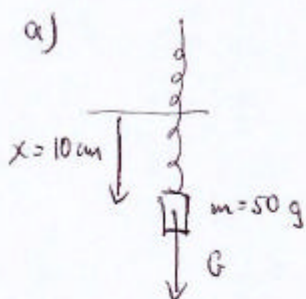


Fasit eksamen Sensorteori V 2007

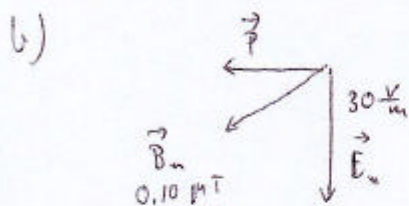
Oppg. 1



Fjærstivhet $k = \frac{F}{x} = \frac{mg}{x} = \frac{0,050 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,10 \text{ m}} = \underline{4,9 \frac{\text{N}}{\text{m}}}$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{4,9 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{0,050 \text{ kg}}} = 9,9 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

Frekvens $f = \frac{\omega}{2\pi} = \underline{1,6 \text{ Hz}}$



Faktsretning er gitt ved Poynting vektor

$\vec{P} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$
Høyre håndregel gir \vec{P} mot venstre

$I_m = |\vec{P}_m| = \frac{1}{\mu_0} E_m B_m = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}} \cdot 30 \frac{\text{V}}{\text{m}} \cdot 0,10 \cdot 10^{-6} \text{ T} = \underline{2,4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}$

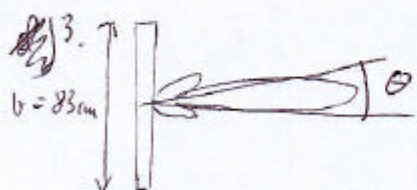
Befunnsmidtsintensitet $\bar{I} = \frac{1}{2} I_m = \underline{1,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}$

c) Strålebrille definert ved $I = \frac{\bar{I}_m}{2} = \frac{20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{2} = 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$
Innregulerer vinkel og ser at $10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ før vi vel $\theta = 30^\circ$

1. Strålebrille er $\underline{6^\circ}$

2. Første sidelobe ved 8° : $I = 1,0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

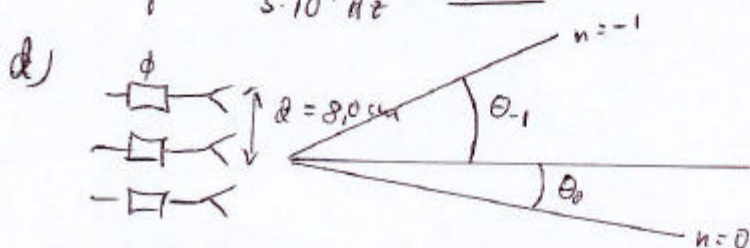
$I_{dB} = 10 \cdot \log \frac{1,0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} = 10 \cdot \log \frac{1}{20} = 10 \cdot (-1,3) = \underline{-13 \text{ dB}}$



Brillar $k = 50^\circ$ i formelen
og 1. sidelobeintensitet er -13 dB :

$\theta = k \cdot \frac{\lambda}{b} = 50^\circ \cdot \frac{10}{83} = \underline{6,0^\circ}$

$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{3 \cdot 10^7 \text{ Hz}} = \underline{10 \text{ cm}}$



$\sin \theta = (0 + \frac{\phi}{360^\circ}) \lambda$

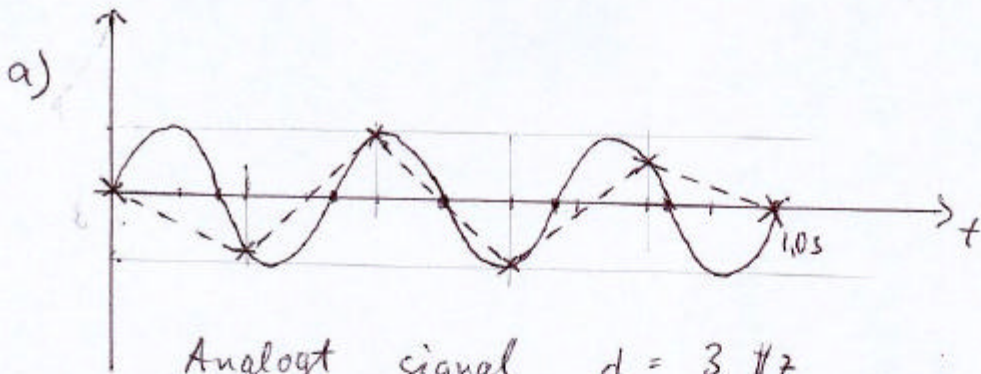
$\sin \theta = \frac{100^\circ}{360^\circ} \cdot \lambda$

$\sin \theta = \frac{100^\circ}{360^\circ} \cdot \frac{10 \text{ cm}}{8,0 \text{ cm}}$

$\theta_0 = \underline{20,3^\circ}$

$\theta_1 = \underline{64,5^\circ}$

"Grating"-lobe for $n = -1$: $\sin \theta = (-1 + \frac{100}{360}) \cdot \frac{10 \text{ cm}}{8,0 \text{ cm}}$



Analogt signal $f = 3 \text{ Hz}$

Digitalt signal $f_s = 2 \text{ Hz}$ (2 toppar på 1,0 s)

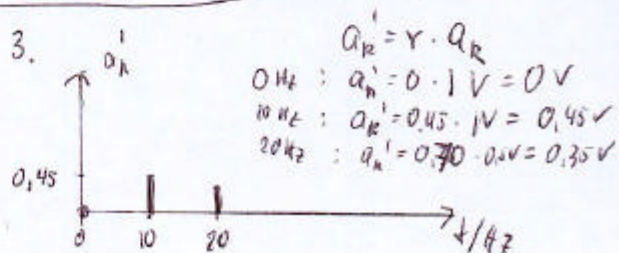
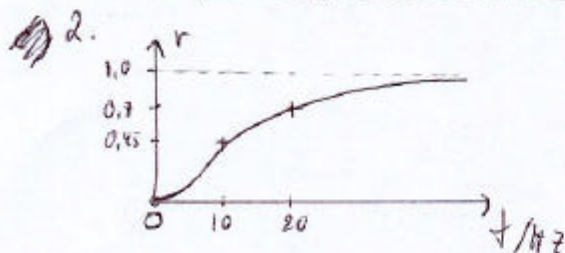
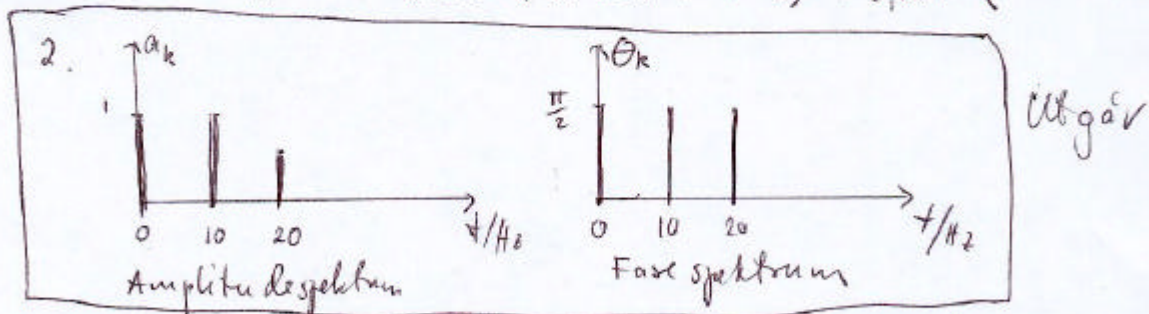
Aliasfrekvens $f_a = |f_s - f| = |2 \text{ Hz} - 3 \text{ Hz}| = 1 \text{ Hz}$

När $f > \frac{f_s}{2}$ uppstår aliasing, falske frekvenser eller digitalisering. Här är $\frac{f_s}{2} = \frac{2 \text{ Hz}}{2} = 1 \text{ Hz}$.

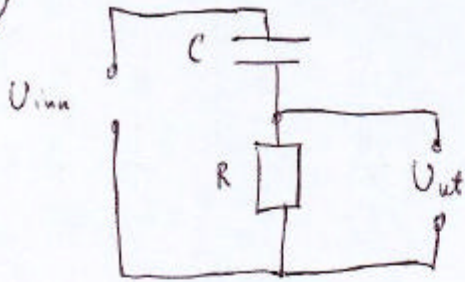
$f > \frac{f_s}{2}$ og 3 Hz opptrer som 1 Hz.

b) 1.
$$u(t) = \sum_{k=0}^2 a_k \sin(2\pi k \cdot f_k + \theta_k)$$

$$= 1,0V + 1,0V \sin(2\pi \cdot 10 \text{ Hz} \cdot t + \frac{\pi}{2}) + 0,5V \sin(2\pi \cdot 20 \text{ Hz} \cdot t + \frac{\pi}{2})$$



d)



$$\text{Respons } r = \frac{R}{Z_{\text{total}}}$$

$$\text{Cut-off-respons } r_{co} = 0,70$$

$$\Rightarrow f_{co} = 20 \text{ kHz}$$

$$f_{co} = \frac{1}{2\pi RC} \Rightarrow R = \frac{1}{2\pi f_{co} \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot 20 \text{ kHz} \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{ F}} = \underline{\underline{796 \Omega}}$$

Kontrollerer $f = 10 \text{ kHz}$ $\omega = 2\pi f = 62,8 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

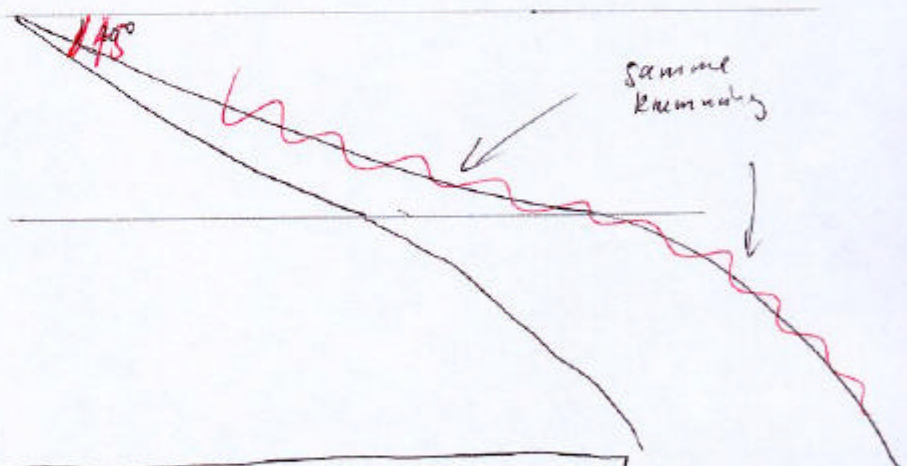
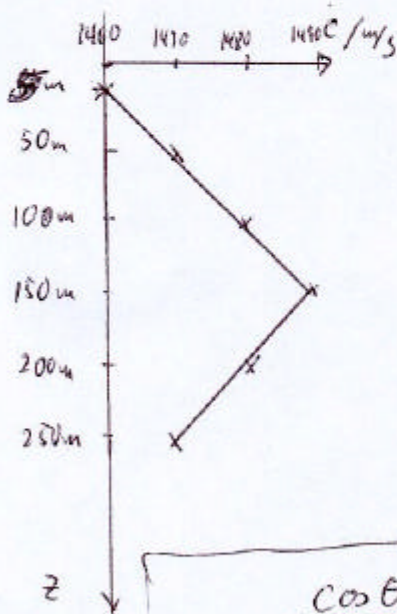
$$z_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{62,8 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{ F}} = 1592 \Omega$$

$$z_{\text{total}} = \sqrt{R^2 + z_c^2} = \sqrt{(796 \Omega)^2 + (1592 \Omega)^2} = 1780$$

$$r = \frac{R}{z_{\text{total}}} = \frac{796 \Omega}{1780 \Omega} = \underline{\underline{0,45}}$$

ihje
nødvendig

e)



$$\frac{\cos \theta}{c} = \frac{\cos 30^\circ}{1460 \text{ m/s}} = 5,93 \cdot 10^{-4} \frac{\text{s}}{\text{m}}$$

Ved 250 m :

$$\frac{\cos \theta}{1470 \text{ m/s}} = 5,93 \cdot 10^{-4} \frac{\text{s}}{\text{m}}$$

$$\theta = \underline{\underline{29,3^\circ}}$$

Utgår

OH2 - Vår 2007

Løsning oppg. 3.

a) $E_p = qU = 3.2 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10 \text{ V} = \underline{\underline{3.2 \cdot 10^{-18} \text{ J}}}$

Energi bevaring gir:

$$E_p = E_k \Rightarrow 3.2 \cdot 10^{-18} = \frac{1}{2} \cdot 6.64 \cdot 10^{-27} v^2$$

$$\Rightarrow v = \underline{\underline{3.1 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

b) Siden ionet går rett frem, må $\sum F = 0$

$$\Rightarrow F_e = F_m \Rightarrow qE = qvB$$

$$B = \frac{E}{v} = \frac{200 \frac{\text{V}}{\text{m}}}{3.1 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \underline{\underline{6.45 \cdot 10^{-3} \text{ T}}}$$

Magnetisk kraft har retning nedover. Det betyr at elektrisk kraft har retning oppover.

Det betyr at C_2 er positiv og C_1 negativ for at E -feltet også skal ha retning oppover. ($\vec{F} = q\vec{E}$).

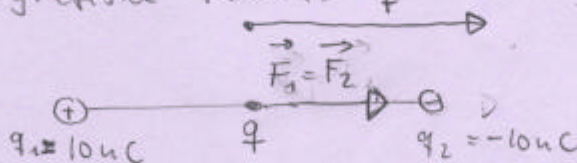
c) N.2 gir: $qvB = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{qB}$

$$\Rightarrow r = \frac{6.64 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 3.1 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3.2 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 6.45 \cdot 10^{-3} \text{ T}} = 9.97 \text{ cm} \approx 10.0 \text{ cm}$$

Da følger fra tegning at ionet treffer platen 5.0 cm fra den øvre enden av den fotografiske platen. \vec{F}

oppg. 4.

a)



$$|E_1| = \frac{kq_1}{r^2} = \frac{8.99 \cdot 10^9 \cdot 10^{-8}}{0.0152^2} \frac{\text{N}}{\text{C}} = 4.0 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} ; |E_2| = 4.0 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Retning se figur.

$$|\vec{F}_1| = q\vec{E}_1 = 10^{-9} \cdot 4.0 \cdot 10^5 \text{ N} = 4.0 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

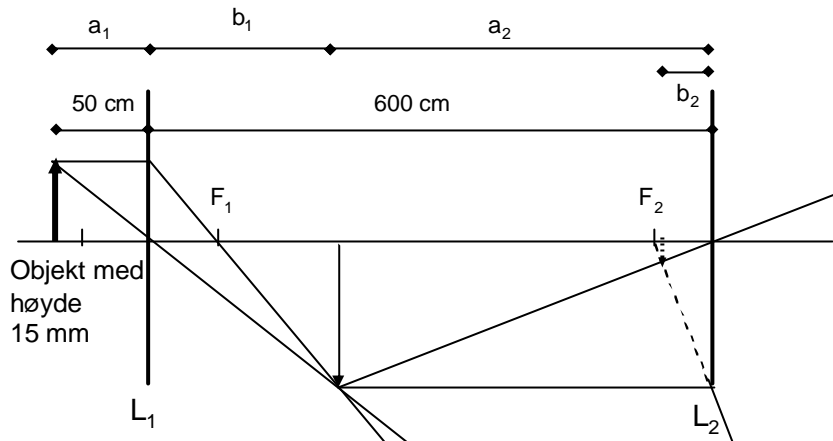
$$|\vec{F}_2| = q\vec{E}_2 = 4.0 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 8.0 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

b) $E = \frac{F}{q} = \frac{8.0 \cdot 10^{-4} \text{ N}}{10^{-9}} \frac{\text{N}}{\text{C}} = \underline{\underline{8.0 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}}}$ samme retning som \vec{F} .

Oppg.5

a)



Bruker linseformelen for å beregne bildeavstander:

L_1 :

$$a_1 = 50\text{cm}; \quad f_1 = 40\text{cm}; \quad \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow b_1 = 200\text{cm}$$

$$a_2 = 600\text{cm} - 200\text{cm} = 400\text{cm}; \quad f_2 = -60\text{cm}$$

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow \underline{\underline{b_2 = -52.5\text{cm}}}$$

Bildet ligger 52.5 cm til venstre for L_2 .

Lineær forstørrelse:

$$M = m_1 m_2 = \left(-\frac{b_1}{a_1} \right) \left(-\frac{b_2}{a_2} \right) = \underline{\underline{-0.522}}$$

Med en objekthøyde på $H = 15$ mm blir da bildehøyden h :

$$\underline{\underline{h = M H = -7.83\text{ mm}}}$$

Bildet er omsnudd og virtuelt.

b)

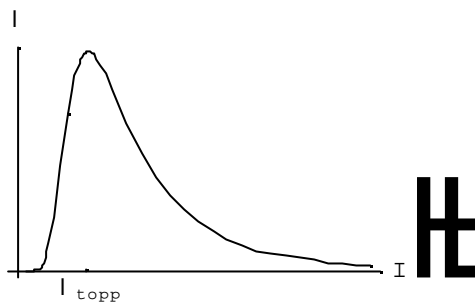
Temperaturer:

$$T_1 = (273 + 15) \text{ K} = 288 \text{ K}$$

$$T_2 = (273 + 30) \text{ K} = 303 \text{ K}$$

Wiens forskyvingslov:

$$\underline{\underline{I_{topp} T_1 = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ mK}}} \Rightarrow \underline{\underline{I_{topp} = 0.10 \text{ mm}}}$$



• Planckkurven gir intensiteten i strålingen som funksjon av bølgelengden. Strålingen inneholder alle bølgelengder, og har et maksimum (λ_{topp}) som er temperaturavhengig (følger Wiens forskyvingslov). Intensiteten avtar monotont (mot null) på begge sider av toppen i intensitetskurven.

- Tar forholdet mellom intensiteten ved 30°C og 15°C:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\sigma T_2^4}{\sigma T_1^4} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 = \left(\frac{303\text{K}}{288\text{K}}\right)^4 = 1.225$$

Intensitetsøkningen er derfor 22.5 %.

c)

Kinetisk energi til utslåtte elektroner:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 5.57 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

- Korrekt påstand.

$$\text{Einsteinligning: } hf = W + E_k \Rightarrow E_k = hf - W$$

Ved å bruke UV-stråling som har høyere frekvens enn fiolett lys (tabell) får fotonene mer energi. Siden W er en konstant vil den kinetiske energien og dermed også farten øke.

- Korrekt påstand.

For å underbygge påstanden beregnes først en omtrentlig verdi på W og grensefrekvensen:

Fiolettlys: Bruker tabellen og velger $f = 750\text{THz} \Rightarrow$

$$W = hf - E_k = 4.42 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$f_g = \frac{W}{h} = 6.66 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

IR-stråling (tabell): $f < 3.75 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

Frekvensen er derfor lavere enn grensefrekvensen og kan ikke slå ut elektroner.

d)

Elektroner som inngår i bindinger mellom atomer i Si-krystallen er energimessig i valensbåndet, mens elektroner som er løst fra bindingene er i ledningsbåndet. Når krystallen skal fungere som strålingssensor må fotoner eksitere elektroner fra valensbåndet til ledningsbåndet. Fotonenergien må derfor være lik eller større enn 1.12 eV. Ved den lengst bølgelengden har vi likhet (husk å regne om fra eV til J):

$$hf = \Delta E$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \Delta E$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = 1.1\text{mm}$$