

Hertentamen Optica

vrijdag 30 maart 2012

Zet je naam en studierichting bovenaan elk vel dat je gebruikt. Lees de 6 opgaven eerst eens door. De opgaven kunnen in willekeurige volgorde gemaakt worden.

Opgave 1

De uitwijking u van een koord als functie van de positie x en tijd t wordt beschreven door

$$u(x, t) = 8 \sin(2\pi(x/15 + 15t))$$

- Is dit een lopende of een staande golf? Motiveer je antwoord.
- Hoe groot is de maximale uitwijking van het koord op een vaste plaats? Neem voor een staande golf de uitwijking op een knoop.
- Wat is de golflengte van de golf (of van de tegen elkaar inlopende golven)?
- Wat is de voortplantingssnelheid van de golf (of van de tegen elkaar inlopende golven)?

Opgave 2

Ongepolariseerd licht met een intensiteit I_0 gaat door een polarisator. Deze polarisator laat horizontaal gepolariseerd licht door. Achter deze polarisator staat een tweede polarisator die vertikaal gepolariseerd licht doorlaat.

- Hoe groot is de intensiteit na de 2^e polarisator?
- Tussen de twee polarisatoren plaatsen we een $\lambda/2$ plaatje waarvan de langzame as onder 45° t.o.v. de horizontale richting staat. Hoe groot is de intensiteit na de 2^e polarisator?
- De golflengte van het licht waarmee we werken is 500 nm. Hoe groot is de minimale dikte van het $\lambda/2$ plaatje als we weten dat de brekingsindex voor licht gepolariseerd langs de langzame as gelijk is aan 1.430 en voor licht gepolariseerd langs de snelle as gelijk is aan 1.420?
- We halen het $\lambda/2$ plaatje weg en zetten er een polarisator tussen. Deze polarisator laat licht door in een richting die staat onder 60° t.o.v. de horizontale richting. Hoe groot is de doorgelaten intensiteit na de serie polarisatoren?

Opgave 3

Een positieve, spherische, lens met een kromtestraal R van 20.0 cm ligt op een vlakke glasplaat en wordt loodrecht belicht met licht van een natrium lamp met een golflengte $\lambda = 589.29$ nm. De ruimte tussen de lens en de glasplaat is opgevuld met lucht. We kijken via een bundelsplitser naar het gereflecteerde licht en zien een interferentiepatroon van lichte en donkere ringen (ringen van Newton).

- Maak een schets van de opstelling met de lens en de vlakke plaat en geef duidelijk aan welke twee bijdragen met elkaar interfereren.
- Laat zien dat de afstand d tussen de lens en de vlakke plaat als functie van de afstand x gemeten vanaf het contactpunt tussen de lens en de vlakke plaat wordt gegeven door:

$$x^2 = 2Rd - d^2$$

We nemen aan dat $R \gg d$ en gebruiken $x^2 = 2Rd$.

- Geef een uitdrukking voor de straal van de m^{de} heldere ring x_m .

We vullen de ruimte tussen de lens en de vlakke plaat met een vloeistof met onbekende brekingsindex. Het midden van de 23^e donkere ring heeft een straal x van 1.36 mm.

- Wat is de brekingsindex van de vloeistof?

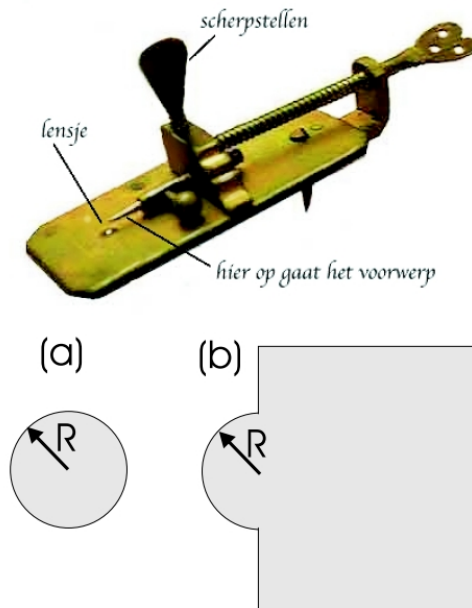
Opgave 4

De McMath-Pierce telescoop in het Kitt Peak observatory is de grootste telescoop ter wereld om beelden te maken van de zon. Deze telescoop bestaat uit een vlakke spiegel met een diameter van 2.00 m die de zon volgt en het licht in een 136 m lange tunnel stuurt. Onderin de tunnel zit een parabolische spiegel met een diameter van 1.60 m. Deze spiegel stuurt het licht terug de tunnel in en maakt een afbeelding in het observatorium op 84.0 m afstand van de onderkant van de tunnel. Op deze positie is het mogelijk om foto's te maken van de zon. De diameter van de zon is 1.40×10^6 km en de afstand tot de zon is 1.50×10^8 km.

- Hoe groot is de afbeelding van de gehele zonneschijf die deze telescoop maakt?
- Wat is de minimale afstand van twee objecten op het oppervlak van de zon die we nog net kunnen onderscheiden? Neem aan dat de resolutie beperkt wordt door de parabolische spiegel en niet door de vlakke spiegel die het licht de tunnel in stuurt.

Opgave 5

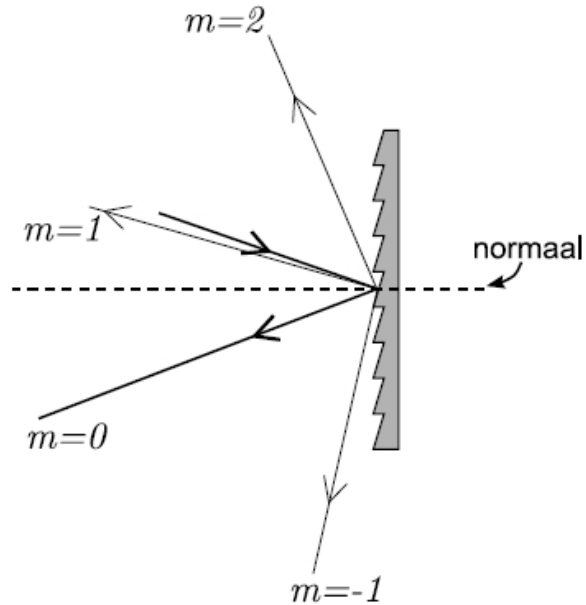
Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723) is wereldberoemd geworden met zijn biologische onderzoek met de hieronder afgebeelde microscoop. Deze microscoop zouden we tegenwoordig een vergrootglas of oculair noemen, omdat hij slechts bestond uit een klein rond druppeltje glas met op instelbare afstand daarachter het te onderzoeken object (zie figuur).



- Het is vrij lastig om een exacte formule te vinden voor de lenswerking van een bol, omdat we hierbij rekening moeten houden met de breking aan zowel het voor- als het achtervlak. De bol in figuur (a) werkt als een dikke lens! Wij beschouwen daarom in eerste instantie enkel de breking aan het eerste gekromde oppervlak, dus van lucht naar glas toe, zoals geschets in figuur (b). Geef een uitdrukking voor de brandspuntafstand in het glas in figuur (b), in termen van de kromtestraal R en de brekingsindex n .
- Voor welke waarden van de brekingsindex n kun je met de bol in figuur (a) een voorwerp vergroot zien met een ongeaccomodeerd oog (dat dus naar het oneindige kijkt)?
- Wat is de vergroting van dit vergrootglas als je er met ongeaccomodeerde ogen doorheen kijkt, door enkel rekening te houden met breking aan het eerste oppervlak? De brekings index van het glas is $n = 1.5$ en de kromtestraal is $R=2.0$ mm. (Gebruik $f = 10$ mm als je geen antwoord hebt bij vraag a)
- Schets de stralengang door de bolle lens van figuur (a) vanaf het te bestuderen voorwerp, naar een evenwijdige bundel, inclusief de breking aan het tweede grensvlak.

Opgave 6

Beschouw een optisch tralie met 1000 lijnen per millimeter. het tralie wordt onder een hoek van 20 graden met de normaal van het tralie beschenen met licht met een golflengte van 600 nm.



- Bereken de hoeken ten opzichte van de normaal van het tralie voor de vier ordes $m = -1$, $m = 0$, $m = 1$, en $m = 2$, zoals aangegeven in de figuur.
- We dompelen vervolgens de hele opstelling in een bak met water ($n = 1.33$). Beredeneer wat er gebeurt met de hoeken van de verschillende ordes.