

De wet van Boyle-Mariotte



Physics

Mechanics

Mechanics of liquids & gases

Physics

Thermodynamics

Kinetic gas theory & gas laws

Chemistry

General Chemistry

Stoichiometry



Strengheid

licht



Groepsgrootte

1



Vorbereiding

10 Notulen



Implementatietijd

10 Notulen

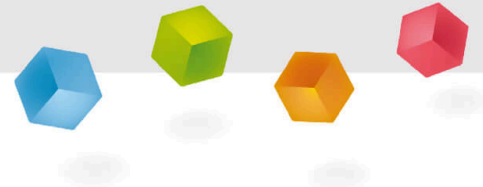
This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/619cbefa0a7f13000382d947>

PHYWE

Informatie voor de leraar



Toepassing

PHYWE



Proefopstelling voor het onderzoek van de wet van Boyle-Marriote

De wet van Boyle-Marriotte is genoemd naar de natuurkundigen Robert Boyle en Edme Mariotte. Zij ontdekten de wet onafhankelijk van elkaar.

De wet zegt dat de druk van een ideaal gas bij constante temperatuur en hoeveelheid stof omgekeerd evenredig is met het volume.

$$p \sim \frac{1}{V}$$

Als je de druk op een ideaal gas verhoogt, wordt het volume kleiner. Als je de druk weer verlaagt, zet het uit.

$$p \cdot V = \text{const.} \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

Extra informatie voor leerkrachten (1/2)

PHYWE

Voorkennis



De leerlingen moeten al basiskennis hebben opgedaan over druk en volume.

Principe



Het principe dat bij dit experiment werd ontwikkeld, staat ook bekend als de wet van Boyle-Mariotte. Het is gebaseerd op het feit dat de druk uitgeoefend door een ideaal gas bij constante temperatuur omgekeerd evenredig is met het volume. Grafisch gezien stoten de moleculen van het gas elkaar bij constante temperatuur sterker af als het volume wordt verkleind.

Andere informatie voor leerkrachten (2/3)

PHYWE

Leerdoel



Met behulp van een U-buis, gemaakt van een slang en glazen buizen, moeten de leerlingen bewijzen dat voor een gesloten hoeveelheid gas het product van druk en volume een constante is.

Taken



Daartoe moeten zij het hoogteverschil meten tussen de waterniveaus wanneer de overheersende druk verandert en het verband illustreren door berekeningen en grafische voorstellingen.

Andere informatie voor leerkrachten (3/3)

PHYWE

Opmerkingen

- Numeriek is de luchtdruk in hPa gelijk aan de specificatie in $mbar$. De indicatie in hPa of N/m^2 komt overeen met het SI-stelsel: $1 Pa = 1 N/m^2$.
- Het resultaat $p \cdot V = const.$, de verklaring van de wet van Boyle-Mariotte, geldt alleen bij constante temperatuur (b.v. constante kamertemperatuur).
- Het hoogteverschil tot de vloer moet in beide gevallen absoluut worden benut. Pas dan worden de druk- en volumeveranderingen groot genoeg om de wet van Boyle-Mariotte echt te bewijzen.
- De atmosferische druk p_0 moet door de leerlingen zelf van een bestaande barometer worden afgelezen of door de leraar worden gegeven. Indien geen van beide mogelijk is, wordt de waarde van $p_0 = 1013 hPa$ worden gespecificeerd.

Veiligheidsvoorschriften

PHYWE



De algemene instructies voor veilig experimenteren in de wetenschapslessen zijn van toepassing op dit experiment.

PHYWE



Informatie voor de studenten

Motivatie

PHYWE



Voorband van een fiets

Om een band van een fiets op te pompen, vul je de binnenband van de band met lucht met behulp van een pomp. Deze binnenband heeft een bepaald maximum volume en na een bepaald punt wordt het merkbaar moeilijker om meer lucht in de band te pompen, naarmate de druk in de band blijft stijgen. De druk neemt toe omdat het volume van de band beperkt is en de lucht moet worden samengeperst. Voordat dit gebeurt, moet het volume in de pomp echter zo sterk worden samengedrukt dat de stroomdruk in de band achter de klep wordt overschreden.

In deze proef onderzoek je het verband tussen de druk en het volume van een gas.

Taken

PHYWE



In deze proef bestudeer je de zogenaamde wet van Boyle-Mariotte.

Daartoe wordt de druk veranderd op een volume lucht dat in een U-buis is ingesloten en wordt de resulterende verplaatsing van de vloeistofkolommen gemeten.

Benodigdheden

Positie	Materiaal	Artikelnr.	Hoeveelheid
1	PHYWE statiefvoet, deelbaar, voor 2 stangen, d ≤ 14 mm	02001-00	1
2	Staafl, roestvrij staal, l = 600 mm, d = 10 mm, tweedelig, schroefbaar	02035-00	1
3	Staafl, roestvrij staal, l = 250 mm, d = 10 mm	02031-00	1
4	Glazen buizen, d = 8 mm, l = 250 mm, 10 stuks	36701-68	1
5	PVC-slang, inwendige d = 7 mm, lopende m	03985-00	2
6	Glasbuis houder met meetlint klem	05961-00	1
7	Laboratoriumbeker, kunststof (PP), 100 ml	36011-01	1
8	Injectiespuit, 20 ml, LUER, 100 stuks	02591-10	1
9	Dummy tuit (rubber dop), 20 stuks	43903-01	1
10	Meetlint, l = 2 m	09936-00	1
11	Schuifmaat, kunststof	03011-00	1

Opbouw (1/4)

PHYWE

Verbind de twee helften van de statiefvoet met de 250 mm lange statiefstang en bevestig ze op hun plaats.

Schroef de gedeelde 600 mm lange staaf in elkaar.

Plaats de 600 mm lange staander in de voorste helft van de statiefvoet en schroef hem vast.



In elkaar zetten van de statiefbasis



Samenstellen van de staander



Bevestiging met behulp van de schroef

Opbouw (2/4)

PHYWE



Bevestig de glasbuis houder aan de staander

Klem de glasbuis houder op de staander.

Klem vervolgens het meetlint in de glasbuis houder.



Bevestig het meetlint aan de glasbuis houder

Opbouw (3/4)

PHYWE



Structuur van de U-buis

Maak een U-buis met de glazen buizen en de siliconenslang. De lengte van de U-buis moet meer dan 1,5 m bedragen.

- Bevestig de U-buis zo hoog mogelijk aan de staander.
- Gebruik zo nodig wat glycerine om de glazen buizen met de slang te verbinden.

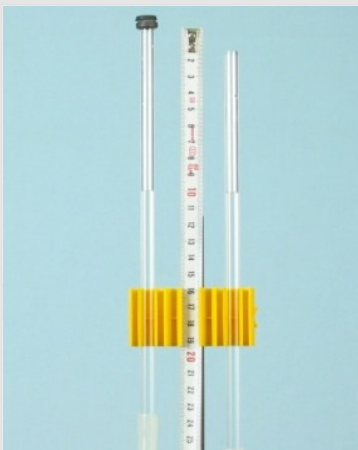
Vul de U-buis met water met behulp van de injectiespuit (zonder de plunjer, als trechter) totdat de twee glazen buisjes voor de helft gevuld zijn.



Vul de U-buis met water

Opbouw (4/4)

PHYWE



Zet de rubberen kap op de U-buis

Plaats een rubberen kap stevig op de linker glazen buis.

Stel de U-buis zo af dat het water in beide poten weer op hetzelfde niveau staat.

Markeer het waterniveau in de linker glazen buis met een viltstift.



Markeren van het waterpeil

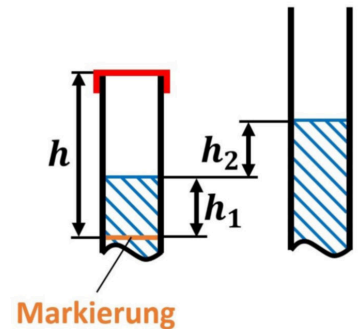
Uitvoering (1/3)

PHYWE



Metten van de
binnendiameter d_i

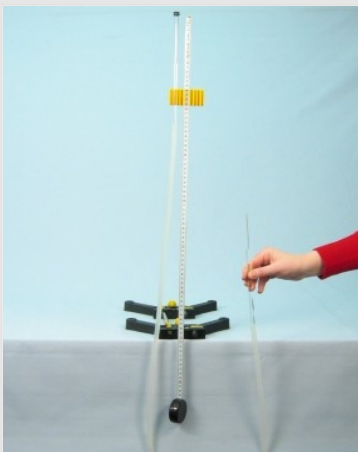
- Meet de binnendiameter d_i van de glazen buizen met de schuifmaat.
- Meet de luchtdruk p_0 of laat je leraar je die geven. Stel die zo nodig in op $p_0 = 1013 \text{ hPa}$.
- Meet de hoogte h van de luchtkolom boven de markering in de linker glazen buis.
- Noteer de gemeten waarden in het rapport.



Het meten van de
hoogte h van de
luchtkolom

Uitvoering (2/3)

PHYWE



Verlagen van de rechter
glazen buis

Drukverlaging in het gesloten volume:

- Neem de rechter glazen buis uit de houder en laat hem geleidelijk op de grond zakken.
- Noteer voor elke hoogte h_1 (afstand van het waterniveau in de linker glazen buis tot de markering) de hoogte h_2 (afstand tussen de waterniveaus in de rechter en de linker glazen buis).
- Meet 6 paar waarden en noteer ze in tabel 2 van het rapport.

Uitvoering (3/3)

PHYWE



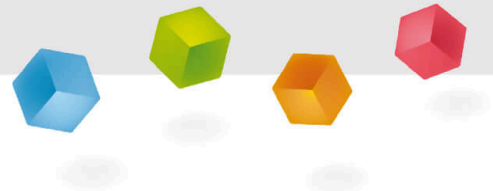
Laten zakken van de linker glazen buis

Drukverhoging in het gesloten volume:

- Bevestig de rechter glazen buis weer in de houder, neem de linker eruit en laat hem, net als de rechter, stap voor stap zakken tot op de grond.
- Noteer nogmaals voor elke hoogte h_1 (afstand van het waterniveau in de linker glazen buis tot de markering) de hoogte h_2 (afstand tussen de waterniveaus in de rechter en de linker glazen buis).
- Meet opnieuw 6 paar waarden en voer ze in tabel 3 van het rapport in.

PHYWE

Meetrapport



Tabel 1

PHYWE

Noteer eerst je gemeten waarden voor de experimentele constanten in de vakjes hiernaast.

$h =$		$\rho =$
$d_i =$		$n =$
$p_0 =$		$p_a =$

Opmerkingen bij tabel 2 & 3:

Bereken het volume V van het ingesloten gasvolume volgens:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot (h + h_1) \quad \text{met } r = \frac{d_i}{2}$$

(+ voor drukverlaging, – voor drukverhoging)

Bereken de druk p in het afgesloten gasvolume volgens:

$$p = p_0 \mp h_2 \cdot g \cdot \rho \quad \text{met } g = 9,81 \frac{m}{s^2}, \rho = 1 \frac{g}{cm^3}$$

(– voor drukverlaging, + voor drukverhoging)

Tabel 2 (Drukverlaging)

PHYWE

$h_1 [cm]$ $h_2 [cm]$ $V [cm^3]$ $p [hPa]$ $p \cdot V [hPa \cdot cm^3]$

Noteer je metingen voor het deel van het experiment met de drukvermindering in de tabel hiernaast.

Bereken de bijbehorende drukken en volumes. Bepaal voor elk paar gemeten waarden het product $p \cdot V$ om zo de tabel compleet maken.

Tabel 3 (Drukverhoging)

PHYWE

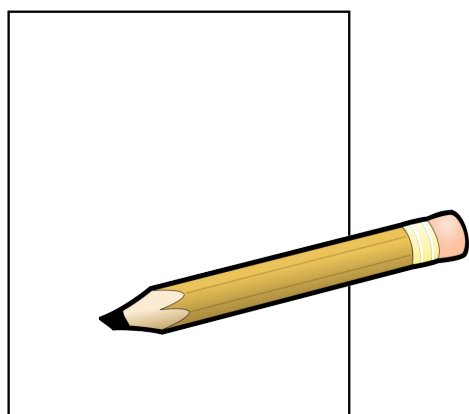
 $h_1 [cm]$ $h_2 [cm]$ $V [cm^3]$ $p [hPa]$ $p \cdot V [hPa \cdot cm^3]$

Noteer uw metingen voor het deel van het experiment met de drukverhoging in de tabel hiernaast.

Bereken de bijbehorende drukken en volumes. Bepaal voor elk paar gemeten waarden het product $p \cdot V$ om zo de tabel compleet maken.

Taak 1

PHYWE



Neem nu een vel papier en maak er een grafiek op.

In deze grafiek is de druk p (y -as) uitgezet als functie van het volume V (x -as).

Taak 2

PHYWE

Beschouw het verloop van de resulterende kromme voor de grafiek van de paren waarden van druk p en volume V . Als wat voor functie kan deze kromme beschreven worden?

☐ Een exponentiële functie.

☐ Een lineaire functie.

☐ Een constante functie.

☐ Een parabolische functie.

✓ Kijk op

Taak 3

PHYWE

Beschouw de waarden voor $p \cdot V$ in de tabellen 2 en 3, wat kun je vaststellen?

☐ De producten van p en V nemen gestaag af.

☐ De producten van p en V nemen gestaag toe.

☐ De producten van p en V zijn altijd hetzelfde.

✓ Kijk op

Taak 4

PHYWE

Geef de relatie tussen p en V in een formule.

☐ $p \cdot V = \text{const.}$

☐ $p \cdot V = m \cdot g \cdot h$

☐ $p \cdot V = \rho \cdot g \cdot h$

☒ Kijk op

Taak 5

PHYWE

De temperatuur werd in dit experiment niet gewijzigd. Welk ander verband kun je uit de vorige opgave afleiden voor een gesloten volume gevuld met gas?

☐ $p \sim 1/V$

☐ $p_1/p_2 = V_1/V_2$

☐ $p_1/p_2 = V_2/V_1$

☒ Kijk op

Dia	Score / Totaal
Dia 23: Type functie	0/1
Dia 24: Verband tussen p en V	0/1
Dia 25: Formule p en V (1)	0/1
Dia 26: Formule p en V (2)	0/2

Totaal  0/5 Oplossingen Herhaal Tekst exporteren