

Anorganische Chemie II

B. Sc. Chemieingenieurwesen

21. September 2015

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 LMCT, MLCT bzw. MMCT? Erläutern Sie bitte die Bedeutung der Begriffe für die Farbigkeit von Koordinationsverbindungen 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 des Komplexes $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ an Hand der Kristallfeldtheorie! (4 Punkte)

Aufgabe 2

(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 Übergangmetallreihe 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 μ_B erwarten Sie für die beiden Komplexe $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ und $[\text{CoF}_6]^{3-}$? Begründen Sie Ihre Antwort! (2 Punkte)

Aufgabe 3

(10 Punkte)

Liganden

- a) Was versteht man unter terminalen und verbrückenden Oxoliganden? Erläutern Sie an Hand selbst gewählter Beispiele! (2 Punkte)

- b) Erläutern Sie den Chelateffekt und nennen Sie zwei Beispiele für Chelatliganden! (4 Punkte)

- c) Nennen Sie einen makrozyklischen Liganden und erläutern Sie warum diese besonders stabile Komplexe bilden und daher von hoher Bedeutung in der präparativen Koordinationschemie sind! (4 Punkte)

Aufgabe 4

(10 Punkte)

Kinetische Stabilität von Koordinationsverbindungen

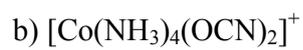
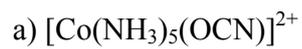
- a) Erläutern Sie die Begriffe kinetisch labil und kinetisch inert am Beispiel der Ligandenaustauschreaktion an einem $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ bzw. an einem $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ -Komplex! (4 Punkte)
- b) Welche beiden Übergangsmetallkationen der 5d-Reihe bilden kinetisch extrem 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

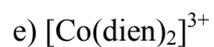
(10 Punkte)

Isomerie von Koordinationsverbindungen

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



en = Ethylendiamin ($\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$)



dien = Diethylentriamin ($\text{H}_2\text{N}-\text{C}_2\text{H}_4-\text{NH}-\text{C}_2\text{H}_4-\text{NH}_2$)

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 die oben genannten drei Liganden als spektrochemische Reihe an! (2 Punkte)

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

Füllen Sie folgende Tabelle aus! (jeweils 0.5 Punkte)

Komplex	Geometrie	Anzahl ungepaarte Elektronen	18-Elektronenregel erfüllt?	Farbig oder farblos?
$[\text{Sc}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$				
$[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{4+}$				
$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$				
$[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$				
$[\text{CuCl}_4]^{3-}$				

Aufgabe 8

(10 Punkte)

Koordinationsverbindungen der Übergangsmetalle in der Biochemie

- a) Nennen Sie den biochemischen Prozess zur Energieerzeugung autotropher Organismen, in dem Mangan eine zentrale Rolle spielt und geben Sie die entsprechende Reaktionsgleichung an! (2 Punkte)
- b) Welches Übergangsmetallkation wird zum Sauerstofftransport von sehr vielen Organismen eingesetzt? Welches Kation bietet sich als Alternative an? (2 Punkte)
- c) Erläutern Sie auch an Hand einer einfachen Reaktionsgleichung den Vorgang der Sauerstoffaufnahme bzw. -abgabe unter Einbeziehung der Änderung der Koordinationsgeometrie! (4 Punkte)
- d) Erklären Sie, warum sich bei der Bindung von O₂ an das Übergangsmetallkation die Farbe des Proteins ändert! (2 Punkte)

Aufgabe 9

(10 Punkte)

Komplexbildungsreaktionen

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

- a) Elementares Gold mit Cyanid unter Sauerstoffeinwirkung
- b) Auflösen von Kupfer(II)-chlorid in konz. Ammoniaklösung
- c) Kobalt(II)-chlorid in sauerstoffhaltiger ammoniakalischer Lösung
- d) Auflösen von Eisen(II)-chlorid in Wasser
- e) Chrom(III)-chlorid mit Ethylendiamin (en)

Aufgabe 10

(10 Punkte)

Oxidationsstufen und Anwendungen der Lanthanoiden

Alle Lanthanoiden, d.h. die Elemente von La bis Lu, kommen vorwiegend dreiwertig vor.

- a) Für welche der Lanthanoiden erwarten Sie auch die Möglichkeit zur Bildung von Verbindungen, in denen diese zwei- oder vierwertig vorkommen? (3 Punkte)
- b) Nennen Sie jeweils eine mögliche Verwendung von Verbindungen mit zwei- oder vierwertigen Lanthanoidionen! (2 Punkte)
- c) Erläutern Sie, warum magnetische Legierungen häufig Nd^0 oder Sm^0 und magnetische Komplexe häufig Gd^{3+} enthalten! (3 Punkte)
(3 Punkte)
- d) $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ ist ein bedeutender LED-Leuchtstoff. Erklären Sie die Art der optischen Übergänge, die zur Farbigkeit und zur Photolumineszenz führen, an Hand der Elektronenkonfiguration von Ce^{3+} ! (2 Punkte)