

Урок 20 Магнітне поле

Мета уроку:

Навчальна: Розширити уявлення учнів про магнітне поле, довести, що воно є матеріальним фізичним об'єктом; встановити взаємозв'язок між магнітним полем і електричним струмом (рухомими електричними зарядами); вивчити силову характеристику магнітного поля, дати поняття вектора індукції магнітного поля та навчити практично визначати його напрям; сформулювати поняття про лінії магнітної індукції, вихровий характер магнітного поля.

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: урок засвоєння нових знань.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, підручник, прилади і матеріали для демонстрації досліду Ерстеда, взаємодії паралельних провідників зі струмом, дії магнітного поля на провідник зі струмом.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Ще вчені Давньої Греції припускали, що магнітні й електричні явища пов'язані між собою, проте встановити їх зв'язок вдалося лише на початку XIX ст.

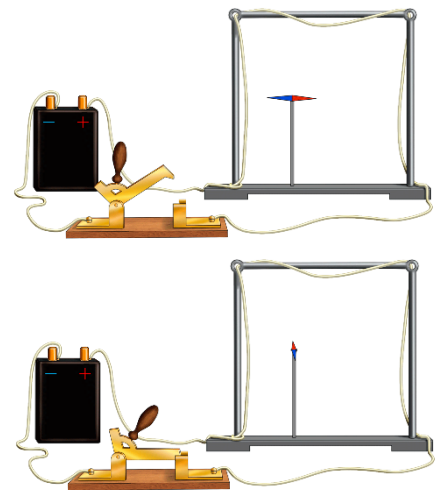
Хто першим помітив зв'язок магнітних й електричних явищ?

Що таке магнітне поле?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Дослід Ерстеда

15 лютого 1820 р. данський фізик *Ганс Крістіан Ерстед* (1777-1851) демонстрував студентам дослід із нагріванням провідника електричним струмом. У ході досліду вчений помітив, що під час проходження струму магнітна стрілка, розташована поблизу провідника, відхилилася від напрямку «північ – південь», встановлюючись перпендикулярно до провідника. Як тільки струм припинявся, стрілка знову поверталася в початкове положення. Так було з'ясовано, що *електричний струм здійснює певну магнітну дію*.



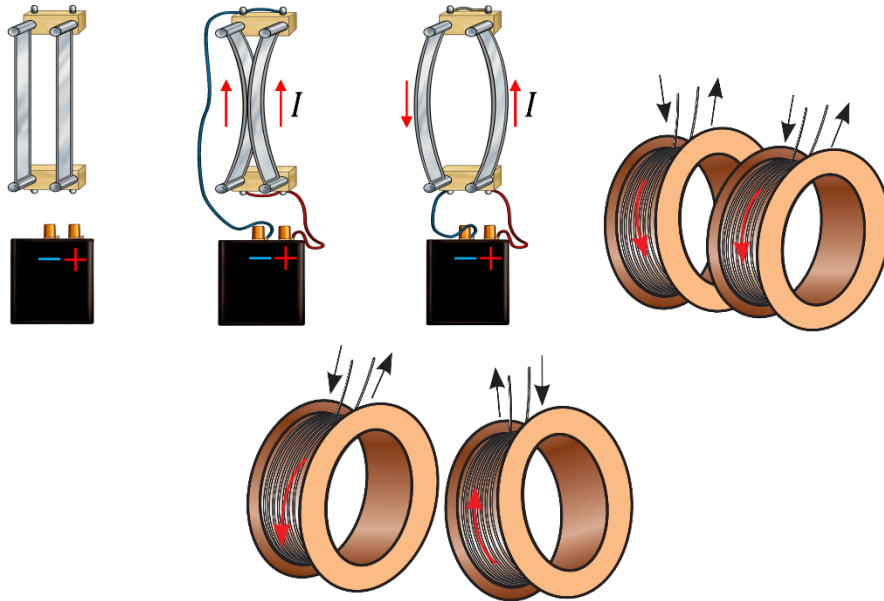
2. Дослід Ампера

Французький математик і фізик *Андре Марі Ампер* (1775-1836) уперше почув про досліди Г. К. Ерстеда 4 вересня 1820 р. і вже за тиждень продемонстрував взаємодію двох паралельно розташованих провідників зі струмом.

Схема досліду Ампера:

Якщо в двох паралельних провідниках течуть струми одного напрямку, провідники притягуються. Якщо протилежних напрямків – провідники відштовхуються.

Ампер також показав, що котушки, в яких проходить електричний струм, поводяться як постійні магніти: вони притягуються або відштовхуються.



Аналізуючи результати дослідів, учений зробив висновок: провідники електрично нейтральні, тому їхнє притягання або відштовхування не може бути пояснене дією кулонівських сил – їхня поведінка є наслідком дії *магнітних сил*.

3. Означення магнітного поля

Ампер був прихильником *теорії далекодії* і вважав, що взаємодія провідників зі струмом здійснюється миттєво, а навколишній простір не бере участі в цій взаємодії.

Англійський фізик *Майкл Фарадей* (1791-1867) створив *теорію близькодії*, з точки зору якої взаємодія провідників зі струмом здійснюється з певною швидкістю *через магнітне поле*. Відповідно до цієї теорії, заряджені частинки, що напрямлено рухаються в кожному з двох провідників зі струмом, створюють у навколишньому просторі магнітне поле. Магнітне поле одного провідника діє на другий провідник і навпаки.

Магнітне поле – це форма матерії, яка існує навколо намагнічених тіл, провідників зі струмом, рухомих заряджених тіл і частинок та діє на інші намагнічені тіла, провідники зі струмом, рухомі заряджені тіла й частинки, розташовані в цьому полі.

Властивості магнітного поля:

1. *Магнітне поле є матеріальним* – воно існує реально, незалежно від наших уявлень.

2. *Магнітне поле є складовою електромагнітного поля.*

3. *Магнітне поле створюють*: намагнічені тіла; провідники зі струмом; рухомі заряджені частинки і тіла; змінне електричне поле.

4. *Магнітне поле діє з деякою силою*: на заряджені тіла й частинки, що рухаються в цьому полі; на провідники зі струмом; на намагнічені тіла.

5. *Магнітне поле чинить орієнтувальну дію*: на магнітну стрілку; на рамку зі струмом.

6. *Магнітне поле діє на будь-яку речовину, намагнічуючи її певним чином.*

4. Силова характеристика магнітного поля

Якщо прямий провідник, виготовлений із немагнітного матеріалу, підвісити на проводах між полюсами постійного магніту і пропустити в провіднику струм, то провідник відхилиться. Причиною такого відхилення є *сила Ампера*.

Сила Ампера \vec{F}_A – це сила, з якою магнітне поле діє на провідник зі струмом.

Змінюючи силу струму в провіднику, довжину активної частини провідника (тобто частини провідника, яка перебуває в магнітному полі), кут між провідником і лініями магнітної індукції магнітного поля, можна переконатися:

1) сила Ампера прямо пропорційна і силі струму I , і довжині l активної частини провідника, а отже, прямо пропорційна їх добутку: $F_A \sim Il$

2) сила Ампера є максимальною (F_{Amax}), якщо провідник розташований перпендикулярно до ліній магнітної індукції.

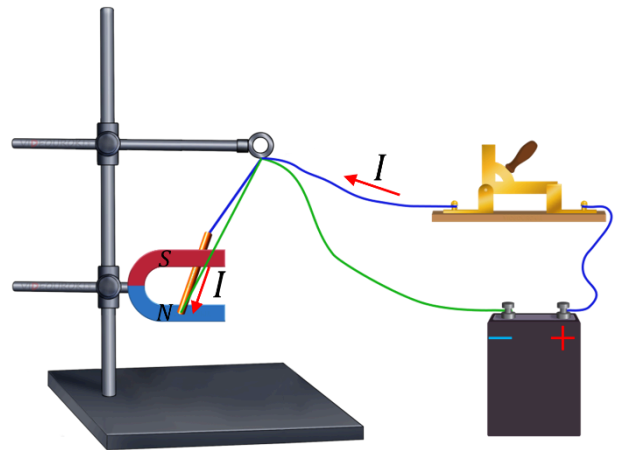
Оскільки $F_{Amax} \sim Il$, то для даної ділянки магнітного поля відношення $\frac{F_{Amax}}{Il}$ не залежить ані від сили струму в провіднику, ані від довжини провідника, а залежить тільки від властивостей магнітного поля. Тому це відношення обрали за *силову характеристику магнітного поля* – вона одержала назву *магнітна індукція*.

Магнітна індукція \vec{B} – векторна фізична величина, що характеризує силову дію магнітного поля і за модулем дорівнює відношенню максимальної сили, з якою магнітне поле діє на розташований у цьому полі прямий провідник зі струмом (F_{Amax}), до добутку сили струму I в провіднику і довжини l активної частини провідника.

$$B = \frac{F_{Amax}}{Il}$$

Одиниця магнітної індукції в СІ – Тл (тесла):

$$[B] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{А}\cdot\text{м}} = 1 \text{ Тл}$$



1 Тл – це магнітна індукція такого однорідного магнітного поля, яке діє з максимальною силою 1 Н на провідник завдовжки 1 м, сила струму в якому 1 А.

5. Напрямок вектора магнітної індукції

Проблемне питання

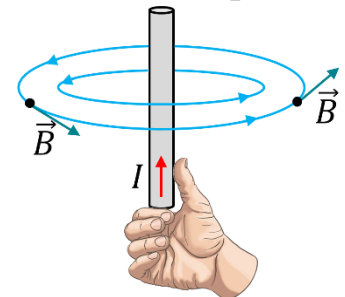
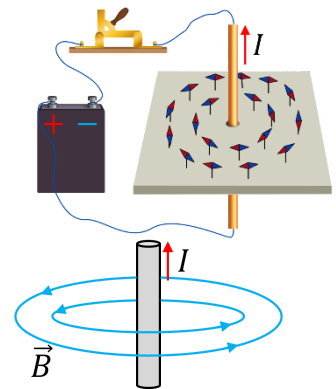
• Магнітна індукція – векторна величина. Як визначити напрямок вектора магнітної індукції?

За напрямок вектора магнітної індукції в даній точці магнітного поля обрано *напрямок*, у якому вказує північний полюс магнітної стрілки, встановленої в цій точці.

Напрямок вектора магнітної індукції магнітного поля провідника зі струмом і котушки зі струмом визначають за допомогою **правила свердлика** або за допомогою **правила правої руки**.

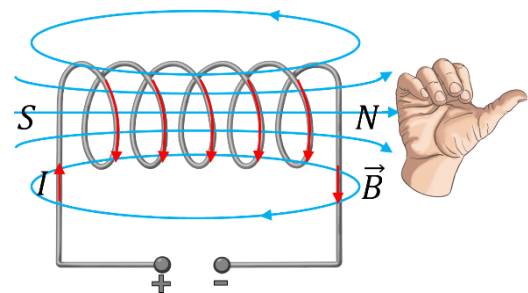
Правило правої руки (для провідника зі струмом):

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



Правило правої руки (для котушки):

Якщо чотири зігнуті пальці правої руки спрямувати за напрямком струму в котушці, то відігнутий на 90° великий палець укаже напрямок ліній магнітної індукції магнітного поля всередині котушки.



6. Лінії магнітної індукції

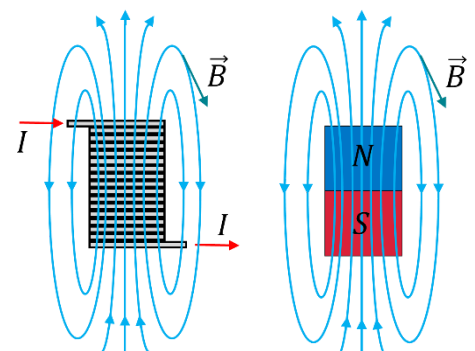
Магнітні поля графічно зображують за допомогою *ліній магнітної індукції* (ще їх називають *лініями магнітного поля* або *магнітними лініями*).

Лінії магнітної індукції – умовні напрямлені лінії, у кожній точці яких дотична збігається з лінією, уздовж якої напрямлений вектор магнітної індукції.

Лінії магнітної індукції домовлено креслити так, щоб їхня густина відображала значення модуля магнітної індукції магнітного поля: чим більшим є модуль магнітної індукції, тим густіше креслять лінії.

Властивості ліній магнітної індукції (штабового магніту і котушки зі струмом):

- поза магнітом виходять із північного полюса магніту і входять у південний;
- завжди замкнені (магнітне поле – це вихрове поле);
- найщільніше розташовані біля полюсів магніту;
- ніколи не перетинаються.

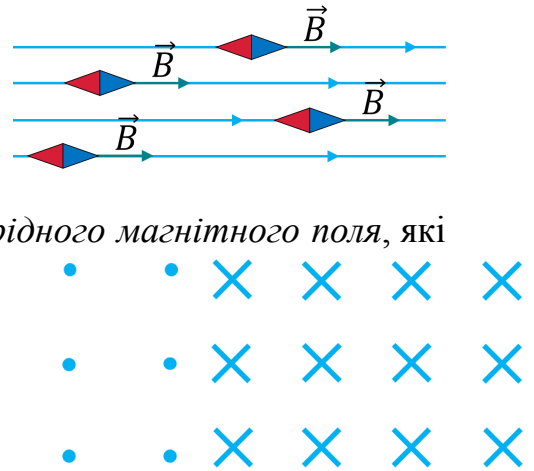


7. Однорідне та неоднорідне магнітні поля

Однорідне магнітне поле – це магнітне поле в кожній точці якого вектори магнітної індукції однакові як за модулем, так і за напрямком.

Лінії магнітної індукції однорідного магнітного поля паралельні та розташовані на однаковій відстані одна від одної. У фізиці прийнято *магнітні лінії однорідного магнітного поля*, які напрямлені до нас, зображати *точками* – ми ніби бачимо вістря «стріл», що летять до нас.

Якщо *магнітні лінії напрямлені від нас*, то їх зображують *хрестиками* – ми ніби бачимо хвости «стріл».



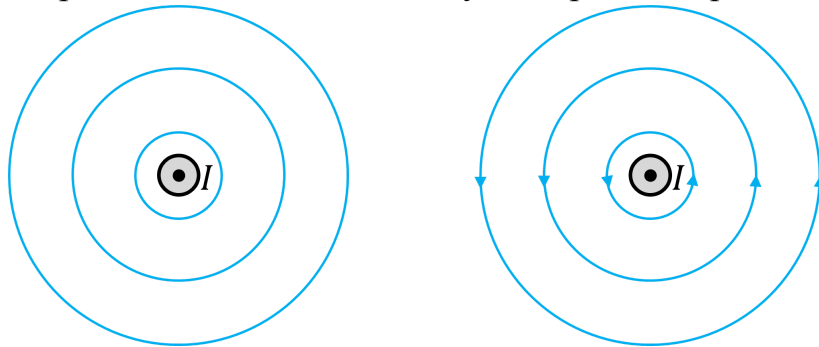
У більшості випадків ми маємо справу з неоднорідним магнітним полем.

Неоднорідне магнітне поле – це магнітне поле, в якого вектори магнітної індукції в різних точках мають різні значення та напрямки.

Лінії магнітної індукції зазвичай викривлені, а їхня щільність є різною

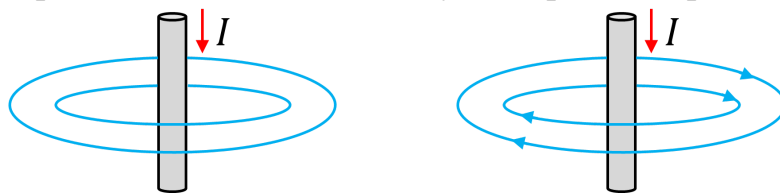
IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАТЬ І ВМІНЬ

1. Визначте напрямок ліній магнітної індукції прямого провідника зі струмом.



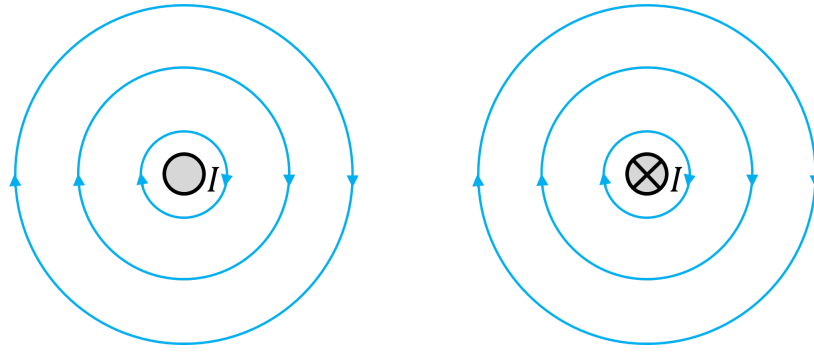
Проти ходу годинникової стрілки.

2. Визначте напрямок ліній магнітної індукції прямого провідника зі струмом.



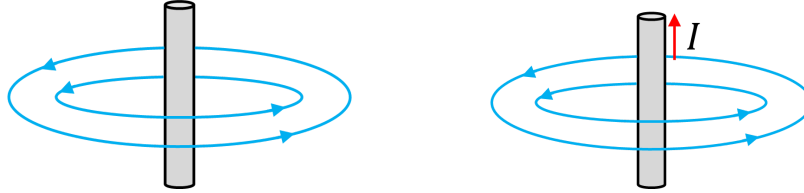
За ходом годинникової стрілки, якщо дивитися зверху.

3. На рисунку показані лінії магнітної індукції магнітного поля прямого провідника зі струмом. Визначте напрямок струму в провіднику.

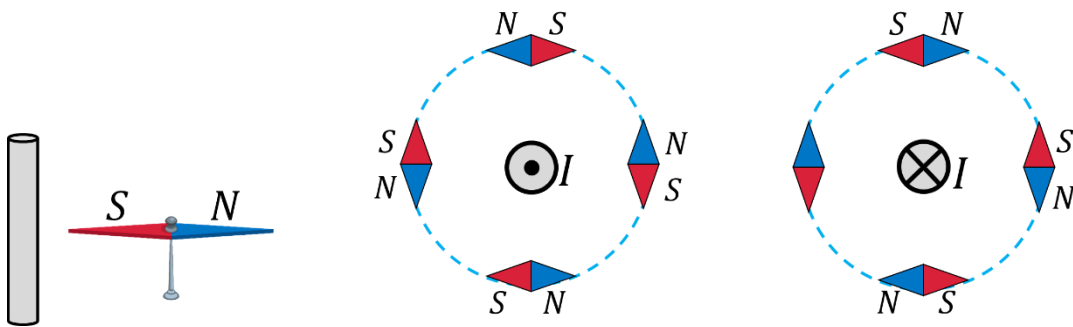


Від нас за площину рисунка.

4. На рисунку показані лінії магнітної індукції магнітного поля прямого провідника зі струмом. Визначте напрямок струму в провіднику.

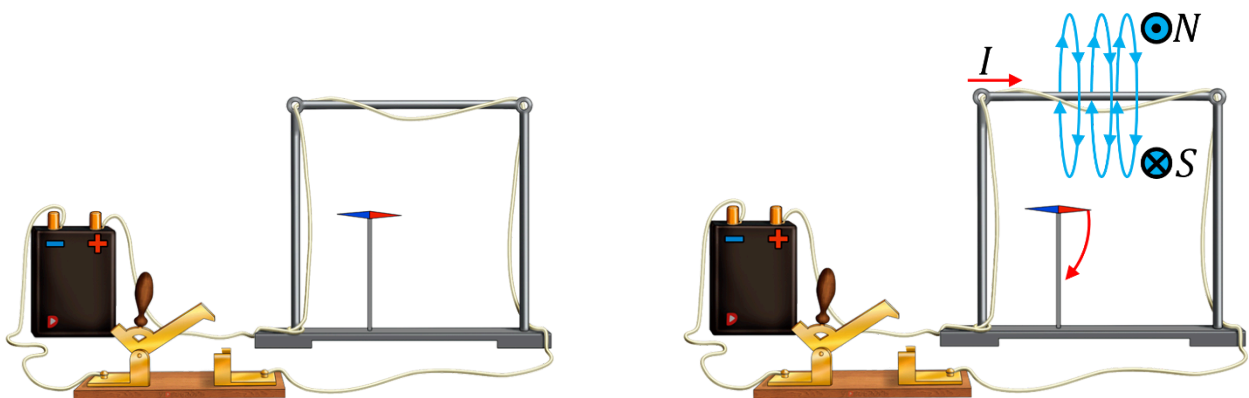


5. Як розташується стрілка, якщо струм проходить вгору; вниз? Як розташувалася б стрілка, якби її встановили з іншого боку від провідника?



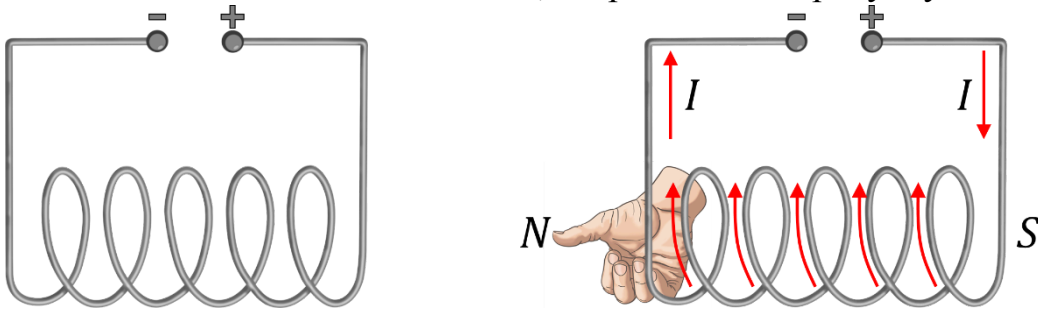
Якщо струм проходить вгору – північний полюс стрілки направлений проти руху годинникової стрілки; вниз – північний полюс стрілки направлений за рухом годинникової стрілки. Якщо розмістити стрілку з іншого боку то магнітна стрілка буде себе поводити так само як в попередніх випадках.

6. Яким полюсом має повернутися до спостерігача магнітна стрілка? Чи зміниться відповідь, якщо стрілку розташувати над провідником?



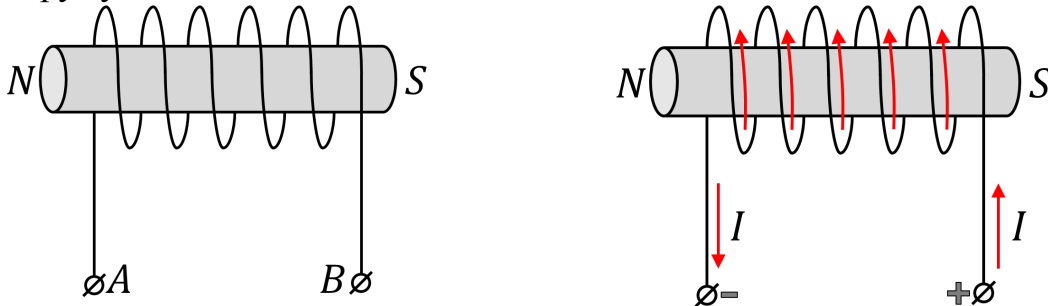
Якщо магнітна стрілка ПІД дротом то до нас буде направлений південний полюс (червона стрілка). Якщо магнітна стрілка НАД дротом то до нас буде направлений північний полюс (синя стрілка).

7. Визначте магнітні полюси соленоїда, зображеного на рисунку.



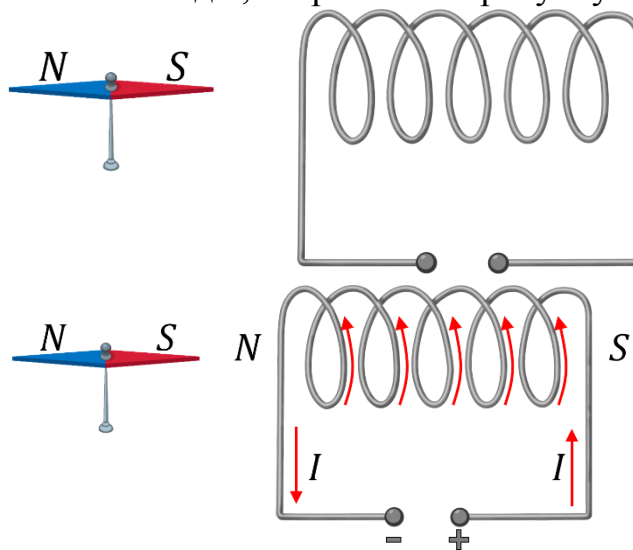
Лівий кінець – північний полюс, правий – південний.

8. Знаючи положення магнітних полюсів електромагніту, визначте полюси джерела струму.



«-» – клемма A , «+» – клемма B .

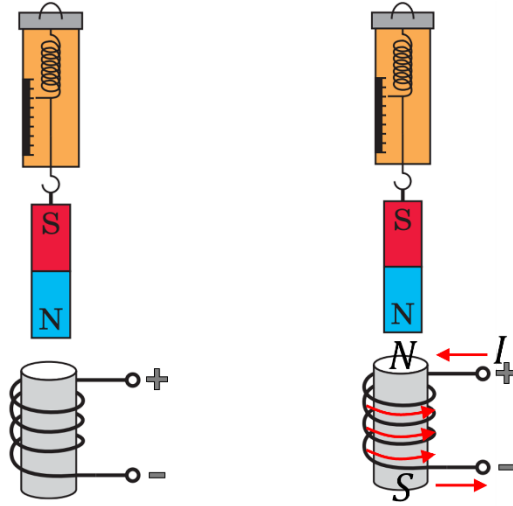
9. Визначте, де мають розташовуватися полюси джерела струму, який живить соленоїд, щоб відбувалася взаємодія, зображена на рисунку.



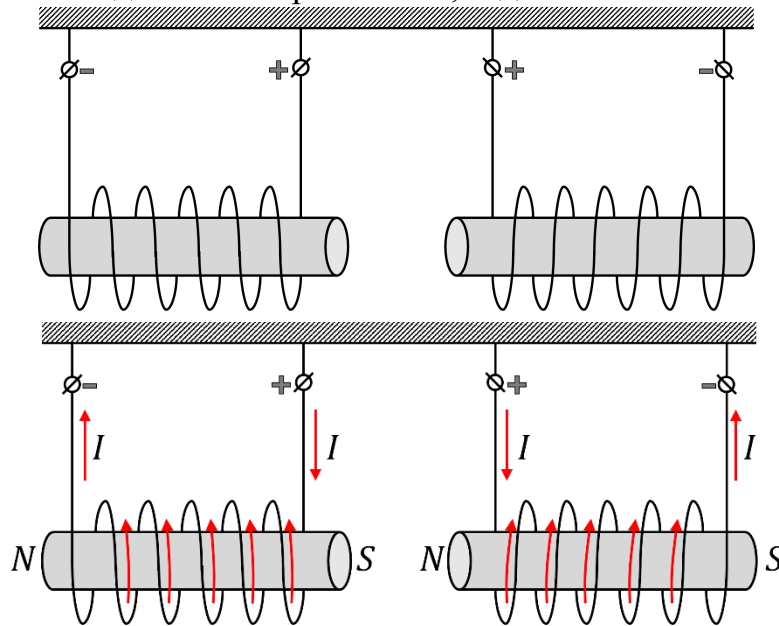
Права клемма – «+», ліва клемма – «-».

10. Над котушкою підвішено магніт. Як поводитиметься магніт, якщо замкнуте коло? Відповідь обґрунтуйте.

За допомогою правила правої руки визначимо, що котушка зверху має N полюс, а знизу S полюс. Магніт відштовхнеться від котушки і видовження пружини динамометра зменшиться.

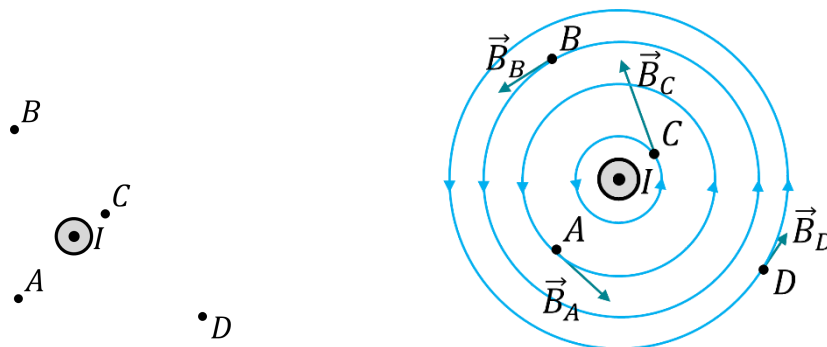


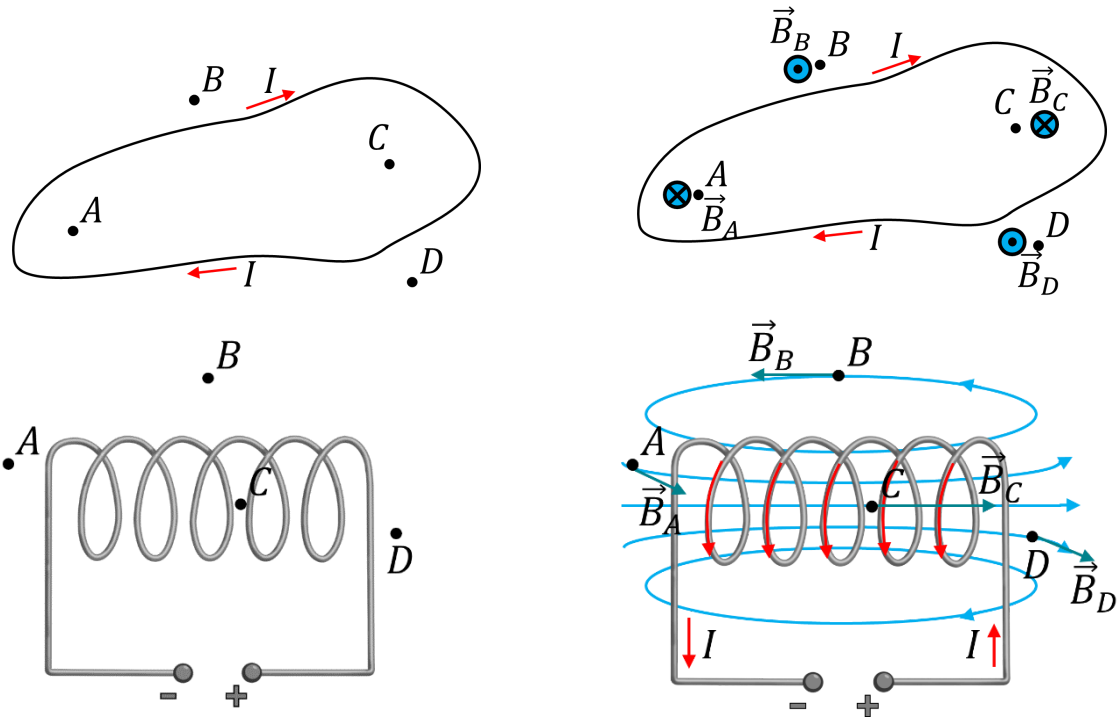
11. Як будуть взаємодіяти електромагніти, підвішені на нитках?



Електромагніти будуть притягуватися.

12. Укажіть напрямок вектора магнітної індукції в кожній точці, що позначена літерою.





13. Магнітне поле індукцією 2,1 мТл діє з максимальною силою 0,3 мН на провідник довжиною 2 см. Визначте силу струму в провіднику.

Дано:

$$B = 2,1 \text{ мТл}$$

$$= 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$$

$$F_{A \max} = 0,3 \text{ мН}$$

$$= 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

$$l = 2 \text{ см}$$

$$= 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$I - ?$$

Розв'язання

$$B = \frac{F_{A \max}}{Il} \Rightarrow I = \frac{F_{A \max}}{Bl}$$

$$[I] = \frac{\text{Н}}{\text{Тл} \cdot \text{м}} = \frac{\text{Н}}{\frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} \cdot \text{м}} = \frac{\text{Н}}{\frac{\text{Н}}{\text{А}}} = \text{А}$$

$$I = \frac{0,3 \cdot 10^{-3}}{2,1 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-2}} \approx 7,14 \text{ (А)}$$

Відповідь: $I \approx 7,14 \text{ А}$.

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

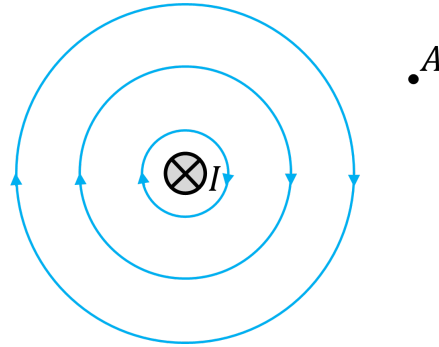
1. Опишіть досліди Г. Ерстеда і А. Ампера.
2. Дайте означення магнітного поля. Які властивості має магнітне поле?
3. Охарактеризуйте магнітну індукцію за планом характеристики фізичної величини.
4. Як визначити напрям вектора магнітної індукції?
5. Що називають лініями магнітної індукції?
6. Зіставте магнітні поля соленоїда і штабового магніту: що в них спільне?
7. Яке магнітне поле називають однорідним?

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 10, Вправа № 10 (1, 2, 4)

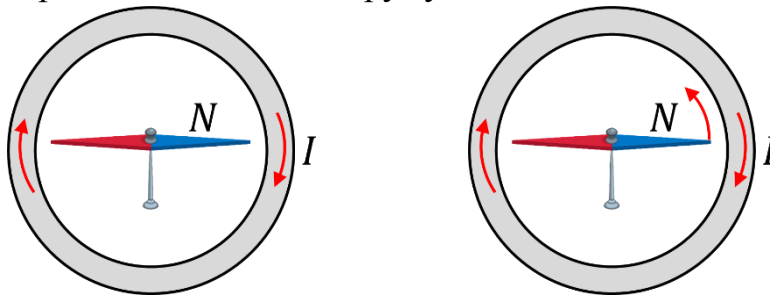
Додаткові задачі

1. На рисунку показані лінії індукції магнітного поля прямого провідника зі струмом. Чи існує магнітне поле в точці A ?



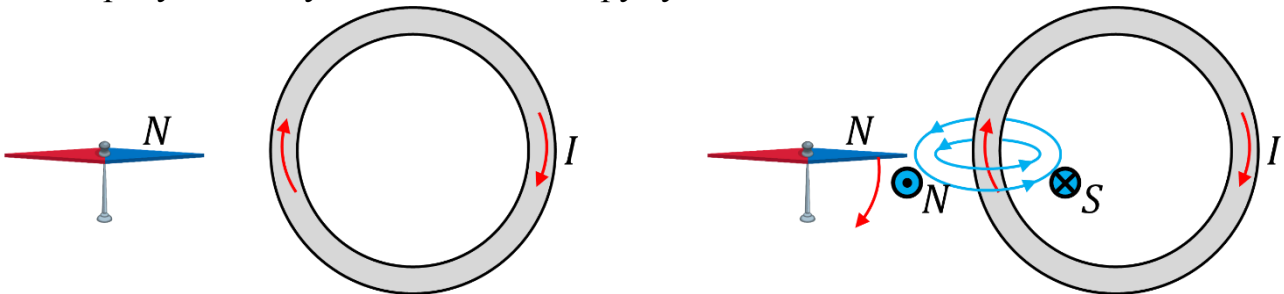
Так, існує.

2. У якому напрямку повернеться північний полюс магнітної стрілки, якщо вона перебуває усередині кільцевого струму?



Північний полюс магнітної стрілки повернеться від нас за площину рисунка.

3. У якому напрямку повернеться північний полюс магнітної стрілки, якщо вона перебуває збоку від кільцевого струму?



Північний полюс магнітної стрілки повернеться до нас.