

17) Stacionárního magnetické pole

- Magnetické pole = prostor, ve kterém působí magnetické síly
- Magnetické pole je neoddělitelnou součástí elektromagnetického pole
- Na zeměpisném severu je jižní pól magnetického pole a na jihu severní

STACIONÁRNÍ MAGNETICKÉ POLE

- **Časově neměnné magnetické pole** (na jednom místě)
- Vzniká: nepohybujícím se magnetem, nepohybujícím se vodičem s konstantním proudem
- Magnetické indukční čáry = grafické znázornění magnetického pole
- Indukční čáry mají směr od severního k jižnímu pólu magnetky
- Magnetické indukční čáry by se daly zviditelnit například rozsypanými železnými pilinami nebo malými magnetickými střílkami
mag. pole: indukční čáry X el. pole: siločáry

MAGNETICKÉ POLE PŘÍMÉHO VODIČE S PROUDEM

- Tvar soustředných kružnic, jejichž středy tvoří procházející vodič
- V rovině kolmé k vodiči
- Orientace závisí na směru proudu
- Určení směru pomocí **Ampérova pravidla pravé ruky:**
- **Naznačíme-li uchopení vodiče do pravé ruky tak, aby palec ukazoval dohodnutý směr proudu ve vodiči (od + k -) prsty pak ukazují orientaci magnetických indukčních čar.**
- Velikost mag. indukce B ve vzdálenosti d od přímého vodiče, kterým protéká proud I:

$$B = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I}{d}$$

$$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$$

μ [mí]	permeabilita prostředí
μ_0	permeabilita vakua = $1.26 \cdot 10^{-6}$ N/A ²
μ_r	relativní permeabilita – jak se na zesílení/zeslabení silových účinků mag. pole vzhledem k vakuu podílí izotropní prostředí

Křížek – do nákresny (dovnitř) → pomůcka: jako šíp

Tečka – z nákresny (ven) → pomůcka: vidím tečku šípů

STACIONÁRNÍ MAGNETICKÉ POLE CÍVKY

- **Cívka = vodič namotaný na nevodivé dutině**
- **Solenoid**
 - Ideální model cívky
 - Cívka s velkým počtem závit, jejíž průměr je mnohem menší než její délka
 - Uvnitř jsou magnetické indukční čáry rovnoběžné s jeho osou → uvnitř vzniká homogenní pole (= stejný směr a velikost)
 - Velikost **mag. pole uvnitř** solenoidu ve vakuu:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l}$$

I	proud protékající cívkou
N	počet závitů cívky
l	délka cívky

- Okolo cívky vypadá magnetické pole jako pole magnetu
- Dohodnutý směr proudu je od + k -, uvnitř cívky je to ale od - k +
- Orientaci magnetických indukčních čar určíme pomocí **Ampérova pravidla pravé ruky:**

*Položíme-li pravou ruku na cívku tak, že pokrčené **prsty** ukazují dohodnutý **směr proudu**, pak **palec** ukazuje orientaci indukčních čar = **polohu severního pólu**.*

MAGNETICKÁ SÍLA F_m

- Nachází-li se v mag. poli vodič, kterým protéká proud, působí na něj mag. síla $F_m \rightarrow$:

$$F_m = B I l \sin(\alpha)$$

- Je-li přímý vodič umístěný kolmo na mag. indukční čáry, pak velikost mag. síly je:

$$F_m = B I l$$

B	mag. indukce
I	velikost proudu protékající vodičem
L	délka vodiče

MAGNETICKÁ INDUKCE $B \rightarrow$

- Vektorová veličina
- Jednotka: T (tesla)
- Charakterizuje mag. pole a vyjadřuje jeho silové účinky mag. pole na pohybující se el. náboje

FLEMINGOVO PRAVIDLO LEVÉ RUKY PRO SMĚR SÍLY

- Vektor B je kolmý jak ke směru proudu, tak ke směru magnetické síly F_m
*Položíme-li otevřenou levou ruku k přímému vodiči tak, aby **prsty** ukazovaly dohodnutý **směr proudu** (od + k -) a **indukční čáry** magnetu vstupovaly **do dlaně**, ukazuje odtažený **palec směr síly**, kterou působí magnetické pole na vodič s proudem.*

ROVNOBĚŽNÉ VODIČE S PROUDEM

- Nachází-li se rovnoběžně vedle sebe 2 velmi dlouhé tenké vodiče s proudem, působí na sebe navzájem přitažlivou/odpudivou mag. silou $F_m \rightarrow$
 - Rovnoběžnými vodiči protéká **proud stejným směrem** \rightarrow vodiče **se přitahují**
 - Rovnoběžnými vodiči protéká **proud opačným směrem** \rightarrow vodiče **se odpuzují**

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

I_1, I_2	proudy vodičů
d	vzdálenost od vodiče

ČÁSTICE S NÁBOJEM V MAG. POLI

- V mag. poli o indukci $B \rightarrow$ se pohybuje částice s nábojem Q rychlostí $v \rightarrow$:

$$F_m = |Q| \cdot v \cdot B \cdot \sin(\alpha)$$

- Vylétají-li elektrony ze zdroje rychlostí kolmo k indukčním čarám, na elektrony působí magnetická síla, která zakřivuje jejich trajektorii, po níž se elektrony pohybují \rightarrow výsledkem je pohyb elektronu po kružnicové trajektorii
- Magnetická síla působí jako dostředivá

$$Q \cdot v \cdot B \cdot \sin(90) = \frac{mv^2}{r} \quad \rightarrow \quad Q \cdot B = \frac{mv}{r} \quad \rightarrow \quad r = \frac{m \cdot v}{B \cdot Q}$$

- Pohybuje-li se částice současně v magnetickém i elektrickém poli, působí na ní jak síla elektrická i magnetická \rightarrow jejich vektorový součet = Lorentzova síla
- Využití: k řízení pohybu elektronového paprsku v obrazovce

MAGNETICKÉ VLASTNOSTI LÁTEK

- Elektrony v atomech vytvářejí elementární magnetická pole, která se skládají a vytvářejí výsledné magnetické pole atomu
- Podle uspořádání elektronů v atomu dělíme magnetické látky do tří skupin:
 - **Diamagnetické**
 - Skládají se z diamagnetických atomů
 - $\mu_r < 1$
 - **Mírně zeslabují magnetické pole**
 - Slabě se odpuzují z mag. pole
 - Voda, zlato, měď, rtuť...
 - **Paramagnetické látky**
 - Složeny z paramagnetických atomů
 - $\mu_r > 1$
 - **Mírně zesilují magnetické pole**
 - Slabě se přitahují do mag. pole
 - Vzduch, sodík, hliník...
 - **Feromagnetické látky**
 - Složeny z vhodně uspořádaných paramagnetických atomů
 - $\mu_r \gg 1$
 - **Výrazně zesilují magnetické pole**
 - Silně se přitahují do mag. pole
 - Železo, kobalt, nikl (kapaliny a plynu feromagnetické být nemohou)
 - Dělení:
 - Magneticky tvrdé – zůstávají magnetem i po zániku vnějšího pole
 - Magneticky měkké – ztrácejí vlastnost magnetu po zániku mag. pole
 - Využití: základ jader pro elektromagnety (\rightarrow elektromotory, magnetofony, videopřehrávače, pevné disky počítačů, reproduktory)
- Při **Curieově teplotě** látka ztrácí vlastnosti feromagnetika a přechází v paramagnetikum