



V201

Dulong-Petitsches Gesetz

Pelle Ofenbach
pelle.ofenbach@udo.edu

Robert Appel
robert.appel@udo.edu

Durchführung: 31.01.17

Abgabe: 07.02.17

Inhaltsverzeichnis

1 Zielsetzung	3
2 Theorie	3
3 Durchführung	4
4 Auswertung	5
5 Diskussion	5
Literatur	5

1 Zielsetzung

Das Ziel des Versuches ist es, die Molwärme von Festkörpern zu bestimmen und so eine Antwort auf die Frage, ob oszillatorische Bewegung innerhalb des Körpers nur mit den Grundlagen der Quantenmechanik oder auch mit der klassischen Physik beschrieben werden können, zu erhalten.

2 Theorie

Um die spezifische Wärmekapazität eines Festkörpers bei konstantem Druck zu bestimmen muss der Zusammenhang zwischen der spez. Wärmekapazität bei konstantem Druck C_p und bei konstantem Volumen C_V bekannt sein. Dieser ist gegeben durch

$$C_p - C_V = 9\alpha^2 \kappa V_0 T. \quad (1)$$

Dabei bezeichnet α den linearen Ausdehnungskoeffizienten, κ das Kompressionsmodul, V_0 das Molvolumen und T die Temperatur. Die spezifische Wärmekapazität c_k eines Festkörpers kann bei konstantem Druck durch ein Mischungskalorimeter gemessen werden. Dazu wird der Festkörper mit der Masse m_k auf die Temperatur T_k erwärmt. Danach wird er in ein Gefäß eingetaucht, das mit Wasser der Temperatur $T_w < T_k$ mit Masse m_w gefüllt ist. Durch den Wärmeaustausch zwischen Körper, Medium und Kalorimeter ergibt sich dann eine Mischungstemperatur T_m . Die vom Körper abgegebene Wärmemenge Q_1 wird durch die Gleichung

$$Q_1 = c_k m_k (T_k - T_m) \quad (2)$$

beschrieben. Die Wärmemenge Q_2 die vom Wasser und vom Kalorimeter aufgenommen wird bei der Änderung auf die Mischungstemperatur ist gegeben durch

$$Q_2 = (c_w m_w + c_g m_g)(T_m - T_w). \quad (3)$$

Dabei bezeichnet c_w die spez. Wärmekapazität des Wassers und $c_g m_g$ die spez. Wärmekapazität des Kalorimeters. Vorausgesetzt bei diesem Vorgang wird vernachlässigbar wenig Wärme an die Umgebung abgegeben und das System verrichtet keine Arbeit so gilt

$$Q_1 = Q_2.$$

Damit folgt für die spezifische Wärmekapazität c_k des Probekörpers

$$c_k = \frac{(c_w m_w + c_g m_g)(T_m - T_w)}{m_k(T_k - T_m)}. \quad (4)$$

Die Wärmekapazität $c_g m_g$ des Kalorimeters wird bestimmt indem zwei Wassermengen m_x und m_y mit unterschiedlichen Temperaturen T_x und T_y vermischt werden und die Mischungstemperatur T'_m bestimmt wird. Dann gilt:

$$c_g m_g = \frac{c_w m_y (T_y - T'_m) - c_w m_x (T'_m - T_x)}{(T'_m - T_x)}. \quad (5)$$

Die Materialkonstanten der Probekörper sind in der Tabelle in Abbildung 1 dargestellt.

Material	ρ [g/cm ³]	M [g/Mol]	α [10 ⁻⁶ K ⁻¹]	κ [10 ⁹ W/m ² K]
Blei	11,35	207,2	29,0	42
Wismut	9,80	209,0	13,5	32
Zinn	7,28	118,7	27,0	55
Kupfer	8,96	63,5	16,8	136
Aluminium	2,70	27,0	23,5	75
Zink	7,14	65,4	26,0	70
Graphit	2,25	12,0	≈ 8	33
Nickel	8,90	58,7	13,3	177
Titan	4,51	47,9	8,3	122

Abbildung 1: Physikalische Eigenschaften der Probematerialien [1]

3 Durchführung

Zu erst wird Thermoelement und somit das Kalorimeter geeicht indem beide Enden des Thermoelements in Eiswasser gelegt wird. Die nun vom Digitalvoltmeter abzulesende Spannung die sich zwischen den Enden des Thermoelements ergibt, wird als Referenzspannung für $T = 0^\circ\text{C}$. Dann wird die Methode zur Bestimmung von $c_g m_g$ aus Kapitel 2 verwendet. Indem zwei Wassermengen abgemessen werden und eine davon zum Kochen gebracht wird. Danach werden beide Mengen vermischt und die Mischungstemperatur gemessen. Wichtig dabei ist mit der Messung zuwarten bis sich eine konstante Mischungstemperatur eingestellt hat. Danach werden die Proben in kochendem Wasser erhitzt. Im Kalorimetergefäß wird eine Menge Wasser eingefüllt und die Temperatur gemessen. Danach wird die erhitzte Probe in das Kalorimetergefäß eingeführt und die Mischungstemperatur bestimmt. Der Vorgang wird für Graphit und Blei dreimal wiederholt. Danach wird noch eine Messung für ein beliebiges Material durchgeführt, in unserem Fall für Kupfer. Eine Skizze des Versuchsaufbaus ist in Abbildung 2 zu sehen.

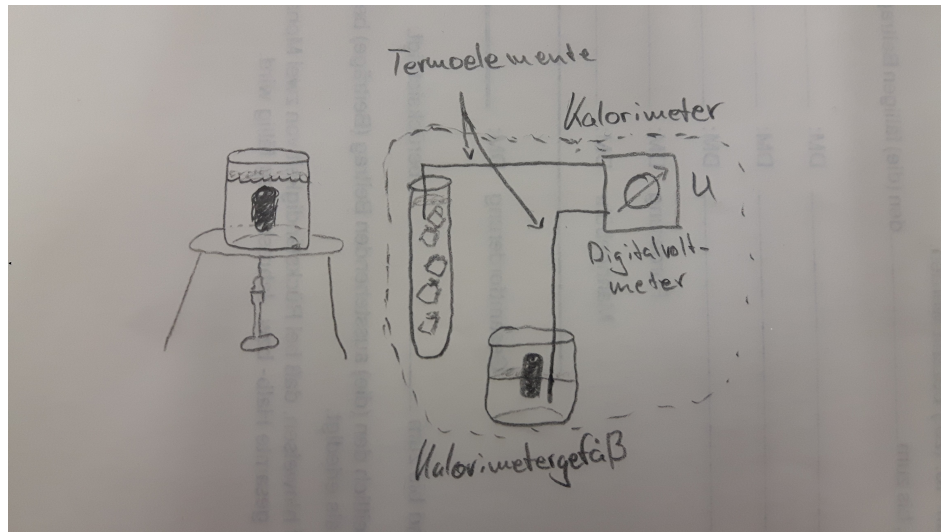


Abbildung 2: Schematische Abbildung der Messapparatur [1]

4 Auswertung

5 Diskussion

Literatur

- [1] TU Dortmund. *Versuch zum Literaturverzeichnis*. 2014.