

*Die Prüfungszeit setzt sich zusammen aus 220 min Bearbeitungszeit und 20 min Auswahlzeit

Aufgabenstellung

Thiocyanate in Analytik und Synthese

1. Nachweis von Eisen(III)-Ionen

- 1.1 Stellen Sie die Reaktionsgleichung und den Term für K für die Reaktion von Eisen(III)- und Thiocyanationen in wässriger Lösung auf (M1). (8 BE)
- 1.2 Deuten Sie die Beobachtungen des Versuches M2. (18 BE)
- 1.3 Begründen Sie, warum es sich bei der Bildung von Eisen(III)thiocyanat um eine exotherme Reaktion handeln muss. (10 BE)
- 1.4. Diskutieren Sie, warum eine Erhöhung der Konzentration von Eisen(III)-Ionen einen viel größeren Einfluss auf das Gleichgewicht hat als eine Erhöhung der Konzentration der Thiocyanationen. (10 BE)

Hinweis:

Ammoniumsalze bilden als Kation in wässriger Lösung das Ammoniumion (NH_4^+).

2. Titration nach Volhard

- 2.1 Beschreiben Sie die Durchführung einer Titration allgemein anhand eines selbst gewählten Beispiels mit Fachbegriffen. Erstellen Sie für den Aufbau eine geeignete Skizze. (16 BE)
- 2.2 Bei einer Titration nach Volhard (M3) wurden für 25mL Silbernitratlösung unbekannter Konzentration 53,5mL Ammoniumthiocyanatlösung der Konzentration 0,5mol/l verbraucht, bevor eine Rotfärbung auftrat. Bestimmen Sie rechnerisch die Konzentration der Silbernitratlösung auf einem nachvollziehbaren Weg. (10 BE)
- 2.3 Berechnen Sie mit Hilfe des Löslichkeitproduktes von Silberthiocyanat (M3) die Masse der Silberionen in *einem Liter einer gesättigten Silberthiocyanatlösung* auf einem nachvollziehbaren Weg. (8 BE)

3. Eigenschaften der Thiocyanäure

- 3.1 Erläutern Sie anhand der Reaktion von Thiocyanäure (M4) mit Wasser die Säure-/Basetheorie nach Brönstedt mit den gängigen Fachbegriffen. (10 BE)
- 3.2. Prüfen Sie rechnerisch auf einem nachvollziehbaren Weg, ob eine wässrige Lösung von Thiocyanäure der Konzentration $c=1\text{mol/L}$ stabil ist (M4). (10 BE)

M1: Eigenschaften von Eisen(III)-thiocyanat

Eisen(III)-Ionen (Fe^{3+}) reagieren mit Thiocyanationen (SCN^-) in wässriger Lösung zu der tiefroten Verbindung Eisen(III)thiocyanat ($\text{Fe}(\text{SCN})_3\text{(aq)}$).

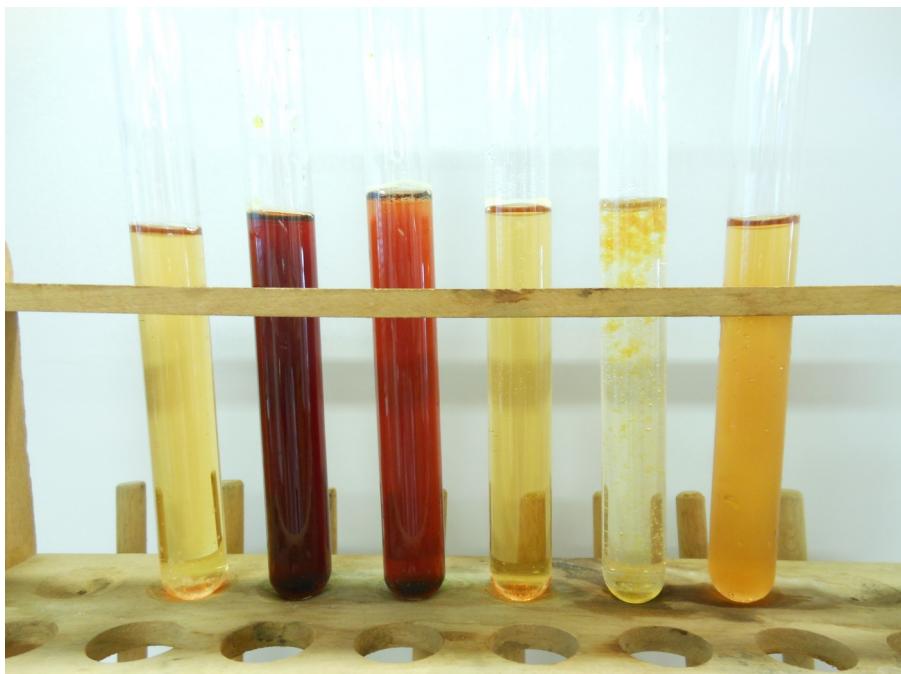
M2: Experiment zum Nachweis von Eisen(III)-Ionen

Es werden 1,6g Eisen(III)-chlorid (FeCl_3) und 2,3g Ammoniumthiocyanat (NH_4SCN) in jeweils 200 mL Wasser gelöst. Beide Lösungen werden vereinigt und so lange mit Wasser verdünnt, bis die Lösung hellrot erscheint.

Sechs Reagenzgläser werden zur Hälfte mit der Stammlösung gefüllt. Parallel dazu werden ein heißes Wasserbad sowie ein Eisbad vorbereitet. Die Reagenzgläser werden wie folgt befüllt:

1. Vergleichslösung
2. Zugabe einer Spatelspitze FeCl_3
3. Zugabe einer Spatelspitze NH_4SCN
4. Zugabe einer Spatelspitze NH_4Cl
5. Erwärmen der Stammlösung im heißen Wasserbad
6. Abkühlen der Stammlösung in Eiswasser

Die Reagenzgläser befinden sich in einem Reagenzglasständer, das erste ganz links, das sechste ganz rechts. Das nachfolgende Foto zeigt die jeweiligen Farbunterschiede:



M3: Durchführung einer Titration nach Volhard

Zur Bestimmung des Gehalts an Silberionen (Ag^+) nutzt man das geringe **Löslichkeitsprodukt** von Silberthiocyanat (AgSCN) von **$1,03 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^2/\text{l}^2$** aus.

Man verwendet als Maßlösung z.B. eine Ammoniumthiocyanatlösung, als Probelösung z.B. eine Silbernitratlösung unbekannter Konzentration. Während der Titration fällt das unlösliche Silberthiocyanat als weißer Feststoff aus. Sobald keine Silberionen mehr vorhanden sind, steigt die Konzentration von Thiocyanationen (SCN^-) in der Lösung. Als Indikator verwendet man Eisen(III)-Ionen (Fe^{3+}), die zusammen mit den überschüssigen Thiocyanationen tiefrotes Eisen(III)thiocyanat bilden (M1).

M4: Thiocyanäure

Ammoniumthiocyanat ist ein Salz der Thiocyanäure HSCN . Sie ist eine farblose flüchtige Verbindung, welche einen Schmelzpunkt von 5 °C besitzt. Sie ist gut in Wasser und wenigen organischen Lösungsmitteln löslich. Thiocyanäure ist instabil und nur bei niedrigen Temperaturen beständig. Wässrige Lösungen sind bis zu 5% (bezogen auf die Masse) HSCN -Gehalt beständig und bilden eine sehr starke Säure mit einem pK_s -Wert von -1,85.

Zum Vergleich:
Essigsäure besitzt einen pK_s -Wert von 4,75.