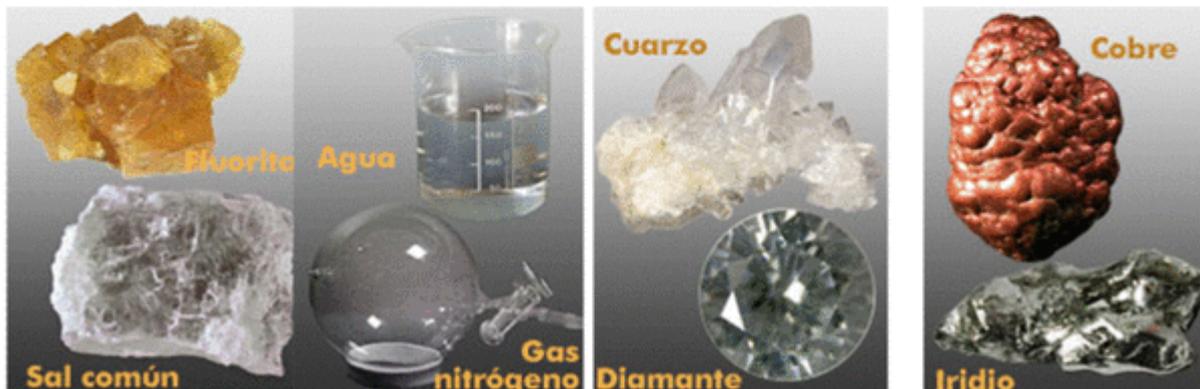
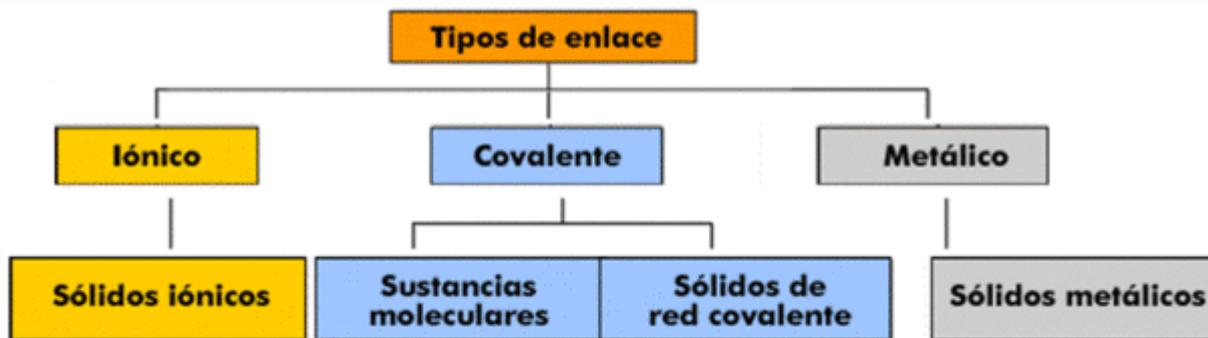


# Las fases condensadas (2)



## Relación entre las estructuras cúbica y hexagonal compactas

Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 276-277.

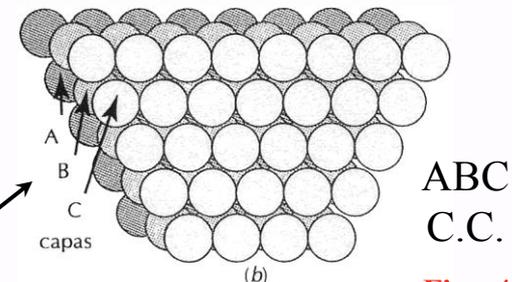
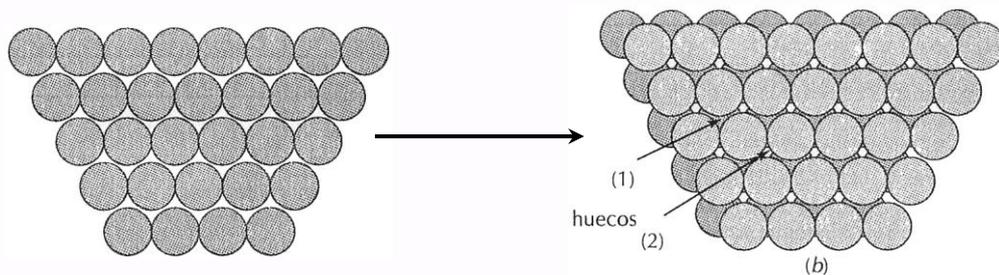
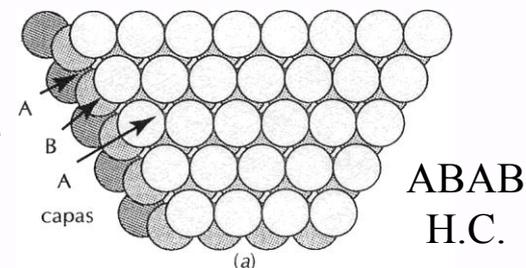


Fig - 47



\* Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 275.

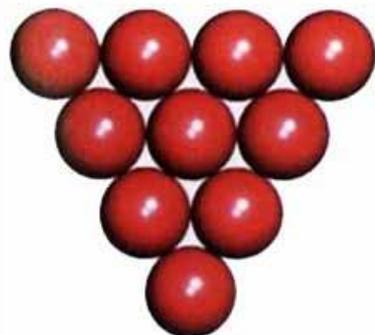
\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., "Inorganic Chemistry", 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 148.

\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., "Concepts and Models of Inorganic Chemistry", 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 204.

\* Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F., Traducción española de la 4ª Ed. "Química Inorgánica", McGraw-Hill Interamericana, 2008, pp 74.

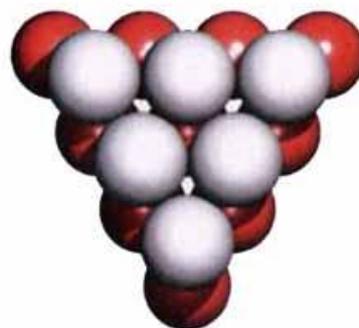
## Relación entre las estructuras cúbica y hexagonal compactas

Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., "Inorganic Chemistry", 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 149.



Layer A

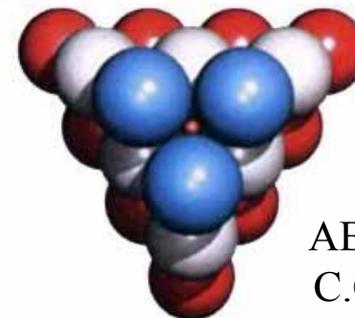
Place one sphere  
over every other  
hollow in layer A



Layer A (red spheres)  
Layer B (grey spheres)

Layer B contains two  
different types of  
hollow (see text)

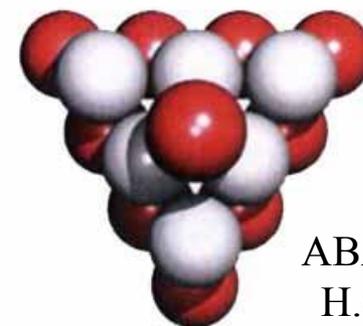
By placing spheres in  
one or other of these  
different hollows, two  
new layers of spheres  
can be produced.



ABC  
C.C.

Layer A (red spheres)  
Layer B (grey spheres)  
Layer C (blue spheres)

(c)



ABAB  
H.C.

Layer A (red spheres)  
Layer B (grey spheres)  
Layer A (red sphere)

\* Casabó i Gispert, J., "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 275.

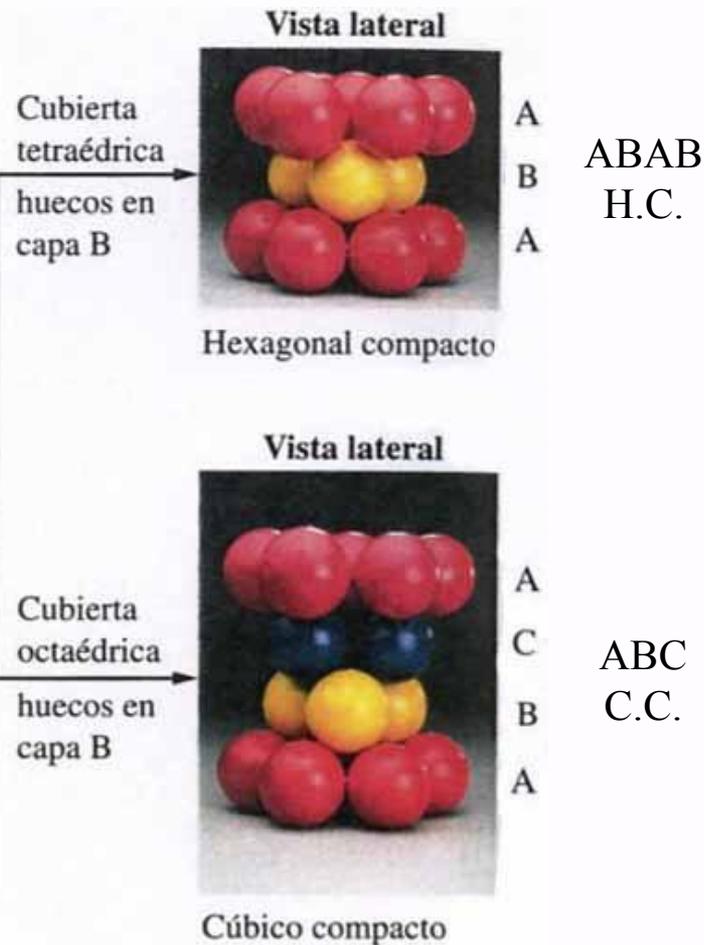
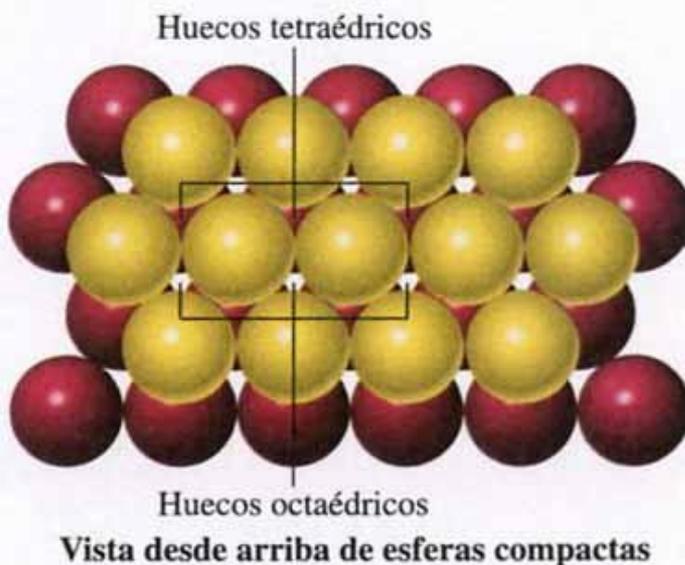
\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., "Inorganic Chemistry", 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 148.

\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., "Concepts and Models of Inorganic Chemistry", 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 204.

\* Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F., Traducción española de la 4ª Ed. "Química Inorgánica", McGraw-Hill Interamericana, 2008, pp 74.

## Relación entre las estructuras cúbica y hexagonal compactas

Petrucci, R. H.; Harwood, W. S.; Herring, F. G., "Química general", 8ª Ed., Prentice Hall, 2003, reimpresión 2006, pp 510.



\* Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 275.

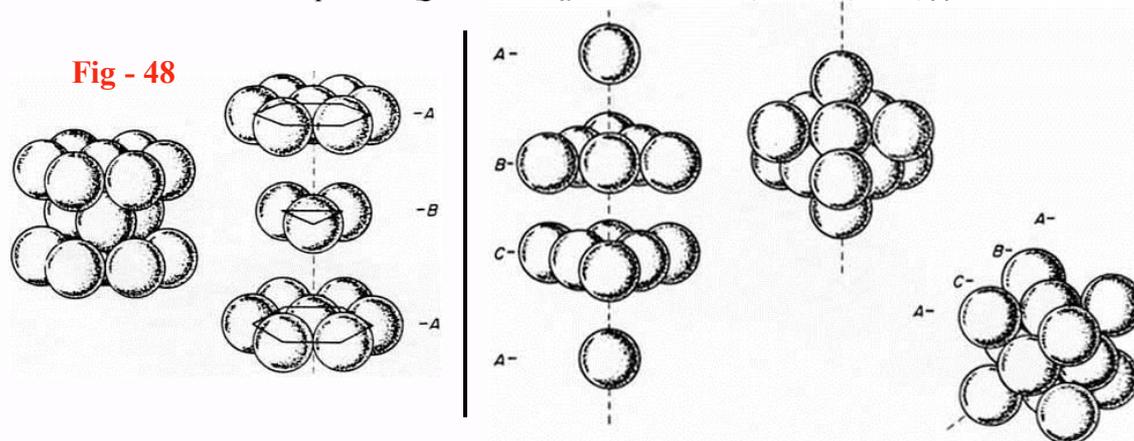
\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., "Inorganic Chemistry", 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 148.

\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., "Concepts and Models of Inorganic Chemistry", 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 204.

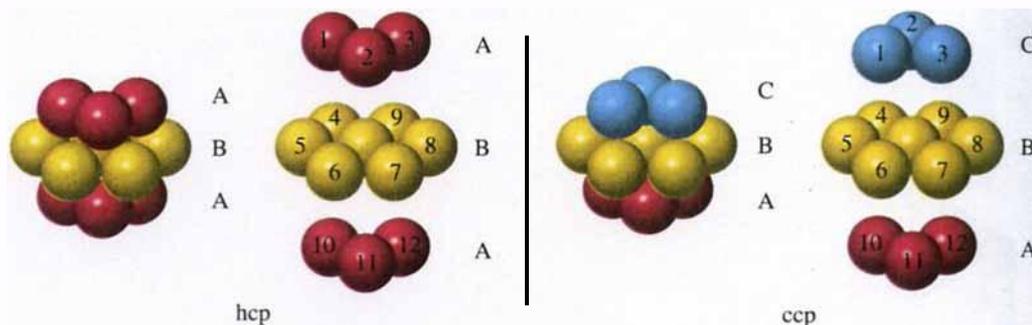
\* Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F., Traducción española de la 4ª Ed. "Química Inorgánica", McGraw-Hill Interamericana, 2008, pp 74.

## Relación entre las estructuras cúbica y hexagonal compactas

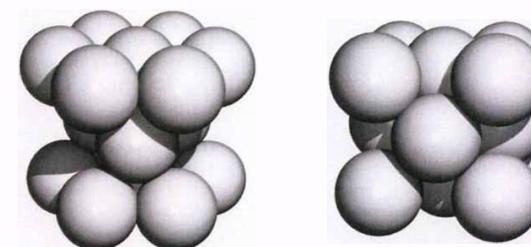
Lagowski, J. J., "Modern Inorganic Chemistry", Marcel Dekker Inc, 1973.  
 Traducción española: "Química Inorgánica Moderna", Reverté, 1978, pp 72.



Petrucci, R. H.; Harwood, W. S.; Herring, F. G., "Química general", 8ª Ed., Prentice Hall, 2003, reimpresión 2006, pp 512.



Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., "Inorganic Chemistry", 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 150.



\* Casabó i Gispert, J., "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 275.

\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., "Inorganic Chemistry", 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 148.

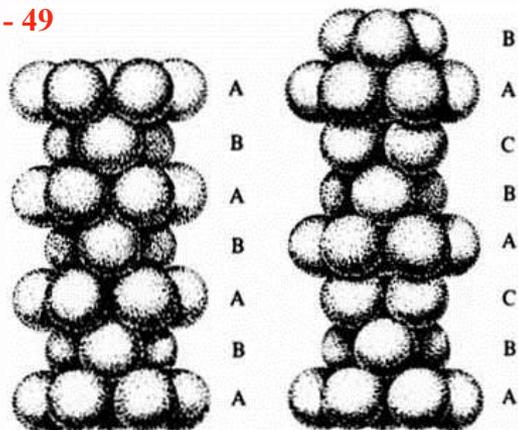
\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., "Concepts and Models of Inorganic Chemistry", 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 204.

\* Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F., Traducción española de la 4ª Ed. "Química Inorgánica", McGraw-Hill Interamericana, 2008, pp 74.

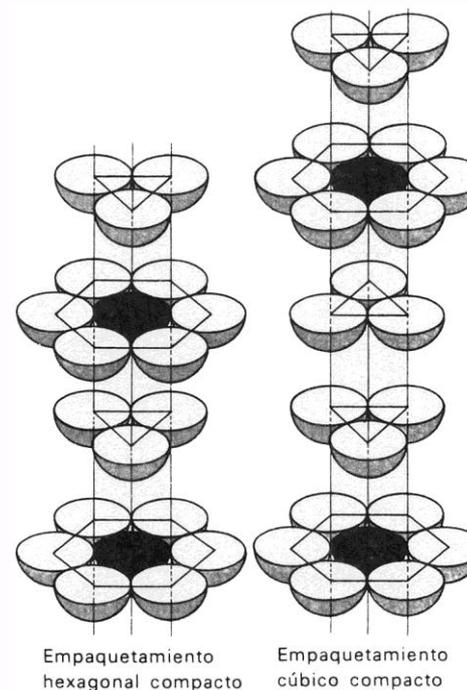
## Relación entre las estructuras cúbica y hexagonal compactas

Huheey, J. E., Keiter, R. L., Keiter, E. A., "Inorganic Chemistry: Principles of Structure and Reactivity", 4ª Ed., Harper Collins, 1993, pp 120.

Fig - 49



Moeller, T., "Inorganic Chemistry. A Modern Introduction", John Wiley & Sons, 1994. Traducción española: "Química Inorgánica", Reverté, 1994, pp 166.



\* Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 275.

\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., "Inorganic Chemistry", 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 148.

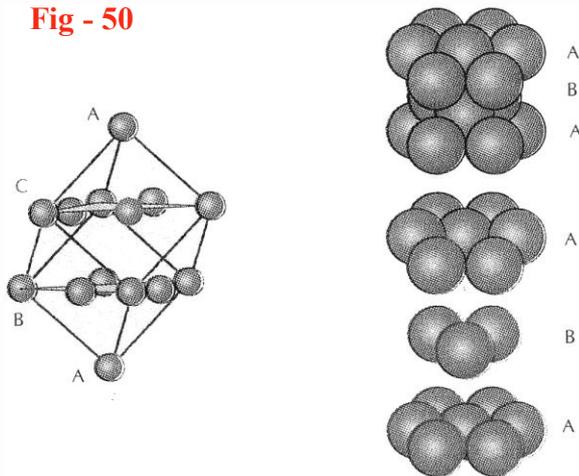
\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., "Concepts and Models of Inorganic Chemistry", 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 204.

\* Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F., Traducción española de la 4ª Ed. "Química Inorgánica", McGraw-Hill Interamericana, 2008, pp 74.

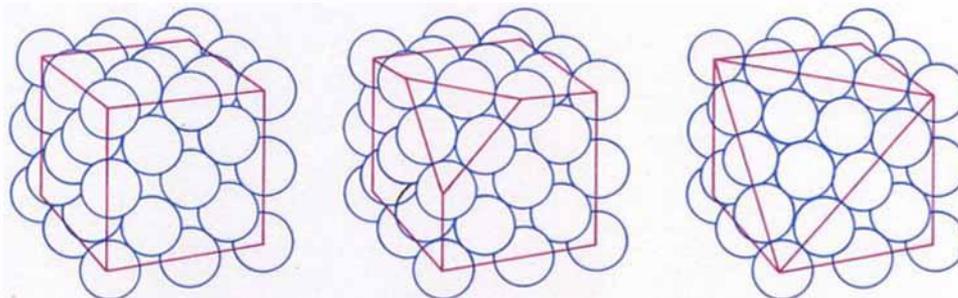
## Relación entre las estructuras cúbica y hexagonal compactas

Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico",  
Reverté, 1999, pp 278.

Fig - 50

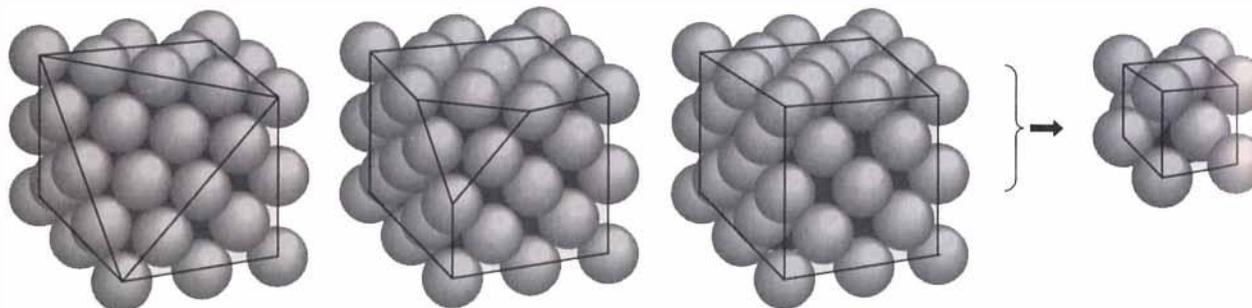


Gillespie, R. J.; Humphreys, D. A.; Baird, N. C.; Robinson, E. A.,  
"Química", Vol I, Reverté, 1990, pp 456.



Huheey, J. E., Keiter, R. L., Keiter, E. A., "Inorganic Chemistry: Principles of  
Structure and Reactivity", 4ª Ed., Harper Collins, 1993, pp 120.

Fig - 51-52



\* Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 275.

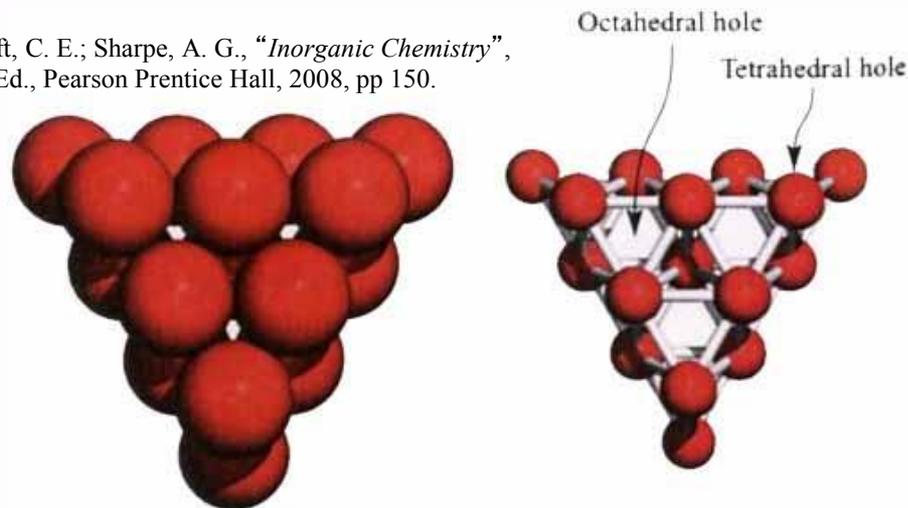
\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., "Inorganic Chemistry", 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 148.

\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., "Concepts and Models of Inorganic Chemistry", 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 204.

\* Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F., Traducción española de la 4ª Ed. "Química Inorgánica", McGraw-Hill Interamericana, 2008, pp 74.

## Relación entre las estructuras cúbica y hexagonal compactas

Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., *"Inorganic Chemistry"*,  
3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 150.



Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., *"Concepts and Models of Inorganic Chemistry"*, 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 206.

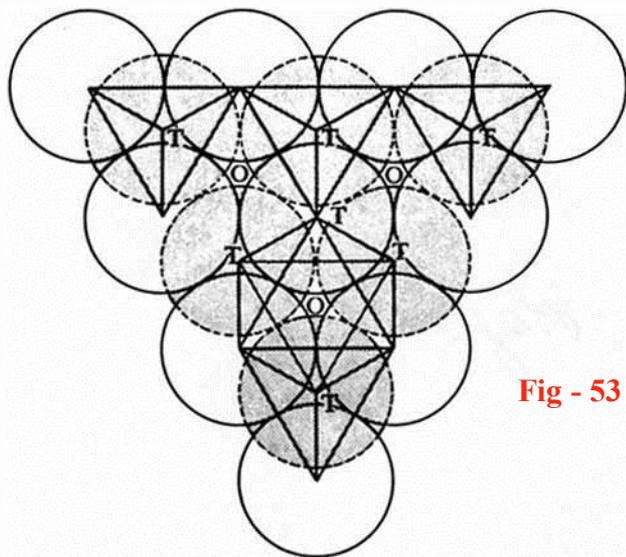


Fig - 53

\* Casabó i Gispert, J, *"Estructura Atómica y Enlace Químico"*, Reverté, 1999, pp 275.

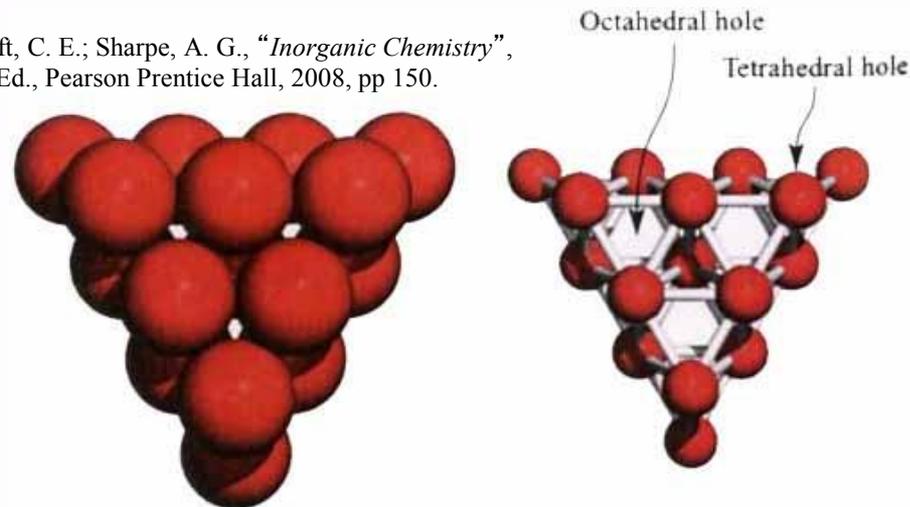
\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., *"Inorganic Chemistry"*, 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 148.

\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., *"Concepts and Models of Inorganic Chemistry"*, 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 204.

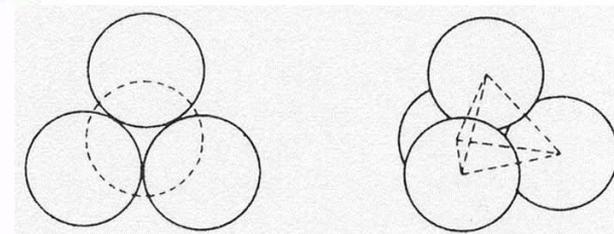
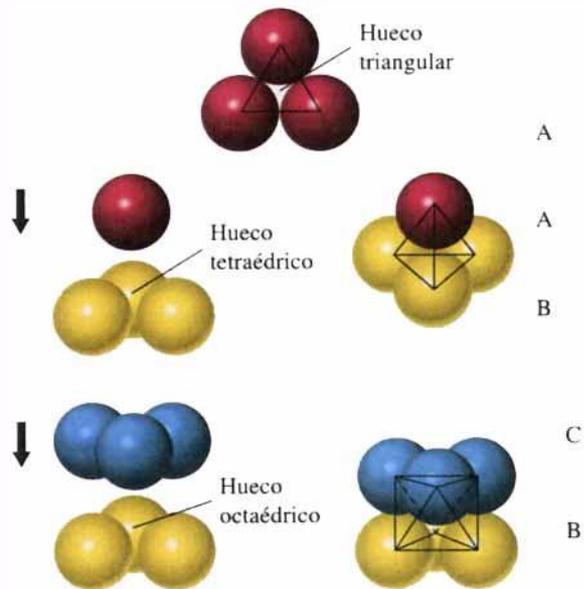
\* Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F., Traducción española de la 4ª Ed. *"Química Inorgánica"*, McGraw-Hill Interamericana, 2008, pp 74.

**Relación entre las estructuras cúbica y hexagonal compactas**

Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., *"Inorganic Chemistry"*, 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 150.

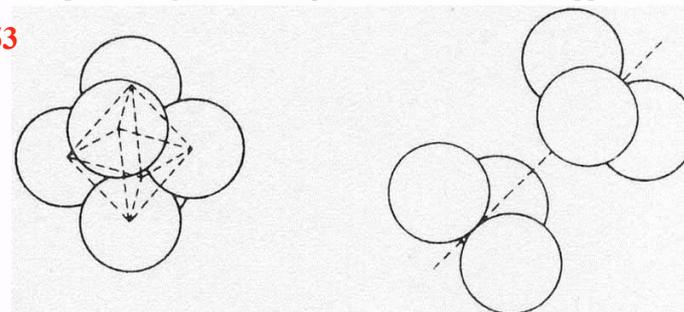


Petrucci, R. H.; Harwood, W. S.; Herring, F. G., *"Química general"*, 8ª Ed., Prentice Hall, 2003, reimprisión 2006, pp 510.



Moeller, T., *"Inorganic Chemistry. A Modern Introduction"*, John Wiley & Sons, 1994. Traducción española: *"Química Inorgánica"*, Reverté, 1994, pp 167.

**Fig - 53**



\* Casabó i Gispert, J., *"Estructura Atómica y Enlace Químico"*, Reverté, 1999, pp 275.

\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., *"Inorganic Chemistry"*, 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 148.

\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., *"Concepts and Models of Inorganic Chemistry"*, 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 204.

\* Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F., Traducción española de la 4ª Ed. *"Química Inorgánica"*, McGraw-Hill Interamericana, 2008, pp 74.

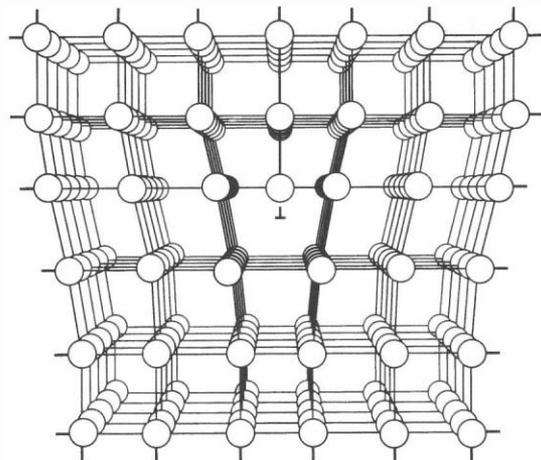
## Defectos Reticulares

Cristales reales, *Defectos Reticulares*

1 mol de átomos

$10^3$ – $10^6$  defectos

- \* Defectos Puntuales: Defectos distribuidos aleatoriamente en el cristal.
- \* Defectos Lineales: Defectos que afectan a puntos situados en una determinada dirección.
- \* Defectos Planos: Defectos que afectan a puntos situados en un mismo plano.



### Dislocaciones de arista

Rodgers, G. E. Traducción española: “*Química Inorgánica, Introducción a la Química de Coordinación, del Estado Sólido y Descriptiva*”, McGraw-Hill, 1995, pp 217.

\* Casabó i Gispert, J, “*Estructura Atómica y Enlace Químico*”, Reverté, 1999, pp 368.

\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., “*Inorganic Chemistry*”, 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 177.

\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., “*Concepts and Models of Inorganic Chemistry*”, 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 264.

\* Rodgers, G. E. Traducción española: “*Química Inorgánica, Introducción a la Química de Coordinación, del Estado Sólido y Descriptiva*”, McGraw-Hill, 1995, pp 216.

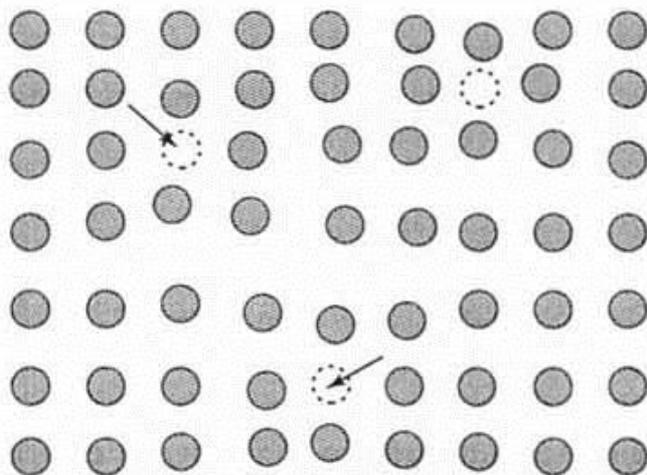
Defectos Reticulares

Defectos Puntuales

Formación de Vacantes

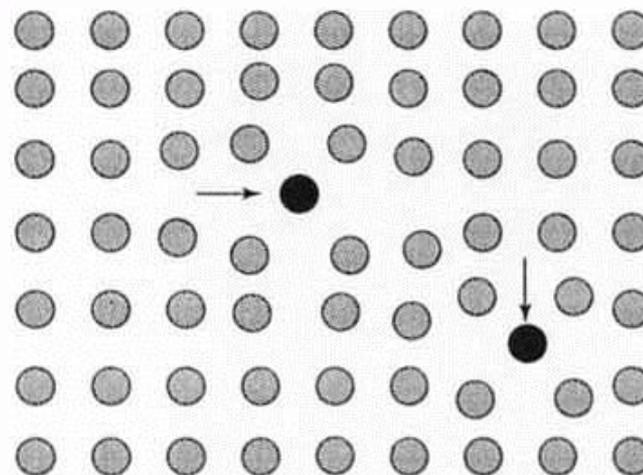
Defectos Intersticiales

Fig - 54



Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 369.

Fig - 55



Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 369.

\* Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 368.

\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., "Inorganic Chemistry", 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 177.

\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., "Concepts and Models of Inorganic Chemistry", 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 264.

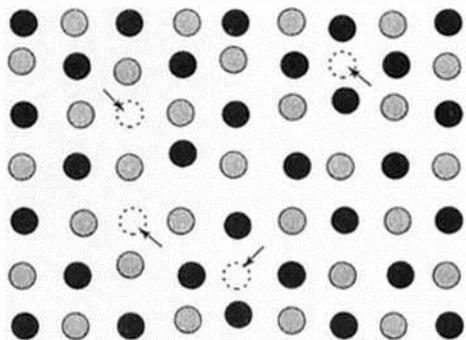
\* Rodgers, G. E. Traducción española: "Química Inorgánica, Introducción a la Química de Coordinación, del Estado Sólido y Descriptiva", McGraw-Hill, 1995, pp 216.

Defectos Reticulares

Defectos Puntuales

Defectos Schottky

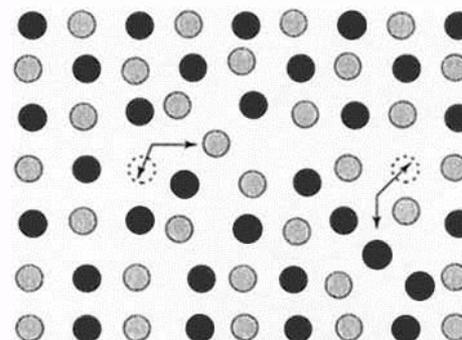
Fig - 56



Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 370.

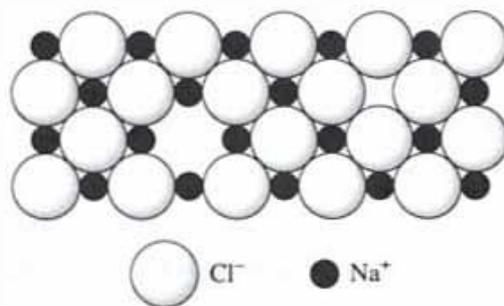
Defectos Frenkel

Fig - 57



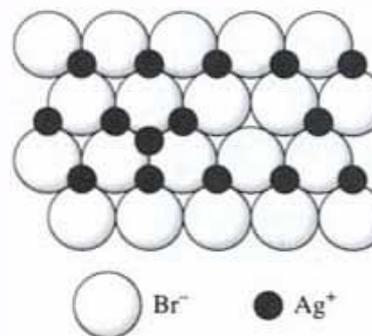
Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 371.

Electroneutralidad  
Vacante catiónica  
Vacante aniónica



Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., "Concepts and Models of Inorganic Chemistry", 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 265.

Electroneutralidad  
Intersticial catiónica  
Vacante catiónica



\* Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 368.

\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., "Inorganic Chemistry", 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 177.

\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., "Concepts and Models of Inorganic Chemistry", 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 264.

\* Rodgers, G. E. Traducción española: "Química Inorgánica, Introducción a la Química de Coordinación, del Estado Sólido y Descriptiva", McGraw-Hill, 1995, pp 216.

## Defectos Reticulares      Sólidos Electrolitos

$\alpha$ -AgI      Empaquetamiento Cúbico Centrado de aniones  $I^-$

Celda unidad tiene 6 huecos octaédricos (centros de caras) y 12 huecos tetraédricos (aristas).  
Los cationes  $Ag^+$  son pequeños y disponen de muchos huecos que ocupan *al azar*, disponen de gran movilidad, *conductividad*.

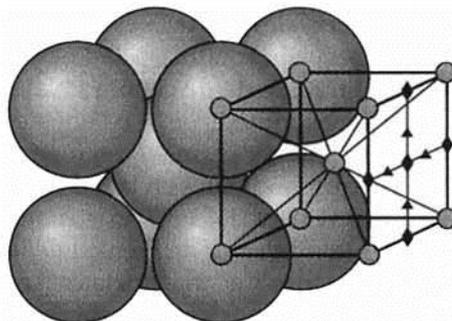


Fig - 58

Casabó i Gispert, J, “Estructura Atómica y Enlace Químico”,  
Reverté, 1999, pp 372.

\* Casabó i Gispert, J, “Estructura Atómica y Enlace Químico”, Reverté, 1999, pp 368.

\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., “Inorganic Chemistry”, 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 177.

\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., “Concepts and Models of Inorganic Chemistry”, 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 264.

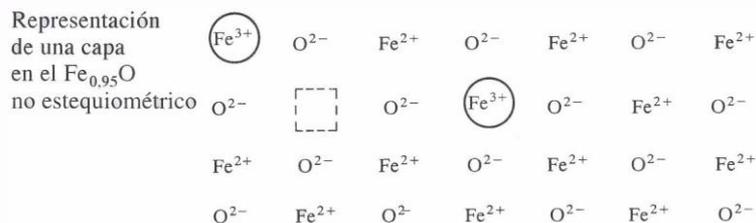
\* Rodgers, G. E. Traducción española: “Química Inorgánica, Introducción a la Química de Coordinación, del Estado Sólido y Descriptiva”, McGraw-Hill, 1995, pp 216.

Defectos Reticulares

Compuestos no estequiométricos

FeO red tipo NaCl. Ocupadas el 95% de las posiciones Octaédricas ( $\text{Fe}_{0,95}\text{O}$ )

Rodgers, G. E. Traducción española: “*Química Inorgánica, Introducción a la Química de Coordinación, del Estado Sólido y Descriptiva*”, McGraw-Hill, 1995, pp 217.



NiO	preparado a 1100 K	$\text{Ni}_{1,0}\text{O}_{1,0}$	verde pálido	aislante
	preparado a 1500 K	$\text{Ni}_{0,97}\text{O}_{1,0}$	negro	semiconductor

ZnO pierde oxígeno por calentamiento dando  $\text{Zn}_{1+\delta}\text{O}$

NaCl reacciona con sodio metal dando  $\text{Na}_{1+\delta}\text{Cl}$

\* Casabó i Gispert, J, “*Estructura Atómica y Enlace Químico*”, Reverté, 1999, pp 368.

\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., “*Inorganic Chemistry*”, 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 177.

\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., “*Concepts and Models of Inorganic Chemistry*”, 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 264.

\* Rodgers, G. E. Traducción española: “*Química Inorgánica, Introducción a la Química de Coordinación, del Estado Sólido y Descriptiva*”, McGraw-Hill, 1995, pp 216.

Defectos Reticulares      Compuestos no estequiométricos

*Chemical & Engineering (Agosto 2004)*



$\text{SrTiO}_3$



Provocando un leve defecto de oxígeno

\* Casabó i Gispert, J, “Estructura Atómica y Enlace Químico”, Reverté, 1999, pp 368.

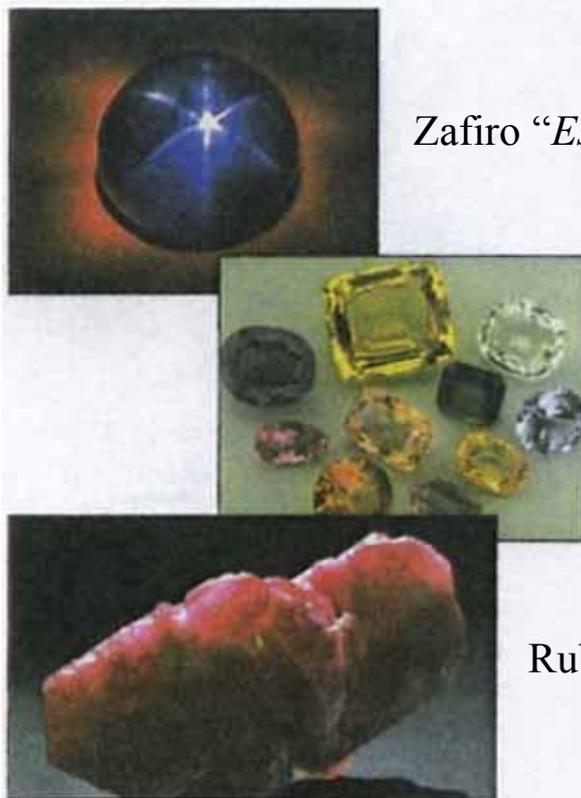
\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., “Inorganic Chemistry”, 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 177.

\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., “Concepts and Models of Inorganic Chemistry”, 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 264.

\* Rodgers, G. E. Traducción española: “Química Inorgánica, Introducción a la Química de Coordinación, del Estado Sólido y Descriptiva”, McGraw-Hill, 1995, pp 216.

## Defectos Reticulares

Zafiros: “ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ” con algunos  $\text{Al}^{3+}$  reemplazados por  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , o  $\text{Ti}^{4+}$ .



Zafiro “*Estrella de Asia*”

Varios Zarfifos

Rubí sin cortar

Kotz, J. C.; Treichel, P. M., “*Química y Reactividad Química*”, 5ª Ed., Thomson Paraninfo, 2003, pp 900.

Rubí  
“ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ” con trazas de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$



Kotz, J. C.; Treichel, P. M., “*Química y Reactividad Química*”, 5ª Ed., Thomson Paraninfo, 2003, pp 67.

\* Casabó i Gispert, J, “*Estructura Atómica y Enlace Químico*”, Reverté, 1999, pp 368.

\* Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., “*Inorganic Chemistry*”, 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 177.

\* Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., “*Concepts and Models of Inorganic Chemistry*”, 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 264.

\* Rodgers, G. E. Traducción española: “*Química Inorgánica, Introducción a la Química de Coordinación, del Estado Sólido y Descriptiva*”, McGraw-Hill, 1995, pp 216.