

Faglig kontakt under eksamen:

Kjell Bløtekjær, tlf. 4407

**EKSAMEN I FAG 44015 ELEKTROMAGNETISME**

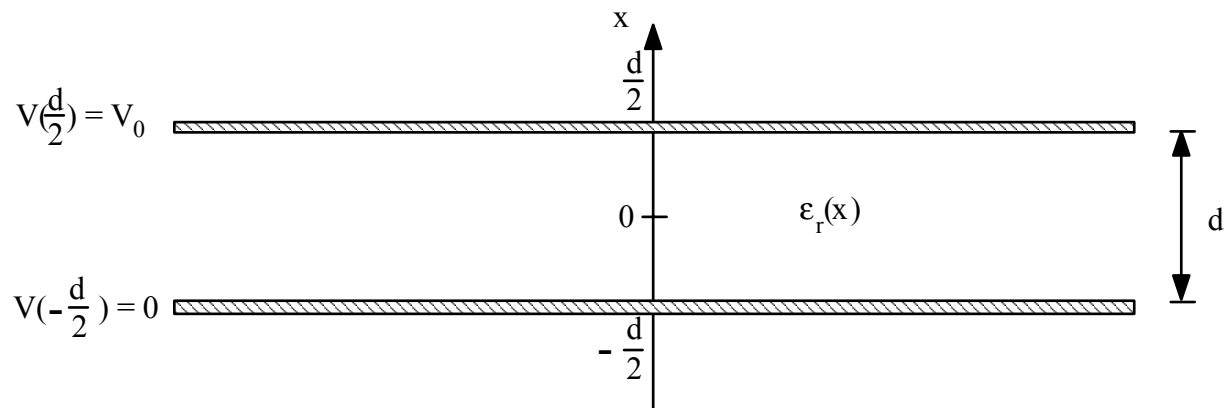
**FREDAG 19. MAI 1995**

**Tid: Kl. 0900 -1500**

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

**Oppgave 1:**

Rommet mellom platene i en kondensator er fylt av et dielektrikum. Avstanden mellom platene er  $d$  og denne er mye mindre enn platenes utstrekning, slik at vi kan regne som om platene er uendelig store. Potensialforskjellen mellom platene er  $V_0$ .



1.1 Anta først at relativ permittivitet er konstant:

$$\epsilon_r(x) = \epsilon_r = \text{konstant}$$

- Bestem den elektriske feltstyrken  $\vec{E}$ , den elektriske flukstettheten  $\vec{D}$  og potensialet  $V$  som funksjon av  $x$ . Velg positiv feltretning lik positiv  $x$ -retning.
- Bestem polarisasjonen  $\vec{P}$ .

1.2 Anta så at relativ permittivitet varierer med  $x$  etter funksjonen:

$$\epsilon_r(x) = \frac{4}{1 + \left(\frac{x}{d}\right)^2}$$

- Bestem den elektriske feltstyrken  $\vec{E}$ , den elektriske flukstettheten  $\vec{D}$  og potensialet  $V$  som funksjon av  $x$ .
- Bestem polarisasjonen  $\vec{P}$  som funksjon av  $x$ .
- Bestem den bundne romladningstettheten  $\rho_{vb}$  inne i materialet, og den bundne flateladningstettheten  $\rho_{sb}$  ved kondensatorplatene.
- Skissér flukstetthet, feltstyrke, potensial, polarisasjon og bundet romladningstetthet som funksjon av  $x$  for

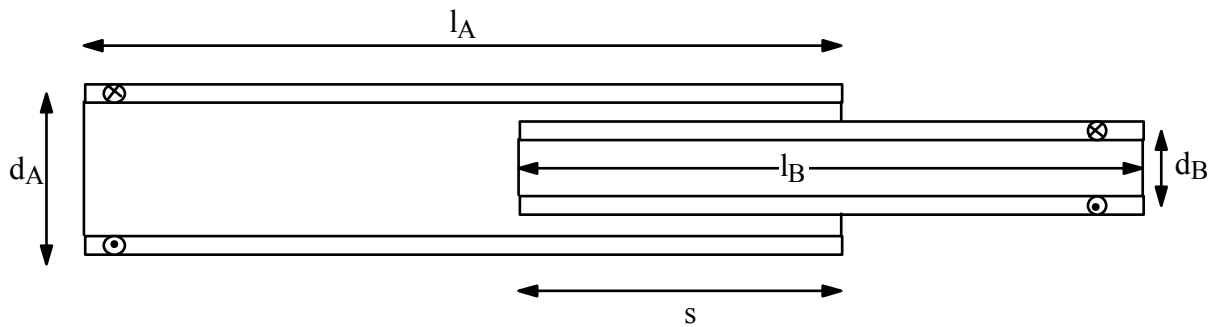
$$-\frac{d}{2} < x < \frac{d}{2}$$

**Oppgave 2:**

2.1 Gitt en lang, rett, tettviklet solenoid A, med  $N_A$  tørn, lengde  $l_A$ , og diameter  $d_A$ . Anta at tykkelsen av viklingen er neglisjerbar, og at  $l_A \gg d_A$ , slik at en kan bruke de tilnærmelser som gjelder for meget lange, tynne solenoider. Solenoiden fører en konstant strøm  $I_A$ .

- a) Finn den magnetiske flukstetthet  $\vec{B}$  inne i solenoiden, og solenoidens selvinduktans  $L_A$ .

2.2



En annen lang, rett, tettviklet solenoid B, med  $N_B$  tørn, lengde  $l_B$ , og diameter  $d_B$  stikkes inn i solenoid A, som vist på figuren. De to solenoidene overlapper hverandre over en lengde  $s$ . Positiv strømretning er definert likt i de to solenoidene, som vist i figuren. Strømmene gjennom de to solenoidene er konstante, lik henholdsvis  $I_A$  og  $I_B$ .

- a) Finn den gjensidige induktans  $M$  mellom de to solenoidene.  
 b) Finn den samlede magnetiske energi  $W_m$ , og den gjensidige kraften  $F$  mellom de to solenoidene. Hvilken retning har kraften?

2.3 La nå strømmen i solenoid A variere med tiden:

$$I_A = I_0 \sin \omega t$$

hvor  $I_0$  og  $\omega$  er konstanter.

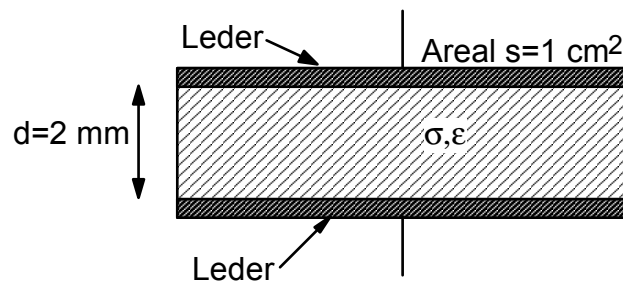
- a) Finn den induserte elektromotoriske spenningen i solenoid B.

**Oppgave 3:**

3.1 Et material har permittivitet  $\epsilon = 1.5 \times 10^{-11} \text{ Fm}^{-1}$ , og konduktivitet  $\sigma = 0.01 \text{ } \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$ .

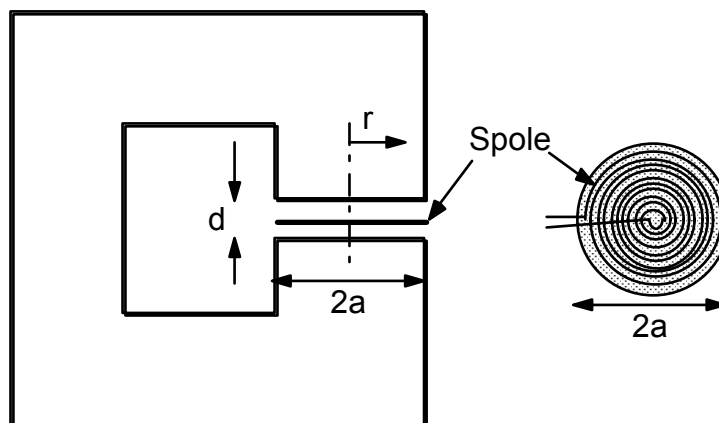
- a) Ved lave frekvenser har materialet karakter av en leder, mens det ved høge frekvenser har karakter av et dielektrikum. Ved hvilken frekvens  $f$  kan man si at denne overgangen skjer?

3.2



Av materialet lages det en komponent som vist i figuren. Arealet er  $s = 1 \text{ cm}^2$  og tykkelsen  $d = 2 \text{ mm}$ .

- a) Beregn resistansen (motstanden)  $R$  og kapasitansen  $C$  for denne komponenten.  
 b) Ett av svarene under b) kan betraktes som eksakt, mens det andre er tilnærmet. Forklar.

**Oppgave 4:**

Figuren viser en kjerne av et ferromagnetisk material med uendelig permeabilitet. Et luftgap har sirkulært tverrsnitt med radius  $a$ , og tykkelse  $d$ . Figuren til høgre viser et snitt gjennom luftgapet, hvor det finnes en spole som er viklet som en plan spiral. Spolen er tettviklet, består av  $N$  tørn, og dekker hele luftgapet, slik at spolens indre radius er null, og dens ytre radius er  $a$ . Spolen fører strømmen  $I$ .

- a) Finn den magnetiske feltstyrken  $\vec{H}$  i luftgapet, som funksjon av avstanden  $r$  fra luftgapets sentrum.  
 b) Finn spolens selvinduktans  $L$ .