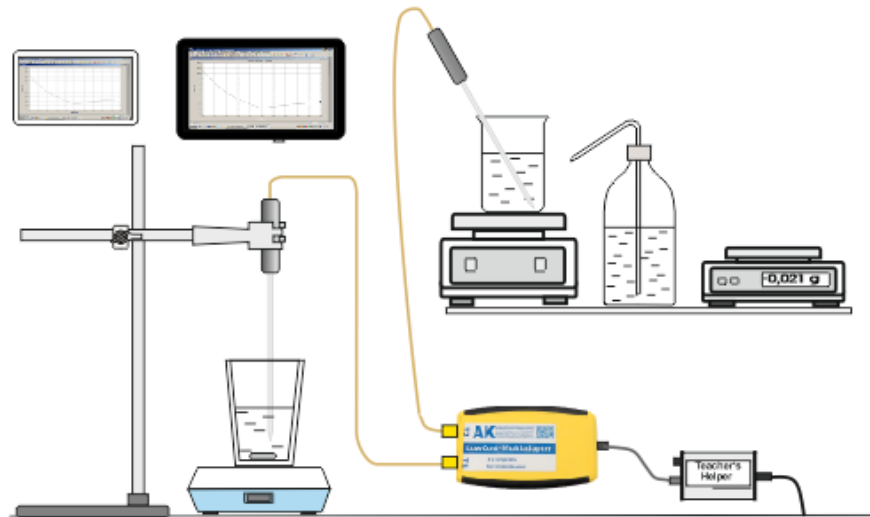




Prinzip

Die Temperaturänderung beim Zusammengeben zweier Wassermengen mit unterschiedlicher Temperatur wird gemessen und so der "Wasserwert", ein Kalibrierwert für das Kalorimeter, ermittelt.

**Aufbau
und
Vorbe-
reitung**



Benötigte Geräte

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> AK LowCost MultiAdapter T/T | <input type="checkbox"/> 1 Becherglas, 200 mL |
| <input type="checkbox"/> USB-Kabel / Netzteil | <input type="checkbox"/> 1 Muffe |
| <input type="checkbox"/> Teacher's Helper /Netzteil | <input type="checkbox"/> 1 Greifklemme, klein |
| <input type="checkbox"/> Tablet/Laptop oder Smartphone | <input type="checkbox"/> 1 Magnetrührer |
| <input type="checkbox"/> 2 Temperaturfühler | <input type="checkbox"/> 1 Rührmagnet (stark) |
| <input type="checkbox"/> 1 Styroporbecher, 250 mL | <input type="checkbox"/> 1 AK SÜS heizbarer Magnetrührer |
| <input type="checkbox"/> 1Stativ | <input type="checkbox"/> 1 Waage (mind. 200g/0,01g) |

Verwendete Chemikalien

- destilliertes Wasser
- evtl. Eis

Vorbereitung des Versuchs

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ Den Styroporbecher auf die Waage stellen, den Rührmagnet zugeben und austarieren.
- ▶ Ca. 80 g kaltes Wasser von etwa 5-10 °C in den Becher füllen und die Masse (m_{KW}) notieren.
- ▶ Den Becher auf den Magnetrührer stellen und den Temperaturfühler (T1) eintauchen.
- ▶ Parallel dazu etwa 100 mL Wasser auf dem Dreifuß mit dem heizbarer Magnetrührer auf etwa 35 °C - 40 °C erhitzen.

Vorbereitung an den Tablets / Laptops (Clients)

- ▶ Am Tablet / Laptop / Smartphone Einstellungen oder mit **WLAN** eine Verbindung herstellen: **ak.net** auswählen und warten bis die Verbindung eingebucht ist.
- ▶ Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adresszeile/URL-Zeile (nicht in die Google-Suchzeile!) **http://labor.ak** eingeben. Es erscheinen 4 Bildschirme...
- ▶ **AK MiniAnalytik** wählen. Im erscheinenden Bild können die Menüicons neben- oder (bei kleinen Bildschirmen) untereinander angeordnet sein.
- ▶ Icon 'Messen' (2. Von links) und **Mit Messgerät verbinden** auswählen.
- ▶ **Messgrößen-Auswahl:** **Temp. 1 (T1)** **Temp. 2 (T2)** **OK**
- ▶ **Konfiguration X/Y-Achsen:** **T1 und T2 auf die Y-Achse** **OK**
- ▶ **Konfiguration-Methode:** Y-Achse T1 Min **10,00** °C und T1 Max **30,00** °C
T1 Nachkomma **2** und Linien **ja**
T2 Werte sind uninteressant aber: Linien **ja** (Häkchen weg)
- ▶ **X-Achse: Vorgabe auf Zeit**
- ▶ X-Achse Zeit Intervall **2,0** s und Zeit Max **140,0** s
Zeit Nachkomma **1** und **OK**
- ▶ Der Messbildschirm wird aufgebaut und Werte angezeigt.



Durchführung

- ▶ Mit **Aufzeichnung starten** die Messwertspeicherung starten.
- ▶ Das Becherglas mit dem warmen Wasser auf die Waage stellen, austarieren, die Temperatur des warmen Wassers mit dem zweiten Fühler des "ALL-CHEM-MISST" (T2) messen und (T_{WW}) notieren.
- ▶ Das warme Wasser in den Styroporbecher gießen, das Becherglas zurückwiegen und die Massendifferenz in die Tabelle (m_{WW}) eintragen (Vorzeichen nicht beachten).
- ▶ Nach ca. 140 s **Stoppen** drücken.
- ▶ **Temp. 2 (T2)** Häkchen entfernen.

Masse (kaltes Wasser) m_{kW}		g	Temperatur T2 (warmes Wasser) T_{WW}		°C
Masse (warmes Wasser) m_{WW}		g	Mischungstemperatur T_M		°C

Speichern

- ▶ Icon oben links und **Speichern unter** wählen
- ▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **G01 User** und **OK**

Excel-Export

- ▶ Icon oben links und **Datenreihen exportieren** wählen
- ▶ Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt **G01 User** auswählen und **Speichern**
- ▶ Je nach Gerät mit ‚Speichern unter‘ noch Pfad aussuchen und bestätigen

Öffnen bei Bedarf

- ▶ Ist der Teacher's Helper nicht mehr zu erreichen: Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adresszeile (URL-Zeile) - nicht in der Google-Suchzeile! **http://labor.ak** eingeben. -
- ▶ Icon oben links und **Laden** "Projekt Laden" **G01 User** direkt auswählen und → anklicken

Bestimmung der Temperaturdifferenz

Unter dem Wasserwert verstand man früher die Menge Wasser, die die gleiche Wärmemenge aufnehmen würde wie die Kalorimeterteile und die sie umgebende Luft. Inzwischen hat sich eingebürgert, die Wärmekapazität des Kalorimeters (Kalorimeterwert) als Wasserwert zu bezeichnen. Das "warme" Wasser gibt eine bestimmte Wärmemenge an das kältere Wasser und an das Kalorimeter (Gefäß, Thermofühler, Magnetrührer etc.) ab. Dadurch erhöht sich deren Temperatur um ΔT_1 .

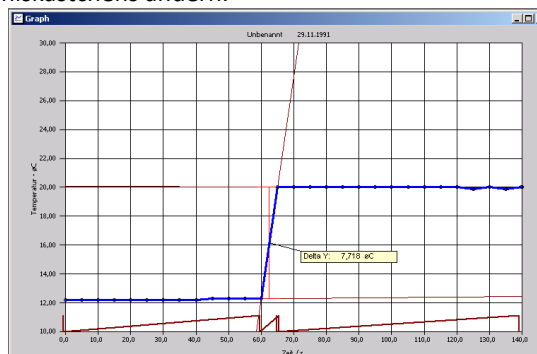
$$Q_{WW} = Q_{kW} + Q_{Kal}$$

$$c_W \cdot m_{WW} \cdot (T_{WW} - T_M) = c_W \cdot m_{kW} \cdot \Delta T_1 + W_{Kal} \cdot \Delta T_1$$

$$W_{Kal} = c_W \cdot m_{WW} \cdot \frac{T_{WW} - T_M}{\Delta T_1} - c_W \cdot m_{kW} \quad (1)$$

Falls die Temperaturunterschiede nicht zu groß sind und die Mischungstemperatur sich im Bereich der Raumtemperatur bewegt, kann man evtl. schon aus der Tabelle die Temperaturdifferenz ΔT_1 ablesen und auf eine Gangbetrachtung verzichten. Die Bestimmung der Temperaturdifferenz erfolgt nach der 3Geraden- Methode.

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) **Drei-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') **1.** für die **Vorperiode**, **2. Hauptperiode** und **3. Nachperiode**
- ▶ Dann auf **Berechnen** tippen. Die Temperaturdifferenz wird als Delta angegeben.
- ▶ Evtl. die Position des Ergebniskästchens ändern.



Auswertung



Berechnung des Wasserwertes

Die Berechnung erfolgt nach Gleichung (1)

$$W_{\text{Kal}} = c_W \cdot m_{\text{WW}} \cdot \frac{T_{\text{wW}} - T_M}{\Delta T_1} - c_W \cdot m_{\text{kW}}$$

Auswertung

Für die Beispielrechnung werden folgende Werte verwendet:

Spezifische Wärmekapazität von Wasser:	c_W	4,185 J/g · K
Masse des kalten Wassers:	m_{kW}	85.1 g
Masse des warmen Wassers:	m_{wW}	79.9 g
Ausgangstemperatur des warmen Wassers:	T_{wW}	28.8 °C
Mischungstemperatur:	T_M	20.0 °C
Temperaturdifferenz:	ΔT_1	7.71 °C

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Werte umrechnen** und **bel. Funktion**
- ▶ **Nur Rechner** Termeingabe: **4.187*79.9*(28.8-20.0)/7.71 -4.187*85.1**

Als Ergebnis liefert der Rechner: $W_{\text{Kal}} = 25,5 \text{ J/K}$

Die Wärmeaufnahme durch das Kalorimeter ist also im Vergleich zur Wärmeaufnahme durch das kalte Wasser $(4.187 \text{ J/g} \cdot \text{K}) \cdot 85.1 \text{ g} = 356 \text{ J/K}$ mit etwa 7% relativ gering.

In der Literatur findet man Wasserwerte für "Styroporkalorimeter" von etwa 20 J/K - 50 J/K; für große Glaskalorimeter von etwa 100 J/K - 900 J/K

Tipps

- ▶ Falls man in ein und demselben Kalorimeter mit verschiedenen Mengen bzw. Geräten (z.B.: Reagenzgläsern) arbeitet, ist es sinnvoll, für die entsprechende Konstellation einen Wasserwert zu bestimmen.
- ▶ Das gleiche gilt für Reaktionen, die sehr langsam ablaufen oder bei denen eine recht große Temperaturdifferenz zu erwarten ist.
- ▶ Für die meisten kalorimetrischen Messungen ist ein kräftiger "Rührfisch" wegen der besseren Durchmischung günstig, obwohl ein solcher etwas mehr Wärme aufnimmt.
- ▶ Lassen Sie nach Einfüllen des kalten Wassers dem Styroporbecher und dem Rührmagneten genügend Zeit, sich ebenfalls abzukühlen.

Beachten:



Entsorgung

entfällt

Literatur

F. Kappenberg, Computer im Chemieunterricht 1988, S. 150, Verlag Dr. Flad, Stuttgart