NORGES TEKNISK- NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:
Professor Catharina Davies
Tel: 73593688 eller 41666231

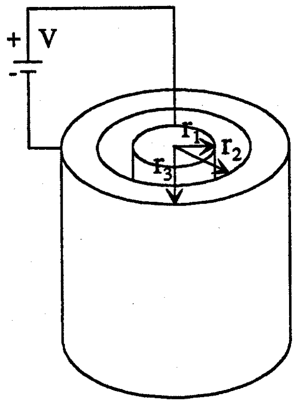
BOKMÅL

EKSAMEN I EMNE SIF4005 FYSIKK
For kjemi og materialteknologi
17 august 2002 kl. 09.00 – 14.00.

Tillatte hjelpemidler: Typegodkjent kalkulator med tomt minne i samsvar med liste utarbeidet av NTNU
O. Jahren og K.J. Knutsen: Formelsamling i matematikk
K. Rottmann: Mathematische Formelsammlung
K. Rottmann; Matematisk formelsamling
S. Barrett og T.M. Cronin: Mathematical Formulae

En del formler, uttrykk og definisjoner er vedlagt.

Oppgave 1. Elektrostatikk



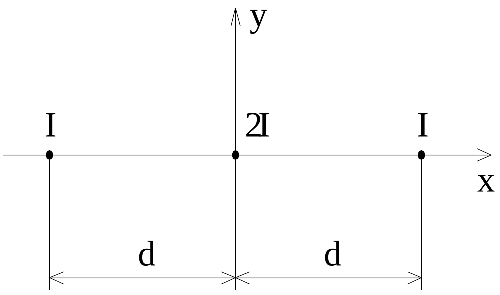
En sylinderkondensator består av en metallstav med radius r_1 og en metallsylinder med indre radius r_2 og ytre radius r_3. Kondensatoren har lengde l. Det er luft mellom staven og sylinderen. Se figur. Kondensatoren lades opp ved hjelp av en likespenningskilde V, som deretter koples fra. Ladningen på metallstaven er umiddelbart etter opplading Q, og ladningen på sylinderen er –Q. Se bort fra endeeffekter.

a) Bruk Gauss lov til å bestemme det elektriske feltet E(r) for området $r_1<r<r_2$.
Hva er feltet inne i metallstaven $r<r_1$, og inne i metallsylinderen $r_2<r<r_3$.
Hva er feltet utenfor sylinderkondensatoren $r>r_3$.
Skisser E(r) fra r=0 til $r>r_3$.

b) Bestem det elektriske potensialet V(r) for de samme områdene som i a).
Velg referansepunkt $V(r_2)=0$.
Skisser V(r) fra r=0 til $r>r_3$.

c) Bestem kondensatorens kapasitans uttrykt ved kondensatorens dimensjoner r_1, r_2 og l.
Bestem energien lagret i kondensatoren.

Oppgave 2. Magnetisme



Tre rette, uendelig lange og tynne ledninger er plassert parallelt i forhold til hverandre med avstanden d mellom dem som vist på figuren. De befinner seg i luft. Den midterste ledningen fører en strøm 2I mens de to andre ledningene fører strømmen I. Alle strømmer går i samme retning opp av papirplanet.

a) Skisser de magnetiske feltlinjene langs hver leder. Magnetfeltet for en uendelig lang rettlinjet leder som fører strømmen I er generelt gitt ved:

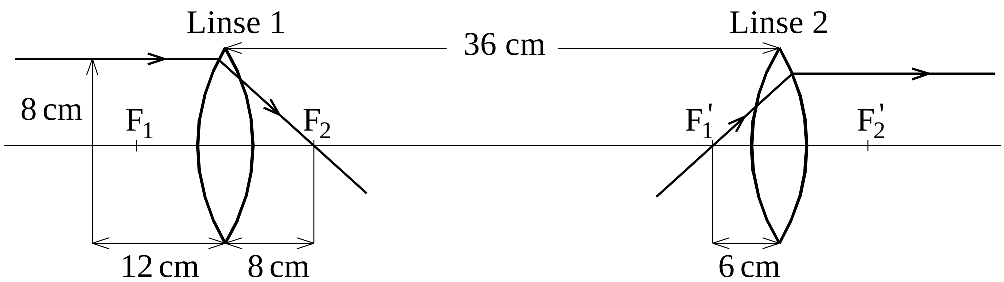
$$B = \frac{m_0 I}{2pr}$$

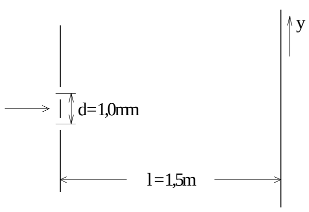
der r er avstanden fra lederen. Bruk dette uttrykket for magnetfeltet til å finne posisjonen (x_o,0) og (-x_o,0) for de to punktene på x-aksen der magnetfeltet er lik null. Velg aksesystem som på figuren der den midtre lederen legges i origo.

b) Den midterste ledningen føres ut en liten distanse x i retning langs forbindelseslinja mellom ledningene. Finn uttrykket for magnetisk kraft per lengdeenhet som de to ytre lederne utøver på den midtre lederen. Kraften per lengdeenhet uttrykkes som funksjon av x.

Oppgave 3. Optikk

a) Et objekt med høyde 8,0 cm er plassert 12,0 cm til venstre for en konveks linse med fokallengde 8,0 cm. En annen konveks linse med fokallengde 6,0 cm er plassert 36,0 cm til høyre for den første linsen. Begge linsene har samme optiske akse som vist på figuren. Finn posisjonen, høyden og orienteringen av bildet gitt av det sammensatte linsesystemet.



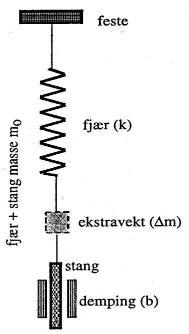


b) Parallelt lys faller vinkelrett inn mot en skjerm med to spalter. Avstanden mellom spaltene er d=1,0 mm. Det innfallende lyset inneholder lys med bølgelengdene $?_1$=567 nm og $?_2$=486 nm. Lyset fra spaltene observeres på en skjerm parallell med den første skjermen og i avstand l=1,50 m fra denne. Se figur.

Ved hvilke vinkelavstander ? fra retningen på det innfallende lyset får vi 1.ordens interferensmaksimum for de to bølgelengdene?

c) Ved hvilken avstand y på skjermen fra nullte ordens interferensmaksimum vil et interferensmaksimum for den ene bølgelengden første gang falle sammen med et interferensmaksimum for den andre bølgelengden?

Oppgave 4. Mekaniske svingninger



Et mekanisk svingesystem som vist på figuren, består av en fjær med fjærkonstant k. Fjæren med tilhørende oppheng og stang har en masse m_o. Ekstravekter med varierende masser ? m kan henges på fjæropphenget. Systemet kan dempes som vist på figuren. Systemets utsving x og svingeperiode T måles.

a) Vi ser først på det udempede systemet i fri svingninger. Uten ekstravekter måles svingeperioden T_0=0,50 s. En ekstravekt med masse ? m =100 g henges på systemet, og svingeperioden er da T_1=0,80 s. Bestem fjærkonstanten k og massen m_o av fjæropphenget (fjær med oppheng og stang).

b) Systemet dempes ved at nedre del av opphenget beveges i et dempesystem som gir en demping b. Dempingen kan varieres, men er hele tiden proporsjonal med hastigheten v til systemet. Bruk Newtons 2.lov til å sette opp differensiallikningen for systemet. Vis at

$$x = Ae^{-gt} \cos wt$$

er en løsning for likningen. A er startamplituden, ?=b/2m og $?^2$=$?_o^2$-$?^2$. Vi ser bort fra fasevinkelen.