

# Analytische Chemie

**B. Sc. Chemieingenieurwesen**

**13. Juli 2017, 8.30 – 11.30 Uhr**

**Prof. Dr. T. Jüstel, Dr. Stephanie Möller**

**Name:** \_\_\_\_\_

**Matrikelnummer:** \_\_\_\_\_

**Geburtsdatum:** \_\_\_\_\_

Denken Sie an eine korrekte Angabe des Lösungsweges und der Endergebnisse. Versehen Sie alle Größen mit SI-Einheiten. Bei Grafiken sind die Achsen ordnungsgemäß zu beschriften. Richten Sie alle Reaktionsgleichungen vollständig mit ganzzahligen Koeffizienten ein. Sofern bei einer Reaktion charakteristische Beobachtungen (Farbe, Niederschlag, Gasentwicklung, usw.) typisch sind, sollen diese kurz beschrieben werden. Bitte verwenden Sie für die Lösung nur diese Aufgabenblätter (notfalls auch die Rückseite)!

Dauer der Prüfung: 180 Minuten

Hilfsmittel: Periodensystem, nicht-programmierbarer Taschenrechner, mathematische/chemische Formelsammlungen

## **Punkteverteilung**

Aufgabe 1: 20 Punkte  
Aufgabe 2: 20 Punkte  
Aufgabe 3: 10 Punkte  
Aufgabe 4: 10 Punkte  
Aufgabe 5: 10 Punkte  
Aufgabe 6: 10 Punkte  
Aufgabe 7: 10 Punkte  
Aufgabe 8: 10 Punkte

## **Notenskala**

1,0 95 – 100 Punkte  
1,3 90 – 94 Punkte  
1,7 85 – 89 Punkte  
2,0 80 – 84 Punkte  
2,3 75 – 79 Punkte  
2,7 70 – 74 Punkte  
3,0 65 – 69 Punkte  
3,3 60 – 64 Punkte  
3,7 55 – 59 Punkte  
4,0 50 – 54 Punkte  
5,0 0 – 49 Punkte

**Viel Erfolg!**

**Aufgabe 1: Löslichkeit, Löslichkeitsprodukt und Stöchiometrie****20 Punkte**

- a) Die Einheit des Löslichkeitsproduktes eines binären Salzes  $A_mB_n$  weist die Einheit  $\text{mol}^3/\text{l}^3$  auf. Welche Werte ( $m, n \in \mathbb{N}$ ) können  $m$  und  $n$  annehmen? Stellen Sie für eine mögliche Zusammensetzung die Reaktionsgleichung für das Lösungsgleichgewicht auf und formulieren Sie die Gleichung für  $K_L$ . Wie wird der  $\text{p}K_L$ -Wert berechnet? (5 Punkte)
- b) Silber bildet eine Reihe von schwerlöslichen Salzen, so zum Beispiel Silberchromat ( $\text{p}K_L = 11,7$ ), Silberphosphat ( $\text{p}K_L = 17,7$ ) und Silbersulfid ( $\text{p}K_L = 50,3$ ).
- b1) Welches der genannten Salze ist das mit der geringsten Löslichkeit? Begründen Sie kurz! (2 Punkte)
- b2) Wie groß ist die Silberionenkonzentration in einer wässrigen Lösung, wenn nach der Fällung die Chromationenkonzentration  $0,1 \text{ mol/l}$  beträgt? (4 Punkte)
- b3) Welche Phosphationenkonzentration muss überschritten werden, damit aus der Lösung von (b2) Silberphosphat gefällt werden kann? (4 Punkte)
- c) Vervollständigen Sie folgende Tabelle zur Löslichkeit von Salzen, indem Sie für jedes Salz ( $\text{KCl}$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{PbCl}_2$  und  $\text{PbCrO}_4$ ) analog zum Beispiel  $\text{KNO}_3$  in das jeweilige Feld der Tabelle für schwerlösliche Verbindungen ein S und für leichtlösliche Verbindungen ein L eintragen! (5 Punkte)

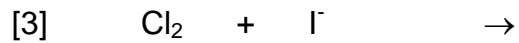
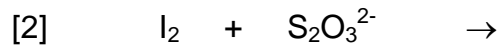
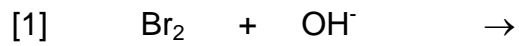
	$\text{K}^+$	$\text{Pb}^{2+}$
$\text{NO}_3^-$	L	
$\text{Cl}^-$		
$\text{CrO}_4^{2-}$		

## Aufgabe 2: Redoxreaktionen

**20 Punkte**

a) Vervollständigen Sie die folgenden Redoxgleichungen!

(je 4 Punkte)

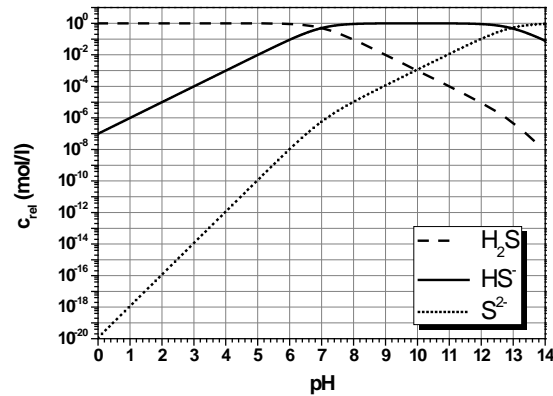
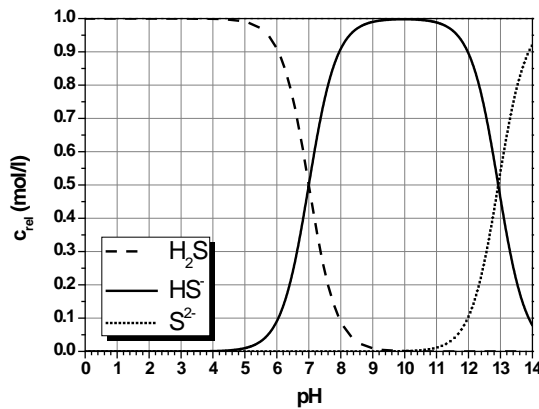


b) Während der Arbeiten im Labor haben Sie zwei Reagenzgläser irrtümlich nicht beschriftet. Sie wissen aber, dass sich in einem eine Eisen(II)-salzlösung und in dem anderen eine Chrom(III)-salzlösung befinden muss. Erläutern Sie unter Zuhilfenahme der entsprechenden Reaktionsgleichungen und Beobachtungen, wie Sie mit ammoniakalischer Wasserstoffperoxidlösung eine eindeutige Identifizierung erreichen können! (8 Punkte)

### Aufgabe 3: pH-Wert-Berechnungen

10 Punkte

Dissoziationsdiagramm von  $\text{H}_2\text{S}$



Schwefelwasserstoff als zweiprotonige Säure dissoziiert in zwei Stufen. Die obigen Abbildungen zeigen das Hägg-Diagramm (auch: Dissoziationsdiagramm, Speziierungsdiagramm), also die relativen Konzentrationsverhältnisse der jeweiligen konjugierten Säure-Base-Paare als Funktion des pH-Wertes (links: einfach-logarithmische Auftragung, rechts: doppelt-logarithmische Auftragung).

- Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für die stufenweise Dissoziation von Schwefelwasserstoff! (2 Punkte)
- Wie ist der  $\text{pK}_\text{S}$ -Wert definiert? Ermitteln Sie die entsprechenden  $\text{pK}_\text{S}$ -Werte aus den Abbildungen und kennzeichnen Sie diese dort! (4 Punkte)
- Erläutern Sie unter Zuhilfenahme der Abbildungen, warum Quecksilber(II)-sulfid ( $\text{pK}_\text{S} = 54$ ) schon in stark sauren Lösungen ausfällt, Mangan(II)-sulfid ( $\text{pK}_\text{S} = 15$ ) dagegen erst aus leicht alkalischen Lösungen gefällt werden kann! (4 Punkte)

**Aufgabe 4: Gravimetrie**

**10 Punkte**

- a) Zeichnen Sie die Strukturformel von Dimethylglyoxim! (2 Punkte)
- b) Warum ist es vorteilhaft, die Dimethylglyoximlösung vor der Fällung mit  $\text{NH}_4\text{OH}$  alkalisch zu stellen? (3 Punkte)
- c) Für die Fällung von Nickel stehen Ihnen neben Dimethylglyoxim auch Diphenylglyoxim und Natronlauge zur Verfügung. Welche Vorteile bieten die organischen Fällungsreagenzien gegenüber einer Fällung mit  $\text{OH}^-$ -Ionen (Fällungsform  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ , Wägeform  $\text{NiO}$ ) und welche der beiden organischen Verbindungen ist besser geeignet? Begründen Sie Ihre Wahl! (5 Punkte)

**Aufgabe 5: Volumetrie**

**10 Punkte**

- a) Skizzieren Sie die Titrationskurve für die Titration einer schwachen einbasigen Säure ( $pK_s = 5$ ) mit einer sehr starken einsäurigen Base und markieren Sie den Äquivalenzpunkt und den Neutralpunkt in der Grafik! (4 Punkte)
- b) Was versteht man unter einer Rücktitration? Erläutern Sie das Verfahren anhand der im Praktikum durchgeführten quantitativen Bestimmung von  $Al^{3+}$ . Geben Sie alle relevanten Reaktionsgleichungen (vor, am und nach dem Äquivalenzpunkt) an und stellen Sie dar, wie die Indikation des Äquivalenzpunktes erfolgt! (6 Punkte)

**Aufgabe 6: Anionen**

**10 Punkte**

Geben Sie die vollständigen Nachweisreaktionen für die folgenden Anionen an!  
(jeweils 2 Punkte)

a)  $\text{Cl}^-$

b)  $\text{BO}_3^-$

c)  $\text{S}^{2-}$

d)  $\text{CO}_3^{2-}$

e)  $\text{NO}_3^-$

**Aufgabe 7: Kationennachweise**

**10 Punkte**

Eine Lösung enthält die Kationen  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  und  $\text{Sr}^{2+}$ .

- a) Erläutern Sie, wie diese Ionen voneinander getrennt werden können! (6 Punkte)
- b) Geben Sie für alle vier Kationen jeweils eine Nachweisreaktion mit der entsprechenden Reaktionsgleichung an! (4 Punkte)



**Aufgabe 8: Bestimmung einer unbekanntes Substanz**

**10 Punkte**

- a) Um welche Verbindung handelt es sich bei einer unbekanntes Substanz (Name und Formel), für welche die unten stehenden Befunde notiert wurden? (2 Punkte)
- b) Geben Sie jeweils die Reaktionsgleichungen (inkl. beobachtbarer Effekte wie Gasentwicklung, Niederschläge, Farben, etc.) zur Erklärung der unten bestehenden Befunde an! (je 2 Punkte)

Befunde:

1. Die Blaukreuzprobe für die gesuchte Substanz ist positiv.
2. Die gelbliche Substanz setzt beim Ansäuern mit verdünnter Salzsäure ein Gas frei, das nach faulen Eiern riecht.
3. Wird zur salzsauren, wässrigen Lösung der Substanz eine wässrige Lösung von Kupfer(II)-ionen gegeben, bildet sich ein schwarzer Niederschlag.
4. Wird der abfiltrierte Niederschlag aus (3) in Salpetersäure gelöst und tropfenweise bis zur schwach alkalischen Reaktion mit konzentrierter Ammoniaklösung versetzt, färbt sich die Lösung tiefblau.