

BLOQUE III

COMPUESTOS DE COORDINACIÓN

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

COMPUESTOS DE COORDINACIÓN

- INTRODUCCIÓN
- TIPOS DE LIGANDOS
- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ESTABILIDAD DE LOS COMPLEJOS
- EQUILIBRIOS DE FORMACIÓN DE COMPLEJOS
- AGENTES QUELANTES MÁS USADOS
- ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO (EDTA)

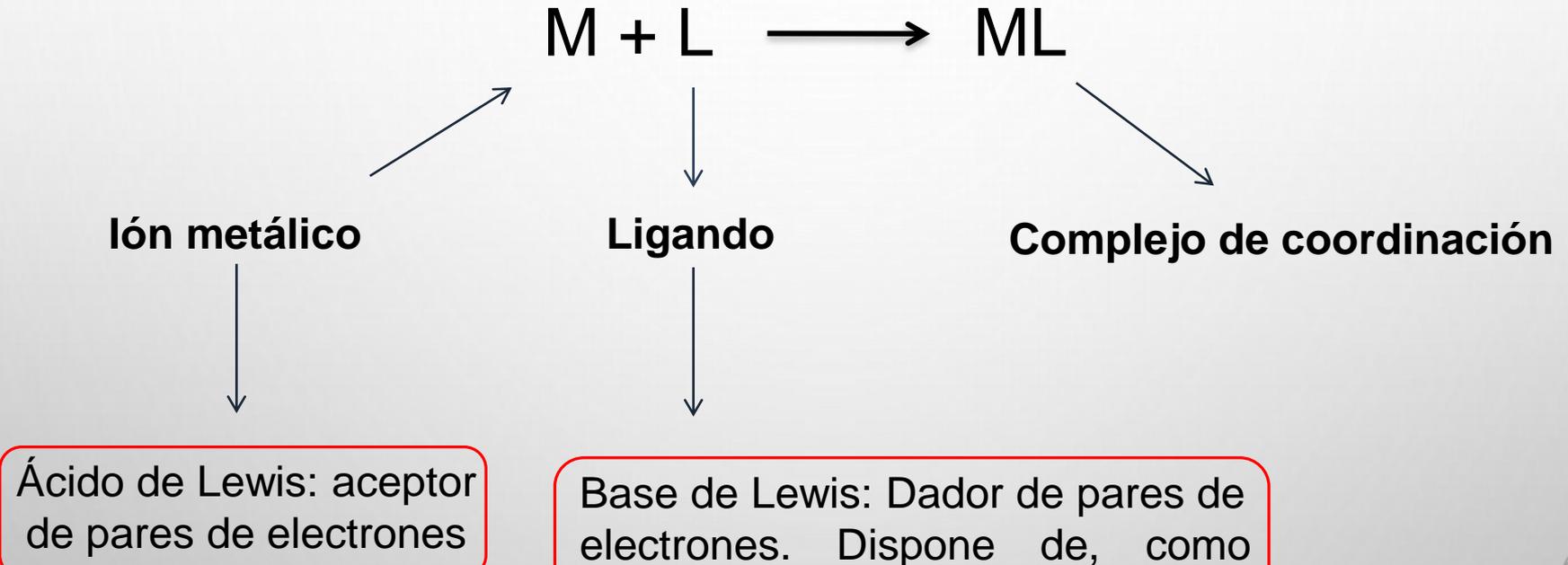
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción

Complejos: combinaciones de orden superior (ML_n) de iones metálicos (cationes) con grupos negativos (aniones) o con los extremos negativos de moléculas neutras polares. A esos grupos o moléculas se les llama ligandos.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Teoría de Werner

Valencia primaria: número de oxidación, adireccional.

Valencia secundaria: número de coordinación, disposición geométrica que minimiza las fuerzas de repulsión de las nubes de electrones.

Átomo central (*aceptor de electrones*): todos los cationes, aunque no con el mismo grado. Los mejores aceptores son los que *combinan la capacidad para atraer electrones con la disponibilidad para alojarlos en sus capas electrónicas.*



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

METALES DE TRANSICION

Metales de transición

- Disponen de orbitales vacíos de baja energía que pueden aceptar con facilidad pares de electrones.
- Especial distribución de las energías relativas de los orbitales de valencia, lo que posibilita una fácil hibridación (“mezclar-combinar” orbitales para crear nuevos orbitales)

A periodic table with transition metals highlighted in green. The highlighted elements are: Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, and Hs. A dashed blue box encloses the transition metal block, and a dashed purple arrow points from the text 'Metales de transición' to this box.

H																			He
Li	Be											B	C	N	O	F		Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl		Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br		Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I		Xe	
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At		Rn	
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt											

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ligandos: Donadores de pares electrónicos no compartidos

Pueden ser:

- Moléculas neutras: H_2O , NH_3 , CO ,.....
- Aniones: CN^- , OH^- , X^-

COMPUESTO	NOMBRE	NOMBRE COMO LIGANDO
NH_3	Amoniaco	Amín
H_2O	Agua	Acua
CO	Monóxido de carbono	Carbonil
PH_3	Fosfina	Fosfin
NO	Oxido nítrico	Nitrosil
Cl^-	Cloruro	Cloro
F^-	Floruro	Fluora

Cartagena99

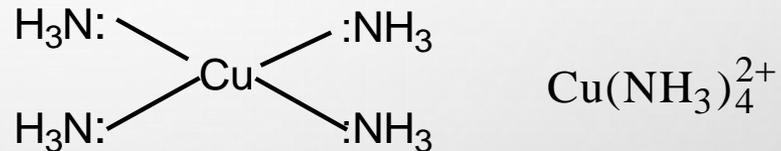
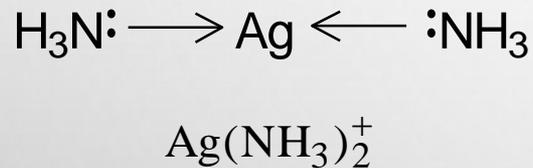
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Tipos de ligandos

Según el número de puntos de unión al metal pueden ser:

Monodentados: donan un par de electrones, por ejemplo: H_2O , NH_3 , CN^- , Cl^-



El agua, el amoníaco, el anión cianuro y los aniones haluro son ejemplos de



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Tipos de ligandos (Según el número de puntos de unión al metal pueden ser)

Los ligandos que se unen al metal a través de dos átomos se llaman ligandos bidentados, como la glicina o la etilendiamina. Por otro lado, los complejos pueden presentar carácter catiónico, aniónico o neutro, como ocurre con los tres complejos de cobre anteriormente citados.

Bidentados: Dos puntos de unión al metal, por ejemplo:

Etilendiamina:



8-hidroxiquinoleína:



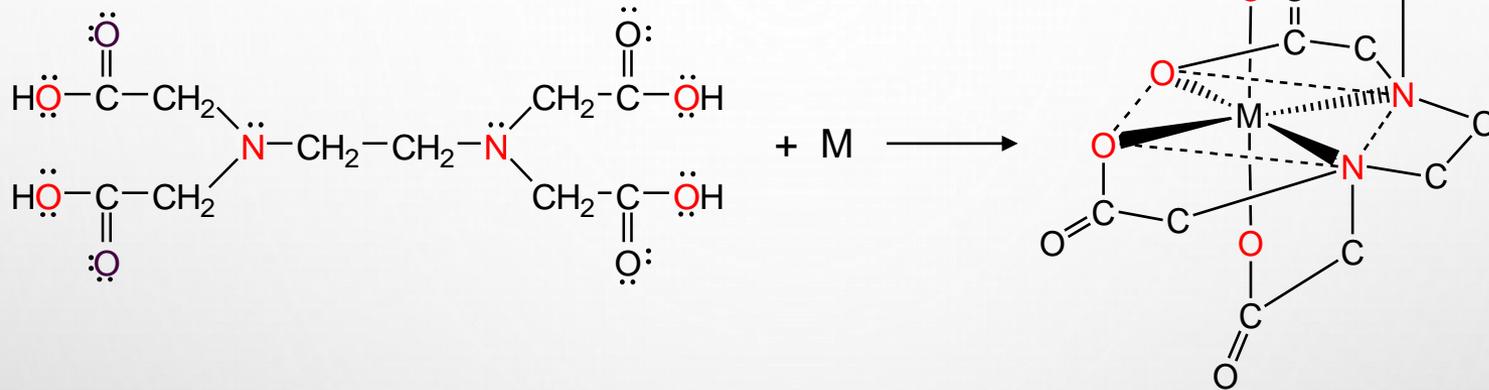
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Multidentados: Más de dos puntos de unión, por ejemplo: EDTA o ligandos quelantes. Este aspecto origina estructuras cíclicas.

EDTA: ácido etilendiaminotetraacético



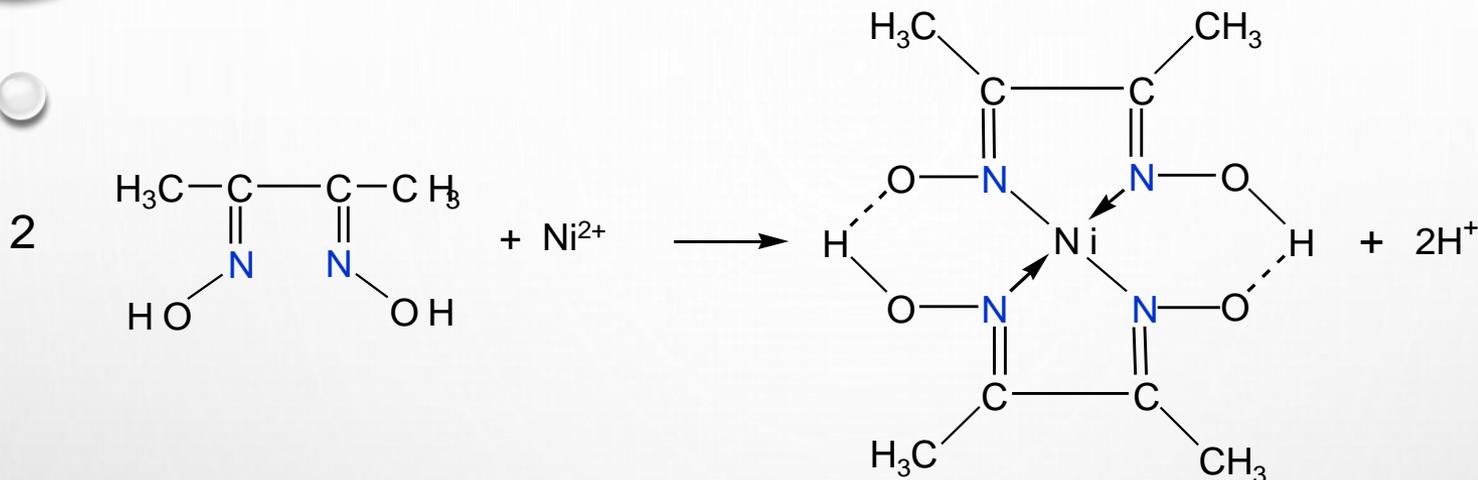
La mayoría de los metales de transición se enlazan a seis átomos del ligando, cuando un ligando se enlaza al ión metálico a través de seis átomos se denomina **ligando multidentado o ligando quelante**. También se puede hablar de agentes quelantes tridentados, tetradentados, pentadentados y hexadentados.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Complejo de Ni(II) con dimetilglioxima



Ligandos puente: los que unen átomos centrales.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Se llama **número de coordinación** de un compuesto de coordinación al número de ligandos unidos al ión central. Un mismo ión metálico puede presentar más de un número de coordinación, dependiendo de la naturaleza del ligando, como ocurre con Cu(II), que complejado por amoníaco o cloruro, su n° de coordinación es 4, pero si el ligando es etilendiamina, el n° de coordinación es 2. Por otro lado, los complejos pueden presentar carácter catiónico, aniónico o neutro, como ocurre con los tres complejos de cobre anteriormente citados.

Número de coordinación: Es el número de ligandos unidos al ión central.

Un mismo ión metálico puede tener más de un número de coordinación, por ejemplo el Cu (II) puede presentar:



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Clasificación del complejo resultante, según su carga:

Complejos

COMPLEJOS IÓNICOS

Aniónicos: tetracloroplatinato $[\text{PtCl}_4]^{-2}$

Catiónicos: tetraamincuprato $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$

COMPLEJOS NEUTROS

Tetracloroniquel $[\text{Ni}(\text{Cl})_4]$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Factores que influyen en la estabilidad de los complejos

Átomo Central

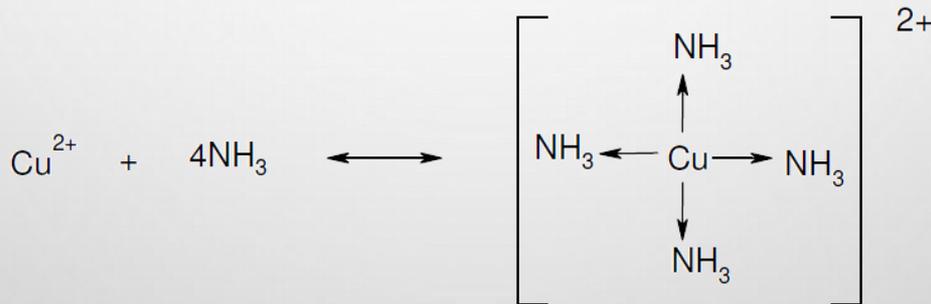
Carga del catión

Tamaño

Más orbitales vacíos

Efecto quelato

La estabilidad de un complejo aumenta en general, si se sustituyen “n” ligandos monodentados por un ligando n-dentado.



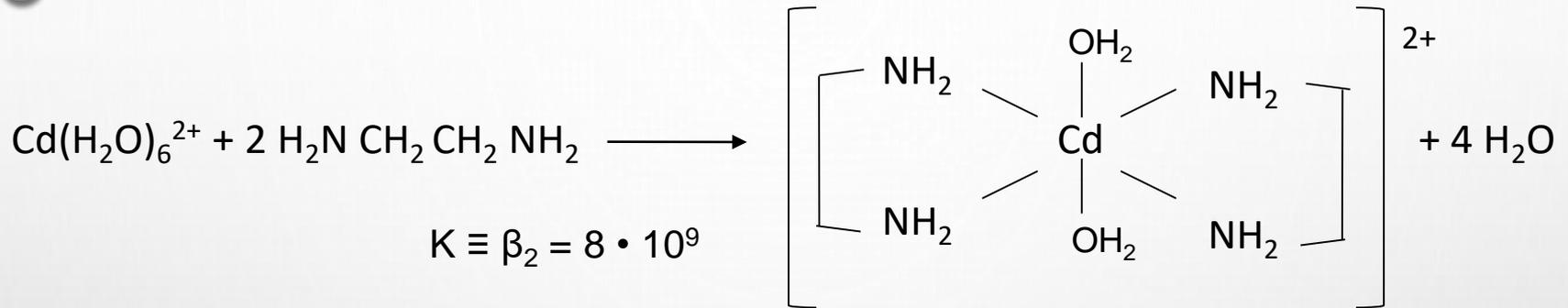
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

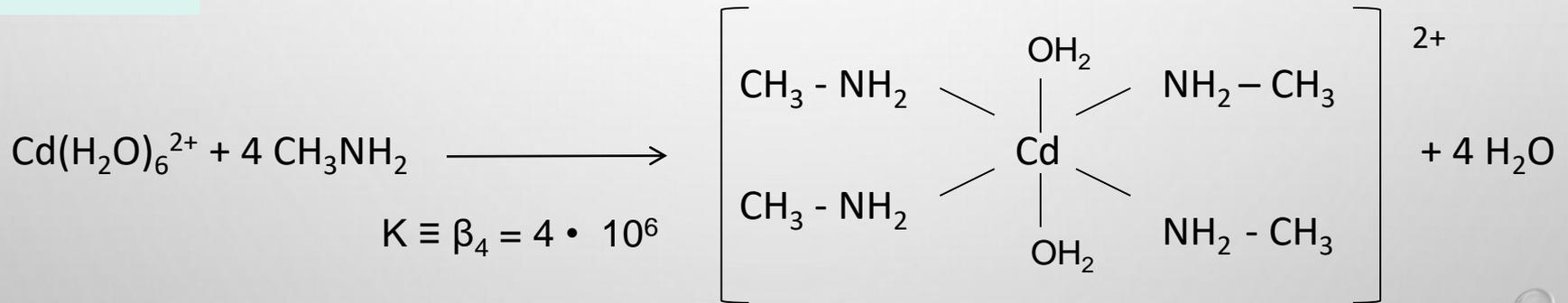
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Efecto quelato Se denomina efecto quelato a la capacidad de los ligandos multidentados para formar complejos metálicos más estables que los que pueden formar con ligandos monodentados similares.

Reacción 1:



Reacción 2:



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

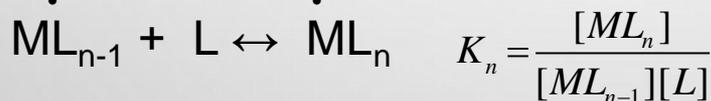
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Equilibrios de formación de complejos

Las reacciones de complejación ocurren por etapas:



⋮



**Constantes de
formación sucesivas**

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

En las reacciones de formación de complejos un ión metálico M reacciona con un ligando L para formar el complejo ML. Cuando el complejo tiene un número de coordinación mayor o igual a 2 podemos hablar de **constantes de formación sucesivas** (K). Los ligandos monodentados se agregan siempre en una serie de etapas sucesivas. En el caso de los ligandos multidentados, el número de coordinación puede satisfacerse con un solo ligando o con varios ligandos agregados.

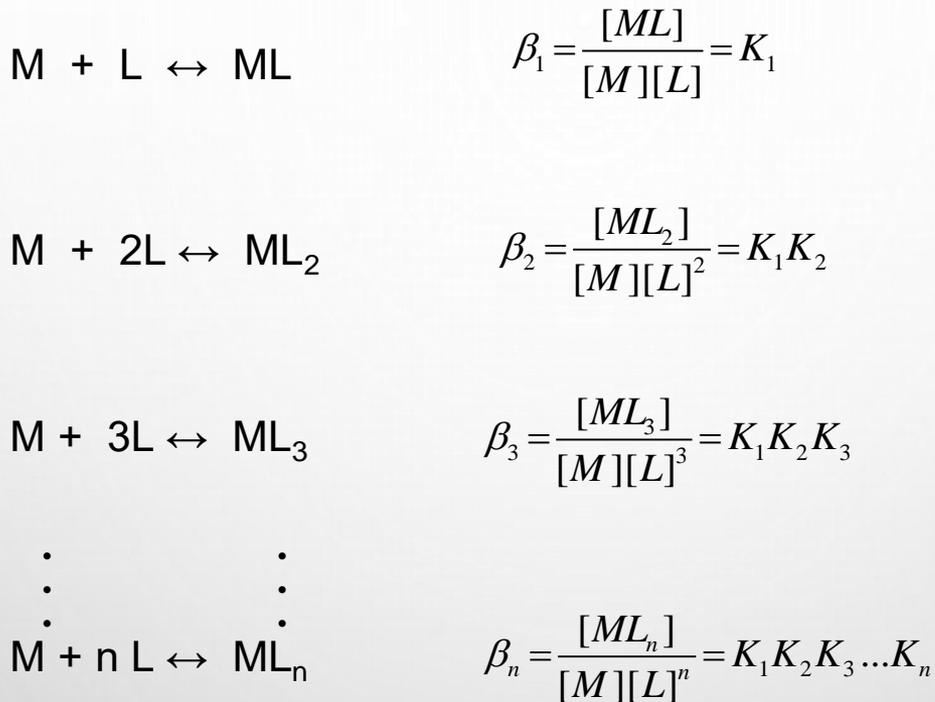
La inversa de la K_f es la K_d . Su relación es: $K_f = 1/K_d$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Los equilibrios de formación de complejos también pueden expresarse como suma de etapas individuales:



Constantes de formación globales

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Los equilibrios de formación de complejos también pueden escribirse como la suma de cada una de las etapas individuales, en su caso tendrán constantes de formación globales (β). Salvo en para la primera etapa que corresponde a $\beta_1=K_1$, las constantes de formación globales son productos de las constantes de formación sucesivas de cada una de las etapas que dan lugar al producto.

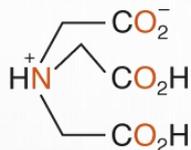
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

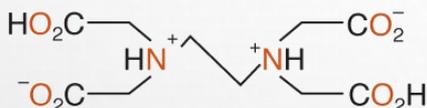
Agentes quelantes más usados.

Se usan para hacer valoraciones complexométricas mediante la formación de un complejo.



Ácido nitriloacético

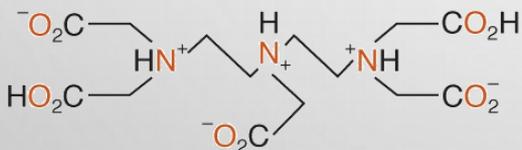
NTA
Nitrilotriacetic acid



EDTA

Ethylenediaminetetraacetic acid
(also called ethylenedinitrilotetraacetic acid)

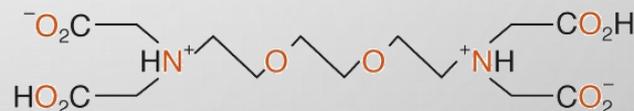
Ácido etilendiaminotetraacético
(ó Ácido etilendinitrilotetraacético)



DCTA

trans-1,2-Diaminocyclohexanetetraacetic acid

Ácido *trans*-1,2-diaminociclohexanotetraacético



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

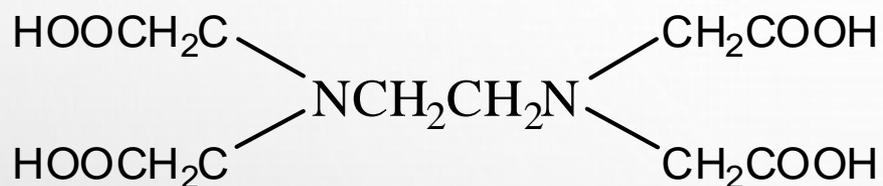
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

tetraacético

Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)

- Es el agente quelante más empleado.
- Permite la determinación de muchos elementos de la tabla periódica, es un aditivo, anticoagulante, etc.
- Pertenece a la familia de los ácidos poliaminocarboxílicos .



Valores de pK_a de H_4Y (ácido libre)

$$pK_1 = 2,0$$

$$pK_2 = 2,66$$

$$pK_3 = 6,16$$

$$pK_4 = 10,24$$

- El EDTA puede existir en 6 formas diferentes, prevaleciendo una u otra en función del pH.
- Sistema con los nitrógenos protonados (H_6Y^{2+}).
- Ácido libre (H_4Y)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

El EDTA pertenece a la familia de los ácidos poliaminocarboxílicos y contiene seis posibles posiciones de enlace con el ión metálico: cuatro grupos carboxilo y dos grupos amino. El EDTA es un ligando hexadentado. Las cuatro primeras constantes de disociación del EDTA corresponden a los grupos carboxílicos, mientras que K_5 y K_6 corresponden a la disociación de los protones de los grupos amonio.

El ácido libre (H_4Y) y la sal disódica dihidratada ($Na_2H_2Y \cdot 2H_2O$) se encuentran disponibles comercialmente con calidad reactivo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70