**Opgesloten kaarsen**

[onderwerpsymbool ME]

[A]

Tijd

5-10 minuten

Bereik

Onderbouw

[inleidend kader]

De demonstratie van een brandende kaars, die uitgaat als hij onder een stolp is gezet, kent iedereen (zie ShowdeFysica deel 1, A03). De demonstratie wordt een stuk leuker als je twee brandende kaarsen met verschillende lengte onder een stolp zet. Een optie is om de demonstratie uit te leggen en de leerlingen te laten voorspellen wat er gaat gebeuren en de demonstratie vervolgens uit te stellen tot de volgende les. De leerlingen overladen de auteur met smeekbeden om de proef toch in dezelfde les te doen.

[eind kader]

[NV14\_Figuur1]

*Figuur 1. In een afgesloten glazen pot staan de twee brandende kaarsen met verschillende lengte.*

**Nodig**

Twee kaarsen van verschillende lengte in een standaard; lucifers; glazen stolp of glazen pot; doekje om het gecondenseerde water van de stolp te verwijderen.

**Voorbereiding**

Zet de kaarsen klaar zodat makkelijk onder de stolp passen en dat de stolp dus eenvoudig te plaatsen is.

**Uitvoering**

Steek eerst één kaars aan.

1. Wat gaat er met de kaars gebeuren als ik die onder de stolp plaats?
2. Plaats de kaars onder de stolp.
3. *Waardoor gaat de kaars uit?*
4. Leg uit dat bij verbranding zuurstof wordt verbruikt en dat er koolstofdioxide en waterdamp ontstaat.
5. *Hoe zag je beide effecten terug in de stolp?*
6. Zorg dat de stolp weer een goede zuurstof verhouding krijgt door even te blazen in de stolp of er mee heen en weer te bewegen.

Je kunt kiezen of je de stappen 7, 8 en 9 dezelfde les of de volgende les uitvoert.

1. Vertel dat je nu twee kaarsen gaat plaatsen van verschillende lengte. Vraag de leerlingen welke het eerste uit zal gaan en een uitleg te geven waarom ze dat denken.
2. Voer de proef uit.
3. *Wat is een verklaring?*
4. Controlevraag: *Leg uit waarom een houtkachel een schoorsteen heeft.*

**Natuurkundige achtergrond**

Er zijn twee mogelijke verklaringen te verzinnen die allebei plausibel zijn.

1. Zonder stroming: Bij de verbranding ontstaan warme waterdamp en koolstofdioxide. De waterdamp condenseert op de wand van de glazen stolp. Het koolstofdioxide heeft een hoge temperatuur en daardoor tijdelijk een lage dichtheid en zal naar boven gaan. Daar hoopt het koolstofdioxide zich op en vormt een laag aan de bovenkant zodat de bovenste kaars als eerste uitgaat. Zuurstof zal zich daarom meer in het onderste deel van de stolp bevinden.
2. Met stroming: Het hete koolstofdioxide stijgt op in de stolp door de lage dichtheid, koelt af en zakt naar beneden na afkoeling er ontstaat een stroming. De stroom komt als eerste weer bij de lage kaars die er dan zuurstof van verbruikt, zodat de hogere kaars relatief zuurstofarmere lucht krijgt. De bovenste kaars zal daarom eerder uitgaan.

Welke verklaring het beste is, kun je uitzoeken met CO2-sensoren en temperatuursensoren onder de stolp. De hoogte van de kaarsen tot bovenkant van de stolp zal wellicht ook invloed hebben op het proces.

**Tips**

* Voor de zichtbaarheid kun je de opstelling op een verhoging plaatsen.
* Na branden met de eerste kaars moet je de binnenkant van de stolp droogmaken vanwege de gecondenseerde waterdamp.
* Leerlingen associëren de rook van de kaars bij het uitgaan met het ontstaan van koolstofdioxide. Dit is echter gasvormig kaarsvet dat sublimeert. Het verdampen van kaarsvet gaat nog even door. Alleen als je heel goed kijkt zie je in het begin, als de ‘stolp’ nog niet over beide kaarsen heen is de stroming. Je ziet de vlam van de bovenste kaars bewegen. Boven in de stolp zie je geen gecondenseerde waterdamp omdat de temperatuur van de bovenkant van de stolp erg hoog is.
* Je kunt bij de demonstraties ook twee keer de tijd opnemen en vragen waar het tijdsverschil door veroorzaakt wordt.