

INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA DE COORDINACIÓN

QUÍMICA INORGÁNICA I

PROF. PAULINO GUILLERMO ZERÓN ESPINOSA

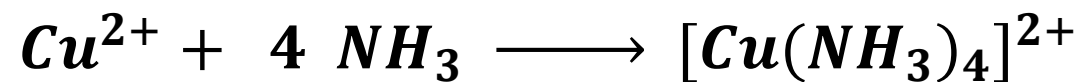


Aducto

Ácido de
Lewis

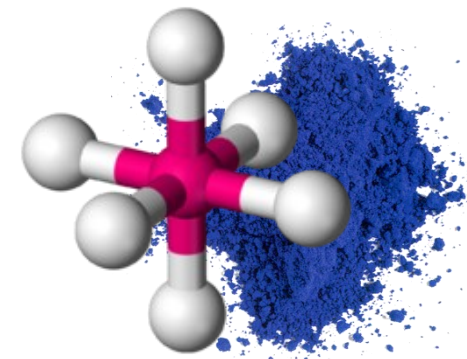
Base de
Lewis

Aducto



Enlace Covalente
Coordinado

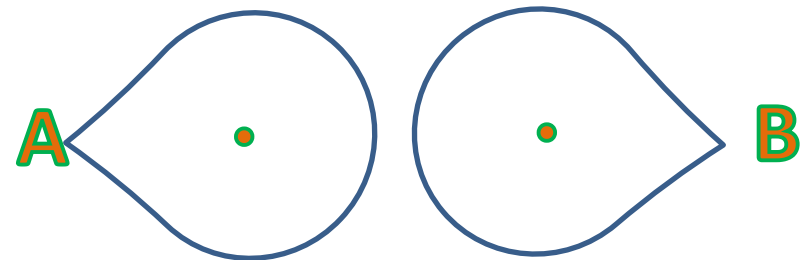
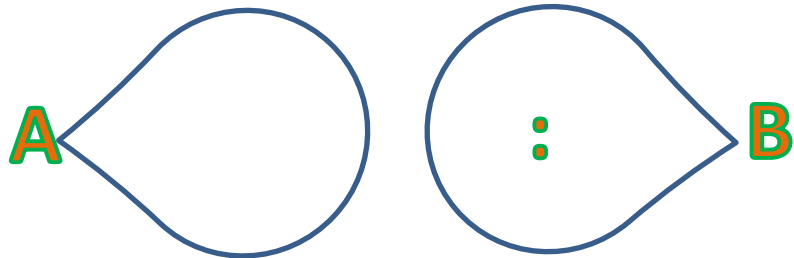
Electrones
Prestados



**Compuestos
covalentes
coordinados**

VS

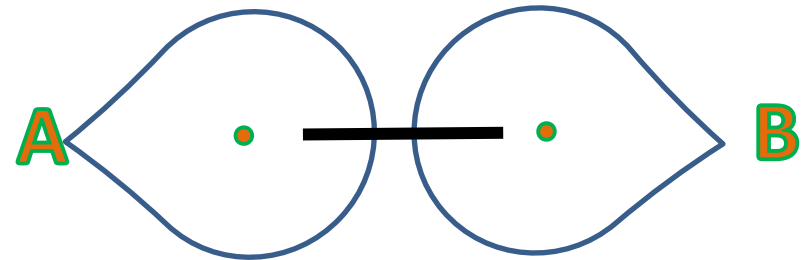
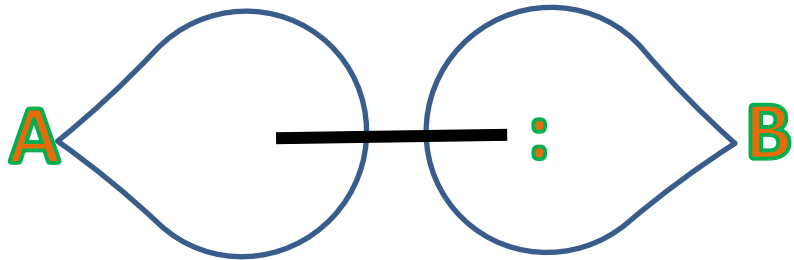
**Compuestos
covalentes**



Compuestos covalentes coordinados

VS

Compuestos covalentes



**Compuestos
covalentes
coordinados**

VS

**Compuestos
covalentes**



Ácidos de Lewis

1 IA	New Original	Alcalinos	Actínidos	Solid																18 VIIIA										
1	H 1.0078	21 Sc 44.955910	22 Ti 47.867	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.938049	26 Fe 55.8457	27 Co 58.933200	28 Ni 58.6934	29 Cu 63.546	30 Zn 65.409	39 Y 88.90585	40 Zr 91.224	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90550	46 Pd 106.42	47 Ag 107.8682	48 Cd 112.411	72 Hf 178.49	73 Ta 180.9479	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.217	78 Pt 195.078	79 Au 196.96655	80 Hg 200.59
2	Li 6.941	Escandio	Titanio	Vanadio	Cromo	Manganeso	Hierro	Cobalto	Níquel	Cobre	Zinc	Itrio	Circonio	Niobio	Molibdeno	Tecnecio	Rutenio	Rodio	Paladio	Plata	Cadmio	Hafnio	Tántalo	Wolframio	Renio	Osmio	Iridio	Platino	Oro	Mercurio
3	Na 22.989	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
4	K 39.098	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	Rb	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
5	Rb 85.468	57 to 71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
6	Cs 132.905	57 to 71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
7	Fr (223)	57 to 71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105

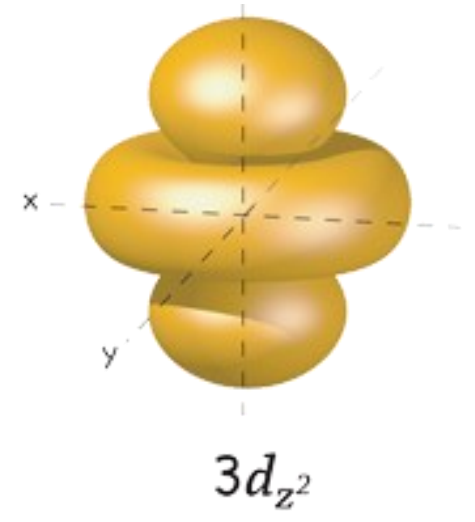
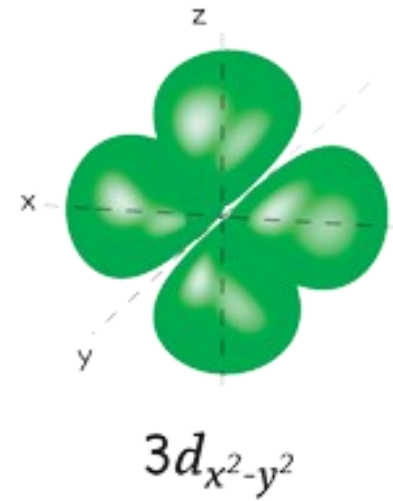
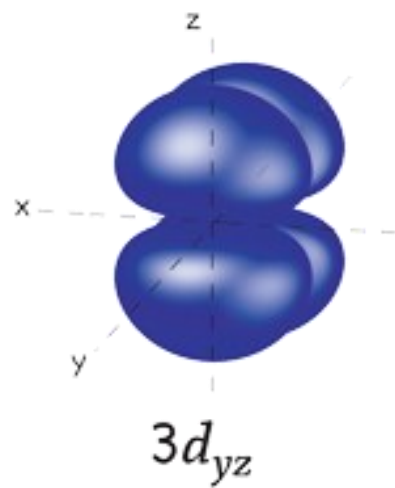
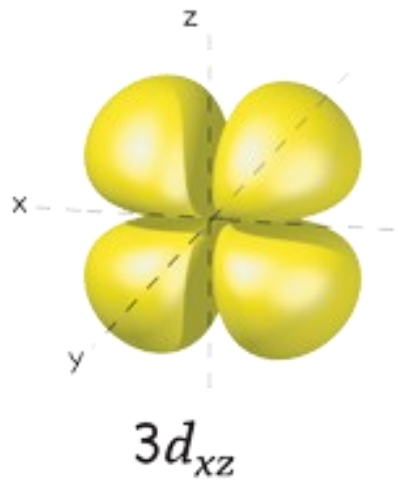
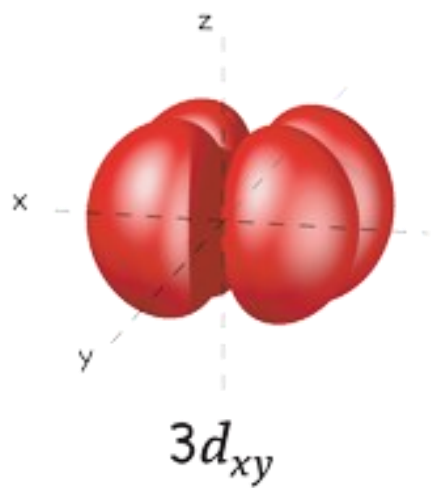
Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

Design Copyright © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com) http://www.dayah.com/periodic/

Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

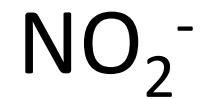
57 La Lantano 138.9055	58 Ce Cerio 140.116	59 Pr Praseodimio 140.90765	60 Nd Neodimio 144.24	61 Pm Prometio (145)	62 Sm Samario 150.36	63 Eu Europio 151.964	64 Gd Gadolinio 157.25	65 Tb Terbio 158.92534	66 Dy Disprosio 162.500	67 Ho Holmio 164.93032	68 Er Erbio 167.259	69 Tm Tulio 168.93421	70 Yb Iterbio 173.04	71 Lu Lutecio 174.967
89 Ac Actinio (227)	90 Th Torio 232.0381	91 Pa Protactinio 231.03688	92 U Uranio 238.02891	93 Np Neptunio (237)	94 Pu Plutonio (244)	95 Am Americio (243)	96 Cm Curio (247)	97 Bk Berkelio (247)	98 Cf Californio (251)	99 Es Einstenio (252)	100 Fm Fermio (257)	101 Md Mendelevio (258)	102 No Nobelio (259)	103 Lr Lawrencio (262)

¿Por qué metales de transición?



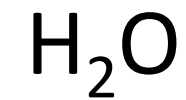
Bases de Lewis | Ligantes

Inorgánicos



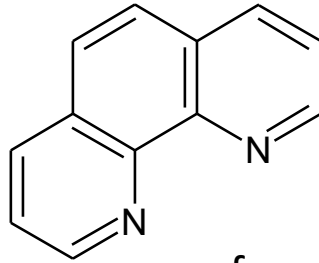
Cargados

Neutros

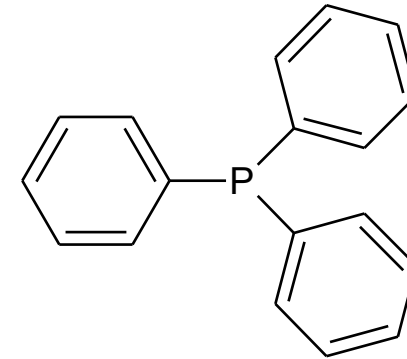


Bases de Lewis | Ligantes

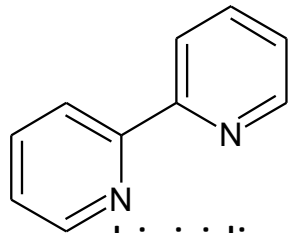
Orgánicos



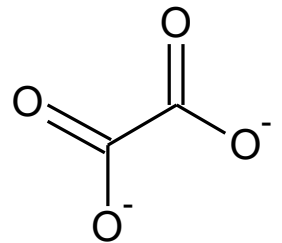
fenantrolina



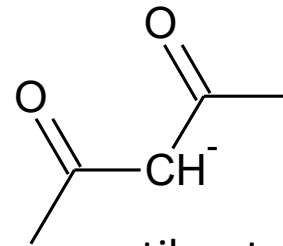
trifenilfosfina



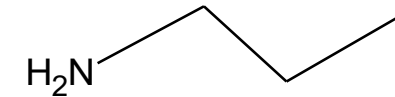
bipiridina



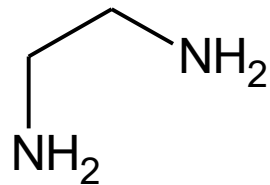
oxalato



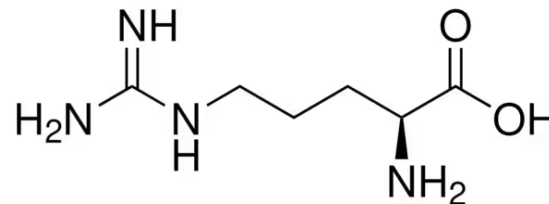
acetilacetonato



propilamina

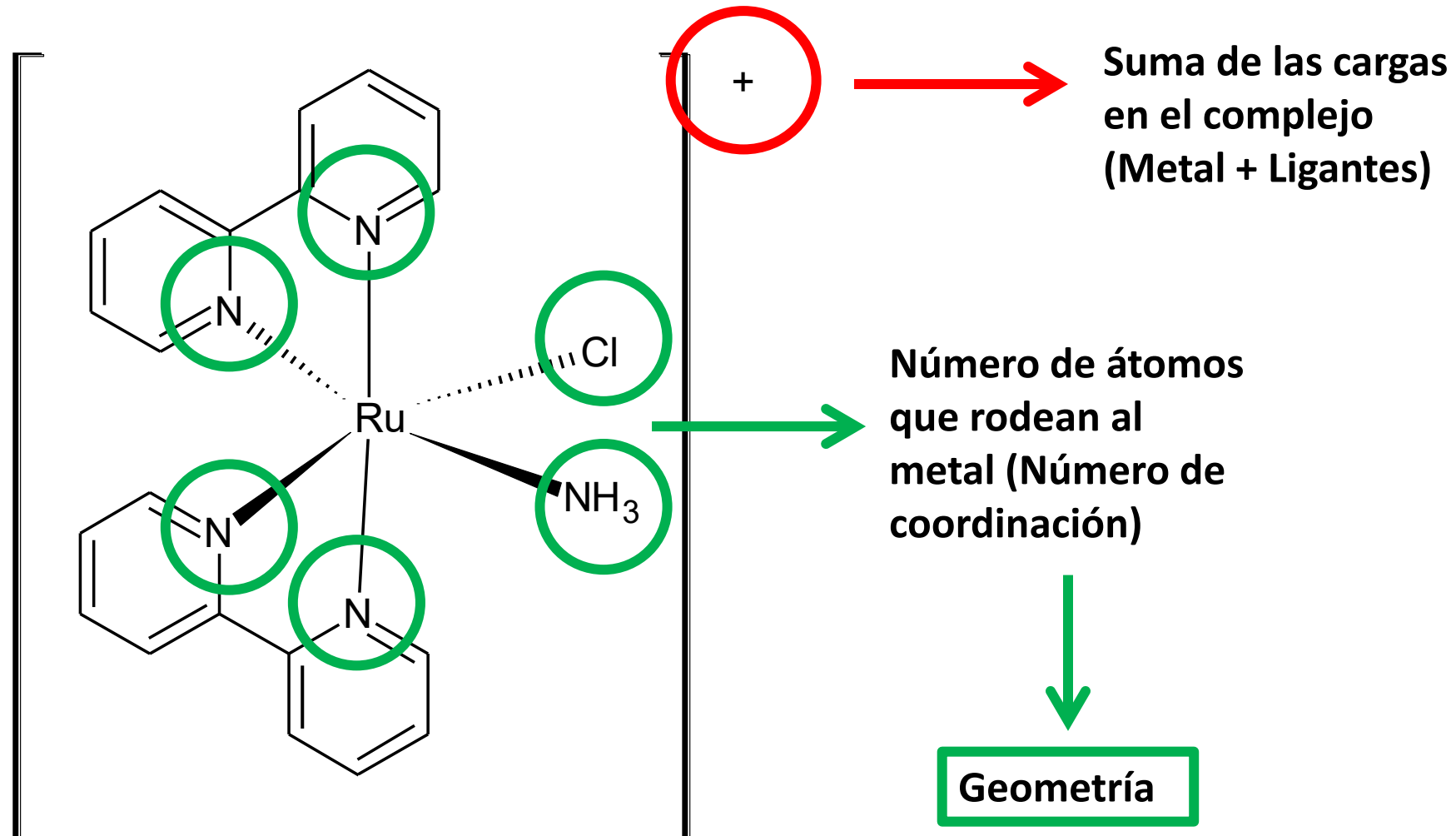


etilendiamina

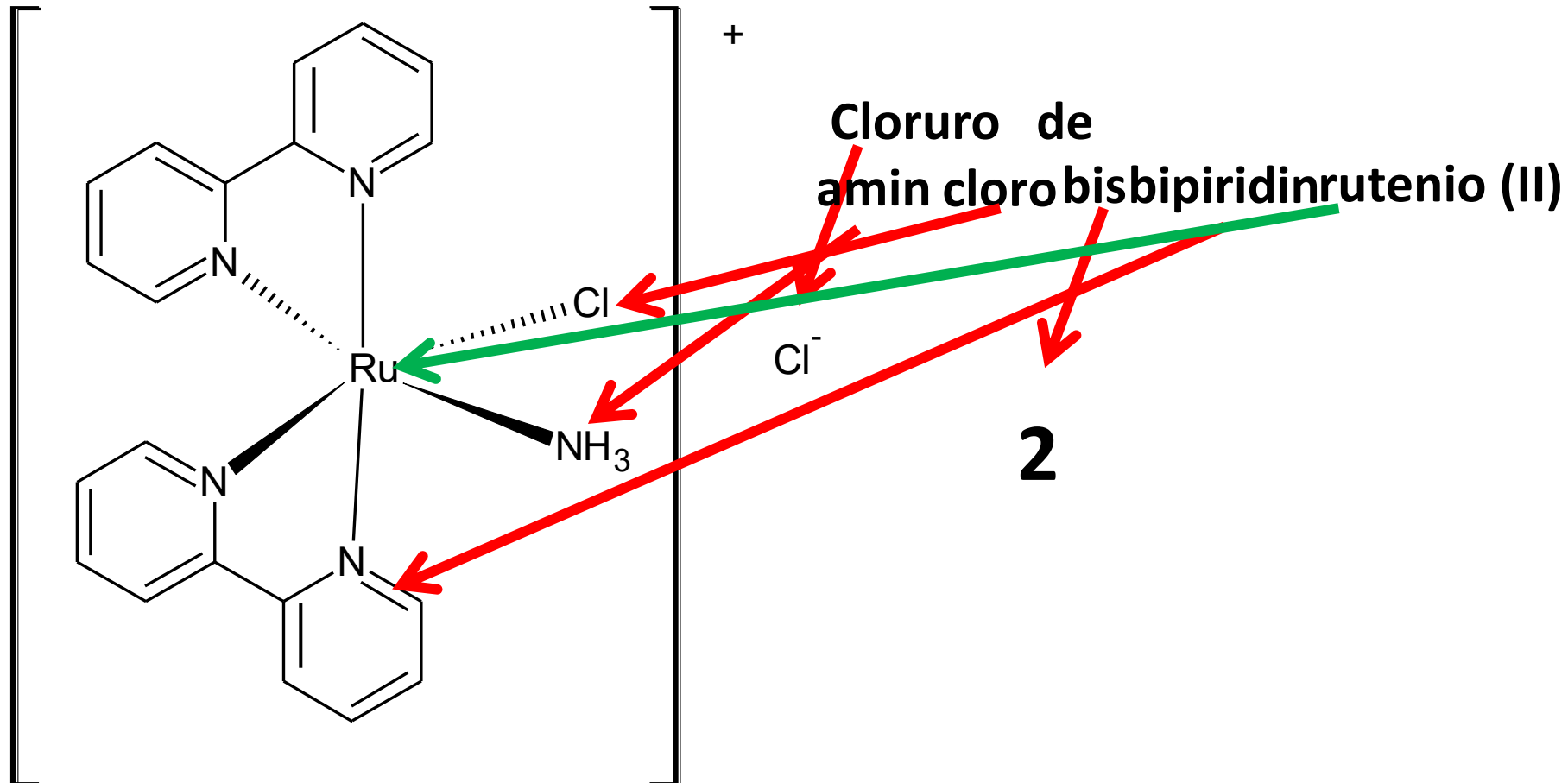


arginina

Compuestos de Coordinación

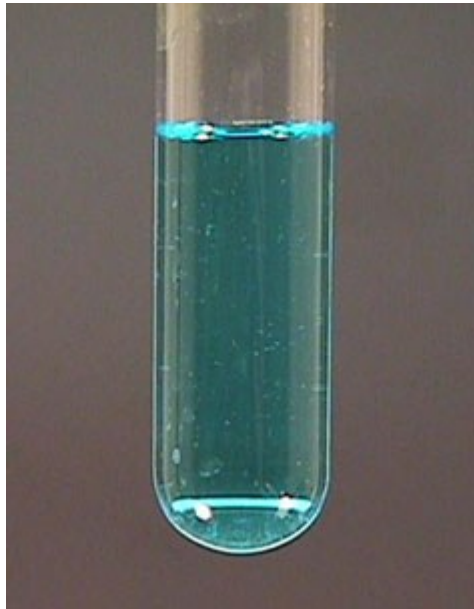


Nomenclatura de compuestos de coordinación

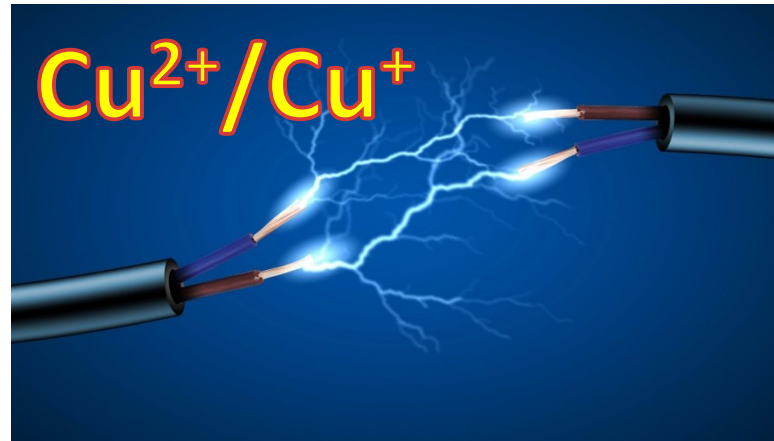


Características

Color

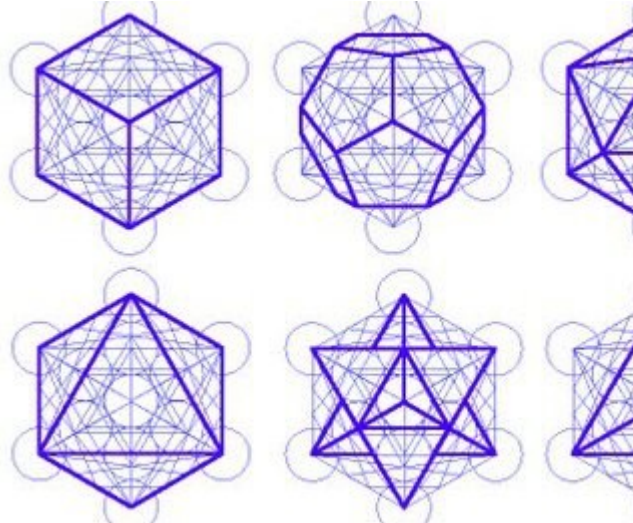


REDOX

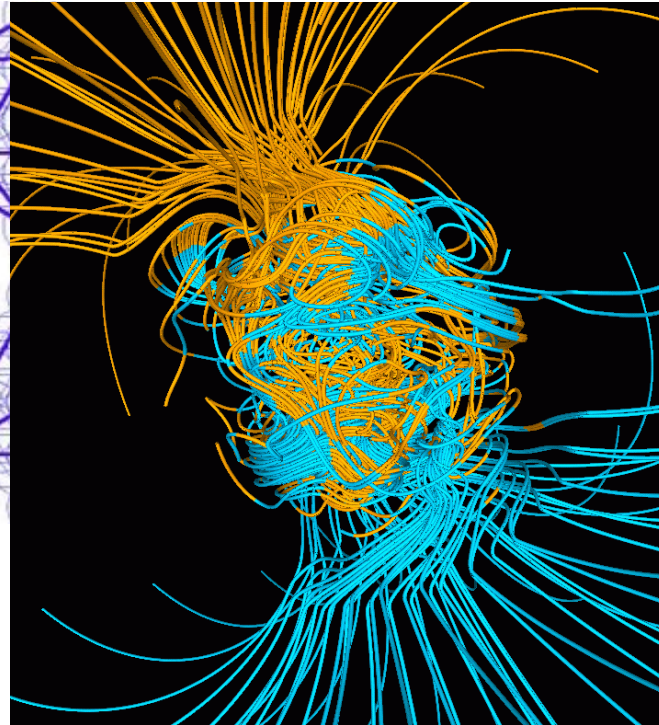


Características

Geometría

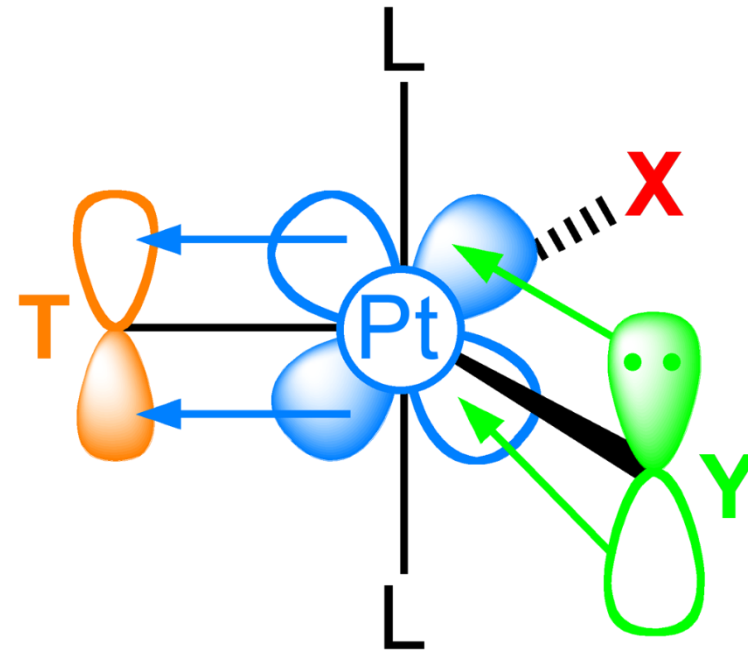
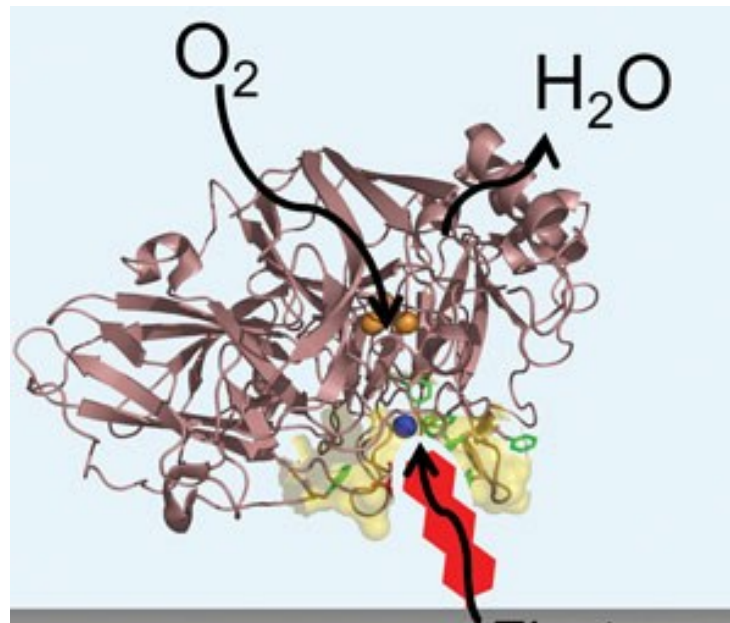


Paramagnetismo



Características

Reactividad

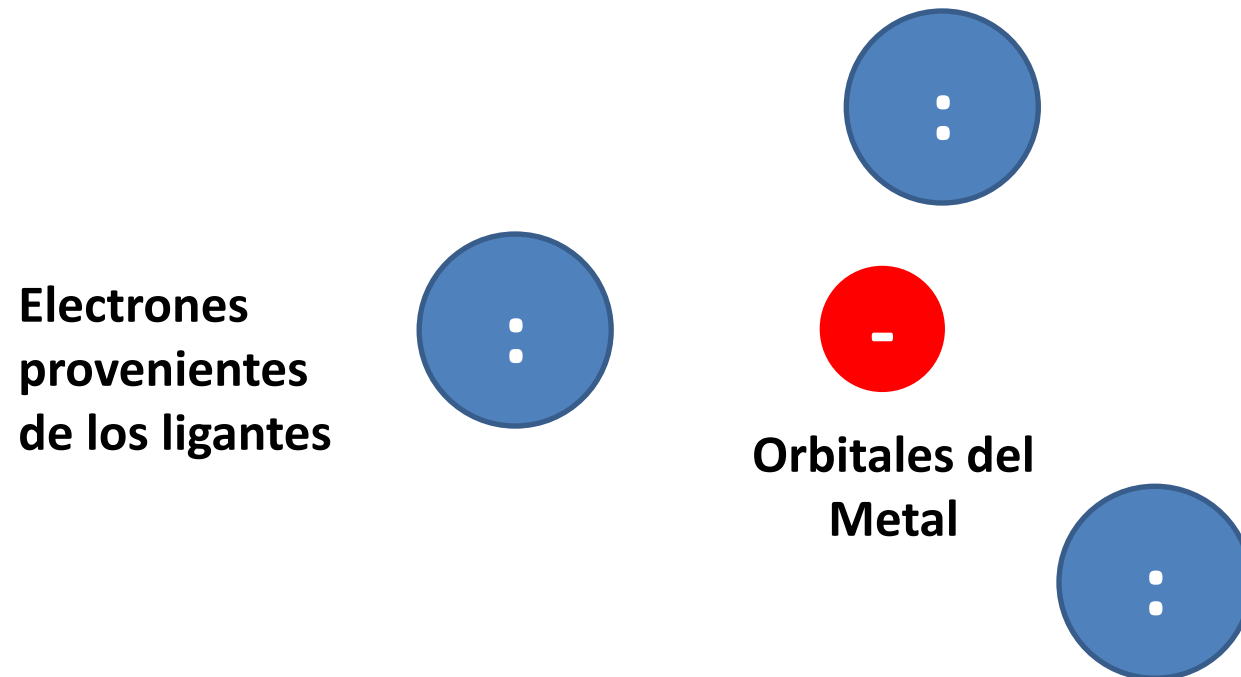


Geometrías más comunes

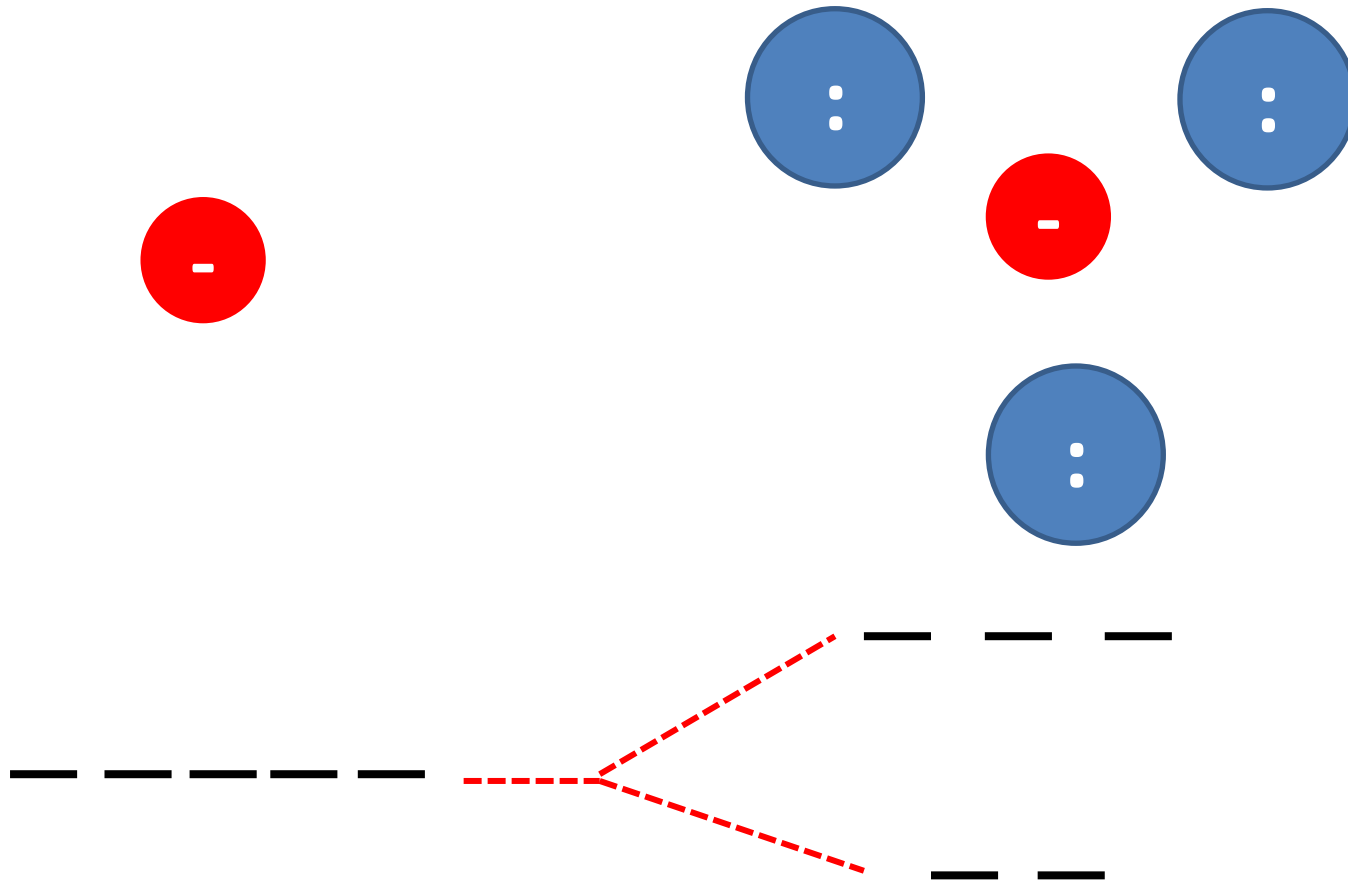
Número de Coordinación	Geometrías
4	Cuadrado, Tetraedro
5	Bipirámide trigonal, Pirámide de base cuadrada
6	Octaedro

Teoría de Campo Cristalino

Repulsiones Electroestáticas

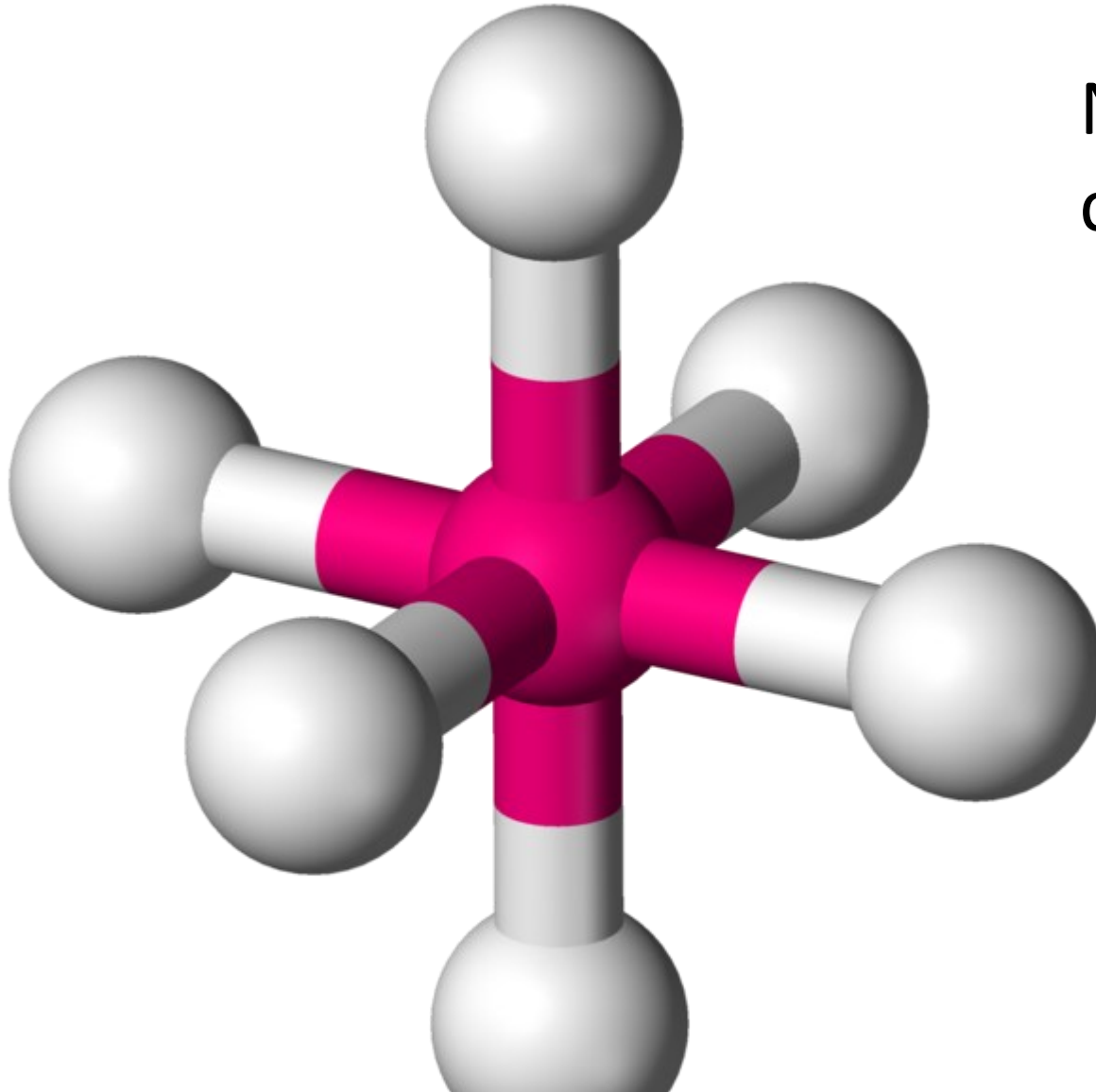


Teoría de Campo Cristalino



Octaedro

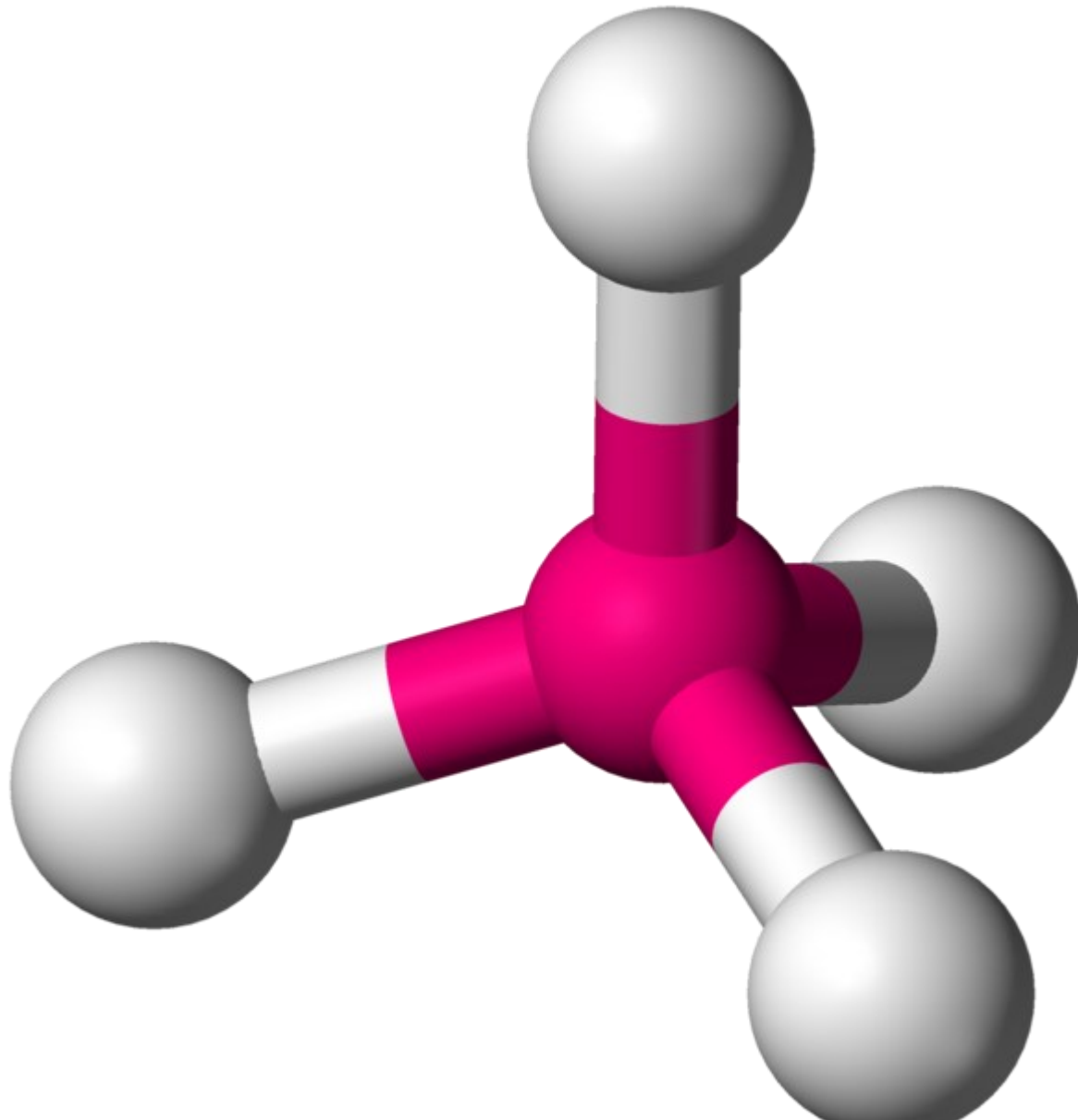
Número de
coordinación 6



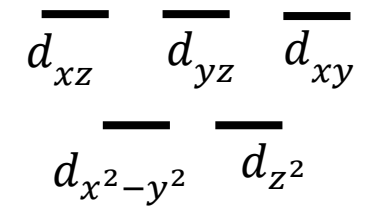
$$\overline{d_{x^2-y^2}} \quad \overline{d_{z^2}}$$

$$\overline{d_{xz}} \quad \overline{d_{yz}} \quad \overline{d_{xy}}$$

Tetraedro

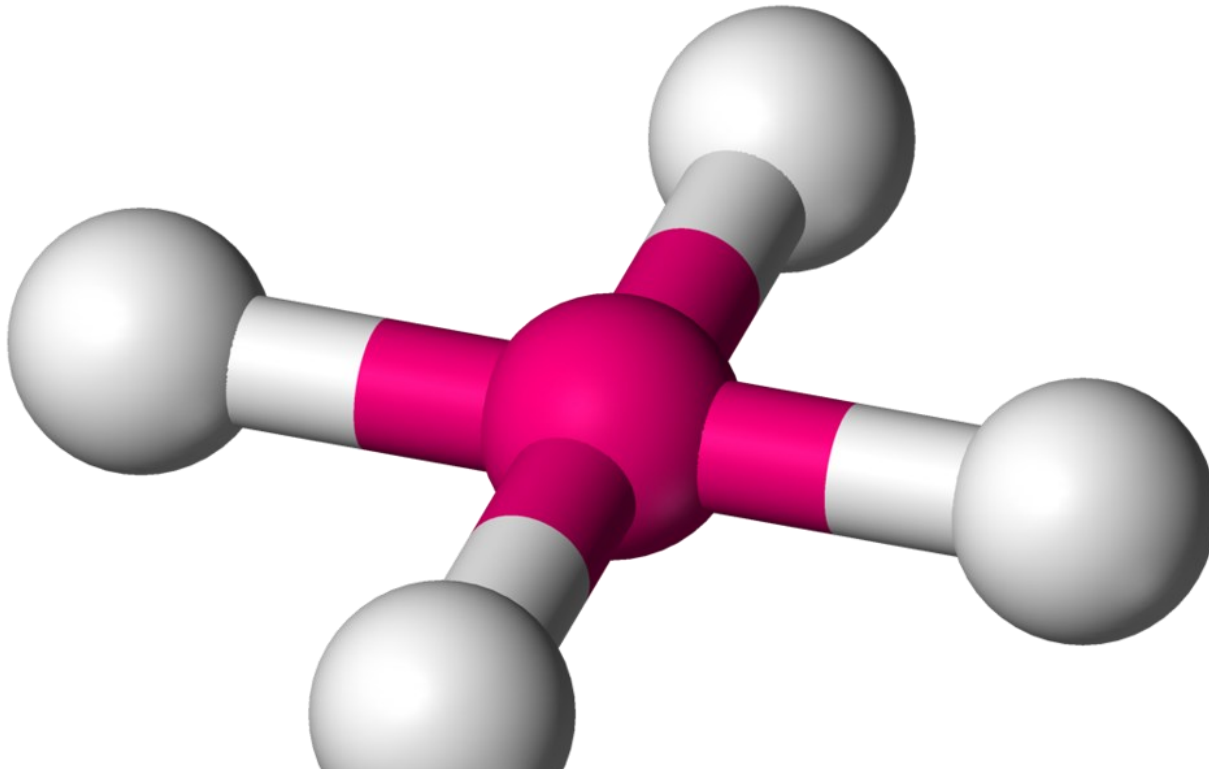


Número de
coordinación 4



Cuadrado

Número de coordinación; 4

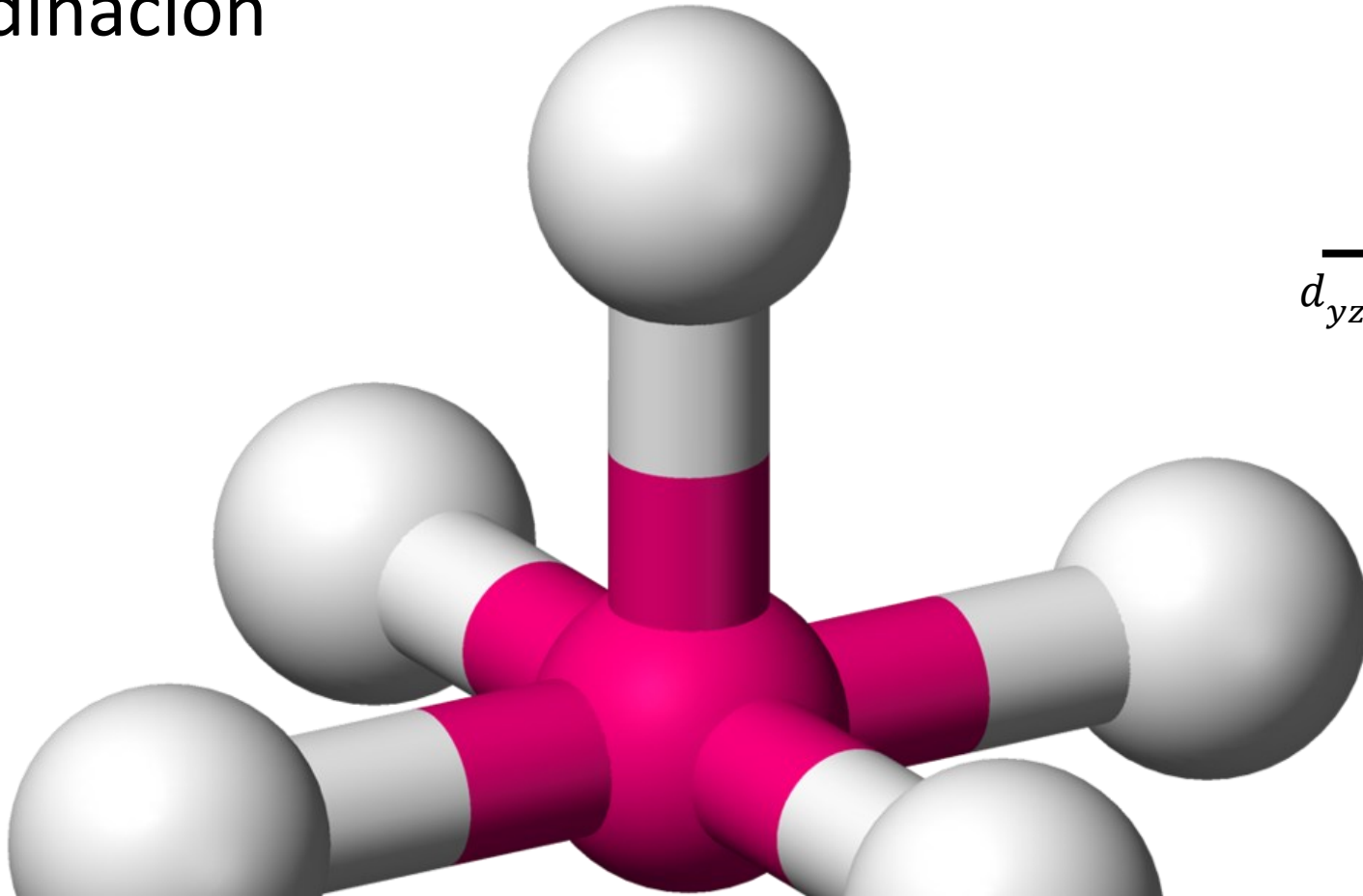


$$\overline{d_{x^2-y^2}}$$

$$\begin{array}{c} \overline{d_{xy}} \\ \overline{d_{z^2}} \\ \overline{d_{yz}} \quad \overline{d_{xz}} \end{array}$$

Pirámide de base cuadrada

Número
de coordinación
5



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

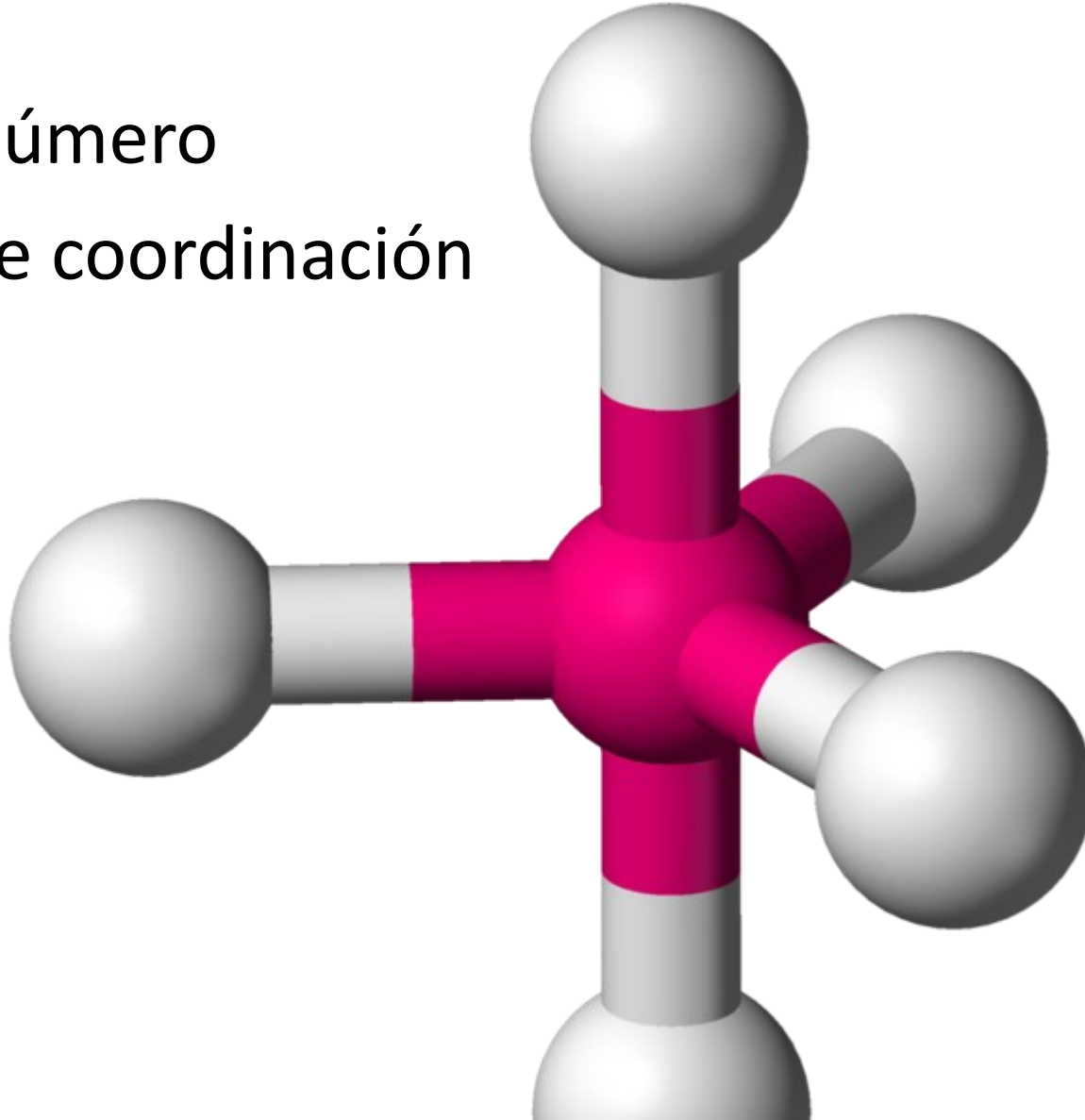
$$\overline{d_{z^2}}$$

$$\overline{d_{xy}}$$

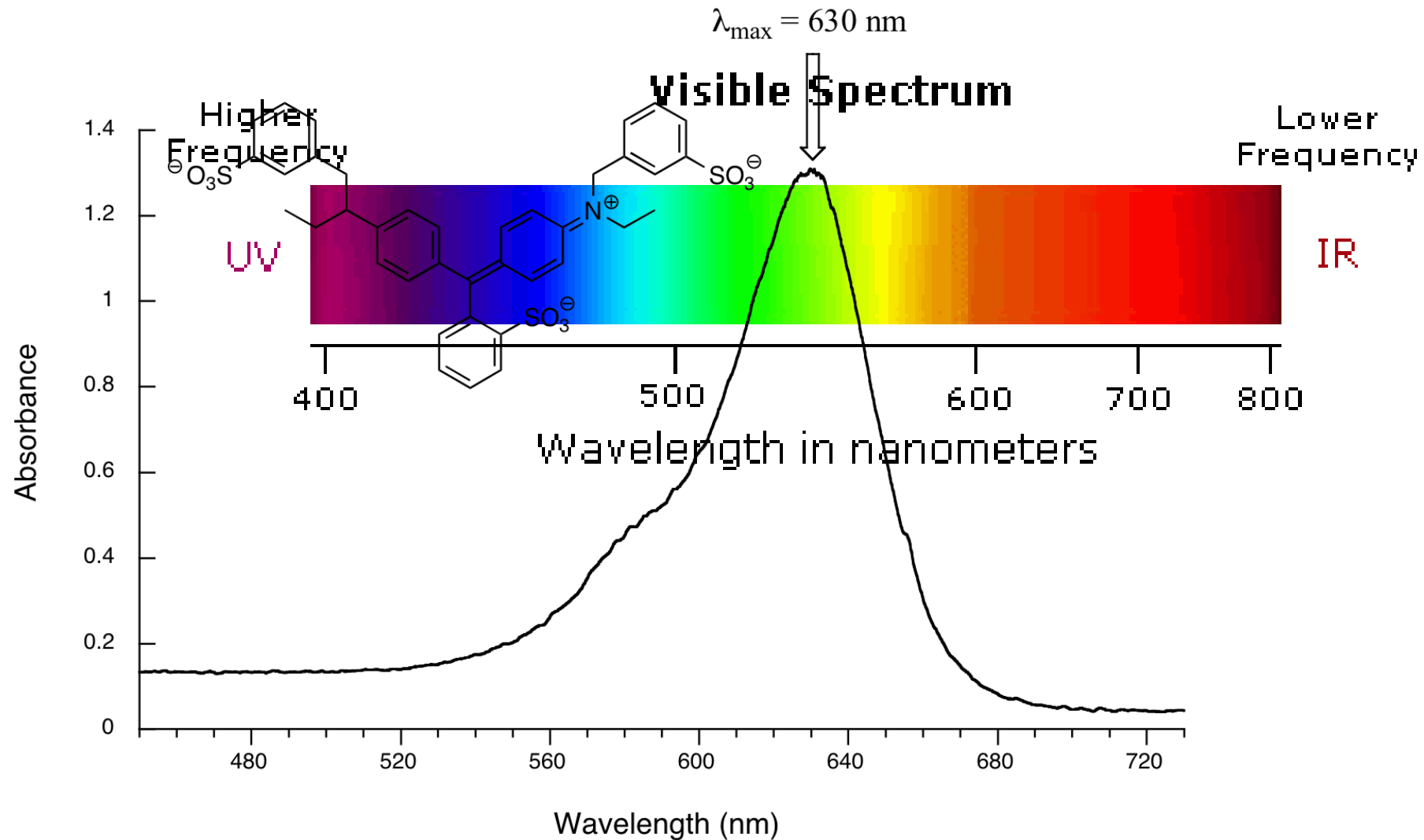
$$\overline{d_{yz}} \quad \overline{d_{xz}}$$

Bipiramide de base trigonal

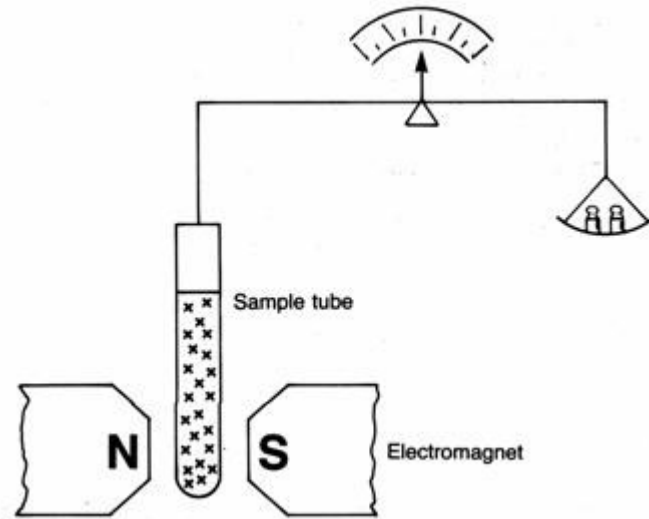
Número
de coordinación
5

 $\overline{d_{z^2}}$ $\overline{d_{xy}}$ $\overline{d_{x^2-y^2}}$ $\overline{d_{yz}}$ $\overline{d_{xz}}$

Propiedades ópticas – UV-Visible



Susceptibilidad magnética



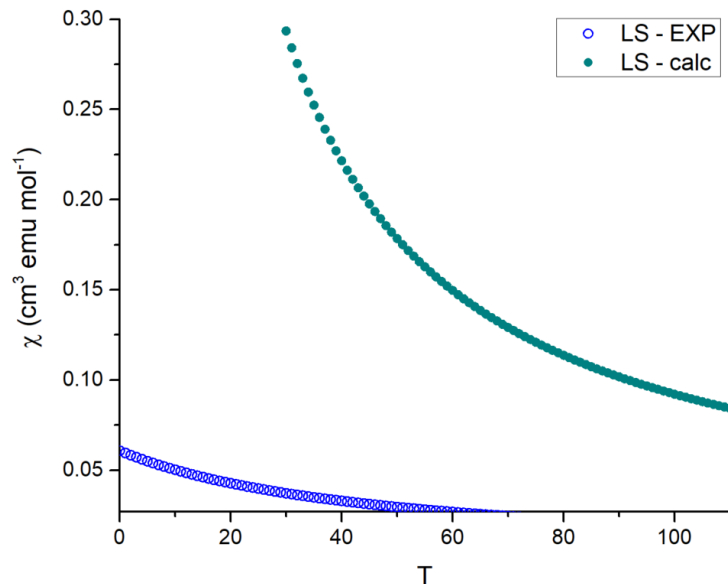
Electrones desapareados

Susceptibilidad magnética

$$\chi_M = \frac{\mu_0 N_A \mu^2}{3kT}$$

$$\mu = 2.8278 MB \sqrt{\chi_M T}$$

$$\mu = [n(n + 2)]^{1/2}$$



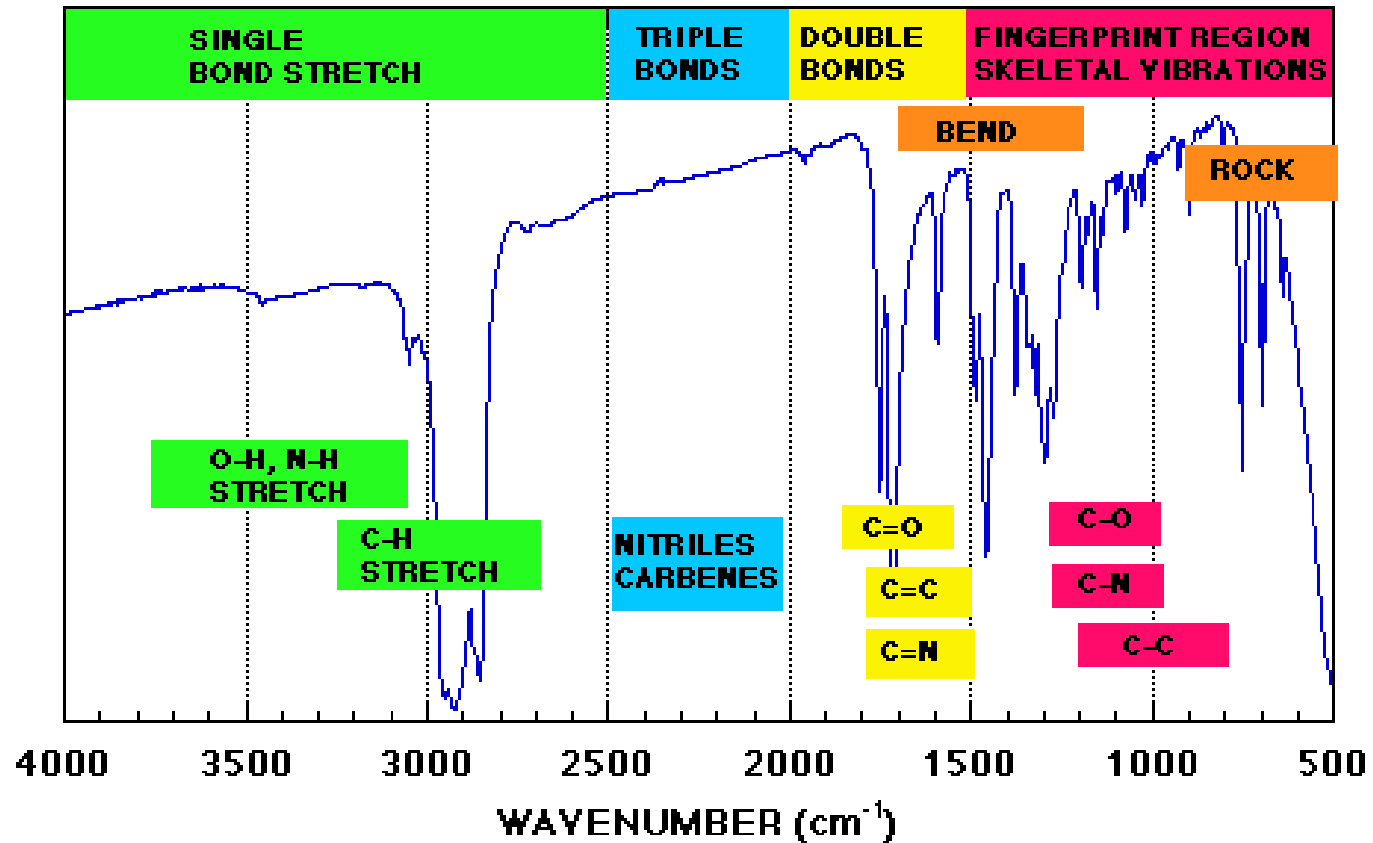
Ley de Curie

$$\chi = \frac{N g^2 \beta^2}{3kT} S(S + 1)$$

Susceptibilidad magnética

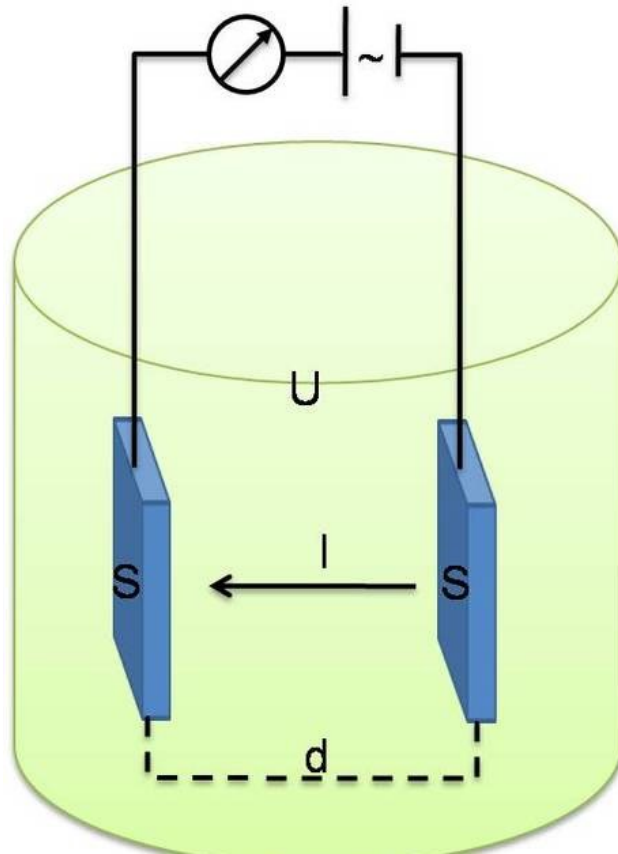
$\chi_M = MM(\chi_g)$	n	$\mu_S = (n(n+2))^{1/2}$ (MB)	valores experimentales
$\chi_{corr} = \chi_M - \text{corr.diamag.}$	1	1.73	1.7-2.2
	2	2.82	2.6-3.9
$\mu_{eff} = 2.84 [(\chi_{corr} T)]^{1/2}$	3	3.87	3.8- 4.5
	4	4.89	4.7-5.4
$\mu_{eff} = [(n (n+2))]^{1/2}$	5	5.91	5.9

Espectroscopía Infrarroja



Estados Vibracionales
Grupos funcionales

Conductividad

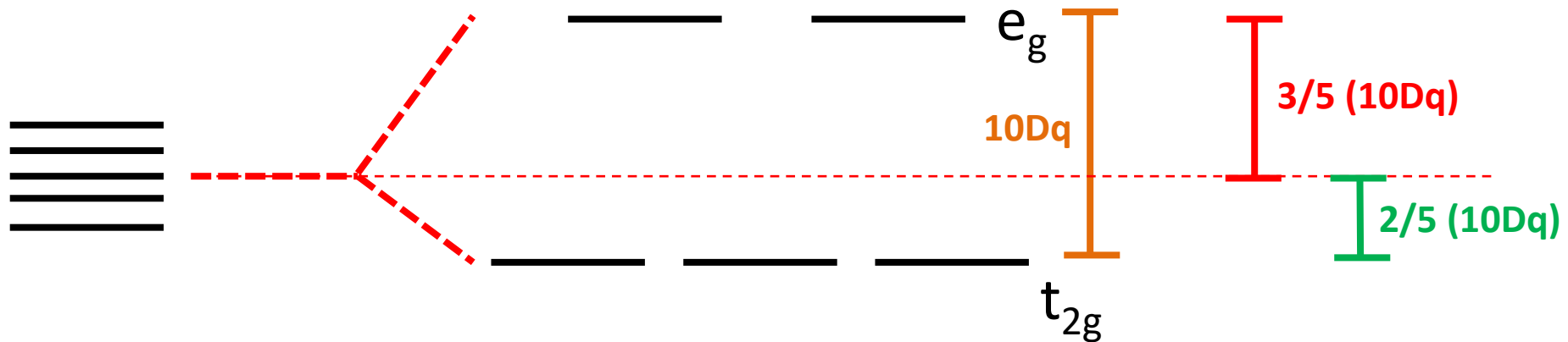


d – distancia entre electrodos
 S – Área del electrodo
 U – Voltaje aplicado
 K – Constante de la celda
 I – Intensidad generada

Especies iónicas

Estabilidad de los complejos

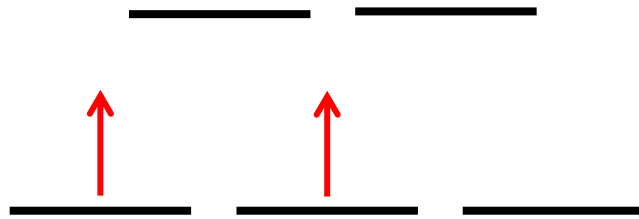
Energía de Estabilización de Campo Cristalino en un octaedro



$$EECC = (\#electrones\ en\ e_g * 6) - (\#electrones\ en\ t_{2g} * 4)$$

Entre un V(III) y un Ni(III) ¿Qué compuesto es más estable?

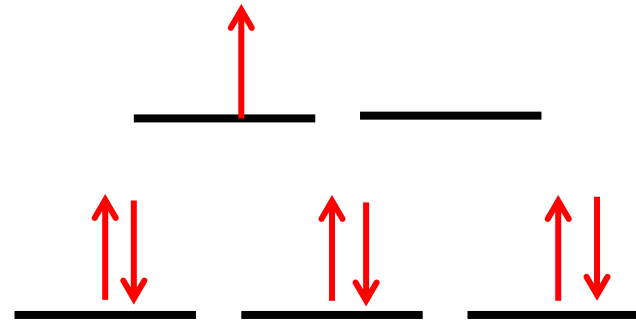
V(III) – d²



$$EECC = (0 \cdot 6) - (2 \cdot 4)$$

$$EECC = -8$$

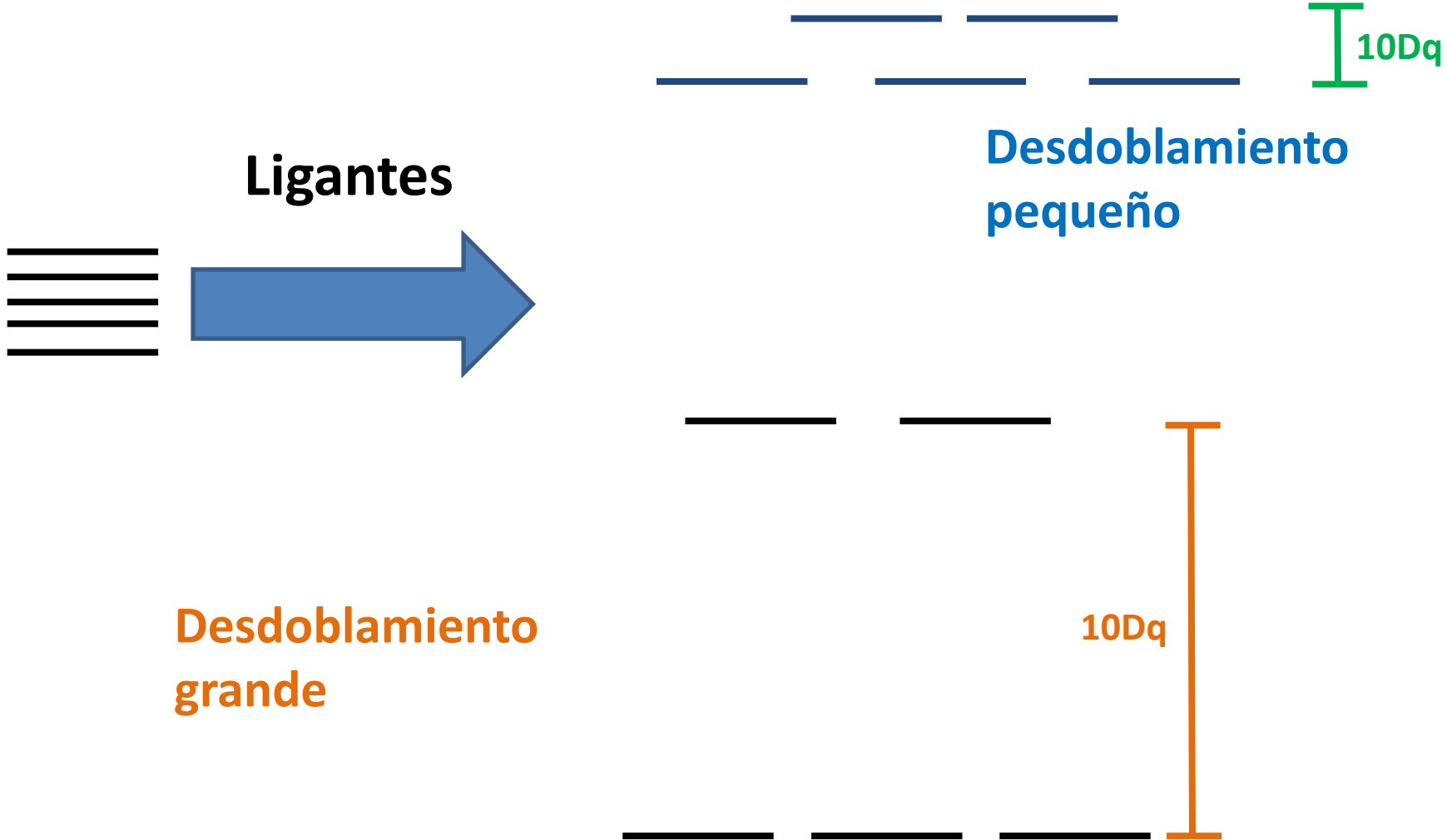
Ni(III) – d⁷



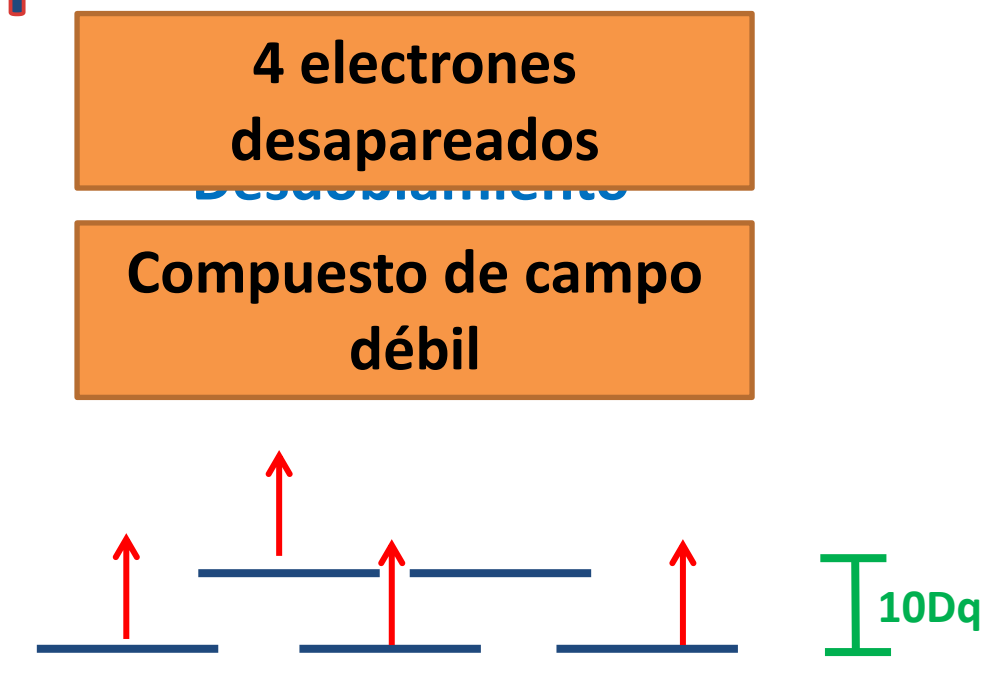
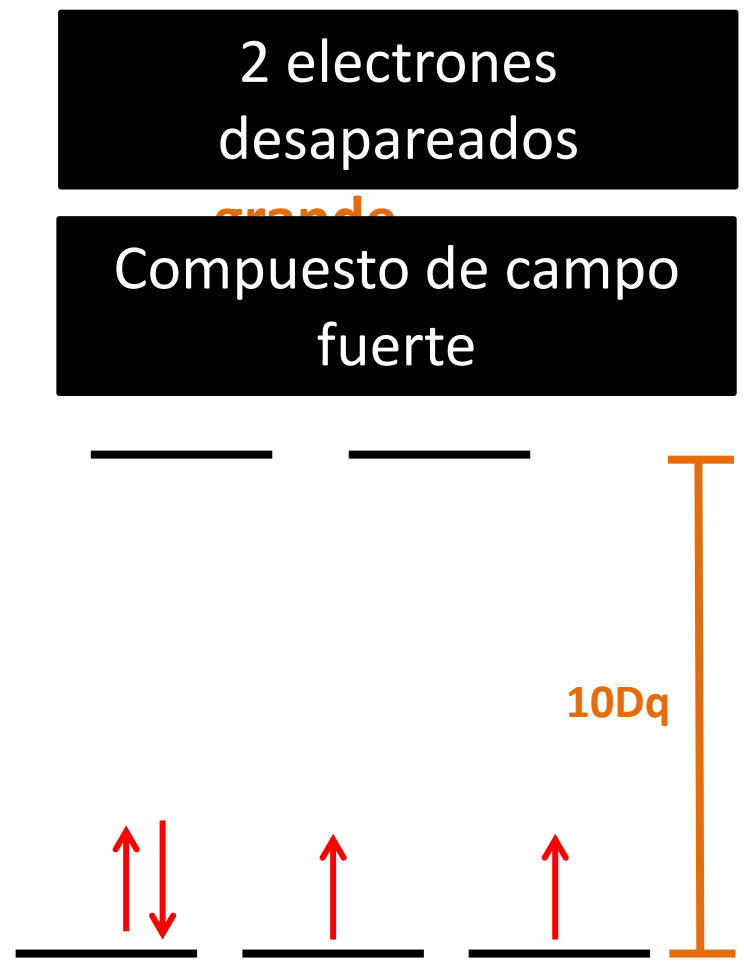
$$EECC = (1 \cdot 6) - (6 \cdot 4)$$

$$EECC = -18$$

Desdoblamiento del campo

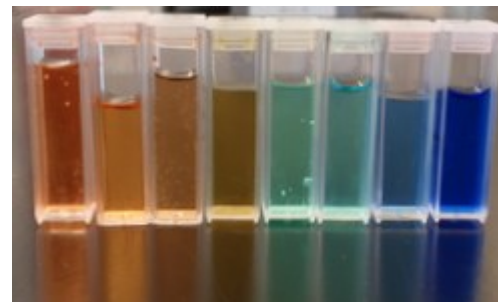


Desdoblamiento del campo para un d^4



Serie Espectroquímica

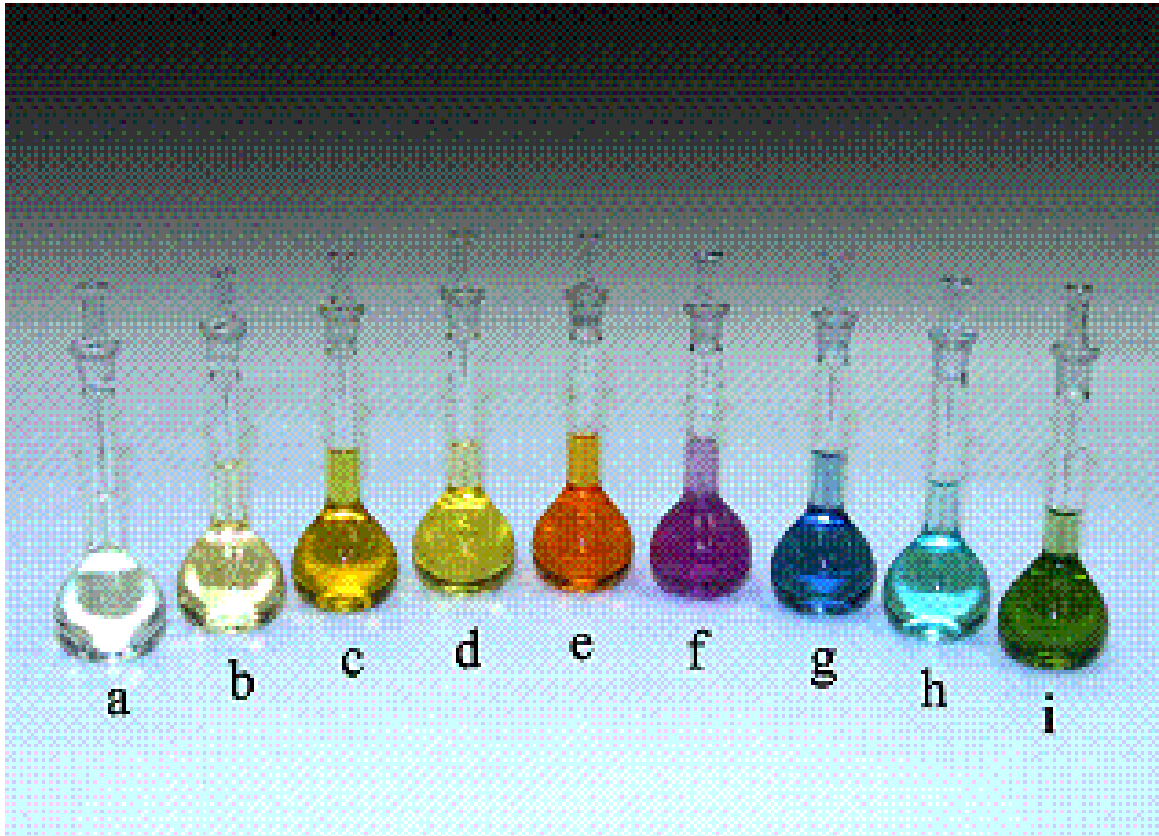
Es de origen empírico.



$I^- < Br^- < S^{2-} < SCN^- < Cl^- < NO_3^- < N_3^- <$
 $F^- < OH^- < C_2O_4^{2-} \approx H_2O < NCS^- < CH_3CN$
 $< py \text{ (piridina)} < NH_3 < en$
 $\text{(etilendiamina)} < bipy \text{ (2,2'-bipiridina)} <$
 $phen \text{ (1,10-fenantrolina)} < NO_2^- <$
 $PPh_3 < CN^- \approx CO$



Serie espectroquímica de los complejos de Co (III)



(a) CN^-

(b) NO_2^-

(c) Fen

(d) en

(e) NH_3

(f) gly

(g) H_2O

(h) ox^{2-}

(i) CO_3^{2-}

Efecto Quelato

1. A mayor número de dientes, mayor estabilidad



2. Anillos de 5 miembros son más estables que los de 6 miembros.

Constante de formación

Equilibrio Químico



Equilibrios parásitos

Favorece la corrosión, en equilibrios REDOX



Pt

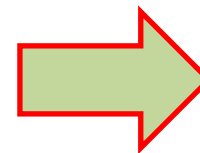
+ HNO₃



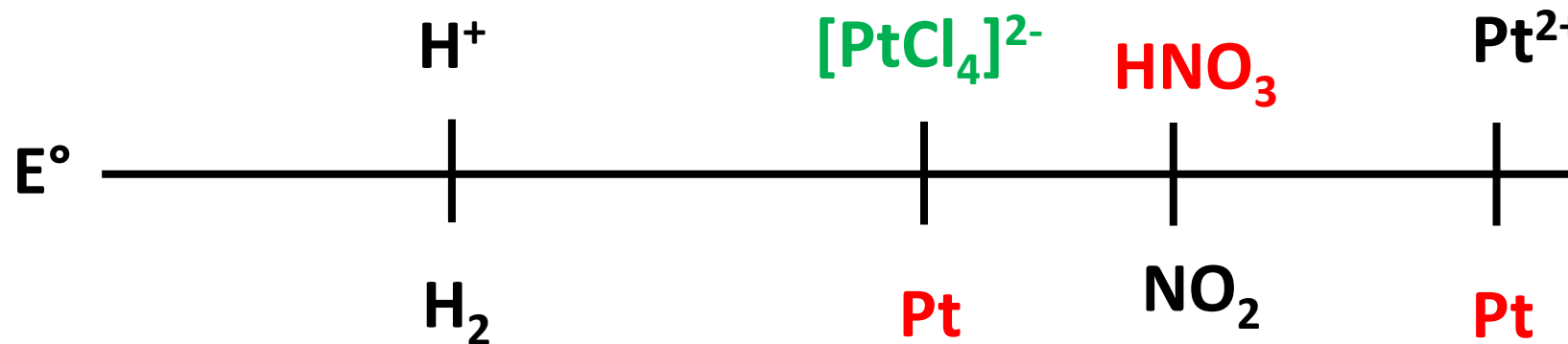
+ HCl



+ HCl/HNO₃



Equilibrios parásitos



Cinética de las reacciones

Efecto Trans

La sustitución de los ligandos es selectiva a la posición de los mismos.

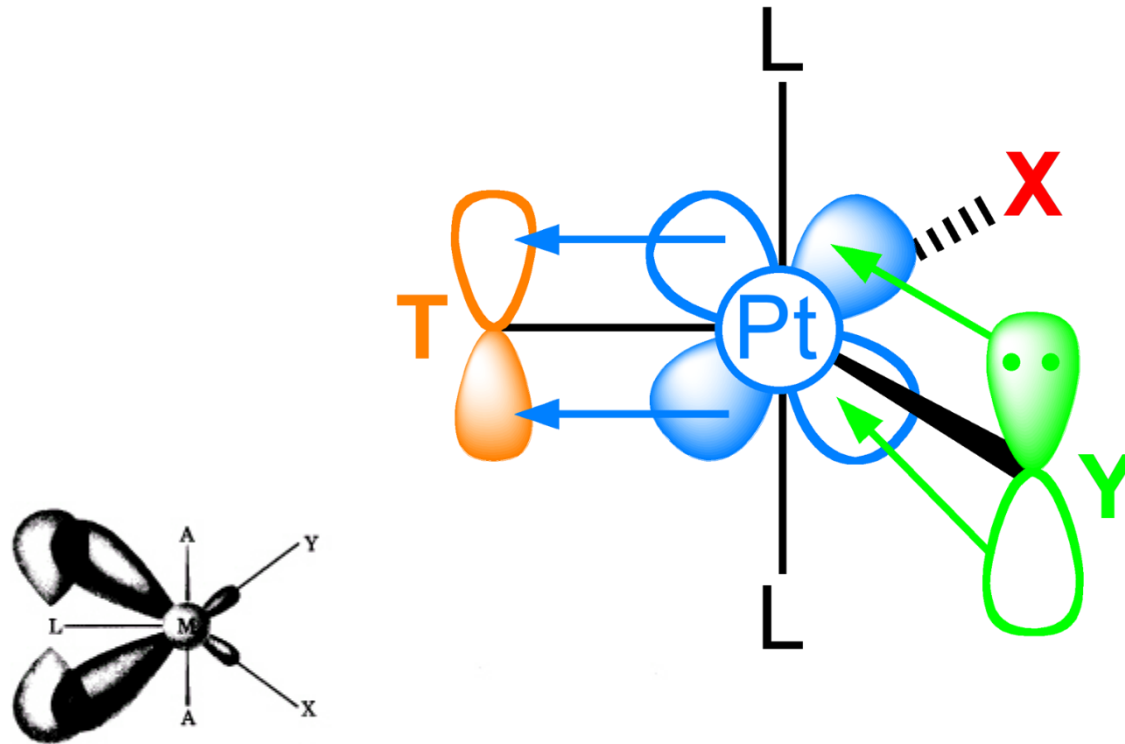


Figura 6-9 Complejo activado bpt 5-coordinado postulado para la reacción de Y con $trans-Ma_2LX$ en la que se desplaza X.

Bloque D

1 IA	New Original	Alcalinos	Actínidos	Solida	VIIIA	18				
1 H 1.00784	21 Sc 44.955910	22 Ti 47.867	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.938049	26 Fe 55.8457	27 Co 58.933200	28 Ni 58.6934	29 Cu 63.546	30 Zn 65.409
3 Li 6.941	39 Y 88.90585	40 Zr 91.224	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90550	46 Pd 106.42	47 Ag 107.8682	48 Cd 112.411
11 Na 22.98976928	57 to 71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.9479	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.217	78 Pt 195.078	79 Au 196.96655	80 Hg 200.59
19 K 39.0983										
37 Rb 85.4678										
55 Cs 132.90545196										
87 Fr (223)										

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

Design Copyright © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com) <http://www.dayah.com/periodic/>

Note: The subgroup numbers 1-10 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

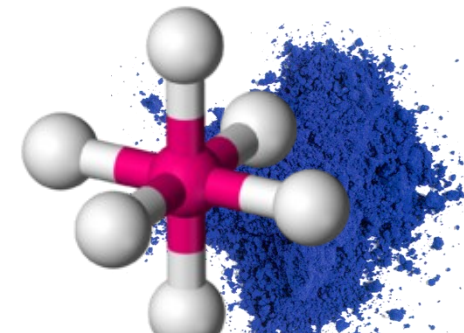
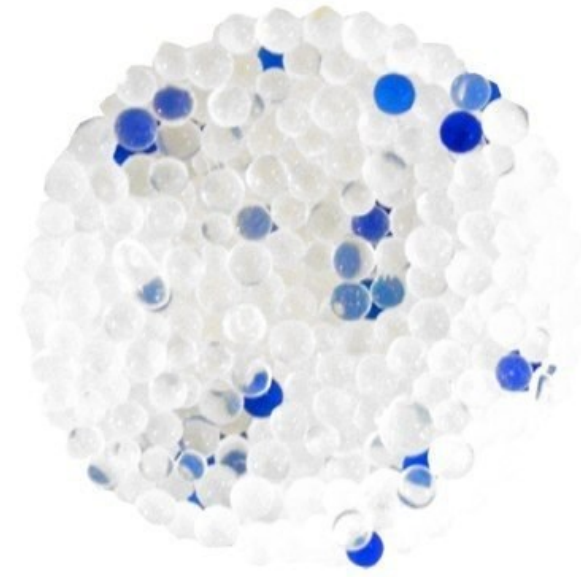
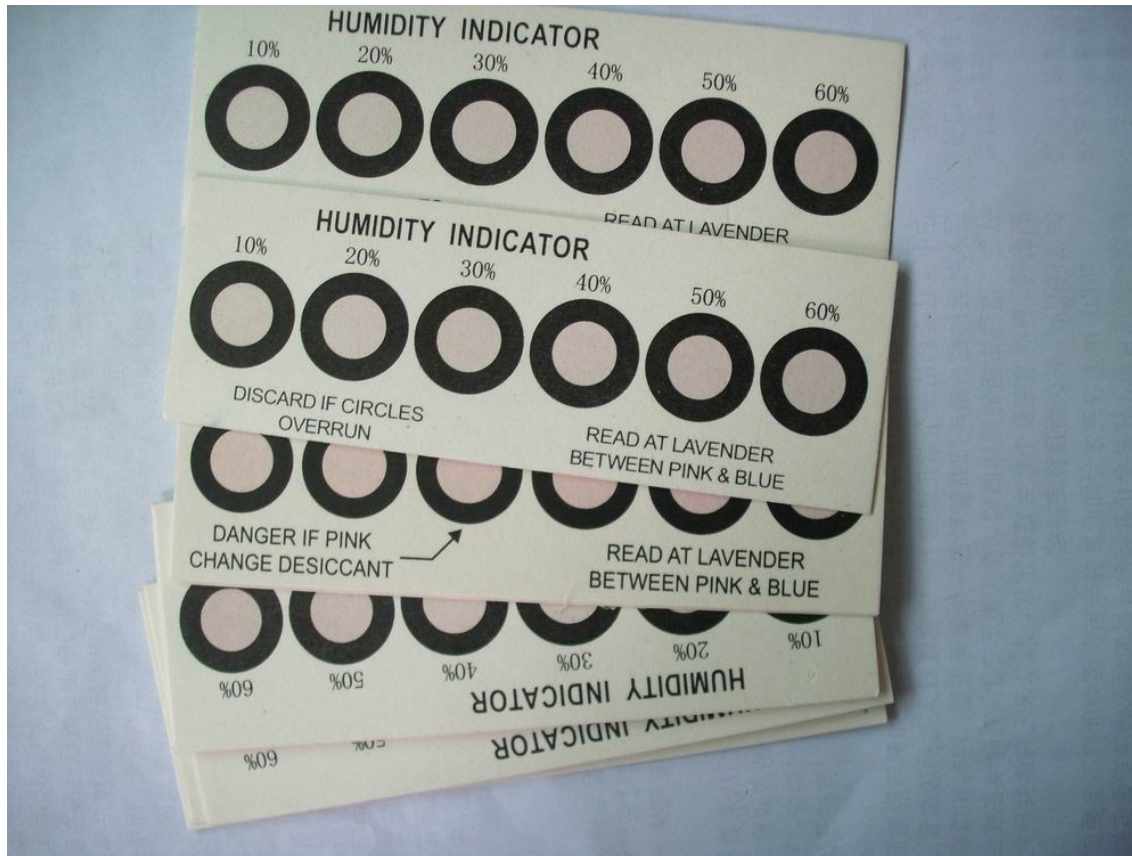
57 La Lantano 138.9055	58 Ce Cerio 140.116	59 Pr Praseodimio 140.90765	60 Nd Neodimio 144.24	61 Pm Prometio (145)	62 Sm Samario 150.36	63 Eu Europio 151.964	64 Gd Gadolinio 157.25	65 Tb Terbio 158.92534	66 Dy Disprosio 162.500	67 Ho Holmio 164.93032	68 Er Erbio 167.259	69 Tm Tulio 168.93421	70 Yb Iterbio 173.04	71 Lu Lutecio 174.967
89 Ac Actinio (227)	90 Th Torio 232.0381	91 Pa Protactinio 231.03688	92 U Uranio 238.02891	93 Np Neptunio (237)	94 Pu Plutonio (244)	95 Am Americio (243)	96 Cm Curio (247)	97 Bk Berkelio (247)	98 Cf Californio (251)	99 Es Einsteinio (252)	100 Fm Fermio (257)	101 Md Mendelevio (258)	102 No Nobelio (259)	103 Lr Lawrencio (262)

EJEMPLOS DE COMPUESTOS DE COORDINACIÓN

ALGUNAS APLICACIONES



Detectores de humedad - Co

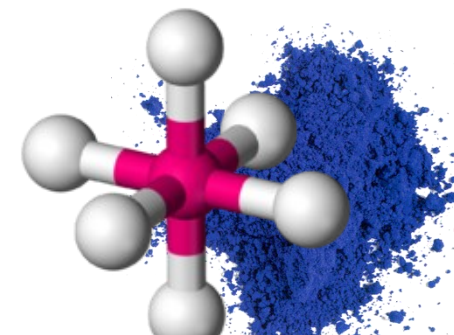
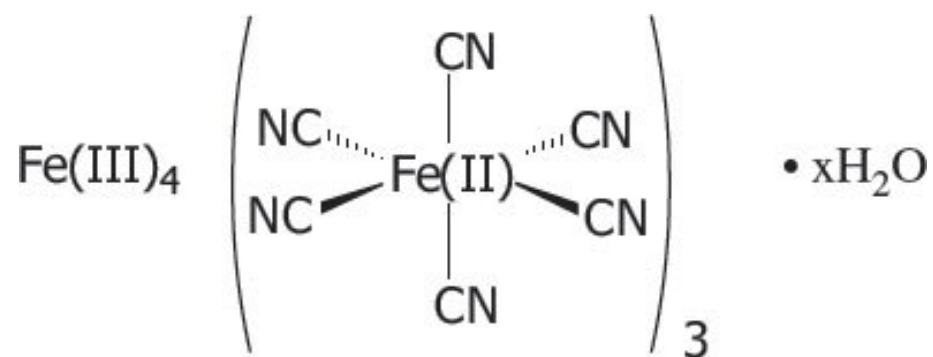




Pinturas

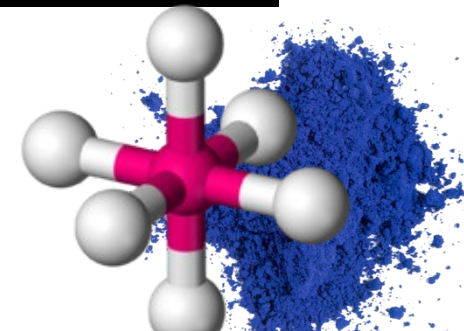
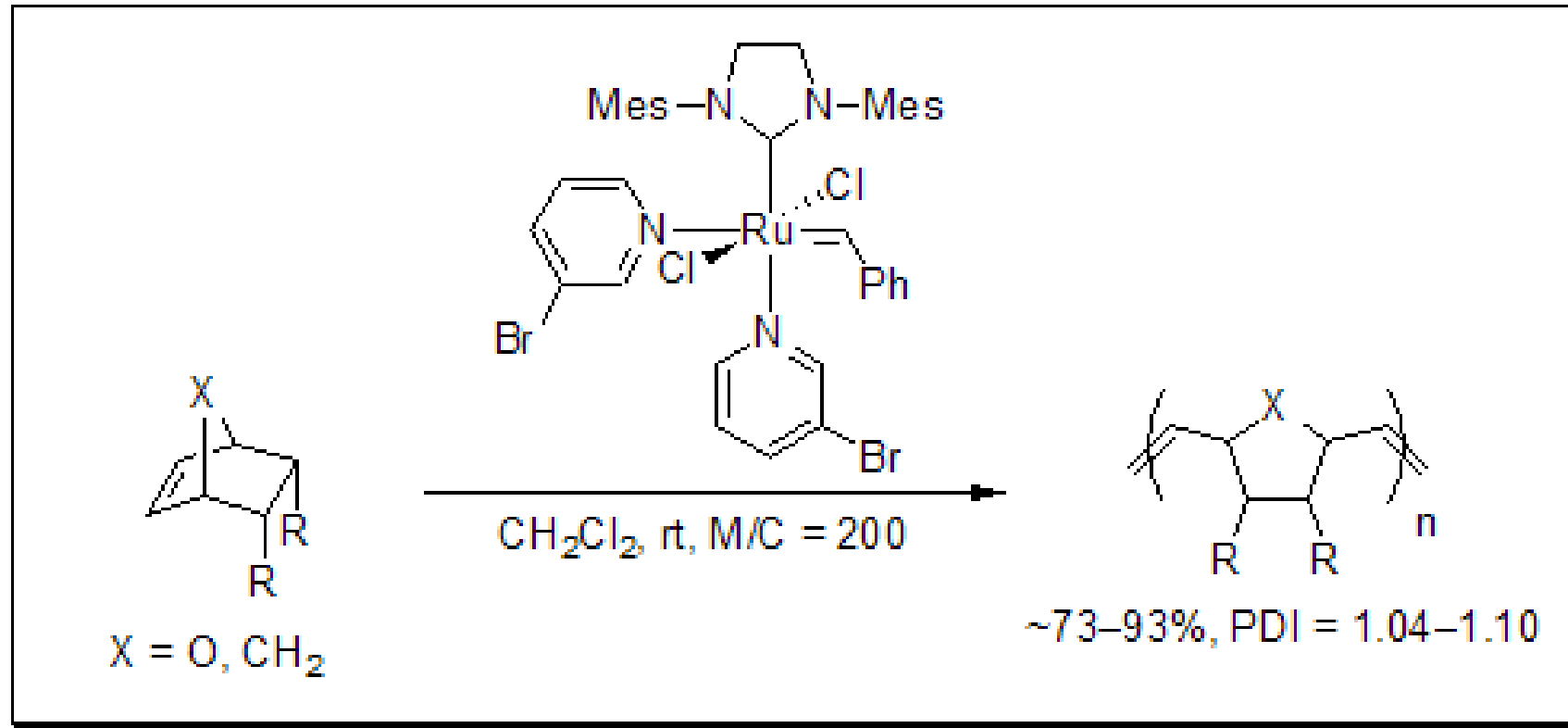


Azul de Prusia





Catalizador de Polimerización

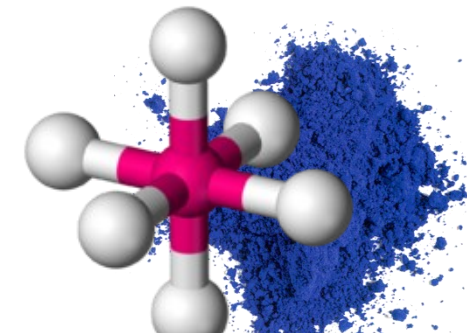
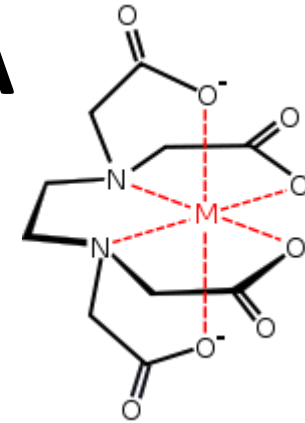




Dureza y tratamiento del Agua

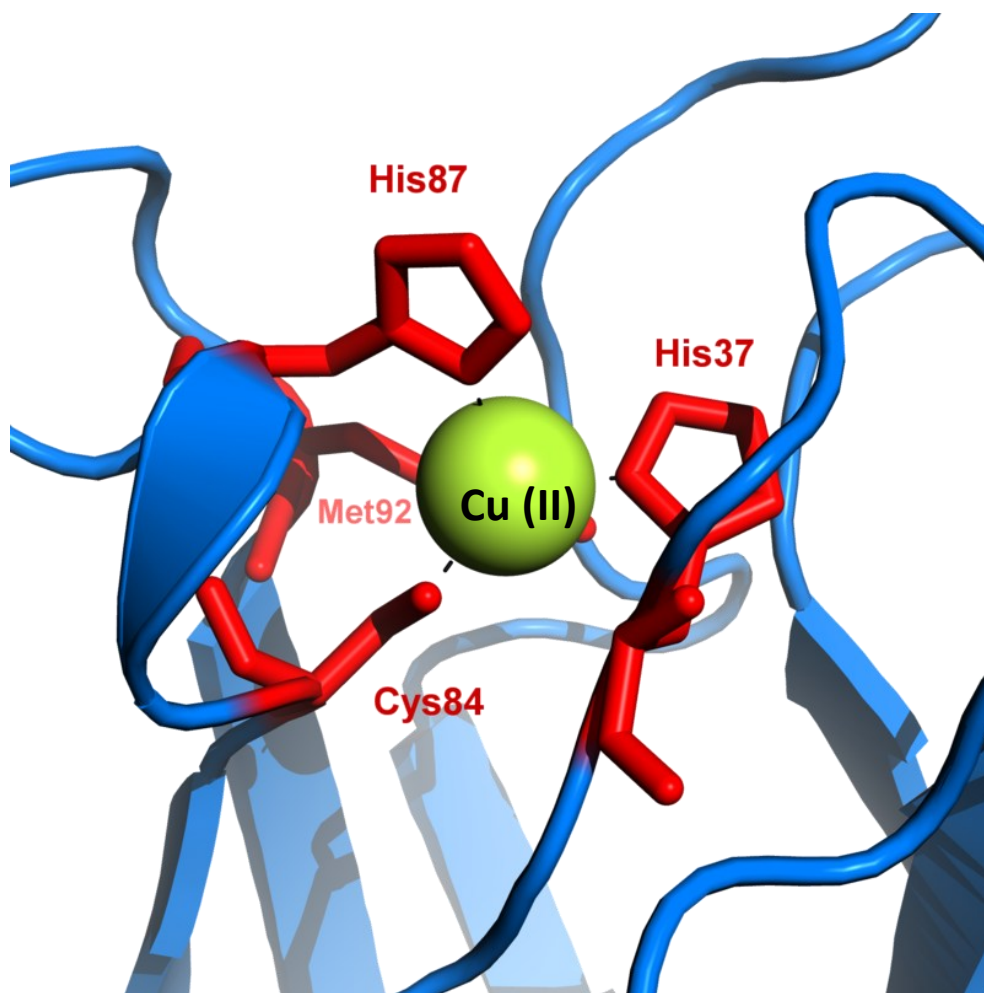


EDTA

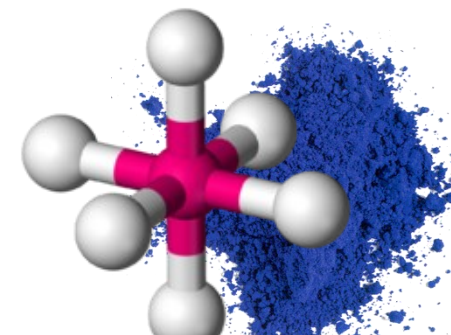




Compuestos de coordinación en seres vivos

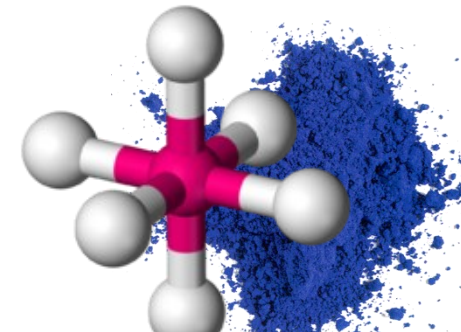
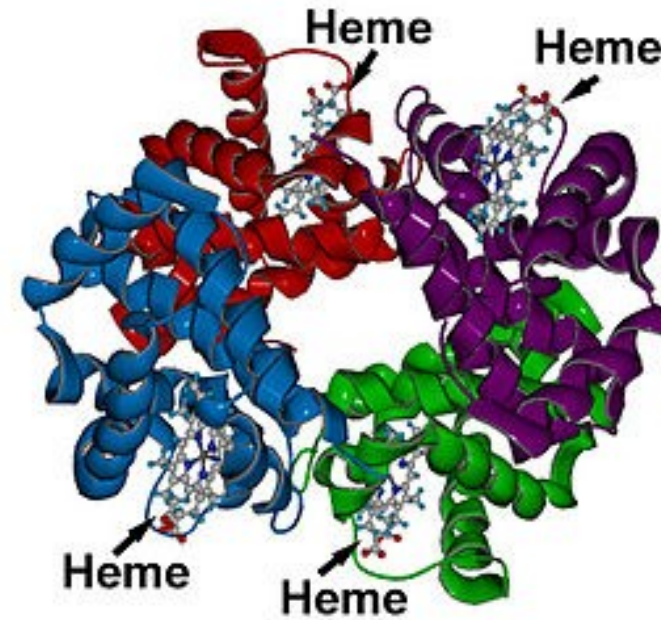
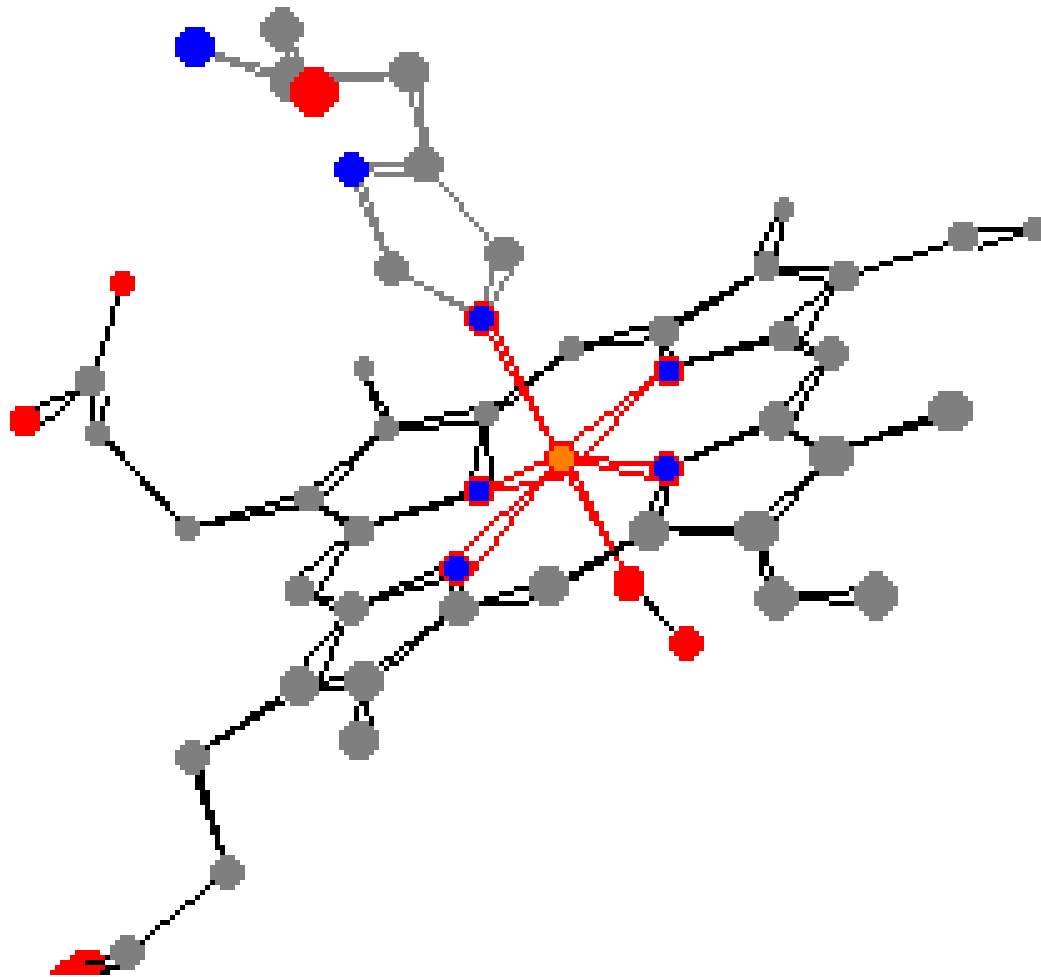


Laccasa –
Reacciones REDOX



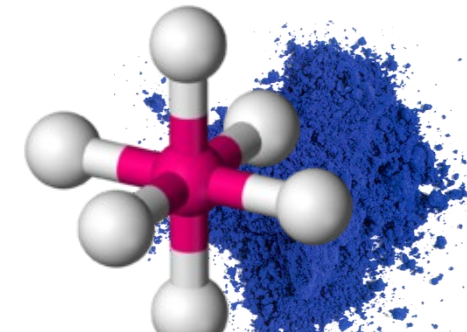
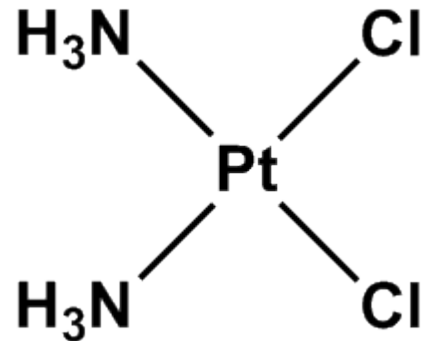


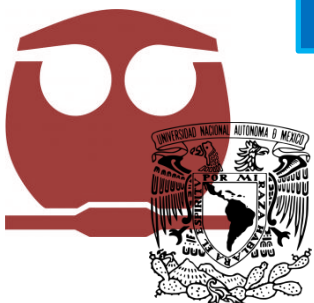
Función enzimática Grupo Hemo [Fe (II)]





Tratamiento del cancer

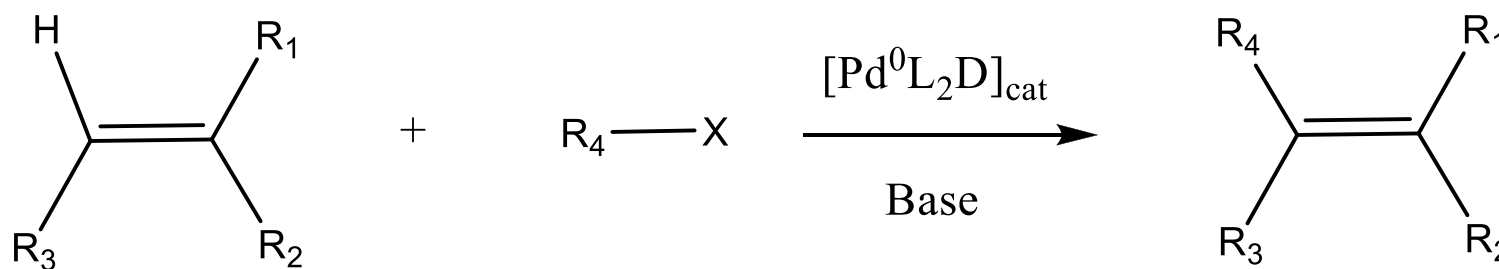




Reacción de Heck

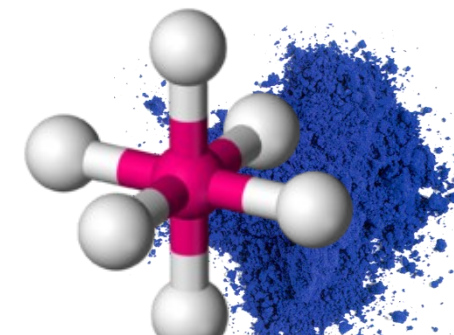
PREMIO NOBEL 2010

- Acoplamiento carbono-carbono.
- Se utiliza Pd, como catalizador.

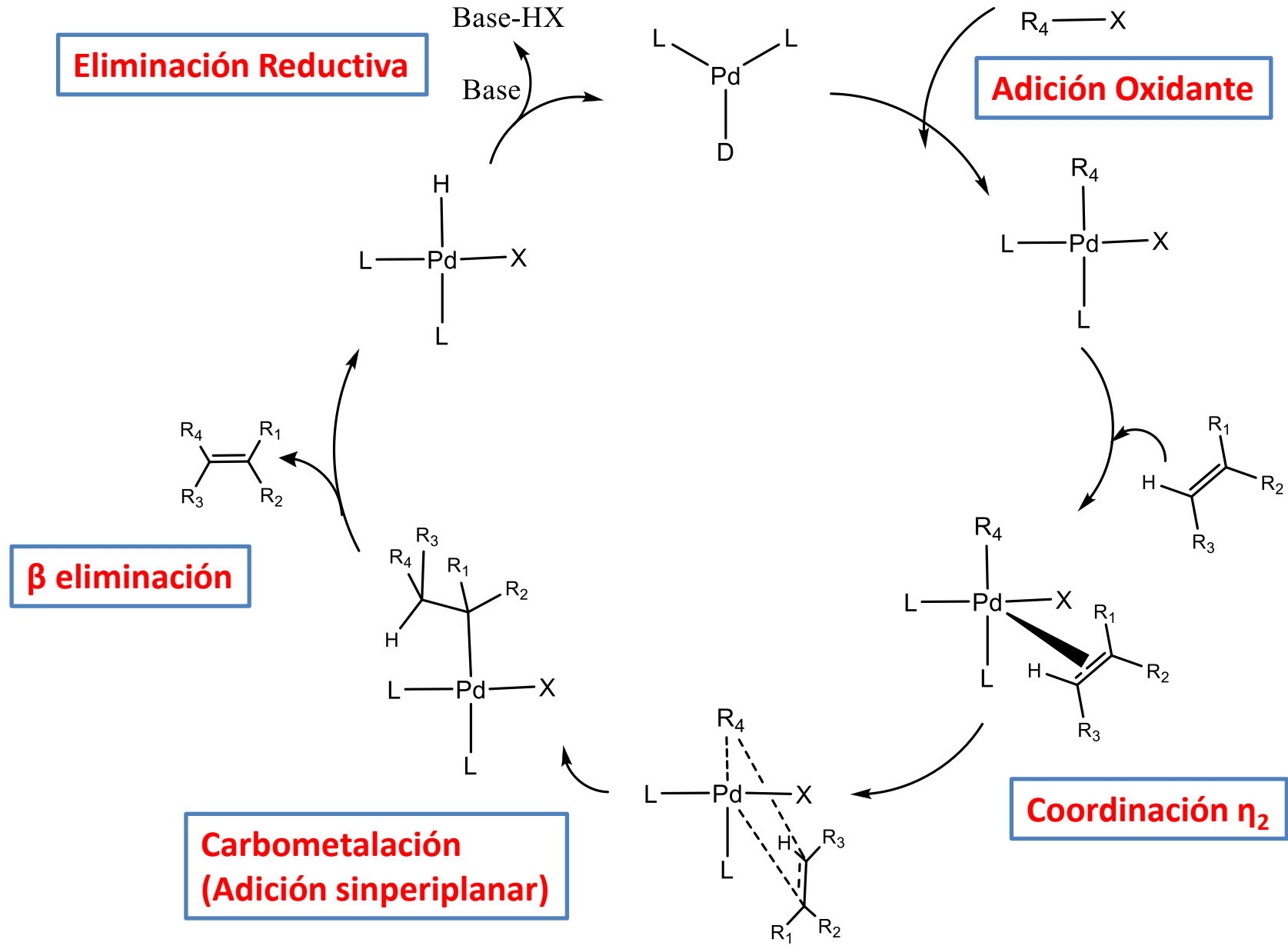


X = I, OTf, Br, Cl

R₄ = aril, bencil, vinil



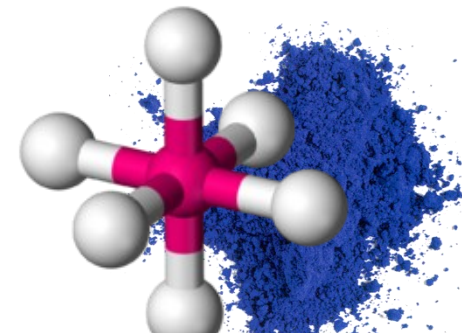
Mecanismo de Reacción propuesto





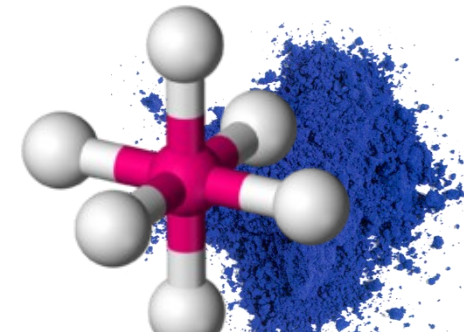
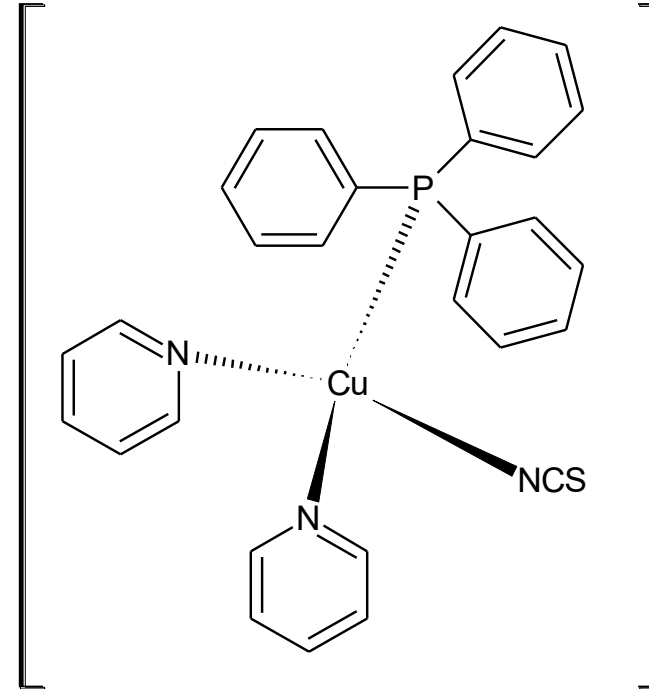
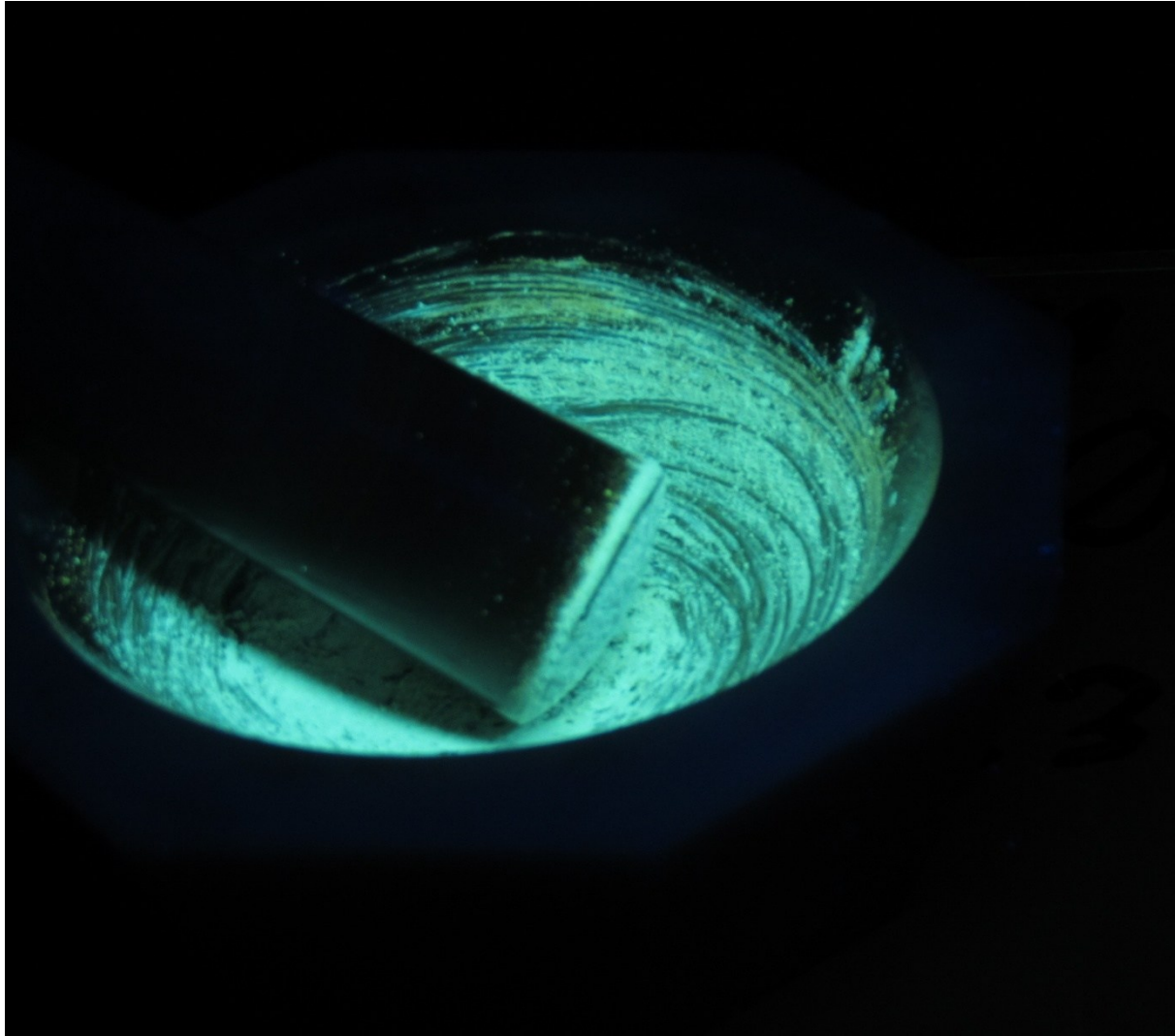
Posibles aplicaciones

- Sensores magnéticos (spin crossover)





Compuesto triboluminiscente



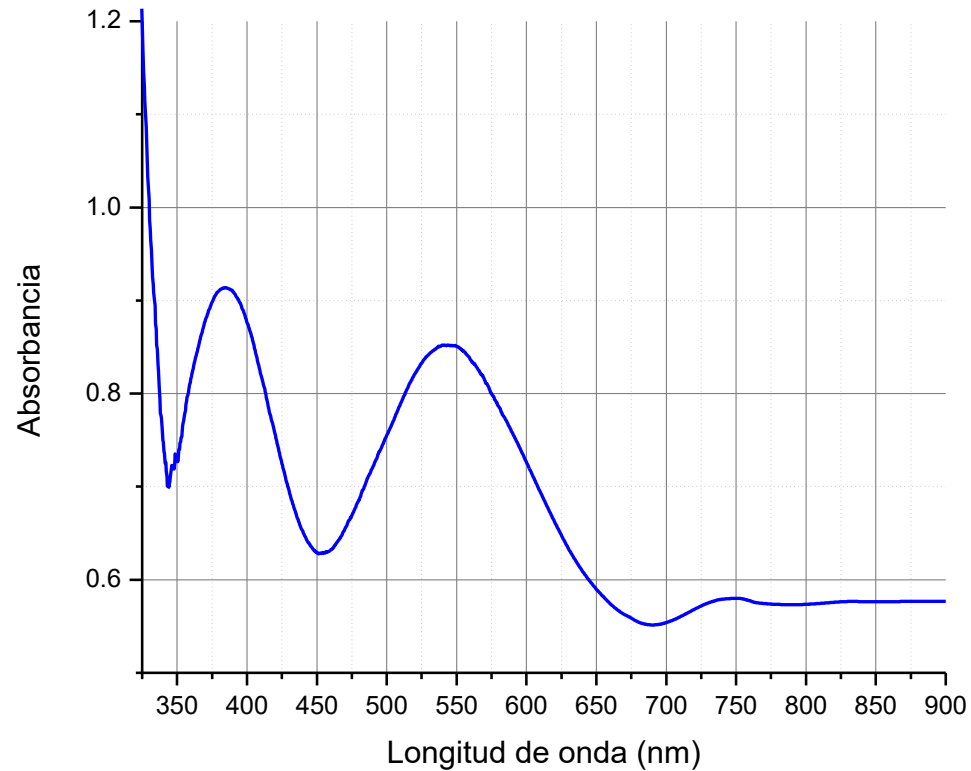
Ejercicio

¿Cuál será el número de electrones desapareados para los siguientes complejos?

- Hexacianoferrato (II) de potasio
- $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$
- Tetracloroplatinato de tetrabutilamonio
- $[\text{Rh}(\text{bpy})(\text{PPh}_3)_2]$
 - » Tip – El platino (II) tiende a formar complejos cuadrados. El Zinc puede adoptar muchas geometrías, sin embargo se le encuentra como tetraedro.

Ejercicio II

- De que color esperas observar para el complejo de $[\text{Co}(\text{gly})_3]$

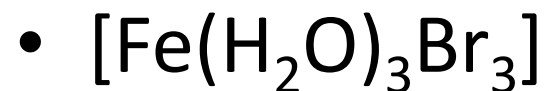


Ejercicio III

Dibuja los siguientes complejos y encuentra las diferentes formas en las que se pueden acomodar los ligantes.



» Tip: Existen 2 isómeros [cis y trans]



» Tip: Existen 2 isómeros [mer y fac]



» Tip: Existen 2 isómeros [delta (Δ) y lambda (Λ)]