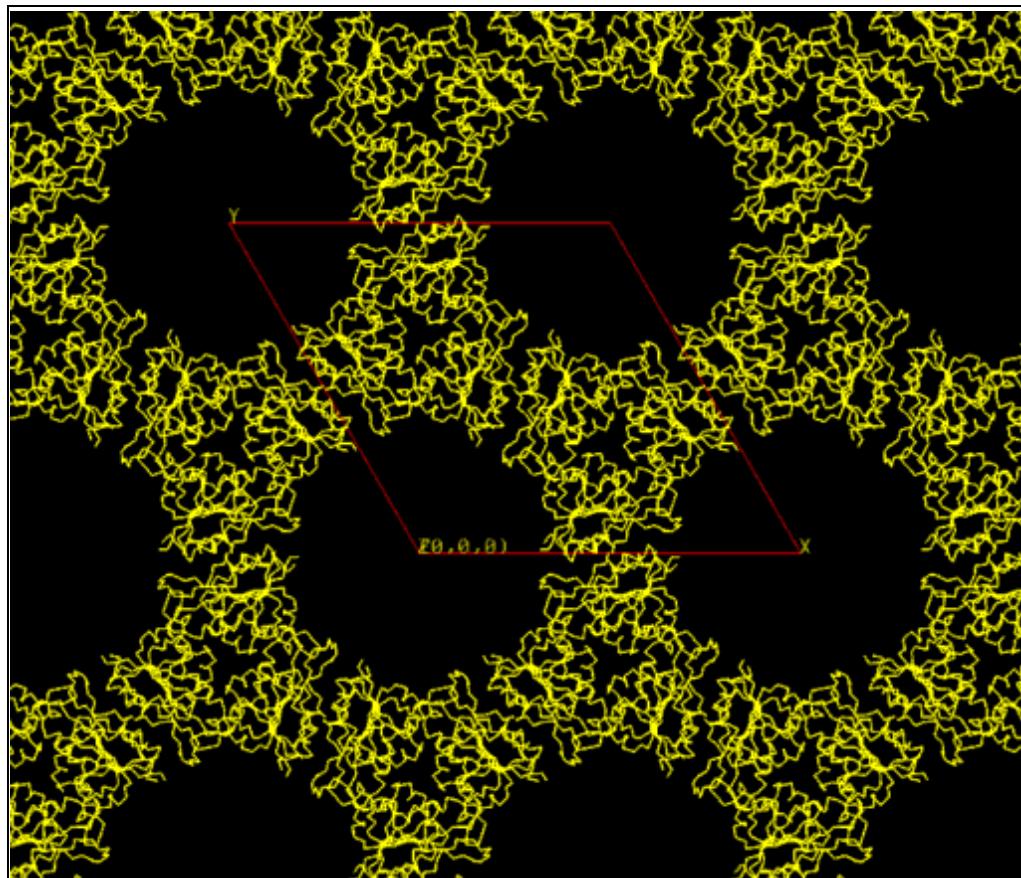


REDES CRISTALINAS

Estructura cristalina de un material orgánico: cianamida

En las *proteínas* también existen unidades moleculares como en los materiales orgánicos, pero mucho más grandes. Las fuerzas que unen estas moléculas son también similares, pero su empaquetamiento en los cristales deja muchos huecos que se llenan con agua no ordenada y de ahí su extrema inestabilidad.

Â



Estructura cristalina de una proteína: AtHal3

Los distintos modos de *empaquetamiento* en un cristal dan lugar a las llamadas *fases polimórficas* (*fases alotrópicas* para los elementos), que confieren a los cristales (a los materiales) distintas propiedades. Por ejemplo, de todos son conocidas las distintas apariencias y propiedades del elemento químico Carbono, que se presenta en la Naturaleza en dos formas cristalinas muy diferentes, el diamante y el grafito:

Â



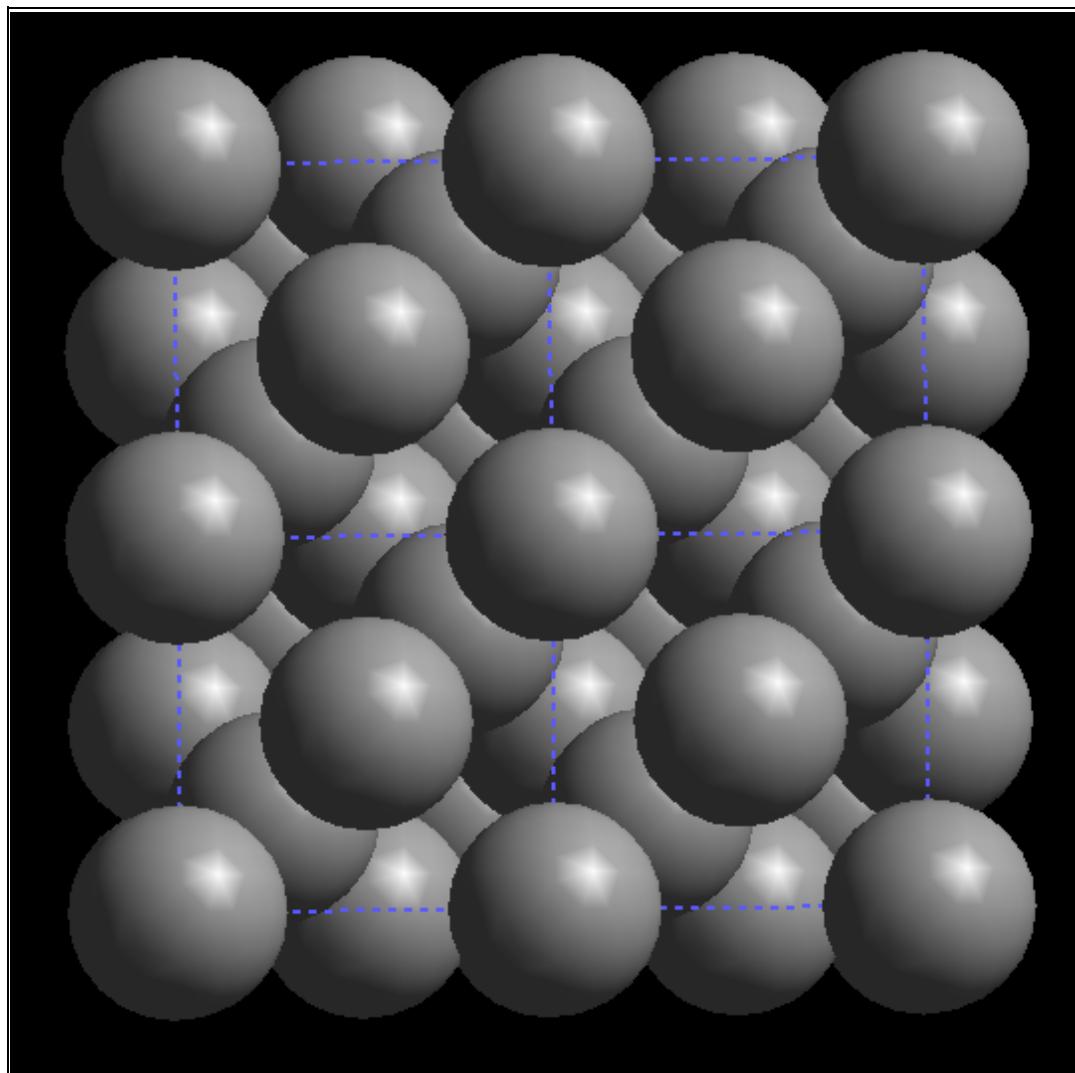
Diamante (carbono puro)



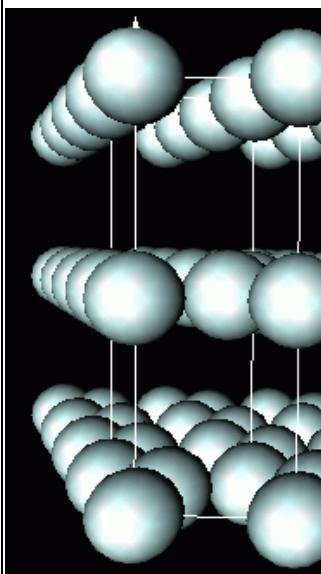
Grafito (carbono puro)

El grafito es negro, blando y un lubricante excelente, lo que sugiere que sus átomos deben estar distribuidos (empaquetados) de un modo que puedan entenderse sus propiedades. Sin embargo, el diamante es transparente y muy duro, por lo que debe esperarse que sus átomos estén muy fijamente unidos. En efecto, sus estructuras sub-microscópicas (a nivel atómico) dan cuenta de sus diferencias:

Â



Diamante, con estructura muy compacta

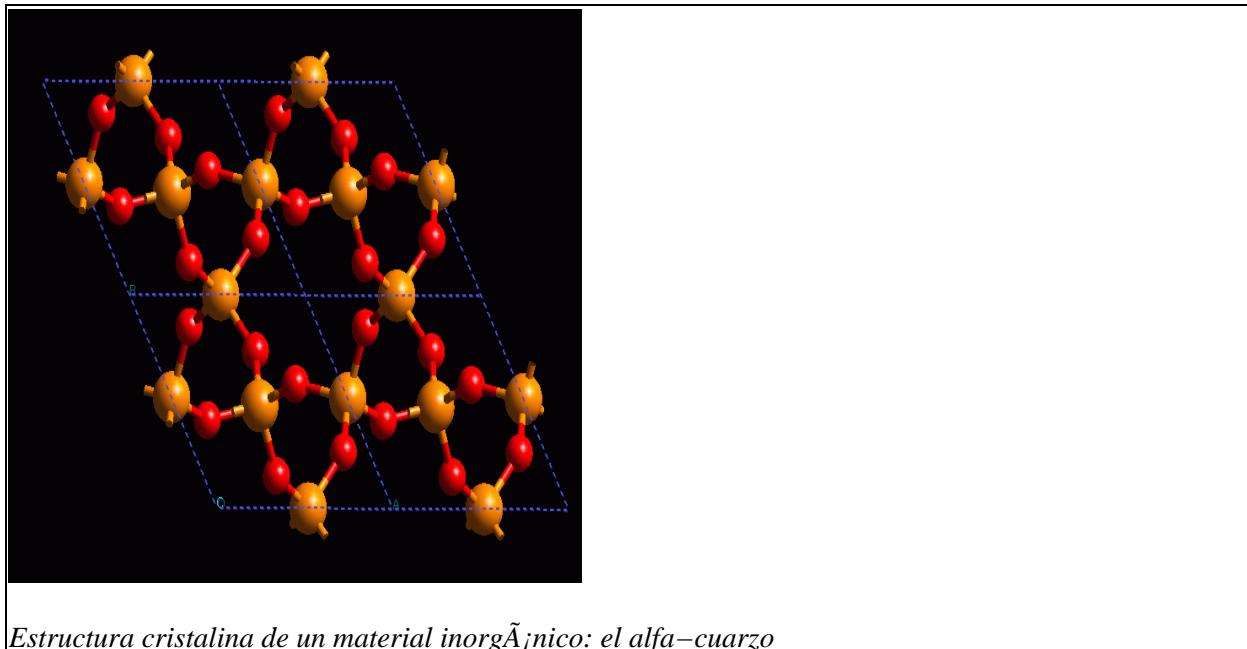


Grafito, con estructura atómica

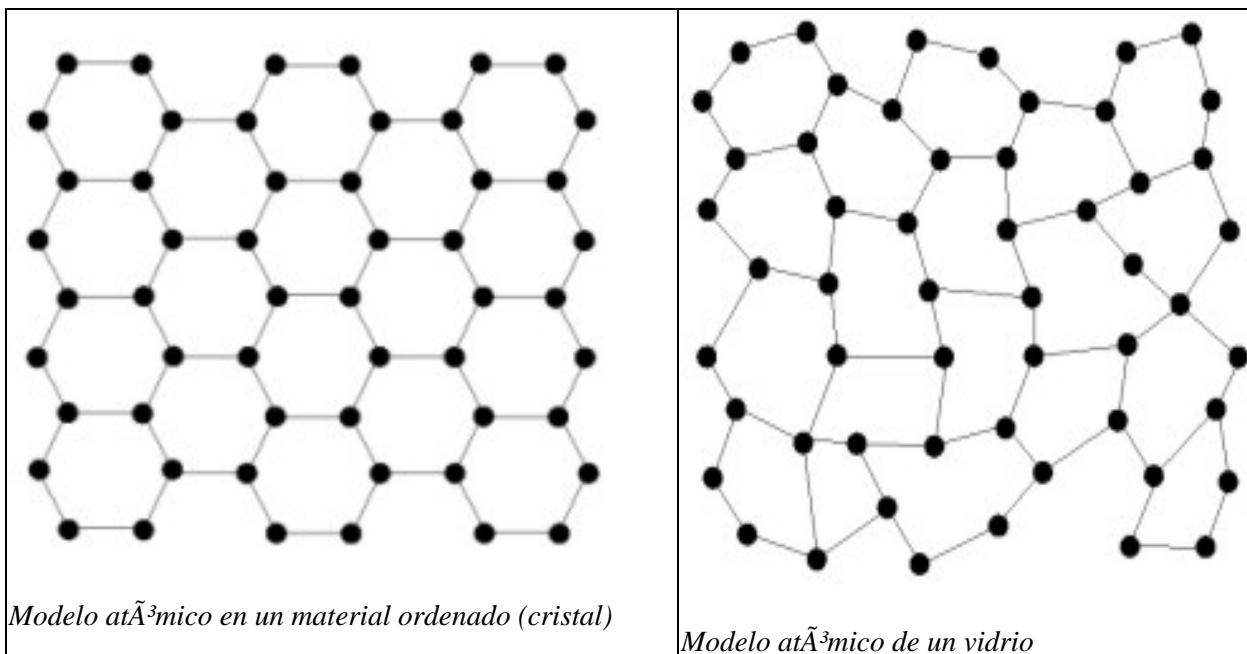
En el diamante, cada átomo de carbono está unido a otros cuatro en forma de una red tridimensional muy compacta (*cristales covalentes*), de ahí su extrema dureza y su carácter aislante. Sin embargo, en

el grafito los átomos de carbono están distribuidos en forma de capas paralelas separadas entre sí mucho más de lo que se separan entre sí los átomos de una misma capa. Debido a esta unión tan débil entre las capas atómicas del grafito, los deslizamientos de unas frente a otras ocurren sin gran esfuerzo, y de ahí su capacidad lubricante, su uso en lapiceros y su utilidad como conductor.

Y, hablando de conductores, en los *cristales metálicos* los átomos de metal se estructuran de forma que hay electrones deslocalizados que dan cohesión al conjunto y que son responsables de sus propiedades eléctricas.



Donde se distinguen claramente unidades aisladas, es en los llamados materiales orgánicos, en donde aparece el concepto de entidad molecular (*molécula*), formada por átomos enlazados entre sí, pero en donde la unión entre las moléculas, dentro del cristal, es mucho más débil (*cristales moleculares*). Son generalmente materiales más blandos e inestables que los inorgánicos.



Sin embargo la materia no es totalmente ordenada o desordenada (cristalina o no cristalina) y nos podemos encontrar con toda una degradaciÃ³n continua del orden (*grados de cristalinidad*) en los materiales, que nos lleva desde los perfectamente ordenados (cristalinos) hasta los completamente desordenados (amorfos). Esta pÃ©rdida gradual de orden que se da en los materiales, es equivalente a lo que podemos observar en los pequeÃ±os detalles de esta formaciÃ³n gÃ;mitica, que siendo en cierto modo ordenada, sin embargo hay unas personas con pantalones, otras con falda, con posturas algo distintas o ligeramente desalineados ...

La mayor parte de los sÃ³lidos de la naturaleza son cristalinos lo que significa que los Ã¡tomos, molÃ©culas o iones

Que los forman se disponen ordenados geomÃ©tricamente en el espacio. Esta estructura ordenada no se aprecia

En muchos casos a simple vista porque estÃ¡n formados por un conjunto de microcristales orientados de

Diferentes maneras formando una estructura policristalina, aparentemente amorfa.

Este "orden" se opone al desorden que se manifiesta en los gases o lÃ¬quidos. Cuando un mineral no presenta

Estructura cristalina se denomina amorfa.

La cristalogrÃ;a es la ciencia que estudia las formas y propiedades fisicoquÃ-micas de la materia en estado Cristalino.

Las redes cristalinas se caracterizan fundamentalmente por un orden o periodicidad. La estructura interna de

Los cristales vienen representados por la llamada celdilla unidad que se repite una y otra vez en las tres direcciones

Del espacio. El tamaÃ±o de esta celdilla viene determinado por la longitud de sus tres aristas (a, b, c), y la forma

Por el valor de los Ã¡ngulos entre dichas aristas (a,b,g).

El conjunto de elementos de simetrÃ;a de un objeto que pasan por un punto, definen la simetrÃ;a total del objeto

(Grupo puntual de simetrÃ;a). Hay muchos grupos puntuales, pero en los cristales Ã©stos han de ser compatibles

Con la periodicidad (repetitividad por translaciÃ³n) por lo que hay sÃ³lo 32 posibles grupos puntuales que se denominan

Clases cristalinas. Combinando las dos traslaciones y el Ã¡ngulo que forman entre sÃ-, sÃ³lo hay cinco posibles formaciones de redes

Planas: paralelogramo, rectÃ;ngulo, cuadrado, hexÃ;gono y rombo.

Si formamos una red espacial apilando estas redes planas, sÃ³lo existen catorce posibles formaciones que

Representan las formas más sencillas en que puede descomponerse la materia cristalina sin que por ello pierdan

Sus propiedades originales, son las llamadas redes de Bravais.

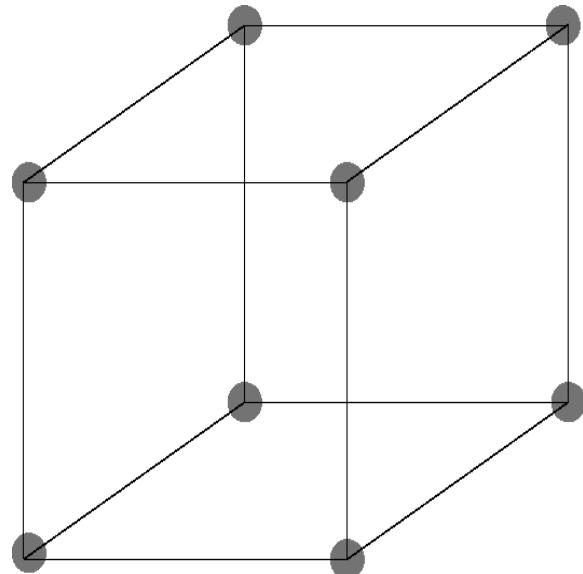
Los cristales presentan formas más o menos regulares con definición de aristas, caras y vértices. Internamente,

Están constituidos por partículas que guardan entre sí relaciones y distancias fijas; estos parámetros internos

Se estudian mediante rayos X, mientras que los externos se realizan midiendo los ángulos que forman sus caras.

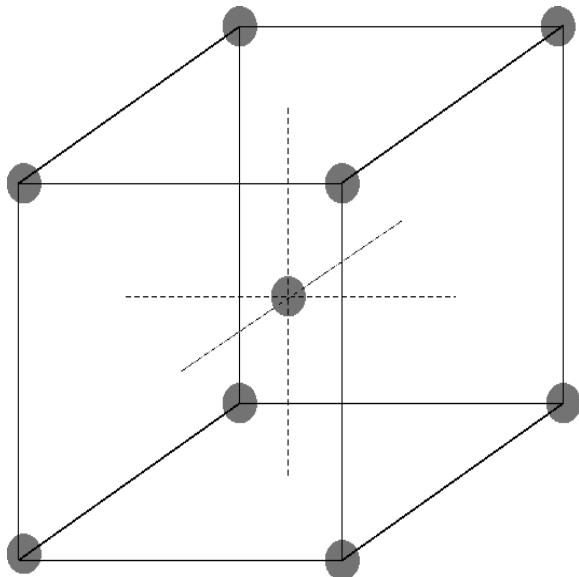
Tipos de Redes Cristalinas. Red cúbica simple

Los átomos ocupan únicamente esquinas de un cubo



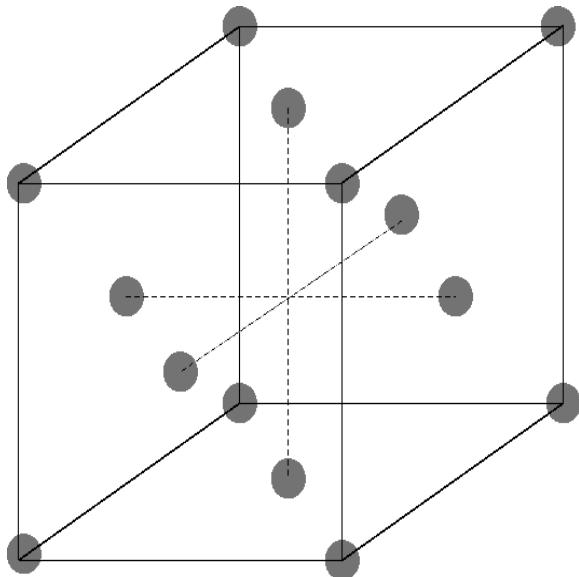
Red cúbica centrada en el cuerpo

Los átomos ocupan las esquinas y el centro del cubo



Red cúbica centrada en las caras

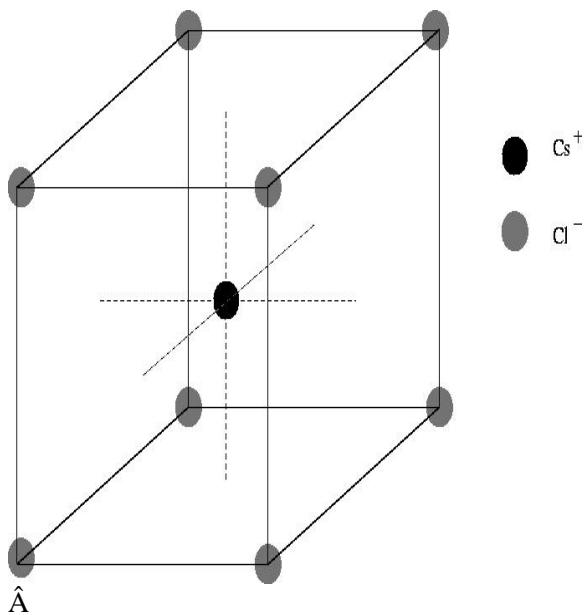
Los átomos ocupan las esquinas y el centro de las caras del cubo



Estructuras tipo en cristales iónicos

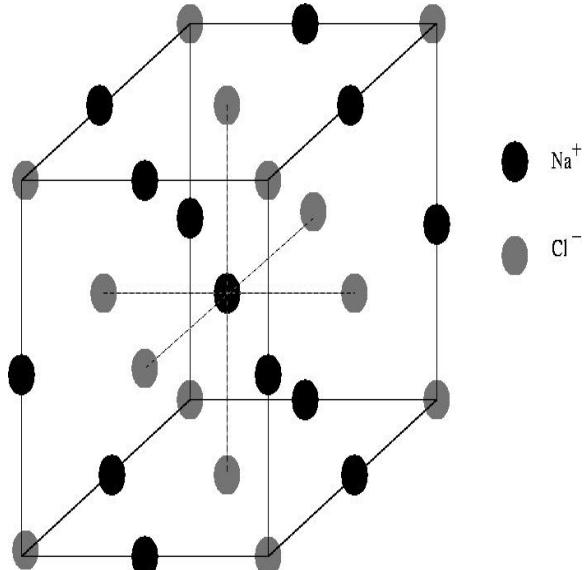
Estructura tipo cloruro de cesio:

- Los iones cloruro ocupan las posiciones de una red cúbica simple
- Los iones cesio ocupan el centro del cubo
- Se trata de dos redes cúbicas simples interpenetradas
- Cada ion cesio está rodeado de 8 iones cloruro (y viceversa)



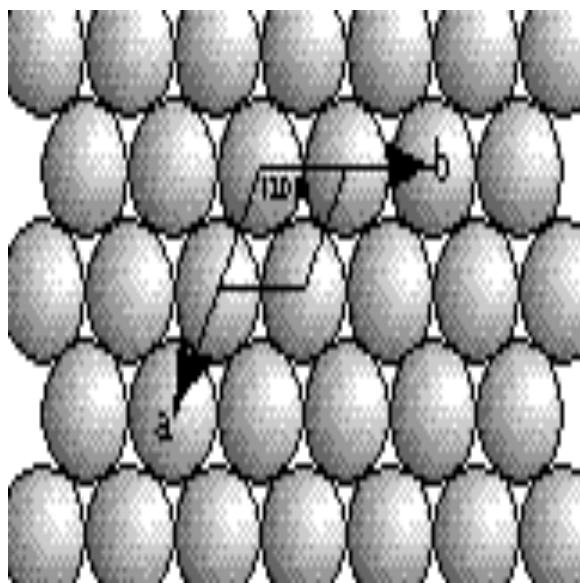
Estructura tipo cloruro sódico:

- Los iones cloruro ocupan las posiciones de una red cúbica centrada en las caras
- Los iones sodio ocupan los centros de las aristas y el centro del cubo
- Se trata de dos redes cúbicas centradas en las caras A-nter penetradas
- Cada ion sodio está rodeado de 6 iones cloruro y viceversa



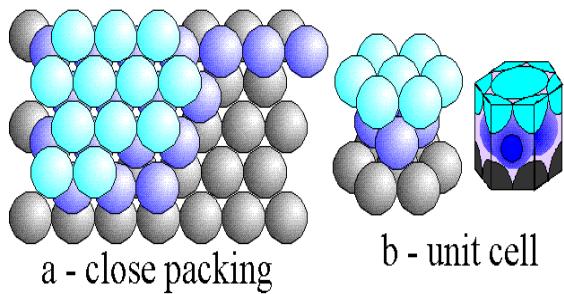
Empaquetamiento compacto

El empaquetamiento compacto se caracteriza por la coordinación de sus iones, que toma el valor máximo posible, 12. Las redes compactas se forman mediante apilamiento de láminas compactas:



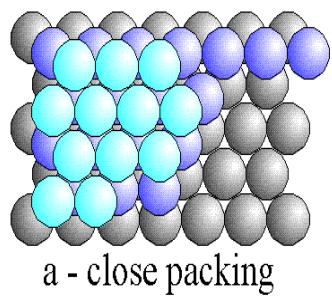
Empaquetamiento hexagonal compacto

El apilamiento A–B–A–B da lugar al empaquetamiento hexagonal compacto, al que le corresponde una red hexagonal centrada en el cuerpo.

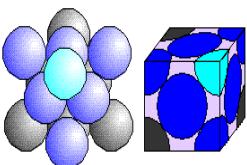


Empaquetamiento cúbico compacto

El apilamiento A–B–C–A–B–C da lugar al empaquetamiento cúbico compacto, al que le corresponde una red cúbica centrada en las caras.



a - close packing



b - unit cell