

Anorganische Chemie II

B. Sc. Chemieingenieurwesen

06. Februar 2023

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) Erklären Sie die Ursache der Farbigkeit des Komplexes $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ (Absorptionsbande bei 620 nm) sowie die Farblosigkeit des Komplexes $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ (Absorptionsbande bei 807 nm) anhand der Kristallfeldtheorie! (3 Punkte)
- b) Erläutern Sie die Ursache für die Farbänderung und Zunahme der Absorptionsstärke bei der Oxidation von $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ (schwach rosa) zu $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ (violett) und schließlich zu MnO_4^- (tiefviolett)! (3 Punkte)
- c) Erklären Sie den Begriff spektrochemische Reihe? (2 Punkte)
- d) Nennen Sie zwei Metallionen der 3d-Reihe, für die Sie farblose Komplexe erwarten! (2 Punkte)

Aufgabe 2**(10 Punkte)*****Magnetische Eigenschaften von Koordinationsverbindungen***

a) Was versteht man unter den Begriffen magnetisch normal und magnetisch anomal? (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)

Übergangsmetallion	High oder low-spin?	Anzahl ungepaarter Elektronen n	$\mu_{\text{ber.}} [\mu_{\text{B}}]$
Mn ²⁺			
Ru ²⁺			
Co ²⁺			
Co ³⁺			

c) Welches Metallion des Periodensystems bildet Komplexe mit dem höchstmöglichen spin-only Wert und wie hoch ist dieser? (2 Punkte)

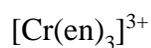
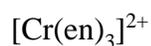
Aufgabe 3

(10 Punkte)

Kinetische Stabilität von Koordinationsverbindungen

a) Was versteht man unter kinetisch inerten bzw. unter kinetisch labilen Komplexen? Erläutern sie jeweils an Hand eines selbst gewählten Beispiels! (4 Punkte)

b) Sind folgende Komplexverbindungen kinetisch inert oder labil? Geben Sie jeweils eine Begründung für Ihre Entscheidung an! (je 1 Punkt)



Aufgabe 4

(10 Punkte)

Isomerie von Koordinationsverbindungen

Erläutern Sie folgende Erscheinungsformen der Isomerie jeweils an Hand eines selbst gewählten Beispiels aus der Koordinationschemie! (jeweils 2 Punkte)

- a) Bindungsisomerie
- b) Hydratationsisomerie
- c) cis-trans Isomerie
- d) Koordinationsisomerie
- e) fac-mer Isomerie

Aufgabe 5

(10 Punkte)

Kristallfeldtheorie

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

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

Aufgabe 6

(10 Punkte)

Thermodynamische Stabilität von Koordinationsverbindungen

a) Was versteht man unter der 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, sondern nur deren Dimere. Erklären Sie diesen Befund an Hand der 18-Elektronenregel! (3 Punkte)

Aufgabe 7

(10 Punkte)

Technische und medizinische Anwendungen von Koordinationsverbindungen

- a) Nennen Sie zwei Übergangsmetallionen, welche besonders für die Redoxkatalyse geeignet sind? Begründen Sie Ihre Wahl an Hand der Elektronenkonfiguration? (4 Punkte)
- b) Nennen Sie zwei Übergangsmetallionen, welche besonders stabile Komplexe für organische Solarzellen oder OLED Bildschirme ergeben? Begründen Sie Ihre Wahl an Hand der Elektronenkonfiguration? (4 Punkte)
- d) Welches Übergangsmetallion spielt in der Krebsmedizin eine Rolle? Begründen Sie Ihre Wahl an Hand eines möglichen Wirkmechanismus! (2 Punkte)

Aufgabe 8

(10 Punkte)

Komplexbildungsreaktionen

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

- a) Gadolinium(III)-chlorid und Natriumbenzoat (Benzoat = $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-$)
- b) Natriummolybdat(VI) und Diethylhydroxylamin in Wasser
- c) Antimonpentafluorid und Natriumfluorid
- d) Gold mit Sauerstoff und Kaliumcyanid
- e) Kobalt(II)-chlorid mit Sauerstoff und Ammoniak

Aufgabe 9

(10 Punkte)

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

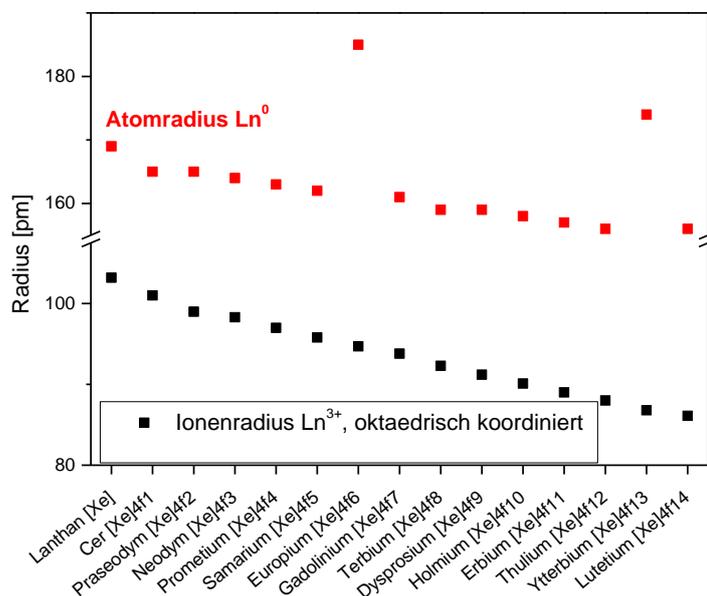
- a) Nennen Sie einen biochemischen Prozess, in dem molekularer Sauerstoff O_2 als Ligand von Bedeutung ist! Erläutern Sie auch an Hand einer einfachen Reaktionsgleichung den Vorgang der Sauerstoffaufnahme bzw. -abgabe! (4 Punkte)
- b) Nennen Sie eine analytische Nachweisreaktion, in der Peroxid O_2^{2-} 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 Beispiel! (4 Punkte)

Aufgabe 10

(10 Punkte)

Eigenschaften der Lanthanoide

- a) Erläutern Sie an Hand der Elektronenkonfiguration bzw. der Stellung im Periodensystem, warum die Elemente von Lanthan bis Lutetium vorrangig in der dreiwertigen Oxidationsstufe vorkommen! (2 Punkte)
- b) Nennen Sie vier Lanthanoide, die auch in der zwei- oder vierwertigen Oxidationsstufe vorkommen! Argumentieren Sie bitte auf der Basis der jeweiligen Elektronenkonfiguration! (4 Punkte)
- c) Erläutern Sie den Begriff Lanthanoidenkontraktion an Hand der folgenden Grafik! (2 Punkte)



- d) Warum haben die Lanthanoidionen eine besonders große Bedeutung für die Entwicklung optischer sowie magnetischer Materialien erlangt? (2 Punkte)