

Demonstraties bij licht in de derde klas

Na een eerste artikel, in NVOX 4 van dit jaar, over demonstraties met de concepten van het onderwerp licht in de tweede klas is dit het vervolgartikel over demonstraties bij licht in de derde klas. Ook nu weer aandacht voor burgerschapsdoelen die je kunt verweven in de demonstratie.

In de derde klas komen de onderwerpen breking, gekromde spiegels en lenzen aan bod. Het hoofdstuk licht start met een herhaling van spiegelen uit de tweede klas. Meestal start ik met een spiegel waarmee ik een hele felle lichtbron (licht uit een duiklamp of beamer) weerkaats. Af en toe valt die lichtvlek per ongeluk in de ogen van vervelende leerlingen.

Daarna laat ik de lichtbundel van de duiklamp weerkaatsen via een groot stuk wit en zwart papier en kan ik die vervelende leerlingen niet meer verblinden. Dezelfde bundel licht weerkaatst nu heel anders en leerlingen onthouden de namen van soorten weerkaatsing nu wel.

De spiegeldemonstratie met glasplaat en kaarsen van Wouter Spaan uit *Showdefysica 3* (B56) wordt ingezet om leerlingen inzicht te geven in beeld en voorwerpsafstand. Didactisch sterk aan deze demonstratie is:

- Het verwerven van inzicht dat het spiegelbeeld exact even ver achter de spiegel staat als het voorwerp ervoor.
- Het schuiven van de lichtbron voor de spiegel zodat leerlingen het spiegelbeeld nog wel of niet zien. (Het laten staan en zitten van leerlingen, die het spiegelbeeld wel of niet zien, geeft het blikveld van een waarnemer weer)
- Het plaatsen van een papier voor of achter de glasplaat en leerlingen laten voorspellen wanneer je een spiegelbeeld zult zien.

NORBERT VAN VEEN is docent natuurkunde/science op het Fons Vitae Lyceum in Amsterdam, coauteur van *Showdefysica* en hij werkt daarnaast bij CMA als didactisch medewerker natuurkunde.



Figuur 1. Spiegelende glasplaat

- Dat iedereen ongeacht waar je voor de glasplaat zit het spiegelbeeld op dezelfde plek waarneemt.

In een volgende les plaats ik twee spiegels onder een hoek van 90 graden met elkaar en vraag de leerlingen om te voorspellen hoeveel spiegelbeelden ze verwachten. Dat het er drie zijn schept verbazing. Daarna verklein ik de hoek tussen de spiegels tot 60 graden en laat ze nog een keer raden. Meestal is het antwoord dan vier spiegelbeelden. Helaas, we zien er dan vijf. De uitleg hiervan laat ik in voorgemaakte plaatje snel zien omdat deze constructie niet meer gevraagd wordt. We sluiten af met de spiegels loodrecht tegenover elkaar en we zien de oneindige reeks van spiegelbeelden in de spiegels. Er zijn varianten van deze oneindige reeks spiegelbeelden in de handel. Zoek op 'infinity mirror'. Zo'n spiegel doet het goed in de klas en op de open dag.

Gekromde spiegels

Hierop volgen demonstraties met gekromde



Figuur 2. Twee spiegels in een hoek van 60 graden

de spiegels. Als holle spiegel gebruik ik de onderste spiegel van een hologramprojector (Google op: 3D magische optische illusie) en beweeg daarmee langzaam naar het gezicht van een leerling toe (ik ga alle leerlingen een voor een af). De leerling ziet zichzelf eerst op zijn kop en daarna sterk vergroot. Deze demonstratie vormt later de brug naar positieve lenzen. Deze magische projector leent zich ook prachtig voor een demonstratie over holografie en de uitleg van de werking ondersteunt leerlingbegrip van het concept brandpunt en dat een evenwijdige bundel in dat brandpunt samenkomt.

Als bolle spiegel gebruikte ik voorheen de bol van de Van der Graaff-generator, maar van de kantinejuf heb ik nu een grote zilverkleurige (sier)kerstbal gehad. Veel goedkoper dan een bolle spiegel, die je soms aan het plafond ziet hangen bij supermarkten. Hiermee toon ik aan dat een bolle spiegel voorwerpen verkleint en vertel dat ze dit vervormde spiegelbeeld dus kennen van kerstballen of de bolle kant van een zilveren lepel van het kerstbestek.



Figuur 3. Holle spiegels van de hologram 'projector'

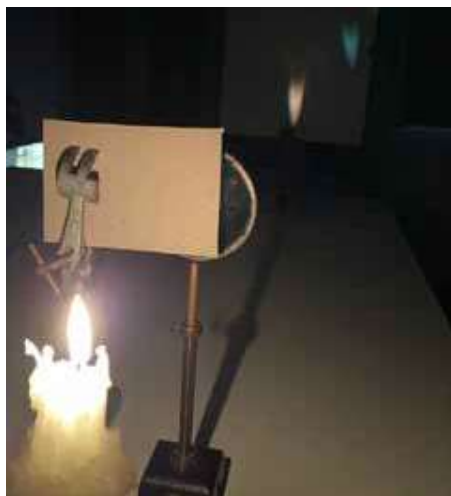
Breking en lenzen

Om het verschijnsel breking te ondersteunen met demonstraties laat ik de volgende demonstraties uit SdF3: Onzichtbaar door optica (B37) en Lichtsnelheid in een vloeistof (B44) zien. De eerste om brekingsverschijnselen aan te tonen en de tweede demonstratie om aan te tonen dat 'licht' langzamer gaat in een vloeistof en dat, dat deze lagere licht-snelheid een meetfout oplevert in een LiDAR app. Ik gebruik de app LiDAR Pointer.

Als we bij de paragraaf over lenzen zijn aangekomen, pak ik mijn setje met afgekeurde lenzen, die ik ooit gehad heb van een bevriende optometrist (als u nu naar uw optometrist gaat: ze noemen lenzen uit een bril, 'glazen' en contactlenzen, lenzen. Cilinderglazen zijn niet zo handig). Leerlingen houden dan zowel een positieve als negatieve lens vast en voelen hoe deze gekromd zijn. De leerlingen noteren wat ze zien als ze er doorheen kijken en vooral wat er gebeurt als ze de lens 180 graden omdraaien. Inderdaad er verandert dan helemaal niets! Ze mogen dan nog proberen om een Galileo-telescoop te maken door de lenzen achter elkaar te combineren en aan te geven bij welke afstand tussen de lenzen onderling ze een vergroting waarnemen. Na het voelen aan de kleine lensjes ga ik aan de slag met een grote, positieve lens en projecteer ik de klas op een witte muur. Verbazing alom als dat lukt.

Als we daadwerkelijk met de lenzenformule aan de gang gaan, maak ik een opstelling met een lens, een kaars en een wit scherm. Het schuiven met de kaarsvlam en het weer zoeken naar een scherpe afbeelding is volgens mij een hele sterke aanvulling op de theorie in het boek. Leerlingen zijn oprecht verbaasd als ze de vlam op zijn kop zien branden. Nu nadenken over hoe de afbeelding gevormd

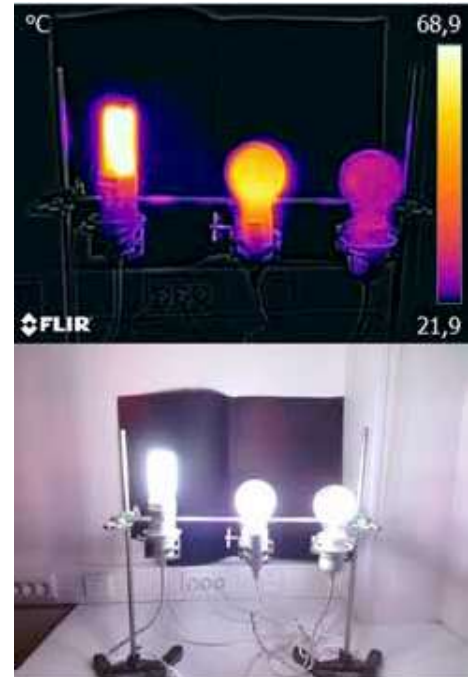
wordt (vergroot en verkleind, ondersteboven) als gevolg van veranderende beeld- en voorwerpsafstand. Leerlingen blijven bij de les omdat ze steeds moeten voorspellen wat er gebeurt als de voorwerpsafstand verandert en hoe ik dan de opstelling moet aanpassen om weer een scherp beeld te krijgen. De vraag wat er gebeurt als ik een deel van de lens afdek met een kartonnetje levert regelmatig als antwoord op dat dan ook een deel van de kaarsvlam zal verdwijnen. Soms is het ook heerlijk als leerlingen zien dat hun antwoord niet klopt.



Figuur 4. Een live opstelling met lens en kaarsvlam. Bij het fotograferen ontstaat een groen spookvlammetje.

Lichtbronnen en burgerschapsdoelen

Leerlingen moeten kennismaken met de impact en invloed die ze hebben op de wereld. Natuurkunde is een vak waarbij dit in de les aan bod moet komen. Een demonstratie die leerlingen bewust maakt van duurzaamheid is het bekijken van een aantal lichtbronnen op rij (zie figuur 5). Ik gebruik een spaarlamp (15 W), gloeilamp (60 W) en een ledlamp (4 W). Deze geven allemaal ongeveer even veel licht. Tijdens het branden van de lampen kun je al veel vragen aan leerlingen stellen, zoals: Welke lichtbronnen heb je thuis en hoeveel ongeveer? Worden de lampen thuis erg heet? Een leerling voelt voorzichtig aan de lichtbronnen en vertelt aan de klas wat hij of zij voelt. Daarna meet ik met de IR-camera en ga de temperatuur van de lampen één voor één af. De hoge temperaturen van de spaarlamp en gloeilamp zijn duidelijk te zien op het gestreamde beeld van de camera op het digibord.



Figuur 5. Optische en IR-opname van drie lichtbronnen

Tijdens de laatste keer dat ik de FLIR C5-camera gebruikte voor deze demonstratie, had ik de camera per ongeluk naar het plafond gericht op mijn bureau gelegd. Leerlingen meldden direct de hoge (> 65 °C) temperatuur van de TL-lampen in het lokaal. "Meneer, deze lampen moeten dan toch eigenlijk vervangen worden door energiezuinigere lampen?" "Ja zeker, en als jullie de rector zien, spreek hem er dan op aan dat deze lampen vervangen dienen te worden." Ik wacht nog steeds op mijn led-TL-lampen.

BRONNEN

- Frederik, I., Sonneveld, W., Van den Berg, E., Dekkers, P., Langendonck, K., Pols, F., Spaan, W., Stadermann, K. & Van Veen, N. (2023). *Showdefysica3. Natuurkunde laat je zien*. Ten Brink Uitgevers/NVON.