

Dit is het begeleidende word-document bij de lesbrief die behoort bij een experiment over het belang van de molverhouding van de beginstoffen bij reacties.

Dit leerdoel wordt op indrukwekkende manier aangetoond door de reactie van een aardgas-zuurstof-mengsel, dat zich in een plastic fles bevindt, tot ontbranding te brengen.

De schrijver voert dit experiment uit na het behandelen van het begrip molair volume. In een les van 45 minuten wordt gedemonstreerd, vullen leerlingen zelf en controleren hun hypothese door het “lanceren”.

Bij welk percentage zuurstof reageert een aardgas-zuurstof-mengsel het heftigst ?

Komt de verhouding van volumepercentages zuurstof en aardgas overeen
met de stoichiometrie bij de reactie tussen methaan en zuurstof ?




Science on Stage België

Jan Scheele – Johan de Witt-gymnasium Dordrecht (NL)



In deze toelichting zijn diverse zaken te vinden:

- 1 De afbeeldingen/inhoud van de dia's in de toelichtende film
- 2 Extra beeldmateriaal
- 3 Correspondentie
- 4 Toestemmingsverklaringen

1 De afbeeldingen/inhoud van de dia's in de toelichtende film

Met de tekst op de dia's heeft u alle informatie om dit experiment zelf uit te voeren. Op de inhoudsdia is te zien op welk moment in de toelichtingsfilm het experiment begint. Dit is ook herkenbaar aan de oranje kleur van de tekst in de film.

De gehele toelichtingsfilm duurt iets meer dan 20 minuten.

De explosies kunnen zeker verantwoord uitgegoerd worden. Lees hiervoor in ieder geval dia 16.

Het belang van de molverhouding

Een indrukwekkend onderzoek naar stoichiometrie
bij de reactie tussen methaan en zuurstof

Science on Stage België
Jan Scheele – Johan de Witt-gymnasium Dordrecht (NL)



1 ★ 00:38

Wat is er te zien ? . . . En te horen !

- Introductie
- Vragen voor leerlingen 4m20s
- Het experiment 5m10s
- Overige bronnen 19m10s



2 ★ 00:30

Introductie

- Kloppend maken, molverhouding en stoichiometrie
- Molair volume
- Aardgas als brandstof
- Methaan in raketten
- Afgelegde afstand
- Decibellen
- Iedereen weet het !



3 ★ 01:19

Benodigheden

- Minimaal vier 0,5 L flesjes Coca Cola o.i.d.
- Dop of stop om de flesjes gasdicht te maken
- Mogelijkheid om af te tekenen op flesjes: bijv. tape, plakband, marker
- Maatcilinder 500 mL
- Aardgas
- Zuurstof
- Gehoorbescherming
- Veiligheidsbril
- Aansteker (keukenmodel)



4 ★ 00:53

En een soort lanceerinstallatie in een grote ruimte. . .



5

★ 00:56

Vragen voor leerlingen – scheikundige concepten

- Wat is de formule van methaan ?
- Geef de (kloppende reactievergelijking) voor de volledige verbranding van methaan ?
- Wat is de ideale massaverhouding zuurstof : methaan ?
- Wat is de ideale volumeverhouding zuurstof : methaan ?
- Is elk mengsel van methaan en lucht explosief ?
- Welke mogelijkheden zijn er om de verbrandingsreactie tussen methaan en zuurstof te versnellen ?
- Waardoor neemt het volume toe bij de verbranding van methaan ?

6

★ 00:33

Vragen voor leerlingen – actuele contexten

- Wat zijn fossiele brandstoffen ?
- Wat is het belangrijkste bestanddeel van aardgas ?
- Wat zit er, naast methaan, in aardgas ?
- Welke apparaten ken je die methaan als brandstof gebruiken ?
- Waarom wordt aardgas (nog) veel gebruikt als brandstof in huizen ?
- Waarom wordt aardgas zo weinig gebruikt als brandstof in auto's ?
- Waarom wil men methaan gebruiken als brandstof in raketten ?
- Hoe komt het dat een raket zich verplaatst ?
- Hoe kun je het volume van een gas meten ?

7

★ 00:23

Bij welk percentage zuurstof reageert een aardgas-zuurstof-mengsel het heftigst ?

Komt de verhouding van volumepercentages zuurstof en aardgas overeen met de stoichiometrie bij de reactie tussen methaan en zuurstof ?



Science on Stage België

Jan Scheele – Johan de Witt-gymnasium Dordrecht (NL)



8

★ 01:13

Nadat leerlingen de juiste verhouding zuurstof : aardgas hadden gevonden, namen ze een film op in 960 fps – beeld, geluid en een explosie. . .



9

★ 00:13

Gas in de plastic fles I: volume bepalen

- Om gedeeltes van de raket-fles in de goede volumeverhouding te kunnen vullen, is het belangrijk om de totale inhoud te weten.
- Aangezien de fles bij aankoop gevuld is met 0,5 L zal dit volume minimaal 500 mL zijn.
- Vul de fles helemaal met water.
- Giet al het water over in een maatcilinder.
- Meet het volume van het water in de maatcilinder.

10

★ 00:25

Het bepalen van het volume van de fles



11

★ 00:55

Gas in de plastic fles II: deelvolumen afmeten

- Om gedeeltes van de raket-fles voor een gedeelte met zuurstof te vullen, is het nodig om op de fles aan te geven welk gedeelte met dat volume overeenkomt.
- Omdat de plastic fles bij het vullen ondersteboven gehouden wordt en we eerst met zuurstof vullen, meten we dit volume af.
- Bereken 20% van het totaal volume van de raket-fles.
- Meet dat volume af aan water (met maatcilinder of weegschaal).
- Vul de fles met dat watervolume.
- Markeer de waterhoogte in het flesje (met tape of stift).
- Herhaal dit proces bij de andere flesjes voor 40%, 60% en 80%.

12

★ 00:57

Het afmeten van het volume zuurstof in de fles



13 01:19

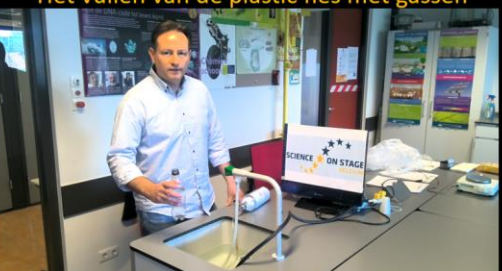
Gas in de plastic fles III: vullen met gassen



- Om met de juiste volumeverhouding te kunnen vullen, is het belangrijk dat er in de toevoerslangen geen lucht zit. Dit kan bereikt worden door ze onder het waterniveau even te laten stromen.
- Vul de raket-fles helemaal met water en hou ondersteboven in een waterbak – hierbij mag de fles niet leeglopen.
- Voeg de slang van de zuurstoftank via de drinkopening de fles in.
- Vul de plastic fles met zuurstofgas tot de maatgrens.
- Vul op soortgelijke wijze de rest van de fles met aardgas.
- Sluit onder water de opening van de fles met de dop of een stop.

14 00:50

Het vullen van de plastic fles met gassen



15 01:51

Het afschieten I: veiligheid



- Zorg dat iedereen die aanwezig is zich bewust is van de kans op gehoorschade.
- Verzeker je ervan dat er niemand kan binnenlopen in de baan van de raket-fles.
- Wees op de hoogte van de aanwezige blusmiddelen.
- Laat iedereen een veiligheidsbril dragen.
- Zorg dat iedereen de vingers in de oren houdt.
- Zet gehoorbescherming op bij degene die de aansteker vasthoudt.
- Verzeker je ervan dat de lanceerinrichting niet kan omvallen.

16 00:54

Het afschieten II: het experiment




- Bedenk hierbij welke grootte je gaat meten om te onderzoeken welke verhouding zuurstof : aardgas het meest explosief is.
- Leg het meetlint/de decibelmeter klaar.
- Let op de veiligheid.
- Zorg voor een duidelijke taakverdeling.
- Leg het raket-flesje in/op de lanceerinrichting.
- Haal de dop/stop van het flesje af.
- Hou een brandende aansteker bij de opening.
- Kies voor een keukenaansteker, zodat iedereen geniet...

17 00:47

20% zuurstof en 80% aardgas



18 00:38

40% zuurstof en 60% aardgas



19 00:25

60% zuurstof en 40% aardgas



20 00:15

80% zuurstof en 20% aardgas



21 ★ 00:27

De resultaten

- De afgelegde afstand is sterk afhankelijk van de lanceeropstelling (hoek/hoogte) – zorg in ieder geval voor 20 meter lengte.
- Reproduceerbaarheid is in het algemeen een probleem bij deze proef.
- Heel belangrijk hierbij is dat het vullen met gasen een zekere onnauwkeurigheid kent.
- Daarnaast krijgt het raket-flesje niet altijd dezelfde richting mee bij de explosie.
- De verplaatsing van de vlam en schokgolf hangen waarschijnlijk af van de toevallige manier van het aansteken.
- De geluidsterkte is in theorie afhankelijk van de plaats van de decibelmeter. In de praktijk blijkt het gevoel voor de heftigheid van de knal bij de toehoorders betrouwbaarder dan een apparaat. Leerlingen die hun telefoon gebruiken als decibelmeter, halen zeker 100 dB.
- Met zwaardere flesjes (bijv. Dopper) is het experiment minder spectaculair (kleine afstand)
- Met lichtere flesjes (goedkope waterfles) krijg je zeker geen rechte baan (vervormt te makkelijk).
- Maar elk meetpunt hoeft maar één keer gedemonstreerd te worden om alle leerlingen duidelijk te maken hoe belangrijk het is om de juiste molverhouding van de beginstoffen te hebben.
- Het experiment met 60% zuurstof en 40% aardgas in het flesje reageert het snelst.

22 ★ 01:08

Onverwacht ?

- Als er slechts 20% zuurstof in de fles zit:
- De methaan brandt uitsluitend bij de opening.
- Het plastic bij de opening is verkleurd.
- Als er 40% zuurstof in de fles zit:
- De methaan brandt in de fles - geen explosie.
- De binnenkant van de fles is zwart geworden.
- Als er 60% zuurstof in de fles zit:
- Het flesje is onveranderd na de explosie.
- Naast de waarnemingen van de knal en het weggeschoten flesje voelt dit ook warm aan.
- Als er 80% zuurstof in de fles zit:
- Dan lijken de resultaten op die van 60%.
- Maar allemaal net wat minder heftig.



23 ★ 00:54

Twee experimenten vanuit een andere hoek



24 ★ 00:43

Overige bronnen

- Science on Stage België heeft aanvullende informatie: een word-document met een beschrijving en een film waarin extra's te zien zijn.
- Op internet is dit experiment te vinden met de zoektermen:
- royal society chemistry methane rocket



25 ★ 00:44

De afsluiter



26 ★ 00:59

zuurstof: aardgas = 2:1 in de eerdere opstelling



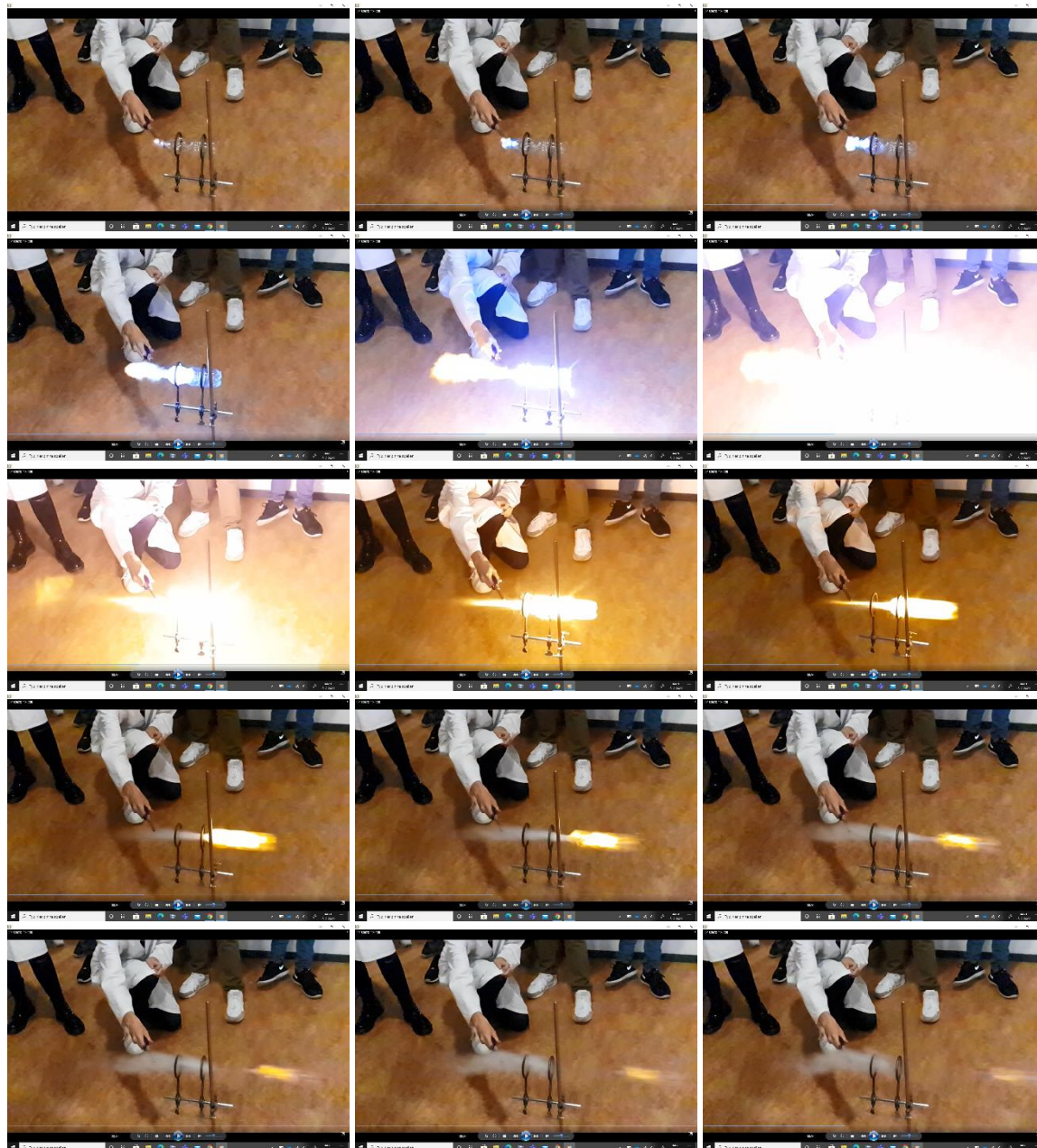
27 ★ 00:12



28 ★ 00:02

2 Extra beeldmateriaal

Hieronder zijn de meest interessante printscreens te zien van een film in 960 fps.



En de nadelen van een ander soort raket-fles.

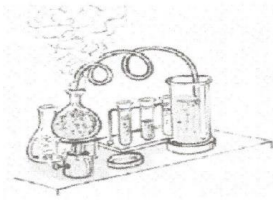
De korte vlucht na lancering van een “zwaar” flesje:

De mislukte vlucht na zwabberlancering van een “licht” flesje

3 Correspondentie:

Jan Scheele is bereikbaar via mailadressen j.scheele@jdw.nl en DoChem@live.nl

Science on Stage België heeft de website <https://scienceonstage.be/> met mail directscienceonstage@gmail.com



4 Toestemmingsverklaringen:

Deze zijn in het bezit van Science on Stage.