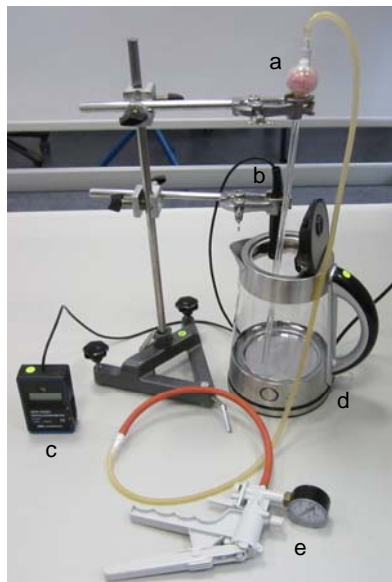


Labor für Technische Physik

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kraus, Dipl.-Ing. W.Pieper

Versuch 10b:

Temperaturabhängigkeit des Gasvolumens bei konstantem Druck (1. Gesetz von Gay-Lussac)



- a: Gasthermometer
 b: Temperaturfühler
 c: Temperaturmessgerät
 d: Wasserkocher
 e: Vakuum-Handpumpe mit Manometer

1. Versuchsziele

Bei konstantem Druck p soll das Volumen V einer Luftsäule in Abhängigkeit von der Temperatur T gemessen und mit Hilfe dieser Messwerte das 1. Gesetz von *Gay-Lussac* bestätigt werden.

2. Theoretische Grundlagen

Bei Gasen hängt das Volumen V vom Druck p und der Temperatur T ab. Messungen von *J.A.C. Charles*, die von *J.L. Gay-Lussac* vertieft wurden, ergaben, dass das Gasvolumen bei konstantem Druck gemäß

$$V(\vartheta) = V_0 (1 + \gamma \vartheta) \quad (1)$$

linear mit der Temperatur variiert, wobei V_0 das Volumen bei $\vartheta_0 = 0 \text{ °C}$ und γ den Raumausdehnungskoeffizient angibt.

In diesem Versuch befindet sich das Gasthermometer in einem temperierten Wasserbad, das allmählich abkühlt. Die offene Seite steht im Kontakt zum Aussendruck, daher bleibt der Druck in der Säule unverändert und das Volumen der Luftsäule kann in Abhängigkeit der Temperatur T des Wasserbades gemessen werden.

Experimentelle Untersuchungen liefern für den Raumausdehnungskoeffizienten im *Gay-Lussacschen* Gesetz für fast alle Gase den gleichen Wert. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Gasen werden geringer, je niedriger der Druck ist. Im Grenzfall $p \rightarrow 0$ ergibt sich für alle Gase

$$\gamma = 0,003661 \text{ K}^{-1} = \frac{1}{273,15 \text{ K}} \quad (2)$$

Auf diesen Grenzzustand stützt sich das Modell des idealen Gases.

Wie die graphische Darstellung des 1. *Gay-Lussacschen* Gesetzes in Abb.1 zeigt, wird das Volumen bei $\vartheta = -273,15 \text{ °C}$ gleich null. Dies ist der absolute Nullpunkt der Temperatur.

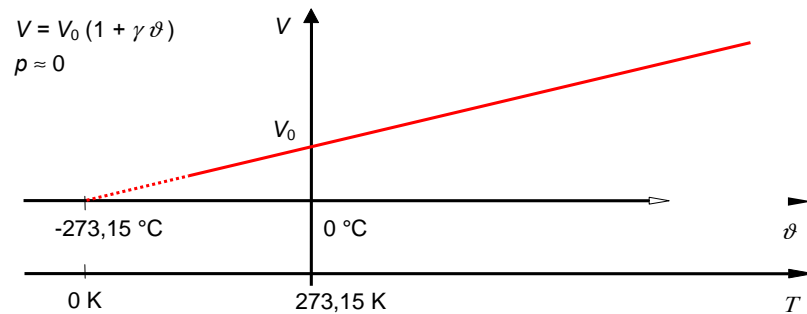


Abb.1: Temperaturabhängigkeit des Gasvolumens bei konstantem Druck

Das Gay-Lussacsche Gesetz gilt bei sehr tiefen Temperaturen nicht mehr, da

- reale Gase beim Abkühlen kondensieren
- das Volumen am absoluten Nullpunkt wegen des Eigenvolumens der Atome nicht null wird.

Die absolute Temperatur T (Kelvin-Skala) erlaubt eine einfache Formulierung des 1. Gay-Lussacschen Gesetzes. Sie lautet

$$V(T) = V_0 \frac{T}{T_0} \quad \text{bzw.} \quad \frac{V}{T} = \text{const.} \quad (3)$$

mit $T_0 = 273,15 \text{ K}$.

3. Versuchsaufbau

Geräteliste

1	Gasthermometer
1	Temperaturmessgerät GTH 175 mit Pt1000 Fühler
1	Vakuum-Handpumpe mit Manometer
1	Wasserkocher oder Heizplatte mit Becherglas
1	Kleiner Stativfuß, V-förmig
1	Stativstange, 47 cm
2	Muffen mit Klemme

Einsammeln der Quecksilberkügelchen:

- Das Gasthermometer mit der Handpumpe verbinden.
- Das Gasthermometer mit dem Schlauchanschluss nach unten halten und mit der Handpumpe den maximalen Unterdruck Δp erzeugen; dabei das Quecksilber als Tropfen in der Ausbauchung sammeln.
- Evtl. noch vorhandene kleine Quecksilberkügelchen durch leichtes Klopfen gegen das Glasrohr in die Ausbauchung bringen.

Hinweis:

Das Manometer der Handpumpe zeigt den Unterdruck Δp als negativen Wert an.

Einstellung des Ausgangsvolumens V_0 :

- Das Gasthermometer langsam in die Gebrauchslage drehen (Schlauchanschluss nach oben), und das Quecksilber in das Glasrohr fließen lassen.
- Durch behutsames Öffnen des Belüftungsventils der Handpumpe den Unterdruck Δp langsam auf 0 bar reduzieren, sodass sich das Quecksilber als zusammenhängender Pfropfen langsam nach unten verschiebt.
- Den Wasserkocher mit Wasser füllen und auf den Sockel mit Anschlussleitung stellen.
- Das Gasthermometer und den Temperaturfühler mit Hilfe des Stativs so aufstellen, dass beide in das Wasser eintauchen.

4. Versuchsdurchführung

- Das Wasser bis auf ca. 100°C aufheizen, dann den Wasserkocher abschalten.
- Die Höhe h der Luftsäule während des Abkühlvorganges protokollieren. (Messwerte in ca. 5°C Schritten bis ca. 60°C)

5. Auswertung

- Darstellung des Volumens V in Abhängigkeit der Temperatur T .
- Erläutern Sie die Messergebnisse bezüglich des 1. Gesetzes von Gay-Lussac.

Hinweis: Innendurchmesser des Gasthermometers $d = 2,7 \text{ mm}$

Literatur

[1] Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure, Springer-Lehrbuch

[2] Gerthsen Physik, Springer-Verlag