

Electromagnetic
Field Visualization



Дія магнітного поля на провідник зі струмом. Сила Ампера

Захоплююча подорож у світ електромагнетизму, де невидимі сили керують рухом провідників

Згадаємо: Магнітне поле створюють рухомі заряди

Електричний струм

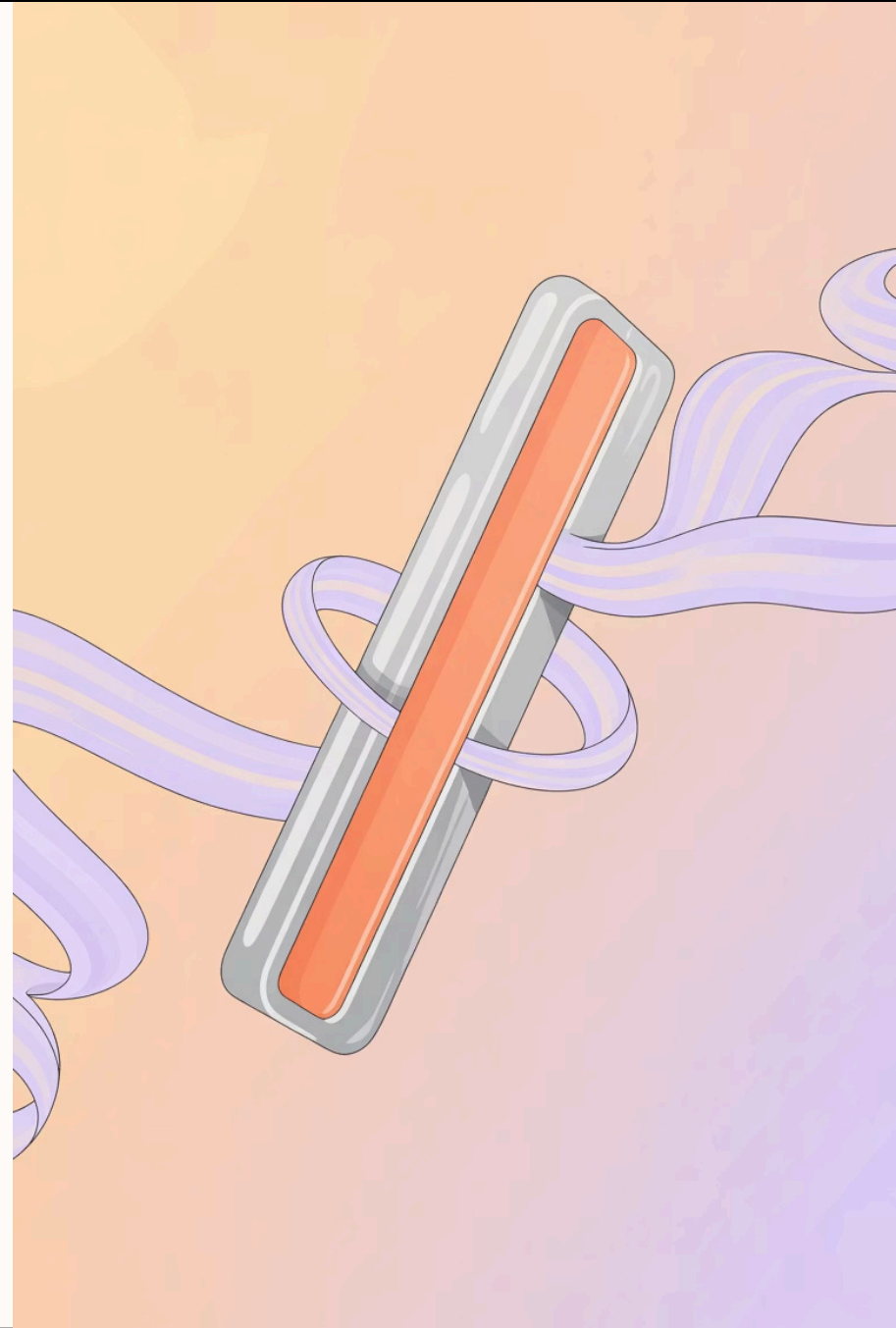
Струм у провіднику породжує навколо себе магнітне поле

Магнітні лінії

Утворюють замкнені концентричні петлі навколо провідника

Вектор B

Магнітна індукція характеризує силу і напрямок поля





Частина 1

Відкриття Ампера — сила, що рухає провідник

Історія революційного відкриття, що змінило наше розуміння електромагнетизму

Андре-Марі Ампер (1775–1836)



Видатний французький фізик

- У 1820 році відкрив взаємодію струму і магнітного поля
- Вперше дослідив силу на провідник зі струмом у магнітному полі
- Створив закон Ампера — фундамент електромагнетизму
- [відео експеременту](#)

Експеримент Ампера з підвішеним провідником

01

Установка

Провідник розміщений між полюсами підковоподібного магніту

02

Замикання кола

При пропусканні струму провідник починає рухатися

03

Зміна параметрів

Зміна напрямку струму або поля змінює напрям руху



Взаємодія двох магнітних полів: поля струму і постійного магніту створює механічну силу

Сила Ампера! Чому?

Сила Ампера виникає **внаслідок взаємодії електричного струму, що проходить через провідник, і магнітного поля, в якому цей провідник розміщено.**

1. Електричний струм як рух зарядів:

Коли електричний струм проходить через провідник, це означає, що носії заряду (в металах — електрони) рухаються вздовж нього.

1. Взаємодія магнітного поля та рухомих зарядів:

Магнітне поле діє на ці рухомі заряди.

1. Передача імпульсу:

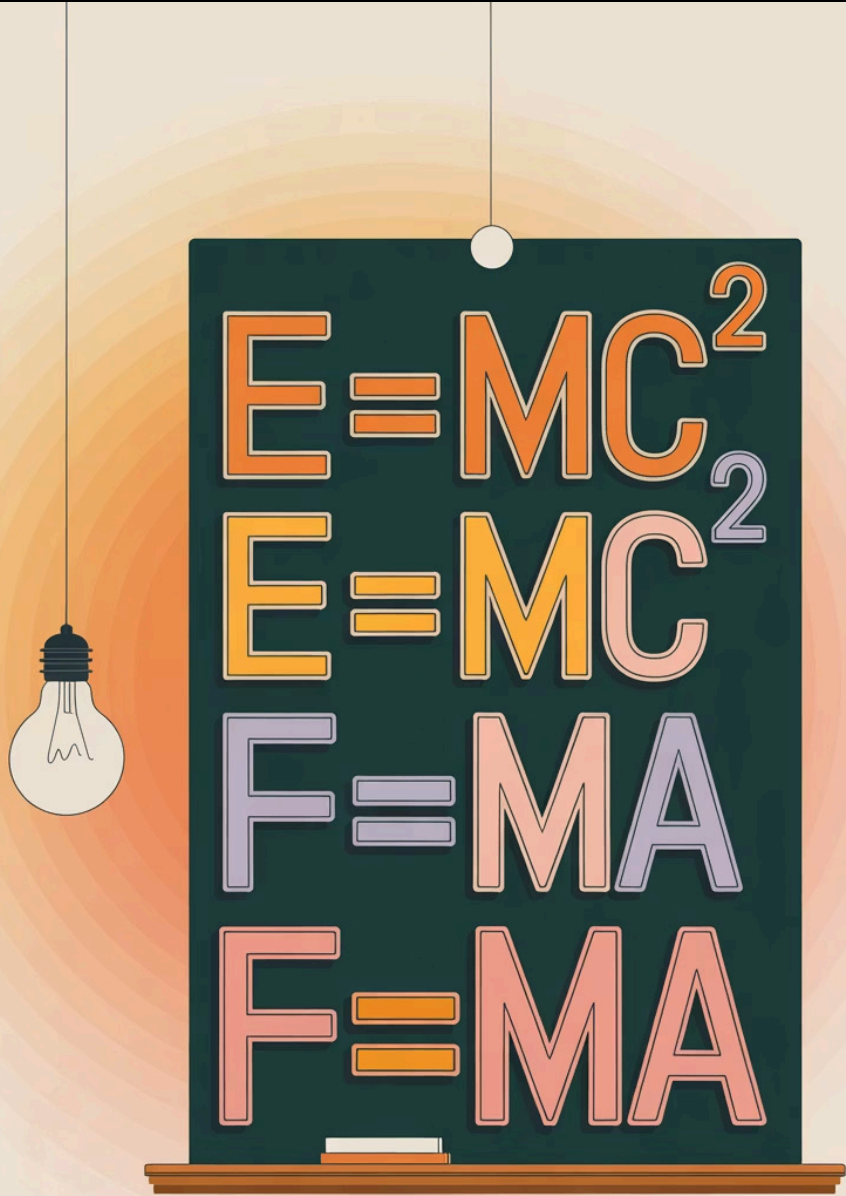
Під дією цієї сили електрони отримують поперечний імпульс і передають його іонам кристалічної ґратки провідника під час зіткнень.

1. Сила, що діє на провідник:

Внаслідок цієї передачі імпульсу виникає сила, яка діє на весь провідник у цілому, і це і є сила Ампера.

1. Непрямий вплив:

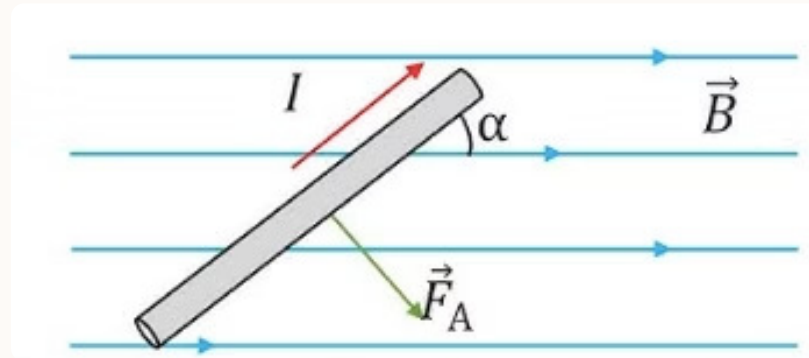
 Таким чином, магнітне поле діє на провідник зі струмом опосередковано, через носії струму, а не безпосередньо на весь провідник.



Частина 2

Формула сили Ампера

Математичний опис сили, що діє на провідник у магнітному полі



Сила Ампера — це сила, з якою магнітне поле діє на провідник зі струмом

$$F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin(\alpha)$$

1

F — сила Ампера

Вимірюється в ньютонах (Н)

2

B — магнітна індукція

Вимірюється в теслах (Тл)

3

I — сила струму

Вимірюється в амперах (А)

4

L — довжина провідника

Вимірюється в метрах (м)

α - кут між вектором магнітної індукції та напрямком струму. Максимальна сила при $\alpha = 90^\circ$ (перпендикулярно). Сила дорівнює нулю при $\alpha = 0^\circ$ (паралельно).

Правило лівої руки для визначення напрямку сили Ампера

1 Долоня

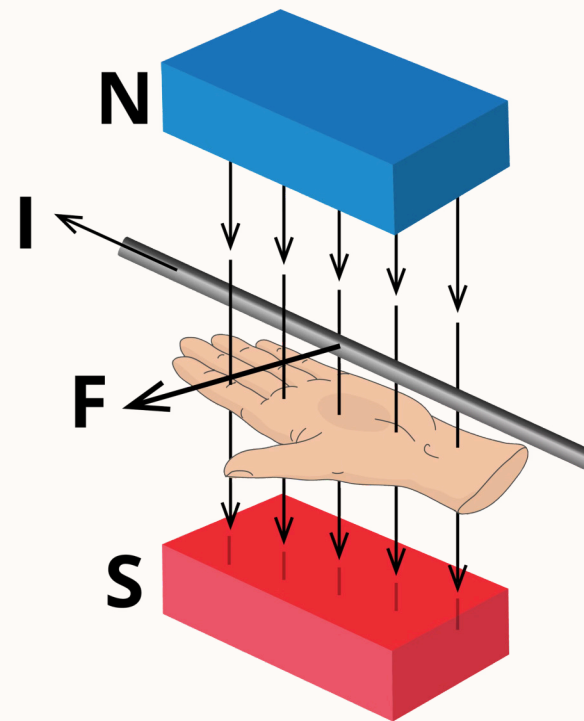
Направляємо долоню у напрямок магнітного поля (від N до S)

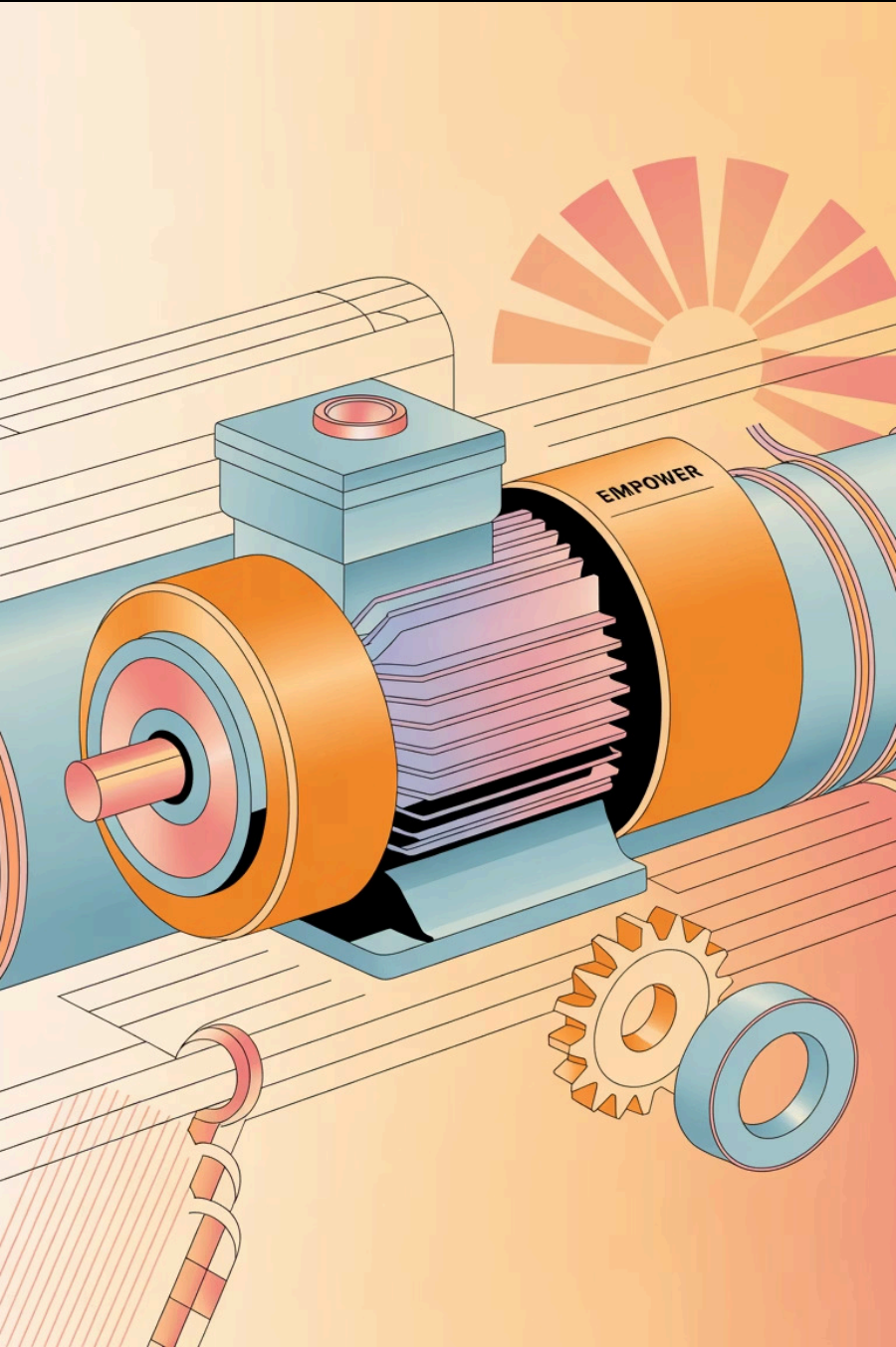
2 Чотири пальці

Вказують напрямок електричного струму в провіднику

3 Великий палець

Показує напрямок дії сили Ампера (руху провідника)

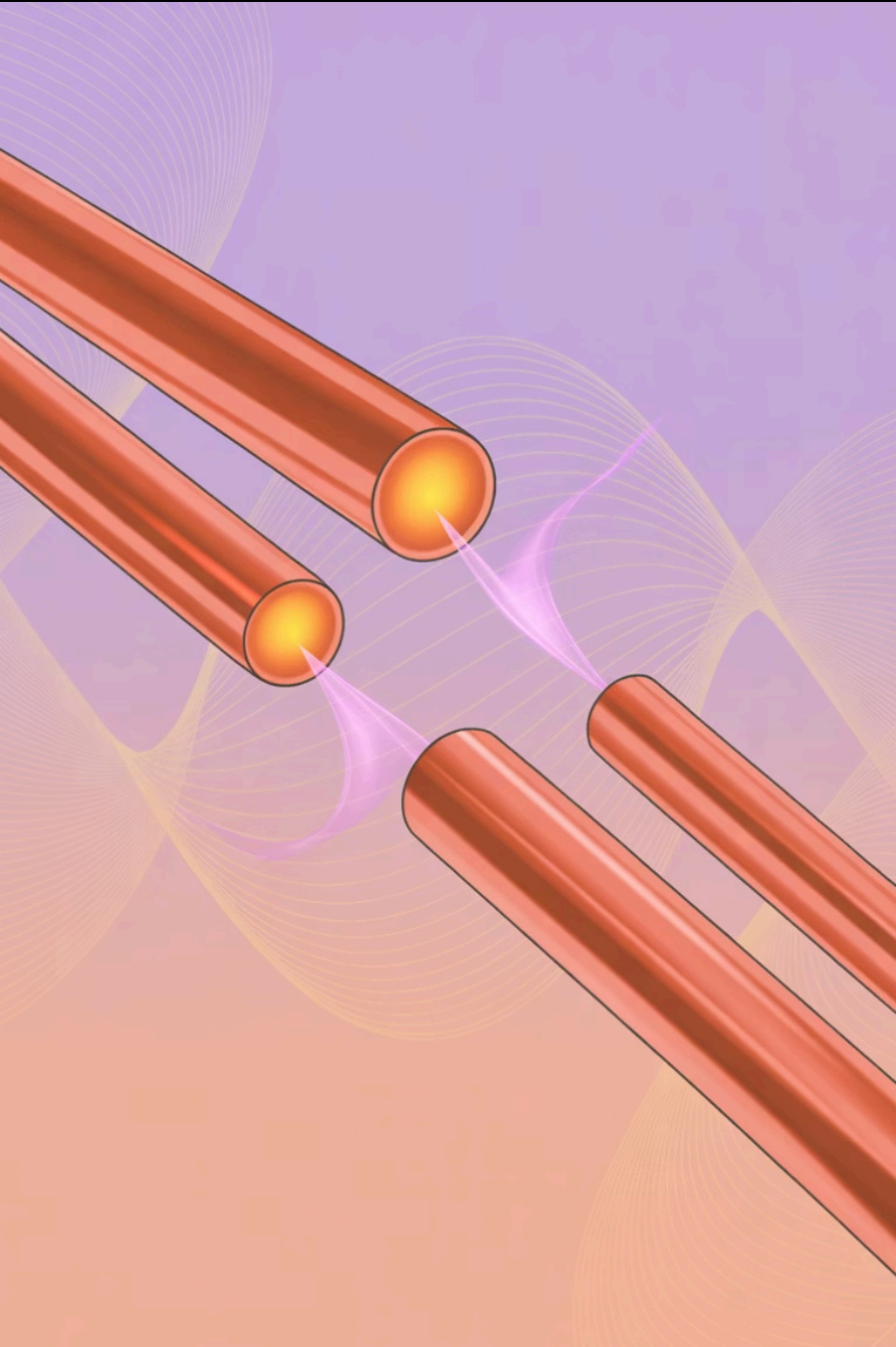




Частина 3

Приклади та застосування сили Ампера

Від наукових експериментів до повсякденних технологій



Взаємодія двох паралельних провідників зі струмом

Струми в одному напрямку

Провідники притягуються один до одного завдяки взаємодії їхніх магнітних полів

Струми в протилежних напрямках

Провідники відштовхуються, що пояснюється принципом суперпозиції полів

Цей принцип лежить в основі роботи електродвигунів і генераторів

Сила Ампера в електродвигунах і електротранспорті



Електродвигуни

Ротор рухається під дією магнітного поля статора, перетворюючи електричну енергію в механічну



Електротранспорт

Трамваї, електрокари, ліфти використовують принцип сили Ампера для руху



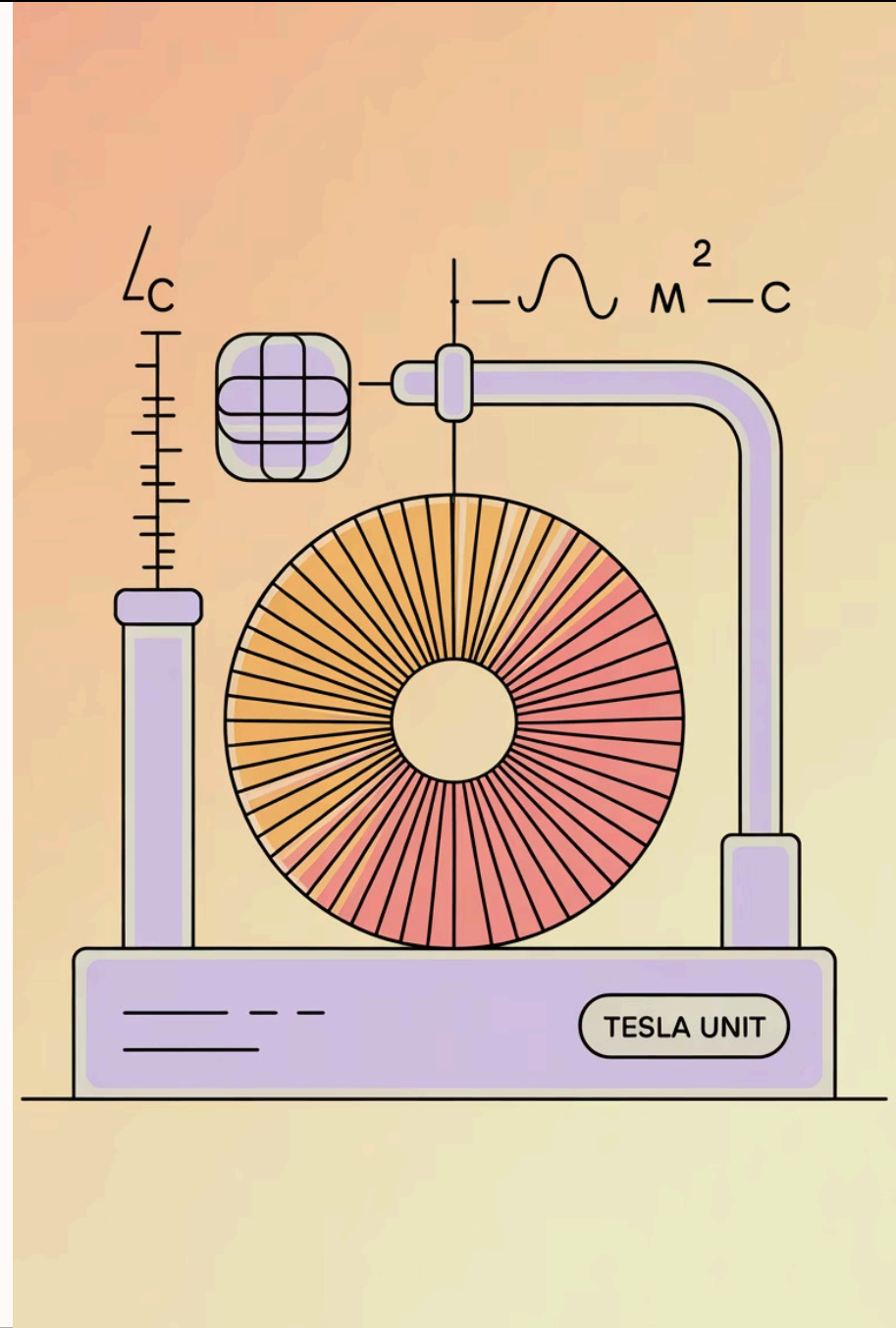
Електроакустика

Динаміки і навушники перетворюють електричні сигнали в звукові коливання

Частина 4

Магнітна індукція — міра сили магнітного поля

Кількісна характеристика магнітного поля та його вплив на речовину



Визначення магнітної індукції В

$$B = \frac{F}{I \cdot L \cdot \sin(\alpha)}$$

1 Тл

Одиниця виміру

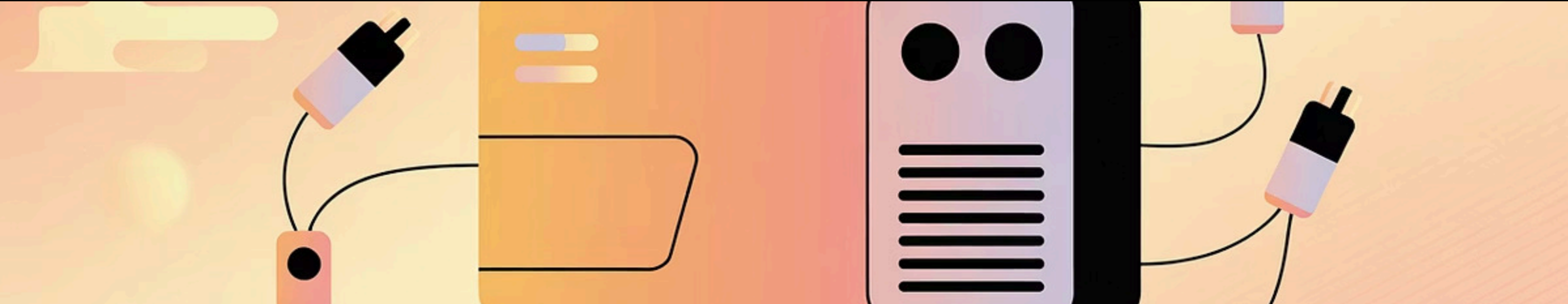
Тесла — основна одиниця магнітної індукції в системі СІ

1 Н

Еталонна сила

1 Тесла діє силою 1 Н на провідник довжиною 1 м зі струмом 1 А





Вплив сили Ампера на провідник: підсумок

Фундаментальне значення

Сила Ампера — ключ до розуміння електромагнітних явищ у природі

Технологічна основа

Відкриття Ампера стало фундаментом сучасної електротехніки

Нерозривний зв'язок

Магнітне поле і струм — дует, що рухає технологічний прогрес

Задачі:

Задача 1. Доведіть, що два паралельні провідники, в яких течуть струми одного напрямку, притягуються.

Задача 2. Прямий провідник (стрижень) завдовжки 0,1 м і масою 40 г перебуває в горизонтальному однорідному магнітному полі індукцією 0,5 Тл. Стрижень розташований перпендикулярно до магнітних ліній поля (рис. 3). Струм якої сили та в якому напрямку слід пропустити в стрижні, щоб він не тиснув на опору (завис у магнітному полі)?

Задача 3. У прямолінійному провіднику завдовжки 60 см тече струм силою 1,2 А. Провідник розташований в однорідному магнітному полі індукцією 1,5 Тл. Визначте найбільше та найменше значення сили Ампера, яка може діяти на провідник.

Задача 4. В однорідному магнітному полі індукцією 40 мТл на прямолінійний провідник зі струмом 2,5 А діє сила Ампера 60 мН. Визначте: а) якою є довжина провідника, якщо він розташований під кутом 30° до ліній магнітної індукції; б) яку роботу виконало магнітне поле, якщо під дією сили Ампера провідник перемістився на 0,5 м у напрямку цієї сили?

1. На рис. 1 зображено для кількох випадків напрямки струму в провіднику та напрямки ліній магнітної індукції магнітного поля. Визначте напрямки сили Ампера для кожного випадку а-г.

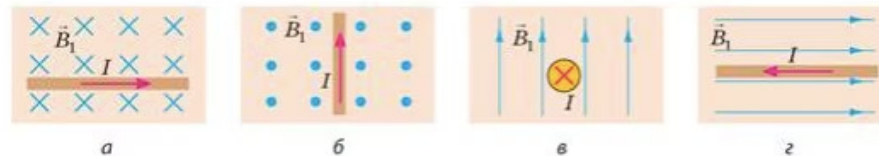


Рис. 1