві котушки різного діаметру, джерело струму, вимикач і гальванометр. Котушка з меншим діаметром під'єднана через вимикач до джерела струму й поміщена в котушку з більшим діаметром, яка під'єднана до гальванометра. Опишіть процеси, що будуть відбуватись у разі замикання вимикача.

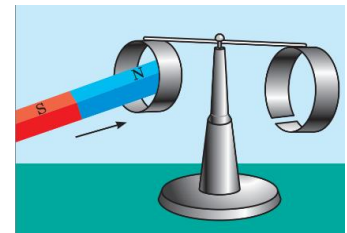
Коли замкнемо або розімкнемо електричне коло, це спричинить виникнення та зникнення магнітного поля у меншій котушці, що, у свою чергу, приведе до виникнення струму в більшій котушці, про що буде свідчити відхилення стрілки гальванометра, який підключений до неї.

Річ у тім, що зміни магнітного поля у малій котушці завжди супроводжуються появою індукційного електричного поля. Тому не магнітне, а саме електричне поле діє на вільні заряджені частинки у великій котушці й примушує їх рухатись упорядковано, створюючи таким чином індукційний струм.



3. Чому в досліді з «кільцями Ленца» не можна застосовувати кільця та перекладину, виготовлені зі сталі?

Сталь є феромагнетиком і вона швидко намагнічується. Тому якщо використовувати сталь то до магніту буде притягуватися як суцільне кільце так і кільце з розрізом. І ми не зможемо спостерігати явища електромагнітної індукції.

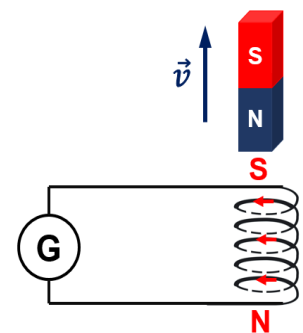


4. Визначте напрямок індукційного струму в кільці. Свою відповідь обґрунтуйте.

Якщо вводити магніт, то зовнішнє магнітне поле посилюється, за законом збереження енергії в кільці виникає такий індукційний струм, магнітне поле якого заважає посиленню зовнішнього магнітного поля, кільце буде обернене до магніту однойменним полюсом (N).

5. Із замкнутої дрітної котушки виймають постійний магніт, як показано на рисунку. Визначте напрямок індукційного струму в котушці.

Якщо віддаляти магніт, то зовнішнє магнітне поле послаблюється, за законом збереження енергії в котушці виникає такий індукційний струм, магнітне поле якого посилює зовнішнє магнітне поле, котушка буде обернене до магніту різнойменним полюсом (S).



**ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ.** Опрацювати § 8, вправа № 8 (1, 2).