

Явище електромагнітної індукції

Досліди Фарадея

Правило Ленца

Викладач Бембель Н.Л.

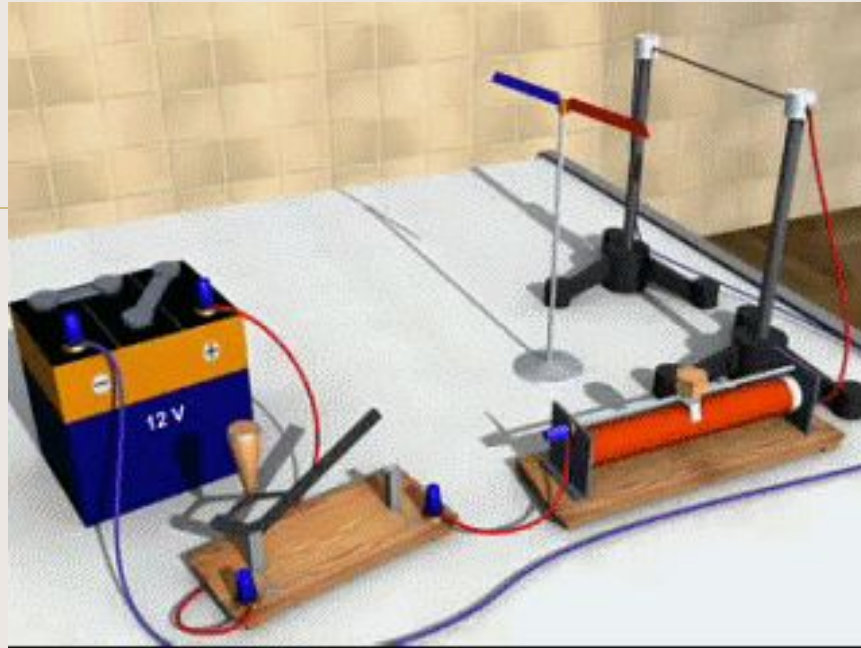
ЖКТ ХНАМГ, 2011

Зміст:

- Ганс Крістіан Ерстед
- Досліди Фарадея
 - Дослід №1
 - Дослід №2
 - Дослід №3
 - Дослід №4
 - Дослід №5
 - Дослід №6
- Э. Х. Ленц
- Демонстрація Правила Ленца
- Правило Ленца
- Алгоритм знаходження напрямку індукційного струму.
- Задачі
- Домашнє завдання

Ганс Крістіан Ерстед



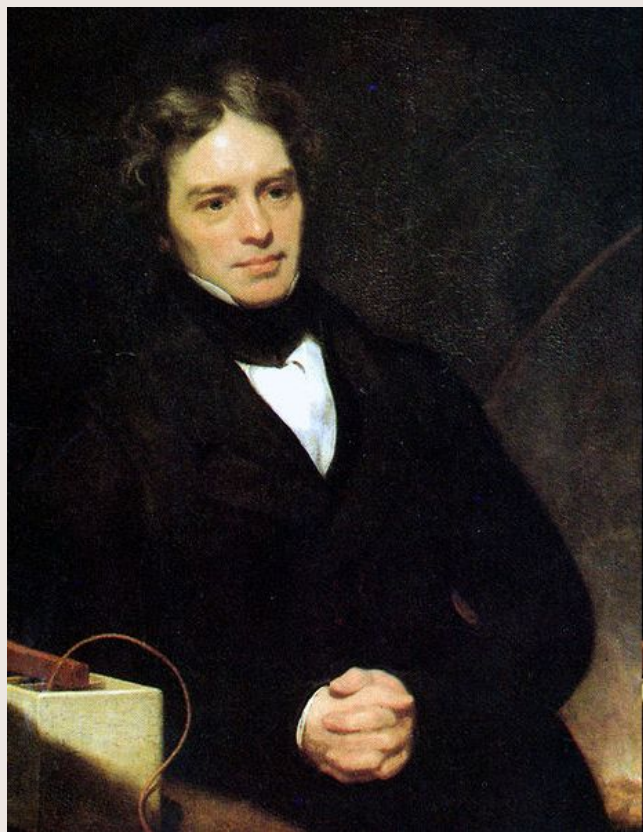


- Ще вчені Давньої Греції висловлювали припущення, що магнітні й електричні явища якимось чином пов'язані між собою.
- Датський учений Х. Ерстед демонстрував студентам досліди з нагріванням провідників електричним струмом. Під час одного з дослідів він помітив, що при проходженні електричного струму по провіднику магнітна стрілка, розташована поблизу провідника, відхиляється від напрямку «північ – південь»

Дослід Ерстеда

Досліди Фарадея

«Поки люди будуть користуватися благами електрики, вони будуть пам'ятати ім'я Фарадея» (Гельмгольц)



Англійський фізик Майкл Фарадей, довідавшись про досліди Ерстеда, узявся до пошуків зв'язку магнітних явищ із електричними.

Пошуки Фарадея тривали від 1821 до 1831 рік.

Він виявив неабияку винахідливість, наполегливість і завзятість поки, нарешті, не одержав електричний струм за допомогою магнітного поля.

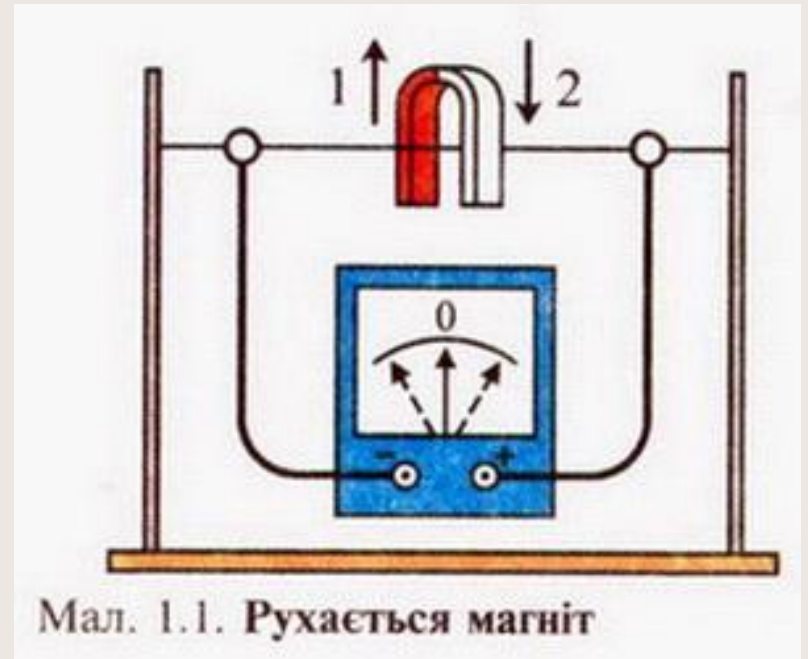


Дослід №1

Опис: постійний підковоподібний магніт рухається відносно закріпленого провідника

Результат: стрілка гальванометра відхилиться спочатку в один бік, а потім – у протилежний.

Висновок: ?



Дослід №2

Опис: провідник
рухається відносно
закріпленого постійного
підковоподібного
магніту

Результат: стрілка
гальванометра
відхилятиметься
спочатку в один бік, а
потім — у
протилежний.

Висновок: ?



Дослід №3

Опис: котушка зі струмом наближається та віддаляється від котушки, замкненої на гальванометр

Результат: стрілка гальванометра відхилятиметься спочатку в один бік, а потім — у протилежний.

Висновок: ?



Мал. 1.3. Рухається котушка зі струмом



Дослід №4

Опис: *замикають і розмикають коло другої котушки*

Результат: *стрілка гальванометра відхилятиметься спочатку в один бік, а потім — у протилежний в залежності від дії ключа.*

Висновок: ?

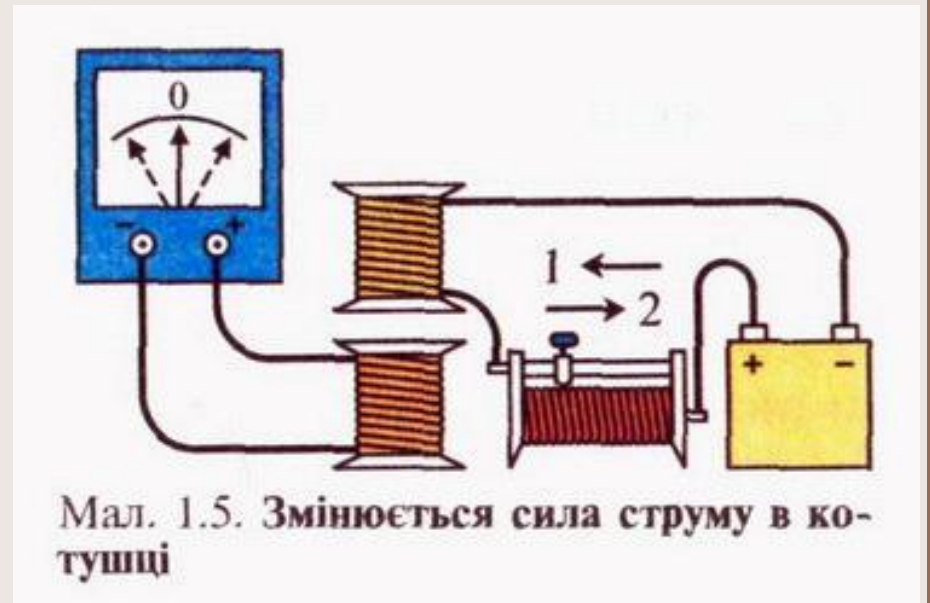


Дослід №5

Опис: змінюють силу струму в колі живлення другої котушки переміщенням повзунка реостата

Результат: стрілка гальванометра відхилиться спочатку в один бік, а потім – у протилежний в залежності від зміни сили струму (зростає/спадає).

Висновок: ?



Дослід №6

Опис: дочекатись, поки стрілка гальванометра буде в положенні "0". Рухати феромагнітний стрижень

Результат: стрілка гальванометра відхилитиметься спочатку в один бік, а потім – у протилежний

Висновок: ?



Мал. 1.6. Рухається феромагнітний стрижень





Висновок: *за будь-якої зміни магнітної індукції чи руху замкнутого провідника в магнітному полі з'являється електричний струм.*

Явище електромагнітної індукції:

під час будь-якої зміни магнітного потоку, що пронизує контур провідника, в останньому виникають сторонні сили (дія яких характеризується ЕРС). При цьому можливі випадки:

- якщо контур провідника замкнутий, то в ньому виникає струм, який називається індукційним;
- якщо контур розімкнутий, то на його кінцях виникає різниця потенціалів.

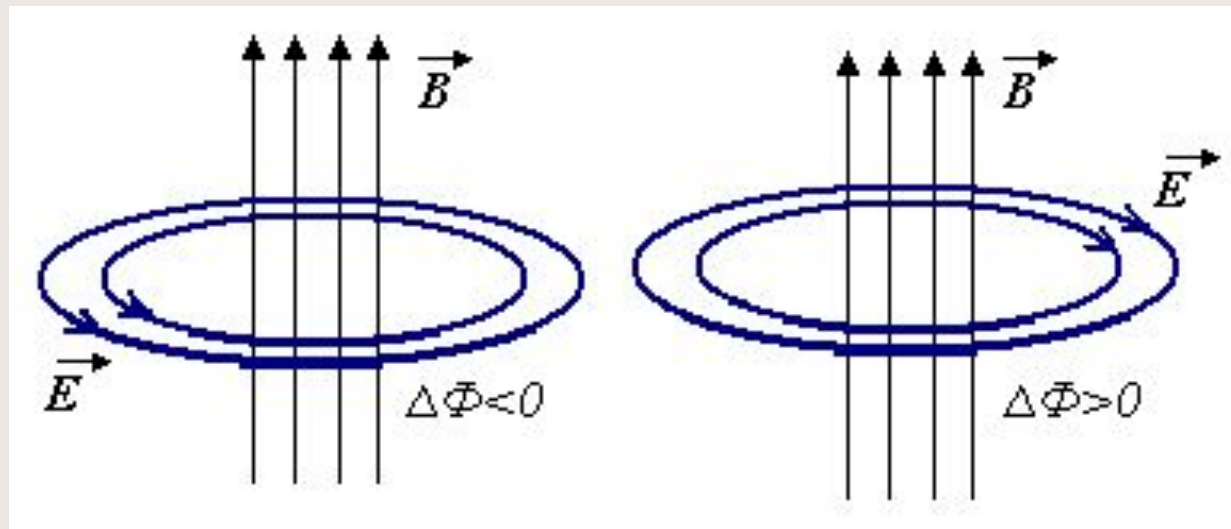
Закон електромагнітної індукції (закон Фарадея):

ЕРС індукції дорівнює за модулем швидкості зміни магнітного потоку через площу контуру замкнутого провідника:

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

Індукційне електричне поле

З'являється в результаті зміни магнітного поля. Індукційне електричне поле не зв'язане із зарядами (як це мало місце у випадку електростатичного поля).



Лінії індукційного електричного поля, подібно до ліній магнітного, ніде не починаються і не закінчуються, тобто вони — замкнуті і охоплюють лінії індукції магнітного поля. Це так зване *вихрове електричне поле*.

Емилій Христіанович Ленц

- Професор, а останніми роками і ректором Санкт-петербурзького університету.
- Лекції його з фізики і фізичної географії відрізнялися чудовою ясністю і строгою систематичністю.
- Багато його наукових досліджень відносяться до фізичної географії. Але головним чином він працював в області електромагнетизму.
- Найголовніші результати його досліджень викладаються і у всіх підручниках фізики. Саме:
 - закон індукції
 - Закон Джоуля - Ленца





Ретельні дослідження відомого фізика Х. Е. Ленца дали змогу встановити універсальне правило для визначення напрямку індукційного електричного струму.

З цією метою Е. Х. Ленц дослідив взаємодію замкнутого провідника і змінного магнітного поля, яке викликало струм у провіднику.

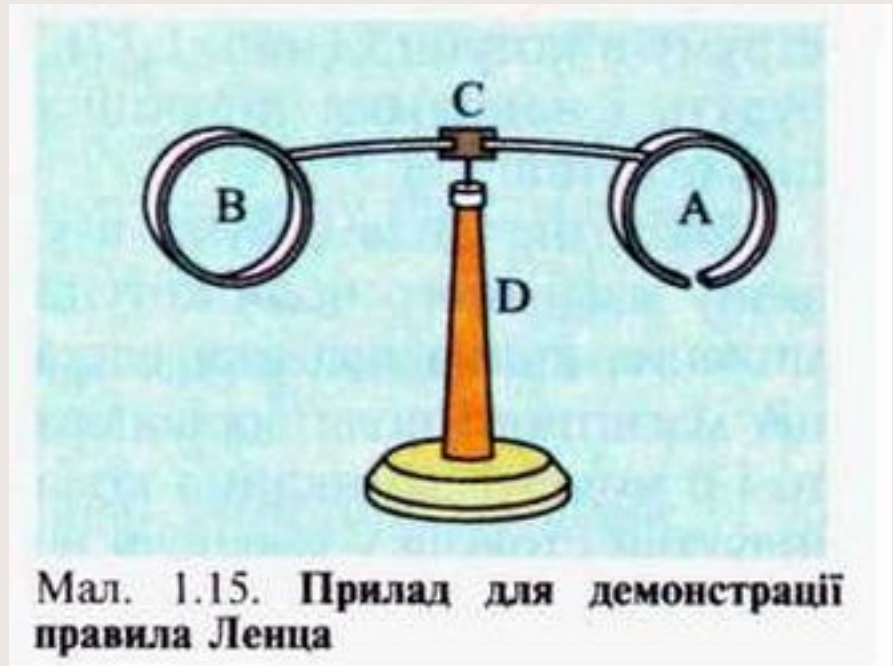
Правило Ленца:

- Індукційний струм у замкнутому контурі завжди має такий напрям, що створений ним магнітний потік через контур прагне компенсувати ту зміну магнітного потоку, яка викликала даний струм.
- Або: поля, струми і сили, які виникають при індукції, завжди перешкоджають тому процесу, що викликає індукцію.



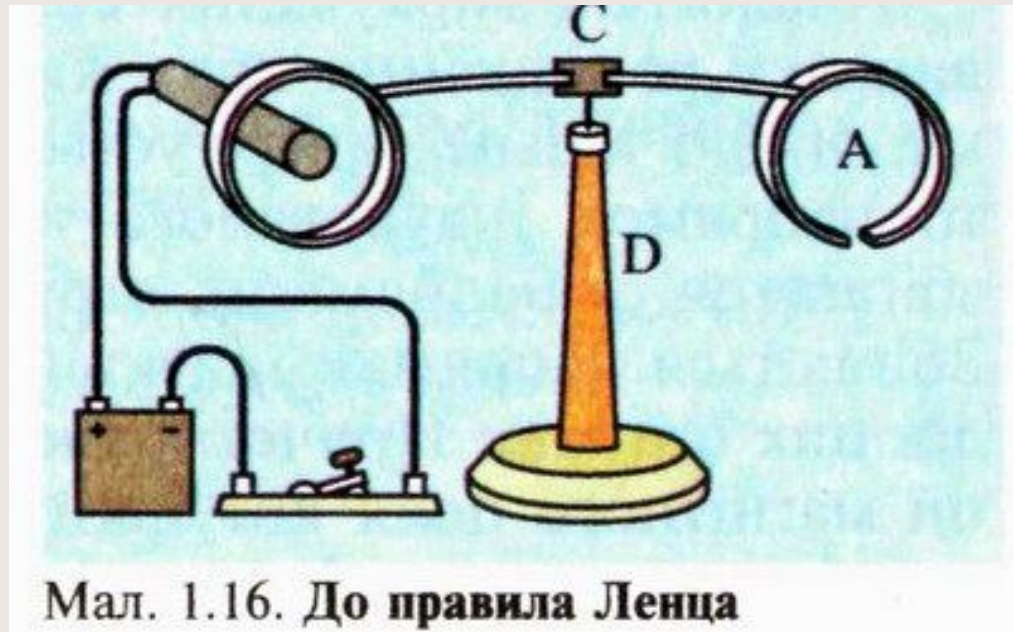
Демонстрація Правила Ленца

- На легкому горизонтальному важелі, що має вертикальну вісь обертання, знаходяться два легких кільця, одне з яких суцільне, а друге — розрізане.
- Важіль насаджений на тонке сталеве вістря так, щоб тертя було мінімальним.



Опис:

- При замиканні кола живлення електромагніта кільце відштовхується від котушки. Якщо дослід повторити, змінивши напрямок струму в котушці, то буде такий самий ефект.

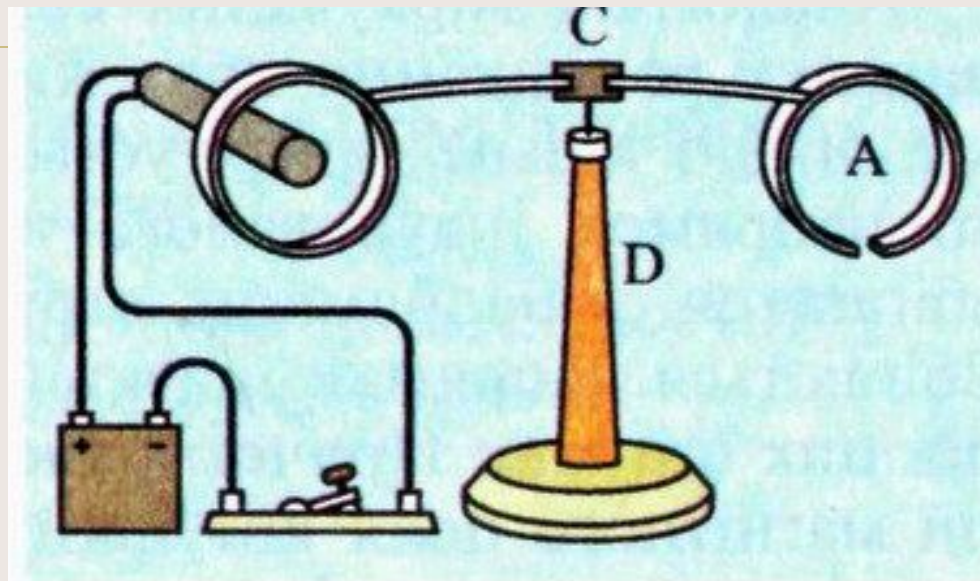


Мал. 1.16. До правила Ленца

- У разі розмикання кола живлення електромагніта кільце притягуватиметься до котушки

Висновок 1: в момент появи струму в електромагніті замкнуте провідне кільце завжди відштовхуватиметься від нього.

Висновок 2: важливе значення має не напрямок струму в котушці і, відповідно, ліній індукції магнітного поля, а зростання індукції магнітного поля.



Мал. 1.16. До правила Ленца

Питання: Як змінюється (зростає чи спадає) магнітний потік через провідне кільце у випадках:

- 1) Наближення електромагніту до кільця?
- 2) Віддалення електромагніту від кільця?



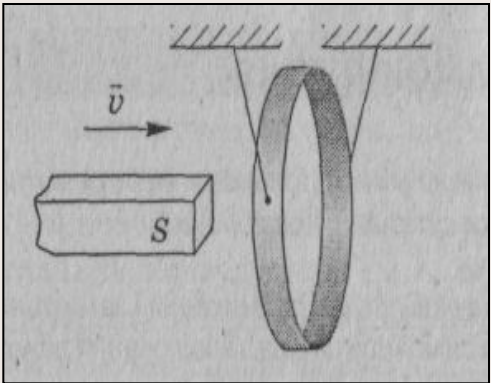
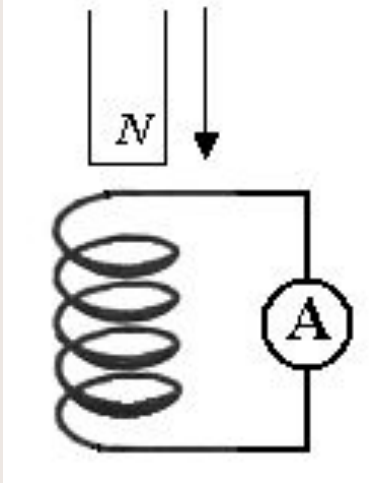
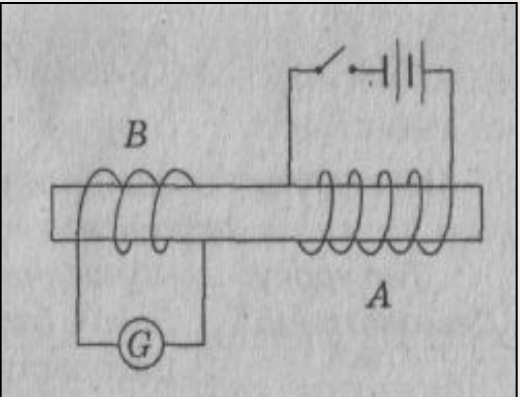
Алгоритм знаходження напрямку індукційного струму.

- 1) Встановити напрямок ліній зовнішнього магнітного поля \vec{B}
- 2) Вияснити знак $\Delta\Phi$ ($\Delta\Phi > 0$ – потік зростає, $\Delta\Phi < 0$ – потік спадає)
- 3) Встановити напрямок ліній магнітного поля \vec{B}' індукційного струму:
 - якщо $\Delta\Phi > 0$, то $\vec{B} \uparrow \downarrow \vec{B}'$
 - якщо $\Delta\Phi < 0$, то $\vec{B} \uparrow \uparrow \vec{B}'$
- 4) знаючи напрямок ліній \vec{B}' по правилу правого вінта знайти напрямок індукційного струму I_i .



Задачі:

Знайти напрямок індукційного струму:

№ 1	№ 2	№ 3
		 <p data-bbox="1367 1125 1789 1179">Ключ розмикають</p>



Домашнє завдання:



- Гончаренко С.У. Фізика: 11 клас: § 1 – 3, впр. 1 № 1.
- **Задача.**
- Визначте напрям індукційного струму.

