# Måling af magnetfelter omkring strømførende ledere

Formålet med denne øvelse er at udmåle den magnetiske induktion i visse opstillinger og sammenligne disse målinger med de ud fra Biot og Savarts lov beregnede.

## Teori

Boit og Savarts lov til beregning af magnetfelter omkring strømførende ledere kan formuleres på følgende måde:

Lederstykket $Δ\vec{s}$, som gennemløbes af en elektrisk strøm af strømstyrken *I*, vil bidrage til den magnetiske induktionsvektor i punktet P med

1. $Δ\vec{B}=\frac{μ\_{0}}{4π}⋅\frac{I⋅\left(Δ\vec{s}×\vec{r}\right)}{r^{3}}$ **Biot og Savarts lov**

hvor $\vec{r}$ er vektoren fra lederstykket til punktet P.

Den samlede magnetiske induktion i punktet P findes så ved at addere de forskellige bidrag (1) fra hele lederen.

Situationen er illustreret nedenfor (indtegn selv retningen af $Δ\vec{B}$ i punkt P – altså et kryds eller en prik i cirklen i punkt P)

$$Δ\vec{s}$$

$$\vec{r}$$

P

$$Δ\vec{B}$$

Lederstykke

med strømstyrken *I*

*I*

###  Fig. 1

Ved anvendelse af denne lov kan vi beregne magnetfelter omkring en vilkårlig leder (i hvert fald numerisk). Vi vil her se på

1. Feltet langs symmetriaksen af en cirkulær leder
2. Feltet langs symmetriaksen af to cirkulære ledere i en vis indbyrdes afstand
3. Feltet langs symmetriaksen af en spole

Resultaterne er

**a) Feltet langs symmetriaksen af en cirkulær leder**

(2) $B=\frac{μ\_{0}}{2}⋅\frac{I⋅R^{2}}{\left(R^{2}+x^{2}\right)^{\frac{3}{2}}}$

hvor *R* er spolens radius, *x* er afstanden langs symmetriaksen fra spolens centrum.

Hvis spolen har *N* vindinger, skal udtrykket (2) ganges med *N*.

**b) Feltet langs symmetriaksen af to cirkulære ledere i en vis indbyrdes afstand**

1. $B=\frac{μ\_{0}}{2}⋅I⋅R^{2}⋅\left(\frac{1}{\left(R^{2}+x^{2}\right)^{\frac{3}{2}}}+\frac{1}{\left(R^{2}+\left(x-d\right)^{2}\right)^{\frac{3}{2}}}\right)$

hvor *R* er radius i begge spoler, *x* er afstanden langs symmetriaksen målt fra centrum af den ene spole, *d* er afstanden mellem de to spoler.

Hvis de to spoler hver har *N* vindinger, skal udtrykket (3) ganges med *N*.

**c) Feltet langs symmetriaksen af en spole**

(4) $B=\frac{μ\_{0}}{2}⋅\frac{N⋅I}{L}⋅\left(\frac{L-x}{\sqrt{R^{2}+\left(L-x\right)^{2}}}+\frac{x}{\sqrt{R^{2}+x^{2}}}\right)$

hvor *N* er antallet af vindinger på spolen, *L* er spolens længde, *R* er spolens radius og *x* er afstanden langs symmetriaksen målt fra spolens ene ende.

Opgaven i denne øvelse er nu at udmåle (mindst to) af disse felter og sammenligne med de teoretiske formler ovenfor. Du er ligeledes velkommen til teoretisk at eftervise de tre formler ud fra Biot og Savarts lov (1)!!

## Målingerne

Målingerne sker med en Hall-sonde. Brug den runde Hall-sonde. Hall-elementet skal anbringes, så det er vinkelret på feltet.

Men først må du nulstille Hall-sonden. Hertil anvendes en særlig magnetisk afskærmet beholder, som Hall-elementet stikkes ned i, hvorefter apparatet skal nulstilles. Gør det, ved at indstille på Zero, og trykke Auto.

Spolerne forbindes med en spændingskilde, og i strømkredsen indskydes et amperemeter, hvor du skal bruge måleområdet 10 A! Vær opmærksom på, hvilken strømstyrke spolen kan tåle (det er normalt anført på spolen) og undgå at overskride denne.

Anbring spolerne, så feltet fra disse er vinkelret på jordens magnetfelt – dette bevirker, at indflydelsen fra jordfeltet bliver så lille som muligt.

Du skal naturligvis måle de relevante afstande og strømstyrker, der indgår i formlerne, således at den magnetiske induktion kan beregnes langs symmetriaksen ud fra dine målinger. Lav selv måleskemaer, idet du varierer *x*-værdien (afstand langs symmetriaksen), og *I*.

## Behandling af måleresultaterne

På en graf tegnes forløbet af den magnetiske induktion langs symmetriaksen, hvor formlerne ovenfor benyttes sammen med de af dig målte værdier af *I*, og de relevante faste afstande (*d*, *R*,...) samt værdien af .

På denne graf afsætter du de målte værdier af den magnetiske induktion ud for de *x*-værdier, du har målt.

Du skal kommentere overensstemmelsen mellem dine målinger og de teoretisk forventede værdier – eller manglen på samme!