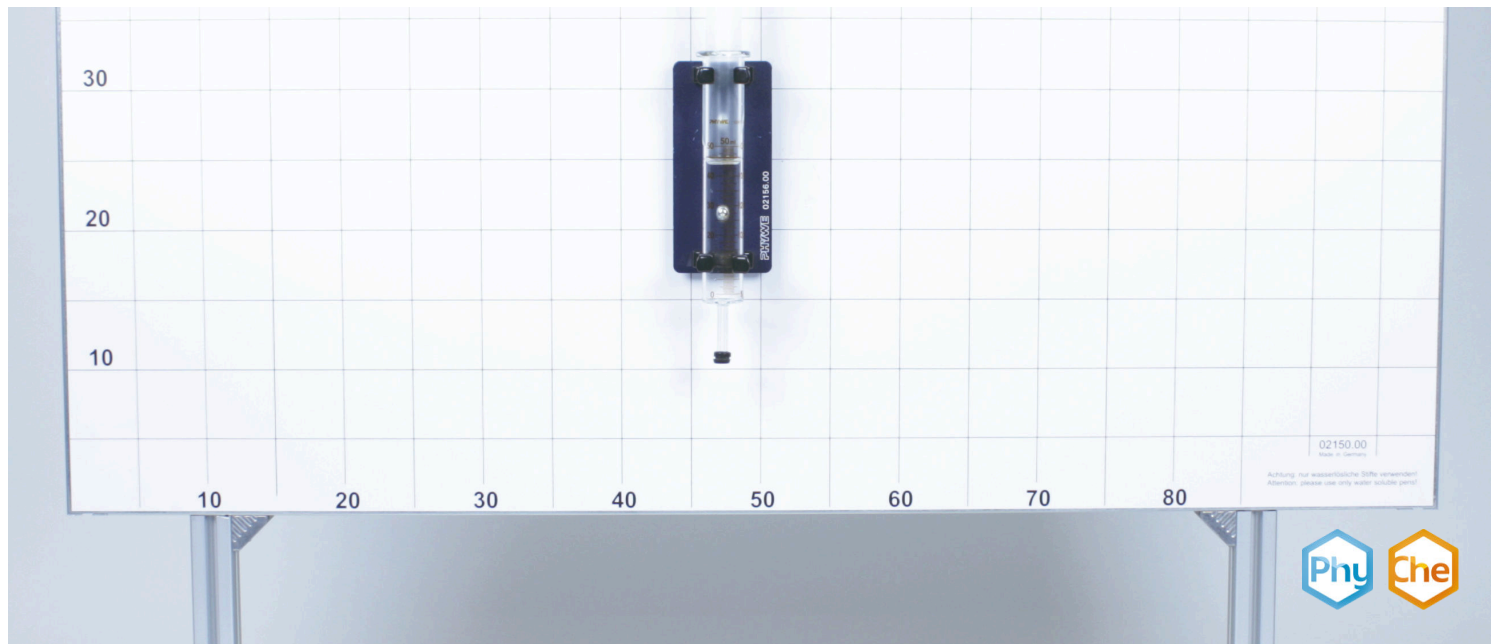


# Boyle-Mariottesches Gesetz



P1297700

Physik

Mechanik

Mechanik der Flüssigkeiten &amp; Gase

Physik

Wärmelehre / Thermodynamik

Kinetische Gastheorie &amp; Gasgesetze

Chemie

Allgemeine Chemie

Stöchiometrie



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

This content can also be found online at:


<http://localhost:1337/c/641d92abd017e9000263706d>

PHYWE

# Allgemeine Informationen



## Anwendung

PHYWE



Abb. 1: Versuchsaufbau

Das Boyle-Mariotte-Gesetz besagt, dass der Druck von idealen Gasen bei gleichbleibender Temperatur  $T$  und gleichzeitig gleichbleibender Stoffmenge umgekehrt proportional zum Volumen  $V$  ist.

Das Boyle-Mariotte-Gesetz wird häufig für die Erklärung der Funktionsweise des Atemsystems im menschlichen Körper verwendet. Dabei wird so erklärt, wenn das Lungenvolumen vergrößert oder verkleinert werden, dann entsteht ein relativ niedriger oder höherer Luftdruck in der Lunge. Dadurch entstehender Druckunterschied zwischen der Luft in der Lunge und dem Luftdruck in der Umgebung führt zu Ein- oder Ausatmung.

## Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

### Vorwissen



Die Schüler sollten die Vorkenntnisse über "Boyle-Mariottesches Gesetz" haben.

### Prinzip



Es soll untersucht werden, welcher Zusammenhang zwischen dem Druck und dem Volumen eines abgeschlossenen Gases besteht, wenn es komprimiert wird.

## Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

### Lernziel



Die Schüler sollten bei diesem Experiment "Boyle-Mariottesches Gesetz" verstehen. Den Schülern sollte der Zusammenhang zwischen dem Druck und dem Volumen einer abgeschlossenen Gase gezeigt werden oder nahegebracht werden.

### Aufgaben



Die Schüler sollten die Veränderung des Druck und Volumen beobachten, wenn es komprimiert wird. Der Zusammenhang zwischen dem Druck und dem Volumen wird dadurch entdeckt.

## Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

## Theorie

PHYWE

Das BOYLE-MARIOTTE-Gesetz gibt den Zusammenhang zwischen dem Druck  $p$  und dem Volumen  $V$  eines idealen Gases unter Konstanthaltung der Temperatur  $T$  des Gases an.

Es gilt so:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

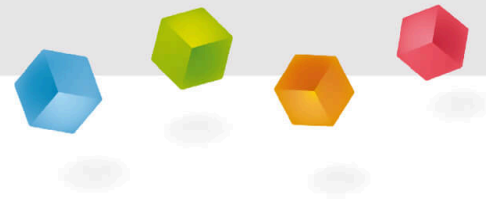
d.h. Je größer der Druck, desto kleiner das Volumen, oder umgekehrt.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Torsionskraftmesser, 2 N/4 N	03069-03	1
3	Halter für Gasspritzen auf Haftmagnet	02156-00	1
4	Gasspritze, 100 ml, für Glasmantelsystem	02614-00	1
5	Kolbenplatte für Gasspritzen	02618-00	1
6	Blindtülle (Gummikappe), 20 Stück	43903-01	1
7	Prüfgewicht, 1000 g zur Kontrolle und Justierung von Waagen & Messgeräten	44096-70	1
8	Prüfgewicht, 500 g zur Kontrolle und Justierung von Waagen & Messgeräten	44096-50	1
9	Prüfgewicht, 200 g zur Kontrolle und Justierung von Waagen & Messgeräten	44096-20	1
10	Schraubzwinde	02014-01	2

PHYWE

# Aufbau und Durchführung



## Aufbau und Durchführung (1/2)

PHYWE

- Setze den Halter für Gasspritzen auf die Demo-Tafel auf und klemme die 50-ml-Gasspritze ohne Kolben so ein, dass ihre Skale nach vorn zeigt (Abb. 2).
- Messe mit dem Torsionskraftmesser die Gewichtskraft  $F_K$  für den Kolben mit Kolbenplatte und notiere  $F_K$ .
- Schiebe den Kolben mit Kolbenplatte in den Zylinder der Spritze und halte ihn so, dass sich die Markierung an seinem unteren Ende genau in Höhe der 50-ml-Marke der linken Skale am Zylinder befindet.
- Stecke die Blindtülle auf den Stutzen der Spritze und trage das Anfangsvolumen  $V = V_0 = 50\text{ml}$  in die erste Zeile der Tabelle 1 ein.

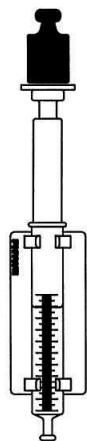
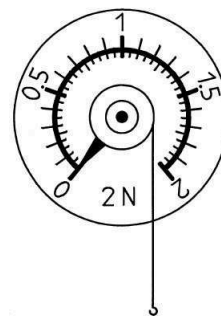


Abb. 2

## Aufbau und Durchführung (2/2)

PHYWE

- Lasse den Kolben los und lese das Volumen  $V$  ab, das das eingeschlossene Gas jetzt hat.
- Trage  $V$  in die 2. Zeile der Tabelle 1 ein. (Hinweis: Weil die Reibung zwischen Kolben und Zylinder nicht vermieden werden kann, ist es zweckmäßig, den Kolben durch vorsichtiges Bewegen mit der Hand auszubalancieren, bevor  $V$  abgelesen wird. Das sollte jedoch rasch geschehen, denn insbesondere bei höherer Belastung des Kolbens rutscht dieser nach, da die Spritze nicht ganz dicht gemacht werden kann.)
- Entferne die Blindtülle und schiebe den Kolben wieder in seine Ausgangslage, belaste sie mit dem Wägestück der Masse  $m_B = 200g$  (entspricht  $F_B$ ).
- Stecke die Blindtülle auf den Stutzen, lasse den Kolben los und ermittle  $V$  wie vorher. Trage  $m_s$  und  $V$  ein.
- Belaste den Kolben mit Wägestücken unterschiedlicher Masse  $m_s$  und ermittle auf gleiche Weise das jeweilige Volumen und notiere die Werte für  $m_B$  und  $V$ .

## Beobachtung

PHYWE  
excellence in science

$\frac{m_B}{g}$	$\frac{V}{cm^3}$	$\frac{F_B}{N}$	$\frac{p_B}{N/cm^2}$	$\frac{p}{n/cm^2}$	$\frac{p \cdot V}{Ncm}$
0	50	0,00	0,0	10,1	505
0	49	0,00	0,0	10,3	505
200	47	1,96	0,4	10,7	503
500	44	4,90	1,0	11,3	497
700	43	6,86	1,4	11,6	503
1000	41	9,80	2,0	12,3	504
1200	40	11,76	2,4	12,7	508
1500	38	14,70	3,0	13,3	505

Tab. 1

$$F_K = 1,03N$$

$$A = 4,9cm^2$$

$$V_0 = 50cm^3$$

## Auswertung (1/2)

PHYWE

In die Spalte 3 der Tabelle 1 werden die Gewichtskräfte  $F_B = m_B \cdot g$  eingetragen, die den Massen  $m_B$  entsprechen, mit denen der Kolben jeweils belastet worden ist. Daraus ergibt sich der Druck:  $p_B = F_B / A$  (Spalte 4). Die Querschnittsfläche des Kolbens  $A$  wird gegeben oder durch Messung und Berechnung gefunden:  $A = 4,9 \text{ cm}^2$ .

Nun muss der Druck berechnet werden, der in dem eingeschlossenen Gas herrscht:  $p = p_0 + p_K + p_B$  mit  $p =$  äußerer Luftdruck; für diesen kann im Rahmen der Messgenauigkeit der Wert für den Normaldruck ( $10,13 \text{ N/cm}^2$ ) verwendet werden, also  $p = 10,13 \text{ N/cm}^2 \approx 10,1 \text{ N/cm}^2$ ;  $p =$  durch den Kolben mit Kolbenplatte hervorgerufener Druck, also  $p_K = F_K / A = 1,03 \text{ N} / 4,9 \text{ cm}^2 = 0,21 \text{ N/cm}^2$

## Auswertung (2/2)

PHYWE

Aus der 2. und 5. Spalte der Tabelle 1 ist ersichtlich, dass erwartungsgemäß das Volumen  $V$  kleiner wird, wenn der Druck wächst. Es kann vermutet werden, dass sich  $p$  und  $V$  umgekehrt proportional zueinander verhalten. Dann müsste das Produkt  $p \cdot V$  einen konstanten Wert haben. Die Berechnung der Produkte bestätigt diese Vermutung im Rahmen der Messgenauigkeit (s. Tabelle 1, letzte Spalte). Für ein abgeschlossenes Gas gilt demnach:

$$p_0 \cdot V_0 = p_1 \cdot V_1 = \dots = p_n \cdot V_n = \text{konstant}$$

oder allgemein

$$p \cdot V = \text{konstant}$$

Dieses Gesetz, das als Boyle-Mariottesches Gesetz bezeichnet wird, gilt unter der Bedingung, dass die Temperatur  $T$  des Gases bei der Kompression konstant bleibt, was im Versuch weitestgehend gewährleistet ist.



## Anmerkung

PHYWE

Der Versuch gelingt nicht, wenn zwischen dem Kolben und dem Zylinder der Gasspritze spürbare Reibung herrscht oder der Kolben schlecht schließt. Abhilfe schafft dann gründliches Reinigen mit fettlösender Flüssigkeit, z. B. Spiritus, und Benetzen des Kolbens mit einem Gleitmittel, z. B. Glycerin.