

Versuch 7 – Hydratationswärme

Gruppe 1

Name: Ondrej Burkacky

Doris Weber

Aufgabe

Man soll die Hydratationswärme von CuSO_4 zu $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ berechnen.

Theorie

Die Enthalpie ist eine Zustandsfunktion und damit wegunabhängig. Somit kann man bei einer schwierigen direkten Bestimmung, den Umweg eines Kreisprozesses gehen.

Um nun die Hydratationswärme von CuSO_4 zu $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ zu bestimmen, kann also zunächst die Hydratationswärme von wasserfreiem CuSO_4 zu $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ und die von $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ zu $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ bestimmt werden. Aus der Differenz dieser beiden kann man sich dann die erstere Hydratationswärme ausrechnen.

Experimentell bedient man sich eines isobaren Erwärmungskalorimeters, das aus einem gegen die äußere Atmosphäre abgeschirmten, mit Wasser gefülltem thermisch isoliertem Gefäß besteht. Hiermit kann die Enthalpie gemäß $\Delta H = -C\Delta T$ bestimmt werden, wobei es sich bei C um die sogenannten Wärmekapazität (Wasserwert beim verwendeten Kalorimeter) des Kalorimeters handelt. Diese Konstante kann durch einer elektrisch erzeugten Wärmemenge bestimmt werden, hierbei gilt, dass 1 Joule=1 Watt mal Sekunde.

Versuchsdurchführung

Verwendet wird ein Kalorimeter, das mit 250 ml Wasser gefüllt wird. Es wird durch einen Tauchsieder erhitzt, um die Kapazität bestimmen zu können. Am Tauchsieder ist ein Energiemessgerät angeschlossen, welches die zugeführte Wärme in Joule (W s) anzeigt. Für das Trocknen von CuSO_4 wird eine Brennkammer verwendet. Danach werden bei ausgeschaltetem Tauchsieder 1/30 Mol CuSO_4 mit 250 ml Wasser und nach dem Ausleeren und Abkühlen 1/30 Mol $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ mit 247 ml Wasser in das Kalorimeter gefüllt. Es wird jeweils die Temperatur am Anfang und Ende der Messung im Kalorimeter notiert.

Auswertung

Berechnung der Kapazität des Kalorimeters:

Temperatur zu Beginn der Erwärmung: 21,5°C

Anzeige am Energiemessgerät: $-0,25 \cdot 10^3$ Watt Sekunden

Temperatur am Ende der Erwärmung: 24,94 °C

Dauer der Erwärmung: 192,39 s

Anzeige am Energiemessgerät: $-4,11 \cdot 10^3$ Watt Sekunden

Daraus ergibt sich für $C = -\frac{\Delta H}{\Delta T} = -\frac{-(4,11 - 0,25)10^3 \text{ Ws}}{24,94 - 21,5 \text{ K}} = 1122,09 \text{ Joule K}^{-1}$.

Temperaturänderung bei der Reaktion $\text{CuSO}_4 + n \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$:

$(24,32 - 22,27) = 2,05 \text{ K} \rightarrow \Delta H = -1122,09 \cdot 2,05 = -2300,28 \text{ Joule}$

Temperaturänderung bei der Reaktion $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + (n-5) \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$:

$(22,05 - 22,35) = 0,3 \text{ K} \rightarrow \Delta H = 1122,09 \cdot 0,3 = 336,63 \text{ Joule}$

Daraus ergibt sich für die Reaktion $\text{CuSO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ein

$\Delta H = -2300,28 - 336,63 = -2636,91 \text{ Joule}$ für $1/30 \text{ Mol}$. Die molare Enthalpie beträgt dann $-79,1073 \text{ kJ/Mol}$. Der Vergleich mit dem Wert aus der Dampfdruckmessung ($-79,0776 \text{ kJ/Mol}$) ergibt eine Abweichung von $3,7 \cdot 10^{-4} \%$.