Тема: Використання явища електромагнітної індукції в техніці

Мета:

дидактична – закріпити та поглибити знання учнів про явище електромагнітної індукції;

розвиваюча – розвивати експериментальні навички учнів, пробуджувати пізнавальний інтерес учнів, сприяти активізації їх творчого мислення, стимулювати розвиток ініціативи;

виховна – формувати стійкий інтерес до вивчення фізики як експериментальної науки, формувати доброзичливість, взаєморозуміння, толерантність, колективізм, під час роботи в групах.

Обладнання та наочність: індукційна плита, електродинамічний мікрофон, генератор електричного струму, лічильник електроенергії, вінчестер, металошукач, безпровідна зарядка, презентація з теми, портрети Ампера, Фарадея, Максвелла, інтерактивна дошка.

Тип уроку: урок закріплення та поглиблення знань.

План уроку:

I. Організаційний етап
II. Актуалізація опорних знань
III. Мотивація навчальної діяльності
IV. Демонстрації
V. Підбиття підсумків уроку
VI. Домашнє завдання

Хід уроку:

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

- перевірка наявності учнів, їх готовність до уроку.

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

Вчитель. Наше завдання сьогодні перевірити як ви розумієте суть явища електромагнітної індукції, показати значення цього явища в науці і техніці. Але спочатку потрібно перевірити, як ви засвоїли попередній матеріал. Зробимо це наступним чином. Ви будете задавати питання один одному – спочатку учень з першого ряду задає питання учню з другого ряду, той, після відповіді, задає питання учню з третього ряду тощо (*орієнтовно 9-12 питань, кількість встановлюється вчителем по ходу уроку*). Якщо учень не зміг відповісти, відповідь має дати, той хто питання задавав. Учні ряду можуть доповнювати відповідь. Починаємо…

Орієнтовний перелік питань:

1. Що називають магнітним полем?
2. Що таке магнітна індукція?
3. Яка сила діє на провідник зі струмом з боку магнітного поля?
4. Як визначити її напрям?
5. Яка сила діє на рухому заряджену частинку з боку магнітного поля?
6. Коли в замкненому контурі виникає індукційний струм?
7. Від чого залежить величина індукційного струму?
8. Від чого залежить напрям індукційного струму?
9. Як визначити напрям індукційного струму?
10. В яких одиницях вимірюється магнітний потік?
11. Що таке ЕРС індукції?
12. Що таке самоіндукція?

Наприкінці вчитель може оцінити кількість правильних відповідей та цікавість запитань учнями кожного ряду та врахувати це при підведенні підсумків уроку та виставленні оцінок.

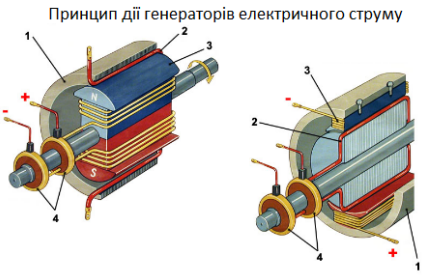
III. МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Вчитель. Щоб оцінити практичне значення відкриття Фарадея, подивіться навколо себе. Електроенергія, що подається в наші будинки виробляється на електростанціях за допомогою електрогенераторів, дія яких заснована на явищі електромагнітної індукції. На принципі електромагнітної індукції працює багато різних приладів та пристроїв – наукових, побутових, промислових. Домашнім завданням, яке ви отримали на сьогодні, було дізнатись, в роботі яких пристроїв використовується електромагнітна індукція. На столі та в класі ви бачите багато різних пристроїв – всі вони працюють, саме завдяки Майклу Фарадею, який відкрив явище ЕМІ (в якому році? – 1831р). Сьогодні ми дамо відповідь на питання – **чи дійсно можливо отримати електричну енергію за допомогою магнітного поля?**

IV. ДЕМОНСТРАЦІЇ

1. Генератор електроенергії (демонстраційний та динамо-машина для велосипеду)

Учень пояснює принцип дії на моделі та демонструє велосипед на якому встановлено динамо-машину (одночасно слайд на презентації).



Велосипедний генератор виробляє електроенергію внаслідок руху обмотки (ротора) в силовому магнітному полі статора. При обертанні колеса велосипеда тертя між колесом і роликом генератора приводить в рух обмотку генератора, в якій, завдяки явищу ЕМІ виникає індукційний струм, що подається на фари велосипеду.



Задача 1. Динамо-машина велосипеду за швидкості руху 20км/год виробляє струм 0,5А, що проходить крізь через фару. Визначити напругу, прикладену до фари та потужність динамо-машини, якщо за 3 год руху електричний струм виконав роботу 32400Дж (тепловими втратами знехтувати). (*Розв'язок*. P=A/t=32400Дж/(3·3600с)=3Вт. U=P/I=3Вт/0,5А=6В).

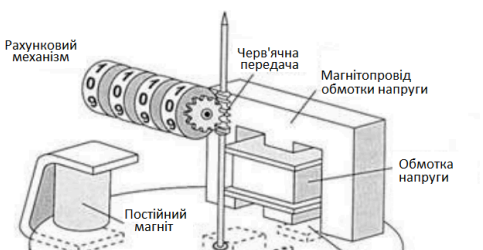
Задача 2. Від джерела (генератора електроенергії) напругою750В необхідно підвести до споживача потужність P=5кВт. Який опір може мати лінія електропередачі, щоб втрати потужності в ній не перевищували 10% від потужності, що дійшла до споживача. (*Розв'язок. Потужність джерела, яка дорівнює добутку сили струму в лінії на напругу, повинна бути на 10% більшою за споживану потужність: IU=1,1P. Втрати потужності в лінії електропередачі становлять* $I^2R=0,1P$. *Звідси одержуємо* $R = \frac{0,1P}{I^2} = \frac{0,1P}{(1,1P)^2} \bullet U^2 = \frac{0,1U^2}{1,1^2P} \approx 9,3$ Ом

2. Індукційний лічильник електроенергії

Учень демонструє індукційний лічильник електроенергії (одночасно слайд на презентації) та пояснює принцип його роботи.

Індукційний лічильник складається з двох основних електромагнітів, вони розташовані між собою під кутом 90 градусів один навпроти одного. У магнітному полі перебувати алюмінієвий диск, саме його обертання і показує нам витрати енергії. Щоб включити лічильник в ланцюг, необхідно його струмовий обмотку з'єднати з усіма електроприймачами послідовно.

Обмотка напруги підключається паралельно. Під час проходження електричного струму по обмотках індукційного лічильника в осердях виникають змінні магнітні потоки, що пронизують алюмінієвий диск і індукують в ньому так звані вихрові струми. Вихрові струми взаємодіють з магнітними потоками і створюють обертальний момент, за допомогою якого



і починає крутитися диск. Диск безпосередньо пов'язаний зі стандартним рахунковим механізмом. В залежності від частоти обертання диска і відбувається облік споживаної електричної енергії.

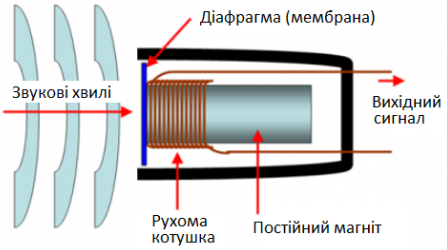
Задача. Показники лічильника електроенергії змінились з 33 734 кВт·год до 33736 кВт·год після приготування попкорну в мікрохвильовій печі. 1 порція готується 4 хв при потужності 1000Вт. Скільки порцій було приготовлено? (*Розв'язок. 33736-33734=2 кВт·год=120 кВт·хв. На одну порцію потрібно 1000Вт·4хв=4 кВт·хв. Відповідь:30 порцій)*

3. Електродинамічний мікрофон

Учень демонструє електродинамічний мікрофон (одночасно слайд на презентації) та пояснює принцип його роботи.



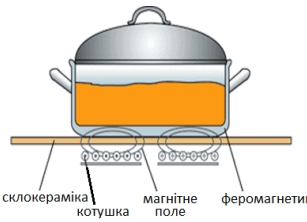
Мембрана мікрофону зроблена з полістиролу і жорстко зв'язана з котушкою. Звукова котушка виготовлена з дуже тонкого дроту і розміщена у кільцевому зазорі сильного постійного магніту, і лінії індукції будуть перпендикулярні виткам котушки. Коли людина говорить, виникає звукова хвиля, що викликає коливання мембрани, а, відповідно і рух котушки в магнітному полі. В її витках індукується ЕРС індукції, що викликає появу індукційного струму, що підсилюється і подається на гучномовець або записуючий пристрій.



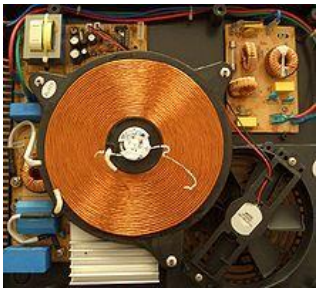
Задача. Визначити ЕРС індукції в котушці електродинамічного мікрофону, якщо магнітний потік, що пронизує котушку, за 2мс змінився на 6мВб? (*Розв'язок. 6/2=3В)*

4. Індукційна плита

Учень демонструє індукційну плиту (одночасно слайд на презентації) та пояснює принцип її роботи.



Теплопередача в індукційній плиті відбувається завдяки явищу електромагнітної індукції. На поверхню плити ставлять посудину, дно якої має феромагнітні властивості. Під склокерамічною поверхнею плити знаходиться мідна котушка. Змінний електричний струм (змінне електричне поле), проходячи через котушку, викликає появу змінного магнітного поля. Змінне магнітне поле у дні посудини (замкнутому контурі) індукує вихрове електричне поле, що створює індукційний струм. Під дією індукційного струму дно посудини нагрівається та передає тепло вмісту посудини. Завдяки цьому досягається велика швидкість закипання або нагрівання рідини (ККД складає 90%, порівняно з газовою плитою (60%)).



Переваги індукційних плит: контроль приготування їжі, швидкий і рівномірний нагрів, економія часу та енергії, безпека (жодних опіків, частота зміни магнітного поля в 10^5 раз нижче частоти хвиль в мікрохвильовці). Недоліки: використання посуду з металевим дном (нержавіюча сталь), що має феромагнітні властивості.

Задача. Потужність індукційної плити 2000 Вт. Скільки часу потрібно, щоб закип'ятити 1л води з температурою 20°С? (*Розв'язок. $Q=cmt = Pt$. t=(4200· 1· 80)/2000=168с=2,8хв.)*

5. Безпровідний зарядний пристрій для смартфона

Учень демонструє безпровідний зарядний пристрій для смартфона (одночасно слайд на презентації) та пояснює принцип його роботи.



Безпровідні зарядні пристрої магнітної індукції оснащені потужною електромагнітною котушкою, яка генерує змінне магнітне поле. В той момент, коли Ви поставите телефон на поверхню зарядного пристрою, котушка активується, і Ваш пристрій почне заряджатися завдяки змінному магнітному полю, згенерованому котушкою.

Безпровідна зарядка не є інновацією. В електричних зубних щітках та бритвах технологію безпровідної зарядки використовують вже досить давно. Щоб уникнути замикання, порти підзарядки подібних пристроїв, яким загрожує контакт з водою, надійно захищені під товстим корпусом. Таким чином, індуктивний – єдиний вид підзарядки, який можливий для таких пристроїв.



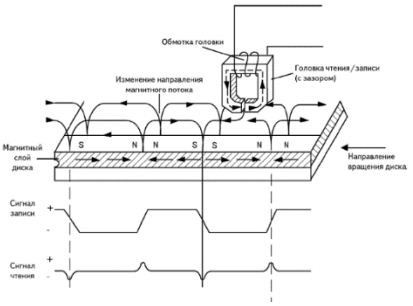
Задача. Ємність акумулятора смартфону 4000мА·год. Номінальний струм зарядки для звичайного дротового зарядного пристрою 1А, для бездротового – 0,65А. Порівняйте мінімальний час зарядки смартфону для обох зарядних пристроїв. (*Розв'язок. для дротового пристрою 4год, для бездротового 4/0,65=6,15(год)*

6. **Жорсткий диск комп'ютера (вінчестер)**

Учень демонструє вінчестер (одночасно слайд на презентації) та пояснює принцип його роботи.



Всередині вінчестера на спільній осі знаходяться декілька жорстких алюмінієвих або скляних пластинок круглої форми, покритих тонким шаром феромагнітної речовини, що намагнічується в зовнішньому магнітному полі. При **запису** даних на диск електричний струм пропускається через електромагніт (головку пристрою), в результаті чого створюються зони намагніченості, які і зберігаються на диску. Зчитування даних з диска відбувається в зворотному порядку - при переміщенні над поверхнею диску головка реєструє зміни в зонах намагніченості і в результаті індукує слабкі електричні сигнали (явище електромагнітної індукції), що вказують на наявність або відсутність зон зміни знаку в записаних сигналах. Електромагнітні сигнали, що виникають при цьому, підсилюються й передаються для подальшої обробки.



Задача. Яку лінійну швидкість мають крайні точки жорстких дисків вінчестера під час запису та зчитування інформації, якщо вони роблять 5400об/хв і мають розмір 3,5 дюйми. (Розв'язок. $\vartheta = \frac{2\pi R}{T} = \pi d\nu = 3,14 \cdot 3,5 \cdot 0,0254 \cdot \frac{5400}{60} = 25,14$м/с)

1. **Металодетектори (металошукачі)**

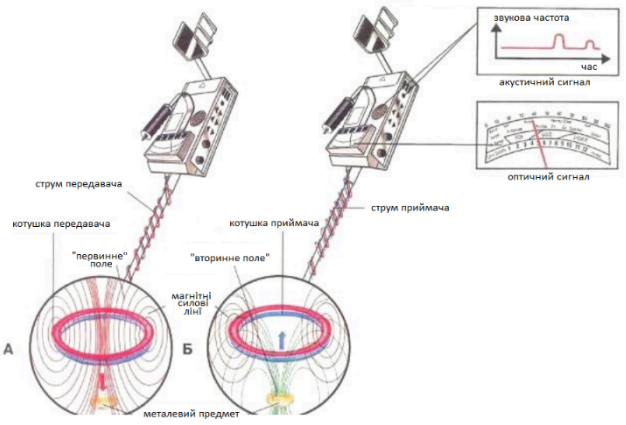
Учень демонструє металошукач (одночасно слайд на презентації) та пояснює принцип його роботи.



Усі металодетектори працюють за таким принципом: котушка металошукача генерує змінне магнітне поле, в металевому об'єкті, завдяки явищу електромагнітної індукції, індукуються вихрові струми, що породжують власні електромагнітні хвилі, які реєструються металодетектором. Як саме він буде реєструвати та обробляти ці дані – залежить від його виду, конструктивних особливостей та призначення (пошукові, оглядові, будівельні). Металодетектори складаються з чотирьох основних блоків: антени (іноді їх дві – та, що випромінює сигнал, і та, що отримує), електронного блоку обробки, блоку виведення інформації і блоку живлення.

Пошукові - призначені для пошуку металевих предметів. Вони мають потужну антену і високу чутливість. Оглядові використовуються співробітниками митниці, охоронцями для пошуку металевих предметів, схованих на тілі або в одязі людини. Вони компактні, зручні, мають віброрежим (щоб обшукувана людина не здогадалась, що її викрито).

Також широко розповсюджені арочні металодетектори, що зовні нагадують арку, крізь яку

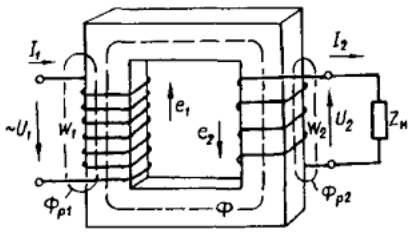


потрібно пройти. Вздовж стінок арки прокладено надчутливі антени, які знаходять металеві предмети на всіх рівнях зросту людини. Вони мають високу чутливість і призначені для швидкої обробки потоку людей.

Будівельні металодетектори за допомогою звукової та світлової сигналізації допомагають шукати металеві труби, провідники під напругою тощо.

8. **Трансформатори.**

(Змінне магнітне поле учні ще не вчили, тому вчитель може показати трансформатор, із зауваженням, що принцип його дії та можливості застосування будуть розглянуті на наступних уроках).



Демонструється трансформатор (одночасно слайд на презентації) та пояснюється принцип його роботи.

Трансформатори широко застосовуються при передаванні електричної енергії на великі відстані, розподіленні її між приймачами, а також в різних підсилювальних, сигналізаційних, випрямних пристроях тощо.

Перетворення енергії в трансформаторі здійснюється змінним магнітним полем. Трансформатор складається з осердя, на якому розміщують дві, іноді більше обмоток (котушок) з ізольованого дроту. Обмотку, до якої під'єднують джерело електричної енергії називають первинною, інші – вторинними. Якщо у вторинній обмотці намотано більше витків, ніж в первинній, то магнітне поле, створюване в осерді первинною обмоткою, створить у вторинній більшу напругу, тобто отримаємо підвищуючий трансформатор. Якщо кількість витків у вторинній обмотці буде меншою, отримаємо понижуючий трансформатор. **Дія трансформатора грунтується на явищі електромагнітної індукції.** Під час проходження змінного струму по первинній обмотці в осерді виникає змінний магнітний потік. Магнітний потік, пронизуючи витки вторинної обмотки трансформатора, індукує в ній ЕРС. Під дією ЕРС по вторинній обмотці і через приймач енергії протікатиме струм. Електрична енергія, трансформуючись, передається з первинного кола у вторинне, але з іншою напругою, на яку розрахований приймач енергії, ввімкнений у вторинне коло. Осердя з трансформаторної сталі концентрує магнітне поле, і магнітний потік існує практично тільки в самому осерді; він однаковий в усіх його перерізах. Отже, у трансформаторі електрична енергія первинного кола з параметрами U_1, I_1 та частотою v_1 перетворюється в електричну енергію змінного струму з параметрами U_2, I_2 та частотою v_2.

V. Підбиття підсумків уроку

1) **Вчитель.** На дошці – 5 портретів вчених, які внесли вагомий вклад у можливість користуватись пристроями, які були представлені сьогодні (Ерстед, Ампер, Фарадей, Ленц, Максвелл). Назвіть їх прізвища та що саме вони зробили.

2) на інтерактивній дошці спільна вправа, що міститься на сайті learningapps.org (стрічка часу – розставити пристрої по роках створення) (https://learningapps.org/8071364)

2) проходження он-лайн тесту (в смартфонах) з сайту naurok.com.ua (https://naurok.com.ua/test/emi-16482.html)

Вчитель. Закінчуючи наш урок, маємо дати відповідь на питання, яке ми поставили на початку - **чи дійсно можливо отримати електричну енергію за допомогою магнітного поля? -** відповіді учнів (у відповіді обов'язково додати - **змінного** магнітного поля)

VI. Домашнє завдання. Дати відповідь на запитання: де економічно вигідніше закип'ятити 1 л води – на газовій плиті (потрібно ≈0,023м^3 газу) чи на індукційній плиті? (Ціна 1м^3 газу – 6,7грн, ціна 1 кВт·год електроенергії – 1,7грн).