

Tentamen Optica

13 februari 2004

Zet je naam, studentennummer en studierichting bovenaan elk vel dat je gebruikt. Lees de 7 opgaven eerst eens door. Aan onderdelen die in *italic* zijn geschreven moet je niet veel tijd besteden.

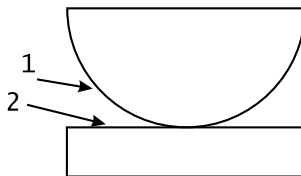
Opgave 1

Bepaal van de volgende functies of zij lopende elektromagnetische golven beschrijven. Geef, bij positief antwoord, de amplitudo, de voortplantingssnelheid en de frequentie van het golfverschijnsel.

a) $E(z, t) = 6 \cosh(36z^2 - 12zt + t^2)$,

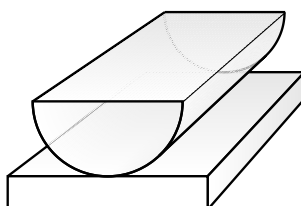
b) $E(z, t) = \sqrt{18 \sin^2(z^2 - t^2)}$.

Opgave 2



Bovenop een vlak substraat ligt een plat-bolle lens met de bolle kant op de lens (zie figuur). Van boven valt licht in op de plaat en we bestuderen het ringvormige interferentiepatroon dat wordt veroorzaakt door licht dat wordt gereflecteerd aan de oppervlakken 1 en 2. De lens en de plaat zijn beide van glas ($n = 1.50$), ertussen zit lucht ($n=1.00$). De brandpuntsafstand van de lens is f , de golflengte van het gebruikte licht is $\lambda_1 = 500$ nm. Brekingseffecten mag je verwaarlozen.

- Druk de kromtestraal R van de lens uit in de brandpuntsafstand f en de brekingsindex n .
- In het punt waar de twee stukken glas elkaar raken ontstaat een donkere cirkel in het interferentiepatroon. Waarom?
- Bereken de dikte van de luchtspleet waar het 10^e interferentiemaximum optreedt.
- We belichten nu met een 2^e golflengte. De 10^e ring bij λ_1 valt samen met de 11^e ring behorend bij λ_2 . Bereken λ_2 .
- We vervangen de glazen plaat door een plaat van diamant ($n = 2.4$). Lucht wordt vervangen door olie ($n = 1.6$). Bereken de dikte van de luchtspleet waar nu het 10^e interferentiemaximum optreedt.



- Hoe ziet het interferentiepatroon er uit voor een cilindrische lens (zie figuur)?*

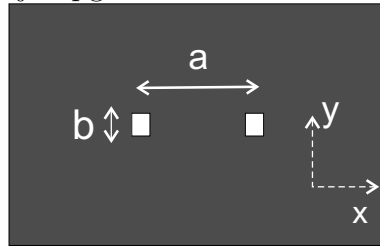
Opgave 3

Gegeven zijn twee polarisatoren waarvan de transmissie-assen een hoek van 45° met elkaar maken. Tussen deze twee polarisatoren wordt een half-lambda plaatje neergezet. De snelle as van dit $\frac{1}{2}\lambda$ plaatje kan worden verdraaid. Er valt ongepolariseerd licht op de eerste polarisator.

- a) Bepaal de intensiteitstransmissie $T(\alpha)$ van de opstelling als functie van de hoek α tussen de transmissie-as van de eerste polarisator en de snelle as van het $\frac{1}{2}\lambda$ plaatje.

Opgave 4

Wij beschikken over een dubbelspleet-opstelling waarin de spleten niet lang en dun zijn, maar een vierkante vorm hebben (zie figuur). De “spleten” staan op een afstand $a = 100 \mu\text{m}$, en hebben een “breedte” van $10 \mu\text{m}$. De beide “spleten” worden met een vlakke golf belicht die loodrecht invalt op het scherm waarin de twee spleten zijn opgenomen.



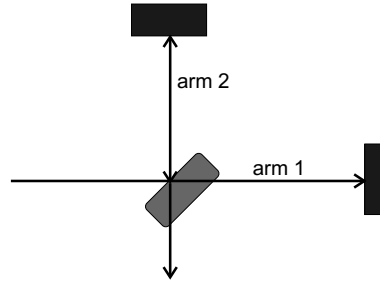
- a) Vallen er interferentiemaxima weg, en zo ja, welke?
- b) Schets het verre-veld patroon dat ontstaat in de richting waarin je het dubbelspleetpatroon verwacht.
- c) Bereken de hoek waaronder je het 21^e interferentiemaximum zult aantreffen voor $\lambda = 500 \text{ nm}$.
- d) Bereken de golflengte voor welke het 21^e interferentieminimum onder diezelfde hoek ligt.
- e) Schets het verre-veld patroon in de “y” richting.
- f) *Zijn er ook bij cirkelvormige gaten ontbrekende ordes? Neem aan dat de diameter van de cirkelvormige gaten gelijk is aan b.*

Opgave 5

De telescoop waarmee Galileo de manen van Jupiter heeft waargenomen had een objectieflens met een diameter $D = 2.5 \text{ cm}$. Hij nam waar bij een golflengte $\lambda = 500 \text{ nm}$.

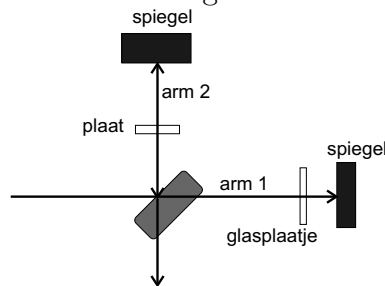
- a) Bereken de minimale hoek aan de hemel tussen Jupiter en de manen die Galileo heeft kunnen waarnemen.
- b) *Als je naar zo een maan kijkt met wit licht (alle kleuren tegelijk) zie je aan de buitenrand een bepaalde kleur overheersen. Welke is dat en waarom?*

Opgave 6



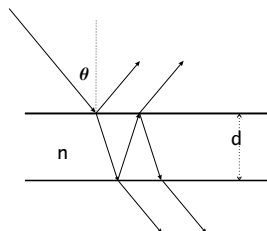
We bestuderen een Michelson interferometer in lucht ($n = 1.0000$), zie figuur. Het armlengte verschil $d = 2$ mm en de golflengte van het gebruikte coherente licht $\lambda = 500$ nm. (We belichten met een enigszins divergente lichtbundel).

- Bereken het ordegetal in het centrum van het ringenpatroon.
- Bereken de hoek waaronder de 5^e heldere ring die we vanaf het centrum van het interferentiepatroon tegenkomen, verschijnt.
- In arm 1 van de interferometer plaatsen we een glazen buisje met een gas erin. De lengte van het buisje $L = 4$ cm. Door het plaatsen van het buisje verschuift het interferentiepatroon 30 ringen. Bereken de brekingsindex n van het gas.



- We halen het glazen buisje met gas weer weg en plaatsen nu in arm 2 van de interferometer een $\lambda/4$ -plaatje. De snelle as ($n_e = 1.5634$) van het $\lambda/4$ -plaatje staat parallel aan de polarisatie van het op de interferometer invallende licht. In arm 1 (met het buisje gas) plaatsen we een even dik ($t = 125$ μm) glasplaatje ($n = 1.550$) Bereken de verschuiving (in fringes) van het interferentiepatroon.
- Het $\lambda/4$ -plaatje wordt 45° gedraaid. Hoe verandert het interferentie patroon nu?
- Bereken n_o , de brekingsindex behorende bij de langzame as.

Opgave 7



We nemen een plan-parallelle glasplaat, zoals getekend in de figuur. De dikte van het plaatje is d en de brekingsindex is n .

- a) Vergelijk de intensiteiten van de eerste twee doorgelaten bundels uitgedrukt in de amplitude reflectiecoëfficiënt r .
- b) Bereken de zichtbaarheid van de interferentiestrepen in transmissie, voor het geval dat $r = 0.2$.
- c) Ongepolariseerd licht laten we invallen onder de Brewster-hoek. Beschrijf de polarisatietoestand van het gereflecteerde licht.