



Aufgabenstellung

1. Bestimmen Sie die **Wärmekapazität C** eines **Kalorimeters** nach der Mischungsmethode.
2. Ermitteln Sie die **spezifische Schmelzwärme q_s** von Eis.
3. Bestimmen Sie die **innere Verdampfungsenthalpie $q_{v,i}$** von Ethanol oder Wasser.

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Bestimmung der Wärmekapazität des Kalorimetergefäßes

- Zunächst wird die Leermasse des Kalorimetergefäßes einschließlich Deckel und Rührer (Abb. 3a) und bei nachfolgender Bestimmung der Verdampfungsenthalpie $q_{v,i}$ zusätzlich auch mit der Kondensationsspirale ermittelt (Abb. 3b).
- Anschließend wird das Kalorimetergefäß mit ca. 500 bis 560 ml kaltem Wasser gefüllt. Nach ca. zwei bis fünf Minuten haben sich die Temperaturen von Gefäß und Wasser ausgeglichen und die Temperatur T_1 ist zu messen. Anschließend ist die Wägung des gefüllten Kalorimeters durchzuführen, um danach die Masse des kalten Wassers $m_{w,1}$ durch Differenzbildung bestimmen zu können.
- Erhitzen Sie weiterhin Wasser auf $T_2 = 100\text{ °C}$, und geben Sie etwa 280 bis 360 ml in das Kalorimetergefäß. Messen Sie nach einigem Rühren und dem Temperatúrausgleich die Mischungs-temperatur T_M und führen Sie erneut eine Wägung des Kalorimeters durch. Bestimmen Sie anschließend durch Differenzbildung die Masse $m_{w,2}$ des zugefügten heißen Wassers.
- Die gesuchte Wärmekapazität des Kalorimeters C ergibt sich aus der Bilanzgleichung:

$$(m_{w,1}c_w + C) \cdot (T_1 - T_M) = m_{w,2}c_w \cdot (T_M - T_2). \quad (6)$$

Verwenden Sie für die spezifische Wärmekapazität von Wasser den Wert $c_w = 4,1868\text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$.

Ermittlung der spezifischen Schmelzwärme von Eis

- Vor Beginn des Experiments ist zu gewährleisten, dass die zur Messung verwendeten Eiswürfel eine Temperatur von $T_E \approx T_s = 0\text{ °C}$ haben. Um dies zu realisieren, füllen Sie das isolierte Vorratsgefäß mit Wasser und fügen Sie ca. drei Paletten Eiswürfel 300 bis 400 g hinzu. Die Temperatur des Wassers sollte dadurch von Raumtemperatur auf etwa $T = 5\text{ °C}$ erniedrigt werden. Befüllen Sie anschließend das eingesetzte Rohr (Abb. 4) mit weiteren Eiswürfeln (ca. 100 g).
- In das Kalorimetergefäß werden ca. 700 ml des Wassers von Raumtemperatur gefüllt. Nach ca. zwei bis fünf Minuten wird die Ausgleichstemperatur T_1 gemessen, anschließend wird das gefüllte Kalorimetergefäß gewogen, um die Masse m_w des zugefügten Wassers bestimmen zu können.

- Etwa drei Minuten nach Zugabe des Eises in das Rohr des Vorratsgefäßes werden ca. sechs bis acht Eiswürfel (ca. 50 g) entnommen und diese nach der Trocknung mittels Zellstofftüchern in das Kalorimetergefäß gegeben. Der Temperatur-Zeit-Verlauf der Abkühlung ist zu registrieren und die Mischungstemperatur T_M zu bestimmen. Danach ist eine erneute Wägung des gefüllten Kalorimeters durchzuführen. Die Masse des zugefügten Eises m_{Eis} folgt mittels Differenzbildung.
- Die gesuchte spezifische Schmelzwärme q_s von Eis folgt aus der Wärmebilanz:

$$(m_w c_w + C) \cdot (T_1 - T_M) = m_{\text{Eis}} \cdot q_s + m_{\text{Eis}} c_w \cdot (T_M - T_s). \quad (7)$$

Bestimmung der inneren Verdampfungsenthalpie von Ethanol oder Wasser

- Das Kalorimetergefäß, welches die gläserne Kondensationsspirale enthält, wird mit ca. 700 ml Wasser von Raumtemperatur gefüllt. Nach dem Temperatúrausgleich (etwa zwei bis fünf Minuten) ist die Temperatur T_1 zu messen und anschließend das gefüllte Kalorimetergefäß zu wägen, um die Masse m_w des Wassers durch Differenzbildung zu bestimmen.
- Die im Verdampferkolben befindliche Flüssigkeit (ca. 100 ml) wird zum Sieden gebracht.

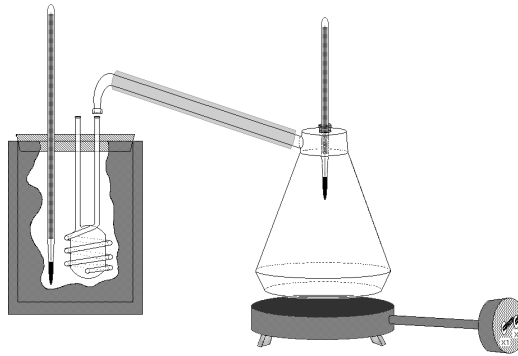


Figure 1: *Bestimmung der Verdampfungswärme*

- Nach Ausbildung eines stationären Dampfstromes ist die Verdampferapparatur mit der Kondensationsspirale zu verbinden und ca. zehn bis 15 Minuten lang Kondensat im Kalorimeter anzusammeln. Anschließend ist die Kondensationsspirale vom Verdampfer zu trennen. **Vorsicht beim Umgang mit den Glasgeräten. Bruchgefahr!**
- Messen Sie die Mischtemperatur T_M und wägen Sie das gefüllte Kalorimeter erneut. Bestimmen Sie anschließend durch Differenzbildung die Masse m_D des Kondensats. Die äußere Verdampfungsenthalpie folgt nun aus der Wärmebilanz:

$$m_D \cdot q_{v,a} + m_D c_{Fl} \cdot (T_{\text{si}} - T_M) = (m_w c_w + C) \cdot (T_M - T_1). \quad (8)$$

Für Ethanol verwenden Sie eine spezifische Wärmekapazität von $c_{Fl} = 2,38 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$.

- Beachten Sie bei der Berechnung der inneren Verdampfungsenthalpie $q_{v,i}$, dass die spezifische Gaskonstante durch $R' = R/M$ gegeben ist, wobei $R = 8,315 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ die universelle Gaskonstante und M die molare Masse der kondensierten Flüssigkeit ist.

$$q_{v,i} \approx q_{v,a} - R' \cdot T_{\text{si}}. \quad (9)$$