

Anorganische Chemie

B. Sc. Chemieingenieurwesen

10. Juli 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, Lehrbücher der Anorganischen Chemie

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)

Halogenwasserstoffverbindungen

In den Halogenwasserstoffverbindungen HX (X = F, Cl, Br, I) liegen stark polare Bindungen vor, die wesentlich die chemischen und physikalischen Eigenschaften dieser Verbindungen bestimmen.

- a) Sortieren Sie die Halogenwasserstoffverbindungen nach ansteigendem Dipolmoment μ ! (2 Punkte)
- b) Welche der HX hat den höchsten Siedepunkt und warum? (2 Punkte)
- c) Sortieren Sie die wässrigen Lösungen der Halogenwasserstoffverbindungen nach Ihrer Säurestärke und erklären Sie den Trend! (2 Punkte)
- d) Geben Sie jeweils eine Reaktionsgleichung zur Darstellung der HX (X = F, Cl, Br, I) an! (2 Punkte)
- e) Wie reagieren die Verbindungen HX mit Alkenen? (2 Punkte)

Aufgabe 2

(10 Punkte)

Schwefel und Schwefelverbindungen

- a) Was versteht man unter der Allotropie des Schwefels? Nennen Sie auch zwei allotrope Formen des Schwefels (2 Punkte)
- b) Schwefel reagiert mit fast allen Metallen und Nichtmetallen. Geben Sie je eine Reaktionsgleichung als Beispiel an! (2 Punkte)
- c) Begründen Sie anhand der Protolysegleichungen für H_2S , warum manche Metallsulfide im sauren, andere dagegen nur im neutralen oder alkalischen Milieu ausfällbar sind! (2 Punkte)
- d) Erklären Sie den Begriff der Polymorphie am Beispiel des Schwefeltrioxids! (2 Punkte)
- e) Welche Funktion hat der Katalysator im Kontaktverfahren zur Herstellung von Schwefeltrioxid? (2 Punkte)

Aufgabe 3**(10 Punkte)*****Stickstoffoxide***

Vervollständigen Sie die folgende Tabelle! (je 1 Punkt)

Molekül	Oxidationsstufen der Stickstoffatome	Struktureller Aufbau (mit allen Elektronenpaaren!)
NO		
NO₂		
N₂O		
N₂O₃		
N₂O₅		

Aufgabe 4

(10 Punkte)

Kohlenstoffchemie

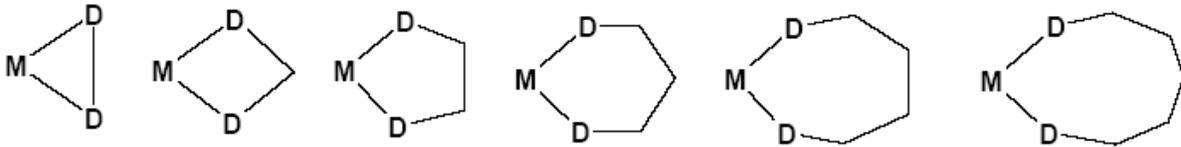
- a) Obwohl Silicium viel häufiger als Kohlenstoff in der Erdkruste vorkommt, hat sich die biologische Chemie auf Basis des Kohlenstoffs entwickelt. Erläutern Sie einige Ursachen für diesen Befund! (2 Punkte)
- b) Nennen Sie drei allotrope Modifikationen des elementaren Kohlenstoffs und erläutern Sie potentielle Unterschiede in den elektronischen Eigenschaften! (3 Punkte)
- c) Welche beiden wichtigen Kohlenstoffoxide kennen Sie? Zeichnen Sie deren Struktur und diskutieren Sie deren Bedeutung für die Biologie bzw. Klimatologie! (3 Punkte)
- c) Erläutern Sie mit Hilfe eines MO-Diagramms die Bindungsverhältnisse im Acetylidanion C_2^{2-} ! (2 Punkte)

Aufgabe 5

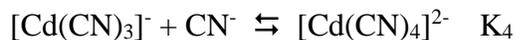
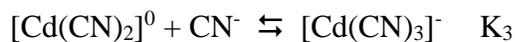
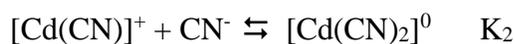
(10 Punkte)

Thermodynamische Stabilität von Koordinationsverbindungen

- a) Warum bilden viele Nebengruppenelemente bzw. deren Ionen besonders stabile Koordinationsverbindungen? (2 Punkte)
- b) Das HSAB-Konzept von Pearson liefert eine Vorhersage für die Stabilität von Komplexen in Abhängigkeit der Polarisierbarkeit der Liganden sowie der Polarisationswirkung der Metallzentren. Welche Metall-Ligand Kombinationen ergeben demnach besonders stabile und welche besonders instabile Komplexverbindungen? (2 Punkte)
- c) Die untenstehende Abbildung zeigt Komplexe mit Chelatliganden unterschiedlicher Größe. Welche beiden Typen sind besonders stabil und warum? Bestimmen sie auch den mittleren Bindungswinkel! (3 Punkte)



- d) Der Komplex $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$ bildet sich in vier Stufen aus Cd^{2+} und CN^- , wobei die Komplexbildungskonstante für die Gesamtreaktion $K_B = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = 10^{18.8}$ ist. In welcher Reihenfolge würden Sie die Konstanten K_1 bis K_4 der Größe nach sortieren? Begründen Sie Ihre Wahl! (3 Punkte)



Aufgabe 6

(10 Punkte)

Kristallfeldaufspaltung

Geben Sie mit Hilfe qualitativer Termschemata an, wie die fünf d-Orbitale eines Übergangsmetallions mit einem Elektron, z.B. Ti^{3+} , in folgenden Kristallfeldern energetisch aufgespalten werden! (je 2 Punkte)

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

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?	Dia- oder paramagnetisch?
$[\text{La}(\text{H}_2\text{O})_9]^{3+}$				
$[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$				
$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$				
$[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$				
$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$				

Aufgabe 8

(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 Bildung von nicht-stöchiometrischen ZrO_2 für die Funktion einer Lambda-Sonde! (2 Punkte)

Aufgabe 9

(10 Punkte)

Koordinationsverbindungen der Übergangsmetalle in der Biochemie

Transportproteine für Sauerstoff enthalten Übergangsmetallionen als Zentralatom.

- a) Nennen Sie das Übergangsmetallion, das für den Sauerstofftransport in Wirbeltieren (Vertebrata) von Bedeutung ist, und erläutern Sie warum dieses dafür so gut geeignet ist! Welches weitere Übergangsmetallion wird in der Biologie zum Sauerstofftransport verwendet? (2 Punkte)
- b) Skizzieren Sie die 1. Koordinationssphäre des zentralen Metallatoms im Hämoglobin! (2 Punkte)
- c) Erläutern Sie 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 Übergangsmetallions die Farbe des Proteins ändert! (2 Punkte)

Aufgabe 10

(10 Punkte)

Oxidationsstufen und Eigenschaften der Lanthanoide

a) Füllen Sie die folgende Tabelle aus! (je 0,5 Punkte)

Lanthanid	Gängige Oxidationsstufen	Elektronenkonfiguration
Ce		
Pr		
Nd		
Sm		
Eu		

b) Welche beiden Lanthanoidion zeigen den stärksten Paramagnetismus? (2 Punkte)

c) Was versteht man unter der Lanthanoidenkontraktion und welche Bedeutung hat diese für die Alkalität der Lanthanoidionen? (3 Punkte)