NORGES TEKNISK- NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:
Institutt for fysikk, Realfagbygget
Professor Catharina Davies
Tel 41666231

BOKMÅL

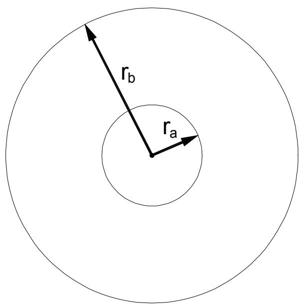
EKSAMEN I EMNE TFY4120 FYSIKK
For kjemi og materialteknologi
6. desember 2003 kl. 09.00 – 13.00.

Tillatte hjelpemidler: Enkel kalkulator HP30S
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.

Sensur faller 7. januar 2004

Oppgave 1: Elektrostatikk



En kule med radius r_a har en ladningsfordeling gitt ved $\rho = \rho_0 \dfrac{r}{r_a}$. Den totale ladningen på kula er Q, der $Q = \rho_0 \cdot \pi \cdot r_a^3$. Kula er omsluttet av et kuleskall med radius r_b som ligger konsentrisk om den indre kula. Ladningen på det ytre kuleskallet er –Q. De to kulene fungerer som en kulekondensator.

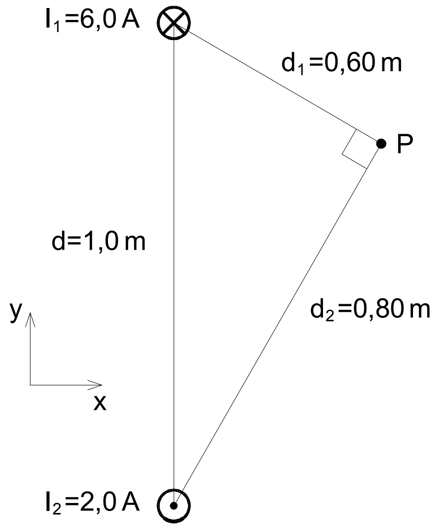
a) Bruk Gauss lov og bestem det elektriske feltet E(r) inne i den minste kula $r<r_a$, i rommet mellom de to kulene $r_a<r<r_b$, og utenfor kulekondensatoren $r>r_b$. Uttrykk det elektriske feltet E(r) med Q. Skisser i en graf det elektriske feltet i de tre områdene.

b) Bestem det elektriske potensialet utenfor kulekondensatoren for $r>r_b$, i rommet mellom de to kulene $r_a<r<r_b$, og inne i den indre kula $r<r_a$. Sett $V(\infty)=0$, dvs potensialet går mot null når en går uendelig langt unna kulekondensatoren.

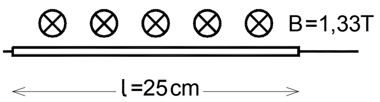
c) Bestem kulekondensatorens kapasitans uttrykt ved kondensatorens dimensjoner, de to radier r_a og r_b, og nødvendige konstanter.

Oppgave a og b har vekttall 2, oppgave c har vekttall 1.

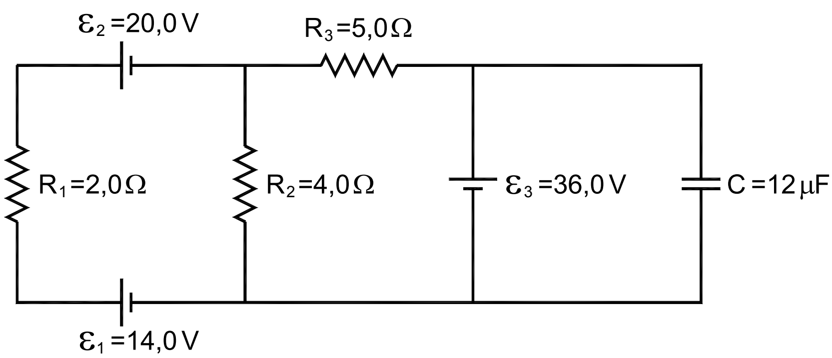
Oppgave 2: Magnetisme. Elektriske kretser



a) Anta to lange rettlinjede strømførende ledere med en avstand 1,0 m mellom dem. Den ene lederen fører strømmen I_1=6,0A nedover lederen, og den andre lederen fører strømmen I_2=2,0A i motsatt retning oppover lederen slik som figuren viser. Magnetfeltet for en lang rettlinjet leder med strøm I er i følge Amperes lov gitt ved $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ der r er avstanden fra lederen. Bruk dette uttrykket for magnetfelt til å beregne det magnetiske feltet de to strømførende lederne produserer i punktet P. Magnetfeltet angis ved å angi x- og y-komponentene av feltet. Tegn også retningen på feltet inn på en figur.



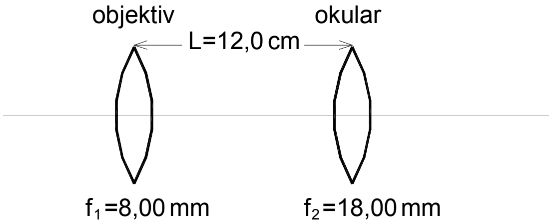
b) En rettlinjet horisontal leder med lengde l=25 cm og masse m=50 g fører en strøm I. Et homogent magnetisk felt B=1,33 T peker horisontalt og vinkelrett på lederen som vist i figuren. Bestem strømmen som må gå gjennom lederen dersom lederen skal flyte horisontalt, det vil si at den magnetiske kraften balanserer tyngdekraften. Angi også retningen på strømmen. Se bort fra tyngden av tilførselsledninger.



c) Bestem strømmene, både størrelse og retning, som går gjennom hver av motstandene: R_1=2,0 Ω, R_2=4,0 Ω, og R_3=5,0 Ω, og gjennom kondensatoren C=12μF, når kondensatoren er fullt oppladet og strømmen har fått konstant verdi.

Alle de tre deloppgavene vektlegges likt.

Oppgave 3



a) Et mikroskop består av en objektivlinse med fokallengde 8,00 mm og en linse i okularet (øyestykket) med fokallengde 18,00 mm. Avstanden mellom de to linsene er L=12,0 cm. Begge linsene er tynne samlelinser (dobbeltkonvekse). Bildet okularet danner er uendelig langt ute. Bestem avstanden fra objektivet til objektet. Tegn strålegangen gjennom mikroskopet.

b) Objektivlinsen er dekket med et antirefleksbelegg. Linsen er av glass med brytningsindeks n_1=1,54 og materialet i antirefleksbelegget har brytningsindeks n_2=2,41. Bestem den minste tykkelsen antirefleksbelegget kan ha dersom en skal oppnå 100% destruktiv interferens når lys med bølgelengden λ=500 nm i luft treffer linsen. Brytningsindeksen i luft er n=1,00.

c) Lys med bølgelengde λ=500 nm faller vinkelrett inn på to spalter som har avstand d= 0,1 mm mellom seg. Åpningen av spaltene er a=20 μm. På en skjerm parallelt med spaltene i avstanden L=1,5 m unna, observeres et diffraksjonsmønster. Hvor mange interferensmaksima er det innenfor det sentrale diffraksjonsmaksimum, dvs i området innenfor første diffraksjonsminimum?

Alle de tre deloppgavene vektlegges likt.