

Versuch 201

## **Das Dulong-Petitsche Gesetz**

Nico Schaffrath

nico.schaffrath@tu-dortmund.de

Mira Arndt

mira.arndt@tu-dortmund.de

Durchführung: 14.01.2020

Abgabe: 21.01.2020

TU Dortmund – Fakultät Physik

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Ziel</b>	<b>3</b>
<b>2 Theorie</b>	<b>3</b>
2.1 spezifische Wärmekapazität und Atomwärme . . . . .	3
2.2 klassische Beschreibung . . . . .	3
2.3 quantenmechanische Beschreibung . . . . .	4
<b>3 Durchführung</b>	<b>4</b>
<b>4 Auswertung</b>	<b>4</b>
<b>5 Diskussion</b>	<b>5</b>
<b>6 Anhang</b>	<b>5</b>
<b>Literatur</b>	<b>5</b>

# 1 Ziel

Bei diesem Versuch sollen die spezifischen Wärmekapazitäten von drei unterschiedlichen Stoffen gemessen werden. Durch den Zusammenhang zur Atomwärme soll beurteilt werden, ob die Bewegung der Atome in einem Festkörper quantenmechanisch beschrieben werden muss, oder ob eine klassische Betrachtung ausreicht.

## 2 Theorie

### 2.1 spezifische Wärmekapazität und Atomwärme

Unter der Atomwärme  $C$  eines bestimmten Stoffes versteht man eine bestimmte Wärmemenge  $dQ$ , die erforderlich ist, um ein Mol des Stoffes um  $dT$  zu erwärmen. Da die Wärmemenge eine Form der Energie darstellt, gilt  $dQ = dU$ , wobei  $U$  der inneren Energie eines Mols des Stoffes entspricht.

Bezieht sich nun diese Größe auf die Masse des Stoffes, so ergibt sich die spezifische Wärmekapazität  $c$ .

Da beide Größen von den äußeren Bedingungen der Wärmezufuhr abhängen wird zwischen der Atomwärme und spezifischen Wärmekapazität bei gleichem Volumen

$$C_V = \left. \frac{dQ}{dT} \right|_V = \left. \frac{dU}{dT} \right|_V \quad (1)$$

$$c_V = \left. \frac{dQ}{m \cdot dT} \right|_V = \left. \frac{dU}{m \cdot dT} \right|_V \quad (2)$$

und gleichem Druck

$$C_P = \left. \frac{dQ}{dT} \right|_P = \left. \frac{dU}{dT} \right|_P \quad (3)$$

$$c_P = \left. \frac{dQ}{m \cdot dT} \right|_P = \left. \frac{dU}{m \cdot dT} \right|_P \quad (4)$$

unterschieden. Zwischen  $C_V$  und  $C_P$  besteht außerdem der Zusammenhang

$$C_P - C_V = 9\alpha^2 \kappa V_0 T, \quad (5)$$

wobei  $\alpha$  einem linearen Ausgleichskoeffizient,  $\kappa$  dem Kompressionsmodul und  $V_0$  dem Molvolumen entspricht.

### 2.2 klassische Beschreibung

Die über einen Zeitraum  $\tau$  gemittelte innere Energie eines Atoms beträgt

$$\langle u \rangle = \frac{1}{\tau} \int_0^\tau u(t) dt = \langle E_{kin} \rangle + \langle E_{pot} \rangle. \quad (6)$$

befindet sich das Atom in einem Festkörper, so kann es dort nur Schwingungen um eine Gleichgewichtslage ausführen, da es durch Gitterkräfte gebunden ist. Es wird angenommen, dass es sich bei der Schwingung um eine harmonische handelt, weshalb der Zusammenhang

$$\langle E_{kin} \rangle = \langle E_{pot} \rangle \quad (7)$$

gilt. Aus dem Äquipartitionstheorem folgt

$$\langle E_{kin} \rangle = \frac{1}{2}kT, \quad (8)$$

pro Bewegungsfreiheitsgrad, wobei  $k$  der Boltzmannschen Konstante entspricht und  $T$  die äußere Temperatur angibt. Da ein Atom im Festkörper in drei senkrecht aufeinander liegende Richtungen schwingen kann gilt

$$\langle u \rangle = 2\langle E_{kin} \rangle = 3kT. \quad (9)$$

Wird nun statt eines Atoms ein Mol des Stoffes betrachtet so ändert sich 9 zu

$$\langle U \rangle = 2\langle E_{kin} \rangle = 3RT \quad (10)$$

mit  $R$  als allgemeine Gaskonstante. Aus Gleichung 1 folgt nun das Dulong-Petitsche Gesetz

$$C_V = 3R. \quad (11)$$

## 2.3 quantenmechanische Beschreibung

## 3 Durchführung

## 4 Auswertung

Siehe Abbildung 1!

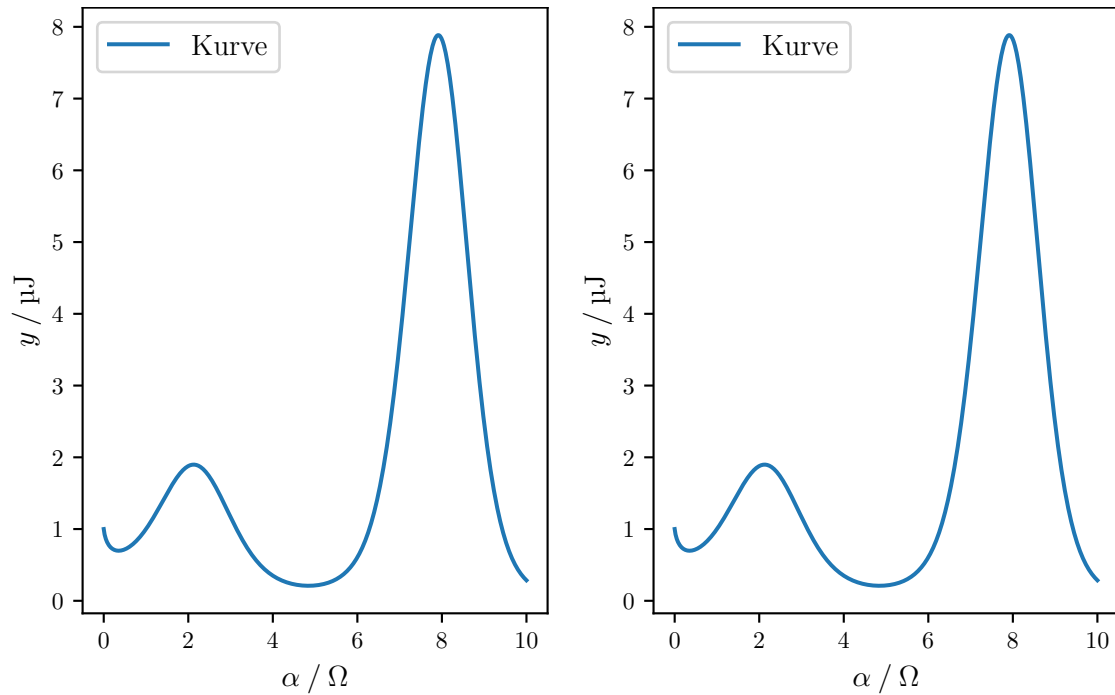


Abbildung 1: Plot.

## 5 Diskussion

## 6 Anhang

### Literatur

- [1] TU Dortmund. *Das Dulong-Petitsche Gesetz*.
- [2] John D. Hunter. „Matplotlib: A 2D Graphics Environment“. Version 1.4.3. In: *Computing in Science & Engineering* 9.3 (2007), S. 90–95. URL: <http://matplotlib.org/>.
- [3] Eric Jones, Travis E. Oliphant, Pearu Peterson u. a. *SciPy: Open source scientific tools for Python*. Version 0.16.0. URL: <http://www.scipy.org/>.
- [4] Eric O. Lebigot. *Uncertainties: a Python package for calculations with uncertainties*. Version 2.4.6.1. URL: <http://pythonhosted.org/uncertainties/>.
- [5] Travis E. Oliphant. „NumPy: Python for Scientific Computing“. Version 1.9.2. In: *Computing in Science & Engineering* 9.3 (2007), S. 10–20. URL: <http://www.numpy.org/>.