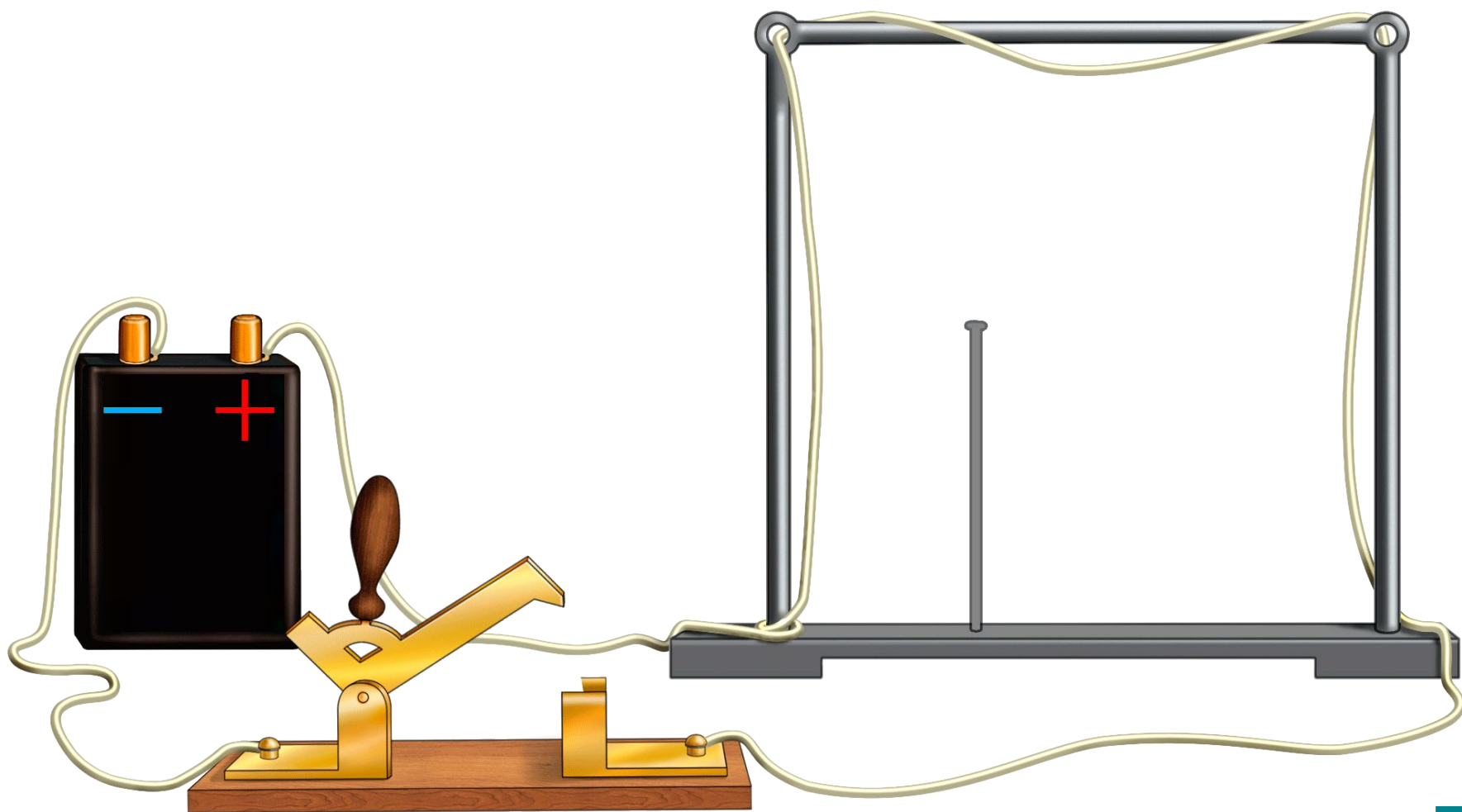


# Досліди Фарадея. Закон електромагнітної індукції



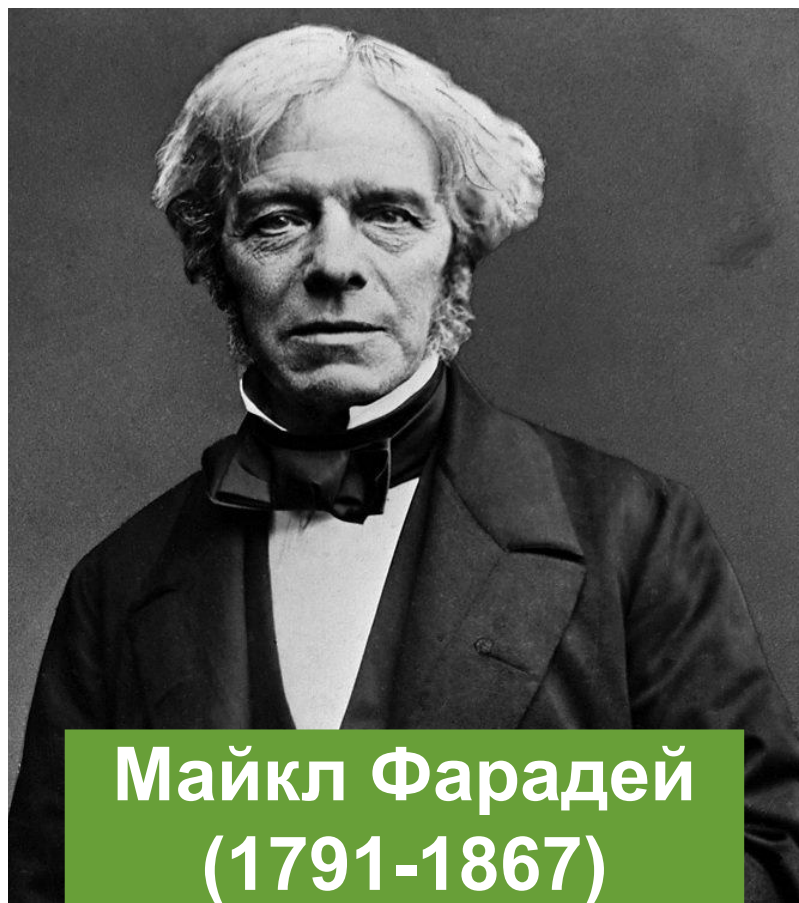
# Проблемні питання



Навколо провідника зі струмом  
виникає магнітне поле

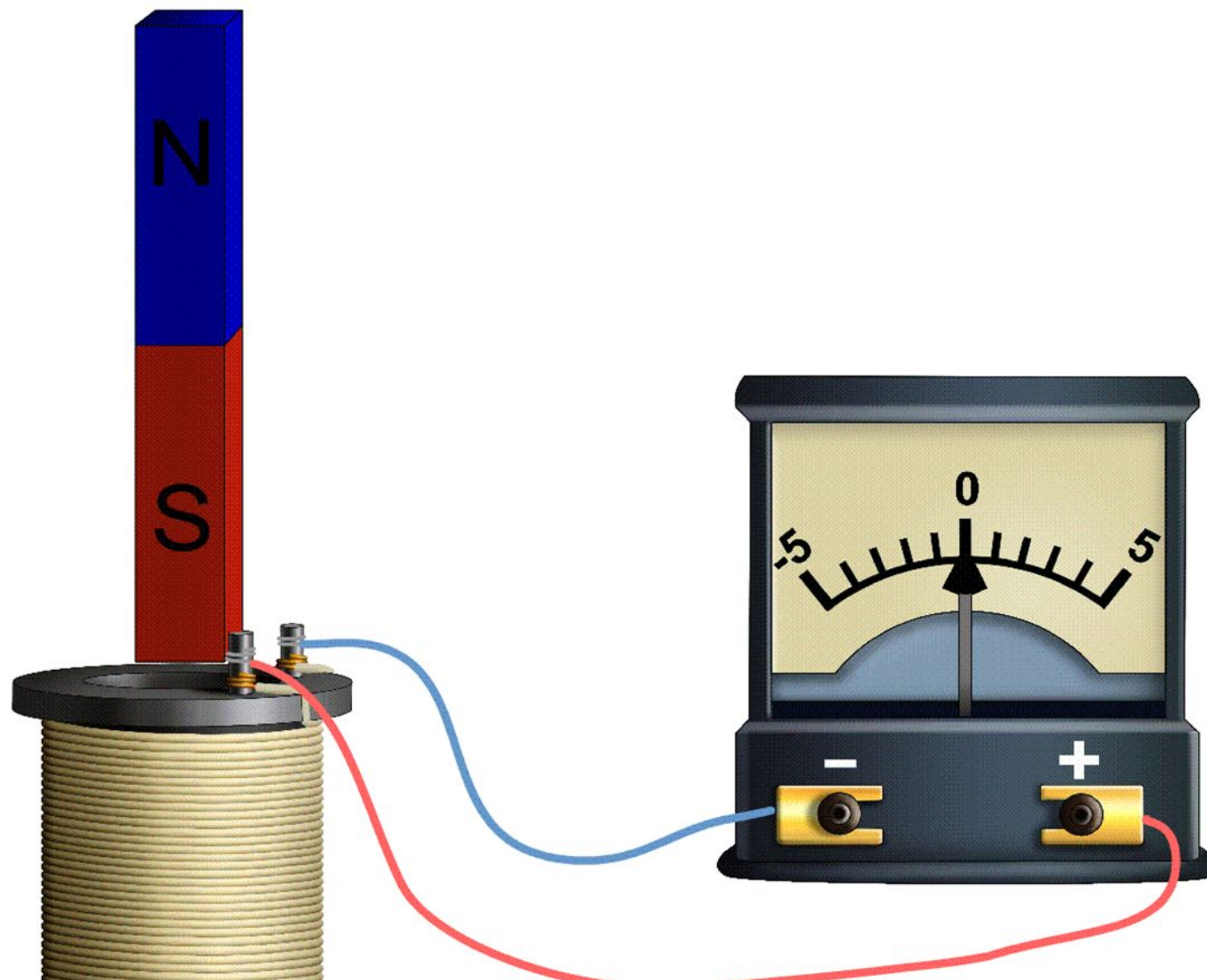
Чи можна за допомогою  
магнітного поля створити  
електричний струм?

# Досліди Фарадея



Майкл Фарадей  
(1791-1867)

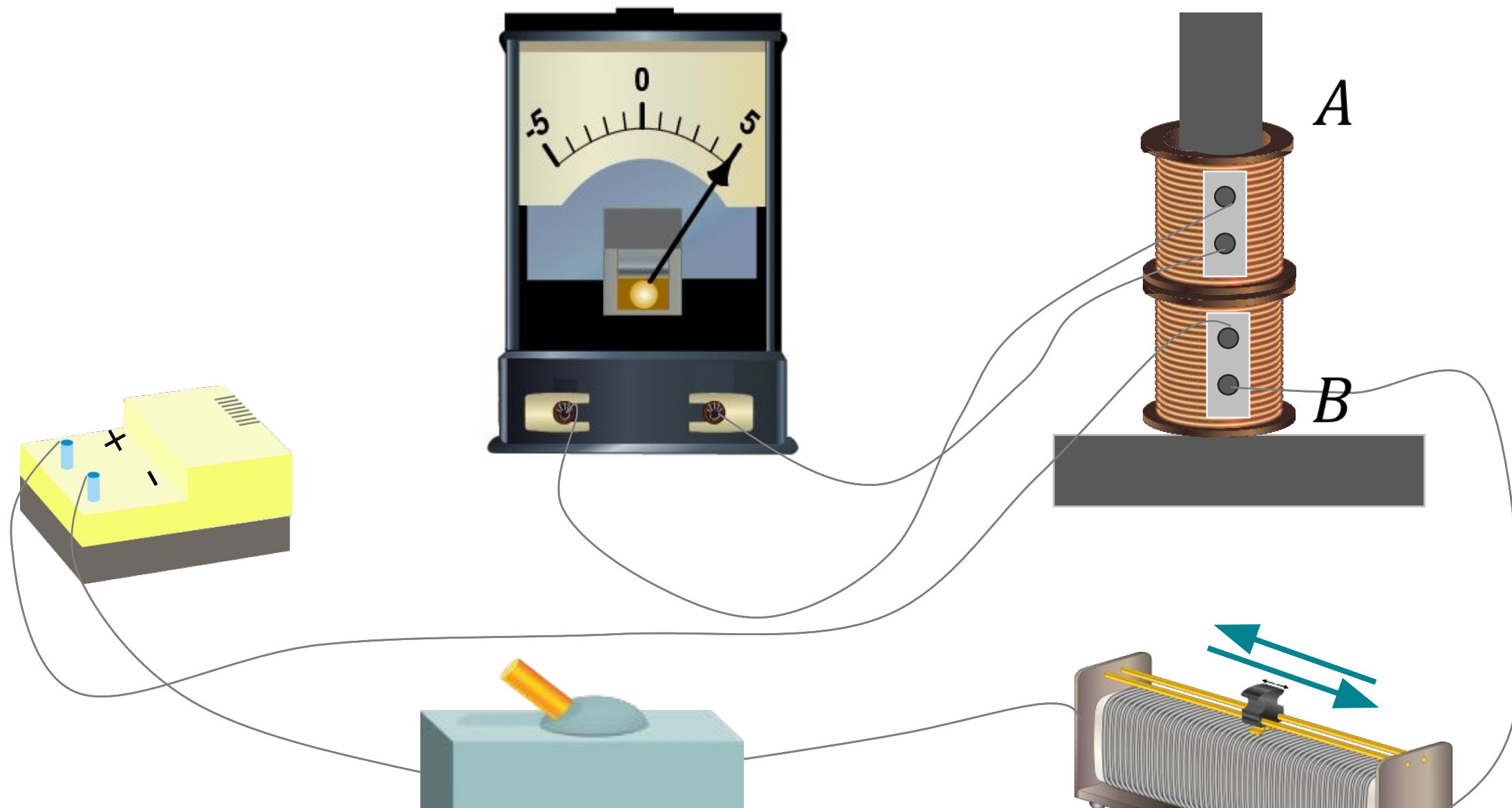
29 серпня 1831 р.  
одержав **електричний  
струм** за допомогою  
**магнітного поля**



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



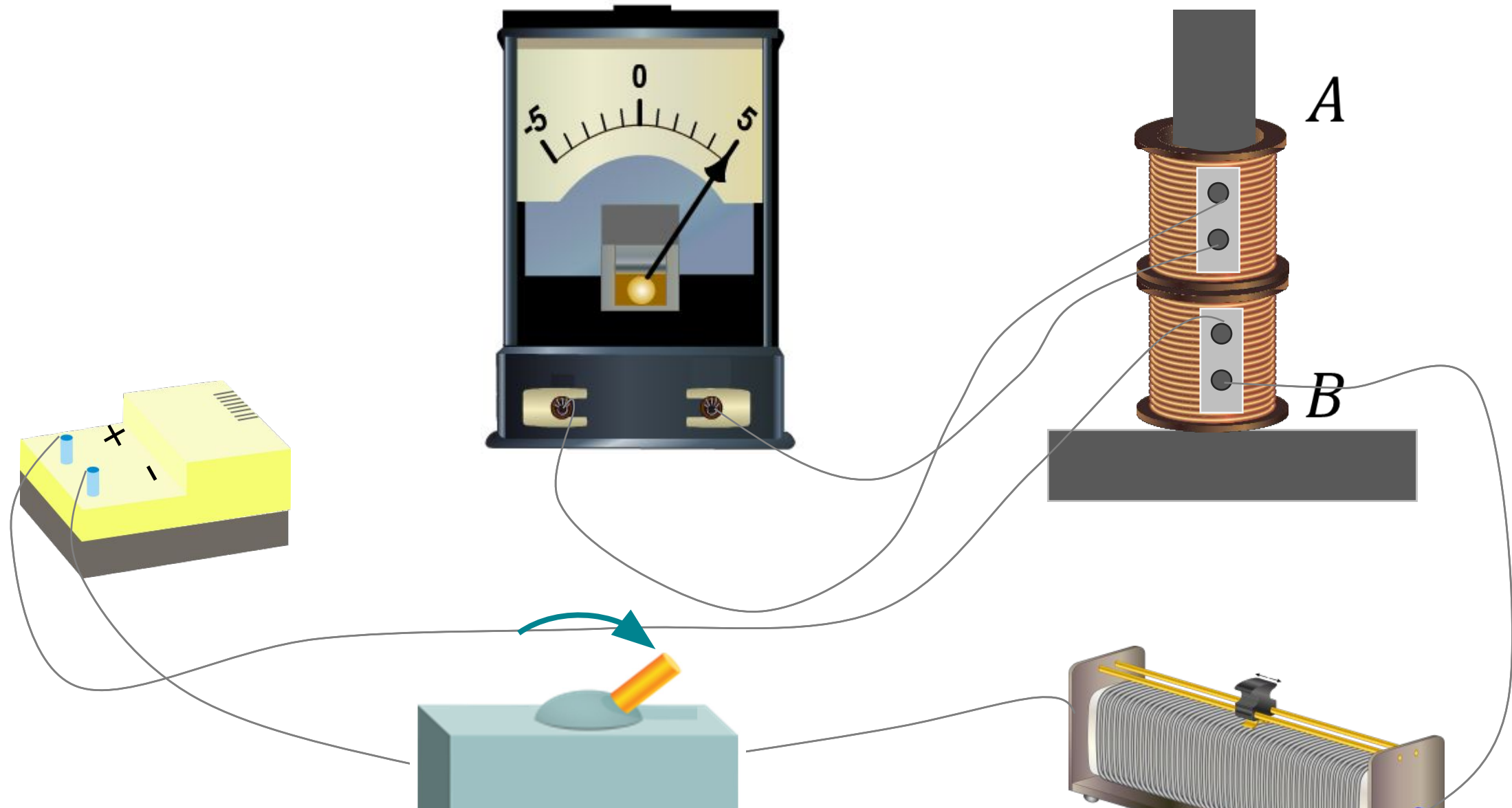
# Досліди Фарадея



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



# Досліди Фарадея

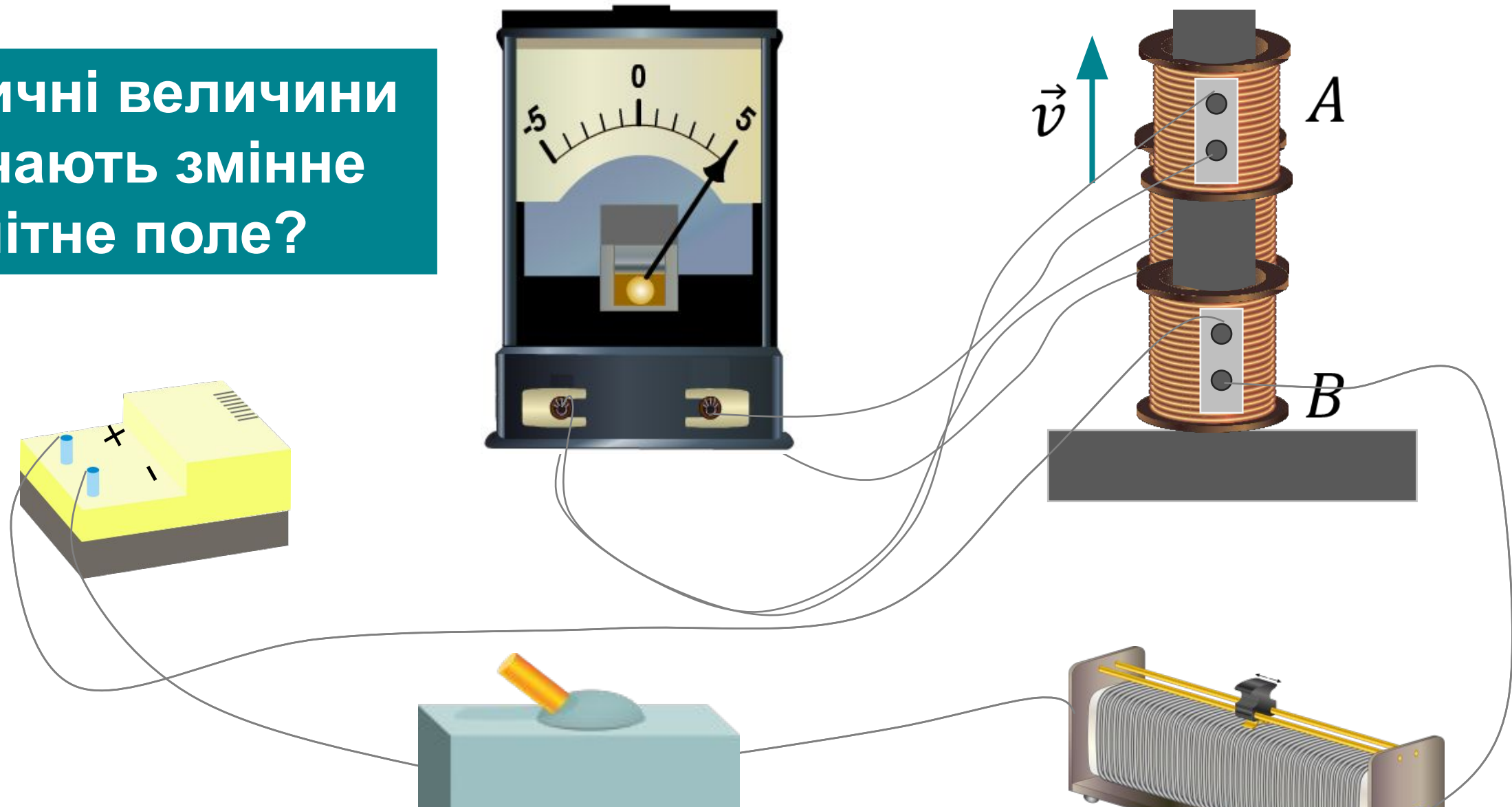


Струм у котушці *A* виникатиме у момент замикання або в момент розмикання кола котушки *B*



# Досліди Фарадея

Які фізичні величини визначають змінне магнітне поле?

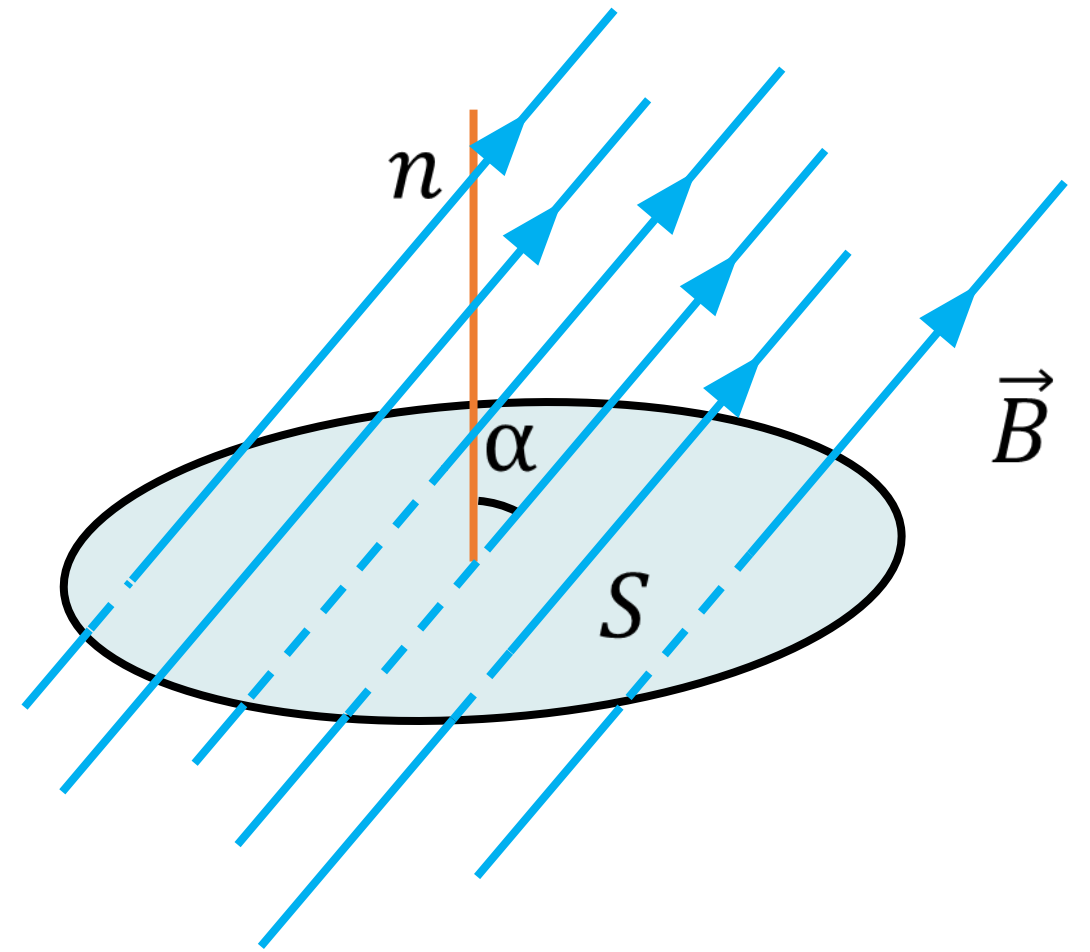


**Індукційний струм** – це струм, отриманий у замкненому провіднику внаслідок зміни зовнішнього магнітного поля



# Потік магнітної індукції

**Потік магнітної індукції (магнітний потік)  $\Phi$**  – 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  $\alpha$  між вектором магнітної індукції і нормаллю до поверхні



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

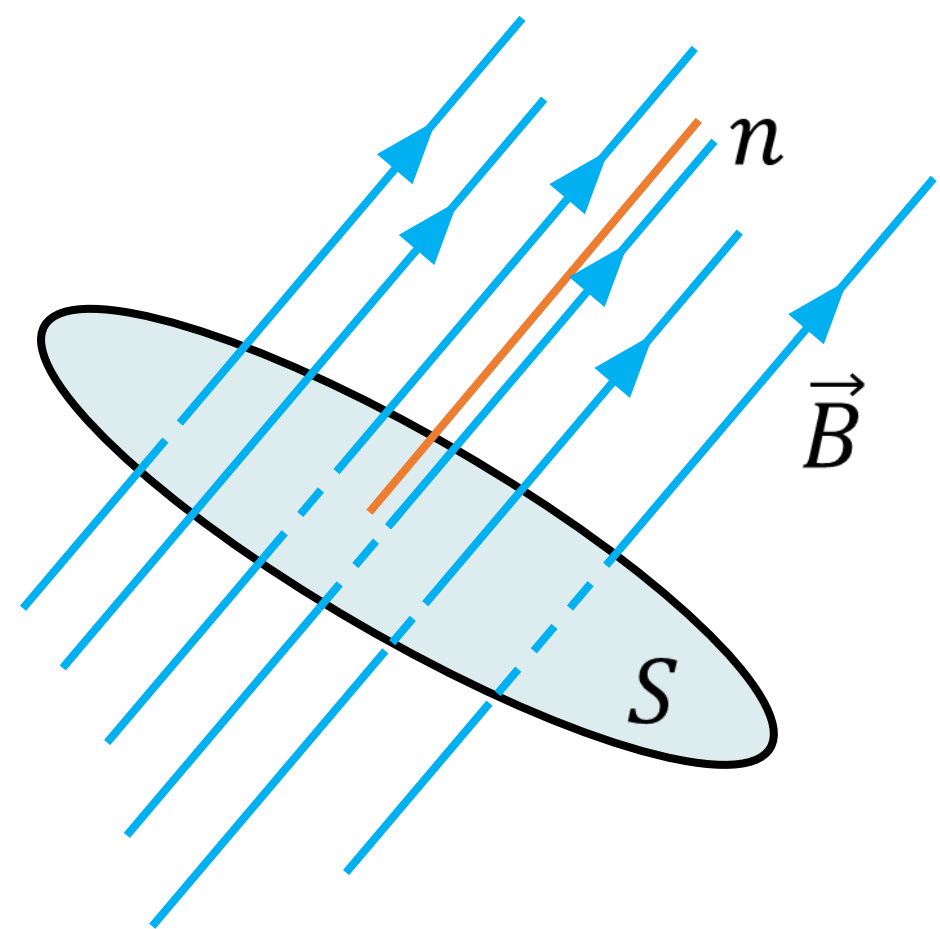
$$[\Phi] = 1 \text{ Вб}$$

вебер

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

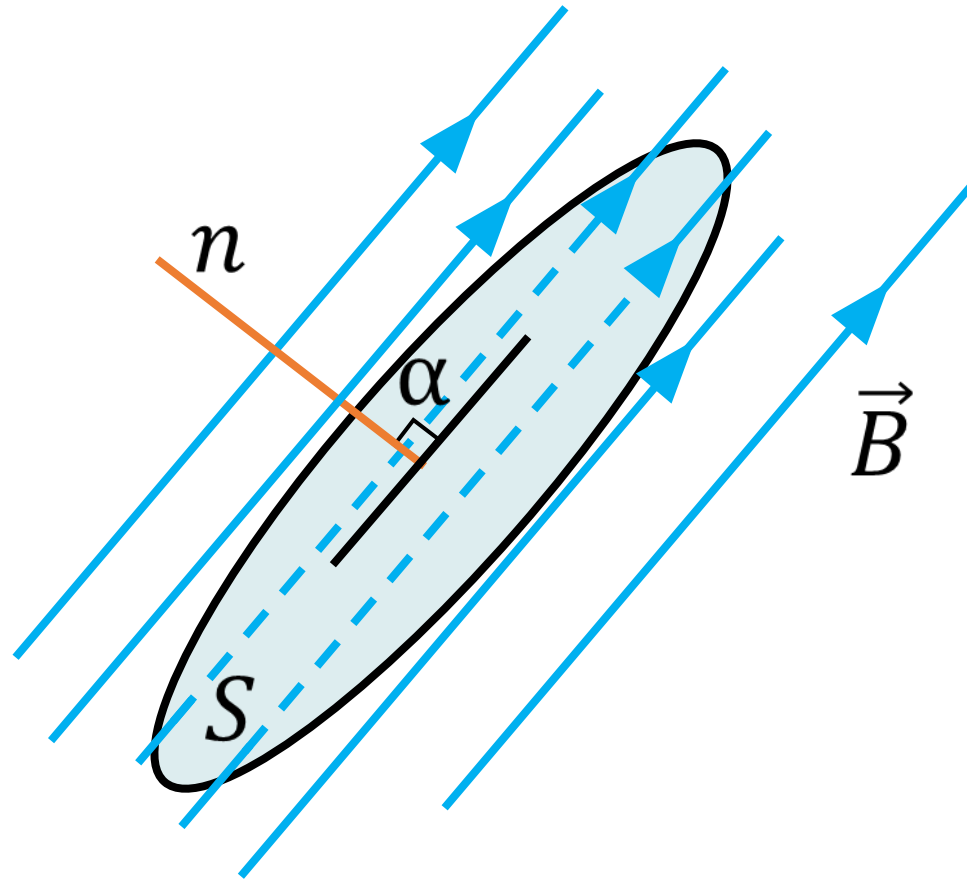


# Потік магнітної індукції



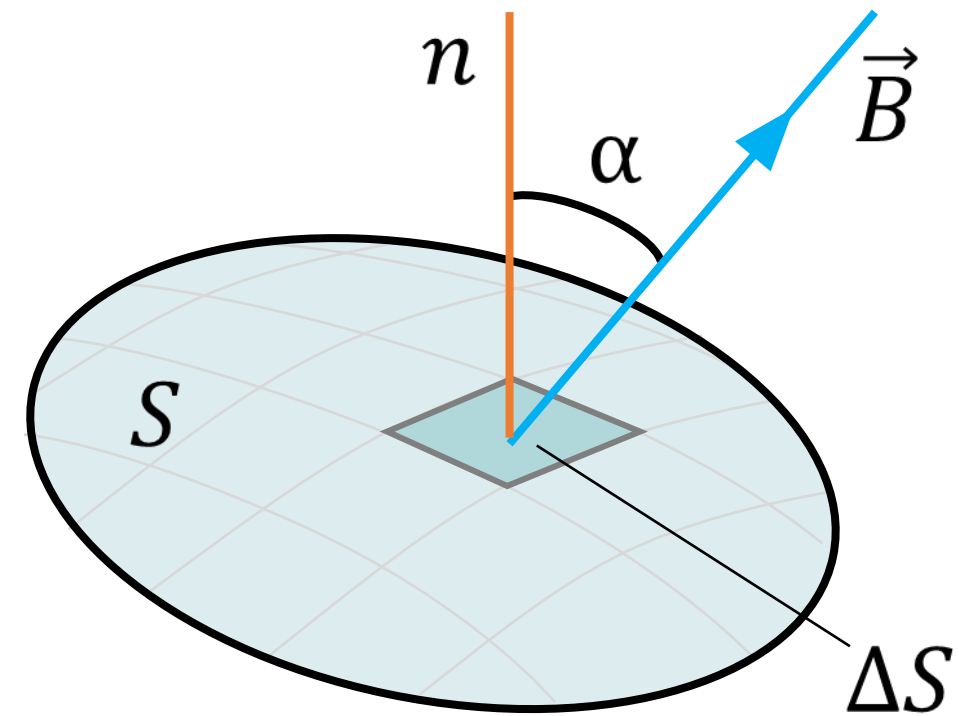
$$\alpha = 0$$

$$\Phi = BS$$



$$\alpha = 90^\circ$$

$$\Phi = 0$$



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

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?



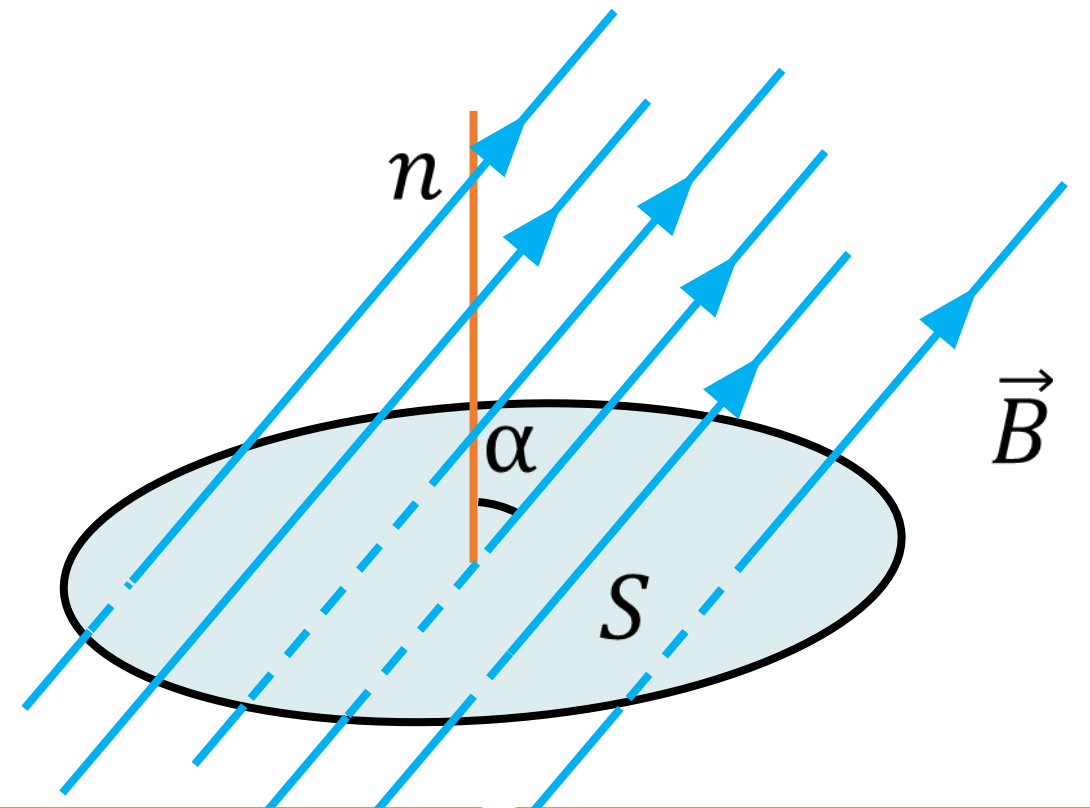
# Електрорушійна сила індукції (ЕРС індукції)

**Електрорушійна сила індукції (ЕРС індукції)  $\varepsilon_i$**  – 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

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

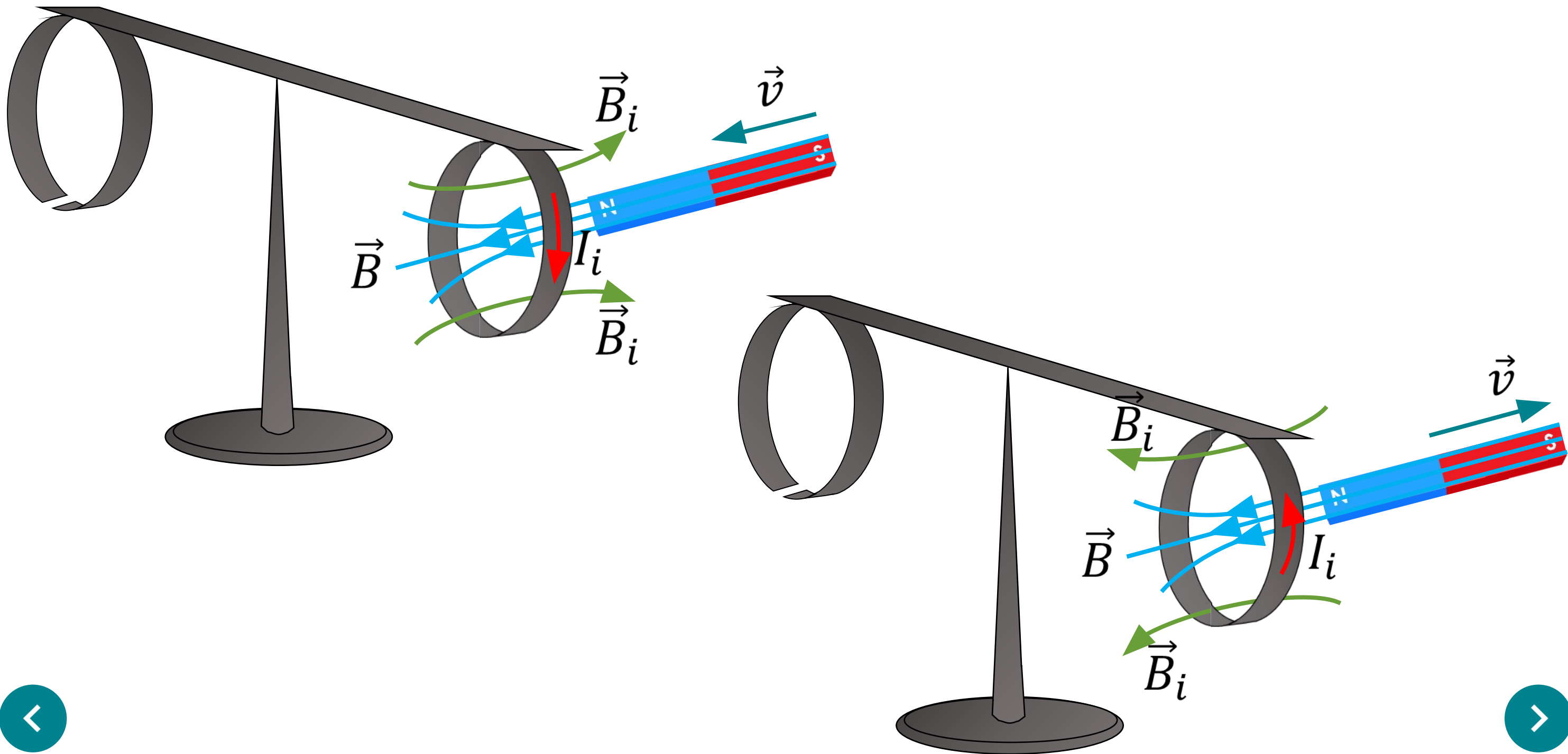
Контур містить  $N$  витків проводу



# Правило Ленца



# Правило Ленца



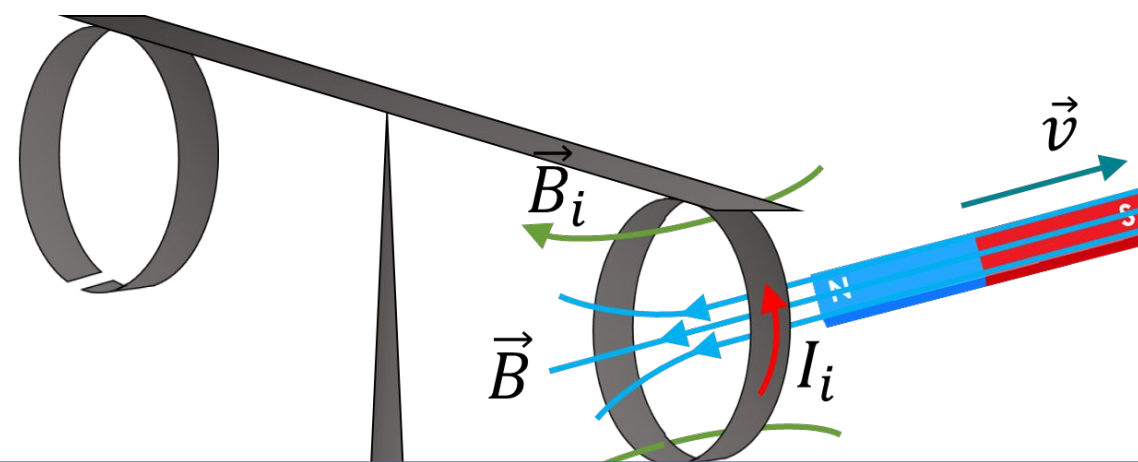
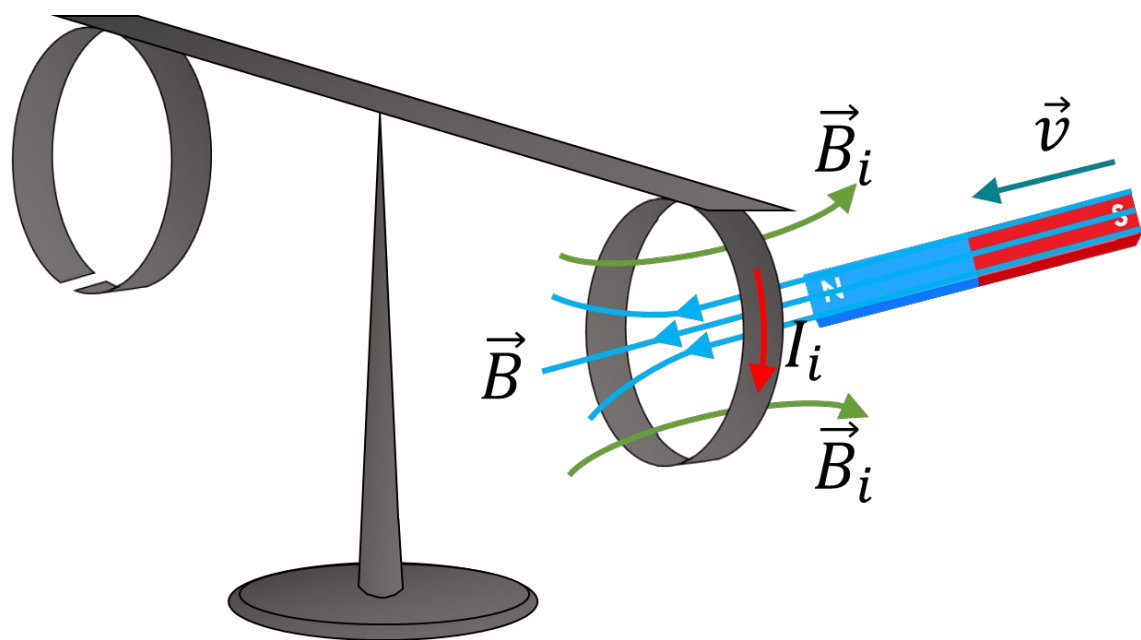
# Правило Ленца



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?



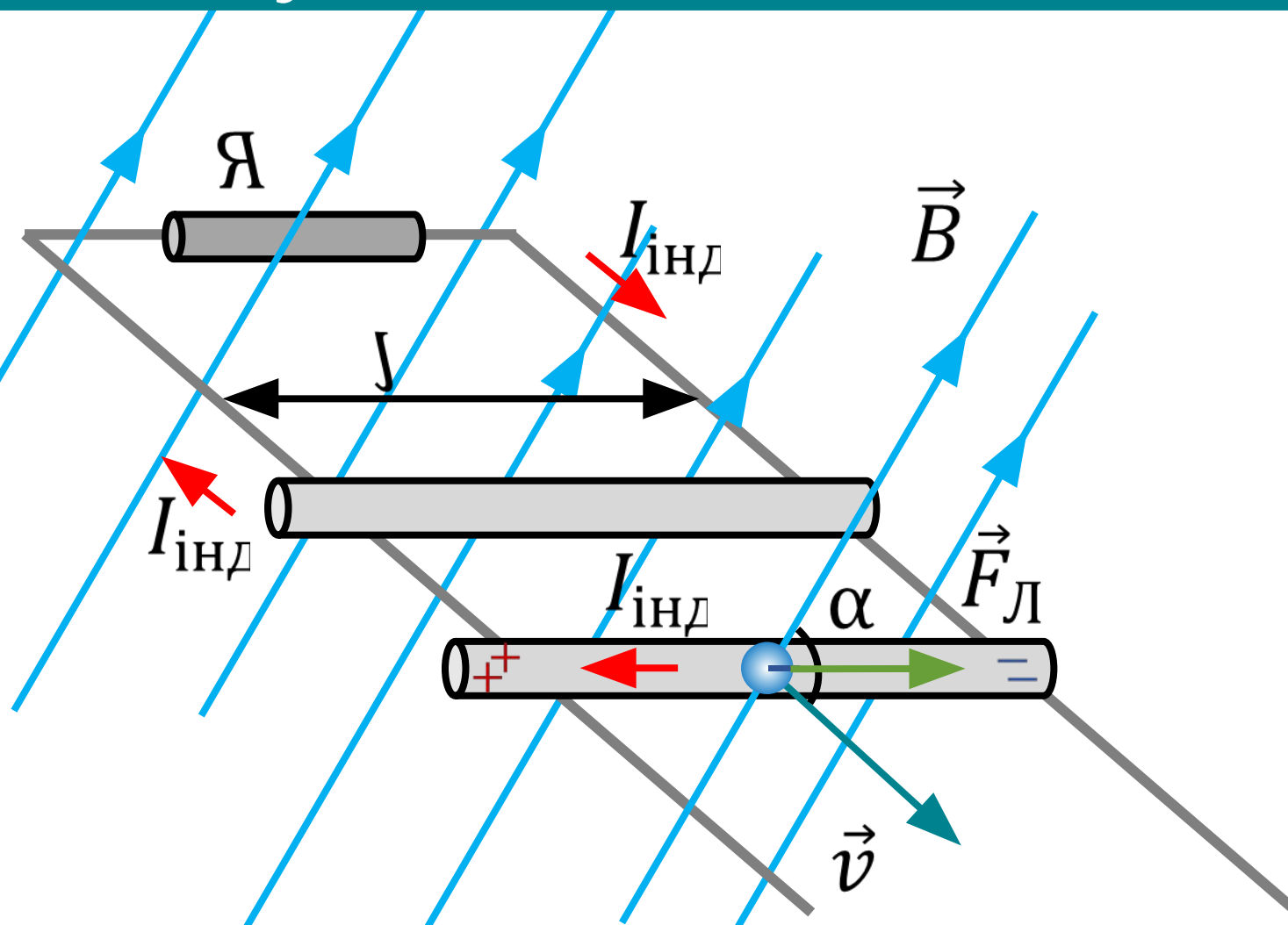
# Причини виникнення ЕРС індукції

## 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**



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

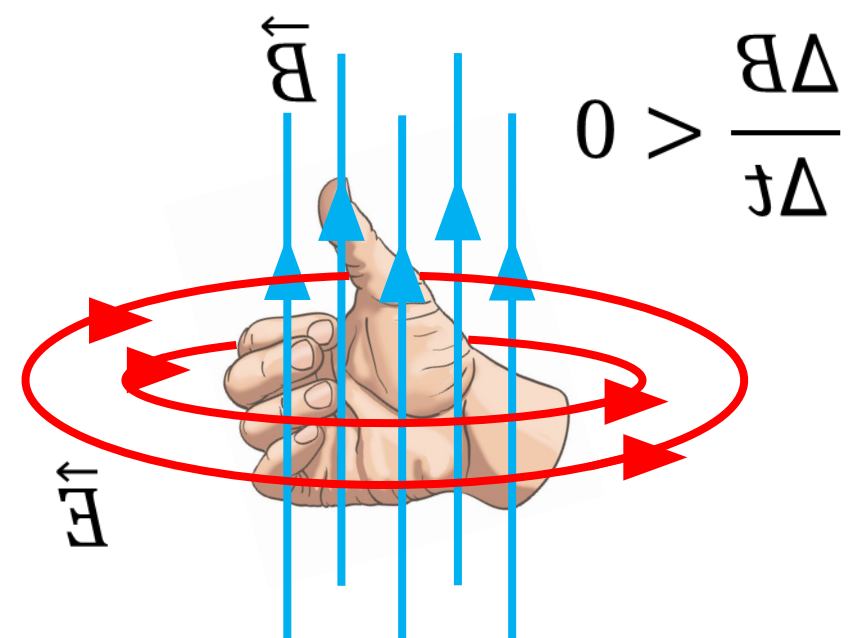
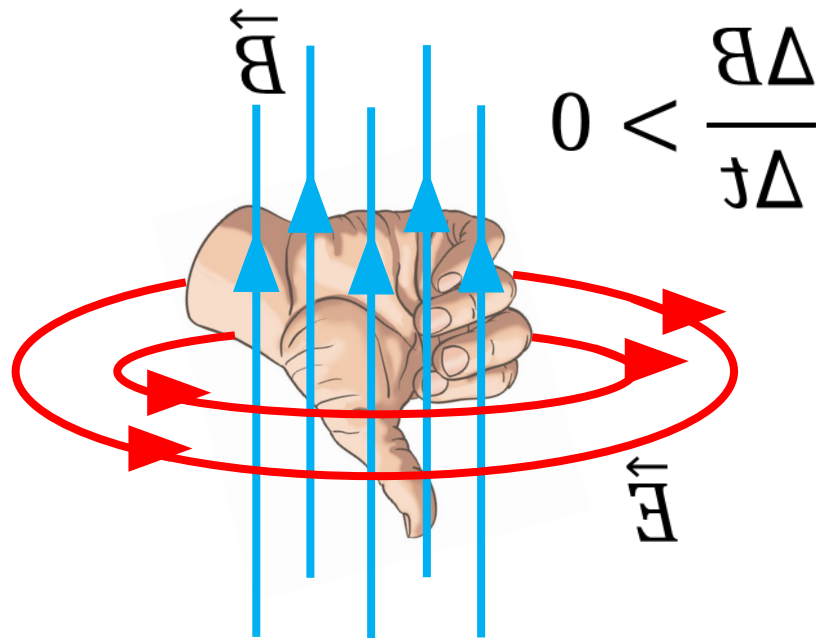
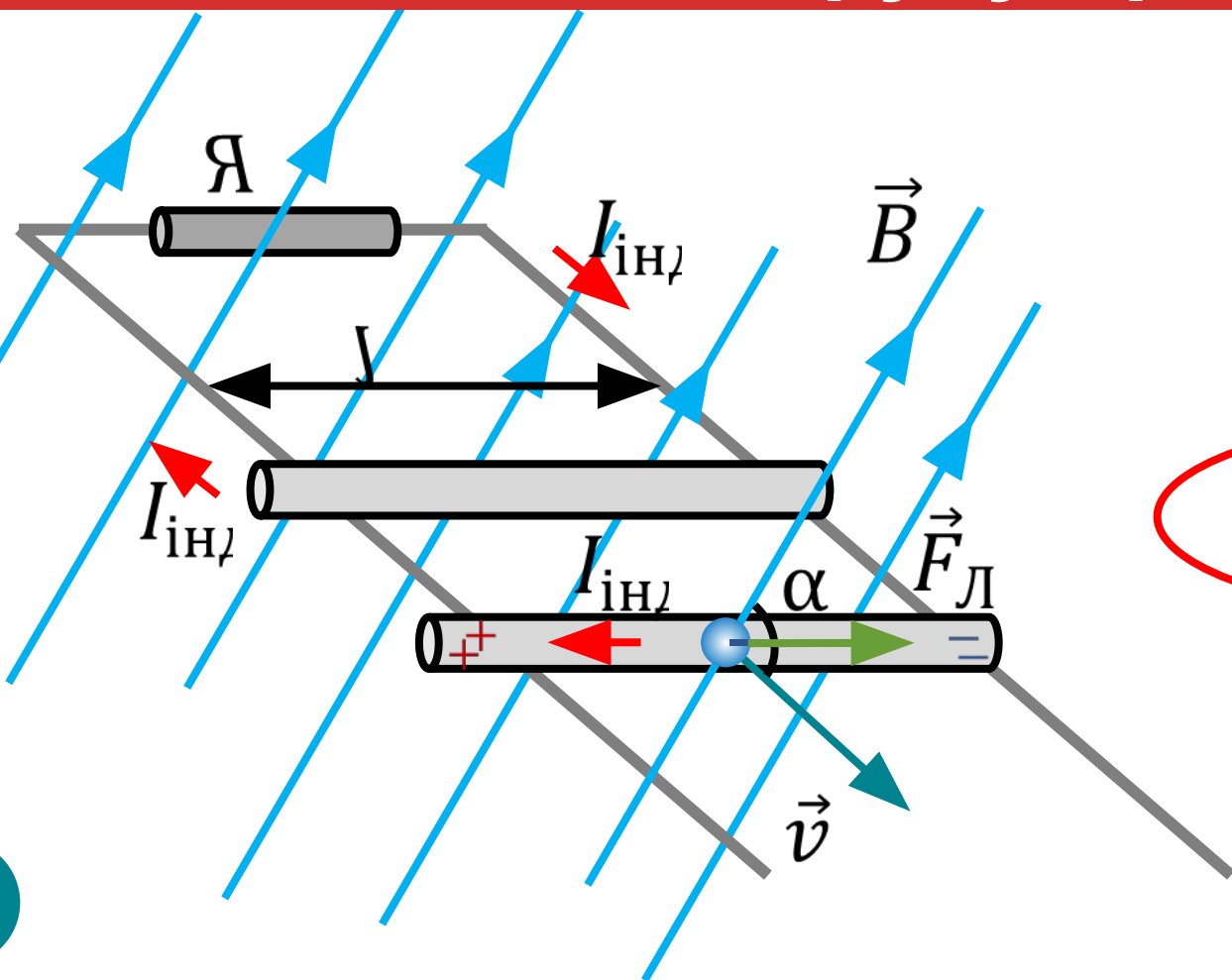
$$\varepsilon_i = \frac{A_{\text{СТ}}}{|q|}$$

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

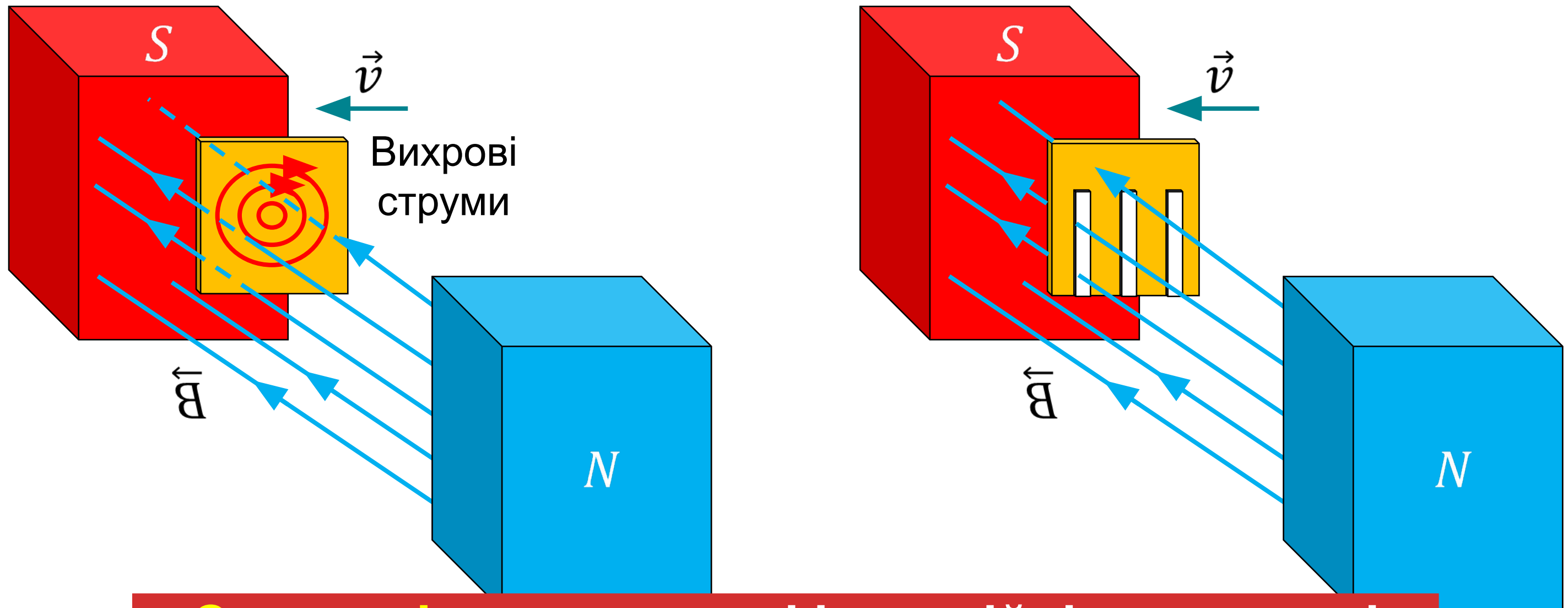


# Причини виникнення ЕРС індукції

**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

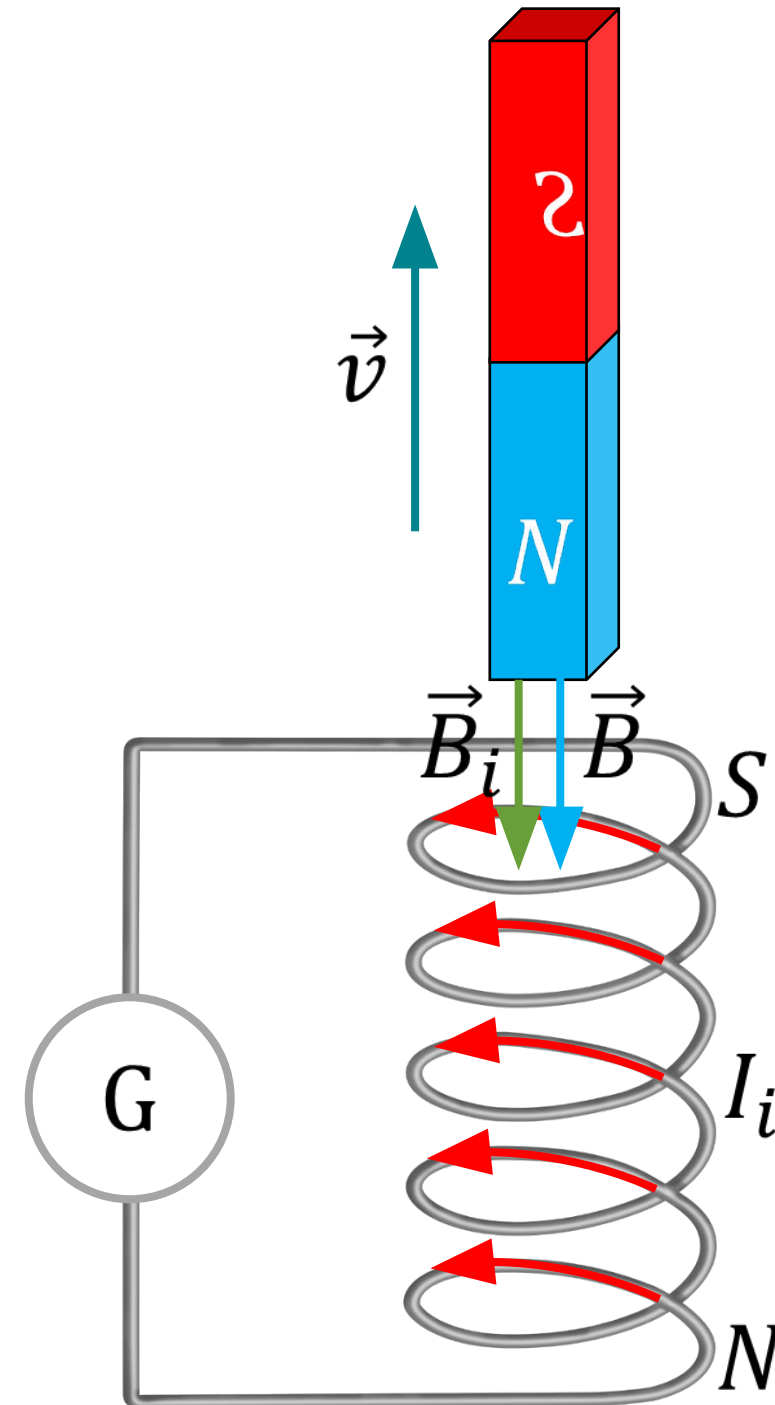


Приготування їжі



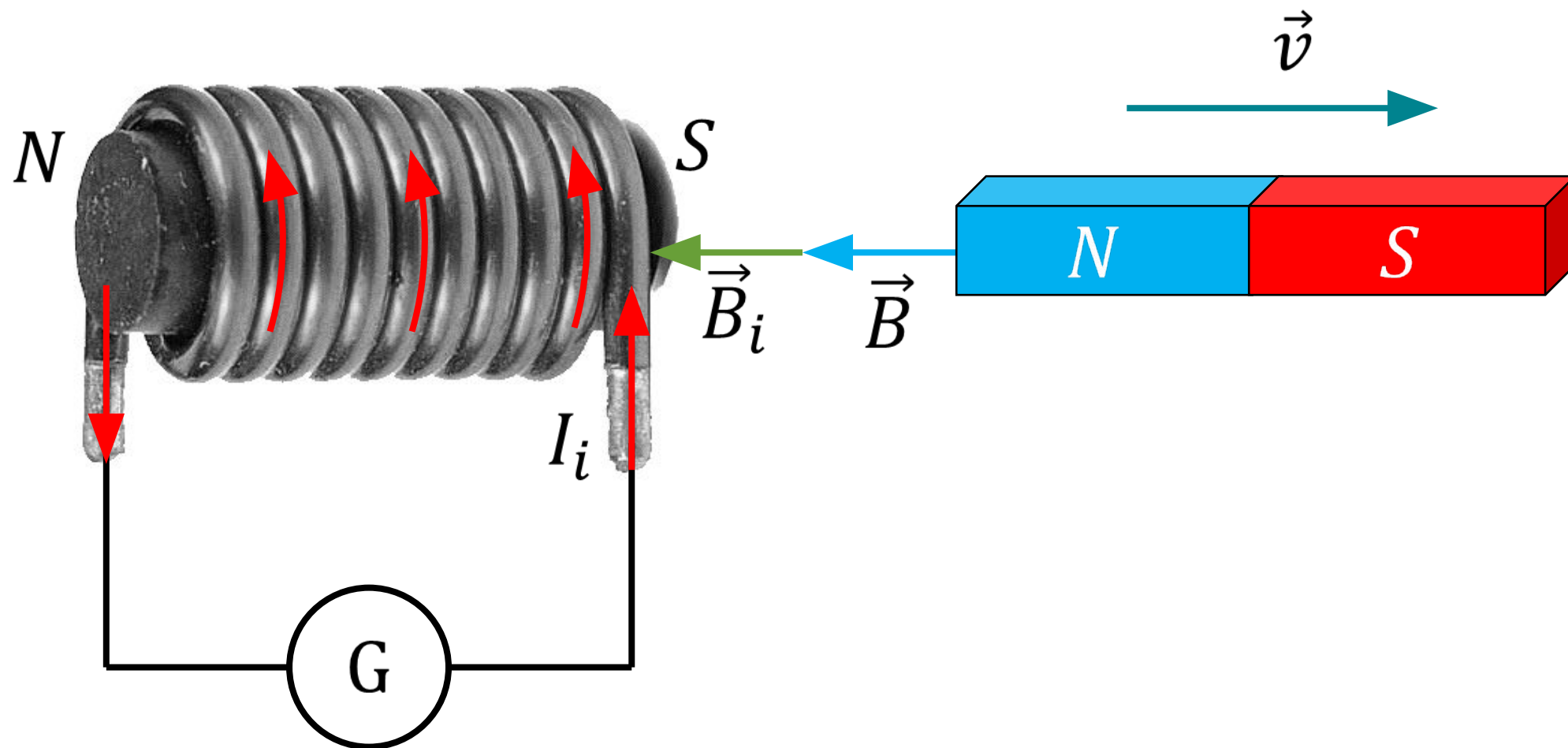
# Розв'язування задач

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



# Розв'язування задач

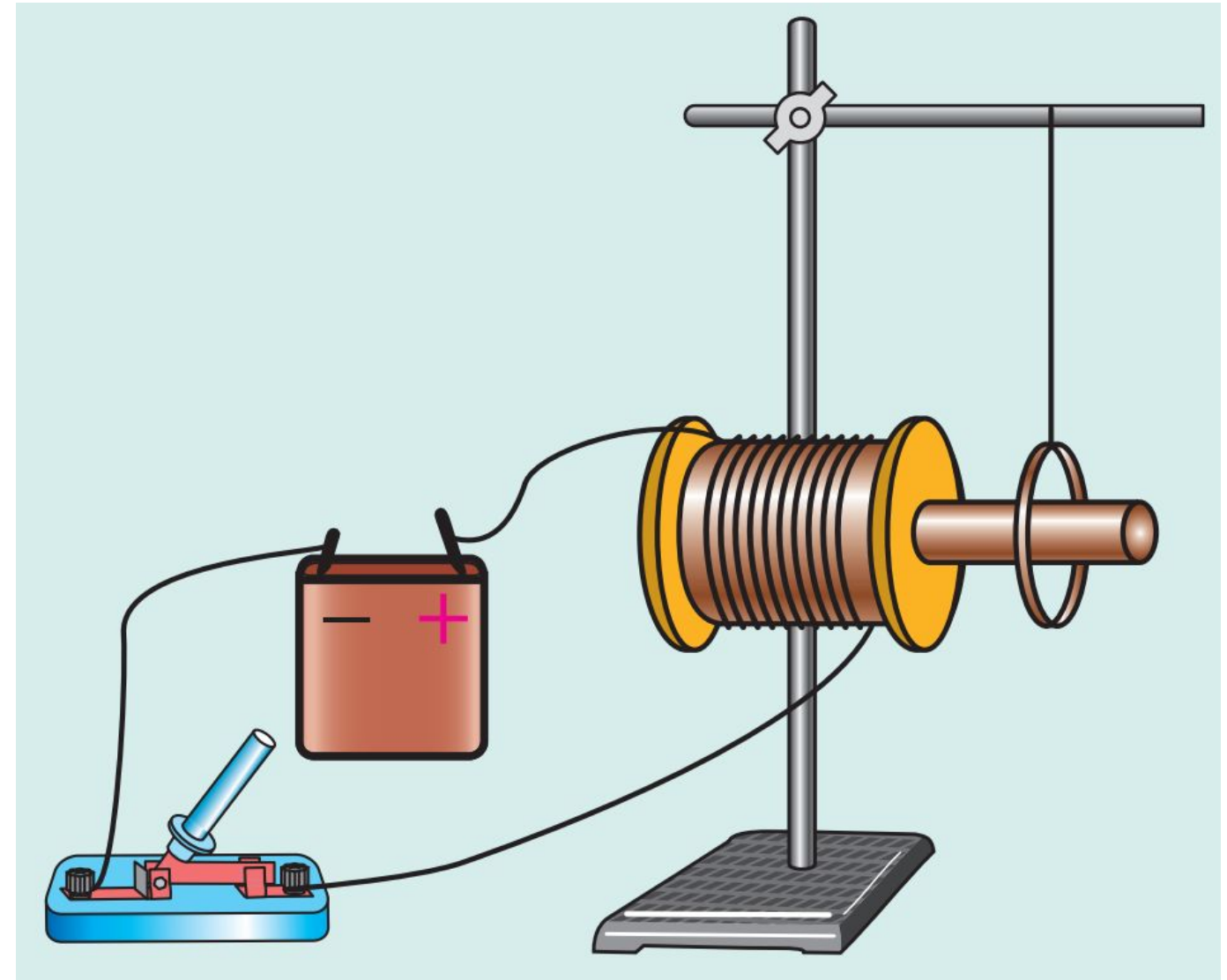
5. Визначте **напрямок індукційного струму** в обмотці електромагніту для випадку, зображеного на рисунку.



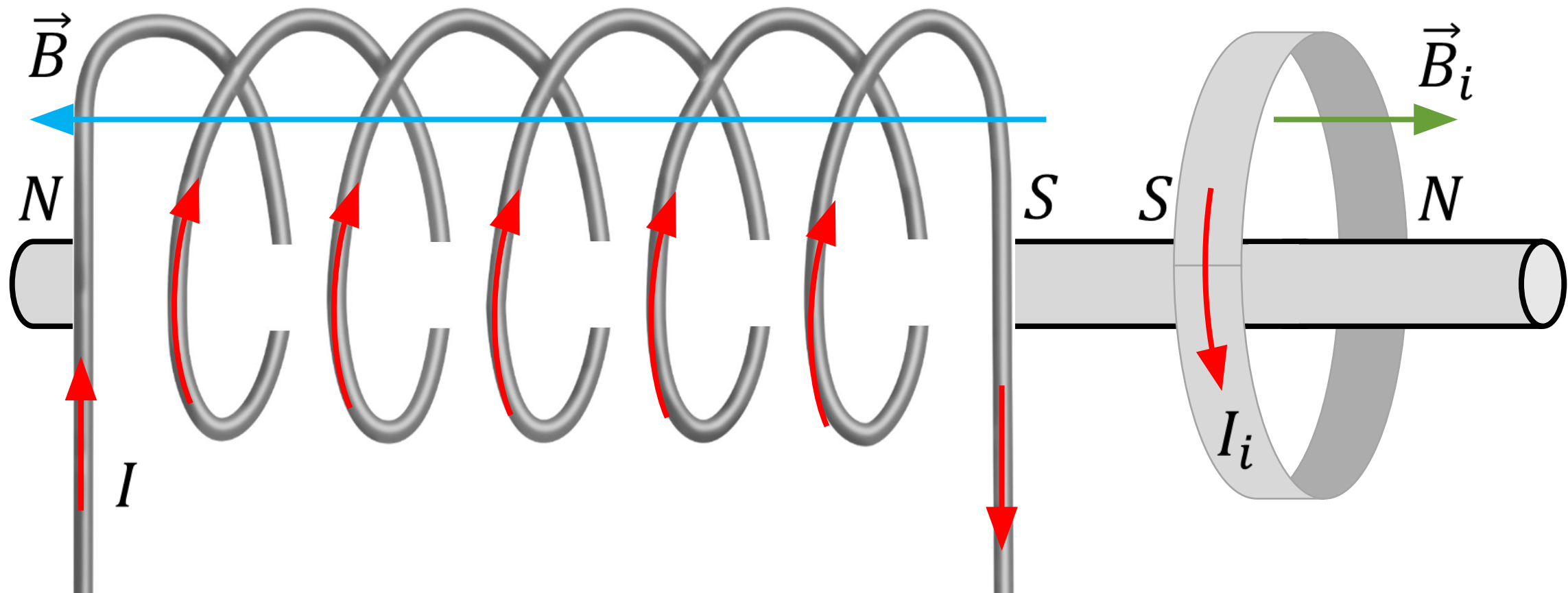
# Розв'язування задач

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

