

Maak alle opgaven op een apart vel. Schrijf op een vel naam, opleiding, en studienummer. Schrijf op ieder vel je naam.

### Opgave 1

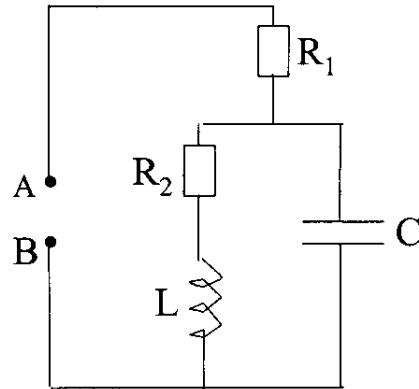
Een schakeling bestaat uit twee weerstanden  $R_1$  en  $R_2$ , een zelfinductie  $L$  en een capaciteit  $C$ , zoals in de figuur aangegeven.

- a) Bereken de impedantie  $Z_{AB}$  tussen de punten A en B.

Tussen A en B wordt een wisselspanningsbron aangesloten met spanning  $V = V_0 \cos(\omega t)$ . Verder is  $L = 4 \text{ mH}$ ,  $C = 2 \mu\text{F}$ ,  $R_1 = 25 \Omega$ ,  $R_2 = 40 \Omega$ .

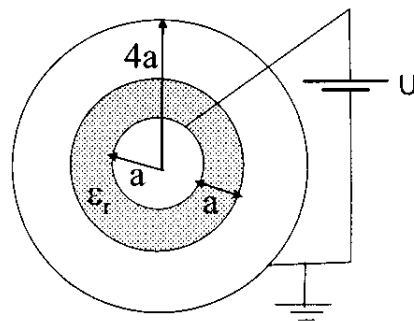
Bereken de frequentie waarbij

- b)  $\omega = (LC)^{-0.5}$   
 c) waar de impedantie maximaal is  
 d) waar de stroom door  $R_1$  in fase is met de spanning van de wisselspanningsbron



### Opgave 2

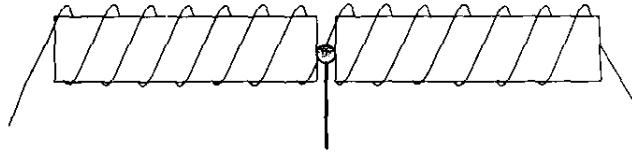
Een cilindercondensator heeft een binnencilinder met straal  $a$  en een buitencilinder met straal  $4a$ . De buitenzijde is geaard, de binnenzijde is verbonden met een positieve spanning  $U$ . Een waarnemer schuift een cilinder van een diëlektrisch materiaal met relatieve permittiviteit  $\epsilon_r$  in de condensator (zie figuur). Deze diëlektrische cilinder heeft een binnenstraal  $a$  en een buitenstraal  $2a$ ; de lengte is gelijk aan die van de condensator.



- a) Leidt een uitdrukking af voor het elektrische veld in de condensator, voor zowel  $a < r < 2a$  en  $2a < r < 4a$ .  
 b) Bereken de oppervlaktedichtheid van de polarisatielading op het buitenoppervlak van de ingeschoven cilinder.  
 c) Hoeveel arbeid is door de spanningsbron geleverd gedurende het inschuiven van de cilinder?

### Opgave 3

Een lange solenoïde bevat 800 windingen per meter. Deze is gevuld met een paramagnetisch materiaal waarvoor geldt dat de magnetische susceptibiliteit



$\chi_m \sim 1/T$ . De temperatuur  $T$  is 290 K. In een smalle spleet midden in het materiaal bevindt zich een magneetveldmeter, waarmee een magnetische inductie  $\mathbf{B}$  van  $6.60 \times 10^{-4}$  gemeten wordt (zie figuur). Als de proef bij 100 K wordt herhaald blijkt de magnetische inductie  $7.31 \times 10^{-4}$  te bedragen. De stroom door de spoel is gelijk gebleven.

- Welke van de grootheden  $\mathbf{H}$  en  $\mathbf{M}$  in het materiaal zijn door de temperatuurwijziging veranderd?
- Bereken de stroom door de spoel.
- Bereken de energiedichtheid in het materiaal bij kamertemperatuur.
- Bereken de stroomdichtheid van de magnetisatiestroom.

Gegeven:  $\mu_0 = 1,26 \times 10^{-6} \text{ N/A}^2$

### Opgave 4

Een vlakke elektromagnetische golf loopt in positieve  $z$ -richting van een rechtsdraaiend cartesisch coördinatenstelsel. Gegeven is:  $E_z(z,t)=0$ ,  $B_z(z,t)=0$ ,  $B_y(z,t)=0$ ,  $B_x(z,t)=B_0 \cos(\omega t - kz)$ .

- Geef de Maxwell vergelijkingen in de differentiële vorm.
- Bereken  $\frac{\partial E_y(z,t)}{\partial t}$  en  $\frac{\partial E_x(z,t)}{\partial t}$
- Bereken  $\vec{E}$  als functie van  $B_0$ ,  $\omega$  en  $k$ .