

Versuch 201

Das Dulong-Petitsche Gesetz

Jonah Nitschke
lejonah@web.de

Sebastian Pape
sepa@gmx.de

Durchführung: 29.11.2016

Abgabe: 06.12.2016

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--------------------------------------|----------|
| 1 | Einfuehrung | 3 |
| 2 | Theorie | 3 |
| 2.1 | spezifische Wärmekapazität | 3 |
| 2.2 | Dulong-Petit | 3 |

1 Einfuehrung

Bei dem folgenden Versuch geht es darum, die Aussage des Dulong-Petitschen Gesetzes über die Gleichmäßigkeit der Molwärme von verschiedenen Stoffen zu überprüfen und darauf basierend zu Entscheiden, ob die klassische Mechanik zur Beschreibung der oszillatorischen Bewegung von Atomen ausreicht oder ob dies nur auf der Grundlage der Quantenmechanik geschehen kann.

2 Theorie

2.1 spezifische Wärmekapazität

Erhöht sich die Temperatur eines Körpers um ΔT so ergibt sich für aufgenommene Wärmeenergie und Temperaturdifferenz entsprechend des 1. Thermodynamischen Hauptsatzes folgende Beziehung:

$$\Delta Q = mc\Delta T \quad (1)$$

Bei c handelt es sich dabei um die Wärmekapazität bzw. im Bezug auf den vorliegenden Stoff um die *spezifische Wärmekapazität*. Von Bedeutung für das vorliegende Experiment ist zudem die *Molwärme* C . Sie beschreibt die benötigte Wärmemenge, um ein Mol eines Stoffes um dT zu erwärmen. Dabei wird noch unter C_V für konstante Volumen und C_p für konstanten Druck unterschieden.

2.2 Dulong-Petit

Das Dulong-Petitsche Gesetz trifft die Aussage, dass die Atomwärme bei konstanten Volumen C_V im festen Aggregatzustand unabhängig von dem Charakter des Elements ist, sondern konstant den Wert $3R$ annimmt (R = Allgemeine Gaskonstante). Die Herleitung dieses Zusammenhanges basiert dabei auf der Annahme, dass Atome in einem Festkörnergitter um feste Punkte schwingen, und ihre potentielle und kinetische Energie dabei gleich sind. Gleichzeitig besagt das *Äquipartitionstheorem*, dass ein Atom dabei die kinetische Energie $\langle E_{kin} \rangle = 1/2 kT$ besitzt. Aus beiden folgt dann für die mittlere Energie des Festkörpers der Wert $3RT$ und aus diesem der oben geschriebene Wert für die *Molwärme* C_V .

Die Molwärme C_V von allen festen chemischen Elementen nimmt bei hoher Temperatur tatsächlich etwa den Wert $3R$ an, bei vielen Stoffen auch schon bei Zimmertemperatur. Die kinetische Theorie kann allerdings nicht beschreiben, warum die Molwärme aller chemischen Elementen bei hinreichend tiefen Temperaturen beliebig klein wird.

Das liegt an der Annahme, dass die Energie der atomaren Oszillatoren sich beliebig ändern kann. Dies steht im Widerspruch zu Quantentheorie, die Energieänderungen nur in bestimmten Beträgen erlaubt. Die nun auf komplizierte Weise von T abhängige mittlere Energie kann somit nur über eine Aufsummierung der verschiedenen Energiezustände multipliziert mit der jeweiligen Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens geschehen. Mit der Boltzmann-Verteilung ergibt sich für die innere Energie damit folgender Ausdruck:

$$\langle U_{qu} \rangle = \frac{3N_l \hbar \omega}{\exp(\hbar \omega / kT) - 1} \quad (2)$$

Für den Grenzfall von $T \rightarrow \infty$ ergibt sich jedoch auch hier wieder der bekannte Zusammenhang von $\langle U_{qu} \rangle = 3RT$.