

SJØKRIGSSKOLEN
Tirsdag 02.06.09

EKSAMEN VÅREN 2009

SENSORTEORI

Klasse OM2 og ON1

Tillatt tid: 5 timer

Hjelpemidler:

Formelsamling Sensorteori OM2

Tabeller i fysikk for den videregående skole

Formelsamling i matematikk for den videregående skole

Kalkulator

Antall oppgaver: 5

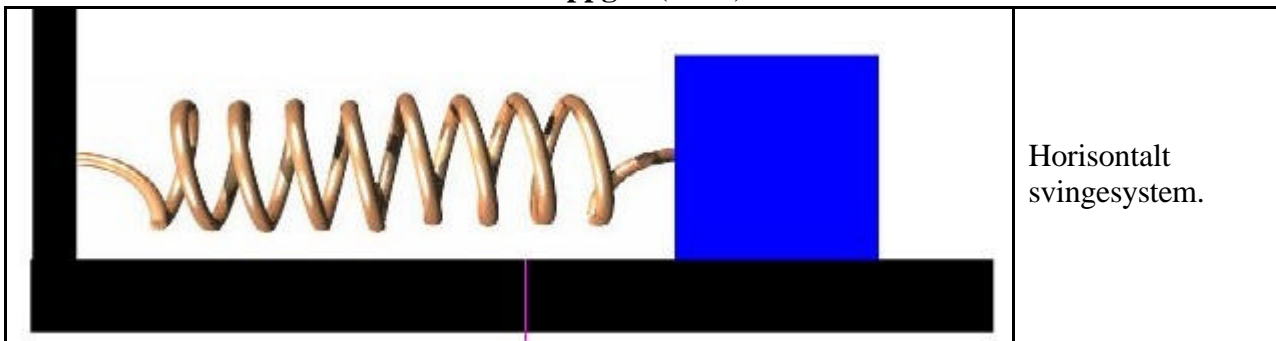
Vektlegging er angitt i % på hver oppgave.

Jan R. Lien
Sensor

Leif Fausa
Lærer

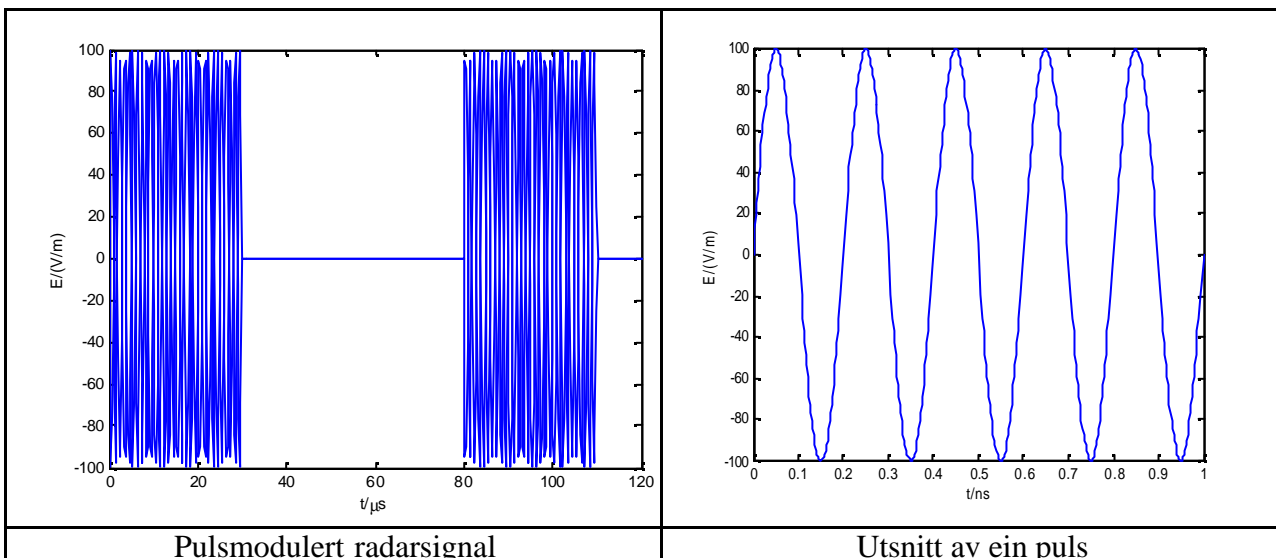
Lars Olav Tveita
Lærer

Oppg. 1 (25 %)



- a) Eit horisontalt svingesystem består av ei fjør med stivhet 10 N/m og eitt lodd på 100 gram som glir friksjonsfritt på horisontalt underlag. Loddet er limt saman av to deler som ikkje er like. Vi startar ei svinging ved først å dra loddet frå likevektspunktet 5,0 cm mot høgre (positiv x-retning), og sleppe det i det vi startar ei klokke som viser tid t. Finn svingefrekvensen og skriv eit uttrykk for utslaget som funksjon av tida, $x(t)$.
- b) Ein gang loddet er i det ytterste punktet, fell den eine delen av loddet av. Svingesystemet held fram å svinga med redusert lodd. Avgjer kven av desse påstandane som er rette:
- 1) Amplituden blir den samme.
 - 2) Farten i likevektspunktet blir mindre.
 - 3) Frekvensen blir større.
 - 4) Maksimal akselerasjon blir større.

Figuren viser variasjonen i E-feltet midt i hovedloben til eit pulsmodulert radarsignal som går ut frå ei antenne. Avstanden frå antenna er 10 m og antenna har ein direktivitet på 30 dB.



- c) Finn dutycycle og vis at middelintensiteten for radarsignalet er $5,0 \text{ W/m}^2$.
- d) Finn SAR – verdien som ein vaksen person blir eksponert for dersom han står midt i hovdloben i denne avstanden (10 m) frå antenna.
- e) Finn pulseffekten til radaren ved utsending frå antenna.

Oppg. 2 (25 %)

Vi har 3 komponentar: Ein spole med induktans $3,0 \text{ H}$, ein kondensator med kapasitans $100 \mu\text{F}$ og ei lyspære med resistans 1000Ω . Frå nettet kan vi ta spenning med effektivverdi 230 V og frekvens 50 Hz .

Ein eller fleire av komponentane kan – eventuelt med nett-tilkopling - koplust slik at vi ...

- a) ..får full lysstyrke i lyspæra. Vis koplinga og skriv eit uttrykk for korleis effekten som lyspæra gir, varierer med tida..

- b) ..får dempa lysstyrke i lyspæra. Vis koplinga og finn maksimal strøm i lyspæra no.

- c) ..får eit høypass-filte. Vis koplinga og finn cut-off frekvensen. Skisser - utan å rekne på fleire frekvensar - frekvensresponsen til filteret.

- d) Forklar kva som blir utsignal når eit spenningssignal $U(t)=5,0\text{V} + 10\text{V}\sin(10t)$ blir sendt inn på filteret i oppgåve c. Teikn frekvensspektrum for inn-signal og ut-signal.

- e) Ein fregatt som forfølgjer ein U-båt, sender ut sonarsignal med frekvens $60\,000 \text{ Hz}$ mot U-båten. Fregatten går med fart 10 m/s og U-båten med fart $5,0 \text{ m/s}$ nær overflata i samme retning. Kva frekvens (lyttefrekvens) høyrer sonarutstyret på U-båten? Sett lydfarten i sjøen til 1500 m/s .

Kva skjer med lyttefrekvensen om u-båten samtidig som han går med horisontal fart $5,0 \text{ m/s}$ også startar dykking og etterkvart blir passert på oversida av fregatten ? Vi kan rekne med at sonarstrålen alltid siktar mot U-båten.

Oppg. 3(10%)

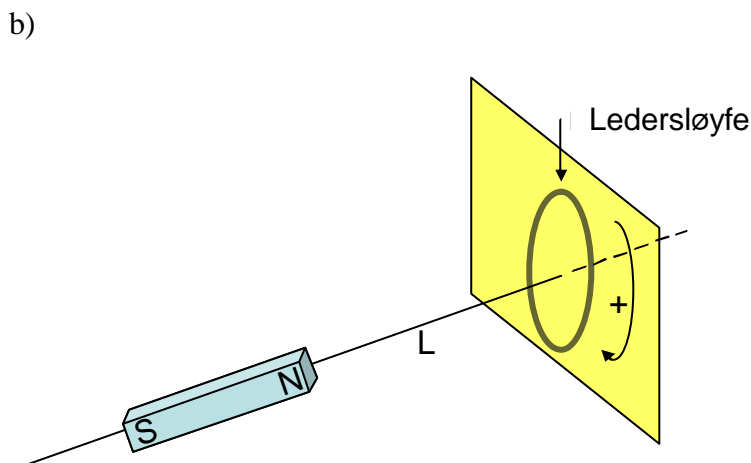
a)
 To ladde metallplater skal benyttes til å akselerere elektroner. Vi antar at elektronenes startfart ved den negative plata er null, og ønsker en toppfart $v = 1.4 \cdot 10^7$ m/s .
 Hvor stor spenning er det nødvendig å ha mellom platene?
 Elektronene bruker tiden $t = 2.86$ ns på å tilbakelegge strekningen mellom platene. Bruk dette til å beregne den elektriske feltstyrken mellom platene.

b)
 To elektriske ladninger har samme tallverdi, men har motsatt fortegn. De er plassert som vist på figuren. Punktet P har dobbelt så lang avstand til den negative som til den positive ladningen.
 Vis hvordan du ved (vektor-) tegning finner retningen på den elektriske feltstyrken i P.



Oppg. 4(20%)

a)
 Et elektron beveger seg i en sirkelbane med radius 6.2cm i et magnetfelt med flukstetthet 4.7mT . Lag en tegning der du viser hastighet, magnetfelt og magnetkraft.
 Beregn elektronets rundetid.
 Hva skjer med rundetiden dersom vi lar elektronet få større fart?



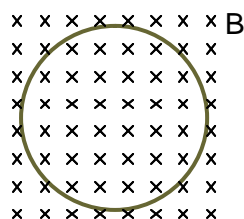
En stavmagnet føres inn mot ei ledersløyfe langs linja L. Bruk Faradays induksjonslov til å forklare at vi får induisert en strøm i sløyfa.

Gjør også rede for en metode til å bestemme strømmens retning. Oppgi strømrretningen i forhold til den positive omløpsretningen gitt på tegningen.

(Planet som er lagt gjennom

ledersløyfa skal bare være en hjelp til å se perspektivet i tegningen).

c)
 Vi plasserer sløyfa inne i et homogent magnetfelt. I løpet av tiden $\Delta t = 2.5$ ms økes den magnetiske flukstettheten jevnt fra $2.5 \cdot 10^{-3}$ T til 0.049T.



Beregn induisert spenning i sløyfa.
 Radien i sløyfa er 3.0 cm.

d)

Vi lar magnetfeltet variere med tiden, slik at den magnetiske flukstettheten er gitt ved:

$$B(t) = 0.25\sin(1000t) \text{ T}.$$

Finn et uttrykk for induisert spenning ($\epsilon(t)$) i sløyfa.

Oppg. 5 (20%)

a)

Etter en dag i sola er temperaturen på en mørk asfaltflate kommet opp i 40°C .

Hvilken bølgelengde dominerer (har størst intensitet) i strålingen fra asfalten?

Anta at asfalten kan sees på som en svart gjenstand.

Beregn effekten utstrålt fra en 100 m lang asfaltvei med bredde 6.0m

b)

En konveks linse (samlelinse) har brennvidde $f = 20\text{cm}$. Den avbilder et objekt slik at vi får et skarpt bilde på en skjerm som står 2.50 m fra linsen.

Beregn objektavstanden.

Vi skyver så linsa i retning mot skjermen, mens objektet står fast. Først blir bildet uskarpt, men så blir det skarpt igjen. Hvor langt fra skjermen er linsa da?

c)

Forklar hva vi mener med å dope en krystall (for eksempel Si). Legg vekt på å forklare forskjellen mellom n-doping og p-doping.

d)

Forklar hva som er den viktigste forskjellen mellom elektroner som befinner seg i ledningsbåndet og i valensbåndet i en halvleder.

I halvlederen SiC er avstanden mellom ledningsbåndet og valensbåndet $\Delta E = 2.36\text{eV}$.

Den leder elektrisk strøm dårlig, men ledningsevnen kan økes ved bestråling. Forklar denne prosessen, og undersøk om IR-stråling kan benyttes.

Vedlegg.

SAR-verdiar ved intensitet 10 W/m^2 med E-felt parallelt med lengderetningen til kroppen.

