

# *Metales de transición- Química de la coordinación*

*Química 15 Cursado 2018*

*Dra María Luján Ferreira*

# ***Definición de Metales de Transición***



- **Es un elemento que forma por lo menos un ión simple con un conjunto incompleto de electrones “d”.**
- **Se tienen elementos de Transición con orbitales d completos e incompletos.**

# ELEMENTOS DEL GRUPO PRINCIPAL

- Metales (grupos principales)
- Metales (transición)
- Metales (transición interna)
- Metaloides
- No metales

# ELEMENTOS DEL GRUPO PRINCIPAL

		Metales (transición interna)												Metaloideos								No metales																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		1A (1)																												8A (18)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1	1	H 1.008		2A (2)																												2 He 4.003																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
2	3	Li 6.941		4 Be 9.012																												10 Ne 20.18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
3	11	Na 22.99		12 Mg 24.31		ELEMENTOS DE TRANSICIÓN																										18 Ar 39.95																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
						3B (3)	4B (4)	5B (5)	6B (6)	7B (7)	(8) 8B (9) (10)			1B (11)	2B (12)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												</

## ELEMENTOS DE TRANSICIÓN INTERNA

6	Lantánidos	58 <b>Ce</b> 140.1	59 <b>Pr</b> 140.9	60 <b>Nd</b> 144.2	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150.4	63 <b>Eu</b> 152.0	64 <b>Gd</b> 157.3	65 <b>Tb</b> 158.9	66 <b>Dy</b> 162.5	67 <b>Ho</b> 164.9	68 <b>Er</b> 167.3	69 <b>Tm</b> 168.9	70 <b>Yb</b> 173.0	71 <b>Lu</b> 175.0
7	Actínidos	90 <b>Th</b> 232.0	91 <b>Pa</b> (231)	92 <b>U</b> 238.0	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (242)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lr</b> (260)

## Figure 23.21

## Figure 23.21

Figure 23.21



# T-18

Figure 2.20

## Essential Elements for Life

1A																	8A
H																	He
2A																	
Li	Be											3A	4A	5A	6A	7A	
Na	Mg						8B					Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	3B	4B	5B	6B	7B	8	9	10	1B	2B	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	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

# Elemento

# Diagrama parcial de orbitales

	4s	3d	4p
Sc	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	
Ti	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\uparrow$	
V	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\uparrow\uparrow$	
Cr	$\uparrow$	$\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow$	
Mn	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow$	
Fe	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow\uparrow\uparrow\uparrow$	
Co	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\uparrow$	
Ni	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\uparrow$	
Cu	$\uparrow$	$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$	
Zn	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$	

## Estados de oxidación Metales de la primer serie de transición-Círculos grandes=Estados de oxidación preferidos

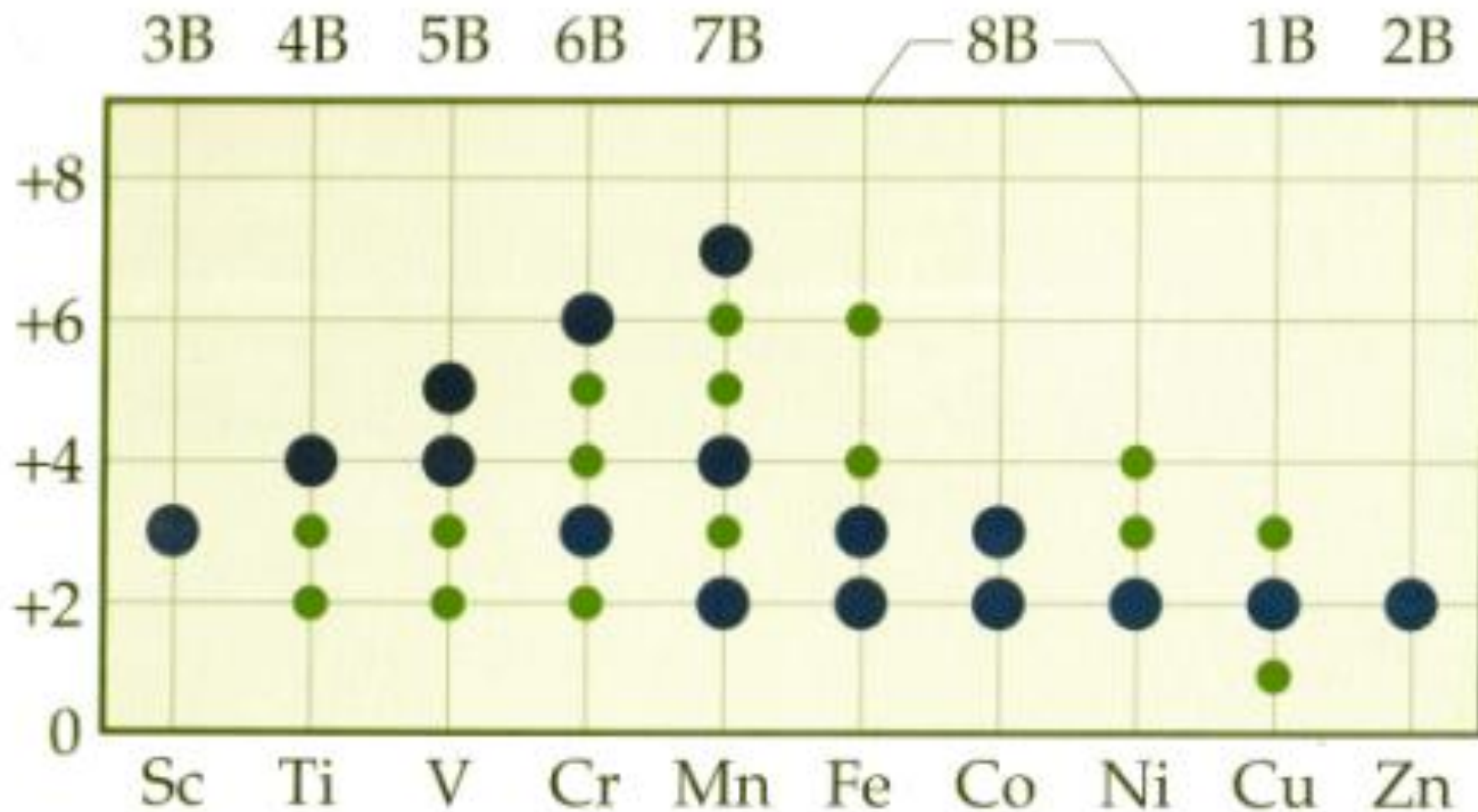


Tabla 23.5 Algunos estados de oxidación del manganeso



Estados de oxidación\*  
Ejemplo  
Configuración del ion  
Acidez del óxido

<b>Mn(II)</b>	Mn(III)	<b>Mn(IV)</b>	Mn(VI)	<b>Mn(VII)</b>
$\text{Mn}^{2+}$	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	$\text{MnO}_2$	$\text{MnO}_4^{2-}$	$\text{MnO}_4^-$
$d^5$	$d^4$	$d^3$	$d^1$	$d^0$
<div> <div>BÁSICO</div> <div></div> <div>ÁCIDO</div> </div>				



## Charges of Some Common Ions Found in Ionic Compounds

1A

 $\text{H}^+$ 

2A

 $\text{Li}^+$  $\text{Na}^+$  $\text{Mg}^{2+}$  $\text{K}^+$  $\text{Ca}^{2+}$  $\text{Rb}^+$  $\text{Sr}^{2+}$  $\text{Cs}^+$  $\text{Ba}^{2+}$ 

Transition metals

 $\text{Cr}^{3+}$  $\text{Mn}^{2+}$  $\text{Fe}^{2+}$   
 $\text{Fe}^{3+}$  $\text{Co}^{2+}$  $\text{Ni}^{2+}$  $\text{Cu}^+$   
 $\text{Cu}^{2+}$  $\text{Zn}^{2+}$  $\text{Pt}^{2+}$  $\text{Au}^+$   
 $\text{Au}^{3+}$  $\text{Hg}_2^{2+}$   
 $\text{Hg}^{2+}$  $\text{Al}^{3+}$  $\text{Ag}^+$  $\text{Cd}^{2+}$  $\text{Sn}^{2+}$  $\text{Pb}^{2+}$  $\text{Bi}^{3+}$ 

3A

4A

5A

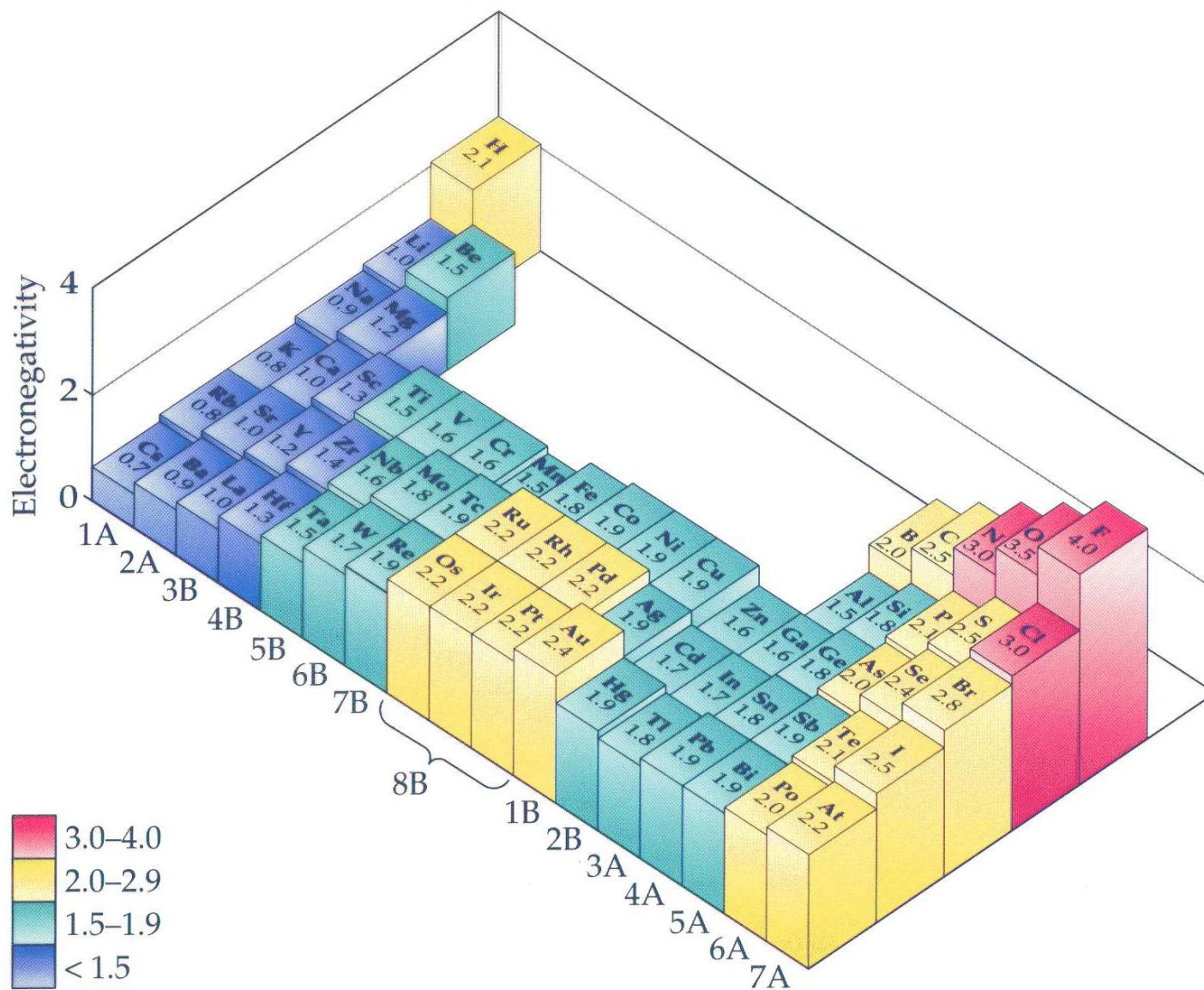
6A

7A

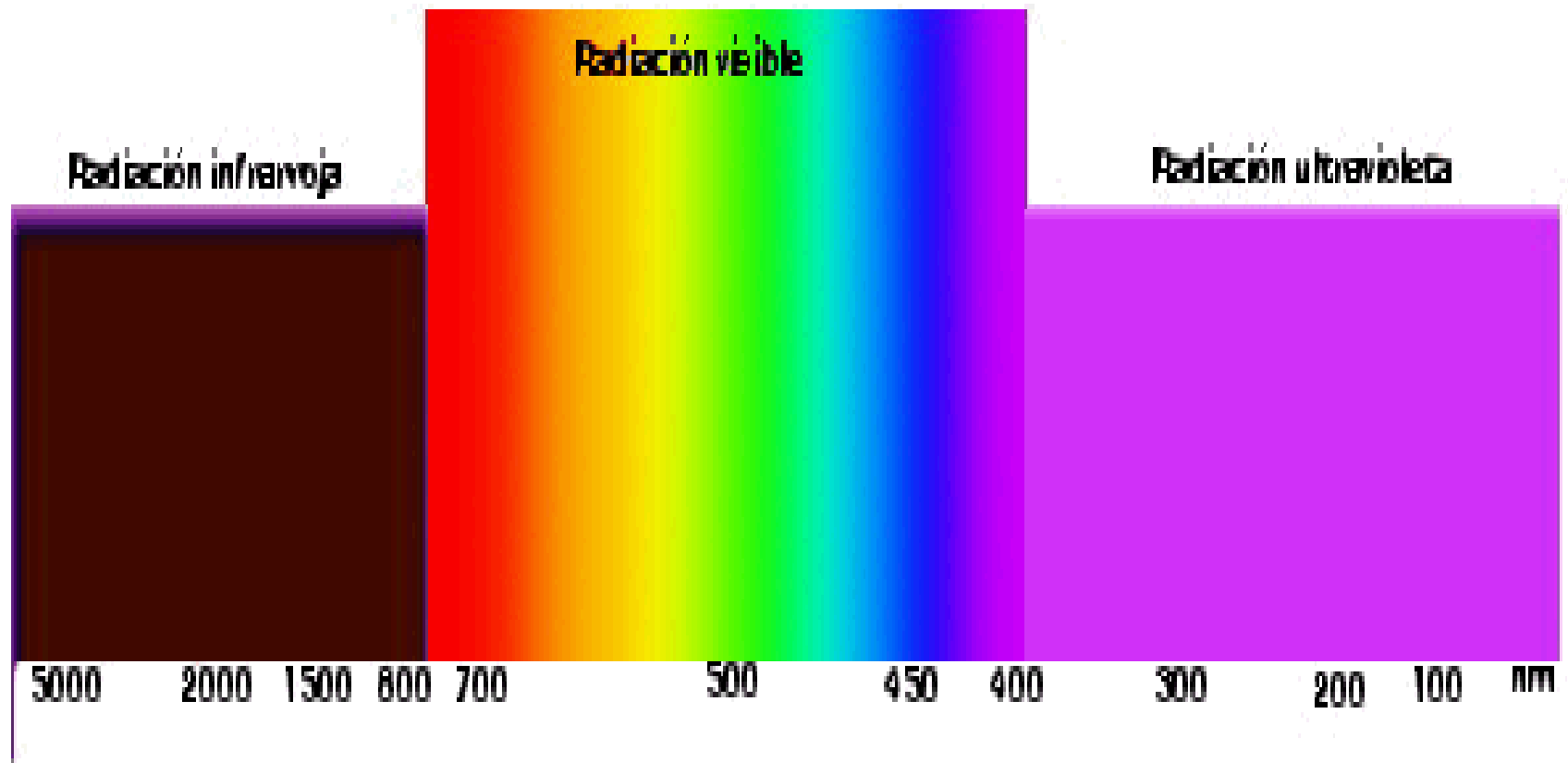
8A

 $\text{H}^-$  $\text{N}^{3-}$  $\text{O}^{2-}$  $\text{F}^-$  $\text{P}^{3-}$  $\text{S}^{2-}$  $\text{Cl}^-$  $\text{Se}^{2-}$  $\text{Br}^-$  $\text{Te}^{2-}$  $\text{I}^-$ N  
O  
B  
L  
E  
  
G  
A  
S  
E  
S

## Electronegativities of the Elements



# ESPECTRO DE RADIACION



# *Propiedades Físicas*

Forman compuestos coloreados. El color depende de:

- Tipo de Metal:  $\text{Zn}^{+2}$  : incoloro
- Estado de Oxidación:  $\text{Fe}^{+2}$  : verde     $\text{Fe}^{+3}$ : violeta pálido
- Ligando unidos al metal:  $[\text{FeCn}_6]^{-3}$  rojo



# COLOR

## COLOR

```
graph TD; A[COLOR] --> B[CON COLOR]; A --> C[SIN COLOR]
```

### CON COLOR

Iones que tienen capas o niveles parcialmente llenas



### SIN COLOR

➤ Iones que tienen subcapas “d” totalmente vacías ( $\text{Ti}^{+4}$ )

➤ Los iones que tienen subcapas “d” completamente llenas. ( $\text{Zn}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$ )



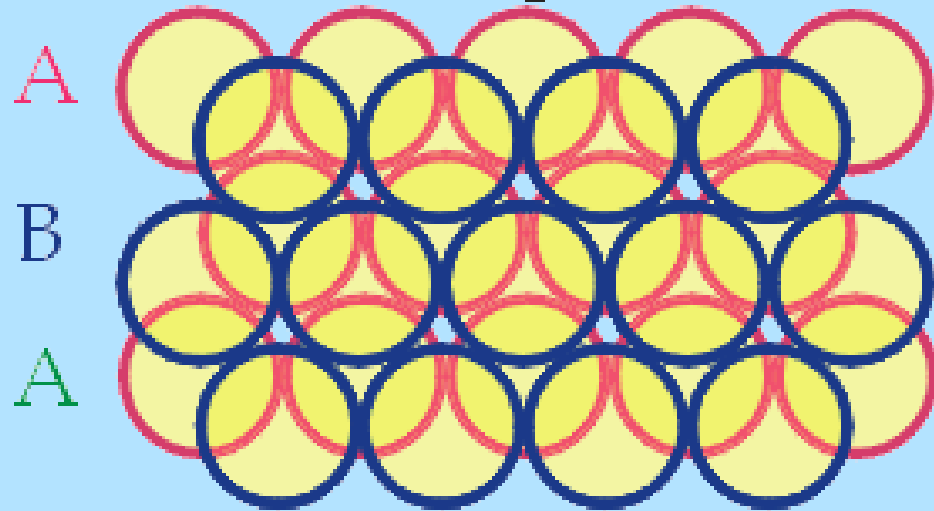
# REDES CRISTALINAS

Las redes espaciales que se conocen son catorce y están agrupadas en siete **SISTEMAS CRISTALINOS**, definidos por la igualdad o desigualdad de los ángulos y la longitud de los ejes comprendida en la **CELDA ELEMENTAL** o **CELDA UNITARIA**.

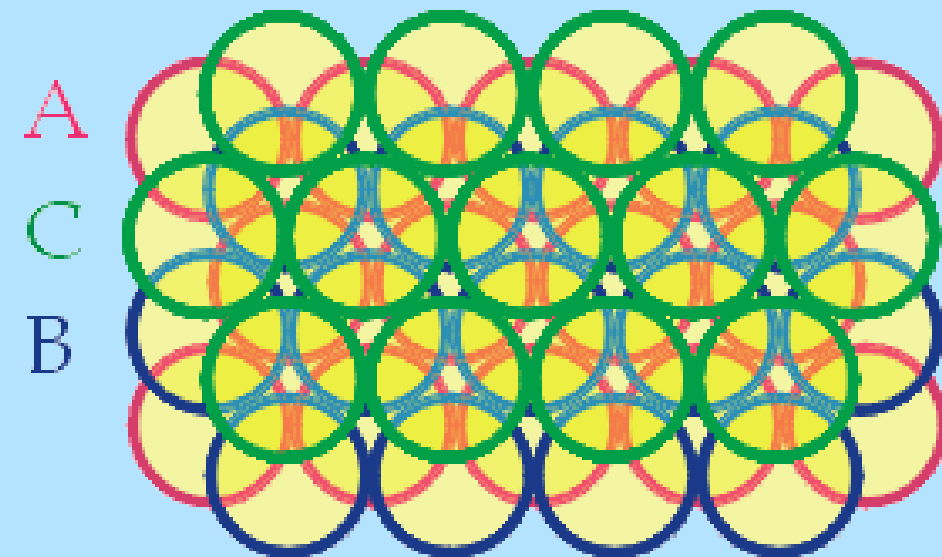
**El CRISTAL** cuyas dimensiones son de escala atómica, del orden de los Amstrongs ( $10^{-8}$  cm) pueden ser observados por métodos indirectos como **Difracción de Rayos X**.

La red de un material se subdivide en pequeñas porciones, y se obtiene la **CELDA UNITARIA**, que conserva las características secuenciadas de toda la red, y que con ésta puede construirse toda la red. Los **SISTEMAS CRISTALINOS** son siete arreglos únicos que llenan el espacio tridimensional: cúbico, tetragonal, ortorrómbico, romboédrico, hexagonal, monoclinico y triclinico.

3 capas



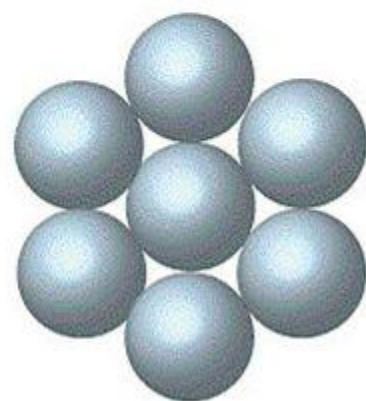
Empaquetamiento hexagonal compacto AB A



Empaquetamiento cúbico compacto ABC

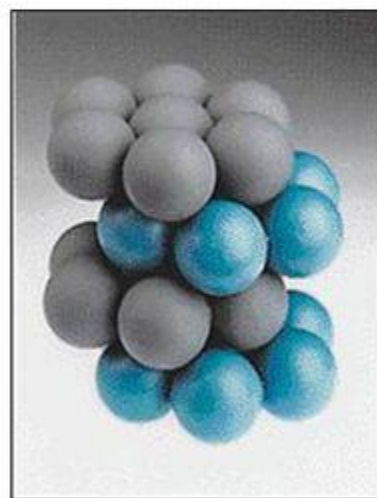


Los nombres hexagonal y cúbico que reciben estas estructuras se derivan de la simetría resultante. Esta simetría puede apreciarse en la transparencia siguiente. En la **b** se puede ver el empaquetamiento ABAB... que da lugar a la simetría hexagonal (ech) mientras que en la **c** se observa el empaquetamiento ABCABC.... que da lugar a la simetría cúbica (ecc).

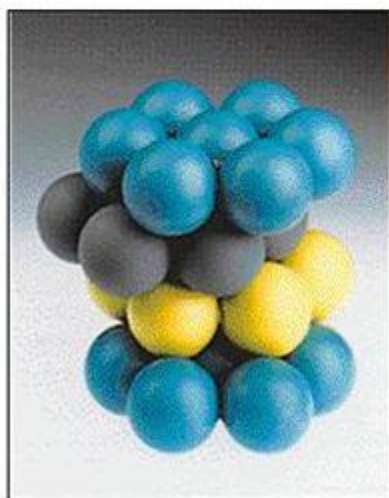


Empaquetamiento  
Compacto de esferas

(a)

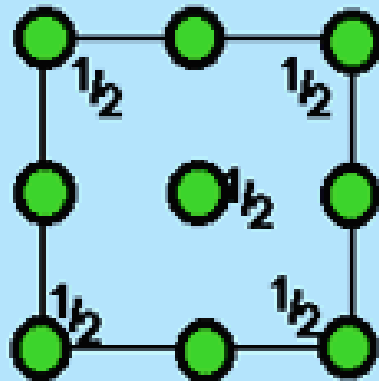
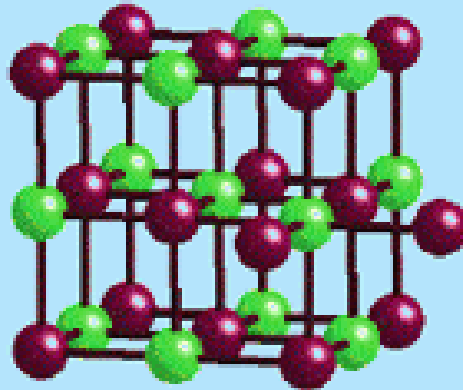


(b)

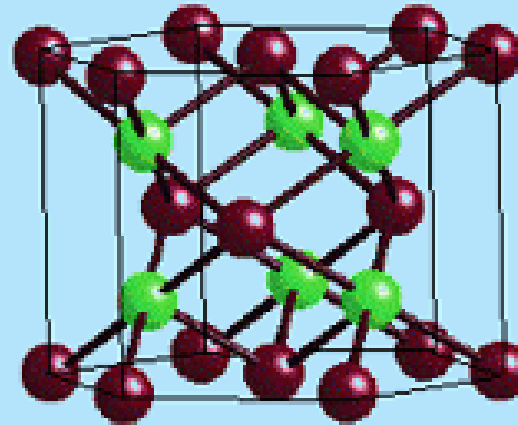


(c)

### Empaquetamiento Cúbico Compacto

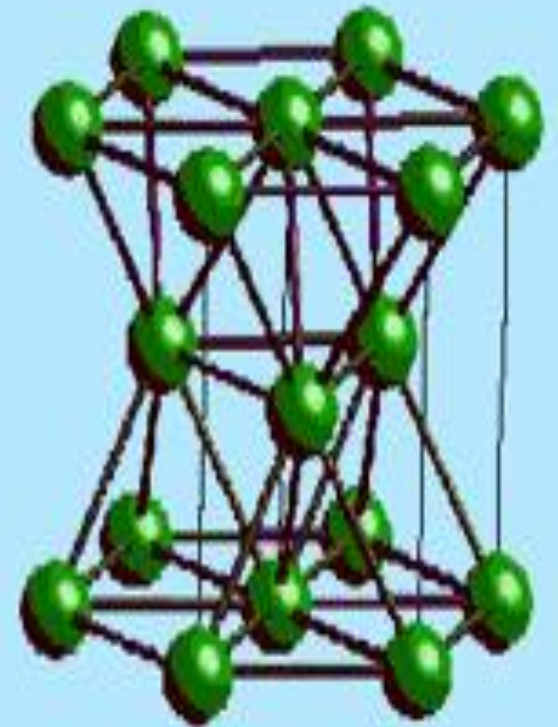
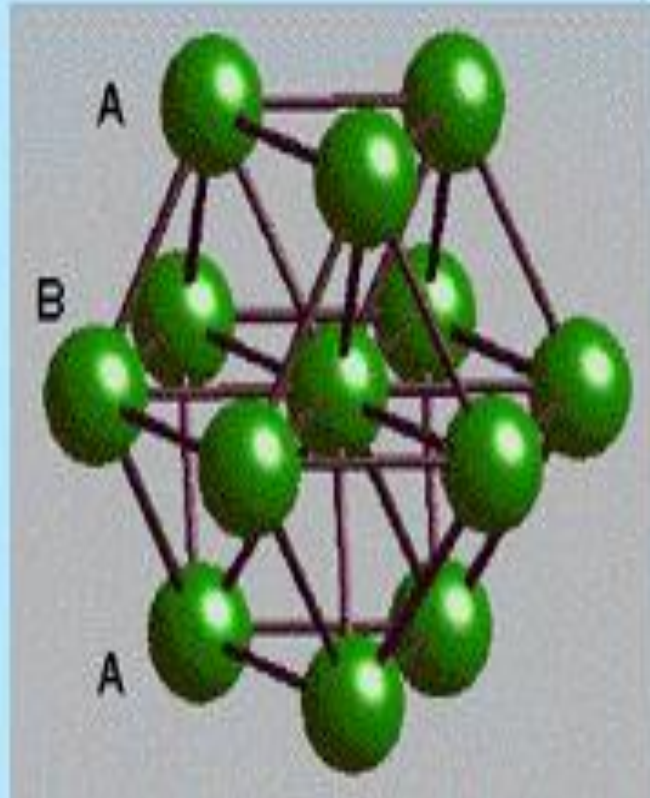
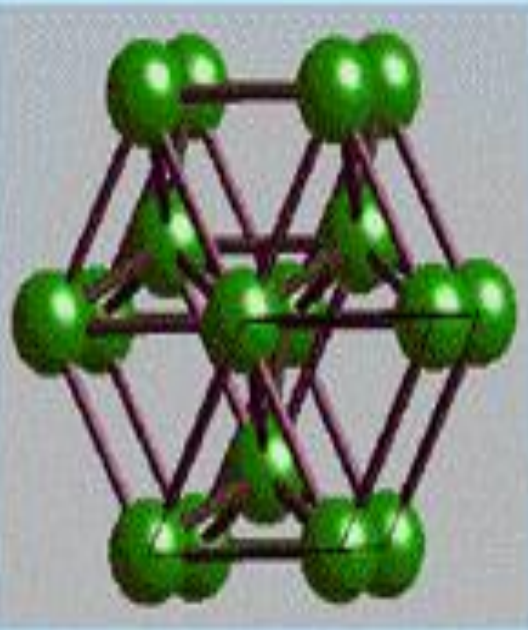
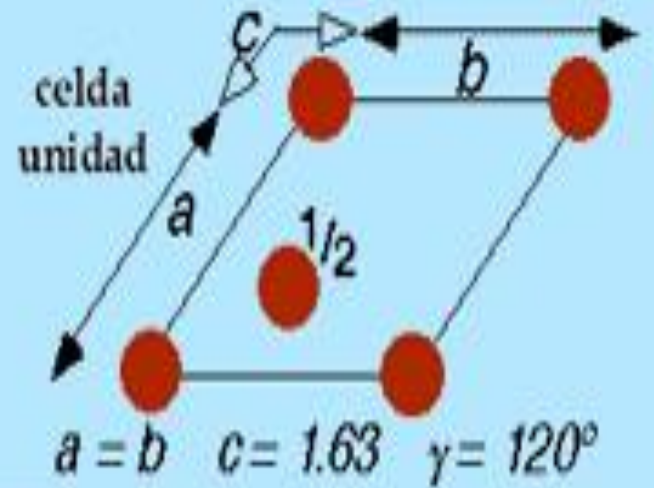


### Empaquetamiento hexagonal compacto



localización de vacancias octaédricas intersticiales

# EMPAQUETAMIENTO HEXAGONAL COMPACTO





Los metales que presentan estructura hexagonal compacta (**hcp**) son poco dúctiles y resistentes, la estructura cúbica centrada en las caras (**fcc**) tiende a poseer baja resistencia mecánica y elevada ductilidad, mientras que los metales con estructura cúbica centrada en el cuerpo (**bcc**) presentan resistencia superior y ductilidad inferior a los cúbicos centrados en las caras.

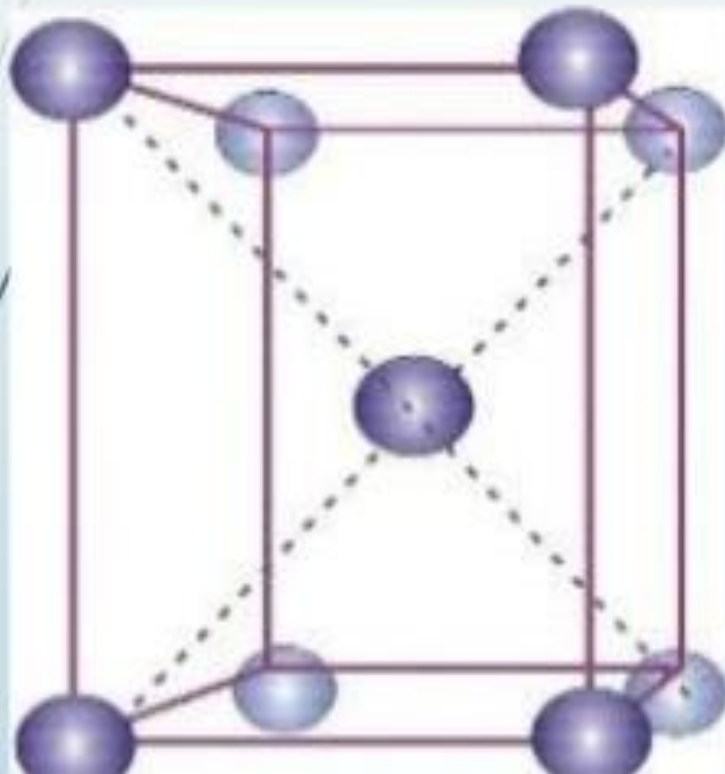
### EJEMPLOS:

	Al	Cr	Cu	Sn	Fe	Ni	Au	Ag	Pb	Ti	Zn
HC										X	X
CCC	X		X	X		X	X	X	X		
CC		X			X						



# Hierro

- El hierro es muy abundante en la naturaleza (forma parte del núcleo en la corteza terrestre) y es el metal más utilizado.



## Estructura cristalina

Cubica centrada en el cuerpo

Punto de Fusión:  $1.538^{\circ}\text{C}$

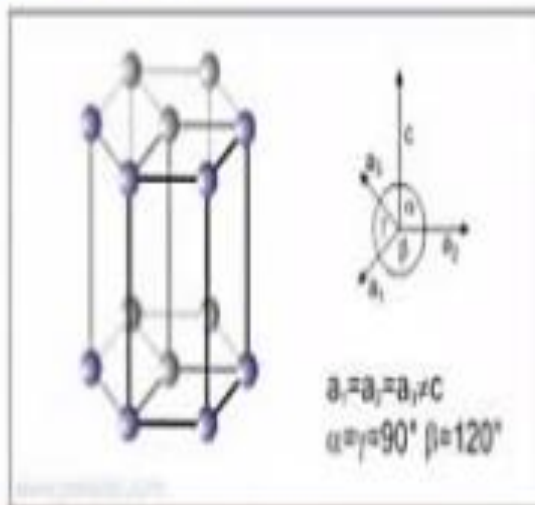
Numero atomico: 26

Punto de ebullicion:  $2.862^{\circ}\text{C}$

# Zinc

- Es un metal o mineral, a veces clasificado como metal de transición aunque estrictamente no lo sea, ya que tanto el metal como su especie dispositiva presentan el conjunto orbital completo.

## Estructura cristalina



Estructura cristalina:

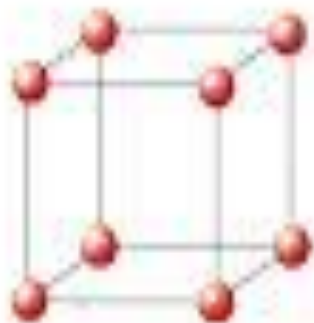
hexagonal

Dimensiones de la celda unidad / pm:

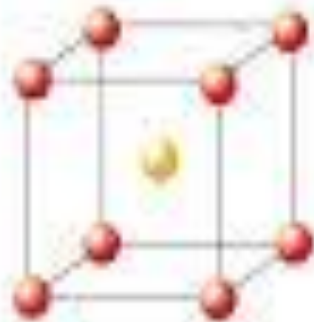
$a = 266.47, c = 494.69$

Grupo espacial

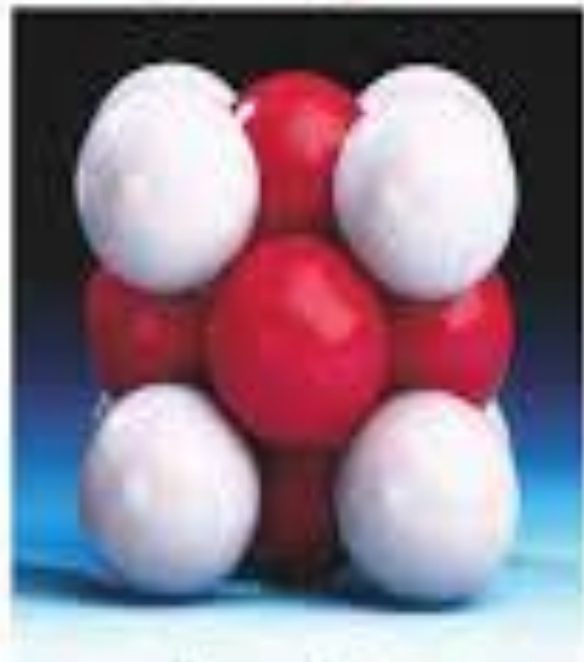
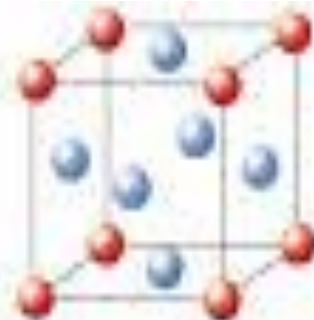
$P6_3/mmc$



Simple cubic

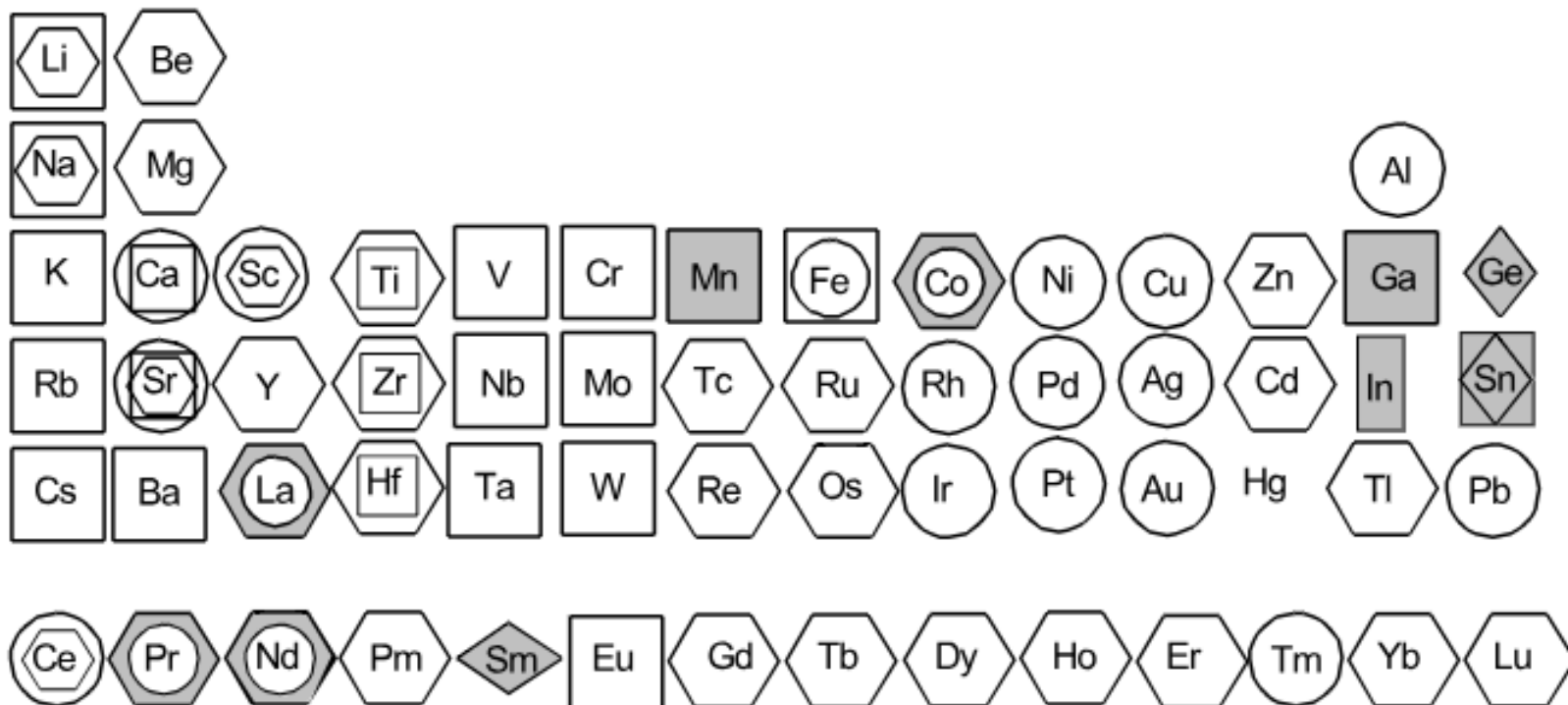
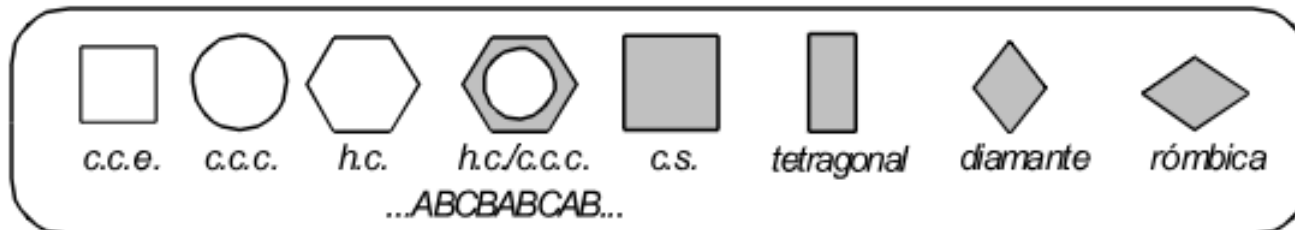


Body-centered cubic



Face-centered cubic

# ESTRUCTURA CRISTALINA DE METALES



**Figura 1.** Distribución de las estructuras de los metales en la Tabla periódica. [Descripción detallada](#)



## **REDES CRISTALINAS**

Mayormente los metales cristalizan en tres redes cristalinas:

RED CUBICA CENTRADA EN EL CUERPO (Body Centered Cubic Unit cell) BCC

Cromo, Tungsteno, Hierro (alfa), Hierro (beta), Molibdeno, Vanadio, Sodio

RED CUBICA CENTRADA EN LAS CARAS (Face Centered Cubic Unit cell) FCC

Aluminio, Cobre, Plomo, Plata, Niquel, Oro, platino, Hierro (gamma)

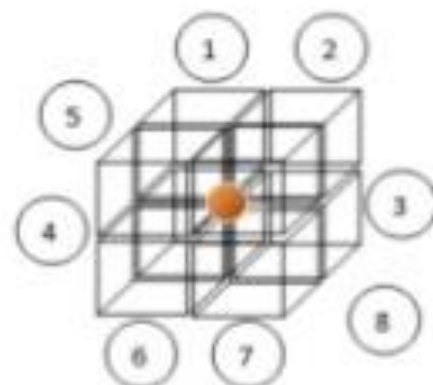
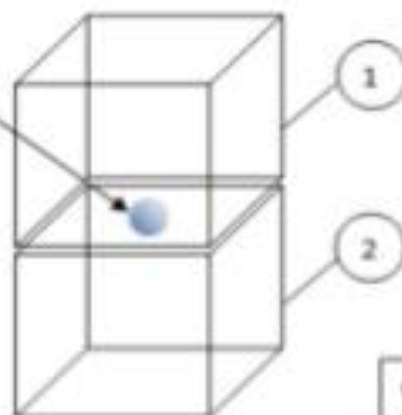
RED HEXAGONAL COMPACTA (Hexagonal Closed Packed) HCP

Magnesio, Berilio , Zinc y Cadmio

# Características de Cristales Metálicos Comunes

Estructura	$a_0$ en función de $r$	Átomos por celda	Número de coordinación	Factor de empaquetamiento	Metales típicos
Cúbica simple (CS)	$a_0 = 2r$	1	6	0.52	Ninguno
Cúbica centrada en el cuerpo (CC)	$a_0 = 4r/\sqrt{3}$	2	8	0.68	Fe, Ti, W, Mo, Nb, Ta, K, Na, V, Cr, Zr
Cúbica centrada en las caras (CCC)	$a_0 = 4r/\sqrt{2}$	4	12	0.74	Fe, Cu, Al, Au, Ag, Pb, Ni, Pt
Hexagonal compacta (HC)	$a_0 = 2r$ $c_0 = 1.633 a_0$	2	12	0.74	Ti, Mg, Zn, Be, Co, Cd

Átomo centrado en la cara compartido entre dos celdas unitarias



Cada átomo en un vértice es compartido por ocho celdas unitarias.