

FYS1120 Elektromagnetisme, ukesoppgavesett 10

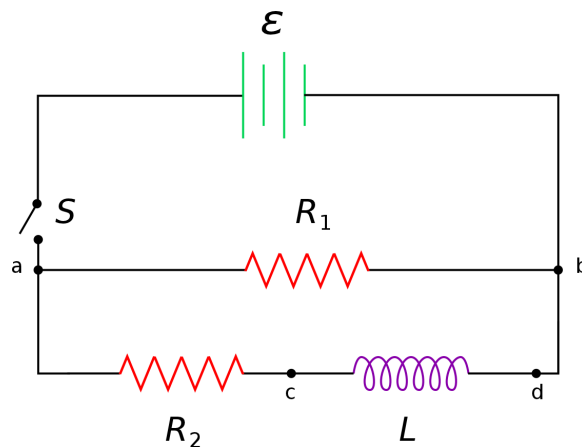
3. november 2014

I FYS1120-undervisningen legger vi mye vekt på matematikk og numeriske metoder. Det gjelder også blant oppgavene som blir gitt til eksamen. **Derfor er det viktig at du gjør ukesoppgavene som blir gitt.** Dersom du synes det er vanskelig å komme i gang med dem, eller hvis du ikke synes det er nok oppgaver, så kan du godt gjøre følgende oppgavene fra boka i tillegg. *Fra kapittelet "Inductance", Exercises: 1, 4, 23, 31, 33, 39*

Oppgave 1 Induktans i en solenoid En lang rett solenoid har N viklinger, tversnittet har areal A og lengden er l . Vis at induktansen til denne solenoiden er gitt ved

$$L = \mu_0 \frac{AN^2}{l}.$$

Du kan anta at magnetfeltet er uniformt inni solenoiden, og null utenfor. (Dette blir kun en tilnærming da magnetfeltet egentlig er sterkere i midten enn ved endene av solenoidet. På grunn av dette finner vi her kun øvre grense til induktansen.)



Figur 1: En RL-krets. Se teksten for flere detaljer

Oppgave 2 En RL-krets Til kretsen i figur 1 har vi verdiene $\mathcal{E} = 50.0$ V, $R_1 = 40.0\Omega$, $R_2 = 30.0\Omega$ og $L = 0.70$ H. Bryteren S lukkes ved tiden $t = 0$.

- Hva er potensialforskjellen v_{ab} over motstanden R_1 ved $t = 0$?
- Hvilket av punktene a og b er ved høyest potensial ved $t = 0$?
- Hva er potensialforskjellen v_{cd} over spolen ved $t = 0$?

d) Hvilket av punktene c og d er ved høyest potensial ved $t = 0$?

Vi lar nå $t > 0$, da går det strøm i hele kretsen. Etter at det har gått lang tid åpner vi bryteren.

e) Finn følgende:

- (i) Potensialforskjellen v_{ab} , og hvilket av punktene a og b som er ved høyest potensial.
- (ii) Potensialforskjellen v_{cd} , og hvilket av punktene c og d som er ved høyest potensial.

Oppgave 3 En Elektromagnetisk Bilalarm

Bilalarmer lager en ganske herlig lyd. Vi skal se på en enkel bilalarm som lager lyd med en frekvens på 3500Hz. For å holde denne frekvensen må bilalarmeren ha en krets som produserer en vekselstrøm med samme frekvensen. Dette får vi til med en spole og en kondensator i en seriekobling. Maksimal spenning over kondensatoren skal være 12.0 V, samme spenning som et bilbatteri kan levere. For å få høy nok lyd må kondensatoren kunne lagre en energi på 0.0160 J. Hva slags verdier bør kapasitansen og induktansen være?

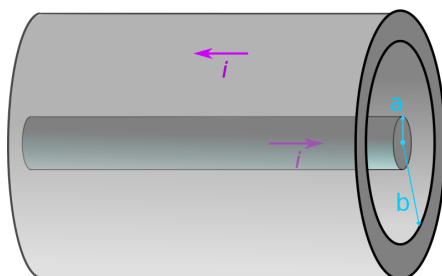
Oppgave 4 Magnetisk Energi i en solfleck

Magnetiske felter innenfor en solfleck kan være så sterke som 0.4 T ($\sim 10^4$ ganger så mye som Jordens magnetfelt), og kan være så store som 25000 km i radius. Materien i en solfleck har en massetetthet på omtrent $3 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$. Anta at magnetisk permeabilitet for denne materien er lik μ_0 .

Dersom all energien i det magnetiske feltet går med til å slynge solflekkenes materie vekk fra solens overflate, hvilken hastighet vil da materien få?

Sammenlign hastigheten med solens unnslippingshastighet på $6 \times 10^5 \text{ m/s}$.

Hint: Hvor mye energi i det magnetiske feltet konverteres til kinetisk energi for 1 m^3 av solflekkenes materie?



Figur 2: En koaksial kabel. Begge de grå flatene delene leder like mye strøm i hver sin retning.

Oppgave 5 Induktans i koaksial kabel

Vi har en koaksial kabel som leder består av to ledere som ikke berører hverandre. Den ene lederen er en solid sylinder med radius a og ligger inni den andre lederen, som er en hul sylinder med indre radius $a + b$. For at de to lederene ikke skal komme i kontakt med hverandre lener den innerste lederen seg på sirkeskiver, som har et hull i midten, med radius b . Lederne leder strøm I i hver sin retning. Vi får en oversikt over situasjonen i figur 2.

- Bruk Amperes lov for å finne de magnetiske feltet for et vilkårlig punkt i området $a < r < b$. Der r er radiell avstand fra senteraksen til lederne.
- Sett opp et uttrykk for den infinitesimale magnetiske $d\Phi_B$ gjennom et tynt rektangel med lengde l og bredde dr , ved en avstand r fra senteraksen til lederne. Lengden til rektangelet skal gå parallelt langs senteraksen.
- Integrér uttrykket ditt for $d\Phi_B$ fra den innerste til den ytterste lederen. Dette gir totalt fluks fra den magnetfeltet som produseres av strømmen I gjennom den midterste lederen.
- Vis at induktansen til et stykke av denne koaksiale kabelen med lengde l er

$$L = l \frac{\mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right).$$

- Bruk uttrykket for induktansen til å finne energien som er lagret i det magnetiske feltet for en lengde l av kabelen. Verifiser svaret ditt ved å bruke energitettheten i et magnetisk felt $u_B = \frac{B}{2\mu_0}$ til å finne denne energien.