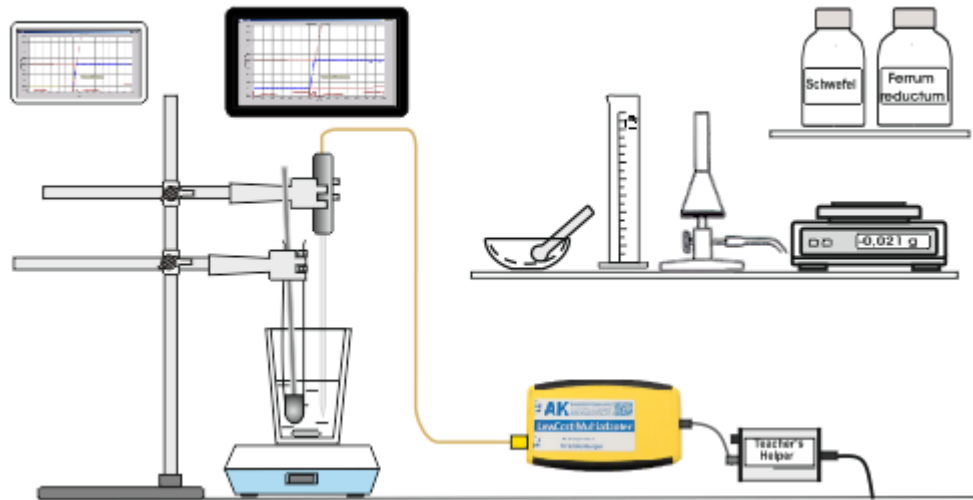




Prinzip

Eisen reagiert mit Schwefel exotherm. Die Bildungsenthalpie lässt sich in einem einfachen Kalorimeter bestimmen.

Aufbau
und
Vorbe-
reitung



Benötigte Geräte

- | | |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> AK LowCost MultiAdapter T/T | <input type="checkbox"/> Messzylinder, 250mL |
| <input type="checkbox"/> USB-Kabel / Netzteil | <input type="checkbox"/> 2 Greifklemmen, klein |
| <input type="checkbox"/> Teacher's Helper /Netzteil | <input type="checkbox"/> 1 Magnetrührer |
| <input type="checkbox"/> Tablet/Laptop oder Smartphone | <input type="checkbox"/> 1 Rührmagnet (stark) |
| <input type="checkbox"/> Temperaturfühler | <input type="checkbox"/> Reagenzglas (schwer schmelzbar) |
| <input type="checkbox"/> 1 Styroporbecher, 200 mL | <input type="checkbox"/> Stricknadel |
| <input type="checkbox"/> 1 Stativ | <input type="checkbox"/> Mörser mit Pistill |
| <input type="checkbox"/> Waage (mind. 200g/0.01g) | <input type="checkbox"/> Bunsenbrenner |
| <input type="checkbox"/> 2 Muffen | <input type="checkbox"/> Gasanzünder |

Verwendete Chemikalien

- | |
|--------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ferrum (reductum) |
| <input type="checkbox"/> Schwefelpulver, trocken |

Vorbereitung des Versuchs

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ Den Styroporbecher auf den Magnetrührer stellen, den Rührmagnet zugeben.
- ▶ 200 ml Wasser in den Styroporbecher füllen.
- ▶ Den Temperaturfühler eintauchen und Kabel in die Buchse T1 am AK LowCost MultiAdapter stecken.
- ▶ 5.6 g Eisen und 3.2 g Schwefel abwiegen und sehr intensiv im Mörser mischen.
- ▶ 5 g Gemisch in das Reagenzglas einwiegen und das Reagenzglas im Styroporbecher fixieren.

Vorbereitung an den Tablets / Laptops (Clients)

- ▶ Am Tablet / Laptop / Smartphone Einstellungen oder mit **WLAN** eine Verbindung herstellen: **ak.net** anwählen 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)**
- ▶ **Konfiguration-Methode:** Y-Achse T1 Min **10,00** °C und T1 Max **30,00** °C
T1 Nachkomma **2** und Linien **ja**
- ▶ **X-Achse: Zeit**
- ▶ X-Achse Zeit Intervall **2,0** s und Zeit Max **120,0** s
Zeit Nachkomma **1** und
- ▶ Der Messbildschirm wird aufgebaut und Werte angezeigt.



Durchführung

- ▶ Mit **Aufzeichnung starten** die Messwertspeicherung starten.
- ▶ Die Stricknadel in der Bunsenbrennerflamme zum Glühen bringen und mit ihr das Gemisch zünden. Sie verbleibt im Reagenzglas.
- ▶ Nach ca. 120 s **Stoppen** drücken.

Messwerte zu Versuch G07	
Masse des Wassers	g
Masse des Schwefel/Eisen-Gemisches	g

Speichern

- ▶ Icon oben links und **Speichern unter** wählen
- ▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **G07 User** und **OK**

Excel-Export

- ▶ Icon oben links und **Datenreihen exportieren** wählen
- ▶ Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt **G07 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" **G07 User** direkt auswählen und → anklicken

Bestimmung der Temperaturdifferenz

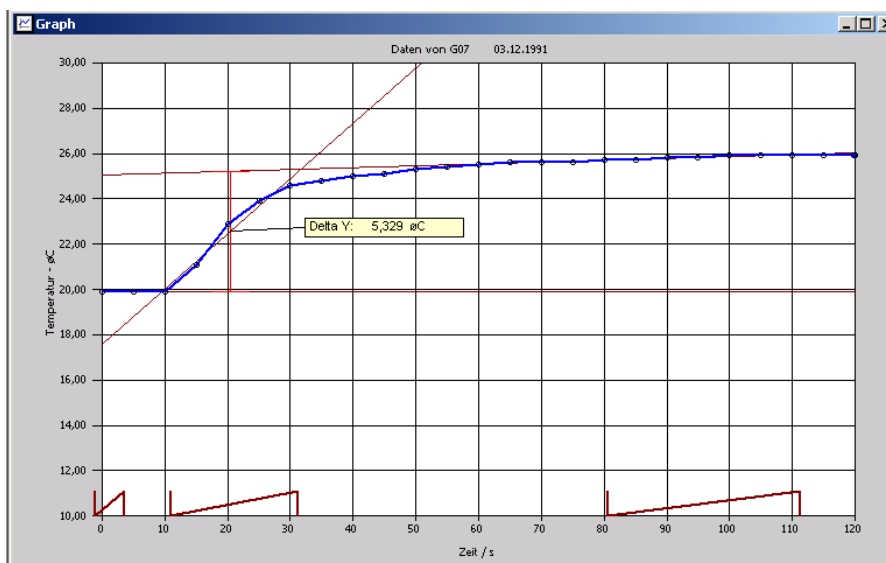
Die Reaktion des Eisens mit dem Schwefel erwärmt das Wasser und das Kalorimeter (incl. Reagenzglas und Nadel). Dabei wird eine bestimmte Wärmemenge frei.

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

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

Auswertung

- ▶ 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.





Berechnen der Reaktionswärme:

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

Für die Beispielrechnung werden folgende Werte verwendet:

Spezifische Wärmekapazität von Wasser: $c_W = 4,187 \text{ J/g}\cdot\text{K}$

Masse des Wassers $m_W = 200 \text{ g}$

Masse des Reaktionsgemisches $m = 5,0 \text{ g}$

Wasserwert für diesen Aufbau $W_{Kal} = 54,5 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

Auswertung

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Werte umrechnen** und **bel. Funktion** **OK**
- ▶ **Nur Rechner** Termeingabe **(200*4.187+54.5)*5,33** **=**

Als Ergebnis liefert der Rechner pro $m(\text{Reaktionsgemisch}) = 5 \text{ g}$:

$$Q = -4.754 \text{ kJ}$$

Berechnung des Schwefelanteils in $m(\text{Reaktionsgemisch}) = 5 \text{ g}$: $m(\text{S}) = 5 \cdot 32 \text{ g} / (32 \text{ g} + 56 \text{ g})$

Dabei sind $M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol}$ und $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g/mol}$.

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Werte umrechnen** und **bel. Funktion** **OK**
- ▶ **Nur Rechner** Termeingabe: **5*32/(32+56)** **=**

Als Ergebnis liefert der Rechner: $m(\text{S}) = 1.82 \text{ g}$

Die Umrechnung auf molare Bedingungen: $M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol}$

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

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Werte umrechnen** und **bel. Funktion** **OK**
- ▶ **Nur Rechner** Termeingabe: **-4.754*32/1.82** **=**

Als Ergebnis liefert der Rechner: $\Delta H_R = -84,05 \text{ kJ mol}^{-1}$

Literaturwert: $\text{Fe}_{(s)} + \text{S}_{(s)} \rightarrow \text{FeS}_{(s)}$ $\Delta H_R = -100 \text{ kJ mol}^{-1}$

Anmerkung: Legt man bei der 3-Geradenmethode die Gerade der Nachperiode auf etwa $26 \text{ }^\circ\text{C}$, so verbessert sich das Ergebnis.

Tipps

Die Menge Schwefel, die zu Schwefeldioxid verbrennt (Geruch), scheint sehr gering zu sein und sich nicht auf das Ergebnis auszuwirken.

!! Achtung !! Nach Beendigung des Versuches ist es ratsam, noch einen neuen Wasserwert für das Kalorimeter mit dem eingespannten Reagenzglas etc. zu bestimmen (siehe Arbeitsblatt G01)

Beachten:



Entsorgung

Behälter für Schwermetallabfälle

Literatur

Frei nach: B. Domke, CEC (Computerunterstütztes Experimentieren im Chemieunterricht. S:49 ff, Klett Verlag, Stuttgart 1990)