

Hertentamen Optica

21 maart 2006

Zet je naam en studierichting bovenaan elk vel dat je gebruikt. Lees de 7 opgaven eerst eens door. De opgaven kunnen in willekeurige volgorde gemaakt worden.

De volgende natuurconstanten kunnen in het tentamen gebruikt worden: $h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js, $c = 2.998 \times 10^8$ m/s, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$ C²/Nm².

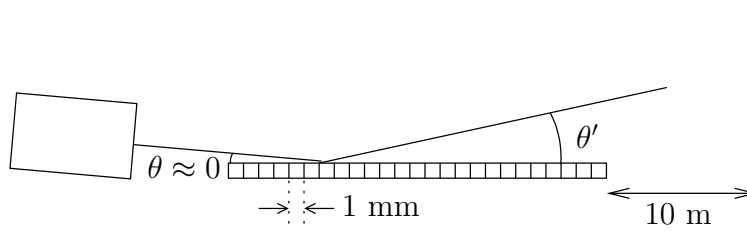
Opgave 1

De golfvergelijking voor transversale golven wordt gegeven door

$$\frac{\delta^2 y}{\delta x^2} = \frac{1}{a^2} \frac{\delta^2 y}{\delta t^2} \quad (1)$$

- Wat is a voor een grootheid?
- Leid het verband tussen de hoekfrequentie ω en het golfgetal k af voor de golfvorm $y = A \cos(kx - \omega t)$. Gebruik de gegeven golfvergelijking.
- Als een lichtgolf van de vorm van vraag b overgaat van lucht ($n_{lucht} = 1$) naar glas ($n_{glas} = 1.5$), veranderen dan de waarden van k , ω en de voortplantingssnelheid, en zo ja, hoe?

Opgave 2

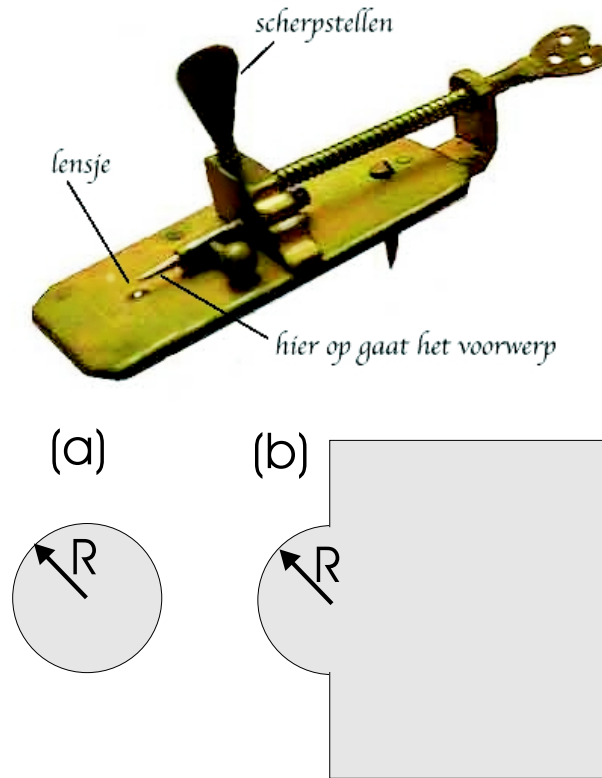


Een laserbundel (golflengte van 633 nm) wordt onder scherpende inval op een reflectietralie gestuurd. De afstand tussen de lijnen van het tralie is 1 mm. Het gereflecteerde licht wordt op een verticale muur op een afstand van 10 m geprojecteerd. Zie figuur.

- Leid af voor welke diffractiehoeken θ' interferentiemaxima te zien zijn op de muur. Neem voor het gemak aan dat $\theta \approx 0$.
- Hoe groot is de verticale afstand op de muur tussen de 0^{de} en de 1^{ste} orde maxima?

Opgave 3

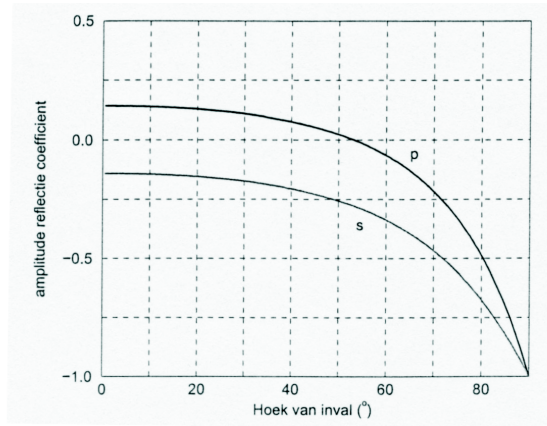
Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723) is wereldberoemd geworden met zijn biologische onderzoek met de hieronder afgebeelde “microscoop”. Deze “microscoop” zouden we tegenwoordig een vergrootglas of oculair noemen, omdat hij slechts bestond uit een klein rond druppeltje glas met op instelbare afstand daarachter 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 brekingsindex van het glas is $n = 1.5$ en de kromtestraal is $R = 2$ mm.
- 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 4

Je kijkt naar zonlicht dat reflecteert aan het water van een spiegelglad meer. Het inkomende zonlicht is ongepolariseerd. In de grafiek is voor beide polarisatierichtingen de amplitude-reflectiecoëfficiënt weergegeven als functie van de hoek. De polarisatie is gedefinieerd ten opzichte van het vlak dat is opgespannen door de inkomende en gereflecteerde bundel; p -polarisatie ligt in dat vlak, s -polarisatie staat loodrecht op het vlak.



- Op het water werkt een polaroid zonnenbril erg goed. Wat is dus de oriëntatie van de transmissie-as van de polarisator die in de polaroid zonnenbril zit?
- Bepaal met behulp van de grafiek welke fractie van de invallende irradiantie I_0 wordt gereflecteerd bij een hoek van inval van 70° .
- Bij welke hoek van inval is het gereflecteerde licht lineair gepolariseerd?

Opgave 5

In een experiment willen we graag circulair gepolariseerd licht gebruiken. Onze laser zendt echter verticaal gepolariseerd licht uit bij een golflengte van 589.3 nm. We beschikken over een plaatje tourmalijn ($n_{\parallel} = 1.638$, $n_{\perp} = 1.669$). Als we het plaatje met een bepaalde oriëntatie in de bundel zetten, verkrijgen we precies de juiste polarisatie.

- Wat is blijkbaar de (minimale) dikte van het plaatje?

We draaien het plaatje 90° om de as die parallel is aan de voortplantingsrichting van het licht.

- Wat is er veranderd aan de polarisatie van het licht achter dit plaatje ten opzichte van de situatie voor de draaiing?
- Als we verticaal gepolariseerd wit licht gebruiken en de oriëntatie van het plaatje hetzelfde laten, waarom krijgen we dan niet netjes circulair gepolariseerd wit licht eruit?

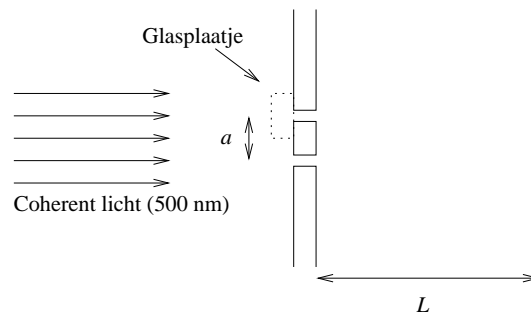
Opgave 6

De zon staat hoog aan de hemel en belicht een laagje benzeen ($n=1.4$) dat op het water ($n=1.3$) ligt. Vooral rood licht ($\lambda = 633 \text{ nm}$) wordt gereflecteerd.

- Berekenen de (minimale) dikte van de bezeenfilm.
- Bereken hoeveel van het invallende rode licht ongeveer wordt gereflecteerd.
- We vervangen nu het water door glas ($n=1.5$), wat verandert er kwantitatief?

Opgave 7

Een Young dubbelspleet experiment wordt uitgevoerd met een opstelling zoals in de onderstaande figuur, eerst zonder glasplaatje. De afstand tussen het scherm en de spleten is $L = 5 \text{ m}$. De afstand tussen de nulde en de eerste orde interferentiemaxima (fringe) op het scherm is 2 mm en de golflengte van het gebruikte licht is 500 nm .



- Bereken de afstand tussen de spleten.

Nu wordt een dun glasplaatje voor een van de spleten geplaatst, zoals aangegeven in de figuur. Hierdoor verschuift de nulde orde fringe naar de positie waar voorheen de vierde orde fringe zat. De brekingsindex van het plaatje is $n = 1.4$.

- Bereken de dikte van het plaatje.