

## Aanvulling op demonstratie 05 Mysterieus fonteintje

*Ervaringen, aanvullingen, suggesties en links zijn welkom. Stuur ze naar [showdefysica@nvon.nl](mailto:showdefysica@nvon.nl).*

Hieronder volgt een scenario. Dat wil zeggen, een mogelijk verloop van de proef en voorbeelden van bijbehorende vragen, opmerkingen en uitleg van de docent, gericht op het uitlokken van uitwisseling van ideeën en inzichten met en tussen leerlingen.

### **Vertel/bespreek**

Ik heb hier een bekertje met een vreemde vloeistof. Hier staat een opstelling, ik ga een beetje van de vloeistof in deze trechter gieten. Wat denk je dat er gaat gebeuren?  
*(Geef gelegenheid om te reageren.)*

Zullen we het eens proberen?

*(Giet vloeistof in de trechter tot het kraantje begint te lopen.)*

Zoals je ziet begint het kraantje te lopen. Wat is hier aan de hand?

Denk je dat het stopt als ik mijn vinger tegen het uiteinde houd?

En als ik loslaat, begint hij dan weer of niet?

*(De kraan stopt als je hem met je vinger dicht houdt maar gaat weer lopen als je los laat.)*

En als ik de vloeistof opvang? Denk je dat hij weer begint als ik de vloeistof er weer in gooi?

*(Als je de vloeistof opvangt stopt de kraan. Gooi de opgevangen vloeistof in de trechter en de kraan gaat weer lopen (tenzij de fles leeg is).)*

Maakt het wat uit als ik de ene fles lager houd? Of de andere hoger?

*(Het hoogteverschil tussen de flessen heeft geen invloed. Het hoogteverschil tussen de vloeistofspiegels links moet groter zijn dan het hoogteverschil tussen de vloeistofspiegels rechts; hoe groter dát verschil, des te sneller stroomt het water uit het kraantje. De rechterfles moet hoger staan dan de linker om dat verschil in hoogteverschil mogelijk te maken.)*

Blijft deze kraan voor altijd lopen? Wanneer stopt hij dan, of waar komt al die vloeistof dan vandaan, en waar blijft die?

*(Het stromen stop als de rechterfles leeg is, of het verschil in hoogteverschil nul.)*

Waar dient dat verbindende slangetje eigenlijk voor? Zo te zien gaat er niets doorheen. Werkt het nog als we het los maken?

*(Nee, dan stopt het. Als je het terug vast maakt en weer wat water in de trechter giet begint het weer.)*

Wat hebben de kleuren van de vloeistoffen er eigenlijk mee te maken?

*(Niets.)*

### **Opdrachten**

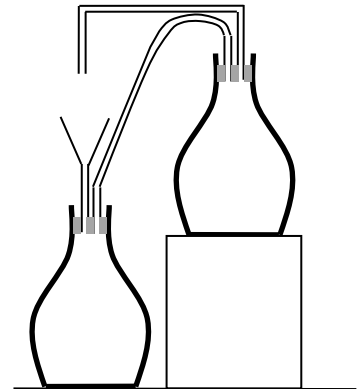
Laat de leerlingen vervolgens (in groepjes) de volgende vragen beantwoorden en aan elkaar presenteren:

Wat denk je dat er in de flessen zit?

Teken je antwoord in de figuur.

Leg uit hoe het werkt.

Mogelijke uitbreiding: probeer thuis zelf / met je groepje ook zo'n ding te maken.



### **Vergelijken van de antwoorden**

Iedereen vindt natuurlijk zijn eigen antwoorden het best. Maar kun je ook zeggen *waarom* die het best zijn? Als je alleen kijkt naar de oplossingen van de *andere* groepjes, welke vind je dan het best? Waarom?

(Nadat de flessen zijn 'onthuld':) Begrijp je nu hoe het werkt? Leg het dan eens uit. Welke oplossing(en) vind je nu de beste?

### **Conclusies: eigenschappen van wetenschappelijk onderzoek**

#### Heeft deze proef iets met wetenschap te maken?

De meeste mensen zijn verbaasd als het kraantje begint te lopen en daar een hele tijd mee door gaat. Er lijkt niets te zijn wat er voor zorgt dat het water blijft lopen. In de wetenschap is verbazing heel belangrijk. Als je het niet had verwacht kun je iets nieuws leren, en dat is wat wetenschappers heel belangrijk vinden. Om nieuwe dingen te leren doen ze *onderzoek*. Een manier om onderzoek te doen is nadenken: wat zou er in de flessen zitten, en hoe werkt het? Dan worden er allerlei verschillende oplossingen bedacht.

De meeste wetenschappers vinden natuurlijk hun eigen oplossingen en die van hun vrienden het best. Om uit te vinden welke oplossing echt de beste is moet je ook weer onderzoek doen. Je onderzoekt bijvoorbeeld of een oplossing klopt met hoe de opstelling er uit ziet. Of je denkt goed na: is die oplossing te begrijpen, of is het fantasie? Je kunt de oplossing ook nabouwen, en kijken of hij werkt. Wetenschappers hebben dus allerlei manieren om de beste oplossingen te vinden.

Er is natuurlijk voor deze opstelling maar één oplossing die helemaal goed is. De zie je als je de enveloppen er af haalt.

*(Als je de enveloppen nu nog steeds niet verwijderd hebt leg je de lat wel erg hoog! Laat zien wat er in de flessen zit en projecteer als dat kan de figuur.)*

#### Uitleg

##### *Onderbouw*

De kleur van de vloeistoffen heeft er helemaal niks mee te maken, die was alleen bedoeld om interessant te doen. Het is gewoon water met een kleurtje. Als je een beetje water in de trechter gooit, gaat het niveau in de linker fles omhoog. Er wordt daardoor lucht door de slang naar de rechter fles geduwd, waardoor het water daar ook stijgt. Het buisje van het 'kraantje' is maar smal, dus al gauw stijgt het water omhoog, gaat de bocht om en valt in de trechter. Dan hoef je niet meer bij te gieten, het water dat uit het kraantje komt blijft ervoor zorgen dat het proces doorgaat, meestal tot de rechterfles leeg is. Het water stopt met lopen als het niveauverschil in de flessen even hoog is, of de rechter fles leeg.

##### *Bovenbouw, als je een stapje verder wilt gaan dan het examenprogramma*

Benader: de vloeistof is niet samendrukbaar, de stroming wrijvingsloos en de temperatuur constant. Dan kan de energie van een stukje vloeistof op drie manieren veranderen:

1. Als de snelheid verandert, verandert de kinetische energie,
2. Als de hoogte verandert, verandert de potentiële energie,
3. Als de druk verandert, wordt arbeid verricht.

De wet van behoud van energie kun je schrijven als:  $0 = \Delta E_{kin} + \Delta E_{pot} + W$

Dus per volume-elementje op ieder punt van de kring:  $\frac{1}{2}\rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot h + P = \text{constant}$  ( $\rho$  is de dichtheid van de vloeistof,  $v$  de snelheid op dat punt,  $h$  de hoogte,  $P$  de druk.)

Dit is de wet van Bernoulli (die ook vliegen verklaart als je hem op een gas toepast).

De druk bij het instroom- en uitstroompunt is de atmosferische druk. Pas Bernoulli toe op die punten (en gebruik dat ook de druk in de lucht *binnen* de flessen overal gelijk is) dan blijkt: het *verschil* in hoogte van de vloeistofkolommen links en rechts resulteert in de snelheid van de uitstromende vloeistof.