

SJØKRIGSSKOLEN  
Tirsdag 30.05.06

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

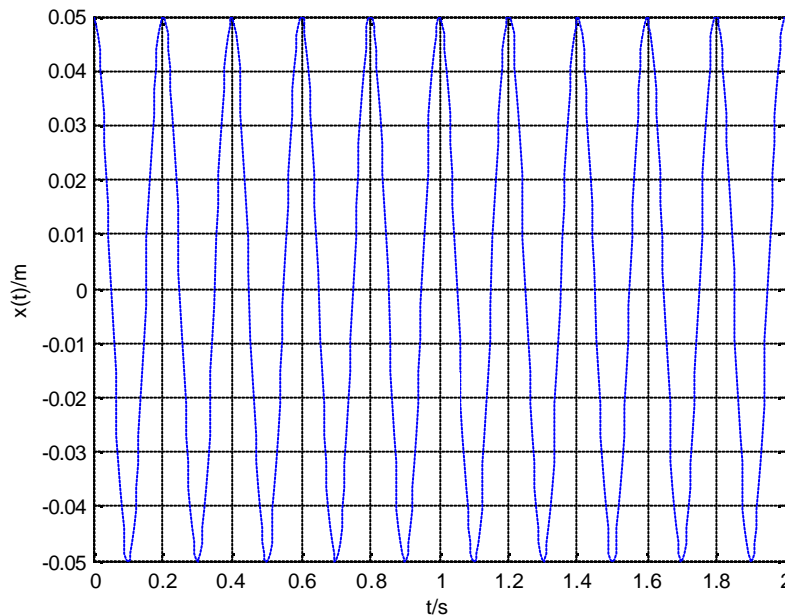
Harald Totland  
Lærer

Leif Fausa  
Lærer

Lars Olav Tveita  
Lærer

Oppg. 1 (25 %)

- a) Eit mekanisk svingesystem som har masse  $m = 1,0$  kg, svingar med utslag  $x(t)$  som vist i figuren. Finn svingefrekvens og fjørstivhet.



- b) Finn eit uttrykk for farten til svvinginga som funksjon av tida.

Vi har ein kondensator med kapasitans  $10 \mu\text{F}$  og diverse motstandar med ulik resistans. Vi skal lage eit høgpasfilter med "cut-off"-frekvens  $100$  Hz.

- c) Finn resistansen til motstanden vi må bruke. Teikn koplinga og skisser (utan å rekne) graf av frekvensresponsen.

Ei radarantenne sender ut pulseffekt  $100$  kW. Radarfrekvensen er  $3,0$  MHz. Pulslengde  $2,0 \mu\text{s}$ . Pulsrepetisjonsfrekvens PRF er  $2000$  Hz. Direktiviteten til antenna er  $25$  dB.

- d) Vis at gjennomsnittintensiteten midt i hovedloben i avstand  $20$  m er  $25 \text{ W/m}^2$ .

- e) Ein person blir eksponert for denne strålinga i  $6$  minutt. Bruk SAR-kurvane i vedlegget til å finne SAR-verdi og finn så temperaturauke som strålinga kan gi i kroppsvevet til personen. Anta at spesifikk varmekapasitet for kroppsvev er  $2,0$  kJ/kgK.

Oppg. 2 (25 %)

- a) Ein magnetron med 8 resonatorholrom har statisk magnetfelt 0,10 T. Finn radarfrekvensen til magnetronen. Forklar fysikken som ligg bak formlane du har brukt.
- b) I eit lab-forsøk med dopplereffekt brukar vi 3,0-cm radarbølgjer til å måle farten til ei vogn. Vi målar ein "beat"-frekvens på 5,0 Hz. Finn farten til vogna.

Tabellen viser utsnitt av ein lydfartprofil:

Dybde $z$	5,0 m	50 m	100 m	150 m	200 m	250 m
Lydfart $c$	1460 m/s	1470 m/s	1480 m/s	1490 m/s	1480 m/s	1470 m/s

Vi antar at lydfarten varierer linært mellom dei oppgitte målepunkta.

Ei sonarstråle blir sendt ut ved dybde 5 m og med retning  $12,5^\circ$  under horisontal.

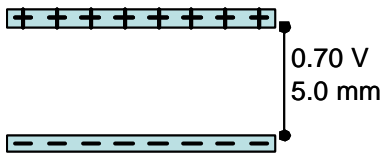
- c) Finn vinkelen strålen går med ved dybde 150 m.
- d) Finn krumningsradius til strålebanen mellom 150 og 200 m dybde.

Ein fregatt ligg i ro, og sender ut sonarsignal med frekvens 50 000 Hz. Ein U-båt går med fart 5,0 m/s rett mot fregatten. U-båten sender også ut sonarsignal med frekvens 50 000 Hz. Lydfarten i sjøen er 1460 m/s.

- e) Finn frekvensen som fregatten høyrer frå U-båten sin sonar, og frekvensen som U-båten høyrer frå fregatten sin sonar.

Oppg. 3 (25 %)

a)

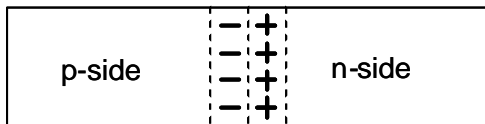


Definer begrepet elektrisk feltstyrke og forklar hva vi mener med et homogent elektrisk felt.

Tegningen viser to ladde plater. Spenningen mellom dem er  $U = 0.70 \text{ V}$ , avstanden er  $5.0 \text{ mm}$ . Regn ut hvor lang tid et elektron bruker på å bevege seg fra den negative til den

positive platen dersom startfarten er null. Hvor stor kinetisk energi oppnår elektronet?

b)



Tegningen viser en forenklet diodemodell. Forklar hvorfor vi kaller området i midten et sperresjikt.

Spenningen over sperresjiktet er  $0.70 \text{ V}$

(silisiumdiode). Hvordan må vi innrette oss for å få

strøm gjennom dioden?

c)

Forklar hva vi mener med fotoelektrisk effekt.

Kan infrarød stråling skape fotoelektrisk effekt i sølv?

d)

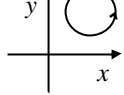
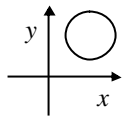
Krystaller med pn-overgang blir mye brukt som sensor i det optiske området (lys og IR).

- Forklar hvorfor n-siden får en negativ ladning når man belyser krystallen.
- Forklar hvorfor denne ladningens størrelse avhenger av strålingsintensiteten.

e)

Gjør rede for laserbegrepene populasjonsinversjon, optisk pumping og stimulert emisjon.

Oppg. 4 (25 %)

- a) Et elektron går i sirkelbane i  $xy$ -planet med retning mot urviseren. Årsaken til sirkelbevegelsen er et konstant magnetfelt vinkelrett på  $xy$ -planet. 
- (i) Forklar hvorfor et slikt magnetfelt forårsaker en sirkelbevegelse, og avgjør om det peker i positiv eller negativ  $z$ -retning (ut av eller inn i papirplanet).
- (ii) Elektronet har farten  $1,5 \cdot 10^7$  m/s, og radien er 7,1 cm. Finn magnetfeltets flukstetthet.
- b) En sirkulær ledersløyfe med radius 7,1 cm ligger i  $xy$ -planet. Et homogent magnetfelt på 25 mT peker i positiv  $z$ -retning (ut av papiret). Magnetfeltet avtar til null i løpet av 0,15 s. Finn den induerte spenningen i ledersløyfen (gjennomsnittsverdi og retning). 
- c) En samlelinse med brennvidde 5,0 cm blir brukt til å avbilde et objekt i avstanden 30 cm.
- (i) Tegn strålegangen.
- (ii) Hvor langt fra linsen havner bildet, og hva blir forstørrelsen?
- (iii) Hvor høyt blir bildet hvis objektet er 20 cm høyt?
- d) En mann spaserer på stranden en stjerneklar kveld, kun iført kortbukse. Huden hans har temperatur  $30^\circ\text{C}$  og areal  $1,2\text{ m}^2$ . Hvor stort er energitapet relatert til stråling i løpet av 5 minutter? (Du kan se bort fra innstrålt varme.)
- e) Gi en kort beskrivelse av virkemåten til de to hovedtypene av NVD (night vision devices).

SAR-kurve for 3 arter som er utsett for e.m. stråling med intensitet  $I=10 \text{ W/m}^2$  med E-felt parallelt med lengderetningen i kroppen.

