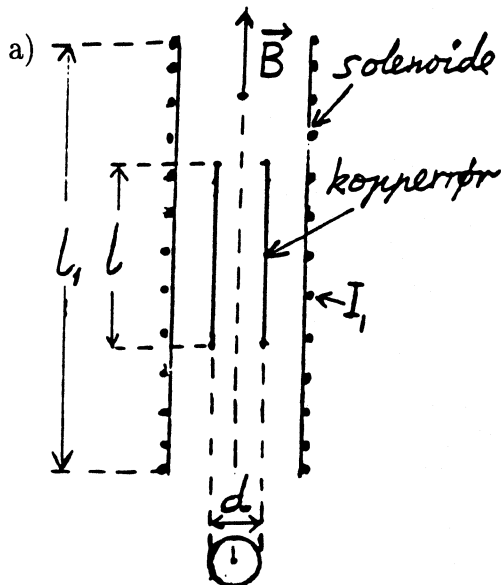


Oppgave 3

Et rør av kopper med lengde l og diameter $d \ll l$ ligger inne i en lang solenoide (spole) som vist på figuren. Begge er sylindrerformet med felles sylinderakse. Strømstyrken I_1 i viklingene til solenoiden genererer et magnetfelt innenfor denne gitt ved

$$B = \mu_0 n I_1.$$

Her er μ_0 permeabiliteten for vakuum og n er tettheten av viklinger (antall viklinger pr. lengde-enhet).

Solenoiden har lengde $l_1 = 25\text{cm}$ og antall viklinger er $N_1 = 300$. Hva blir gjensidig induktans M mellom solenoiden og røret når $l = 10\text{cm}$ og $d = 10\text{mm}$? Hva blir tilsvarende selvinduktansen L til røret? [Hint: Betrakt røret som en spole med $N = 1$ vinding.]

b) En lang rett tråd av jern legges gjennom kopperrøret på langs (dvs. parallelt sylindreraksen). Tråden har sirkelformet tverrsnitt med diameter d_s ($< d$) og dens relative permeabilitet er μ_r . Hva blir nå gjensidig induktans M_s og selvinduktans L_s uttrykt ved d_s , d , μ_r , M og L ?

c) I kopperrøret vil det være en ohmsk motstand mot strømmen som blir indusert. Hva blir denne motstanden R når røret er tynnvegget med tykkelse $b = 0,5\text{mm}$ ($\ll d$) og resistiviteten til kopper er $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$?

d) Bestem uttrykket for indusert elektromotorisk spenning $\mathcal{E}$ i røret (dvs. rundt omkretsen av røret) når strømmen i solenoiden er vekselstrøm $I_1 = I_0 \sin \omega t$ og røret er luftfylt. Hva er størrelsen E til det tilhørende induserte elektriske feltet i røret?

e) Strømmen $I = I(t)$ rundt omkretsen av røret blir som i en vekselstrømkrets med motstand R og induktans L i serie der påtrykt spenning er $\mathcal{E} = \mathcal{E}(t)$. Sett opp differensiallikningen som knytter sammen I og $\mathcal{E}$ for denne kretsen.

Oppgitt: $\mathbf{B} = \mu_r \mu_0 \mathbf{H}$, $H_{1t} = H_{2t}$
 $\phi_{m2} = M I_1$, $\phi_m = L I$
 $\mathcal{E} = -\frac{d\phi_m}{dt}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$