

**Otázka:** Stacionární magnetické pole

**Předmět:** Fyzika

**Přidal(a):** Michaela H

## Stacionární magnetické pole

- Magnetické pole je druh **silového pole**, které vytváří vodič s proudem, je to prostor, na který působí **magnetické síly**
- Magnetické pole je neoddělitelnou součástí elektromagnetického pole
- Projevuje se **silovými magnetickými účinky**
- **Stacionární mag. pole** = charakteristické veličiny pro magnetické pole se **nemění s časem**
- Stacionární (časově neproměnné) magnetické pole **vzniká**:
  - **rovnoměrným přímočarým pohybem** elektrického náboje
  - **nepohybujícím** se vodičem s konstantním proudem
  - **nepohybujícím** se magnetem

## Magnetické pole

- Kolem magnetu existuje **magnetické pole**, které ovlivňuje např. ocelové předměty – ty jsou k magnetu přitahovány **magnetickou silou**
- Existenci magnetického pole prokážeme **magnetkou** – **permanentní** (trvale zmagnetován) **magnet** tvaru kosočtverce, který se může volně otáčet, má dva póly: **N a S** (z angličtiny), severní pól N je **zbarven tmavě**
- V blízkosti tyčového magnetu se magnetka natočí tak, že severním pólem míří k jižnímu pólu magnetu, značení: N – severní pól, S – jižní pól .

- **Země má vlastnosti magnetu**, proto se používá magnetka jako kompas k orientaci (v blízkosti severního geografického pólu leží jižní magnetický pól)
- **Severní mag. pól** Země je v blízkosti **jižního geografického pólu** a naopak

## Magnetické pole vodiče s proudem

- Magnetické vlastnosti látek byly známy už od starověku, ale teprve v roce **1820** si dánský fyzik, chemik a filosof **Hans Christian Oersted** (1777 - 1851) všiml **souvislosti magnetismu a elektrického proudu**
- Zjistil, že **magnetka** umístěná v blízkosti vodiče **se vychýlí**, začne-li vodičem **protékat proud**. S výsledky jeho bádání se seznámil francouzský fyzik **André Marie Ampère** (1775 - 1836), který poté zjistil, že na sebe **vzájemně působí silami i vodiče**, kterými prochází **elektrický proud**
- Těmito pokusy byla prokázána přítomnost **magnetického pole v okolí vodičů s proudem**. Jeho příčinou je **pohyb nositelů elektrického náboje (elektronů)** ve vodiči.
- *Magnetické pole působí jen na pohybující se částice, popř. tělesa s elektrickým nábojem.*
- Na zmagnetovaná tělesa působí bez ohledu na jejich pohyb.
- $F_m = B * I * l * \sin \alpha$
- **Velikost síly je:**
  - I...velikost proudu ve vodiči
  - I...délka té části vodiče, kt. zasahuje do mag. pole

## Magnetická indukce

- Magnetická indukce je fyzikální veličina, která vyjadřuje silové účinky magnetického pole na částice s nábojem. Magnetická indukce je vektorová veličina.
- V **homogenním magnetickém** poli je velikost **B** konstantní a můžeme ji určit ze vztahu pro magnetickou sílu
- **Jednotkou je T**, tesla
- **homogenní pole:**
  - Pole, které je možné modelovat pomocí dvou nesouhlasných rozlehlých pólů magnetu v malé vzdálenosti od sebe. Vektory magnetické indukce jsou navzájem

rovnoběžné

- Lze znázornit přímými, rovnoběžnými, stejně od sebe vzdálenými indukčními čarami

## Magnetické indukční čáry

- Pro **znázornění magnetického pole** používáme obdobně jako pro elektrické pole siločáry. V případě magnetického pole je nazýváme **magnetické indukční čáry**.
- Magnetické indukční čáry tvoří na rozdíl od elektrických siločar **vždy uzavřené křivky**. **Rovina** magnetických indukčních křivek **je kolmá ke směru proudu** (pohybujícího se náboje). Magnetické čáry vždy směřují od severu N k jihu S – odvozeno z kompasu
- Magnetické indukční čáry **přímého vodiče** s proudem mají tvar **soustředných kružnic** rozložených v rovinách kolmých k vodiči
- Orientaci mag. indukčních čar určujeme pomocí **Ampérova pravidla pravé ruky**

## Magnetické pole cívky

- Podobně jako je možné znázornit **magnetické pole přímého vodiče s proudem**, je možné znázornit i magnetické pole vodičů s proudem ve tvaru **závitu nebo cívky**
- **Dlouhá válcová cívka** s velkým počtem **závitů**, jejichž **průměr** je mnohem menší než **délka cívky**, se nazývá **solenoid**
- Stočíme-li solenoid do **prstence**, dostaneme **toroid**.
- Pomocí pokusu s **pilinami** je možné zjistit, že uvnitř **solenoidu** (v jeho střední části) jsou **magnetické indukční čáry rovnoběžné** s jeho **osou** – jedná se tedy o **homogenní magnetické pole**.
- Orientaci mag. indukčních čar určíme pomocí **Ampérova pravidla pravé ruky**
- Pro **velikost magnetické indukce** uvnitř velmi dlouhého **solenoidu** navinutého hustě tenkým vodičem umístěného v prostředí s **permeabilitou  $\mu$**  platí vztah:
  - $B = \mu * ((N*I)/l)$
- kde **I je proud** v cívce a **N počet závitů** části cívky o **délce l**. Podíl počtu závitů a délky udává počet závitů na jednotku délky a označuje se jako **hustota závitů**.

## Ampérovovo pravidlo pravé ruky

- Naznačíme-li uchopení vodiče do **pravé ruky** tak, aby **palec** ukazoval dohodnutý **směr proudu** ve vodiči, **prsty** pak ukazují orientaci magnetických indukčních čar.

## Flemingovo pravidlo

- V homogenním magnetickém poli působí na přímý vodič o **aktivní délce  $l$** , svírající s indukčními čarami **úhel  $\alpha$** , kterým prochází **proud  $I$** , síla o velikosti:
  - $F_m = B * l * I * \sin \alpha$
- **Směr síly  $F_m$**  určíme **Flemingovým pravidlem levé ruky**:
- Položíme-li **levou ruku** k vodiči tak, aby **prsty ukazovaly směr proudu** a **indukční čáry vstupovaly do dlaně**, ukazuje **odtažený palec směr síly  $F_m$**  působící na vodič.

# Vzájemné působení dvou přímých rovnoběžných vodičů

- Působí na sebe **magnetickými silami**
- Při **souhlasných** směrech proudů se vodiče **přitahují**, při **nesouhlasných** se **odpuzují**
- Při **souhlasném směru** jsou v prostoru mezi vodiči vektory **magnetické indukce opačné** a mag. indukce výsledného pole je **menší** ( $|B| = |B_1 - B_2|$ ), při **nesouhlasném směru** proudy mají naopak vektory obou mag. indukcí směr **souhlasný** a **indukce** výsledného pole se **zvětší** ( $|B| = |B_1 + B_2|$ )
- **APPR** si určíme indukční čáry jednoho vodiče
- V bodě „dotyku“ s druhým vodičem uděláme tečnu ve směru indukčních čar
- Podle **FPLR** pak určíme  **$F_m$**  u toho vodiče, u kterého jsme určili tuto „tečnu“

# Ampérův zákon

- Tento zákon je obdobou Newtonova zákona pro gravitační pole (závisí na hmotnosti) a Coulombova zákona pro el. pole (závisí na náboji).

- Vyjadřuje **velikost síly** mezi dvěma vodiči s proudem. Pro **dva rovnoběžné vodiče** s proudy  $I_1$  a  $I_2$  ve **vzdálenosti  $d$**  a **délce  $l$**  odvodil Ampère pro magnetickou sílu tento vzorec:

$$• F_m = (\mu/2\pi) * (I_1 * I_2 / d) * l$$

## Definice Ampéru

- Ampér je **stálý elektrický proud**, který při průchodu dvěma přímými rovnoběžnými nekonečně dlouhými vodiči zanedbatelného kruhového průřezu umístěnými ve vakuu ve vzájemné vzdálenosti **1 metr** vyvolá mezi nimi stálou **sílu o velikosti  $2 \cdot 10^{-7}$  N** na **1 metr** délky vodiče.

# Lorentzova síla

- Lorentzova síla je **síla působící na náboj** (příp. vodič v elektromagnetickém poli).
- **Lorentzova síla** způsobená **magnetickým polem** mění **směr** náboje, bez toho, aby působila **změnu jeho rychlosti**
- Jestliže se **částice s nábojem** pohybuje současně v **elektrickém a magnetickém poli**, působí na ni jak **síla elektrická  $F_e$** , tak **síla magnetická  $F_m$** . Výslednice obou sil je **Lorentzova síla**
- $F_L = F_e + F_m$
- $F_m = Q * (v * B)$
- $F = q (E + v * B)$
- $F_m = |Q| * v * B * \sin \alpha$

kde **q** - elektrický náboj; **v** - rychlost pohybu částice; **E** - intenzita elektrického pole; **B** - magnetická indukce; **Q** - náboj; **α** - úhel, který svírá směr **v** a **B**

- Výslednicí je **vektorový součin v a B**