

Docentenhandleiding

Over de inhoud

Het idee van deze minimodule is ontleend aan een passage uit het boek *Climbing Mount Improbable* van Richard Dawkins (1996), n.l. p. 144-146. Hij schrijft:

“.....Here are some images I projected on to a screen using various crude and undesigned image-forming devices. Fig a. shows a large letter A, as projected on a sheet of paper at the back of a pinhole camera (a closed cardboard box with a hole in one side.)

Now see what a difference even a crude and undesigned ‘lens’ makes. For figure b. the same letter A was again projected through the same hole on to the back wall of the same cardboard box. But this time I hung a polythene bag filled with water in front of the hole.....”

En zie: de letter stond veel scherper afgebeeld! Het stond er zo makkelijk, maar het heeft me toch even gekost voordat ik zijn experimenten met plastic zakjes en ronde wijnglazen kon herhalen (...of misschien toch niet). De clou zat hem er in dat je de lens uit de projector moest draaien en voor de proeven met de waterlenzen de hele camera obscura maar beter kon vergeten en met een verplaatsbaar schermje moest werken om vast te stellen waar de beeldvorming plaatsvond. Het kan zijn dat ik daarmee een variant op de oorspronkelijke proeven heb bedacht, maar het leverde me in elk geval wel iets bevredigends op. Feitelijke gegevens zijn verder ontleend aan vooral *Animal eyes*, door Land & Nilsson 2002, 2004. Het verhaal over de Boeing 747 staat in *The Blind Watchmaker* (p.234) van Dawkins.

Tijdens het snuffelen op internet viel me op hoezeer dit onderwerp de laatste jaren weer een hot item is in de strijd tussen evolutionisten en creationisten. Maar dat was niet de reden om dit onderwerp te kiezen. De motivatie was dat naar mijn mening de leerlingen veel te weinig weten over evolutie en er dus ook moeilijk over kunnen oordelen. (Maar ik wil wel toegeven dat ergernis over de vrijage van de vorige minister van onderwijs met Intelligent Design ook een rolletje gespeeld heeft.)

Wim Launspach

Doornemen van de tekst:

Het is de bedoeling dat u van de tekst eerst alleen pagina 5 t/m 7 doorneemt. Antwoorden op de opgaven:

1. Ligt aan de camera; eigen invulling
2. Wanneer je het ontstaan van de mens ziet als een geheel zelfstandig verlopen evolutionair proces – dus zoals het bijbelse scheppingsverhaal, een schepping in één keer – is er misschien iets voor te zeggen. (Maar we hebben wetenschappelijk geen enkele aanwijzing dat het zo gelopen is.)

Evolutionair gezien komt elke nieuwe levensvorm voort uit eerder leven. Onze eigen groep, de zoogdieren kwamen voort uit zoogdierachtige reptielen. Deze kwamen voort uit amfibieën, die op hun beurt ontstonden uit een bepaalde groep vissen met vlezige vinnen. Op hun beurt kwamen de vissen weer voort uit ongewervelde dieren.

Ook ongewervelde dieren hebben ogen. Gedurende die hele ontwikkeling ongewervelden → vissen → amfibieën → reptielen → zoogdieren

werd dat oog voortdurend aangepast. Er is dus in het geheel geen sprake van een ontstaan in één keer, zoals de kritiek suggereert. Dat is een denkfout. Het gaat om een veranderingsproces van miljoenen kleine stapjes. De kritiek is dus volkomen onterecht!

Organisatie van de experimenten

U doet er verstandig aan om de proeven eerst zelf uit te voeren ter voorkoming van verrassingen.

Benodigdheden:

- een aantal diaprojectoren, waarvan de lens makkelijk kan worden verwijderd. (Bij organisatie in carouselvorm met andere praktische opdrachten is dit aantal minder een probleem.)
- dia van grote letter (vraag de toa van Fysica)
- karton (scherm)
- plakband
- witte A4-velletjes voor de achterwanden
- plastic zakjes met sluitrand (o.a. te koop bij sommige kantoorboekhandels)
- statieven om ze op te hangen (evt.)
- huishoudfolie + klustape (dat zwarte of grijze tape van de bouwmarkt)
- cognac-, likeur- en borrelglazen
- witte scherpjes (karton, deksel of wat dan ook)
- groter scherm / stukje muur voor de start
- oude camera
- model van het oog (via toa biologie)

De bedoeling is dat het practicum aan de leerlingen een zekere ruimte biedt voor eigen invulling en het kunnen volgen van eigen invallen. Optioneel is het zelf plakken van een plastic 'lens' van huishoudfolie, bestaande uit twee gelijke cirkels op elkaar. De randen worden met tape (dubbel i.v.m. lekken) aan elkaar geplakt, op een opening na. Dit geeft een betere beeldvorming dan met een plastic zakje, omdat de folie heel helder is en er minder plooiën optreden, die storend werken op het beeld.

De resultaten zullen er ongeveer als volgt uitzien.

1. 'Nautilus-oog' :

Diaprojector zonder lens.

Diameter pupil	Afstand proj-pupil	Beeldkwaliteit	Opmerkingen
Ca. 1 mm	1 cm	Omgekeerd, scherp Ca. 15 mm hoog	Grote scherptediepte, tot ca. 70 cm
Ca. 1 mm	70 cm	Omgekeerd, veel minder scherp. Ca. 3 mm hoog	Met toenemende afstand wordt het beeld puntvormig.
Ca. 3 mm	1 – 25 cm	Omgekeerd, afnemende scherpte	Neiging tot dubbel beeld

2a. Werkt 'n plastic zakje als waterlens?

Diaprojector zonder lens, projectiebeeld (met lens) op ca. 130 cm.

Plastic zakje met dichtdrukrand, gevuld met water.

Afstand proj-lens * (cm)	Afstand lens-beeld (cm)	Opmerkingen
12	24 ± 6	moeilijk vast te stellen vanwege beeldvertekening (V vorming overlappende letters met letter in onderpunt) door plooiën in het zakje.
15	23 ± 6	Heel moeilijk vast te stellen door overlappende letters
20	30 (???) ± 6	lets beter, verder idem. Wel is duidelijk dat er beeldvorming is en beeldverbetering door het water. De q in het midden van de V is het helderst
30	27 ± * hartlijn	Nauwelijks zichtbaar.

Werkt een plastic zakje als olielens beter/slechter?

Diaprojector zonder lens, projectiebeeld (met lens) op ca. 130 cm.

Plastic zakje met dichtdrukrand, gevuld met olijfolie.

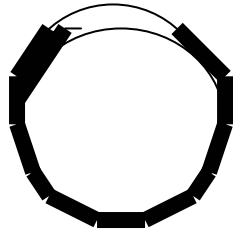
Afstand proj-lens * (cm)	Afstand lens-beeld (cm)	Opmerkingen
12	16 ± 3	omgekeerd beeld, redelijk, klein, moeilijk vast te stellen vanwege beeldvertekening (V vorming overlappende letters met letter in onderpunt) door plooiën in het zakje, matig scherp
15	47 ± 10	Heel moeilijk vast te stellen door overlappende letters
20	45 ± 10	lets beter
30	39 ± 10	Grens van waarneming: letter q is nu een gevuld rondje.

* hartlijn

Is de waterlens te verbeteren?

Diaprojector zonder lens, projectiebeeld (met lens) op ca. 130 cm.

Zelfgemaakte ronde 'lens' (gelijkmatiger kromming) van helder huishoudfolie met water.



Afstand proj-lens * (cm)	Afstand lens-beeld (cm)	Opmerkingen
12	41 ± 5	omgekeerd beeld, matig, , veel vertekening
15	42 ± 6	aardig
20	30	helder, scherp, maar wel extra licht
30	24	Aardig, opvallend klein

* hartlijn

n.b. lens (lek) was wisselend qua vulling
betere beeldkwaliteit dan met zakje

2b. Experimenten met wijnglazen:

- Cognacglas (forse bolling in zowel horizontale als verticale richting)
- Likeurglas (breder en platter)
- Borrelglas (vrijwel geen verticale kromming)

Als de projectorlens aanwezig is, is er een (groot) beeld op 117 cm vanaf de voorzijde van de diaprojector. Voor het experiment wordt deze lens verwijderd.

Water als vloeistof

Cognacglas (r max = 4,3)
(gem. van 5 metingen)

Afstand proj – lens (cm)	Afstand lens-beeld (cm)	Opmerkingen
0	14,2	Het centrum (waar je de afbeelding zou verwachten) is sterk belicht. Kennelijk wordt het beeld overschenen. Er is wel een waaier aan bijbeelden, waarbij buiten het horizontale vlak de afbeelding in toenemende mate kantelt. Hiermee is gewerkt. De bijbeelden in het horizontale vlak zijn het scherpst. Er is dus sprake van lenswerking, alleen niet zo ideaal als we graag zouden zien. Alle afbeeldingen hebben vegen.
5	7,5	Idem, kleinere, maar scherpe afbeeldingen

Likeurglas (r max = 3,5)
(gem. van 5 metingen)

Afstand proj – lens (cm)	Afstand lens-beeld (cm)	Opmerkingen
0	7,9	Als vorige

Borrelglas (r max = 2,4)
(gem. van 5 metingen)

Afstand proj – lens (cm)	Afstand lens-beeld (cm)	Opmerkingen
0		Geen beeld ! (Met moeite zijn uitgerekte, slecht herkenbare letters te ontdekken)

N.B. Ook een standaard wijnglas blijkt in het verticale vlak te rechte wanden te hebben om een aardig beeld te produceren.

Olijfolie als vloeistof

Gognacglas (r max = 4,3)
(gem. van 5 metingen)

Afstand proj – lens (cm)	Afstand lens-beeld (cm)	Opmerkingen
0	3,5	Beeldvorming als bij water.
1	3,9	Idem, kleinere, maar scherpe afbeeldingen. De helderste afbeelding genomen.

Ter vergelijking: leesloupe i.p.v. met vloeistof gevuld glas

Afstand proj – lens (cm)	Afstand lens-beeld (cm)	Opmerkingen
0	5,7	Beeldvorming minder contrast dan bij water of olie. Kleiner, q-vorm
3	5,2	Idem, kleinere, maar scherpe afbeeldingen. De helderste afbeelding genomen
4	5,0	
9	4,6	

II

De experimenten zijn ook uit te voeren met een diap projector mét lens, waarbij vast te stellen is dat het beeld nu ver voor het projectorscherm ontstaat.

In mijn geval leidde dat tot de volgende waarden:

1. Nautilus-oog, diap projector met lens.

Diameter pupil	Afstand proj-pupil	Beeldkwaliteit	Opmerkingen
Ca. 1mm	0 cm	Omgekeerd, zeer scherp	Enorme scherptediepte! Tot ongeveer een afstand van 80 cm een herkenbaar, redelijk scherp beeld dat in grootte toeneemt
Ca. 2 mm	7 cm	Omgekeerd, scherp	
Ca. 7 mm	15 cm	Omgekeerd, minder scherp, 'dikker'	
Ca. 25 mm	25 cm	Omgekeerd, nog minder scherp	Beeld gaat steeds meer samenvallen met schermbeeld, maar is nog steeds wat scherper.

Water als lens?

Diap projector met lens, projectiebeeld op ca. 130 cm.

Plastic zak je met dichtdrukrand.

Afstand proj-lens * (cm)	Afstand lens-beeld (cm)	Opmerkingen
15	25	'Lens' begint op ca. 6 cm vanaf projector; omgekeerd beeld, minder scherp dan bij 'Nautilus'
20	23	
30	18 + 2	
40	18 + 2	
50	18 + 2	
		Er is een traject waarlangs het beeld min of meer scherp is, dus precieze afstand is wat lastig vast te stellen. Steeds is echter de scherpte veel minder dan bij 'Nautilus'

* hartlijn

b2. Olie als lens?

Diaprojector met lens, projectiebeeld op ca. 130 cm.

Plastic zak je met dichtdrukrand, gevuld met olijfolie.

Afstand proj-lens * (cm)	Afstand lens-beeld (cm)	Opmerkingen	
15	15 <u>+</u> 1	omgekeerd beeld, scherper dan met water, minder scherp dan bij 'Nautilus'	
20	14 <u>+</u> 1		
30	14 <u>+</u> 1		

* hartlijn

Afsluiting

Onderzoekstechnisch kan de vraag gesteld worden welke leerlingen bedacht hebben dat ze eigenlijk ook een blancoproef hadden moeten uitvoeren met lege zakjes en glazen. (Ik heb in dat geval geen beeld vastgesteld).

Voor de inhoudelijke afsluiting is een powerpointpresentatie bijgeleverd, die tevens de startinformatie nog eens op tafel legt en wat verder uitdiept.

Na afloop van de lessenserie

Wij vragen u om de evaluatie digitaal in te vullen en te mailen naar pwessel@science.uva.nl. Ook verschillende op- en aanmerkingen kunt u naar dit emailadres sturen. Bij voorbaat dank, de auteurs en de eindredacteuren.