UNIVERSITETET I TRONDHEIM
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:
Navn:Jorunn Grip
Tlf.: 93419

EKSAMEN I FAG 74142 - FYSIKK 2

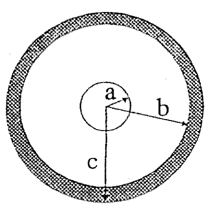
Avd. III (Bygg)
August 1995
Tid: kl. 0900-1500

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator
K.J. Knutsen: Formler og data i fysikk
O.H. Jahren og K.J. Knutsen: Formelsamling i matematikk
K. Rottmann: Matematische Formelsammling
S. Barrett og T.M. Cronin: Mathematical Formulae

Oppgave 1

a) Ei kule av et dielektrisk (ikke ledende) materiale har radius a og en positiv ladning, Q, jevnt fordelt over hele volumet. Finn ved hjelp av Gauss lov det elektriske feltet i en vilkårlig avstand, r, fra kulas sentrum. Tegn E(r).

[Gauss lov i et dielektrisk materiale er lik den vi har i vakuum, men permittiviteten i vakum, ε_0, erstattes med permittiviteten, ε, i det dielektriske materialet. $\varepsilon > \varepsilon_0$].



Figur 1

b) Kula, med ladning Q, plasseres inni et kuleskall av metall som vist på fig. 1. Vi antar at kula og kuleskallet ikke er i kontakt med hverandre. Radiene b og c er til henholdsvis innsiden og utsiden av metallkula. Gjør rede for hvordan ladningene vil fordele seg. Tegn og forklar feltlinjenes retning. Beregn det elektriske feltet, $\vec{E}$, som funksjon av avstanden, r, fra kulas sentrum. Skisser E(r).

c) Metallskallet byttes ut med et skall av et dielektrisk materiale. Kula har fremdeles ladningen Q. Forklar igjen hvordan ladningene fordeler seg og tegn feltlinjer. Beregn det elektriske feltet, $\vec{E}$, som funksjon av avstanden, r, fra kulas sentrum. Skisser E(r).

Oppgave 2

En lang, rett, massiv sylinder, orientert med aksen langs z-aksen, fører en strøm som har en strømtetthet J. Strømtettheten har sylinderisk symmetri, men er ikke uniform. Den varierer som

$$\vec{J} = \frac{2I_0}{\pi a^2}\left[1 - \left(\frac{r}{a}\right)^2\right] k \quad \text{for} \quad r \leq a$$

$$\vec{J} = 0 \quad \text{for} \quad \geq a$$

hvor a er radius i sylinderen, r er radiell avstand fra sylinderaksen og I_o er en konstant med enhet ampere.

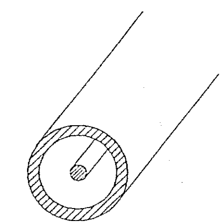
a) Vis at I_o er total strøm som går gjennom hele tverrsnittet av ledningen.

b) Bruk Amperes lov til å finne et uttrykk for størrelsen av magnetfeltet B i området $r \geq a$.

c) Finn et uttrykk for strømmen I innenfor et sirkulært tverrsnitt med radius $r \leq a$ og sentrert på sylinderaksen.

d) Hva er størrelsen på magnetfeltet B i området $r \leq a$. Hva gir uttrykkene beregnet i b) og d) for det tilfellet at $r = a$.

e)



Figur 2

Vi lager nå en koaksialkabel ved å legge en ny sylinder rundt den opprinnelige slik Figur 2 viser. Ytre radius er R. Strømmen i den ytre sylinderen er homogen. Det magnetiske feltet for $r > R$ er nå $\vec{B}(r) = 0$. Hva er størrelse og retning på strømmen i den ytterste sylinderen?

Oppgave 3

I det gule lyset fra natrium (Na) er det to emisjonslinjer som (i vakuum) har bølgelengder λ_a = 589,0 nm og λ_b = 589,6 nm. Dette lyset skal undersøkes med et diffraksjonsgitter med gitterkonstant (spalteavstand) d = $2{,}500 \cdot 10^{-6}$ m. Lyset kommer vinkelrett inn mot gitteret, og det diffrakterte lyset faller på en skjerm, som er plassert i stor avstand fra gitteret og som er parallell med dette.

a) Hvor store er avbøyningsvinklene θ_a og θ_b for de to bølgelengdene i 2. ordens hovedmaksimum? Skriv opp både bokstavsvar og tallsvar.

b) Hvor mange hovedmaksimum kan vi observere for bølgelengden λ_a?

Da gitterspaltene har en endelig bredde D (0 < D < d) vil vi også få Fraunhoferdiffraksjon fra gitteret.

d) Forklar hvordan diffraksjonseffekten kan utnyttes til å gi null intensitet i 3. ordens hovedmaksimum i interferensmønsteret fra lyset med bølgelengde λ_a. Finn de verdiene for D som gir denne effekten.