

# OuNa 3 *Unsilvered Mirrors*

NVOX, 37, nr. 7, september. 2012

Ruud Brouwer, Don Bosco College te Volendam, rbrouwer@donboscocollege.com

In atheneum 4 kun je een grote fout maken door er van uit te gaan dat spiegelen al volledig is uitgelegd én begrepen in leerjaar 2 en/of 3. Ik weet eigenlijk wel zeker dat bovenbouwleerlingen nog erg veel baat kunnen hebben bij proeven met spiegels. De spiegelwet wordt bij veel illusies toegepast. Met behulp van die wet is het gezichtsbedrog op de eerste foto te verklaren.

## Snapt u hoe de stip van kleur lijkt te zijn veranderd?



Dit soort vragen kunnen de mooiste lesmomenten opleveren. (De rechter foto stond in *NVOX*, uit de linker blijkt dat de dobbelsteen nog extra getruct is.)<sup>1</sup>

## Een onuitroeibare misconceptie

Tijdens de open avond op mijn school zet ik vaak deze opstelling uit het natuurkundeboek neer:



Bron: *Stevin vwo* deel 1 p. 117

De vraag die erbij ligt, is:  
'Wat doet een spiegel?'

- A Boven en onder omwisselen.
- B Voor en achter omwisselen.
- C Links en rechts omwisselen.

Meer dan 90% van de bezoekers (jong en oud) vult dan braaf al jarenlang het verkeerde antwoord C in. En dit doen ze terwijl ze het antwoord letterlijk voor zich zien: het is niet links en rechts is dat wordt omgewisseld, maar de voor- en achterkant. Spiegelen *begrijpen* is helemaal niet simpel.

In de vitrinekast achterin het natuurkundelokaal van mijn collega staat deze veel elegantere variant met houten letters.



## Een interactieve demonstratie

Bij de start van het hoofdstuk over spiegels gebruik ik een interactieve demonstratie waar iedereen aan meedoet. Schijn eerst met een laser op een vlakke spiegel waar een velletje proefwerkpapier overheen hangt. De spiegel is ietsje naar achteren gekanteld en staat schuin de klas in gericht. Voor alle leerlingen in de klas is de rode stip op het papier te zien. Doe de laser uit en haal het proefwerkvel weg. Deel aan iedere leerling een post-it uit en vraag ze hun naam erop te zetten. De opdracht is om de post-it op de plek in het lokaal te plakken waar – als de laser weer wordt aangezet – de gereflecteerde laserbundel terecht zal komen. Leerlingen kiezen de meest uiteenlopende posities. Ik heb zelfs meegemaakt dat ze achter de spiegel (dus in het verlengde van de laserstraal) hun post-it plakten. Iedereen gaat weer zitten en de laser gaat aan. Verbazing alom als ze zien waar de rode stip op de muur te zien is. Bijna nooit krijgt iemand het voor elkaar om de rode stip op zijn post-it te krijgen. Laat ze vooral uitleggen hoe ze aan hun antwoord gekomen zijn en geef daarna pas je eigen strategie, bijvoorbeeld in de spiegel naar het gaatje van de laser kijken (Natuurlijk als de laser uit is!).

## Unsilvered Mirrors

In *The Physics Teacher* van september 1977 en 2011 staan prachtige artikelen van Thomas B. Greenslade Jr over 'Illusions with Unsilvered Mirrors'. Dit inspireerde mij om in de klas een opstelling neer te zetten met een glazen plaat, twee waxinelichtjes en een op zijn kop staand wijnglas.



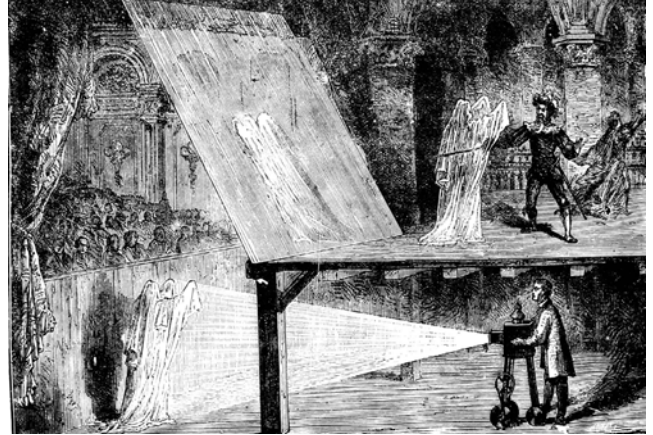
Aan de klas de vraag wat er uiteindelijk met het 'brandende' waxinelichtje onder het wijnglas zal gaan gebeuren. 'Dat gaat uit, want de zuurstof raakt op!', hoor je dan in koor. Grote hilariteit als je laat zien dat het waxinelichtje onder het glas nooit aan is geweest. Alleen het waxinelichtje voor de plaat was aangestoken en zijn spiegelbeeld viel exact samen met het andere niet brandende waxinelichtje. Dit is goed te zien op de foto die van dezelfde opstelling is genomen, maar dan vanuit een andere hoek.



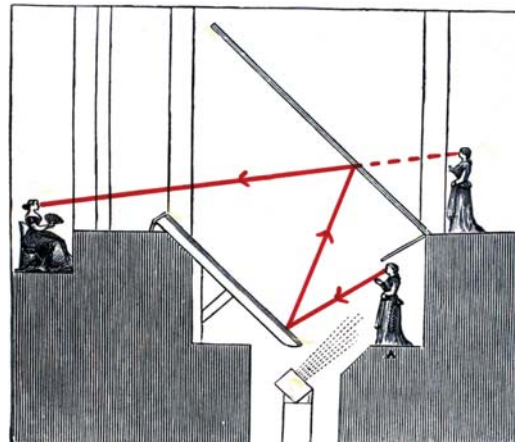
De uitleg over de grootte en de positie van het spiegelbeeld kan daarna zeer kort zijn. Op de vraag waarom iedereen in de klas het spiegelbeeld van het brandende waxinelichtje precies op dezelfde plek ziet, komt logischerwijs geen antwoord. Misschien is het een idee om in het tijdperk ná *Nieuwe Natuurkunde* de hele optica inclusief het concept parallax toch maar weer op te nemen. Het is te leuk om er niets aan te doen.

## The Haunted Man

In de tijd van Faraday werden toneelvoorstellingen van Charles Dickens opgevoerd, zoals 'The Haunted Man'. Faraday was ooit bij zo'n voorstelling en had totaal niet door dat 'de geest' in het verhaal een spiegelbeeld was dat gemaakt werd met een glazen plaat die ongeveer onder een hoek van  $45^\circ$  stond opgesteld. Pas toen zijn hand letterlijk op de glazen plaat werd gelegd, riep hij enthousiast: 'Ah, now I understand it! Yes, that is very beautiful!'



Uit de hierboven genoemde artikelen zijn de figuren overgenomen om de illusie uit te leggen die Faraday niet snapte. Valt u iets op aan de twee plaatjes? Van allebei klopt helemaal niets! Zelfs door de redactie van een gerenommeerd blad voor natuurkundelaren in de VS worden dus nog fouten gemaakt met het toepassen de bedrieglijk simpele spiegelwet.





### Een raadsel

Tot slot nog een prijsvraag die ik van de site [www.stevin.info](http://www.stevin.info) plukte om als thuisopdracht (voor een bonuspunt bovenop het proefwerkcijfer) aan leerlingen mee te geven.

De opdracht was: wie kan voor 1 april 2012 het beste uitleggen hoe deze foto gemaakt is?<sup>2</sup>



Kim en Nienke uit atheneum 4 hadden het raadsel tot in de kleinste details (let op het spiegelbeeld van het boek op de foto hierboven) helemaal door en werden daardoor de winnaars van de prijsvraag. Ik heb de gewoonte leerlingen bonuspunten te laten verdienen voor bijzondere prestaties, zoals het oplossen van de prijsvragen op de *Stevin*-site. In totaal heb ik voor deze opdracht acht bonuspunten mogen uitdelen.



1. Zie prijsvraag 3 op deze site.
2. Zie prijsvraag 1.