

SJØKRIGSSKOLEN
Lørdag 16.09.06

UTSETT EKSAMEN VÅREN 2006

SENSORTEORI

Klasse OM2 og KJK2

Tillatt tid: 5 timer

Hjelpemidler:

Formelsamling Sensorteori KJK2 og OM2

Teknisk formelsamling

Tabeller i fysikk for den videregående skole

Formelsamling i matematikk for den videregående skole

Kalkulator

Antall oppgaver: 4

Vektlegging er angitt i % på hver oppgave.

Jan R. Lien
Sensor

Harald Totland
Lærer

Leif Fausa
Lærer

Lars Olav Tveita
Lærer

Oppg. 1 (25 %)

Ein elastisk pendel har eit lodd med masse 0,20 kg og ei fjør med fjørkonstant 20,0 N/m. Pendelen svingar med amplitude 10 cm.

- a) Finn svingetida (perioden) til pendelen.
- b) Finn største akselerasjon som loddet har.

Ei antenne har direktivitet 12 dB. Utstrålt middeleffekt er 2 kW.

- c) Finn maksimal elektrisk feltstyrke i fjernfeltet 20 m frå antenna.

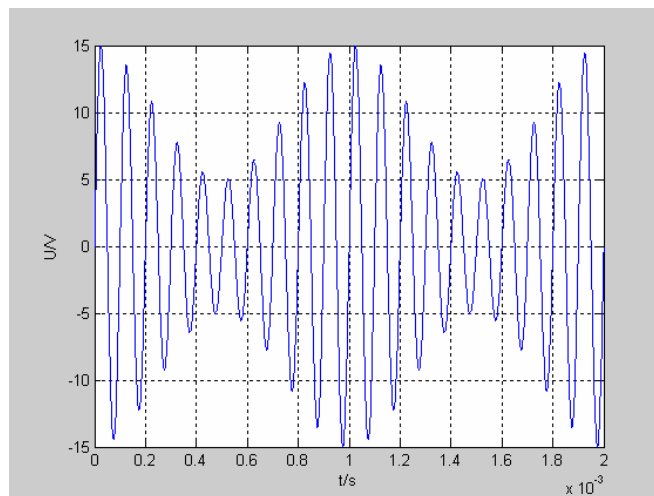
Ein resistans $R = 20 \Omega$, ein spole med induktans $L = 0,25 \text{ H}$ og ein kondensator med kapasitans $C = 47 \mu\text{F}$ kan brukast (2 og 2 av komponentane) til å lage svingekrets og til å lage lavpassfilter.

- d) Vis koplinga for svingekretsen, rekn ut resonansfrekvensen og forklar kvifor nett denne frekvensen gir resonans.
- e) Vis koplinga for filteret og rekn ut cutoff-frekvensen og responsen ved frekvens $f = 100 \text{ Hz}$.

Oppg. 2 (25 %)

- Ein magnetron med 8 resonatorholrom har statisk magnetfelt 0,12 T. Finn radarfrekvensen til magnetronen.
- Ein radar sender ut frekvens 4,00 GHz og får refleks frå ein bil som kjem rett mot med fart 30 m/s. Rekn ut beatfrekvensen.
- Forklar fenomenene "skyggesone" og "kanal" for lydstråler i sjøen.
- Radarstråler blir avbøygd i atmosfæren pga at lysfarten endrar seg oppover i luftlaget. Ved spesielle atmosfæriske forhold kan horisontale radarstråler følgje jordkrumminga. Finn lysfartgradienten i dette tilfellet. Jordradius er 6371 km.

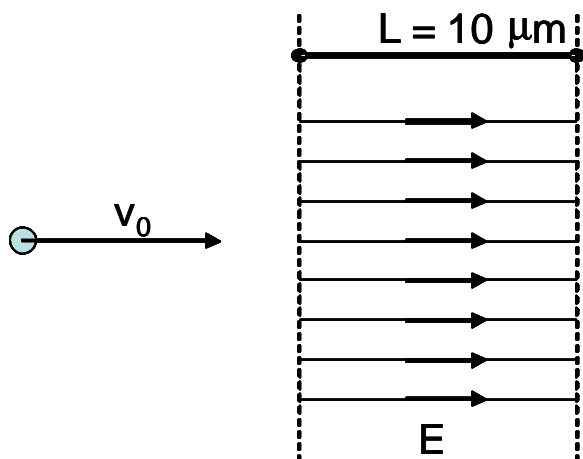
Figuren viser 2 ms av eit amplitudemodulert signal $s(t) = 10[1 + 0,25m(t)]\sin(\omega_c t)$ med bæreølge $c(t) = 10 \sin(\omega_c t)$ V og modulerande signal $m(t) = 2,0 \cos(\omega_m t)$ V .



- Finn frekvensen til $c(t)$ og til $m(t)$ frå figuren og teikn frekvensspektret (amplitudespektret) til $s(t)$ med nøyaktige amplituder. (Tips: Bruk formelen for produkt av cos- og sin-funksjon til omforming av uttrykket for $s(t)$ til ein sum av sinusfunksjonar.)

Oppg. 3 (25%)

a)
Et elektron er i et elektrisk felt med feltstyrke $E = 9.2 \cdot 10^4 \text{ N/C}$. Beregn den elektriske kraften og elektronets akselerasjon.



Tegningen viser et elektrisk felt med den gitte feltstyrken og med utstrekning $L = 10 \mu\text{m}$. Feltet antas å være homogent mellom de stiplede linjene mens det er null utenfor.

Et elektron med hastighet

$v_0 = 2.0 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ beveger seg inn i feltet.

Gjør beregninger som viser om elektronet kan passere feltet og komme over på motsatt side av feltet.

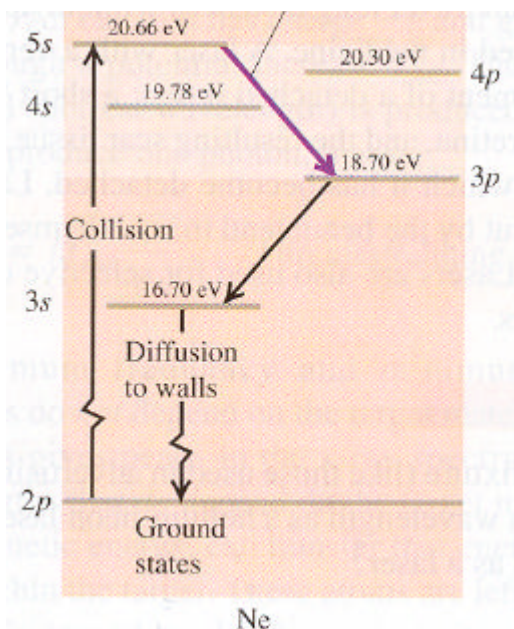
b)
Gjør rede for sperresjiktet i en diode. Forklar hvordan dioden likeretter vekselstrøm.

c)
I halvledere skiller en mellom elektronstrøm og hullstrøm. Hva er forskjellen?

d)
I en halvlederkrystall av silisium trengs en energi $\Delta E = 1.12 \text{ eV}$ for å rive elektroner ut av bindingene. Undersøk om en slik krystall kan være sensor for

- synlig lys.
- radarbølger med bølgelengde 3.0 cm.

e)

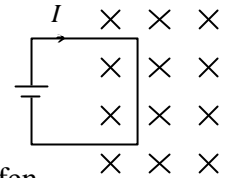


Tegningen viser energinivåskjemaet for neonatomer, brukt blant annet i He-Ne laseren. (De laveste nivåene er ikke med på tegningen). Energiene, gitt i eV, er i forhold til grunntilstanden. Laserovergangen er mellom nivåene merket 5s og 3p.

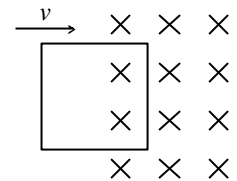
Beregn bølgelengden til de utsendte fotonene. Beregn også antall fotoner per sek for en laser med effekt 3.0 mW.

Oppg. 4 (25 %)

- a) En kvadratisk ledersløyfe med sidekant 80 cm fører en strøm på 2,0 A i urviserens retning (sett ovenfra). Den høyre delen av ledersløyfen befinner seg i et homogent magnetfelt på 0,15 T som har retning vinkelrett på ledersløyfen (inn i papirplanet på figuren).



- (i) Forklar hvordan du finner retningen til kraften som påvirker ledersløyfen.
 (ii) Finn verdien av denne kraften.
- b) En kvadratisk ledersløyfe med sidekant 80 cm ligger først i ro uten at det går strøm i den. Den høyre delen av ledersløyfen befinner seg i et konstant magnetfelt på 0,15 T som har retning vinkelrett på sløyfen. Den blir deretter beveget mot høyre med 0,90 m/s.



- (i) Forklar hvordan du finner retningen til den induserte strømmen i ledersløyfen.
 (ii) Finn verdien av den induserte strømmen dersom sløyfen har resistans 0,060 Ω.
- c) En spredelinse med brennvidde 5,0 cm blir brukt til å avbilde et objekt i avstanden 20 cm.
- (i) Tegn strålegangen. Hva slags bilde blir dannet?
 (ii) Hvor langt fra linsen havner bildet, og hva blir forstørrelsen?
 (iii) Hvor høyt blir bildet hvis objektet er 15 cm høyt?
- d) En gjenstand har overflatetemperatur 15 °C .
- (i) Finn bølgelengden for maksimum i den termiske strålingen fra gjenstanden.
 (ii) Med hvor mange prosent øker strålingsintensiteten hvis temperaturen øker til 30 °C ?
- e) Gi en kort beskrivelse av virkemåten til de to hovedtypene av NVD (night vision devices).