

Faglig kontakt under eksamen:

Kjell Bløtekjær, tlf. 4407

**EKSAMEN I FAG 44015 ELEKTROMAGNETISME**

**TORS DAG 18. AUGUST 1994**

**Tid: Kl. 0900 -1500**

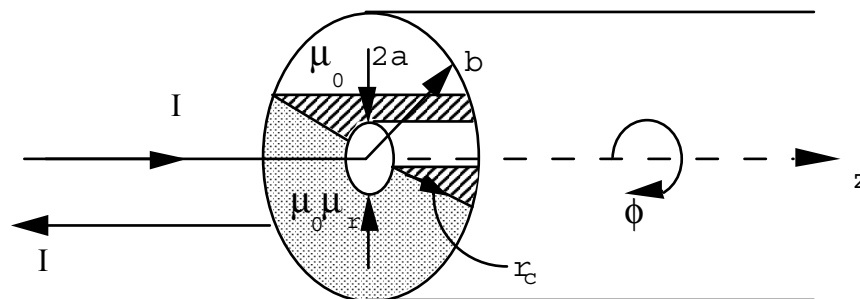
Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator tillatt. Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt.

**Oppgave 1:**

- 1.1. En romladning er jevnt fordelt over ei kule med radius  $a$ . Den samlede ladningen er  $Q$ . Bortsett fra romladningen er rommet tomt (vakuum).
- Finn romladningstettheten  $\rho_v$ .
  - Finn den elektriske feltstyrken  $\vec{E}$  over alt i rommet.
  - Finn potensialet  $V$  over alt i rommet. Sett  $V = 0$  uendelig langt fra kula.
  - Finn den elektrostatiske energien  $W$ .
  - Finn det arbeid som må utføres for å flytte en punktladning  $Q_1$  fra kulas overflate til dens sentrum.
- 1.2. Ladningen  $Q$  deles i  $N$  like store deler. Hver del inntar kuleform med en ny radius  $a_1$ , og kulene fjerner seg uendelig langt fra hverandre.
- Hvor stor må  $a_1$  være for at den samlede energi skal være uforandret?

**Oppgave 2:**

Gitt en lang, rett koaksialkabel som har hul innerleder med radius  $a$  og ytterleder med radius  $b$ . Begge har neglisjerbar veggtykkelse. Koaksialkabelen fylles med et ikke-ledende magnetisk materiale med relativ permeabilitet  $\mu_r$  i halve mellomrommet mellom innerleder og ytterleder. Strømmen  $I$  går den ene veien i innerlederen og den andre veien i ytterlederen, som vist i figuren.



- Finn den magnetiske flukstettheten  $\vec{B}$  og den magnetiske feltstyrken  $\vec{H}$  over alt i rommet.
- Finn selvinduktansen  $L$  pr. lengdeenheter av kabelen.
- Flatestrømtettheten  $\vec{J}_s$  er ikke jevnt fordelt over lederne. Bestem fordelingen av den langs omkretsen av de to lederne.
- Finn magnetiseringen  $\vec{M}$  av det magnetiske materialet.
- Finn den bundne flatestrømtettheten  $\vec{J}_{sm}$  på grenseflatene mellom det magnetiske materialet og lederne.

**Oppgave 3:**

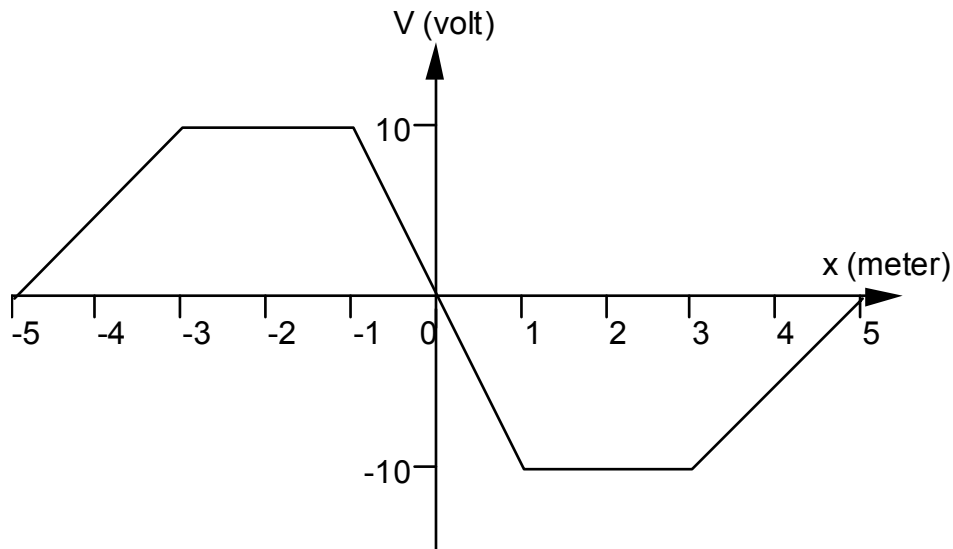
3.1 I et område av rommet er det elektrostatiske potensialet

$$V(r_s, \theta, \phi) = Ar_s^3 \cos \theta$$

hvor  $r_s$ ,  $\theta$  og  $\phi$  er sfæriske koordinater, og  $A$  er en konstant.

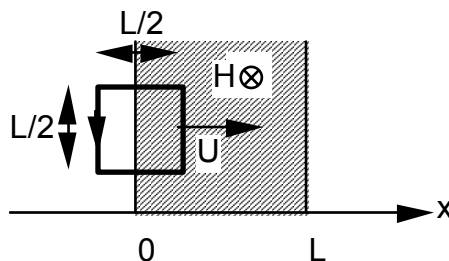
Bestem romladningstettheten  $\rho_v(r_s, \theta, \phi)$ .

3.2 Det elektrostatiske potensialet er gitt langs  $x$ -aksen, som vist i figuren.



Skissér  $x$ -komponenten av den elektriske feltstyrken.

3.3 I et område  $0 < x < L$  i vakuum er det et konstant magnetfelt med feltstyrke  $H$ . Retningen på feltet er vinkelrett på  $x$ -aksen, rettet innover i papiret, slik som vist i figuren. En kvadratisk ledersløyfe med sidekant  $L/2$  ligger i papirplanet. Den beveger seg i  $x$ -retning med konstant hastighet  $U$ .



Beregn den induserte elektromotoriske spenningen i sløyfa som funksjon av tiden  $t$ . La  $t = 0$  være tidspunktet når høyre kant av sløyfa er ved  $x = 0$ . Pila i figuren angir positiv retning for elektromotorisk spenning.

Skissér den elektromotoriske spenningen som funksjon av  $t$ .