



Scherp zien onder water

Keuzeopdracht biologie/natuurkunde voor de bovenbouw

Een verdiepende opdracht over de werking van lenzen

Voorkennis: het oog; breking van licht; brekingsindex; beeldvorming bij positieve lens

8 slu

© 2013 Universiteit Utrecht: Junior College Utrecht

Je bent aan zee aan het overgooien met een squashballetje. Dit gaat lange tijd goed, tot er een keer te hard wordt gegooid en het balletje verdwijnt met een plons onder de golven. Voor je het weet ligt het op de bodem. Als je je hoofd onder water steekt om het te pakken zie het verschil ineens niet meer tussen de bal en alle steentjes die er liggen. Wat is hier aan de hand? Met een duikbril kun je wel goed onder water zien en is er geen enkel probleem. Een visdiefje (vogel) dat het water in duikt, komt boven met een visje. Nu wordt die helemaal mooi!. Waarom kan hij wel gemakkelijk onder water kijken en jij niet? Dit probleem ga je aanpakken tijdens deze keuzeopdracht.



Figuur 1. De gewone zeehond kan onderwater uitstekend scherp zien.
Foto: Wikipediagebruiker *Wordless symbol*.

Oriëntatie

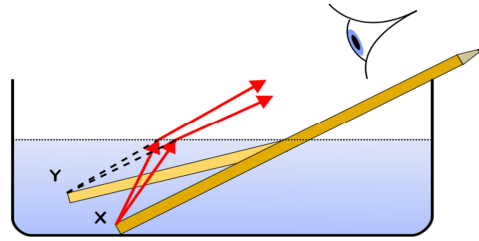
Neem de stof over lenzen en accommodatie van het oog nog eens door aan de hand van je biologieboek. Haal ook de theorie op over brekingsindex en beeldvorming bij een positieve lens uit je natuurkundeboek.

Vraag 1. Examenopgave Scherp zien

Deze examenopgave (2004 biologie tijdvak I) is als bijlage bij deze opdracht te vinden. Maak hiervan 3 t/m 5.

Vraag 2. Door het water kijken

Als je in het water kijkt, zie je de dingen, bijvoorbeeld de achterkant van een potlood (zie Figuur 2), onder water op een andere plaats dan ze daadwerkelijk zijn. Verklaar hoe dat komt.



Figuur 2. De achterkant van het potlood, lijkt op een andere plaats te zitten dan hij in werkelijkheid is.

Foto: wikipediagebruikers *Theresa_knott* en *Gregors*

Vraag 3. De sterkte van lenzen

- Wat is een dioptrie?
- Welke twee onderdelen van het oog zorgen voor de lenswerking van het oog? Welke sterkte hebben deze onderdelen?
- Wat is het verband tussen dioptrie D en brandpuntsafstand f van een lens?
- Hoe luidt de lenzenformule?
- Neem aan dat de afstand tussen de (samengestelde) ooglens en het netvlies 2,5 cm is. Gebruik de lenzenformule om de brandpuntsafstand (en de sterkte) van het oog en van alleen de ooglens te berekenen als je een voorwerp op 15 cm van je oog scherp ziet
- Bereken de brandpuntsafstand en sterkte van je ooglens als je een kerktoren in de verte scherp ziet.
- Laat zien dat de sterkte van een samengestelde lens, die uit twee lenzen bestaat, gelijk is aan de som van de sterktes van de twee lenzen.

Onderzoek

Brekingsindex

De brekingsindex van een stof wordt altijd gegeven voor de breking van licht dat van vacuum de stof in gaat. De brekingsindex (n) van enkele materialen staat in de onderstaande tabel. Om de brekingsindex tussen twee materialen ($n_{1,2}$) te berekenen moeten de afzonderlijke brekingsindices op elkaar gedeeld worden: $n_{1,2} = n_1/n_2$

De sterkte van een lens is niet alleen afhankelijk van de brekingsindex van het materiaal van de lens, maar ook van de brekingsindex van de omgeving van de lens (lucht of water).

water	1,3
lucht	1,0
hoornvlies	1,4
glas	1,5
vacuüm	1 (per definitie)

de sterkte (= $1/f$) van een sferische lens wordt gegeven door de formule:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

- f = brandpuntsafstand. Deze is positief voor een bolle lens en negatief voor een holle lens.
- n = de brekingsindex van het lensmateriaal
- R_1 = de kromtestraal van de voorzijde van de lens.
- R_2 = de kromtestraal van de achterzijde van de lens.

Vraag 4. Rekenen met de brekingsindex

- Beredeneer met bovenstaande formule dat de sterkte van je (samengestelde) ooglenzen verandert als je oog in het water is. Verklaar of die sterkte dan groter of kleiner wordt.
 - Bereken de bijdrage van het hoornvlies aan de sterkte van je oog wanneer je onderwater duikt. Gebruik de bovenstaande formule en het gegeven dat die bijdrage boven water 43 dioptrie is.
 - Leg uit of een voorwerp (dat ver weg is) scherp gezien kan worden door een normaal mensenoog onder water.
-

Vraag 5. Ogen onder en boven water

- Maak een schematische tekening van de werking van een oog van een landdier. Geef in je tekening aan hoe het licht wordt gebroken voor het op het netvlies valt.
 - Maak nu eenzelfde tekening, maar schets de situatie onder water.
 - Maak tot slot een schematische tekening van een landoog met een duikbril en geef aan hoe het licht wordt gebroken voor het op het netvlies valt.
 - Leg aan de hand van de tekeningen uit waarom je onderwater niet scherp kunt zien.
 - Leg uit waarom een duikbril dit verhelpt.
-

Vraag 6. Toch scherp zien!?

Hoe kunnen de Moken (volk uit ZO-Azië) onderwater wel scherp zien? Kijk in de artikelen van Anna Gislén, zie bij literatuur hieronder.

Vraag 7. Aanpassingen

Leg uit hoe de ogen van onderstaande dieren aangepast zijn aan hun omgeving. Geef ook aan of ze goed onderwater of bovenwater (of allebei) kunnen zien.

- Zeehond
 - Pinguïn
 - Anableps
-

Vraag 8. Onderzoek

Je kunt verschillende dingen verder uitzoeken aan ogen, zoals:

- De gebruikelijke platte duikbrillen zijn eigenlijk saai en lelijk. Een mooie snelle duikbril met een ronde voorkant (zoals bijvoorbeeld het vizier van een motorhelm) zou veel mooier en 'sneller' zijn. Waarom heeft geen vormgever zich daar nog aan gewaagd?
 - Er zijn mensen die uitstekend onder water kunnen zien. Leg uit of die sterk verziend of bijziend zijn.
 - Waarom hebben harde lenzen dezelfde brekingsindex als traanvocht?
 - Zijn er vogels met een extra doorzichtig ooglid? (en hoe werkt dat?)
-

Afronding

Verwerk de resultaten trek conclusies. Presenteer die aan je docent en medeleerlingen, bij voorbeeld op een poster of in een PowerPoint presentatie. Bedenk wat je toeschouwers ten minste moeten leren als ze je poster lezen of je presentatie bijwonen! Je poster of presentatie geeft in ieder geval antwoord op de volgende vragen:

- Hoe werken lensogen onder en boven water?
- Waarom kun je een met een landoog niet onderwater scherp zien? en andersom.
- Welke bijzondere eigenschappen heeft een dier die dat wèl kan? (eend/ pinguïn/ zeehond)
- Waarom kunnen de Moken (als een van de weinige mensen) wel onder water scherp zien?

Geef dit alles zo goed mogelijk weer met behulp van schematische tekeningen.

Literatuur

- BINAS tabel 87C
- Je biologieboek
- Campbell & Reece, Biology, Chapter 49
- Anna Gislén artikelen over de Moken op haar website van Lund Universiteit: <http://www.lu.se/vision-group/people/alumni/anna-gislen>
- Land, M.P. and Nilsson, D.-E. Animal Eyes. Oxford University Press, Oxford. (2002)
- Sivak, J.G. and Millodot, M., 1977. Optical performance of the penguin eye in air and water. J. comp. Physiol. 119, pp. 241–247
- Sivak, J.G., 1976. Optics of the eye of the "four-eyed fish" (Anableps anableps). Vision Res. 16, pp. 531–534.
- <http://www.ebiomedia.com/Eyes/What-animal-sees-above-and-below-water-at-the-same-time.html>
- <http://www.ebiomedia.com/Eyes/How-do-animals-see-underwater.html>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Underwater_vision
- NLT-module Kijken en Zien: <http://www.betasteunpunt-utrecht.nl/index.php?pid=53>
- Examen biologie 2004: www.examenblad.nl

Bijlage 1 2004 biologie tijdvak I

Scherp zien

Persoon P kijkt naar een voorwerp dat zich op 8 meter afstand van zijn ogen bevindt en daarna kijkt hij naar een voorwerp dat zich op 1 meter van zijn ogen bevindt.

3 Gaan er bij deze verandering impulsen naar het straalvormig lichaam in zijn ogen?

Zo ja, neemt daardoor de spanning in de lensbandjes af of toe?

A Nee.

B Ja, daardoor neemt de spanning in de lensbandjes af.

C Ja, daardoor neemt de spanning in de lensbandjes toe.

Terwijl persoon P naar het voorwerp op 1 meter afstand van zijn ogen kijkt, verandert er iets in zijn omgeving waardoor de kringspieren van de irissen van zijn ogen zich samentrekken.

4 Welke verandering kan dat zijn geweest?

Persoon Q kan alleen voorwerpen op een afstand van ongeveer 8 meter scherp zien.

Voorwerpen die dichterbij of verder weg zijn, kan hij niet scherp zien.

Q krijgt vanwege zijn beroep een bril met speciale glazen. Deze zijn zo geslepen dat de bovenste helften van de glazen de werking hebben van bolle lenzen en de onderste helften die van holle lenzen.

Persoon Q heeft zijn bril op. Hij verplaatst zijn blik van een voorwerp dat zich op 1 meter afstand bevindt en dat hij scherp ziet, naar een voorwerp op 20 meter afstand. Beide voorwerpen bevinden zich op dezelfde hoogte.

5 Welke beweging moet hij maken zodat hij het voorwerp op 20 meter afstand scherp kan zien?

A Hij moet zijn hoofd naar achteren kantelen.

B Hij moet zijn hoofd naar voren kantelen.

C Hij moet zijn oogleden neerslaan.

D Hij moet zijn ogen half dichtknijpen.