

Toets Optica

10 december 2007

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

Een Galileo telescoop (of piratenkijker) heeft als voordeel ten opzichte van een gewone telescoop dat hij het beeld niet omdraait. Dit komt omdat de Galileo telescoop is samengesteld uit één positieve en één negatieve lens, terwijl een gewone telescoop twee positieve lenzen bevat.

- Schets de stralengang van een inkomende bundel evenwijdig aan de optische as in een Galileo telescoop. Geef daarbij duidelijk aan waar de foci zich bevinden en op welke afstand de lenzen staan.
- Wat is het verband tussen de hoekvergroting van een Galileo telescoop en de brandpuntsafstanden van de lenzen (wees hierbij duidelijk over de tekens)?

Opgave 2

We beelden een voorwerp in de vorm van een vlag af met een positieve lens met brandpuntsafstand f (zie bijlage). Het vlaggetje staat van de lens af gericht. Daarom bevinden de beeldpunten, waar de verschillende delen van de vlag scherp zijn, zich op verschillende afstanden van de lens. Behandel de lens als een ideale dunne lens.

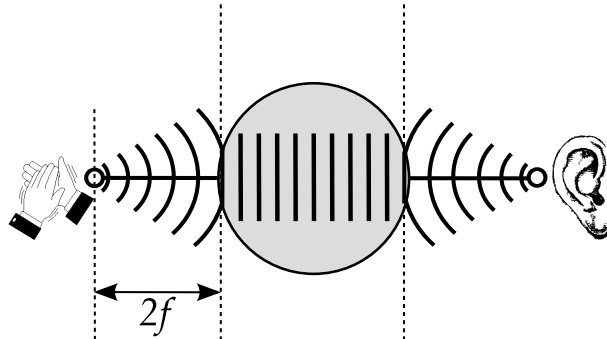
- Construeer in de bijlage de beeldpunten van de essentiële onderdelen van de vlag. Teken netjes en maak hierbij gebruik van enkele hulplijnen. Schrijf je naam op het bijlage vel.
- Bereken de (x, y) -coördinaten van de beeldpunten van $A = (-\frac{5}{3}, \frac{1}{3})f$ en $B = (-2, \frac{1}{3})f$.

Opgave 3

In een museum staat een ‘akoestische lens’. Deze luchtballon, gevuld met koestofdioxide gas, breekt geluidsgolven uit de omgeving op zo’n manier dat hij werkt als een positieve lens voor geluid, omdat de geluidsnelheid in de ballon lager is dan in de omringende lucht (zie figuur). De ‘brandpuntsafstand’ van deze akoestische lens is van dezelfde orde van grootte als de straal van de ballon. Daarom moeten wij de ballon beschouwen als een *dikke* lens in plaats van een dunne lens. De dubbele brandpuntsafstand van de lens is aangegeven in de figuur. We kunnen de geluidspropagatie door de ballon beschrijven met een formule uit de optica die de breking van lichtstralen aan een gekromd oppervlak beschrijft:

$$\frac{n_1}{s} + \frac{n_2}{s'} = \frac{n_2 - n_1}{R} \quad (1)$$

- Wat is het verband tussen de voortplantingssnelheid van licht en de brekingsindex?
- Leid op basis van de bovenstaande formule een nieuwe uitdrukking af om de brandpuntsafstand van een bolvormige akoestische lens te berekenen (zie figuur voor de definitie van $2f$).
- Bereken de brandpuntsafstand voor een luchtballon met een straal van $R = 1$ m. De relevante geluidssnelheden zijn $v = 259$ m/s voor koolstofdioxide en $v = 343$ m/s voor lucht.



Opgave 4

We kennen allemaal het beeld van een zwemmende vis in een ronde vissenkomp die er soms groot en soms klein uitziet. We willen dit verschijnsel in deze opgave kwantitatief beschrijven. Hiervoor beschouwen we een bolvormige vissenkomp met straal R , een klein visje dat in de vissenkomp zwemt en een waarnemer die zich op voldoende grote afstand ($\gg R$) buiten de vissenkomp bevindt. De brekingsindex van water is $n = 1.33$. De dikte van het glas mag je verwaarlozen.

- De vis zwemt vlak tegen de achterwand, dus op een afstand van ongeveer $2R$ achter het voorvenster. Bereken waar je denkt de vis te zien, dat wil zeggen waar het beeld van de vis zich bevindt.
- Bereken de vergrotingsfactor als de vis zich vlak tegen de achterwand bevindt.
- Wat is de vergrotingsfactor als de vis zich vlak achter het voorvenster bevindt?

Opgave 5

Beschouw de interferentie tussen twee lopende golven van de vorm:

$$E(z, t) = \cos\left(\frac{3z}{\text{meter}} + \frac{15t}{\text{seconde}}\right) + \cos\left(\frac{3.1z}{\text{meter}} + \frac{15.5t}{\text{seconde}}\right) \quad (2)$$

- Wat is golflengte van de eerste golf?
- Wat is voortplantingssnelheid van de eerste golf en in welke richting loopt hij?

c) Wat is de periode van zweving (beat) in de ruimte tussen beide golven?

Opgave 6

We beschouwen de lage E-snaar van een correct gestemde gitaar. De grondtoon van de snaar heeft een trilfrequentie $\nu_0 = 82.5$ Hz en is gespannen over een lengte $L_0 = 64$ cm.

- a) Leid een uitdrukking af voor de voortplantingssnelheid in de snaar en bereken deze.
- b) We willen de E met een halve toon verhogen om zo een F te krijgen. Hiervoor moeten we de geluidsfrequentie verhogen met een factor $2^{\frac{1}{12}}$. Dit kun je doen door de snaar wat in te korten (je drukt de snaar op de eerste fret). Hoeveel moet de snaar ingekort worden?