

Fyzika - prednáška 12

Ciele

5. Fyzikálne polia

5.4 Stacionárne magnetické pole

5.5 Elektromagnetické pole

Zopakujte si

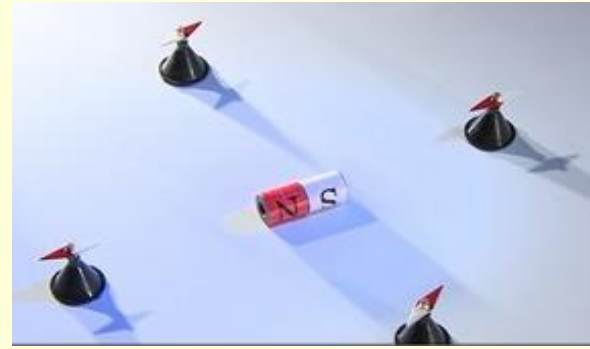
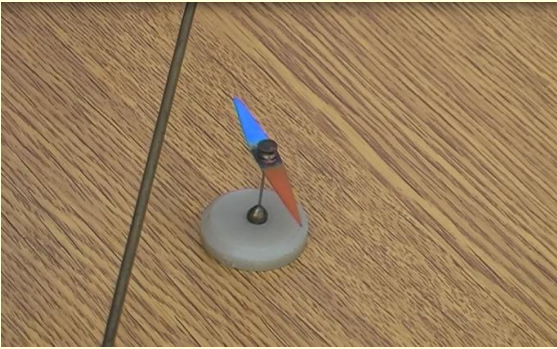
- Fyzikálne pole je definované ako **oblasť** v určitom priestore, pričom v každom bode tejto oblasti je definovaná **veľčina**, ktorá toto pole popisuje.
- Prejavom fyzikálneho poľa je **silové pôsobenie** na teleso do neho umiestené bez **dotyku**.
- Špeciálnym prípadom elektromagnetického poľa sú **elektrostatické** a **stacionárne magnetické** pole.
- Okamžitý prúd je definovaný ako podiel **elementárneho náboja**, ktorý prejde prierezom vodiča za **elementárny čas**.
- Elektrický prúd je definovaný ako **usmernený** pohyb nabitých častíc.
- Vzťah $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ vyjadruje **intenzitu elektrostatického poľa**.
- Veľkosť vektorového súčinu dvoch vektorov je daný ako súčin ich **veľkosti** a sínusu **uhla, ktorý vektory zvierajú**.

5.4 Stacionárne magnetické pole

Magnetické (stacionárne) pole - špeciálny prípad elektromagnetického poľa, predpokladáme, že elektrické pole je nulové alebo sa nemení s časom

Zdroje magnetického poľa –

1. elektricky nabité častice, ktoré sa pohybujú – v okolí vodiča s konštantným prúdom vznikne magnetické pole (napr. elektromagnet)
2. nepohybujúce sa nabité častice, ktoré majú vlastný spinový magnetický dipólový moment, ktorý vyjadruje magnetické vlastnosti materiálu, slabé a silné magnetické látky (napr. permanentný magnet – silné magnetické pole)



Magnetické (stacionárne) pole – je časť priestoru, kde sa prejavuje silové pôsobenie na pohybujúci sa nabitý náboj bez vzájomného dotyku. Existuje v okolí vodiča s konštantným prúdom alebo v okolí permanentných magnetov

Magnetická indukcia

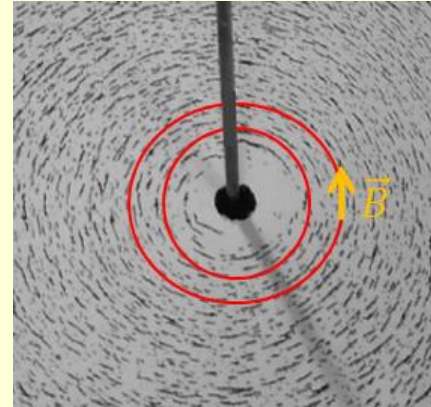
Magnetická indukcia \vec{B} - vektorová veličina, ktorá slúži na kvantitatívny popis magnetického poľa.

$$(B) = T$$

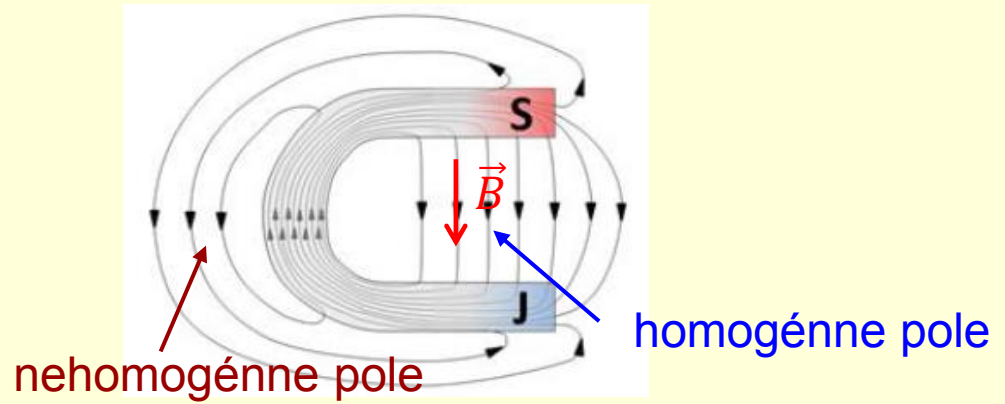
Príklad	B (T)
Povrch neutrónovej hviezdy	10^8
Supravodivé magnety	9 - 20
Blízko veľkého elektromagnetu	1,5
Blízko malého tyčového magnetu	10^{-2}
Na povrchu Zeme	10^{-4}
V medzihviezdnom priestore	10^{-10}
Najnižšia hodnota v mag. tienenej miestnosti	10^{-14}

Nicola Tesla (1856 – 1943)

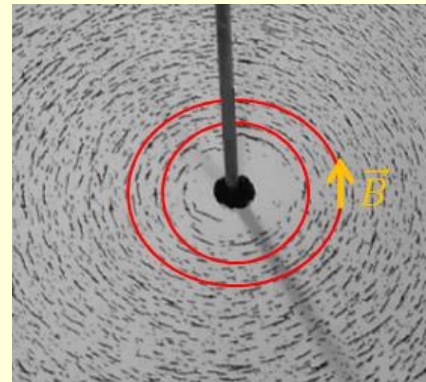
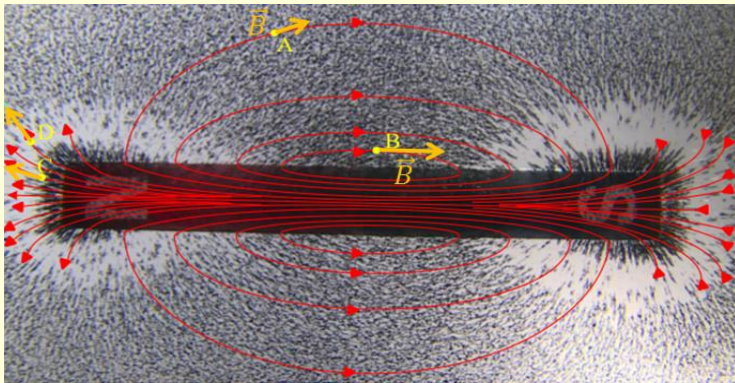
Mag. indukčná čiara - orientovaná čiara, ku ktorej dotyčnica v danom bode vyjadruje smer vektora \vec{B} v danom bode. Magnetické indukčné čiary sú uzavreté krivky.



homogénne pole – v každom bode poľa má indukcia rovnakú veľkosť a rovnaký smer



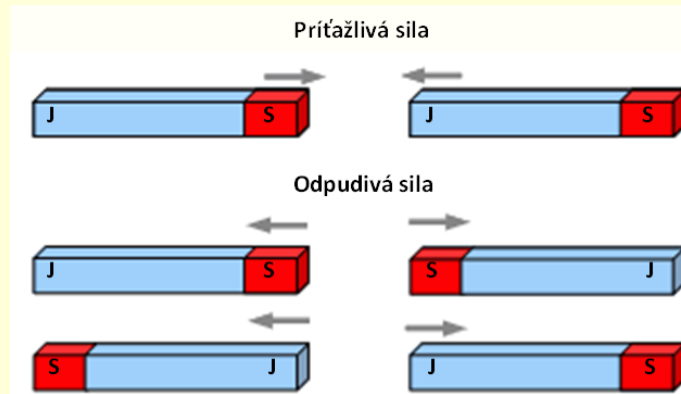
nehomogénne pole – v každom bode poľa má indukcia rôznu veľkosť a rôzny smer



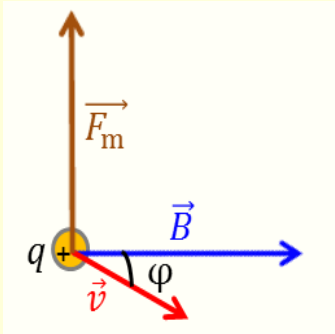
Póly magnetu – magnet má dva póly, južný a severný, ktoré sú neoddeliteľné; dva rovnaké sa odpudzujú a rôzne sa priťahujú; najjednoduchšia forma - dipól

príťažlivá sila

odpudivá sila



Magnetická sila



Magnetická sila – sila, ktorou pôsobí magnetické pole o indukciu \vec{B} na nabitú časticu s nábojom q , ktorá sa v magnetickom poli pohybuje rýchlosťou

Smer - magnetická sila, ktorá pôsobí na nabitú časticu pohybujúcu sa rýchlosťou \vec{v} v magnetickom poli \vec{B} , je vždy kolmá na oba vektory \vec{v} a \vec{B}

Veľkosť

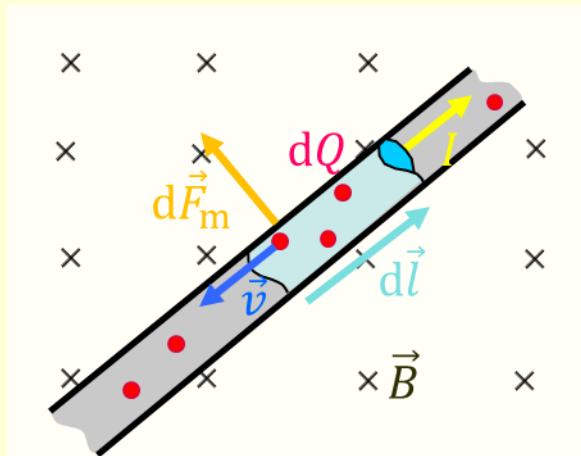
KONTROLKA: Vyberte správne tvrdenie. Častica s nábojom q vletí do magnetického poľa rovnobežne s vektorom magnetickej indukcie. Na časticu bude pôsobiť magnetická sila veľkosti

A) $F = qvB$,

B) $F = 0$,

C) $F = \frac{qvB}{2}$.

Magnetická sila pôsobiaca na vodič, ktorým tečie prúd v magnetickom poli



Ampérov zákon sily - vyjadruje silu, ktorou pôsobí mag. pole na dĺžkový element vodiča, ktorým tečie konštantný prúd a je rovná vektorovému súčinu elementárneho prúdovodiča a magnetickej indukcie

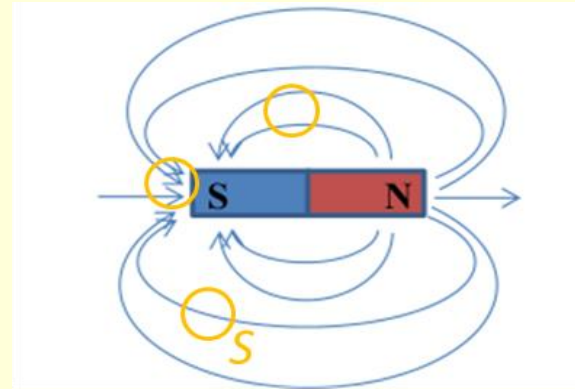
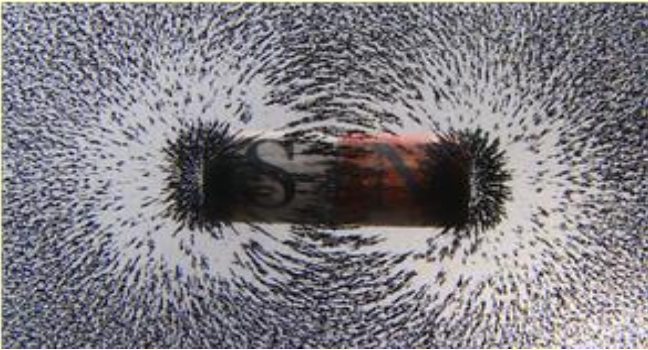
6.4 Elektromagnetické pole

Zdroje elektromagnetického poľa:

1. Vodič v pokoji, ktorým preteká premenný prúd – v okolí vznikne premenné magnetické pole.
2. Vodič v pokoji, ktorý sa nachádza v premennom magnetickom poli.
3. Vodič, ktorý sa pohybuje v homogénnom magnetickom poli.

Elektromagnetické pole – je časť priestoru, kde sa prejavuje silové pôsobenie na pohybujúci sa nabitý náboj bez vzájomného dotyku. Vznikne ak sa mení magnetické pole s časom (ktoré má za dôsledok vznik elektrického poľa) alebo ak sa mení elektrické pole s časom (ktoré má za dôsledok vznik magnetického poľa).

Magnetický indukčný tok



Magnetický indukčný tok Φ - vyjadruje množstvo magnetických indukčných čiar prechádzajúcich ľubovoľnou plochou S v okolí magnetu (plochou cievky alebo plochou uzavretého vodiča).

Hustota magnetických indukčných čiar vyjadruje veľkosť magnetického poľa, ktoré je v prípade tyčového magnetu najväčšie na koncoch magnetu.

Faradayov zákon elektromagnetickej indukcie

- Ak budeme do dutiny cievky, ktorá nie je pripojená na zdroj napätia, zasúvať (vysúvať) magnet, **bude sa meniť množstvo magnetických indukčných čiar**, ktoré plochou dutiny cievky prechádzajú. Mení sa magnetický indukčný tok v čase, resp. **sa mení magnetické pole**.
- Ak táto zmena bude veľmi rýchla, žiarovka, ktorá je pripevnená k cievke bude svietiť.
- Vplyvom tejto zmeny magnetického poľa sa v cievke bude indukovať **elektromotorické napätie U_{ei}** a vznikne **indukovaný prúd** (v dôsledku pohybu elektrónov v cievke, ktoré vyvolá indukované napätie), preto bude žiarovka svietiť.
- Proces vzniku indukovaného prúdu nazývame **elektromagnetická indukcia**.

Michael Faraday
1791 – 1867

Faradayov zákon (1831) - veľkosť indukovaného elektromotorického napätia v uzavretom vodiči sa rovná rýchlosti zmeny magnetického indukčného toku prechádzajúceho plochou ohraničenou vodičom.

Indukované napätie vzniká všade tam, kde sa v čase mení magnetický indukčný tok - vo všeobecnosti FZ.

Znamienko mínus vo vzťahu je možné vysvetliť tak, že indukovaný prúd, ktorý vznikne vplyvom elektromotorického napätia má taký smer, že *magnetické pole ním vyvolané sa snaží zachovať pôvodné magnetické pole (bráni sa zmene, ktorá ho vyvolala)*.

Elektromagnetická sila

Lorentzova sila - pozostáva z elektrickej a magnetickej sily pôsobiacej na pohybujúcu časticu v elektromagnetickom poli

Čo sme sa naučili

Definovať **stacionárne magnetické pole** a uviesť zdroje tohto poľa. Definovať slovné **magnetickú indukciu** a uviesť jej jednotku. Definovať **magnetické indukčné čiary** a pomocou ich znázorniť magnetické pole v okolí rôznych zdrojov poľa. Vysvetliť pojmy homogénne a nehomogénne pole.

Definovať **magnetickú silu** pôsobiacu na pohybujúci sa náboj v magnetickom poli (slovné znenie, matematický zápis, obrázok).

$$\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Vyjadriť veľkosť tejto sily a určiť jej smer.

Odvodiť magnetickú silu pôsobiacu na vodič s prúdom v magnetickom poli - **Ampérov zákon sily** (popis odvodu, obrázok, matematický zápis a slovné znenie odvodeného vzťahu).

$$d\vec{F}_m = I d\vec{l} \times \vec{B}$$

Definovať **elektromagnetické pole** a uviesť jeho zdroje. Definovať slovné **magnetický indukčný tok** (obrázok). Vysvetliť, kedy dochádza k elektromagnetickej indukcii a pojmy indukované napätie a indukovaný prúd.

Definovať **Faradayov zákon elektromagnetickej indukcie** (slovné znenie, matematický zápis, obrázok).

$$U_{ei} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

Definovať **Lorentzovu silu (elektromagnetickú silu)** slovné znenie, matematický zápis).

$$\vec{F} = \vec{F}_e + \vec{F}_m = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$$