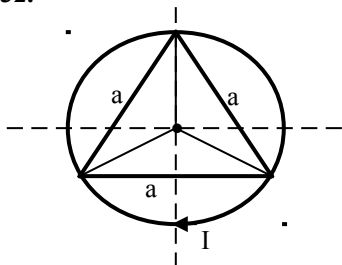


1.31. * Odrediti intenzitet, pravac i smer jačine magnetnog polja u središtu ravnostranog šestougaonog kola, kada je u kolu uspostavljena struja I , smer kazaljke na satu. Stranica šestougaonika je a , a kolo se nalazi u vazduhu.

Brojni podaci: $I = 50 \text{ A}$; $a = 10 \text{ cm}$

1.32. *

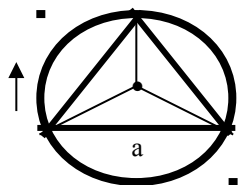


Sl.1.32.

Kolo oblika kao na slici 1.32, predstavlja jednakostranični trougao oko koga je opisana kružnica. U kolu kružnog oblika uspostavljena je struja I naznačenog smera. Odrediti intenzitet i smer struje I_1 u kolu trouglastog oblika, da bi rezultatno magnetno polje u centru bilo jednako nuli. Oba kola se nalaze u vazduhu.

Brojni podaci: $I = 50 \text{ A}$;

1.33.* Struja jačine $I = 20 \text{ A}$ protiče kroz vrlo dugačak pravolinijski provodnik savijen pod pravim uglom, koji se nalazi u vazduhu. Izračunati jačinu magnetnog polja u tački A koja se nalazi na simetrali pravog ugla, udaljena od temena ugla 10 cm .



2. MAGNETNA INDUKCIJA

Pored intenziteta polja H (vektora H), koja predstavlja osnovnu karakteristiku magnetnog polja u nekoj tački tog polja, uvedena je i veličina koja se naziva **MAGNETNA INDUKCIJA**. Ona se označava slovom B i predstavlja vektorsku veličinu. To znači da se za svaku tačku u magnetnom polju pored jačine polja H za tu tačku može odrediti i njena magnetna indukcija B . Magnetno polje se može predstaviti H linijama, kao i B linijama. U vazduhu, izvan magneta, ovi su vektori kolinearni. U samom magnetu B linije nastavljaju svoju neprekidnu putanju, dok H linije u samom magnetu imaju novi početak (prekidne su). Kako je za praktične potrebe bitno polje van magneta, sledi da B linije određuju H linije i obrnuto. To znači, da je jačina magnetnog polja i magnetna indukcija u određenoj vezi.

2.1. ODNOS IZMEĐU B I H

2.1.1. Nemagnetni materijali

Kod nemagnetnih materijala je ovaj odnos u svakoj tački magnetnog polja konstantan i on iznosi:

$$\mu_0 = \frac{B}{H_0} \left[\frac{H}{m} \right]$$

gde je: B.....magnetna indukcija (gustina magnetnih linija) [T]
 H₀.....jačina magnetnog polja nemagnetnog materijala (vakuuma) [A/m]
 μ₀.....magnetna propustljivost, permeabilnost (permeabilitet) [H/m]

2.1.2 Magnetni materijali (feromagnetni)

Kod magnetnih materijala odnos između B i H zavisi kako od vrste magneta (jezgre) tako i od stepena njenog opterećenja (zasićenja). Taj odnos, koji nije stalan, iznosi:

$$\mu = \frac{B}{H} \left[\frac{H}{m} \right]$$

gde je:
 μmagnetna permeabilnost (permeabilitet) feromagnetnog materijala (H/m).
 H....jačina magnetnog polja feromagnetnog materijala (A/m)

Iz predhodnih relacija se može doći do sledećeg izraza::

$$\frac{\mu}{\mu_0} = \frac{H_0}{H} = \mu_r$$

gde je: μ_r..... relativna magnetna permeabilnost, koja govori za koliko je jačina magnetnog polja neke sredine smanjena u odnosu na vakuum.

Prema relativnoj magnetnoj permeabilnosti dele se materijali na:

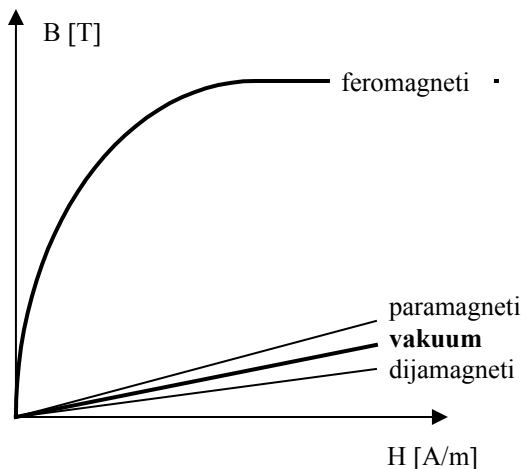
- dijamagneti (μ_r < 1) / srebro, cink, bizmut.../
- paramagneti (μ_r >) /aluminijum, platina..../
- feromagnetni (μ_r >> 1) /gvožđe, nikal, kobalt, njihove specijalne legure /

$$\mu = \mu_0 \mu_r \text{ (H/m)}$$

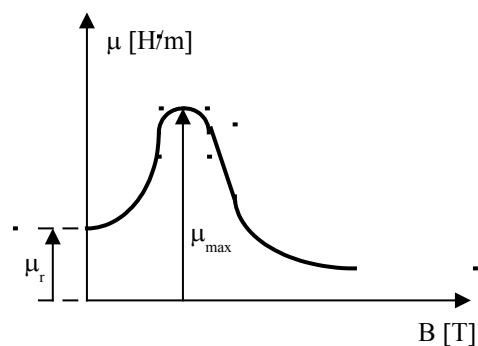
Jedinica apsolutne magnetne permeabilnosti (μ) i permeabilnosti vakuuma (μ₀) je (H/m), dok relativna magnetna permeabilnost (μ_r) nema jedinicu, tj. ona je data relativnim brojem koji može da se izrazi i u procentima (množeći relativni broj sa 100).

Magnetna indukcija koju stvara električna struja koja protiče kroz: ravan provodnik, solenoid, torus ili navojak se određuje na isti način kao i jačina magnetnog polja. Dakle, množeći jačinu magnetnog polja sa magnetnom permeabilnošću (μ) dobije se magnetna indukcija.

2.2 KARAKTERISTIKE MAGNETIZIRANJA B = f (H)



Sl.10.



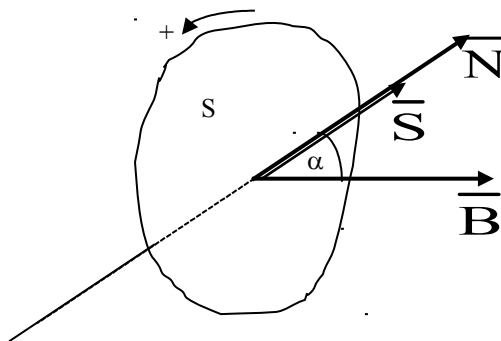
Sl.11.

Prema Sl.10. vidimo da je karakteristika magnetiziranja za nemagnetne materijale linearna, što znači da je magnetna permeabilnost konstantna. Kako su ti pravci približni vakuumu za karakteristiku svih nemagnetnih materijala uzima se karakteristika vakuuma. Kod magnetnih materijala ta je karakteristika nelinearna. U početku je skoro linearna sa velikim porastom B (velika strmina), da bi došlo na kraju do magnetnog zasićenja. Iz karakteristike magnetiziranja feromagnetnih materijala može se doći do zavisnosti magnetne permeabilnosti u odnosu na magnetnu indukciju: $\mu = f(B)$.

Ova karakteristika je data na Sl. 11. Iz nje se vidi da magnetna permeabilnost raste sve dok naglo raste B , a to znači do kolena karakteristike. Nakon toga, kada postepeno dolazi do magnetnog zasićenja, magnetna permeabilnost postepeno opada.

U specijalizovanim laboratorijama se snime karakteristike magnetiziranja, koje se nakon toga mogu koristiti u proračunima pri rešavanju zadataka (razni proračuni). Takve karakteristike su date u prilogu zbirke (na kraju).

3. MAGNETNI FLUKS



Magnetni fluks Φ je jednak skalarnom proizvodu vektora magnetne indukcije B i vektora S .

$$\overline{\Phi} = \overline{B} \cdot \overline{S}$$

Vektor \overline{S} je brojčano (po intenzitetu) jednak površini S koja obuhvata magnetne linije (fluks), a njegov smer odgovara smeru normale na površinu S , tj. vektoru \overline{N} (vidi sliku 12). Za pozitivan smer obilaska se uzima smer desnog zavrtnja (Amperovo pravilo desne ruke). Kako je α ugao između vektora B i S , tada predhodni obrazac se može napisati i u sledećemobliku:

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

Za $B \perp S$, sledi:

$$\Phi = B S [\text{Wb}]$$

odnosno:

$$B = \frac{\Phi}{S} [\text{T}]$$

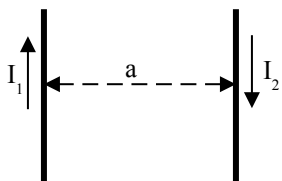
gde je:

Φ ...magnetni fluks (broj magnetnih linija) (jedinica je veber [Wb])

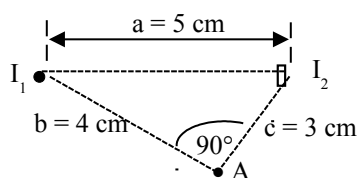
B ...gustina magnetnih linija (magnetna indukcija) (jedinica je tesla [T]).

ZADACI:

2.1. Kroz dva vrlo duga pravolinijska provodnika protiču struje $I_1 = 2 \text{ A}$ i $I_2 = 3 \text{ A}$. Naći magnetnu indukciju za tačku A . Položaj i rastojanje tačke u odnosu na provodnike date su na slici.2.1 (a i b). Provodnici se nalaze u vazduhu.



Sl.2.1. a)

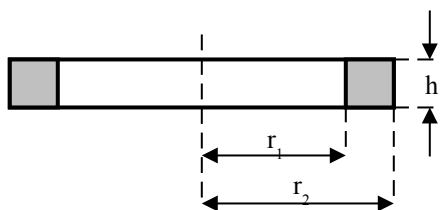


Sl.2.1. b)

2.2. Na torusu srednje dužine $l = 2\pi$ cm ravnomerno je namotano $N = 1000$ navojaka sa strujom $I = 1$ A. Izračunati magnetnu indukciju B u torusu, ako je:

- torus izrađen od materijala čije je $\mu_r = 100$
- torus izrađen od kartona
- torus izrađen od livenog gvožđa

2.3.



Sl.2.3.

Odrediti magnetnu indukciju B u torusu pravougaonog preseka, ako je na torus ravnomerno namotano N navojaka kroz koje protiče struja I . Dimenzije torusa date su na Sl. 2.3, a torus je načinjen od materijala čija je relativna magnetna permeabilnost $\mu_r = 100$.

Brojni podaci:

$N = 600$; $I = 10$ A; $r_1 = 20$ cm; $r_2 = 24$ cm; $h = 5$ cm.

2.4. U unutrašnjosti navoja ima se jačina magnetnog polja $H = 500$ A/m. Kolika je magnetna indukcija u vazduhu, a kolika kada se u navoj stavi magnetno jezgro relativne permeabilnosti $\mu_r = 2400$?

2.5. Prema karakteristici magnetiziranja za liveni čelik za magnetnu indukciju $B = 1$ T potrebna je jačina magnetnog polja od $H = 600$ A/m. Kolika je u tim slučaju relativna magnetna permeabilnost μ_r ?

2.6. Cevasti navoj dužine $l = 25$ cm, sa $N = 500$ navojaka, ima jezgro od livenog gvožđa. Kolika treba da je struja I da bi se u jezgru imala magnetna indukcija od $B = 1,2$ T ?

2.7. Izračunaj jačinu magnetnog polja i magnetnu indukciju vrlo dugog pravolinijskog provodnika kroz koji protiče struja $I = 3,5$ A na udaljenosti: a) 5 cm, b) 10 cm i c) 18 cm od središta provodnika.

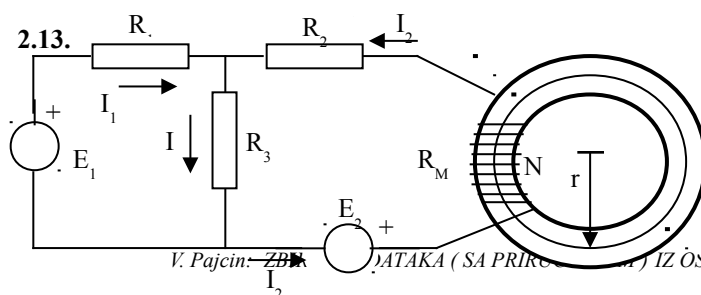
2.8. Kolika je jačina magnetnog polja koja u dinamo limu proizvede sledeću magnetnu indukciju: a) 1,5 T; b) 1,2 T; c) 0,6 T; d) 0,2 T; e) 0,85 T i f) 1,22 T ?

2.9. Koliku magnetnu indukciju proizvede u livenom gvožđu magnetno polje sledećih jačina: a) 143 A/cm, b) 183 A/cm i c) 975 A/m ?

2.10. Koliku jačinu magnetnog polja i koliku relativnu magnetnu permeabilnost ima dinamo lim kod sledećih magnetnih indukcija: a) 0,4 T; b) 0,8 T; c) 1,55 T; d) 1,8 T; i e) 2,3 T ?

2.11. Kolika je relativna magnetna permeabilnost livenog gvožđa za sledeće jačine magnetnog polja: a) 600 A/m; b) 1250 A/m; c) 1650 A/m; i d) 18000 A/m ?

2.12.* U provodniku, savijenom u navojak oblika ravnog kvadrata, čija je stranica 30 cm, postoji struja stalne jačine od $I = 250$ A. Kolika je magnetna indukcija u središtu navojka ? Sredina je vazduh.



Brojni podaci:

$E_1 = 140$ V; $E_2 = 100$ V;

$R_1 = 20 \Omega$; $R_2 = 10 \Omega$;

$R_3 = 10 \Omega$; $R_M = 10 \Omega$;

$N = 50$ navojaka.

Sl.2.13.