

Anorganische Chemie II

B. Sc. Chemieingenieurwesen

08. Februar 2021

Prof. Dr. T. Jüstel

Name: _____

Matrikelnummer: _____

Geburtsdatum: _____

Hiermit bestätige ich, eidesstattlich, dass ich die Prüfungsaufgaben selbstständig ohne Einbezug Dritter gelöst und niedergeschrieben habe

Unterschrift: _____

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

Erlaubte Hilfsmittel: Periodensystem, Taschenrechner, Formelsammlungen, Fachbücher

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)

Farbigkeit von Koordinationsverbindungen

- a) Erläutern Sie an Hand der Kristallfeldtheorie, warum Cu^{2+} -Ionen meist farbige Komplexe bilden! (4 Punkte)
- b) Wie müssen die Absorptionsspektrum eines farblosen sowie eines blauen Kupferkomplexes aussehen? (2 Punkte)
- c) Erklären Sie die Farbe und Farbstärke folgender Manganionen! (je 1 Punkt)

<u>Ion</u>	<u>Koordination</u>	<u>Farbe</u>	<u>Farbstärke</u>
Mn^{2+}	oktaedrisch	rosa	schwach
Mn^{4+}	oktaedrisch	rot	stark
Mn^{6+}	tetraedrisch	grün	schwach
Mn^{7+}	tetraedrisch	violet	stark

Aufgabe 2

(10 Punkte)

Magnetismus von Koordinationsverbindungen

- a) Welche beiden Ionen der 3d-Metalle bilden die stärksten Paramagnete? Erläutern Sie Ihre Wahl! (2 Punkte)
- b) Man bezeichnet Komplexe, die das Hexachloroferrat(III)-Ion enthalten als magnetisch normal und die, die das Hexacyanoferrat(III)-Ion enthalten als magnetisch anormal. Erklären Sie den Komplexaufbau, die Bindungsverhältnisse und das magnetische Verhalten der Ionen! (4 Punkte)
- c) Der Nickelkomplex $[\text{Ni}(\text{PPh}_3)_2\text{Cl}_2]$ ($\text{PPh}_3 = (\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3)$) ist paramagnetisch, während der analoge Palladiumkomplex $[\text{Pd}(\text{PPh}_3)_2\text{Cl}_2]$ diamagnetisch ist. Geben Sie für diesen Befund eine Erklärung an! Wieviele Isomere würden Sie für jede der Verbindungen erwarten? (4 Punkte)

Aufgabe 3

(10 Punkte)

Isomerie von Koordinationsverbindungen

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

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

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 4**(10 Punkte)*****Liganden***

Liganden sind Basen, die an Metallkationen binden, wobei die Bindung über eine oder mehrere Koordinationsstellen erfolgen kann. Die Zahl der möglichen Koordinationsbindungen eines Liganden wird als Zähigkeit bezeichnet. Füllen Sie die folgende Tabelle aus! (je 1 Punkt)

Art des Liganden L	Beispiel (Tipp: Amine)	Struktur eines entsprechenden Metallkomplexes $[ML_x]^{n+}$
1-zähig		
2-zähig		
3-zähig		
4-zähig		
6-zähig		

Aufgabe 5

(10 Punkte)

Kristallfeldstabilisierungsenergie

- a) Berechnen Sie die Kristallfeldstabilisierungsenergie für Cr^{3+} in einem starken Kristallfeld jeweils für die tetraedrische und oktaedrische Koordinationsgeometrie! (3 Punkte)
- b) Welche Kationen bilden kinetisch labile Komplexe? (2 Punkte)
- c) Welche beiden Kationen der 5d-Übergangsmetallreihe bilden die inertesten Komplexe aus? Begründung angeben! (2 Punkte)
- d) Welche Kationen der 3d-Elemente weisen keine Kristallfeldstabilisierungsenergie auf? (3 Punkte)

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 σ -Donor, π -Akzeptor und π -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 d-Elektronen	18-Elektronenregel erfüllt?	Farbig oder farblos?
$[\text{Sc}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$				
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$				
$[\text{CoF}_6]^{3-}$				
$[\text{NiCl}_4]^{2-}$				
$[\text{CuCl}_4]^{3-}$				

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

a) In welchem biochemischen Prozess tritt molekularer Sauerstoff als Ligand auf? (2 Punkte)

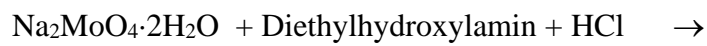
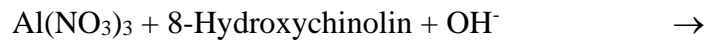
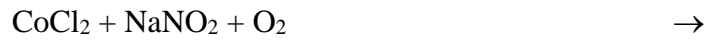
b) Das Oxidation O^{2-} kann endständig (terminal) oder verbrückend in Koordinationsverbindungen als Oxoligand auftreten. Füllen Sie die folgende Tabelle aus, wobei Sie das Metallzentrum als M abkürzen dürfen! (Je 1 Punkt)

Art der Koordination	Geometrie	Beispiel
Endständig (terminal)		
μ_2 -Oxo		
μ_3 -Oxo		
μ_4 -Oxo		

Aufgabe 9

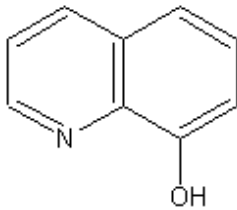
(10 Punkte)

a) Vervollständigen Sie folgende Reaktionsgleichungen zur Bildung von Übergangsmetallkomplexen in wässriger Lösung! (je 1 Punkt)



b) Zeichnen Sie auch die Struktur der gebildeten Komplexe! (je 1 Punkt)

8-Hydroxychinolin



Aufgabe 10

(10 Punkte)

Eigenschaften der Lanthanoide

- a) Erläutern Sie an Hand der Elektronenkonfigurationen, warum die Lanthanoide, d.h. die Elemente Sc, Y sowie La bis Lu, vorrangig in der dreiwertigen Oxidationsstufe vorkommen! (3 Punkte)
- b) Nennen Sie die drei Lanthanoidionen, welche die stärksten paramagnetischen Kationen sind! Erläutern Sie Ihre Wahl anhand der Elektronenkonfiguration! (3 Punkte)
- c) Erläutern Sie die Bedeutung der Lanthanoidionen für die Entwicklung optischer Materialien! (2 Punkte)
- d) Erklären Sie den Verlauf der Dichte der Lanthanoidfluoride, wie sie in der folgenden Graphik abgebildet ist! (3 Punkte)

