

23.05.2022

Група 26

Фізика і астрономія

Урок № 49-50

Тема уроку: Електромагнітна індукція. Магнітний потік. Закон електромагнітної індукції

Мета уроку:

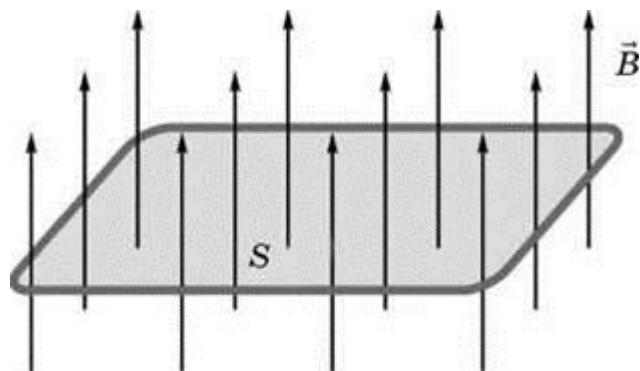
навчальна – з'ясувати умови виникнення індукційного струму;

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

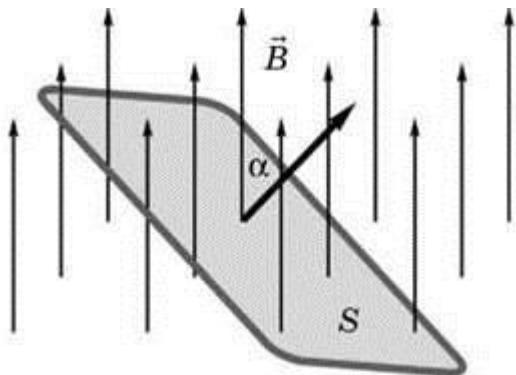
Виділимо в магнітному полі невелику ділянку S .



Якщо площа цієї ділянки (контуру) перпендикулярна до вектора магнітної індукції, то магнітним потоком Φ через контур називають добуток модуля вектора магнітної індукції B на площину S контуру:

$$\Phi = BS.$$

Під час повороту контуру кількість ліній, що пронизують його, зменшується: вона пропорційна $\cos\alpha$, де α — кут між вектором магнітної індукції й перпендикуляром до площини контуру:



Тому в загальному випадку магнітний потік (потік магнітної індукції) йде через замкнутий контур

$$\Phi = BS \cos\alpha.$$

Таким чином, магнітний потік через контур можна подати як фізичну величину, пропорційну числу ліній магнітної індукції, що пронизують цей контур. Одиницю магнітного потоку в системі СІ називають вебер (Вб) на честь німецького фізика Вільгельма Вебера.

Магнітний потік 1 Вб створює однорідне магнітне поле індукцією 1 Тл через поверхню площею 1 м², розташовану перпендикулярно до вектора магнітної індукції: $1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м}^2$.

Явище електромагнітної індукції

Для демонстрації явища електромагнітної індукції, виходячи з формули

$\Phi = BS \cos\alpha$, всі досліди можна умовно розділити на три групи:

а) досліди, у яких змінюється магнітна індукція В;

б) досліди, у яких змінюється площа контуру S;

в) досліди, у яких змінюється кут між напрямком вектора магнітної індукції й нормаллю до контуру.

Ø Виникнення електричного струму в замкнутому контурі під час зміни магнітного потоку через обмежену контуром площину називають явищем електромагнітної індукції.

За будь-якої зміни магнітного потоку через площину, обмежену контуром, у замкнутому контурі виникає індукційний струм. Існують дві причини виникнення індукційного струму:

1) під час руху контуру в магнітному полі;

2) у разі перебування нерухомого контуру в змінному магнітному полі.

Виникнення в нерухомих провідниках електричного струму вказує на появу електричного поля, тому що магнітне поле на нерухомі заряди діяти не може.

Значить, індукційне електричне поле з'являється в результаті зміни магнітного поля. Отже, індукційне електричне поле не пов'язане із зарядами (як це було у випадку електростатичного поля).

Дж. Максвелл першим дійшов висновку, що,

Ø змінюючись у часі, магнітне поле породжує електричне поле.

Електричне поле, що виникає під час зміни магнітного поля, має зовсім іншу структуру, ніж електростатичне. Воно не пов'язано безпосередньо з електричними зарядами, і його лінії напруженості не можуть на них починатися й закінчуватися. Вони взагалі ніде не починаються й не закінчуються, а являють собою замкнуті лінії, подібні до ліній індукції магнітного поля. Крім того, робота з переміщенням зарядів уздовж замкнутого контуру, виконана силами цього електричного поля, не дорівнює нулю. Це так зване вихрове електричне поле.

Електричне поле, створене змінним магнітним полем, називають вихровим.

Вихрове електричне поле не є потенціальним полем.

Закон електромагнітної індукції

Зважаючи на означення магнітного потоку, виділимо в дослідах Фарадея деякі загальні закономірності.

1. Електричний струм у замкненому провідному контурі індукується тільки тоді, коли змінюється магнітний потік через поверхню, обмежену контуром.

2. Чим швидше змінюється магнітний потік, тим більшою є сила індукційного струму в контурі.

3. Напрямок індукційного струму в контурі залежить від того, збільшується чи зменшується магнітний потік через поверхню, обмежену контуром.

Однак чому в контурі взагалі є електричний струм, адже контур не приєднаний до джерела живлення? Поява струму може означати тільки одне: під час зміни магнітного потоку виникають сторонні (не кулонівські) сили, які й «працюють» у контурі, переміщуючи в ньому електричні заряди.

Роботу сторонніх сил A_{ct} із переміщення одиничного позитивного заряду називають електрорушійною силою індукції (ЕРС індукції) E_i :

$$E_i = \frac{A_{ct}}{q}$$

Силу індукційного струму I_i в контурі опором R визначають за законом Ома:

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

Закон електромагнітної індукції: електрорушійна сила індукції дорівнює швидкості зміни магнітного потоку, який пронизує поверхню, обмежену контуром:

$$E_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Знак «мінус» відображає правило Ленца.

Якщо в з'єднаних послідовно контурах відбуваються одинакові зміни магнітного потоку, то ЕРС індукції в них дорівнюють сумі ЕРС індукції в кожному з контурів. Тому, якщо змінюється магнітний потік у катушці, що складається з N одинакових витків провідника, загальна ЕРС індукції буде в N разів більшою від ЕРС індукції в окремому контурі:

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

Під час будь-якої зміни магнітного поля в навколошньому просторі виникає електричне поле. Це поле приводить у рух вільні електричні заряди в контурі, викликаючи появу індукційного електричного струму. Його називають **вихровим електричним полем**.

Робота сил вихрового електричного поля з переміщення електричних зарядів і є роботою сторонніх сил, джерелом ЕРС індукції в замкненому контурі.

Задача 1: Скільки витків повинна мати катушка з площею поперечного перерізу 50 см^2 , щоб при змінні магнітної індукції від $0,2$ до $0,3 \text{ Тл}$ протягом 4 мс в ній виникла ЕРС 10 В ?

$n - ?$	CI	$\varepsilon_i = n \left \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right $	
$\varepsilon_i = 10B$		$\Delta \Phi = \Delta BS$	$[n] = \frac{B \cdot c}{T \pi \cdot M^2} = \frac{B \delta}{B \delta} = 1$
$\Delta t = 4 \text{ мс}$	$4 \cdot 10^{-3} \text{ с}$	$\Delta B = B_2 - B_1$	
$B_1 = 0,2 \text{ Тл}$		$\Delta \Phi = (B_2 - B_1)S$	$n = \frac{10 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{(0,3 - 0,2)5 \cdot 10^{-3}} = 80$
$B_2 = 0,3 \text{ Тл}$		$\varepsilon_i = n \left \frac{(B_2 - B_1)S}{\Delta t} \right $	
$S = 50 \text{ см}^2$	$5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$	$n = \frac{\varepsilon_i \Delta t}{ (B_2 - B_1)S }$	

Домашнє завдання:

Написати конспект.

Зворотній зв'язок

E-mail vitasergiiivna1992@gmail.com

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