Das Thiocyanat-Gleichgewicht

Einfluss der Konzentration auf das chemische Gleichgewicht

Aufgaben

1. Stellen Sie gemäß der Versuchsanleitung [**V1**] zuerst die Ansätze 1 – 3 her. Äußern Sie jeweils vor dem Zusammengeben der Substanzen Vermutungen, was geschehen wird. Vergleichen Sie die Lösungen in Ansatz 2 und 3 mit der Lösung in Ansatz 1.
2. Notieren Sie ihre Beobachtungen und deuten Sie diese mit Hilfe der Informationen [**M1**]. Formulieren Sie dazu „Wenn …, dann …“ Aussagen auch mit Blick auf die Reaktionsgleichungen.
3. Stellen Sie die weiteren Ansätze 4 und 5 her. Notieren Sie ihre Beobachtungen und deuten Sie diese mit Hilfe der Materialien **[M2]**.
4. Erläutern Sie den Einfluss der Änderung von Konzentrationen von Edukten oder Produkten in diesem Gleichgewicht basierend auf dem Massenwirkungsgesetz **[M3]**.
5. Erklären Sie, wofür die zugegebenen Bälle in den Abbildungen zur Bälleschlacht jeweils stehen und zeigen Sie mögliche Grenzen der Analogie auf **[M4].**

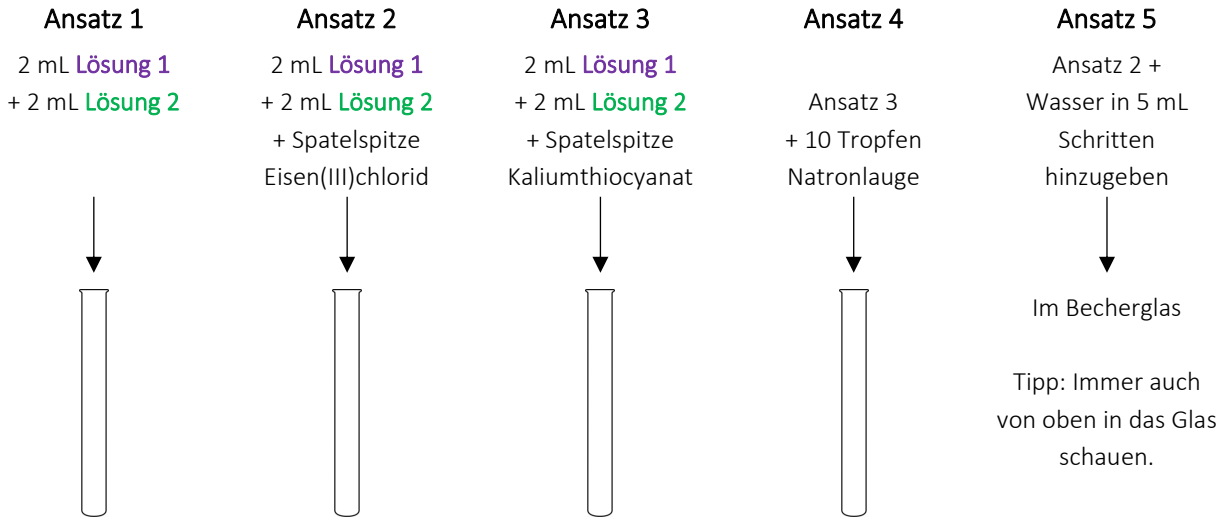
V1 – Untersuchung der Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser

Material

- Schutzbrille
- 4 Reagenzgläser
- Reagenzglasständer
- Pipetten oder Spritzen
- Becherglas 25 mL
- Ggf. Stopfen zum Verschließen und Schütteln

Chemikalien

- Eisen(III)chlorid als Feststoff
- Kaliumthiocyanat als Feststoff
- **Lösung 1**: Eisen(III)chlorid-Lösung (0,27 g $FeCl_3$ in 300 ml dest. Wasser)
- **Lösung 2**: Kaliumthiocyanat-Lösung (0,29 g KSCN in 300 ml dest. Wasser)
- 0,1 molare Natronlauge
- Wasser



M1 – Hintergrundinformationen

Bei der Reaktion von Eisen(III)chlorid mit Kaliumthiocyanat handelt es sich um eine Gleichgewichtsreaktion, für welche die Chlorid-Ionen und die Kalium-Ionen keine Rolle spielen. Die Lösungen weisen

Gregor von Borstel und David Weninger im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019. Alle Materialien und Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA 4.0.

charakteristische Farben auf: **Fe^{3+}-Ionen färben wässrige Lösungen blassgelb**, **$Fe(SCN)_3$ sorgt für eine Rotfärbung der Lösung**.

Lösung 1 (enthält Eisen(III)-Ionen und Chlorid-Ionen)	$FeCl_{3\,(s)} \rightleftharpoons {Fe^{3+}}_{(aq)} + {Cl^-}_{(aq)}$
Lösung 2 (enthält Kalium-Ionen und Thiocyanat-Ionen)	$KSCN_{(s)} \rightleftharpoons {K^+}_{(aq)} + {SCN^-}_{(aq)}$
Lösung 1 + Lösung 2 (enthält nun auch Eisenthiocyanat)	${Fe^{3+}}_{(aq)} + 3\,{SCN^-}_{(aq)} \rightleftharpoons {Fe(SCN)_3}_{(aq)}$

M2 – Weitere Materialien zur Versuchsauswertung

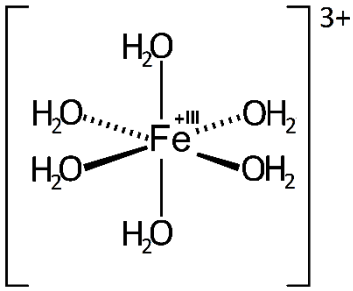
Zu Ansatz 4

Natronlauge enthält Hydroxid-Ionen ($OH^-_{(aq)}$). Diese Hydroxid-Ionen reagieren mit Eisen(III)-Ionen zu Eisen(III)-hydroxid, einem schwerlöslichen Feststoff.

$$Fe^{3+}{}_{(aq)} + 3\,OH^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(OH)_{3\,(s)}\downarrow$$

Zu Ansatz 5

Eisen-Ionen in Wasser bilden sogenannte „Komplexe“, in denen sechs Wassermoleküle an das zentrale Eisen-Ion gebunden sind.



Zusammen bilden sie eine Einheit in der Lösung. Die Wassermoleküle können schrittweise durch Thiocyanat-Ionen ausgetauscht werden.

Streng genommen gibt es also mehrere Verbindungen von Eisenthiocyanat.

Bei der Bildung und dem Zerfall der farbigen Eisenthiocyanat-Komplexe handelt es sich um gekoppelte Gleichgewichte, in denen jeweils ein Wassermolekül durch ein Thiocyanat-Molekül ausgetauscht wird. Wasser dient daher nicht nur der Verdünnung, sondern ist auch Reaktionspartner!

Formeln von Komplexen stehen immer in eckigen Klammern.

Zahlreiche biochemische Substanzen wie Hämoglobin oder Chlorophyll enthalten übrigens derartige Komplexe.

Der QR Code verweist auf zu einen Internetauftritt der Uni-Erlangen mit biochemisch interessanten Metallkomplexen.

(1) $$\underset{\text{blassgelb}}{SCN^-{}_{(aq)} + [Fe(H_2O)_6]^{3+}{}_{(aq)}} \rightleftharpoons \underset{\text{gelb}}{[Fe(SCN)(H_2O)_5]^{2+}{}_{(aq)}} + H_2O$$

(2) $$\underset{\text{gelb}}{SCN^-{}_{(aq)} + [Fe(SCN)(H_2O)_5]^{2+}{}_{(aq)}} \rightleftharpoons \underset{\text{orange}}{[Fe(SCN)_2(H_2O)_4]^{+}{}_{(aq)}} + H_2O$$

(3) $$\underset{\text{orange}}{SCN^-{}_{(aq)} + [Fe(SCN)_2(H_2O)_4]^{+}{}_{(aq)}} \rightleftharpoons \underset{\text{tiefrot}}{[Fe(SCN)_3(H_2O)_3]_{(aq)}} + H_2O$$

Gregor von Borstel und David Weninger im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019. Alle Materialien und Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA 4.0.

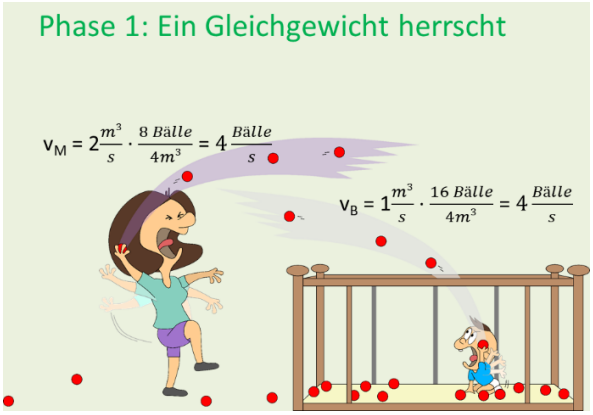
M3 – Massenwirkungsgesetz

Für die gekoppelten Gleichgewichte gilt insgesamt:

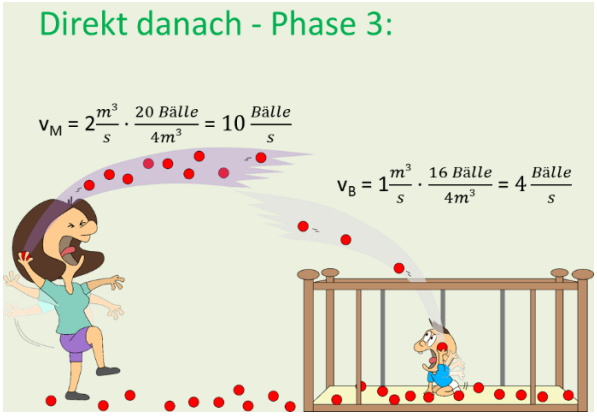
$$K = \frac{c([Fe(SCN)_3(H_2O)_3]) \cdot c(H_2O)^3}{c(SCN^-)^3 \cdot c([Fe(H_2O)_6]^{3+})}$$

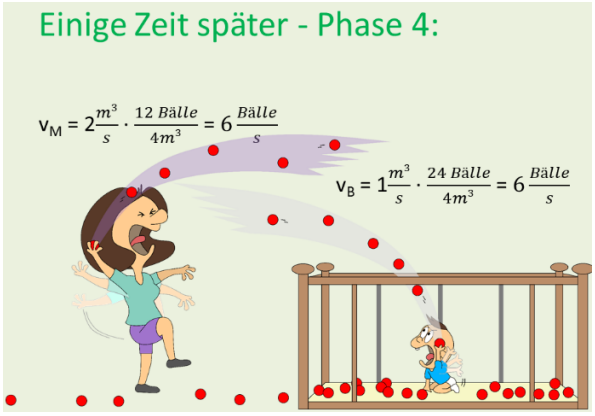
M4 – Übertragung auf die Bälleschlacht

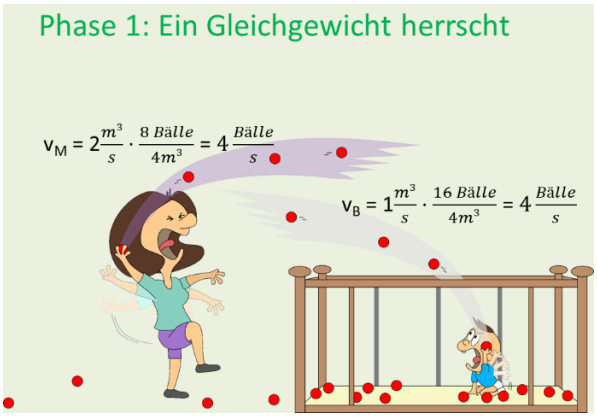
➢ Beschreibe, wofür die Bälle stehen und was nicht gezeigt wird (Siehe nächste Seite).









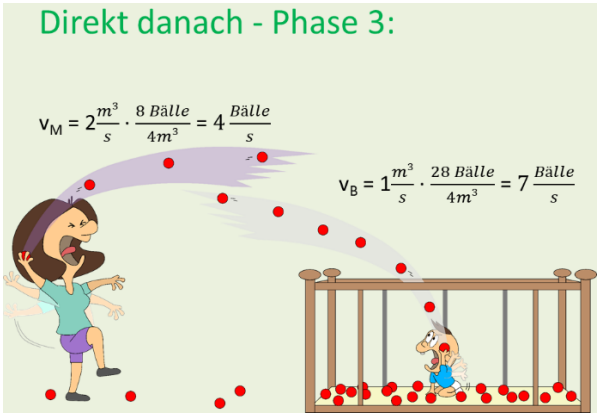


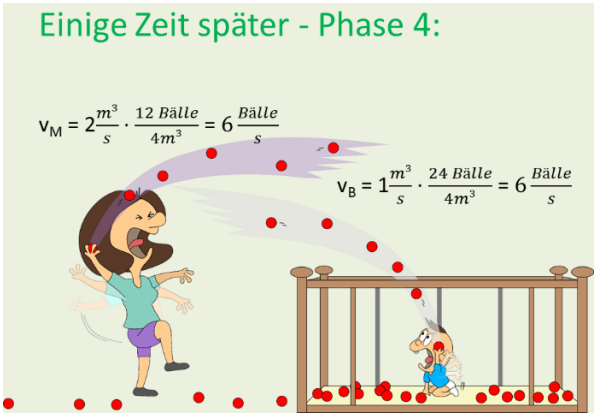


Gregor von Borstel und David Weninger im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019. Alle Materialien und Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA 4.0.

Das Thiocyanat-Gleichgewicht

Einfluss der Konzentration auf das chemische Gleichgewicht





Achte auf Details: Welche Bedeutung haben die Bälle hier? Was ist auf den ersten Blick gleich und was wird nicht gezeigt?

Gregor von Borstel und David Weninger im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019. Alle Materialien und Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA 4.0.