

# Analytische Chemie

## B. Sc. Chemieingenieurwesen

5. Februar 2019

Dr. Stephanie Möller, Prof. Dr. Thomas Jüstel

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

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

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

Sowohl der Lösungsweg als auch die Endergebnisse sind korrekt und nachvollziehbar anzugeben. 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: nicht-programmierbarer Taschenrechner  
Formelsammlung und Periodensystem (im Anhang)

### 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) Wie ist  $K_L$  für ein Salz der Zusammensetzung  $A_3B_4$  definiert (Gleichung und Einheit!)? Wie wird der  $pK_L$ -Wert berechnet? (3 Punkte)
- b) Die Löslichkeit von Antimon(III)-sulfid ( $Sb_2S_3$ ) in Wasser beträgt  $\beta = 1,81 \cdot 10^{-3}$  g/l. Wie groß ist das Löslichkeitsprodukt  $K_L$ ? (4 Punkte)  
Welche Masse an Dinatriumsulfid löst sich in 250 ml einer 0,0005 M  $SbCl_3$ -Lösung, bevor  $Sb_2S_3$  ausfällt? Gehen Sie bei Ihrer Berechnung von der Annahme aus, dass die Sulfidanionen vollständig deprotoniert vorliegen. (4 Punkte)
- c) Vervollständigen Sie folgende Tabelle zur Löslichkeit von Salzen! (5 Punkte)

	$Al^{3+}$	$Sr^{2+}$
$NO_3^-$		S
$SO_4^{2-}$		
$Cl^-$		

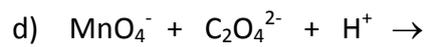
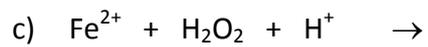
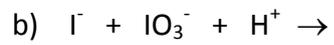
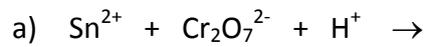
- d) Eine anorganische Verbindung mit einer Molmasse von 124 g/mol ergibt bei der Elementaranalyse die tabellierten Werte. Wie lautet die Summenformel? (4 Punkte)

Element	C	O	N	H
Massenanteil (%)	19,35	51,61	22,58	6,45

## Aufgabe 2: Redoxreaktionen

20 Punkte

Vervollständigen Sie die folgenden Redoxgleichungen, die in der qualitativen Analyse von Bedeutung sind! (je 4 Punkte)



e) Erläutern Sie den Begriff Komproportionierungsreaktion am Beispiel der Reaktion von Ammoniak und Stickstoffdioxid zu Stickstoff und Wasser! Stellen Sie dazu die vollständig eingerichtete Reaktionsgleichung auf! (4 Punkte)

**Aufgabe 3: pH-Wert-Berechnungen**

**10 Punkte**

- a) In welchem Volumenverhältnis müssen zwei gleich konzentrierte Lösungen von Essigsäure und Natriumacetat gemischt werden, um eine Pufferlösung mit dem pH-Wert 5 zu erhalten? ( $pK_s = 4,75$ )? (4 Punkte)
- b) Wie ändert sich der pH-Wert, wenn eine Lösung um den Faktor 10 verdünnt wird? Erläutern Sie! (2 Punkte)
- c) Welche pOH-Werte besitzen eine 0,23 M HCl-Lösung und eine  $8 \cdot 10^{-9}$  M NaOH-Lösung? (4 Punkte)

#### **Aufgabe 4: Gravimetrie**

**10 Punkte**

- a) Skizzieren Sie die Struktur von dem aus Dimethylglyoxim und Nickelionen gebildeten Komplex! (2 Punkte)
- b) Wofür ist der stöchiometrische Faktor ein Maß? Begründen Sie, warum in der Gravimetrie ein möglichst niedriger stöchiometrischer Faktor angestrebt wird! Berechnen Sie den stöchiometrischen Faktor für das Fällungsprodukt bei der gravimetrischen Nickel-Bestimmung mit Dimethylglyoxim ( $C_4H_8O_2N_2$ )! (4 Punkte)
- c) Nennen Sie für die Fällung von Sulfiden, Hydroxiden und Phosphaten jeweils eine Vorstufe, aus der durch thermische Zersetzung das Fällungsmittel erzeugt werden kann. Geben Sie die entsprechenden Reaktionsgleichungen an! Welcher Sonderfall der Fällung liegt bei Einsatz einer solchen Vorstufe vor? (4 Punkte)

### Aufgabe 5: Volumetrie

10 Punkte

- a) Neben komplexometrischen Titrationsen gibt es weitere volumetrische Verfahren zu quantitativen Bestimmung von Analyten. Nennen Sie drei weitere Verfahren (jeweils mit Beispiel), die im Praktikum von Ihnen durchgeführt wurden! (3 Punkte)
- b) Erläutern Sie, warum Silberchromat geeignet ist, den Äquivalenzpunkt bei der quantitativen Bestimmung von Chlorid nach Mohr anzuzeigen! Nutzen Sie zur Argumentation auch folgende Daten und ziehen Sie entsprechende Reaktionsgleichungen hinzu! (4 Punkte)
- c) Nach der Titration wird die trübe, gelb-orange Analysenlösung der Chlorid-Bestimmung nach Mohr zur Vorbereitung der Entsorgung mit Bariumchlorid versetzt. Dabei ist ein deutliches Aufhellen der Lösung zu beobachten, wobei der Niederschlag erhalten bleibt. Erläutern Sie, warum Bariumchlorid besonders in diesem Fall besonders geeignet ist und nutzen Sie dazu auch Reaktionsgleichungen! (3 Punkte)

$$pK_L(\text{Silberchlorid}) = 9,7$$

$$pK_L(\text{Silberchromat}) = 11,9$$

$$pK_L(\text{Bariumchromat}) = 9,7$$

**Aufgabe 6: Aufschlüsse und Anionennachweise**

**10 Punkte**

- a) Was versteht man unter einem oxidativen Aufschluss und welchen Sinn hat dieser? Stellen Sie für Chrom(III)-oxid die entsprechende Reaktionsgleichung auf! (4 Punkte)
- b) Wie kann der Sodaauszug auf oxidierende Anionen überprüft werden? Geben Sie für die Umsetzung von Chlorat-Anionen die vollständige Reaktionsgleichung an! (4 Punkte)
- c) Nennen Sie zwei Anionen, die sich aus der Ursubstanz nachweisen lassen, und geben Sie die entsprechenden Reaktionsgleichungen an! (2 Punkte)

**Aufgabe 7: Kationennachweise**

**10 Punkte**

Eine Lösung enthält die Kationen  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  und  $\text{Al}^{3+}$ .

- a) Beschreiben Sie mit Hilfe von Reaktionsgleichungen, wie Sie diese drei Ionen homogen zusammen ausfällen können! (3 Punkte)
- b) Erläutern Sie nun, wie diese Ionen voneinander getrennt werden können! (4 Punkte)
- c) Geben Sie für alle drei Kationen jeweils eine Nachweisreaktion mit der entsprechenden Reaktionsgleichung an. (3 Punkte)

### Aufgabe 8: Bestimmung einer unbekannt Substanz

10 Punkte

- a) Um welche Verbindung (Name und Formel) handelt es sich bei einer unbekannt Substanz, für welche die untenstehenden Befunde notiert wurden? (2 Punkte)
- b) Geben Sie jeweils die Reaktionsgleichungen zur Erklärung der unten beschriebenen Befunde an! (je 2 Punkte)

Befunde:

1. Die wässrige Lösung der schwach rosafarbenen Substanz ergibt bei Zugabe von Silbernitrat-Lösung einen gelblichen, schwerlöslichen Niederschlag.
2. Nach dem Abtrennen dieser Fällung versetzt man das Filtrat mit konzentrierter Salpetersäure und Bleidioxid. Nach längerem Kochen färbt sich die Lösung tiefviolett.
3. Den zu Beginn abgetrennten, gelben Niederschlag schlämmt man in verdünnter Schwefelsäure auf und gibt Zinkgranalien hinzu. Dabei ändert sich die Farbe des Niederschlages hin zu grau-schwarz, während sich die Zinkgranalien auflösen.
4. Nach Abtrennung des Niederschlages unterschichtet man die verbleibende Lösung aus (3.) mit Chloroform und gibt dann tropfenweise  $\text{Cl}_2$ -Wasser hinzu. Nach dem Ausschütteln ist die organische Phase violett gefärbt.