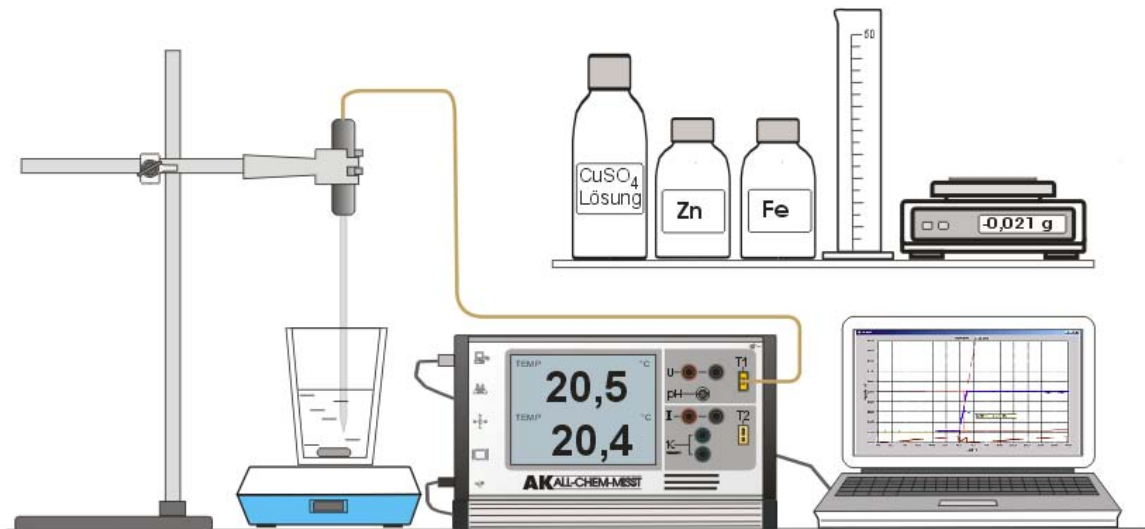


Prinzip: Die Wärmemenge, die entsteht, wenn man einen Überschuß von Zink oder Eisen auf eine Kupfersalzlösung einwirken lässt, wird gemessen.

Versuchsaufbau:



Materialliste:

Geräte:

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1 ALL-CHEM-MISST II | 2 Filtrierpapiere |
| 1 Temperaturfühler | 1 Styroporbecher, ca. 200 mL |
| 1 Computer | 1 Magnetrührer |
| 1 USB- bzw. serielles Kabel | 1 Rührfisch (kräftig!) |
| 1 Messzylinder, 50 mL | 1 Stativ |
| 1 Waage (min. 200g / 0.01g) | 1 Muffe |
| 1 Spatel | 1 Greifklemme |

Chemikalien:

- CuSO₄-Lsg, c=1.0 mol/L
(249,7 g CuSO₄·5H₂O auf 1 l)
✗
Eisenpulver
Zinkpulver 🔥

Vorbereitung des Versuches:

- Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- Den Computer über das serielle oder USB-Kabel mit dem "ALL-CHEM-MISST II" verbinden.
- Dafür sorgen, dass Metalle und Metallsalzlösungen die gleiche Ausgangstemperatur haben, evtl. temperieren.
- Den Styroporbecher auf den Magnetrührer stellen, den Rührfisch zugeben.
- 50 mL Kupfersalzlösung (n= 0,05 mol) in den Styroporbecher gießen.
- Den Temperaturfühler eintauchen und sein Kabel mit der Buchse T1 am ALL-CHEM-MISST verbinden.
- Auf dem Filterpapier a) 4 g Eisen (n= 0.072 mol) oder b) 4 g Zink (n=0.061 mol) abwiegen

.Computerprogramm: AK Analytik 32.NET (→ Schnellstarter → ALL-CHEM-MISST_II 1-Kanal)

| | | |
|---|---------------------------|---------------------------------------|
| Angezeigte Messgröße: Temperatur | Kanal T1 | |
| Für Grafik 10 - 60 °C | Zeitintervall: 2 s | Gesamtzeit: (für Grafik) 300 s |
| Messung über Zeit | | Direkt zu Messung |

Durchführung des Versuches:

- Die Messung mit Klick auf oder mit der Taste **S** starten
- Nach 60 s das Metall in den Styroporbecher geben.
- Nach etwa 300 Sekunden den Versuch mit Klick auf oder mit der Taste **Esc** beenden.





Auswertung des Versuches:

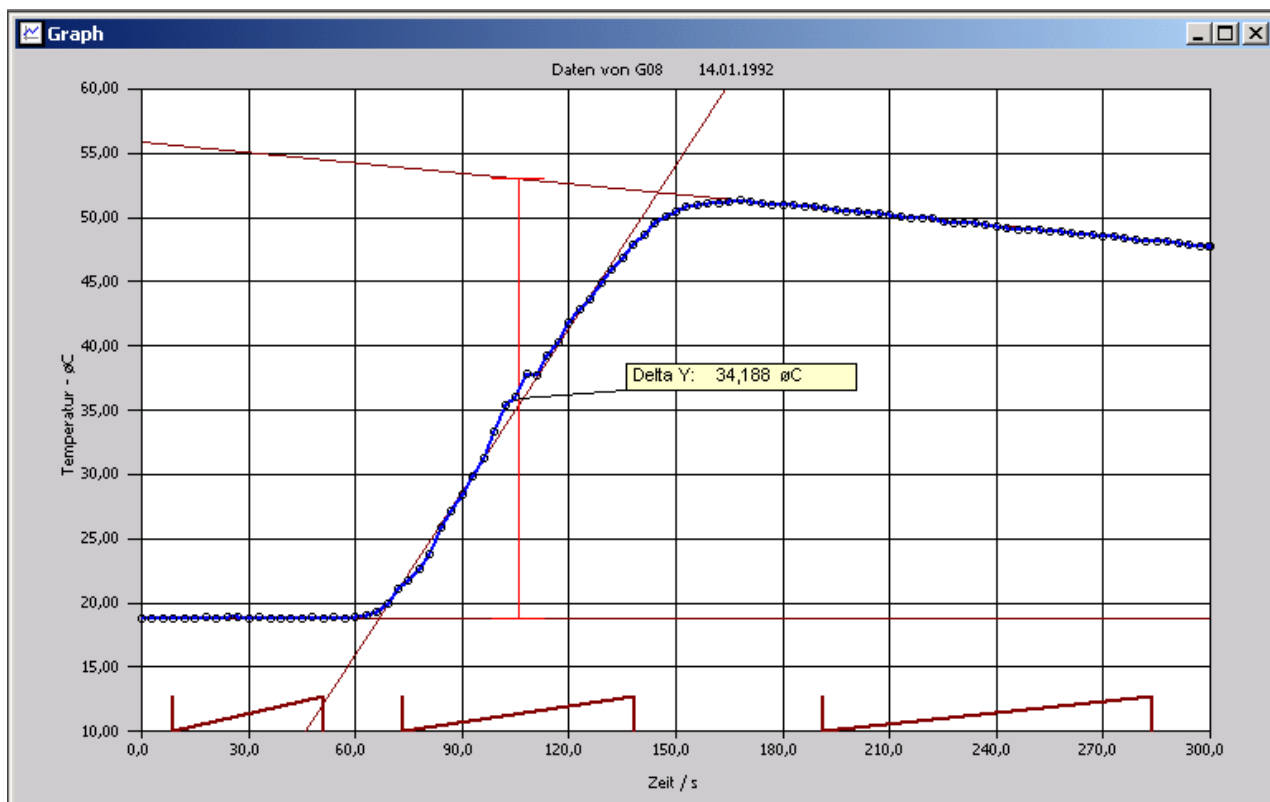
Prinzip: Die Reaktion des Metalls mit den Metallionen erwärmt die Salzlösung (die Wärmekapazität wird mit der des Wassers, $c_W = 4.187 \text{ J/g}\cdot\text{K}$, gleichgesetzt) und das Kalorimeter. Dabei wird eine bestimmte Wärmemenge Q frei.

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

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

Die Wärmemenge, die das entstehende Metall aufnimmt, wird vernachlässigt. Die Bestimmung der Temperaturdifferenz erfolgt nach der Drei-Geraden-Methode.

| | | |
|---|---|--|
| Auswerten aufrufen mit:  | oder im Hauptmenü: ⇒ Auswerten ⇒ „Drei-Geraden-Methode“ | |
| Folgen Sie den Anweisungen für die 1. Vorperiode , 2. Hauptperiode und 3. Nachperiode ; dann:  Weiter | | |
| Ergebnis des Rechners: DeltaY: 31,188 °C | Eintragen der Werte:  Beschriften | Ende:  Fertig |

**Berechnung der Reaktionswärme:**

Für die Beispielrechnung werden folgende Werte verwendet:

Masse der Metallsalzlösung (genähert für den Wärmeaustausch) 50 g
Spezifische Wärmekapazität von Wasser: c_W 4,187 J/g · K
Wasserwert des Kalorimeters: W_{Kal} 25,5 J/K

| | |
|---|---|
| Berechnung: | Im Hauptmenü: ⇒ Extras ⇒ 'Taschenrechner' |
| Termeingabe: $(50 \cdot 4.187 + 25.5) \cdot 34.188$ | ⇒ Eingabetaste drücken oder auf „=“ klicken |

Als Ergebnis liefert der Rechner:

-8013 J/50 g Salzlösung

Die Umrechnung auf molare Bedingungen: ($n(\text{Cu})$ hier $n = 0.05 \text{ mol}$)

$$\Delta H^0 = \Delta H \cdot \frac{1}{n}$$

Berechnung:

Im Hauptmenü: ⇒ Extras ⇒ 'Taschenrechner'

Termeingabe: -8013/0.05

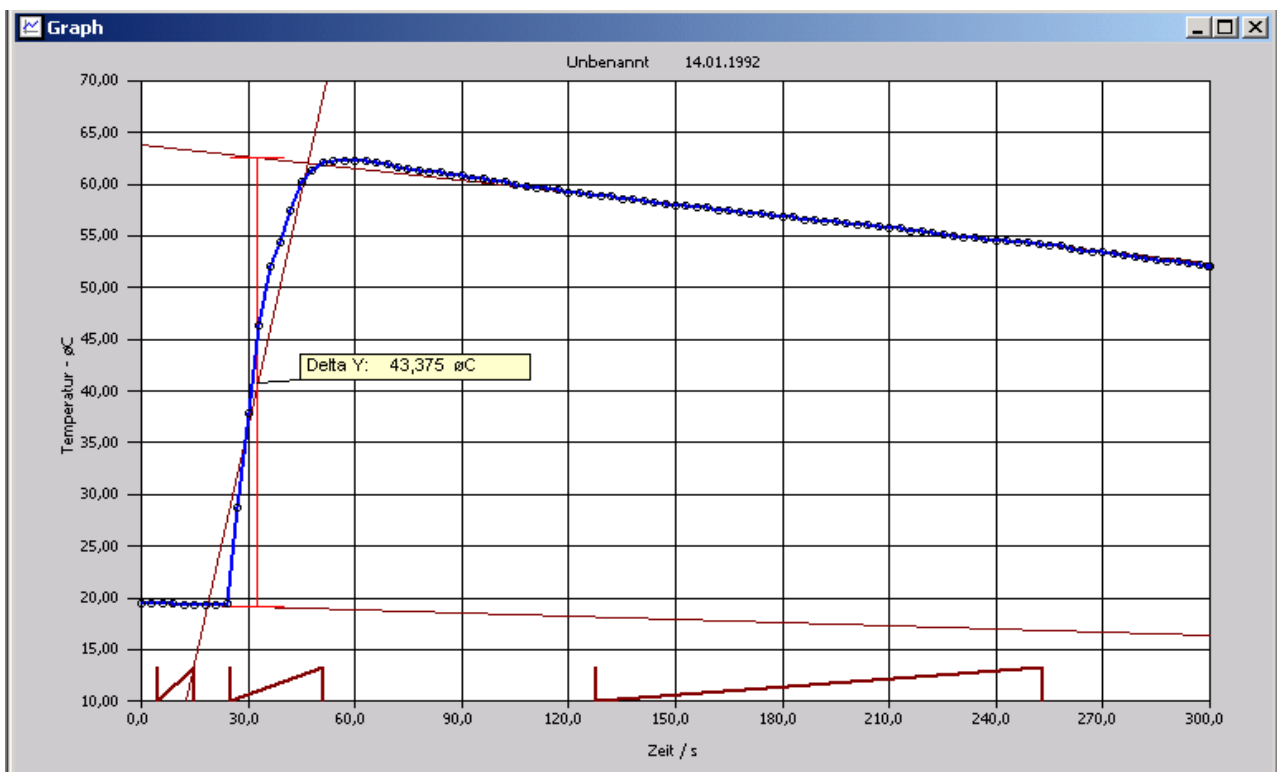
⇒ Eingabetaste drücken oder auf „=" klicken

Die molare Reaktionsenthalpie beträgt entsprechend: $-160260 \text{ J/mol Formelumsatz} = 160,26 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Literaturwert: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \quad \Delta H^\circ = -152.2 \text{ kJ mol}^{-1}$ 1)

Wiederholung des Versuches für die anderen REDOX- Reaktionen

Umsetzung von 50 mL Kupfersulfatlösung ($c = 1 \text{ mol/L}$) mit 4 g Zink:



Berechnen der Reaktionswärme:

Für die Beispielrechnung werden folgende Werte verwendet:

Dateiname: CUZN1, Temperaturerhöhung 43.375 °C , Masse der Metallsalzlösung 50 g , Wasserwert 25.48 J/K

Berechnung:

Im Hauptmenü: ⇒ Extras ⇒ 'Taschenrechner'

Termeingabe: $(50 \cdot 4.187 + 25.5) \cdot 43.375$

⇒ Eingabetaste drücken oder auf „=" klicken

Als Ergebnis liefert der Rechner:

$-10185 \text{ J/50 g Salzlösung}$

Die Umrechnung auf molare Bedingungen: (n (Cu) hier n = 0.05 mol)

$$\Delta H^0 = \Delta H \cdot \frac{1}{n}$$

Berechnung:

Im Hauptmenü: ⇒ Extras ⇒ 'Taschenrechner'

Termeingabe: 10185/0,05

⇒ Eingabetaste drücken oder auf „=" klicken

Die molare Reaktionsenthalpie beträgt entsprechend: -203700 J/mol Formelumsatz = -20,37 kJ mol⁻¹.

Literaturwert: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ $\Delta H^\circ = -216.7 \text{ kJ mol}^{-1}$ 1)

Tipps

- Das kräftige Umrühren scheint bei diesem Versuch besonders wichtig. Benutzen Sie einen Magnetrührer mit einem kräftigen Rührfisch.
- Je feiner das eingesetzte Metallpulver ist, umso vollständiger und schneller erfolgt der Umsatz der Metallionen.
- Ein Spritzer Spülmittel kann eine bessere Benetzung des Metalls bewirken.
- Bei schwachem Rührmagnet sollte man bei dem Versuch mit dem Eisenpulver wegen der Anziehung des Pulvers auf magnetisches Rühren verzichten.
- Man kann bei den Versuchen auch geringere Mengen einsetzen: z.B. 50 mL Kupfersulfatlösung (c= 0.5 mol/L). Die zu erwartenden Temperaturänderungen beim Zink sind dann etwa 25 °C, beim Eisen ca. 18 °C.
- Falls man kein "reaktives" Eisenpulver zur Hand hat, kann man auch Eisenwolle, die man zuvor mit Acton entfettet hat, einsetzen. Evtl. sollte man hier dann mit einem Glasstab umrühren. Andererseits ist bei dieser Reaktionsführung das Verschwinden der blauen Farbe besonders gut zu beobachten.

Literatur: 1) M. Wainwright, Chemische Energetik S.: 11f ,1979, B.Franzbecker Verlag, Bad Salzderfurth
2) F. Kappenberg, Computer im Chemieunterricht 1988, S. 147 f, Verlag Dr. Flad, Stuttgart