

# Magnetické pole

## (Magnetické pole a jeho charakteristiky, magnetická indukční čára, magnetická indukce, zákony magnetismu, magnetické pole vodičů s proudem, látky v magnetickém poli, magnetická hysterese, magnetické materiály v praxi.)

### 1) Magnetické pole

- magnetické pole (vzniká kolem permanentních magnetů a vodičů s elektrickým proudem)
- magnetická indukční čára (prostorově orientovaná křivka, jejíž tečna v daném bodě má směr osy magnetky, která je umístěná v tomto bodě; uzavřené křivky, neprotínají se; vně magnetu orientovány od severního pólu k jižnímu)
- Ampérovo pravidlo pravé ruky pro přímý vodič (palec ukazuje dohodnutý směr proudu ve vodiči, prsty orientaci magnetických indukčních čar)
- Ampérovo pravidlo pravé ruky pro cívku (prsty ukazují dohodnutý směr proudu v závitěch, palec ukazuje orientaci magnetických indukčních čar)
- magnetická síla (působí na přímý vodič v magnetickém poli),  $F_m = BIl \sin \alpha$ , kde  $\alpha$ ...úhel mezi vodičem a magnetickými indukčními čarami
- magnetická indukce (vektorová veličina, popisuje sílu magnetického pole,  $B = \frac{F_m}{Il \sin \alpha}$ ,  $[B] = T$ )
- Flemingovo pravidlo levé ruky (prsty ukazují směr proudu, indukční čáry vstupují do dlaně, palec ukazuje směr síly, kterou působí magnetické pole na vodič s proudem)
- Ampérův zákon: Dva rovnoběžné vodiče s proudem, jejichž vzdálenost je mnohem menší než jejich délka, na sebe působí silou  $F = \frac{\mu}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{d} l$ , kde  $\mu = \mu_0 \mu_r$ ,  $\mu_0$ ...permeabilita vakua  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$
- magnetická indukce v okolí vodiče s proudem  $B = \frac{\mu I}{2\pi d}$ , kruhová smyčka  $B = \mu \frac{NI}{2r}$ , solenoid  $B = \mu \frac{NI}{l}$
- síla působící na částici v magnetickém poli  $F_m = Bev \sin \alpha$ , je-li kolmo k indukčním čarám  $F_m = Bev$
- atomový hmotnostní spektrograf,  $F_m = F_e \rightarrow v = \frac{E}{B}$ ,  $F_m = F_d \rightarrow r = \frac{mv}{BQ}$
- Hallův jev (měření velikosti mag. indukce; destička, volné náboje se působením mag. pole přemísťují k boční stěně)
- Lorentzova síla (působí na částici, je-li současně v magnetickém i elektrickém poli),  $\vec{F}_L = \vec{F}_e + \vec{F}_m$

### 2) Látky v magnetickém poli

- diamagnetické látky (z diamagnetických atomů, mírně zeslabují mag. pole, např. inertní plyny, zlato, měď;  $\mu_r < 1$ )
- paramagnetické látky (z paramagnetických atomů, mírně zesilují mag. pole, např. sodík, draslík, hliník;  $\mu_r > 1$ )
- feromagnetické látky (z paramagnetických atomů – jinak uspořádaných, silně zesiluje mag. pole, např. ocel, permalloy;  $\mu_r \approx 100 - 100000$ )
- magnetické domény (mikroskopické zmagnetované oblasti, orientovány nahodile; působením vnějšího mag. pole se domény orientují souhlasně, až struktura vymizí – látka je mag. nasycena)
- magnetické kvantové číslo (proudová smyčka kolem jádra rotací elektronů, pole zruší nebo zesílí)

### 3) Magnetická hysterese

- nezmagetované jádro, cívku začne procházet proud; jádro se magnetuje až do stavu, kdy je magneticky nasyceno
- přerušení proudu, jádro zůstává částečně zmagnetováno – remanentní magnetická indukce  $B_r$
- dělení materiálů na základě remanentní magnetické indukce
  - magneticky měkké (po opuštění magnetického pole se odmagnetují, nižší  $B_r$ ; využití: elektromagnety, jádra transformátorů)
  - magneticky tvrdé (po opuštění magnetického pole zůstanou magnetem, vyšší  $B_r$ ; využití: záznamová média)
- obsah hysterese smyčky (udává velikost práce potřebnou k přemagnetování jádra)
- využití magnetizmu: relé, elmag. přerušovač