

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Předmět:	Ročník:	Vytvořil:	Datum:
ELEKTROTECHNIKA	PRVNÍ	ZDENĚK KOVAL	30. 8. 2013
Název zpracovaného celku:			
Ele 1 – elektrolyza, magnety a magnetické pole, trvalé magnety a magnetické vlastnosti látek, magnetické pole magnetu, vodiče a cívky, veličiny mag. pole, pohyb vodiče v mag. poli, elektromagnetická indukce			

4.2 Faradayovy zákony

Koncem 19. století přišel M. Faraday /feredy/ při pokusech s elektrolytem, že se uhlíková katoda zvětšuje, zatímco hmotnost měděné anody je menší. Měď se vyloučila na uhlíkové katodě.

I. Faradayův zákon: Hmotnost m látky vyloučené na elektrodě je úměrná součinu stálého proudu I a doby Δt , po kterou proud prochází, tedy

$$m = A \cdot I \cdot \Delta t$$

A – elektrochemický ekvivalent, jednotkou je $\text{kg} \cdot \text{C}^{-1}$. Číselná hodnota elektrochemického ekvivalentu se rovná číselné hodnotě hmotnosti látky, která se vyloučí na elektrodě při přenesení náboje 1C . ($A_{\text{Pb}} = 1,074 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{C}^{-1}$, $A_{\text{Cu}} = 0,329 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{C}^{-1}$)

II. Faradayův zákon:

$$A = \frac{1}{F} \cdot \frac{Mm}{v}$$

F – Faradayova konstanta = $9,650 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

Mm – molekulová hmotnost

v – oxidační číslo

4.3 Elektrolyza a její využití

Elektrolyza je rozkládání chemických látek elektrickým proudem. Elektrolyticky se získává z vody kyslík a vodík. Elektrolyticky se vyrábějí nebo rafinují (čistí) některé kovy např. elektrotechnická měď, která má menší rezistivitu než měď znečištěná jinými prvky dále čisté železo nebo elektrotechnický hliník.

Elektrotechnické pokovování (galvanostegie) se používá k ochraně některých kovů před oxidací a ke zlepšení vzhledu výrobků, popřípadě k vytvoření vodivých vrstev na nevodivých látkách. Do vhodného elektrolytu se ponoří předmět, který má být pokoven a spojí se se záporným pólem zdroje stejnosměrného napětí. Anoda z vhodného kovu se spojí s kladným pólem zdroje. Kationy kovu přecházejí při elektrolytickém pokovování z roztoku na předmět, který má být pokoven, a ulpívají na něm tak, že je nelze setřít. Nevodivé předměty se musejí před pokovováním pokrýt vodivým práškem.

Proud a napětí se musí řídit, např. pro niklování má být napětí mezi elektrodami asi 3 – 5 V a hustota proudu má být přibližně 60 A/m^2 . Předmět musí být před pokovením čistý. Kvalitu pokovování ovlivňuje také správná teplota elektrolytu.

Galvanoplastika je elektrolytické pokovování, které se používá ke zhotovení velmi přesných otisků, např. při výrobě gramofonových desek. Voskový otisk se nejprve potáhne tenkou vrstvou grafitu a pak se jako katoda zavěsí do elektrolytu. Vrstva kovu, která se usadí na voskovém otisku, vytvoří postupně formu.

Elox – elektrolytické oxidování hliníku. Hliníkový předmět se při eloxování upevní jako anoda a oxidace probíhá tím, že se na něm vytvoří vrstva Al_2O_3 . Eloxované povrchy jsou tvrdé, lze je barvit a vytvářejí izolační vrstvu.

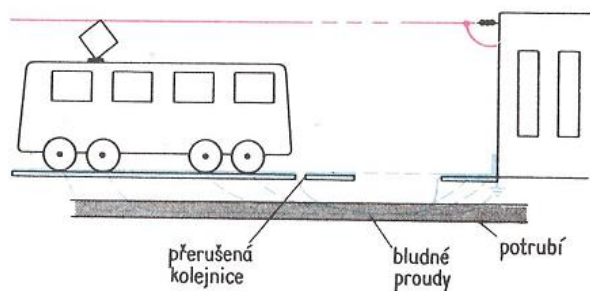
Elektrolytická koroze vzniká tím, že na povrchu některých kovů ulpívají nečistoty a (popř. spolu s cizími prvky přimísenými do kovu) vytvářejí ve vlhkém prostředí velký počet nepatrných galvanických článků. Elektrolyzou se pak kov mění na látky, které mají podstatně menší soudržnost. Příkladem je elektrolytická koroze železa a oceli, která se projevuje rezavěním. Hlavní součástí rzi je hydroxid železitý $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Nežádoucí jsou elektrolytické pochody, které vznikají při spojení dvou vodičů z různých kovů, např. mědi a hliníku. Ve vlhkém prostředí se z nich vytvoří galvanický článek. 4asem se zvětšuje

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

přechodový odpor spoje, a tím vznikají poruchy, popř. při větších proudech se může vlivem vysoké teploty vznítit izolace.

Na kovových potrubích (plynovody, vodovody a ropovody) uložených v zemi mohou působit značné škody elektrochemické jevy zaviněné „bludnými proudy.“ Bludné proudy vznikají především při provozu elektrických kolejových vozidel, pro něž je jedním vodičem kolejnice spojená ze zemí a vlhká zemina je elektrolytem.



Bludné proudy

Proud 1A, který trvale působí při elektrolýze bludnými proudy, zničí asi 10 kg železa, 11 kg mědi a 37 kg olova za rok.

4.4 Chemické zdroje napětí

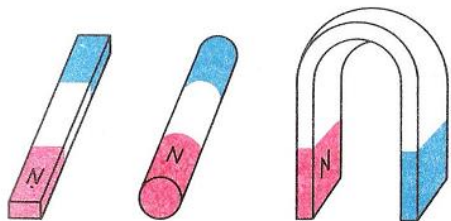
Máme popsáno v článku 2.2.2 Akumulátory.

5 Magnety a magnetická pole

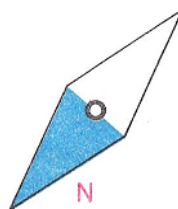
5.1 Trvalé magnety a magnetické vlastnosti látek

5.1.1 Trvalé magnety

jsou tělesa, která ve svém okolí vytvářejí magnetické pole. Trvalé neboli permanentní magnety jsou nejčastěji tyčové, válcové, podkovovité. Zvláštním druhem magnetů je magnetka, která se používá v kompasu. Podle dohody označujeme póly magnetů jako severní N (z angl. north) nebo S – sever a jižní S (z angl. south) nebo J – jih.



Magnety



Magnetka

Kromě trvalých magnetů se setkáváme s dočasnými magnety, jejichž účinky trvají, dokud jsou v mag. poli nebo krátce po zaniknutí tohoto pole.

Naše Země je obrovský magnet. Její jižní pól leží v blízkosti severního zeměpisného pólu a severní mag. pól leží poblíž jižního zeměpisného pólu. Severní pól magnetky se přitahuje k nesouhlasnému, mag. pólu Země.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

5.1.2 Magnetické vlastnosti látek

Podle toho, jak magnetické pole působí na látky, dělíme látky do tří skupin :

- diamagnetické, jsou z mag. pole slabě vypuzovány
- paramagnetické, u nich se projevuje slabé vtahování do mag. pole
- feromagnetické, jež jsou do mag. pole silně vtahovány. Působením mag. pole na feromagnetické látky tzv. magnetováním vznikají z feromagnetických látek magnety.

Paramagnetické a diamagnetické můžeme považovat za nemagnetické látky. Feromagnetické látky jsou pouze čtyři: železo (Fe), kobalt (Co), nikl (Ni) a gadolinium (Gd). K Feromagnetickým látkám patří však řada slitin a různé druhy ocelí. Přírodní magnet je např. ruda – magnetovec ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)

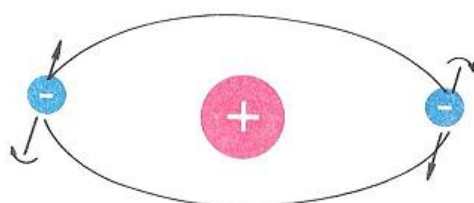
V současné době používáme jako trvalé magnety mag. tvrdé oceli (chromová, wolframová, kobaltová) a ferity (jsou to sloučeniny oxidů dvojmocných kovů a oxidu železitého, např. $\text{BaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, které se získávají lisováním a vypalováním. Jsou to keramické látky s nepatrnou el. vodivostí. Slitina železa, niklu a hliníku, tzv. ALNI, předstihuje svými vlastnostmi všechny magneticky tvrdé oceli.

Dočasné magnety jsou magneticky měkkých ocelí, např. z oceli s co nejmenším podílem uhlíku, vyžíhaného naměkko.

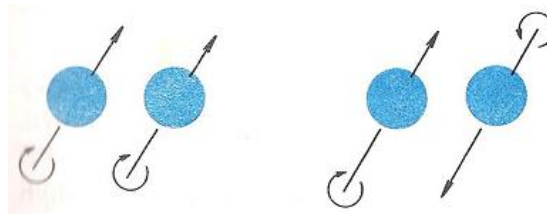
Pokus: Přiložíme-li mag. tvrdou ocel např. šroubovák k magnetu a pak jej přiložíme, mezi hřebíčky zjistíme, že ocel šroubováku se stala magnetem, tj. že proběhla magnetizace kovu.

Zmagnetujeme ocelový drátek z mag. tvrdé oceli. O tom, že je zmagnetován, se přesvědčíme tím, že oba jeho konce vsuneme do železných pilin. Potom drátek zlomíme. Z toho, že se piliny přitahují k oběma koncům každé zlomené části, usuzujeme, že vznikly dva samostatné magnety. I při dalším dělení vznikne vždy magnet s oběma póly. Žádným dělením se nám nepodaří získat magnet, který by měl jen jeden pól. Magnetismus je tedy vlastnost velmi malých částic látky, tzv. **elementárních magnetů**.

Jak jsme již uvedli, předpokládá se, že elektrony obíhají kolem jádra atomu po uzavřených drahách. Elektronům však připisujeme ještě jednu vlastnost, a to otáčení kolem vlastní osy, tzv. spin elektronu. Ten může být souhlasný nebo opačný.



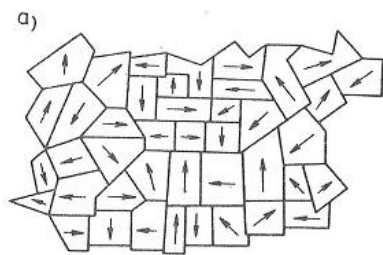
Model spinu elektronu



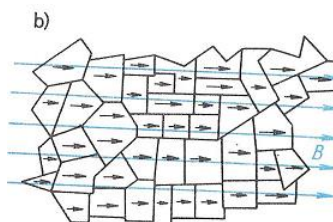
Souhlasný a opačný spin elektronu

Spin elektronu pokládáme za příčinu mag. účinku látky, a tedy i za příčinu vzniku magnetického pole. V diamagnetických a paramagnetických látkách se účinky mag. polí, vyvolané elektrony, vyrovnávají v atomu a mimo těleso nepůsobí.

Ve feromagnetických látkách má každá krystalová mřížka magneticky uspořádané oblasti s hranou do 0,1 mm přibližně 10^{15} atomů. Tyto oblasti se nazývají **domény**. Dokud feromagnetická látka není ve vnějším mag. poli, jsou její domény neuspořádané a látka nevytváří ve svém okolí mag. pole. Jakmile však feromagnetickou látku vložíme do vnějšího mag. pole, domény se v ní uspořádají a z feromagnetického tělesa se stane magnet.



a) Model neuspořádaných domén



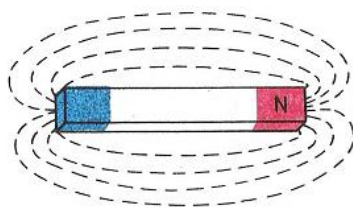
b) Model uspořádaných domén

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Při určité teplotě, tzv. CURIEOVĚ (kyriově) teplotě, převládne tepelný pohyb a domény se neudrží v orientované poloze do níž se dostaly magnetizací. Po snížení teploty zůstanou domény různě orientované a látka přestane být magnetem. Kobalt $1127\text{ }^{\circ}\text{C}$, železo $770\text{ }^{\circ}\text{C}$ a speciálně upravené slitiny např. MnAs $45\text{ }^{\circ}\text{C}$. Demagnetizace probíhá nejen teplotními změnami, ale také prudkými otřesy magnetů a rychlými změnami magnetického pole v jejich okolí.

5.2 Magnetické pole magnetu

Když pod skleněnou desku vložíme magnet a na ni nasypeme železné piliny, vzniknou tzv. pilinové obrazce – znázornění magnetického pole indukčními čarami. Indukční čáry znázorňují rozložení mag. pole v prostoru. Na rozdíl od siločar, kterými znázorňujeme elektrické pole, jsou indukční čáry vždy uzavřené, tj. procházejí i magnetem. Dohodnutá orientace indukčních čar mimo magnet je od severního pólu k jižnímu.



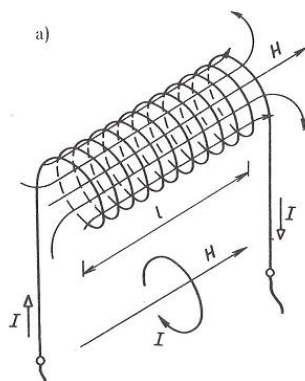
Indukční čáry

Magnetické pole můžeme odstínit, tj. vytvoříme prostor, do kterého mag. pole neproniká. K odstínění mag. pole používáme kovové kryty nebo povlaky.

5.3 Magnetické pole přímého vodiče

Při průchodu proudu vodičem vzniká kolem vodiče magnetické pole. O jeho průběhu nás informují pilinové obrazce. Vidíme z nich, že indukční čáry jsou kružnice se středem ve vodiči. Při určování směru indukčních čar používáme pravidlo pravé ruky. Uchopíme-li vodič pravou rukou tak, že palec ukazuje směr proudu, budou prsty ukazovat směr indukčních čar. Objev magnetického pole v okolí vodiče, kterým prochází proud, je zásadním objevem pro vývoj elektrických strojů, např. motorů.

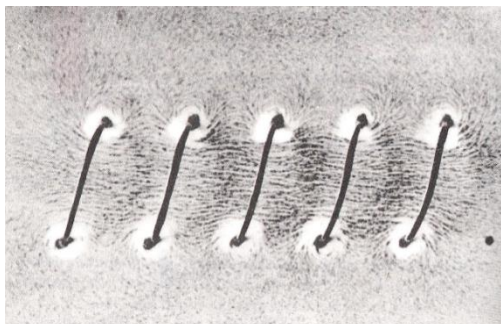
5.4 Magnetické pole válcové cívky (solenoid)



Solenoid

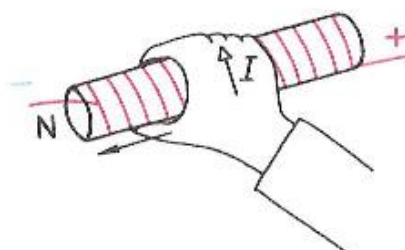
Pokus: Solenoid připojíme ke zdroji stejnosměrného napětí a necháme jím procházet proud. Na desku vloženou do solenoidu sypeme ocelové piliny. Zjistíme, že uvnitř solenoidu jsou pilinové obrazce rovnoběžné a tedy magnetické pole je homogenní.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Pilinové obrazce kolem solenoidu

Ampérovo pravidlo pravé ruky pro cívku: Uchopíme cívku do pravé ruky tak, aby prsty směřovaly po proudu, pak odkloněný palec ukáže severní pól cívky.



Určení severního pole cívky

5.5 Veličiny magnetického pole

5.5.1 Intenzita magnetického pole

Jednou ze základních veličin, kterými určujeme magnetické pole, je intenzita magnetického pole H . Je to vektorová veličina (má velikost a směr)

$$H = \frac{I \cdot N}{l} \text{ / A} \cdot \text{m}^{-1} \text{ /}$$

N je počet závitů, l je délka solenoidu

Příklad: Určete intenzitu magnetického pole uvnitř válcové cívky se 60 závitů, dlouhé 6 cm, při proudu 0,2A.

$$I = 0,2\text{A}, N = 60\text{z}, l = 6\text{cm} = 0,06\text{m}$$

$$H = \frac{IN}{l} = \frac{0,2 \times 60}{0,06} = 200 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

Intenzita magnetického pole v cívce je $200\text{A} \cdot \text{m}^{-1}$.

5.5.2 Magnetická indukce

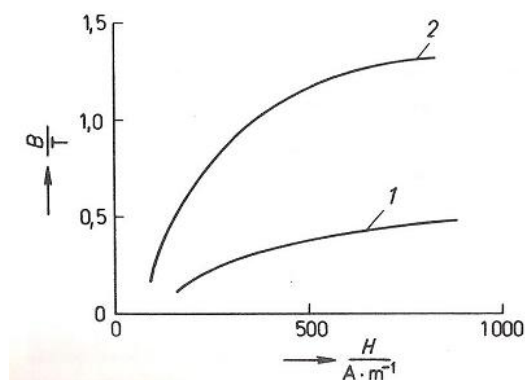
Umožňuje vyjádřit vztahy v magnetickém poli. Je to vektorová veličina. Určujeme ji měřením mechanických sil, které vznikají v magnetickém poli, např. při vtahování ocelového válečku do dutiny cívky nebo při vychylování vodiče v magnetickém poli. Jednotkou mag. indukce je tesla (T). Mezi mag. indukcí a intenzitou mag. pole platí vztah

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

$$B = \mu H$$

H je intenzita mag. pole

μ je permeabilita mag. pole



Závislost elektromagnetické indukce na intenzitě magnetického pole : 1 - šedá litina, 2 - plech pro elektrotechniku

Různé látky ovlivňují mag. pole a právě tento poznatek vyjadřuje permeabilita. Jednotkou permeability je Henry na metr ($\text{H} \cdot \text{m}^{-1}$). Pro stejnou látku je za stejných podmínek permeabilita stálá, proto je permeabilita látková konstanta. Jak je patrné z grafu, závislost magnetické indukce na intenzitě magnetického pole není přímková. Je to dáno tím, že permeabilita látek se mění v závislosti na intenzitě magnetického pole.

Permeabilita vakua (a přibližně i vzduchu) je

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1} = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$$

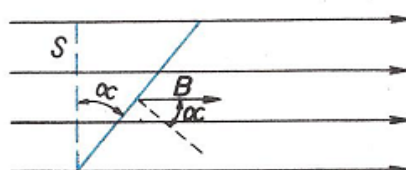
Častěji než permeabilitu používáme relativní permeabilitu μ_r . Udává, kolikrát menší nebo větší je permeabilita látky μ než permeabilita vakua.

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

Z tohoto vztahu vyplývá, že relativní permeabilita vakua je 1. U diamagnetických látek je o málo menší než 1, u paramagnetických látek o něco větší nebo rovnou 1. Relativní permeabilita feromagnetických látek je až mnohatisíkrát větší než u vakua.

5.5.3 Magnetický indukční tok

je to součin magnetické indukce B a plošného obsahu S , kterým magnetická indukce prochází kolmo.



Plošný obsah kolmý k indukčním čarám

$$\Phi = B S \cos \alpha$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Úhel α je úhel vektoru magnetické indukce a roviny, ve které leží sledovaná plocha. Při vektoru magnetické indukce kolmém k ploše je $\cos \varphi = 1$. Pak je

$$\Phi = B S$$

Jednotkou mag. toku je weber /véber/ (Wb).

Příklad: Cívka se 400 závitů a průřezem 12 cm^2 má délku 40 mm. Určete mag. indukční tok v cívce, prochází-li ji proud 6 A a je-li a) vzduch, b) jádro z elektrotechnických plechů ($\mu_r = 500$).

$$N = 400 \text{ z, } l = 40 \text{ mm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m, } I = 6 \text{ A, } S = 12 \text{ cm}^2 = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, \\ \mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ H.m}^{-1}, \mu_r = 500$$

$$H = \frac{NI}{l} = \frac{6 \times 400}{0,04} = 60000 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

$$B = \mu_0 H = 1,257 \cdot 10^{-6} \cdot 60000 = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

$$\Phi_0 = B \cdot S = 7,5 \cdot 10^{-2} \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = 9 \cdot 10^{-5} = 90 \text{ } \mu\text{Wb}$$

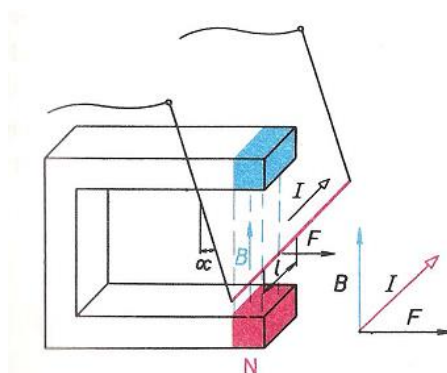
$$\Phi = \mu_r \cdot \Phi_0 = 500 \cdot 90 = 45 \text{ mWb.}$$

Intenzita mag. pole v cívce je $60\,000 \text{ A.m}^{-1}$, mag. tok v cívce bez jádra je $90 \text{ } \mu\text{Wb}$, v cívce s jádrem 45 mWb .

5.6 Pohyb vodiče v magnetickém poli

5.6.1 Pohyb osamoceného vodiče

Pokus: Volně pohyblivý vodič vložíme mezi póly magnetu. Jakmile začne vodičem procházet proud, vodič se vychýlí.



Vodič v magnetickém poli

Podobnými pokusy se zjistilo, že mag. pole vodiče a mag. pole magnetu na sebe vzájemně působí. Síla, kterou působí mag. pole na vodič, závisí na magnetické indukci B , na proudu I , který prochází vodičem, a na tzv. aktivní délce l vodiče, tj. délce té jeho části, na kterou mag. pole působí.

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

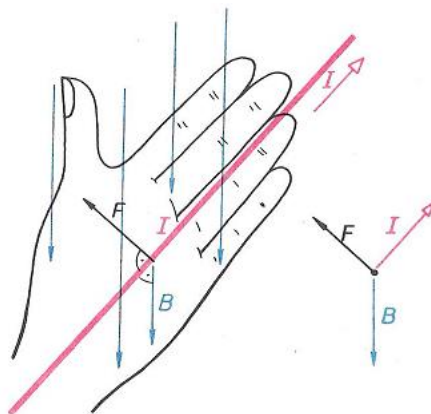
Kde α je úhel, který svírá vodič s indukčními čarami. Jsou-li indukční čáry kolmé, používáme jednodušší vztah

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

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vychylování vodiče v magnetickém poli je významný jev, který umožňuje konstruovat elektromotory.

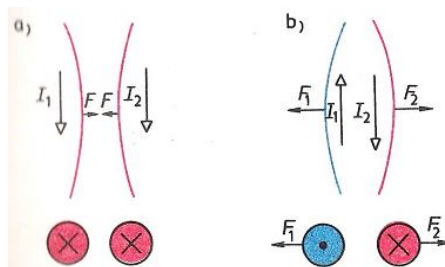
Orientaci síly působící na vodič v mag. poli stanovíme Flemingovým pravidlem levé ruky: Položíme levou ruku dlaní pod vodič tak, aby indukční čáry směřovaly do dlaně a prsty ukazovaly směr proudu, odchýlený palec ukáže směr síly, kterou působí mag. pole na vodič.



Flemingovo pravidlo levé ruky

5.6.2 Vzájemné působení dvou vodičů

Vodiče jimiž prochází proud na sebe navzájem působí.



a) Přitahování vodičů, b) odpuzování vodičů

Označení – x proud teče od nás, • proud teče k nám.

Bude-li téci proud stejným směrem, budou se vodiče navzájem přitahovat. Budou-li vodiče zapojeny tak, aby proud tekla opačným směrem, budou se odpuzovat.

$$F = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I_1 I_2 l}{d} \text{ [N]}$$

Kde μ je permeabilita prostředí kolem vodičů,
 d vzdálenost vodičů

V tabulkách se udává relativní permeabilita, používáme pro jiná prostředí než je vakuum nebo vzduch vztah $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$, pak dostaneme

$$F = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r}{2\pi} \cdot \frac{I_1 I_2 l}{d}$$

Příklad: V rozvodně jsou dva rovnoběžné vodiče, dlouhé 4 m a vzdálené od sebe 200 mm. Jakou silou na sebe působí při průchodu proudu 4500 A?

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

$$I_1 = I_2 = 4500 \text{ A}, l = 4 \text{ m}, d = 0,2 \text{ m}, \mu = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$$

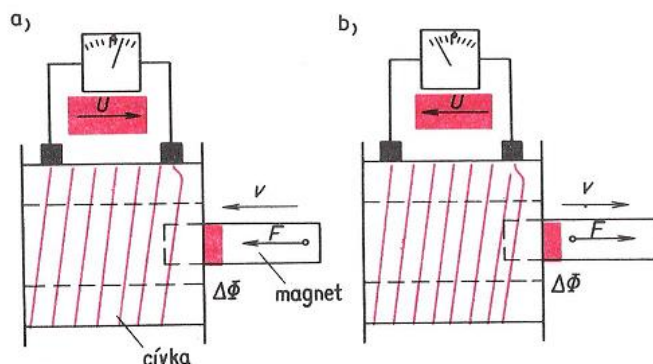
$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 I_2 l}{d} = \frac{4\pi}{2\pi} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{4500 \cdot 4500}{0,2} \cdot 4 = 81 \text{ N}$$

Vodiče na sebe působí silou asi 81 N.

5.7 Elektromagnetická indukce

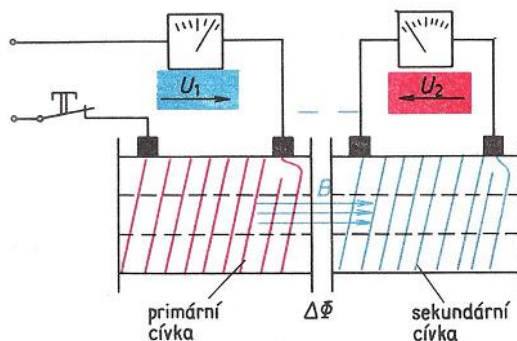
5.7.1 Indukované napětí

Pokus 1: Cívku s větším počtem závitů spojíme s galvanometrem. Do dutiny cívky vsuneme rychle magnet – na galvanometru vidíme vychýlení ručičky, která se zase brzy vrátí do nulové polohy. To samé bude i při prudkém vytáhnutí magnetu, ale přístroj ukáže na opačnou stranu. Můžeme říci, že se nám indukovalo v cívce napětí. Při vysunutí je napětí opačné polované.



Elektromagnetická indukce v pevné cívce

Pokus 2 : Postavíme vedle sebe jednu cívku spojenou se zdrojem napětí, tzv. primární cívku, a ní postavíme sekundární cívku spojenou s voltmetrem. Sledujeme výchylku voltmetru v okamžiku, kdy primární cívku začne nebo přestane protékat proud. I v tom případě se v sekundární cívce indukuje napětí. Z toho vyplývá, že indukované napětí vzniká při změně magnetického indukčního toku v okolí vodiče. Je, který jsme při pokusech pozorovali je elektromagnetická indukce.



Indukované elektromotorické napětí v sekundární cívce.

Elektromagnetická indukce patří mezi nejvýznamější objevy 19. století, protože umožnila podstatný rozvoj elektrotechniky, především elektrických strojů.

Indukované napětí v přímém pohyblivém vodiči je přímo úměrné součinu magnetické indukce B , aktivní délky vodiče a rychlosti v v vodiči. Pro indukované napětí platí vztah

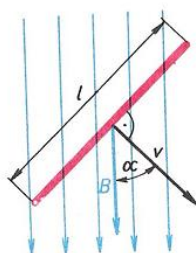
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

$$U_i = B \cdot l \cdot v \cdot \sin \alpha$$

Úhel α je úhel vektoru magnetické indukce a vektoru rychlosti v vodiči. Mění-li se mag. pole tak, že jeho vektor mag. indukce je kolmý na vektor rychlosti vodiče, platí

$$U_i = B \cdot l \cdot v$$

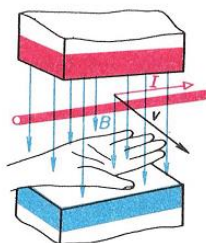
Protože pro $\alpha = 90^\circ$ je $\sin \alpha = 1$.



K odvození vztahu pro indukované napětí

Při přerušení proudu v primární cívce se v sekundární cívce indukovalo opačné napětí než při zapojení. To je v souladu s Lencovým pravidlem : Indukované napětí vyvolá proud, který svými účinky brání změně, která ho vyvolala.

Směr proudu se při elektromagnetické indukci určuje Flemingovým pravidlem pravé ruky: Položíme-li pravou ruku dlaní k vodiči tak, aby indukční čáry vstupovaly do dlaně a odvrácený palec ukazoval směr pohybu vodiče, pak směr proudu ve vodiči je od hřbetu ruky k napjatým prstům.



Flemingovo pravidlo pravé ruky

Místo vodiče necháme v magnetickém poli otáčet obdélníkovou smyčku. Podle Faradajova zákona elektromagnetické indukce indukuje ve smyčce napětí

$$U = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Přitom podíl $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ je tzv. časová změna indukčního toku.

Kontrolní otázky a úlohy:

1. K čemu lze využít elektrolýzu.
2. Proč magnetka kompasu ukazuje na sever?
3. Vyjmenuj látky podle toho, jak na ně působí magnetické pole.
4. Popiš magnetické domény ve feromagnetických látkách.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

5. Jak zní pravidlo pravé ruky pro vodič s proudem a pro cívku ?
6. Vyjmenuj základní veličiny magnetického pole.
7. Popiš Flemingovo pravidlo levé ruky.
8. Co je elektromagnetická indukce, jaké je její využití v praxi ?

Použita literatura a zdroje obrázků:

VOŽENÍLEK, Ladislav – ŘEŠÁTKO, Miloš. *Základy elektrotechniky I.* 2. vyd. Praha: SNTL, 1986