

План уроку 88

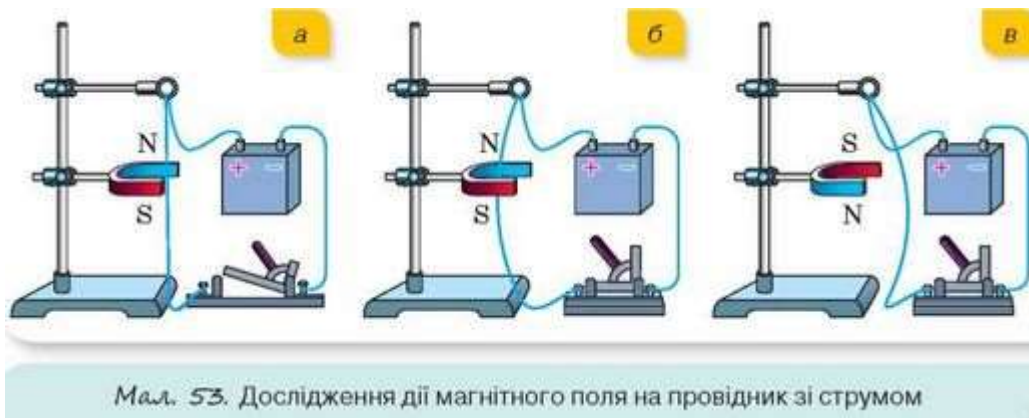
Тема: Електродинаміка.

Тема уроку: Дія магнітного поля на провідник зі струмом. Сила струму.

Ми з'ясували, що магнітне поле, створене провідником зі струмом, діє на магнітну стрілку (магніт). Виявляється, що магнітне поле постійного магніту, розташованого поблизу провідника зі струмом, діє на провідник. Дослідимо характер цієї взаємодії.

Закріпимо провідник на штативі. Розташуємо провідник між полюсами постійного підковоподібного магніту та замкнемо коло, що складається із джерела струму, провідників і вимикача (мал. 53).

Якщо замкнути коло, провідник почне рухатися (у випадку, зображеному на малюнку 53, б, – втягуватись до підковоподібного магніту). Якщо вимкнути струм, провідник повернеться в початкове положення (мал. 53, а).



Якщо поміняти напрямок магнітного поля (положення полюсів магніту) на протилежний (мал. 53, в), провідник у магнітному полі підковоподібного магніту буде рухатися у протилежний бік. Напрямок руху провідника зміниться на протилежний і у випадку зміни напрямку струму в провіднику.

Сила Ампера. Рух провідника пояснюється взаємодією двох полів: магнітного поля, що створюється струмом, і поля постійного магніту. Французький фізик Андре Марі Ампер був першим, хто дослідив таку взаємодію та взаємодію двох провідників зі струмом.

Силу, з якою магнітне поле діє на провідник зі струмом, називають силою Ампера.

Сила Ампера, що діє на провідник у магнітному полі, тим більша, що більший струм проходить провідником й що сильнішим є магнітне поле, у якому він розміщений. Також сила Ампера залежить від довжини провідника зі струмом і його розташування в магнітному полі. До речі, ділянку магнітного поля між полюсами магніту можна вважати однорідним магнітним полем, силові лінії якого паралельні.

Напрямок дії магнітного поля на провідник зі струмом, тобто напрямку сили Ампера, зумовлений як напрямком струму в провіднику, так і напрямком вектора індукції магнітного поля, у якому він розміщений.

Нагадаємо, що для опису інтенсивності магнітного поля (або його силової дії), застосовують фізичну величину – індукцію магнітного поля B . Індукція магнітного поля – векторна величина, і у випадку однорідного магнітного поля напрямки вектора індукції магнітного поля та його силових ліній збігаються.

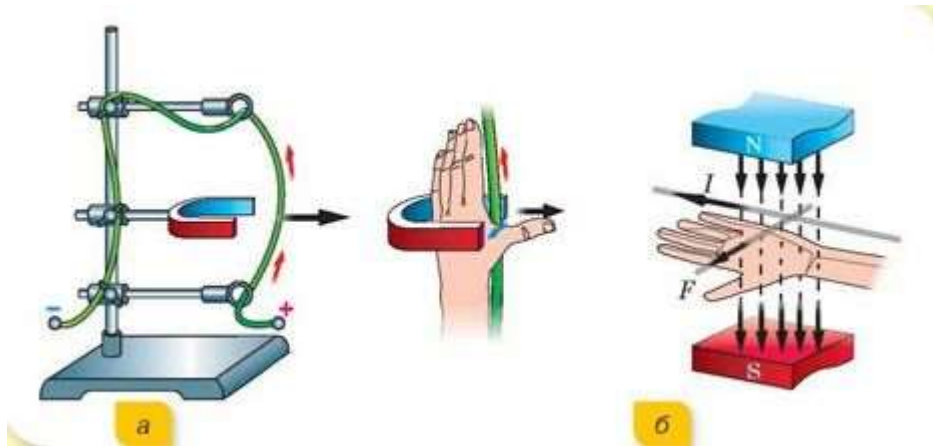
За одиницю магнітної індукції в СІ беруть магнітну індукцію такого поля, у якому на провідник довжиною 1 м, у якому протікає струм силою 1 А, з боку магнітного поля діє максимальна сила 1 Н. Цю одиницю називають тесла (Тл),

$$1 \text{ Тл} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}}.$$

1 Тл – дуже велика одиниця. Індукція магнітного поля Землі приблизно дорівнює $0,5 \cdot 10^{-4}$ Тл. Великий лабораторний електромагніт може створити поле з індукцією не більш ніж 5 Тл.

Для визначення напрямку сили Ампера використовують правило лівої руки: якщо ліву руку розташувати таким чином, щоб лінії індукції магнітного поля входили в долоню (долонею до північного полюсу постійного магніту), а чотири пальці вказували напрямку струму в провіднику, то великий палець,

відігнутий на 90° , укаже напрямок сили, яка діє на провідник зі струмом з боку магнітного поля (сили Ампера) (мал. 54).

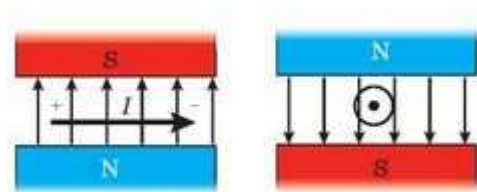


Мал. 54. Визначення напрямку сили Ампера за правилом лівої руки

Формула для визначення модуля сили Ампера має вигляд:

$$F_A = B I \Delta l \sin \alpha, \text{ тут } \alpha$$

кут між напрямком струму I в провіднику та вектором індукції магнітного поля B , Δl — довжина ділянки провідника, що перебуває в однорідному магнітному полі.



Мол. 55. Провідник зі струмом розташований перпендикулярно до ліній індукції магнітного поля. Сила Ампера в цьому разі є максимальною

На малюнку 55 показано випадки, коли провідник розташований перпендикулярно до ліній індукції магнітного поля. У цьому разі сила Ампера має максимальне значення

$$F_{A \max} = B I \Delta l$$

(адже кут між напрямком струму I в провіднику та вектором індукції магнітного поля дорівнює 90° , а $\sin 90^\circ = 1$).

У кожній точці магнітного поля можна визначити напрямок вектора магнітної індукції та його модуль вимірюванням сили Ампера, що діє на ділянку провідника зі струмом.

Формуємо КОМПЕТЕНТНІСТЬ

Я поміркую й зможу пояснити

1. Якою є одиниця магнітної індукції в СІ? Сформулюйте визначення цієї одиниці.
2. Поясніть, чому два прямолінійні провідники, по яким проходять струми в протилежних напрямках, — відштовхуються?
3. Чому виникає сила Ампера? Від чого залежить напрямок сили Ампера? За якою формулою визначають силу Ампера?
- 4*. Якщо сила Ампера діє в магнітному полі на провідник зі струмом, тобто на провідник, у якому рухаються електрично заряджені частинки, то чи діє подібна сила на окрему електрично заряджену частинку, що рухається в магнітному полі?

Вчимося розв'язувати задачі **Задача**. Визначте модуль сили Ампера, що діє на провідник зі струмом завдовжки 25 см у магнітному полі з індукцією 0,04 Тл, якщо кут між вектором магнітної індукції й напрямком струму становить 30° . Сила струму в провіднику дорівнює 0,25 А.

Дано:

$$\Delta l = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$$

$$B = 0,04 \text{ Тл}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$I = 0,25 \text{ А}$$

$$F_A = ?$$

Розв'язання:

На провідник зі струмом у магнітному полі діє сила

$$F_A = B I \Delta l \sin \alpha.$$

Підставимо значення всіх величин, враховуючи, що $\sin 30^\circ = 0,5$ (див. на форзаці таблицю значень синусів і тангенсів для кутів $0-90^\circ$).

$$F_A = 0,04 \text{ Тл} \cdot 0,25 \text{ А} \cdot 0,25 \text{ м} \cdot 0,5 = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ Н}.$$

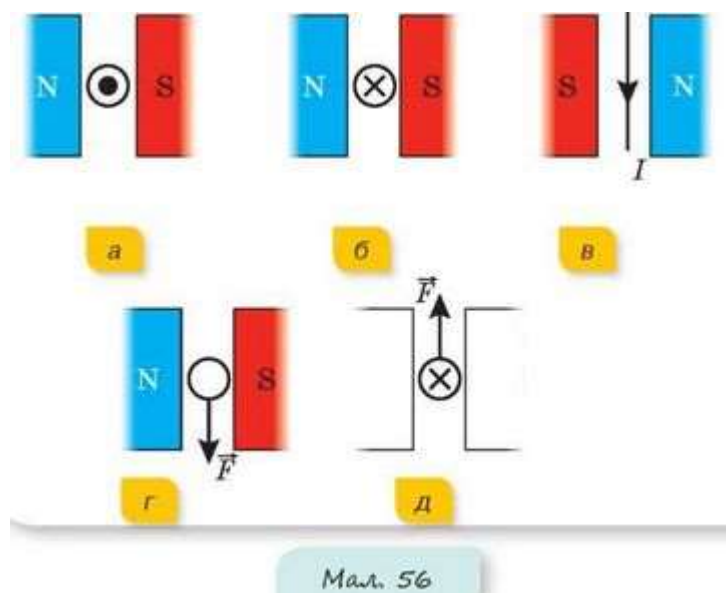
Відповідь: $F_A = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$.

Я можу застосовувати знання й розв'язувати задачі

Вправа 4

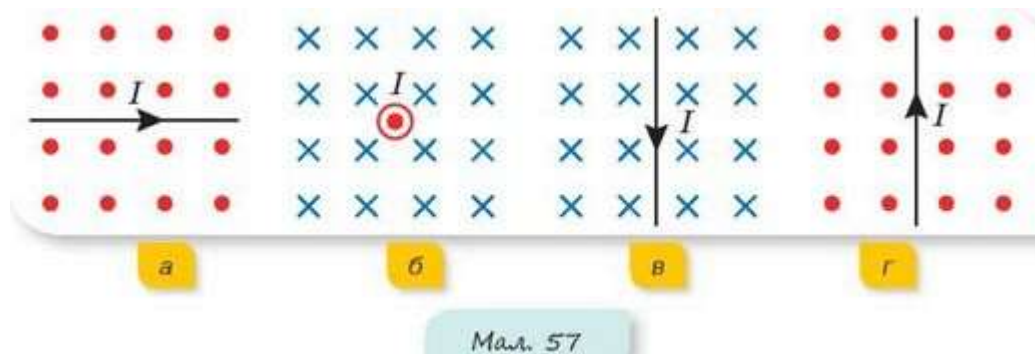
1.

На малюнку 56 зображено випадки взаємодії магнітного поля постійного магніту з провідником зі струмом. Перемалюйте малюнок у зошит і позначте: у випадках а-в — напрямки сили Ампера; у випадку г — напрямку струму в провіднику; у випадку д — полюси постійного магніту.



2.

На малюнку 57 зображено магнітне поле, силові лінії якого перпендикулярні до площини сторінки підручника (хрестики — поле, спрямоване від нас; кружечки — до нас). Визначте напрямки дії сили Ампера. У якому випадку магнітне поле не діє на провідник зі струмом?

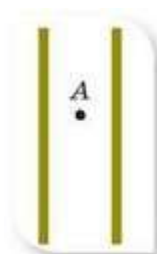


3.

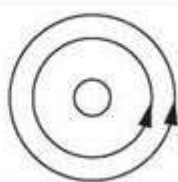
По паралельних провідниках (мал. 58, с. 38) протікають струми однакової сили. У якому випадку в точці А буде відсутнє магнітне поле?

4. На малюнку 59 зображені силові лінії магнітних полів двох провідників зі

струмом. Перемалюйте малюнок у зошит. Позначте напрямки струму в провідниках. Притягаються чи відштовхуються ці провідники?



Мал. 58



Мал. 59

5. Два прямолінійні провідники містяться в площині, що пронизує аркуш підручника (мал. 66). Сила струму в провідниках однакова. Напрямок струму в провідниках протилежний. Відстань між провідниками a . Зобразіть графічно напрямок сумарного магнітного поля в т. А, що віддалена від першого провідника на відстань $2a$, а від другого провідника на відстань a .

||

Мал. 60

6. Визначте індукцію магнітного поля, якщо в ньому на провідник, по якому проходить струм силою 25 А, діє сила Ампера величиною 50 мН. Довжина активної частини провідника — 5 см. Провідник розташовано перпендикулярно до силових ліній магнітного поля.

7. З якою силою діє магнітне поле з індукцією 10 мТл на провідник, якщо сила струму в ньому 50 А, а довжина активної частини провідника 0,1 м? Провідник розташовано перпендикулярно до силових ліній магнітного поля.

8. На провідник завдовжки 0,8 м, що міститься в однорідному магнітному полі перпендикулярно до силових ліній, діє сила 5 Н, за умови, що по провіднику проходить струм силою 5 А. Визначте магнітну індукцію поля.

9. Прямий провідник завдовжки 10 см, по якому проходить струм 0,5 А, розміщений в однорідному магнітному полі перпендикулярно до силових ліній. Визначте індукцію магнітного поля, якщо воно діє на провідник із силою 2,6 мН.

10. Прямолінійний провідник завдовжки 0,2 м перебуває в магнітному полі, індукція якого 4 Тл під кутом 30° до ліній індукції. Визначте модуль сили Ампера, що діє на провідник, якщо сила струму в ньому 2 А.

11. Провідник завдовжки 20 см, по якому проходить струм силою 50 А, міститься в однорідному магнітному полі з індукцією 40 мТл. Яку роботу виконує джерело струму, якщо провідник перемістився на 10 см перпендикулярно до ліній магнітної індукції?

