**Waardoor stijgt het water?**

[subtitel]

Een nieuwe kijk op een oud probleem

[onderwerpsymbool Materie en Energie M&E]

[voor icoontjes]

Tijd

15 - 30 minuten

Bereik

Vanaf klas 4

Begrippen: verwarmen en uitzetten van lucht, druk, verbranding;

[inleidend kader]

Iedereen weet dat de kaars uit gaat als de zuurstof in het glas 'op' is. Maar is dat het hele verhaal? Wat neem je nu *precies* waar in deze demonstratie? Zelfs als we allemaal naar hetzelfde kijken, zien we vaak heel verschillende dingen.

Waardoor stijgt de vloeistofspiegel in het glas? Dat kan op verschillende manieren worden uitgelegd. Welke argumenten voor en tegen iedere uitleg zijn er? Passen die argumenten bij alle waarnemingen?

Uit alleen maar waarnemen volgt geen wetenschappelijk inzicht, al helemaal niet als méér dan een verklaring goed lijkt te zijn. Het resultaat van onderzoek is vaak de conclusie dat meer onderzoek nodig is. Soms zelfs bij een oud en belegen probleem zoals dit...

De docent doet de proef maar dirigeert vooral de discussie om deze inzichten te doen ontstaan.

[einde inleidend kader]

[38\_PD\_1, onderschrift]

*Zet de jampot over de brandende kaars.*

**Nodig**Kaars; bordje; glas; wat water; eventueel kleurstof; lucifers.

**Voorbereiding**  
Giet wat water in het bord, zo mogelijk met kleurstof, zet de kaars er midden in en steek die aan. Zet het glas gereed. Het moet zo groot zijn dat het de kaars of vlam niet aanraakt als je het erover zet.

**Uitvoering**Een uitgewerkt scenario voor een *Predict-Observe-Explain* aanpak voor deze demo is te vinden op www.nvon.nl/showdefysica. Je vindt er een globaal, hypothetisch lesverloop, met suggesties voor vragen en opdrachten.

[38\_PD\_2, onderschrift:]

*De kaars is uit. Waardoor is de vloeistofspiegel gestegen?*

Zet je het glas over de brandende kaars, dan dooft die na een tijdje waarbij het waterniveau in het glas stijgt. Daarvoor zijn minstens drie verklaringen plausibel:

1. Het water neemt de plaats in van de zuurstof die bij verbranding opgebruikt is.
2. Als de vlam dooft daalt de temperatuur. Volgens de algemene gaswet nemen dan de druk en/of het volume af. De atmosferische druk duwt water naar binnen tot een nieuw evenwicht is ontstaan.
3. In de vlam ontstaat water, dat neerslaat als de vlam dooft. Dan neemt het aantal deeltjes in het gas af, dus ook de druk. De atmosfeer duwt water naar binnen tot een nieuw evenwicht ontstaat.

Laat leerlingen argumenten voor en tegen iedere verklaring bedenken, die uitwisselen, en tot een conclusie komen. De docent kan uiteindelijk ook een eigen inbreng leveren.

**Natuurkundige achtergrond**

(*Bij verklaring 3*). Bij volledige verbranding van kaarsvet (voornamelijk paraffine of stearine) ontstaan ruwweg voor iedere twee moleculen O2, één molecuul CO2 en twee moleculen H2O. Dooft de vlam dan daalt de temperatuur sterk in dat gebied, en slaat daar H2O neer. De druk in het glas neemt snel af, de atmosfeer duwt water naar binnen tot er weer evenwicht ontstaat.

(*Bij verklaring 2)*. Ook warmteafgifte aan de omgeving van het glas levert drukvermindering op volgens de algemene gaswet. Dit proces is echter traag, terwijl de vloeistofspiegel waarneembaar snel stijgt.

(*Bij verklaring 1*). Voor ieder zuurstofmolecuul in de lucht ontstaat precies één watermolecuul. Als dat neerslaat kan de ontstane ruimte door vloeistof gevuld worden. Negeren we de vorming van CO2 dan is dus zelfs verklaring 1 (volgens nogal wat biologieboekjes de 'juiste' ) een beetje waar.

Belangrijker dan de 'juiste' verklaring is hier dat leerlingen *zelf* bij de verklaringen argumenten bedenken, verdedigen en beoordelen. En dat een behoefte ontstaat aan empirische onderbouwing.

**Tips***Illustratie van verklaring 2*: plaats een lege ballon over de opening van een fles, en zet die in een bakje heet water (Liem, 1989, p. 36). Ten gevolge van de opwarming van de lucht in de fles blaast de ballon op, een illustratie van de wet van Charles (*V/T* = constant als *P* en *N* niet veranderen).

[38\_PD\_3, hoort bij de eerste tip, onderschrift:]

*De ballon op de fles wordt opgeblazen als je de fles in heet water zet.*

*Illustratie van verklaring 3*: breng wat water in een leeg frisdrankblikje aan de kook, keer het dan snel om in een bak koud water, met de opening onder het wateroppervlak. Het blikje implodeert omdat de waterdamp condenseert.

**Verder onderzoek**

Met drie kaarsen in plaats van één komt het uiteindelijke waterniveau hoger (Liem, 1987, p. 37). Met welke van de verklaringen stemt deze waarneming overeen?

**Veiligheid en milieu**Houd het blikje bij de illustratie van verklaring 3 vast met een tang of ovenhandschoen.