

Magnetismus

Úvod

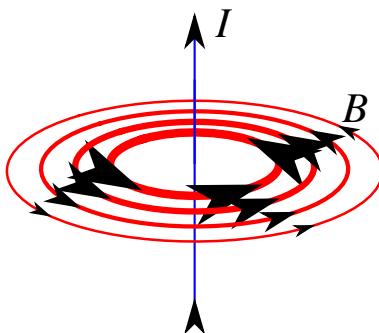
- Síla mezi dvěma statickými náboji – Coulombův zákon, $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$
- Statický elektrický náboj kolem sebe vytváří elektrické pole
- Pokud se náboj pohybuje, kromě elektrického pole $\vec{E}$ vytváří i magnetické pole $\vec{B}$
- Síla působící na náboj v elektromagnetickém poli

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) \quad (1)$$

- Magnetická síla mezi dvěma pohybujícími se náboji – důsledek relativistického chování času a prostoru, magnetismus je tedy důsledkem teorie relativity
- Souvisí se zpožděním signálů – tedy s konečnou rychlostí světla
- Magnetické síly jsou $c/v \times$ slabší než elektrické, proto se projeví až při velkých rychlostech nebo při úplném vymizení elektrických sil
- Magnetické síly se projeví např. u vodičů (drátů), kterými protéká proud – elektrické síly jsou nulové, protože dráty jsou celkově neutrální
- **Magnet působící na proud elektronů:** monitor počítače a silný magnet – objevují se barevné obrazce

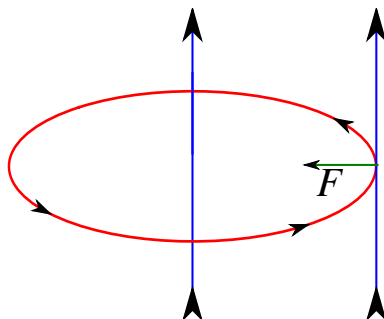
Magnetické pole dlouhého přímého vodiče a proudové smyčky

- Pole dlouhého rovného drátu ve vzdálenosti r od něho je $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$, kde I je proud
- Magnetické pole „obíhá“ kolem drátu – velmi podobně, jako pole rychlosti ve víru, i zde je pole nepřímo úměrné vzdálenosti od osy (v tomto případě od drátu):

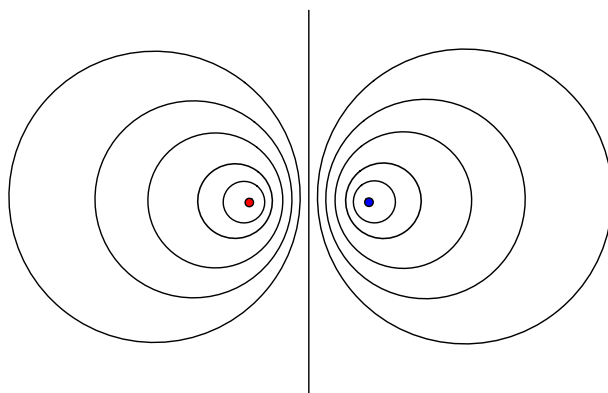


- Směr pole určíme pravidlem pravé ruky – palcem namíříme ve směru proudu, prsty ukazují směr, kterým drát obtáčí magnetické pole

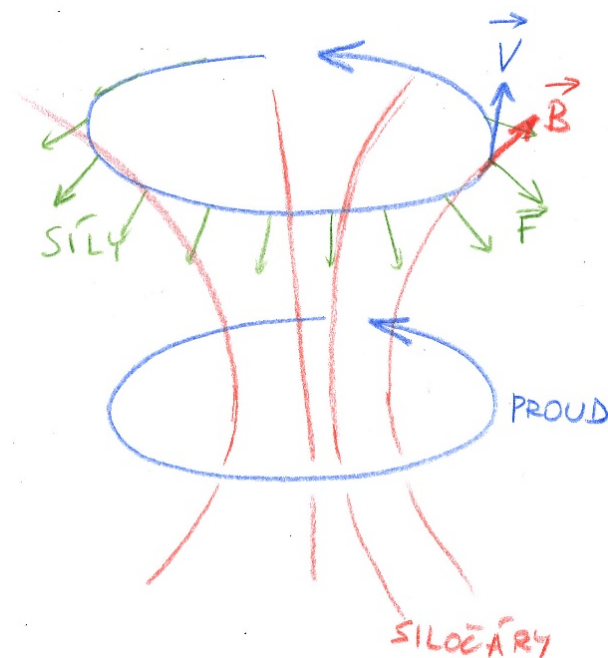
- **Síla mezi dvěma rovnoběžnými dráty** – zjistíme snadno pomocí rovnice (1) a směru magnetického pole, které v místě pravého drátu vytváří levý drát:



- Síla v případě stejného směru proudu je přitažlivá, při protiběžných proudech odpuzivá
- Magnetické pole proudové smyčky – je třeba sečíst příspěvky od jednotlivých elementů proudu podél smyčky. Výsledek je asi takovýto (siločáry jsou zobrazeny v řezu rovinou obsahující osu smyčky, modré a červené kolečko je řez drátem):



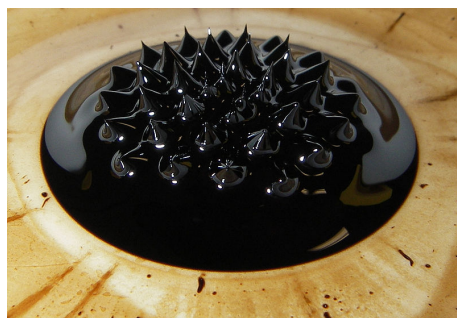
- Máme-li dvě sousedé proudové smyčky, kterými teče proud stejným směrem, pak se přitahují, v případě opačného směru proudů se odpuzují. Plyne to z analýzy sil, kterými působí pole spodní smyčky na proud v té horní (na obrázku jsou siločáry jen pole, které vytváří spodní smyčka):



- Pokud budou smyčky ne nad sebou, ale vedle sebe, budou se při stejných směrech proudu naopak odpuzovat
- V případě homogenního pole bude celková síla nulová, ale bude nenulový moment – smyčka se bude snažit natočit do směru vnějšího pole. Takto funguje **kompas**, ten náš byl ze dvou silných magnetů na silonu
- **Permanentní magnet** je také takovou proudovou smyčkou – složí se proudy elementárních smyček tvořených spiny elektronů
- Pro vytvoření přitažlivé či odpuzivé síly mezi magnety je třeba, aby jejich pole bylo nehomogenní
- **Magnetické fólie na ledničku** – směr magnetizace se střídá v rovnoběžných prouzcích, protože tak se docílí nehomogenního pole; pokud bychom celou desku zmagnetovali rovnoměrně, pole by bylo homogenní a přitahovala by se k ledničce jen na okrajích
- Dáme-li stejně orientované magnety nad sebe (tj. k sobě opačnými póly), budou se přitahovat; posuneme-li je pak vedle sebe, budou se odpuzovat
- **Železné piliny v magnetickém poli** – podobný efekt: vlivem pole se z nich stanou malé magnetky, ty, co jsou za sebou po směru siločar, se přitahují a tvoří tak řetízky, ale dva řetízky vedle sebe se odpuzují, proto se pěkně oddělí a zviditelňují siločáry:



- Podobně je to s **ferotekutinou** – koloidní částice feritu v oleji, tvoří neuvěřitelné struktury:



- Lze dokázat, že neexistuje statická konfigurace magnetů, která by umožňovala levitaci magnetu
- Dynamicky to ale lze, jestliže orientaci magnetu zafixujeme gyroskopickým efektem – na tomto principu funguje tzv. **Levitron**:



- Levitující glóbus má zase elektronickou zpětnou vazbu, která udržuje stabilní rovnováhu:

