

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

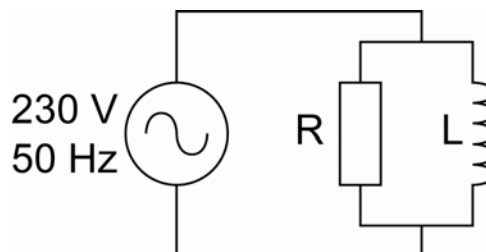
Eksamen i: FYS 112 / FY 101 - Elektromagnetisme
Eksamensdag: Torsdag 18. desember
Tid for eksamen: 14:30 – 20:30 (6 timer)
Oppgavesettet er på 3 sider
Tillatte hjelpemidler: Øgrim og Lian: Størrelser og enheter i fysikk og teknikk
Rottman: Matematisk formelsamling
To A4-ark med egne notater (kan beskrives på begge sider)
Elektronisk kalkulator: Av godkjent type

Alle delspørsmål vil telle likt ved karaktersettingen.

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

Oppgave 1

Tenk deg at figuren til høyre skjematisk viser det elektriske anlegget i en bolig. Lysnettet leverer en spenning på 230 V rms med frekvens 50 Hz. Den totale belastningen på lysnettet i boligen kan forenkles til en resistans $R = 100 \Omega$ i parallell med en induktans (spole) $L = 1 \text{ H}$. Vi regner spenningskilden som ideell.



- Hva er den elektriske admittansen til en parallellkobling av en induktans (spole) og en kapasitans (kondensator) hvis de har samme susceptansverdi? Begrunn svaret.
- Hva er den totale admittansen til parallellkoblingen i figuren over? Oppgi både modul og fasevinkel.
- I boligen måles den totale strømmen i kretsen, og det er denne vi betaler for. Vi kan likevel bare nyttegjøre oss av realdelen av strømmen, altså den vi bruker når vi for eksempel beregner effekten. Med de komponentverdiene som er gitt tidligere i oppgaven, beregn i prosent hvor mye vi betaler *for mye* på strømregningen.
- Du ønsker å gjøre noe med dette og tenker at du kan koble en komponent i parallell med de to andre komponentene i figuren, for å fjerne den reaktive (imaginære) strømmen i kretsen. Hva slags komponent vil du velge, og hvilken verdi må den ha?

Oppgave 2

To like store ladninger befinner seg i ro på x-aksen og i avstand a på hver side av origo.

- Hvor stor kraft virker på hver av ladningene når ladningene har størrelse $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ og avstanden $a = 0,37 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Tomromspermittiviteten $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$.
- Ladningene sitter på partikler med masse $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (protoner). Hvor stor blir akselerasjonen i første øyeblikk dersom partiklene slippes fri?
- Vi tenker oss igjen at ladningene ligger i ro slik som i første del av oppgaven. To like, men negative ladninger med samme absolutte størrelse som de positive ladningene befinner seg i ro i punktene $(0,y)$ og $(0,-y)$ på y-aksen. Hvor stor kraft virker på hver av partiklene uttrykt ved størrelsene e , a og y ?
- Forklar med ord hvordan kraften på de negative ladningene varierer når ladningene føres utover fra en avstand $y \ll a$ til $y \gg a$. Forklar at det må være en verdi for y hvor kraften på de negative ladningene er null og regn ut hvor dette punktet er, uttrykt ved størrelsen a .

Oppgave 3

En lang solenoide (spole) med 1500 viklinger per meter fører strømmen $I = 20 \text{ A}$.

- Finn størrelsen på magnetfeltet inne i solenoiden når spolen er fylt med luft.
- Finn størrelsen på magnetfeltet når rommet inne i solenoiden er fylt med flytende oksygen, mens strømmen i viklingene er den samme. (Magnetisk susceptibilitet for flytende oksygen er $\chi_m = 3,5 \cdot 10^{-3}$.)

Oppgave 4

Magnetfeltet 40 cm fra en uendelig lang, rett leder hvor det går en likestrøm på 2 A, er $1 \mu\text{T}$.

- Ved hvilken avstand er det $0,1 \mu\text{T}$?
- De to lederne i en lang, rett "skjøteledning" (kabel) fører på et tidspunkt begge en strøm på 2 A, men i motsatt retning. Avstanden mellom lederne er 3 mm. Finn magnetfeltet i en avstand på 40 cm fra midten av skjøteledningen, i samme plan som lederne ligger i. (De to lederne ligger ved siden av hverandre inne i kabelen).
- Ved hvilken avstand er feltet én tidel så stort?

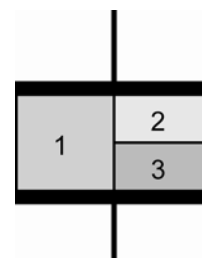
- d) Senterlederen i en koaksialkabel fører 2 A i én retning, og skjermen rundt fører 2 A i motsatt retning. Hvordan vil magnetfeltet være i punkter utenfor kabelen? (En koaksialkabel har to ledere. Den ene ligger som en tråd i midten og den andre som en strømpe rundt. Det er isolasjon mellom disse to lederne. Se figuren.)



Grått er isolasjon
Sort er metall

Oppgave 5

En platekondensator er konstruert ved å plassere tre dielektriske materialer mellom to metallplater, som vist i figuren til høyre. Alle de tre materialene er like brede og materialene 2 og 3 er halvparten så høye som materiale 1. Vi antar at avstanden mellom platene er mye mindre enn platenes andre dimensjoner (bredde \times lengde = areal), slik at vi kan se bort fra eventuelle kanteffekter.



- Finne kondensatorens kapasitans uttrykt ved platenes areal A , platenes avstand d og de tre materialenes relative permittivitet; ϵ_1 , ϵ_2 og ϵ_3 .
- Beregn denne kapasitansen når $A = 1 \text{ cm}^2$, $d = 2 \text{ mm}$, $\epsilon_1 = 4,9$, $\epsilon_2 = 5,6$ og $\epsilon_3 = 2,1$
- Hvis de tre materialene skulle erstattes av ett homogent materiale, hvilken relativ permittivitet måtte dette materialet hatt dersom kapasitansen skulle bli den samme som under punkt b)?
- Tenk deg at du har en søster på 17 år som går i videregående skole. Hvordan ville du forklare for henne hva relativ permittivitet er?

Oppgave 6

- Skriv opp likningen som vi kaller Amperes lov. Hva kan vi bruke den til og hvilke geometriske forutsetninger må være til stede for at vi kan ha nytte av den?
- Når vi sammenligner elektriske og magnetiske feltlinjer peker vi ofte på én vesentlig forskjell. Hva er det? Forklar.