

Téma č. 7

- Vznik – zdroj magnetického pole, spin, domény, zmagnetování

Zdroje:

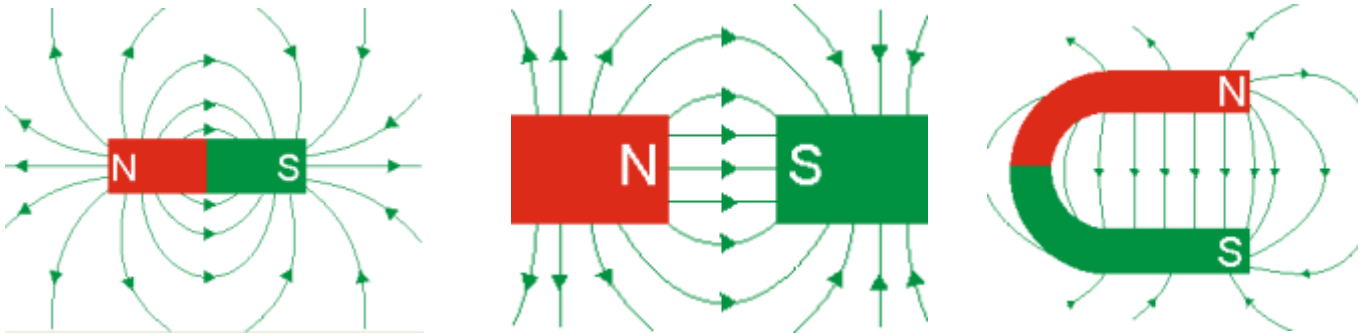
1. Stálý (permanentní, trvalý) magnet – Některé rudy (magnetovec) přitahují železné piliny \Rightarrow mají silové účinky. Byly definovány dva základní magnetické póly – severní a jižní. V okolí těchto látek je stálé (stacionární) magnetické pole.
2. Magnet vybuzený elektrickým polem (elektromagnet) - Jestliže vodičem prochází proud, vzniká v jeho okolí magnetické pole. Vlastnosti magnetického pole jsou dány proudem, který vodičem prochází.

Stálý magnet

- Vznik magnetického pole je definován pohybem elektronů. Kromě pohybu po svých drahách rotují také okolo vlastní osy – **spin elektronu**.
- Spin elektronu je hlavní příčinou vzniku magnetického pole.
- V každé látce jsou spiny elektronů orientovány v mikroskopických oblastech. Tyto oblasti vytvářejí mikroskopické magnety – **domény**.
- V základním stavu jsou domény v látce neuspořádaně (chaoticky), účinky jednotlivých domén se ruší – látka je nemagnetická.
- Působení vnějšího magnetického pole se u některých látek domény orientují do směru pole, jednotlivé účinky se sčítají \Rightarrow vzniká magnet.

- Znázornění magnetických polí

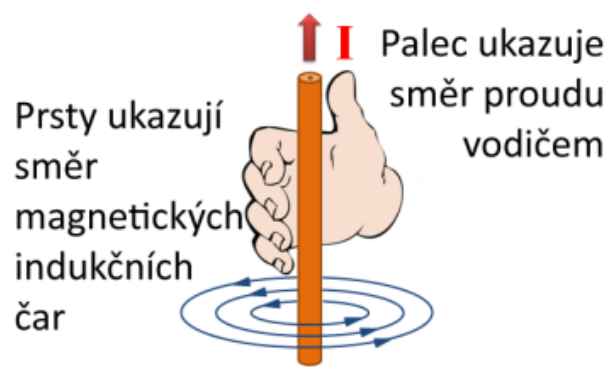
Magnetické pole lze znázornit pomocí magnetických indukčních čar. vně magnetu mají směr od severního k jižnímu pólu.



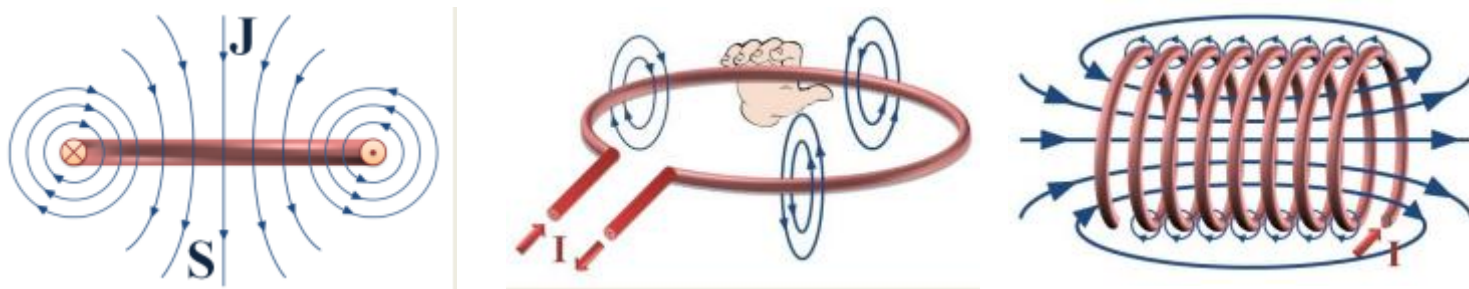
- Magnetické pole přímého vodiče

- Pravidlo pravé ruky

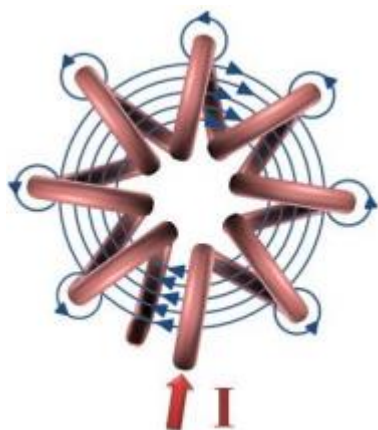
U přímého vodiče nelze určit severní a jižní pól. Směr indukčních čar se určuje pravidlem pravé ruky (pravotočivého šroubu, vývrtky).



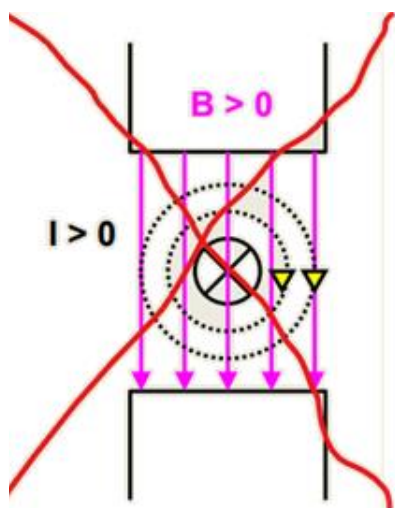
- Magnetické pole cívky – solenoid, toroid
- Solenoid – Určení směru magnetických indukčních čar kolem stočeného vodiče (závitu) Palec ukazuje směr proudu v závitu a prsty ukazují směr indukčních čar.



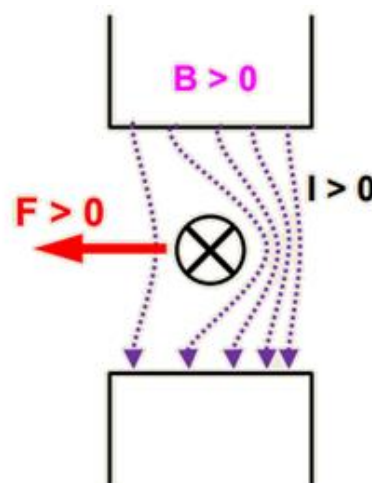
- Toroid – Magnetické pole vytváří především uvnitř cívky, do okolí se rozptýlí jen minimální část. Cívka nevytváří magnetické póly.



- Silové působení na vodič v magnetickém poli
Magnetické pole vzniká při pohybu nábojů. Jestliže bude v magnetickém poli vodič, kterým bude procházet elektrický proud, budou na sebe náboje vzájemně silově působit. Tyto síly se přenášejí na vodič (náboje jsou ve vodiči a nemohou ho opustit).

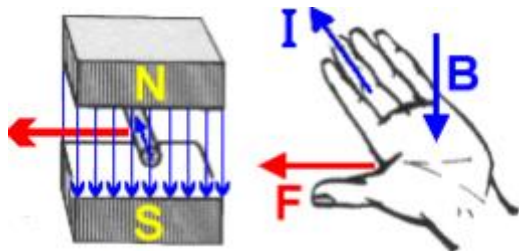


První obrázek neodpovídá, protože se kříží indukční čáry. Výsledný průběh indukčních čar je dán skládáním indukčních čar obou zdrojů magnetického pole. V pravé části vodiče se indukční čáry sčítají \Rightarrow výsledné pole je silnější, v levé části se indukční čáry odčítají \Rightarrow výsledné pole je slabší. Vodič je vytláčován z magnetického pole



- Pravidlo levé ruky

Směr síly lze určit pravidlem levé ruky: Indukční čáry vstupují do dlaně, prsty jsou ve směru proudu, palec ukazuje směr působení síly.



- Velikost síly působící na vodič

Velikost síly bude tím větší, čím větší bude magnetická indukce, čím větší bude proud ve vodiči a čím větší bude aktivní délka vodiče l ve směru kolmém na magnetické siločáry.

$$F = B \cdot I \cdot l$$

B: magnetická indukce

I: proud procházející vodičem

l: délka vodiče

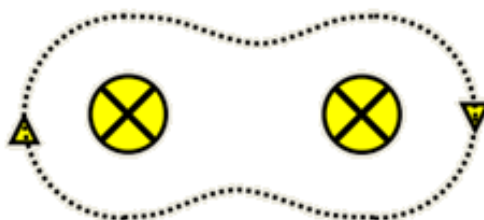
- Indukční čáry mezi dvěma vodiči

Podle směru průchodu proudu se vodiče přitahují nebo odpuzují.

Při průchodu proudu vodiči stejným směrem – Mezi vodiči se indukční čáry odčítají (pole je zeslabené), vodiče se budou přitahovat.



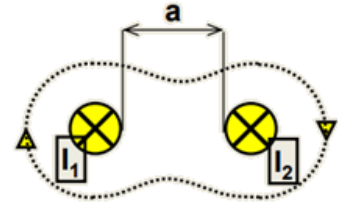
Jestliže bude vodičem procházet proud opačným směrem – Mezi vodiči se indukční čáry sčítají (pole je zesílené), vodiče se budou odpuzovat.



- Silové působení a velikost síly mezi dvěma vodiči

Výpočet magnetického pole v místě vodiče 2, které vznikne od vodiče 1.

$$F = B_1 * I_2 * l = 4 * \pi * 10^{-7} * \frac{I_1}{2 * \pi * a} * I_2 * l = 2 * 10^{-7} * \frac{I_1 * I_2 * l}{a}$$



- Odvození Hopkinsonova zákona ze vztahu pro magnetickou indukci
Výpočet magnetické indukce z intenzity magnetického pole.

$$B = \mu_0 * \mu_r * H$$

Levou i pravou stranu rovnice lze rozšířit plochou (S).

$$B * S = \mu_0 * \mu_r * H * S$$

Po úpravě dostaneme Hopkinsonův zákon.

$$\phi = \mu_0 * \mu_r * \frac{F_m}{l} * S = G_m * F_m = \frac{F_m}{R_m}$$

- Magnetický odpor

- Rm je magnetický odpor
- μ_r není konstantní, je dán magnetickou indukcí \Rightarrow Rm není konstantní \Rightarrow pro výpočet Rm musíme znát B nebo H a materiál jádra
- Nelze zanedbat vliv průřezu na délku indukčních čar \Rightarrow při výpočtu se určuje střední délka indukční čáry
- Část indukčních čar se uzavírá mimo magnetický obvod, přesnost výpočtu magnetických obvodů je malá

$$R_m = \frac{l}{\mu_0 * \mu_r * S} [H^{-1}]$$

- Magnetická vodivost

- Magnetická vodivost je permeance a je to převrácená hodnota reluktance (magnetického odporu)

$$\Lambda_m = \frac{1}{R_m} = \frac{\mu_0 \mu_r S}{l} \quad [H; \frac{H}{m}, -, m^2, m]$$

- Vypočítejte magnetický odpor magnetického obvodu, je-li střední délka indukční čáry 40 cm, průřez jádra 8 cm². Magnetickým obvodem prochází magnetický indukční tok $\phi = 1\text{mWb}$. Materiál jádra jsou transformátorové plechy.

$$l = 0,4\text{m}$$

$$S = 0,0008\text{m}^2$$

$$\phi = 1\text{mWb} = 0,001\text{Wb}$$

$$B = \phi/S = 1,25\text{T}$$

$$H = 250\text{A/m}$$

$$\mu = B/H = 0,005\text{H/m}$$

$$R_m = l/(\mu * S) = 10^5 \text{H}^{-1}$$

