

**Gaswetten: succesvoller experimenten in een les integreren.**

Anbergen Bernadette en Moreau Francis,



Het doel van praktisch werk” is leerlingen leerervaringen te laten opdoen: begrijpen door observeren en onderzoeken.

“Er is geen materiaal in mijn school”, “mijn klas is niet georganiseerd om experimenten uit te voeren”, zijn geen excuses om de leerlingen niet praktisch aan het werk te zetten.

Hoe kunnen we een courant en eenvoudig experiment in een les inschakelen zodat het leren en begrijpen van theoretische leerinhouden effectief wordt ondersteund?

1. Belangstelling voor het onderwerp wekken.

Aanzetten tot het opbouwen van een logische redeneermethode

*Gebruik een spuitje van 60 ml. Trek de zuiger halfweg. Gebruik eventueel een dopje (bv. verbinding tussen een spuitje en een bakster.)*

*Vraag: Hoe kan je het volume van de lucht in het spuitje veranderen?*

Antwoord: .....  
.....  
.....  
.....

*Laat de leerlingen een paar minuutjes om te antwoorden. Schrijf eventueel de ideeën op het bord.*

2. Het onderwerp verhelderen.

Eén parameter tegelijk veranderen!

a. Volume is afhankelijk van de druk.

Uitgevonden door Boyle (1662) en aangevuld door Mariotte (1670).

Hoe ging Boyle te werk?

In een J-vormige buis, heeft Boyle kwik gegoten, en lucht opgesloten door de korte kant te sluiten.

Later, goot hij meer kwik in de buis.

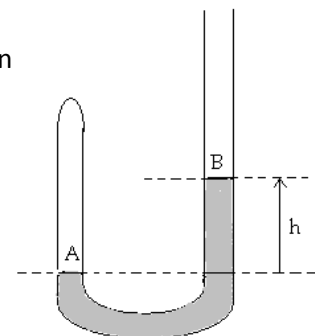
Hoe meer kwik, hoe groter de druk op de lucht en hoe kleiner het volume lucht V.

$$P = p_{atm} + \rho gh$$

Hij stelt vast dat  $p \cdot V = cte$



Het gebruik van kwik in de klas is verboden en er is ongeveer 13 maal meer water nodig om dit soort experiment uit te voeren.  
Hoe kunnen we dit experiment dan toch uitvoeren?  
Bij diepzeeduiken!



Hoe zouden jullie dat aanpakken?

(Als je weet dat de druk met stijgende diepte toeneemt...)

Een diepzeeduiker heeft een gesloten spuitje met lucht gevuld gebruikt en heeft foto's gemaakt op verschillende dieptes in de zee, bij Spanje.

(NB: buiten temperatuur: +/- 23°C; op 30 m diepte, temperatuur: +/- 18°C)

zie website: <http://www.scienceonstage.be/experimenten.html>

onder "wet van Boyle en Mariotte", in fysica:

<http://www.scienceonstage.be/Experience%20physique/fys%20ndls/Wet%20van%20Boyle%20en%20Mariotte%20nl.pdf>

Bekijk de 7 foto's. Bepaal het lucht-volume in het spuitje; bereken de druk uitgeoefend op de zuiger (dus op de lucht in het spuitje). Trek de conclusies  
Maak een grafiek. Discussieer de resultaten. (Is er slechts een parameter veranderd?)

b. Volume is afhankelijk van de temperatuur.

Ontdekt door Gay-Lussac (1802): "Tussen 0°C tot 100°C, zetten al de gassen die aan een gelijke druk zijn onderworpen, bij eenzelfde temperatuurstijging evenveel uit. Voor een volume van 100 eenheden bij 0°C, zet het volume uit tot 137 eenheden bij 100 °C"

\*Bevestig een luchtballon op een glazen fles (één liter). De ballon moet plat gedrukt zijn. Dompel de fles in een emmer met heel warm water.

Wat verwacht je?

Na een tijdje zie je de ballon opzwellen.

\* Bevestig op een glazen fles (1/4 liter) een doorboorde stop en steek door de stop een plastieken slang van 2 m, half gevuld met gekleurd water,  
of

\*Gebruik een spuitje van 60 ml, aan een baxter slang van 2 m bevestigd. (Snij de druppelaar van de slang). Vul de slang voor de helft met gekleurd water.

Dompel het spuitje (of de fles) in een emmer met warm water.

Het niveau verschil van het water in de slang moet wel steeds hetzelfde zijn (waarom?)

Wat verwacht je?

Bekijk wat er gebeurt!

Dit experiment kan met verschillende temperaturen van het water uitgevoerd worden; laat dit eventueel door verschillende groepen doen. Verzamel de resultaten en vergelijk. Maak eventueel een grafiek. Je kunt ook de uitzettingscoëfficiënt bereken ( $\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \theta$ )

c. Druk is afhankelijk van de temperatuur.

Uitgevonden door Charles (1787), maar door Gay-Lussac geformuleerd.

Gebruik een spuitje van 60 ml, aan een baxter slang van 2 m bevestigd. (Snij de druppelaar van de slang). Vul de slang voor de helft met gekleurd water.

Dompel het spuitje in een emmer met warm water.

Aan de kant van het spuitje moet het water niveau in de slang steeds op dezelfde plaats blijven.

Wat moet je doen met de andere kant van de slang?

Meet het verschil van de hoogte van het water. Bereken het drukverschil.

Dit experiment kan met verschillende temperaturen van het water uitgevoerd worden; laat dit eventueel door verschillende groepen doen. Verzamel de resultaten en vergelijk. Je kunt ook de uitzettingscoëfficiënt bereken ( $\Delta p = \rho_0 \cdot \beta \cdot \Delta \theta$ ).

d. Volume is afhankelijk van de hoeveelheid gas.

Er zijn verschillende manieren om dit aan te tonen:

Koppel, onder kamer temperatuur en atmosferische druk, 2 spuitjes aan elkaar, bv de ene met 30 ml lucht en de andere met 20 ml lucht. . Druk op ene zuiger. De lucht vloeit van één spuitje naar het andere en het totale volume wordt 50 ml. Temperatuur en druk zijn hetzelfde gebleven.

3. Toepassingen

a. Atmosferische druk bestaat.

Gebruik de 2 halve bollen van Maagdenburg, een handpompje om de lucht uit de wijnflessen te zuigen ("vacuvin pomp", in de keukengereiwinkels te koop; +/- 10 €) met bijpassende stoppen. Vervolgens de halve bollen, bekijk hoe de stop op de bol te bevestigen, bv, via een rubberen slang of de aansluiting van de vacuümpomp in het lab)



Plaats de 2 halve bollen op elkaar. Zuig met het pompje, de lucht uit de bollen (minstens 20 keer pompen).

Probeer de 2 bollen uitelkaar te trekken...

Verklaar wat er gebeurt.

(De hoeveelheid lucht vermindert, dus de druk vermindert in de bollen, ...)

b. Atmosferische druk is afhankelijk van de hoogte.

Als je op vakantie gaat in de bergen, zie je in de winkels dat voeding in MAP (=gemodificeerde atmosfeer verpakking) opzwellt. Dit is nog meer zichtbaar met een pakje chips, dat je mee neemt op wandeltocht in de hoogte.



Neem een PET fles mee op wandeltocht in de hoogte (frisdrank opdrinken... lege fles gebruiken). Sluit de fles goed af. Breng ze mee naar huis.

Dit kan ook uitgevoerd worden met een spuitje van 60 ml. Trek de zuiger tot het maximum, en sluit goed af met het dopje.

Zie hoe het volume is verminderd.

Hoe hoger, hoe meer het volume vermindert.

Leg uit waarom!

c. Een ei in een fles.

Dit welbekende experiment wordt vaak niet goed uitgevoerd (Gebruik van een brandende lucifers in een fles doen). Daar komt bij dat het gekokte ei in de fles ontploft. Je vervuult de fles, en het voedsel wordt verknoeid.

Het volgende experiment is natuurlijk herbruikbaar.

Gebruik een glazen fles met een brede hals (bv, een tomaten saus fles van Panzani), een stop van een waterfles die je open en dicht kan maken door op de stop te drukken, een luchtballon, zeer warm water. (Eventueel een klein touwtje.)

Hou de ballon op de fles en blaas de ballon lichtjes op totdat de fles net dicht is. Sluit de ballon af met de stop. Maak het touwtje vast aan de stop.

Giet warm water in de fles, en maak de fles goed warm. Giet de fles leeg. Plaats de opgeblazen ballon op de hals van de fles. Laat afkoelen (giet eventueel koud water over de fles). De temperatuur daalt; de druk in de fles vermindert. De atmosferische druk is groter en de ballon wordt in de fles geduwd.

Gebruik het touwtje om de stop los te maken en de ballon uit de fles te halen.



d. In de vliegtuig doen mijn oren pijn...

Maak aan de open kant van een proefbuisje een stukje luchtballon met een elastiekje vast.

Stop het proefbuisje in een PET fles. Sluit de fles met een stop met een afsluitbare opening<sup>1</sup>, of met een speciaal pompje om de druk in een frisdrankfles te behouden (Fizz keeper JOCARI pomp).

Pomp wat lucht in de fles (weinig) en observeer wat er met het vlies gebeurt.

Of stop het proefbuisje in een glazen fles (ahornsiroop fles) en sluit af met de stop van de vacuüm pomp. Pomp lucht uit de fles en observeer.

Zo gebeurt het met het trommelvlies. Het trommelvlies sluit het binnenoor af.

Als je in een vliegtuig zit, naarmate dat het stijgt, vermindert de luchtdruk. (+/- 800kPa) Het trommelvlies wordt bol. Dus, is het pijnlijk.

Om dit te verhinderen, moet je doorslikken, of, terwijl je je neus afsluit, in de neus blazen.

Het binnen oor is met de neus en de keel verbonden via een buisje: de Eustachiusbuis. Die is, rond om heen, afgesloten met een spier. Wanneer je doorslikt, ontspant de spier en kan de lucht via de buis in het binnenoor de druk regelen.

e. Hoe zwaar is lucht?

Gebruik een klein spuitje (5 of 10 ml). Trek de zuiger op tot 5 of 10 ml. Maak het

<sup>1</sup> Neem een stop van een PET fles. Gebruik een ventiel van een fietsband; rubber afknippen op 2 mm van het ventiel. Boor een gaatje in het midden van de stop, zodat je het ventiel er doorheen kan schuiven. Eventueel, maak de ventiel vast aan de andere kant van de stop met een schroefje. Gebruik een fietspomp om de fles op te pompen.

spuitje dicht, bv met een schroefje (goed vast draaien) of brand het uiteinde dicht. Doe het spuitje in een PETfles van 1/2 l. Sluit de fles met een stop met een afsluitbare opening, of met een speciaal pompje om de druk in een frisdrankfles te behouden (Fizz keeper pomp).

Weeg de fles met een elektronische balans.

Als je lucht in de fles pompt (zelfde volume en temperatuur), stijgt de druk in de fles, maar ook in het spuitje. Dus wordt het volume lucht in het spuitje kleiner.

Als het volume van het spuitje met de helft is verminderd, is de druk (in het spuitje en in de fles) verdubbeld.

Als de druk verdubbelt, dan heb je dezelfde hoeveelheid (1/2 liter) lucht (op atmosferische druk) erbij in de fles gedaan.

Weeg opnieuw de fles. Dan weet je hoeveel een halve liter lucht weegt.



f. Wanneer kookt een vloeistof?

Iedereen weet dat water begint te koken wanneer de temperatuur van het water gelijk is aan 100 °C...

Gebruik een niet te grote glazen fles (BV van 1/4 of 1/2 liter).

Verhit wat water tot +/- 75 °C. Giet het water in de fles (max. 1/3 van de hoogte).

Meet de temperatuur.

Doe de stop van de vacuümpomp op de fles, en zuig lucht en waterdamp uit de fles.

Wat zie je?

(Er ontstaan bellen. Wat zit er in die bellen? Wanneer kunnen ze tot aan het oppervlak komen?)

Pak de fles onderaan vast met een siliconen handschoen. Giet koud water op de hals van de fles. De temperatuur van lucht en waterdamp daalt. Wat ontdek je? Neem na een tijdje, de stop van de fles af en meet opnieuw de temperatuur. Wat ontdek je?

Wat uitleg:

In het begin, zie je kleine bellen van de bodem van de fles naar boven stijgen. Wat zit er in die bellen?

(Waterdamp)

De druk in de fles, duwt op het water en overall in de vloeistof (Wet van Pascal). De bellen zijn samen geperst en waterdamp wordt opnieuw water.

Als de druk daalt, worden de moleculen water van elkaar gezogen en er ontstaan bellen. De druk op het water is gelijk aan de druk in de bellen die naar boven komen. De waterdamp kan tot aan de oppervlakte komen: het water kookt.

Deze druk wordt verzadigde dampdruk genoemd. Het is afhankelijk van de temperatuur.

Volgens de tweede wet van Gay-Lussac, zakt de druk als de temperatuur daalt.

Dus is het mogelijk om water te laten koken op een heel lage temperatuur.

Omgekeerd, als de druk stijgt, verhinder je het koken.

Dus, in een snelkookpan, wordt de vloeistof in damp omgezet, waardoor de druk stijgt. Het koken houdt op, en de temperatuur kan dan nog verhoogd worden. De pannen zijn gemaakt zodat de temperatuur tot 120 °C kan stijgen zonder te koken. Het voedsel is vlugger gaar.

Maar je hoge drukpan kan wel ontploffen als ze niet goed is gemaakt ☺.

Bibliographie

<http://www.chemheritage.org/discover/media/magazine/articles/30-1-full-boyle.aspx>

<http://philippe.boeuf.pagesperso-orange.fr/robert/physique/pression-altitude.htm>

Les physiciens classiques et leurs découvertes, Emilio Segré, Ed. Fayard, 1983

Physique, Hecht, Ed Deboeck

Elements de physique, Delaruelle et Claes ; Ed. Wesmael-Charlier, 1985