Hertentamen Optica

Uitwerkingen - 25 maart 2011

Opgave 1

a) De grootheid a is een snelheid. (N.B. deze grootheid heeft eenheden, bijv. ms^{-1})

b) Invullen in de gegeven golfvergelijking levert $\omega = \pm ak$.

c) De snelheid $a = c/n$ neemt af, de frequentie ω blijft gelijk (behoud van energie), dus het golfgetal k neemt toe met een factor n.

Opgave 2

a) (x p) In dit geval moet gelden dat $2\pi/\lambda d(n_1 - n_2) = m\pi$. Dus $\lambda = 2d(n1 - n2)/m$. $m = 20$, λ = 621.6 nm $m = 19$, λ = 654.3 nm $m = 18$, λ = 690.7 nm

b) (x p) In dit geval moet gelden dat $2\pi/\lambda d(n_1 - n_2) = (2p+1)\pi/2$. Dus $\lambda = 4d(n1-n2)/(2p+1)$. $m = 20$, λ = 606.4 nm $m = 19$, λ = 637.5 nm $m = 18$, λ = 672.0 nm

c) (x p) λ = 654.3 nm

Opgave 3

Het patroon wordt beschreven door $I = (\frac{\sin\beta}{\beta})^2 \cos^2\alpha$

a) Interferentie maxima vind je voor $\cos^2\alpha$=1, dus $\alpha = 1/2ka\sin\theta = p\pi$. Verder weet je dat $\theta \approx \tan\theta = y/f$. Dit geeft een spleetafstand a=396 μm.

b) Het ontrbeken van de ordes betekent dat je moet zoeken naar de diffractie minima van $(\frac{\sin\beta}{\beta})^2$, dus $\beta = 1/2kb\sin\theta = m\pi$. Hieruit volgt een spleetbreedte $b = 79\mu$m. De verhouding spleetbreedte t.o.v. spleetafstand $a/b = 5$, consistent met het gegeven dat elk vijfde interferentie maximum ontbreekt.

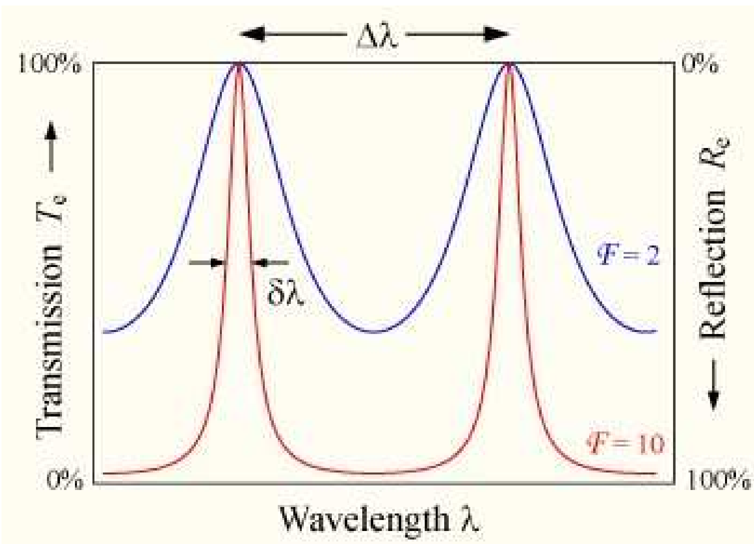
c) De faseverschuiving t.o.v. het oorspronkelijke pad $\Delta\phi = 4 \cdot 2\pi = 8\pi$. Het verschil in optische padlengte is dan $\Delta OPL = nd - d = 1.5d - d = 4\lambda$, dus $d = 8\lambda = 5.06\mu$m.

Opgave 4

a) We gebruiken de lensformule
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_1'} = \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_2'}$$
en proberen S_1' en S_2' te elimineren. De vergrotingen worden gegeven door
$$M_1 = \frac{S_1'}{S_1}, M_1 = \frac{S_2'}{S_2}$$
, dus
$$S_1' = \frac{S_1}{M_2^{-1}}, S_2' = \frac{S_2}{M_2^{-1}}$$
. Hiermee kun je afleiden dat
$$\frac{1}{f} = \frac{1 + M_1^{-1}}{S_1} = \frac{1 + M_2^{-1}}{S_2}$$
,
$$S_2 - S_1 = f(1 + M_1^{-1} - 1 - M_2^{-1})$$
. Hieruit volgt eenvoudig de gevraagde verglijking
$$f = \frac{S_2 - S_1}{M_1^{-1} - M_2^{-1}}$$
.

Opgave 5

a) Delta is het faseverschil dat optreedt bij tussen iedere refelctie na rondgang tussen de spiegels. $\delta = 2knd \cos\theta$. Voor $n = 1$ en loodrechte inval geldt: $\delta = 4\pi d/\lambda$.

b) 

De periode is $\Delta\lambda = \lambda/2$

c) Invullen van R geeft de finesse $F = 39600$. Om de FWHM te vinden lossen we op $T(\delta) = 1/2$. Dit geeft $\delta = 2\arcsin(1/\sqrt{F})$=0.01. De FWHM is dus 0.02 *rad*.

d) De free spectral range van $\lambda/2$ komt overeen met een faseverschil van π. Het meetbare golflengteverschil is gelijk aan $(0.02/\pi) \cdot \lambda = 3.82$ nm.

Opgave 6

We gebruiken de formule voor breking aan een gekromd oppervlak:

$$n_1/s + n_2/s' = (n_2 - n_1)/R$$

N.B. een benadering met de formule voor een dunne lens geeft $f = \infty$ omdat $R_1 = R_2$.

a) Virtueel beeld. $R < 0$ in de bovenstaande formule.

b) Invullen voor het eerste oppervlak levert s'=-75.6 cm. Voor het tweede oppervlak lijken de stralen te komen vanaf een voorwerp op 75.6+2=77.6 cm = s. Invullen geeft dan s'=-105.26 cm, dus het virtuele beeld staat 3.26 cm achter het voorwerp.

c) Invullen geeft voor het eerste oppervlak s' = -3138.8 cm, dus s = 3140.8 cm voor het tweede oppervlak. Invullen geeft s' = -100.003. Dus het beeld staat in dit geval op 2 cm voor het voorwerp.