Fasit eksamen Sensorteori OM2 og ON1 2009

Fasit Sensorteori 2009

a) $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{10\frac{N}{m}}{0{,}1\,kg}} = \underline{10\,\frac{rad}{s}}$

$f = \frac{\omega}{2\pi} = \underline{\underline{1{,}59\ Hz}}$

Starter i maks : $x(t) = A\cos\omega t = \underline{\underline{0{,}050\,m\cos(10t)}}$

b) 2. Den nye svingninga starter med amplitude 5,0 cm. Amplituden blir den samme. Påstand 2 rett.

1. Energilikning $\frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{1}{2}kx_m^2$

k samme, x_m samme, m mindre $\Rightarrow v_m$ større

Påstand 1 feil

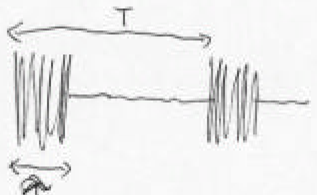
3. $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$. m mindre $\Rightarrow \omega$ større $\Rightarrow f$ større.

Påstand 3 er rett.

4. $F = -kx \Rightarrow F_{maks} = |-kx_m|$ og x_m den samme $\Rightarrow F_{maks}$ samme

$a_{maks} = \frac{F_{maks}}{m}$ og m mindre $\Rightarrow a_{maks}$ større

Påstand 4 er rett

c) 

PRI $= T = 80\,\mu s$

Pulslengde $\tau = 30\,\mu s$

$d.c. = \frac{\tau}{T} = \frac{30\,\mu s}{80\,\mu s} = \underline{\underline{0{,}375}}$

$E_{maks} = 100\frac{V}{m}$ $B_{maks} = \frac{E_m}{c} = \underline{3{,}33\cdot 10^{-7}\,T}$

$I_m = \frac{E_m B_m}{\mu_0} = 26{,}5\,\frac{W}{m^2}$ $\bar{I} = \frac{I_m}{2}\cdot d.c. = 4{,}97\frac{W}{m^2} \approx \underline{\underline{5{,}0\,\frac{W}{m^2}}}$

d) Frekvens $f = \frac{50}{1\,ns} = \underline{5{,}0\ GHz}$

$5\,GHz = 10^{3,7}\,MHz$ gir $SAR = 10^{-1,5} = 0{,}032\,\frac{W}{kg}$

for $I = 10\,\frac{W}{m^2}$. Her blir $SAR = 0{,}016\,\frac{W}{kg}$

Grense er $0{,}8\,\frac{W}{kg}$ over 6 min periode. Dett er under grenseverdi.

e) Middels pulsintensitet $I = \frac{I_m}{2} = \underline{13{,}25\,\frac{W}{m^2}}$

Gain $G = 10^{\frac{D}{10}} = 10^{\frac{30}{10}} = 1000$

$\frac{P}{4\pi r^2}\cdot G = I$ Pulseffekt $P = \frac{I\cdot 4\pi r^2}{G} = \frac{13{,}25\frac{W}{m^2}\cdot 4\pi(10\,m)^2}{1000} = \underline{\underline{16{,}6\,W}}$

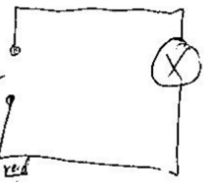
Oppg. 2

a)

$U_{eff} = 230V$ ~

$f = 50\,Hz$

$\omega = 2\pi f = 314\ \frac{rad}{s}$



$R = 1000\,\Omega$

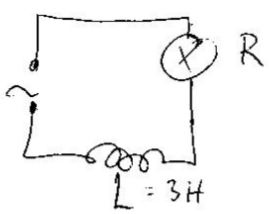
$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{230V}{1000\Omega} = \underline{0{,}23\ A}$$

$$\bar{P} = U_{eff}\, I_{eff} = 230V \cdot 0{,}23A = \underline{52{,}9\ W}$$

$$P(t) = U \cdot I = U_m \sin\omega t \cdot I_m \sin\omega t = U_m I_m \sin^2(\omega t)$$

$$= \sqrt{2}\,U_{eff} \cdot \sqrt{2}\,I_{eff} \cdot \sin^2\omega t = 2 \cdot 230V \cdot 0{,}23A \cdot \sin^2(314\,t) = \underline{\underline{106 \sin^2(314t)\,W}}$$

b)



R

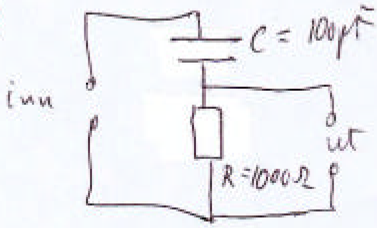
L = 3H

$$Z_L = \omega L = 314\ \frac{rad}{s} \cdot 3{,}0H = \underline{942\,\Omega}$$

$$Z_{total} = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \sqrt{(1000)^2 + (942)^2} = \underline{1374\,\Omega}$$

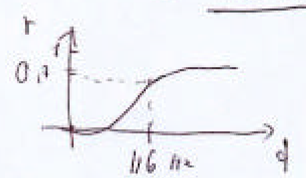
$$I_{maks} = \frac{U_m}{Z_{total}} = \frac{\sqrt{2} \cdot 230V}{1374\,\Omega} = \underline{\underline{0{,}24\ A}}$$

c)



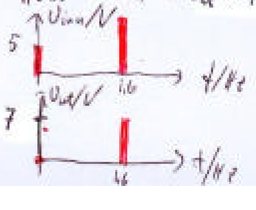
$$f_{c0} = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi\, 1000\Omega \cdot 100 \cdot 10^{-6} F}$$

$$= \underline{1{,}6\ Hz} \qquad \omega_{c0} = 2\pi f_{c0} = \underline{10\ \tfrac{rad}{s}}$$



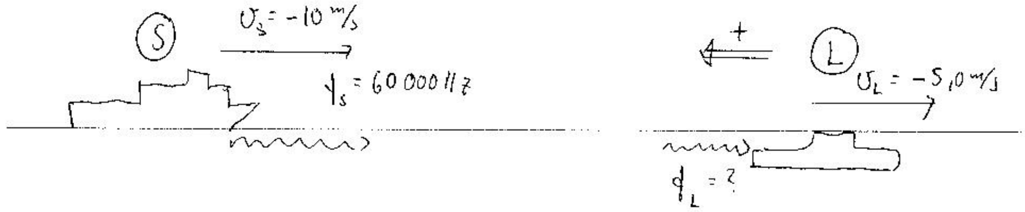
0 Hz $r = 0 \Rightarrow U_{ut} = 0$

1,6 Hz $r = 0{,}7 \Rightarrow U_{ut} = 0{,}7\, U_{inn}$



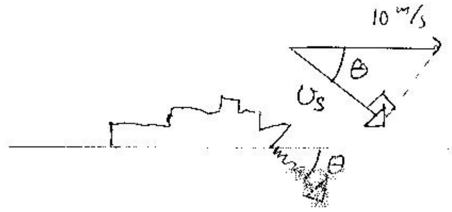
Utsignal $U'(t) = 7V \sin(10t)$

Opfg. 2 e)



$$\frac{f_L}{c + v_L} = \frac{f_s}{c + v_s} \qquad f_L = \frac{c + v_L}{c + v_s} f_s = \frac{1500 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s}}{1500 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s}} \cdot 60\,000 \text{ Hz}$$

$$f_L = \underline{\underline{60\,201 \text{ Hz}}}$$



Fart i lydstråleretning skal brukes i formelen

$v_s = -10 \text{ m/s} \cdot \cos\theta$ avtar når θ øker

Dersom vi kan se bort fra nedoverfarten til U-båten, er

$v_L = -5 \text{ m/s} \cos\theta$ avtar når θ øker

Brøken i formelen $\Rightarrow 1$

Lydfrekvensen $f_L \longrightarrow 60\,000$ Hz

Tar vi hensyn til nedoverfarten, vil den gi et negativt tillegg i v_L. Ved $\theta = 90°$ vil $f_L < 60\,000$ Hz

Oppgave 3

a)

Bruker energibevaring:

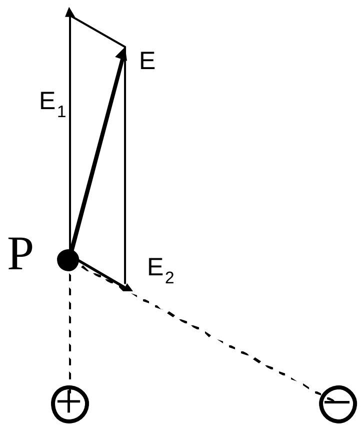
$$|q|U = \tfrac{1}{2}mv^2 \quad \Rightarrow \quad U = \frac{mv^2}{2|q|} = \underline{\underline{558V}}$$

I et homogent felt er akselerasjonen konstant. Det gir:

$$v = v_0 + at \quad \Rightarrow \quad a = \frac{v}{t} = 4.895 \cdot 10^{15}\, m/s^2$$

$$E = \frac{F}{|q|} = \frac{ma}{|q|} = \underline{\underline{27.9\, kV/m}}$$

b)

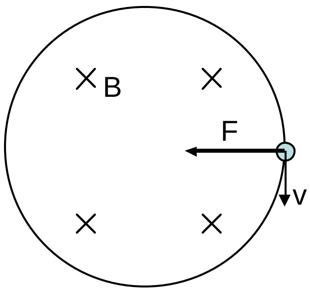


Feltstyrken har radiell retning ut fra positive ladninger og radiell retning inn mot negative ladninger. Når en avstand dobles, vil feltstyrken bli en firedel. Det følger direkte av formelen $E = k\dfrac{Q}{r^2}$.

På tegningen skal derfor E_2 ha en lengde som er en firedel av E_1. E er resultanten (vektorsummen) av de to feltene.

Oppgave 4

a)



Magnetfeltet er homogent, retning inn i papirplanet. F peker mot sentrum i sirkelbanen. Retningene til v, F og B følger høyrehåndsregelen, der en må ta hensyn til at elektronet har negativ ladning.

Rundetid:

$F = |q| vB$ (magnetkraft)

$F = m\dfrac{v^2}{r}$ (magnetkraften er sentripetalkraft)

$\Rightarrow \quad |q| vB = m\dfrac{v^2}{r} \quad \Rightarrow \quad v = \dfrac{|q| Br}{m} = 5.12 \cdot 10^7\, m/s$

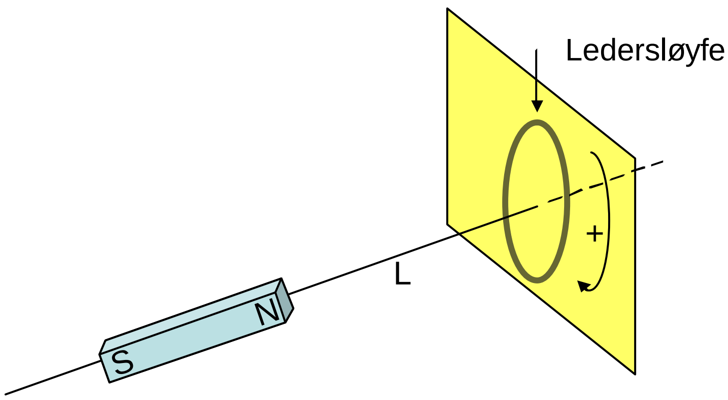
$T = \dfrac{s}{v} = \dfrac{2p\,r}{v} = \underline{\underline{7.6\,ns}}$

Vi kombinerer formlene ovenfor (uten å sette inn tall):

$$T = \frac{s}{v} = \frac{2p\,r}{v} = \frac{2p\,r}{\dfrac{|q| Br}{m}} = \underline{\underline{\frac{2p\,m}{|q| B}}}$$

Dette viser at rundetiden ikke er avhengig av farten. En økning i farten vil føre til en større baneradius, uten endring i rundetiden.

b)



Når magneten føres inn mot ledersløyfa vil den magnetiske fluksen gjennom sløyfearealet øke. Ifølge Faradays induksjonslov,

$$e = -\frac{d\Phi}{dt}$$

vil det induseres en spenning, og dermed også en strøm.

Strømretning:

1. Fluksendringen er positiv, det gir (Faradays lov) negativ spenning og strøm.

2. Bruk av Lenz lov: Den induserte strømmen lager et magnetfelt som skal motvirke fluksendring. Feltretningen til det induserte feltet må derfor ha motsatt retning av feltet fra magneten (retning mot venstre på tegningen). Ifølge høyrehåndsregelen for magnetfelt rundt en strømførende ledning må strømmen gå i negativ retning.

c)

$A = p\,r^2 = 2.83 \cdot 10^{-3}\, m^2$

Spenningen tallverdi:

$$e = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta BA}{\Delta t} = A\frac{\Delta B}{\Delta t} = 2.83 \cdot 10^{-3}\, m^2 \,\frac{0.049T - 0.0025T}{2.5 \cdot 10^{-3} s} = \underline{\underline{0.0526V}}$$

d)
Bruker Faradays induksjonslov (tar med fortegnet, men dette kan ikke vektlegges):

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dBA}{dt} = A\frac{dB}{dt} = A\frac{d}{dt}0.25\sin\left(1000t\right)T$$

$$= -2.83\cdot 10^{-3}\cdot 0.25\cdot 1000\cos\left(1000t\right)V = \underline{\underline{-0.708\cos\left(1000t\right)V}}$$

Oppgave 5

a)
Benytter Wiens forskyvingslov for å beregne den dominerende bølgelengden:

$$l_{topp}T = a \qquad \Rightarrow \qquad l_{topp} = \frac{2.9\cdot 10^{-3}mK}{\left(273+40\right)K} = \underline{\underline{9.27mm}}$$

Stefan- Boltzmanns lov gir utstrålt effekt fra en flate A:

$$A = 600m^2$$

$$I = \frac{P}{A} = sT^4 \quad \Rightarrow \qquad P = AsT^4 = \underline{\underline{327\,kW}}$$

b)
Linseformelen:

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{a} = -\frac{1}{b}+\frac{1}{f} = -\frac{1}{250cm}+\frac{1}{20cm} \qquad \Rightarrow \qquad \underline{\underline{a = 21.7cm}}$$

I denne situasjonen er avstanden mellom objekt og bilde: $a+b = 21.7cm + 250cm = 271.7cm$.
Denne verdien beholdes selv om vi skyver på linsa.
Ved skarpt bilde skal verdiene på a og b også passe i linseformelen. Vi har derfor også skarp bilde dersom a og b bytter verdi:
$a = 250\,cm$ og $\underline{\underline{b = 21.7cm}}$

c)
Med doping mener vi tilsetting av fremmedatomer som inntar plasser i krystallen som ellers ville være okkupert av Si-atomer.

Ved n-doping i Si tilsettes fremmedatomer med 5 elektroner i ytterste skall. Si har bare 4 elektroner i ytterste skall som inngår i kovalente bindinger mot (4) naboatomer. Det femte elektronet til fremmedatomet kan derfor ikke inngå i en kovalent binding, og er mye løsere bundet til atomet (nesten ”fritt”).
Ved p-doping i Si har fremmedatomet 3 elektroner i ytterste skall. Ett elektron mangler i de kovalente bindingene (ett hull).

d)
Elektroner som befinner seg i ledningsbåndet inngår ikke i de kovalente bindingene mellom atomene og er nesten frie elektroner i krystallen. De er ladningsbærere når det går strøm i krystallen.

Elektroner i valensbåndet inngår i kovalente bindinger og er fastere bundet til atomene. For å være ladningsbærere (ved strøm) må de først eksiteres opp i ledningsbåndet.

Denne eksitering kan skje ved at fotoner med tilstrekkelig energi treffer elektroner i valensbåndet og river dem ut av bindingene (opp i ledningsbåndet).

Vi lar ΔE være energigapet mellom valensbånd og ledningsbånd.
For å få til en eksitering er energikravet:

$$hf \geq \Delta E$$

$$\frac{hc}{l} \geq \Delta E \qquad \Rightarrow \qquad l \leq \frac{hc}{\Delta E}$$

For SiC:

$$l \leq \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34}\,Js\ 3.0 \cdot 10^{8}\,m/s}{2.36 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}\,J} = \underline{527nm}$$

527 nm er en bølgelengde for synlig lys, og IR-stråling har lengre bølgelengde. IR-stråling kan derfor ikke benyttes for å eksitere elektroner opp i ledningsbåndet.