

Meno a priezvisko:

Škola:

Predmet:

Školský rok/blok:

Skupina:

Trieda:

Dátum:

Bilingválne gymnázium C. S. Lewisa, Beňadická 38, Bratislava

Fyzika

/

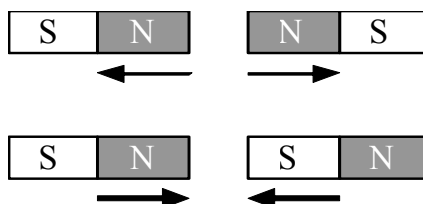
Teória

Magnetické pole

1.4.0 Základné magnetické javy

Starovekí Gréci poznali, že existujú nerasty schopné priťahovať drobné železné predmety. Pretože nerasty sa ťažili pri meste Magnézia, dostali názov **magnety**.

Kúsky rudy, ktoré sú schopné priťahovať železné predmety, sa nazývajú permanentné **magnety**. Silové účinky permanentného magnetu sa najviac prejavujú na dvoch miestach, ktoré sa nazývajú **póly magnetu**. Medzi nimi je neutrálne pásmo.



Tyčový magnet otáčavý okolo osi sa nazýva **magnetka**. V blízkosti Zeme magnetka zaujíma severojužný smer. V blízkosti magnetu v tvare gule sa magnetka správa ako v blízkosti Zeme. Zem sa správa ako magnet.

Pól magnetky, ktorý ukazuje na sever, sa nazýva severný pól (N), pól ukazujúci na juh je južný pól (S). Súhlasné magnetické póly sa priťahujú, nesúhlasné sa odpudzujú. To znamená, že v blízkosti severného geografického pólu je južný magnetický pól.

Do konca 18. storočia sa poznatky o magnetizme obmedzovali iba na permanentné magnety. Nebola známa žiadna súvislosť medzi elektrickými a magnetickými javmi. V roku 1820 dánsky fyzik Oersted zistil, že sa magnetka v blízkosti vodiča s prúdom správa ako v blízkosti permanentného magnetu. Jeho pokusy ukázali, že existuje súvislosť medzi elektrickými a magnetickými javmi. Ukázali tiež, že magnetické javy súvisia s elektricky nabitými časticami v pohybe.

Podľa súčasných predstáv okolo každej častice s nábojom, ktorá je vzhl'adom na inerciálnu vzťažnú sústavu v pokoji, je elektrické pole. Okolo častice s nábojom, ktorá je vzhl'adom na inerciálnu vzťažnú sústavu v pohybe, pozorujeme okrem elektrického poľa aj pole magnetické.

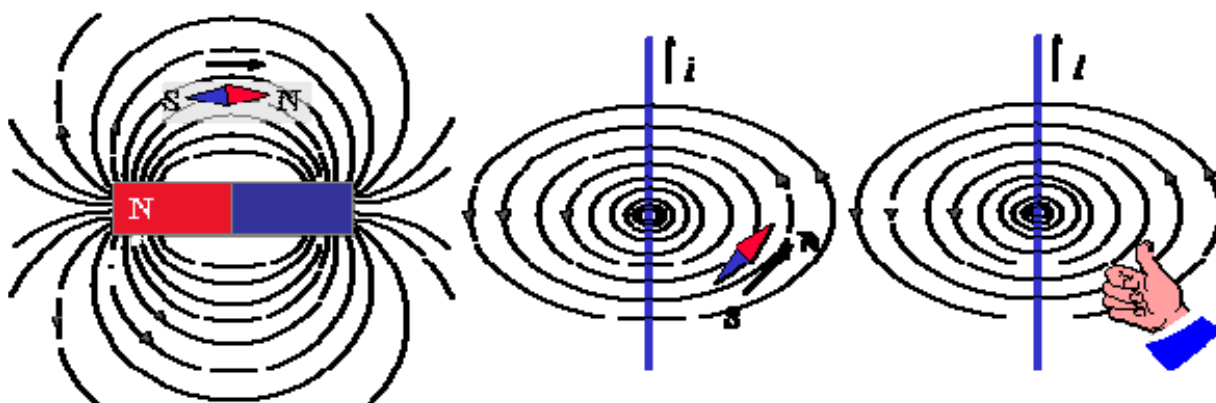
Magnetické pole je časť elektromagnetického poľa, ktorá sa prejavuje silovým pôsobením na pohybujúce sa elektricky nabité častice.

Teda magnetické pole pozorujeme okolo pohybujúcich sa nabitých častíc a pôsobí iba na pohybujúce sa nabité častice. Pôsobenie magnetického poľa na elektricky nabité častice v pohybe je jeden z prejavov elektromagnetickej interakcie. Sily, ktorými magnetické pole pôsobí na nabité častice, sa nazývajú **magnetické sily**.

Poznámka: Aj magnetické pole permanentného magnetu je vyvolané pohybujúcimi sa nabitými časticami. Jeho zdrojom sú elementárne prúdy prislúchajúce pohybom elektrónov v atómoch magnetu.

1.4.1 Magnetické pole

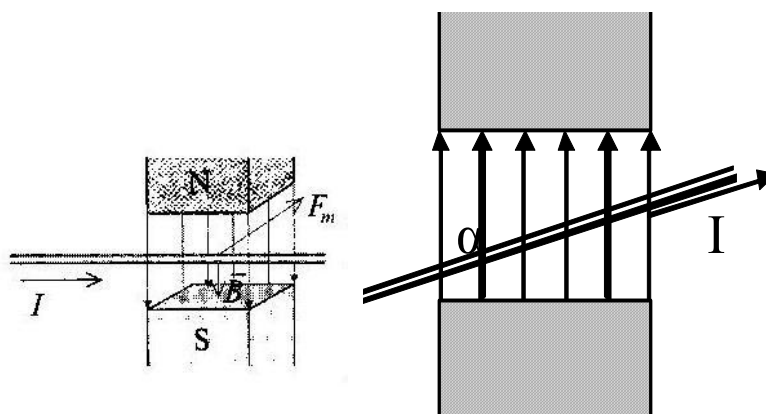
- časť elektromagnetického poľa, ktorá sa prejavuje silovým pôsobením na pohybujúce sa elektricky nabitú časticu,
- zdrojom **stacionárneho magnetického poľa** je nepohybujúci sa vodič s konštantným prúdom alebo nepohybujúci sa permanentný magnet,
- magnetické pole sa prejavuje silovým pôsobením,
- na opis priestorového rozloženia magnetického poľa zavádzame sústavu orientovaných kriviek, ktoré sa nazývajú **magnetické indukčné čiary**. Magnetická indukčná čiara je priestorovo orientovaná krivka, ktorej dotyčnica v danom bode má smer osi veľmi malej magnetky umiestnenej v tomto bode. Smer od južného k severnému pólu magnetky určuje orientáciu indukčnej čiary.
- orientáciu magnetických indukčných čiar určujeme pomocou **Ampérovho pravidla pravej ruky**: Naznačíme uchopenie vodiča do pravej ruky tak, aby palec ukazoval dohodnutý smer prúdu vo vodiči; potom prsty ukazujú orientáciu magnetických indukčných čiar.



- magnetické pole, ktorého indukčné čiary sú rovnobežné priamky, nazývame homogénne magnetické pole.

1.4.2 Magnetická indukcia

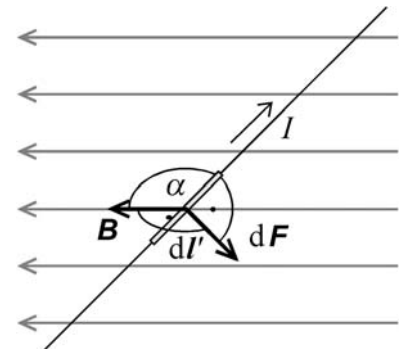
Elektrické pole kvantitatívne charakterizujeme elektrickou intenzitou odvodenou zo sily, ktorou pole pôsobí na časticu s nábojom v pokoji. Magnetické pole pôsobí iba na pohybujúce sa častice s nábojom, preto v magnetickom poli ako skúšobné teleso použijeme časticu s nábojom Q pohybujúcu sa rýchlosťou $\vec{v}$.



Magnetická indukcia:

- slúži na kvantitatívny opis magnetického poľa každom jeho bode,

- pre homogénne magnetické pole môžeme magnetickú indukciu definovať na základe silových účinkov magnetického poľa na vodič s prúdom
 - o uvažujeme o priamom vodiči s prúdom I , ktorého časť s dĺžkou l (aktívna dĺžka vodiča) je v homogénnom magnetickom poli
 - o veľkosť sily F_m pôsobiacej v homogénnom poli na priamy vodič s prúdom je priamo úmerná jeho aktívnej dĺžke l , prúdu I a závisí aj od magnetického poľa a od polohy vodiča v ňom (keď je vodič rovnobežný s indukčnými čiarami magnetického poľa, je sila F_m nulová, kým v polohe kolmej na indukčné čiary dosahuje maximum)
- pre veľkosť magnetickej sily platí:
 - o $F_m = B.I.l \sin \alpha$, kde $\vec{B}$ je **magnetická indukcia** a charakterizuje silové pôsobenie magnetického poľa
 - o tento vzťah sa volá aj **Ampérov zákon**
- pre magnetickú indukciu platí:
 - o $B = \frac{F_m}{I.l \sin \alpha}$, $B = \left[\frac{N}{Am} \right] = [T]$, jednotkou magnetickej indukcie je **tesla**
 - o magnetická indukcia v blízkosti permanentných magnetov má veľkosť približne 0,001T až 0,5T
- magnetická indukcia závisí od tvaru telesa a od prostredia:
 - o závislosť magnetickej indukcie od prostredia vyjadruje **permeabilita prostredia μ** ; zavádza sa **relatívna permeabilita μ_r** , pre ktorú platí:
 - $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$, kde μ_0 je **permeabilita vákua** $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} N \cdot A^{-2}$
 - o **dlhý priamy vodič:**
 - $B = \frac{\mu I}{2\pi d}$, kde d je vzdialenosť od priameho vodiča s prúdom I
 - o **v strede kruhovej slučky:**
 - $B = \mu \frac{I}{2r}$, kde r je polomer slučky
 - o **v strede dlhej valcovej cievky:**
 - $B = \mu \frac{NI}{l}$, kde l je dĺžka cievky a N je počet závitov. Podiel $\frac{N}{l}$ je tzv. hustota závitov, ktorá vyjadruje počet závitov pripadajúcich na jednotku dĺžky cievky
- magnetická indukcia je vektorová veličina; smer vektora magnetickej indukcie v istom bode poľa je zhodný so smerom súhlasne orientovanej dotyčnice k indukčnej čiare v tomto bode
- sila $\vec{F}_m$, ktorá pôsobí na priamy vodič s prúdom v homogénnom magnetickom poli s magneticou indukciou $\vec{B}$, je kolmá na vodič aj na magneticú indukciu
 - o smer pôsobiacej sily môžeme určiť pomocou **Flemingovho pravidla ľavej ruky**: Keď položíme otvorenú ľavú ruku na vodič tak, aby prsty ukazovali smer prúdu a indukčné čiary vstupovali do dlane, natiahnutý palec ukazuje smer sily, ktorou pôsobí magnetické pole na vodič s prúdom



Príklad:

Vodičom, ktorý je umiestnený v homogénnom stacionárnom magnetickom poli kolmo k smeru indukčných čiar a má aktívnu dĺžku 5cm, prechádza prúd 25A. Magnetické pole pôsobí na vodič silou 50mN. Určite veľkosť magnetickej indukcie.

$$l = 5 \cdot 10^{-2} \text{m}, I = 25 \text{A}, \alpha = 90^\circ, F_m = 50 \cdot 10^{-3} \text{N}, B = ?$$

$$F_m = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$$

$$B = \frac{F_m}{I \cdot l \cdot \sin \alpha}$$

$$B = \frac{50 \cdot 10^{-3} \text{N}}{25 \text{A} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{m} \cdot \sin 90^\circ} = 0,4 \cdot 10^{-1} \text{N} \cdot \text{A}^{-1} \text{m}^{-1} = 4 \cdot 10^{-2} \text{T}$$

$$B = 4 \cdot 10^{-2} \text{T} = 40 \cdot 10^{-3} \text{T} = 40 \text{mT}$$

$$B = 40 \text{mT}$$

Príklad:

Na priamy vodič dĺžky 10cm, ktorým prechádza prúd 2A pôsobí v homogénnom magnetickom poli s magnetickou indukciou 0,2T sila 20mN. Určite uhol, ktorý zvierajú vodič so smerom magnetických indukčných čiar.

$$l = 10^{-1} \text{m}, I = 2 \text{A}, B = 2 \cdot 10^{-1} \text{T}, F_m = 20 \cdot 10^{-3} \text{N}, \alpha = ?$$

$$F_m = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{F_m}{B \cdot I \cdot l}$$

$$\sin \alpha = \frac{20 \cdot 10^{-3} \text{N}}{2 \cdot 10^{-1} \text{T} \cdot 2 \text{A} \cdot 10^{-1} \text{m}} = 0,5 \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Kontrola jednotiek:

$$[\sin \alpha] = \frac{N}{T \cdot A \cdot m} = \frac{N}{N \cdot A^{-1} m^{-1} \cdot A \cdot m} = \frac{N}{N} = 1$$

Príklad:

Na priamy vodič s dĺžkou 20cm a prúdom 50A pôsobí magnetické pole silou 5N, ak je kolmý na indukčné čiary. Aká je magnetická indukcia?

$$B = \frac{F_m}{I \cdot l \cdot \sin \alpha} = \frac{5}{50 \cdot 0,2 \cdot 1} = 0,5 \text{T}$$