



Wiederholung der letzten Vorlesungsstunde:

Die metallischen Bindung, Unterschiede der Eigenschaften von Salzen und metallischen Elementen, Elektronengasmodell, Aufbau von Metallen, hexagonale Schichten, hexagonal-dichte-, kubisch-dichte Kugelpackung, Oktaeder-, Tetraederlücke, kubisch-innenzentrierte Packung, 74 vs. 68 % Raumausfüllung

Thema heute: Koordinationsverbindungen, Komplexchemie



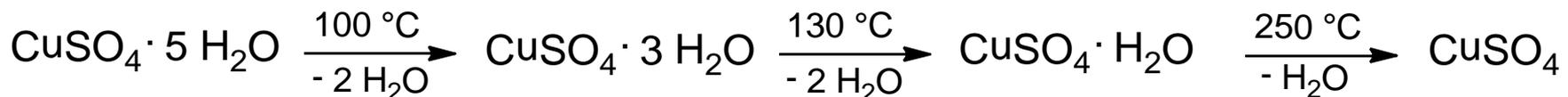
Koordinationschemie/Komplexchemie

Von fast allen Metallionen sind Verbindungen bekannt, die als Komplexe/Koordinationsverbindungen bezeichnet werden. Sie haben grundsätzlich andere Eigenschaften als die Summe der Bestandteile, aus denen sie bestehen.

Beispiel: Kupfer(II)sulfat

im wasserfreien Zustand: CuSO_4 (fast farblos)

nach Zusatz von Wasser: $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (Kupfer(II)sulfat-Pentahydrat, blau)



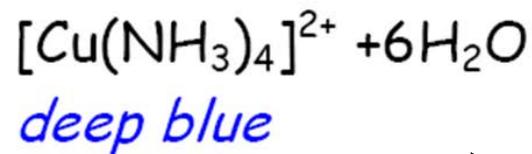
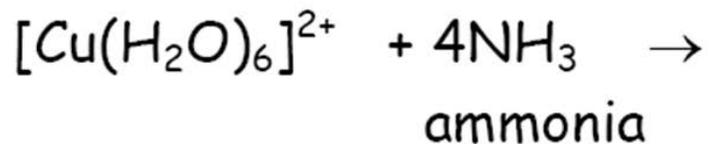
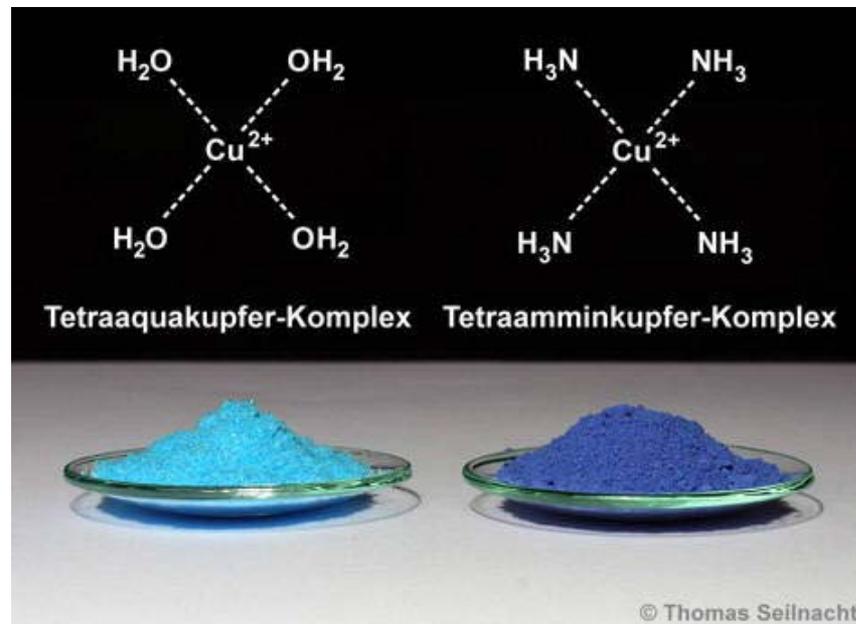
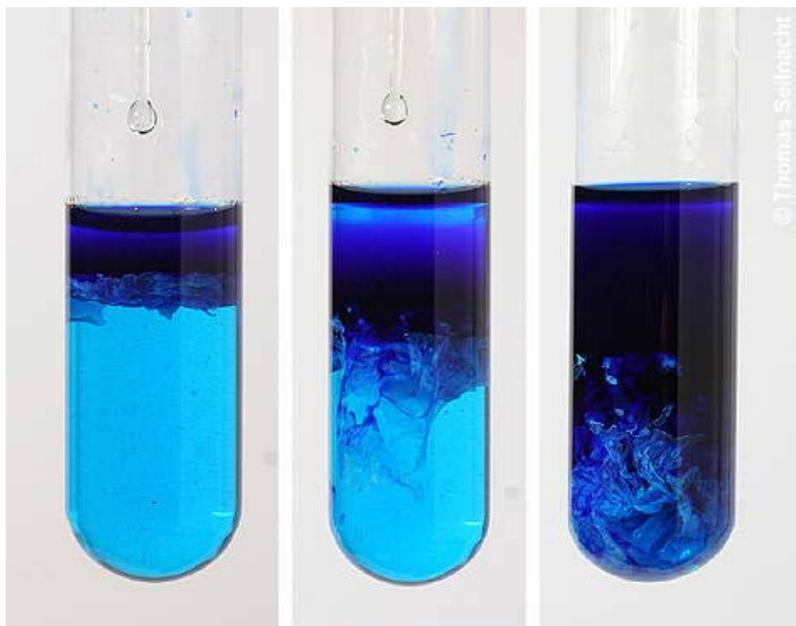
blau



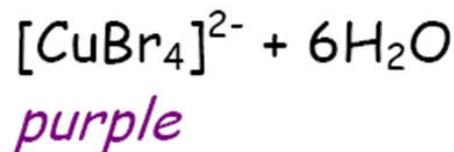
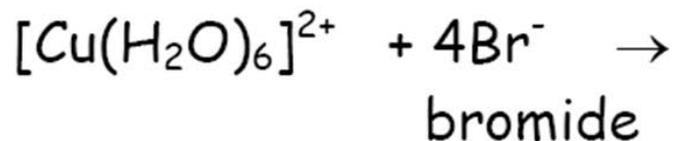
farblos



Versuch

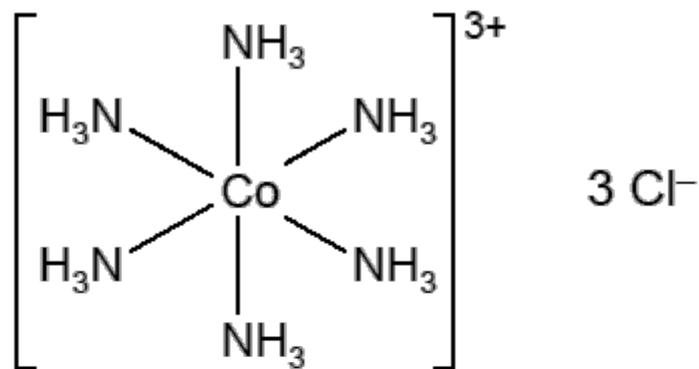


 Versuch





Komplexchemie nach A. Werner



Z: Zentralatom

L: Ligand

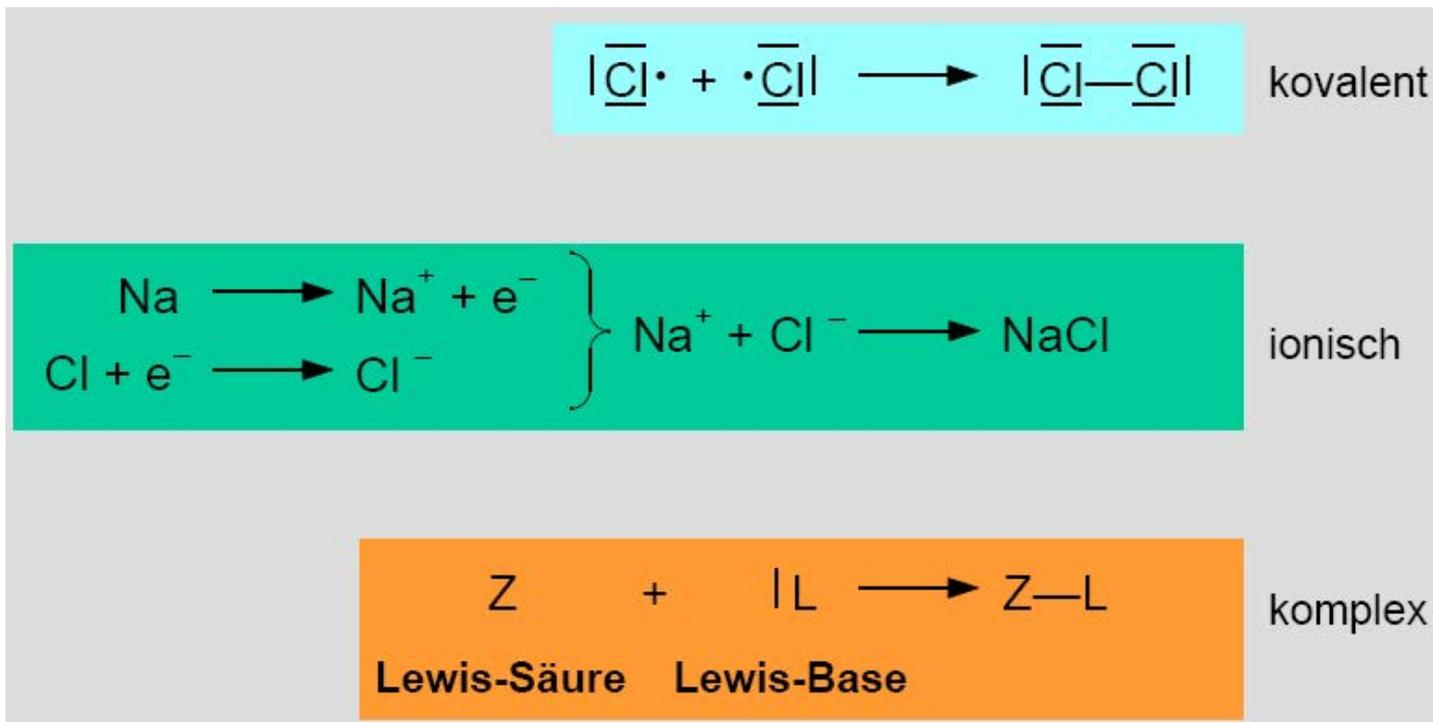
n: Koordinationszahl

Komplexbildendes Ligandenatom: Ligator **NH₃**



Komplexchemie nach A. Werner

Liganden: Liganden müssen mindestens über ein freies Elektronenpaar verfügen, welches eine koordinative (dative) Bindung zum Metallatom ausbildet. Eine Komplexverbindung kann auch als Lewis Säure-Base-Komplex beschrieben werden.



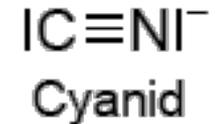
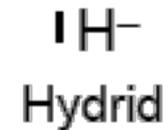


Komplexchemie nach A. Werner

Die Zahl der koordinativen Bindungen, die ein Ligand in einem Komplex betätigt, wird als die Zähnnigkeit des Liganden bezeichnet.

Die besondere Stabilität von Komplexverbindungen resultiert aus dem Erreichen einer 18-Elektronen-Schale des Metallions.

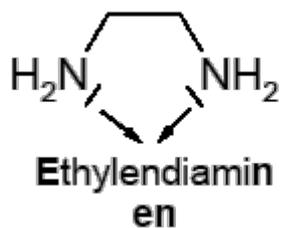
einzähnig



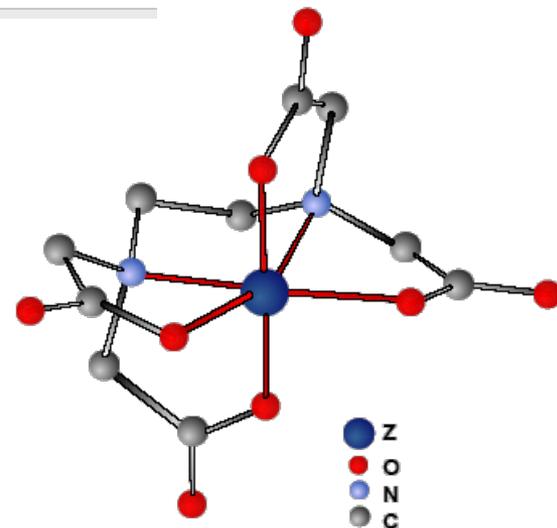
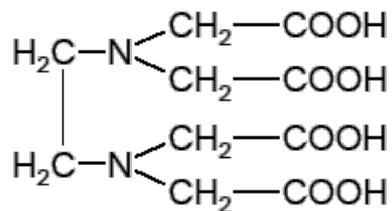
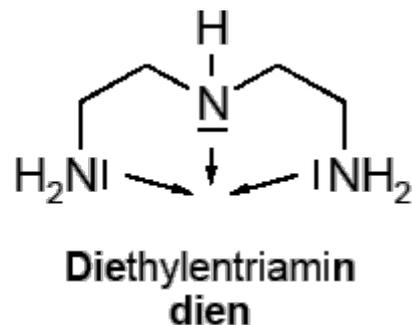


Komplexchemie nach A. Werner

zweizählig

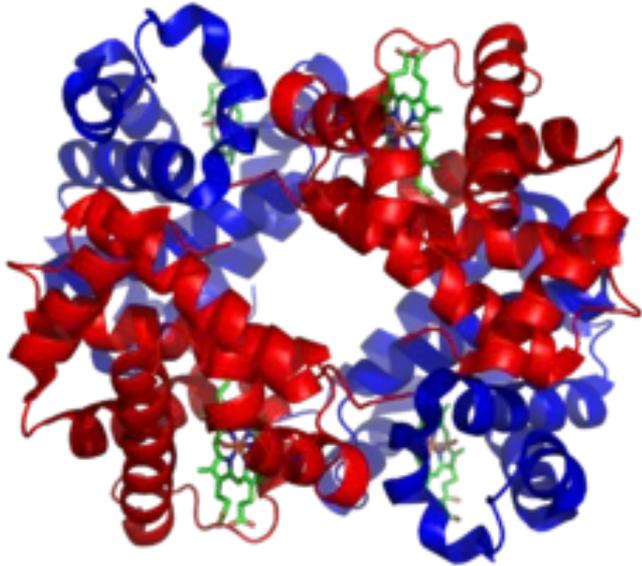


dreizählig





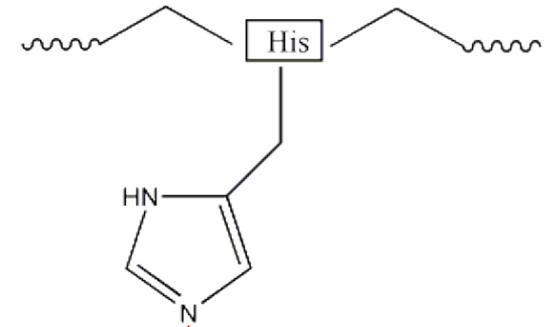
Hämoglobin:



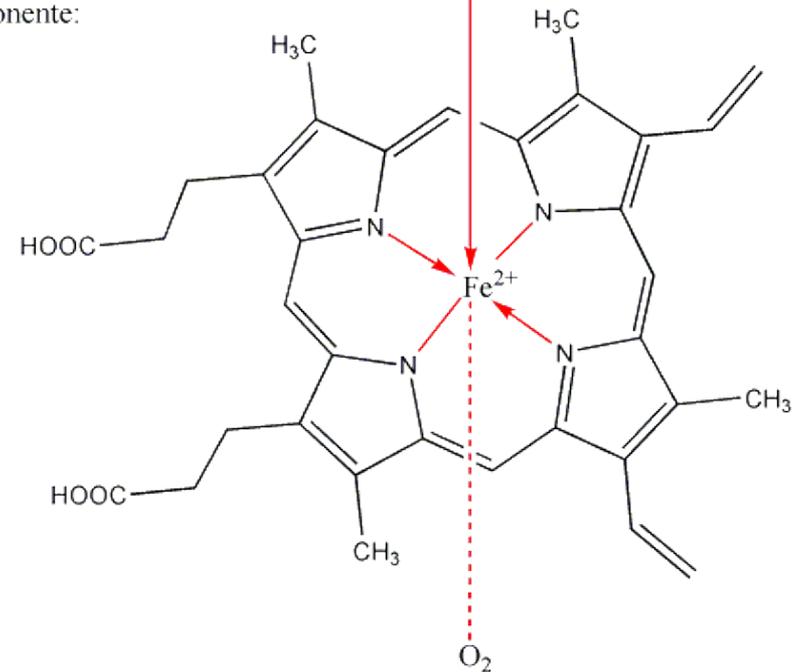
Fe^{2+} komplexiert von einem Porphyrinring

O_2 bindet an Fe-Zentrum

Globin-Teil:

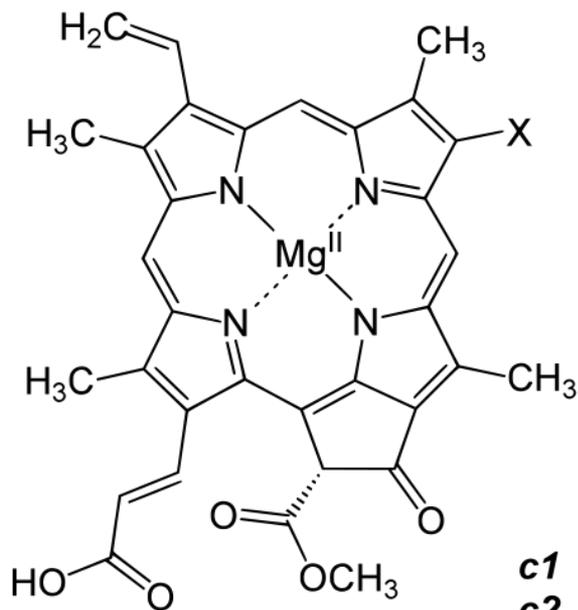


Häm-Komponente:

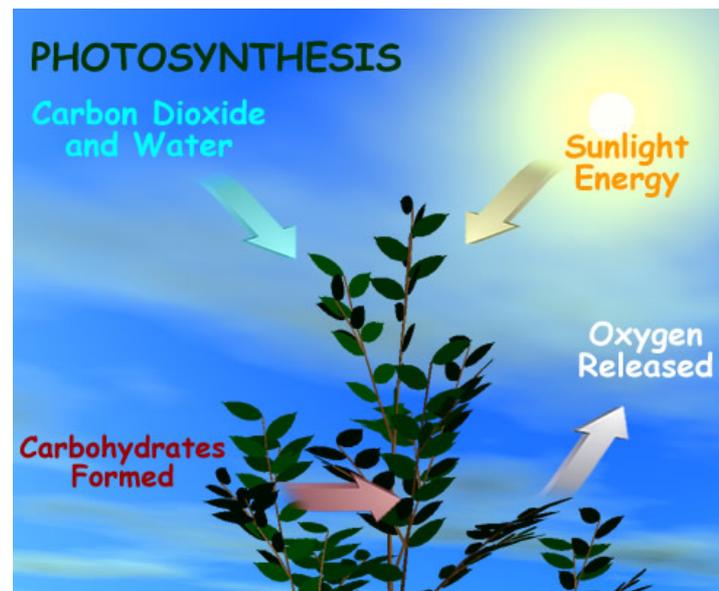




Chlorophyll:



Mg²⁺ komplexiert von einem Porphyrinring



„Lichtsammelkomplex“ in der Photosynthese



Komplexchemie nach A. Werner

Typische Liganden

Name	Formel	Abkürzung	Klassifizierung
Hydrido	H^-		E
Chloro	Cl^-		E
Fluoro	F^-		E
Bromo	Br^-		E
Iodo	I^-		E
Oxo	O^{2-}		E
Aqua	H_2O	aq	E(O)
Ammin	NH_3		E(N)
Cyano	CN^-		E(C)
Cyanato	OCN^-		E(O)
Sulfido	S^{2-}		E
Thiolato	RS^-		E(S)
Etylendiamin	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	en	Z(N)
Isocyanato	NCO^-		E(N)
Etylendiamintetraacetato	$\{(\text{OOCCH}_2)_2\text{NCH}_2-\}_2$	edta	V(O)
Phosphan	PR_3		E(P)
etc.			



Komplexchemie nach A. Werner

Nomenklatur

- Kationen zuerst, dann Anionen
- Komplexanionen bekommen die Endung -at
- Anzahl Liganden nach griechischen Zahlwörtern
- Oxidationszustand des Metalls wird mit angegeben

Griechische Zahlworte

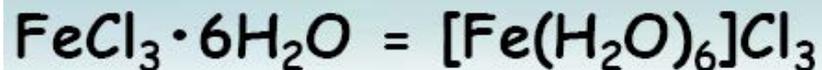
Einfache Zahlen		Multiplikativ-Zahlen	
ein-	móno-	zweimal	dis
zwei-	di-	dreimal	tris
drei-	tri-	viermal	tetrákis
vier-	tétra-	fünfmal	pentákis
fünf-	pénta-	sechsmal	hexákis
sechs-	héxa-	siebenmal	heptákis
sieben-	hépta-	achtmal	oktákis
acht-	ócta-	neunmal	ennákis
neun-	ennéa-	zehnmal	dekákis
zehn-	déca-	elfmal	hendekákis
elf-	héndeca-	zwölfmal	dodekákis
zwölf-	dóca-		



Komplexchemie nach A. Werner

Nomenklatur

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$:	Cobalt(III)hexamin-chlorid
$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$:	Eisen(II)hexaqua-dichlorid
$\text{Na}[\text{CoCl}_4]$:	Natrium-tetrachlorocobaltat(III) (-tetrachloridocobaltat(III))
$\text{Na}_2[\text{NiCl}_4]$:	Natrium-tetrachloronickelat(II) (-tetrachloridonickelat(II))



Eisen(III)-hexaqua-trichlorid



Kalium-hexacyano-ferrat(II)



Komplexchemie nach A. Werner

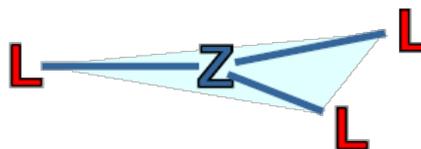
Die Zahl der gebundenen Liganden heißt Koordinationszahl

Koordinationszahl 2

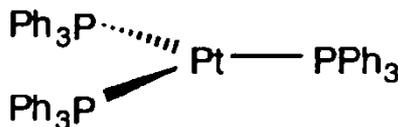
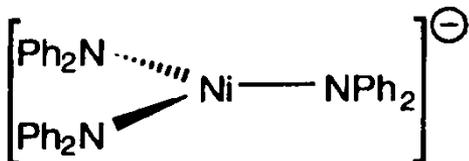


linear

Koordinationszahl 3



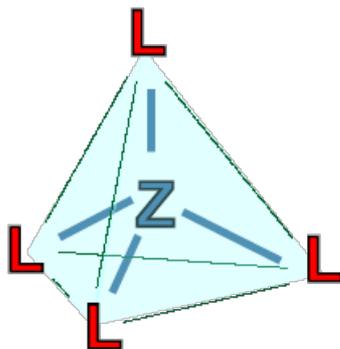
trigonal planar



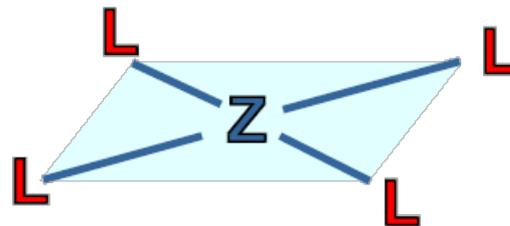


Komplexchemie nach A. Werner

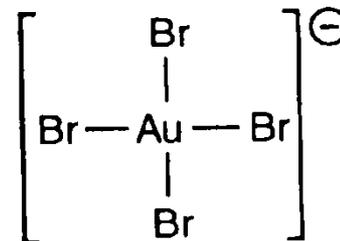
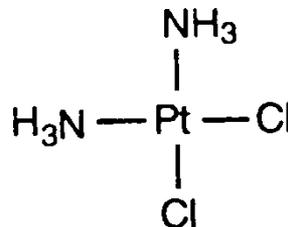
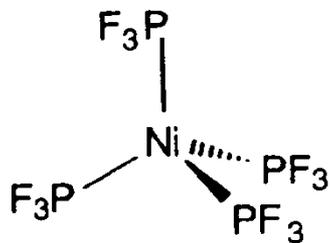
Koordinationszahl 4



tetraedrisch



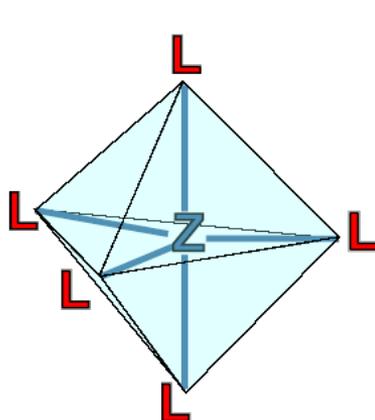
quadratisch planar



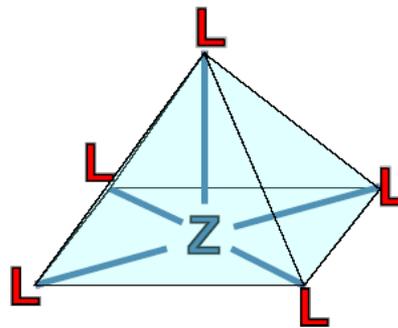


Komplexchemie nach A. Werner

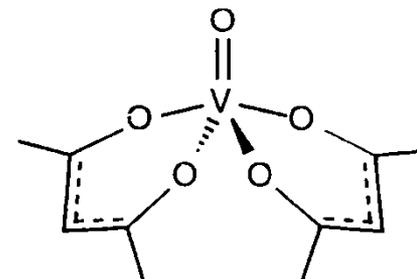
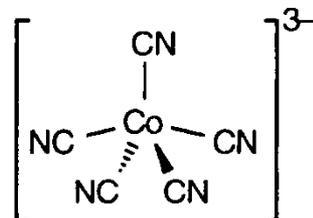
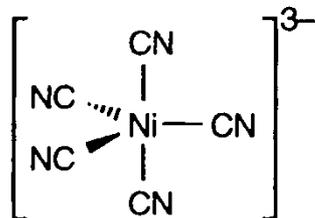
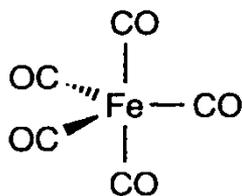
Koordinationszahl 5



trigonal-bipyramidal



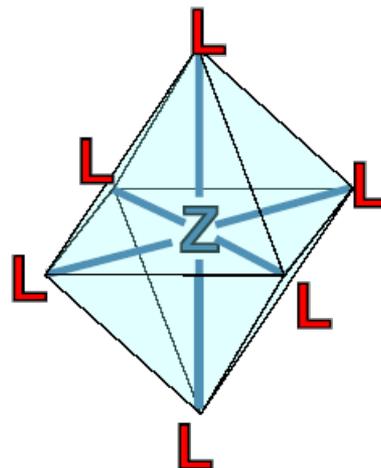
quadratisch-pyramidal



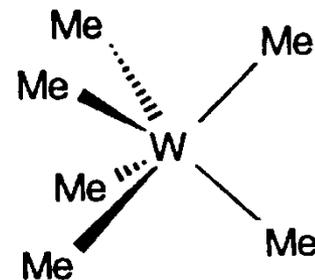
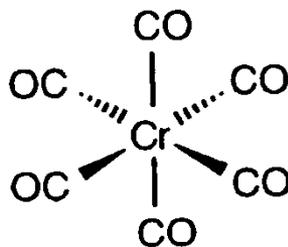
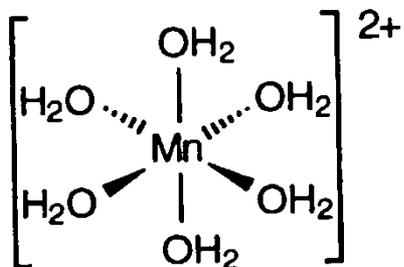


Komplexchemie nach A. Werner

Koordinationszahl 6



oktaedrisch





18-Elektronen-Regel

Die besondere Stabilität von Komplexverbindungen resultiert aus dem Erreichen einer 18-Elektronen-Schale des Metallions (Valenzelektronenanzahl des folgenden Edelgases).



Fe^{2+} : (Ar)3d⁶, d.h. 6 Valenzelektronen

CN^- : 2 Elektronen von dem bindenden C-Atom

$$6 + (6 \times 2) = 18$$

diamagnetisch, *keine ungepaarten Elektronen*