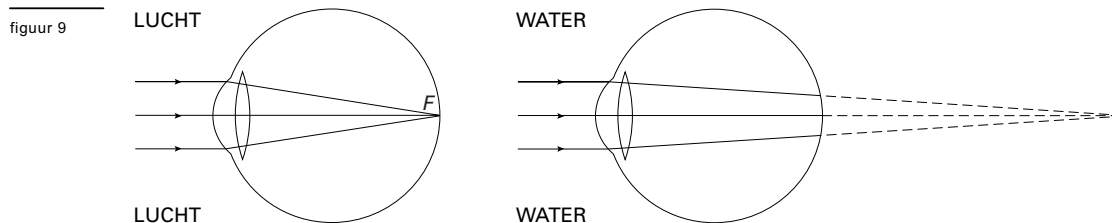


## ■ Opgave 5 Duikbril

Mensen kunnen onder water niet scherp zien.

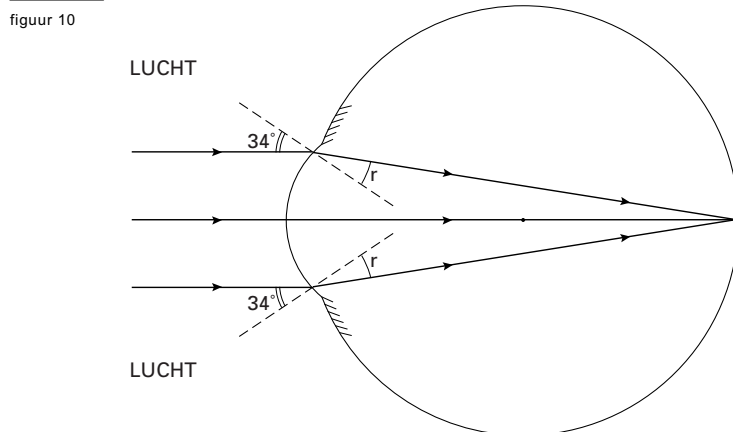
Bij een normaalziend oog dat zich onder water bevindt, ligt in ongeaccommodeerde toestand het brandpunt niet op het netvlies maar ver daarachter. In figuur 9 is dit schematisch weergegeven.



- 2p **20** □ Leg uit of het oog onder water door te accommoderen scherper zal zien of nog minder scherp.

Om het hierboven beschreven effect te begrijpen, bekijken we de lenswerking van het oog meer in detail. Het blijkt dat de lenswerking van het oog voornamelijk wordt veroorzaakt door het bolle hoornvlies aan de voorkant van het oog; de ooglens draagt maar in beperkte mate aan de beeldvorming bij.

In figuur 10 is schematisch weergegeven hoe het hoornvlies van een oog dat zich in lucht bevindt een evenwijdig aan de hoofdas invallende lichtbundel breekt. In deze figuur is de eigenlijke ooglens weggelaten omdat in deze situatie de breking van lichtstralen door die ooglens te verwaarlozen is.



De brekingsindex bij de overgang van lucht naar hoornvlies is voor geel licht 1,38. De brekingshoek  $r$  is niet op schaal getekend.

- 3p **21** □ Bereken de werkelijke grootte van de brekingshoek.

Voor lichtstralen die van water naar hoornvlies gaan, geldt voor de brekingsindex  $n_{w \rightarrow h}$ :

$$n_{w \rightarrow h} = \frac{n_h}{n_w}$$

Hierin is  $n_h$  de brekingsindex bij de overgang van lucht naar hoornvlies en  $n_w$  de brekingsindex bij de overgang van lucht naar water.

- 3p **22** □ Bereken de brekingsindex  $n_{w \rightarrow h}$  en leg daarmee uit dat er vrijwel geen lichtbreking zal plaatsvinden bij de overgang van water naar hoornvlies.

# Eindexamen natuurkunde 1 havo 2002-I

Door een duikbril (zie figuur 11) op te zetten, kan men onder water wel scherp zien.

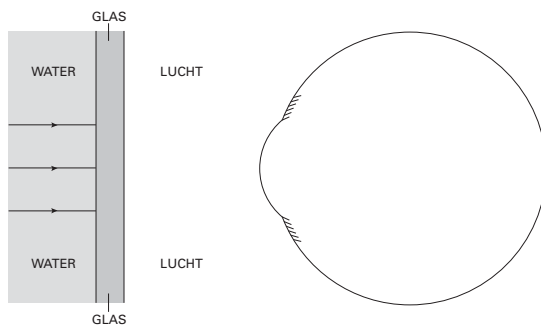
figuur 11



*Het glas van de duikbril is vlak.  
Ook onder water bevindt zich lucht  
tussen de glasplaat en de ogen.*

Figuur 12 geeft schematisch de situatie weer van een oog dat met behulp van een duikbril onder water kijkt. In deze figuur zijn drie evenwijdige lichtstralen getekend die loodrecht op het glas van de duikbril vallen. Bij het oog is, om dezelfde reden als hiervoor, de ooglenzen weggelaten.

figuur 12



Figuur 12 is op de bijlage vergroot weergegeven. Ga ervan uit dat het oog in deze situatie scherp waarneemt.

3p **23**  Teken in de figuur op de bijlage het verdere verloop van de lichtstralen.

**Bijlage bij de vragen 6, 12 en 23**

**Vraag 23**

