

Entropische Zauberei (Stark endotherme Reaktion)

Lit.: H. W. Roesky, K. Möckel, *Chemische Kabinettstücke*, VCH, Weinheim, 1996, 219-220.

Geräte.

200-ml-Becherglas, Thermometer (-50°C bis +50°C),
Holzbrett (10/10/2 cm),
Glasstab,
Schutzhandschuhe, Schutzbrille

Chemikalien:

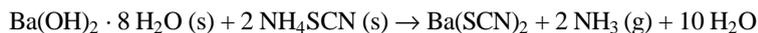
Ba(OH)₂ · 8 H₂O (Bariumhydroxid)
NH₄SCN (Ammoniumthiocyanat)

Versuchsdurchführung:

15 g Bariumhydroxid werden mit 5 g Ammoniumthiocyanat in dem Becherglas gut durchmischt, und dieses auf ein wenig angefeuchtetes Holzbrett gestellt. Innerhalb weniger Sekunden ist deutlich Ammoniakgeruch wahrzunehmen. Das Gemisch der Festkörper verflüssigt sich und die Temperatur sinkt in ein bis zwei Minuten von ca. +20°C bis auf -25°C und tiefer, wie am Thermometer abgelesen werden kann. Nimmt man das Becherglas in die Hand, so ist es fest an das Holz angefroren, ohne dass sich die Verbindung lockert.

Erklärung:

Die Festkörperreaktion läuft nach folgender Gleichung ab:



Diese stark endotherme Reaktion kann nur freiwillig ablaufen, weil sie deutlich entropiegesteuert ist. Durch die Bildung einer großen Zahl freier Moleküle sinkt der Ordnungszustand des Systems, die Entropie nimmt dramatisch zu. Damit wird die Freie Enthalpie ΔG negativ, denn der Zahlenwert des Produktes $T \cdot \Delta S$ ist größer als die relativ hohe positive Enthalpie, was sich in der Temperaturniedrigung ausdrückt:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S < 0$$

Entsorgung:

Bariumsalze sind giftig und müssen in den Sammelbehälter für giftige anorganische Salze gefüllt werden.

Bemerkung:

Diesen Kälteeffekt nutzt man in Kältepackungen zur Erste Hilfe. Man verwendet dazu in der inneren Hülle der Packung blau angefärbtes Wasser, in der äußeren Hülle liegt festes Ammoniumnitrat. Will man kühlen, so drückt man den inneren Beutel so lange, bis er aufplatzt und sich das Wasser mit dem Salz mischt. Man setzt etwa 220 g NH₄NO₃ und die gleiche Menge Wasser ein und erreicht eine Temperaturniedrigung von +20°C auf -7 bis -8°C. Das reicht aus, um die Körperorgane nachhaltig zu kühlen.