



Versuch 22 Bestimmung der spezifischen Schmelzwärme von Eis

Vorbereitung

Informieren Sie sich über Phasenübergänge und insbesondere über die spezifische Schmelzwärme von Stoffen.

Fragen zur Vorbereitung:

- Wie lautet die Einheit der spezifischen Schmelzwärme Q_S ?
- Warum bleibt die Temperatur einer Substanz während eines Phasenübergangs trotz Wärmezufuhr konstant?
- Welche Wärmemengen nehmen das Eis und das geschmolzene Wasser auf, und welche Wärmemengen geben Wasser und Kalorimeter ab?
- Warum muss das verwendete Eis vor dem Versuch auf 0°C temperiert werden?

Aufgabenstellung

- Fertigen Sie vorab ein Messprotokoll an und bringen Sie es zum Versuchstag mit.
- Messen Sie die Masse m_2 und die Anfangstemperatur ϑ_2 des warmen Wassers sowie die Mischungstemperatur ϑ_M nach Zugabe von Eis.
- Bestimmen Sie aus den Messwerten die Masse m_1 des zugesetzten Eises.
- Berechnen Sie mit Hilfe der Energiebilanz die spezifische Schmelzwärme von Eis.
- Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem Literaturwert von 334 kJ/kg .

Einführung

Wird einer Substanz bei konstantem Druck Wärme zugeführt, steigt im Allgemeinen ihre Temperatur. Bei einem Phasenübergang wird die zugeführte Wärme jedoch nicht zur Temperaturerhöhung verwendet, sondern zur Umwandlung des Aggregatzustands.

Beim Schmelzen von Eis wird die benötigte Wärmemenge pro Masseneinheit als spezifische Schmelzwärme Q_S bezeichnet. Im vorliegenden Versuch wird Eis in ein Kalorimeter mit warmem Wasser gegeben. Das Eis schmilzt und das entstehende Wasser erwärmt sich bis zur Mischungstemperatur ϑ_M .

Die Bestimmung von Q_S erfolgt über eine Energiebilanz: Die vom Eis und vom Schmelzwasser aufgenommene Wärme entspricht der vom warmen Wasser und vom Kalorimeter abgegebenen Wärme.

Die Energiebilanz lautet:

Aufgenommene Wärme:

$$\Delta Q_1 = c \cdot m_1 \cdot (\vartheta_M - 0^\circ\text{C}) \quad \text{Gl.1}$$

Wärmemenge zum Schmelzen des Eises

$$\Delta Q_2 = m_1 \cdot Q_S \quad \text{Gl.2}$$



Abgegebene Wärme:

$$\Delta Q_3 = c \cdot m_2 \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_M) \quad \text{GL.3}$$

Vom Kalorimeter abgegebene Wärmemenge

$$\Delta Q_4 = c \cdot m_K \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_M) \text{ mit } m_K = 20\text{g} \quad \text{Gl.4}$$

Berechnung der spez. Schmelzwärme:

$$Q_s / c = (m_2 + m_K) / m_1 \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_M) - (\vartheta_M - 0^\circ\text{C}) \quad \text{Gl.5}$$

Praktische Durchführung

Aufbau

Der Versuchsaufbau besteht aus einem Dewargefäß auf einer Laborwaage, einem Becherglas mit Eiswasser, einem Kunststoffbecher mit erwärmtem Wasser sowie einem Thermometer oder Thermoelement zur Temperaturmessung.

Das Dewargefäß verbleibt während der gesamten Versuchsdurchführung auf der Waage. Das Eis wird vor dem Einbringen in das Kalorimeter in kaltem Wasser auf 0 °C temperiert.

Durchführung

1. Leermasse des Dewargefäßes bestimmen.
2. Wasser im Kunststoffbecher mit dem Sicherheitstauchsieder auf 40 bis 50 °C erwärmen.
3. Etwa 200 g warmes Wasser in das Dewargefäß füllen und Masse m_2 sowie Temperatur ϑ_2 bestimmen.
4. Etwa 50 g trockene Eisstücke in das warme Wasser geben.
5. Die Mischung umrühren, bis das Eis vollständig geschmolzen ist.
6. Die Mischungstemperatur ϑ_M ablesen.
7. Aus der Differenz der Massen die Masse m_1 des zugesetzten Eises berechnen.

Hinweise zur Messgenauigkeit

- Die Eisstücke sollten möglichst trocken sein, damit keine zusätzliche unbekannte Wassermenge eingebracht wird.
- Vor jeder Temperaturablesung ist die Flüssigkeit vorsichtig umzurühren, damit sich eine homogene Temperatur einstellt.
- Das Eis muss vor Versuchsbeginn auf 0 °C temperiert sein, da sonst zusätzliche Wärmemengen berücksichtigt werden müssten.

**Messbeispiel und Auswertung**

Messgröße	Wert
Masse m_2 des warmen Wassers	200 g
Temperatur ϑ_2 des warmen Wassers	45,8 °C
Masse von Wasser und Eis	251 g
Mischungstemperatur ϑ_M	23,0 °C
Wasserwert des Dewargefäßes m_K	20 g
Masse des Eises m_1	251 g – 200 g = 51 g

Einsetzen der Werte in die Auswertegleichung ergibt:

$$Q_s / c = 75,3 \text{ K}$$

$$Q_s = 316 \text{ kJ/kg}$$

Literaturwert: $Q_s = 334 \text{ kJ/kg}$

Geräte

- 1 Dewargefäß
- 1 Schul-Laborwaage
- 1 Thermometer oder 1 Temperaturfühler mit digitalem Messgerät
- 1 Sicherheitstauchsieder
- 1 Becherglas (ca. 400 ml)
- 1 Kunststoffbecher (ca. 1000 ml)
- ca. 100 g Eiswürfel
- Wasser

Diskussion

Mögliche Fehlerquellen:

- Wärmeverluste an die Umgebung
- Eis nicht exakt bei 0 °C
- Ungenau ablesen der Temperatur
- Restwasser am Eis

Literatur