

Faglig kontakt under eksamen:
Bård Tøtdal, tlf 73593594

EKSAMEN I FAG SIF 4003 - FYSIKK
for studenter ved Geofag og Petroleumsteknologi
7. desember 1998.

Tid: 6 timer (kl 0900 - kl 1500).

Tillatte hjelpemidler:

Godkjent kalkulator, **med tomt minne**, i henhold til liste fra NTNU.

Knutsen: Formler og data i Fysikk.

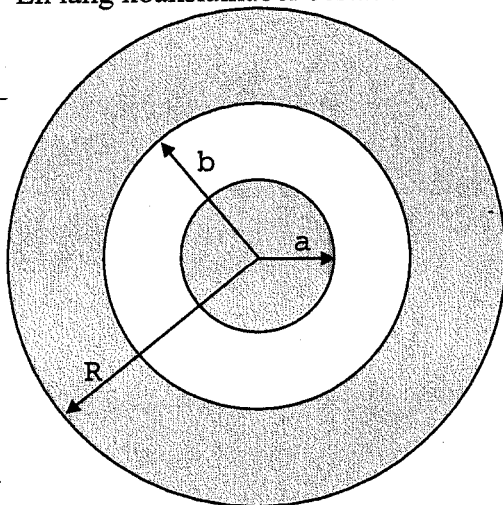
Rottmann: Mathematische Formelsammlung.

Barnett & Cronin: Mathematical Formulae.

Jahren & Knutsen: Formelsamling i Matematikk.

Oppgave 1

En lang koaksialkabel består av en lang sylindrisk metalltråd med radius a som er plassert konsentrisk i en lang hul metall-sylinder med indre radius b og ytre radius R . Den ytre sylinderen benevnes også som skjermen. Mellom sylinderne er det vakuum. Vi tilfører indre sylinder en ladning λ_1 pr lengdeenhet, og ytre sylinder en ladning λ_2 pr lengdeenhet. Vi ser bort fra spreddefelter ved endene av kabelen.



- a) Finn elektrisk feltstyrke $\mathbf{E}(r)$ som funksjon av den radielle avstand r fra aksen for
- $a < r < b$
 - $r > R$
- b) i) Forklar hvorfor $E(r) = 0$ for $r < a$ og for $b < r < R$.
ii) Bestem hvor stor ladning det vil være pr lengdeenhet sylinder på henholdsvis inner- og yttersiden av den ytre sylinderen.
- c) Finn kapasitansen pr lengdeenhet for koaksialkabelen.
- d) Vi setter en plugg av isolerende materiale med relativ dielektrisitetskonstant κ mellom tråden og den ytre sylinderen til en dybde x fra enden. I dette området fyller pluggen hele rommet mellom sylinderne. Hva blir endringen i potensiell energi for kabelen?

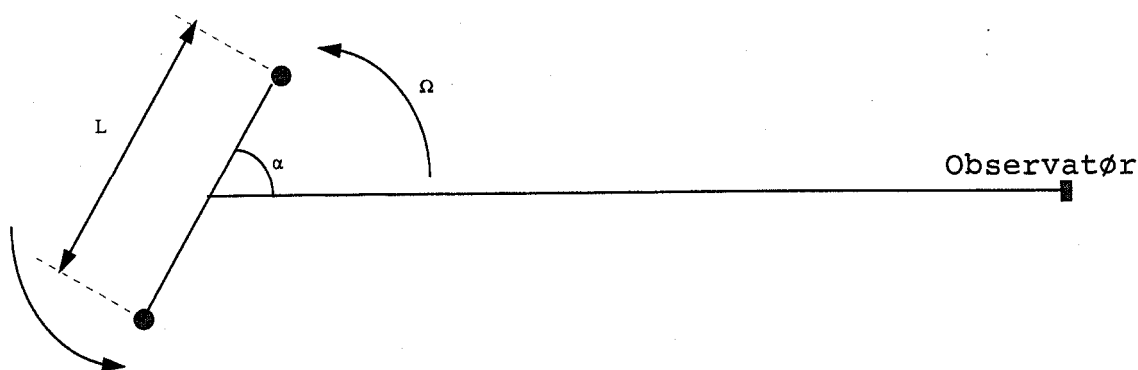
Oppgave 2

Side 2 av 3

En flaggermus flyr mot en møll med hastigheten 9.0 m/s, mens møllen flyr mot flaggermusen med hastigheten 8.0 m/s. Flaggermusen sender ut lydbølger med frekvensen f_1 som reflekteres fra møllen og kommer tilbake til flaggermusen, som hører frekvensen f_2 . Flaggermusen justerer f_1 slik at f_2 blir 83.0 kHz, som er den frekvensen flaggermusen hører best. Lydhastigheten i luft er 336 m/s.

- Hvilken frekvens f_m hører (og reflekterer) møllen?
- Hvilken frekvens f_1 sender flaggermusen ut?

To like, punktformede lydkilder som hver for seg sender ut lyd, jevnt fordelt i alle retninger, i fase med hverandre og med frekvens f_s , er plassert på hver sin ende av en arm med lengde $L = 10$ cm. Armen kan dreies om en akse gjennom midten, kfr skissen.

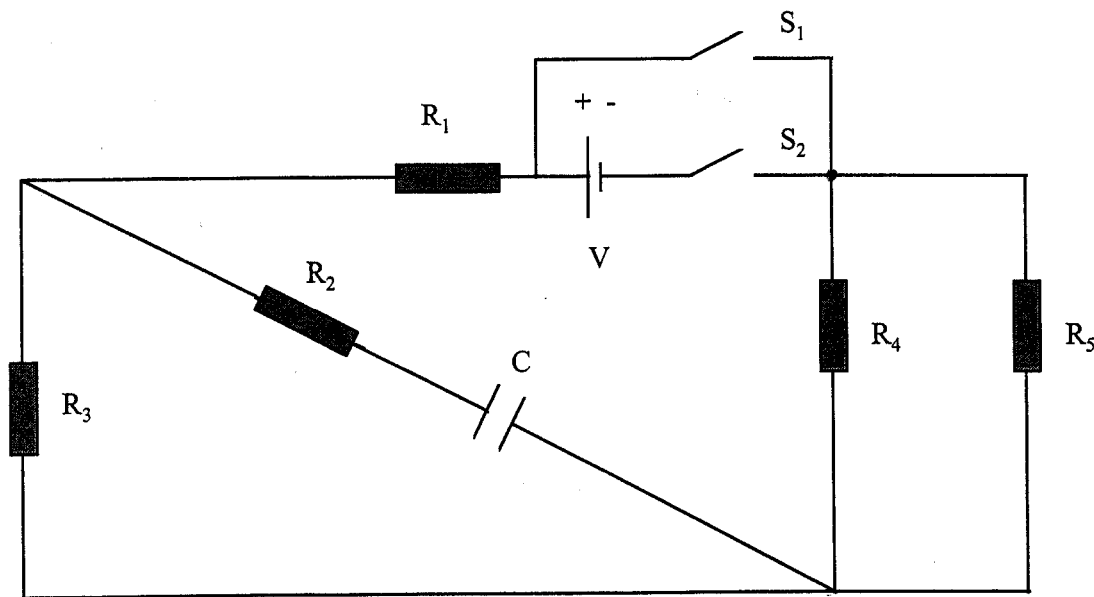


En observatør **langt** fra lydkildene observerer en variabel lydintensitet $I = I_{\max} \cdot \cos^2(\varphi/2)$ der φ er faseforskjellen pga veilengdeforskjellen for lyden fra de to kildene når armen blir dreid **meget** sakte rundt aksene. I løpet av en slik sakte omdreining observerer han at lydintensiteten varierer med 6 db fra høyeste til laveste nivå. Desibel (db) er enheten for den dimensjonsløse størrelsen $\beta = 10 \cdot \log_{10}(I/I_0)$ der I_0 er en referanseintensitet.

- Finn lydintensiteten I som funksjon av α , og vis $I(\alpha)$ i skisse der I_{\max} er enhet.
- Dersom armen dreier rundt med en jevn vinkelhastighet Ω , vil observatøren også kunne observere fenomenet svingning. Forklar hvorfor, og utled en formel for hvordan den observerte svevefrekvensen f_B vil variere med tiden.

Oppgave 3

En elektrisk krets ser ut som vist i figuren. Batteriet har spenningen $V = 12.0$ V, kondensatoren har kapasitansen $C = 4.0$ μ F og de fem motstandene har resistanser henholdsvis $R_1 = 10.0$ Ω , $R_2 = 20.0$ Ω , $R_3 = 30.0$ Ω , $R_4 = 40.0$ Ω og $R_5 = 50.0$ Ω . Vi ser bort fra indre motstand i batteriet. Begge bryterne S_1 og S_2 er åpne. Vi lukker bryteren S_2 .



- Finne størrelse og retning av strømmene i de forskjellige strømsløyvene når kondensatoren er fullt oppladet ("steady state").
- Hvor stor er kondensatorens ladning da?
- Så åpner vi bryteren S_2 og lukker bryteren S_1 . Finne størrelse og retning av strømmene i de forskjellige strømsløyvene som funksjon av tiden.

Oppgave 4

En tynn linse L_1 er konveks på begge sider og har krumningsradier R_1 og R_2 der $|R_1| = |R_2| = 22$ cm. En annen tynn linse L_2 er konkav på begge sider og har krumningsradier $|R_1| = |R_2| = 57$ cm. Begge linsene er laget av glass med brytningsindeks 1.50.

- Finne linsenes brennvidder (fokalavstand).
- De to linsene plasseres koaksialt, og slik at L_2 står 41 cm til høyre for L_1 . En gjenstand står 32 cm til venstre for L_1 og avbildes ved hjelp av de to linsene. Finne forstørrelse og posisjon av bildet. Skissér strålegangen.
- Et antirefleksbelegg som skal virke best ved bølgelengder i nærheten av 550 nm, skal legges på en side av en linse med brytningsindeks 1.50. Antirefleksbelegget lages av et materiale med brytningsindeks 1.38. Hvor tykt bør antirefleksbelegget være?
- Samme type antirefleksbelegg legges på en linse med brytningsindeks 1.33. Hvor tykt bør belegget nå være for å virke best ved bølgelengden 430 nm?
- En såpeboble blåses opp til boblehinnen får tykkelse $t = 400$ nm. Hvitt lys sendes vinkelrett mot et område på boblen. Anta at boblehinnen har brytningsindeks 1.3. Hvilke bølgelengder vil interferere konstruktivt i det reflekterte lyset?