

Komplex- chemie

(Koordinationschemie)

Grundsätzliches

- **Komplexreaktionen sind in allen Bereichen der Chemie möglich und erklärbar.**
- **Für den Einführungs-Unterricht sind nur solche Reaktionen nutzbar, bei denen der Reaktionsablauf für die SchülerInnen nachvollziehbar ist.**
- **Reaktionsabläufe sollten über sinnliche Wahrnehmung (Farbänderung - Löslichkeitsänderung) oder einfache Messungen (Leitfähigkeitsmessung) erkennbar sein.**

Gliederung

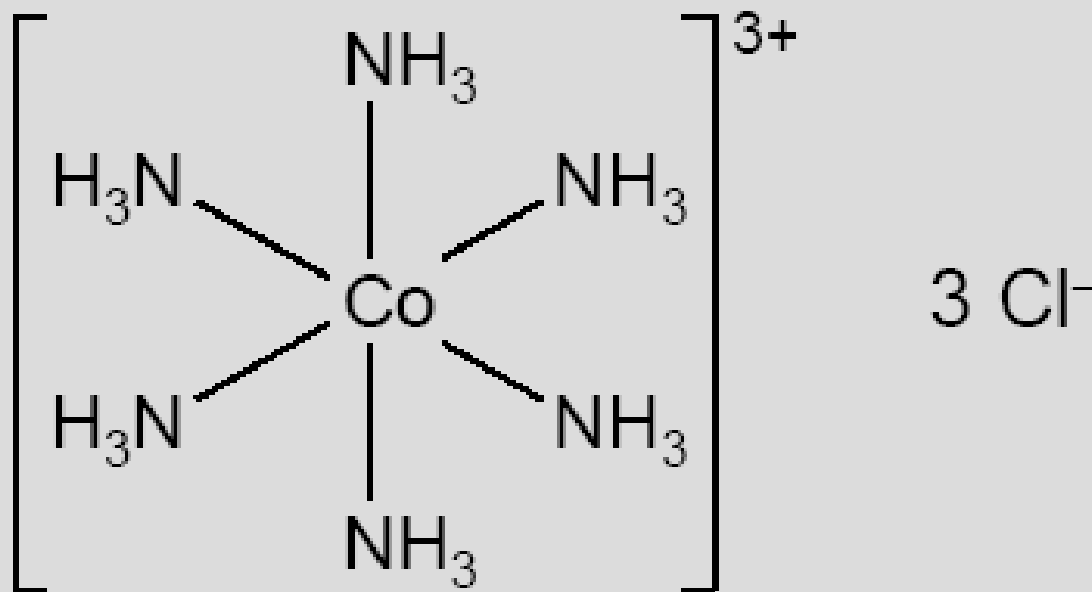
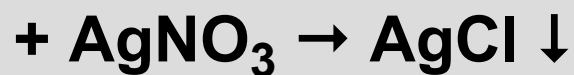
1. Einführung
2. Komplexverbindungen (Alfred Werner)
3. Bindung in Komplexen
4. Liganden
5. Chelatkomplexe
6. Komplexstabilität
7. Die Koordinationszahl und Koordinationspolyeder
8. Isomerie
9. 18 - Elektronen-Regel - Edelgasregel
10. Paulingsche Theorie der Komplexe
11. Die Ligandenfeldtheorie (Kristallfeldtheorie)
12. Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)
13. Literaturempfehlungen

Einführung

Komplexverbindungen sind seit dem 18. Jahrhundert bekannt:

$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$	Berliner Blau	1704
$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	Gelbes Blutlaugensalz	1753
$\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$	Kalium-hexachloroplatinat(IV)	1753
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\cdot\text{Cl}_3$		1798

Komplexverbindungen (Alfred Werner)



Komplexverbindungen (Alfred Werner)

Ammoniumcobaltchloride $\text{CoCl}_3 + x \text{NH}_3$

$\text{CoCl}_3 \cdot 6 \text{NH}_3$	orange Luteosalz	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6] \cdot \text{Cl}_3$
$\text{CoCl}_3 \cdot 5 \text{NH}_3$	purpur, Purpureosalz	$[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5] \cdot \text{Cl}_2$
$\text{CoCl}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$	grün, Praseosalz	$[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4] \cdot \text{Cl}$
$\text{CoCl}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$	violett, Violeosalz	$[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4] \cdot \text{Cl}$
$\text{CoCl}_3 \cdot 3 \text{NH}_3$	blaugrün	$[\text{CoCl}_3(\text{NH}_3)_4]$

Komplexverbindungen (Alfred Werner)

Komplexe oder Koordinationsverbindungen sind Moleküle oder Ionen ZL_n , in denen an ein ungeladenes oder geladenes Zentralatom Z entsprechend seiner Koordinationszahl mehrere ungeladene oder geladene, ein- oder mehratomige Gruppen L angelagert sind.

(lat. complexus = Umarmung, lat. coordinare = zuordnen)

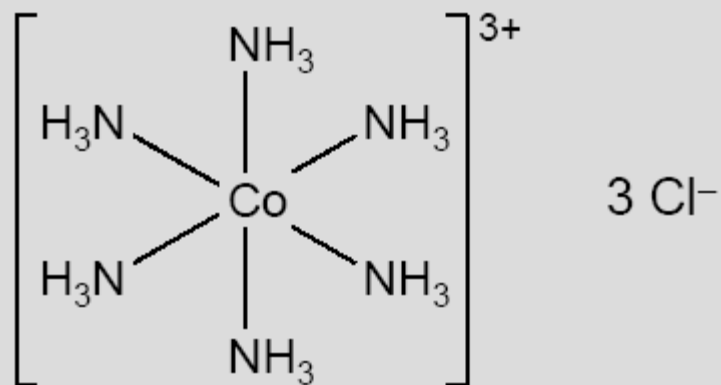
Z = Zentralatom = Komplexzentrum, Koordinationszentrum

L = Liganden \Rightarrow Ligandenhülle, Koordinationssphäre

alle Liganden gleichartig \Rightarrow homoleptisch

verschiedene Liganden \Rightarrow heteroleptisch

Komplexverbindungen



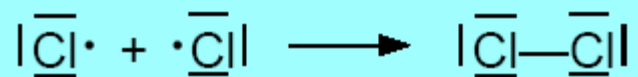
Z: Zentralteilchen (Atom oder Ion)

L: Ligand

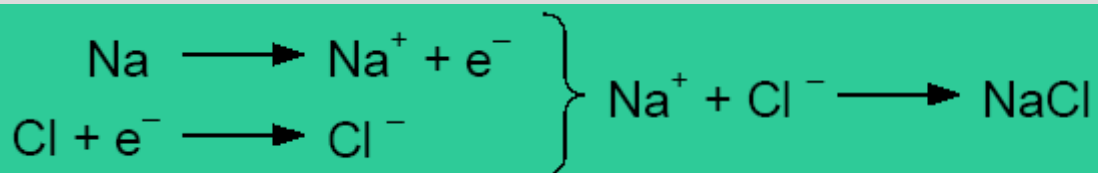
n: Koordinationszahl

Komplexbildendes Ligandenatom (Haftatom): Ligator NH_3

Bindung in Komplexen



kovalent



ionisch



Lewis-Säure Lewis-Base

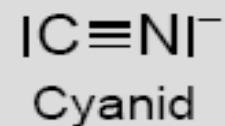
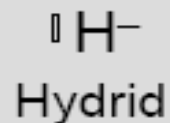
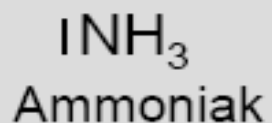
komplex

Liganden

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

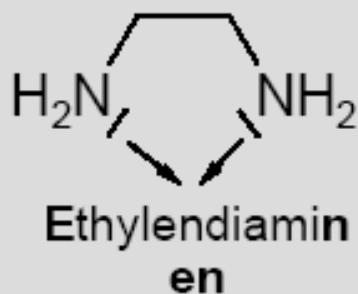
Komplexliganden - Typen

einzählig

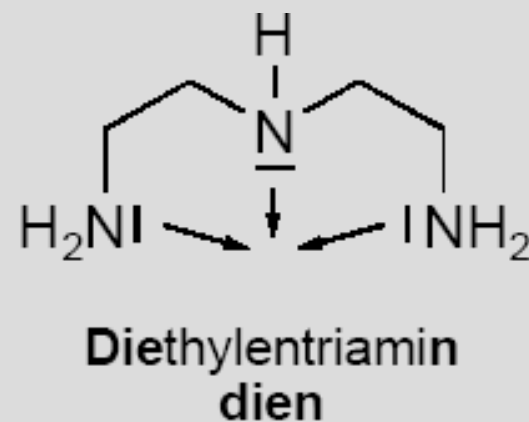


X^- , H_2O , ROH , OH^- , CO , SH^- , PH_3 ...

zweizählig

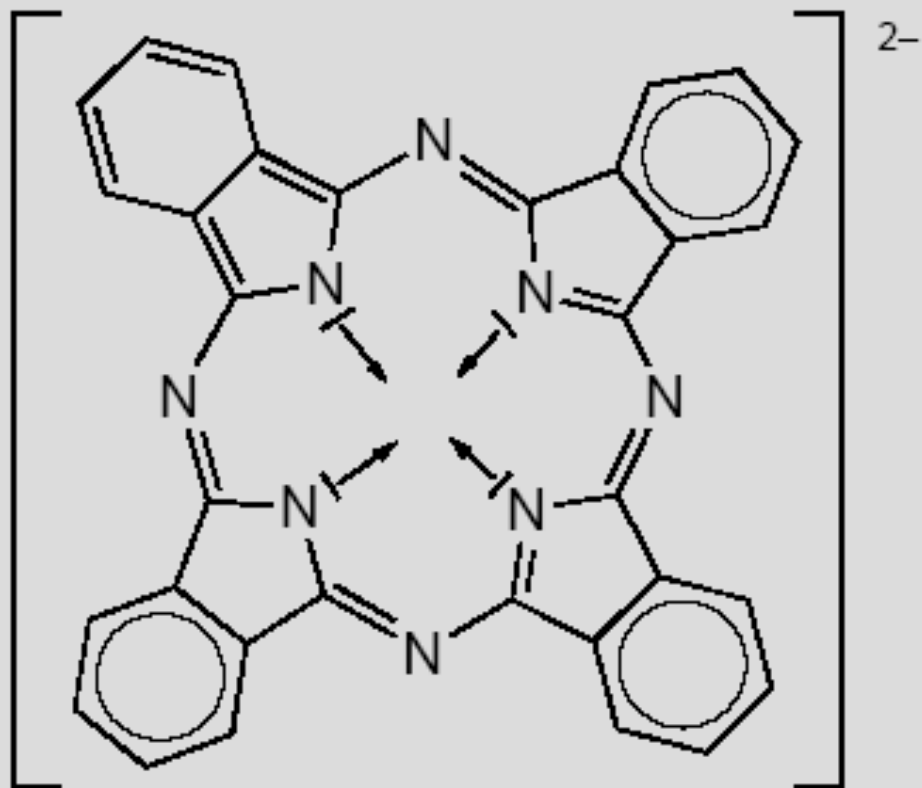


dreizählig



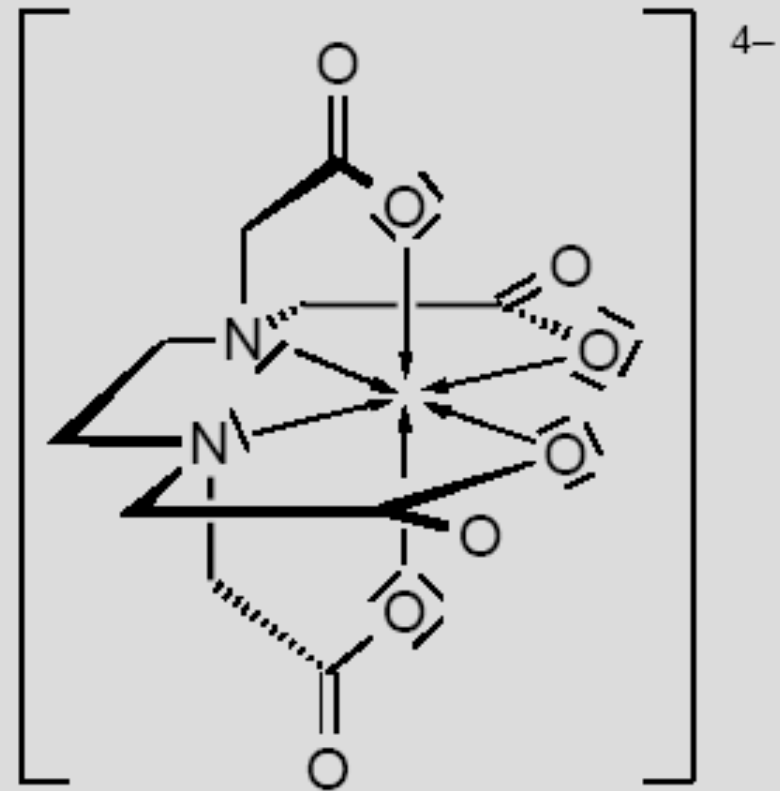
Komplexliganden - Typen

vierzählig



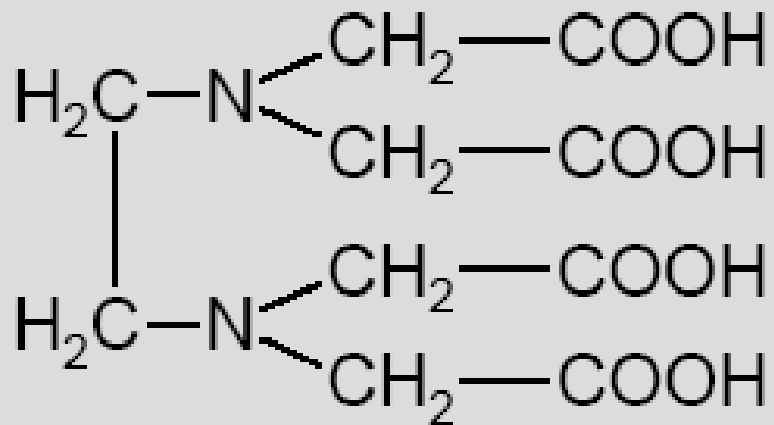
Phthalocyanin
pc

sechszählig

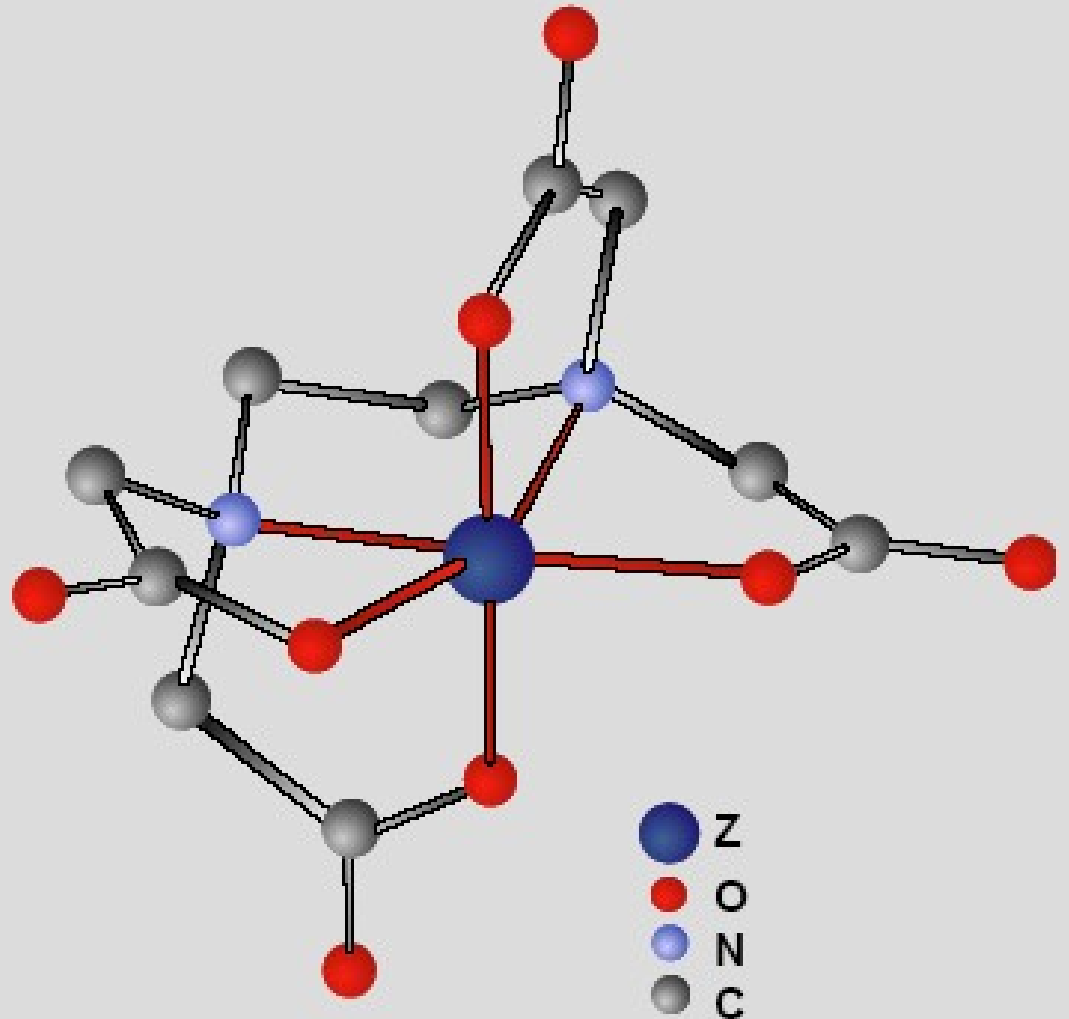


Ethylenediamintetraacetat
EDTA⁴⁻

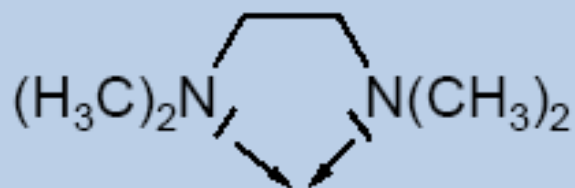
Ethylendiamintetraessigsäure (EDTE)



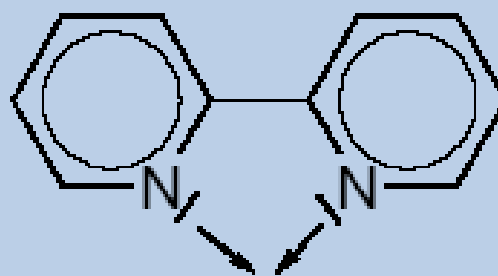
EDTE



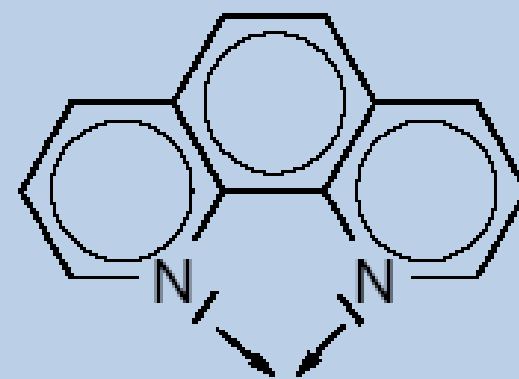
Beispiele - Zweizählige Liganden



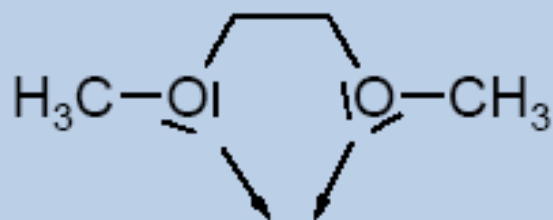
Tetramethylethylenediamin
tmeda



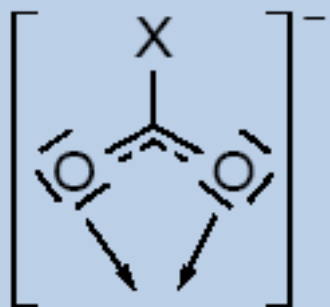
α, α' -**Bipyridin**
bipy



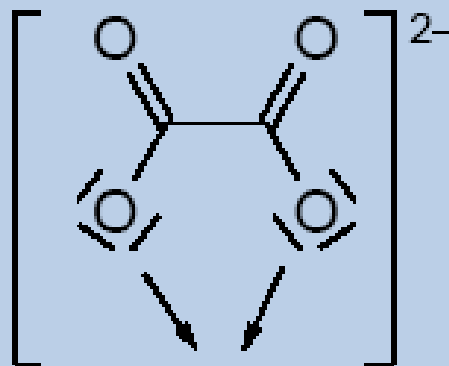
1,10-Phenanthrolin
phen



Glykoldimethylether glyme
Dimethoxyethan dme
Ethylenglykoldimethylether

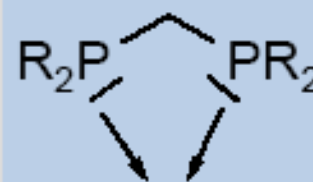


Carboxylat
(X = H, Formiat;
X = Me, Acetat;
X = O, Carbonat;
X = NR₂, Carbamat;
alle auch mit S statt O)

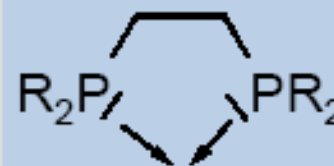


Oxalat
ox

Diphosphane

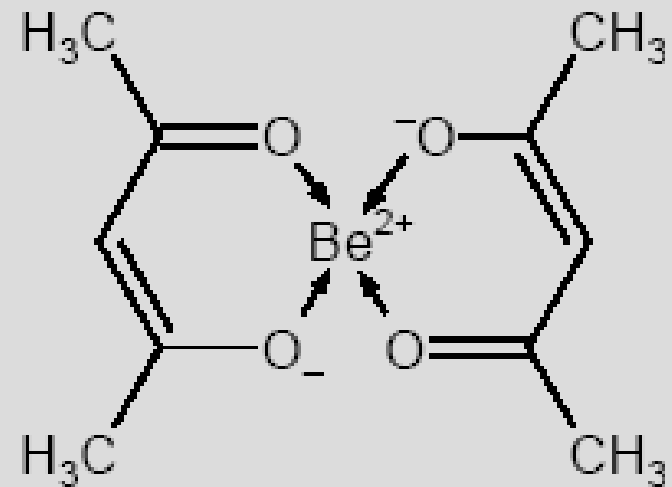
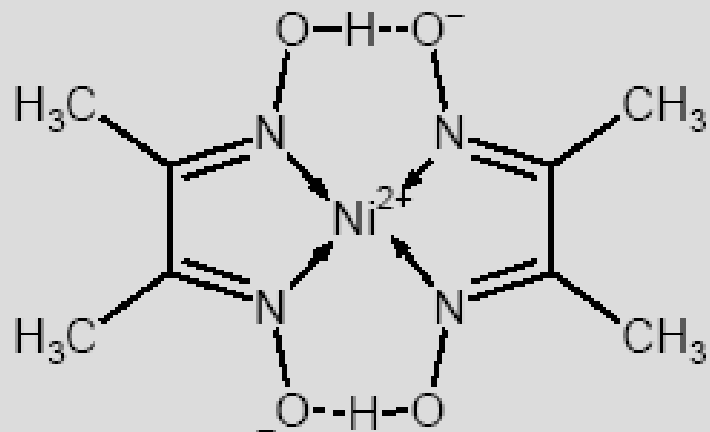
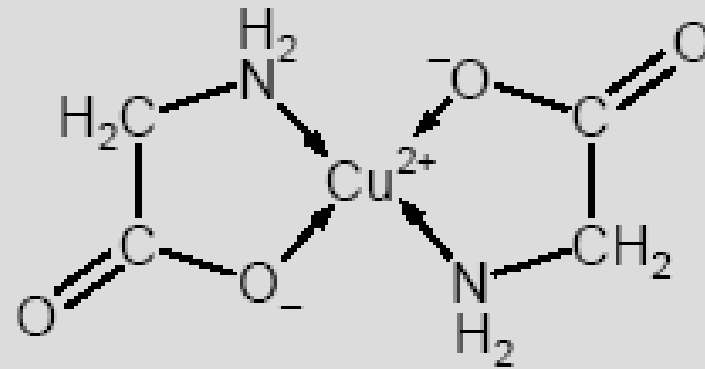


diphos
(R = Me, dmpm;
R = Et, depm;
R = Ph, dppm)



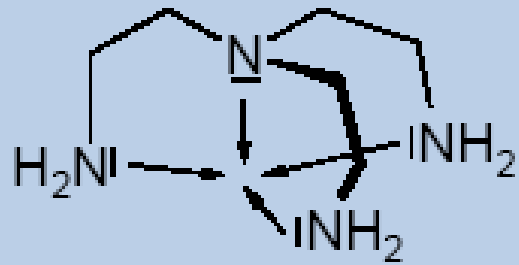
diphos
(R = Me, dmpe;
R = Et, depe;
R = Ph, dppe)

Chelatkomplexe

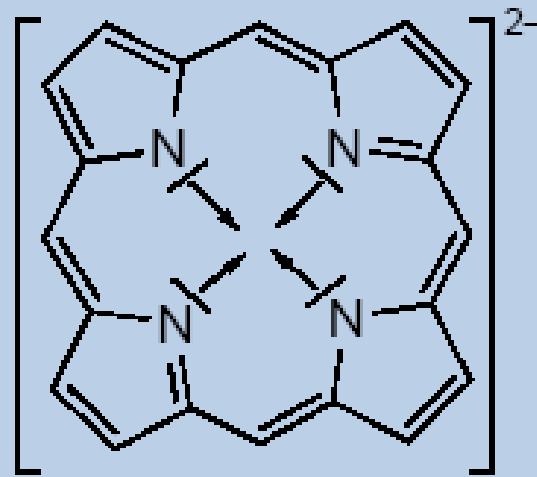


Mehrzählige Chelatliganden

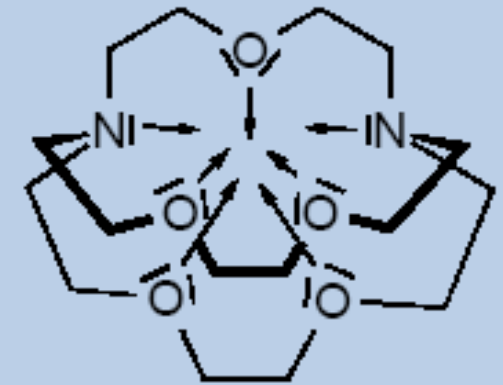
Tripod (Dreifuß-Liganden)



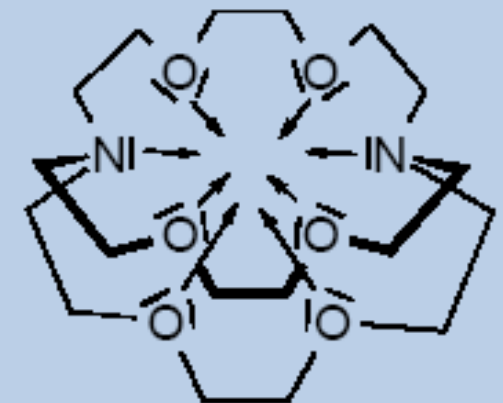
Triaminotriethylen-amin
tren



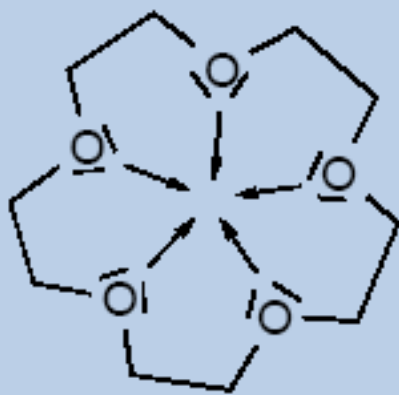
Porphin
por



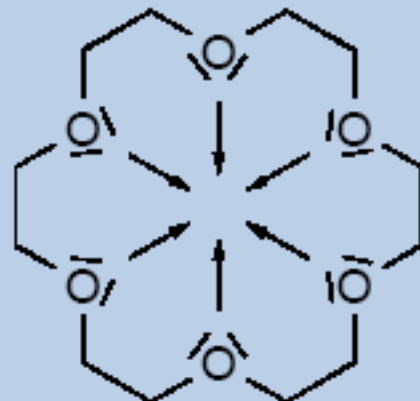
Kryptate
C221



Kryptate
C222

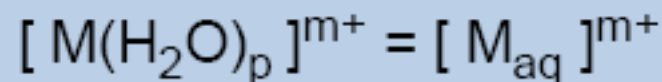
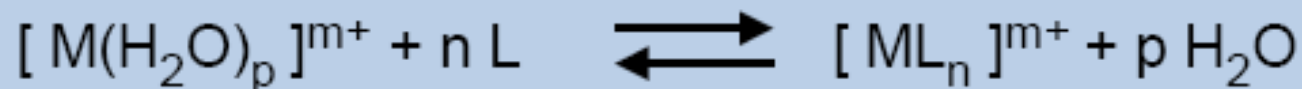
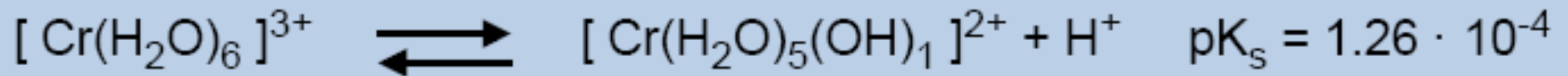


15-Krone-5
15-C-5



18-Krone-6
18-C-6

Komplexstabilität



Komplexbildungskonstante:

$$K_B = \beta_n = \frac{c([\text{ML}_n]^{m+})}{c([\text{M}_{\text{aq}}]^{m+}) \cdot c(\text{L})^n}$$

Komplexstabilität

Dissoziationskonstante:

$$K_D = \frac{c([M_{aq}]^{m+}) \cdot c(L)^n}{c([ML_n]^{m+})}$$

$$K_D = 1 / K_B \quad \longrightarrow \quad pK_D = - pK_B$$

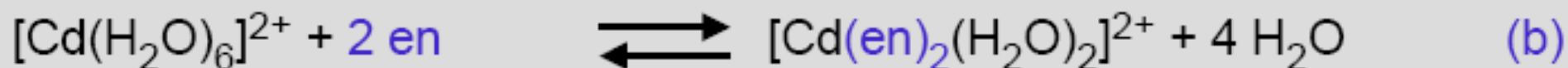
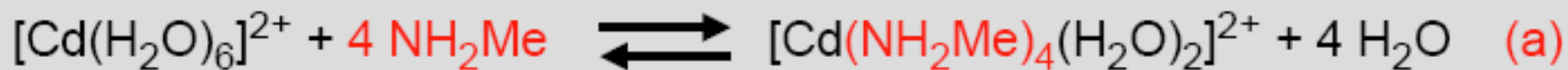
$K_B = \beta_n =$ Gesamtbildungskonstante

$$\beta_n = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n$$

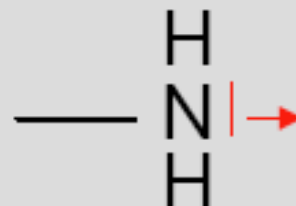
$$\Delta G_B = -2.303 \cdot R \cdot T \cdot \log K_B$$

$$\Delta G_B = \Delta H_B - T \cdot \Delta S_B$$

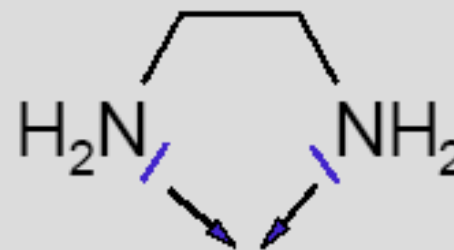
Komplexstabilität



NH_2Me : Methylamin: $\text{CH}_3\text{-NH}_2$



en: Ethylendiamin: $\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$:



$$K_B(\text{b}) \gg K_B(\text{a})$$

Komplexe mit mehrzähligen Liganden sind stabiler als Komplexe mit vergleichbaren einzähligen Liganden (Ligandenaustausch-Reaktion)!

Die Koordinationszahl und Koordinationspolyeder

Koordinationszahl 2



linear

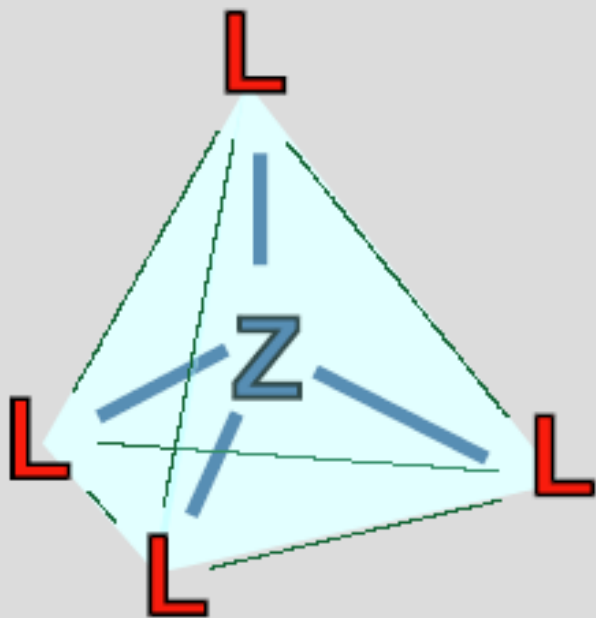
Koordinationszahl 3



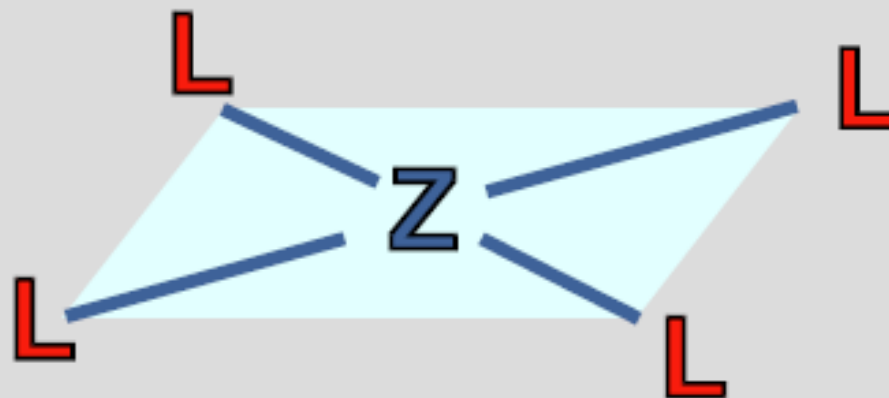
trigonal planar

Die Koordinationszahl und Koordinationspolyeder

Koordinationszahl 4



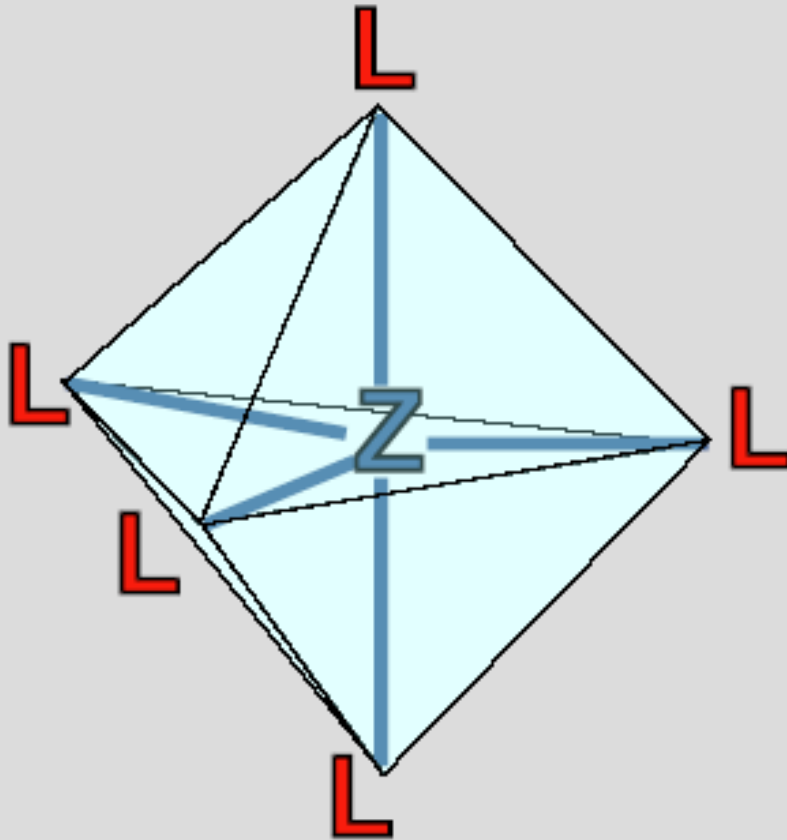
tetraedrisch



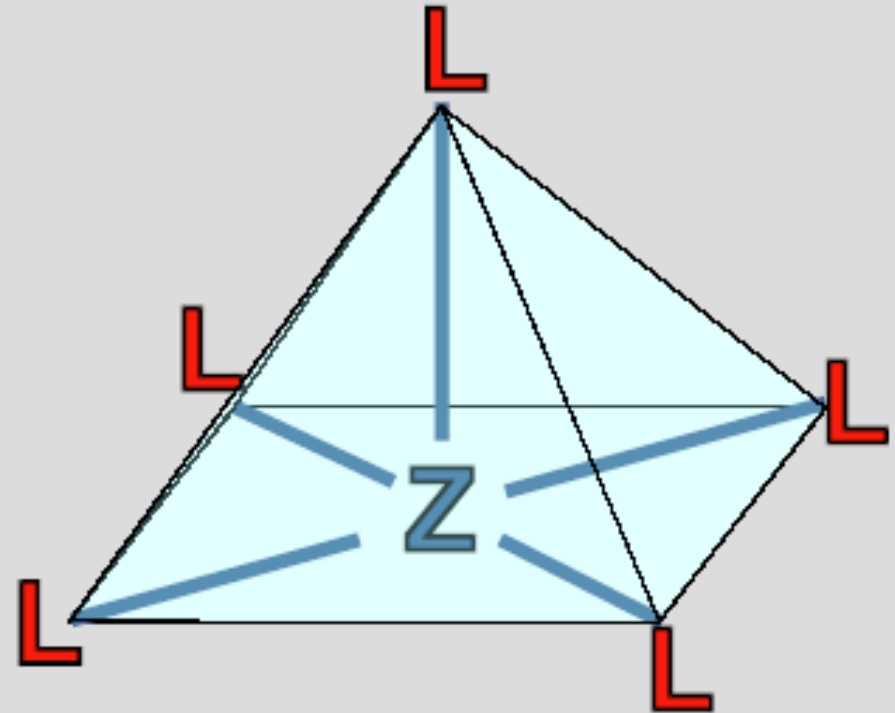
quadratisch planar

Die Koordinationszahl und Koordinationspolyeder

Koordinationszahl 5



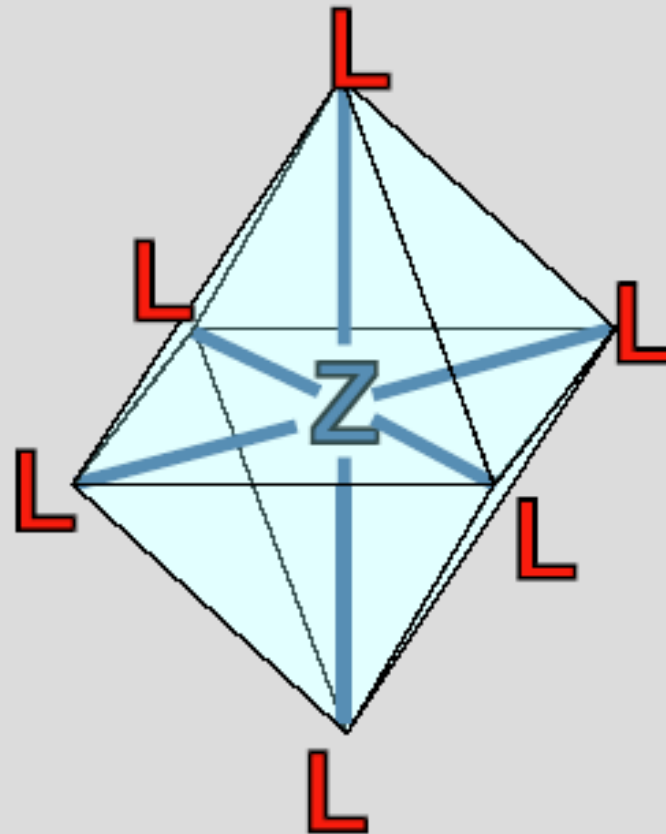
trigonal-bipyramidal



quadratisch-pyramidal

Die Koordinationszahl und Koordinationspolyeder

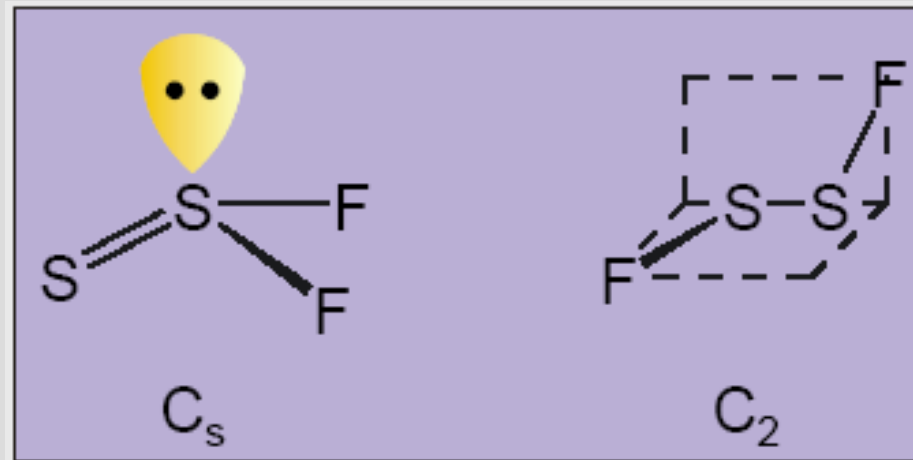
Koordinationszahl 6



oktaedrisch

Isomerie

Chemische Verbindungen gleicher Zusammensetzung, besitzen eine unterschiedliche Struktur



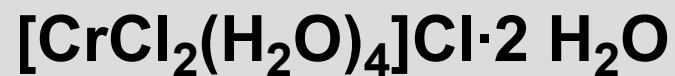
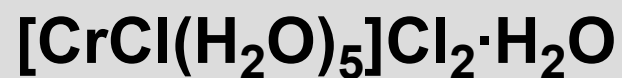
Isomerie bei Komplexen:

- Ionisationsisomerie
- Hydratisomerie
- Koordinationsisomerie
- Salzisomerie
- Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie, Spiegelbildisomerie)

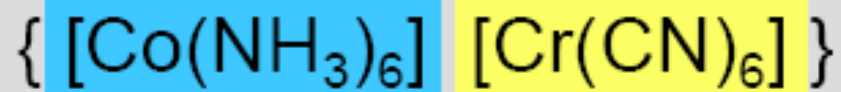
Ionisationsisomerie



Hydratisomerie

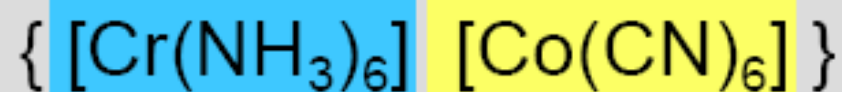


Koordinationsisomerie



Kation

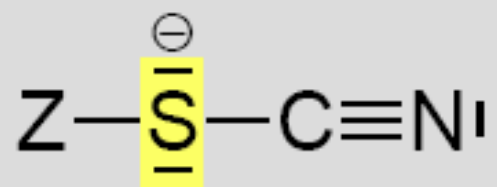
Anion



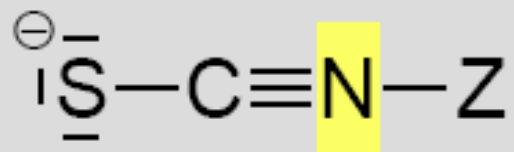
Kation

Anion

Salzisierung



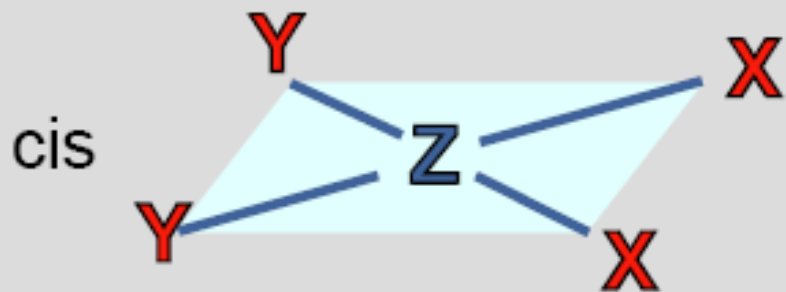
Thiocyanato-S-Komplex



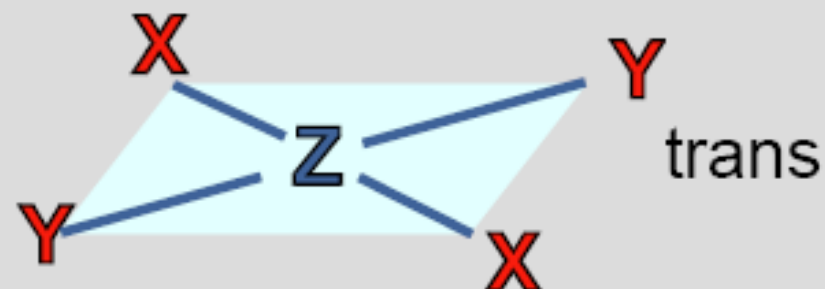
Thiocyanato-N-Komplex

Stereoisomerie: cis-trans-Isomerie

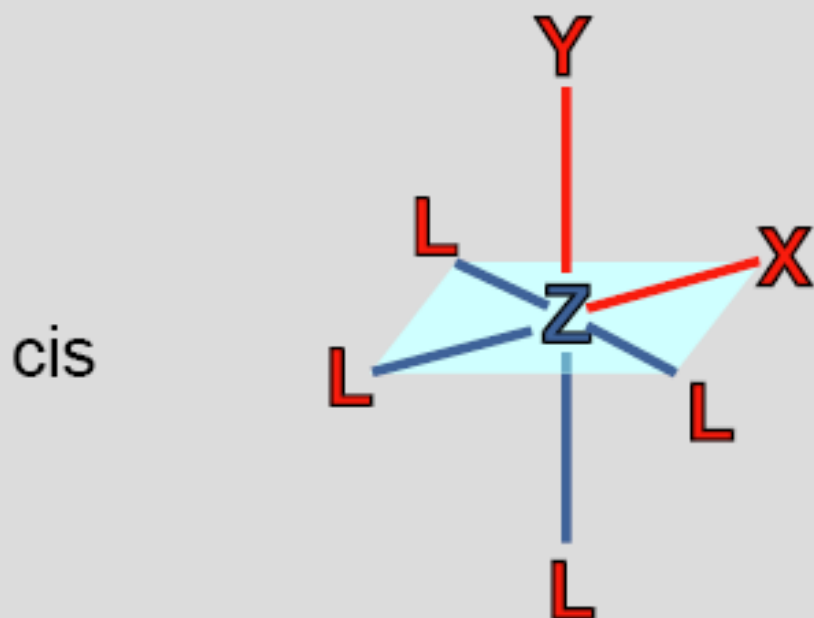
(A)



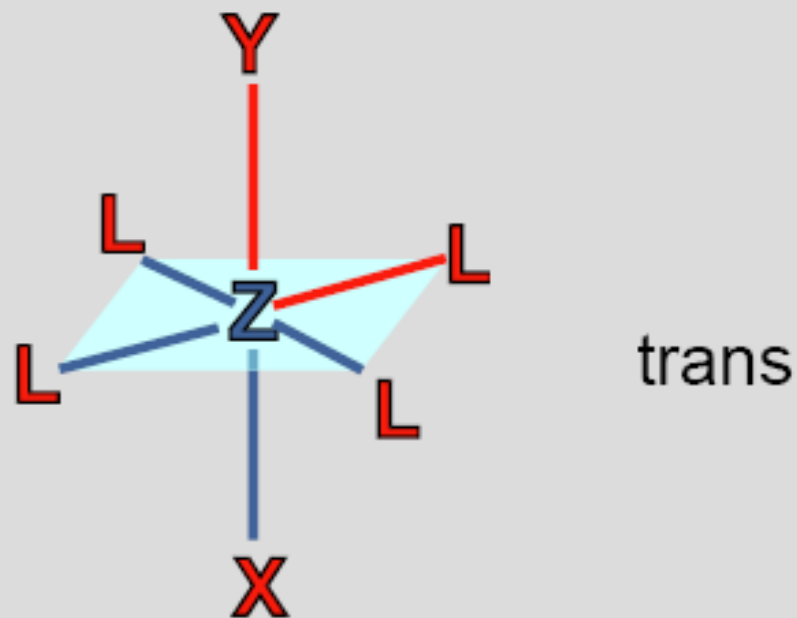
(B)



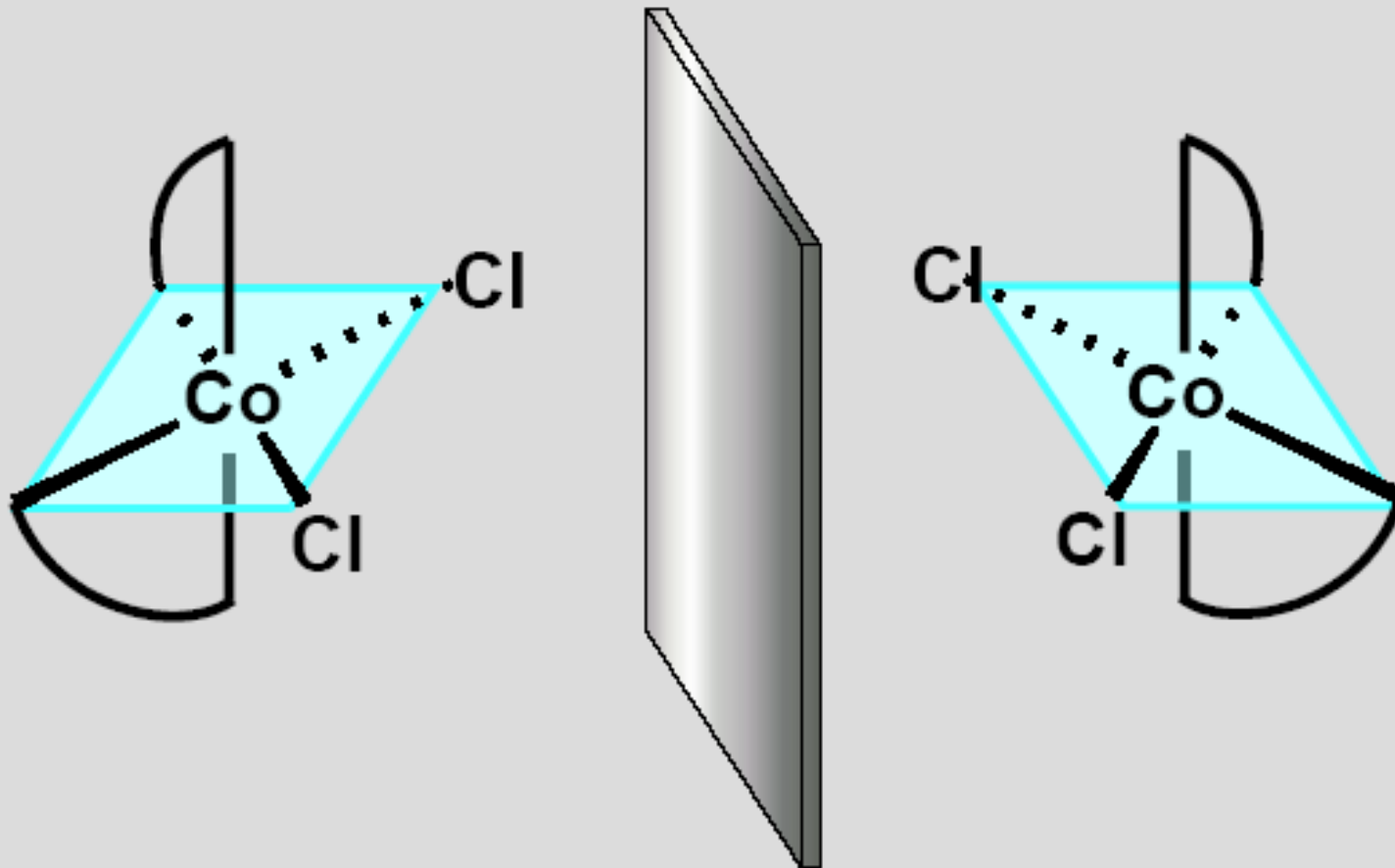
(A)



(B)



Stereoisomerie: Spiegelbildisomerie



18 - Elektronen-Regel - Edelgasregel

Cobalthexaammin-Komplex

Co **[Ar]3d⁷4s²** **27 Elektronen**

Co³⁺ **[Ar]3d⁶** **24 Elektronen**

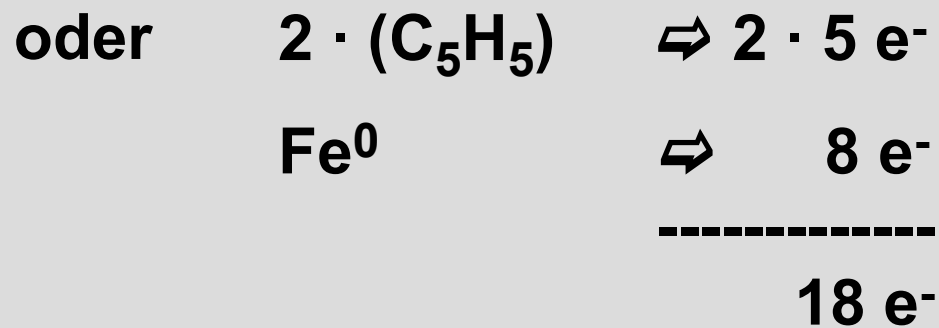
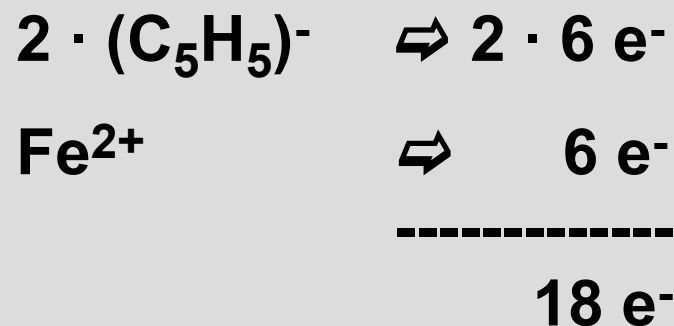
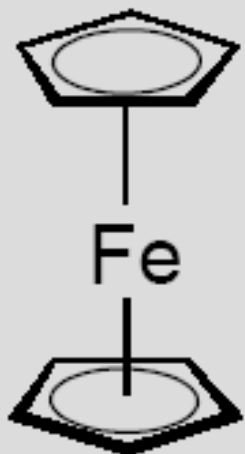
Von 6 Liganden jeweils 2 Elektronen:

12 + 24 = 36 Elektronen bzw. 6 + 12 = 18 Aussenelektronen

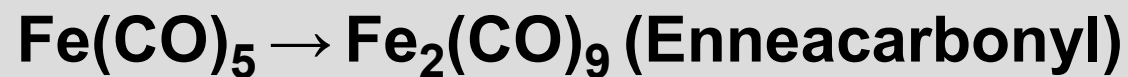
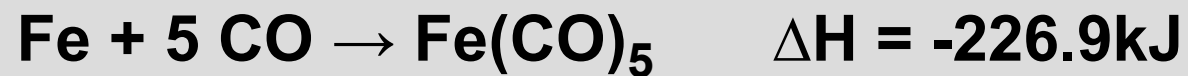
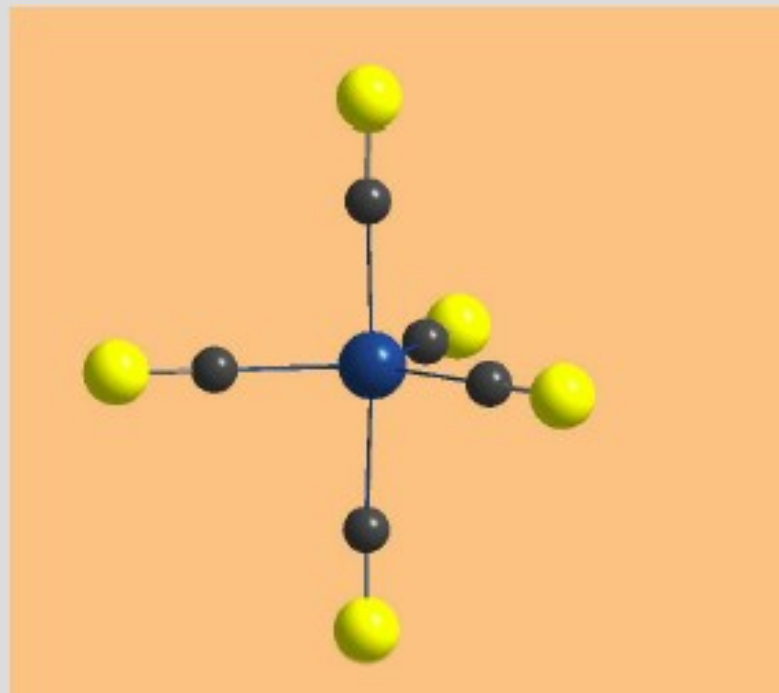
Entspricht der Kryptonelektronenkonfiguration

18 - Elektronen-Regel - Edelgasregel

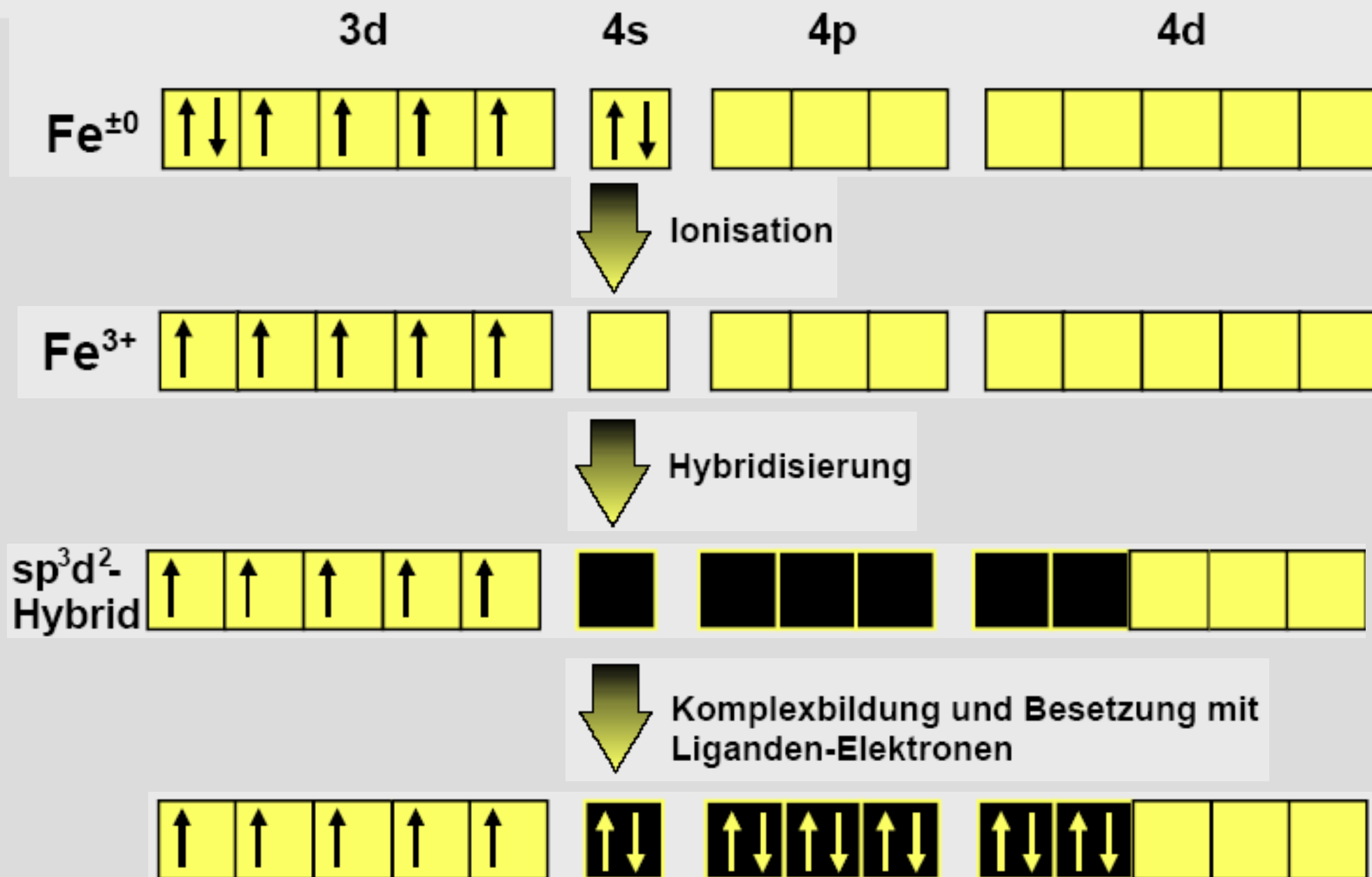
Ferrocen - [Bis(η -cyclopentadienyl)eisen].



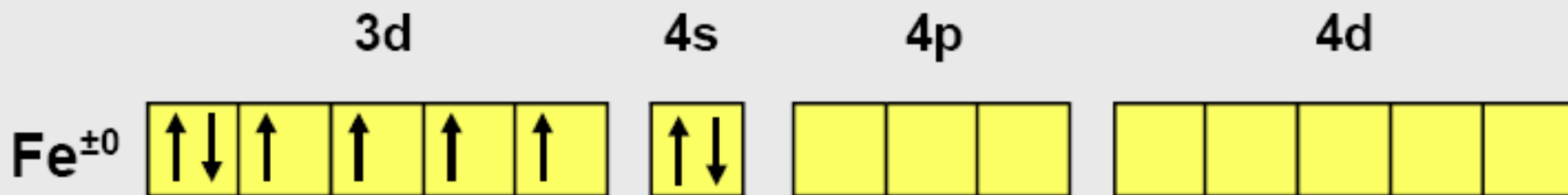
18 - Elektronen-Regel - Eisenpentacarbonyl



Paulingsche Theorie - high-spin-Komplexe



Paulingsche Theorie - low-spin-Komplexe



↓ Ionisation



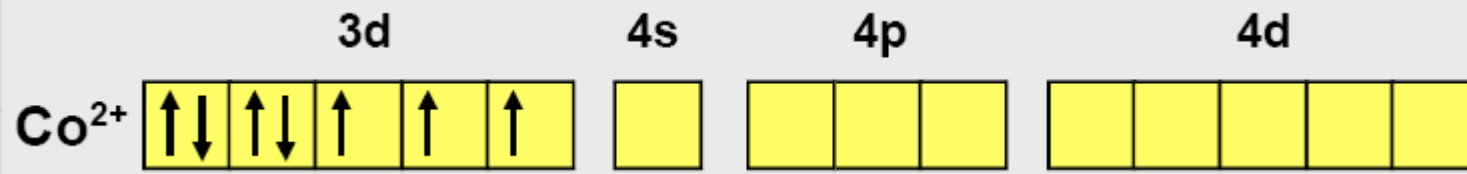
↓ Hybridisierung und Spinpaarung



↓ Komplexbildung und Besetzung mit Liganden-Elektronen



Paulingsche Theorie - Beispiele für Schwächen



Hexaaquokomplex

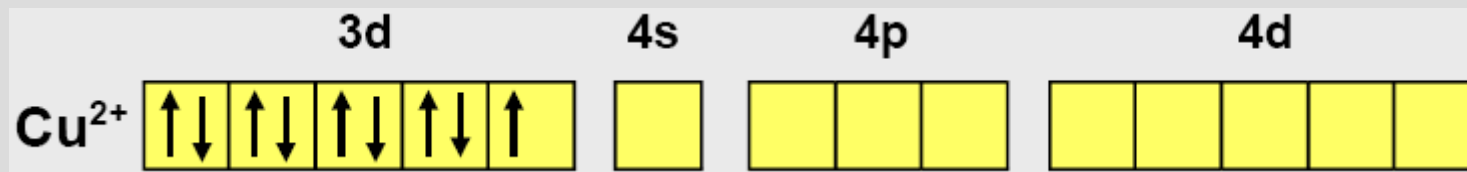


Hexanitritokomplex



**Nach Pauling kein low-spin-Komplex möglich
(zu wenige freie d-Orbitale!)**

Paulingsche Theorie - Beispiele für Schwächen



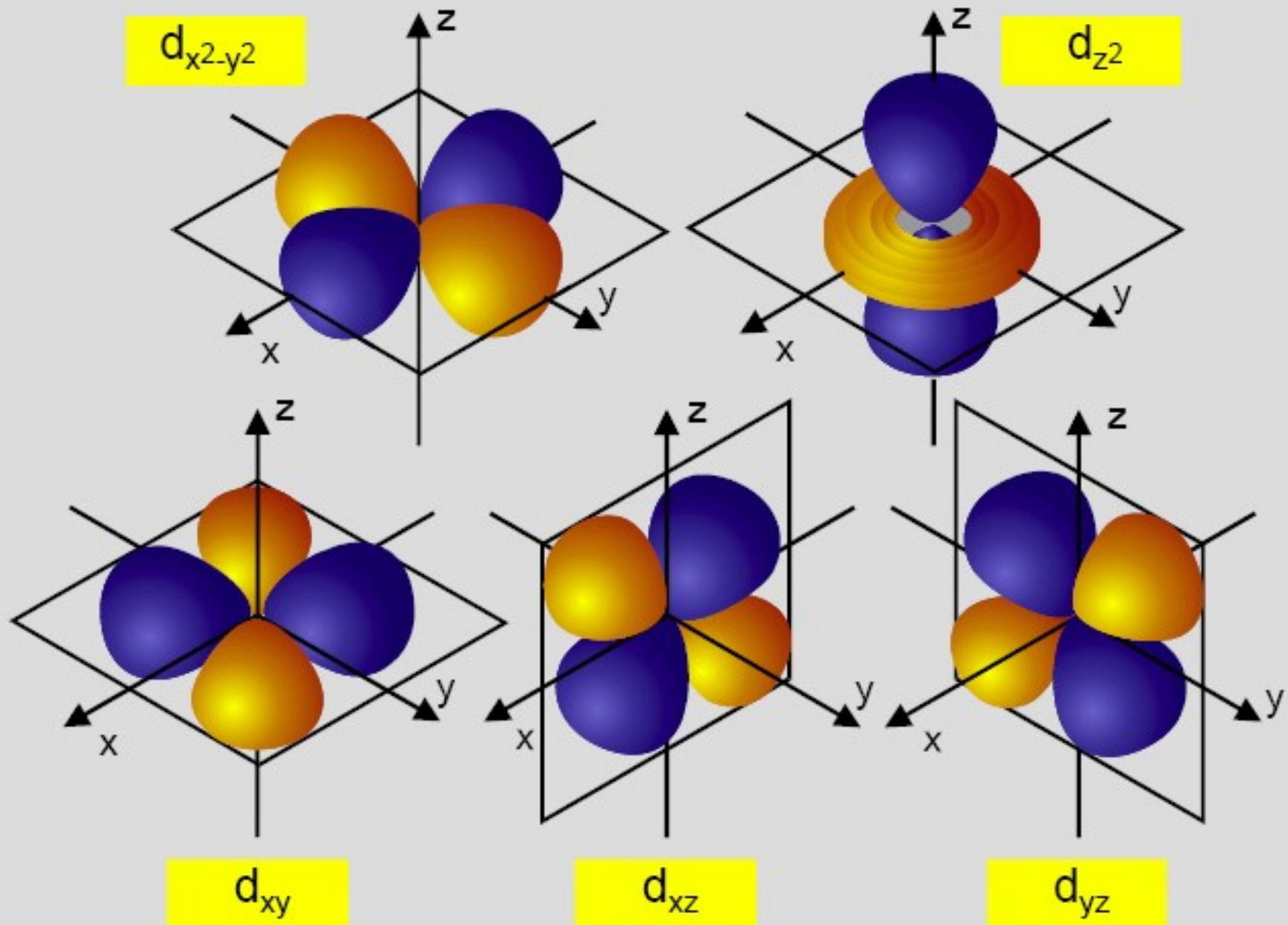
Tetraamminkomplex

**Nach Pauling tetraedrische Struktur (sp^3 -Hybridisierung),
gefunden: quadratisch-planar!**

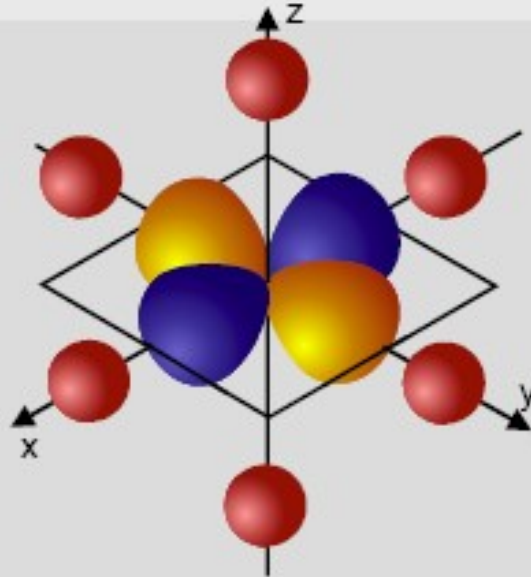
Die Ligandenfeldtheorie (Kristallfeldtheorie)

Die Ligandenfeldtheorie beschreibt die Aufhebung der ursprünglichen energetischen Gleichheit der d-Orbitale durch ein Ligandenfeld vorgegebener Symmetrie. Dadurch werden Elektronenübergänge zwischen den d-Orbitalen möglich, die durch sichtbares Licht anregbar und die Ursache für die Farbigkeit der Komplexe der Nebengruppenelemente sind. Wegen der Wechselwirkungen zwischen den Elektronen treten meist mehrere Elektronenübergänge auf. Das unterschiedliche magnetische Verhalten der Komplexe kommt durch Unterschiede in der Elektronenverteilung auf die Orbitale im Ligandenfeld zustande.

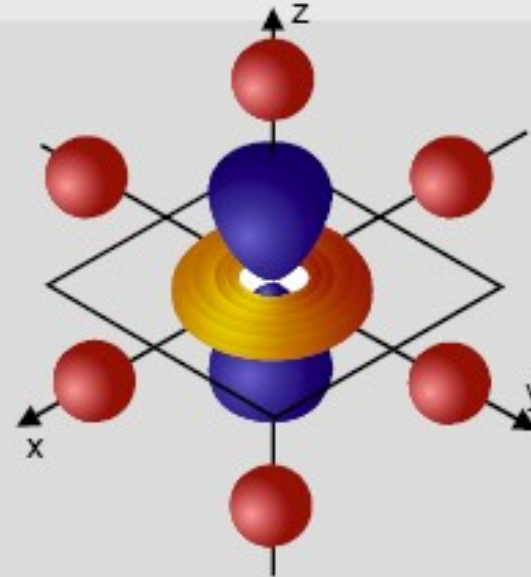
Die d-Orbitale (Oktaedrisches Kristallfeld)



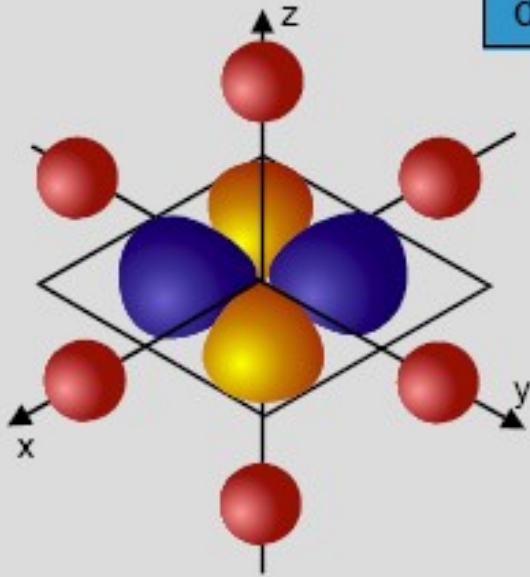
Oktaedrisches Kristallfeld



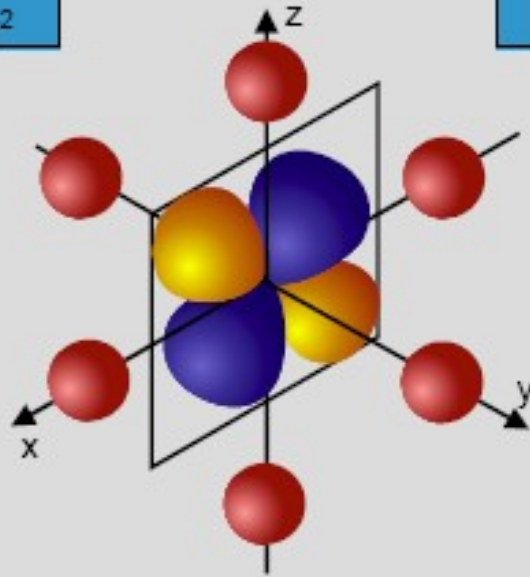
$d_{x^2-y^2}$



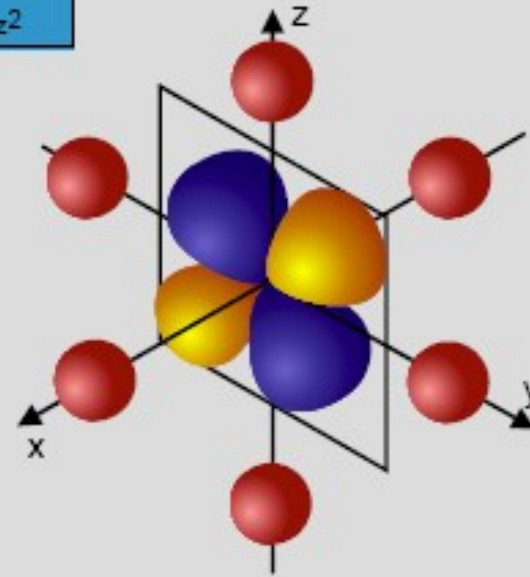
d_{z^2}



d_{xy}

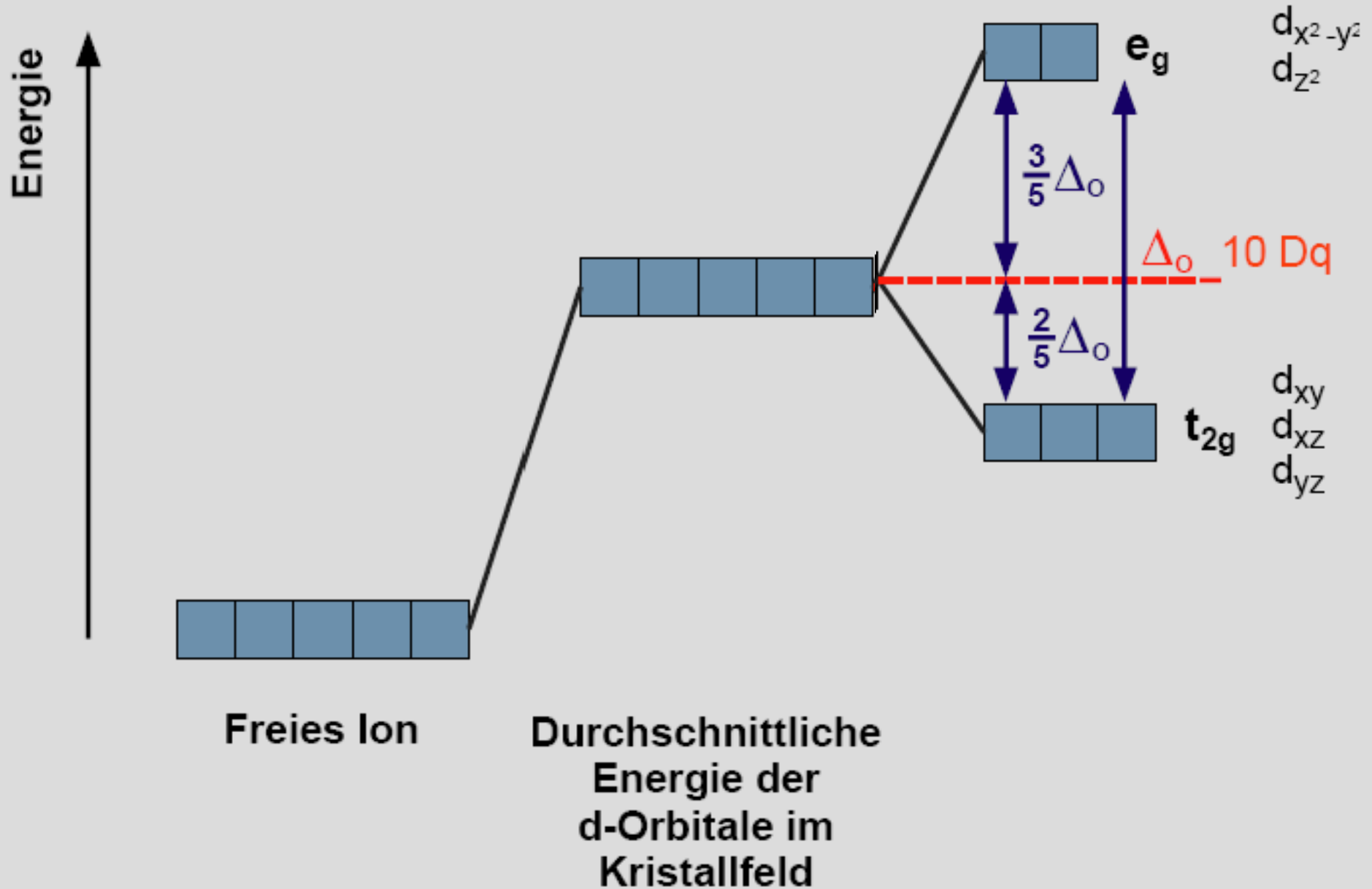


d_{xz}



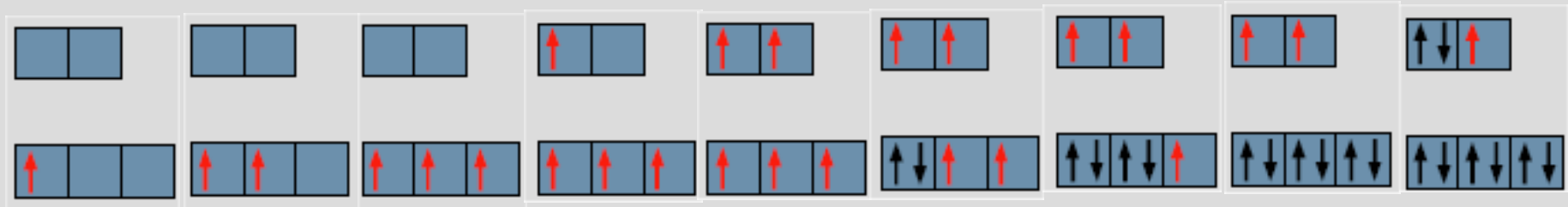
d_{yz}

Oktaedrisches Kristallfeld

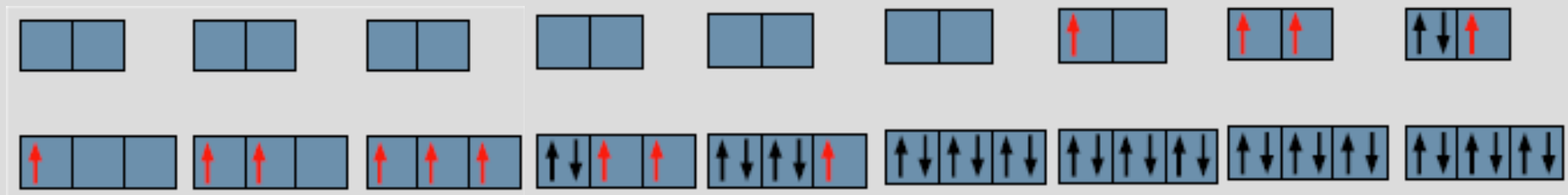


Oktaedrisches Kristallfeld

high-spin



low-spin



d¹

d²

d³

d⁴

d⁵

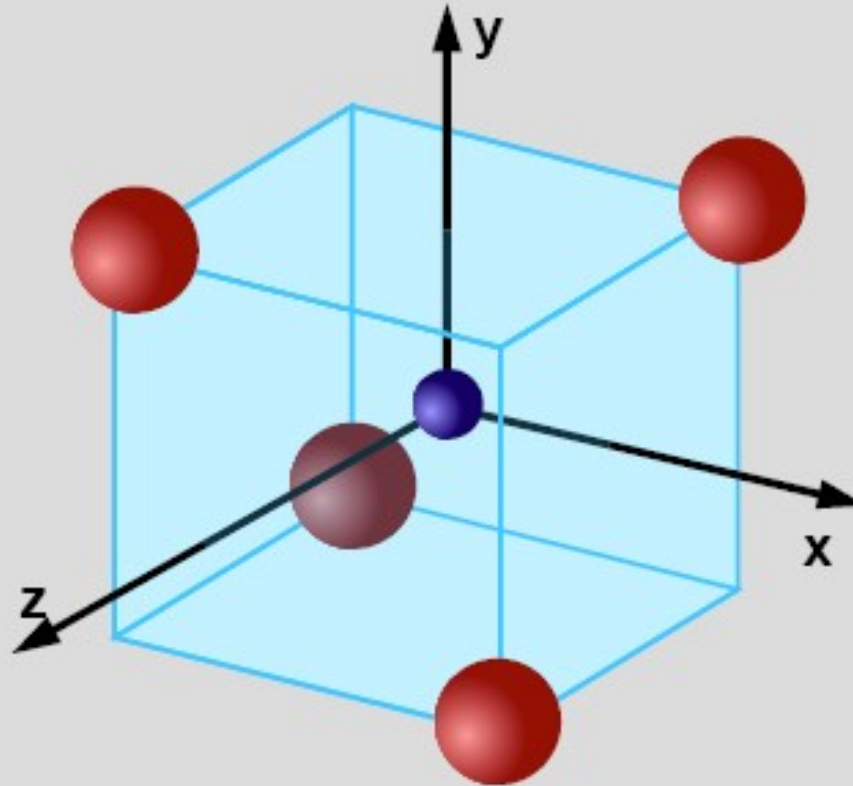
d⁶

d⁷

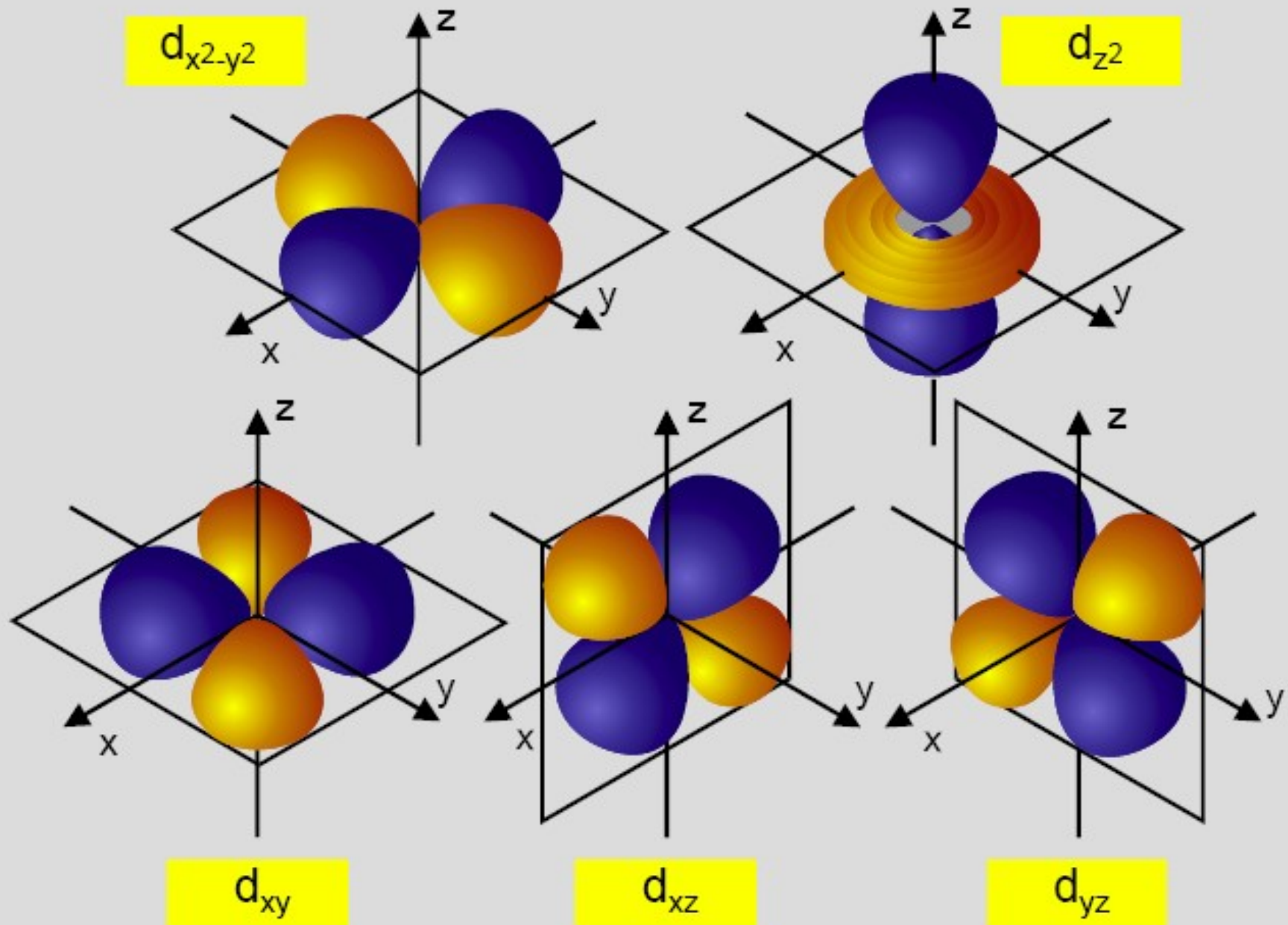
d⁸

d⁹

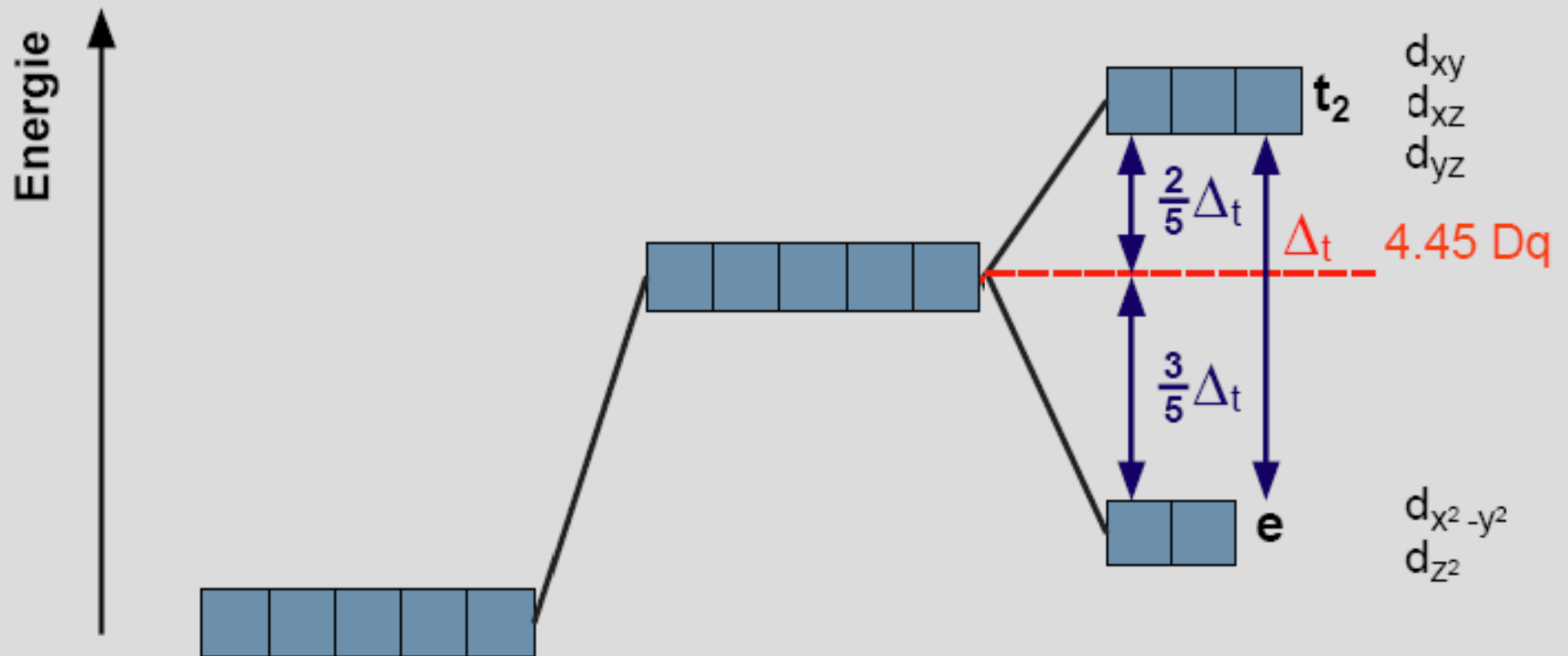
Tetraedrisches Kristallfeld



Die d-Orbitale (Tetraedrisches Kristallfeld)



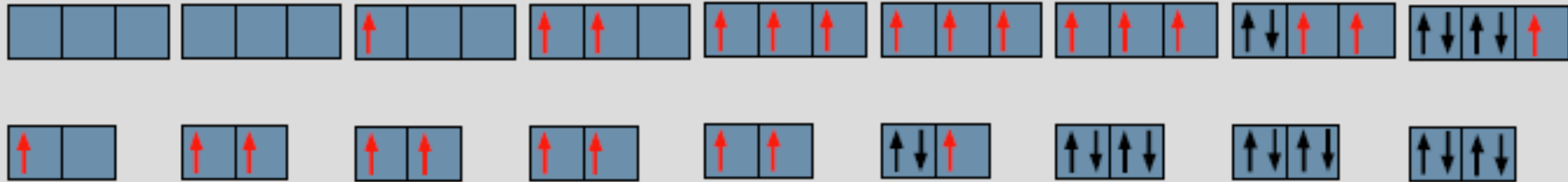
Tetraedrisches Kristallfeld



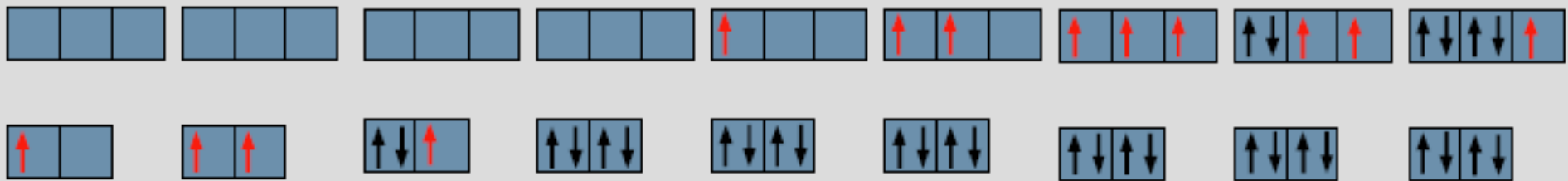
$$\Delta_t = \frac{4}{9} \Delta_o$$

Tetraedrisches Kristallfeld

high-spin



low-spin



d^1

d^2

d^3

d^4

d^5

d^6

d^7

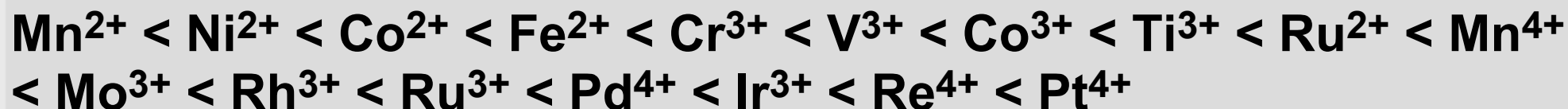
d^8

d^9

Größe der Aufspaltung

$$\Delta_o \equiv 10 Dq \approx 100 - 500 \text{ kJ}$$

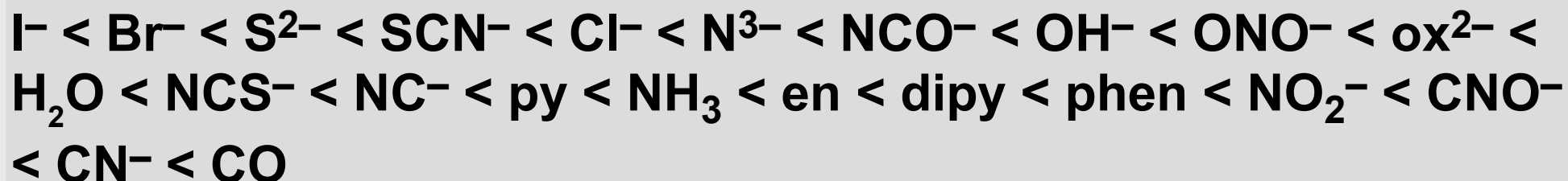
Spektrochemische Reihe der Metallionen:



schwaches Feld

starkes Feld

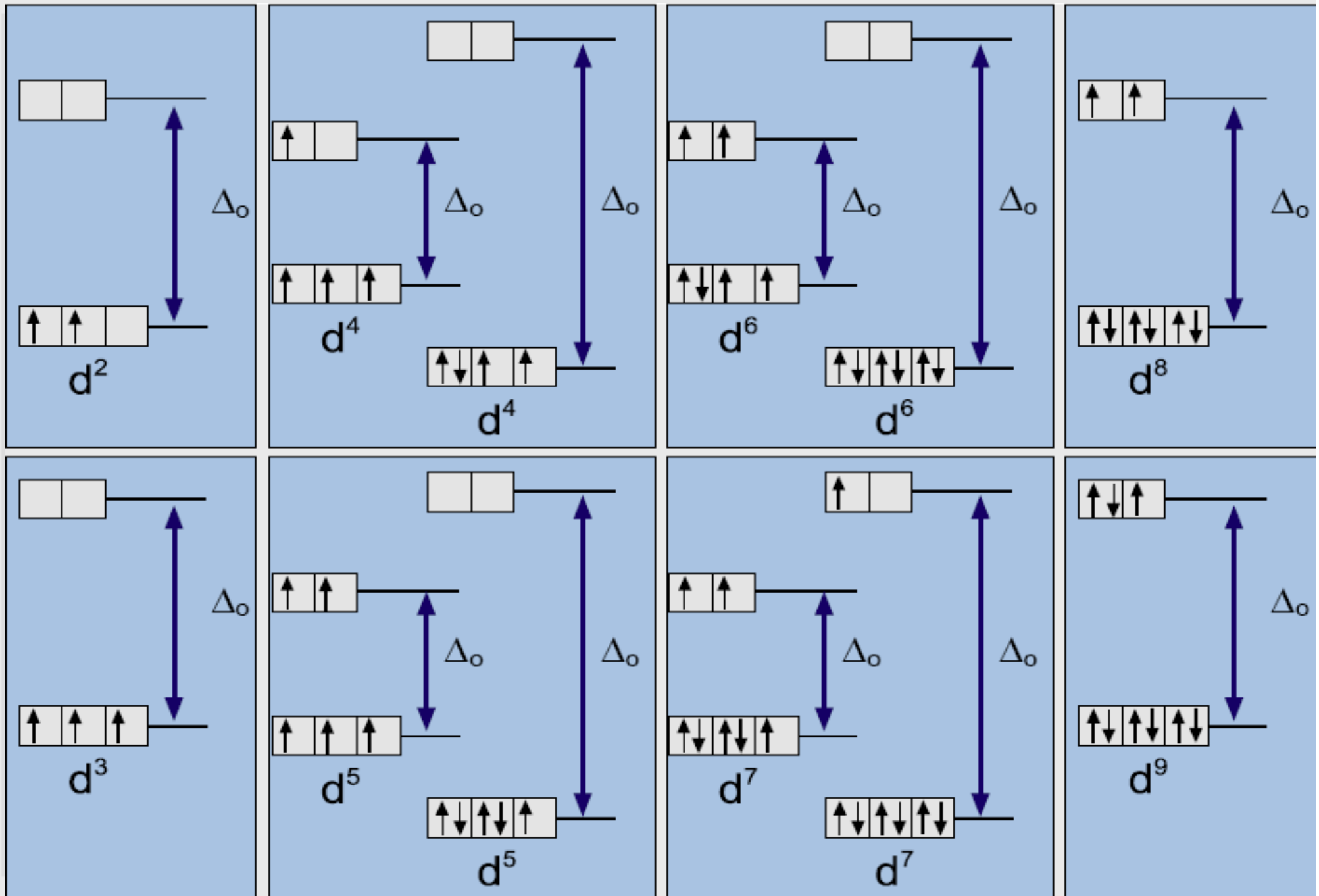
Spektrochemische Reihe der Liganden:



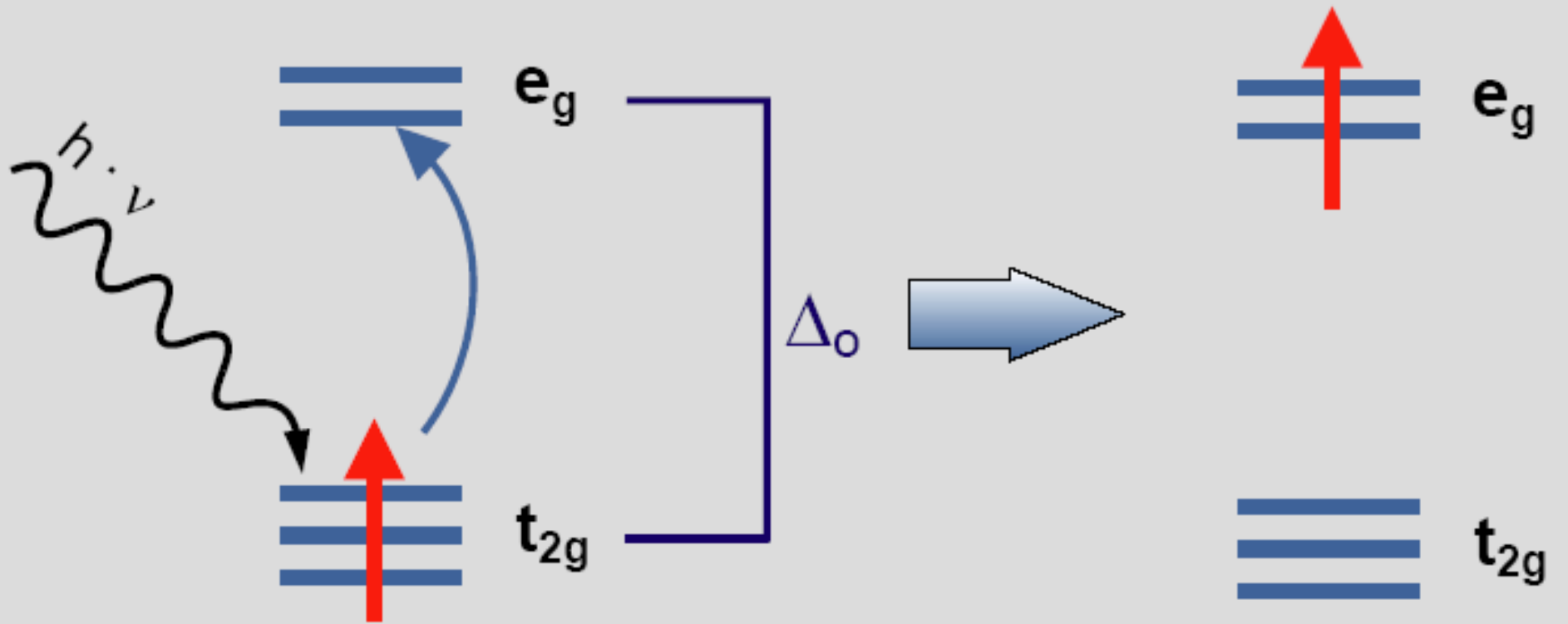
schwaches Feld

starkes Feld

Größe der Aufspaltung



Farbe von Komplexverbindungen



d → d - Übergang

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

1. Einführung (2 Std)

Einführung - Komplexchemie

DE: Beim Erhitzen von blauem Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat beobachtet man eine Farbänderung nach weiß.

DE: Gibt man erneut Wasser zu, färbt sich die Lösung wieder hellblau.

DE: Gibt man zur hellblauen Lösung von Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat Ammoniaklösung entsteht eine tiefblaue Färbung, die ebenfalls wieder auf eine chemische Reaktion hindeutet.

DE: Zum Kupfertetraammin-Komplex gibt man jetzt ca. 10 mL Brennspiritus , filtriert und wäscht den Niederschlag mit Brennspiritus.

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

2. Eigenschaften von Komplexen (2 Std)

Änderung der Eigenschaften der beteiligten Stoffe

DE: Man stellt 10 mL des Kupfertetraammin-Komplexes her. diesen verteilt man gleichmäßig auf drei Reagenzgläser und führt folgende Experimente durch:

- Reaktion mit einem Eisennagel
- Reaktion mit einigen Tropfen $\text{NaOH}_{(v)}$
- Reaktion mit festem Na_2CO_3

DE: Ergebnis wird verglichen mit analogen Reaktionen des Kupfer(II)-sulfats.

DE: Aus einer Lösung von AgNO_3 wird mit Kochsalzlösung AgCl gefällt.

Anschließend wird dieser Niederschlag durch Zugabe von NH_3 -Lösung wieder aufgelöst.

DE: Man verteilt eine ca. 0,1 M CuSO_4 -Lösung auf vier Reagenzgläser und gibt jeweils dazu:

- 1 mL Etylendiammin
- 1 Spatelspitze LiCl
- tropfenweise 1 mL konz. Ammoniaklösung.

Die Farben werden verglichen.

DE: Von einer Eisen(III)-chloridlösung und einer Thiocyanatlösung werden die Leitfähigkeiten geprüft. Anschließend werden beide Lösungen 1:1 vermischt und die Leitfähigkeit erneut ermittelt.

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

3. Aufbau von Komplexen (4 Std)

Zentralatom und Zentralion

Koordinationszahl

Ladung von Komplexen

Isomerie

Chelatkomplexe

DE: 1 bis 2 mL verd. Kupfer(II)-sulfatlösung werden mit einer Lösung einer Aminopropansäure (Spatelspitze Alanin in 2 mL Wasser) versetzt. Erst wird verdünnte NaOH-Lösung und anschließend verdünnte Salzsäure dazugegeben.

DE: CuSO_4 -Lösung wird mit gleichem Volumen verd. Natronlauge vermischt. Zum ausgefallenen Niederschlag geben wir Kalium-Natrium-Tartrat (Seignettesalz).

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

4. Chemische Bindung in Komplexen (4 Std)

Koordinative Bindung

VB-Theorie

Kristallfeldtheorie

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

5. Bildung und Beständigkeit von Komplexen (4 Std)

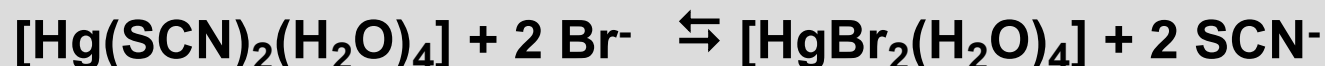
Anwendung des MWG

DE 1: Zu einer FeCl_3 -Lösung gibt man etwas SCN^- -Lösung. Es entsteht eine tiefrote Lösung. Zu dieser gibt man $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$. Die Lösung entfärbt sich.

DE 2: Zur entfärbten Lösung gibt man unter Schütteln festes KBr . Die rote Färbung tritt wieder auf.

DE 3: Zu dieser Lösung gibt man etwas festes NaF . Die Lösung entfärbt sich.

DE 4: Zu einer blutroten Lösung von $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ gibt man soviel Wasser, bis eine gelbe Färbung entsteht.



Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

5. Bildung und Beständigkeit von Komplexen

Beständigkeitskonstanten

(a) $[\text{Fe}(\text{SCN})_3(\text{H}_2\text{O})_3]$	$7,94 \cdot 10^3 \text{ mol}^{-3} \cdot \text{L}^3$
(b) $[\text{FeF}_3(\text{H}_2\text{O})_3]$	$10^{12} \text{ mol}^{-3} \cdot \text{L}^3$
(c) $[\text{Hg}(\text{SCN})_2(\text{H}_2\text{O})_4]$	$2,18 \cdot 10^{16} \text{ mol}^{-3} \cdot \text{L}^3$
(d) $[\text{HgBr}_2(\text{H}_2\text{O})_4]$	$2,09 \cdot 10^{17} \text{ mol}^{-3} \cdot \text{L}^3$

DE 1: (a) → (c)

DE 2: (c) → (d)

DE 3: (a) → (b)

DE 4: (a) → $[\text{Fe}(\text{SCN})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$

Stufenweise Bildung von Komplexen

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

6. Nomenklatur von Komplexen (3 Std)

Nomenklatur

Man unterscheidet 3 Arten von Komplexen:

-anionische Komplexe, z. B. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$

-kationische Komplexe, z. B. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

-neutrale Komplexe, z. B. $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$

Formel

In der Formel wird zuerst das Zentralteilchen geschrieben, Dann folgen die Liganden in folgender Reihenfolge: erst anionische Liganden, dann neutrale Liganden in alphabetischer Reihenfolge des Symbols der koordinierenden Atome (Bei H_2O wäre dies O).

Die Formel des gesamten Komplexes wird in eckige Klammern gesetzt.

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

6. Nomenklatur von Komplexen (3 Std)

Namen der Komplexe (1)

Im Namen der Komplexe wird das Zentralteilchen hinter die Liganden geschrieben. Die Liganden werden unabhängig von ihrer Anzahl in alphabetischer Reihenfolge genannt.

Anzahl der Liganden: griechische Zahlwörter di, tri, tetra, penta, hexa sind ebenso möglich wie lateinische Bezeichnung uni, bi, tri, quadri, quinque, sexi, septi, octi.

Namen der Liganden in alphabetischer Reihenfolge.

Anionische Liganden erhalten die Endung -o

F ⁻	fluoro
CN ⁻	cyano
OH ⁻	hydroxo
Cl ⁻	chloro
SCN ⁻	thiocyanato
S ₂ O ₃ ²⁻	thiosulfato

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

6. Nomenklatur von Komplexen (3 Std)

Namen der Komplexe (2)

Neutralliganden haben keine feste Bezeichnung;

Wasser aqua (früher aquo), Ammoniak ammin

Treffen zwei gleiche Vokale auf, werden beide geschrieben:

Tetraammin oder Hexaaqua.

Oxidationsstufe des Zentralions bzw. Ladung des

Komplexes

z. B. $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$

Pentaamminchlorocobalt(III)- oder

Pentaamminchlorocobalt(2+)-Ion

Name des Zentralatoms bzw. -ions

Bei Neutralkomplexen und kationischen Komplexen wird

der Name unverändert angegeben. Bei anionischen

Komplexen wird der Stamm des lat. Namens angegeben,

der die Endung -at erhält. Pb-Plumbat, Fe-Ferrat, Au-Aurat,

Cu-Cuprat, Ni-Niccolat, Hg-Mercurat. Ag-Argentat, Sn-

Stannat, Co-Cobaltat.

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

7. Verwendung von Komplexen (11 Std)

QUALITATIVE ANALYSE (Nachweisreaktionen)

SE: a) Kupfer(II)-Ionen mit Ammoniak nachgewiesen (Tiefblaue Färbung) und

b) Eisen(III)-Ionen mit Thiocyanat-Ionen(Intensive Rotfärbung).

SE: c) Kupfer (Braunfärbung) und

SE: d) Eisen (Blaufärbung).

SE: Folgende Nachweisreaktionen sind durchzuführen:

Ag^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} und Glucose.

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

7. Verwendung von Komplexen

QUANTITATIVE ANALYSE (Maßanalyse)

Nitriloessigsäure $N-(CH_2COOH)_3$

Ethylendiamintetraessigsäure (EDTE) $\{CH_2-N-(CH_2COOH)_2\}_2$

Natriumsalz der Ethylendiamintetraessigsäure(EDTA).

Hierbei werden über Farbänderungen vorliegender Metallkomplexe (Metallindikatoren) die Endpunkte der Titrations festgelegt. Diese sind außerdem noch pH-Wert abhängig. Indikator: Eriochromschwarz T (NaH_2In)

Indikatorreaktion: $Mg^{2+} + HIn^{2-} \rightarrow [MgIn]^- + H^+$
blau rot

Titrationreaktion $Mg^{2+} + H_2edta^{2-} \rightarrow [Mg(edta)]^{2-} + 2 H^+$
 $[MgIn]^- + H_2edta^{2-} \rightarrow [Mg(edta)]^{2-} + HIn^{2-} + H^+$
rot blau

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

7. Verwendung von Komplexen

QUANTITATIVE ANALYSE

(Komplexometrische Bestimmung von Zink und Calcium)

Chemikalien:

0,025 M EDTA-Lösung (9,306 g·L⁻¹)

ca. 0,025 M Zinkchloridlösung

ca. 0,025 M Calciumchloridlösung

Eriochromschwarz T-Verreibung: m(Erio) : m(NaCl) = 1:100

Puffer pH = 10:

- 2,2 g Ammoniumchlorid in 40 mL destilliertem Wasser lösen, 30 mL 12 %ige Ammoniaklösung hinzufügen und die erhaltene Lösung auf 100 mL auffüllen.

- Puffertabletten

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

7. Verwendung von Komplexen

QUANTITATIVE ANALYSE

(Komplexometrische Bestimmung von Zink und Calcium)

Durchführung:

- 1. 10 mL der Analysenlösung werden mit der Pipette abgemessen und in einen Erlenmeyerkolben mit ca. 50 mL Wasser verdünnt. In die Lösung werden 10 mL der Pufferlösung mit $\text{pH} = 10$ gegeben.**
- 2. In kleinen Anteilen fügt man (wenig) Indikatorverreibung hinzu, bis die Lösung weinrot erscheint. Unterlage und Hintergrund sollten während der Titration weiß sein.**
- 3. Mit der 0,025 M EDTA-Lösung wird bis zum Farbumschlag nach blau titriert.**

Auswertung:

Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration an Zink bzw. Calcium in der gegebenen Analysenlösung.

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

7. Verwendung von Komplexen

QUANTITATIVE ANALYSE (Gesamtwasserhärtebestimmung)

0,01783 M EDTA-Lösung

Bei 100 mL Vorlage (Leitungswasser) ergeben die titrierten Milliliter EDTA-Lösung die Gesamtwasserhärte in °dH.

1 mL 0,01783 M EDTA	1° dH	10 mg CaO/L
$1,783 \cdot 10^{-5}$ mol/mL	1° dH	$1,783 \cdot 10^{-4}$ mol/L
$1,783 \cdot 10^{-5}$ mol/mL	1° dH	$1,783 \cdot 10^{-5}$ mol/100 mL

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

7. Verwendung von Komplexen

DAS FIXIEREN BEIM FOTOGRAFISCHEN PROZESS



Wegen seiner Verwendung zum Fixieren wird Natriumthiosulfat-Pentahydrat auch als Fixiersalz bezeichnet.

Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

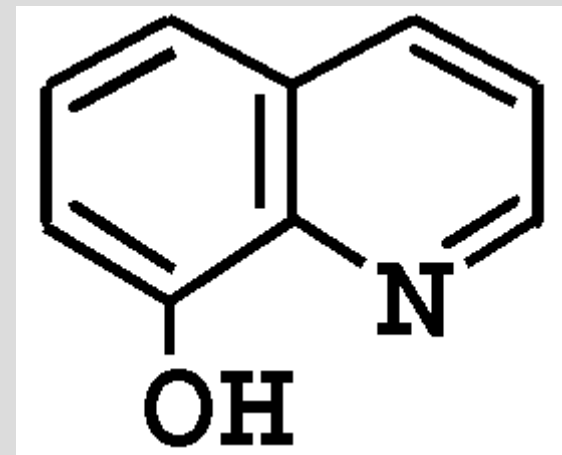
7. Verwendung von Komplexen

METALLERZAUFBEREITUNG

Die Eigenschaft komplexbildender Stoffe, Metallverbindungen aufzulösen, wird in der Technik zum Aufschluss von Erzen und Mineralien genutzt. Grundlage für die Herstellung von Aluminium ist folgende Reaktion:



Extraktionsverfahren haben große Bedeutung für die Trennung von Metallverbindungen in der analytischen Chemie und bei der Aufarbeitung von Kernbrennstoffen sowie bei der Herstellung von Metallen aus stark verdünnten Lösungen in der Hydrometallurgie.



Stoffverteilung (Empfehlung - Dr. B. Opitz)

7. Verwendung von Komplexen

BIOCHEMISCHE Komplexreaktionen (SV)

Der rote Blutfarbstoff **Hämoglobin** besteht aus dem Protein Globin und einem Eisenkomplex, dem Häm. Im Häm hat das Eisen(II)-Ion nicht seine maximale Koordination, so dass sich noch Sauerstoff anlagern kann. Kohlenmonoxid lagert sich in gleicher Weise an, ist jedoch wesentlich stärker gebunden.

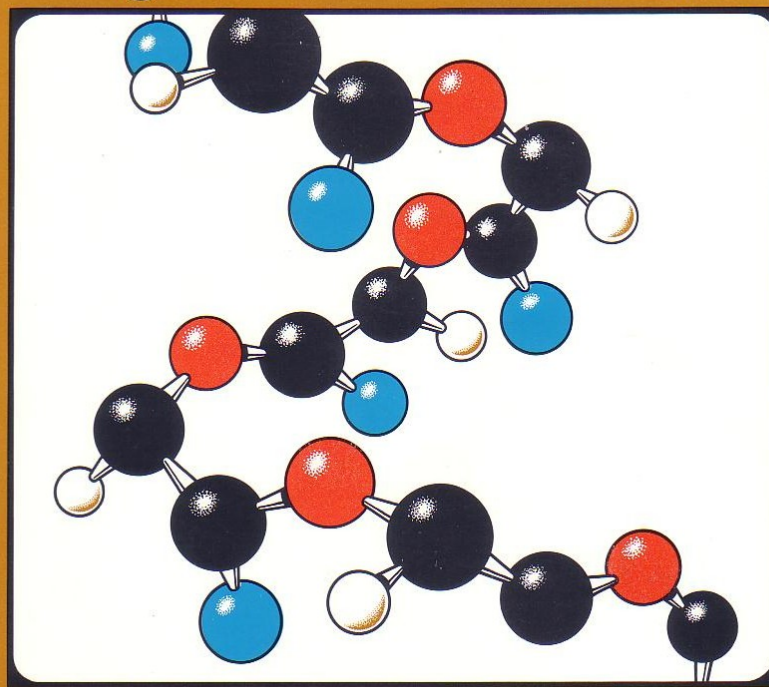
Chlorophyll besitzt einen ähnlichen Aufbau wie Häm, jedoch ist hier Magnesium-Ion das zentrale Teilchen. Chlorophyll steuert die Fotosynthese in der Pflanze. Viele andere Biokatalysatoren (Enzyme, Hormone, Vitamine) sind ebenfalls kompliziert gebaute Metallkomplexe, von denen die Zusammensetzung kaum bekannt ist.

Literaturempfehlungen

Chemie

11

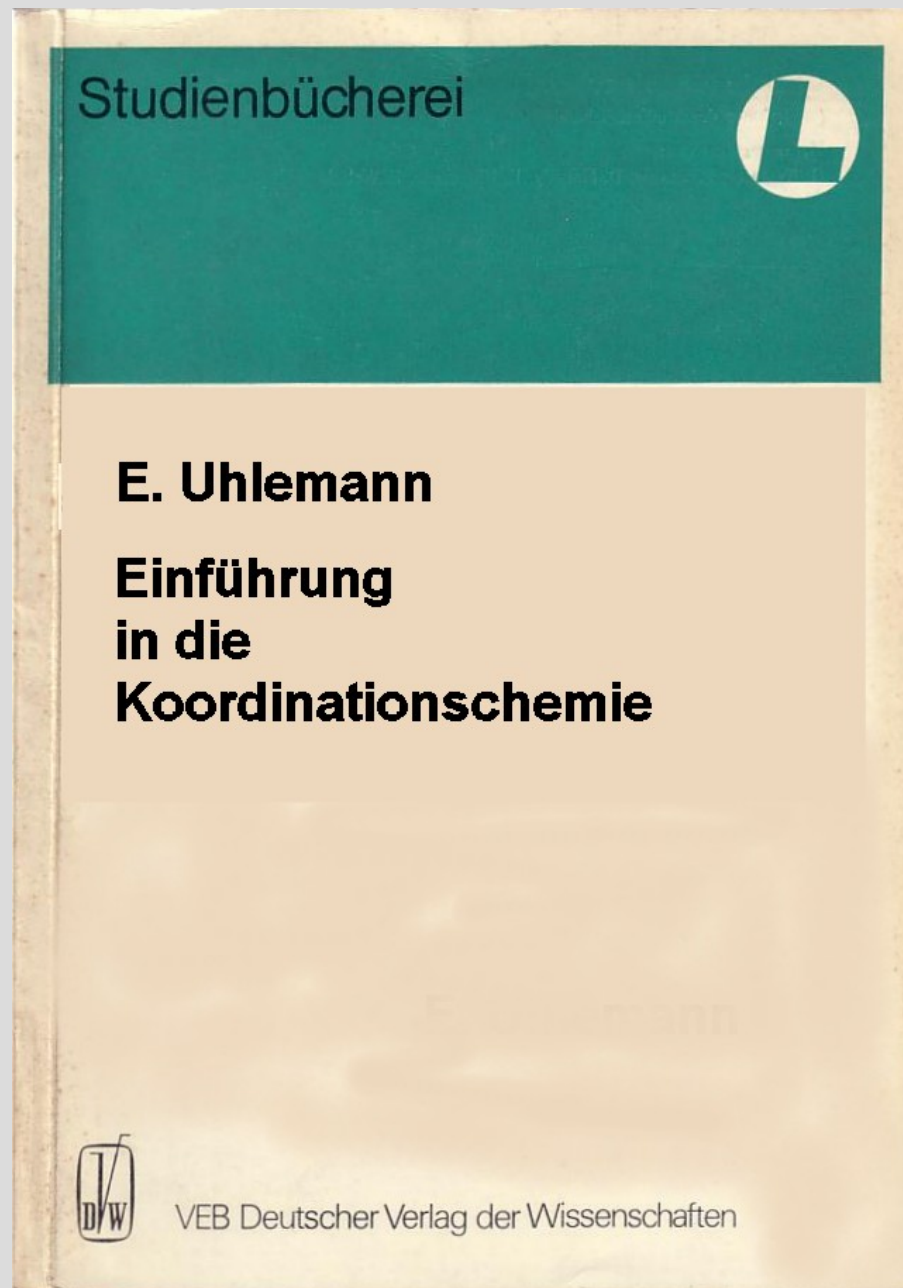
Ausgabe 1991



Literaturempfehlungen



Literaturempfehlungen



Literaturempfehlungen

