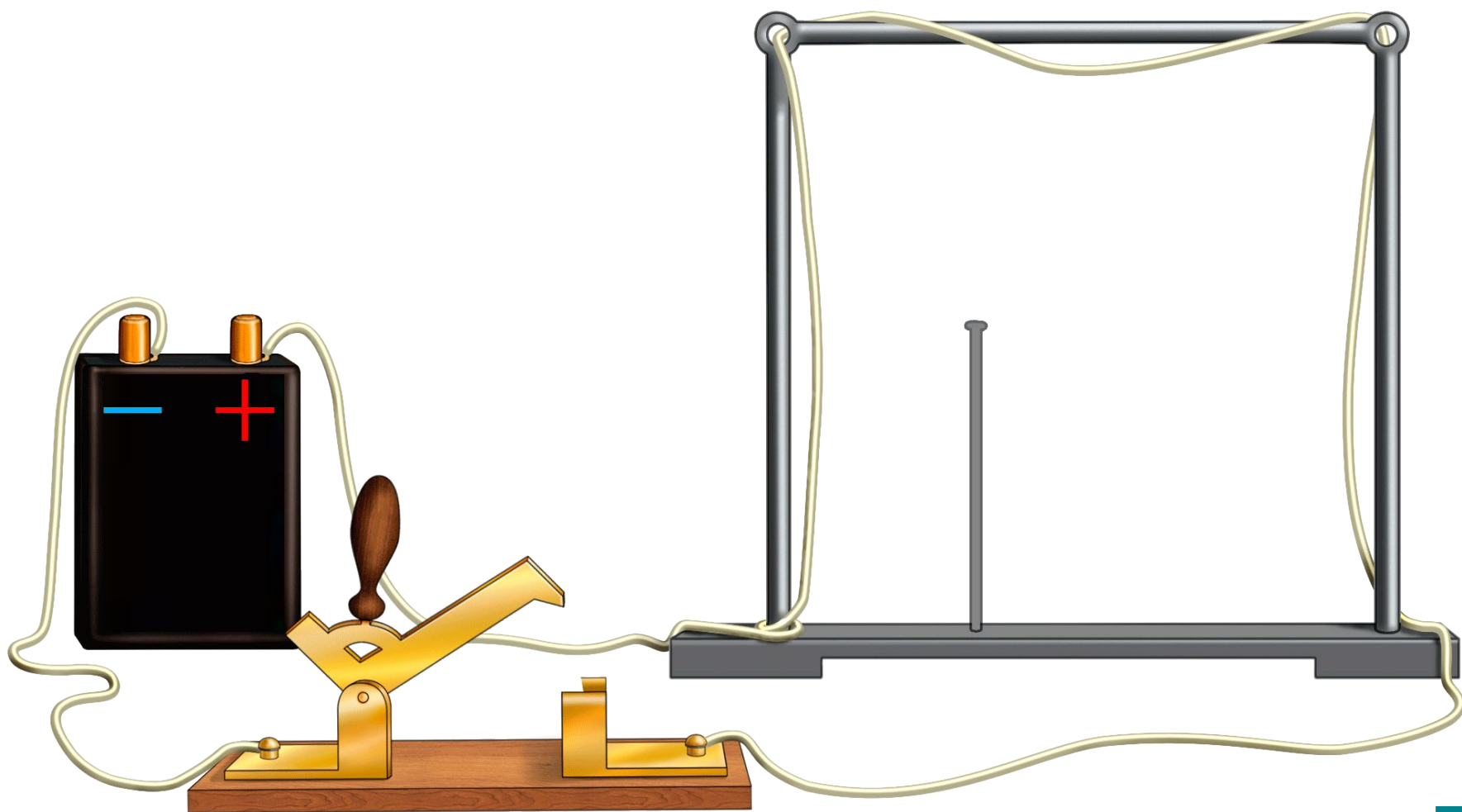


Досліди Фарадея. Закон електромагнітної індукції



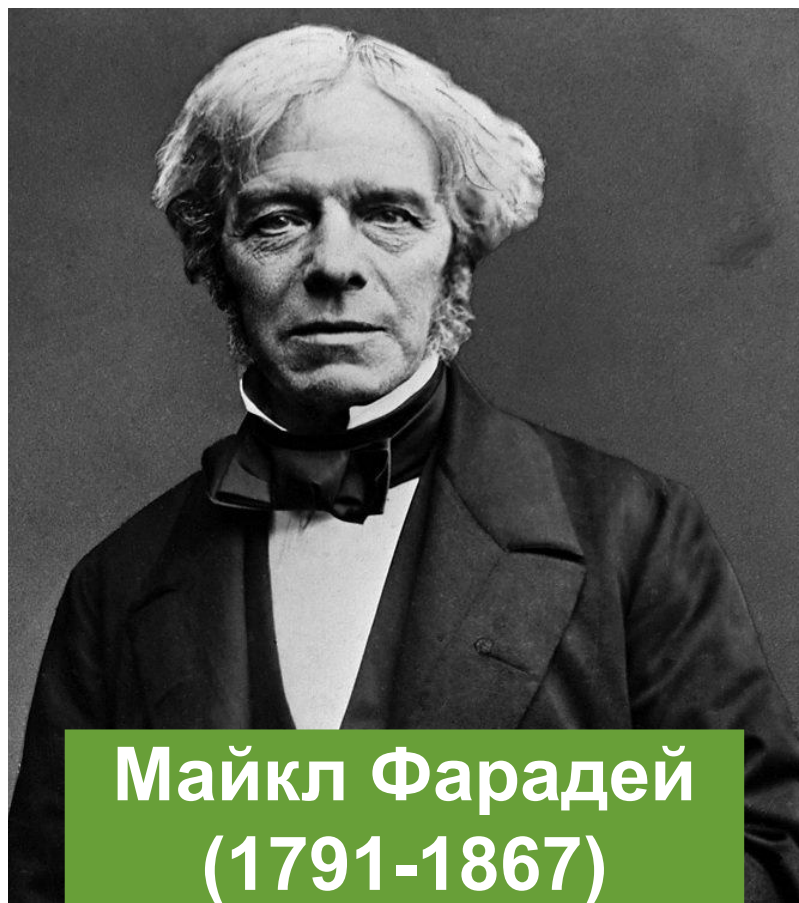
Проблемні питання



Навколо провідника зі струмом
виникає магнітне поле

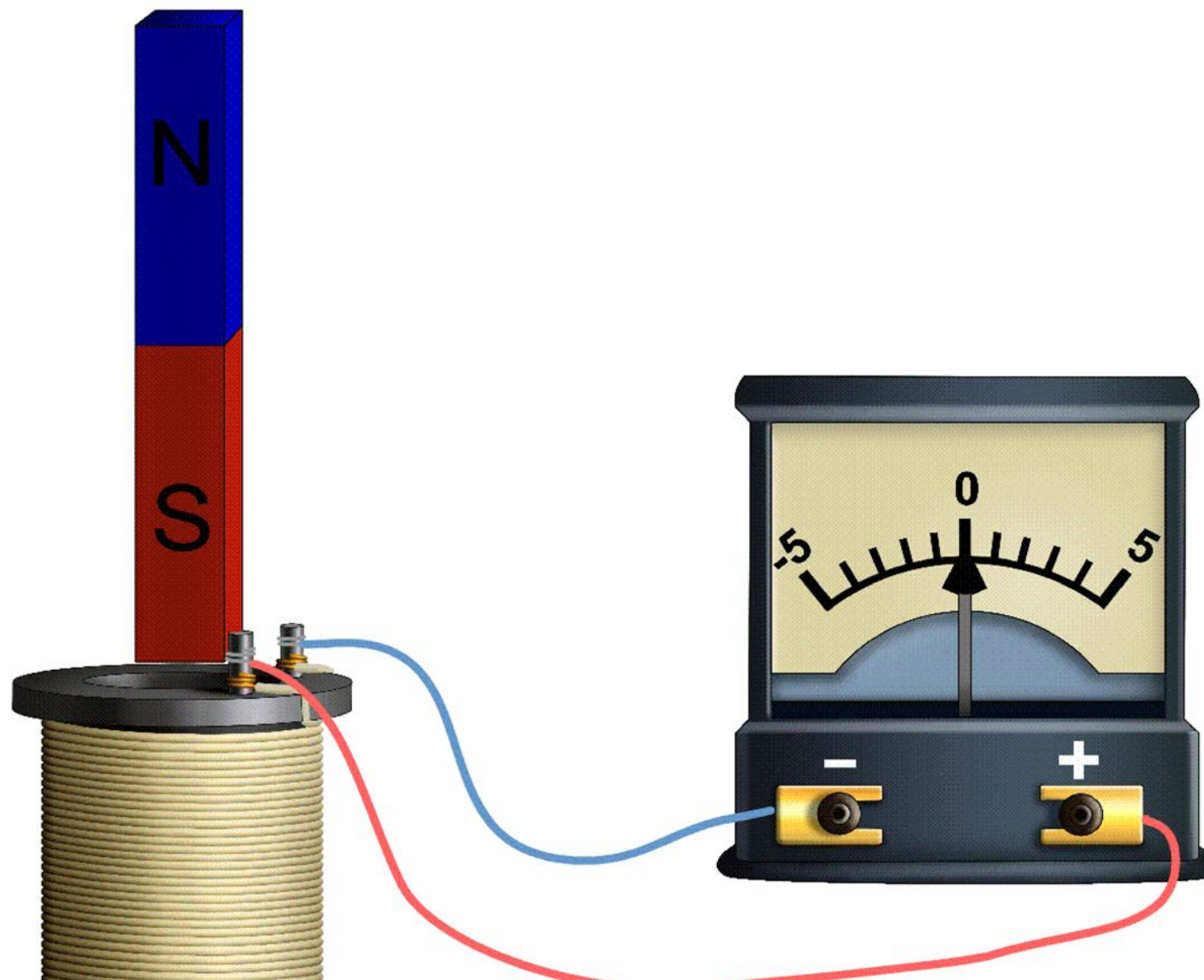
Чи можна за допомогою
магнітного поля створити
електричний струм?

Досліди Фарадея



Майкл Фарадей
(1791-1867)

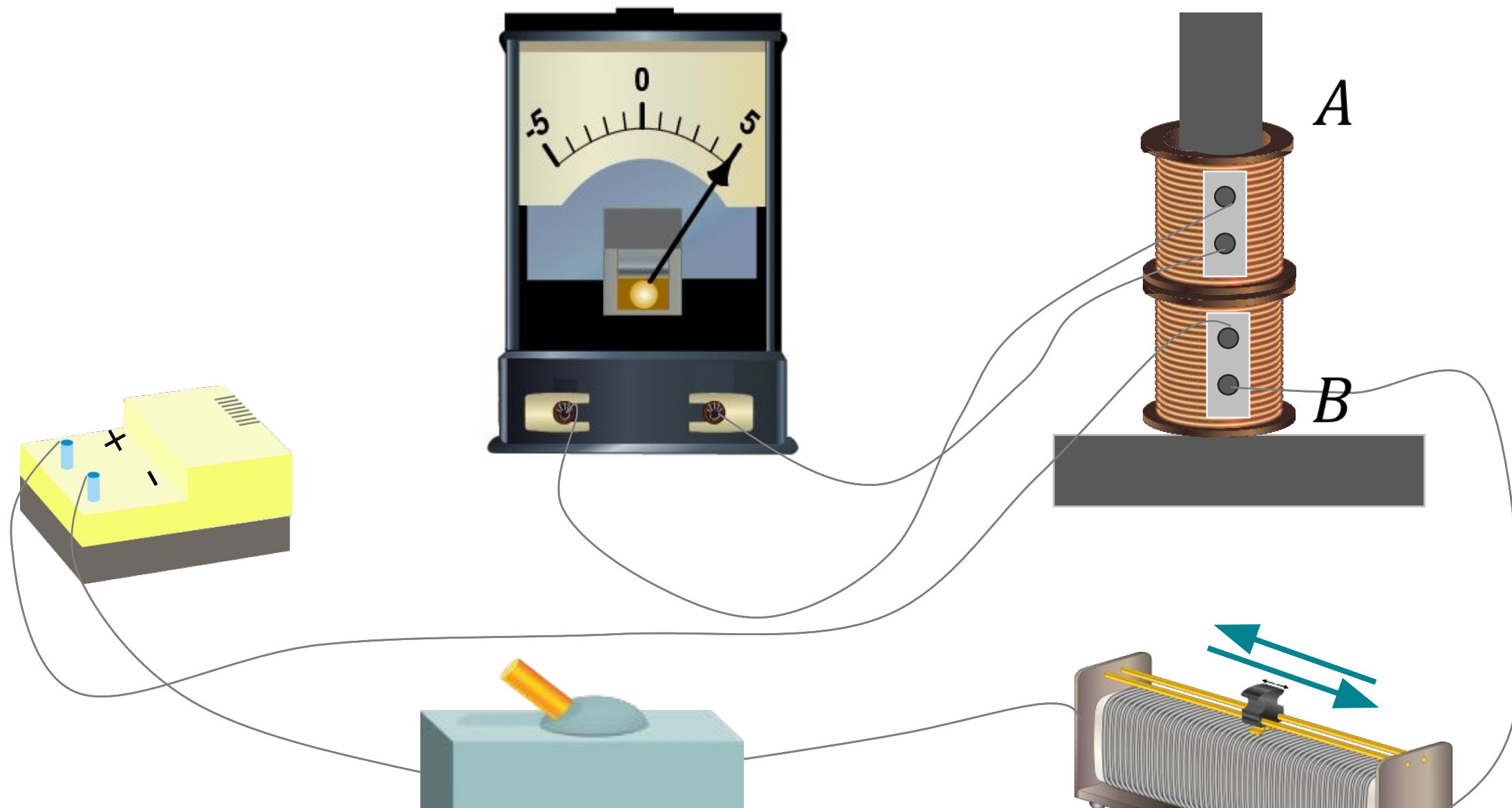
29 серпня 1831 р.
одержав **електричний
струм** за допомогою
магнітного поля



Під час руху магніту стрілка
гальванометра відхилиться – це
свідчить про **наявність струму**



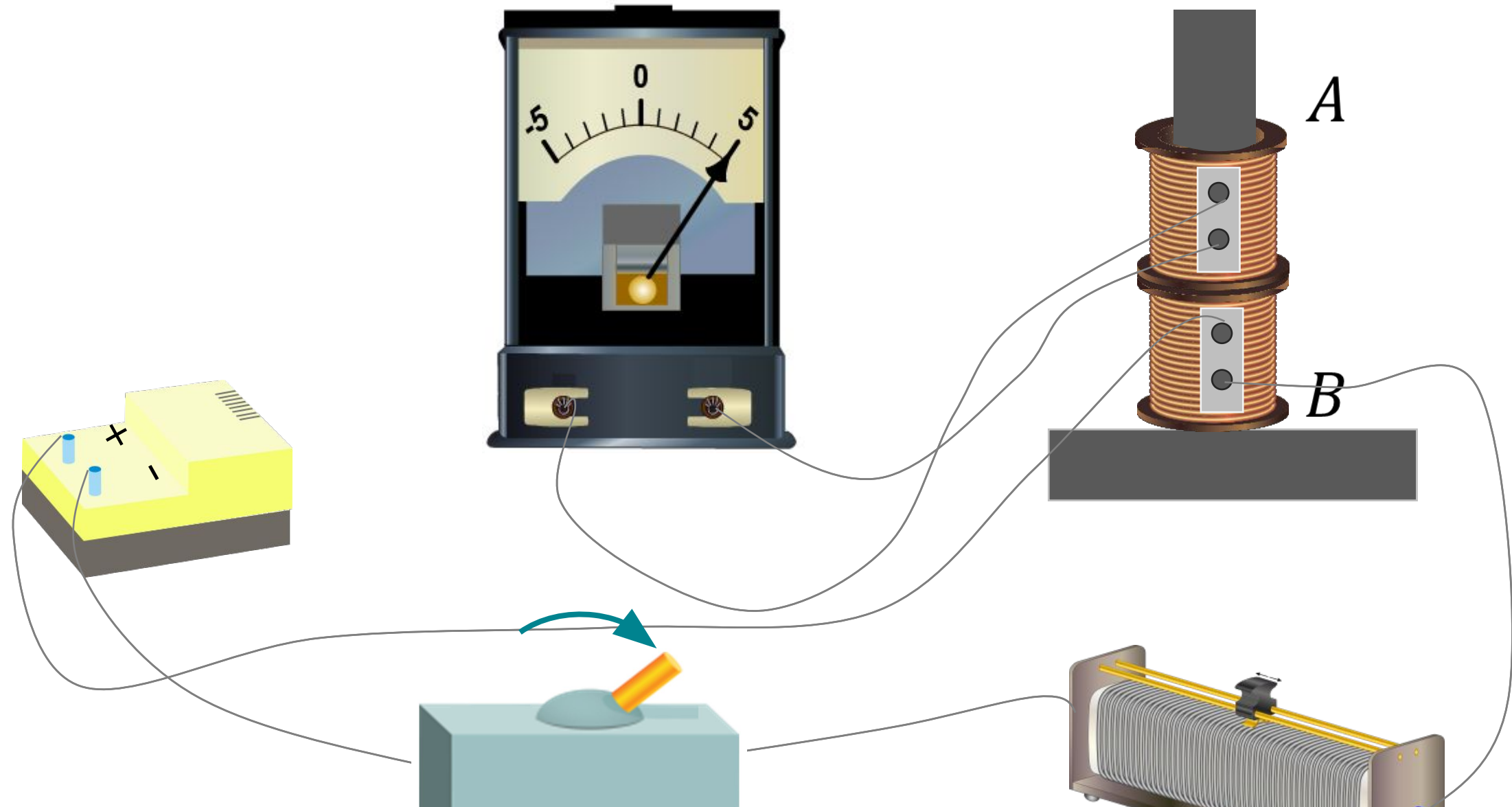
Досліди Фарадея



Струм в котушці *A* виникатиме як під час збільшення, так і під час зменшення сили струму в котушці *B*



Досліди Фарадея

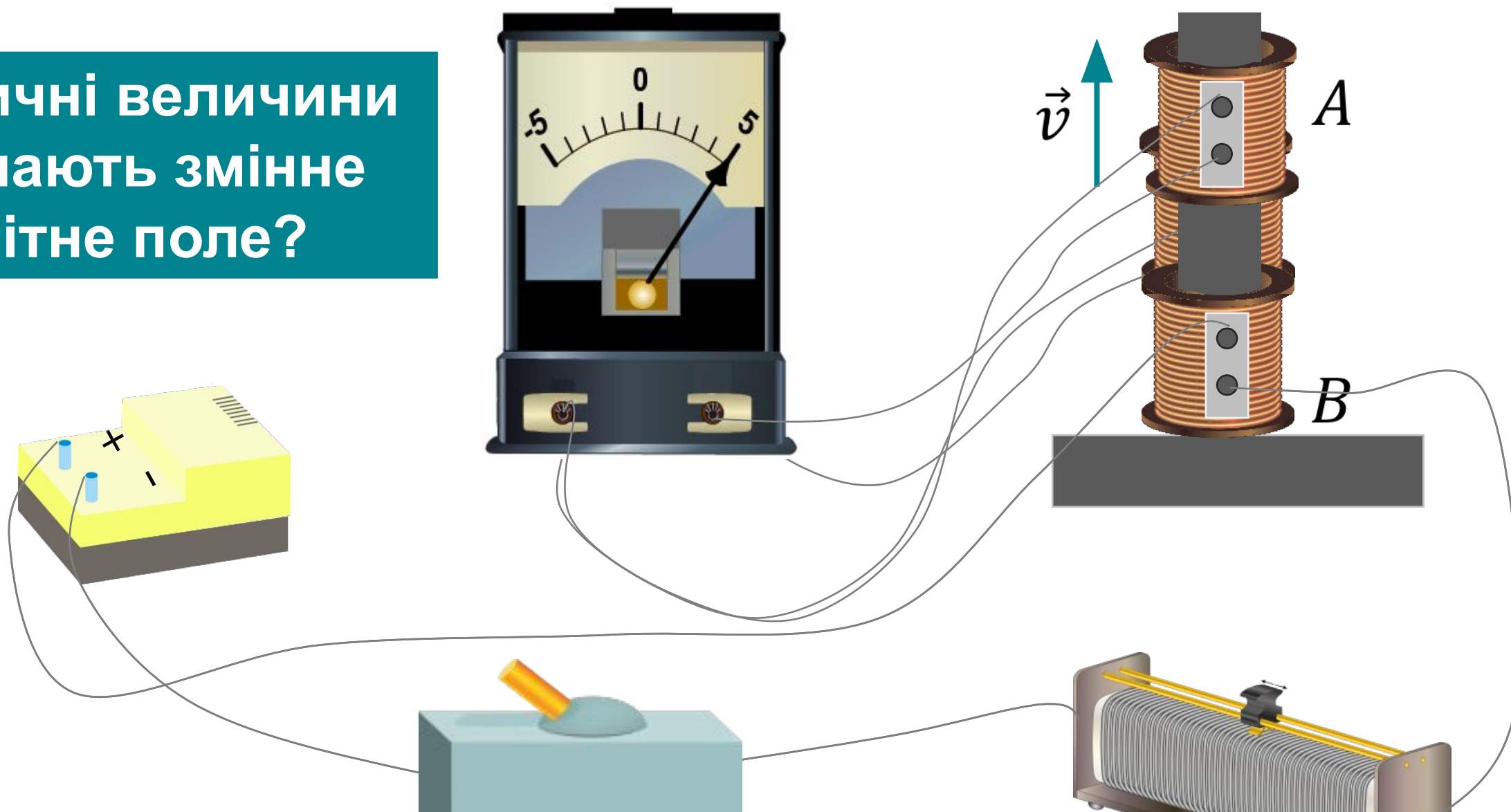


Струм у котушці *A* виникатиме у момент замикання або в момент розмикання кола котушки *B*



Досліди Фарадея

Які фізичні величини визначають змінне магнітне поле?

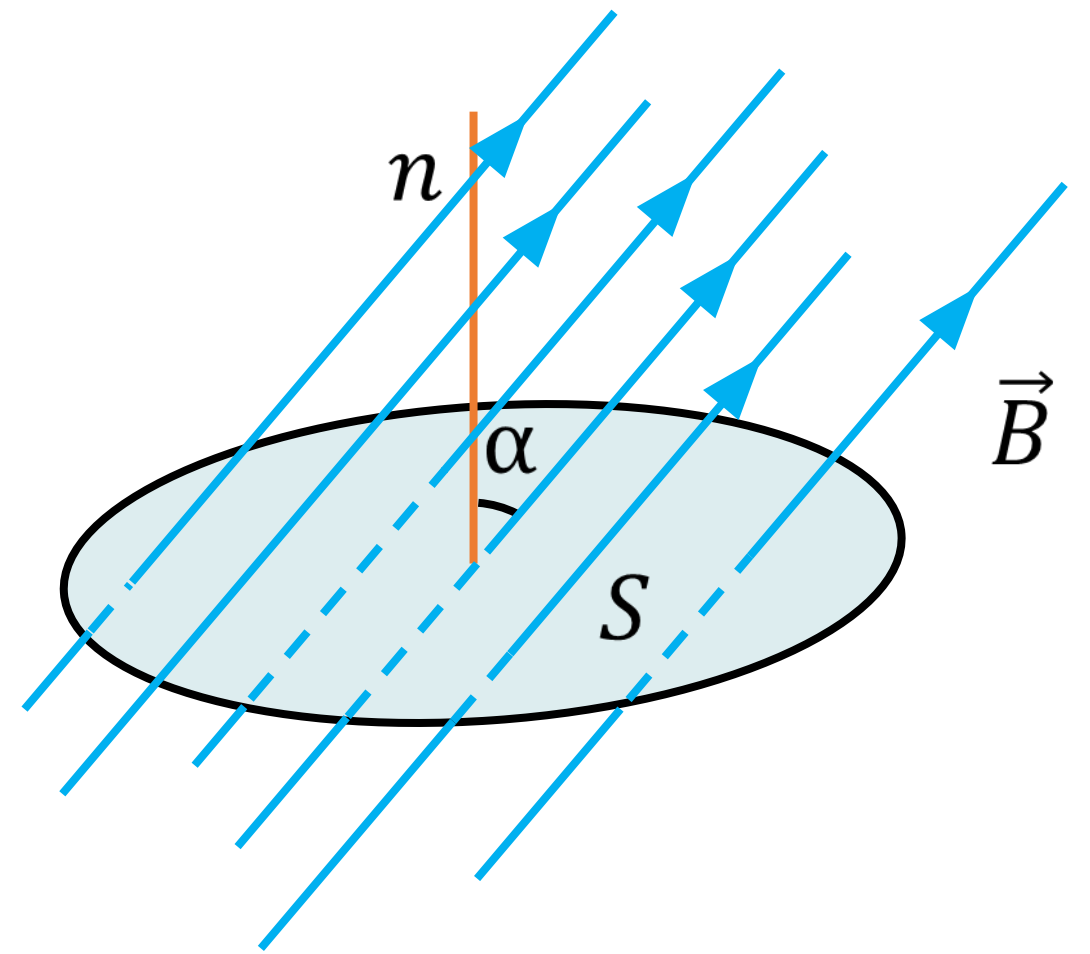


Індукційний струм – це струм, отриманий у замкненому провіднику внаслідок зміни зовнішнього магнітного поля



Потік магнітної індукції

Потік магнітної індукції (магнітний потік) Φ – це фізична величина, яка характеризує розподіл магнітного поля по поверхні, обмеженій замкненим контуром, і чисельно дорівнює добуткові магнітної індукції B на площу S поверхні та на косинус кута α між вектором магнітної індукції і нормаллю до поверхні



$$\Phi = BS \cos \alpha$$

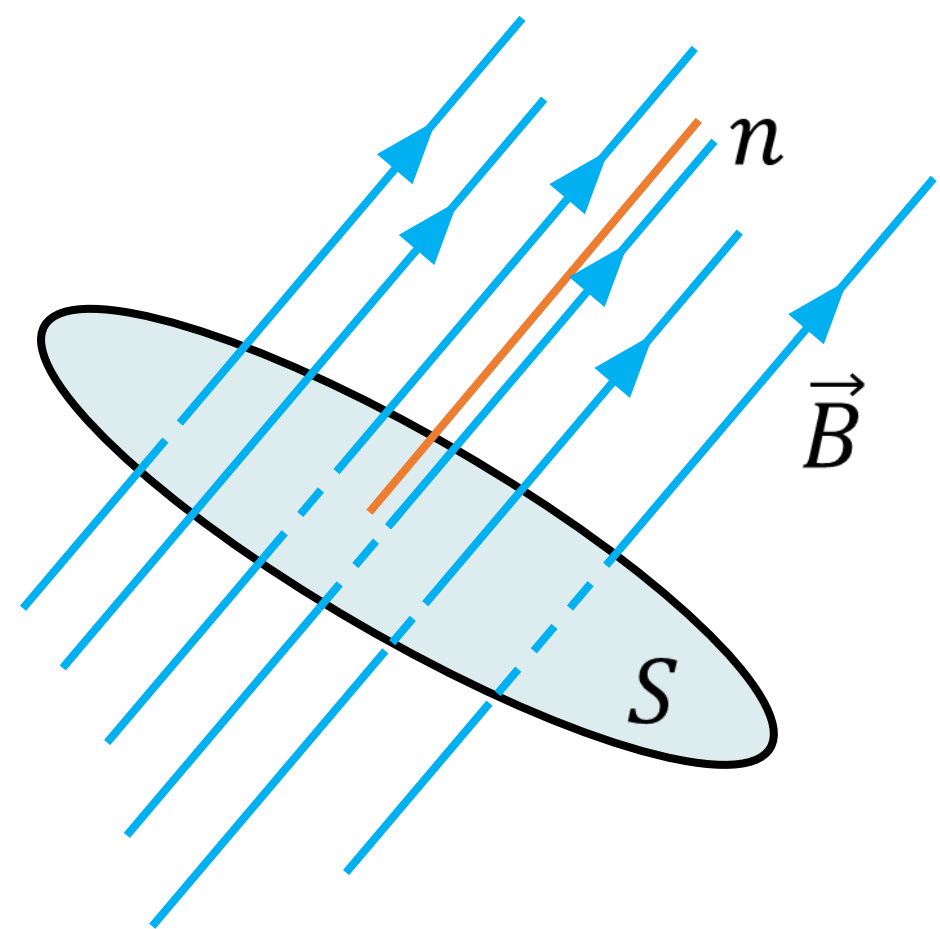
$$[\Phi] = 1 \text{ Вб}$$

вебер

$$1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл} \cdot \text{м}^2$$

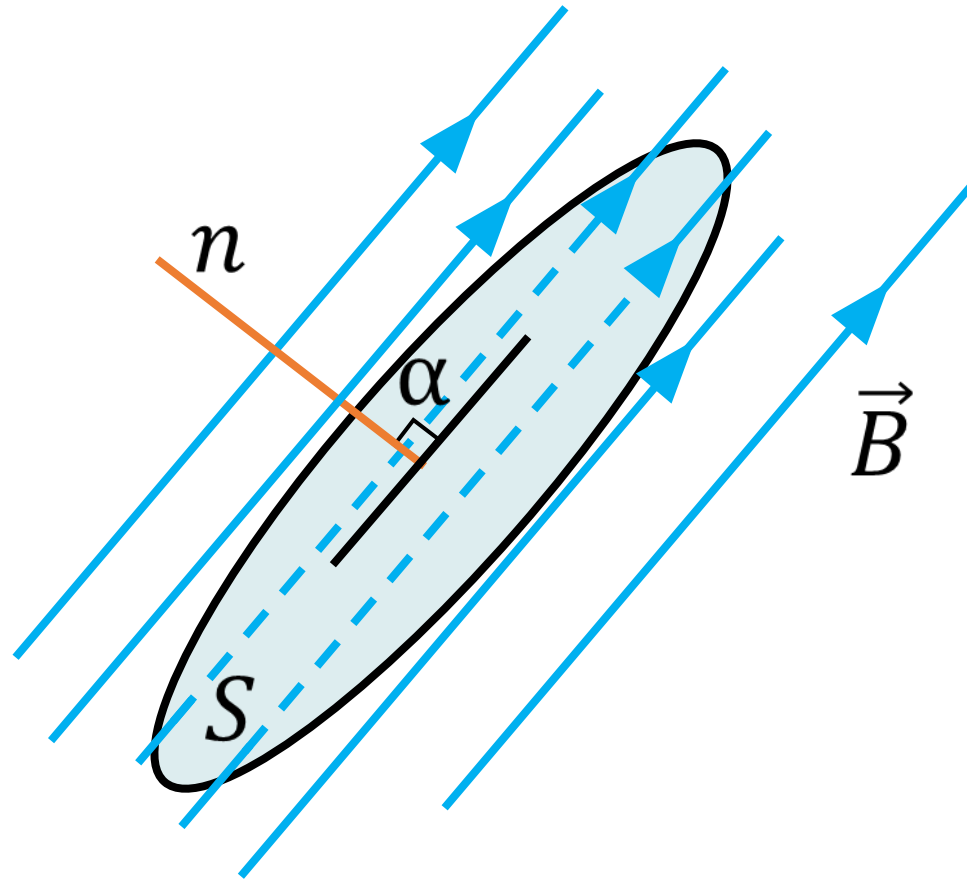


Потік магнітної індукції



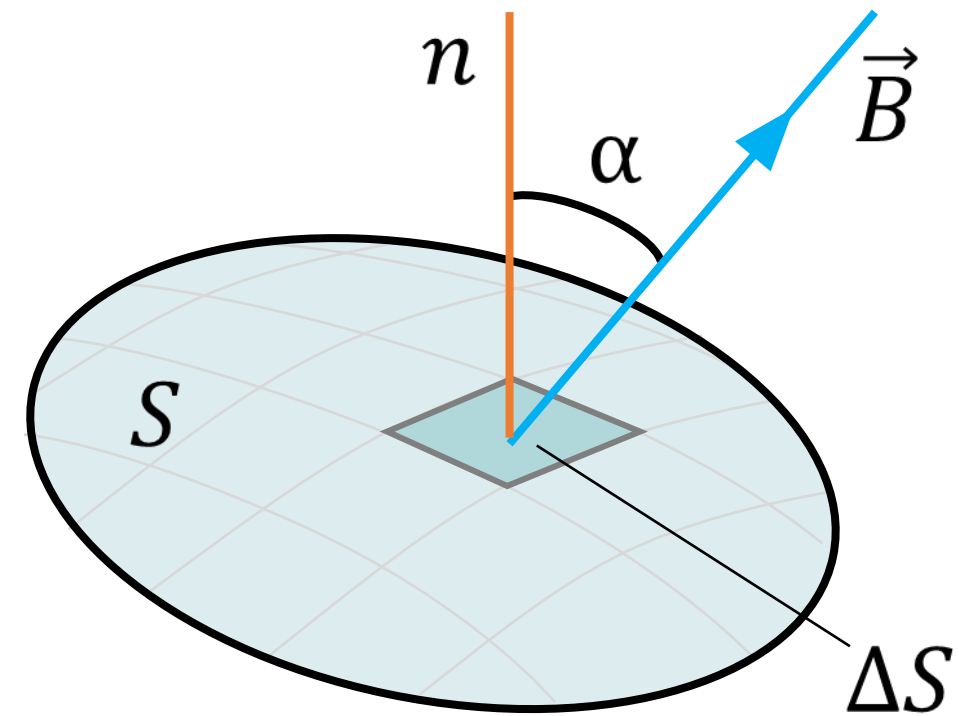
$$\alpha = 0$$

$$\Phi = BS$$



$$\alpha = 90^\circ$$

$$\Phi = 0$$



$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \dots + \Phi_n$$

Коли виникає індукційний струм?



Загальні закономірності в досліді Фарадея

Загальні закономірності в досліді Фарадея:

1. Електричний струм у замкненому провідному контурі **індукується** тільки тоді, коли **змінюється магнітний потік** через поверхню, обмежену контуром

2. Чим **швидше змінюється магнітний потік**, тим **більшою є сила індукційного струму** в контурі

3. **Напрямок індукційного струму** в контурі залежить від того, **збільшується чи зменшується магнітний потік** через поверхню, обмежену контуром



Чому в контурі взагалі є електричний струм, адже контур не приєднаний до джерела живлення?



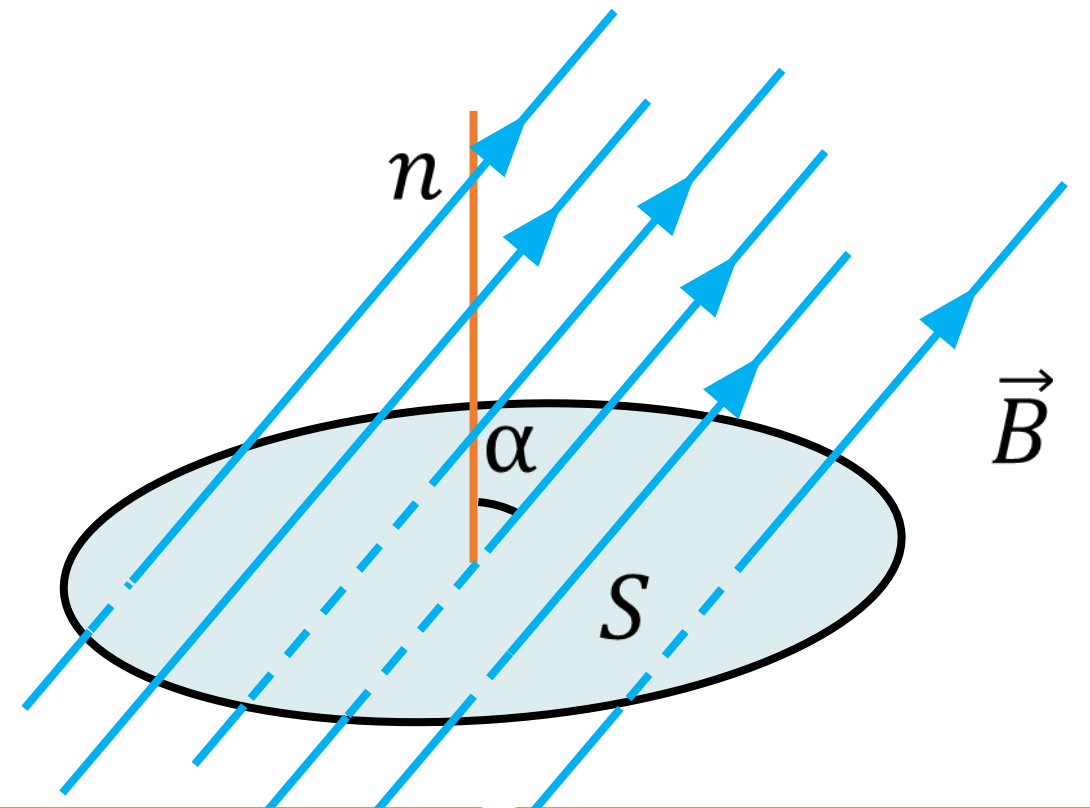
Електрорушійна сила індукції (ЕРС індукції)

Електрорушійна сила індукції (ЕРС індукції) ε_i – це робота сторонніх сил $A_{\text{СТ}}$ із переміщення одиничного позитивного заряду

$$\varepsilon_i = \frac{A_{\text{СТ}}}{q}$$

$$I_i = \frac{\varepsilon_i}{R}$$

Закон електромагнітної індукції:
Електрорушійна сила індукції дорівнює швидкості зміни магнітного потоку, який пронизує поверхню, обмежену контуром



$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

«-» відображає правило Ленца

$$\varepsilon_i = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

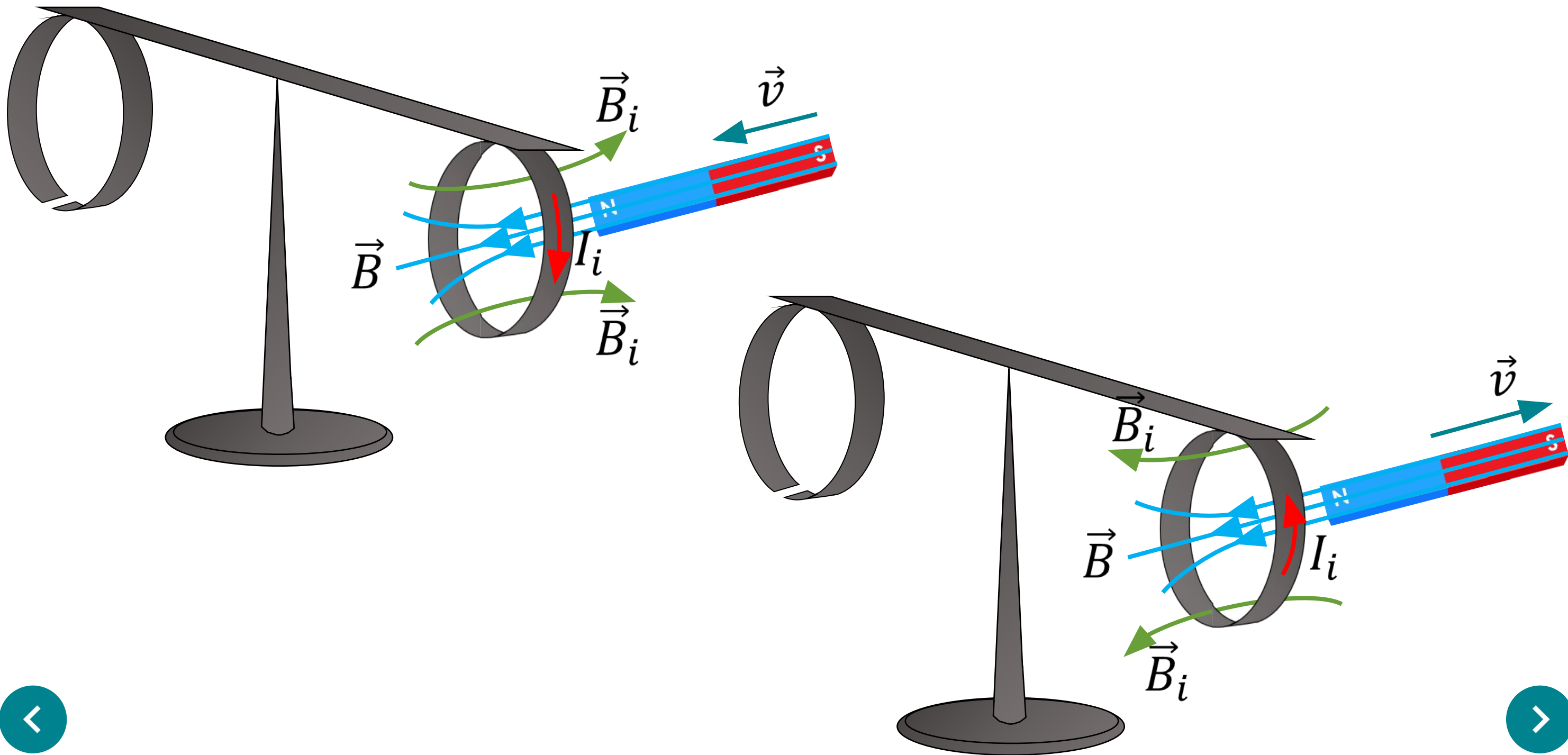
Контур містить N витків проводу



Правило Ленца



Правило Ленца

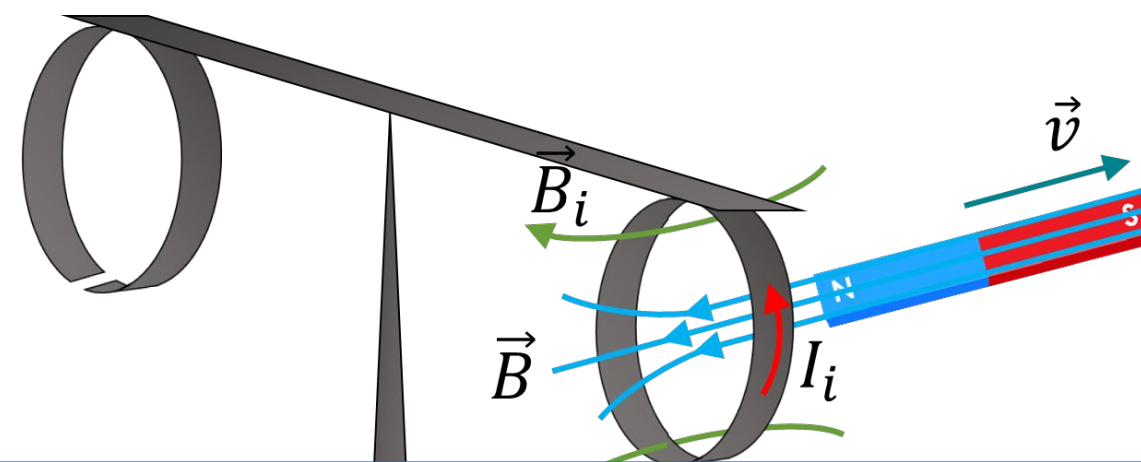
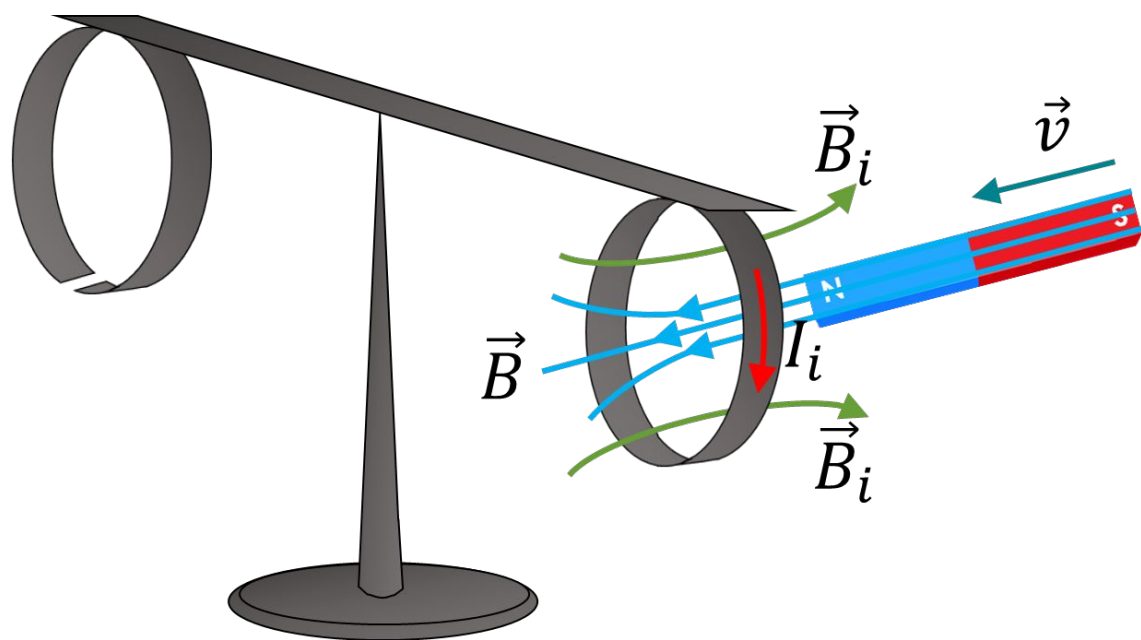


Правило Ленца



Генріх Ленц
(1804-1865)

Правило Ленца:
Індукційний струм, який виникає в замкненому провідному контурі, має такий напрямок, що створений цим струмом магнітний потік перешкоджає зміні магнітного потоку, який спричинив появу індукційного струму



Звідки беруться сторонні сили, що діють на заряди в провіднику?



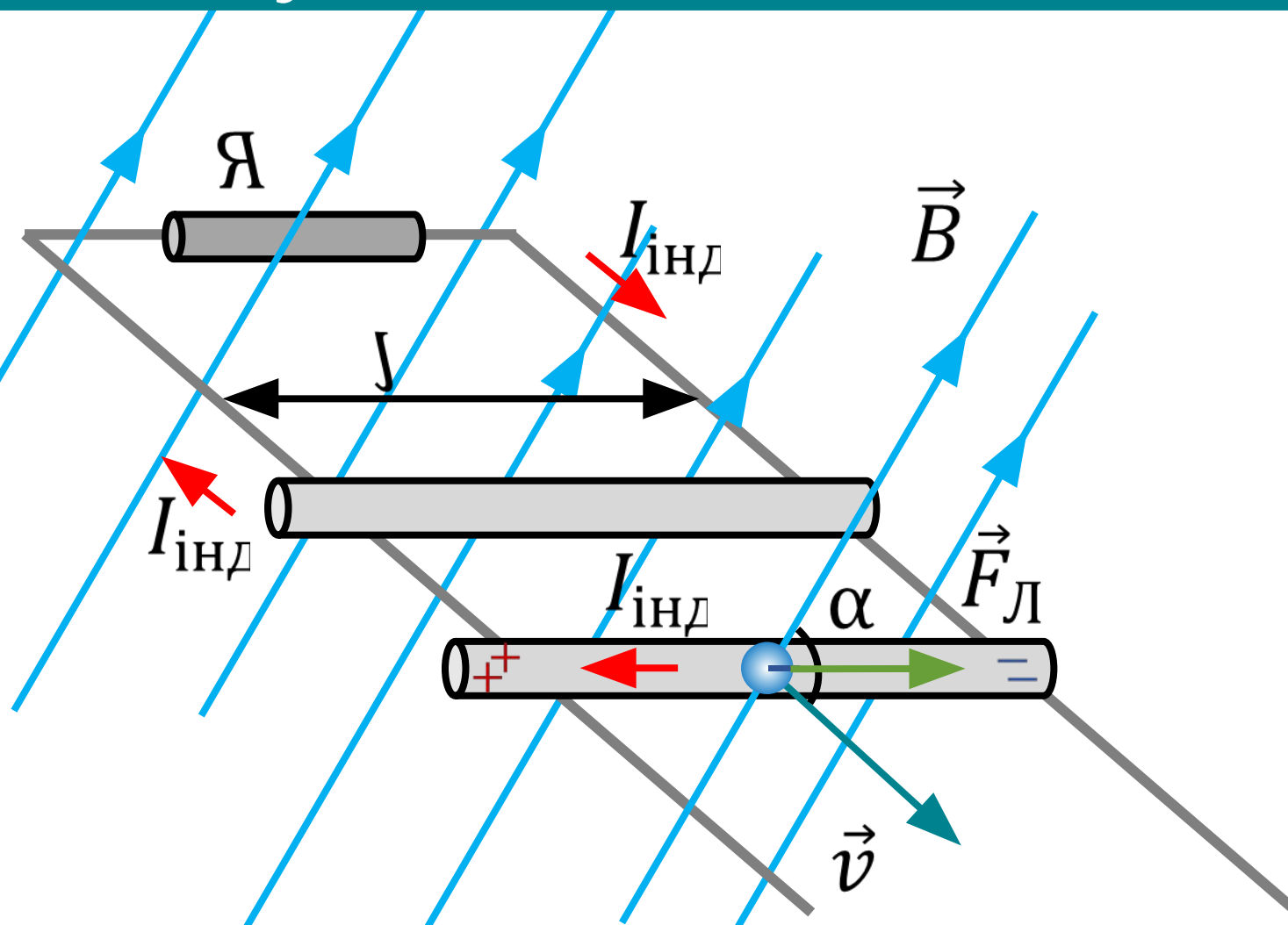
Причини виникнення ЕРС індукції

Причини виникнення ЕРС індукції:

1. Провідник рухається в магнітному полі

Провідник поляризується: один у випадку з рухомим провідником **сторонні сили мають магнітну природу**

Сторонньою силою, що виконує роботу всередині джерела – **сила Лоренца**



$$A_{\text{СТ}} = F_L \cdot l = |q| B v \sin \alpha \cdot l$$

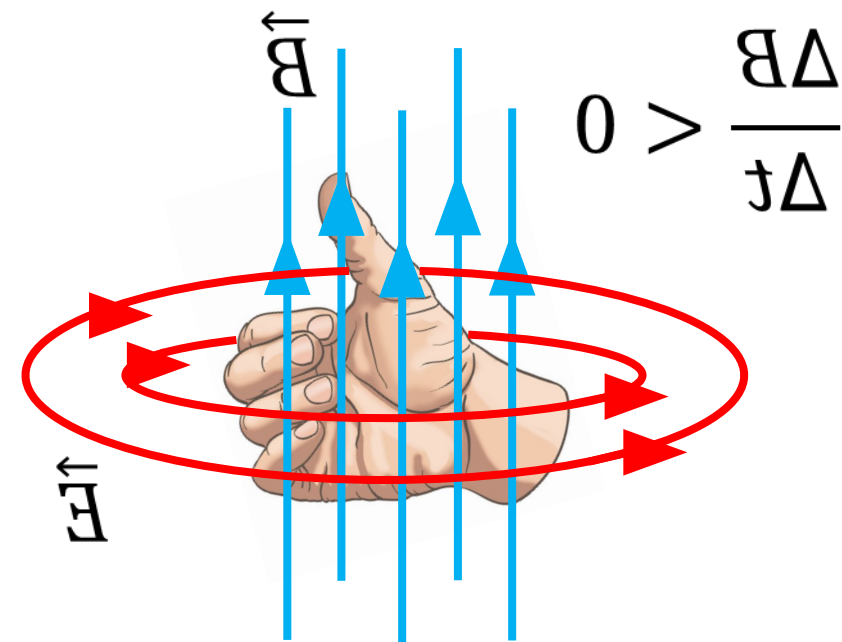
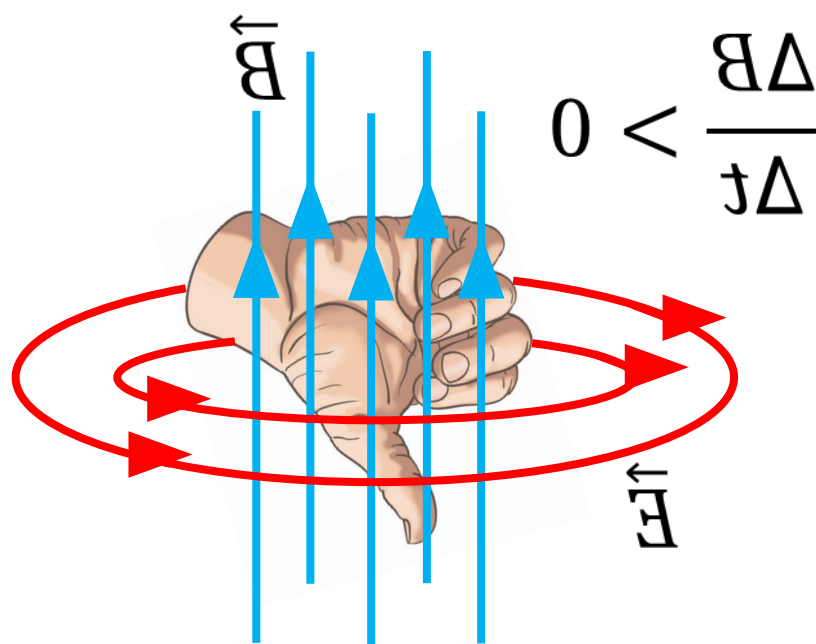
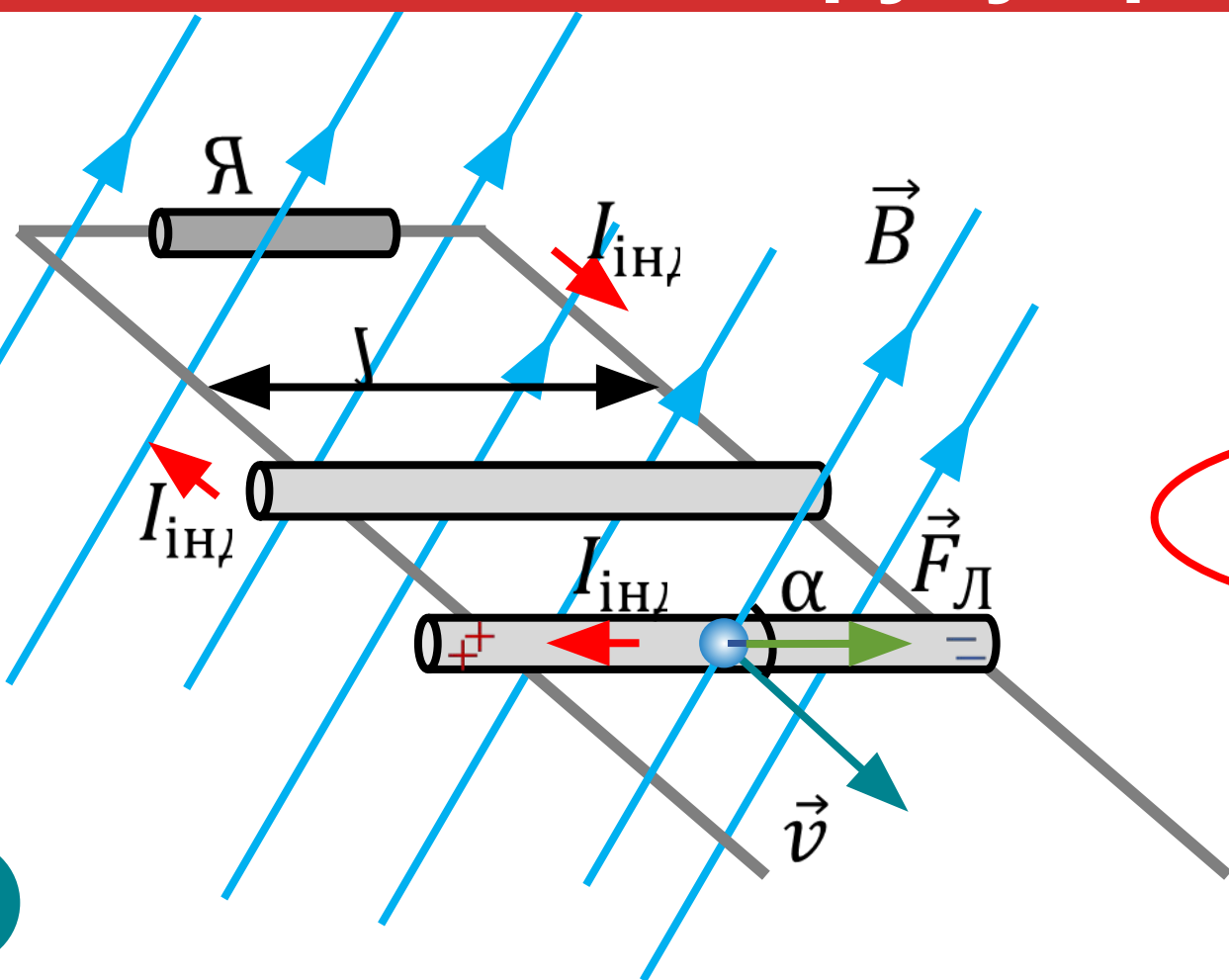
$$\varepsilon_i = \frac{A_{\text{СТ}}}{|q|}$$

$$\varepsilon_i = B v l \sin \alpha$$

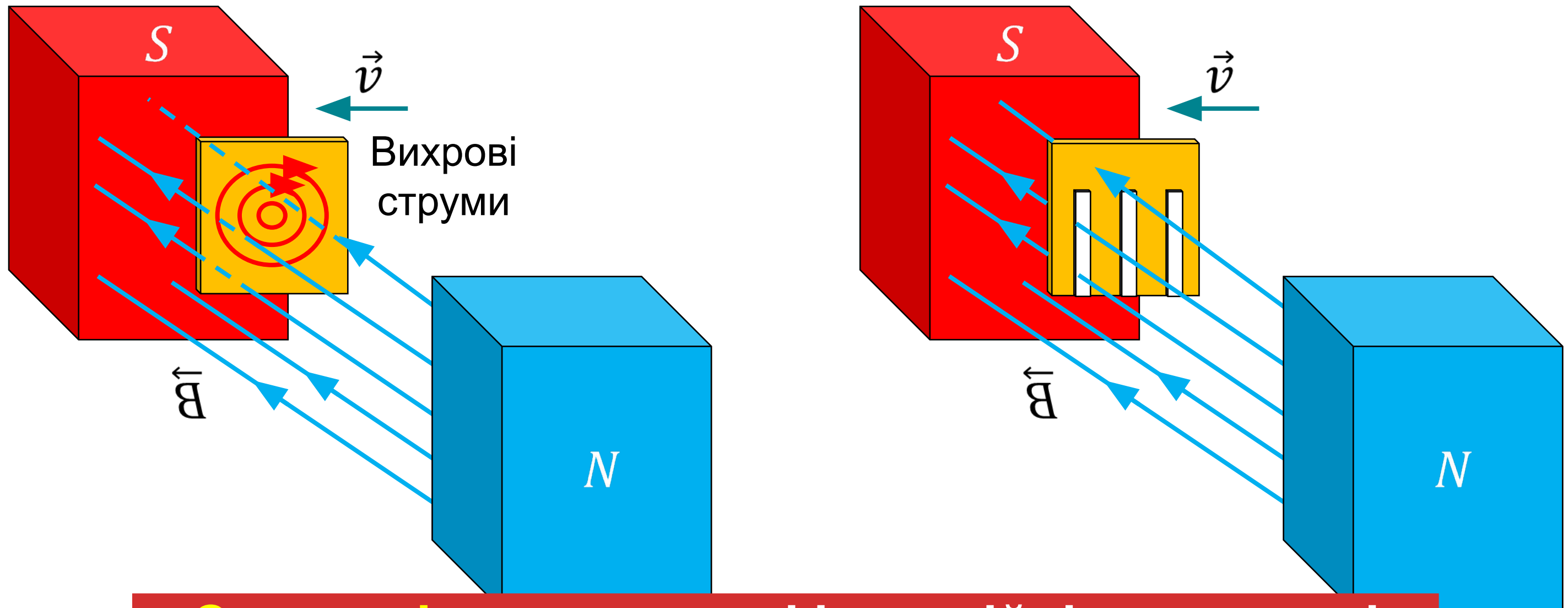


Причини виникнення ЕРС індукції

Явище електромагнітної індукції – це явище виникнення вихрового електричного поля або електричної поляризації провідника під час зміни магнітного поля або під час руху провідника в магнітному полі



Струми Фуко



Струми Фуко – вихрові індукційні струми, які виникають у провіднику під час зміни магнітного потоку через поверхню провідника



Струми Фуко

Застосування струмів Фуко

Індукційні печі



Плавлення металів

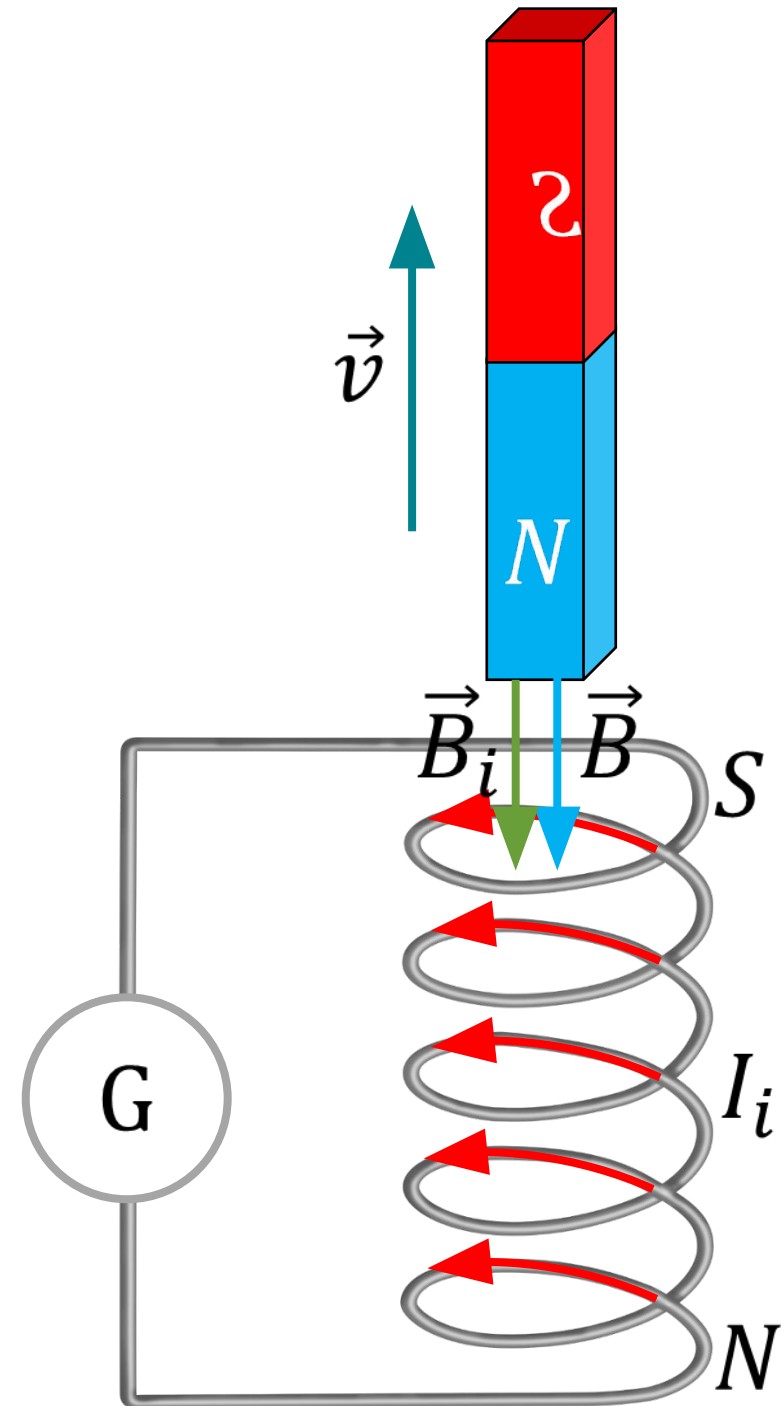


Приготування їжі



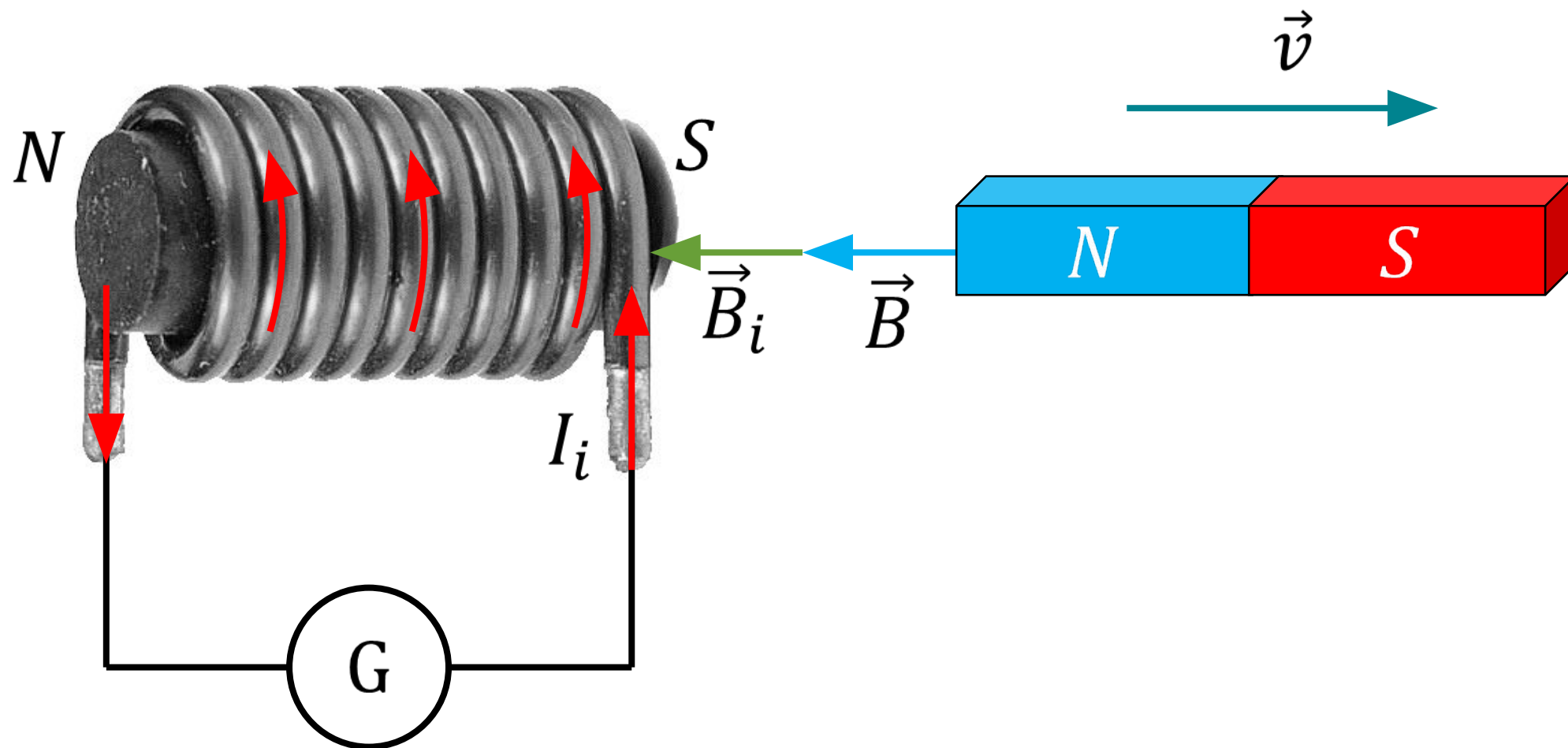
Розв'язування задач

4. Із замкнутої дротяної котушки виймають постійний магніт, як показано на рисунку. Визначте напрямок **індукційного струму в котушці**.



Розв'язування задач

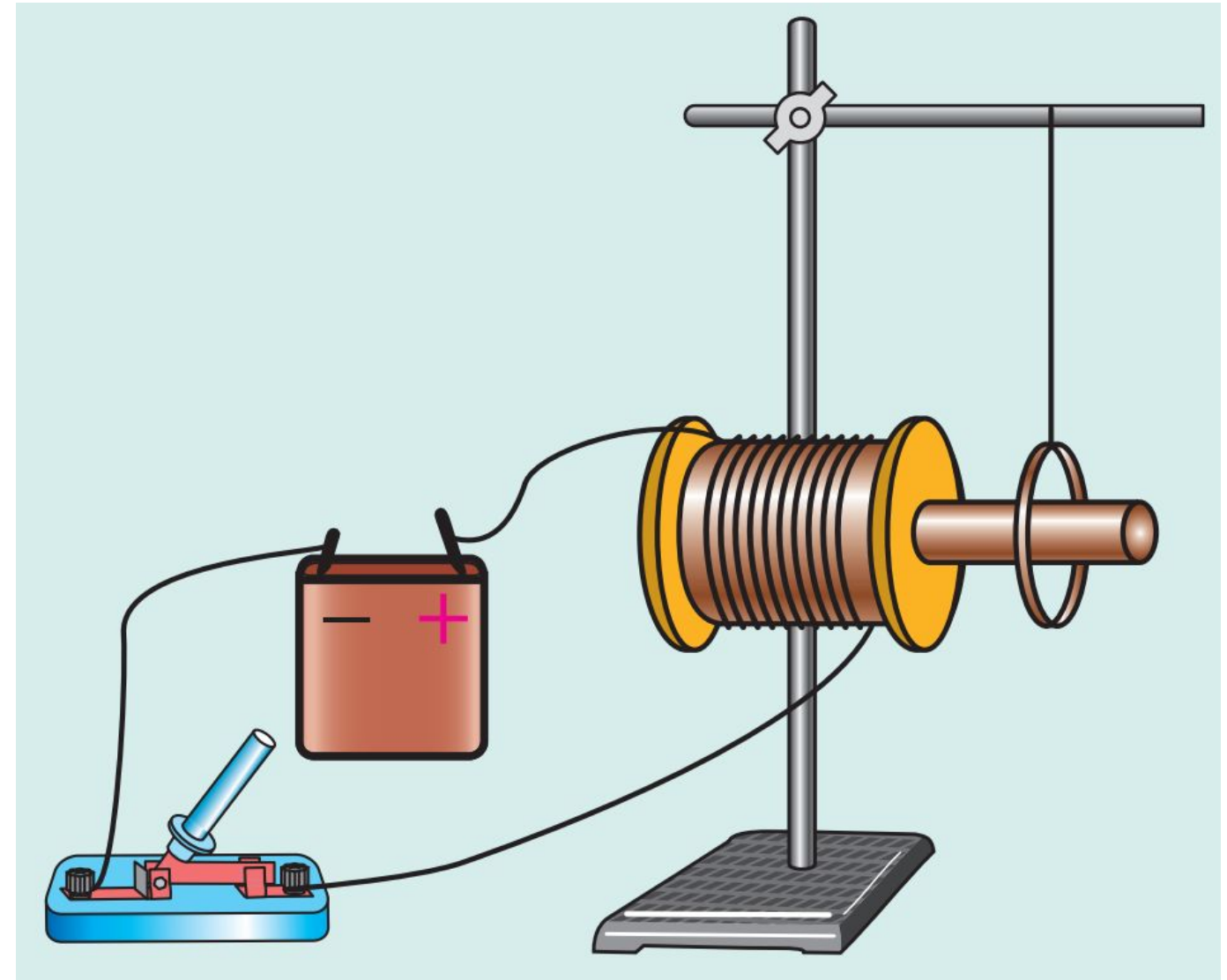
5. Визначте **напрямок індукційного струму** в обмотці електромагніту для випадку, зображеного на рисунку.



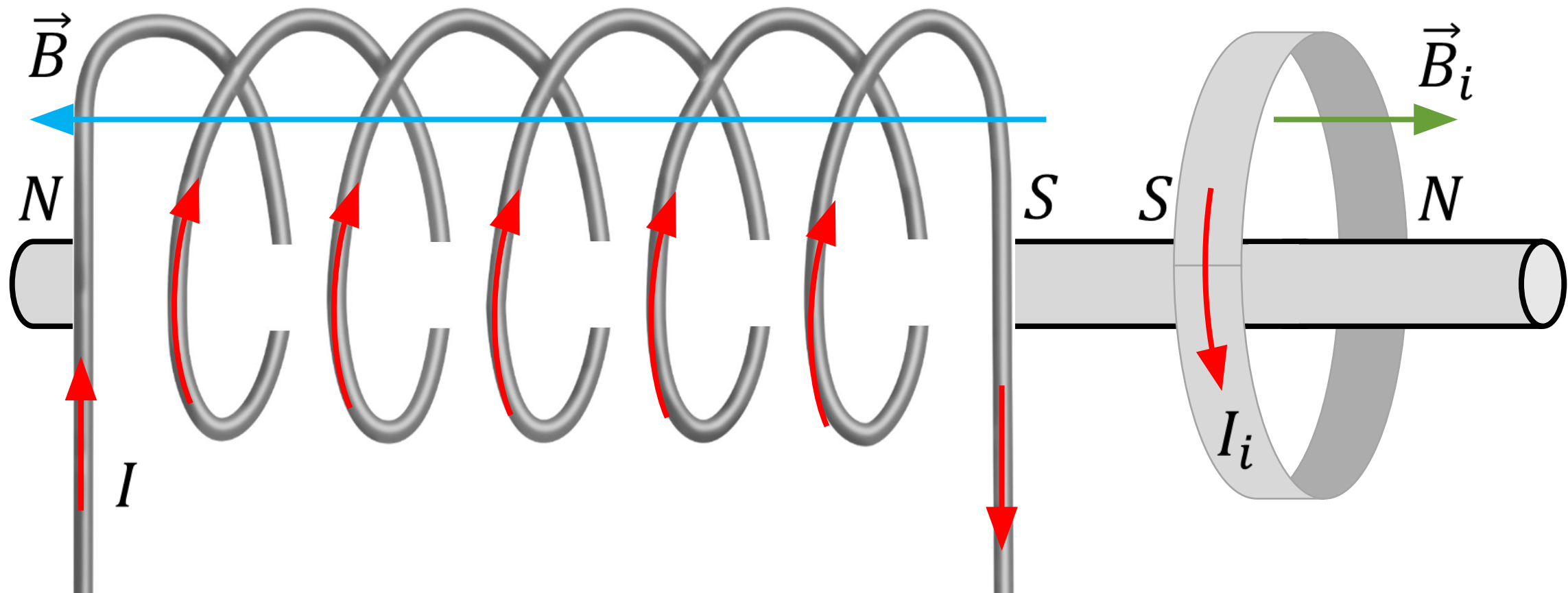
Розв'язування задач

6. Визначте напрямок індукційного струму в кільці, якщо ключ замкнути.

Як буде поводитися кільце в момент **замикання** ключа?
через певний час **після** **замикання** ключа?
в момент **розмикання** ключа?



Кільце в момент замикання ключа



Сила Лоренца

Кільце в момент розмикання ключа

