

Урок 29 Магнітні властивості речовин. Діа-, пара- і феромагнетики

Мета уроку:

Навчальна: Ознайомити учнів із магнітними властивостями речовини

Розвивальна. Розвивати вміння узагальнювати і систематизувати знання; з метою розвитку мислення розвивати вміння: пояснювати подібні матеріали; виявляти аналогії; розкривати загальне і конкретне; встановлювати закономірності; встановлювати головне, суттєве у матеріалі, що вивчається.

Виховна. Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: комбінований.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Якщо невеликий виток зі струмом помістити в магнітне поле, то виток установиться перпендикулярно до ліній магнітної індукції поля, поводячись так само, як магнітна стрілка.

Чому постійний магніт створює магнітне поле?

Засновник теорії магнетизму А. Ампер вважав, що це пояснюється замкненими електричними струмами всередині магніту. Чи так це?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Вплив середовища на магнітне поле

Будь-яка речовина, поміщена в *зовнішнє магнітне поле*, намагнічується, створюючи *власне магнітне поле*, яке в одних речовинах напрямлене так само, як і зовнішнє магнітне поле, а в інших – протилежно зовнішньому полю.

Речовини можуть як посилювати, так і послаблювати зовнішнє магнітне поле.

Відносна магнітна проникність середовища μ – це фізична величина, яка характеризує магнітні властивості середовища і дорівнює відношенню магнітної індукції B магнітного поля в середовищі до магнітної індукції B_0 магнітного поля у вакуумі.

$$\mu = \frac{B}{B_0}$$

2. Магнітний момент

Проблемне питання

- Чому різні речовини намагнічуються по-різному?

Магнітний момент $\vec{p}_m$ – це векторна фізична величина, що чисельно дорівнює добуткові сили струму I , який тече по контуру, на площу S контуру.

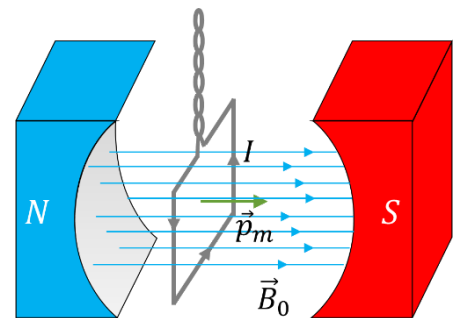
$$p_m = IS$$

Напрямок вектора магнітного моменту визначають за *правилом правої руки*.

Невеликий виток зі струмом установлюється в магнітному полі таким чином, що напрямок магнітного моменту витка збігається з напрямком вектора B_0 магнітної індукції магнітного поля.

Частинки, які входять до складу атома (електрони, протони та нейтрони), мають власні магнітні моменти $\vec{p}_m$, які не зумовлені наявністю струму, а є характеристикою частинки (так само як маса та електричний заряд).

Власні магнітні моменти частинок додаються й створюють *власний магнітний момент атома і молекули*. Магнітні моменти атомів і молекул, у свою чергу, створюють магнітне поле всередині речовини. Розташування та склад атомів і молекул у різних речовин є різними, тому



речовини мають різні магнітні властивості. За значенням відносної магнітної проникності розрізняють *слабо-* і *сильномагнітні речовини*.

3. Слабомагнітні речовини

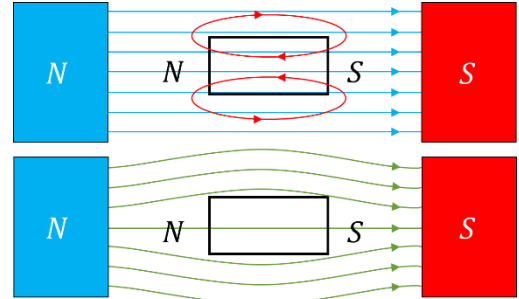
Слабомагнітні речовини – це речовини, які створюють слабе магнітне поле, індукція якого набагато менша за індукцію зовнішнього магнітного поля (поля, яке спричинило намагнічування).

До слабомагнітних речовин належать *діамагнетики* та *парамагнетики*.

Діамагнетики – це речовини, які намагнічуються, створюючи слабе магнітне поле, напрямлене протилежно до зовнішнього.

(*Сині лінії* – магнітні лінії зовнішнього магнітного поля; *червоні лінії* – лінії магнітного поля, створеного зразком; *зелені лінії* – лінії результуючого магнітного поля).

До діамагнетиків належать інертні гази (гелій, неон тощо), багато металів (наприклад, золото, мідь, ртуть, срібло), молекулярний азот, вода.



Атоми і молекули діамагнітних речовин не мають власних магнітних моментів.

Намагніченість діамагнетиків пояснюється наведеними (індукційними) магнітними моментами, які створюються в атомах під час потрапляння діамагнетиків у зовнішнє магнітне поле. Наведені магнітні моменти завжди напрямлені проти магнітної індукції зовнішнього магнітного поля: $\vec{p}_m \updownarrow \vec{B}_0$

Властивості діамагнетиків:

- Діамагнетики незначно послаблюють зовнішнє магнітне поле: магнітна індукція магнітного поля всередині діамагнетика (B_d) трохи менша від магнітної індукції зовнішнього магнітного поля (B_0):

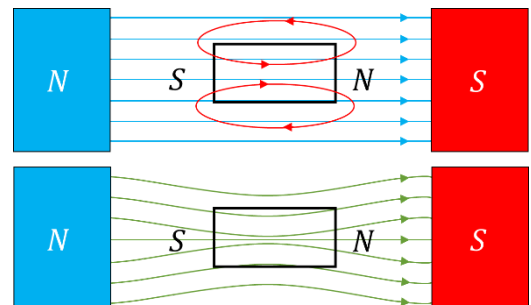
$$B_d \lesssim B_0; \quad \mu_d \lesssim 1; \quad 0,99983 < \mu < 1$$

- Діамагнітна речовина виштовхується з магнітного поля. Цікаво, що людина в магнітному полі поводить як діамагнетик, бо майже на 70 % складається з води.
- Відносна магнітна проникність діамагнетиків не залежить від температури.

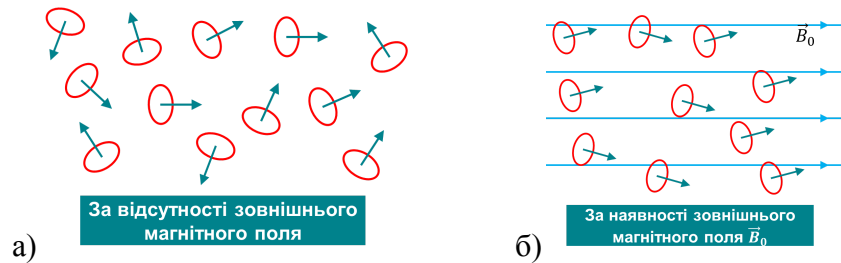
Парамагнетики – це речовини, які намагнічуються, створюючи слабе магнітне поле, напрямлене в той самий бік, що й зовнішнє магнітне поле.

(*Сині лінії* – магнітні лінії зовнішнього магнітного поля; *червоні лінії* – лінії магнітного поля, створеного зразком; *зелені лінії* – лінії результуючого магнітного поля).

До парамагнетиків належать кисень, повітря, платина, алюміній, ебоніт, вольфрам, магній, літій.



Атоми (або молекули) парамагнітних речовин мають власні магнітні моменти. За відсутності зовнішнього магнітного поля орієнтовані хаотично (рис. а). Якщо парамагнетик помістити в магнітне поле, його частинки починають орієнтуватися так, що їхні власні магнітні моменти спрямовуються в напрямку зовнішнього магнітного поля (рис. б), аналогічно тому, як орієнтуються в електричному полі молекули полярного діелектрика.



Властивості парамагнетиків:

- Парамагнетики незначно посилюють зовнішнє магнітне поле:

$$B_{\text{п}} \approx B_0; \quad \mu_{\text{п}} \approx 1; \quad 1 < \mu < 1,003$$

• Якщо парамагнітну речовину помістити в магнітне поле, вона буде втягуватися в поле, тобто рухатися в бік збільшення магнітної індукції.

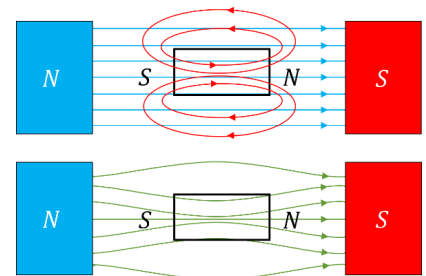
• Відносна магнітна проникність парамагнетиків зменшується зі збільшенням температури, оскільки збільшується швидкість теплового руху атомів (або молекул) і їхня орієнтація частково порушується.

4. Феромагнетики

Феромагнетики – це речовини, які, намагнічуючись, створюють сильне магнітне поле, напрямлене в той самий бік, що й зовнішнє магнітне поле.

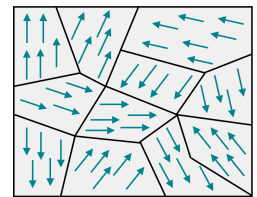
Феромагнетики залишаються намагніченими й у разі відсутності зовнішнього магнітного поля.

До феромагнетиків належить невелика група речовин: залізо, нікель, кобальт, рідкоземельні речовини та низка сплавів.

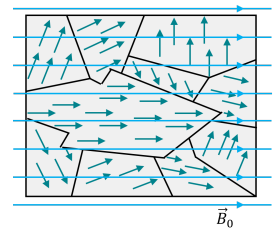


Йони феромагнітних речовин мають власні магнітні моменти.

Будь-яке феромагнітне тіло складається з *доменів* – макроскопічних ділянок із лінійними розмірами 1-10 мкм, в яких власні магнітні моменти сусідніх йонів співнаправлені та мають власну намагніченість. За відсутності зовнішнього магнітного поля магнітні моменти окремих доменів орієнтовані хаотично, тому зразки феромагнітного матеріалу зазвичай розмагнічені.



Коли феромагнітний зразок поміщують у зовнішнє магнітне поле, то домени, магнітні моменти яких зорієнтовані за напрямком цього поля, збільшуються за рахунок зменшення доменів з іншою орієнтацією магнітних моментів; також відбувається частковий поворот магнітного моменту в кожному домені. Ці процеси приводять до намагнічування зразка.



Властивості феромагнетиків:

• Магнітна індукція магнітного поля всередині феромагнетиків у сотні й тисячі разів більша, ніж магнітна індукція зовнішнього магнітного поля, тобто поля, яке спричинило намагнічування: $B_{\text{ф}} \gg B_0; \quad \mu_{\text{ф}} \gg 1$.

- Феромагнетики, як і парамагнетики, втягуються в магнітне поле.
- При досягненні певної температури – температури Кюрі феромагнітні властивості речовини зникають і вона стає парамагнетиком.
- Феромагнітні матеріали умовно поділяють на два типи.

Жорсткомагнітні матеріали – це матеріали, які після припинення дії зовнішнього магнітного поля залишаються намагніченими довгий час. (Застосовують для виготовлення постійних магнітів)

М'якомагнітні матеріали – це матеріали, які легко намагнічуються і швидко розмагнічуються. (застосовують для виготовлення осердь електромагнітів, двигунів, трансформаторів, тобто пристроїв, які під час роботи постійно перемагнічуються).

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. Є два види сталі – м'якомагнітна та жорсткамагнітна. Яка сталь є більш придатною для виготовлення постійних магнітів? (Жорсткамагнітна)

2. Велику кількість сталевих цвяхів можна намагнітити одним і тим же магнітом. За рахунок якої енергії відбувається намагнічування цих цвяхів?

За рахунок енергії магнітного поля магніту.

3. У майстерні розсипалися упереміш залізні та латунні стружки. Як відокремити їх один від одного?

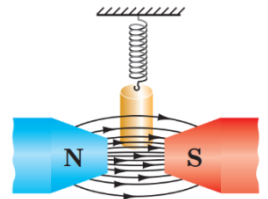
Якщо піднести магніт, залізні ошурки (феромагнетики) притягнуться до нього, латунні (діамагнетики) ні.

4. У піддоні тракторного двигуна для зливу мастила є отвір, у який загвинчується магнітна пробка. Яке призначення має ця пробка?

Для збирання сталевих включень, які потрапили в мастило.

5. Мідний циліндр підвісили на пружині та помістили в сильне магнітне поле. Як при цьому змінилося видовження пружини?

Мідь діамагнетик, тому видовження пружини зменшиться.



6. Сталеву спицю намагнітили. Як буде реагувати компас на приближення до нього спиці? Потім сильно розжарювали її в полум'ї протягом 2-3 хвилин. Та дали охолонути і знову піднесли до компаса. Як буде поводити себе стрілка компаса?

Компас буде реагувати на намагнічену спицю. Після нагріву металу до достатньої температури (точки Кюрі) він розмагнічується і перестав взаємодіяти зі стрілкою компаса. Точка Кюрі для заліза 769 °C.

7. Чи можна за допомогою електромагнітного крана транспортувати розжарені сталеві болванки по цеху металургійного заводу?

Так, якщо температура болванок нижча за температуру Кюрі.

8. Чому при ударі магніт розмагнічується?

Коли магніт є намагніченим в середині нього колові струми орієнтовані в певному напрямку. Після удару колові струми стануть орієнтовані безладно, тіло стане ненамагніченим.

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Чому речовина змінює магнітне поле?

2. Дайте означення відносної магнітної проникності середовища.

3. Які особливості діамагнетиків? Як відбувається їх намагнічування? Якими є їхні магнітні властивості?

4. Якими є особливості парамагнетиків? Як відбувається їхні намагнічування? Якими є їхні магнітні властивості?

5. Якими є особливості феромагнетиків? Як відбувається їх намагнічування? Якими є їхні магнітні властивості?

6. Де застосовують магнітні матеріали?

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 15, Вправа № 15 (2-4)

Додаткові задачі

1. Є два види сталі: один з великою залишковою індукцією, другий – з відносно невеликою. Яка сталь більш придатна для виготовлення постійних магнітів, а яка – для осердів електромагнітів та трансформаторів?

Перший вид більш придатний для виготовлення постійних магнітів, другий – осердь і трансформаторів.

2. З якою метою в деяких фізичних лабораторіях стіни й підлогу оббивають листами заліза? Щоб екранувати електромагнітні хвилі.

3. Чому науково-дослідні судна, призначені для вивчення магнітного поля Землі, будують із дерева, а їх деталі скріплюють гвинтами із бронзи, латуні й інших кольорових металів?

Сталеві деталі намагнічувалися б і заважали точному вимірюванню магнітного поля Землі.

4. На заводах для виявлення мікротріщин і внутрішніх дефектів у сталевій деталі її намагнічують так, щоб лінії індукції замикалися усередині деталі. Потім деталь поливають, наприклад, маслом з домішками дрібних залізних ошурок. Як за розміщенням цих ошурок можна виявити дефекти?

У місцях, де є тріщини, ошурки будуть розміщуватися густіше.

5. Над соленоїдом на пружині підвішують тонкі стрижні з заліза, чавуну, міді. Що відбудеться з кожним зі стрижнів при наявності струму в соленоїді?

Залізний і чавунний стрижні – феромагнетики – притягнуться до соленоїда, а мідний – діамагнетик – відштовхнеться й підніметься.

6. Відомо, що при нагріванні магніту до температури, вищої за температуру Кюрі, він розмагнічується. У яку форму перетворюється при цьому енергія магнітного поля?

У внутрішню.