**Vallende kaars**

[onderwerpsymbool Materie en Energie]

[voor icoontjes]

Tijd

5-10 minuten

Bereik

Vanaf klas 4

Begrippen: warmtetransport door stroming, drijven en zinken, gewichtloosheid, verbranding

[inleidend kader]

Het verschijnsel in de proef combineert verbranding met kracht en beweging op een verrassende manier. De proef duurt enkele seconden, aardig is vooral het voorspellen wat er gaat gebeuren en het vinden van een verklaring.

[einde kader]

[44\_PD\_1, onderschrift]

*Waxinelichtje in een gesloten pot.*

**Nodig**Waxinelichtje; grote doorzichtige pot met deksel; druppel lijm; lucifers.

**Voorbereiding**  
Lijm het waxinelichtje op het deksel van de pot. Oefen een paar keer met het laten vallen en weer opvangen van de pot. Leerlingen moeten al te weten hoe drijven en zinken in zijn werk gaat en wat warmtetransport door stroming inhoudt. De verklaring van de proef berust op die principes, op een niet voor de hand liggende manier.

**Uitvoering***Predict*

Steek het waxinelichtje aan en draai de pot op het deksel (de pot staat op zijn kop). De leerlingen kunnen vast vertellen dat het lichtje al gauw uit zal gaan, en dat klopt. Maar wat zal er gebeuren als je de pot met brandende waxinelichtje optilt, en laat vallen?

Zal de vlam feller gaan branden, onveranderd blijven, of juist minder fel branden? En waarom verwacht men dat? Neem wat tijd om de voorspellingen en bijbehorende verklaringen te inventariseren. Probeer het dan uit.

*Observe*

Draai als de vlam uit is de pot van het deksel. Steek het waxinelichtje weer aan, laat een stevig vlammetje opkomen. Draai de pot weer op het deksel, houd hem hoog voor je, en laat hem vallen. Een stukje van een halve meter is voldoende, vang hem dan weer op.

De vlam is uit gegaan. Veel sneller dan eerder, dus niet omdat er onvoldoende zuurstof is. Waarom dan wel?

*Explain*

Bespreek welke van de voorspellingen is of zijn uitgekomen. Evalueer de gegeven verklaringen. Leg zo nodig uit wat natuurkundigen er van denken.

**Natuurkundige achtergrond**

Voor het branden van de vlam is een voortdurende aanvoer van zuurstof nodig. Valt die weg dan stopt de verbranding meteen. Staat het waxinelichtje op tafel, dan wordt de lucht nabij de vlam heet, zet uit zodat de dichtheid afneemt, en stijgt op. De druk bij de vlam neemt af, en nabije zuurstofrijke lucht wordt door de omringende atmosfeer richting vlam geduwd.

De nettokracht op de hete lucht is het verschil tussen het gewicht van die hete lucht en de opwaartse kracht, veroorzaakt door omringende koude lucht. Die opwaartse kracht is gelijk aan het gewicht van eenzelfde volume aan omringende koude lucht. Kortom, hete lucht drijft op koude lucht vanwege het verschil in gewicht (per volume-eenheid) tussen hete en koude lucht.

In vrije val is het gewicht van beide nul, en het gewichtsverschil dus ook. Convectie van hete lucht valt weg, de aanvoer van zuurstof dus ook

**Verder onderzoek**

Zal het waxinelichtje ook uit gaan als je de pot niet laat vallen maar een stukje (rechtstandig) omhoog gooit, en opvangt voor hij naar beneden komt? Gaat een vlam scheef hangen als je ermee de bocht door gaat, en zo ja in welke richting (naar de binnen- of de buitenbocht)? Hoe reageert een vlam op afremmen en optrekken?

**Tips**

Om de pot rechtstandig te laten vallen hou je hem aan weerszijden vast en beweeg je je handen met de val mee. Richt het waarnemen, want het gaat snel: 'Let goed op, gaat de kaars uit bij het opvangen of al daarvoor?' Laat de pot zo nodig verder vallen, en op een kussen of in zand landen.

De vraag waarom het waxinelichtje uit gaat kan in stukjes worden aangepakt, bijvoorbeeld als volgt:

1. Een vlam heeft zuurstof nodig om te branden. Welk proces zorgt voor zuurstoftoevoer?
2. Hete lucht 'stijgt op'. Welk proces zorgt daarvoor?
3. Drijft een kurk in water als de kurk en het water in vrije val zijn? Zinkt een steen dan? Hoe groot is de opwaartse kracht bij vrije val?

[kadertje onderaan]

Deze demonstratie is gebaseerd op experiment 62 uit deel 2 van Walravens (z.j.), ook gepubliceerd in *NVOX* (Walravens, 2011).