

Ziel:

Mit dem Gasthermometer soll die allgemeine Gasgleichung für das ideale Gas überprüft werden. Es ist der absolute Nullpunkt der Temperatur zu bestimmen.

Methoden:

Durch die allgemeine Gasgleichung wird der Zusammenhang zwischen Druck, Temperatur und Volumen eines abgeschlossenen Gases beschrieben. Im ersten Teil wird bei konstantem Druck die indirekte Proportionalität zwischen Druck p und Volumen V nachgewiesen (Boyle-Mariotte). Im zweiten Teil wird bei konstantem Volumen die Proportionalität zwischen absoluter Temperatur T und Druck p gezeigt (Amontons). Es wird dabei auch der absolute Temperaturnullpunkt bestimmt. Die Temperaturmessung stützt sich dann auf das Amontons'sche Gesetz.

Erläuterungen:

Im Experiment wird als Gas Luft verwendet. Luft ist zwar kein ideales Gas, jedoch ist bei der gegebenen Genauigkeit der Unterschied unerheblich.

Theorie:

Kinetische Gastheorie, Allgemeine Gasgleichung, Temperatur und Wärmemenge

Literatur:

Lehrbuch: Metzler Physik, S. 145 ff.

Physikalisches Praktikum: Walcher, S. 111 ff., Westphal, S. 97 ff.

Geräte:

- 1 Gasthermometer
- 1 Zusatz zum Gesetz von Amontons
- 1 Umwälzpumpe mit Thermostat und Wanne
- 1 Hg-Thermometer, Zubehör zu Thermostat

Name:

Klasse: Tc 3/4

Datum:

Beurteilung:

Auswertung

Genauigkeit

Fehlerrechnung/Fehlerdiskussion

Protokollführung

Summe

Grundlagen:

Ideales Gas

Für ideale Gase gilt die allgemeine Gasgleichung in der Form

$$(1) \quad p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

p = Druck

V = Volumen

T = absolute Temperatur

n = Stoffmenge in mol

R = allgemeine Gaskonstante = $8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$

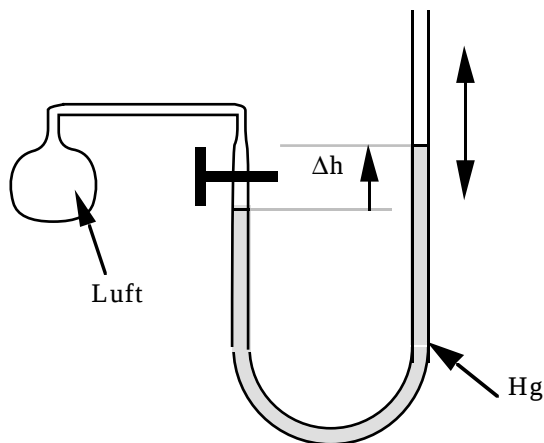
Reales Gas

Für reale Gase muss die Gleichung etwas modifiziert werden. Es gilt die van der Waals'sche Zustandsgleichung:

$$(2) \quad \left(p + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

a und b sind stoffspezifische Konstanten. Für Luft kann in den meisten Fällen die allgemeine Gasgleichung (1) für ideale Gase verwendet werden.

Messmethoden und Messgeräte:



Das Gasthermometer besteht aus einem mit Quecksilber gefüllten Schlauch, der auf der linken Seite mit einem Hahn abschliessbar ist. Auf der rechten Seite ist der Schlauch offen. Links kann der Glaskolben für das Gesetz von Amontons aufgesetzt werden. Durch Verschieben des rechten Schlauches kann das Niveau der linken Hg-Säule und damit der Druck in der eingeschlossenen Luftmenge verändert werden. So kann man z.B. die linke Säule wieder auf dieselbe Volumsmarke stellen.

Boyle-Mariotte

Bei konstanter Temperatur wird die Beziehung zwischen Druck und Volumen ermittelt. Dabei ist der kugelförmige Glaskolben abzunehmen. Das Ausgangsvolumen wird zwischen Glashahn und Hg-Säule links eingestellt. Bei geschlossenem Hahn können dann verschiedene Druck-Volumen-Kombinationen eingestellt und gemessen werden. Bei der Druckmessung ist darauf zu achten, dass zum Hg-Druck noch der äussere Luftdruck (Barometer in R3) dazu kommt. Wenn die Hg-Säule rechts höher als links steht, muss der Hg-Druck zum Luftdruck addiert werden.

Amontons

Jetzt wird die Glaskugel für das Gesetz von Amontons aufgesetzt. Da bei diesem Gesetz der Zusammenhang zwischen Temperatur und Druck bei konstantem Volumen interessant ist, wird beim Messen immer wieder auf dasselbe Volumen eingestellt. Das Volumen kann mit der Apparatur ohnehin nicht so genau gemessen werden. Einzig eine ganz bestimmte Volumsmarke kann mit hoher Genauigkeit eingestellt werden. Somit spielt bei diesen Messungen dieses Problem keine Rolle.

Um die eingeschlossene Luftmenge zu erwärmen, wird die Glaskugel in ein Wasserbad eingetaucht, welches mit der Heizung mit Thermostat auf verschiedenen Temperaturen (im Bereich zwischen ca. 20° und 95° C) gehalten werden kann.

Arbeiten mit Quecksilber

Quecksilber ist ein Atemgift. Deshalb muss dafür gesorgt werden, dass Quecksilberdämpfe nicht in den Raum gelangen können. Das Gasthermometer ist nach dem Versuch jeweils zu verschliessen.

Ein grosses Problem kann ausgelaufenes Quecksilber bereiten, welches aus Bodenritzen und Ecken praktisch kaum mehr entfernt werden kann. Deshalb ist bei diesem Experiment darauf zu achten, dass am linken Ende oberhalb des Hahnes kein Quecksilber auslaufen kann. Dies ist möglich, wenn von der rechten Seite Überdruck besteht und links der Hahn geöffnet wird.

Durchführung des Experiments:**Gesetz von Boyle-Mariotte**

Bei verschiedenem Ausgangsvolumen soll der Zusammenhang zwischen Druck und Volumen bei konstanter Temperatur experimentell geprüft werden. Die Auswertung ist rechnerisch und graphisch durchzuführen.

Gesetz von Amontons, absoluter Nullpunkt

Bei konstantem Volumen soll der Zusammenhang zwischen Temperatur und Druck experimentell geprüft werden. Die Auswertung ist rechnerisch und graphisch durchzuführen. Mit der graphischen Auswertung soll auch der Nullpunkt der absoluten Temperatur bestimmt werden (auf 3K genau).

Welche Gase können in den meisten Fällen bei Zimmertemperatur als ideal betrachtet werden? Nennen Sie 3 Gase. Nennen Sie ein Gas, welches auch bei Zimmertemperatur nicht als ideal betrachtet werden kann.

Achtung: Auf der linken Seite wird der Quecksilberspiegel bis zum Eingang in die Kapillare angehoben. Dadurch besteht die Gefahr, dass Quecksilber in die Kapillare eindringt. Insbesondere ist die Gefahr gegeben, wenn die Temperatur im Glaskolben sinkt. Das ist bei Beendigung des Versuchs der Fall, wenn der Glaskolben aus dem Wasserbad genommen wird. Es soll daher zuerst die Quecksilbersäule deutlich gesenkt werden, bevor die Installation abgebaut wird.

Glas-Gummi-Verbindungen mit Glyzerin schmieren!

Prüfen Sie zu Beginn der Arbeiten, ob der Hahn links dicht ist. Der Hahn muss fest sitzen, damit nicht Quecksilber auslaufen kann.

Falls Quecksilber aus der Apparatur ausläuft, den Dozenten/Assistenten alarmieren! Quecksilber muss fachgerecht aufgenommen und entsorgt werden!