

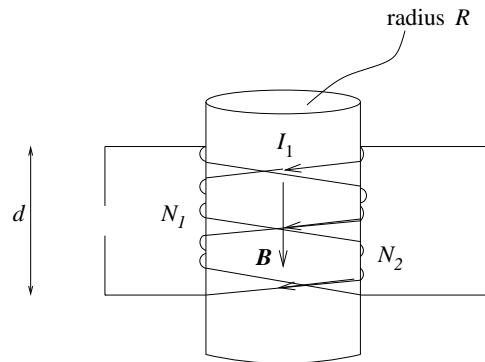
## Øving 15

Veiledning:

Torsdag 27. april

Innleveringsfrist: Tirsdag 2. mai

### Oppgave 1



Figuren viser to spoler 1 og 2 som begge er viklet opp på en sylinder med radius  $R$ . Vi antar at sylinderen har magnetiske egenskaper som vakuum, dvs vi ser bort fra en eventuell magnetisering i sylinderen. Spole 1 har  $N_1$  viklinger, spole 2 har  $N_2$  viklinger. Begge spolene er viklet opp på en lengde  $d$  som er (tilnærmet uendelig) lang i forhold til sylindereens radius. (Figuren er sånn sett ikke kvantitativt riktig...!) Du kan anta at begge spoler er tett viklet, og at hver vikling i begge spoler omslutter samme magnetiske fluks. (Spoletrådene er belagt med et isolerende materiale, f.eks. et lag plast, slik at en eventuell elektrisk strøm er nødt til å følge spoletråden. Denne antagelsen er forøvrig underforstått i alle slike oppgaver med spoler.)

a) Anta at det går en strøm  $I_1$  i spole 1. Hva blir da styrken på magnetfeltet  $B$  inne i spolen? Hva blir videre *total* magnetisk fluks  $\phi_1$  som omslutes av *hele* spoletråden i spole 1 (dvs alle de  $N_1$  viklingene)? Hva blir total magnetisk fluks  $\phi_2$  som omslutes av *hele* spoletråden i spole 2 (igjen: alle de  $N_2$  viklingene)? (Merk: Det går altså ingen strøm i spole 2. Strømmen i spole 1 kan vi lage f.eks. ved å koble den til et batteri og en motstand.)

b) Forholdet mellom total omsluttet magnetisk fluks  $\phi_1$  og strømstyrken  $I_1$  i strømsløyfa ”selv” er, pr definisjon, en størrelse som kalles for strømsløyfas *selvinduktans*  $L$ :

$$L = \frac{\phi_1}{I_1}$$

Hva blir dermed selvinduktansen  $L$  til en slik lang sylinderformet spole med radius  $R$ , lengde  $d$  og  $N_1$  viklinger?

c) Forholdet mellom total magnetisk fluks  $\phi_2$  som omslutes av spole 2 og strømstyrken  $I_1$  i spole 1 er, pr definisjon, en størrelse som kalles for *gjensidig induktans*  $M$  mellom de to strømsløyvene:

$$M = \frac{\phi_2}{I_1}$$

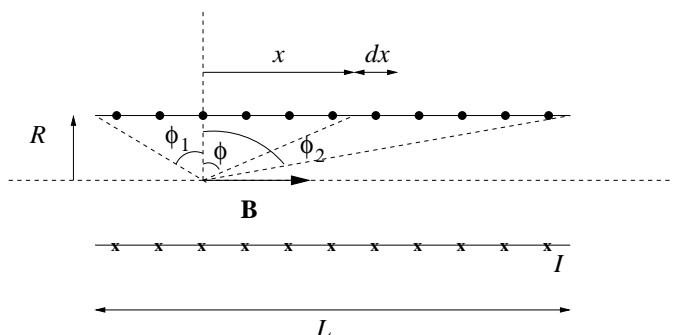
Hva blir dermed den gjensidige induktansen  $M$  mellom to slike lange sylinderformede spoler, begge viklet opp på en sylinder med radius  $R$  over en lengde  $d$ , og med henholdsvis  $N_1$  og  $N_2$  viklinger?

d) Bestem tallverdier for  $L$  og  $M$  (i SI-enheter) dersom  $R = 1$  cm,  $d = 60$  cm,  $N_1 = 1200$  og  $N_2 = 600$ .

(Svar:  $L = 9.5 \cdot 10^{-4}$ ,  $M = 4.7 \cdot 10^{-4}$ )

Kommentar: Vi skal komme tilbake til gjensidig induktans og selvinduktans i de siste forelesningene og se hvorfor dette er "nyttige" størrelser i endel sammenhenger.

### Oppgave 2



En spole har lengde  $L$  og radius  $R$ . Benytt uttrykket for magnetfeltet langs aksens til en enkel sirkelformet strømsløyfe (som du regnet ut i oppgave 1 i øving 13),

$$B(x) = \frac{\mu_0 I R^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

til å vise at magnetfeltet langs aksens til spolen kan uttrykkes som

$$B = \frac{1}{2} \mu_0 n I (\sin \phi_1 - \sin \phi_2)$$

Her er  $I$  strømstyrken i viklingene og  $n = N/L$  er viklingstettheten. Vinklene  $\phi_1$  og  $\phi_2$  er som angitt på figuren (med  $\phi_1 < 0$ ). Hva blir  $B$  når  $L \rightarrow \infty$ ?

(Tips: Finn bidraget til  $B$  fra en liten lengde  $dx$  av spolen og deretter hele feltet ved å integrere.)