

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i kurs: FYS1120 Elektromagnetisme.

Eksamensdag: Mandag 6. desember, 2010.

Tid for eksamen: 14:30 - 18:30

Oppgavesettet er på: 3 sider.

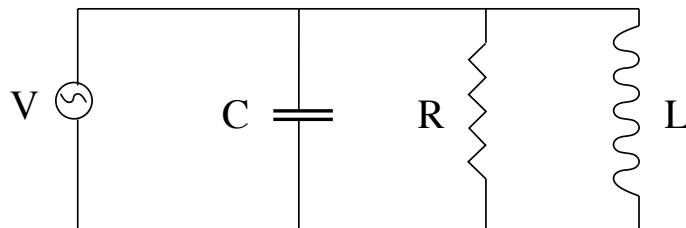
Vedlegg: Ingen.

Tillatte hjelpemidler: Angell (eller Øgrim) og Lian: Fysiske størrelser og enheter
Rottman: Matematisk formelsamling
Godkjent elektronisk kalkulator
Et A4-ark med egne notater, gjerne skrevet på begge sider

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

Oppgave 1

Figuren viser en parallellkoblet RCL-krets. Den ohmske motstanden er $R = 50.0 \Omega$, kondensatoren har en kapasitet $C = 10.0 \mu\text{F}$ og spolen en induktans $L = 3.5 \text{ mH}$.



Kretsen blir drevet av en vekselspanning $V(t) = V_0 \cos(2\pi ft)$ med amplitude $V_0 = 6.0 \text{ V}$ og frekvens $f = 1.25 \text{ kHz}$. De følgende spørsmål besvares enklest ved bruk av komplekse variable.

- Finn strømmene gjennom hvert kretselement og tegn dem inn i et fasediagram.
- Beregn den totale impedansen til kretsen, både størrelse og fasevinkel.
- Hva blir den midlere effekt (W) som spenningskilden leverer?

Oppgave 2

En elektrisk ladet kule har radius R . Den har en total ladning Q som er jevnt fordelt over dens volum.

- Beregn det elektriske feltet $E(r)$ som funksjon av den radielle avstand r fra kulens sentrum.
- Finn potensialet $V(r)$ til ladningsfordelingen når det settes lik null for $r \rightarrow \infty$.
- Kulens elektriske energi kan beregnes på flere forskjellige måter. Hvilke kjenner du? Velg en og finn den totale energien til kula.

Oppgave 3

I en koaksialkabel for TV har den indre leder radius a , mens den ytre leder har indre radius b som vist i figuren. Den indre leder fører en vekselstrøm $I(z, t) = I_0 \cos(kz - \omega t)$ hvor z er en koordinat langs kabelen. Strømmen i den ytre leder har

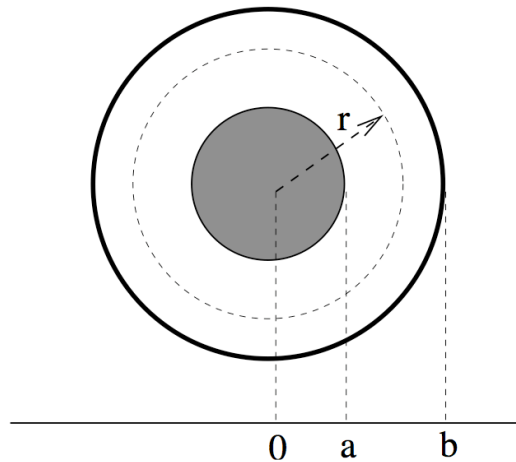


Figure 1: Tverrsnitt av koaksialkabel med angitte radier for denne oppgaven.

samme verdi, men er motsatt rettet. Vinkelfrekvensen ω er gitt ved konstanten k som $\omega = ck$ hvor $c = 1/\sqrt{\epsilon_0\mu_0}$ er lyshastigheten.

- Bruk Amperes lov til å beregne det magnetiske feltet B mellom de to lederne som funksjon av radius r samt z og t .
- Bruk av Faradays lov tilsier nå at det vil bli induisert et radielt, elektrisk felt E i rommet mellom lederne. Som for en elektromagnetiske bølge i vakum, kan

man vise at disse to feltene er koblet sammen ved differensialligningen

$$\frac{\partial E}{\partial z} = -\frac{\partial B}{\partial t}$$

Denne følger også direkte fra Maxwells 2. ligning. Finn nå feltet $E(r, z, t)$ ved direkte integrasjon av ligningen.

- c) Bruk dette resultatet til å regne ut potensialet $V(z, t)$ mellom de to lederne. Vis at man kan skrive resultatet som $V = ZI$ og finn konstanten Z målt i Ω .

Oppgave 4

I en syklotron er feltet $B = 0.85 \text{ T}$ mellom polene til magneten. De har hver en radius på $R = 0.4 \text{ m}$ som er den største radius en partikkelbane kan ha.

- a) Hva er den maksimale energi (MeV) et proton kan få i denne akseleratoren?
- b) Hvordan varierer omløpstiden T til et proton med radius i løpet av akselerasjonen i syklotronen? Hvor stor blir T i siste omløp ved radius R ?
- c) Hva er den maksimalt oppnåelige energi for en α -partikkel i denne akseleratoren?

Massen til et proton er $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$, og det har ladning $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$. En α -partikkel har den dobbelte ladningen og en masse som er fire ganger så stor som for protonet.
