**Krachtige ballon**

[subtitel] Een meting die verrassend blijkt

[onderwerpsymbool MS]

[B]

Tijd

5-10 minuten

Bereik

Bovenbouw

[inleidend kader]

Alle leerlingen hebben wel eens een ballon opgeblazen. Bij wat er in de ballon gebeurt hebben ze meestal niet stilgestaan. In deze demonstratie laat de docent zien dat er in de ballon allerlei processen spelen en dat je door metingen ‘onverwachte’ resultaten kunt vinden.

[eind kader]

[NV17\_figuur\_1]

*Figuur 1. De ballon op de elektronische balans die aangesloten is op de computer. Je kunt zo een grafiek tonen met de waarde die de balans aangeeft.*

**Nodig**

Ballon; elektronische balans met usb uitgang (Adam-balans of andere digitale balans); computer met Coach 7 (of digitale balans met camera erop gericht); transparante standaard om de ballon in te klemmen.

**Voorbereiding**

Zet de balans aan met de standaard voor de ballon erop. Zet de balans desgewenst op 0,00 g met de ‘tare’ knop. Meten met twee metingen per seconde.Blaas de ballon op en plaats deze direct in de standaard op de balans.

**Uitvoering**

1. Leg de leerlingen uit hoe de demonstratie in zijn werk gaat.
2. *Voorspel wat de balans zal gaan aanwijzen en waarom.*
3. Voer de meting uit.
4. Laat met de grafiek zien dat in de eerste twee minuten de massa van de ballon sterk stijgt.
5. *Wat kan een verklaring zijn?*
6. Geef de uitleg van de demonstratie.
7. Controlevragen: *Waardoor wordt een voorwerp zwaarder als je het* ***uit*** *het water tilt? Waardoor heeft een luchtballon meer opwaartse kracht als de lucht in de luchtballon warmer is? Wat zijn de druk en temperatuur in de ballon vóór start van de proef (net na opblazen) en na het bereiken van de evenwichtsmassa?*

[NV17\_figuur\_2]

*Figuur 2. Verandering van de massa door het afkoelen van de ballon.*

**Natuurkundige achtergrond**

Op de ballon werken twee krachten. Een opwaartse kracht omhoog en de zwaartekracht omlaag. In een opgeblazen ballon is de temperatuur van de lucht ongeveer 37 °C. Dat is lucht met een hogere temperatuur dan de lucht buiten de ballon. De lucht in de ballon zal afkoelen door warmteafgifte naar de omgeving. Bij een lagere temperatuur van de lucht hoort een lagere druk. Het volume van de ballon zal afnemen.

Omdat de opwaartse kracht evenredig is met het volume van de ballon, zal deze kracht kleiner worden. De balans zal dus meer gaan aanwijzen. De verandering van massa is in de orde van een paar tienden van grammen en goed te meten met een elektronische balans. Een indicatie van het verschil in volume vind je met de formule voor opwaartse kracht:

Met een verschilmassa van 0,20 g, rekenen we uit dat de volumevermindering van de ballon 150 mL is. Onze ballon met een ‘straal’ van 10,0 cm heeft een volume van ongeveer 4,2 L. De straal van de ballon met een volume van 4,05 L is 9,99 cm. Deze volumeverandering is niet met het blote oog waar te nemen.

Het effect is het sterkst waar te nemen net na het opblazen. Na een paar minuten is de evenwichtsmassa bereikt en is de druk in de ballon gelijk aan de buitenluchtdruk plus de druk van de ballon. De temperatuur van de lucht in de ballon is dan gelijk aan de omgevingstemperatuur.

**Tips**

* Naast de grafiek kun je ook de waarde van de massa op een scherm tonen. Film of maak een foto met een FLIR-C5-camera om aan te tonen dat de temperatuur van de ballon hoger is dan de buitentemperatuur. Verwarm (de lucht in) de ballon desgewenst met een föhn om het effect sterker te maken. Plaats de ballon op een koker of op een beker voor betere ondersteuning tegen bewegen door luchtstromingen en dergelijke.
* Tip van een tester: werk in een tochtvrije ruimte.

[gekleurd\_kader]

Een uitgebreide analyse en meer leuke demonstraties met opgeblazen ballonnen zijn te lezen in: Brouwer, R. (2012).

[eind\_gekleurd\_kader]

**Bron:** Brouwer, R. (2012), *Ballonnen,* NVOX 37, nr. 8, 2012