

Hertentamen Optica

2 april 2004

Zet je naam, studentennummer en studierichting bovenaan elk vel dat je gebruikt. Lees de 7 opgaven eerst eens door.

Opgave 1

Voor welke A, B, C en D beschrijft de vergelijking

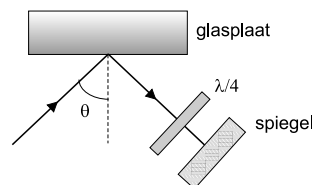
$$F(x, t) = A + B \sin[C(x^2 + t^2 + Dxt)] \quad (1)$$

een lopende golf? Geef voorwaarden voor alle variabelen.

Opgave 2

Twee telescopen hebben gelijke objectief lenzen met een brandpuntsafstand f_0 . De eerste telescoop heeft als oculair een convergerende lens met een brandpuntsafstand f_c . De tweede telescoop heeft als oculair een divergerende lens met een brandpuntsafstand $-f_d$. De vergroting van objecten die heel ver weg staan is gelijk voor beide telescopen.

- Schets de stralengang van een heel ver verwijderd object (b.v. een ster), dat niet op de as van de telescoop wordt afgebeeld, door beide telescopen.
- De afstand tussen objectief en oculair in beide telescopen is ongelijk. Bereken de verhouding van die afstand voor de twee telescopen, als ze dezelfde vergroting hebben (evt. op een teken na).

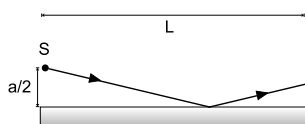


Opgave 3

Een bundel licht valt onder Brewster hoek in op een glasplaat met een brekingsindex $n = 1.47$. Een gedeelte van de bundel wordt gereflecteerd aan de glasplaat. De gereflecteerde bundel passeert vervolgens een $\lambda/4$ -plaatje en wordt daarna terug gereflecteerd door een spiegel. De langzame as van het $\lambda/4$ -plaatje staat onder 45° met het vlak van het papier van de tekening en loodrecht op de voortplantingsrichting van de bundel.

- Hoe groot is de hoek van inval op het glasplaatje?
- De invallende lichtbundel is circulair gepolariseerd; wat is de polarisatie van de door het glasplaatje gereflecteerde bundel?
- Welke polarisatie heeft de aan de glasplaat gereflecteerde bundel na het $\lambda/4$ -plaatje?
- Welke polarisatie heeft de bundel als de bundel voor de tweede keer door het $\lambda/4$ -plaatje is gegaan?

- e) Welke fractie van de intensiteit van de oorspronkelijke lichtbundel komt er na reflectie aan de glasplaat, spiegel en nog een keer de glasplaat terug naar de bron?



Opgave 4

We doen een interferentie-experiment met Lloyd's spiegel. Een monochromatische puntbron staat op een afstand $a/2$ van een vlakke spiegel. We nemen een interferentiepatroon waar op het scherm dat op afstand L van de puntbron staat.

- Voor interferentie zijn twee bronnen noodzakelijk; geef aan waar de tweede bron in dit experiment ligt.
- Leg uit of we op het raakpunt van het scherm met de spiegel een interferentiemaximum of -minimum vinden.
- Bereken de hoogte op het scherm waarop we het derde interferentie-maximum zien (in de paraxiale limiet).
- Het lichtbronnetje wordt vervangen door een met monochromatisch licht beschenen spleet met "breedte" b . De verhouding van $a/b = 3.5$. Maak een grafiek van het interferentiepatroon dat ontstaat. Geef aan of, en zo ja welke, ordes ontbreken.

Opgave 5

Gegeven zijn twee polarisatoren met onderling loodrechte transmissie-assen. Tussen deze twee polarisatoren wordt een derde polarisator, X genaamd, neergezet. De transmissieassen van deze derde polarisator kan worden verdraaid. Er valt ongepolariseerd licht op de eerste polarisator.

- Bereken de intensiteitstransmissie $T(\alpha)$ van het drietal polarisatoren als functie van de hoek α tussen de transmissieassen van de eerste polarisator en polarisator X.

Opgave 6

Op een 4.1356 mm dikke planparallele plaat gemaakt van glas valt een parallelle lichtbundel (vermogen P_0) loodrecht in. De plaat is aan beide kanten omgeven door lucht $n = 1.0003$). Bij golflengten rond de 500 nm is de brekingsindex van de glassoort gelijk aan 1.4734. Het glasplaatje gaan we gebruiken als een slechte Fabry-Pérot interferometer.

- Bereken de amplitude-reflectiecoëfficiënt voor het grensvlak tussen lucht en glas.
- Maak een grafiek van het aan de plaat gereflecteerde vermogen als functie van de golflengte van het invallende licht.
- Bereken de afstand (in golflengte) tussen twee opeenvolgende reflectie minima rond $\lambda = 500$ nm.
- Bereken de afstand (in golflengte) tussen twee opeenvolgende reflectie minima rond $\lambda = 700$ nm.

- e) Laat zien dat de frequentieafstand tussen twee opeenvolgende pieken *niet* van de golflengte afhangt.
- f) De oppervlakken van de glasplaat worden nu bedekt met een hoog reflecterende laag. Maak opnieuw een grafiek van het aan de plaat gereflecteerde vermogen als functie van de golflengte van het invallende licht. Geef in dezelfde figuur het resultaat van de eerder gemaakte grafiek weer.

Opgave 7

Een transmissietralie met een tralieconstante $a = 1.24 \mu\text{m}$ (breedte 4 cm) wordt belicht met een vlakke golf ($\lambda = 780 \text{ nm}$) die loodrecht invalt op het tralie.

- a) Bereken de hoeken waaronder de eerste diffractie-orde uittreden.
- b) Bereken de hoekdispersie ($d\theta/d\lambda$) van het spectrum in de eerste diffractie ordes voor golflengten in de buurt van 780 nm.
- c) Het licht valt nu onder 30° in op het tralie (zie figuur). Bereken onder welke hoeken (met de normaal van het tralie) de verschillende diffractie-orde verschijnen. Hoeveel zijn er te zien?

