



Bokmål/Nynorsk

Faglig/fagleg kontakt under eksamen:

Navn: Johannes Skaar

Tlf.: 91432

**KONTINUASJONSEKSAMEN I EMNE
SIE 4010 ELEKTROMAGNETISME**

ONSDAG 6. AUGUST 2003

TID: KL 0900 - 1400

Sensur: Senest/seinast 01.09.2003.

Hjelpemidler:

C - Spesifiserte trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt: Rottmann: Matematisk formelsamling. Bestemt, enkel kalkulator tillatt.

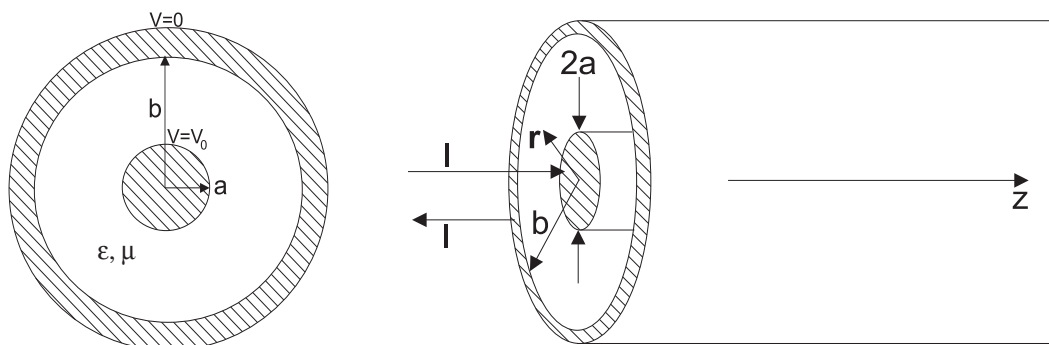
Hjelpemiddel:

C - Spesifiserte trykte eller håndskrevne hjelpemiddel tillatne: Rottmann: Matematisk formelsamling. Bestemt, enkel kalkulator er tillaten.

Totalt 6 sider inkludert forside.

Oppgave 1

En koaksialkabel består av en innerleder med radius a og en ytterleder med en indre radius b , se figur. Mellom lederne befinner det seg et dielektrisk medium med permittivitet $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ og permeabilitet $\mu = \mu_r \mu_0$. Innerlederen har det konstante potensialet V_0 , mens ytterlederen har potensial 0. Det går en konstant strøm I i innerlederen, i positiv z -retning. Anta at strømmen i innerlederen er jevnt fordelt over lederens *overflate*, og returstrømmen i ytterlederen er jevnt fordelt over ytterlederens *indre overflate*. Kabelens lengde er mye større enn b .



- Finne det elektriske feltet \vec{E} som funksjon av r .
- Finne kapasitansen per lengdeenhet (C').
- Finne den magnetiske flukstettheten \vec{B} som funksjon av r .
- Finne selvinduktansen per lengdeenhet.
- Skissér elektriske feltlinjer og magnetiske feltlinjer på tverrsnittet til kabelen (dvs. tegn av figuren til venstre ovenfor, og tegn på feltlinjer med piler som angir retning. La z -aksen være inn i papirplanet).
- Anta at vi fyller området mellom lederne med et ledende materiale med konduktivitet σ . Kabelens lengde er l . Finne resistansen R mellom innerleder og ytterleder, og vis at

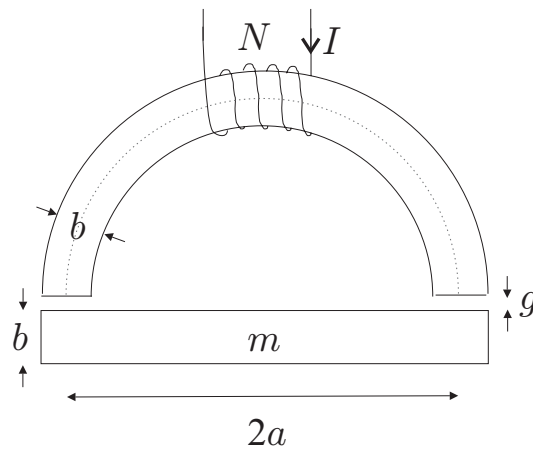
$$R = \frac{\epsilon}{\sigma C}, \quad (1)$$

der $C = C'l$ er den totale kapasitansen til kabelen (jfr. c). Hva blir resistansen mellom lederne for en uendelig lang kabel?

Oppgave 2

Figuren øverst på neste side viser en hesteskoformet elektromagnet med en bjelke like under. Tverrsnittet til både elektromagneten og bjelken er kvadrisk med sidekant b . Dimensjonene på kjernen og luftgapet er ellers som vist i figuren. Anta at $a \gg b$. Den relative permeabiliteten til elektromagneten og bjelken er så stor at den kan regnes som uendelig. Rundt den hesteskoformede kjernen er det viklet en spole med N tørn. Anta at luftgapet er så lite at vi kan se bort fra spredning av flukslinjer.

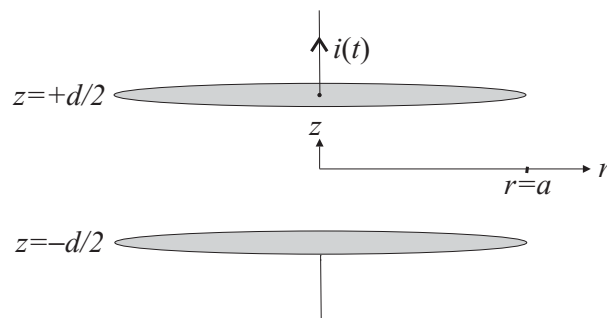
- Finne selvinduktansen L til spolen.



- Finne den magnetiske energien som er lagret i systemet.
- Dersom massen til jernbjelken er m , hva må strømmen I være for at tyngkraften akkurat skal balansere den magnetiske kraften?
- Dersom avstanden g til jernbjelken fordobles, hvor mange ganger større må strømmen være for at elektromagneten skal kunne løfte bjelken?

Oppgave 3

Gitt en parallellplatekondensator med plane, sirkulære elektroder, se figur. Tilførselsledningene faller sammen med z -aksen, som står normalt på og går igjennom sentrum av begge kondensatorplatene. Platenes radius er a , og avstanden mellom dem er d . Anta at $a \gg d$. Mellom og rundt platene er det luft.



- Hva blir det elektriske feltet mellom platene dersom den nederste platen har potensialet V i forhold til den øverste?
- Vis ut fra definisjonen $C = Q/V$ at kapasitansen til parallellplatekondensatoren er

$$C = \frac{\pi\epsilon_0 a^2}{d}. \quad (2)$$

- Anta at kondensatoren er frakoplet, dvs. $i(t) = 0$. Finn spenningen over kondensatoren som funksjon av d . Ut fra denne sammenhengen, forklar hvordan man kan lage en mikrofon (kondensatormikrofon).
- Kondensatoren er nå koplet til en kilde slik at strømmen blir $i(t)$, og avstanden d er fast. Tilførselsledningene på figuren er sylindriske og uendelig tynne, og de er så lange at de kan regnes som uendelige. Finn det magnetiske feltet overalt (bortsett fra inne i platene og lederne, som antas å være uendelig tynne).

Oppgave 4

Til hvert av de 7 spørsmålene som er stilt nedenfor, er det foreslått 4 svar. Oppgi hvilket svar du mener er best dekkende for hvert spørsmål. Svarene, som ikke skal begrunnes, avgis i skjemaet på siste side. Denne siden rives fra og leveres inn som del av besvarelsen.

Det gis 3 poeng for hvert riktig svar, -1 poeng for hvert galt svar og 0 poeng for ubesvart.

- a) En av Maxwells likninger er $\nabla \cdot \vec{D} = \rho$. Denne likningen betyr i et lineært medium bl.a. at
- \vec{E} -feltet strømmer ut fra ladninger,
 - En lang, rett leder som fører en strøm gir opphav til et sirkulerende magnetfelt,
 - Et varierende magnetfelt gjennom en ledende sløyfe induserer en strøm i sløyfa,
 - Det finnes ikke magnetiske monopoler.
- b) Likningen $\nabla \cdot \vec{J} = 0$
- gjelder for konstante strømmer,
 - viser at potensialforskjellen mellom to punkt er veiuavhengig,
 - er Ohms lov på punktform,
 - Alle de tre alternativene ovenfor er riktige.
- c) Gitt likningen $V = V_0 \cos(a/b^2) + V_1 x$. Her er a , b og x lengder, og V og V_0 er elektriske potensialer. Hvilken enhet må V_1 ha for at likningen skal være dimensjonsmessig korrekt?
- ms^{-1} ,
 - V,
 - Vm^{-1} ,
 - Slik størrelsene er definert ovenfor kan denne likningen aldri blir dimensjonsmessig korrekt.
- d) En leder fører en strøm I i positiv z -retning. Hva kan du da si om lederen?
- Den har netto negativ ladning,
 - Den har netto positiv ladning,
 - Den har ingen netto ladning,
 - Man kan ikke si noe om hvorvidt den har noe netto ladning.
- e) En ideell leder fører en strøm I i positiv z -retning. Hva kan du da si om potensialet på lederen?
- Potensialet er negativt,
 - Potensialet er positivt,
 - Potensialet er null,
 - Man kan ikke si noe om potensialet.

- f) For tiden t , der $0 \leq t \leq T$, er det elektriske feltet i et lineært medium gitt ved $\vec{E} = \nabla \times \vec{C}$, der \vec{C} ikke er avhengig av t . Hva kan du da si?
- $\vec{E} = 0$,
 - \vec{E} er uavhengig av posisjon,
 - Dette kan ikke vare i det uendelige ($T < \infty$),
 - Det er umulig at \vec{E} kan uttrykkes som $\nabla \times \vec{C}$.
- g) En makrell svømmer vilt omkring etter å ha bitt på sluken til J. D. Fiskerud. På grunn av friksjon mellom fisken og vannet kan det (kanskje) oppstå en ladning Q fordelt utover overflaten av fisken. Hvilke felt genereres av fisken?
- Siden fisken har ladning på skjellene, genereres \vec{E} . Siden fisken beveger seg, og har ladning, genereres \vec{H} .
 - Forslaget ovenfor er forsåvidt fornuftig, men det er bare det at sjøvann leder strøm. Dermed ville en eventuell ladning på fiskens overflate fort ledes vekk og ut i vannet (jord), dvs. $Q = 0$ og ingen felt,
 - Siden fisken er en makrell, genereres det en magnetisering.
 - Fisking er ekkelt. Folk som jakter på fisk og dyr og sånn er slemme. Min yndlingsrett er gravet makrell.

EMNE SIE4010 ELEKTROMAGNETISME

STUDENTNR.:

Oppgave 4: Svarkupong

Merk med kryss i de aktuelle rutene. Kun ett kryss for hvert spørsmål.

Spørsmål	Alt. i)	Alt. ii)	Alt. iii)	Alt. iv)
a)				
b)				
c)				
d)				
e)				
f)				
g)				