Oefentoets Laserspectroscopie 15 September 2010

Opgave 1)

a) $\lambda \nu = \frac{c}{n}$ $\quad \lambda = \frac{c}{n\nu} = \frac{2.9979\cdot 10^{8}}{1.4\cdot 3.5\cdot 10^{14}} = 6.12\cdot 10^{-7} \approx 612$ nm

$\nu = \nu_0$ onafhankelijk van het materiaal $\quad$ dikte $= \lambda = 612$ nm

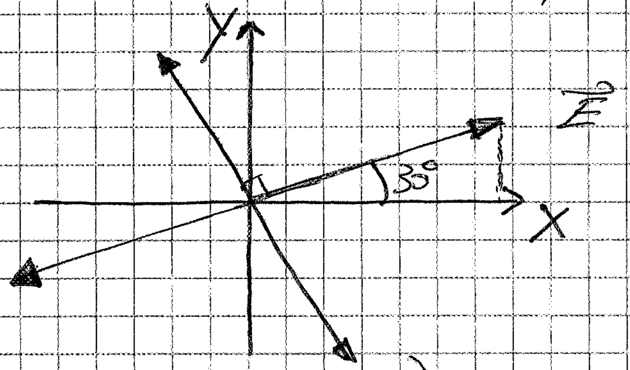
b) $|\vec{k}| = \frac{2\pi}{\lambda}$ $\quad \vec{k}$ staat loodrecht op $\vec{E}$:

$$\vec{E} = E_0\,\vec{e}_{pol} = E_0 \begin{pmatrix} \frac{1}{2}\sqrt{3} \\ \frac{1}{2} \\ 0 \end{pmatrix}$$

Dus $\vec{k} = k\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{2\pi n}{c}\nu_0 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = k\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ met $k = 9.97\cdot 10^{6}$ m^{-1}

c) $\vec{B}$ staat loodrecht op $\vec{E}$ en $\vec{k}$

Dus $\vec{B}$ ook in X,Y vlak



$$\vec{B} = B_0 \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} \\ \frac{1}{2}\sqrt{3} \\ 0 \end{pmatrix} \cos(\omega t - kz)$$

d) $\vec{E}(\vec{r}, t=0) = E_0$ maximaal en laagje is λ

dus ook op $z=\lambda$ $\vec{E} = E_0$ $\quad$ fase $= 0$

$\cos(\omega t - kz) = 1$

Opgave 2)

a) $\lambda = 780$ nm $\quad E_{foton} = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.6262 \cdot 10^{-34} \cdot 2.9979 \cdot 10^{8}}{780 \cdot 10^{-9}} = 2.55 \cdot 10^{-19}$ J

Vermogen $= 1$ kHz $\cdot 1$ mJ $= 1$ Watt $= 1$ J/s

$\Rightarrow N \cdot E_{foton} = 1$ J/s

$\rightarrow N = \frac{1}{h\nu} =$ [illegible]

$= \frac{1}{2.55 \cdot 10^{-19}} = 3.93 \cdot 10^{18}$ fotons/sec

b) piek vermogen $= \frac{\text{energie per puls}}{\text{puls duur}} = \frac{10^{-3}}{10^{-13}} = 10^{10}$ Watt $= 10$ GWatt

Opgave 3)

a) coherentie lengte is afstand waarover een straling veld met een frequentie bandbreedte ca $\Delta\nu$ defaseert:

$$l = c \cdot t_c = c \frac{1}{\Delta\nu}$$

b) $\lambda\nu = c \rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda} \quad \frac{d\nu}{d\lambda} = \frac{-c}{\lambda^2} \rightarrow \Delta\nu = \frac{-c}{\lambda^2}\Delta\lambda = 3.43 \cdot 10^{10}$ Hz

$\rightarrow l = \frac{c}{\Delta\nu} = \frac{c}{(c/\lambda^2)\cdot\Delta\lambda} = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda} = \frac{(512)^2}{0.03}$ nm

$= 8.74$ mm

Opgave 4

a) $\Delta\nu\Delta t \sim 1 \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{\Delta\nu} = \frac{1}{2.5 \cdot 10^{7} \cdot \nu} = 5.7 \cdot 10^{-9}$ s $= 5.7$ ns

$\frac{1}{\Delta\nu} \approx 2.5$ ns

$h\nu = 3.5$ eV $\rightarrow \nu = \frac{3.5 \cdot 1.6022 \cdot 10^{-19}}{6.6262 \cdot 10^{-34}} = 8.46 \cdot 10^{14}$ Hz

b) $E = 3.5$ eV $\rightarrow \lambda = 354$ nm

$\Delta\lambda_{spec} = 0.1$ nm $\rightarrow \Delta\nu_{spec} = \frac{c}{\lambda^2}\Delta\lambda = \frac{2.9979 \cdot 10^{8}}{(354 \cdot 10^{-9})^2} \cdot 0.1 \cdot 10^{-9}$

$\Delta\nu_{spec} = 2.45 \cdot 10^{11}$ Hz

$\Delta\nu_{coherentie} = 2.5 \cdot 10^{7} \cdot 8.46 \cdot 10^{14} = 2.1 \cdot 10^{8}$ Hz