

Магнітні матеріали

та їх застосування

Магнітні властивості атомів

На основі експериментальних досліджень і теоретичних узагальнень, можна зробити висновок, що єдиними джерелами магнітного поля у вакуумі є рухомі вільні електричні заряди або струми в провідниках. У речовині, крім цього, магнітне поле створюється рухомими електрично зарядженими частинками всередині самих атомів та молекул. Це підтверджує ідею Ампера, що магнетизм речовини можна пояснити наявністю мікроскопічних електричних струмів, рівномірно розподілених в усьому об'ємі речовини.

Як відомо, що речовина складається з частинок і ці частинки перебувають у безперервному русі і з цими рухами пов'язані механічний та магнітний моменти. За сучасними поглядами магнітні властивості речовини зумовлені трьома причинами:

- 1) орбітальним магнітним моментом електронів, який виникає внаслідок їхніх рухів навколо ядер;
- 2) магнітним моментом електронів, який перебуває у певному співвідношенні з їхнім власним механічним моментом – спіном. Спіном електрона називають його власний механічний момент імпульсу;
- 3) власним магнітним моментом атомних ядер.

Постійний магніт — найпростіший
приклад магнітного диполя





Види магнетиків

Під час внесення довільної речовини у зовнішнє магнітне поле вона намагнічується. Речовини в зовнішньому магнітному полі змінюються так, що самі стають джерелами магнітного поля, їх називають магнетиками. При цьому в кожній точці простору, де є речовина, індукція магнітного поля дорівнює векторній сумі індукцій зовнішнього магнітного поля і магнітного поля магнетика. Набуття магнітних властивостей речовиною під дією магнітного поля називають намагнічуванням магнетика. Магнетики поділяють на три класи: діамагнетики, парамагнетики і феромагнетики.

Більшість речовин у зовнішньому полі намагнічуються слабо (діа-і парамагнетики). Сильні магнітні властивості мають тільки феромагнітні речовини (залізо, нікель, кобальт, їхні сплави). Значна кількість магнетиків після припинення дії зовнішнього магнітного поля втрачає намагнічення. Однак є речовини, в яких намагнічення залишається на довгий час, і тільки механічними діями або нагріванням їх можна розмагнітити. Такі намагнічені тіла називають постійними магнітами.

Вектор намагніченості. Магнітна проникність

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

Рівень взаємодії речовини і поля описує фізична величина — магнітна проникність. Вона дорівнює відношенню магнітної індукції поля в речовині B до магнітної індукції зовнішнього поля B_0 . Магнітна проникність є безрозмірною величиною.

Діамагнетики

Під час внесення діамагнетиків у зовнішнє магнітне поле в електронних оболонках атомів, за законом електромагнітної індукції, виникають індуковані колові струми. Ці струми створюють додаткові магнітні моменти атомів, напрямлені за законом Ленца, проти напрямку зовнішнього магнітного поля.

Речовини, в атомах яких орбітальні і спінові магнітні моменти електронів, якщо немає зовнішнього магнітного поля, є взаємно скомпенсованими, називають діамагнетиками.

Властивість речовин намагнічуватись протилежно до зовнішнього магнітного поля називають діамагнетизмом. Діамагнетизм, або діамагнітний ефект, властивий всім речовинам, оскільки він пов'язаний з виникненням додаткових колових рухів електронів в атомах речовин і зміною їхньої частоти обертання під час внесення в зовнішнє поле.



Парамагнетики

Якщо над полюсними наконечниками закріпити на плечі терезів алюмінієву кульку, то при замиканні кола живлення вона втягуватиметься в простір, демагнітна індукція матиме більше значення.

Подібним чином буде поводити себе і розчин хлорного заліза в воді. Якщо одне коліно U-подібної трубки з розчином розмістити так, що рівень рідини знаходитиметься нижче полюсних наконечників, то при появі струму в котушках електромагніта рідина буде втягуватися в простір між полюсами.

Такі явища називають парамагнітними, а самі речовини — парамагнетиками.

Феромагнетики

Речовини, які сильно взаємодіють з магнітним полем, назвали феромагнетиками. З чистих речовин чітко виражені феромагнітні властивості мають лише залізо, нікель, кобальт і гадоліній. Проте існує дуже багато штучних феромагнетиків, виготовлених на основі навіть не феромагнітних речовин. Серед них особливо поширені — ферити.

Відмітною ознакою феромагнетиків є їх дуже велика магнітна проникність. Так, чисте залізо, тривалий час відпалене у водні, має магнітну проникність до 340 000.

Висока магнітна проникність феромагнетиків пояснюється особливостями їх кристалічної будови. Маючи певні особливості в забудові електронних орбіт, атоми феромагнетика об'єднуються так, що вся речовина поділяється на домени. Домени — це області феромагнетики, в яких атоми розміщені впорядковано. Така область нагадує маленький постійний магнітик. Він має власне магнітне поле як результат накладання магнітних полів усіх атомів, що входять в домен.

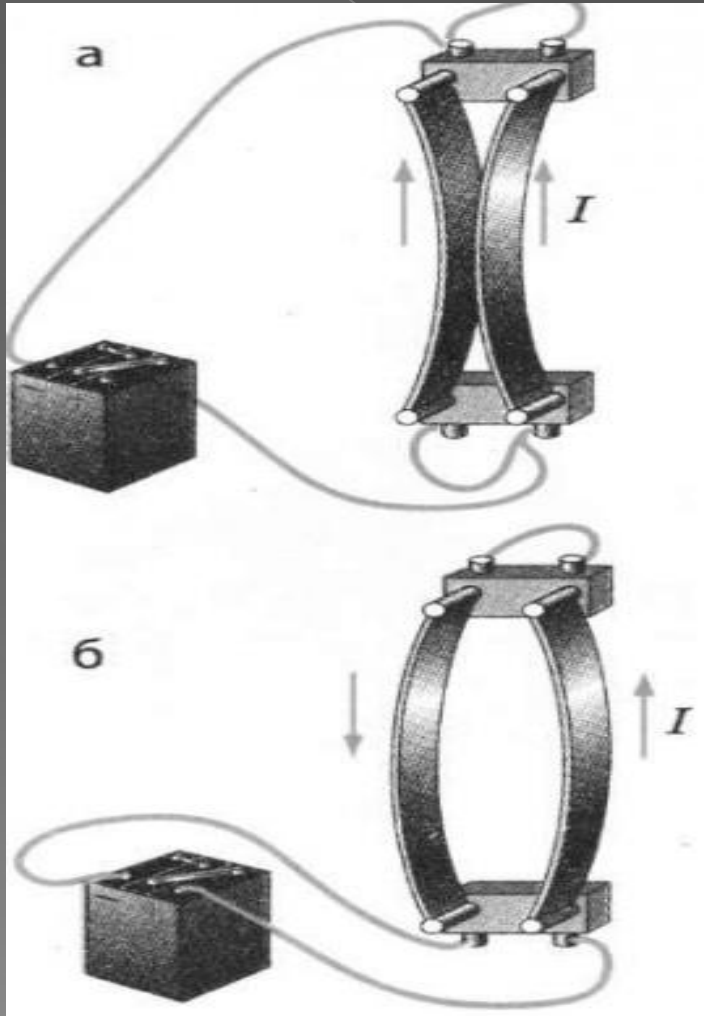
Феромагнетики

Багато властивостей феромагнетиків є похідними від їх кристалічної будови. При внесенні феромагнетиків у магнітне поле фізичні зміни в них відбуваються на рівні кристалічної ґратки. Тому вони мають специфічні магнітні властивості і складають окремий клас.

Найтиповішою властивістю феромагнетиків є нелінійний характер процесу їх намагнічення. Якщо феромагнетик внести в магнітне поле і поступово збільшувати магнітну індукцію цього поля, то магнітна індукція у феромагнетику не буде пропорційною зовнішній. Це добре видно на графіку мал. 6.31. При поступовому збільшенні магнітної індукції зовнішнього поля магнітна індукція у феромагнетику спочатку зростає повільно (ОА), потім — швидше (АВ), а потім знову зростання уповільнюється (ВС). Лише при досягненні так званого насичення (СD) магнітна індукція в феромагнетику зростає лінійно. З такого складного характеру намагнічення можна зробити висновок, що магнітна проникність не залишається постійною.

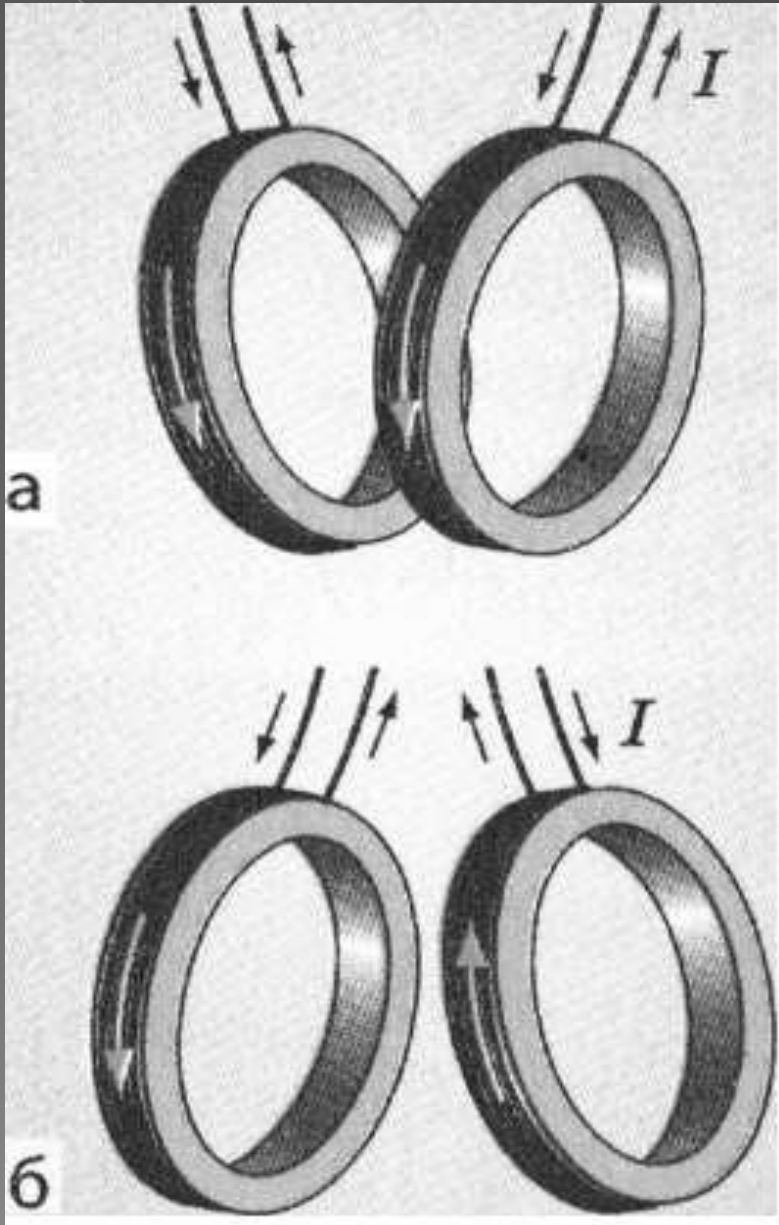
Кристалічна структура феромагнетика, як і будь-якого кристала, залежить від температури. При збільшенні внутрішньої енергії температура феромагнетика зростає і змінюються його магнітні властивості.

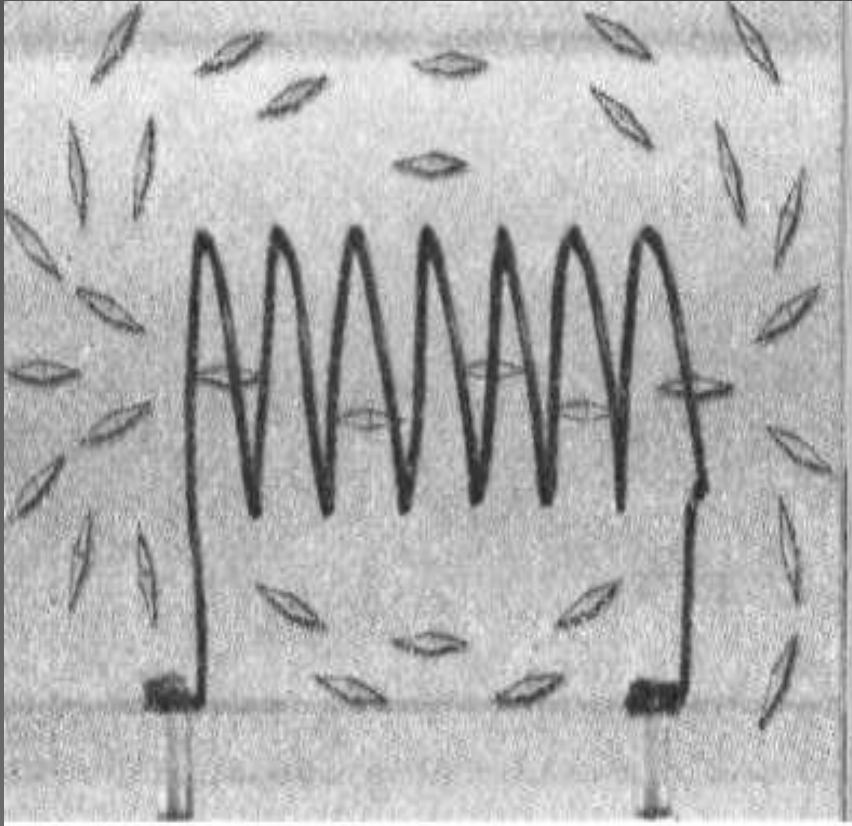
Наприклад. Ознайомимося з гіпотезою Ампера.



Ерстед розіслав статтю з описом своїх дослідів усім провідним науковцям Європи. Французький математик і фізик А. Ампер уперше почув про досліди Ерстеда на засіданні Французької академії наук 4 вересня 1820 р. і вже за тиждень продемонстрував аудиторії взаємодію двох паралельно розташованих провідників зі струмом.

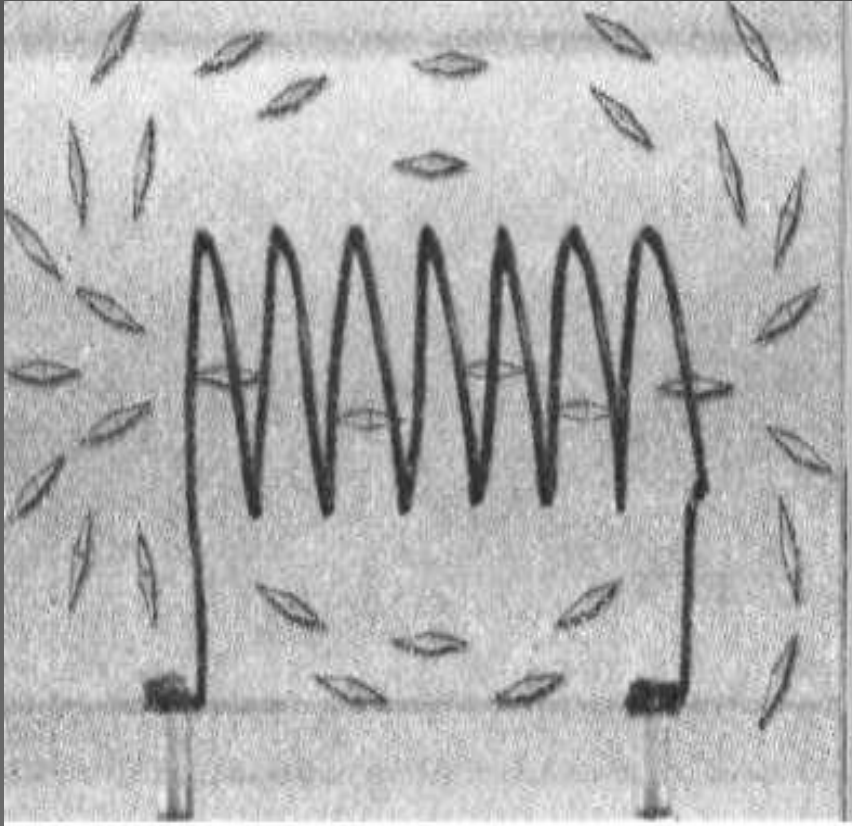
Крім того, Ампер
довів, що котушки,
по яких проходить
струм, поводяться як
постійні магніти.





Проаналізувавши результати дослідів, Ампер зробив декілька висновків.

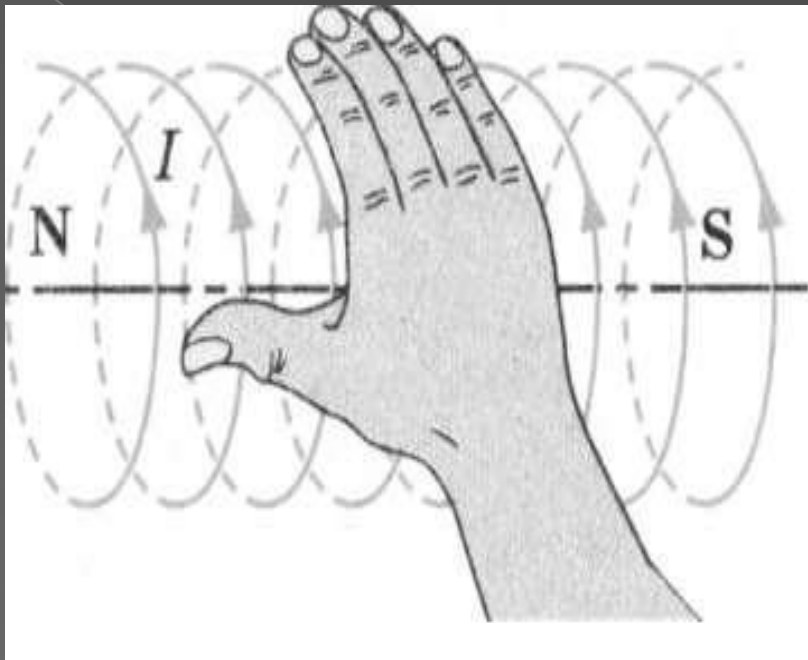
- 1. Навколо постійного магніту, або провідника зі струмом, або будь-якої рухомої зарядженої частинки існує магнітне поле.
- 2. Магнітне поле діє з деякою силою на заряджену частинку, що рухається в цьому полі.
- 3. Електричний струм являє собою напрямлений рух заряджених частинок, тому магнітне поле діє на провідник зі струмом.
- 4. Взаємодію провідника зі струмом і постійного магніту, а також взаємодію постійних магнітів можна пояснити, припустивши існування всередині магніту незгасаючих молекулярних електричних струмів. (Це припущення назвали гіпотезою Ампера. Гіпотеза Ампера тільки частково пояснює магнітні властивості речовини. Сучасні уявлення про природу магнетизму ґрунтуються на законах квантової механіки.)



Таким чином, усі магнітні явища Ампер пояснював взаємодією заряджених частинок, що рухаються; взаємодія здійснюється через магнітні поля цих частинок.

Магнітне поле — особлива форма матерії, яка існує навколо заряджених частинок або тіл, що рухаються, і діє з деякою силою на інші заряджені частинки або тіла, що рухаються у цьому полі. Вивчаємо магнітне поле котушки зі струмом.

Звернемося до одного з дослідів Ампера. Змотаємо ізольований провід у котушку й пустимо по ньому струм. Якщо тепер навколо котушки розмістити магнітні стрілки, то до одного торця котушки стрілки повернуться північним полюсом, а до другого — південним .



Отже, навколо котушки зі струмом існує магнітне поле. Як і штабовий магніт, котушка зі струмом має два полюси — південний і північний. Полюси котушки розташовані на її торцях, і їх легко визначити за допомогою правої руки. А саме: якщо чотири зігнуті пальці правої руки спрямувати за напрямком струму в котушці, то відігнутий великий палець укаже напрямок на північний полюс котушки.



Підбиваємо підсумки гіпотези Ампера.

Якщо в провіднику проходить електричний струм, то магнітна стрілка, розташована поблизу провідника, орієнтується певним чином. Це відбувається тому, що навколо провідника зі струмом існує магнітне поле.

Магнітне поле — особлива форма матерії, яка існує навколо заряджених частинок або тіл, що рухаються, і діє з деякою силою на інші заряджені частинки або тіла, що рухаються у цьому полі.

Напрямок ліній магнітного поля провідника зі струмом можна визначити за допомогою правила свердлика: якщо вкручувати свердлик за напрямком струму в провіднику, то напрямок обертання ручки свердлика вкаже напрямок ліній магнітного поля струму, їхній напрямок можна також визначити за допомогою правила правої руки.

Котушка зі струмом, як і постійний магніт, має два полюси. Їх можна визначити за допомогою правої руки: якщо чотири зігнуті пальці правої руки спрямувати за напрямком струму в котушці, то відігнутий великий палець укаже напрямок на її північний полюс.

Висновок. Магнітні матеріали та їх застосування.

При взаємодії з магнітним полем змінюються не тільки магнітні властивості речовин, а й інші — механічні, теплові, електричні, оптичні і навіть хімічні.

Одним із цікавих прикладів використання дії магнітного поля на речовину є «омагнічення» води. Пройшовши крізь магнітне поле, вода набуває нових властивостей. Така вода не утворює накипу в парових котлах, що дає змогу використовувати її без додаткового хімічного оброблення. Бетон, замішаний на «омагніченій» воді, міцніший, ніж звичайний.

Явище підсилення магнітного поля феромагнетиками використовується в різних електротехнічних приладах: електромагнітних кранах, реле, електродвигунах, трансформаторах. Для цього використовуються спеціальні сорти електротехнічної сталі.

Важко уявити сучасну радіоелектроніку без елементів із штучних феромагнетиків - феритів. З них виготовляються антени, осердя коливальних контурів та трансформаторів. Набули поширення феритові постійні магніти.

Без магнітних матеріалів не можна уявити сучасні методи запису інформації. Типовим прикладом пристрою для запису на магнітній плівці є магнітофон . У цьому апараті використовується спеціальна плівка, покрита тонким шаром феромагнітного матеріалу. Змінний електричний струм від підсилювача надходить у спеціальну записуючу головку, що має котушку з феромагнітним осердям, в якому є вузька щілина. При проходженні струму котушкою щілини головки з'являється магнітне поле, магнітна індукція якого змінюється. Коли плівка проходить над головкою, на ній залишається низка намагнічених ділянок, відповідних змінному струму, який подається в головку.

Подібний фізичний процес відбувається під час запису інформації на диску вінчестера в сучасному комп'ютері.

При відтворенні записаної інформації плівка здійснює рух над магнітною головкою, в якій завдяки електромагнітній індукції збуджується змінний електричний струм, котрий після підсилення в ньому підсилювачі подається на гучномовець чи інший аналізуючий прилад.

Роботу виконала
Учениця 11А класу
КЗОСЗШ № 55
Ковтун Анастасія