

# Anorganische Chemie II

B. Sc. Chemieingenieurwesen

19. September 2019

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)

### *Optische Eigenschaften von Koordinationsverbindungen*

- a) Was versteht man unter den Begriffen MMCT, MLCT und LMCT? (3 Punkte)
- b) Erläutern Sie die Farbänderung und starke Zunahme der Absorption bei der Oxidation von  $\text{Mn}^{2+}$ -Komplexen wie  $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  im sauren pH-Bereich! (2 Punkte)
- c) Erläutern Sie die Ursache der Farbigkeit des Komplexes  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  an Hand der Kristallfeldtheorie! (3 Punkte)
- d) Erklären Sie die Farbänderung des Komplexes  $[\text{MoO}_2((\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N-O})_2]$  durch die Substitution der Oxoliganden mit Sulfidoliganden! (2 Punkte)

## Aufgabe 2

(10 Punkte)

### *Magnetische Eigenschaften von Koordinationsverbindungen*

- a) Was versteht man unter magnetisch normalen und anomalen Komplexen? (2 Punkte)
- b) Nennen Sie drei Kationen der 3d-Übergangsmetallreihe, die ausschließlich diamagnetische Komplexe bilden und begründen Sie Ihre Auswahl? (3 Punkte)
- c) Diskutieren Sie die elektronische Struktur und den Magnetismus eines  $3d^6$ -Ions in einem schwachen sowie in einem starken oktaedrischem Kristallfeld an Hand eines selbstgewählten Beispiels! (3 Punkte)
- d) Welchen spin-only Wert erwarten Sie für die Komplexe  $[\text{Cr}(\text{acac})_3]$  und  $[\text{Mn}(\text{acac})_3]$  mit  $\text{acac} = \text{acetylacetonat}$ ? (2 Punkte)

### Aufgabe 3

(10 Punkte)

#### *Elektronische Eigenschaften von Koordinationsverbindungen*

Die Oxidation des farblosen Komplexes  $\text{K}_2[\text{Pt}(\text{CN})_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  führt zu einer bronzefarbenen Verbindung mit der Zusammensetzung  $\text{K}_{1.75}[\text{Pt}(\text{CN})_4] \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$ . Diese metallisch glänzende Verbindung leitet den elektrischen Strom in einer Richtung, ist also ein eindimensionaler elektrischer Leiter.

Schlagen Sie eine Struktur vor, um diese Befunde zu erklären!

#### **Aufgabe 4**

**(10 Punkte)**

##### ***Liganden***

- a) Erläutern Sie den Begriff Chelateffekt und nennen Sie zwei Beispiele für Chelatliganden! (3 Punkte)
- b) Erläutern den Begriff makrozyklischer Effekt und nennen Sie zwei Beispiele für makrozyklische Liganden! (3 Punkte)
- c) Nennen Sie einen vierzähligen Liganden und erläutern Sie warum diese besonders stabile Komplexe bilden und daher von hoher Bedeutung in der präparativen und analytischen Chemie sowie in der Biochemie sind! (4 Punkte)

## Aufgabe 5

(10 Punkte)

### *Kristallfeldstabilisierungsenergie*

- a) Berechnen Sie die Kristallfeldstabilisierungsenergie für  $\text{Cr}^{3+}$  in einem starken Kristallfeld jeweils für die tetraedrische und oktaedrische Koordinationsgeometrie! (3 Punkte)
- b) Warum bildet  $\text{Cr}^{3+}$  kinetisch inerte Komplexe? (2 Punkte)
- c) Welches andere Übergangsmetallkation der 3d-Serie bildet bevorzugt kinetisch inerte Komplexe? Begründung angeben! (2 Punkte)
- d) Welche beiden Kationen der 5d-Serie weisen die höchsten Kristallfeldstabilisierungsenergie auf? (2 Punkte)
- e) In welcher Technologie spielen die Kationen aus Aufgabe d) eine große Rolle? (1 Punkt)

## Aufgabe 6

(10 Punkte)

### *Isomerie von Koordinationsverbindungen*

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

a) Hydratationsisomere des  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$

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

c) Optische Isomere von cis- $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]$  en = ethylendiamin

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

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

## Aufgabe 7

(10 Punkte)

### *Nicht-stöchiometrische Verbindungen der Übergangsmetalle*

- a) Was versteht man unter einer nicht-stöchiometrischen Verbindung? (2 Punkte)
- b) Welche Voraussetzung muss ein Metall erfüllen, damit es nicht-stöchiometrische Oxide bildet? (2 Punkte)
- c) Geben Sie zwei Beispiele für nicht-stöchiometrische Oxide an! (2 Punkte)
- d) In welchem technisch bedeutsamen Prozess wird nicht-stöchiometrisches Eisenoxid als Zwischenprodukt gebildet? (2 Punkte)
- e) Erläutern Sie die Funktionsweise von nicht-stöchiometrischen  $\text{ZrO}_{2-x}$  in der Lambdasonde! (2 Punkte)

## **Aufgabe 8**

**(10 Punkte)**

### ***Komplexbildungsreaktionen***

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

- a) Terbium(III)-chlorid und Natriumbenzoat (Benzoat =  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-$ )
- b) Wasserfreies Mangan(II)-chlorid mit Wasser
- c) Phosphorpentafluorid und Natriumfluorid
- d) Gold und Sauerstoff und Kaliumcyanid
- e) Nickel(II)-hydroxid und Ammoniaklösung

## Aufgabe 9

(10 Punkte)

### *Koordinationsverbindungen der Übergangsmetalle in der Biochemie*

Transportproteine für Sauerstoff enthalten Übergangsmetallionen als Zentralatom.

- a) Nennen Sie ein Übergangsmetallion, das für den Sauerstofftransport in der Biologie von Bedeutung ist, und erläutern Sie warum dieses dafür so gut geeignet ist! (2 Punkte)
- b) Skizzieren Sie die 1. Koordinationssphäre dieses Ions in einem bedeutenden Sauerstofftransportprotein! (3 Punkte)
- c) Erläutern Sie an Hand einer einfachen Reaktionsgleichung den Vorgang der Sauerstoffaufnahme bzw. -abgabe! (3 Punkte)
- d) Nennen Sie zwei kleine Moleküle bzw. Ionen, die als Ligand Sauerstofftransportproteine inhibieren bzw. vergiften können! (2 Punkte)

## **Aufgabe 10**

**(10 Punkte)**

### ***Eigenschaften und Anwendungen der Lanthanoiden***

Die Lanthanoiden, d.h. die Elemente von La bis Lu, kommen vorrangig in der dreiwertigen Oxidationsstufe vor.

- a) Für welche der Lanthanoiden erwarten Sie auch die Möglichkeit zur Bildung von Verbindungen, in denen diese zwei- oder vierwertig vorkommen? Argumentieren Sie bitte auf der Basis der jeweiligen Elektronenkonfiguration! (3 Punkte)
- b) Erläutern Sie den Begriff Lanthanoidenkontraktion! (1 Punkt)
- c) Der Ionenradius nimmt in der Reihe der Lanthanoiden mit steigender Ordnungszahl ab, wobei die Ionenladungsdichte naturgemäß ansteigt. Diskutieren Sie die Konsequenzen auf die Koordinationszahl und Azidität der Aquakomplexe. (2 Punkte)
- d) Nennen Sie jeweils eine Anwendung für die Lanthanoidionen  $\text{Nd}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$  und  $\text{Er}^{3+}$ ! (4 Punkte)