

Faglig kontakt under eksamen:

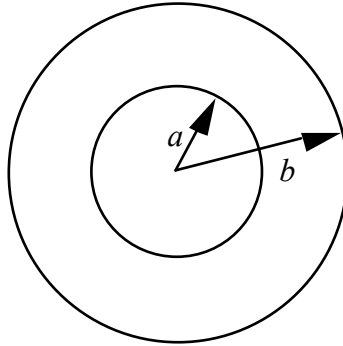
Kjell Bløtekjær, tlf. 4407

EKSAMEN I FAG 44015 ELEKTROMAGNETISME

TORSDAG 2. JUNI 1994

Tid: Kl. 0900 -1500

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator tillatt. Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt.

Oppgave 1:

1.1 En ledende kule med radius a er omgitt av et tynnvegget, ledende kuleskall med radius b . Kula og kuleskallet har samme sentrum. Rommet mellom lederne er fylt med et dielektrikum med relativ permittivitet ϵ_r . På kula er det en positiv ladning q , og på kuleskallet er det en like stor negativ ladning, altså $-q$.

- Finne den elektriske feltstyrken \vec{E} over alt i rommet.
- Finne polarisasjonen \vec{P} i dielektrikumet.

1.2 Mediet mellom lederne erstattes av et annet medium, som har en permanent polarisasjon i radiell retning, i tillegg til at det polariseres av det elektriske feltet. Dette betyr at polarisasjonen er gitt av:

$$\vec{P} = P_0 \hat{r}_s + \chi \epsilon_0 \vec{E}$$

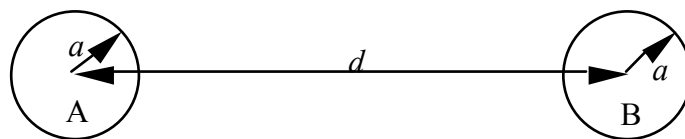
hvor P_0 er en konstant, \hat{r}_s er enhetsvektor i radiell retning, χ er en konstant (elektrisk susceptibilitet) og ϵ_0 er permittiviteten for vakuum.

Ladningene på lederne er som ovenfor.

- Finne den elektriske feltstyrken \vec{E} i mediet.
- Finne den bundne romladningstettheten ρ_{vb} i mediet, og den bundne flateladningstettheten ρ_{sb} på dets overflater.

Oppgave 2:

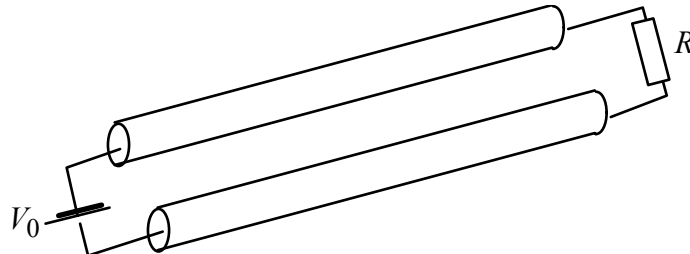
Gitt to lange, rette, parallelle ledere med sirkulært tverrsnitt. Begge lederne har samme radius a , som er mye mindre enn avstanden d mellom ledernes akser. Rommet utenfor lederne er vakuum.



2.1 Lederen A har en elektrisk ladning ρ_l pr. lengdeenhet, og lederen B har en ladning $-\rho_l$ pr. lengdeenhet.

- Finne spenningen V_0 mellom de to lederne.
- Finne kapasitansen C mellom lederne og den lagrede elektrostatiske energi W_e , begge deler pr. lengdeenhet.
- Finne den elektriske kraften \vec{F}_e som virker på en lengdeenhet av leder B. Husk å angi kraftens retning.
- Hvorfor er det nødvendig å anta $a \ll d$ for å kunne utføre beregningene ovenfor på en enkel måte.

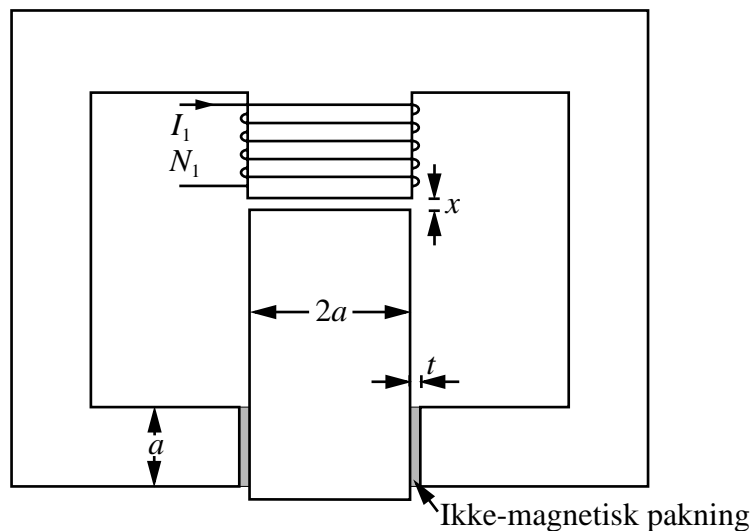
- 2.2 Lederen A fører en strøm I innover i papirplanet, og lederen B fører en like stor strøm i motsatt retning.
- a) Finn den magnetiske kraften \vec{F}_m som virker på en lengdeenhet av leder B. Husk å angi kraftens retning.
- 2.3 En motstand med resistans R kobles mellom de to lederne i den ene enden, og en spenningskilde tilkobles i den andre enden (se figuren). De to parallelle lederne regnes som ideelt ledende, og effekter nær endene neglisjeres.



- a) Er det mulig å velge resistansen R slik at netto kraft på lederne blir null? Hvor stor må i så fall R være?

Oppgave 3:

Figuren under viser et tverrsnitt av en magnetisk krets. Materialet i kjernen og stempelet antas å ha uendelig permeabilitet ($\mu_r = \infty$). Tykkelsen til kretsen normalt på papirplanet er a . Gapene antas så små at fluksen kan betraktes som konstant i dem.



- a) Beregn spolens selvinduktans L .
- b) Beregn magnetisk flukstetthet B i luftgapet og i pakningene.
- c) Finn systemets totale magnetiske energi W_m .
- d) Stempelet glir friksjonsfritt og har masse m . Bestem strømmen I som skal til for at den magnetiske kraften akkurat skal motvirke tyngdekraften. Tyngdeakselerasjonen er g .
- e) Vil stempelet bli værende i ro? Med andre ord, er stillingen stabil? Svaret må begrunnes.