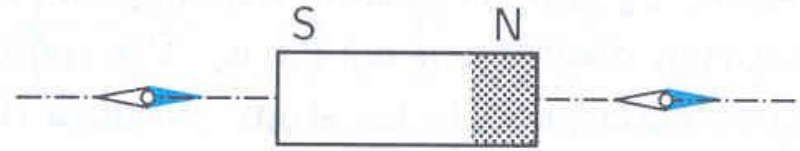


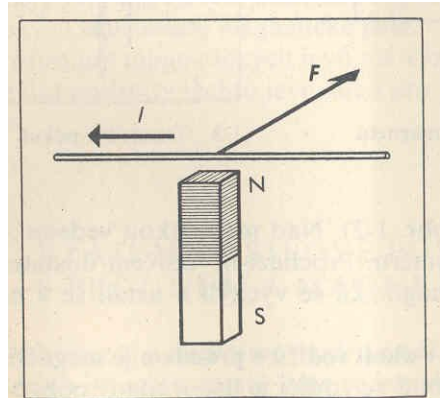
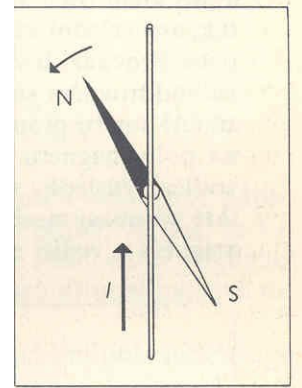
magnet, magnetka



- magnet – zmagnetované těleso. Původně vyrobeno z horniny magnetit, která má sama magnetické vlastnosti
- dnes ocelové zmagnetované magnety, ferity, neodymové magnety.
- dva magnetické póly (S-J, N-S)
 - magnetka je malý otočně uložený magnet.
 - Zeměkoule je také magnet!

Vzájemné silové působení

- Magnetka se otáčí svým jižním pólem k severnímu pólu magnetu
- obecně: nesouhlasné póly magnetu se přitahují
- vodič s proudem má na magnetku taky vliv.
- Taky magnet působí na vodič s el. proudem!

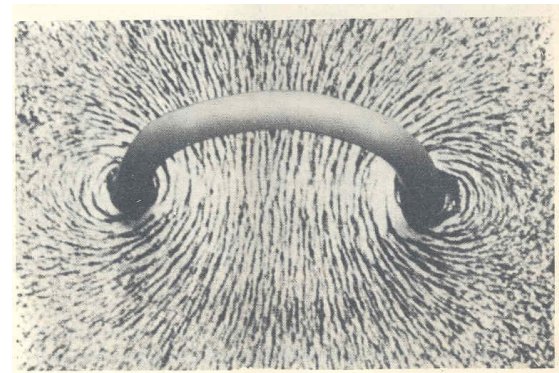
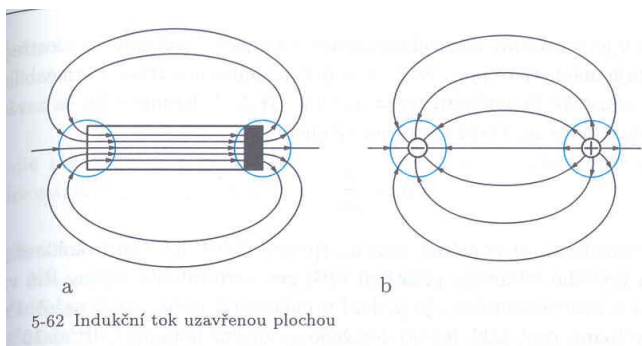
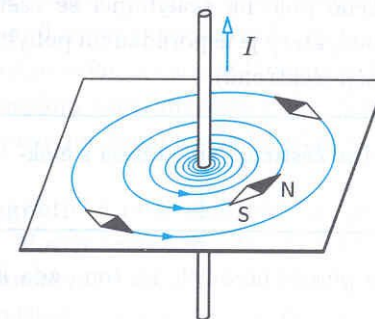


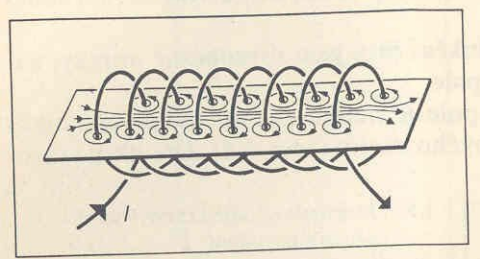
Magnetické pole

- Silové působení mezi permanentními magnety a vodiči s proudem je vzájemné
- magnetické síly působí prostřednictvím **magnetického pole**
- druh silového pole
- tvoří je zmagnetovaná tělesa, vodiče pod proudem, pohybující se náboje nebo proměnné el. pole
- projevuje se silovými účinky, pomocí těch jej můžeme detekovat

Popis

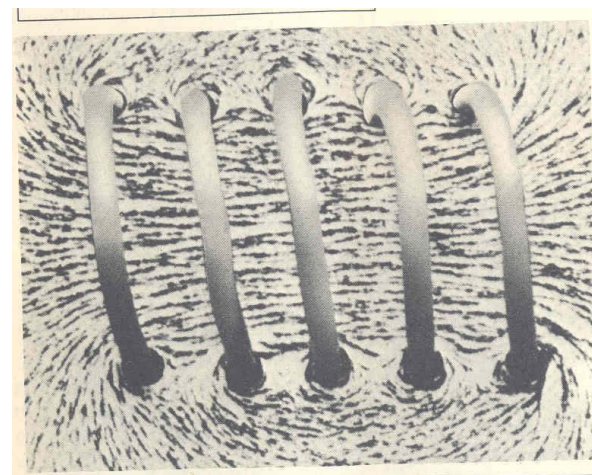
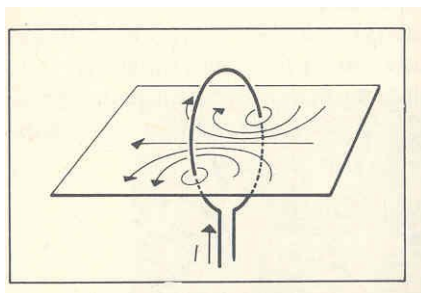
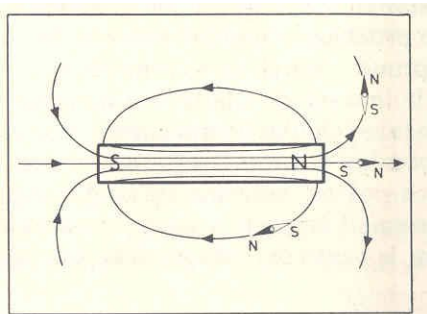
- pole popisujeme pomocí magnetických indukčních čar
- hustota odpovídá silovým účinkům pole





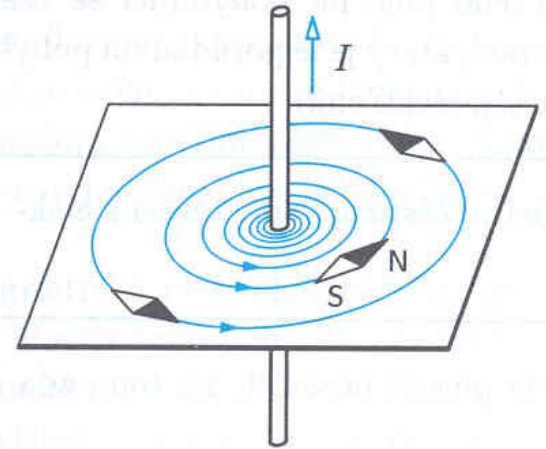
magnetické indukční čáry

- prostorová orientovaná čára
- tečna má směr osy velmi malé magnetky v daném bodě. Směr od jižního k severnímu pólu magnetky určuje orientaci čáry
- uzavřené křivky, neprotínají se



Ampérovovo pravidlo pravé ruky

- Naznačíme uchopení vodiče do pravé ruky tak, aby palec ukazoval směr proudu ve vodiči. Prsty pak ukazují orientaci mag. indukčních čar.
- jsou-li indukční čáry rovno běžné přímky – homogenní pole



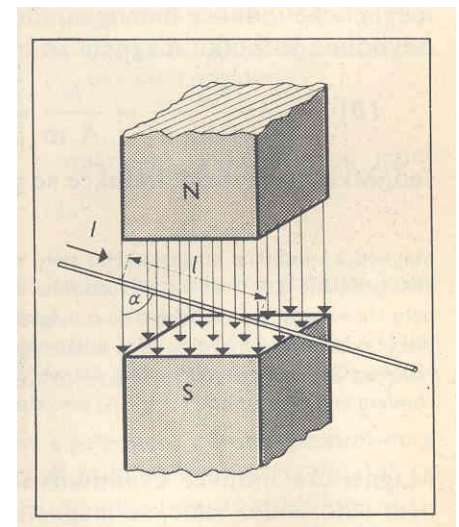
Magnetická indukce

- kvantitativní popis pole
- na základě silových účinků pole na vodič s proudem

z experimentu zjištěno: $F_m = \mathbf{BI} \sin \alpha$

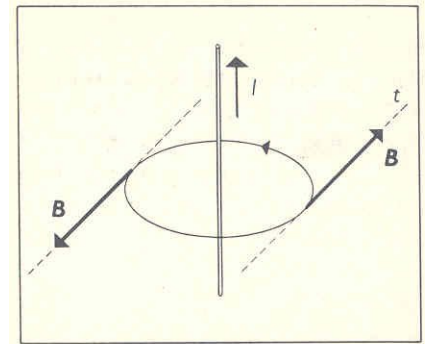
$[\mathbf{B}] = \text{N} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} = \text{T}$

- běžné magnety 0,01 až 0,5 T

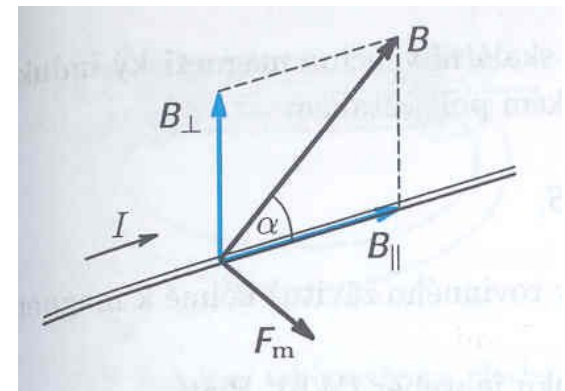


Magnetická indukce

- vektor, směr shodný se směrem souhlasně orientované tečny k indukční čáře
- v homogenním poli je $\mathbf{B} = \text{konst.}$
- vektor lze rozložit do složek
- silové účinky má jen kolmá složka

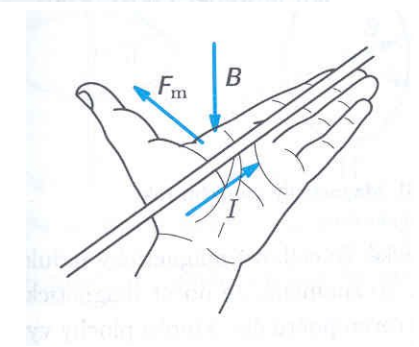
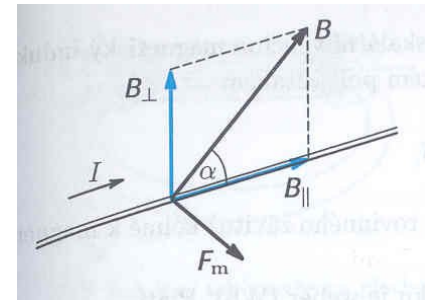


1-8 Magnetická indukce má směr tečny k indukční čáře



Flemingovo pravidlo levé ruky

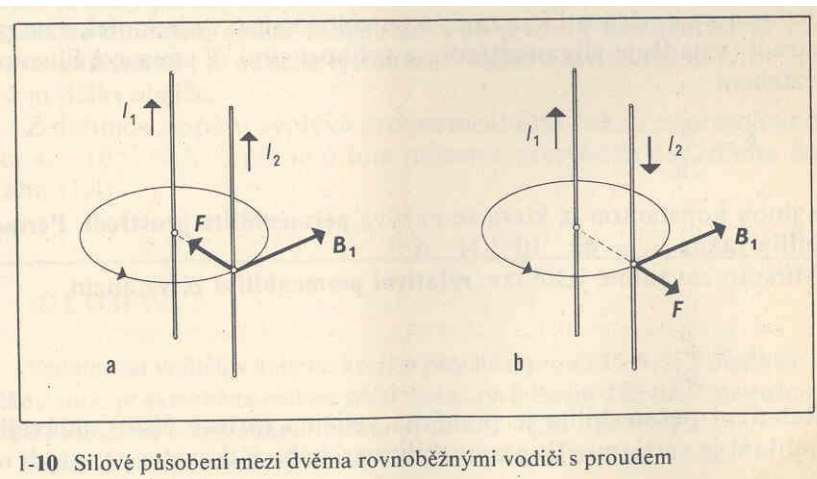
- Ze vztahu $F_m = BIl \sin \alpha$ plyne, že mag. síla je největší pro vodič kolmo na směr indukce.
- směr určuje Flemingovo pravidlo levé ruky



Položíme-li otevřenou ruku k přímému vodiči tak, aby prsty ukazovaly směr proudu a indukční čáry vstupovaly do dlaně, ukazuje odtažený palec směr síly, kterou působí magnetické pole na vodič s proudem.

Vzájemné silové působení dvou vodičů s proudy

- v okolí vodiče je mag. pole
- mag. pole má na vodič s proudem silové účinky



1-10 Silové působení mezi dvěma rovnoběžnými vodiči s proudem

- dva rovnoběžné vodiče s proudem, jejichž vzdálenost je mnohem menší než jejich délka a sebe působí silou dle vztahu

$$F = k \frac{I_1 I_2}{d} l, \text{ kde } k = \frac{\mu}{2\pi}$$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$ je permeabilita vakua, μ - permeabilita prostředí. Vedle toho se ještě zavádí relativní permeabilita $\mu_r = \mu / \mu_0$.

většina látek má μ_r přibližně rovnu 1, nikl nebo železo však $10^2 - 10^5$

magnetické pole vodičů s proudem

- závisí nejen na proudu a vzdálenosti, ale i na tvaru

- přímý vodič: $B = \mu \frac{I}{2\pi d}$

- střed kruhového závitu: $B = \mu \frac{I}{2r}$

- vnitřek válcové cívky: $B = \mu \frac{NI}{l}$

u běžných tvarů je to však mnohem složitější a často se určuje měřením

Pohyb nabité částice v mag. poli

- na vodič pod proudem působí síla

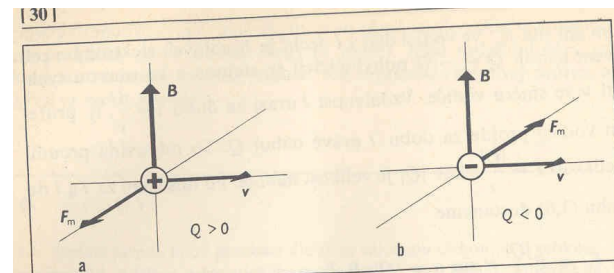
$$F_m = \mathbf{BI} \sin \alpha$$

- v podstatě působí na pohybující se volné elektrony, obecně na částice nesoucí náboj.

Platí

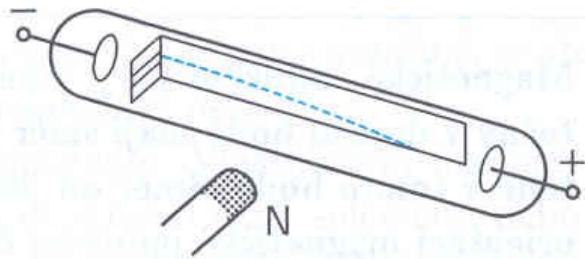
$$F_m = QvB \sin \alpha$$

- Na částici v el. i magnetickém poli působí Lorentzova síla $F_l = F_e + F_m$

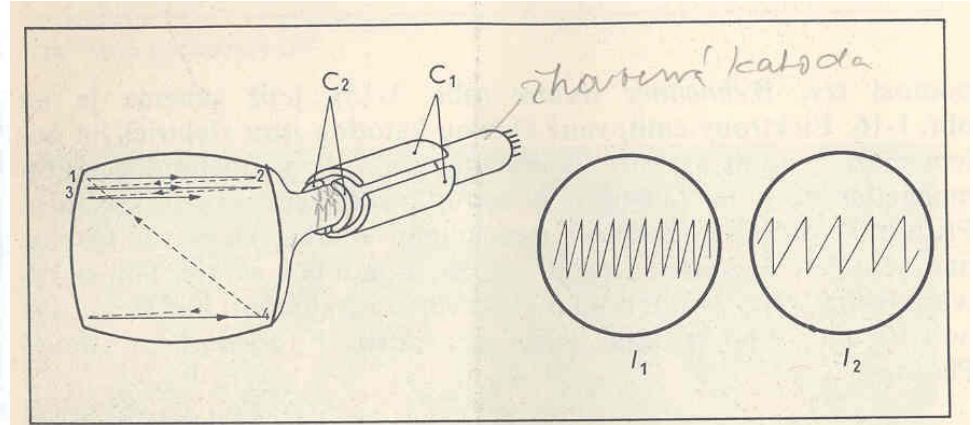


Pohyb nabité částice v mag. poli

- využití –elektronové mikroskopy, cyklotrony, televize, Hallův jev

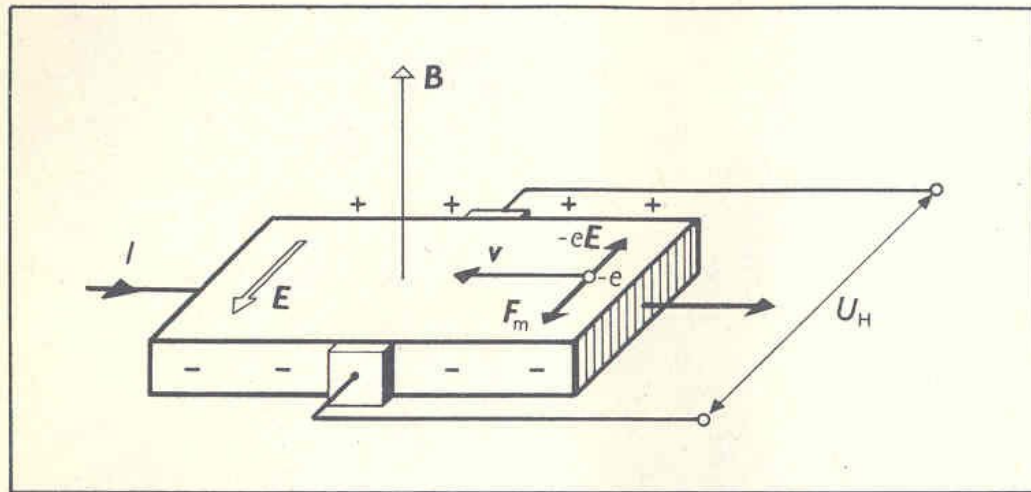


5-54 Působení magnetického pole na částici s nábojem



Hallův jev

- V polovodiči pod proudem umístěném v mag. poli se objeví na bocích malé napětí U_H (Hallůvo napětí) úměrné velikosti mag. indukce



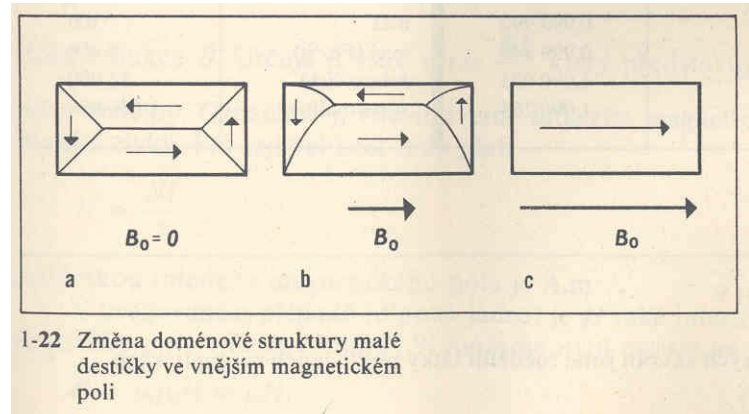
1-19 K výkladu Hallova jevu

Látky v mag. poli

- různé látky se chovají různě
- některé reagují silně, jiné nepozorovatelně
- **feromagnetika** – výrazná reakce, $\mu_r \gg 1$
- **diamagnetika** – nepatrně zeslabují pole, $\mu_r < 1$
- **paramagnetika** – nepatrně zesilují, $\mu_r > 1$

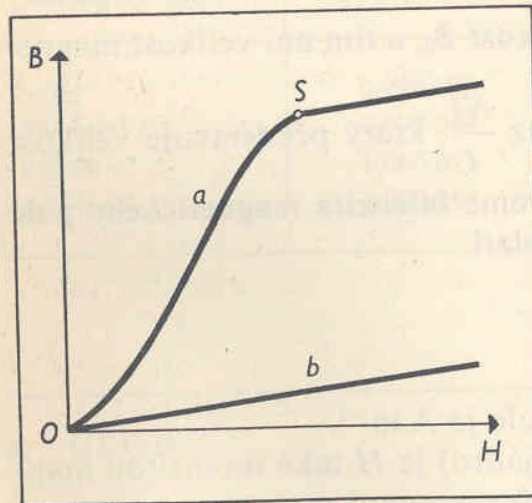
Magnetické domény

- ve feromagnetiku najdeme oblasti se stejnou orientací mag. momentu. Těmito oblastem se říká magnetické domény.
- ve vnějším mag. poli pak dochází k přeorientování mag. momentu domén – magnetování látky.

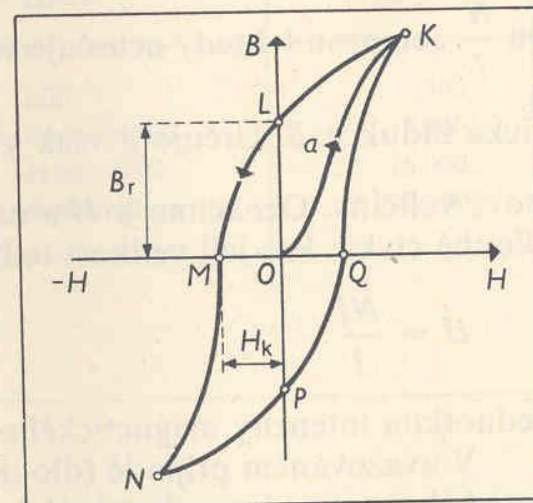


Magnetická hysterese

- Při magnetování feromagnetické látky v cívce neodpovídá zcela intenzita mag. pole v látce mag. indukci vnějšího pole. Vzniká hysteresezní smyčka.



1-23 Křivka prvotní magnetizace feromagnetika



1-24 Hysteresezní smyčka feromagnetické látky

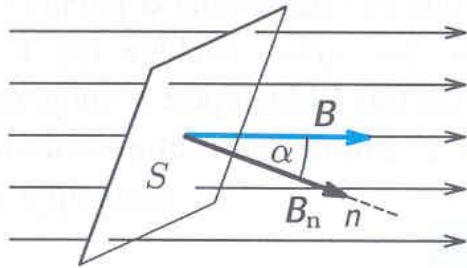
Nestacionární magnetické pole

- Magnetická indukce se s časem mění
 - časově proměnný proud v nepohyblivém vodiči
 - pohybující se částice s nábojem
 - pohybující se vodič s proudem
 - pohybující se magnet (permanentní, elektromagnet)
 - proměnné el. pole

<http://phet.colorado.edu/simulations/faraday/faraday.jnlp>

<http://phet.colorado.edu/web-pages/simulations-base.html>

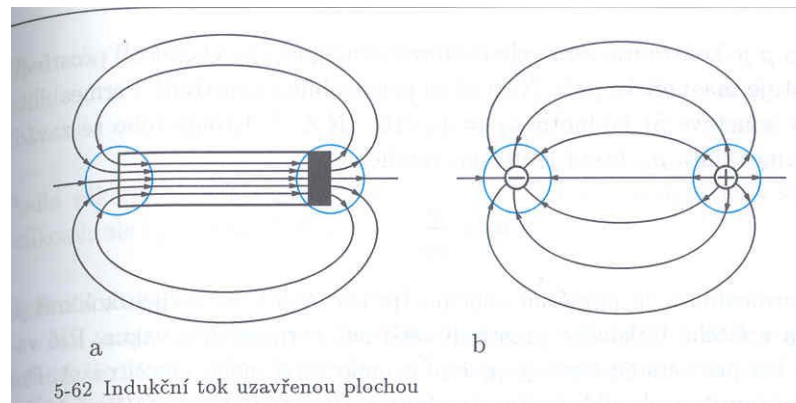
Magnetický indukční tok



$$\forall \Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha = B_n S$$

- jednotka: $T \cdot m^2 = Wb$ (weber)

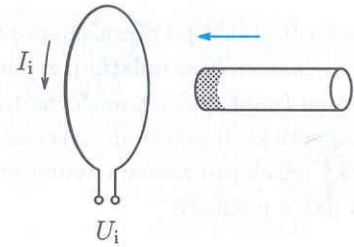
magnetický indukční tok libovolnou uzavřenou plochou je nulový



Změna magnetického ind. toku

- buď dána změnou velikosti mag. indukce
- nebo změnou obsahu či orientace plochy, kterou tok prochází
- časová změna se značí $\Delta\Phi/\Delta t$

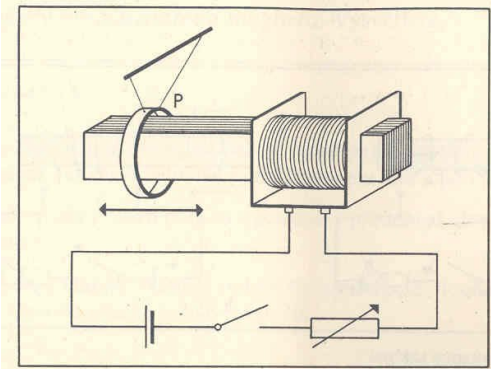
Elektromagnetická indukce



- Nestacionární magnetické pole je příčinou vzniku indukovaného elektrického pole. Tento jev nazýváme elektromagnetická indukce.
- platí Faradayův zákon elmag. indukce:
- Indukované elektromotorické napětí je rovno záporně vzaté časové změně magnetického indukčního toku

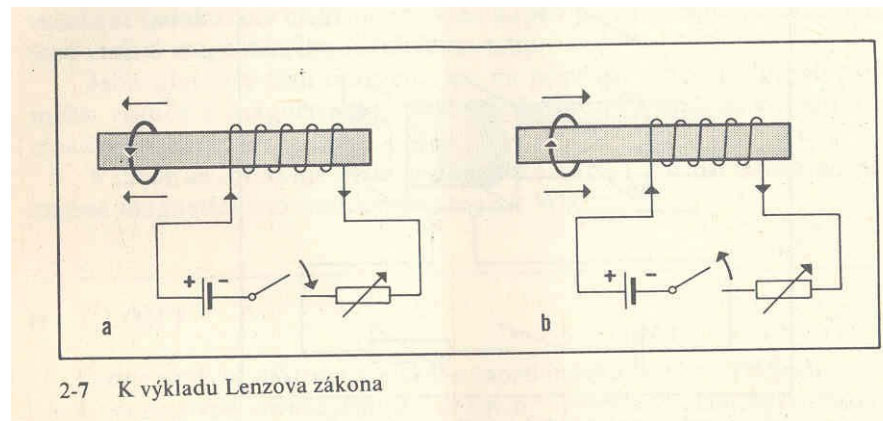
$$U_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Lenzův zákon



2-6 K určení směru indukovaného proudu

- Indukovaný elektrický proud v uzavřeném obvodu má takový směr, že svým magnetickým polem působí proti změně magnetického indukčního toku, která je jeho příčinou.



2-7 K výkladu Lenzova zákona