

# Anorganische Chemie II

B. Sc. Chemieingenieurwesen

17. März 2017

Prof. Dr. T. Jüstel

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

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

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

Denken Sie an eine korrekte Angabe des Lösungsweges und der Endergebnisse. Versehen Sie alle Größen mit IUPAC Einheiten. Bei Grafiken sind die Achsen ordnungsgemäß zu beschriften. Richten Sie alle Reaktionsgleichungen vollständig mit ganzzahligen Koeffizienten ein.

Dauer der Prüfung: 180 Minuten

Hilfsmittel: Periodensystem, Taschenrechner, mathematische Formelsammlung

## Punkteverteilung

Aufgabe 1: 10 Punkte  
Aufgabe 2: 10 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  
Aufgabe 9: 10 Punkte  
Aufgabe 10: 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

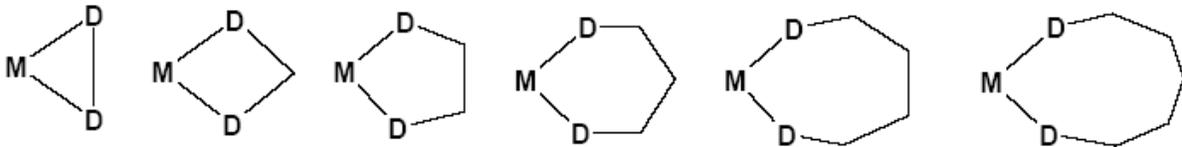
**Viel Erfolg!**

## Aufgabe 1

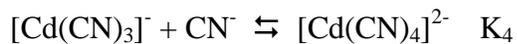
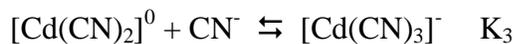
(10 Punkte)

### *Thermodynamische Stabilität von Koordinationsverbindungen*

- a) Warum bilden viele Nebengruppenelemente bzw. deren Ionen besonders stabile Koordinationsverbindungen? (2 Punkte)
- b) Was versteht man unter dem Chelateffekt? (2 Punkte)
- c) Die unten stehende Abbildung zeigt Komplexe mit Chelatliganden unterschiedlicher Größe. Welche beiden Typen sind besonders stabil und warum? (3 Punkte)



- d) Der Komplex  $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$  bildet sich in vier Stufen aus  $\text{Cd}^{2+}$  und  $\text{CN}^-$ , wobei die Komplexbildungskonstante für die Gesamtreaktion  $K_B = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = 10^{18.8}$  ist. In welcher Reihenfolge würden Sie die Konstanten  $K_1$  bis  $K_4$  der Größe nach sortieren? Begründen Sie Ihre Wahl! (3 Punkte)

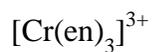
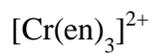


## Aufgabe 2

(10 Punkte)

### *Kinetische Stabilität von Koordinationsverbindungen*

- a) Welche beiden Metallkationen bilden kinetisch sehr inerte Komplexverbindungen? (2 Punkte)
- b) Sind folgende Komplexverbindungen kinetisch inert oder labil? Geben Sie jeweils eine Begründung für Ihre Entscheidung an! (je 1 Punkt)



### **Aufgabe 3**

**(10 Punkte)**

#### ***Liganden***

- a) Was versteht man unter dem Begriff Zähigkeit? (2 Punkte)
- b) Erläutern Sie die Begriffe homoleptische und heteroleptische Komplexe! (2 Punkte)
- c) Erläutern Sie die Bedeutung des Liganden EDTA für die Komplexometrie an Hand einer Komplexbildungsreaktion! (4 Punkte)
- d) In welchen biochemisch bedeutenden Molekülen kommen makrozyklische Liganden vor? (2 Punkte)

#### Aufgabe 4

(10 Punkte)

##### *Magnetische Eigenschaften von Koordinationsverbindungen*

- a) Was versteht man unter den Begriffen magnetisch normal und magnetisch anomal? Erläutern Sie den Begriff auch an Hand selbst gewählter Beispiele! (4 Punkte)
- b) Welche beiden Kationen der Übergangmetalle sowie welche beiden Kationen der seltenen Erden sind Ihrer Meinung nach die stärksten Paramagneten? (4 Punkte)
- c) Welchen spin-only Wert des magnetischen Momentes  $\mu = [(n(n+2))^{1/2}] \mu_B$  in Einheiten von  $\mu_B$  erwarten Sie für die beiden Komplexe  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  und  $[\text{Fe}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$ ? Begründen Sie Ihre Antwort! (2 Punkte)

## Aufgabe 5

(10 Punkte)

### *Isomerie von Koordinationsverbindungen*

Zeichnen Sie jeweils die Isomere der folgenden Verbindungen! (je 2 Punkte)

a) Bindungsisomere von  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{SCN})]^{2+}$

b) cis- und trans- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$

c) cis- und trans- $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]$

en = ethylendiamin

d) fac- und mer- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$

e) fac- und mer- $[\text{Cr}(\text{dien})_2]^{3+}$

dien = diethylentriamin

## Aufgabe 6

(10 Punkte)

### *Kristall- und Ligandenfeldaufspaltung*

- a) Von welchen drei Eigenschaften eines Metallkations hängt die Größe der Kristallfeldaufspaltung ab? (3 Punkte)
- b) Was versteht man unter der spektrochemischen Reihe? (2 Punkte)
- c) Erläutern Sie die Begriffe  $\sigma$ -Donor,  $\pi$ -Akzeptor, und  $\pi$ -Donor und nennen Sie jeweils einen Liganden als Beispiel! (3 Punkte)
- d) Ordnen Sie auf Basis der Lage der Absorptionsbanden der folgenden low-spin konfigurierten Kobalt(III)-komplexe die Liganden in einer spektrochemische Reihe an! (2 Punkte)

Komplex	Absorptionsbande im Bereich
$[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$	UV
$[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$	violett
$[\text{Co}(\text{phen})_3]^{3+}$	blau
$[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$	cyan-blau
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$	cyan
$[\text{Co}(\text{gly})_3]^{3+}$	grün
$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	gelb
$[\text{Co}(\text{ox})_3]^{3-}$	orange

**Aufgabe 7****(10 Punkte)*****Struktur und Farbigkeit von Koordinationsverbindungen***

Füllen Sie folgende Tabelle aus! (jeweils 0.5 Punkte)

Komplex	Geometrie	Anzahl ungepaarter Elektronen	18-Elektronenregel erfüllt?	Farbig oder farblos?
$[\text{Sc}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$				
$[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$				
$[\text{MnF}_6]^{3-}$				
$[\text{Co}(\text{CN})_4]^{2-}$				
$[\text{CuCl}_4]^{3-}$				

**Aufgabe 8****(10 Punkte)*****Sauerstoff und das Oxidion als Liganden***

- a) In welchem biochemischen Prozess tritt molekularer Sauerstoff als Ligand auf? (2 Punkte)
- b) Das Oxidation  $O^{2-}$  kann endständig (terminal) oder verbrückend in Koordinationsverbindungen als Oxoligand auftreten. Füllen Sie die folgende Tabelle aus, wobei Sie das Metallzentrum als M abkürzen dürfen! (Je 1 Punkt)

<b>Art der Koordination</b>	<b>Geometrie</b>	<b>Beispiel</b>
Endständig (terminal)		
$\mu_2$ -Oxo		
$\mu_3$ -Oxo		
$\mu_4$ -Oxo		

## Aufgabe 9

(10 Punkte)

### *Komplexbildungsreaktionen*

Formulieren Sie folgende Komplexbildungsreaktionen und zeichnen Sie die Struktur des gebildeten Komplexes! (je 2 Punkte)

- a) Vanadium und Kohlenmonoxid
- b) Wasserfreies Aluminium(III)-chlorid und Wasser
- c) Antimonpentafluorid und Kaliumfluorid
- d) Terbium(III)-chlorid und Natriumbenzoat (Benzoat =  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-$ )
- e) Kupfer(II)-chlorid mit Tartrat ( $\text{OOC-CH(OH)-CH(OH)-COO}^-$ ) in alkalischer Lösung

## **Aufgabe 10**

(10 Punkte)

### ***Oxidationsstufen und Anwendungen der Lanthanoiden***

- a) Die Lanthanoiden, d.h. die Elemente von La bis Lu, sind in der dreiwertigen Oxidationsstufe besonders stabil. Begründen Sie diesen Befund! (2 Punkte)
- b) Für welche der Lanthanoiden erwarten Sie auch die Möglichkeit zur Bildung von Verbindungen, in denen diese zwei- oder vierwertig vorkommen? (3 Punkte)
- c) Nennen Sie jeweils eine chemische Verwendung von Verbindungen mit zwei- oder vierwertigen Lanthanoidionen! (2 Punkte)
- d) Erläutern Sie, warum in der technischen Anwendung magnetische Legierungen häufig  $\text{Nd}^0$  oder  $\text{Sm}^0$  und magnetische Komplexe häufig  $\text{Gd}^{3+}$  oder  $\text{Eu}^{2+}$  enthalten! (3 Punkte)