Фізика 11 клас

Тема: Самоіндукція. Індуктивність. Енергія магнітного поля

МЕТА: Ознайомити учнів з явищем самоіндукції, звернути їх увагу на те, що це окремий випадок явища ЕМІ та для нього можуть застосовуватися вже раніше отримані знання ввести поняття індуктивність; продовжити формування вмінь аналізувати, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, порівнювати; розвивати логічне мислення; виховувати наполегливість, кмітливість, уміння сприймати точку зору іншого.

Хід уроку

I. Актуалізація опорних знань Перевірка домашнього завдання

Свого часу **Майкл Фарадей сказав: «Чим більше у мене справ, тим більше я вчуся».**

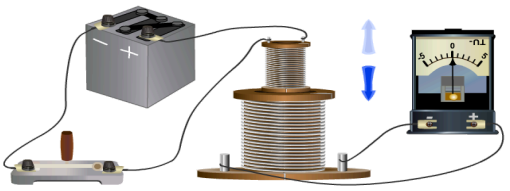
Тож і я вас запрошую до справи.

1. Інтерактивна вправа «Компетентність»

1. Явище виникнення індукційного електричного струму в замкнутому контурі під час зміни магнітного потоку, що пронизує контур – це … (електромагнітна індукція).
2. Електричний струм у замкненому провідному контурі індукується тільки тоді, коли (змінюється магнітний потік через поверхню, обмежену контуром).
3. Чим швидше змінюється магнітний потік, тим більшою є (сила індукційного струму у контурі).
4. Від збільшення чи зменшення магнітного потоку через поверхню, обмежену контуром залежить (напрямок індукційного струму у контурі).
5. Максимальний магнітний потік, який створюється магнітним полем індукцією 1 тесла через поверхню площиною 1 метр квадратний – це (1 вебер).
6. Магнітний потік буде максимальним, якщо (поверхня перпендикулярна до ліній магнітної індукції).
7. Магнітний потік буде дорівнювати нулю, якщо (поверхня паралельна цим лініям).
8. Фізична величина, яка дорівнює добуткові магнітної індукції B на площу S поверхні та на косинус кута α між вектором магнітної індукції і нормаллю до поверхні називається (потік магнітної індукції або магнітний потік).
9. Закон, що встановлює залежність ЕРС індукції від швидкості зміни магнітного потоку, вивів (Майкл Фарадей).
10. Правило для визначення напряму індукційного струму сформулював (Генріх Ленц).
11. Правило Ленца має глибокий фізичний зміст – воно (відображає закон збереження енергії).
12. Вихрові струми дослідив Леон Фуко, тому їх називають (струми Фуко).
13. Теплову дію струмів Фуко використовують в (індукційних печах для нагрівання і плавлення металів).

14. Явище виникнення вихрового електричного поля під час зміни магнітного поля або під час руху провідника в магнітному полі називається (явищем ЕМІ).

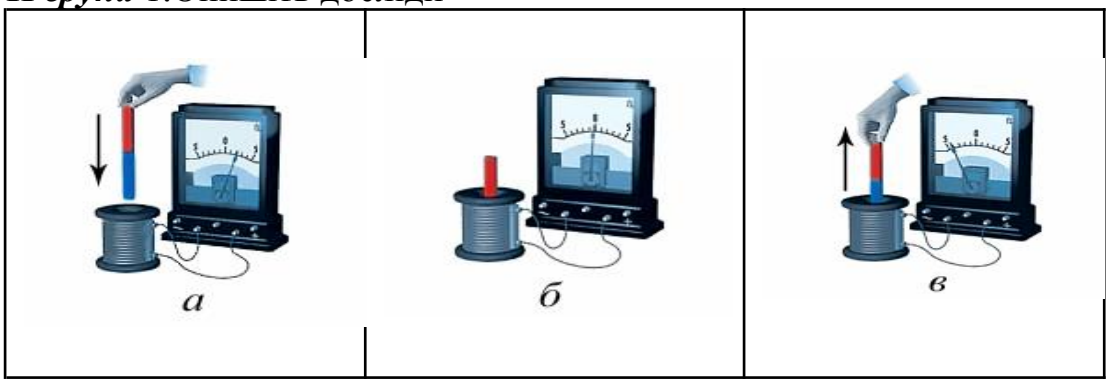
2. Самостійна робота (робота в парах)



I група 1.Подивіться на малюнок і поясніть причину виникнення ЕРС індукції в рухомому провіднику

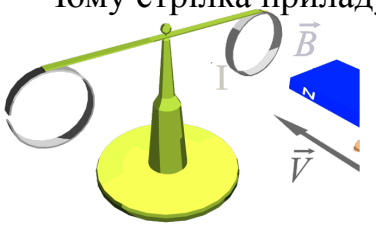
2.За якою формулою визначається ЕРС індукції в рухомих провідниках?

II група 1.Опишіть досліди



- Якими способами можна створювати індукційний струм?
- Чому стрілка приладу не відхиляється у випадку б?

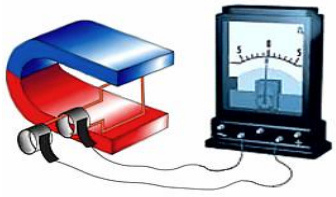
III група



1.Від чого залежить напрямок індукційного струму в замкненому контурі і за яким правилом він визначається?

1. Наведіть алгоритм застосування правила Ленца.

- ***IV група*** 1.Опишіть досліди. Чому стрілка приладу не відхиляється у випадку б?



Де можна застосувати пристрій, зображений на малюнку?

II Мотивація навчання



III. Пояснення нового матеріалу

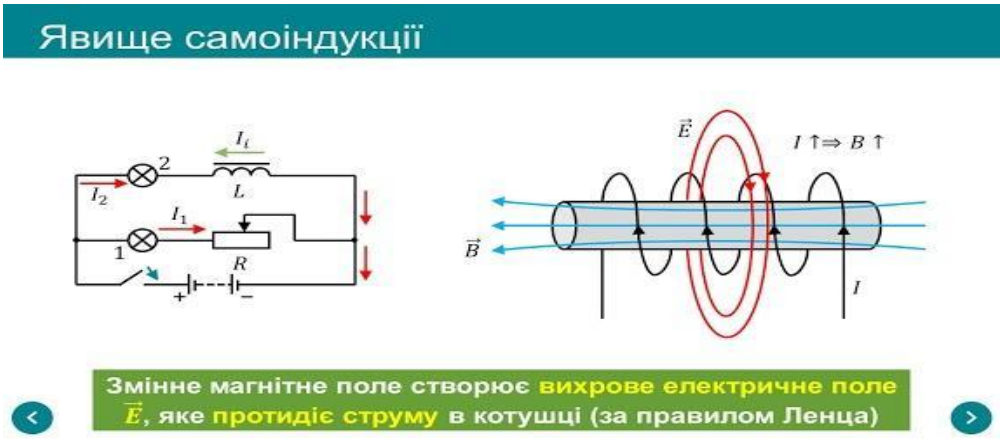
Кожен провідник, у якому існує електричний струм, має «власне» магнітне поле. Це поле виявляється в момент, коли замикається електричне коло і в провіднику з'являється електричний струм. Якщо індукція магнітного поля перед замиканням кола дорівнювала нулю ($B_0 = 0$), то через деякий час після замикання вона матиме певне значення B, відмінне від нуля. Отже, момент замикання електричного кола можна вважати моментом зміни магнітного потоку. А (як ми з Вами пам’ятаємо) будь-яка зміна магнітного потоку, за законом електромагнітної індукції, зумовлює появу вихрового електричного поля, яке спричинює появу ЕРС в усіх замкнутих провідниках, які знаходяться в цьому полі. Не може бути винятком і провідник, який є «джерелом» цього поля. Вихрове електричне поле і в ньому індукує ЕРС індукції.

Визначення явища: Якщо по провіднику йде змінний струм, то він створює ЕРС індукції в цьому ж провіднику - це явище самоіндукції. Провідний контур відіграє подвійну роль: по ньому йде струм, в ньому ж створюється ЕРС індукції цим струмом.

Дослід, який підтверджує існування явища самоіндукції в колі, яка містить котушку.

Знайти у підручнику і описати за малюнком





• <u>Пояснення:</u> За правилом Ленца в разі зростання сили струму в колі виникає ЕРС самоіндукції спрямована проти ЕРС джерела. Отже, в цьому випадку самоіндукція перешкоджає зростанню сили струму в колі і певне значення його (*I0)* встановлюється не відразу, а поступово, з часом.

• Під час розмикання сила струму в котушці зменшується, відповідно в ній виникає ЕРС самоіндукції, яка сповільнює швидкість зменшення сили струму. Котушка на певний час стає джерелом енергії, яке підтримує силу струму в лампочці.

<u>З точки зору фізики</u>: якщо струм у котушці зменшується, то виникає явище самоіндукції, ЕРС якої має таку ж полярність, як і ЕРС джерела струму і намагається підтримати струм на одному рівні .

Згадаємо ще раз: оскільки самоіндукція є окремим випадком електромагнітної індукції, то для визначення ЕРС самоіндукції можна застосувати формулу:

$\varepsilon_i = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, де N – кількість витків.

Однак на практиці ЕРС самоіндукції пов'язують не зі швидкістю зміни магнітного потоку, а зі швидкістю зміни сили струму. Модуль вектора індукції магнітного поля, створюваного струмом, пропорційний силі струму. Оскільки магнітний потік Φ пропорційний B, то $\Phi \sim B \sim I$.

Отже, можна стверджувати, що $\Phi = LI$, де L – коефіцієнт пропорційності між струмом у провідному контурі та магнітному потоці, що пронизує цей контур.

Величину L називають коефіцієнтом самоіндукції або індуктивністю контуру.

Якщо вважати, що форма контуру залишається незмінною і магнітний потік змінюється тільки за рахунок зміни сили струму, то для ЕРС самоіндукції дістанемо:

$$\varepsilon_c = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

2. Індуктивність. <u>Індуктивність L</u> — це фізична величина, яка характеризує електромагнітні властивості провідника і чисельно дорівнює ЕРС самоіндукції в разі зміни сили струму в провіднику на 1 ампер за 1 секунду:

$$L = \frac{|\mathcal{E}_s|}{\Delta I / \Delta t}$$

Індуктивність є індивідуальною характеристикою не лише котушки, а й будь-якого провідника. Тому загалом говорять про індуктивність провідника.

Спосіб розрахунку значення індуктивності грунтується на тому, що магнітний потік у котушці зі струмом пропорційний силі струму в ній. У математичній формі це записують формулою

$$\Phi = LI,$$

де Ф — магнітний потік у котушці; I — сила струму в ній; L — стала для даної котушки величина.

Звідси зміна магнітного потоку дорівнюватиме:

$$\Delta\Phi = L\Delta I.$$

З урахуванням отриманої залежності, закон електромагнітної індукції для випадку самоіндукції можна записати так:

$$\mathscr{E}_{si} = -\frac{L\Delta I}{\Delta t},$$ звідси

$$L = \left|\frac{\mathscr{E}_{si}\Delta t}{\Delta I}\right|.$$

Одиниця вимірювання індуктивності

Якщо внаслідок зміни сили струму в провіднику на 1 А за 1
с ньому індукується ЕРС самоіндукції 1 В, то цей провідник має індуктивність 1 ген рі (1 Гн).

Одиниця індуктивності названа на честь американського фізика Д. Генрі, який зробив вагомий внесок у розвиток науки про електромагнітні явища.

Одиниця 1 генрі досить велика, тому застосовують її частки:

1 Гн = 1000 мГн = 1 000 000 мкГн,

або 1 мкГн =10^{-3} мГн = 10^{-6} Гн.

Індуктивність котушки визначається її фізичними характеристиками

$$1\ \text{Гн} = \frac{1\text{В}\cdot 1\text{с}}{1\text{А}} = 1\frac{\text{В}\cdot\text{с}}{\text{А}}$$

Індуктивність залежить від форми провідника, розмірів та магнітної проникності середовища, в якому знаходиться провідник.

Явище самоіндукції спостерігається і при розмиканні електричного кола.

3. Приклади виникнення ЕРС самоіндукції

- Появу великої ЕРС можна спостерігати в повсякденному житті. Наприклад, коли штанга тролейбуса з якихось причин від'єднується від контактної мережі і коло живлення електродвигуна, який має значну індуктивність, розривається, з'являється велика іскра. З цієї ж причини вимикачі, які працюють у колах з великими індуктивностями, виготовляють із розрахунком на значно більші напруги, ніж робочі напруги цих кіл.
- Поява іскри між контактами вимикача при розмиканні кола обумовлена явищем електромагнітної індукції в даному колі

- У потужних роз'єднувачах, які працюють на великих електророзподільних підстанціях, контакти занурюють у масляні ванни, які гасять електричну дугу, що виникає внаслідок самоіндукції при розмиканні кола.
- Для вимкнення потужних електродвигунів використовують спеціальні реостати, які поступово зменшують силу струму в колі і тим самим запобігають шкідливим проявам явища самоіндукції, які здатні вивести з ладу ізоляцію обмоток.

$$W_м = \frac{LI_0^2}{2}.$$

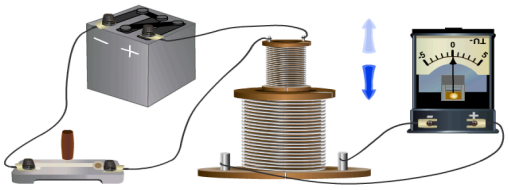
IV Закріплення.
Розв’язування задач

V. Підсумок уроку. Домашнє завдання

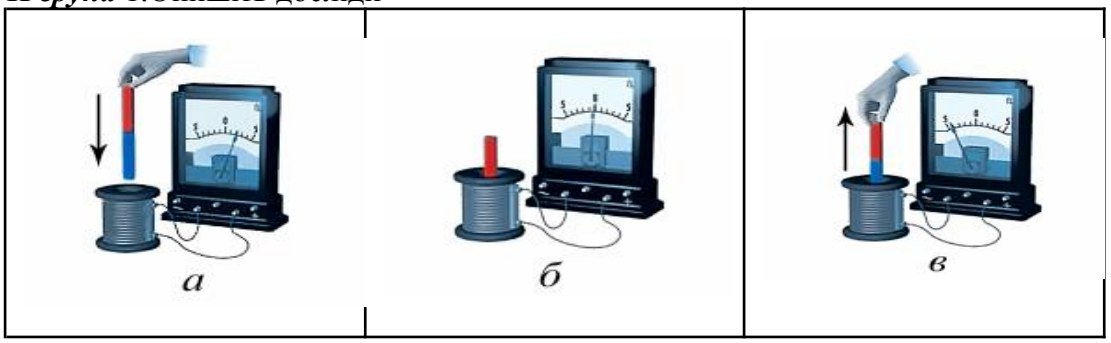
.

I група 1.Подивіться на малюнок і поясніть причину виникнення ЕРС індукції в рухомому провіднику

2.За якою формулою визначається ЕРС індукції в рухомих провідниках?

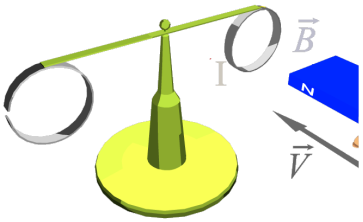


II група 1.Опишіть досліди



- Якими способами можна створювати індукційний струм?
- Чому стрілка приладу не відхиляється у випадку б?

III група

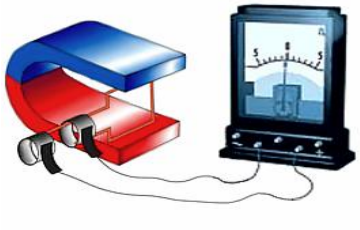


1.Від чого залежить напрямок індукційного струму в замкненому контурі і за яким правилом він визначається?

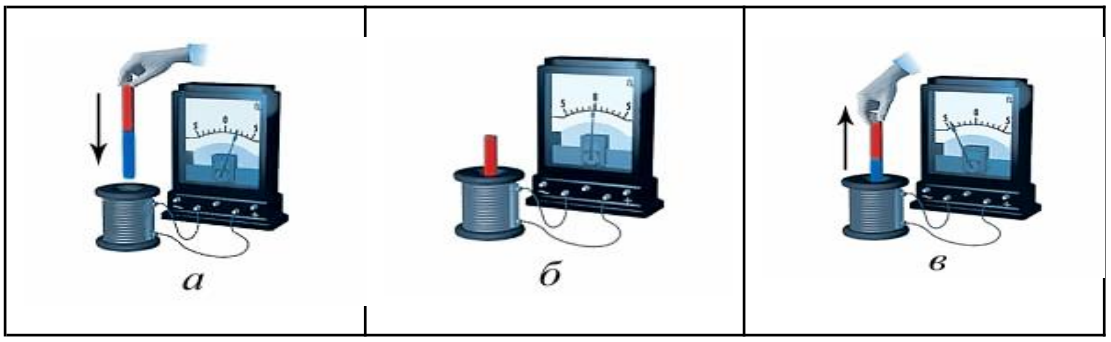
2. Наведіть алгоритм застосування правила Ленца.

- ***IV група*** 1.Опишіть досліди. Чому стрілка приладу не відхиляється у випадку б?

Де можна застосувати пристрій, зображений на малюнку?

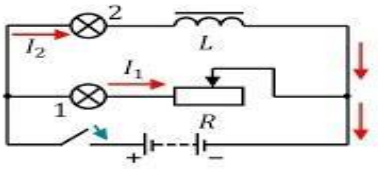


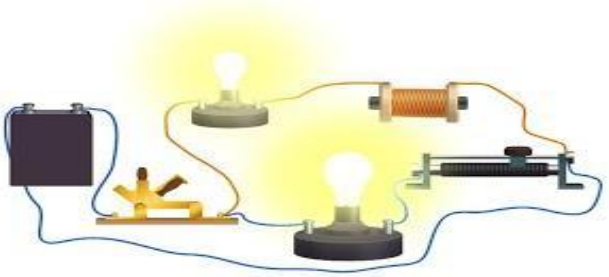
II група 1.Опишіть досліди



- Якими способами можна створювати індукційний струм?
- Чому стрілка приладу не відхиляється у випадку б?

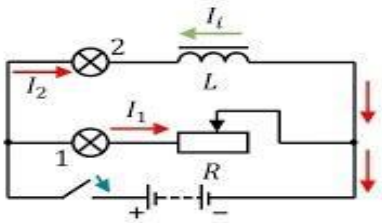
Явище самоіндукції

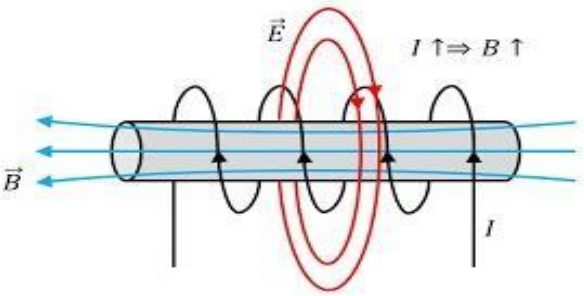




Чому лампочка 2 починає світитися із запізненням?

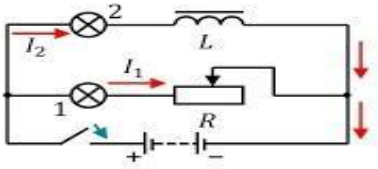
Явище самоіндукції

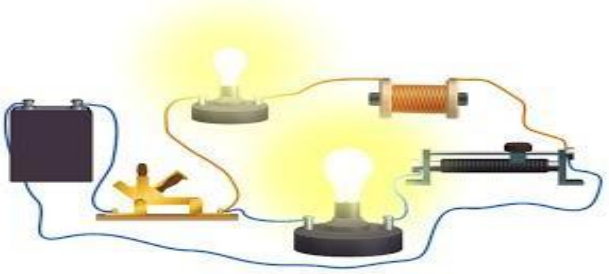




Змінне магнітне поле створює вихрове електричне поле $\vec{E}$, яке протидіє струму в котушці (за правилом Ленца)

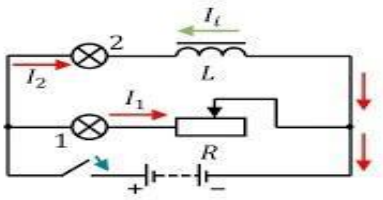
Явище самоіндукції

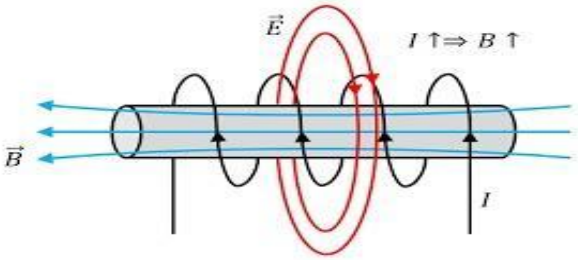




Чому лампочка 2 починає світитися із запізненням?

Явище самоіндукції





Змінне магнітне поле створює вихрове електричне поле $\vec{E}$, яке протидіє струму в котушці (за правилом Ленца)