

Anorganische Chemie II

B. Sc. Chemieingenieurwesen

12. März 2021

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)

Farbigkeit von Koordinationsverbindungen

- a) Was versteht man unter den Begriffen LMCT, MLCT bzw. MMCT? Erläutern Sie bitte die Begriffe jeweils an Hand eines selbst gewählten Beispiels! (3 Punkte)
- b) Erläutern Sie die Ursache für die starke Farbänderung beim Austausch der terminalen Oxoliganden durch Thioliganden beim Molybdänkomplex $[\text{Mo}(\text{O})_2((\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N}-\text{O})_2]$! (3 Punkte)
- c) Erläutern Sie ausführlich die Ursache der Farbigkeit der untenstehenden Chromverbindungen mit Hilfe der Begriffe Ladungstransfer und Ligandenfeldaufspaltung! (4 Punkte)

CrF_5	rot
K_2CrO_4	gelb
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	orange
CrO_3	rot

Aufgabe 2**(10 Punkte)*****Magnetismus von Koordinationsverbindungen***

a) Was versteht man unter den Begriffen Dia- bzw. Paramagnetismus? (2 Punkte)

b) Der sogenannte spin-only Wert für das magnetische Moment von Ionen oder Molekülen mit n ungepaarten Elektronen lässt sich gemäß $\mu_{\text{ber.}} = [(n(n+2))^{1/2}] \mu_{\text{B}}$ berechnen! Füllen Sie die folgende Tabelle dementsprechend aus (je 0,5 Punkte)

Elektronen- konfiguration	Anzahl der ungepaarten Elektronen n	$\mu_{\text{ber.}} [\mu_{\text{B}}]$ „high-spin“ Ion	Beispiel für ein 3d- Ion
$[\text{Ar}]3d^0$	0		
$[\text{Ar}]3d^2$	2		
$[\text{Ar}]3d^4$	4		
$[\text{Ar}]3d^6$	4		
$[\text{Ar}]3d^8$	2		
$[\text{Ar}]3d^{10}$	0		

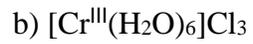
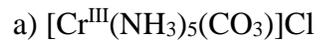
c) Welchen spin-only Wert erwarten Sie für die Komplexe $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ und $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$? (2 Punkte)

Aufgabe 3

(10 Punkte)

Isomerie von Koordinationsverbindungen

Zeichnen Sie jeweils alle denkbaren Isomere der folgenden Komplexe! (je 2 Punkte)



Aufgabe 4

(10 Punkte)

Kinetische Stabilität von Koordinationsverbindungen

- a) Erläutern Sie die Begriffe kinetisch labil und kinetisch inert am Beispiel der Ligandenaustauschreaktion an einem $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ bzw. an einem $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ -Komplex! (4 Punkte)
- b) Welche beiden Übergangsmetallkationen der 3d-Serie bilden kinetisch besonders stabile Komplexe? Begründung angeben! (2 Punkte)
- c) Erläutern Sie, warum Übergangsmetallkationen der 4d- und 5d-Serie gewöhnlich kinetisch inerte Komplexe bilden? (4 Punkte)

Aufgabe 5

(10 Punkte)

Thermodynamische Stabilität von Koordinationsverbindungen

a) Erläutern Sie den Begriff 18-Elektronenregel? (2 Punkte)

b) Entscheiden Sie, ob für die folgenden Komplexe die 18-Elektronenregel erfüllt ist! (5 Punkte)



c) $[\text{Mn}(\text{CO})_5]$ und $[\text{Co}(\text{CO})_4]$ sind thermodynamisch nicht stabil, allerdings die entsprechenden Monoanionen. Erklären Sie diesen Befund an Hand der 18-Elektronenregel! (3 Punkte)

Aufgabe 6

(10 Punkte)

Kristallfeldaufspaltung

Geben Sie mit Hilfe qualitativer Termschemata an, wie die fünf d-Orbitale von Ti^{3+} in folgenden (theoretischen) Kristallfeldern energetisch aufspalten! (je 2 Punkte)

- a) oktaedrisch
- b) tetraedrisch
- c) kubisch
- d) sphärisch (kugelförmig)
- e) quadratisch-planar

Aufgabe 7

(10 Punkte)

Physikalische Eigenschaften von Übergangsmetalle

- a) Erläutern Sie an Hand einer Kurve den Verlauf der Schmelzpunkte der 3d- und 4d-Übergangsmetalle (3 Punkte)
- b) Erklären Sie mit Hilfe der Ligandenfeldtheorie den Verlauf der Gitterenergie der Difluoride der zweiwertigen 3d-Ionen! (5 Punkte)
- c) Warum zeigen die Metalle Cu, Ag und Au die höchsten elektrischen Leitfähigkeiten (2 Punkte)

Aufgabe 8

(10 Punkte)

Komplexbildungsreaktionen

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

- a) Kupfer(II)-chlorid mit Cyanid
- b) Titan(IV)-chlorid mit Wasser und Wasserstoffperoxid
- c) Erbium(III)-chlorid und Natriumbenzoat (Benzoat = $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-$)
- d) Kobalt(II)-chlorid mit Sauerstoff und Ammoniak
- e) Chrom(III)-chlorid mit Natriumoxalat

Aufgabe 9

(10 Punkte)

Koordinationsverbindungen der Liganden O_2 , O_2^{2-} und O^{2-}

- a) Nennen Sie einen biochemischen Prozess, in dem molekularer Sauerstoff O_2 als Ligand von Bedeutung ist! Erläutern Sie den Prozess auch an Hand einer einfachen Reaktionsgleichung den Vorgang der Sauerstoffaufnahme bzw. -abgabe und skizzieren Sie die Struktur des gebildeten Komplexes! (4 Punkte)
- b) Beschreiben Sie eine Nachweisreaktion, in der Peroxid O_2^{2-} als Ligand vorkommt! (2 Punkte)
- c) Das Oxidation O^{2-} kommt als terminaler Oxo-, als μ_2 -Oxo, als μ_3 -Oxo und als μ_4 -Oxo-Ligand vor. Skizzieren Sie jeweils ein allgemeines Beispiel! (4 Punkte)

Aufgabe 10**(10 Punkte)*****Oxidationsstufen und Anwendungen der Lanthanide***

Füllen Sie die folgende Tabelle aus! (je 0.5 Punkte)

Lanthanid	Gängige Oxidationsstufen	Anwendung
Ce		
Pr		
Nd		
Sm		
Eu		
Gd		
Tb		
Er		
Tm		
Yb		