

W6P Gasgesetze

Grundlagen

Der Druck, das Volumen und die Temperatur sind physikalische Größen, mit denen der thermodynamische Zustand eines Gases beschrieben werden kann. Sie werden deshalb Zustandsgrößen genannt. Für eine bestimmte Gasmenge lassen sich diese drei Größen nicht unabhängig voneinander einstellen. Vielmehr stellt sich nach Wahl von zwei Zustandsgrößen die dritte auf einen bestimmten Wert ein. Um die Zusammenhänge zwischen den Größen einfacher untersuchen zu können, kann man eine der drei Zustandsgrößen konstant halten und den Zusammenhang der anderen beiden untersuchen.

Für die isotherme Zustandsänderung findet man eine umgekehrte Proportionalität zwischen Druck p und Volumen V , d.h.

$$p \cdot V = \text{const.}, \quad (1)$$

welche als Boyle-Mariotte-Gesetz bezeichnet wird.

Hält man den Druck konstant und verändert die Temperatur ϑ , für welche willkürlich die Celsius Skale festgelegt wurde, erhält man zunächst keine Proportionalität zum sich einstellenden Volumen. Für jede beliebige Anfangstemperatur ϑ_0 besteht jedoch ein linearer Zusammenhang, welcher mit

$$V(\vartheta) = V(\vartheta_0) (1 + \gamma(\vartheta_0)(\vartheta - \vartheta_0)) \quad (2)$$

beschrieben werden kann. γ bezeichnet den Ausdehnungskoeffizienten, der wegen der starken Abhängigkeit des Volumens von der Temperatur nicht als konstant angesehen werden kann, sondern von der gewählten Anfangstemperatur abhängig ist. Bei der Temperatur

$$\vartheta = \vartheta_0 - \frac{1}{\gamma(\vartheta_0)} \quad (3)$$

verschwindet das Volumen des idealen Gases.

Definiert man eine neue Temperaturskale T , die ihren Nullpunkt gerade bei dieser Temperatur hat (Kelvinskale), besteht eine direkte Proportionalität zwischen der Temperatur in K und dem Volumen.

Zusammen mit der oben beschriebenen umgekehrten Proportionalität zwischen Druck und Volumen findet man $pV \propto T$. Der Proportionalitätsfaktor ist das Produkt aus Stoffmenge n und allgemeiner Gaskonstante R , so dass mit

$$pV = nRT \quad (4)$$

die Zustandsgleichung für das ideale Gas folgt.

Untersucht werden können diese Zusammenhänge mittels eines Gasthermometers (Abb.1).

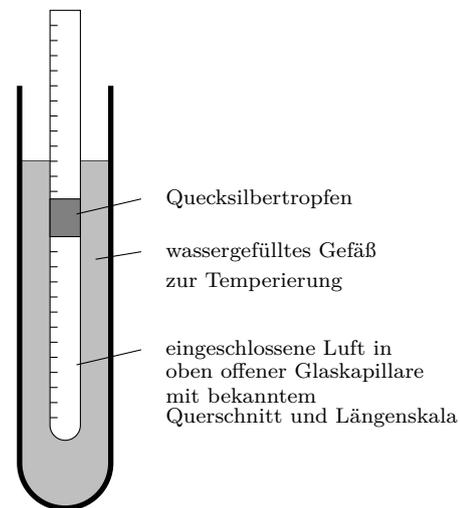


Abbildung 1: Gasthermometer

Der Druck auf die eingeschlossene Luft setzt sich zusammen aus dem Luftdruck, dem Schweredruck des Quecksilbertropfens und dem variierbaren Druck eines Kolbens, der mit dem offenen Ende der Glaskapillare verbunden ist. Mittels eines Bunsenbrenners kann die Temperatur variiert werden.

Versuchsvorbereitung

- Kolbendruck, Schweredruck
- Eigenschaften des idealen Gases
- molares Volumen
- Herleitung der Zustandsgleichung des idealen Gases mittels der kinetischen Gastheorie.
- 1. Hauptsatz und Zustandsänderungen
- Skizzieren Sie isotherme, isochore, isobare und adiabatische Zustandsänderungen, ausgehend von einem gemeinsamen Punkt, in einem p-V-Diagramm!

Aufgaben

- Bestimmen Sie die Druck- Volumenabhängigkeit bei einer isothermen Zustandsänderung von Luft in einem Gasthermometer. Stellen Sie den Kehrwert des Volumens in Abhängigkeit des Druckes grafisch dar!
- Messen Sie bei konstant gehaltenem Druck die Volumen-Temperatur-Abhängigkeit der Luft im Gasthermometer.
Stellen Sie Ihre Messwerte grafisch dar.
Ermitteln Sie durch lineare Regression den kubischen Ausdehnungskoeffizienten $\gamma(0^\circ\text{C})$ sowie die Celsius-Temperatur des absoluten Temperaturnullpunktes.
Bestimmen Sie die Fehler der beiden Größen!
- Berechnen Sie die Stoffmenge und die Masse der Luft im Gasthermometer.