

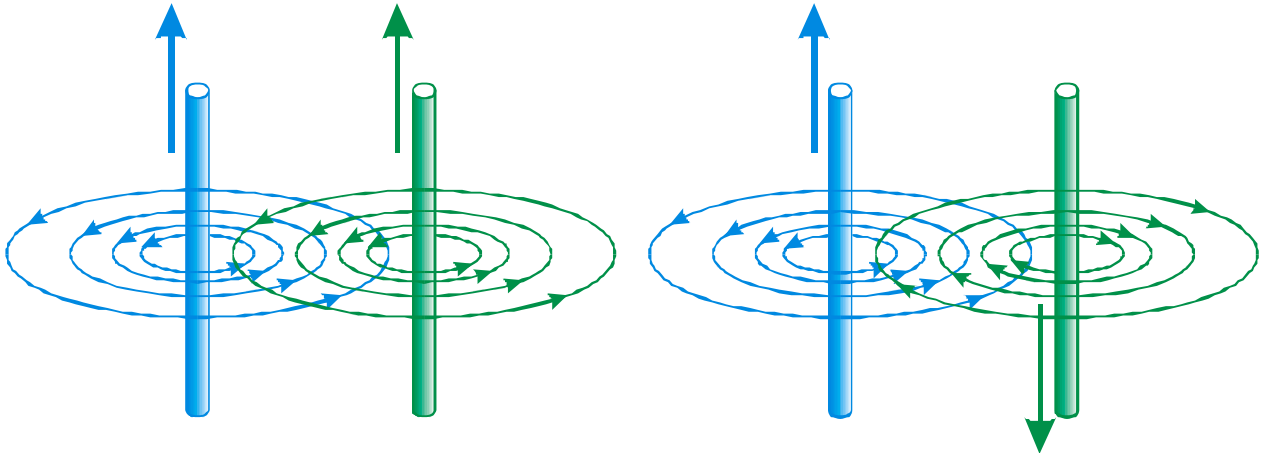
4.5.5 Magnetické působení rovnoběžných vodičů s proudem

Předpoklady: 4502, 4503, 4504

Př. 1: Dvěma velmi dlouhými vodorovnými vodiči prochází elektrický proud. Rozhodni pomocí rozboru magnetických indukčních čar polí obou vodičů, jak na sebe budou tyto dva vodiče působit pokud:

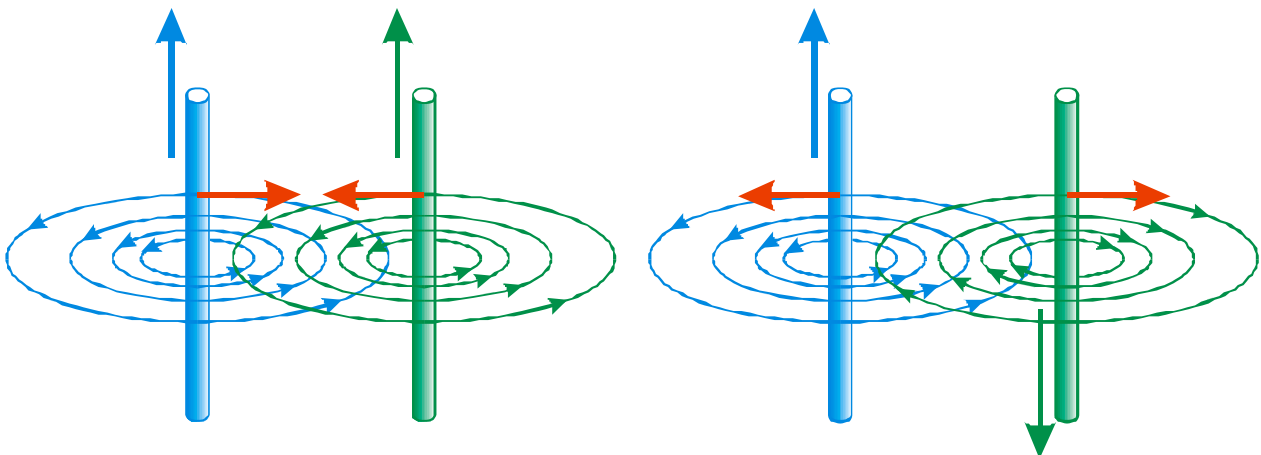
- je směr proudu v obou vodičích stejný
- je směr proudu v obou vodičích opačný

Nakreslím si obrázky magnetických polí obou drátů:



Mezi dráty směřují indukční čary obou polí proti sobě \Rightarrow velikost magnetického pole se tam zmenšuje \Rightarrow dráty se přitahují

Mezi dráty směřují indukční čary obou polí stejným směrem \Rightarrow velikost magnetického pole se tam zvětšuje \Rightarrow dráty se odpuzují



Př. 2: Ověř výsledek předchozího příkladu pomocí Flemingova pravidla levé ruky.

Vždy jeden z drátů považujeme za zdroj magnetického pole a zjišťujeme působení tohoto pole na druhý drát.

\Rightarrow Ve všech případech potvrdíme výsledky rozboru magnetických indukčních čar.

Pokud pokus provedeme, potvrdíme výsledky předchozích příkladů.

Podle III.NZ ty síly musí být stejně velké. Jak velké?

Označíme veličiny:

d - vzdálenost drátů od sebe

I_1 - proud v prvním vodiči

I_2 - proud v druhém vodiči

l - délka vodičů

Vzorec pro magnetickou sílu (siločáry jsou kolmé na drát = náš případ): $F_m = B \cdot I \cdot l$

⇒ síla, kterou působí druhý drát na první $F_1 = B_2 \cdot I_1 \cdot l_1$

⇒ síla, kterou působí první drát na druhý $F_2 = B_1 \cdot I_2 \cdot l_2$

⇒ potřeboval bych znát velikost magnetického pole, které vytváří druhý drát v místě, kde je umístěn první

Vzorec pro magnetické pole velmi dlouhého přímého vodiče: $B = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{I}{r}$

I - proud ve vodiči

r - vzdálenost od vodiče

μ - **permeabilita prostředí** (obdoba permitivity u elektrické síly)

$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ - **permeabilita vakua** $\text{N} \cdot \text{A}^{-2}$

μ_r - **relativní permeabilita prostředí** (zda zesiluje nebo zeslabuje magnetické pole), pro vzduch

$\mu_r = 1$

Mohu začít počítat

$$F_1 = B_2 \cdot I_1 \cdot l$$

B_2 - magnetická indukce, kterou způsobil proud v 2.drátu v místě, kde je 1.drát ⇒

$$B_2 = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{I_2}{d}$$

$$F_1 = \mu \frac{I_2}{2 \cdot \pi \cdot d} \cdot I_1 \cdot l$$

$$F_1 = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{d} \cdot l$$

Vzoreček vypadá správně, protože je symetrický pro proudy I_1 , I_2 ⇒ síla vyjde stejná pro oba dráty (podle III NZ musí)

Odhadneme velikosti veličin v pokusu a zkusíme přibližně určit velikost síly, kterou se dráty přitahovaly.

Př. 3: Urči sílu, kterou se přitahují dva vodiče o délce 40 cm umístěné 3 cm od sebe. Oběma vodiči prochází proud 10 A.

$$d = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m} \quad I_1 = I_2 = 10 \text{ A} \quad l = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

stačí dosadit do vzorce:

$$F_1 = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{d} \cdot l = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{10 \cdot 10}{0,03} \cdot 0,4 \text{ N} = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

Dráty se přitahují silou 0,00027 N.

Síla je hodně málo (a je zřejmé, proč dráty v pokusu musely být volné a co nejslabší), ale přesto se tento vztah používá pro **definici ampéru**:

„Ampér je stálý proud, který při průchodu 2 přímými, rovnoběžnými, nekonečně dlouhými vodiči zanedbatelnému průřezu umístěnými ve vakuu ve vzdálenosti jednoho metru od sebe, vyvolá mezi vodiči sílu o velikosti $2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ na jeden metr délky.“

Vzorce pro B v jiných případech:

- vnitřek solenoidu (cívka jejíž průměr je zanedbatelný vzhledem k její délce, pole v dutině je přibližně homogenní) $B = \mu \cdot \frac{N \cdot I}{l}$
(N – počet závitů, l – délka cívky)
- střed závitů: $B = \mu \cdot \frac{I}{2 \cdot r}$

Př. 4: Vypočti pro školní cívku se 60 závitů hodnotu magnetické indukce pro maximální zatížení, podle vzorce pro solenoid i pro závit. Diskutuj použití, kterého vzorce je pro získání přibližné velikosti magnetické indukce oprávněnější. Kolik by musela mít cívka závitů, aby z obou vzorců vyšly stejné hodnoty.

Pedagogická poznámka: Považuji za důležité, aby studenti kromě používání vzorců přemýšleli o tom, zda jsou získané výsledky reálné.

Shrnutí: Magnetické indukce je v různých situacích určena pomocí různých vzorců. Vždy v nich vystupuje velikost budícího proudu a permeabilita prostředí.