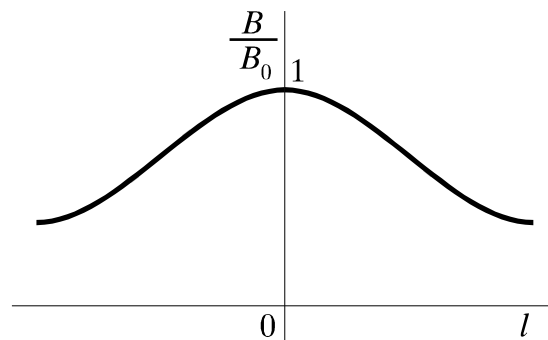


B2_11 Gostota magnetnega polja v tuljavi

1 Porazdelitev gostote magnetnega polja po dolžini kratke tuljave

Teoretični uvod

V kratkih tuljavah, po katerih teče tok, magnetno polje ni homogeno. Porazdelitev gostote magnetnega polja po dolžini tuljave (slika 1) lahko določimo tako, da tuljavo priključimo na izmenično napetost in merimo inducirano napetost v še krajši, merilni tuljavi, ki prvo oklepa (slika 2).



Slika 1. Porazdelitev gostote magnetnega polja v kratki tuljavi. Sredina tuljave je pri $l=0$.

Naloga

Izmeri porazdelitev gostote magnetnega polja v kratki tuljavi!

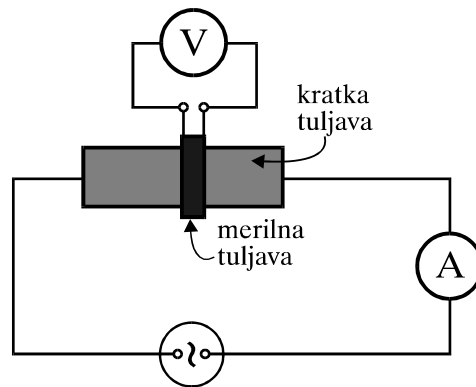
Potreščine

Dve tuljavi, dva voltmetra, ampermeter, izvir izmenične napetosti.

Navodilo

Sestavi vezje po sliki 2. Merilno tuljavo premikaj od enega proti drugemu koncu kratke tuljave in meri inducirano napetost v merilni tuljavi (U_i) na enakomernih presledkih po dolžini kratke tuljave. Vrednosti vpisuj v tabelo in z diagramom prikaži porazdelitev gostote magnetnega polja po dolžini kratke tuljave. Inducirano napetost meri tudi izven kratke tuljave. Diagram bo pokazal, kako hitro pojema polje izven tuljave. Na njem označi, od kod do kod sega tuljava. Izhodišče diagrama naj bo v sredini tuljave. Absolutna vrednost gostote magnetnega polja nas ne zanima, temveč le razmerje gostot, ki je enako razmerju induciranih napetosti: $\frac{B}{B_0} = \frac{U_i}{U_{i0}}$. U_{i0} je inducirana napetost v merilni tuljavi, ko leži na sredini kratke tuljave.

Da se kratka tuljava ne bi preveč segrela, naj tok skozi njo ne presega vrednosti 1 A!



Slika 2. Merjenje gostote magnetnega polja v tuljavi.

2 Vpliv železa v tuljavi na inducirano napetost

Teoretični uvod

Imamo dve tuljavi, od katerih ena (merilna) oklepa drugo (daljšo), ki je priključena na izmenično napetost. Amplituda inducirane napetosti v merilni tuljavi je odvisna od amplitude gostote magnetnega polja, ki ga ustvarja električni tok v daljši tuljavi. Pri vlaganju železnih palic v daljšo tuljavo, se povečuje ustrezno tudi inducirana napetost (U_2) v merilni tuljavi, pri čemer poskrbimo, da je tok skozi daljšo tuljavo konstanten. Jakost magnetnega polja je v njej tako ves čas konstantna. Če je amplituda gostote magnetnega polja v tuljavi brez železnega jedra B_0 , potem lahko iz velikosti inducirane napetosti sklepamo na povečanje gostote magnetnega polja v tuljavi, polnjeni z železom: $B = \bar{\mu}_r B_0$.

S faktorjem $\bar{\mu}_r$ (povprečna relativna permeabilnost železa) upoštevamo vpliv železa v tuljavi. Faktor je povprečen, ker amplituda gostote magnetnega polja ni več sorazmerna jakosti toka v daljši tuljavi zaradi magnetilne krivulje in histereze železa. Poleg tega je izračunana vrednost le približna, saj je le del notranjosti tuljave izpolnjen z železom.

Faktor $\bar{\mu}_r$ izračunamo iz razmerja: $\bar{\mu}_r = \frac{B}{B_0} = \frac{U_2}{U_{20}}$, kjer je U_{20} napetost na merilni tuljavi, kadar v daljši tuljavi ni železnega jedra.

Naloga

Izmeri napetost na merilni tuljavi v odvisnosti od števila železnih palic v daljši tuljavi in nariši diagram odvisnosti. Nariši tudi diagram $\bar{\mu}_r$ v odvisnosti od števila palic v daljši tuljavi. Kolikšna je bila $\bar{\mu}_r$, ko si v tuljavo vstavil vse palice?

Potrebščine

Izvor izmenične napetosti, dva voltmetra, ampermeter, dve tuljavi.

Navodilo

Sestavi vezje po sliki 2. Meri napetost na merilni tuljavi v odvisnosti od števila železnih palic v daljši tuljavi. Tok skozi daljšo tuljavo ne sme presegati vrednosti 1 A, ker bi se tuljava preveč segrela. Tok skozi daljšo tuljavo se zmanjša, kadar vanjo vstavimo dodatno železno palico, zato je treba napetost izvora pri vsakem dodajanju palic v tuljavo popraviti, tako da tok

Najprej izmeri napetost na merilni tuljavi (U_{20}), kadar v večji tuljavi ni železnih palic. Zapiši tok I_1 , ki teče skozi daljšo tuljavo. Nato vstavi v tuljavo eno palico. Popravi napetost izvora tako, da bo skozi daljšo tuljavo spet tekla tok I_1 in bo na njej napetost U_1 . Sedaj zapiši napetost U_2 na merilni tuljavi. Nato vložijo v večjo tuljavo dodatno palico. Dokler se napetost na merilni tuljavi znatno spreminja, če dodamo v večjo tuljavo eno palico, dodajaj po eno palico, nato število naenkrat dodanih palic povečuj, dokler ne vložiš vseh.

Razmisli

1. Opišite pojme: Curieva temperatura, magnetne domene, histereza, permeabilnost, susceptibilnost!
2. Kaj je gostota magnetnega polja, kaj jakost magnetnega polja, kakšna je zveza med njima?
3. Za katere namene uporabljamo materiale s široko, za katere z ozko histerezo?
4. Kako in zakaj se spreminja \vec{B} v tuljavi, če vanjo postopoma vlagam železne palice?
5. Da zmanjšamo gostoto magnetnega polja v okolici vodnika, ga obdamo s kovinskim plaščem, po katerem teče enako velik tok v nasprotni smeri. Tako dobimo koaksialni vodnik. Pojasni, zakaj v okolici koaksialnega vodnika ni magnetnega polja?
6. Kako določimo, kje sta severni in južni pol pri trajnem magnetu? Ali lahko govorimo o polih pri dolgi tuljavi? Kako pa je s tem pri dolgem vodniku?
7. Zapiši izraz, kako izračunavamo povprečno permeabilnost v tuljavi, če je njen volumen delno izpopolnjen z različnimi materiali z različnimi permeabilnostmi. Izraz je analogen izrazu za izračun težišča telesa.
8. Zapiši indukcijski zakon in ga razloži ob primerih, če spreminjamo površino ali gostoto magnetnega polja.
9. Kako deluje transformator?
10. Zakaj se tok skozi večjo tuljavo zmanjša, ko vanjo vstavimo železno palico?
11. Ali je v tuljavi, v kateri je feromagnetno jedro in je tuljava priključena na enosmerno napetost, magnetno polje?
12. Ali bi lahko poskus izvedli, če bi bila večja tuljava priključena na izvir enosmerne napetosti?
13. Zakaj je krivulja odvisnosti $\bar{\mu}_r(n)$ pri majhnih n strma, pri večjih n pa se skoraj zravna?
14. Poišči v literaturi permeabilnosti za železo, baker in aluminij. Komentiraj podatke in razmisli, kaj bi pri poskusu iz vaje dobil, če bi v tuljavo vstavljal te materiale?