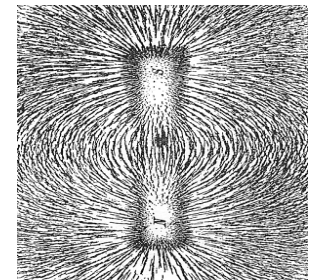
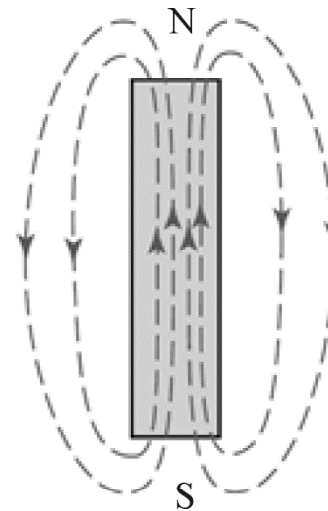


4. Magnetsko polje

- Električne struje (naelektrisanja koja se kreću)
 - menjaju prostor oko sebe,
 - takvo izmenjeno fizičko stanje naziva se magnetsko polje.
- U magnetskom pogledu, materijali se dele:
 - nemagnetski (ne menjaju magnetsko polje, većina materijala),
 - magnetski (znatno utiču na magnetsko polje, gvožđe, kobalt, nikal ...) nazivaju se i feromagnetski materijali.
- Vektor magnetske indukcije $\vec{B}[T]$
 - ili vektor gustine magnetskog fluksa.
- Izvori magnetskog polja su:
 - stalni magneti (magnetsko polje potiče od mikroskopskih struja),
 - električne struje.

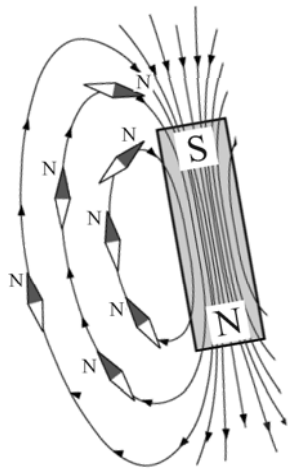
Stalni magneti / 1

- izrađuju se od feromagnetskih materijala
 - obično u obliku šipke ili potkovice
 - među prvim primenama: kompasi
 - magnetske sile su najizraženije na krajevima (polovima)
 - polovi: severni (N) i južni (S)
 - nemoguće je odvojiti N od S pola
- **Magnetsko polje**
 - može se prikazati pomoću linija vektora B
 - izvan magneta linije su usmerene od N ka S
 - unutar magneta linije su usmerene od S ka N
 - linije vektora B su zatvorene

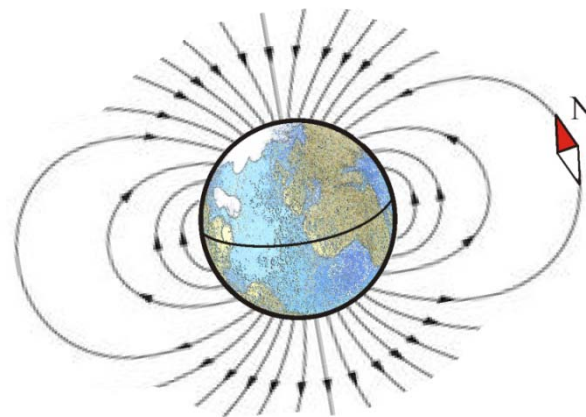


Stalni magneti / 2

- raznoimeni polovi se privlače, istoimeni odbijaju
- Magnetsko polje
 - može se detektovati magnetskom iglom
 - severni pol magnetske igle usmerava se ka južnom polu magneta,
 - magnetska igla teži da se postavi u pravcu linija vektora B



severni geografski pol

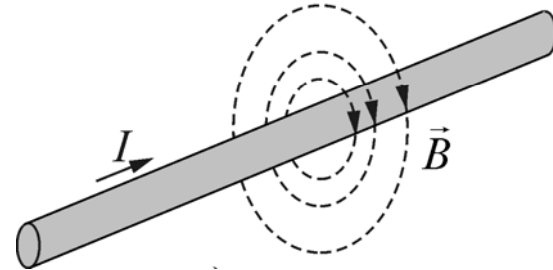


južni geografski pol

- prednost: nije potrebno napajanje
- nedostaci: glomazni, mogu izgubiti nešto od svog magnetizma
- postoji potreba da se magnetsko polje stvori i na druge načine...

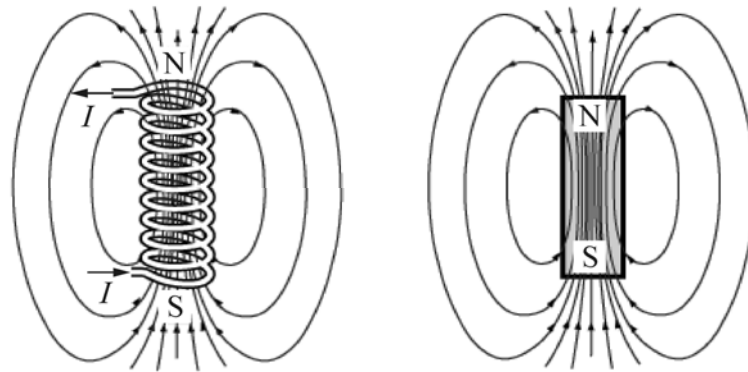
Magnetsko polje električnih struja

- $B \sim I$
- B se može isključiti
- B može promeniti smer i intenzitet
- B opada sa porastom rastojanja



- Namotaj

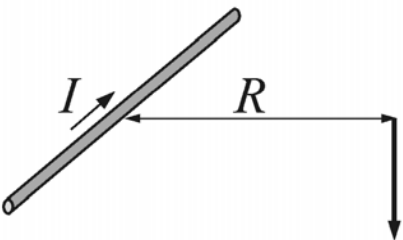
- provodnik namotan u spiralu
- polje slično polju stalnog magneta



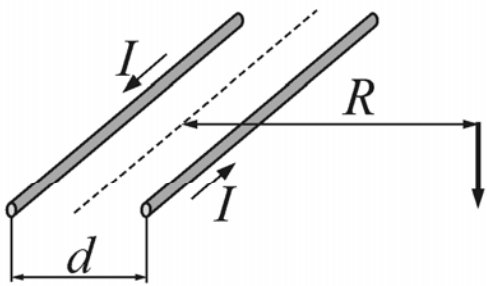
- Elektromagnet

- je namotaj sa feromagnetskim jezgrom
- sastavni delovi generatora i električnih motora
- koriste se u proizvodnji ili pri recikliranju za odvojanje gvožđa od drugih materijala

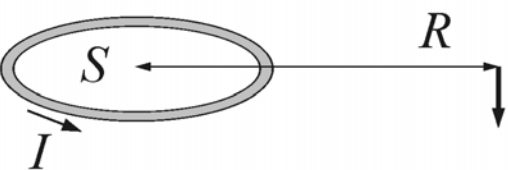
Primeri magnetskog polja

a)  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$

The diagram shows a long straight wire carrying a current I upwards. A point is located at a perpendicular distance R from the wire. The magnetic field B is indicated by a downward arrow.

b)  $B = \frac{\mu_0 I d}{2\pi R^2}$

The diagram shows two parallel wires separated by a distance d , both carrying a current I upwards. A point is located at a perpendicular distance R from the midpoint between the wires. The magnetic field B is indicated by a downward arrow.

c)  $B = \frac{\mu_0 I S}{4\pi R^3}$

The diagram shows a circular loop of radius R carrying a current I in a clockwise direction. The area of the loop is labeled S . A point is located at a distance R from the center of the loop along its axis. The magnetic field B is indicated by a downward arrow.

Vektor jačine magnetskog polja

- Veličine koje opisuju magnetsko polje

vektor magnetske indukcije $\vec{B}$ [T]

vektor jačine magnetskog polja $\vec{H}$ [A/m]

$\frac{\vec{B}}{\vec{H}} = \mu_0$ u vakuumu, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m je permeabilnost vakuuma

- Materijali se mogu uporediti sa vakuumom

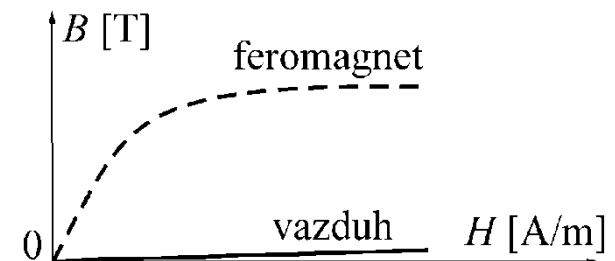
$$\mu = \mu_r \mu_0$$

μ [H/m] je permeabilnost

μ_r je relativna permeabilnost (neimenovan broj)

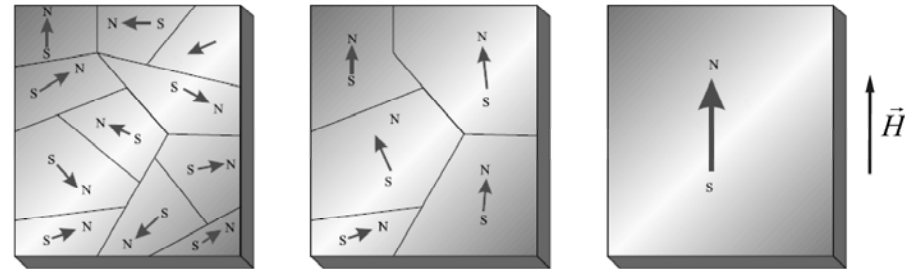
- nemagnetski materijali $\mu_r \approx 1$, $\mu \approx \mu_0$, $\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$

- feromagnetski materijali $\mu_r \gg 1$ i nije konstanta
(za opisivanje magnetskog polja potrebni i $\vec{B}$ i $\vec{H}$)



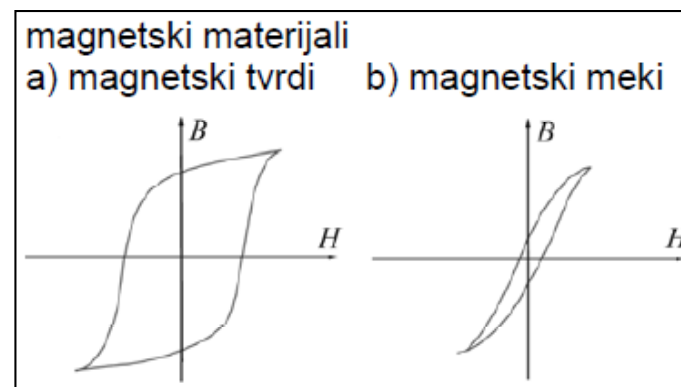
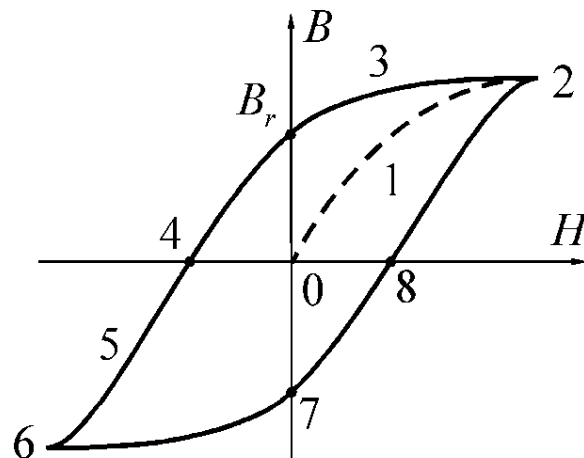
Feromagnetici

- Domeni



- ponašaju se kao mali stalni magneti, teže da se postave u pravcu polja
- kada je spoljašnje polje dovoljno jako, svi domeni su u pravcu polja (zasićenje)

- Histerezisna petlja



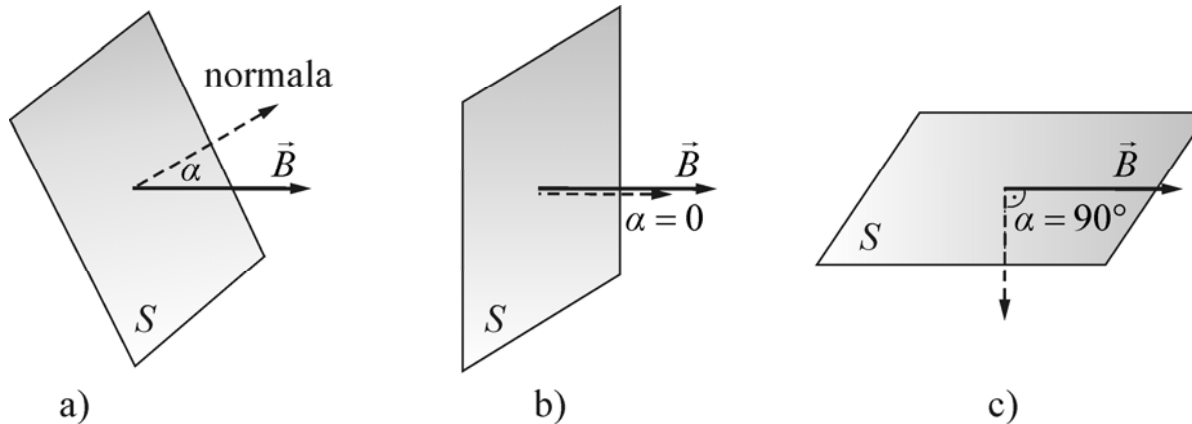
Magnetski fluks

- Ima veliki značaj, posebno pri projektovanju električnih mašina.
Magnetski fluks u homogenom magnetskom polju kroz ravnu površ:

$$\Phi = BS \cos \alpha \quad [\text{Wb}]$$

S je površina, a α ugao između $\vec{B}$ i normale na površ (sl. a),
(izabrati jednu od dve moguće normale).

- $\vec{B}$ normalan na površ: fluks je maksimalan, $\Phi = BS$ (sl. b),
 $\vec{B}$ tangentan na površ: $\Phi = 0$ (sl. c).

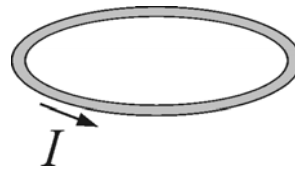


Induktivnost

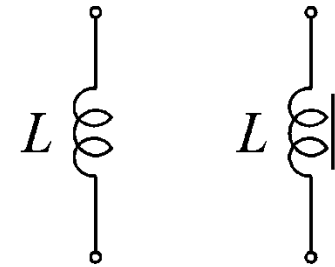
- $B \sim I$, $\Phi \sim B$, sledi $\Phi \sim I$,

$$\boxed{\Phi = LI}$$

L je induktivnost, jedinica je H.

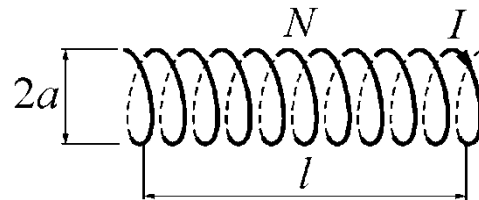


- Kalem je električna komponenta dizajnirana da ima unapred zadatu vrednost induktivnosti.



- Induktivnost kalema

$$L = \mu_r \mu_0 \frac{N^2 S}{l}.$$



- Energija uložena u formiranje magnetskog polja kalema

$$W_m = \frac{1}{2} LI^2.$$

