

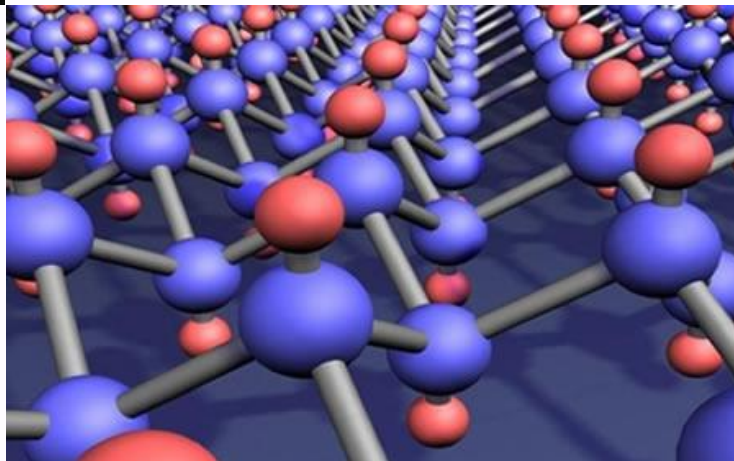
Esta obra está licenciada bajo una Licencia Creative Commons



Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 España  
Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported  
CC BY-NC-ND 3.0

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/>

# Sólidos Covalentes



\* Casabó i Gispert, J, “*Estructura Atómica y Enlace Químico*”, Reverté, 1999. **Capítulo 15 y 17.**

\* Moeller, T., “*Inorganic Chemistry. A Modern Introduction*”, John Wiley & Sons, 1994. Traducción española: “*Química Inorgánica*”, Reverté, 1994. **Capítulo 5.**

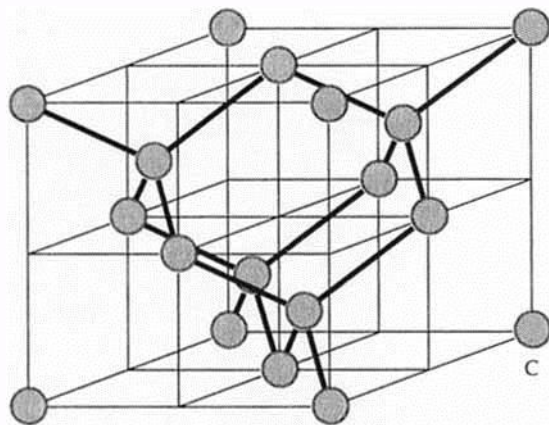
\* Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F., (Shriver-Atkins) “*Inorganic Chemistry*”, 4ª Ed., Oxford University Press, 2006. Traducción española de la 4ª Ed. “*Química Inorgánica*”, McGraw-Hill Interamericana, 2008. **Capítulo 23.**

## Sólidos Covalentes

Átomos unidos covalentemente a sus vecinos, con el par electrónico delocalizado en la zona internuclear delimitada por los dos átomos enlazados. Situación intermedia entre dos casos límite.

Sólidos metálicos, delocalización electrónica a lo largo de toda la red.

Sólidos iónicos, electrones localizados en los iones.



*Cúbica tipo diamante*, forma alotrópica del carbono, junto con grafito y  $C_{60}$

Fig - 59

Casabó i Gispert, J, “*Estructura Atómica y Enlace Químico*”, Reverté, 1999, pp 334.

C:  $s^2 p^2 \Rightarrow$  Hibridación  $sp^3 \Rightarrow$  Estereoquímica tetraédrica.

Disposición espacial tetraédrica, geometría tetraédrica.

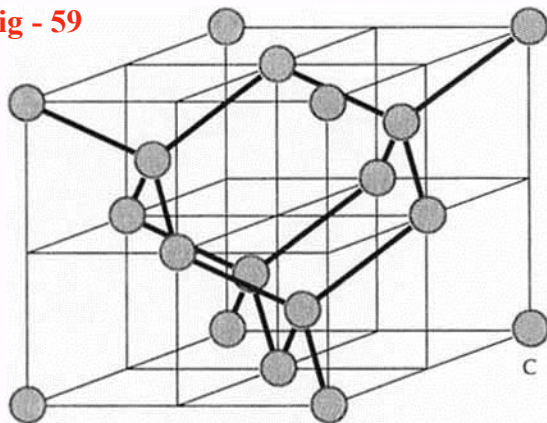
Tetraedros tetraédricamente coordinados compartiendo vértices, ...

**Sólidos Covalentes:  
NO existen moléculas discretas**

## Sólidos Covalentes

### Cúbica tipo diamante

Fig - 59



Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico",  
Reverté, 1999, pp 334.

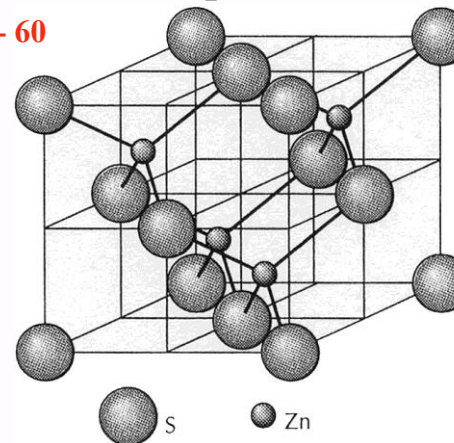
Una única partícula: Átomos iguales

Interacción enlace covalente  
Fuertemente direccional

Red expandida, distorsionada, sin tangencia en  
las caras, empaquetamiento menos compacto

### ZnS tipo blenda

Fig - 60



Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico",  
Reverté, 1999, pp 307.

Empaquetamiento C.C.  $S^{2-}$ , 1/2 huecos Td  $Zn^{2+}$

Coordinación 4:4  $[ZnS_4]$  o bien  $[SZn_4]$

Dos partículas: anión y catión

Interacción electrostática  
no direccional

Empaquetamiento más eficiente

## Sólidos Covalentes

Sólido formado por un único tipo de partícula, fuertemente unido mediante una interacción covalente fuertemente direccional.

---

Las propiedades físicas son un reflejo de dicha configuración:

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| * Punto de fusión elevado | consecuencia de su fuerte interacción<br>Diamante 3500 °C                              |
| * Materiales duros        | consecuencia de su fuerte interacción<br>Diamante, 10 escala de Mohs                   |
| * Sólidos aislantes       | sin delocalización electrónica, par confinado en una región                            |
| * No son mecanizables     | consecuencia de su direccionalidad.<br>ni plásticos, ni elásticos, ni deformables, ... |

## Estructura de los Cristales Covalentes

Estudio sistemático:

Sólidos metálicos	Empaquetamiento de esferas
Sólidos iónicos	Empaquetamiento de iones
Sólidos covalentes	A. F. Wells estudio geométrico y topológico

Ciertos “*condicionamientos*”:

- 1) **La geometría de coordinación** depende de la estructura electrónica.  
Diamante (C–C) cada **nudo** de la red se ramifica en cuatro direcciones formando un tetraedro, **Conectividad** o **Ramificación de la red**, dependiente de la Configuración electrónica de los átomos.
- 2) Dado un poliedro de coordinación, su orientación e interconexión (Problema geométrico):
  - \* debe ser compatible con las exigencias de valencia de todos los átomos
  - \* debe llenar completamente el espacio de forma periódica y ordenada

## Estructura de los Cristales Covalentes

### *Poliedros de coordinación:*

Plano trigonal

Plano cuadrada

Tetraédrica

Bipirámide trigonal

Octaédrica

### **Interconexión de poliedros:**

*“debe llenar completamente el espacio de forma periódica y ordenada”*

Compartiendo vértices, 1 ó más

Compartiendo aristas, 1 ó más

Compartiendo caras

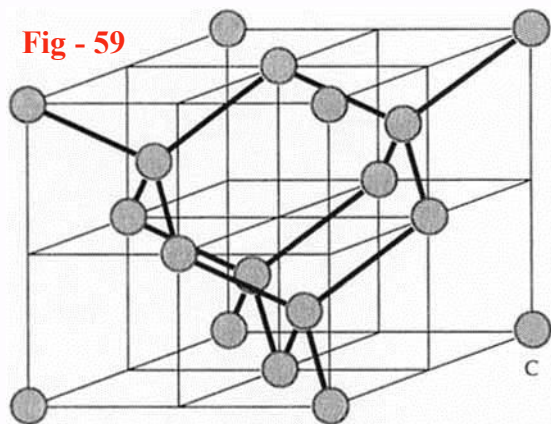
### **Modelo de empaquetamiento de poliedros**

Tetraedros: Poliedro ampliamente utilizado en la naturaleza  
Presente en los elementos del grupo 14 (C, Si, ...)

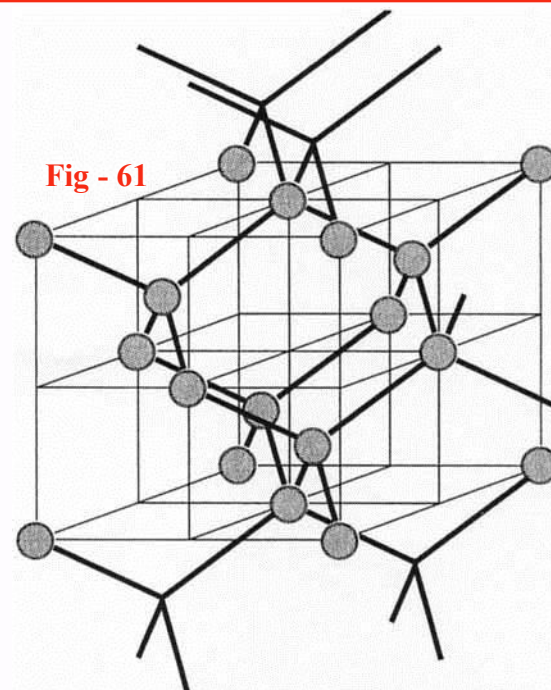
Octaedros: Más brevemente

## Estructuras basadas en redes de tetraedros

### Red Cúbica tipo diamante



Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico",  
Reverté, 1999, pp 334.



Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico",  
Reverté, 1999, pp 337.

### Pregunta

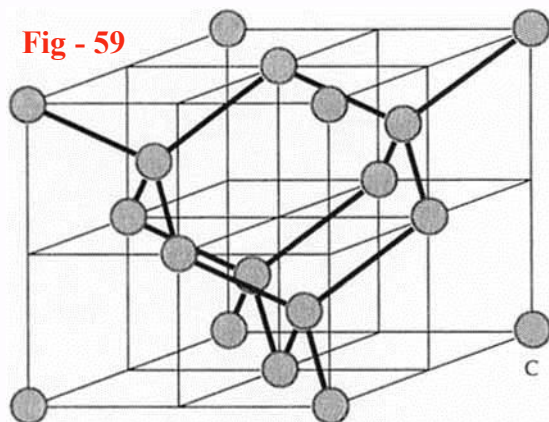
**La forma termodinámicamente estable, a P y T normales,  
no es el diamante sino el grafito.**

**¿Un diamante se transformaría en grafito, y se  
ennegrecería con los años?, ¿Por qué?**

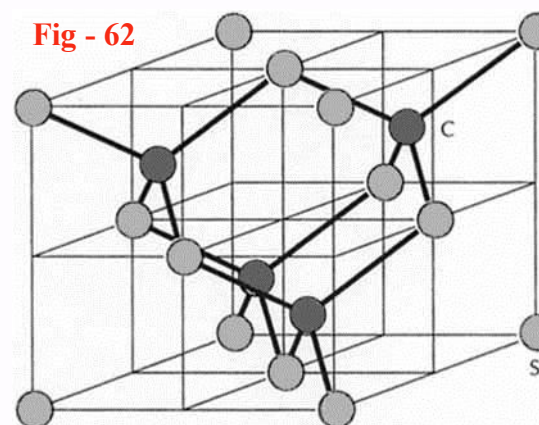


## Estructuras basadas en redes de tetraedros

### Red Cúbica tipo diamante



Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico",  
Reverté, 1999, pp 334.

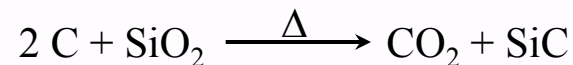


Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico",  
Reverté, 1999, pp 338.

Especies isoelectrónicas

BN BP

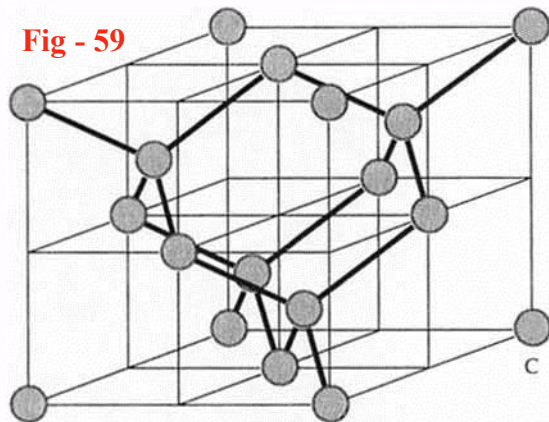
Carborundo, SiC



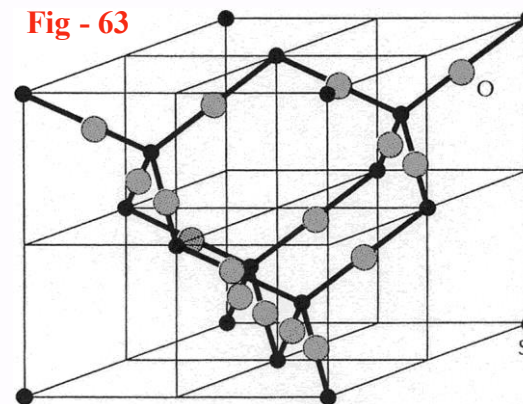
Más duro que el diamante  
Usado en herramientas de corte y abrasión  
Polvo de SiC en el pulido de diamantes

## Estructuras basadas en redes de tetraedros

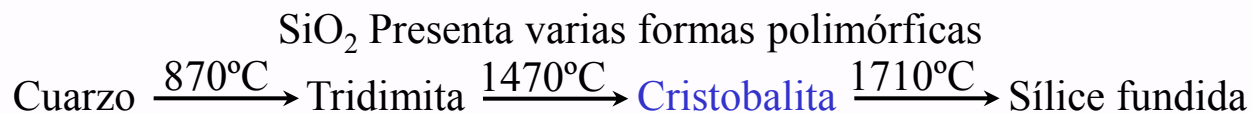
### Red Cúbica tipo diamante



Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico",  
Reverté, 1999, pp 334.



Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico",  
Reverté, 1999, pp 339.



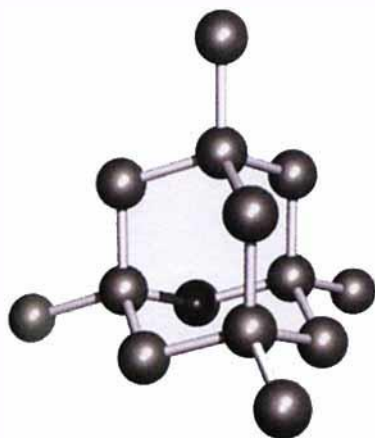
Cristobalita, tetraedros [SiO<sub>4</sub>] compartiendo los cuatro vértices,  
en un empaquetamiento **cúbico**.

Deriva del Silicio cúbico tipo diamante, insertando oxígenos  
entre cada pareja de átomos de silicio.

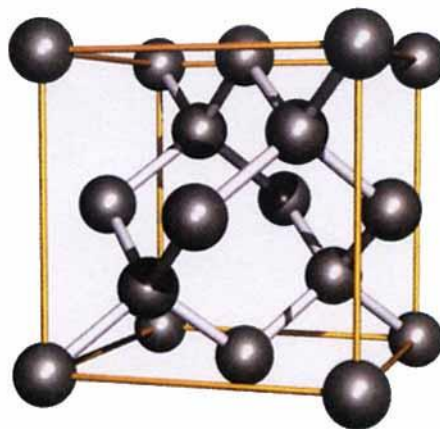
## Estructuras basadas en redes de tetraedros

### Red Cúbica tipo diamante

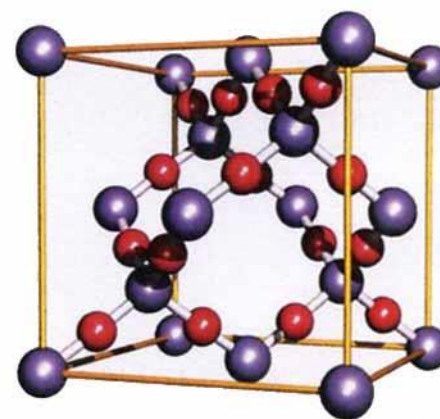
Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., "Inorganic Chemistry", 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 169.



Típica  
representación del  
carbono



Paralelismo con la  
blenda

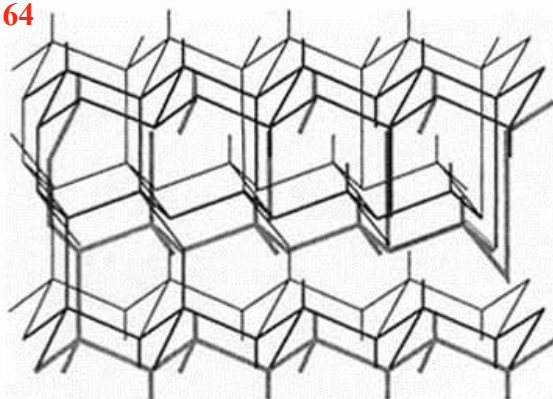


Cristobalita

## Estructuras basadas en redes de tetraedros

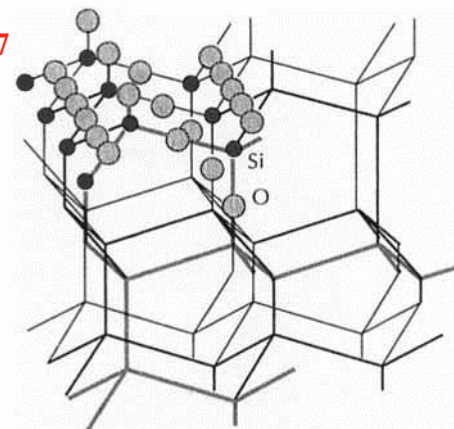
### Red hexagonal tipo diamante

Fig - 64

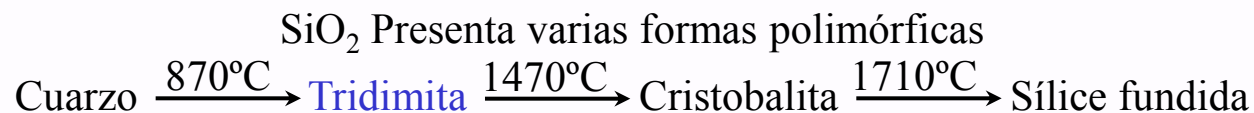


Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico",  
Reverté, 1999, pp 340.

Fig - 67



Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico",  
Reverté, 1999, pp 340.

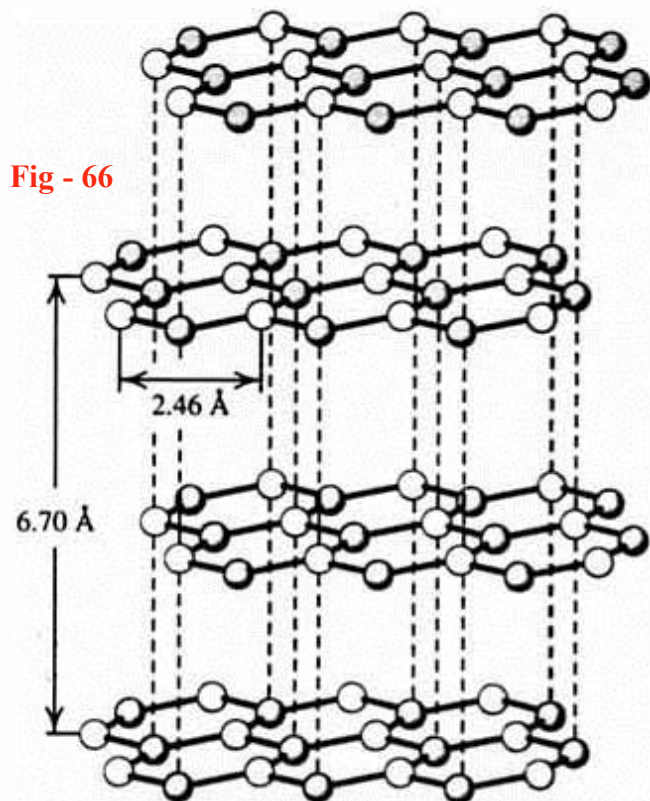


Tridimita, tetraedros [SiO<sub>4</sub>] compartiendo los cuatro vértices, en un empaquetamiento **hexagonal**.

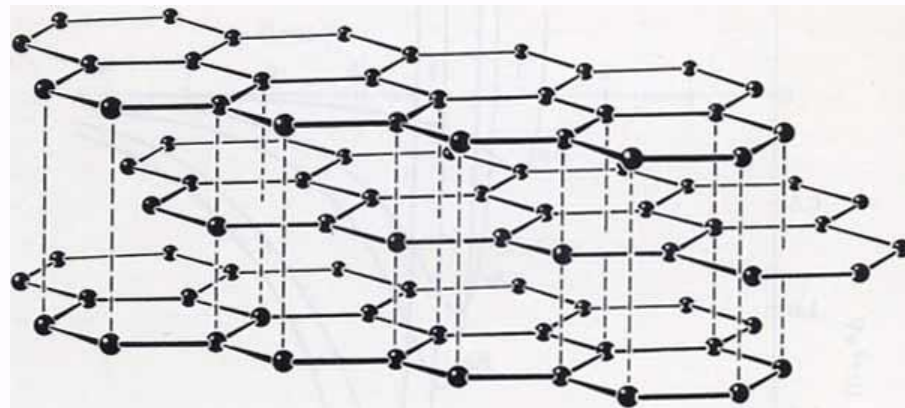
## Estructuras basadas en redes de tetraedros

### Otras formas alotrópicas del carbono

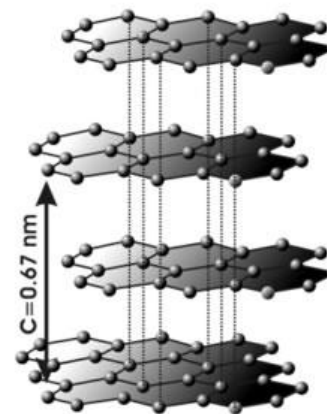
#### Grafito



Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., "Concepts and Models of Inorganic Chemistry", 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 284.



Alonso, M.; Finn E. J., "Física: Fundamentos cuánticos y estadísticos", Volumen III, Fondo educativo interamericano, S. A., 1976, pp 246.



## Estructuras basadas en redes de tetraedros

### Otras formas alotrópicas del carbono

#### Fulereo - C<sub>60</sub>

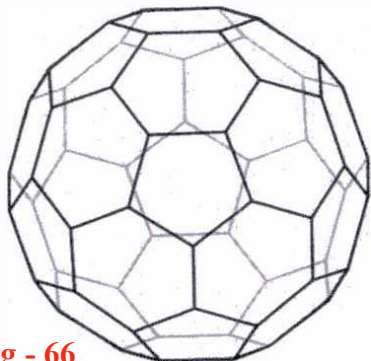


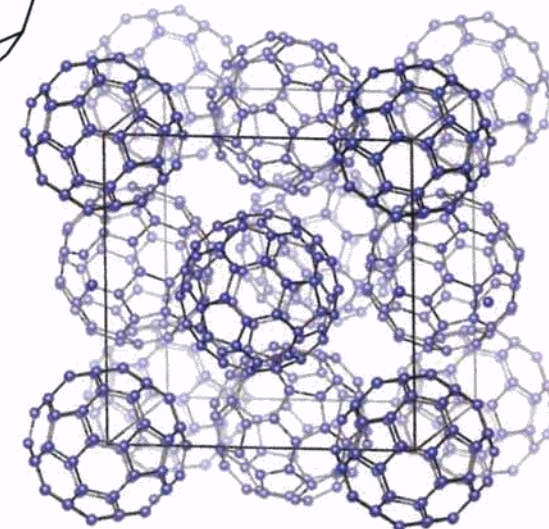
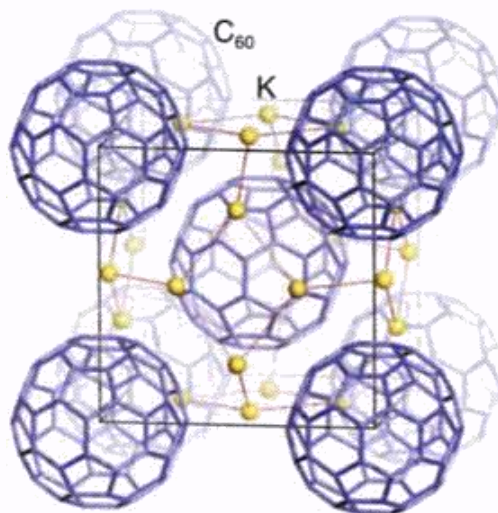
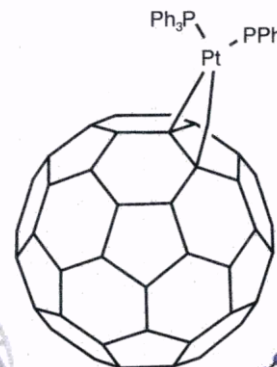
Fig - 66

Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., *"Inorganic Chemistry"*, 3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 387-394. Traducción española de la 2ª Ed. *"Química Inorgánica"*, Pearson Prentice Hall, 2006, 348-353.

Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F. Traducción española de la 4ª Ed. *"Química Inorgánica"*, McGraw-Hill Interamericana, 2008, pp 321-323, 636-637.

Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., *"Problems for Concepts and Models of Inorganic Chemistry"*, 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 58.

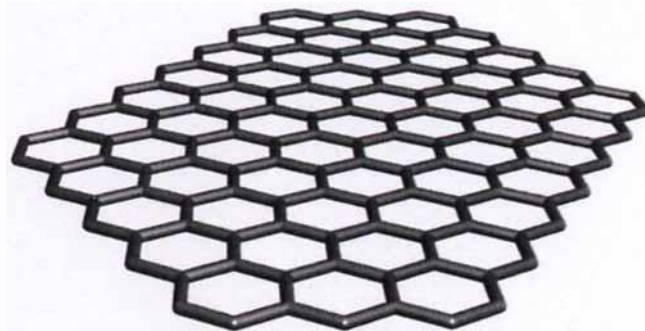
Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F. Traducción española de la 4ª Ed. *"Química Inorgánica"*, McGraw-Hill Interamericana, 2008, pp 322.



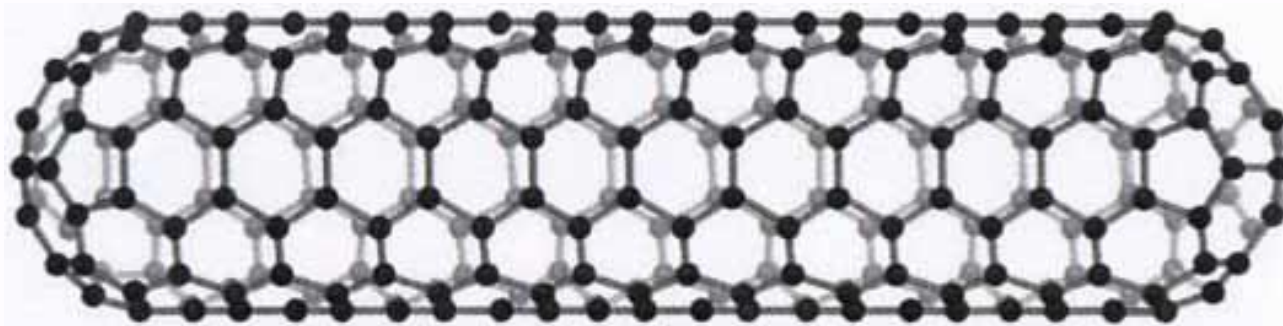
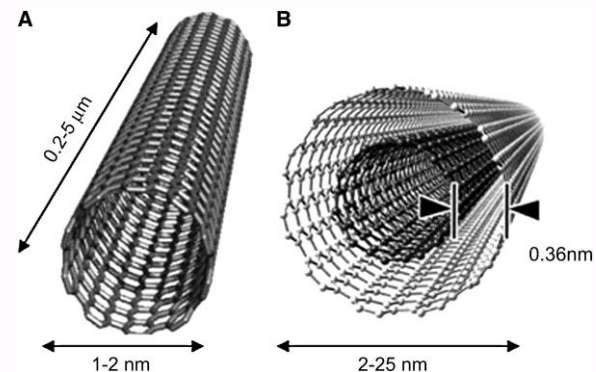
## Estructuras basadas en redes de tetraedros

### Otras formas alotrópicas del carbono

#### Nanotubos



Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., *"Inorganic Chemistry"*,  
3ª Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 955.

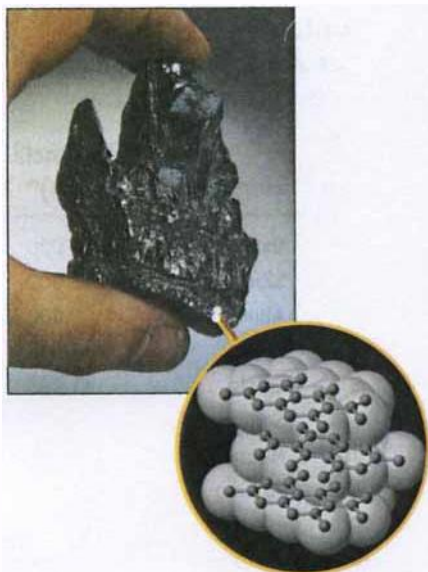


Petrucci, R. H.; Harwood, W. S.; Herring, F. G., *"Química general"*, 8ª  
Ed., Prentice Hall, 2003, reimpresión 2006, pp 507.

## Estructuras basadas en redes de tetraedros

### Otras formas alotrópicas del carbono

Grafito



Diamante



Fulereo - C<sub>60</sub>

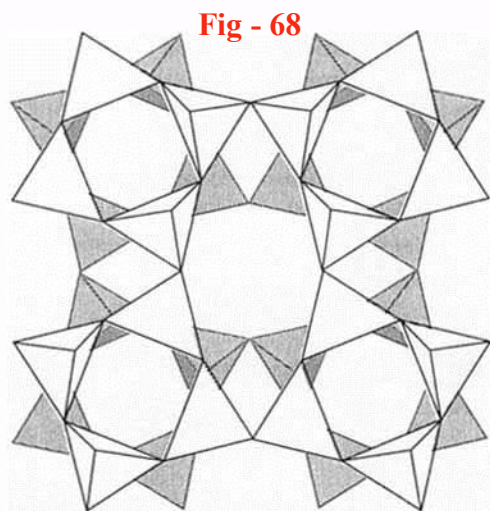


Kotz, J. C.; Treichel, P. M., "Química y Reactividad Química", 5ª Ed., Thomson Paraninfo, 2003, pp 68.



## Estructuras basadas en redes de tetraedros

### Feldespatos



Casabó i Gispert, J, “Estructura Atómica y Enlace Químico”, Reverté, 1999, pp 341.

Tetraedros [SiO<sub>4</sub>]

Feldespatos: familia de silicatos minerales de fórmula compleja que incorporan una amplia gama de cationes metálicos.

Sustitución Isomórfica (radio covalente similar) - Aluminosilicatos

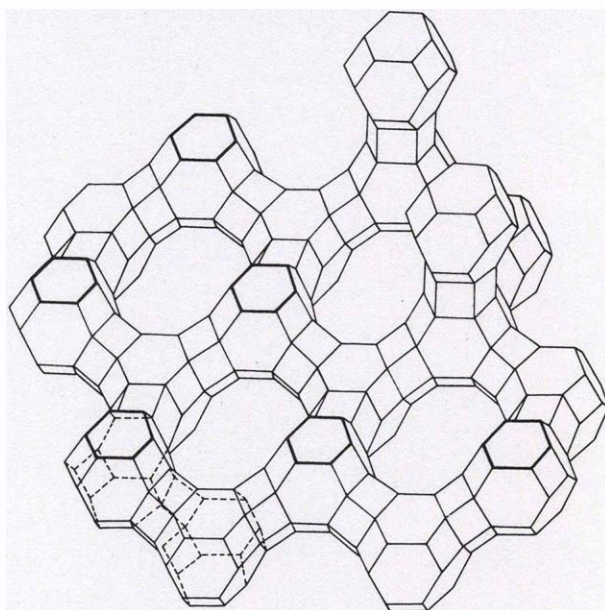


...

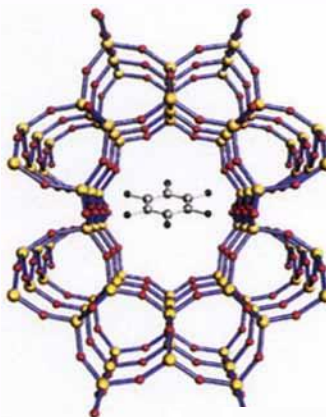
“Mal de la piedra”

## Estructuras basadas en redes de tetraedros

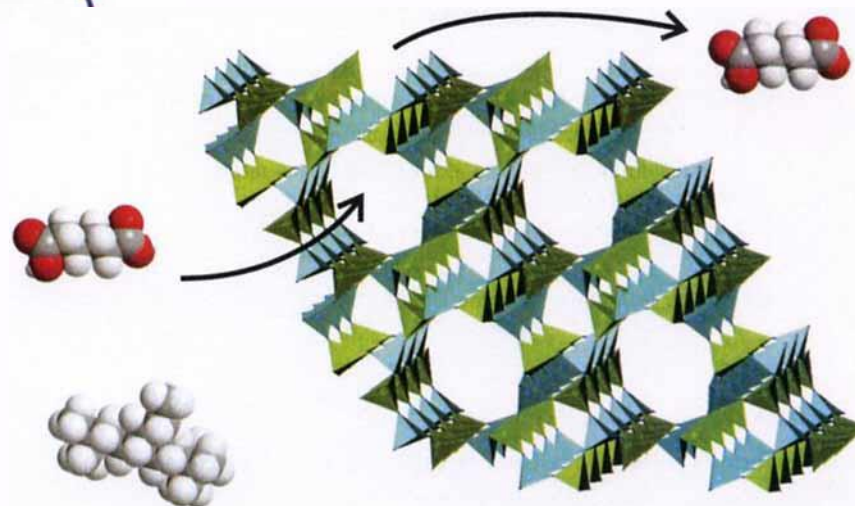
### Zeolitas



Gutiérrez Ríos, E, "Química Inorgánica",  
2ª Ed. Reverté, 1984, pp 783.



Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F.  
Traducción española de la 4ª Ed. "Química Inorgánica",  
McGraw-Hill Interamericana, 2008, pp 695.



Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F.  
Traducción española de la 4ª Ed. "Química Inorgánica",  
McGraw-Hill Interamericana, 2008, pp 625.

Intercambiador  
iónico

## Estructuras basadas en redes de octaedros

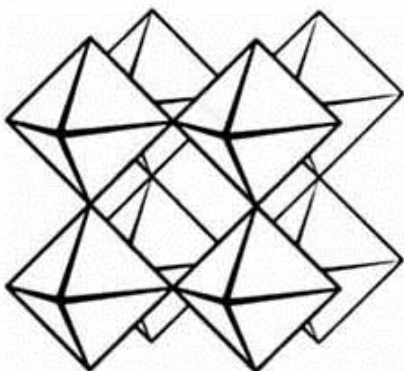


Fig - 70

Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., "Concepts and Models of Inorganic Chemistry", 3ª Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 209.

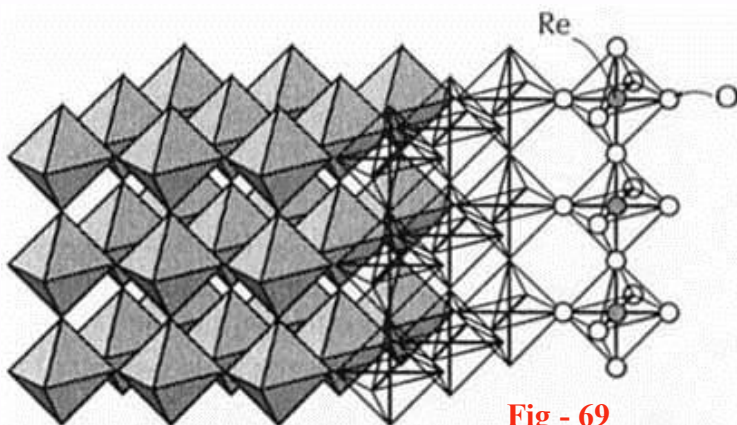
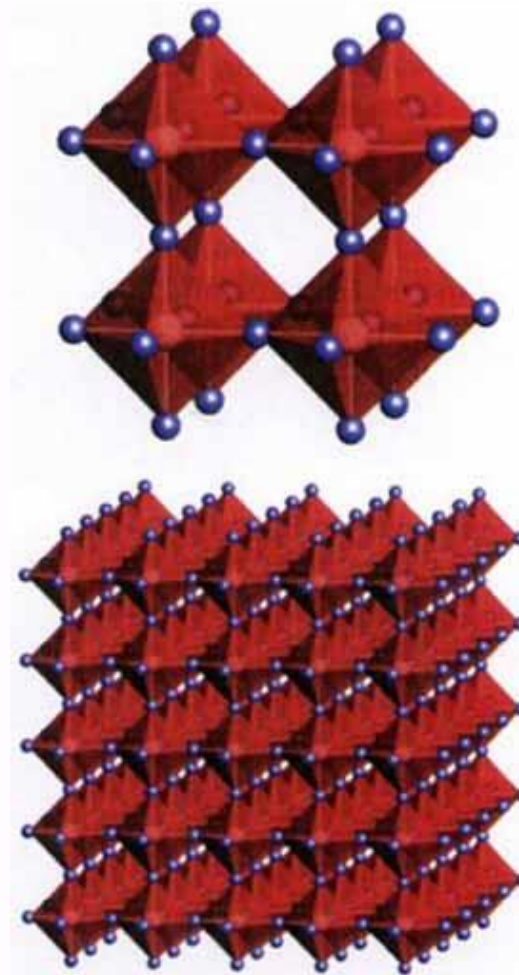


Fig - 69

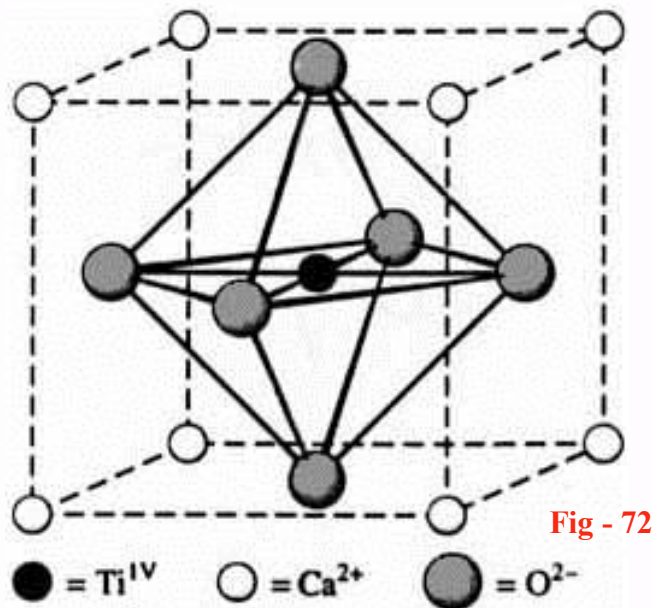
Casabó i Gispert, J., "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 343.



Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M.; Armstrong, F. Traducción española de la 4ª Ed. "Química Inorgánica", McGraw-Hill Interamericana, 2008, pp 607.

## Estructuras basadas en redes de octaedros

### Perovskita / Perowskita / Perouskita



Douglas, B.; McDaniel, D.; Alexander, J., "Concepts and Models of Inorganic Chemistry", 3<sup>a</sup> Ed., John Wiley & Sons, 1994, pp 209.

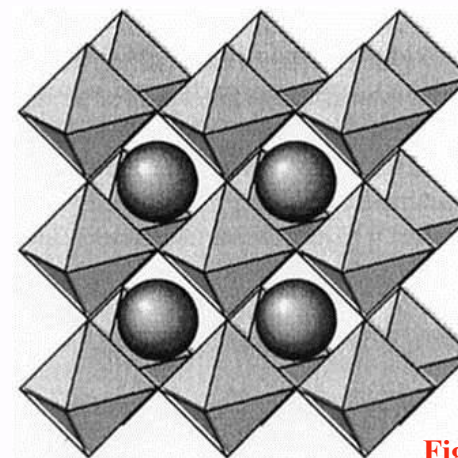
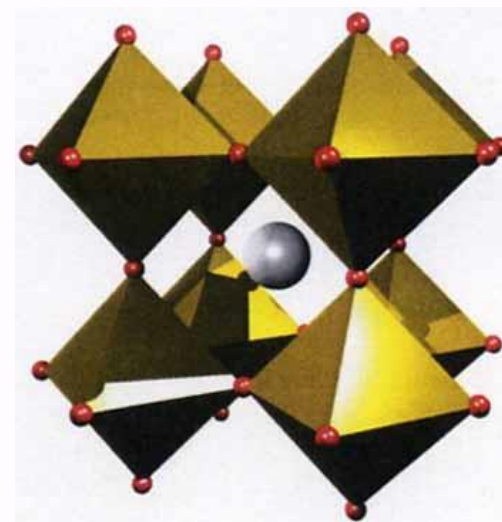


Fig - 71

Casabó i Gispert, J, "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1999, pp 344.



Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G., "Inorganic Chemistry", 3<sup>a</sup> Ed., Pearson Prentice Hall, 2008, pp 944.