

§ 26. МАГНІТНА ДІЯ СТРУМУ. МАГНІТНЕ ПОЛЕ ПРОВІДНИКА ЗІ СТРУМОМ



Уже йшлося про те, що електричний струм може чинити теплову, хімічну та магнітну дії. І якщо теплова та хімічна дії струму виявляються не завжди, то магнітна дія є загальною властивістю будь-якого струму. Виходячи з цього можна припустити, що навколо провідника зі струмом існує магнітне поле. З'ясуємо це.

1 Дізнаємося про дослід Ерстеда

Ще вчені Давньої Греції висловлювали припущення, що магнітні й електричні явища якимось чином пов'язані між собою, проте встановити цей зв'язок удалося лише на початку XIX ст.

Данський учений Х. Ерстед (рис. 26.1) демонстрував студентам досліди з нагріванням провідників електричним струмом. Під час одного з дослідів він помітив, що *при проходженні електричного струму по провіднику магнітна стрілка, розташована поблизу провідника, відхиляється від напрямку «північ — південь»* (рис. 26.2). У разі ж відсутності струму стрілка знов встановлюється вздовж ліній магнітного поля Землі. Так учений з'ясував, що електричний струм чинить певну дію на магнітну стрілку.



Рис. 26.1. Ханс Християн Ерстед (1777–1851), данський фізик. Відкрив дію електричного струму на магнітну стрілку

2 Знайомимося з гіпотезою Ампера

Ерстед розіслав статтю з описом своїх дослідів усім провідним науковцям Європи. Французький математик і фізик А. Ампер (див. рис. 9.2) уперше почув про дослід Ерстеда на засіданні Французької академії наук 4 вересня 1820 р. і вже за тиждень продемонстрував аудиторії взаємодію двох паралельно розташованих провідників зі струмом (рис. 26.3). Крім того, Ампер довів, що котушки, по яких проходить струм, поведуться як постійні магніти (рис. 26.4).

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.*

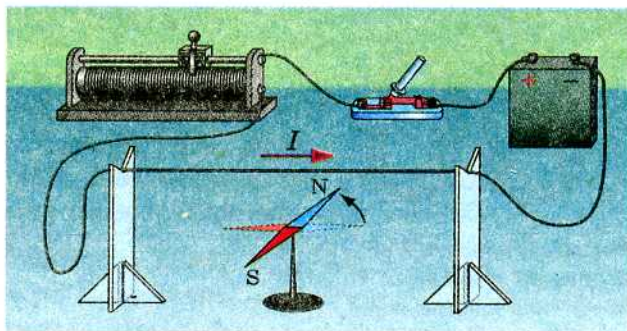


Рис. 26.2. Схема дослідів Х. Ерстеда

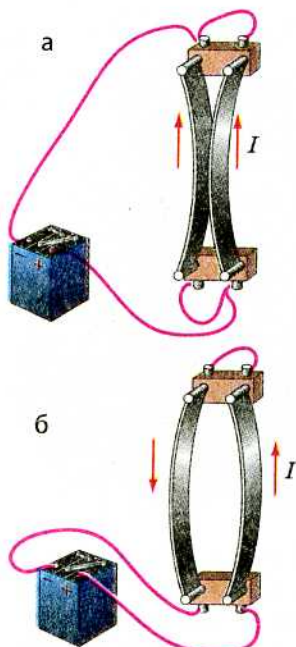


Рис. 26.3. Схема досліду А. Ампера. Якщо у двох паралельних провідниках течуть струми одного напрямку, ці провідники притягуються (а); якщо протилежних напрямків — відштовхуються (б)

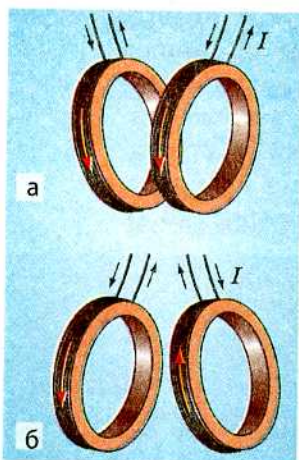


Рис. 26.4. Котушки зі струмом поводяться як постійні магніти: вони притягуються (а) або відштовхуються (б)

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.

3 Знайомимося з правилом свердлика

Дослідимо магнітне поле провідника зі струмом за допомогою залізних ошурок (рис. 26.5). Зорієнтувавшись у магнітному полі провідника, ошурки відтворюють картину ліній магнітного поля — концентричні кола, що охоплюють провідник.

Напрямок ліній магнітного поля провідника зі струмом можна визначити, як і у випадку з постійними магнітами, за допомогою магнітної стрілки. Проте це не завжди зручно. Тому користуються **правилом свердлика**:

Якщо вкручувати свердлик за напрямком струму в провіднику, то напрямок обертання ручки свердлика вкаже напрямок ліній магнітного поля струму.

Тим, хто хоч трохи працював викруткою або ручним дрилем, скористатися правилом свердлика буде неважко (див. рис. 26.6). Решті ж пропонуємо визначати напрямок магнітних ліній поля за **правилом правої руки** (рис. 26.7):

Якщо спрямувати великий палець правої руки за напрямком струму в провіднику, то чотири зігнуті пальці вкажуть напрямок ліній магнітного поля струму.



Рис. 26.5. Дослідження магнітного поля прямого провідника зі струмом за допомогою залізних ошурок

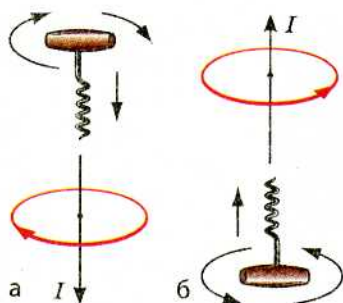


Рис. 26.6. Визначення напрямку ліній магнітного поля провідника зі струмом за правилом свердлика: а — струм напрямлений униз; б — струм напрямлений угору

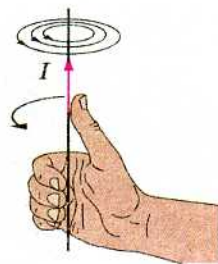


Рис. 26.7. Визначення напрямку ліній магнітного поля за правилом правої руки

4 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 (рис. 26.8). 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 (рис. 26.9). Зрозуміло, що зі зміною напрямку струму в котушці її полюси міняються місцями.

Дослідимо магнітне поле котушки зі струмом за допомогою залізних ошурок (рис. 26.10, а). Якщо порівняти картини ліній магнітних полів котушки зі струмом (рис. 26.10, б) і постійного штабового магніту (див. рис. 24.7), то неважко помітити їх надзвичайну схожість.

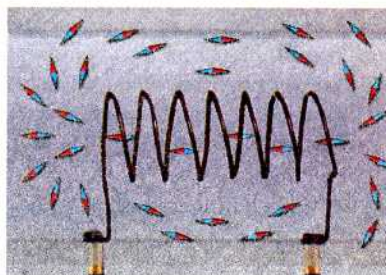


Рис. 26.8. Дослідження магнітного поля котушки зі струмом за допомогою магнітних стрілок

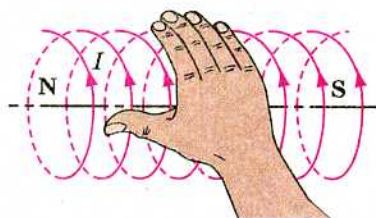


Рис. 26.9. Визначення полюсів котушки зі струмом за допомогою правої руки

! Підбиваємо підсумки

Якщо в провіднику проходить електричний струм, то магнітна стрілка, розташована поблизу

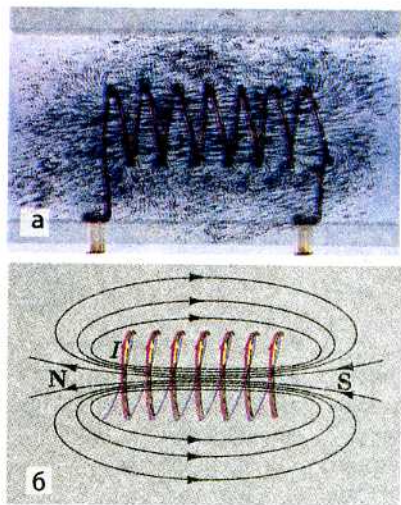


Рис. 26.10. Картина ліній магнітного поля котушки зі струмом: *а* — отримана за допомогою залізних ошукор; *б* — схематичне зображення: магнітні лінії виходять із північного полюса котушки і входять у південний

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.



Контрольні запитання

1. У чому полягав дослід Х. Ерстеда?
2. Опишіть досліди А. Ампера.
3. Як А. Ампер пояснював наявність магнітного поля постійних магнітів?
4. Дайте означення магнітного поля.
5. Як визначити напрямок ліній магнітного поля провідника зі струмом?
6. Який вигляд має спектр магнітного поля прямого провідника зі струмом? котушки зі струмом?
7. Як визначити магнітні полюси котушки зі струмом?



Вправа № 23

1. Як пояснити взаємодію двох провідників зі струмом?
2. На рис. 1 зображено лінію магнітного поля провідника зі струмом. Укажіть напрямок струму.
3. Перенесіть рис. 2 до зошита. Нарисуйте лінії магнітного поля котушки зі струмом. Укажіть напрямок цих ліній.
4. Над котушкою підвішено магніт (рис. 3). Як поводитиметься магніт, якщо замкнути коло? Обґрунтуйте відповідь.
5. На рис. 4 зображено джерело струму, котушку, по якій проходить струм, ключ і магнітну стрілку. Визначте полюси джерела струму. Відповідь обґрунтуйте.

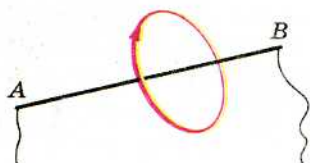


Рис. 1

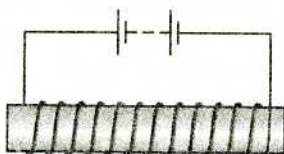


Рис. 2

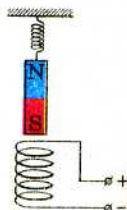


Рис. 3

6. Як розташується відносно магніту рухома котушка (рис. 5), якщо: а) пропустити по ній струм? б) змінити напрямок струму?

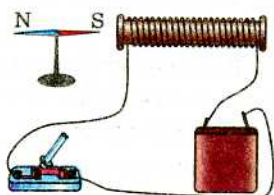


Рис. 4

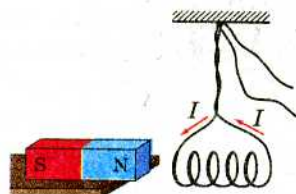


Рис. 5

Експериментальне завдання

Виготовте електромагнітний компас. Для цього склейте паперовий циліндр завдовжки 4–5 см. Намотайте на цей каркас 20–30 витків тонкого гнучкого ізольованого проводу. Отриману таким чином котушку закріпіть на невеликій дощечці (або корку) і з'єднайте кінці проводу з батареєю гальванічних елементів. За допомогою правої руки визначте полюси котушки й позначте їх на каркасі. Опустіть дощечку в широку посудину з водою. Електромагнітний компас готовий. Поясніть, як він діятиме. Що відбудеться, якщо джерело струму від'єднати? Вставте всередину котушки залізний цвях. Чи буде ваш компас правильно вказувати напрямок «північ — південь»?