

В. Ф. Лось

Магнетизм

МАГНЕТИЗМ – комплекс явищ і властивостей, пов’язаний з існуванням магнітного поля. Магнітні властивості притаманні певною мірою усім тілам (речовинам). М. проявляється як взаємодія між електр. струмами, струмами та магнітами (тілами, що мають магніт. момент). Магнітне поле виникає як результат М. мікрочастинок (див. Магнетизм мікро- та наночастинок), так і при їх поступал. русі. Разом з електр. полем воно є особливим станом простору-часу, в якому проявляється електромагнітна форма руху матерії. Між магніт. і електр. полями не існує повної симетрії. У класич. електродинаміці джерелом магніт. поля є рухомі електр. заряди (струми), а також змінні електр. поля. Водночас аналогіч. магніт. зарядів, які могли б бути джерелом магніт. поля, поки не виявлено, хоча квантова теорія поля це допускає (магніт. монополь Дірака). М. речовин може бути пояснений тільки в межах квант. теорії. Магнітні властивості речовини визначаються внутр. електр. струмами, зокрема й атомними, а також М. частинок (електронів, протонів, нейтронів), які утворюють речовину. Відомі 2 осн. реакції на дію магніт. поля на речовини. За законом електромагніт. індукції Фарадея, зовн. магнітне поле завжди створює у речовині такий індукцій. струм, магнітне поле якого спрямоване проти початк. поля (правило Ленця). Тому магніт. момент, що створює зовн. магнітне поле, завжди спрямований проти зовн. поля (діамагнетизм). Якщо атоми речовини мають відмінні від нуля магнітні моменти (спін., орбітал.), то зовн. магнітне поле буде орієнтувати ці моменти вздовж поля. У результаті виникає паралел. полю магніт. момент (парамагнетизм). Вільні електрони у речовині також роблять незнач. парамагніт. внесок. Суттєвий вплив на магнітні властивості також мають і внутр. взаємодії (електр. і магніт. природи) між мікрочастинками, що є носіями магніт. моменту (атомами та ін.). У деяких випадках завдяки цим взаємодіям енергетично вигідно, щоб у речовині існувало спонтанне впорядкування в орієнтації магніт. моментів (атом. магніт. порядок). Речовини, в яких магнітні моменти орієнтовані паралельно один до одного в окремих областях (магніт. доменах), називають ферромагнетиками. У випадку антипаралел. орієнтації сусід. магніт. моментів такі речовини називають антиферромагнетиками. Окрім таких колінеар. магніт. структур, є і неколінеарні структури (гвинт., трикутні та ін.). Якщо виключити випадок ядер. М., то для розуміння природи атом. М., впорядкування магніт. моментів у конденсов. середовищах (кристалах, рідинах) і властивостей сильних магнетиків, зокрема ферромагнетиків Fe, Co, Ni, суттєвою є обмінна взаємодія – електростат.

взаємодія квант. природи, яка залежить від взаєм. орієнтації магніт. моментів електронів. Залежно від знака цієї взаємодії реалізується або паралельна (при додат. знаку) орієнтація магніт. моментів у феромагнетиках, або антипаралел. у антиферомагнетиках (при від'єм. знаку взаємодії між сусід. магніт. моментами). Складність атом. структури речовин, що побудовані із дуже великої кількості атомів, призводить до практично невичерп. розмаїття їхніх магніт. властивостей. Великий діапазон магніт. явищ, що розповсюджується від M . елементар. часток до M . косміч. тіл (Землі, Сонця, зірок та ін.), пояснює глибокий інтерес до M . з боку багатьох наук (фізики, астрофізики, хімії, біології) і його широке використання у техніці. Тех. застосування M . входить до найважливіших проблем електротехніки, приладобудування, обчислюв. техніки, навігації, автоматики, телемеханіки та ін. У техніці широко застосовують магнітну дефектоскопію та магнітні методи контролю. Магнітні матеріали застосовують для виготовлення магнітопроводів, генераторів, моторів, трансформаторів, реле, магніт. підсилювачів, елементів магніт. пам'яті та ін. Успіхи у вивченні природи магніт. явищ дозволили реалізувати синтез нових перспектив. магніт. матеріалів: феритів для високо- і надвисокочастот. приладів, висококоерцитив. сполук для постій. магнітів, аморф. магнетиків (зокрема й спін. скла, в якому магнітні моменти на вузлах кристаліч. ґратки орієнтовані хаотично), феро- і антиферомагніт. аморф. матеріалів (т. зв. метал. скла, або метгласа). Остан. часом з'явилися нові перспективні напрями у M . Це, насамперед, спінтроніка – галузь електроніки, що використовує квант. властивості спіну електрону, вона виникла з експериментів спін-залеж. транспорту в приладах з твердих тіл і відкриття гігант. магнітоопору у наноструктурах (1988). Ефекти спінтроніки нині застосовують у створенні високочутливих магніт. сенсорів і головок зчитування у комп'ютерах. Перспективним також є напрям створення високоефектив. магніт. пам'яті (MRAM). Гол. метою магнітоніки є вивчення поведінки спін. хвиль у наноструктуров. системах. Зокрема досягнення магнітоніки спін. хвилі використовують для реалізації елементів логіки та баз зберігання інформації.

Рекомендована література

1. Ахиезер А. И., Барьяхтар В. Г., Пелетминский С. В. Спиновые волны. Москва, 1967;
2. Тябликов С. В. Методы квантовой теории магнетизма. Москва, 1975;
3. Косевич А. М., Иванов Б. А., Ковалев А. С. Нелинейные волны намагниченности. Динамические и топологические солитоны. К., 1983;
4. Барьяхтар В. Г., Криворучко В. Н., Яблонский Д. А. Функции Грина в теории магнетизма. К., 1984;
5. Барьяхтар В. Г., Иванов Б. А. В мире магнитных доменов. К., 1986;
6. Кучерук І. М., Горбачук І. Т. Загальна фізика. Електрика і магнетизм: Навч. посіб. К., 1990;
7. Гуревич А. Г., Мелков Г. А. Магнитные колебания и волны. Москва, 1994;
8. G. L. Verschuur. Hidden attraction: the history and mystery of magnetism. Oxford, 1996;

9. Третяк О. В., Львов В. А., Барабанов О. В. Фізичні основи спінової електроніки. К., 2002;
10. B. S. Baigrie. Electricity and magnetism: a historical perspective. Westport, 2007;
11. R. T. Merrill. Our Magnetic Earth: The Science of Geomagnetism. Chicago, 2010.

Бібліографічний опис:

Магнетизм / В. Ф. Лось // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2017. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-60234>

2001-2024 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).