

Aufgabe:

Bestimmen Sie mit einem Mischungskalorimeter die Schmelzwärme des Eises.

Grundlagen:

Jede Energiezufuhr, die die kinetische Energie der ungeordneten Bewegung von Atomen, Molekülen und Ionen erhöht, bewirkt eine Temperaturzunahme der betreffenden Materie. Diese Aussage gilt für feste Stoffe bis zum Schmelzpunkt. Ist der Schmelzpunkt erreicht, steigt die Temperatur - trotz Energiezufuhr - erst wieder weiter an, wenn die gesamte Substanz geschmolzen ist. Diese, vom schmelzenden Stoff aufgenommene Energie (latente Wärme) wird benötigt, um diesen von der festen in die flüssige Phase zu überführen (Phasenübergang).

Zum Schmelzen von Eis mit der Masse m_E ist eine bestimmte Energie E_0 erforderlich. Die Schmelzwärme S ist definiert durch:

$$S = \frac{E_0}{m_E} \quad (1)$$

Die Bestimmung der Schmelzwärme lässt sich mit der sogenannten **Mischungsmethode** in einem Kalorimeter durchführen:

In ein Mischungskalorimeter, gefüllt mit Wasser der Masse m_W wird ein Stückchen Eis der Temperatur $273K$ und der Masse m_E gegeben. Das Eis schmilzt zunächst zu Wasser der Temperatur $273,14K$ und erwärmt sich dann (als Wasser) auf die Mischungstemperatur T_M . Das Eis beziehungsweise das daraus entstandene Wasser hat also die folgende Energie aufgenommen:

$$E = m_E \cdot S + m_E \cdot c_W \cdot (T_M - 273K) \quad (2)$$

wobei $c_W \left(c_W = 4,19 \frac{J}{g \cdot K} \right)$ die spezifische Wärmekapazität von Wasser ist. Das Kalorimeter mit der Masse m_W des Wassers hat genau diese Menge Energie abgegeben und sich dabei von der Ausgangstemperatur T_A auf die Mischtemperatur T_M abgekühlt:

$$E = (m_w \cdot c_W + W) \cdot (T_A - T_M) \quad (3)$$

Die Wärmekapazität W des Kalorimeters setzt sich aus drei Anteilen zusammen:

$$W = W_G + c_R \cdot m_R + W_{Th} \quad (4)$$

Wärmekapazität des Kalorimetergefäßes	$W_G = 62,80 \frac{J}{K}$
Masse des Rührers:	$m_R = 14,50g$
mit spezifische Wärmekapazität des Rührers	$c_R = 0,39 \frac{J}{g \cdot K}$
Wärmekapazität des Thermometers	$W_{TH} = 1,93 \frac{J}{cm^3 \cdot K} \cdot V_{TH}$

eintauchendes Volumen des Thermometers V_{TH} in cm^3 abschätzen!

Aus (2) = (3) folgt für die Schmelzwärme:

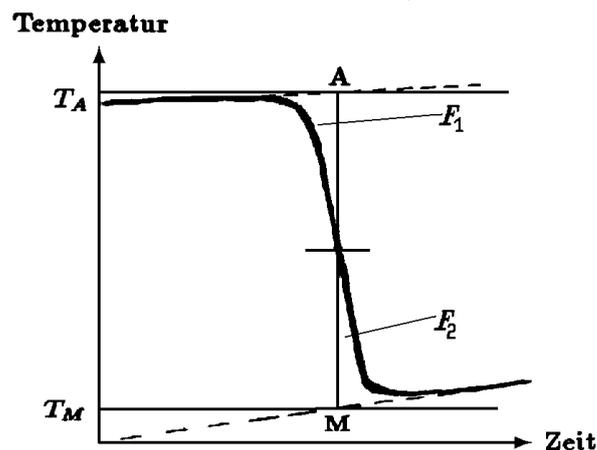
$$S = \frac{1}{m_E} \cdot (m_W \cdot c_W + W) \cdot (T_A - T_M) - c_W \cdot (T_M - 273,14K) \quad (5)$$

Durchführung:

Wiegen Sie das Kalorimeter zunächst leer und dann mit Wasser gefüllt. Bestimmen Sie dann unter langsamen Rühren fünf bis zehn Minuten lang alle 30 Sekunden die Kalorimetertemperatur. Geben Sie anschließend ein Stückchen Eis hinzu, welches Sie zuvor mit Lösch- oder Filterpapier sorgfältig getrocknet haben. Registrieren Sie nun alle zehn Sekunden die Temperatur. Lesen Sie - sobald sich die Temperatur nicht mehr merklich ändert - etwa fünf bis zehn Minuten lang alle 30 Sekunden die Kalorimetertemperatur ab. m_E wird durch eine weitere Wägung bestimmt.

Auswertung:

Tragen Sie die gemessenen Temperaturen in Abhängigkeit von der Zeit auf Millimeterpapier auf. Hierbei ergibt sich eine Kurve, wie sie in der untenstehenden Abbildung skizziert ist. Ermitteln Sie graphisch die in Gleichung (5) eingehenden Temperaturen T_A und T_M . Extrapolieren Sie die Äste des Temperaturverlaufs (gemäß der Skizze). Eine senkrechte Gerade \overline{AM} ist so einzuzeichnen, dass $F_1 = F_2$ erfüllt ist¹. Mit diesem Verfahren eliminieren Sie den - während des Versuchs erfolgten - Energieaustausch mit der Umgebung.



¹) „A“ beziehungsweise „M“ sind die Schnittpunkte der senkrechten Gerade mit den jeweiligen extrapolierten Kurven.
(Erklärung: siehe Walcher 109/110)

Literatur:

Walcher, Praktikum der Physik;
Westphal, Physikalisches Praktikum