**B49 Gevangen laserstraal**

[subtitel]Totale interne terugkaatsing in een waterstraal

[onderwerpsymbool GS]

Tijd

5 minuten

Bereik

Vanaf klas 2

Begrippen: totale interne terugkaatsing, glasvezel

[inleidend kader]

Deze demonstratie toont de werking van een glasvezel. Als extra levert het een mooie lichtshow op. Na de demo heb je een klein waterballet gecreëerd, maar de demo is die troep wel waard.

[eind kader]

[B49 WoS21\_SD\_figuur1][onderschrift]

*De laserstraal volgt de waterstraal tot in de (witte) wasbak. Linksboven geeft de inzet een detail van de opening en de eerste totale terugkaatsing.*

[B49 WoS21\_SD\_figuur2][onderschrift]

*De opstelling. Wij gebruiken een vat van een waterkoeler als waterreservoir. Het gat in het vat heeft een diameter van ongeveer 8 mm; iets kleiner zou ook kunnen. Met de hoogtes van de labliften kun je instellen hoe ver de waterstraal de wasbak in komt.*

**Nodig**

Transparant watervat (zo groot mogelijk) met gat erin; laser; opvangbak of wasbak.

**Voorbereiding**

De opstelling moet goed worden uitgelijnd. Het is het makkelijkst om dat te doen met een stopje in de opening van het gevulde watervat. Je kunt de laser dan precies op het stopje richten. De demonstratie komt het best tot zijn recht in een verduisterd lokaal, maar het is niet noodzakelijk.

**Uitvoering**

De demo kan op verschillende momenten bij de behandeling van totale interne terugkaatsing en de glasvezel nuttig zijn. Het kan een introductie en kapstok voor de uitleg zijn, maar je kunt hem ook gebruiken om aan het einde van de les(sen) het begrip van het fenomeen te toetsen.

Vanwege de zichtbaarheid is het nodig om de leerlingen rond de opstelling te verzamelen. Je kunt dan het lokaal verduisteren en de demo meteen laten zien. Zet daarna de stop terug en vraag de leerlingen om een verklaring. Dan biedt het een prima kapstok om totale interne terugkaatsing uit te gaan leggen. Als begripstest kun je vragen wat er gebeurt als er minder water uit het vat stroomt en het water een steilere val omlaag maakt. De meeste leerlingen zullen het juiste antwoord geven en dan is het belangrijk om te vragen naar een verklaring. Je kunt ervoor kiezen om alle leerlingen die verklaring te laten opschrijven. Je krijgt antwoorden als ‘het licht kan het water niet volgen’, zodat er een schone taak voor de docent ligt om door te vragen naar een meer natuurkundige verklaring. Als je vervolgens de stop er weer uit haalt en rustig wacht tot de beginsnelheid van het water afneemt (terwijl je geniet van het spektakel), dan zullen de meeste leerlingen zich verbazen hoe lang het licht in het water gevangen blijft. Pas op het allerlaatste moment volgt de lichtstraal het water niet meer. Als afsluiting kun je in de bovenbouw die grenshoek nog berekenen.

**Natuurkundige achtergrond**

In het begin van de demo is de hoek van inval groter dan de grenshoek waardoor totale interne terugkaatsing optreedt. Als de beginsnelheid afneemt, dan wordt de hoek van inval bij de eerste overgang water-lucht uiteindelijk kleiner dan de grenshoek en treedt breking op. In feite gaat die overgang enigszins geleidelijk: als de hoek van inval iets kleiner is dan de grenshoek, dan zal er slechts een klein deel breken, terwijl een groot deel van het licht nog steeds weerkaatst.

**Tips**

* Een kort uitstapje kan zijn om de bovenkant van de fles af te sluiten (bijvoorbeeld met je hand). Vanwege de luchtdruk zal de straal dan al snel minder worden. Ook dat verrast de leerlingen. Het biedt bovendien een eenvoudige manier om de hoeveelheid water die uit het vat stroomt, te regelen.
* In de bovenbouw van het vwo is ook een koppeling met de horizontale worp mogelijk. Met wat eenvoudige afstandsmetingen kun je de beginsnelheid van het water bepalen.

**Verder onderzoek**

Je kunt wellicht de demo op video opnemen en de grenshoek uit de video bepalen (zelf nooit gedaan).

Veiligheid

Omdat je werkt met een laser is het belangrijk om op te letten dat de laserstraal niet in iemands ogen kan komen. Let daarbij extra op spiegelende oppervlakken, zoals een kraan bij de wasbak.