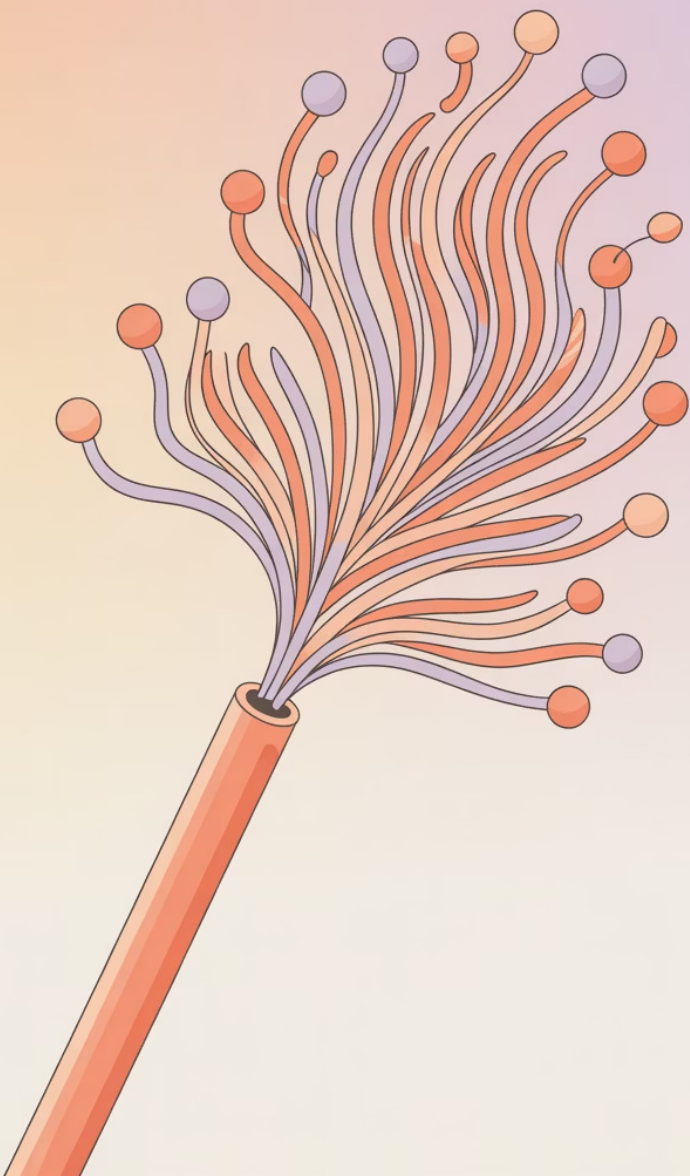




Магнітне поле провідника зі струмом. Електромагніти та їх властивості

Подорож у світ електромагнетизму: від відкриття Ерстеда до
сучасних технологій лівітації

Перевірка домашнього завдання

1 Класифікація матеріалів за магнітними властивостями

Які три основні групи матеріалів існують відносно їх реакції на магнітне поле?

3 Парамагнетики і діамагнетики

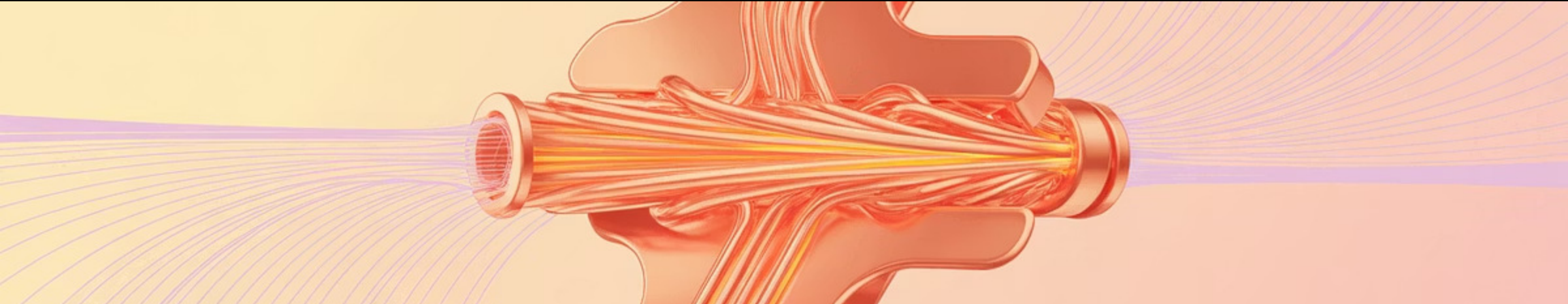
У чому різниця між пара- та діамагнітними властивостями речовин?

2 Феромагнетики

Що характеризує феромагнітні матеріали та як вони взаємодіють з магнітним полем?

4 Дослід Ампера

Опишіть класичний експеримент Ампера та його значення для розуміння електромагнетизму



Частина 1

Магнітне поле провідника зі струмом

Фундаментальні принципи взаємодії електрики та магнетизму

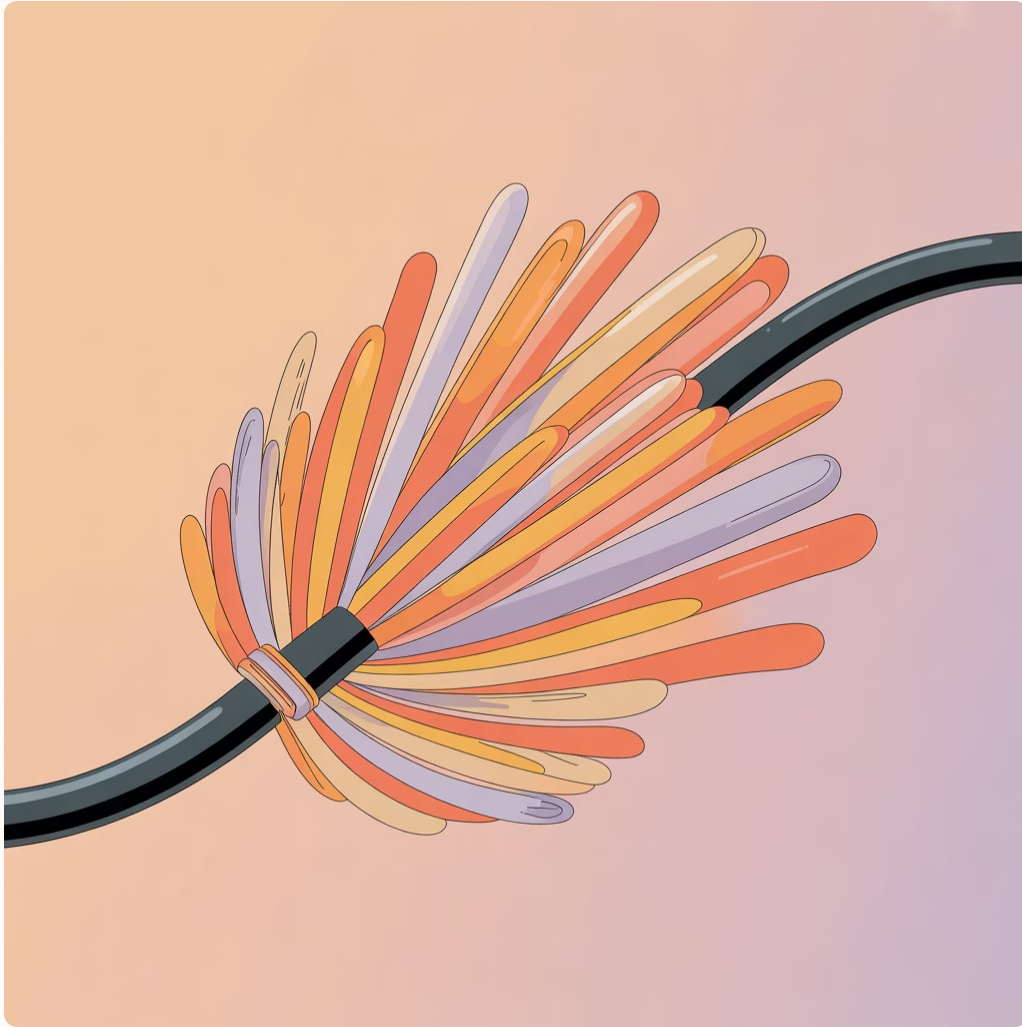
Відкриття Ерстеда (1820)

Ганс Крістіан Ерстед здійснив революційне відкриття, виявивши, що електричний струм у провіднику створює навколо себе магнітне поле.

Це відкриття стало першим доказом зв'язку між електричними та магнітними явищами, поклавши початок новій науці — електромагнетизму.



Магнітне поле навколо провідника

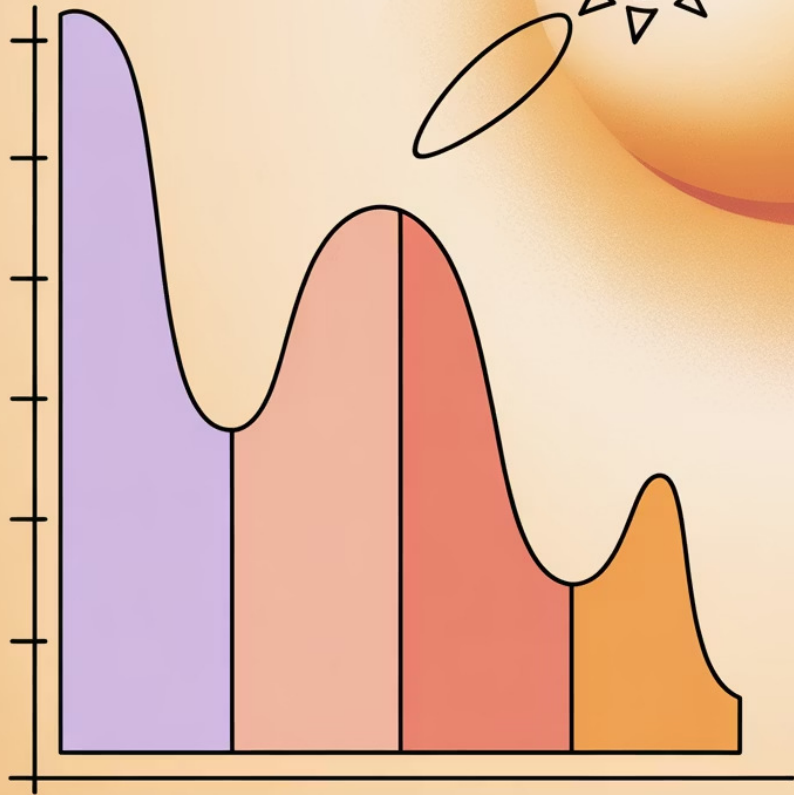


Основні характеристики

- Магнітне поле утворює концентричні кола навколо провідника зі струмом
- Напрямок поля визначається **правилом правої руки**
- Великий палець показує напрямок струму
- Пальці вказують напрямок магнітного поля

Сила магнітного поля найбільша поблизу провідника і зменшується з відстанню.

Magnetic field Strength



Математичний опис магнітного поля

Формула Біо-Савара

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{r}$$

B — індукція магнітного поля (Тесла)

I — сила струму (Ампер)

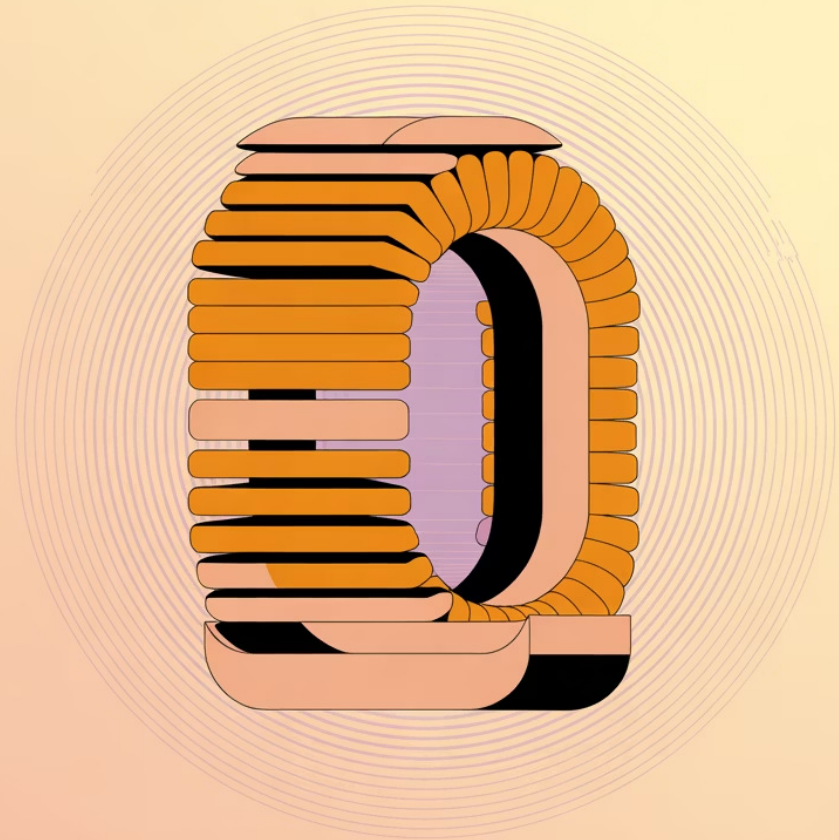
r — відстань від провідника (метри)

Магнітне поле прямо пропорційне силі струму і обернено пропорційне відстані від провідника. Константа $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Гн/м — магнітна проникність вакууму.

Частина 2

Електромагніти та їх властивості

Від простого провідника до складних електромагнітних систем



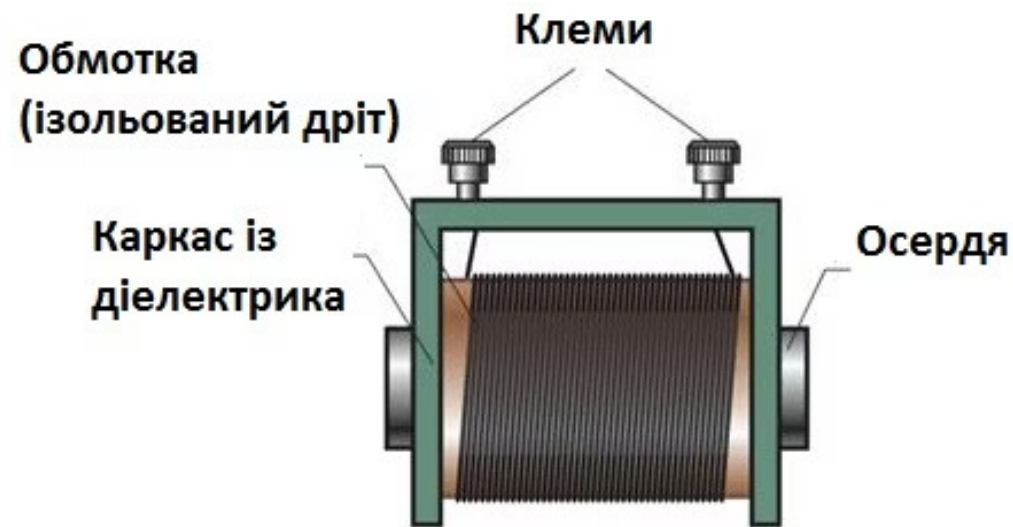
Будова електромагніта

Соленоїд

Котушка з багатьма витками ізолюваного провідника, через який протікає електричний струм.

Магнітне поле

Всередині соленоїда магнітне поле практично однорідне і значно сильніше, ніж навколо окремого провідника.



Принцип суперпозиції: магнітні поля від кожного витка підсумовуються, створюючи потужне сумарне поле.

Властивості електромагнітів

Сила струму та кількість витків

Магнітне поле електромагніта прямо пропорційне силі струму, що проходить через обмотку, та кількості витків котушки. Збільшення будь-якого з цих параметрів посилює магнітне поле.

Зміна полярності

Напрямок магнітного поля електромагніта, а отже, його магнітні полюси (північний і південний), залежить від напрямку струму в обмотці. Змінивши напрямок струму, можна змінити полярність електромагніта.

Вплив феромагнітного осердя

Введення феромагнітного осердя (наприклад, із заліза) всередину котушки значно посилює магнітне поле, оскільки осердя саме намагнічується, додаючи власне поле до поля котушки.

Насичення

При досягненні певної сили струму в обмотці, магнітне поле осердя може досягти насичення. Це означає, що подальше збільшення струму вже не призводить до значного посилення магнітного поля електромагніта.

Властивості електромагнітів



Керованість

Магнітне поле можна вмикати і вимикати, змінювати його інтенсивність за допомогою регулювання струму.



Підсилення поля

Магнітна сила прямо пропорційна силі струму та кількості витків у котушці.

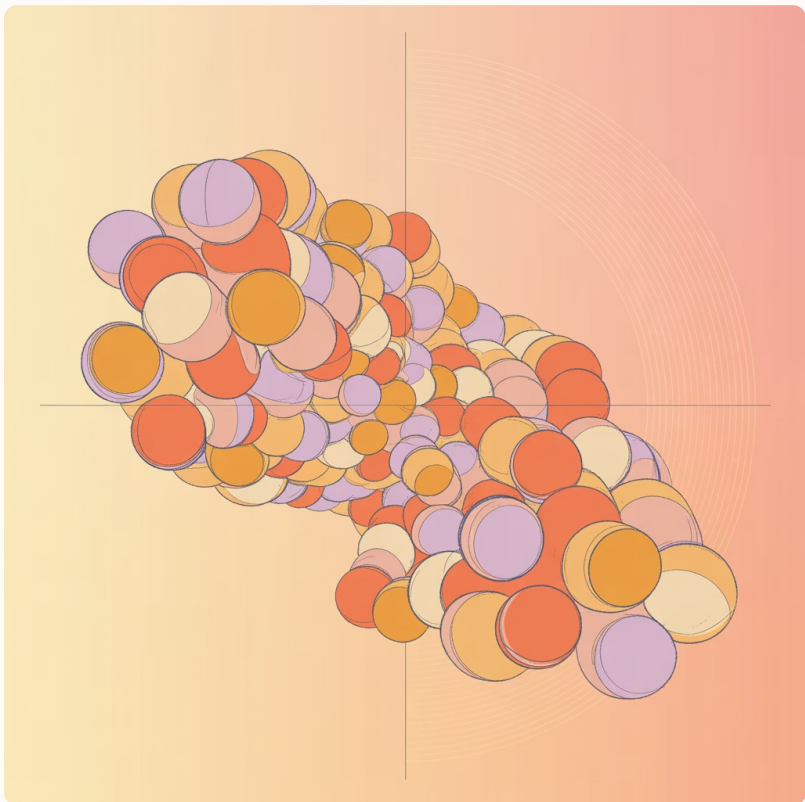


Практичне застосування

Електромагнітні підйомники, реле, електродвигуни, МРТ-сканери, дзвінки.



Магнітна релаксація



Фізичне явище

Процес поступового зменшення намагніченості матеріалу після припинення дії зовнішнього магнітного поля.

Практичне значення

Критично важлива для стабільності роботи магнітних пристроїв, систем зберігання даних та магнітної пам'яті.

Механізми магнітної релаксації

1

Переміщення доменів

Магнітні домени повертаються до хаотичного стану після зняття зовнішнього поля

2

Внутрішнє тертя

Фрикційні процеси в кристалічній структурі матеріалу гальмують зміни намагніченості

3

Температурна залежність

Час релаксації залежить від типу матеріалу і температури навколишнього середовища

Magnetic domains
crystal structure
relaxation process





Частина 3

Магнітна лівітація

Магія безконтактного підйому об'єктів у повітрі

Принцип магнітної лівітації

Фізична основа

Магнітна лівітація базується на взаємному відштовхуванні між магнітними полями, яке компенсує силу земного тяжіння.

Стабілізація

Використання комбінації електромагнітів і постійних магнітів забезпечує стабільне підвішування об'єктів у повітрі без механічної опори.



Теорема Ерншоу доводить, що стабільна лівітація за допомогою лише статичних магнітних полів неможлива.

Застосування магнітної лівітації

Маглев-поїзди

Швидкість понад 600 км/год завдяки відсутності тертя коліс. Найшвидший комерційний транспорт у світі.

Наукові дослідження

Левітація крапель рідини, металевих зразків та навіть живих організмів для вивчення їх властивостей.

Промислові підшипники

Безконтактні магнітні підшипники забезпечують надвисокі швидкості обертання без зносу.



Підсумок: магнітний світ навколо нас



Фундамент електромагнетизму

Магнітне поле провідника зі струмом — основа розуміння всіх електромагнітних явищ



Технологічні можливості

Електромагніти відкривають безліч практичних застосувань у сучасній техніці



Перспективи майбутнього

Магнітна релаксація і лівітація — ключові напрямки розвитку науки і техніки

Запрошую вас продовжувати досліджувати магнітний світ і застосовувати отримані знання для створення інноваційних технологій майбутнього!