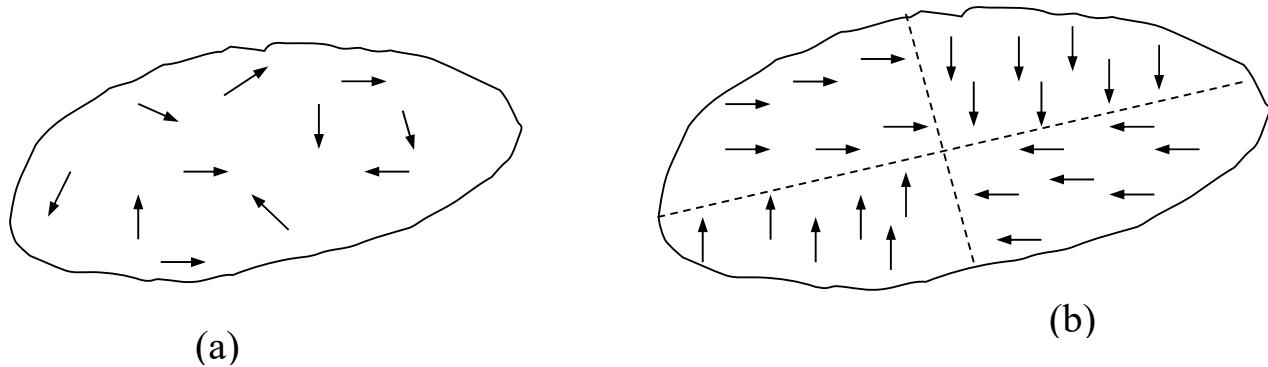


O FEROMAGNETSKIM MATERIJALIMA I NJIHOVIM OSOBINAMA

- Značaj feromagnetskih materijala u elektrotehnici.
- Poreklo feromagnetizma. Teorija domena.



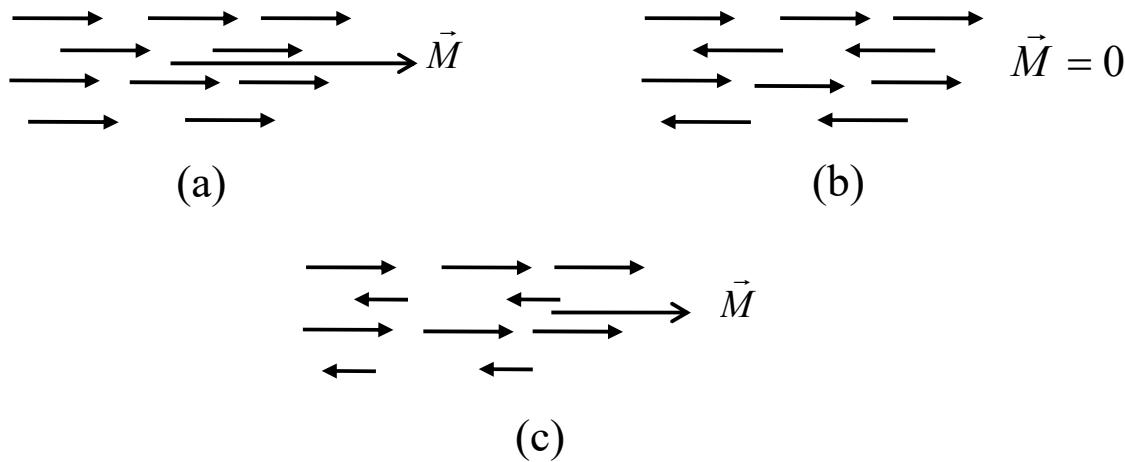
Šematski prikaz nenamagnesianog: (a) paramagnetskog i (b) feromagnetskog materijala. Strelica predstavlja \vec{m} atoma.

- Vajsov domen (dimenzije od $\approx 10^{-3}$ cm do nekoliko cm). Blohov zid (reda veličine 10^{-10} do 10^{-8} cm). Zasićenje.
- Kirijeva temperatura.

Kirijeva temperatura, magnetska polarizacija pri zasićenju i tačka topljenja nekih feromagnetika.

Elemenat	t_{Curie} ($^{\circ}\text{C}$)	J_{zas} (T)	t_{toplj} ($^{\circ}\text{C}$)
Fe	770	2,19	1530
Co	1131	1,80	1490
Ni	358	0,64	1455
Gd	17	2,49	1312

- Antiferomagnetski i ferimagnetski materijali. Feriti (materijali sa svojstvima feromagnetskih materijala koji su istovremeno izolatori).



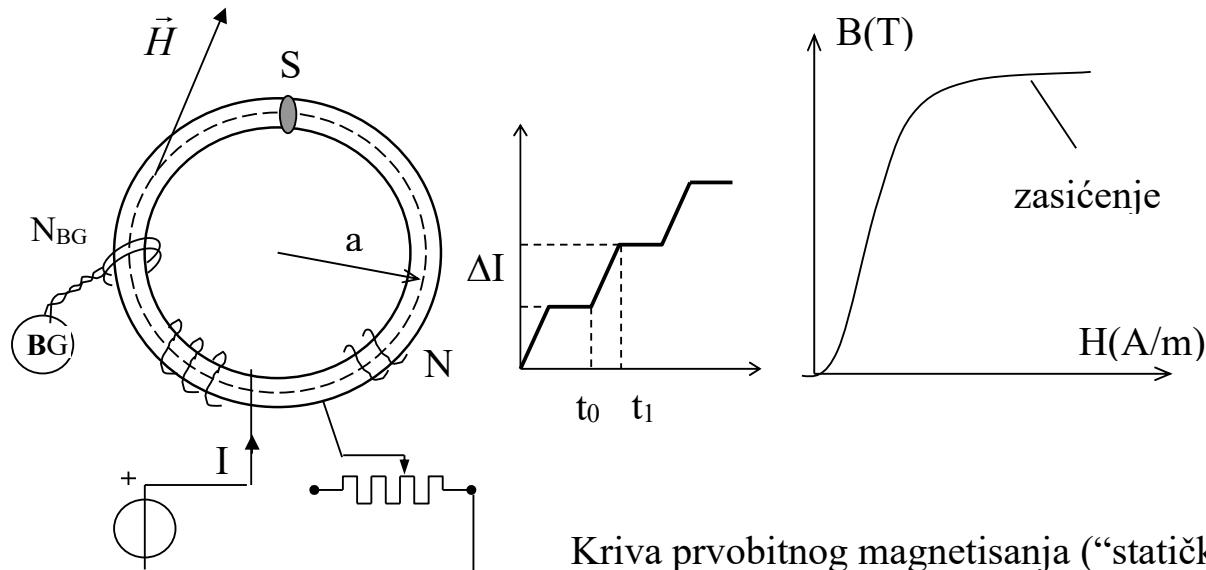
Šematski prikaz Vajsovog domena: (a) feromagnetskog, (b) antiferomagnetskog i (c) ferimagnetskog materijala.

Karakteristike nekih ferita.

Hemispska oznaka	J_{zas} (T)	t_{Curie} (0C)	ρ (Ωm)
$CoFe_2O_4$	0,53	520	10^9
$MnFe_2O_4$	0,5	300	10^5
$NiFe_2O_4$	0,34	585	$10^5 - 10^8$
Fe_2O_4	0,6	585	0,4

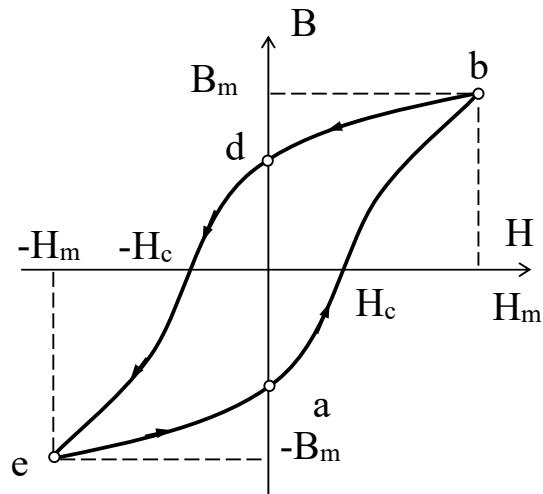
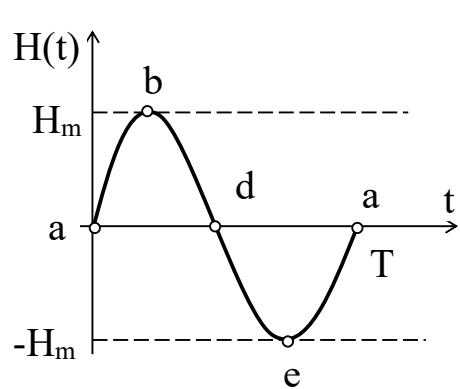
KRIVE MAGNETISANJA FEROMAGNETSKIH MATERIJALA

- Zavisnost između magnetske indukcije i vektora jačine polja kod feromanetskih materijala je složena, dobija se eksperimentalno i prikazuje grafički. Krive magnetisanja.

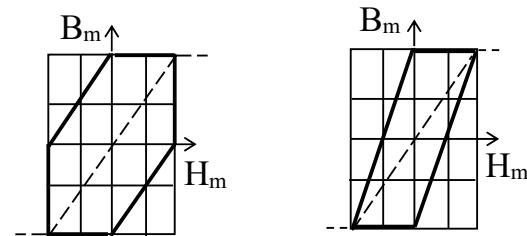
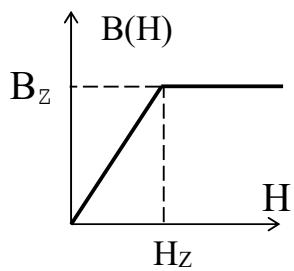


Aparatura za merenje krive magnetisanja.

Kriva prvobitnog magnetisanja ("statička" karakteristika). Dobija se postepenim povećavanjem struje I .

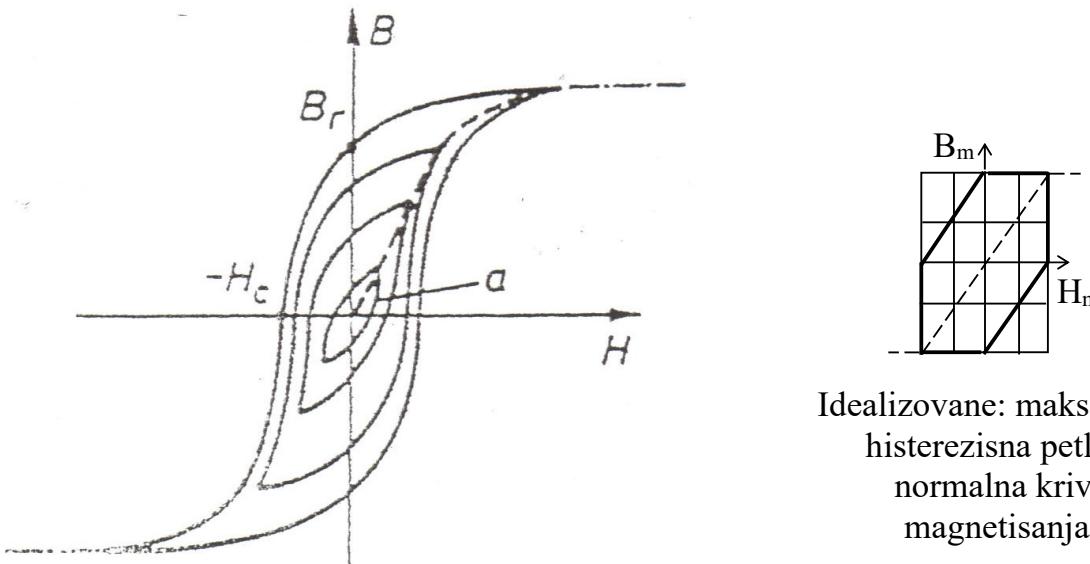


Tipična histerezisna petlja.
(‘Dinamička’ kriva magnetisanja)



Idealizovane krive magnetisanja

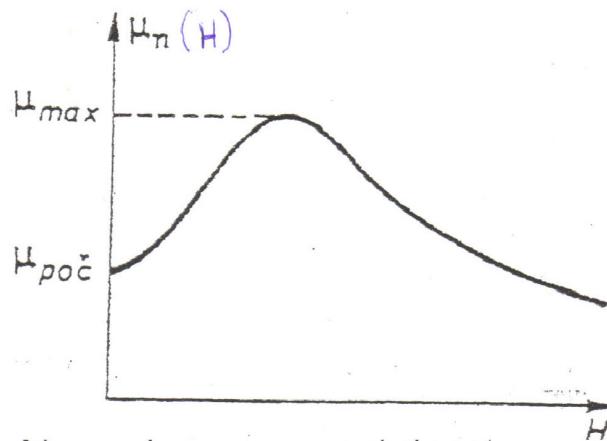
- Normalna kriva magnetisanja feromagnetskog materijala.



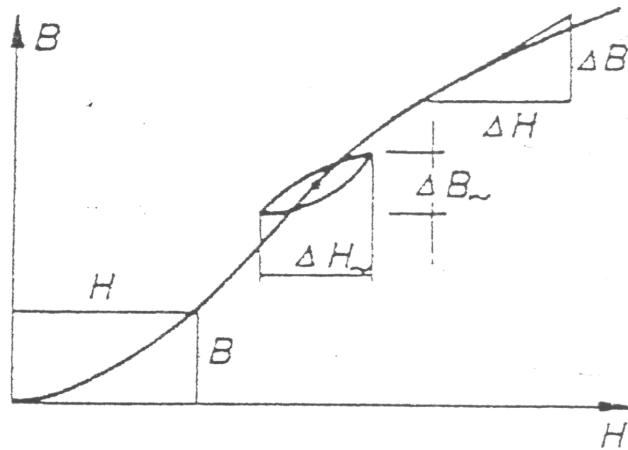
Idealizovane: maksimalna histerezisna petlja i normalna kriva magnetisanja.

Normalna kriva magnetisanja se dobija povezivanjem vrhova histerezisnih petlji, dobijenih magnetisanjem uzorka strujom u namotaju čija se amplituda postepeno povećava. a – Lisažusova petlja

- Definisanje permeabilnosti feromagnetskih materijala.



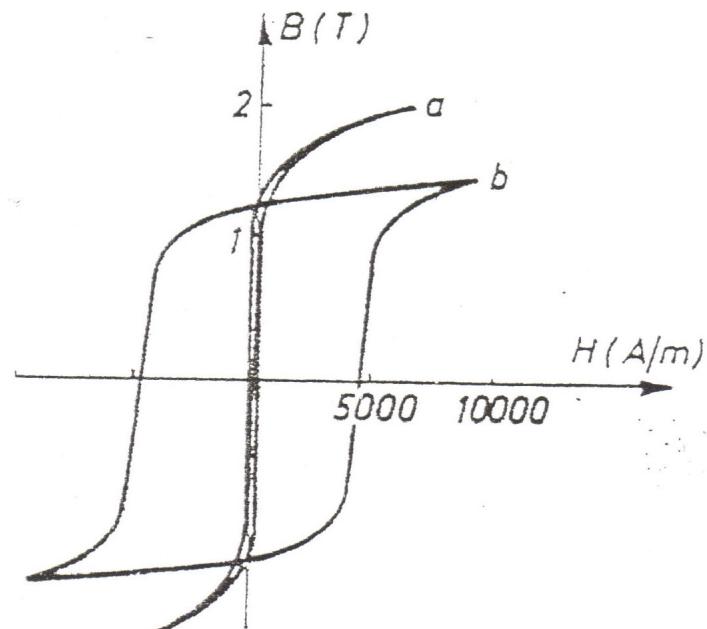
Normalna permeabilnost feromagnetskog materijala, μ_n , definiše se kao odnos B i H duž krive normalnog magnetisanja. μ_n se menja u zavisnosti od H prema gornjoj krivoj.



Ilustracija definicije normalne, diferencijalne i inkrementalne permeabilnosti.

Osnovni feromagnetski materijali i njihove magnetske osobine

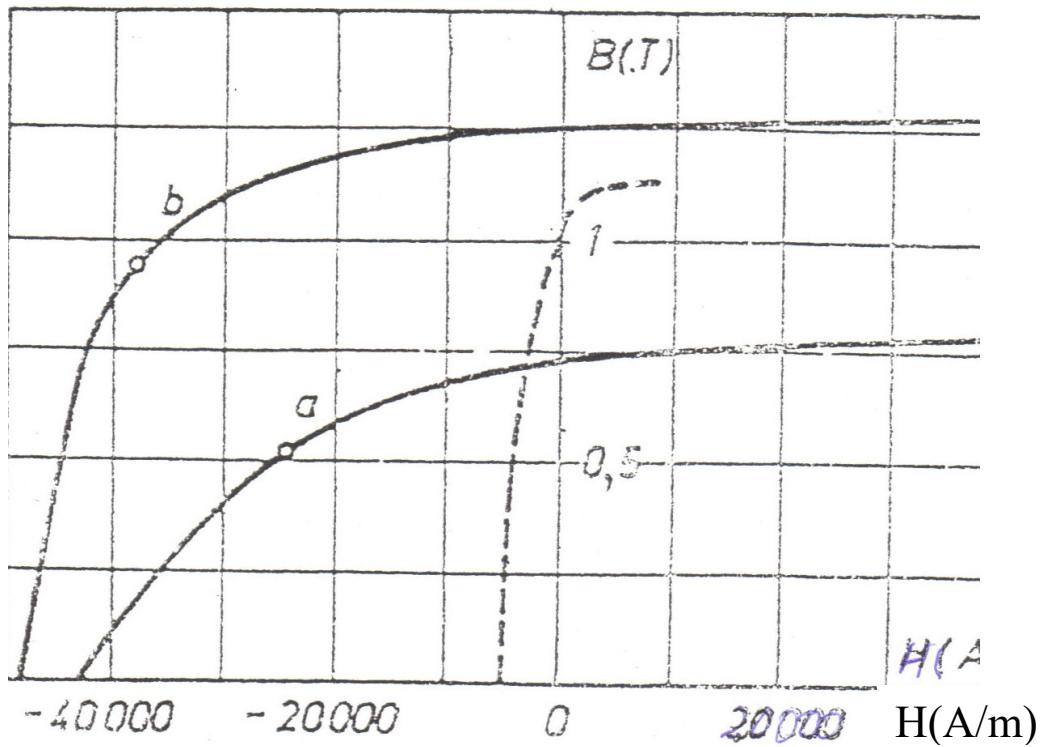
- Magnetski meki feromagnetski materijali (elektrolitičko gvožđe, permaloj, silicijumski čelik, liveno gvožđe...). **H_c malo, 5 do 150 A/m.** Primena magnetski mekih materijala.
- Magnetski tvrdi feromagnetski materijali (Alniko legure, hrom-čelik, kobaltni čelik, volframov čelik). **H_c veliko, 5 do 50 kA/m.** Primena magnetski tvrdih materijala.



a - histerezisne petlja mekog gvožđa (**magnetski mek materijal**).

b – histerezisna petlja kaljenog čelika (**magnetski tvrd materijal**).

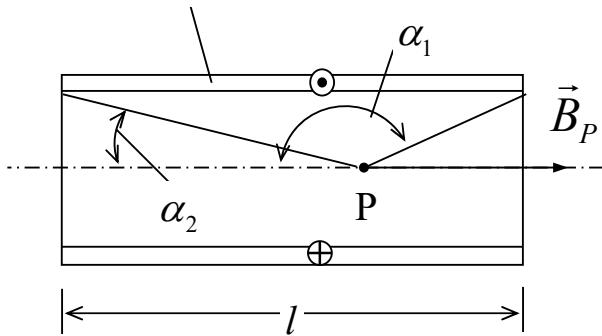
- Kriva razmagnetisavanja, maksimalni energijski proivod.



Krive razmagnetisavanja legure Alniko II (a), legure Alniko V (b) i kaljenog čelika (isprekidana kriva).

Može se pokazati da je u tačkama unutar magneta $\mathbf{B}/\mu_0 < \mathbf{M}$ i da je stoga $\mathbf{H} = (\mathbf{B}/\mu_0 - \mathbf{M}) < 0$.

$$NI = J_{SA} \cdot l$$



$$J_{SA} = M$$

$$B_P = \frac{\mu_0 NI}{2l} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)$$

$$B_P = \frac{\mu_0 J_{SA}}{2} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)$$

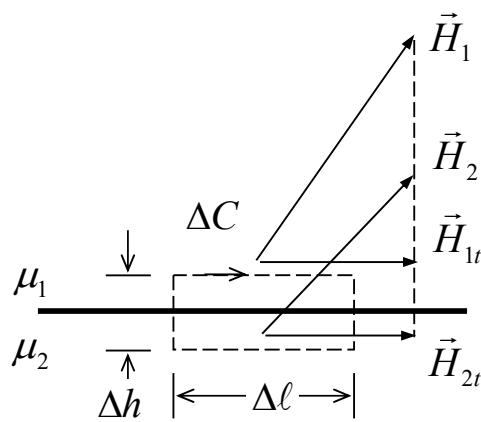
$$B_P < \mu_0 |M|$$

Uz dokaz da unutar namagnetisane šipke vektori B i H imaju suprotan smer.

$$H_P = \frac{B_P}{\mu_0} - M < 0$$

GRANIČNI USLOVI

Posmatramo tačku na graničnoj površi između dva različita materijala, na kojoj nema makroskopskih stuja.



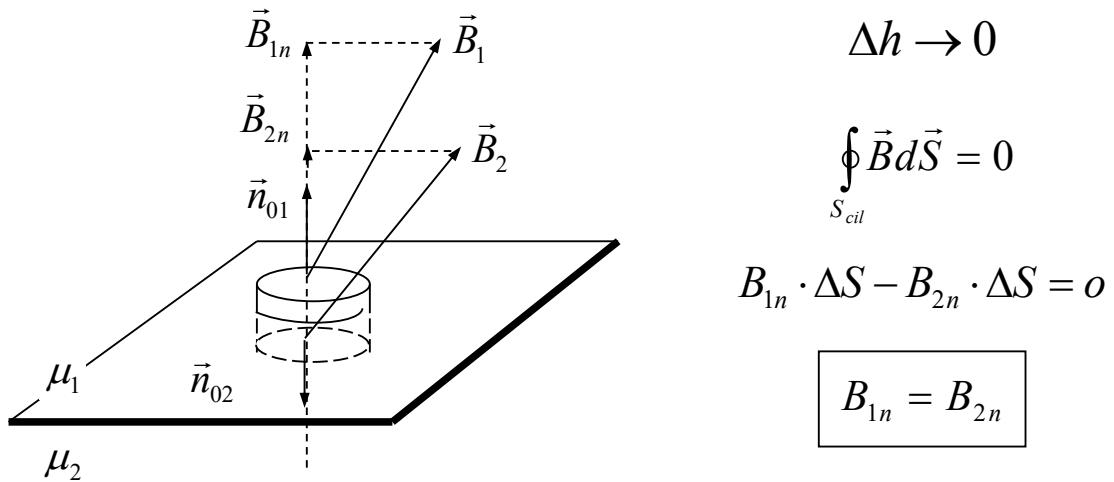
$$\Delta h \rightarrow 0$$

$$\oint_{\Delta C} \vec{H} d\vec{l} = 0$$

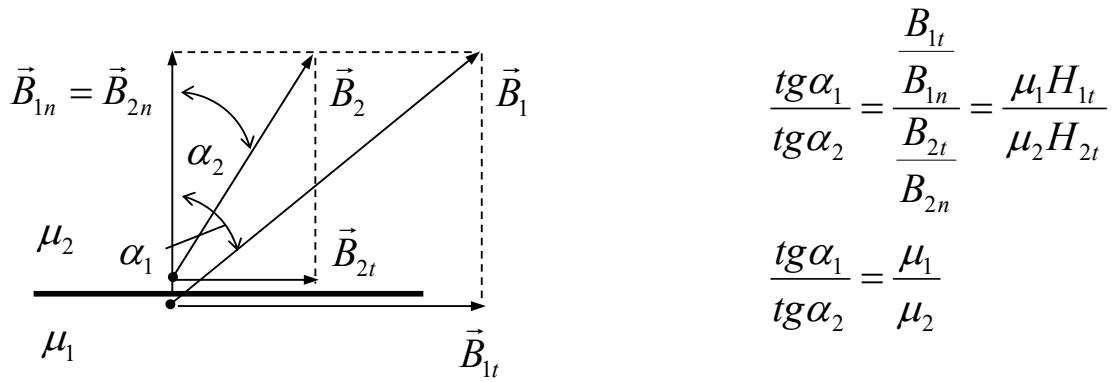
$$\oint_{\Delta C} \vec{H} d\vec{l} = H_{1t} \cdot \Delta \ell - H_{2t} \cdot \Delta \ell$$

$$H_{1t} = H_{2t}$$

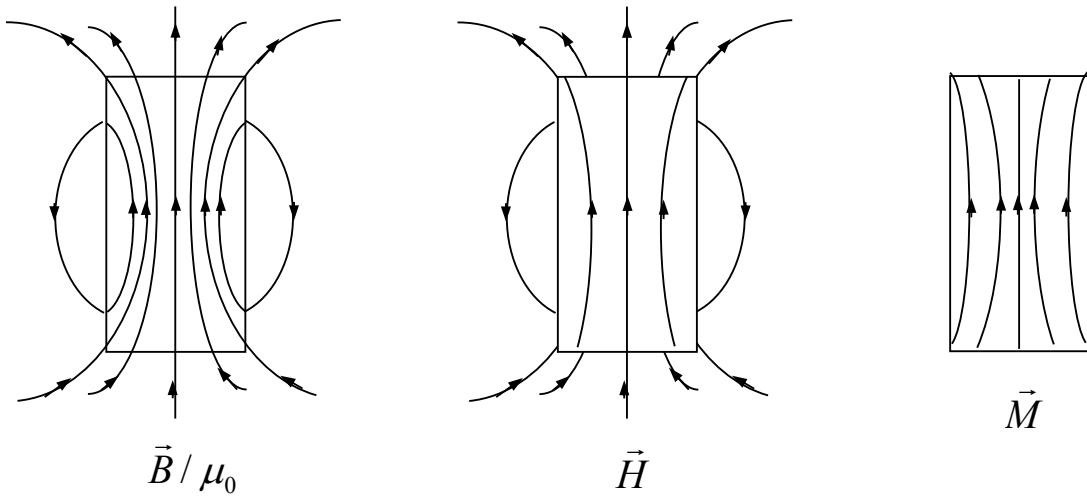
Izvođenje graničnog uslova $H_{1t}=H_{2t}$.



Izvođenje graničnog uslova $B_{1n} = B_{2n}$.



Zakon prelamanja linija vektora B.



Linija vektora \vec{B}/μ_0 , \vec{H} i \vec{M} solenoida sa feromagnetskim jezgrom.