

Eisen(III)-nitrat-Ammoniumthiocyanat-Gleichgewicht

Geräte:

großes Kelchglas
drei kleinere Kelchgläser
Glasstab

Chemikalien:

Eisen(III)-nitrat-Lösung (ca. $0,1 \text{ kmol m}^{-3}$)
Ammoniumthiocyanat-Lösung (ca. $0,1 \text{ kmol m}^{-3}$)
entionisiertes Wasser

Sicherheitshinweise:

Eisen(III)-nitrat-Nonahydrat ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9 \text{ H}_2\text{O}$):



H272, H315, H319
P302 + P352, P305 + P351 + P338

Ammoniumthiocyanat (NH_4SCN):



H332, H312, H302, H412
P273, P302 + P352

Es wird dringend empfohlen, eine Schutzbrille zu tragen.

Versuchsdurchführung:

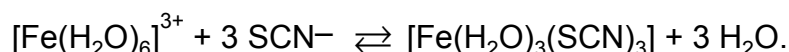
Man gibt je ca. 10 mL der Eisen(III)-nitrat- und der Ammoniumthiocyanat-Lösung in das große Kelchglas. Die entstandene blutrote Mischung wird mit Wasser verdünnt, bis sie eine bernsteingelbe Farbe aufweist. Anschließend wird die Lösung auf die drei kleineren Kelchgläser verteilt. In das erste Kelchglas werden nun zusätzlich ca. 20 mL Eisen(III)-nitrat-Lösung gegeben, in das dritte ca. 20 mL Thiocyanat-Lösung.

Beobachtung:

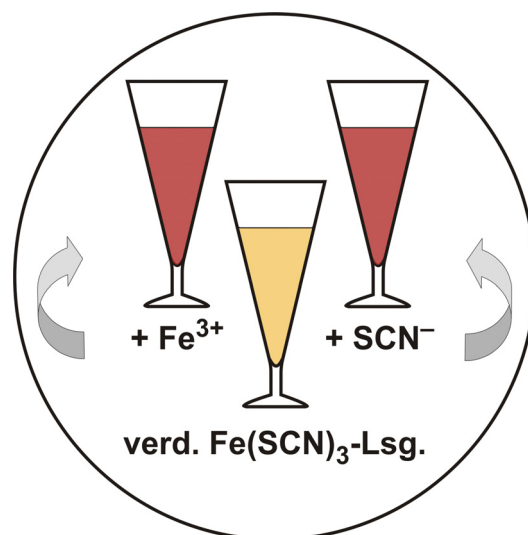
Die Lösungen färben sich in beiden Fällen wieder blutrot. Das zweite Kelchglas dient als Referenz.

Erklärung:

Zwischen den Eisenhexaquo-komplekxkationen und den Thiocyanatanionen auf der einen Seite und dem blutroten Eisenthio-cyanatkomplex auf der anderen Seite besteht ein Gleichgewicht, das vereinfachend durch folgende Umsatzformel beschrieben werden kann:



Wird nun das Massenwirkungsgesetz angewandt, so erhält man



$$\overset{\circ}{K}_c = \frac{c([\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{SCN})_3])}{c([\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}) \cdot c(\text{SCN}^-)^3}$$

Das Lösemittel Wasser wird als reiner Stoff behandelt; daher taucht es in der Formel nicht auf.

Bei Verdünnung mit Wasser sinkt die Konzentration des Komplexes, aber auch die der freien Ionen. Dadurch würde der Nenner weitaus stärker abnehmen als der Zähler. Damit der Quotient konstant gleich $\overset{\circ}{K}_c$ bleibt, muss daher auch der Zähler entsprechend abnehmen: das Gleichgewicht wird auf die Seite der Edukte verschoben, d. h., der Eisenthiocyanatkomplex zerfällt wieder in die Eisenhexaquo-komplekationen und die Thiocyanatanionen. Die nun braungelbe Farbe kommt vom Eisenhexaquo-komplex.

Bei der Zugabe von zusätzlichen Eisen(III)-ionen wird hingegen der Nenner erhöht. Wieder müssen sich alle Stoffkonzentrationen in der Weise verändern, dass die Gleichgewichtskonstante ihren Wert beibehält. Dazu reagieren die zusätzlichen Eisenhexaquo-komplekationen mit den bereits vorhandenen Thiocyanatanionen unter erneuter Eisenthiocyanatbildung; das Gleichgewicht wird also wieder zurück auf die Produktseite verschoben. Nach dem gleichen Prinzip verläuft auch die Reaktion im dritten Kelchglas bei der Zugabe von zusätzlichen Thiocyanatanionen.

Entsorgung:

Die Lösungen werden in den gekennzeichneten Behälter für die Sondermüllbeseitigung gefüllt.