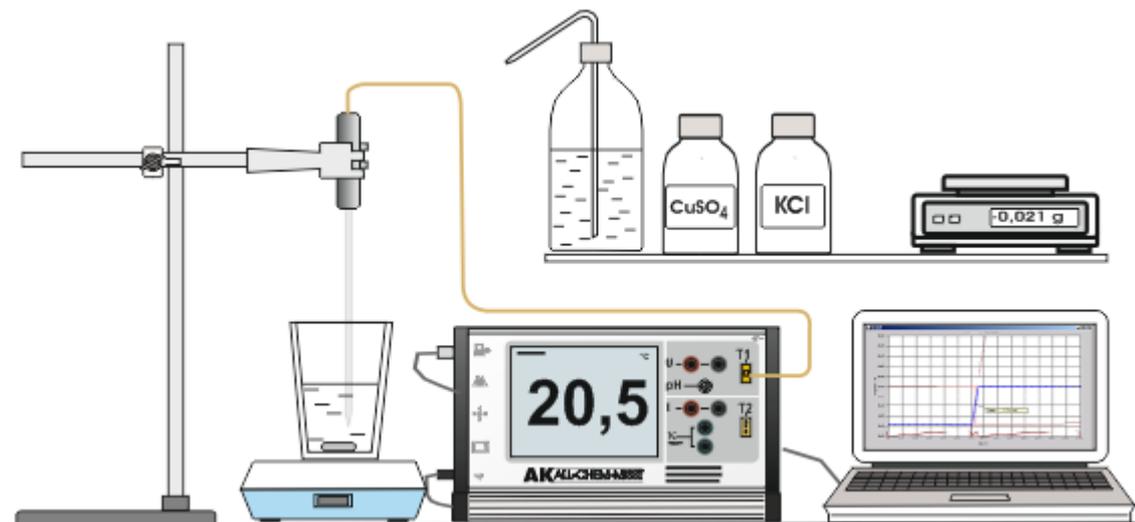




Prinzip

Eine Salzportion wird im Kalorimeter gelöst und die dabei entstehende Wärmemenge berechnet. Nimmt man wasserfreies Kupfersulfat und blaues Kupfersulfat, so lässt sich nach dem Satz von Hess die Hydratationswärme berechnen.

Aufbau und Vorbereitung



Benötigte Geräte

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> ALL-CHEM-MISST II /Netzteil | <input type="checkbox"/> 1 Muffe |
| <input type="checkbox"/> USB- oder serielles Kabel | <input type="checkbox"/> 1 Greifklemme, klein |
| <input type="checkbox"/> Computer | <input type="checkbox"/> 1 Magnetrührer |
| <input type="checkbox"/> Temperaturfühler | <input type="checkbox"/> 1 Rührmagnet (stark) |
| <input type="checkbox"/> 1 Styroporbecher, 250 mL | <input type="checkbox"/> 1 Waage (mind. 200g/0,01g) |
| <input type="checkbox"/> 1Stativ | |
| <input type="checkbox"/> Uhrglasschale | |

Verwendete Chemikalien

- | |
|---|
| <input type="checkbox"/> destilliertes Wasser |
| <input type="checkbox"/> CuSO ₄ |
| <input type="checkbox"/> CuSO ₄ · 5 H ₂ O |
| <input type="checkbox"/> KCl |

Vorbereitung des Versuchs

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ Den Computer über das serielle oder USB- Kabel mit dem "ALL-CHEM-MISST II" verbinden.
- ▶ Den Styroporbecher auf die Waage stellen, den Rührmagnet zugeben und austarieren.
- ▶ Ca. 180 g Wasser von Raumtemperatur in den Becher füllen und die Masse (m_W) notieren.
- ▶ Den Becher auf den Magnetrührer stellen und den Temperaturfühler (T1) eintauchen.

Vorbereitung am Computer

- ▶ **AK Analytik 11** starten; **Messen** mit **Geräte-Schnellstarter App** **ALL-CHEM-MISST II**
- ▶ Anweisungen befolgen und 'abhaken' **Weiter**
- ▶ **Auswahl des Messkanals: (Buchse im Bild oben) T1** **Weiter**
- ▶ **Auf welche Weise möchten Sie messen: Auf Zeit**
- ▶ **Zeitintervall:** **2** s, **Gesamtzeit (Grafik):** **100** s, **x-Komma** **1**
- ▶ **Darstellung der Kanäle im Graphen: Temperatur T1** **y-Untergrenze im Graphen** **10,00** °C
- ▶ **y-Obergrenze** **30,00** °C **y-Nachkomma** **2** – Bestätigen mit **Akzeptieren** dann **Weiter**



Durchführung

- ▶ Mit **Aufzeichnen** oder mit der 's'-Taste die Messwertspeicherung starten.
- ▶ Uhrglas auf die Waage stellen, ca. 5 g Salz (z.B.: KCl - Raumtemperatur) zugeben und austarieren
- ▶ Salz in den Styroporbecher geben, das Uhrglas zurückwiegen und die Masse des zugegebenen Salzes (m_S) notieren (Vorzeichen nicht beachten).
- ▶ Nach ca. 100 s **Messung beenden** drücken.
- ▶ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **Mein erstes Projekt** und **Akzeptieren**

Masse (Wasser) m_W		g
Masse (Salz) m_S :		g

Bestimmung der Temperaturdifferenz

Für das Lösen des Salzes wird eine bestimmte Wärmemenge verbraucht oder frei.

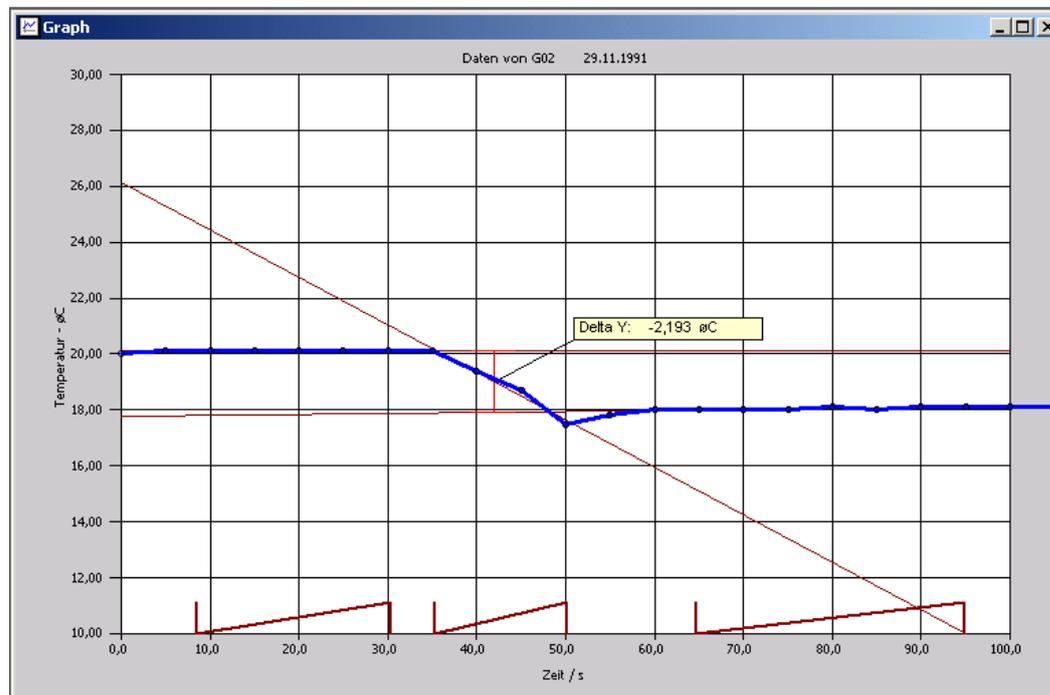
$$Q = Q_W + Q_{Kal}$$

$$Q = (c_W \cdot m_W + W_{Kal}) \cdot \Delta T_1$$

Man geht davon aus, dass Wasser und Salz die gleiche Ausgangstemperatur haben, und dass die Lösung (Wasser und Salz) die gleiche Wärmekapazität wie Wasser besitzt. Hier erfolgt die Bestimmung der Temperaturdifferenz nach der Drei-Geraden-Methode.

- ▶ Hauptmenü: **AK Analytik 11** Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen **3-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') **1.** für die **Vorperiode**, **2. Hauptperiode** und **3. Nachperiode**
- ▶ Zur Prüfung des Ergebnisses **Zeichnen** dann **Delta** (evtl. Position ändern) und **Fertig**

Auswertung





Berechnung der Lösungswärme:

$$Q = (c_W \cdot m_W + W_{Kal}) \cdot \Delta T_1$$

Für die Beispielrechnung werden folgende Werte verwendet:

Spezifische Wärmekapazität von Wasser:	c_W	4.185 J/g·K
Masse des Wassers:	m_W	175.5 g
Masse des Salzes(KCl):	m_S	6.15 g
Wasserwert:	W_{Kal}	25.5 J/K

- ▶ Favoriten im Hauptmenü **AK Analytik 11** Start Messung **Favoriten** Auswerten Hinzufügen
- ▶ **Rechner** Termeingabe: $4.187*175.5+25.5)*2.13$ =

Als Ergebnis liefert der Rechner pro 6,15 g Kaliumchlorid: $Q = 1615 \text{ J}$

Die Umrechnung auf molare Bedingungen: $M(\text{KCl}) = 74.6 \text{ g/mol}$

$$\Delta H^0 = \Delta H \cdot \frac{M}{m}$$

- ▶ Favoriten im Hauptmenü **AK Analytik 11** Start Messung **Favoriten** Auswerten Hinzufügen
- ▶ **Rechner** Termeingabe: $1615/6.15*74.6$ =

Als Ergebnis liefert der Rechner: $\Delta H = 19.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

Literaturwert: $\text{KCl}_{(s)} \rightarrow \text{KCl}_{(aq)}$ $\Delta H(\text{KCl}_{(s)}) = 18.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 1)
 $\Delta H(\text{KCl}_{(aq)}) = 14 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 2)

Zur Bestimmung der Hydratationswärme von wasserfreiem Kupfersulfat subtrahiert man nach dem Satz von Hess nur die Lösungswärmen der beiden Kupfersalze von einander.

Literaturwerte: $\text{CuSO}_4(s) \rightarrow \text{CuSO}_4(aq)$ $\Delta H^0 = -67 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(s) \rightarrow \text{CuSO}_4(aq)$ $\Delta H^0 = 11 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $\text{CuSO}_4(s) + 5\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(s)$ $\Delta H^0 = -78 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

Beachten:



Entsorgung

entfällt

Literatur

Frei nach Praktikumsunterlagen des Chem. Instituts Dr. Flad Stuttgart 1988
 F. Kappenberg, Computer im Chemieunterricht 1988, S. 151, Verlag Dr. Flad, Stuttgart
 1) G. I. Schelinski, Energetik chemischer Reaktionen, Aulis Verlag Köln, 1981
 2) K. Dehnert et al., Allgemeine Chemie, Schroedel Verlag, Hannover, 1987