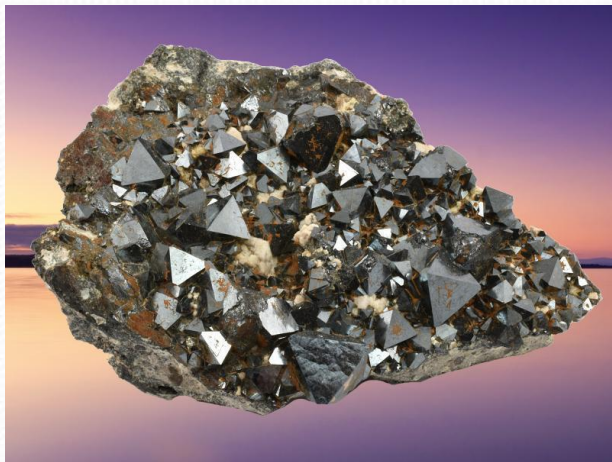


MAGNETIZAM

PONOVIMO...

- Kakvi sve magneti postoje?
 - prirodni i umjetni
- U prirodi je pojava magnetizma primjećena najprije kod željezne rude **magnetita**.
 - Magnetit već u svom prirodnom stanju privlači željezne čestice, pa komade magnetita zovemo **prirodni magneti**.



PONOVIMO...

- Magnetska svojstva magnetita moguće je prenijeti posebnim postupcima na komade čelika, pa se takvi magnetizirani čelici zovu **umjetni magneti**.
- Danas se upotrebljavaju uglavnom umjetni magneti dobiveni električnim putem.
 - Njihova je snaga mnogostruko veća od prirodnih magneta
- Smetaju li tanki slojevi materijala poput stakla, papira, bakra, tkanine djelovanju magneta?
- Osim željeza, koje materijale magneti još privlače?
 - Nikal, kobalt, neodimij, legure ovih metala za željezom (čelik).

PONOVIMO...

- Prema obliku magneti mogu biti:

- Pločasti
- Štapićasti
- U obliku potkove
- Prstenasti
-

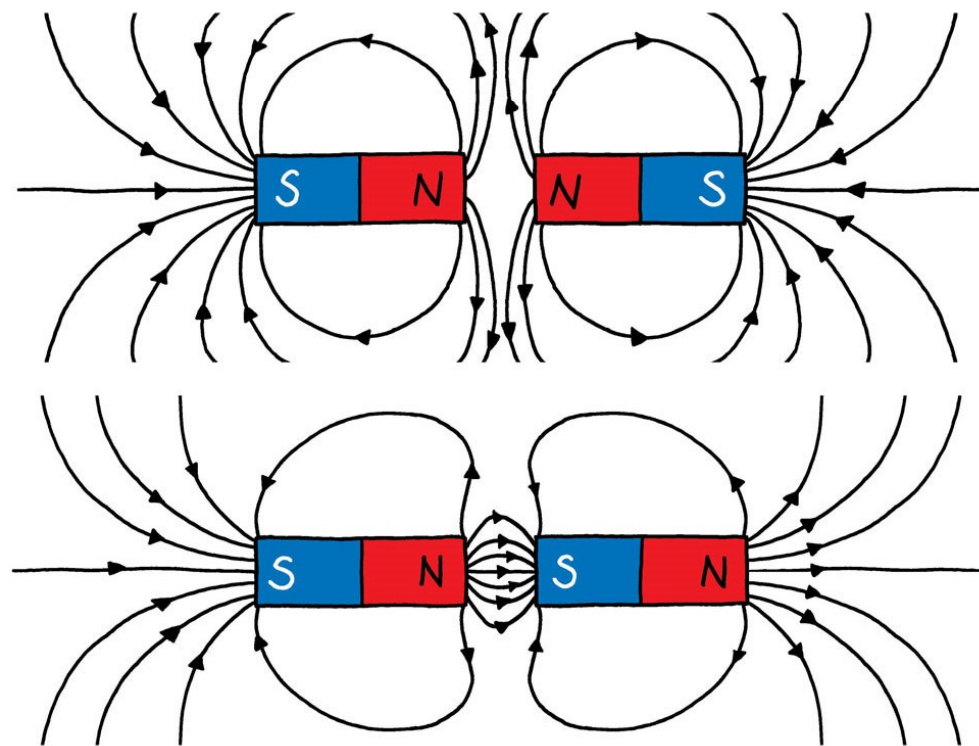


- Što još magneti imaju?

- Magnet ne privlači jednakom snagom po cijeloj svojoj površini.
- Djelovanje magneta je najjače oko točaka koje se nalaze na krajevima. Te točke nazivamo **magnetski polovi**.
- U sredini magneta postoji pojas u kojem se ne primjećuje djelovanje magneta, pa taj pojas zovemo neutralni ili **indiferentni pojas magneta**.

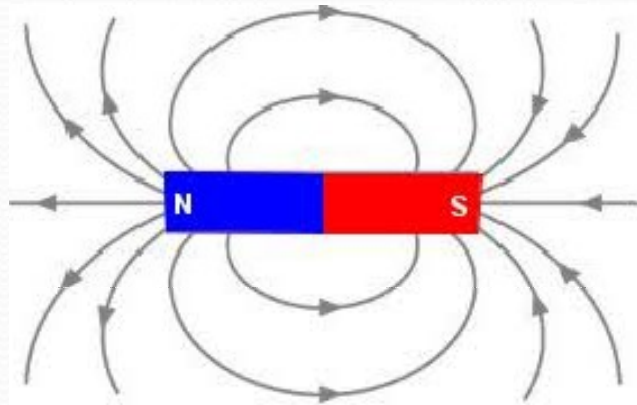
PONOVIMO...

- Magneti imaju **sjeverni** i **južni** pol. Zašto se baš tako nazivaju?
- Kad se polovi magneta odbijaju, a kada privlače?



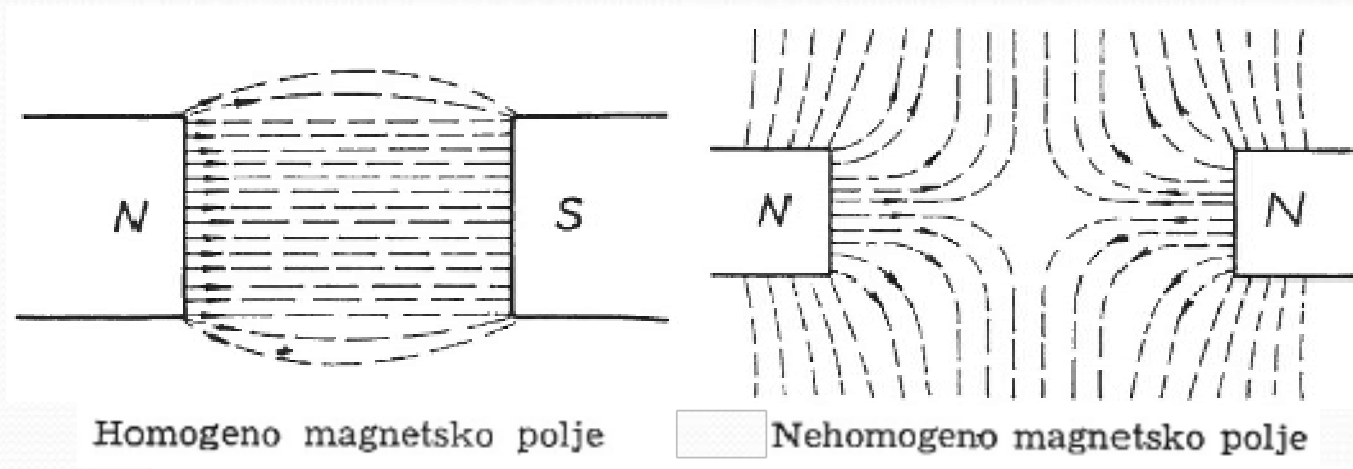
MAGNETSKO POLJE

- **Magnetsko polje** je prostor oko magneta u kojem se osjeća magnetsko djelovanje tog magneta.



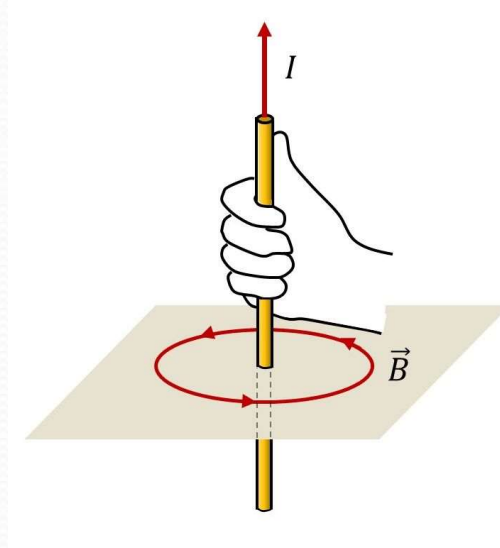
- **Magnetske silnice** su krivulje koje nam pokazuju smjer djelovanja magnetsko polja.
- Kod električnog polja smo imali kakve vrste el. polja?
- Možemo li to primjeniti i za magnetsko polje?

MAGNETSKO POLJE



- **Homogeno magnetsko polje**
 - Silnice su međusobno jednako udaljene i paralelne. Njihova je gustoća jednaka, pa je jednako i magnetsko polje u svim točkama.
- **Nehomogeno magnetsko polje**
 - Silnice nisu paralelne. Njihova gustoća nije jednaka, pa nije jednako ni magnetsko polje u svim točkama.

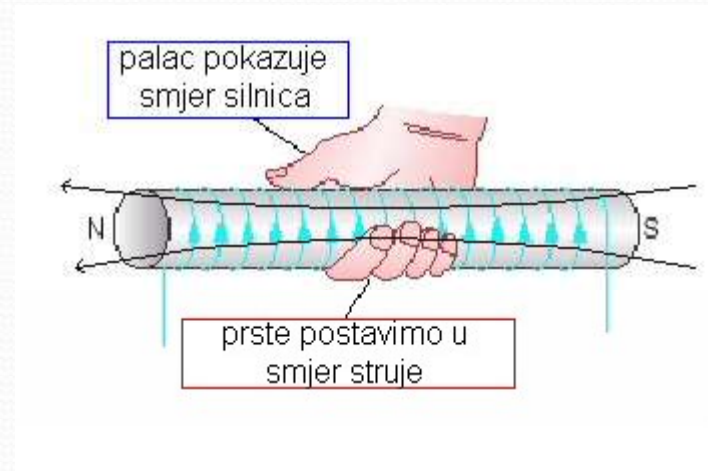
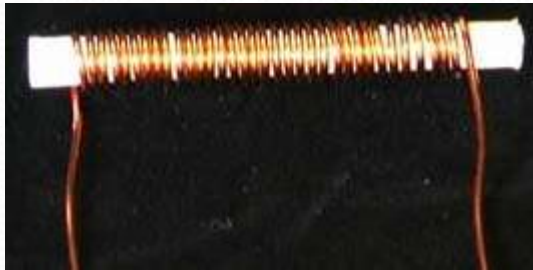
MAGNETSKO POLJE RAVNOG VODIČA



- Željezna piljevina se u slučaju ravnog vodiča kojim teče struja raspodjeljuje u obliku koncentričnih kružnica oko vodiča.
- Smjer magnetskih silnica oko ravnog vodiča kojim teče električna struja određuje se pravilom desne ruke. Palac pokazuje smjer električne struje, a savijeni prsti desne ruke pokazuju smjer silnica.

MAGNETSKO POLJE SVITKA

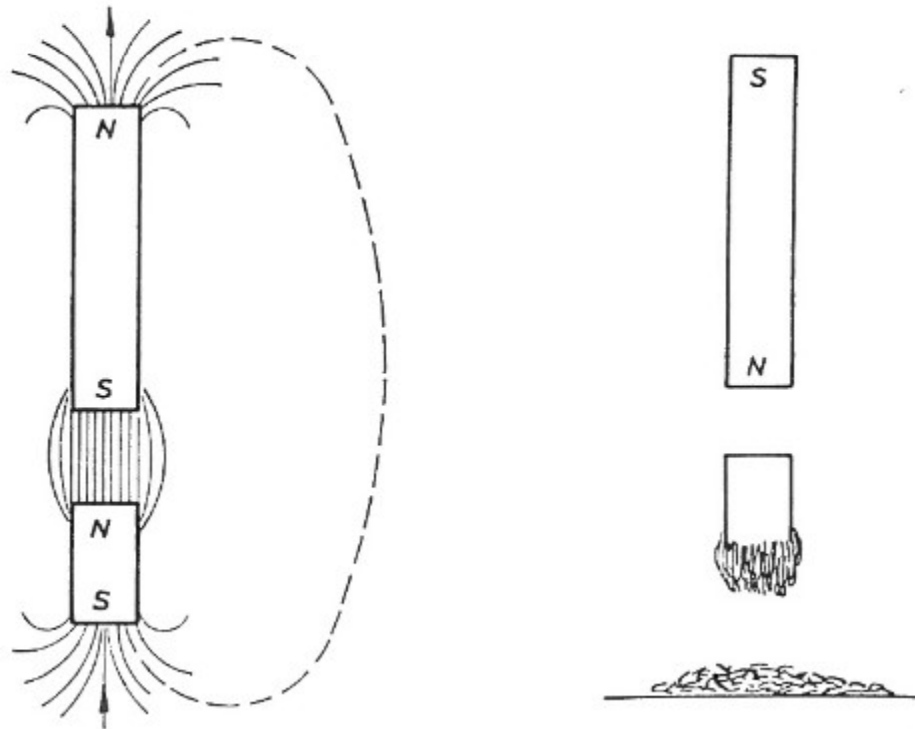
- Ako ravni vodič formirano u oblik petlje dobivamo zavoj. Veći broj usporednih zavoja čini zavojnicu. Smjer magnetskog polja određujemo pravilom desne ruke.



- Ako savijene prste desne ruke postavimo u smjeru struje, onda nam ispruženi palac pokazuje smjer magnetskog polja u svitku.

MAGNETSKA INFLUENCIJA

- **Magnetska influencija (magnetska indukcija)** je pojava privremenog magnetiziranja feromagnetičnog materijala (poput željeza) kada se nađe u blizini vanjskog magnetskog polja.
- Materijal postaje privremeni magnet s polovima suprotnim od izvora, a prestankom djelovanja polja gubi magnetizam.



MAGNETIZIRANJE ŽELJEZA

- **Magnetiziranje željeza** je proces usmjeravanja unutarnjih elementarnih magneta (domena) u istom smjeru djelovanjem vanjskog magnetskog polja.
- Uobičajeno se postiže trljanjem željeznog predmeta stalnim magnetom ili pomoću elektromagneta, čime se privremeno ili trajno pretvara u magnet.
- **Feromagnetizam:** Željezo spada u feromagnetične materijale koji se lako magnetiziraju i zadržavaju magnetizam
- Čelik se teže magnetizira ali je njegov magnetizam trajniji.

MAGNETIZIRANJE ŽELJEZA

- Osobito trajne magnete (**parmanentne magnete**) dobijamo ako magnetiziramo specijalne čelike (legirane kromom, volframom, kobaltom, niklom).
- Kod **elektromagneta** upotrebljavamo jezgru od mekog čelika da bi magnetizam trajao samo za vrijeme prolaza struje.
- Mogu li se magnetna svojstva poništiti?
 - Da. Kako?
 - Zagrijavanjem magneta, mehaničkim udarcima, djelovanjem suprotnog magnetskog polja i dr.
 - Ovaj se postupak naziva **demagnetiziranje magneta**.

VELIČINE U MAGNETSKOM KRUGU

- **MAGNETSKI KRUG**

- Magnetizam i elektricitet nisu dvije strogo odvojene pojave već su u svojoj osnovi posljedice jedna drugih.
- Pod **MAGNETSKIM KRUGOM** podrazumjevamo zatvorenu putanju magnetskih silnica koje održavane magnetomornom silom čine magnetski tok.

- **MAGNETSKI TOK**

- Magnetski tok je ukupni broj magnetskih silnica koje prolaze kroz neku površinu.
- Magnetski tok označavamo grčkim slovom Φ , a jedinica za njegovo mjerenje je **veber (1 Wb)**
- Za sada nam je dovoljno znati da se povećanjem ili smanjenjem magnetskog toka koji prolazi kroz svitak, u tom svitku pobuđuje **elektromotorna sila**.

VELIČINE U MAGNETSKOM KRUGU

- **MAGNETSKA INDUKCIJA**

- Magnetska indukcija je gustoća magnetskog toka.
- Njenu veličinu dobijemo ako magnetski tok podjelimo s površinom presjeka kroz koji taj tok prolazi:

$$B = \frac{\varphi}{S}$$

B = magnetska indukcija (T)

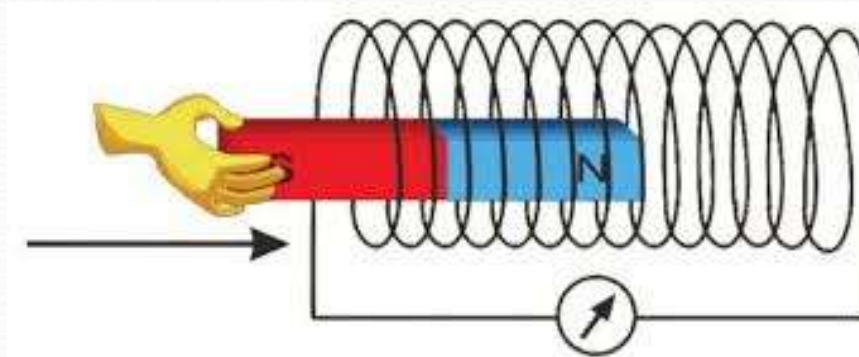
φ = magnetski tok (Wb)

S = površina presjeka (m²)

- Jedinica za mjerenje magnetske indukcije nazvana je po našem Nikoli Tesli, **tesla (1 T)**.
- U homogenom magnetsko polju magnetska indukcija je na svakom mjestu jednaka, u nehomogenom je različita.

VELIČINE U MAGNETSKOM KRUGU

- **MAGNETOMOTORNA SILA**



- Veličina magnetskog toka nekog svitka je veća što je veći broj zavoja svitka i što kroz njih teče jača struja.
- To se zove protok ili magnetomotorna sila, a označuje se grčkim slovom Θ (theta).

$$\Theta = I * N$$

Θ = magnetomotorna sila (A)

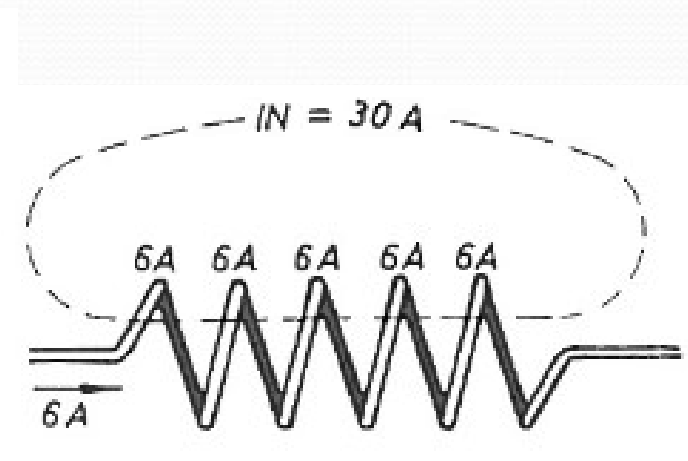
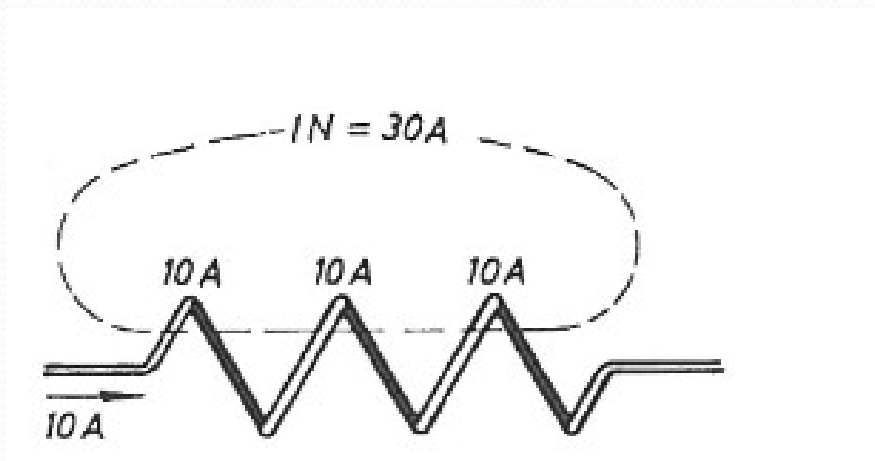
I = jakost struje kroz svitak (A)

N = broj zavoja svitka

- Jedinica za mjerenje magnetomorne sile je **amper (A)**.

VELIČINE U MAGNETSKOM KRUGU

- **PRIMJER:** Kakve su magnetomotorne sile ista ako dvaju svitaka, prvi sa 3 zavoja i strujom 10A, te drugi sa 5 zavoja i strujom 6A?



VELIČINE U MAGNETSKOM KRUGU

- **MAGNETSKI OTPOR**

- Tvari u magnetskom krugu opiru se prolazu magnetskog toka:

$$R_m = \frac{l}{\mu \cdot S}$$

R_m – magnetski otpor (A/Wb)

l – srednja duljina magnetskog kruga (m)

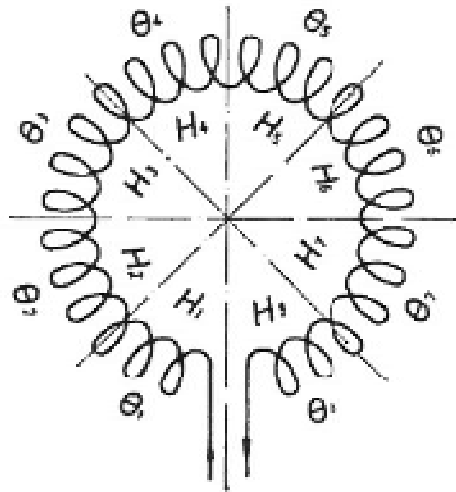
S – poprečni presjek toka (m²)

μ – faktor ovisan o tvari kroz koju magnetski tok prolazi

- Faktor μ predstavlja **magnetsku permeabilnost** neke tvari.
- Permeabilnost vakuuma: $\mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6}$ Wb/Am

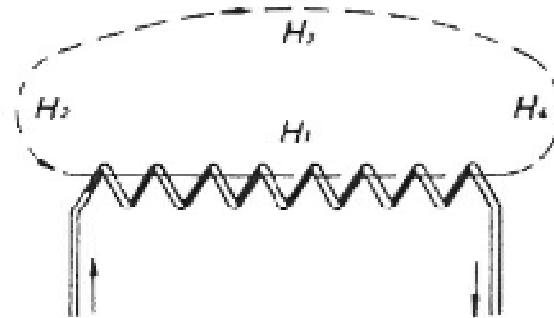
- Relativna permeabilnost: $\mu_t = \frac{B}{B_0}$ B_0 – mag. indukcija u vakuumu

JAKOST MAGNETSKOG POLJA



$$H_1 = H_2 = H_3 = \dots = H_8$$

U homogenom magnetskom krugu jakost magnetskog polja jednaka je u svakom dijelu tog kruga



$$H_1 \neq H_2 \neq H_3 \neq H_4$$

U nehomogenom magnetskom krugu jakost magnetskog polja na različitim mjestima različita je

$$H = \frac{I \cdot N}{l}$$

$$I \cdot N = H_1 \cdot l_1 + H_2 \cdot l_2 + H_3 \cdot l_3 + \dots$$

ODNOS IZMEĐU INDUKCIJE I JAKOSTI

$$B = \mu_0 * \mu_r * H$$

B – magnetska indukcija (T)

μ_0 – permeabilnost vakuuma (Wb/Am)

μ_r – relativna permeabilnost tvari

H – jakost magnetskog polja (A/m)

- Permeabilnost je u praksi stalna veličina samo u vakuumu (donekle i u zraku), pa formulu možemo primjeniti samo za proračun svitaka bez jezgre.
- Tada je $\mu_r = 1$ pa dobijemo:

$$B_0 = \mu_0 \cdot H$$

$$B_0 = 1,256 \cdot 10^{-6} \cdot H$$

ili približno

$$B_0 = \frac{H}{800\,000}$$

PRIMJER:

Kolika je magnetomotorna sila, jakost magnetskog polja, magnetska indukcija, magnetski tok i magnetski otpor, ako kroz prstenasti svitak sa slike teče struja jakosti 10A?

$$\begin{aligned} I &= 10 \text{ A} \\ N &= 500 \\ d &= 0,04 \text{ m} \\ D &= 0,2 \text{ m} \\ \hline \Theta &= ? \\ H &= ? \\ B &= ? \\ \Phi &= ? \\ R_m &= ? \end{aligned}$$

$$\text{a) } S = \frac{d^2 \pi}{4} = \frac{0,04^2 \cdot 3,14}{4} = 0,001 256 \text{ m}^2$$

$$\text{b) } l = D \cdot \pi = 0,2 \cdot 3,14 = 0,628 \text{ m}$$

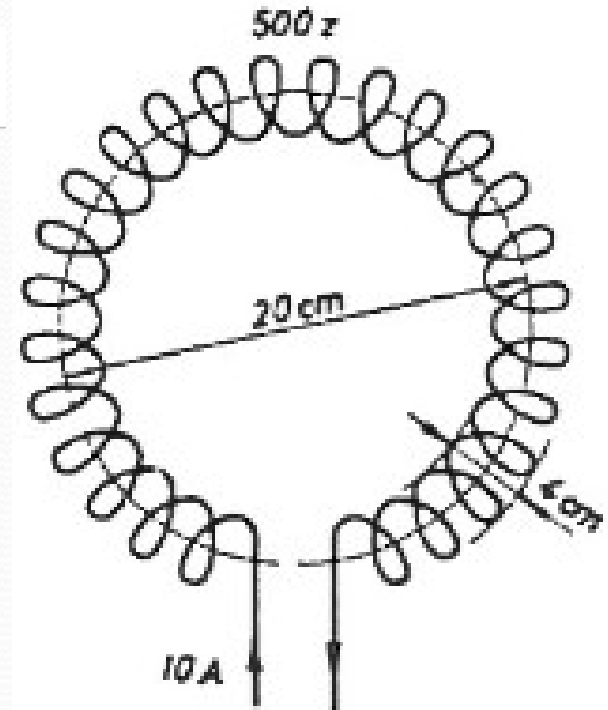
$$\text{c) } \Theta = I \cdot N = 10 \cdot 500 = 5000 \text{ A}$$

$$\text{d) } H = \frac{I \cdot N}{l} = \frac{10 \cdot 500}{0,628} = 7962 \text{ A/m}$$

$$\text{e) } B_0 = \frac{H}{800 000} = \frac{7962}{800 000} = 0,01 \text{ T}$$

$$\text{f) } \Phi = B \cdot S = 0,01 \cdot 0,001 256 = 0,000 012 56 \text{ Wb}$$

$$\text{g) } R_m = \frac{I \cdot N}{\Phi} = \frac{10 \cdot 500}{0,000 012 56} = 400 000 000 \text{ A/Wb}$$



Zadaci

1. Kolika je magnetomotorna sila i jakost magnetskog polja u prstenastom svitku sa 250 zavoja i duljinom od 15 cm ako kroz njega teče struja od 6 A?
2. Koliko jaka struja treba prolaziti kroz prstenasti svitak sa 120 zavoja i duljinom od 8 cm da dobijemo magnetsku indukciju od 0,1 T?
3. Koliku jakost magnetskog polja dobijemo ako 18 cm dugačak prstenasti svitak sa 1200 zavoja i električnim otporom od 40Ω priključimo na napon od 64 V?
4. Koliki je magnetski otpor prstenastog svitka sa 500 zavoja ako u njemu struja jakosti 15 A izaziva magnetski tok od 0,008 Wb?
5. Koliko zavoja mora imati prstenasti svitak čiji je srednji promjer 6 cm, a duljina 20 cm, da u njemu struja jakosti 16 A izazove magnetski tok od 0,000 5 Wb?
6. Kolika je jakost magnetskog polja i gustoća magnetskog toka u prstenastom svitku koji ima 600 zavoja, promjer 4 cm, duljinu 25 cm, ako kroz njegove zavoje teče struja jakosti 8 A? Koliki je magnetski tok u njemu?
7. U prstenastom svitku bez jezgre postoji magnetsko polje jakosti 2000 A/m. Kolika je u njemu magnetska indukcija i magnetski tok ako je površina presjeka svitka 10 cm^2 ?
8. Kroz prstenasti svitak bez jezgre prolazi magnetski tok od 0,000 05 Wb. Kolika je u njemu magnetska indukcija, jakost magnetskog polja, magnetomotorna sila i magnetski otpor ako je srednji promjer prstena 40 cm, a promjer svitka 8 cm?