

5 STACIONÁRNÍ MAGNETICKÉ POLE

STACIONÁRNÍ MAGNETICKÉ POLE

{stationary magnetic field}

Magnetické pole, jehož charakteristické veličiny (např. magnetická indukce) se s časem nemění.

PERMANENTNÍ MAGNET

{permanent magnet}

Feromagnetické zmagnetované těleso, které je zdrojem velmi stálého magnetického pole.

MAGNETKA

{magnetic needle}

Malý magnet nejčastěji zhotovený z ocelového plechu, otáčivý kolem svislé osy. Severní pól magnetky je zpravidla modře zakalen.

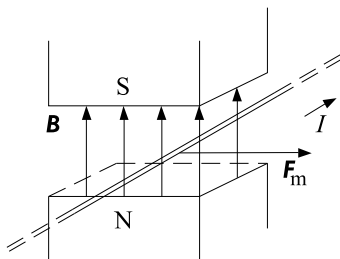
MAGNETICKÁ SÍLA – F_m

{magnetic force}

Síla, která v magnetickém poli působí na vodiče s proudem, popř. na pohybující se částice s nábojem. Na přímý vodič délky l , kterým protéká proud I , umístěný v homogenním magnetickém poli o magnetické indukci B , působí magnetická síla o velikosti:

$$F_m = BIl \sin \alpha$$

(α je úhel sevřený vodičem a indukčními čarami homogenního magnetického pole; $\alpha \in \langle 0, \pi \rangle$).



Obr. 5-1

Pro $\alpha = 90^\circ$ je magnetická síla maximální:

$$F_{\text{m max}} = BIl$$

Směr magnetické síly určíme Flemingovým pravidlem levé ruky.

FLEMINGOVO PRAVIDLO LEVÉ RUKY

{Fleming's left hand rule}

Položíme-li otevřenou levou ruku k přímému 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.

MAGNETICKÁ INDUKCE – B

{magnetic induction}

Vektorová veličina charakterizující v daném bodě magnetické pole.

Jednotkou magnetické indukce je *tesla* – T:

$$[B] = \text{T} = \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$$

Magnetická indukce v okolí přímého vodiče:

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

(d je vzdálenost od středu vodiče).

Magnetická indukce ve středu kruhového závitu o poloměru r :

$$B = \mu \frac{I}{2r}$$

Magnetická indukce uvnitř dlouhé válcové cívky (solenoidu):

$$B = \mu \frac{NI}{l}$$

(l je délka cívky; $l \gg r$, N je počet závitů cívky).

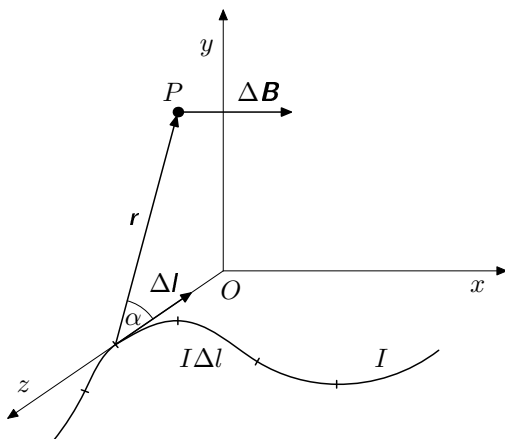
BIOTŮV-SAVARTŮV ZÁKON

{Biot-Savart law}

Vztah pro určení magnetické indukce v určitém bodě magnetického pole tenkého vodiče, kterým prochází proud I :

$$\Delta B = \frac{\mu}{4\pi} \frac{I \Delta l \sin \alpha}{r^2}$$

(μ je permeabilita prostředí).



Obr. 5-2

Vektorové vyjádření:

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu}{4\pi} I \left(\frac{d\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{r^3} \right)$$

$$\mathbf{B} = \frac{\mu}{4\pi} I \int_l \frac{d\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{r^3}$$

($d\mathbf{l}$ je nekonečně malý element délky vodiče).

MAGNETICKÁ INDUKČNÍ ČÁRA

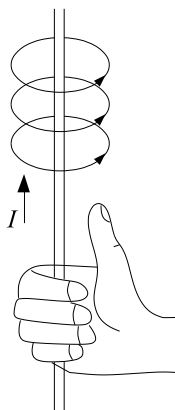
{magnetic field line}

Orientovaná čára, jejíž tečna v každém bodě má směr magnetické indukce $\mathbf{B}$ v tomto bodě. Orientaci magnetické indukční čáry určíme severním pólem magnetky; znázorňuje se šipkou.

AMPÉROVO PRAVIDLO PRAVÉ RUKY

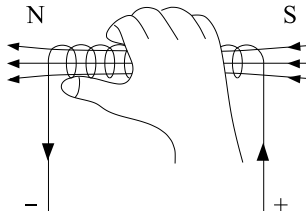
{Ampère's right hand rule}

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



Obr. 5-3

2. **Pro cívku:** Pravou ruku položíme na cívku (závit) tak, aby pokrčené prsty ukazovaly dohodnutý směr proudu v závitech cívky; palec ukazuje orientaci magnetických indukčních čar v dutině cívky.



Obr. 5-4

HOMOGENNÍ MAGNETICKÉ POLE

{homogeneous magnetic field}

Magnetické pole, jehož indukční čáry jsou rovnoběžné přímky. Ideální pole, kterému se blíží magnetické pole ve střední části solenoidu nebo pole mezi rozlehlými nesouhlasnými póly magnetů, které jsou v malé vzájemné vzdálenosti.

AMPÉRŮV ZÁKON

{Ampère's law}

Vztah pro magnetickou sílu $\mathbf{F}_m$ působící v magnetickém poli o magnetické indukci $\mathbf{B}$ na element vodiče Δl s proudem I , který svírá s indukčními

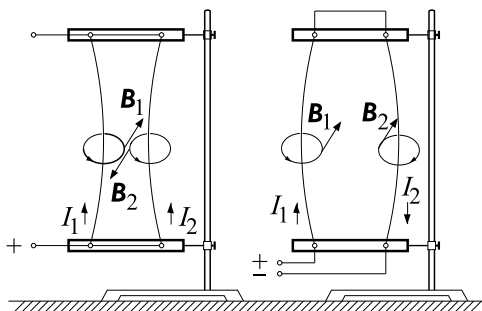
čarami úhel α :

$$F_m = BI\Delta l \sin \alpha$$

Dva rovnoběžné vodiče délky l ve vzájemné vzdálenosti d , kterými procházejí proudy I_1 , I_2 , na sebe působí magnetickou silou o velikosti:

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

Veličina μ je permeabilita prostředí.



Obr. 5-5

PERMEABILITA

{permeability}

Skalární veličina charakterizující prostředí (vakuum, látku), v němž existuje magnetické pole. Permeabilita vakua μ_0 je konstanta:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$$

Permeabilita prostředí $\mu = \mu_0 \mu_r$, kde μ_r je relativní permeabilita prostředí.

AMPÉR – A

{ampere}

Základní jednotka proudu, jejíž definice zní: *Ampér* je stálý proud, který při průchodu dvěma přímými rovnoběžnými nekonečně dlouhými vodiči zanedbatelného průřezu umístěnými ve vakuu ve vzdálenosti 1 m od sebe vyvolá mezi vodiči sílu o velikosti $2 \cdot 10^{-7}$ N na 1 m délky vodiče.

HALLŮV JEV

{Hall effect}

Vznik příčného elektrického pole ve vodiči (popř. polovodiči) působením magnetické síly na nositele elektrického proudu ve směru kolmém ke směru elektrického proudu.

V látce vzniká elektrické napětí (Hallovo napětí):

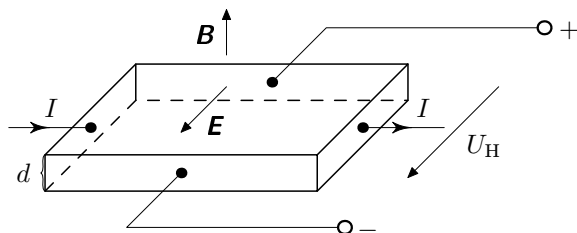
$$U_H = -\frac{1}{ne} \frac{BI}{d} = R_H \frac{BI}{d}$$

Veličina R_H je Hallova konstanta

$$R_H = -\frac{1}{ne}$$

(n je hustota nosičů proudu, e je elementární elektrický náboj).

Podle znaménka Hallovy konstanty se určuje typ vodivosti.



Obr. 5-6

MAGNETICKÝ INDUKČNÍ TOK – Φ

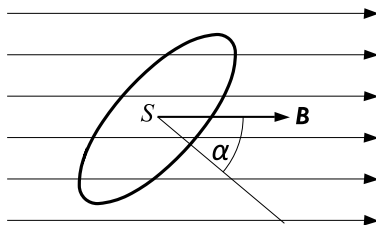
{magnetic flux}

Skalární veličina definovaná v homogenním magnetickém poli vztahem:

$$\Phi = BS$$

Jednotkou magnetického indukčního toku je *weber* – Wb:

$$[\Phi] = \text{Wb} = \text{T} \cdot \text{m}^2 = \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$$



Obr. 5-7

ELEKTROMAGNET

{electromagnet}

Cívka vhodného tvaru a rozměru navinutá na jádře o velké permeabilitě, která slouží k získání magnetického pole požadovaných vlastností.

DIAMAGNETICKÁ LÁTKA

{diamagnetic material}

Látka složená z atomů, jejichž výsledný magnetický moment je nulový (diamagnetické atomy). Relativní permeabilita je nepatrně menší než 1 a látky mírně zeslabují magnetické pole.

PARAMAGNETICKÁ LÁTKA

{paramagnetic material}

Látka složená z atomů, jejichž výsledný magnetický moment není nulový (paramagnetické atomy). Relativní permeabilita je nepatrně větší než 1 a látky mírně zesilují magnetické pole.

FEROMAGNETICKÁ LÁTKA

{ferromagnetic material}

Látka s paramagnetickými atomy v takovém uspořádání, že se jejich magnetické pole značně zesiluje. Relativní permeabilita má velkou hodnotu (10^2 až 10^5).

FERIMAGNETICKÁ LÁTKA

{ferrimagnetic material}

Látka tvořená nejčastěji sloučeninami oxidu železa (Fe_2O_3) s oxidy jiných kovů (Mn, Ba). Relativní permeabilita má hodnotu 10^2 až 10^3 . Používá se také označení ferit. Látky mají mnohem větší elektrický odpor než kovové feromagnetické látky.

MAGNETIZACE

{*magnetization*}

Jev, jehož důsledkem je, že látka vložená do magnetického pole se stává dočasně nebo trvale magnetem.

SPONTÁNNÍ MAGNETIZACE

{*spontaneous magnetization*}

Spontánně probíhající děj ve feromagnetické látce, při němž vznikají oblasti (domény), v nichž je látka magneticky nasycena. Příčinou jsou výměnné síly mezi sousedními atomy.

MAGNETICKÁ DOMÉNA

{*magnetic domain*}

Oblast feromagnetické látky, v níž je látka magneticky nasycena v důsledku spontánní magnetizace.

MAGNETICKÉ NASYCENÍ LÁTKY

{*magnetic saturation of material*}

Stav feromagnetické látky, při němž jsou atomy látky uspořádány tak, že se jejich magnetické momenty navzájem sčítají a výsledný magnetický moment je maximální.

INTENZITA MAGNETICKÉHO POLE – H

{*magnetic field intensity*}

Vektorová veličina charakterizující v určitém bodě magnetické pole, která s magnetickou indukcí B souvisí vztahem:

$$B = \mu H$$

$$[H] = \text{A} \cdot \text{m}^{-1}$$

MAGNETICKÁ HYSTEREZE

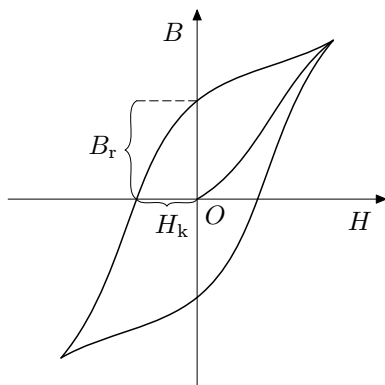
{*magnetic hysteresis*}

Jev, který je důsledkem nevratnosti dějů při magnetování látky. Způsobuje, že magnetická indukce B feromagnetika není určena jen intenzitou magnetického pole, ale závisí i na předchozím magnetickém stavu feromagnetika.

HYSTEREZNÍ SMYČKA

{magnetic hysteresis loop}

Uzavřená křivka charakteristického tvaru, z níž je patrná souvislost intenzity magnetického pole H a magnetické indukce B feromagnetické látky.



Obr. 5-8

REMANENTNÍ MAGNETICKÁ INDUKCE – B_r

{magnetic remanence}

Hodnota magnetické indukce feromagnetické látky, která při zmenšování intenzity magnetického pole zůstává, jestliže intenzita magnetického pole dosáhne nulové hodnoty (obr. 5-8).

KOERCITIVNÍ INTENZITA MAGNETICKÉHO POLE – H_k

{coercivity}

Intenzita magnetického pole potřebná k tomu, aby feromagnetická látka přešla ze stavu, v němž má její magnetické pole magnetickou indukci B_r , do stavu s nulovou magnetickou indukcí (obr. 5-8).

CURIEOVA TEPLOTA – T_C

{curie temperature}

Teplota, při níž feromagnetické látky přestávají být feromagnetické a nabývají vlastností látek paramagnetických. Např. pro Fe je $T_C = 770\text{ }^\circ\text{C}$, pro Ni je $T_C = 360\text{ }^\circ\text{C}$.