

**NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
FAKULTET FOR ELEKTROTEKNIKK OG TELEKOMMUNIKASJON
INSTITUTT FOR FYSIKALSK ELEKTRONIKK**

Faglig kontakt under eksamen:

Kjell Bløtekjær, tlf. 94407

EKSAMEN I FAG 44015 ELEKTROMAGNETISME

MANDAG 5. MAI 1997

Tid: Kl. 0900 -1500

Tillatte hjelpemidler:

B1- Typegodkjent kalkulator, med tomt minne, i henhold til liste utarbeidet av NTH tillatt.

Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt.

Formlene i den vedlagte formelsamlingen kan benyttes uten å utledes.

Oppgave 1:

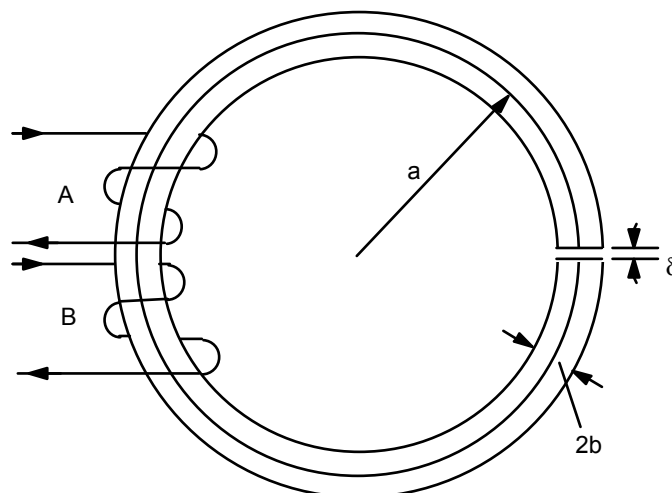
Vi har en ladning Q i vakuum. Finn den elektriske feltstyrken \vec{E} og det skalare elektriske potensialet V over alt i rommet når:

- Q er jevnt fordelt over volumet av en kule med radius a ,
- Q er jevnt fordelt over overflaten av et kuleskall med radius a ,
- Q er fordelt over volumet av en kule med radius a slik at romladningstettheten ρ_v er proporsjonal med avstanden r fra kulens sentrum.
- For tilfelle c), hvor stort arbeid må utføres for å flytte en liten ladning q fra kulens overflate til dens sentrum?

Alle svarene skal uttrykkes ved Q .

Oppgave 2:

Figuren viser en toroideformet (smultringformet) kjerne av et magnetisk material med relativ permeabilitet μ_r . Kjernen har et luftgap. Dimensjonene på kjernen og luftgapet er vist i figuren. Rundt kjernen er viklet to spoler, A og B, med henholdsvis N_A og N_B tørn.



- Finn selvinduktansene L_A og L_B til de to spolene, og gjensidig induktans M mellom dem. Det er tillatt å gjøre tilnærmelser basert på at $\mu_r \gg 1$, men ikke at μ_r er uendelig stor.

Spole A har null resistans. Den påtrykkes en spenning

$$V_A = V_0 \cos \omega t$$

Spole B er åpen, så det ikke går strøm i den.

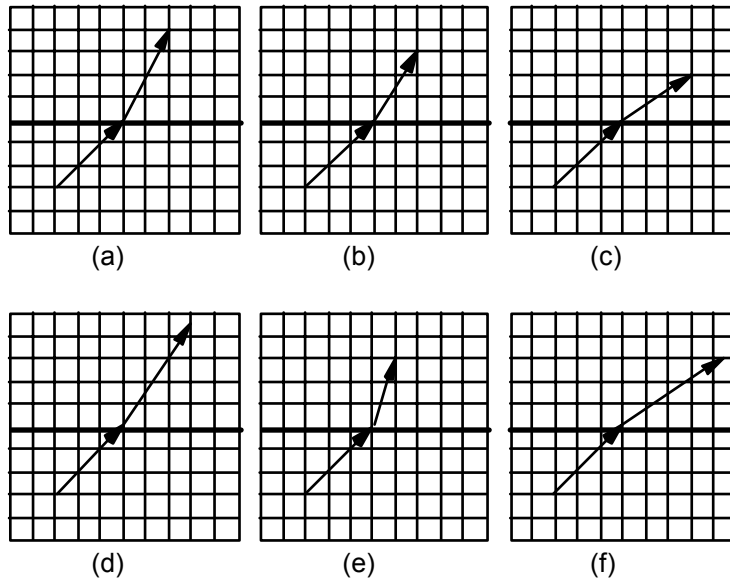
- Finn strømmen I_A i spole A, og den induserte elektromotoriske spenningen (emf) i spole B.

La nå spole A ha resistansen R . Spenningen over den er som ovenfor. Spole B kortsluttes, så den utgjør en lukket krets hvor det kan flyte strøm. Denne spolen har null resistans (superleder).

c) Finn strømmene I_A og I_B i de to spolene.

Oppgave 3:

a)

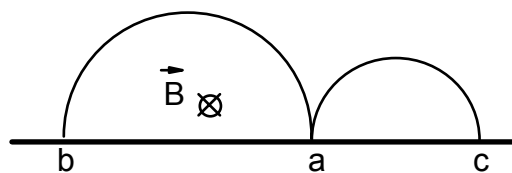


Den tykke, vannrette streken i figurene angir en grenseflate mellom to materialer. På undersiden av grenseflaten er det et dielektrisk material med relativ permittivitet større enn 1, mens det over grenseflaten er vakuum. I hver figur er det to vektorer. Den ene uttrykker en feltvektor i det dielektriske materialet, like under grenseflaten. Den andre uttrykker samme feltvektor like over grenseflaten. Rutenettet er der for at en kan sammenligne størrelsen av komponentene.

En av figurene gir et korrekt bilde av den elektriske feltstyrken \vec{E} , og en annen gir et korrekt bilde av den elektriske flukstettheten \vec{D} . Oppgaven er å bestemme hvilken figur som beskriver \vec{E} , og hvilken som beskriver \vec{D} . Begrunn svaret.

Bestem også materialets relative permittivitet.

b)



To ladede partikler, B og C, kommer samtidig inn i et magnetfelt \vec{B} ved punkt a i figuren. Magnetfeltet står vinkelrett på papirplanet, og peker inn i det. Partiklene har samme masse. Den ene har ladning Q og den andre $-Q$. Etter å ha beveget seg i en halvsirkel når partikkel B fram til punkt b, og partikkel C når fram til punkt c.

Hvilken av partiklene har positiv ladning, og hvilken har negativ?

Hvilken har størst hastighet?

Hvilken når først fram til endepunktet? Begrunn svarene.

c) Uten å vite hva nedenstående formel beskriver, avgjør om den er dimensjonsmessig korrekt:

$$\vec{D} = \frac{I}{4\pi a U} \ln\left(\frac{a}{b}\right) \hat{r}$$

\vec{D} er elektrisk flukstetthet, I er elektrisk strøm, U er en hastighet, og a og b er lengder. \hat{r} er en enhetsvektor.