

Wallenbergs fysikpris experimentfinal

18 mars 2021

Uppgift 2: Permeabiliteten i vakuum

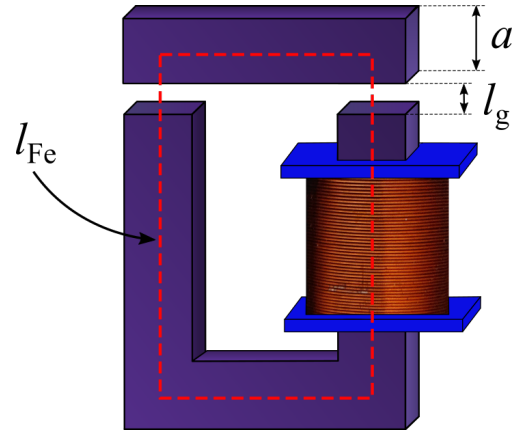


Inom elektromagnetismen förekommer ett antal naturkonstanter som beskriver hur elektromagnetiska fält utbreder sig. Exempelvis är magnetfältet i vakuum som orsakas av en laddning i rörelse proportionellt mot den så kallade vakuumpermeabiliteten μ_0 . Denna konstant hade tidigare ett exakt definierat numeriskt värde, men är sedan revideringen av SI-systemet 2019 istället föremål för experimentell bestämning. En sådan bestämning ska nu studeras i denna uppgift.

Teori: Försökupställningen består av en spole med en U- respektive en I-formad kärna av järn, med ett litet gap mellan U- och I-kärnorna såsom illustrerat i figur 1. Då en ström leds genom spolen uppstår ett magnetiskt flöde, vars fältlinjer delvis passerar genom järnkärnan och delvis genom den omgivande luften. Kvoten mellan detta flöde och strömmen i spolen ges av induktansen L (SI-enhet Henry, H) hos systemet. I-kärnan förstärker det magnetiska flödet för en given ström, vilket resulterar i en ökning av den totala induktansen enligt

$$L - L_\infty = \frac{N^2 a^2}{\frac{l_{\text{Fe}}}{\mu_{\text{Fe}}} + \frac{2l_g}{\mu_0}},$$

där vi antagit att permeabiliteten i gapet inte skiljer sig väsentligt från permeabiliteten i vakuum. L_∞ är induktansen i frånvaro av I-kärnan, N betecknar antalet lindningsvarv på spolen, μ_{Fe} betecknar järnkärnans permeabilitet. Sträckorna a , l_g och l_{Fe} , illustrerade i figur 1, betecknar järnkärnans sidlängd, gapets tjocklek respektive järnkärnans sammanlagda längd.



Figur 1: Schematisk skiss över en tänkbar försökupställning för att bestämma permeabiliteten.

Uppgift: Bestäm vakuumpermeabiliteten μ_0 och järnkärnans permeabilitet μ_{Fe} .

OBS: De järnkärnor ni tilldelats är av två olika fabrikat, med något olika permeabilitet. Se därför till att det framgår i din lösning vilken färg du har på din järnkärna (blå eller svart). Ni har även tilldelats två olika märken på LC-meter, varav de av märket TENMA har en blå knapp till höger precis under skärmen som ska vara i sitt upptryckta vid induktansmätning.

Materiel

- Linjal
- Post-it-lappar
- LC-meter
- Kablar
- I- och U-kärna
- Spole
- Millimeterpapper

