

# Analytische Chemie

## B. Sc. Chemieingenieurwesen

2. Februar 2017, 10.30 – 13.30 Uhr

Prof. Dr. Thomas 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: 5 Punkte  
Aufgabe 5: 15 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**

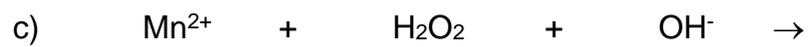
- a) Stellen Sie die Gleichung für das Lösungsgleichgewicht eines Salzes der allgemeinen Zusammensetzung  $A_3B_2$  auf! Wie lautet die Gleichung für  $K_L$  und welche Einheit hat  $K_L$ ? Wie wird der  $pK_L$ -Wert berechnet? (4 Punkte)
- b) In 250 ml Wasser lösen sich 320 ng (Nanogramm) Chrom(III)-hydroxid. Wie groß sind das Löslichkeitsprodukt und der  $pK_L$ -Wert? (4 Punkte)  
Der Grenzwert für Trinkwasser liegt für dreiwertiges Chrom bei 50  $\mu\text{g/l}$ ; laut amtlicher Analyse weist das Trinkwasser von Steinfurt einen pH-Wert von 7,56 auf. Besteht bei diesem pH-Wert die Gefahr einer Überschreitung des Grenzwertes? Unterhalb welchen pH-Wertes muss mit einer Überschreitung des Grenzwertes gerechnet werden? (7 Punkte)
- c) Vervollständigen Sie folgende Tabelle zur Löslichkeit von Salzen, indem Sie für jedes Salz ( $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{SrSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  und  $\text{PbSO}_4$ ) analog zum  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  in das jeweilige Feld der Tabelle für schwerlösliche Verbindungen ein S und für leichtlösliche Verbindungen ein L eintragen! (5 Punkte)

	$\text{Sr}^{2+}$	$\text{NH}_4^+$	$\text{Pb}^{2+}$
$\text{NO}_3^-$		L	
$\text{SO}_4^{2-}$			

**Aufgabe 2: Redoxreaktionen****20 Punkte**

Vervollständigen Sie die folgenden Redoxgleichungen!

(je 4 Punkte)



### Aufgabe 3: Puffersysteme

10 Punkte

- a) In welchem Stoffmengenverhältnis müssen Sie Natriumacetat und Essigsäure mischen, um einen Puffer mit dem pH-Wert 4,575 herzustellen?  
( $pK_s(\text{Essigsäure}) = 4,75$ )! (4 Punkte)
- b) Erläutern Sie anhand von Reaktionsgleichungen, ob sich die Lösungen von  $\text{CH}_3\text{COOK}$  und  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  sauer, neutral oder alkalisch verhalten! Was erwarten Sie für eine Lösung von  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ?  
( $pK_s(\text{Essigsäure}) = 4,75$ ;  $pK_s(\text{Ammoniak}) = 9,25$ ) (6 Punkte)

**Aufgabe 4: Gravimetrie**

**5 Punkte**

- a) Erläutern Sie den Begriff ‚homogene Präzipitation‘! Wie können Sie Hydroxidationen homogen in Lösung erzeugen? Geben Sie ein Beispiel inklusive Reaktionsgleichungen an! (2 Punkte)
- b) Nennen Sie drei Vorteile der Fällung von Nickel mit Dimethylglyoxim gegenüber einer Fällung mit OH<sup>-</sup>-Ionen (Fällungsform Ni(OH)<sub>2</sub>, Wägeform NiO) (3 Punkte)

### **Aufgabe 5: Volumetrie**

**15 Punkte**

- a) Zeichnen Sie die Titrationskurven für die Titration von einer sehr starken einbasigen Säure mit einer sehr starken und einer mittelstarken einsäurigen Base in ein gemeinsames Diagramm. Wie sind Äquivalenz- und Neutralpunkt definiert? Kennzeichnen Sie diese im Diagramm. Diskutieren Sie in diesem Zusammenhang die jeweiligen Besonderheiten bei der Indikation des Äquivalenzpunktes!  
(7 Punkte)
- b) Sie werden aufgefordert, eine Natronlauge mit einer Konzentration von 0,1 mol/l herzustellen. Warum können Sie diese Natriumhydroxid-Lösung nicht direkt mit definierter Konzentration herstellen? Wie müssen Sie stattdessen vorgehen? Beschreiben Sie detailliert die einzelnen Arbeitsschritte und berechnen Sie sinnvolle Einwaagen zur Herstellung der Maßlösung und zur Einstellung der Lauge mit einer geeigneten Substanz (welche? Name + Formel). Gehen Sie dazu von der Nutzung einer 20-ml-Bürette aus.  
(8 Punkte)

**Aufgabe 6: Einzelnachweise**

**10 Punkte**

Geben Sie eine vollständige Nachweisreaktion inklusive der typischen Beobachtung (Niederschlag, Farbe, Gasentwicklung, usw.) für die folgenden Ionen an! (jeweils 2 Punkte)

a) Acetat-Anion

b) Chromat-Anion

c) Borat-Anion

d) Kalzium-Kation

e) Kobalt(II)-Kation

**Aufgabe 7: Kationennachweise**

**10 Punkte**

Eine Lösung enthält die Ionen  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  und  $\text{Ba}^{2+}$ .

Erläutern Sie mithilfe des Kationentrennungsgangs, wie diese Ionen voneinander separiert werden können! Geben Sie für alle fünf Kationen jeweils einen Nachweis mit den entsprechenden Reaktionsgleichungen an. (10 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 beschriebenen Befunde an! (je 2 Punkte)

Befunde:

1. Eine Probe der erhaltenen braunschwarzen Substanz ist in Wasser nicht löslich. Wird die Verbindung mit Salzsäure behandelt, so entsteht unter Abgabe eines stechend riechenden Gases eine klare Lösung.
2. Wird das in (1) entstehende Gas in eine wässrige Lösung von Kaliumjodid geleitet, färbt sich diese gelbbraun. Nach dem Unterschichten mit Chloroform färbt sich die organische Phase violett.
3. Wird die saure Lösung aus (1) mit Blei(IV)-oxid gekocht, färbt sich die Lösung violett.
4. Nach Zugabe von Natronlauge zur violetten Lösung aus (3) bildet sich ein schwarzbrauner Niederschlag.