

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 neoddelitelnou 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 určíme 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 μ** 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**.

Ampérovo 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 α** , 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 $2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$** 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**