

# Analytische Chemie

## B. Sc. Chemieingenieurwesen

19. März 2014

Prof. Dr. T. 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. 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) 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  $L$  von Antimon(III)-sulfid ( $Sb_2S_3$ ) in Wasser beträgt  $1,8 \cdot 10^{-3}$  g/l. Wie groß ist das Löslichkeitsprodukt  $K_L$ ? (4 Punkte)  
Welche Masse an Dinatriumsulfid löst sich in 100 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)

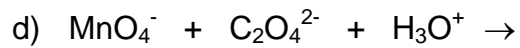
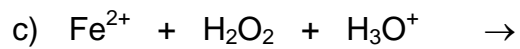
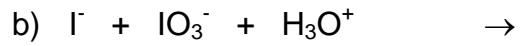
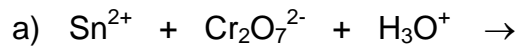
|                          | $BaSO_4$ | $\dots NO_3$ | Ca.... | $\dots CrO_4$ | $\dots CrO_4$ |
|--------------------------|----------|--------------|--------|---------------|---------------|
| Leicht löslich in $H_2O$ |          | X            |        |               | X             |
| Schwer löslich in $H_2O$ |          |              | X      | X             |               |

- d) Eine anorganische Verbindung mit einer Molmasse von 134 g/mol ergibt bei der Elementaranalyse die tabellierten Werte. Wie lauten Summenformel und Name der Verbindung? (4 Punkte)

| Element          | C    | O    | Na   |
|------------------|------|------|------|
| Massenanteil (%) | 17,9 | 47,8 | 34,3 |

**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  $4 \cdot 10^{-9}$  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) Wie ist der Titerfaktor definiert? (2 Punkte)
- b) Erläutern Sie das Prinzip der Rücktitration am Beispiel der im Praktikum durchgeführten komplexometrischen Bestimmung von  $\text{Al}^{3+}$  mit EDTA. Nutzen Sie dazu auch entsprechende Reaktionsgleichungen! Worin ist der Farbumschlag von gelb nach rot letztlich begründet? (5 Punkte)
- c) Skizzieren Sie die Titrationskurve für die Titration einer starken einsäurigen Base mit einer starken einbasigen Säure und markieren Sie den Äquivalenzpunkt und den Neutralpunkt in der Grafik! (3 Punkte)

**Aufgabe 6: Aufschlüsse und Anionennachweise**

**10 Punkte**

- a) Was versteht man unter einem oxidativen Aufschluss und welchen Sinn hat dieser? Geben Sie zwei Beispielsubstanzen an und stellen Sie für  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  die entsprechende Reaktionsgleichung auf! (4 Punkte)
- b) Wie kann der Sodaauszug auf oxidierende Anionen überprüft werden (vollständige Reaktionsgleichung für ein Beispiel angeben!)? (4 Punkte)
- c) Nennen Sie zwei Anionen, die sich aus der Ursubstanz nachweisen lassen (Reaktionsgleichungen angeben)! (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 unbekanntes Substanz**

**10 Punkte**

- a) Um welche Verbindung 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. Die wässrige Lösung der schwach rosafarbenen Substanz ergibt bei Zugabe von  $\text{AgNO}_3$ -Lösung einen gelben, schwerlöslichen Niederschlag.
2. Nach dem Abtrennen dieser Fällung versetzt man das Filtrat mit konz.  $\text{HNO}_3$  und  $\text{PbO}_2$ . Nach längerem Aufkochen färbt sich die Lösung tiefviolett.
3. Den zu Beginn abgetrennten, gelben Niederschlag löst man in verd.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  und Zn. Dabei entsteht ein dunkler Niederschlag, welcher zusammen mit unverbrauchtem Zink abgetrennt wird.
4. Die verbleibende Lösung unterschichtet man mit  $\text{CCl}_4$  und gibt dann tropfenweise  $\text{Cl}_2$ -Wasser hinzu. Nach dem Ausschütteln ist die organische Phase violett gefärbt.