

## 4.5.2 Magnetické pole vodiče s proudem

**Předpoklady:** 4501

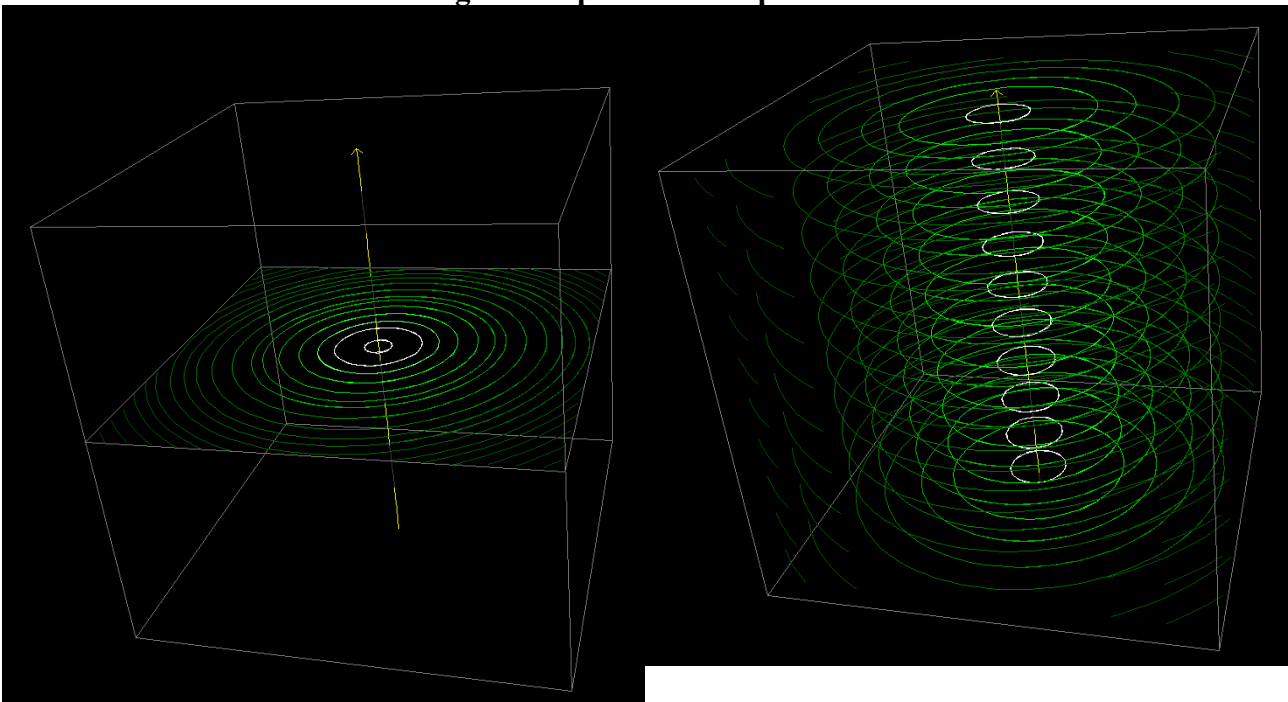
1820 – H. Ch. Oersted objevil, že vodič s proudem působí na magnetku  $\Rightarrow$  elektrický proud vytváří ve svém okolí magnetické pole (dříve nebyly k dispozici dostatečně výkonné zdroje elektrického proudu)

**Pedagogická poznámka:** Oerstedův objev realizuji ve třídě jako první díl seriálu o velkých fyzikálních objevech. Na katedře vytvořím vědecký nepořádek (vodiče, baterky, kompas, měřáky, závaží, váhy, nakousané jablko, papíry s poznámkami, svačina od manželky .... Třída potom u katedry sleduje pokusy vědce Oersteda a jde o to, kdo si všimne (bez jakéhokoliv upozornění, i název hodiny nesdělují před pokusem), že se stalo něco zajímavého (po zapojení proudu se pohne kompas – je nutné ho položit tak, aby pohyb byl znatelný). Scénka trvá tak pět minut, bez ní by se samozřejmě dal pokus stihnout rychleji, ale přestože scénka nemá velký didaktický přínos, studenti ji ocení. Každopádně zdůrazňuji roli náhody a fakt, že i nepořádek může přát vnímavým a připraveným.

**Pedagogická poznámka:** Jedním z problémů, který komplikuje vysvětlování magnetismu je fakt, že všechny obrázky magnetických polí by měli ze své podstaty být prostorové. Kvůli tomu, že při jejich kreslení na papír můžeme využít pouze dva rozměry se snižuje jejich názornost. Proto jsem přesvědčen, že dále uvedené obrázky jsou sice hezké, ale nemohou studentům dát zdaleka tolik jako praktické ukázky ve třídě pomocí drátků, rukou, špejlí atd..

Jak pole vypadá?

### Magnetické pole vodiče s proudem



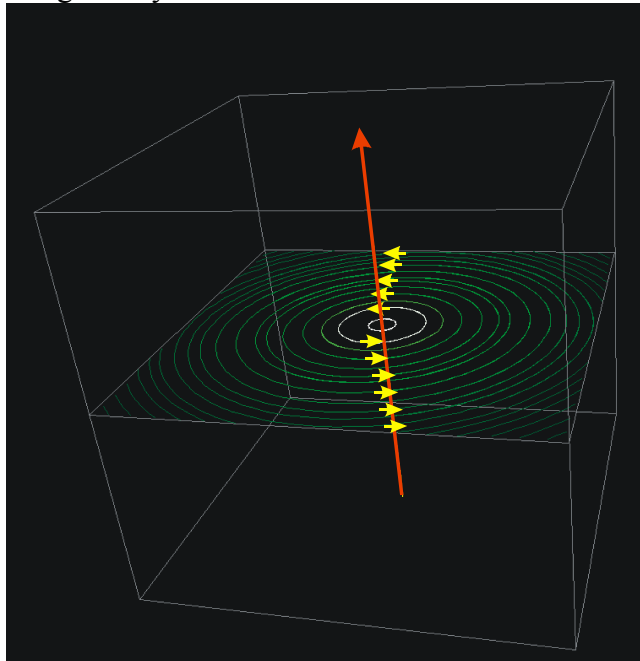
Vodič je žlutý, čím světlejší barva indukčních čar tím silnější magnetické pole v daném místě.

Magnetické indukční čáry mají tvar soustředných kružnic.

Jaký je jejich směr (u magnetu od severu k jihu, tady nic takového jako pól není).

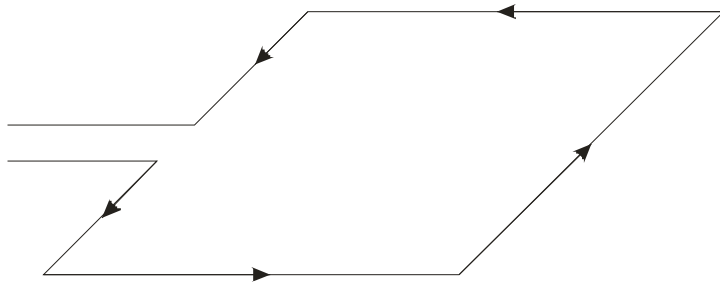
### Ampérovo pravidlo pravé ruky:

Naznačíme-li uchopení vodiče do pravé ruky tak, aby palec ukazoval dohodnutý směr elektrického proudu ve vodiči, zbývající prsty ukazují orientaci magnetických indukčních čar.

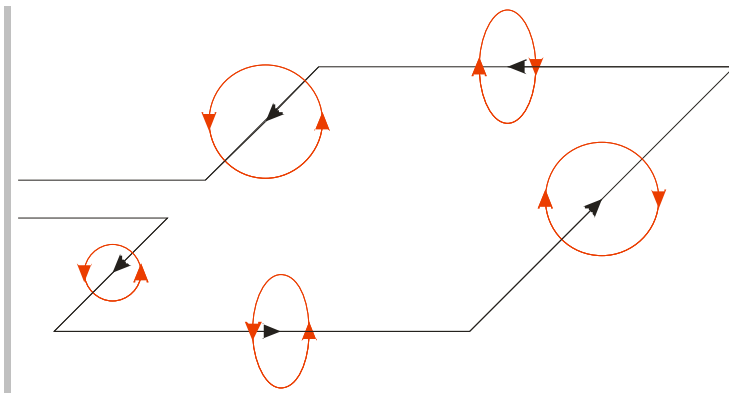


**Pedagogická poznámka:** Další komplikací při výuce magnetismu je velký počet pravidel pro ruce. Snažím se jejich počet omezit, používáme prakticky jedině – Ampérovo pravidlo pravé ruky pro pole vodiče. Ostatní pravidla se dají z tohoto snadno odvodit.

**Př. 1:** Na obrázku je nakreslen vodič, který se skládá z několika přímých částí. Ke každé části nakresli alespoň jednu magnetickou siločáru s vyznačeným směrem.

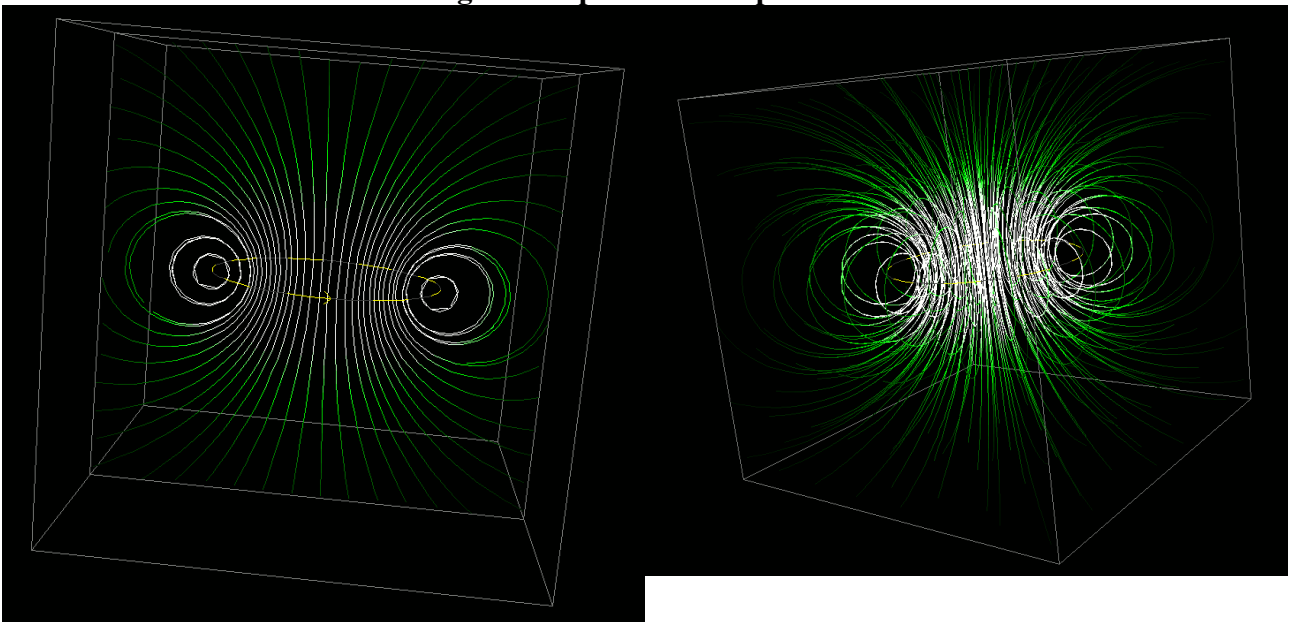


Použijeme Ampérovo pravidlo pravé ruky:

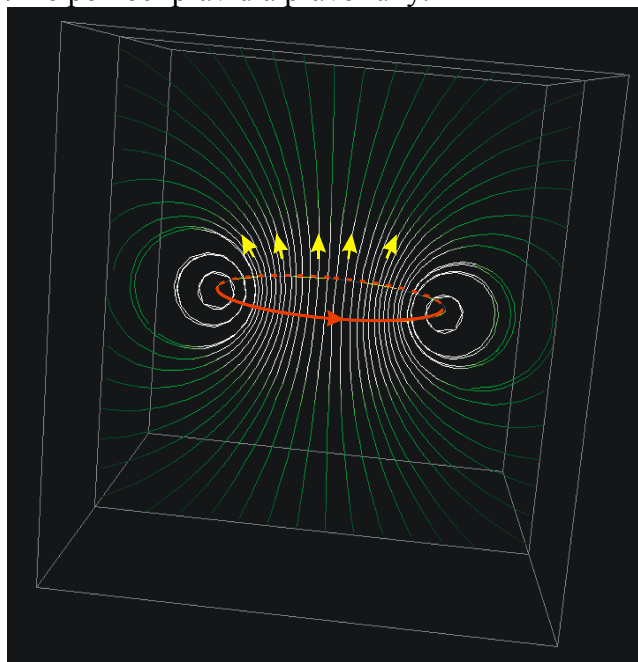


Vodič můžeme zkroutit do závitu:

### Magnetické pole závitu s proudem



Vodič je žlutý, čím světlejší barva indukčních čar tím silnější magnetické pole v daném místě. Směr indukčních čar zjistíme pomocí pravidla pravé ruky:

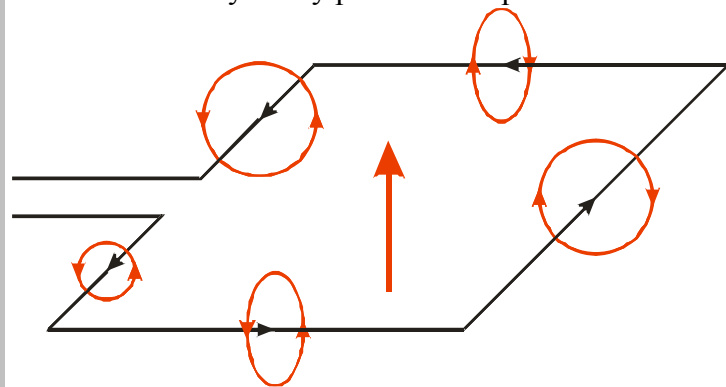


Zjišťování směru indukčních čar jde zrychlit pomocí **pravidla pravé ruky**:

Pokud pravou ruku položíme (na závit) tak, aby pokrčené prsty ukazovaly směr proudu v závitě, vztyčený palec ukazuje orientaci magnetických indukčních čar v dutině.

**Př. 2:** Uplatnit pravidlo pro závit na předchozí příklad, vyznač do obrázku směr indukčních čar uvnitř závitu a porovnej s výsledky předchozího příkladu.

Magnetické siločáry uvnitř našeho hranatého závitu mají směřovat kolmo vzhůru. Tento směr souhlasí s výsledky předchozího příkladu.

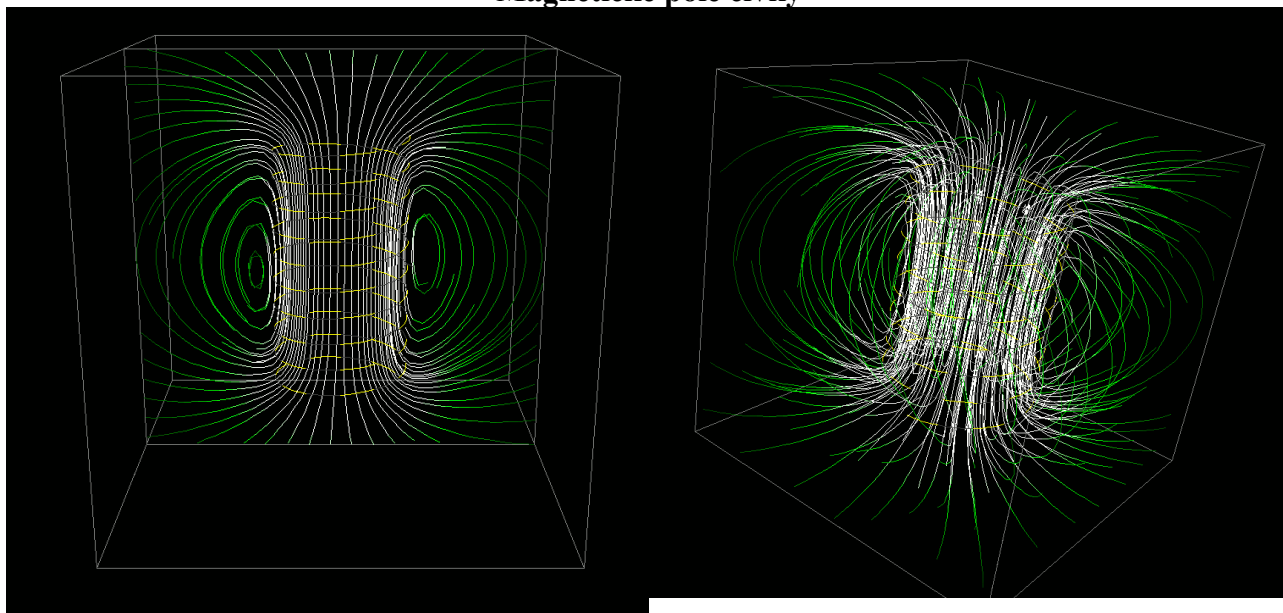


**Př. 3:** Magnetické pole přímého vodiče i závitu je poměrně slabé a pokud má mít znatelné účinky musíme ho budít velkým proudem. Navrhni, jak zesílit pole bez nutnosti zesilovat proud.

Stačí namotat na jedno místo více závitů  $\Rightarrow$  pole se budou sčítat  $\Rightarrow$  získáme silnější pole i se slabším proudem.

Tak jsme sestrojili cívku (solenoid).

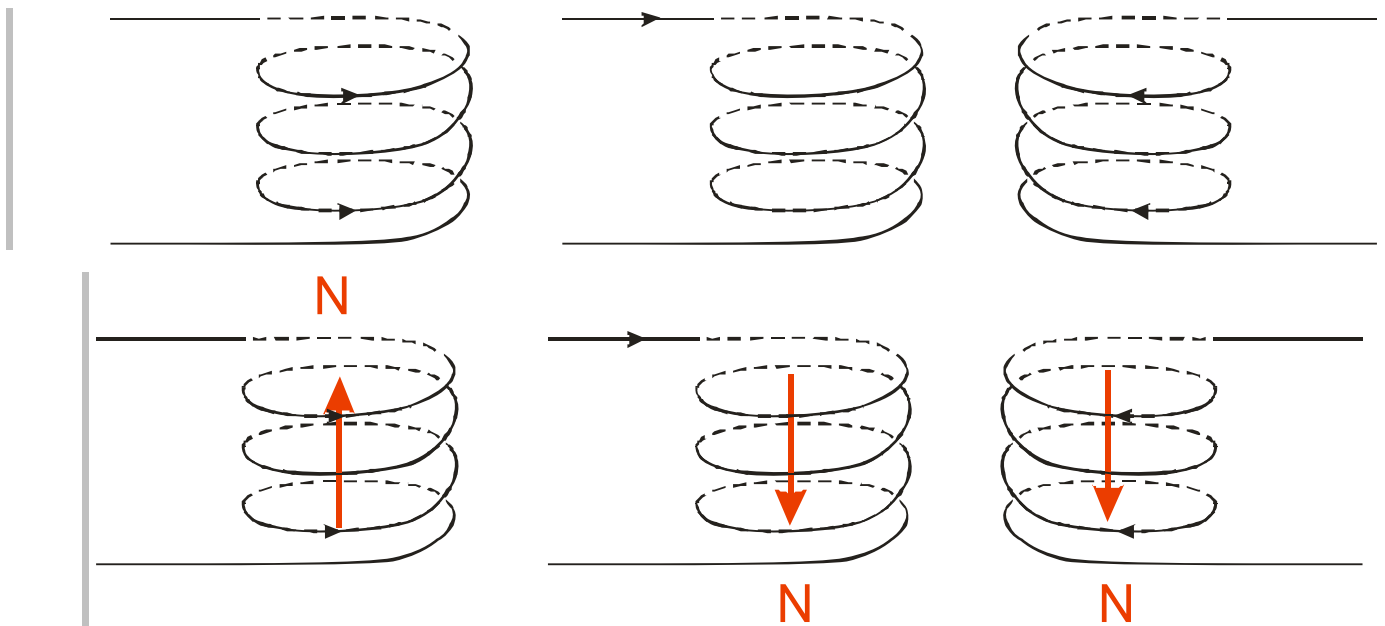
### Magnetické pole cívky



Vodič je žlutý, čím světlejší barva indukčních čar tím silnější magnetické pole v daném místě.

Směr indukčních čar zjistíme stejně jako u závitu **pravidlem pravé ruky**.

**Př. 4:** Urči u nakreslených cívek s vyznačeným směrem proudu severní pól.



Magnetické pole vně cívky je podobné magnetickému poli tyčového magnetu  $\Rightarrow$  zřejmě i u magnetu nevycházejí magnetické indukční čáry z pólu, ale jdou vnitřkem (to by vysvětlovalo proč nejdou póly oddělit od sebe)  $\Rightarrow$  magnetické indukční čáry mají vždy tvar **uzavřené křivky**  
 $\Rightarrow$  existují dva druhy fyzikálních polí

- **pole vírové** - z uzavřených křivek (například magnetické pole)
- **pole zřídlové** - křivky někde začínají a jinde končí (například elektrické pole)

Magnetické pole cívky je možné zesílit tím, že dovnitř dáme železo (jeho schopnost magneticky působit známe)  $\Rightarrow$  vznikl elektromagnet

Výhody elektromagnetu (oproti trvalým magnetům)

- mohou být silnější
- je možné je zapínat a vypínat (nebo zesilovat a zeslabovat)

**Pedagogická poznámka:** Jaká výhoda se skrývá v možnosti vypínání elektromagnetu, je možné snadno předvést při přesunu kancelářských sponek z jednoho místa na druhé.

**Shrnutí:** Kolem vodičů s proudem vzniká magnetické pole. Jeho magnetické indukční čáry jsou uzavřené křivky, jejich směr určíme pravidlem pravé ruky.