

20.10.2021

Група:21

Предмет: Електротехніка

Тема уроку. Електромагнетизм.

- Повторіть матеріал шкільного курсу фізики:

1 МАГНІТНЕ ПОЛЕ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ

Якщо магнітну стрілку, яка вільно обертається, помістити під провідником із струмом, то вона встановиться перпендикулярно до нього. Коли струм вимкнути, стрілка знову займе своє природне положення — вздовж магнітного меридіана.

Цей дослід доводить наявність якоїсь сили, що утворена струмом, який проходить у провіднику, і діє на магнітну стрілку. Ця сила є магнітною силою, яку має постійний магніт, що діє на відстані на сталі предмети.

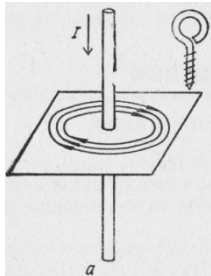
Дія магнітних сил позначається в будь-якій точці простору навколо провідника зі струмом.

Магнітним полем називається особливий вид матерії, що входить до складу електромагнітного поля.

Якщо в магнітне поле потрапляють сторонні предмети, виготовлені з чорних і деяких інших металів, або провідники, по яких проходить струм, то завдяки своїй енергії воно здатне переміщати їх.

Прямолінійний провідник із струмом утворює магнітне поле, силові лінії якого зображуються у вигляді концентричних кіл (рис. 3.1, а). Переконалися в цьому можна, провівши провідник із струмом через аркуш паперу, на який насипано сталі ошурки. Останні розмістяться вздовж силових ліній так, як показано на рисунку.

Напрямок силових ліній визначається правилом свердлика: *якщо обернути свердлик так, щоб його поступальний рух збігався з напрямом струму в провіднику, то напрям обертання рукоятки свердлика покаже напрям силових ліній магнітної індукції.*



Якщо пропустити струм по провіднику, навитому в розтягнуту спіраль (соленоїд), то дістанемо магнітне поле, силові лінії якого зображено на рис. 3.1, б.

Соленоїд — це найпростіший електромагнітний прилад, який подібно до постійного магніту має полярність (N — північний полюс; S — південний полюс).

2 МАГНІТНА ІНДУКЦІЯ

Якщо у магнітне поле, утворене магнітом $N — S$, помістити провідник із струмом, то провідник, взаємодіючи з магнітним полем, почне рухатися в певному напрямі. Це свідчить про те, щодо нього прикладено якусь силу. Експериментально встановлено, що значення цієї сили пропорційне силі струму I , активній довжині провідника l (тій його частині, яка перебуває в зоні дії магнітного поля) та інтенсивності магнітного поля B , тобто

$$F = IlB, \quad (3.1) \quad \text{звідки} \quad B = \frac{F}{Il} \quad B = \frac{F}{il} \quad (3.2)$$

Інтенсивність магнітного поля B називається, магнітною індукцією. Про останню можна судити за тією силою, з якою магнітне поле діє на провідник із струмом.

З (3.2) випливає, що магнітна індукція чисельно дорівнює силі, що діє на провідник завдовжки в 1м, по якому проходить струм в 1А. Якщо провідник розміщений не перпендикулярно до напрямку силових ліній магнітного поля, тобто $\alpha \neq 90^\circ$ $a \neq 90^\circ$, то діюча на провідник сила визначається виразом

$$F = IlB \sin \alpha$$

Сила F називається електромагнітною силою. Відповідно до закону Ампера

$$B = \frac{F}{Il \sin \alpha} \quad B = \frac{F}{Il \sin \alpha} \quad (3.3)$$

Магнітна індукція — векторна величина. Вектор магнітної індукції в даній точці поля торкається силової лінії, що проходить через цю точку, тобто збігається з напрямом магнітного поля. З фізичної точки зору магнітну індукцію можна характеризувати кількістю силових ліній, які пронизують площадку в 1 м^2 , розташовану в даній точці магнітного поля перпендикулярно до його силових ліній. Одиницею магнітної індукції в СІ є тесла (Тл).

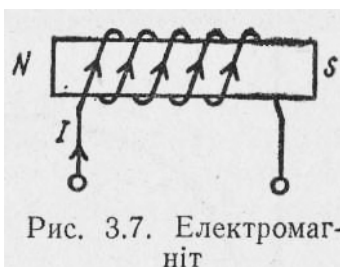


Рис. 3.7. Електромагніт

Магнітна індукція є основною величиною, яка характеризує магнітне поле і широко застосовується при розрахунках магнітопроводів.

3 МАГНІТНА ПРОНИКНІСТЬ

Магнітне поле, створене провідником із струмом, при своєму поширенні може зустріти різні середовища (повітря, вакуум, різні гази чи тверді тіла). Середовище може містити кілька перелічених складових. Різні речовини по-різному пропускають силові лінії магнітного поля, або, як кажуть, мають різну магнітну провідність.

Здатність матеріальних тіл пропускати магнітний потік характеризується величиною, яка називається *абсолютною магнітною проникністю* ($\mu_a \mu_a$).

Магнітну проникність різних тіл прийнято порівнювати з *магнітною проникністю пустоти* ($\mu_0 \mu_0$). Тому, крім абсолютної магнітної проникності, існує ще *відносна магнітна проникність*

$$\mu_r = \mu_a / \mu_0 \quad \mu_r = \mu_a / \mu_0 \quad (3.7)$$

Одиницею абсолютної магнітної проникності в СІ є Генрі на метр (Гн/м).

Відносна магнітна проникність — абстрактна величина. Залежно від здатності пропускати магнітний потік усі тіла поділяються на діамагнітні, парамагнітні та феромагнітні.

Діамагнітними називаються тіла, відносна проникність яких менша за одиницю. До них вісмут, мідь, свинець, срібло, цинк, гази тощо.

Парамагнітними називаються тіла, відносна магнітна проникність яких трохи більша за одиницю. Сюди належать марганець, платина, алюміній, вольфрам, олово.

Феромагнітними називаються тіла, відносна магнітна проникність яких значно більша за одиницю і може досягати кількох десятків тисяч. До них належать залізо, нікель, кобальт і сплави їх, а також сплави марганцю з міддю.

Ця група тіл має велике значення для електротехніки, бо матеріали, які входять до неї, використовуються при виготовленні магнітопроводів електричних машин і апаратів. Виконуючи технічні розрахунки, вважають що відносна магнітна проникність діамагнітних і парамагнітних тіл дорівнює одиниці. Для повітря $\mu_r = 1 \mu_r = 1$.

4 ЕЛЕКТРОМАГНІТИ

Якщо в соленоїд помістити сталеве осердя, то дістанемо електромагніт.

При тому самому струмі в соленоїді магнітне поле електромагніту сильніше, ніж соленоїда. Пояснюється це тим, що сталеве осердя пронизується силовими лініями магнітного поля соленоїда, намагнічується й саме створює своє магнітне поле, яке додається до магнітного поля соленоїда.

Електромагніт (рис. 3.7), як і соленоїд, має північний і південний полюси, що визначаються за правилом свердлика.

Електромагніти широко застосовуються в техніці. Вони використовуються для створення магнітних полів у генераторах, електродвигунах, електровимірювальних приладах і апаратах, у гальмових пристроях підйомних кранів, на транспорті, в підйомних пристроях для перенесення сталених виробів тощо.

Практичне використання електромагнітів

На металургійних заводах можна бачити гігантські електромагнітні підйомні крани, що переносять величезні вантажі – масивні залізні глиби, або частини машин в десятки тонн – без всякого прикріплення. На одному тільки металургійному заводі електромагнітний кран переносить одразу 10 рельс, замінюючи ручну працю 200 людей. Але якщо струм з якоїсь причини припиниться, аварія неминуха.

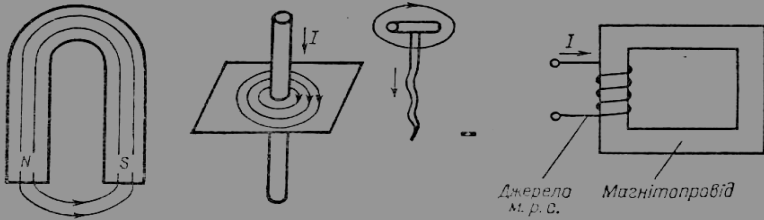
Як не дивно, але захистом від магнітних сил є також залізо. Всередині залізного кільця магнітна стрілка компаса не відхиляється магнітом, розміщеним поза кільцем. Старі механічні годинники зі сталевими або залізними частинами виходять із ладу, якщо їх намагнітити. Але якщо годинник має залізну або сталеву кришку, то його не намагнітить навіть найсильніший електромагніт.

Силою електромагнітів іноді користуються фокусники. Відомий наприклад трюк, коли людина дуже сильна не могла підняти ту річ, яку легко піднімала секунду тому. Дно ящика залізне, сам він стоїть на підставці, що є сильним електромагнітом. Досить пустити струм, і його не зможуть підняти навіть двоє-трое силачів.

Важкоатлети використовують електромагніт для тренувань. Його підвішують на висоті, трохи більшій від людського зросту, а спортсмен, тримаючи в руках залізну праску, намагається побороти магнітне притягання. В залежності від струму, який регулюється тренером, притягання буває різної сили, і може бути таким, що атлет, не бажаючи випускати праски з рук, ризикує повиснути на магніті.

Сільськогосподарська техніка використовує магніти для того, щоб відділити ворсисте насіння бур'янів від гладенького зерна культурних рослин. Якщо суміш насіння обсипати залізним порошком, то крупинки заліза обліплять насіння бур'янів, але не пристануть до гладенького насіння корисних рослин. Магніт виловлює всі бур'яни. Електромагнетизм дозволяє також працівникам музеїв розділяти сторінки стародавніх документів за допомогою однойменної електризації сторінок документів.


МАГНІТНЕ ПОЛЕ. МАГНІТНЕ КОЛО



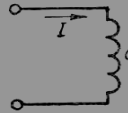
Магнітні кола: однорідні і неоднорідні; розгалужені і нерозгалужені

МАГНІТНІ ВЕЛИЧИНИ І ЗАКОНИ

F — магніторушійна сила, А (м. р. с.)



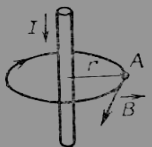
$F = I$



$F = \omega I$

B — магнітна індукція, Тл

$\text{Тл} = \frac{\text{Вс}}{\text{м}^2}$



$B = \frac{\mu_a \cdot I}{2\pi r}$

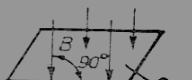
$\mu_a = \mu \cdot \mu_0$

μ_a — абсолютна магнітна проникність, Гн/м;
 μ_0 — магнітна проникність вакууму $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м;
 μ — відносна магнітна проникність.

H — напруженість магнітного поля, А/м: $H = \frac{F}{l}$, l — довжина магнітопроводу, м

R_m — магнітний опір, Гн⁻¹: $R_m = \frac{l}{\mu_a S}$, S — площа поперечного перерізу магнітопроводу, м²

Φ — магнітний потік, Вб
 $B_S = B \cdot S$



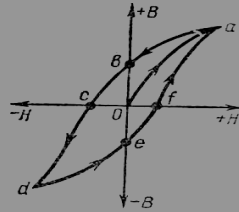
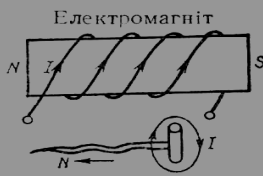
$\Phi = \frac{F}{R}$ $\Phi = B \cdot S$

МАГНІТНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕЧОВИН:

- 1) Феромагнітні $\mu \gg 1$ (Fe, Ni, Co, їх сплави)
- 2) Парамагнітні $\mu > 1$ (Mn, Al, W, Sn, повітря)
- 3) Діамагнітні $\mu < 1$ (Cu, Ag, Zn, H₂O)

$$\mu = \frac{\mu_s}{\mu_0}$$

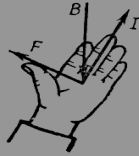
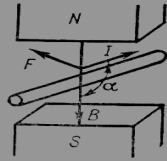
НАМАГНІЧУВАННЯ І ПЕРЕМАГНІЧУВАННЯ ФЕРОМАГНІТНИХ ТІЛ.



Петля гістерезису
 об — залишкова індукція
 ∞ — коерцитивна сила.

Відставання B від зменшення H називається гістерезисом.
 Магніт'які матеріали (Fe, сплав Fe і Si) — мала залишкова індукція.
 Магнітожорсткі матеріали (сталі кобальтові, хромисті, вольфрамові) — велика залишкова індукція

Провід із струмом у магнітному полі.

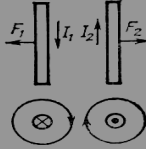
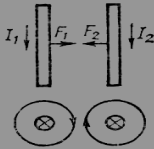


$$F = BIl \sin \alpha, \text{ Н}$$

Застосовують в електродвигунах

Правило лівої руки

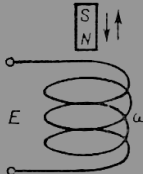
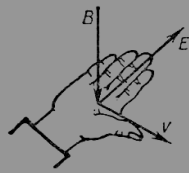
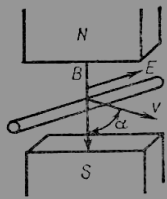
Взаємодія між проводами зі струмом



Якщо $F_1 = I_1 B_2$; $F_2 = I_2 B_1$
 Якщо $I_1 = I_2$, то $F_1 = F_2$

Застосовується в електровимірних приладах. Шкідлива при коротких замиканнях

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ІНДУКЦІЯ



$$E = B l v \sin \alpha, \text{ В}$$

v — швидкість, м/с.

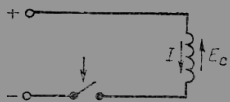
l — довжина, м

$$E = - \omega \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Правило правої руки

В генераторах

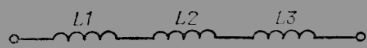
Закон Ленца: індукована е. р. с. (E) намагається протидіяти причині, що її викликала.



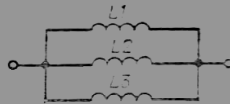
$$e = - L \frac{\Delta I}{\Delta t}, \text{ В}$$

Самоіндукцією називається індукування е. р. с. у котушці при перетинанні її витків власним магнітним потоком, що змінюється від зміни струму в тій самій котушці.

Індуктивність (L) — це коефіцієнт пропорційності між швидкістю зміни струму в часі та індукованою е. р. с., Гн. Гн = Ом · с



$$L = L_1 + L_2 + L_3$$



$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$$

Вихрові струми індукуються в масивних металічних тілах при перетинанні їх магнітними лініями.

2. Використовуючи подані посилання створіть в робочих зошитах опорний конспект

3. Пройдіть тест по темі: «**Електромагнетизм**»

Кожна відповідь оцінюється 1 балом

Початковий та середній рівні.

1. Величина, що характеризує щільність магнітних силових ліній, що проходять через площину S:

- A. магнітна індукція ;
- Б. магнітний потік ;
- В. напруженість;
- С. намагнічу вальна сила.

2. У Генрі вимірюється:

- A. магнітна індукція ;
- Б. магнітний опір ;
- В. індуктивність котушки;
- С. намагнічу вальна сила.

3. У Веберах вимірюється:

- A. магнітна індукція ;
- Б. магнітний потік ;
- В. напруженість;
- С. намагнічувальна сила.

4. Явище, яке виникає, коли провідник під час руху перетинає нерухоме магнітне поле:

- A. магнітної індукції ;
- Б. електромагнітної індукції ;
- В. взаємоіндукції;
- С. самоіндукції.

5. Напруженість магнітного поля визначається за формулою:

- A. $E = B \cdot l \cdot v \cdot \sin\alpha$;
- Б. $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin\alpha$;
- В. $B = \Phi/S$;
- С. $H = F/l$

6. Магнітна індукція визначається за формулою:

- A. $E = B \cdot l \cdot v \cdot \sin\alpha$;
- Б. $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin\alpha$;
- В. $B = \Phi/S$;
- С. $H = F/l$

Достатній рівень.

7. Струми Фуко – це струми.....
8. Явище взаємоіндукції – це.....
9. Напрямок виштовхування проводу зі струмом з постійного магнітного поля визначають за ...

Високий рівень (2 бали).

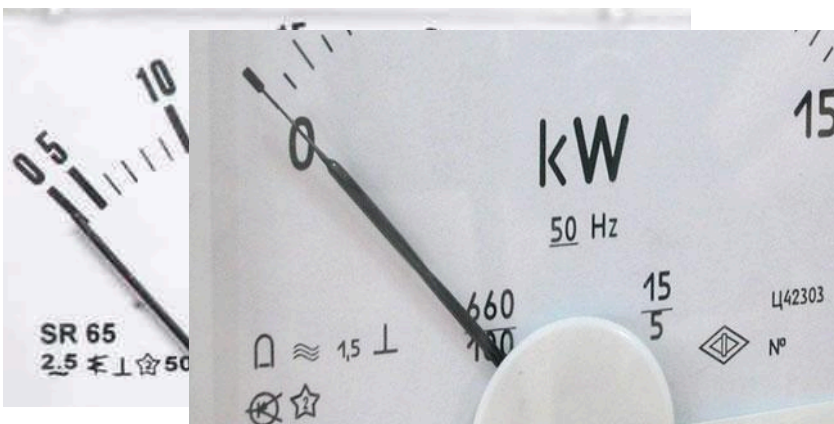
10. На лінійний провідник завдовжки 60 см, розміщений перпендикулярно до магнітного поля, діє сила, що дорівнює 0,3 Н. Визначити індукцію поля, якщо струм у провіднику 2 А.

Виконані завдання, будь ласка, надсилайте зручним для Вас способом (фото, текстовий документ) на електронну адресу або вайбер викладача.

Тема уроку. Класифікація, будова та принцип дії вимірювальних приладів.

1. Опрацюйте теоретичний матеріал за посиланням:
<https://studfile.net/preview/5674232/page:4/>
http://178.209.64.54/s-k/downloads/electro/lectons/tema6_ee.pdf
2. Користуючись поданим зразком, класифікуйте поданий прилад.

Найменування приладу	Тип (вимірювана фізична величина)	Клас точності приладу	Рід вимірюваного струму	Робоче положення	Напруга випробування ізоляції	Система приладу
M42101	кілоамперметр	1,5	постійний	вертикальне	2 кВ	магнітоелектрична
M42101	кА	1,5	—	⊥	☆	⊞



Прикріпіть фото своєї роботи і надішліть на електронну адресу luba.sibenkova@gmail.com або Viber (Whats App) тел. 0681651245