


























Experimente zum „Thiocyanat-Gleichgewicht“

Der Einfluss von Konzentrationsänderungen auf das chemische Gleichgewicht

Aufgabenstellung	<ol style="list-style-type: none"> Stellen Sie gemäß der Versuchsanleitung [V1] die Ansätze 1 – 3 her. Vergleichen Sie die Lösungen in Ansatz 2 und 3 mit der Lösung in Ansatz 1. Notieren Sie ihre Beobachtungen. Deuten Sie ihre Beobachtungen mit Hilfe von [M1]. Formulieren Sie eine „je ..., desto ...“ Aussage mit Blick auf die Veränderung von Konzentrationen. Führen Sie gemäß Versuchsanleitung [V2] die weiteren Versuche durch. Notieren Sie ihre Beobachtungen und deuten Sie diese mit Hilfe der Materialien [M2] auf der Rückseite. Entsorgen Sie die Chemikalien am Lehrerpult und räumen Sie auf. Erläutern Sie den Einfluss der Änderung von Konzentrationen in bestehenden Gleichgewichten basierend auf dem Massenwirkungsgesetz [M3]. Erklären Sie, wofür die zugegebenen Bälle in den Abbildungen zur Bälleschlacht jeweils stehen und zeigen Sie die Grenzen der Analogie auf [M4]. 												
V1	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Material <ul style="list-style-type: none"> • Schutzbrille • 3 Reagenzgläser • Reagenzglasständer • Pipetten oder Spritzen • ggf. Stopfen (verschließen → schütteln) </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Chemikalien <ul style="list-style-type: none"> • Eisen(III)chlorid  • Kaliumthiocyanat-Lösung  • Lösung 1: Eisen(III)chlorid-Lösung (0,27 g FeCl₃ in 300 ml dest. Wasser)  • Lösung 2: Kaliumthiocyanat-Lösung (0,29 g KSCN in 300 ml dest. Wasser)  </td> </tr> </table>	Material <ul style="list-style-type: none"> • Schutzbrille • 3 Reagenzgläser • Reagenzglasständer • Pipetten oder Spritzen • ggf. Stopfen (verschließen → schütteln) 	Chemikalien <ul style="list-style-type: none"> • Eisen(III)chlorid  • Kaliumthiocyanat-Lösung  • Lösung 1: Eisen(III)chlorid-Lösung (0,27 g FeCl₃ in 300 ml dest. Wasser)  • Lösung 2: Kaliumthiocyanat-Lösung (0,29 g KSCN in 300 ml dest. Wasser)  										
Material <ul style="list-style-type: none"> • Schutzbrille • 3 Reagenzgläser • Reagenzglasständer • Pipetten oder Spritzen • ggf. Stopfen (verschließen → schütteln) 	Chemikalien <ul style="list-style-type: none"> • Eisen(III)chlorid  • Kaliumthiocyanat-Lösung  • Lösung 1: Eisen(III)chlorid-Lösung (0,27 g FeCl₃ in 300 ml dest. Wasser)  • Lösung 2: Kaliumthiocyanat-Lösung (0,29 g KSCN in 300 ml dest. Wasser)  												
Versuchsanleitung	<table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;"> Ansatz 1 3 mL Lösung 1 + 3 mL Lösung 2  </td> <td style="width: 33%;"> Ansatz 2 3 mL Lösung 1 + 3 mL Lösung 2 + Spatelspitze Eisen(III)chlorid  </td> <td style="width: 33%;"> Ansatz 3 3 mL Lösung 1 + 3 mL Lösung 2 + Spatelspitze Kaliumthiocyanat  </td> </tr> </table>	Ansatz 1 3 mL Lösung 1 + 3 mL Lösung 2 	Ansatz 2 3 mL Lösung 1 + 3 mL Lösung 2 + Spatelspitze Eisen(III)chlorid 	Ansatz 3 3 mL Lösung 1 + 3 mL Lösung 2 + Spatelspitze Kaliumthiocyanat 									
Ansatz 1 3 mL Lösung 1 + 3 mL Lösung 2 	Ansatz 2 3 mL Lösung 1 + 3 mL Lösung 2 + Spatelspitze Eisen(III)chlorid 	Ansatz 3 3 mL Lösung 1 + 3 mL Lösung 2 + Spatelspitze Kaliumthiocyanat 											
M1	<p>Bei der Reaktion von Eisen(III)chlorid mit Kaliumthiocyanat handelt es sich um eine Gleichgewichtsreaktion. Die Lösungen weisen charakteristische Farben auf. Verantwortlich dafür sind die sogenannten Eisenkomplexe, unten in eckigen Klammern dargestellt, in den Lösungen.</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Lösung Eisen(III)chlorid</td> <td style="width: 10%;">von</td> <td style="width: 20%; background-color: #fff9c4; padding: 2px;">blassgelb</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">$FeCl_{3(s)} \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_6]^{3+}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{(aq)}$</td> </tr> <tr> <td>Lösung Kaliumthiocyanat</td> <td>von</td> <td style="padding: 2px;">farblos</td> <td style="text-align: center;">$KSCN_{(s)} \rightleftharpoons K^{+}_{(aq)} + SCN^{-}_{(aq)}$</td> </tr> <tr> <td>Lösung Eisenthiocyanat</td> <td>mit</td> <td style="background-color: #ff0000; color: white; padding: 2px;">tiefrot</td> <td style="text-align: center;">$3 SCN^{-}_{(aq)} + [Fe(H_2O)_6]^{3+} \rightleftharpoons [Fe(SCN)_3(H_2O)_3]_{(aq)} + 3 H_2O$</td> </tr> </table>	Lösung Eisen(III)chlorid	von	blassgelb	$FeCl_{3(s)} \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_6]^{3+}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{(aq)}$	Lösung Kaliumthiocyanat	von	farblos	$KSCN_{(s)} \rightleftharpoons K^{+}_{(aq)} + SCN^{-}_{(aq)}$	Lösung Eisenthiocyanat	mit	tiefrot	$3 SCN^{-}_{(aq)} + [Fe(H_2O)_6]^{3+} \rightleftharpoons [Fe(SCN)_3(H_2O)_3]_{(aq)} + 3 H_2O$
Lösung Eisen(III)chlorid	von	blassgelb	$FeCl_{3(s)} \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_6]^{3+}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{(aq)}$										
Lösung Kaliumthiocyanat	von	farblos	$KSCN_{(s)} \rightleftharpoons K^{+}_{(aq)} + SCN^{-}_{(aq)}$										
Lösung Eisenthiocyanat	mit	tiefrot	$3 SCN^{-}_{(aq)} + [Fe(H_2O)_6]^{3+} \rightleftharpoons [Fe(SCN)_3(H_2O)_3]_{(aq)} + 3 H_2O$										
Informationen	<div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div> <p>In den „Komplexen“ ist das zentrale Eisen-Ion von sechs Molekülen (sogenannten Liganden) umgeben. Zusammen bilden sie eine mehr oder weniger feste Einheit in der Lösung, wobei die Liganden durch andere ausgetauscht werden können.</p> <p>Zahlreiche biochemische Substanzen wie Hämoglobin oder Chlorophyll enthalten übrigens derartige Komplexe.</p> <p>Links ein link auf einen Internetauftritt der Uni-Erlangen mit biochemisch interessanten Metallkomplexen.</p> </div> </div>												

Experimente zum „Thiocyanat-Gleichgewicht“

Der Einfluss von Konzentrationsänderungen auf das chemische Gleichgewicht

<p>V2</p> <p>Versuchsanleitung</p>	<p>Weiteres Material</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 Reagenzgläser <p>weitere Chemikalien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wasser • 0,1 molare Natronlauge  <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Ansatz 4</p> <p>Ansatz 2</p> <p>+ Wasser (in 1 mL Schritten immer mehr hinzugeben) und sowohl von der Seite als auch von oben durch das Reagenzglas schauen</p> <p>↓</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Ansatz 6</p> <p>Ansatz 3</p> <p>+ 10 Tropfen Natronlauge</p> <p>↓</p>  </div> </div>
<p>M2</p> <p>Weitere Materialien zur Versuchsauswertung</p>	<p>Streng genommen erfolgt handelt es sich bei der Bildung und dem Zerfall der Eisenthiocyanat Komplexe um gekoppelte Gleichgewichte, bei denen jeweils ein Wassermolekül durch ein Thiocyanat-Molekül als Ligand ausgetauscht wird:</p> $(1) \quad \text{SCN}^-_{(aq)} + [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}_{(aq)} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;"> blassgelb gelb </p> $(2) \quad \text{SCN}^-_{(aq)} + [\text{Fe}(\text{SCN})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}_{(aq)} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;"> gelb orange </p> $(3) \quad \text{SCN}^-_{(aq)} + [\text{Fe}(\text{SCN})_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+_{(aq)} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})_3(\text{H}_2\text{O})_3]_{(aq)} + 3 \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;"> orange tiefrot </p> <p>Hydroxid-Ionen reagieren mit Eisen(III)-Ionen zu Eisen(III)-hydroxid, einem schwerlöslichen Feststoff.</p> $\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + 3 \text{OH}^-_{(aq)} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_{3(s)} \downarrow$
<p>M3</p> <p>Massenwirkungsgesetz</p>	<p>Für die gekoppelten Gleichgewichte gilt insgesamt:</p> $K = \frac{c([\text{Fe}(\text{SCN})_3(\text{H}_2\text{O})_3]) \cdot c(\text{H}_2\text{O})^3}{c(\text{SCN}^-)^3 \cdot c([\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+})}$ <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Experimente zum „Thiocyanat-Gleichgewicht“

Der Einfluss von Konzentrationsänderungen auf das chemische Gleichgewicht

M4

Phase 1: Ein Gleichgewicht herrscht

Das Gleichgewicht wird gestört (Phase 2)

$$v_M = 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{8 \text{ Bälle}}{4 \text{m}^3} = 4 \frac{\text{Bälle}}{\text{s}}$$

$$v_B = 1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{16 \text{ Bälle}}{4 \text{m}^3} = 4 \frac{\text{Bälle}}{\text{s}}$$

12 Bälle kommen auf Mamas Seite hinzu

Direkt danach - Phase 3:

Einige Zeit später - Phase 4:

$$v_M = 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{20 \text{ Bälle}}{4 \text{m}^3} = 10 \frac{\text{Bälle}}{\text{s}}$$

$$v_B = 1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{16 \text{ Bälle}}{4 \text{m}^3} = 4 \frac{\text{Bälle}}{\text{s}}$$

$$v_M = 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{12 \text{ Bälle}}{4 \text{m}^3} = 6 \frac{\text{Bälle}}{\text{s}}$$

$$v_B = 1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{24 \text{ Bälle}}{4 \text{m}^3} = 6 \frac{\text{Bälle}}{\text{s}}$$

Noch einmal die Bälleschlacht

Beschreibe, wofür die Bälle stehen und was nicht gezeigt wird.

Phase 1: Ein Gleichgewicht herrscht

Das Gleichgewicht wird gestört (Phase 2)

$$v_M = 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{8 \text{ Bälle}}{4 \text{m}^3} = 4 \frac{\text{Bälle}}{\text{s}}$$

$$v_B = 1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{16 \text{ Bälle}}{4 \text{m}^3} = 4 \frac{\text{Bälle}}{\text{s}}$$

12 Bälle kommen im Laufstall hinzu

Direkt danach - Phase 3:

Einige Zeit später - Phase 4:

$$v_M = 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{8 \text{ Bälle}}{4 \text{m}^3} = 4 \frac{\text{Bälle}}{\text{s}}$$

$$v_B = 1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{28 \text{ Bälle}}{4 \text{m}^3} = 7 \frac{\text{Bälle}}{\text{s}}$$

$$v_M = 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{12 \text{ Bälle}}{4 \text{m}^3} = 6 \frac{\text{Bälle}}{\text{s}}$$

$$v_B = 1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{24 \text{ Bälle}}{4 \text{m}^3} = 6 \frac{\text{Bälle}}{\text{s}}$$

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