

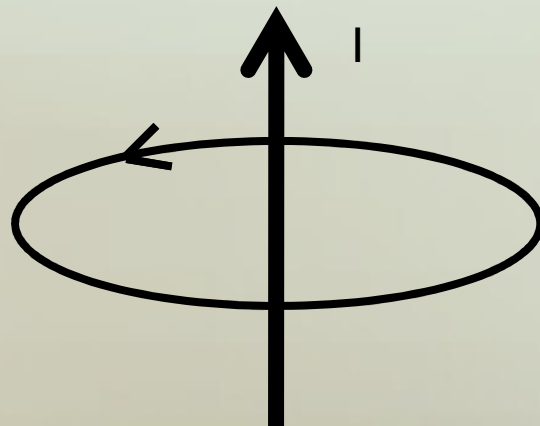
# Magnetické pole - stacionární

- magnetické pole, jehož charakteristické veličiny se s časem nemění
- kolem vodiče s elektrickým polem je magnetické pole

## Magnetické indukční čáry

Uzavřené orientované křivky, jejichž tečny mají v daném bodě směr podélné osy malé magnetky umístěné v tomto bodě  
Směr od jižního k severnímu pólu magnetky určuje orientaci magnetické indukční čáry.

Kolem přímého vodiče mají indukční čáry tvar soustředných kružnic.



# Ampérovo pravidlo pravé ruky

pro přímý vodič

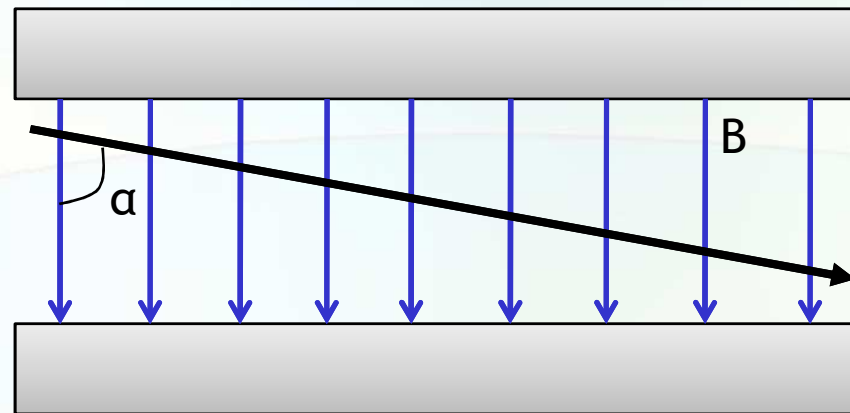
Uchopíme-li vodič do pravé ruky tak, aby palec ukazoval směr proudu ve vodiči, pak prsty ukazují orientaci magnetických indukčních čar.

# Ampérovo pravidlo pravé ruky

pro cívku

Položíme-li pravou ruku na cívku tak, aby prsty ukazovaly směr proudu v závitech cívky, ukazuje palec orientaci magnetických indukčních čar.

# Magnetická indukce



Uvažujeme vodič délky  $d$  v magnetickém poli. Vodičem prochází proud  $I$ . Magnetická síla  $F_m$ , která na vodič působí, je dána vztahem:

$$F_m = B \cdot I \cdot d \cdot \sin \alpha$$

Vektorová veličina  $B$ , která charakterizuje silové působení magnetického pole na vodič s proudem, se nazývá **magnetická indukce**.

V homogenním magnetickém poli je její velikost dána vztahem:

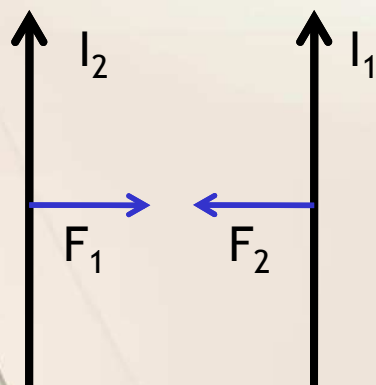
$$B = \frac{F_m}{I d \sin \alpha}$$

Jednotkou magnetické indukce je 1 tesla.

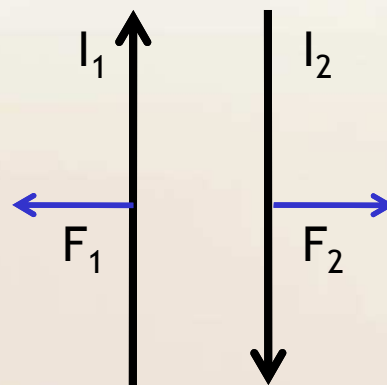
# Flemingovo pravidlo levé ruky

Položíme-li otevřenou ruku k vodiči tak, aby prsty ukazovaly směr proudu a indukční čáry vstupovaly do dlaně, ukazuje odtažený palec směr síly, kterou působí magnetické pole na vodič s proudem.

## Vzájemné silové působení vodičů s proudem



Souhlasný směr I



Opačný směr I

Dva rovnoběžné vodiče s proudem na sebe navzájem působí stejně velkými silami opačného směru (podle zákona akce a reakce). Velikost magnetické síly:

$$F_m = \frac{\mu}{2\pi} \frac{I_1 I_2 l}{d}$$

Z tohoto vztahu byl definován ampér.

# Částice s nábojem v magnetickém poli

Proud ve vodiči je tvořen nabitými částicemi (elektrony), na které rovnoměrně působí magnetické pole.

Magnetickou sílu lze považovat za výslednici sil, které působí na jednotlivé nosiče proudu.

Vyjdeme ze zjednodušeného modelu vodiče délky  $l$ , v němž je  $N$  volných elektronů.

Celkový náboj těchto elektronů je  $Q = -eN$ .

Předpokládejme, že tyto elektrony se ve vodiči pohybují rychlostí  $v$  ve směru vodiče a vzdálenost  $l$  urazí za dobu  $t = l/v$ .

Za tuto dobu tedy projde průřezem vodiče náboj  $Q$ , tomu odpovídá proud:

$$I = \frac{|Q|}{t} = \frac{Nev}{l}$$

# Magnetické vlastnosti látek

- **Diamagnetické látky** - *mírně zeslabují magnetické pole (zlato, měď, rtuť...)*
- **Paramagnetické látky** - *mírně zesilují magnetické pole (sodík, draslík, hliník...)*
- **Feromagnetické látky** - *značně zesilují magnetické pole (ocel...)*

Pro každou feromagnetickou látku existuje teplota, při jejímž překročení se feromagnetická látka stává paramagnetickou.

Tato teplota se nazývá:

**Curieova teplota**

# Magnetické materiály v technické praxi

- jádro cívek (cívka s takovým jádrem = elektromagnet)
- elektromagnetické relé - využití elektromagnetu v automatizaci
- magnetický záznam signálu - zvuková, obrazová, číslcová stopa
  - založeno na nanesení magnetické vrstvy na nosič (feromagnetika)
    - disketa
    - audiopáska
    - videopáska



# Magnetické pole - nestacionární

- magnetické pole, jehož charakteristické veličiny se s časem mění a zdrojem může být:
  - ✓ nepohybující se vodič s časově proměnným proudem
  - ✓ pohybující se vodič s proudem (konstantním nebo časově proměnným)
  - ✓ pohybující se permanentní magnet nebo elektromagnet
- děje elektrického a magnetického pole nejsou oddělené, toto jediné pole nazýváme **elektromagnetické**

## Elektromagnetická indukce

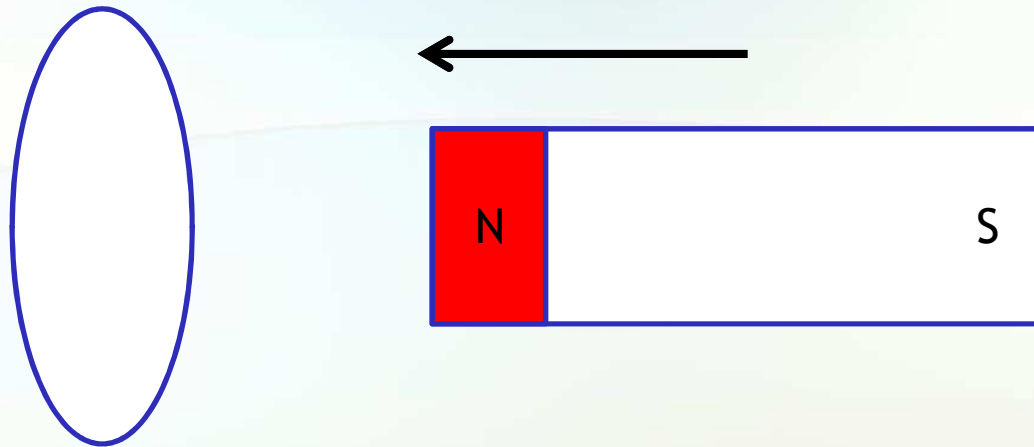
Nestacionární magnetické pole je příčinou vzniku **indukovaného elektrického pole**. Tento jev nazýváme **elektromagnetická indukce**.

Mezi konci vodiče v nestacionárním magnetickém poli je indukované elektromotorické napětí a uzavřeným obvodem prochází indukovaný proud.

Směr od jižního k severnímu pólu magnetky určuje orientaci magnetické indukční čáry. Kolem přímého vodiče mají indukční čáry tvar soustředných kružnic.



# Elektromagnetická indukce



Př.:  
Budeme-li měnit magnetické pole v okolí vodivého závitu; závitem bude procházet proud.

# Faradayův zákon

Indukované elektromotorické napětí  $U_i$  je rovno záporně vzaté časové změně magnetického indukčního toku.

$$U_i = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

## Indukovaný proud

Vznik indukovaného napětí má v uzavřeném obvodu za příčinu vznik indukovaného proudu. Je-li  $R$  odpor obvodu, platí:

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