

Die Nummerierung und die Inhalte der gedruckten Version mit der Download-Version abgleichen! Evtl. gibt es Unterschiede. Häufig enthält die Download-Version noch Bonusaufgaben.

1. Eisen-Ionen können mit Cyanidionen maskiert werden.

- Erklären Sie den Begriff *Maskierung* und geben Sie die Reaktionsgleichung für die „Maskierungsreaktion“ an.
- Wie lassen sich Kupferionen maskieren?

2. Benennen Sie folgende Komplexe und geben Sie mögliche Geometrien an.

a) $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$, b) $[\text{CuCl}_2]^-$, c) $[\text{PbCl}_3]^-$, d) $[\text{FeCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$, e) $[\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$

3. Erklären Sie die Begriffe Chelatkomplex und Chelateffekt.

4. Auch bei Komplexen gibt es **Isomere**, also Verbindungen mit der selben Summenformel, aber unterschiedlicher räumlicher Anordnung/Verknüpfung der Atome (**Komplexisomerie**). So gibt es vom Komplex *Diammindichloridoplatin(II)* zwei quadratisch planare Komplexe. Eines der Isomere, **Cisplatin** genannt, ist ein häufiges Chemotherapeutikum zur Behandlung von Krebstumoren. Geben Sie die Formel von *Diammindichloridoplatin(II)* wieder, und zeichnen Sie die beiden möglichen Anordnungen für die quadratischen Komplexe.

5. Eine ionische Verbindung (Salz) besitzt die Formel $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Vier der sechs Wassermoleküle bilden um das Zentralion einen tetraedrischen Komplex..

- Geben Sie die Formel und den vollständigen systematischen Namen der Komplexverbindung an.
- Löst man diese Verbindung in Wasser und gibt eine Natriumfluorid-Lösung hinzu, so werden alle Liganden verdrängt und es entsteht nun ein oktaedrischer Komplex mit dem neuen Liganden. Formulieren Sie die passende Reaktionsgleichung und benennen Sie den entstehenden Komplex.

Rechenaufgaben

6. Erhitzt man ein 1 g festes Cobalt(II)-chlorid-Hydrat ($\text{CoCl}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$) zur Austreibung von H_2O , so bleiben 0,55 g wasserfreies Cobalt(II)-chlorid zurück. Wie viel Moleküle H_2O kommen auf ein CoCl_2 -Teilchen?

Lösungen – ohne Gewähr

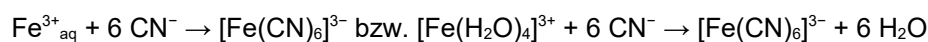
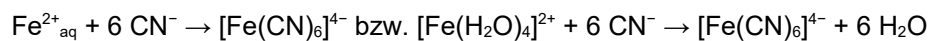
Die Nummerierung und die Inhalte der gedruckten Version mit der Download-Version abgleichen! Evtl. gibt es Unterschiede. Häufig enthält die Download-Version noch Bonusaufgaben.

Die Lösungen sind in der Regel aus didaktischen Gründen ausführlicher als laut Aufgabenstellung erwartet wird. Die in den Musterlösungen erwähnten Hintergrund- und Zusatzinfos sind nur dann relevant für Klassenarbeiten, wenn sie im Unterricht besprochen wurden!

Nr. 1

a) Maskierung bedeutet, dass ein Substanz (hier: Metallionen) durch Komplexbildung mit bestimmten Liganden, einige ihrer typischen Eigenschaften verliert. So fällt Ag^+ bei Anwesenheit von Cl^- -Ionen als Silberchlorid AgCl aus (typische Eigenschaft von Ag^+). Komplext man Ag^+ durch Zugabe von konz. NH_3 -Lösung in Form eines Silberdiamminkomplex, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, so fällt bei Zugabe von Cl^- kein AgCl aus: Ag^+ wurde durch Komplexbildung maskiert. Weiteres Beispiel: Eisenionen können durch Komplexbildung von Cyanidliganden maskiert werden, und werden dann z.B. durch Zusatz von OH^- -Ionen nicht mehr als Eisen(II)-hydroxid oder Eisen(III)-hydroxid gefällt. Die entstehenden Komplexe (Hexacyanidoferrat(II) und Hexacyanidoferrat(III)) sind sehr stabil, so dass sich Salze mit diesen Komplexen isolieren lassen. Wichtige Substanzen im Labor sind das *gelbe Blutlaugensalz* (Kaliumhexacyanidoferrat(II): $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) und das *rote Blutlaugensalz* (Kaliumhexacyanidoferrat(III): $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$).

Reaktionsgleichungen



b) Kupferionen lassen sich durch Komplexbildung mit Ammoniak komplexieren (maskieren). Im Gegensatz zum schwachen Aquakomplex (H_2O -Liganden sind nur schwach am Cu^{2+} gebunden) ist der Kupfertetraammin(II)-Komplex stabil genug, um einige typische Eigenschaften von Cu^{2+} -Ionen verschwinden zu lassen. So fällt in alkalischer Lösung kein $\text{Cu}(\text{OH})_2$ aus, auch eine Abscheidung von elementarem Cu an Eisenpulver ist nicht möglich.

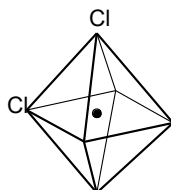
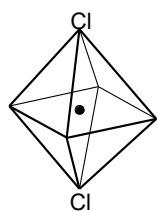
Nr. 2

a) Tetracyanidocuprat(I)-Komplex. Geometrie: Tetraedrisch oder quadratisch

b) Dichloridocuprat(I)-Komplex. Geometrie: Linear

c) Trichloridoplumbat(II)-Komplex. Geometrie: Trigonal (dreieckig)

d) Tetraaquadichlorido-eisen(III)-Komplex. Geometrie: Insgesamt oktaedrisch,



Zusatzinfos: Je nach Position der Chloridliganden sind mehrere räumliche Anordnungen möglich: Die Chloridliganden können zueinander linear (180° -Winkel) oder im 90° -Winkel angeordnet sein. In der Mitte des oktaedrischen Ligandenfelds findet sich Fe^{3+} (als Punkt dargestellt). Die 4 H_2O -Liganden besetzen die noch freien Ecken des Oktaeders (aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht eingezeichnet).

e) Pentaquamonohydroxidoaluminium(III)-Komplex. Geometrie: Insgesamt oktaedrisch

Nr. 3

Neben einzähligen Liganden, die mit einem Elektronenpaar an das Zentralteilchen koordinieren, gibt es auch welche die mehrere Elektronenpaare dem Zentralteilchen zur Verfügung stellen. Diese Ligandenmoleküle koordinieren dann meist mit mehreren Atomen an das Zentralteilchen. Sie werden Chelatliganden genannt, und sind in der analytischen und präparativen Chemie sehr wichtig.

Bsp1: EDTA (Ethyldiamintetraacetat) ist ein 6-zähliger Liganden der mit allen Metallionen M^{z+} mit $z > 1$ (z.B. Fe^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+}) sehr stabile Komplexe bildet, wobei 1 Zentralteilchen von 1 Ligandmolekül koordiniert wird.

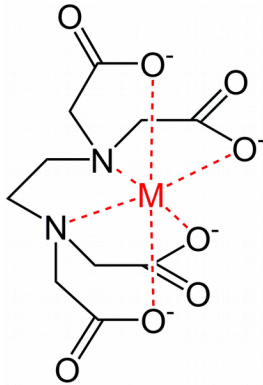


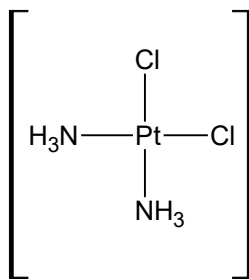
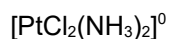
Abb. 1: Struktur des EDTA-Chelatkomplex. Die 6 koordinierenden Atome des EDTA spannen ein oktaedrisches Ligandenfeld um das Metallion (M) auf.

EDTA ist zweifellos der wichtigste technische und analytische Chelatligand mit zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten:

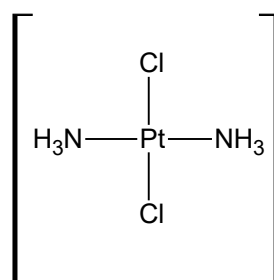
- Sehr viele Metallionen lassen sich im chemischen Labor durch Titration mit EDTA-Lösung quantitativ bestimmen.
- Geschirrspülmitteln und anderen waschaktiven Stoffen werden EDTA zugesetzt, da dieses die für die „Wasserhärte“ verantwortlichen Ionen Ca^{2+} und Mg^{2+} komplexiert und unschädlich machen.
- Schwermetallvergiftungen (z.B. Bleivergiftung, Quecksilbervergiftung) können durch EDTA-Gaben bekämpft werden, da EDTA die Metallionen wirksam komplexiert. Die Chelatkomplexe werden dann auf natürlichem Weg ausgeschieden und können so im Körper nicht mehr ihre schädliche Wirkung entfalten können (**Chelat-Therapie**).

Mit **Chelateffekt** ist gemeint, dass Chelatliganden deutlich stärker und stabiler an das Metallion binden als einzählige Liganden. So verdrängen Chelatliganden in einer Ligandenaustauschreaktion einzählige Liganden vom Zentralteilchen.

Nr. 4



"Cisplatin"



Nr. 5

a) $[Cr(H_2O)_4]Cl_3 \cdot 2H_2O$ Tetraaquachrom(III)-chlorid-Dihydrat

b) $[Cr(H_2O)_4]^{3+} + 6 F^- \rightarrow [CrF_6]^{3-} + 4 H_2O$ Hexafluoridochromat(III)

Nr. 6

$m(H_2O)$ in 1 g Komplex: $0,45 \text{ g} \Rightarrow n(H_2O) = 0,45 \text{ g} / 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,025 \text{ mol}$

$$m(\text{CoCl}_2) = 0,55 \text{ g} \Rightarrow n(\text{CoCl}_2) = 0,55 \text{ g} / 129,84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,00424 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{CoCl}_2) = 5,9 \approx 6; \text{ Auf ein } \text{CoCl}_2 \text{ kommen ca. } 6 \text{ H}_2\text{O} \Rightarrow$$

Es handelt sich um *Cobalt(II)-chlorid-Hexahydrat*: $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Da das Kristallwasser ausschließlich als H_2O -Liganden

um das Cobaltion auftritt kann man die Substanz auch *Hexaaquacobalt(II)-chlorid* (Formel: $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$) nennen, was aber unüblich ist.