

# Analytische Chemie

**B. Sc. Chemieingenieurwesen**

**7. März 2016, 8.00 – 11.00 Uhr**

**Prof. Dr. Thomas Jüstel, Stephanie Möller M.Sc.**

**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, 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 Gleichung  $K_L = c^3 (A^{n+}) \cdot c^2 (B^{m-})$  beschreibt das Lösungsgleichgewicht für ein Salz welcher Zusammensetzung? Welche Einheit hat  $K_L$ ? Wie wird der  $pK_L$ -Wert berechnet? (4 Punkte)
- b) Silberchromat hat ein Löslichkeitsprodukt von  $10^{-12} \text{ mol}^3/\text{l}^3$ .
- (1) Wie groß ist die Silberionenkonzentration in einer gesättigten wässrigen Lösung? (4 Punkte)
  - (2) Wie groß ist die Silberionenkonzentration, wenn nach der Fällung mit Kaliumchromat-Lösung die Kaliumkonzentration  $0.073 \text{ mol/l}$  beträgt? (3 Punkte)
- c) Vervollständigen Sie folgende Tabelle zur Löslichkeit von Salzen, indem Sie für jedes Salz ( $\text{KCl}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  und  $\text{CaSO}_4$  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)

	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$
$\text{Cl}^-$		
$\text{NO}_3^-$	L	
$\text{SO}_4^{2+}$		

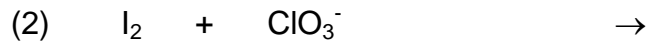
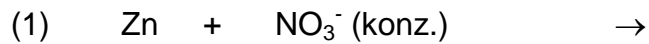
- d) Eine organische Verbindung mit einer Molmasse von  $226,23 \text{ g/mol}$  ergibt bei der Elementaranalyse die tabellierten Werte. Ermitteln Sie die Summenformel der Verbindung! (4 Punkte)

Element	C	O	H	N
Massenanteil (%)	53,1	28,3	6,2	12,4

## Aufgabe 2: Redoxreaktionen

**20 Punkte**

- a) Vervollständigen Sie die folgenden Redoxgleichungen im sauren pH-Bereich, die in der qualitativen Analyse von Bedeutung sind! (je 4 Punkte)



- b) Sie haben eine Eisen(II)-Lösung und eine Mangan(II)-Lösung hergestellt und sind sich nicht sicher, ob die Flaschen richtig beschriftet sind. Als weitere Chemikalie steht Ihnen nur alkalische Wasserstoffperoxidlösung zur Verfügung. Wie können Sie beide Lösungen identifizieren? Stellen Sie die beiden entsprechenden Reaktionsgleichungen auf und geben Sie an, welche Beobachtungen welche Schlüsse zulassen! (8 Punkte)

- c) Die Umsetzung von Stickstoffdioxid und Ammoniak zu Stickstoff und Wasser ist ein Prozess, der in der Verringerung von Stickoxiden in den Abgasen von Dieselfahrzeugen eingesetzt wird. (4 Punkte)

- (1) Stellen Sie Reaktionsgleichung auf  
(2) Benennen Sie den genauen Reaktionstyp!

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

**10 Punkte**

- a) Zeichnen Sie die Titrationskurven inkl. Neutral- und Äquivalenzpunkt für die Titration einer starken Säure mit einer starken Base. Warum ist diese für die quantitative Analytik sehr gut geeignet? Gehen Sie dabei auch auf die Indizierung des Titrationsendpunktes ein. (4 Punkte)
- b) Berechnen Sie den pH-Wert eines Puffers, der durch Lösen von 1,56 g Essigsäure und 5,45 g Natriumacetat in Wasser und Auffüllen auf genau 350 ml hergestellt wurde ( $pK_s(\text{Essigsäure}) = 4.75$ )! (4 Punkte)
- c) Erläutern Sie qualitativ (Reaktionsgleichung!), warum und in welche Richtung der in (b) berechnete pH-Wert vom  $pK_s$ -Wert der Essigsäure abweicht. (2 Punkte)

**Aufgabe 4: Gravimetrie**

**10 Punkte**

- a) Was versteht man unter dem stöchiometrischen Faktor? Berechnen Sie diesen für den Nickel-Dimethylglyoxim-Komplex und für Nickel(II)-oxid, wenn Nickel der Analyt ist. Ist ein großer oder kleiner stöchiometrischer Faktor erstrebenswert? Begründen Sie! (7 Punkte)
- b) Im Zuge einer gravimetrischen Analyse frisch gefälltes Blei(II)-sulfat ( $\text{PbSO}_4$ ) muss vor dem Trocknen und Auswiegen gewaschen werden. Zur Verfügung stehen demineralisiertes Wasser und 0,05 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Wofür entscheiden Sie sich? Begründen Sie Ihre Wahl! (3 Punkte)

**Aufgabe 5: Volumetrie**

**10 Punkte**

- a) Für welche Art von Analysen wird Kaliumpermanganat in der Volumetrie eingesetzt? Welche Voraussetzung muss also der Analyt aufweisen? Nennen Sie zwei Vorteile, die volumetrische Analysen mit Kaliumpermanganat aufweisen. (4 Punkte)
- b) Was versteht man unter einer Rücktitration? Erläutern Sie das Verfahren anhand der im Praktikum durchgeführten quantitativen Bestimmung von  $\text{Al}^{3+}$ . 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: Einzelnachweise**

**10 Punkte**

- a) Geben Sie für die folgenden Ionen an, wie diese eindeutig nachgewiesen werden können! Geben Sie die Reaktionsgleichung(en) an und nennen Sie wesentliche Beobachtungen! (je 2 Punkte)

Acetat-Anion

Kalium-Kation

Borat-Anion

Mangan(II)-Kation

Carbonat-Anion

**Aufgabe 7: Kationennachweise**

**10 Punkte**

Eine Lösung enthält die Kationen  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  und  $\text{Cr}^{3+}$ .

- 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 (Name und Formel) handelt es sich bei einer unbekanntes Substanz, für welche die unten stehenden Befunde notiert wurden? (2 Punkte)
- b) Geben Sie jeweils die Reaktionsgleichungen zur Erklärung der unten bestehenden Befunde an! (je 2 Punkte)

Befunde:

1. Wird die farblose Substanz mit Natronlauge versetzt und darüber ein Uhrglas mit befeuchtetem Indikatorpapier positioniert, färbt sich das Indikatorpapier blau.
2. Wird die wässrige Lösung der Substanz nach dem Ansäuern mit Schwefelsäure tropfenweise mit verdünnter Kaliumpermanganatlösung versetzt, entfärbt sich diese.
3. Wird die Substanz mit konzentrierter Schwefelsäure behandelt, wird eine Gasentwicklung beobachtet.
4. Nach tropfenweiser Zugabe von Calciumchloridlösung zur essigsäuren Lösung der Substanz bildet sich ein weißer Niederschlag.