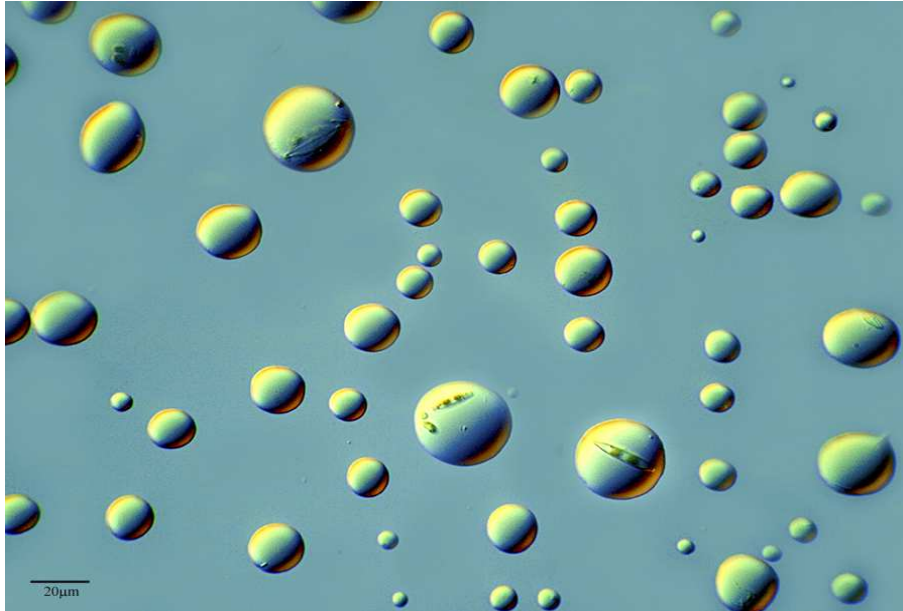


Materiales: Estructura interna y propiedades



Para satisfacer esa curiosidad que muestra el protagonista de nuestra historia, va a hacer como los detectives de algunas películas: mirar los materiales con su "super- lupa". ¿Qué verá? ¿Estructuras ordenadas, desordenadas?



x1



50

Como ejemplo tienes arriba: "Una pequeña fracción de una minúscula gota de agua puede convertirse en un pequeño planeta...(Proyecto Agua)". Igual pasa con los materiales, se convierten en un universo por descubrir.

Imagen de Proyecto Agua en [Flickr](#) bajo licencia [CC](#)

1. Sólidos cristalinos

Los distintos materiales pueden presentar tres estados: **sólido, líquido y gaseoso** . Todos los metales, excepto el **mercurio** , se encuentran en estado sólido a temperatura ambiente.



Imagen de [Mydsid](#) en Wikimedia Commons bajo licencia [CC](#)

Curiosidad

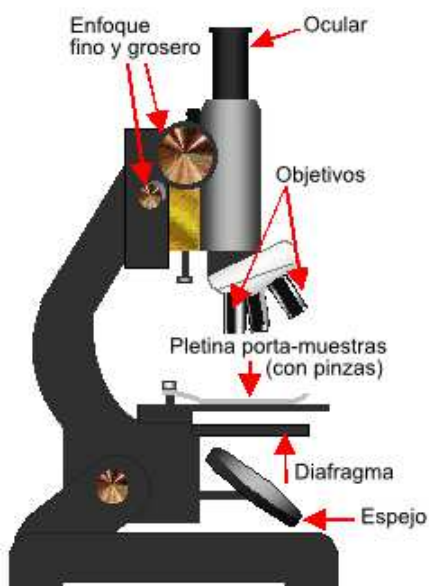


Imagen de [Izmir2](#) en Wikipedia bajo licencia [CC](#)

lupa,

Ejemplos de grabaciones con este tipos de microscopio:

TU MICROSCOPIO CASERO

¿Tienes cámara de fotos digital?

0 ¿Tienes cámara de fotos en el móvil?

Pues si quieres ver tu mismo, como es la estructura de algunos materiales, puedes construirte un microscopio digital casero

¿Como?

Acopla una lente al objetivo de tu cámara digital, y con un poco de paciencia y función macro, podrás captar espacios impensables.

La lente a acoplar:

Si tienes un ordenador viejo, puedes usar la lente (cristal), del lector CD-Rom, también podrías usar una canica transparente, una

Tienes alguna foto de este artilugio, en el siguiente video: [Foto microscopio casero](#)



Un material puede solidificar como:

- **Sólido cristalino** , cuando los átomos, iones o moléculas que lo constituyen se empaquetan siguiendo posiciones espaciales determinadas formando **cristales** .
- **Sólido amorfo** , cuando los elementos que constituyen el sólido no ocupan posiciones espaciales determinadas, por lo que no presentan estructuras ordenadas y no forman redes cristalinas: El vidrio y la cera son claros ejemplos de este tipo de sólidos.



Imagen de [J.Oliveira](#) en Wikimedia Commons
bajo licencia [CC](#)



Imagen en [Mediateca](#) bajo licencia [CC](#)

Los sólidos cristalinos tienden a adoptar estructuras internas geométricas siguiendo líneas rectas y planos paralelos. Aunque, el aspecto externo de un cristal no es siempre completamente regular, ya que depende de una serie de factores:

- **Composición química.** El sólido puede ser una sustancia simple o un compuesto, y puede contener **impurezas** que alteren la estructura cristalina y otras propiedades, como el color o la consistencia.
- **Temperatura y presión.** Ambas influyen en la formación de los cristales y en su crecimiento; en general, los cristales se forman a altas presiones y elevadas temperaturas.
- **Espacio y tiempo.** El crecimiento tridimensional de un cristal puede verse limitado por el espacio y el tiempo. A menudo la falta de espacio es responsable del aspecto imperfecto de algunos cristales en su forma externa.

Aquí tienes algunos ejemplos de sólidos cristalinos.



Imagen de [Jeronimo2412](#) en Wikimedia Commons bajo licencia [CC](#)



Imagen de [Viksi](#) en Wikimedia Commons bajo licencia [CC](#)



Imagen de [Paginazero](#) en Wikimedia Commons bajo licencia [CC](#)



Imager Wikimedia Cc

Comprueba lo aprendido | tiple

El sólido cristalino se diferencia del amorfo en que:

- ☐ Sus átomos ocupan posiciones fijas en el espacio y los del amorfo no.
- ☐ Tiene una forma determinada y el amorfo no la tiene determinada.
- ☐ Es transparente y el amorfo no.

Claro, eso es lo que caracteriza a los sólidos cristalinos.

No, no tiene nada que ver con la forma externa del sólido.

No, la transparencia u opacidad no tiene nada que ver.

Solución

1. [Opción correcta](#) ([Retroalimentación](#))
2. [Incorrecto](#) ([Retroalimentación](#))

☐

Es transparente y el amorfo no.

☐

Se forma a temperaturas muy elevadas.

☐

Se forma en un lugar muy espacioso.

No, la transparencia u opacidad no tiene nada que ver.

No, la temperatura más o menos elevada de formación de cristales depende del sólido de que se trate. Su aspecto irregular dependerá si la temperatura a la que han crecido los cristales no es "la apropiada".

No, al contrario; la falta de espacio es lo que le da el aspecto irregular.

Solución

1. [Opción correcta](#) ([Retroalimentación](#))
2. [Incorrecto](#) ([Retroalimentación](#))
3. [Incorrecto](#) ([Retroalimentación](#))

2. Redes cristalinas.



Después de mirar muchos materiales con su "lupa", nuestro protagonista se ha dado cuenta de que casi todos los materiales metálicos que ha observado tienen una estructura ordenada, bien dicho, cristalina.

Pero no todas las estructuras son iguales.

Seguirá observando distintos metales para establecer una clasificación de las distintas ordenaciones o, bien dicho, de las distintas redes.

En general los sólidos de la naturaleza son cristalinos lo que implica que los iones, átomos o moléculas que los constituyen se ordenan geométricamente en el espacio. En ocasiones esta estructura ordenada no es apreciable a simple vista porque están formados por una agrupación de microcristales orientados de formas diversas dando lugar a estructuras policristalinas, aparentemente amorfas.

Importante

Las redes cristalinas se caracterizan fundamentalmente por un orden o periodicidad.

La estructura interna de los cristales viene representada por la llamada **celdilla unidad o elemental** que es el menor conjunto de átomos que mantienen las mismas propiedades geométricas de la red y que al expandirse en las tres direcciones del espacio constituyen una red cristalina.

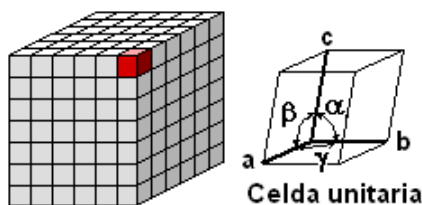


Imagen de [E.L.U.E](#) bajo licencia [CC](#)

El tamaño de esta celdilla viene determinado por la longitud de sus tres **aristas** (**a**, **b**, **c**), y la forma por el valor de los **ángulos** entre dichas aristas (**α** , **β** , **γ**).

Auguste Bravais, en el siglo XIX fue el primero en proponer la hipótesis de la estructura reticular de los minerales .

En la actualidad se han podido describir catorce redes cristalinas, llamadas **redes de Bravais** . Estos catorce tipos de celdillas elementales son los que vemos a continuación:

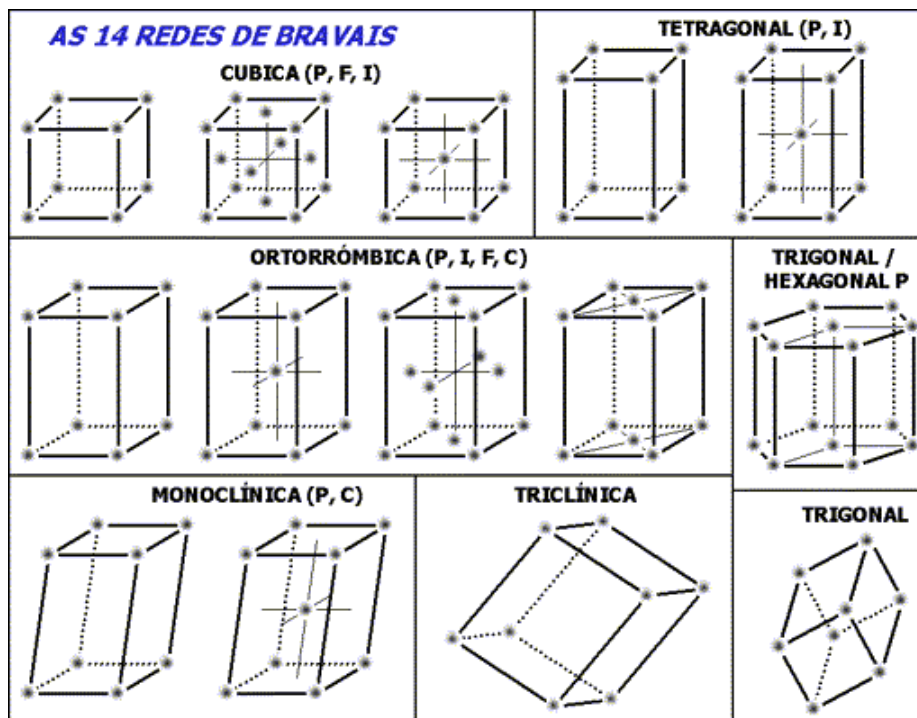


Imagen en [Wikimedia Commons](#) bajo licencia [CC](#).

Comprueba lo aprendido | tiple

Las redes cristalinas están formadas por:

- ☐ Celdillas unidad.
- ☐ Redes de Bravais.
- ☐ Microcristales.

Eso es. La estructura interna de los cristales viene dada por la celdilla unidad, que es el menor conjunto de átomos que mantienen las propiedades geométricas de la red.

No, las redes de Bravais son tipos de redes cristalinas.

Si, las redes cristalinas, como su propio nombre indica, están formadas por cristales que, al ser pequeños, reciben el nombre de microcristales.

Solución

1. [Opción correcta](#) ([Retroalimentación](#))
2. [Incorrecto](#) ([Retroalimentación](#))
3. [Incorrecto](#) ([Retroalimentación](#))

De las catorce redes de Bravais, casi todos los metales elementales y aleaciones metálicas, cristalizan en los siguientes tres tipos:

BCC, FCC y HCP

Importante

Red Cúbica Centrada en el Cuerpo (BCC, *Body Centred Cubic*)

La red representa un cubo cuyo parámetros son:

- aristas: $a = b = c$
- ángulos entre aristas: $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
- cantidad de átomos: 8 átomos en los vértices del cubo y 1 átomo en el centro del cubo.

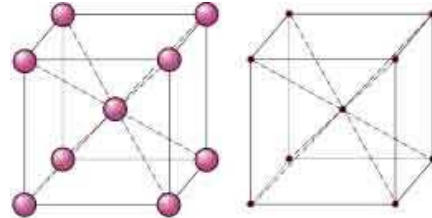


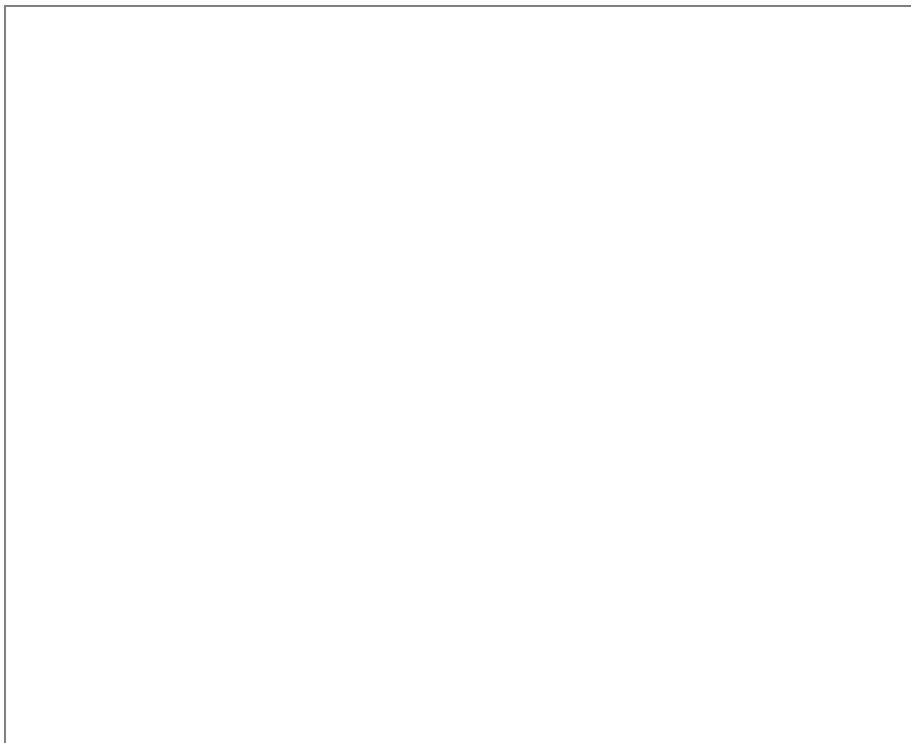
Imagen de [Cdang](#) en Wikimedia Commons bajo

licencia [CC](#)

EJEMPLOS: Fe α , Mo, Na, ...

Curiosidad

Animación de una red BCC , procedente de McMaster University



Importante

Red Cúbica centrada en las Caras (FCC, Face Centred Cubic)

La red tiene forma de cubo, cuyos parámetros son:

- aristas: $a = b = c$
- ángulos entre aristas: $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
- cantidad de átomos: 8 átomos en los vértices del cubo y 6 en los centros de cada una de las caras.

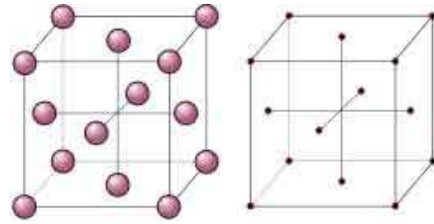
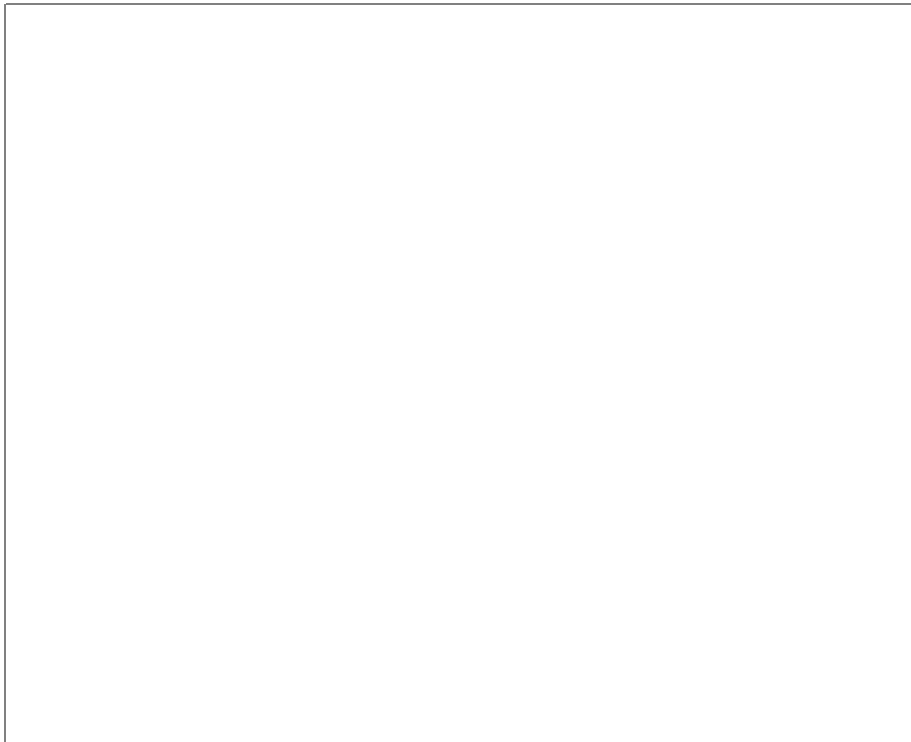


Imagen de [Cdang](#) en Wikimedia Commons bajo licencia [CC](#)

EJEMPLOS: Fe γ , Ni, Co, Cu, Al, Ti, ...

Curiosidad

Animación de una red FCC



Importante

Red Hexagonal Compacta (HCP, *Hexagonal Close Packing*)

La red tiene forma de prisma recto de base es un hexaedro, cuyos parámetros son:

- aristas: $a = b \neq c$
- ángulos entre aristas: $\alpha = \beta = 90^\circ$; $\gamma = 120^\circ$
- cantidad de átomos: 12 átomos están dispuestos en los vértices de la red, 2 átomos en el centro de la base y 3 átomos en el interior de la red.

EJEMPLOS: Ti, Co, Cd, Mg, ...

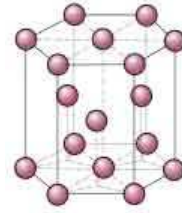
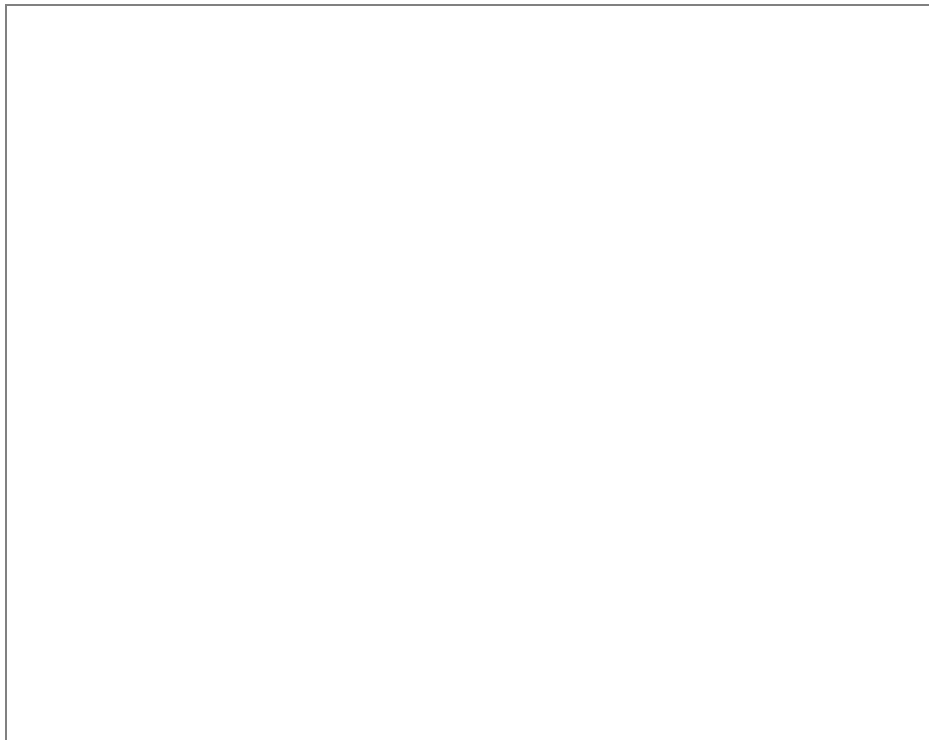


Imagen de [Cdang](#) en Wikimedia Commons

bajo licencia [CC](#) .

Curiosidad

Animación de una red HCP , procedente de McMaster University



Comprueba lo aprendido **o**

Fíjate en la estructura de la red cúbica centrada en el cuerpo, y contesta a estas preguntas.

Los átomos de los vértices son 8 en total

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Uno en cada uno de los vértices, suman 8 en total.

En el centro del cubo, hay 2 o más átomos.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Solo hay un átomo en centro de cada cubo.

Esta estructura cristalina se abrevia como FCC.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

No, se abrevia como BCC, que proviene del inglés Body Centred Cubic

3. Estados alotrópicos.



Y siguiendo con nuestro investigador; su lupa le dice que los metales cambian su estructura dependiendo de las condiciones a las que se encuentren. ¡Qué raro!

Importante

Algunos metales tienen la característica de que cambian de red de cristalización dependiendo de la temperatura a que se encuentren, entonces se dice que el metal es **politrópico**, y a cada uno de los sistemas en que cristaliza el metal se le llaman **estados alotrópicos**.

En el hierro puro se distinguen cuatro estados alotrópicos:

1. Hierro Alfa (cristaliza en sistema BCC)
2. Hierro Beta (cristaliza en sistema BCC)
3. Hierro Gamma (cristaliza en sistema FCC)
4. Hierro Delta (cristaliza en sistema BCC)

Para saber más

Hierro alfa. Fe α .

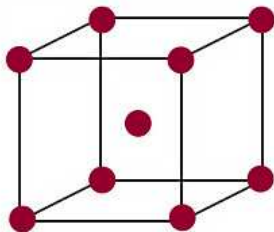


Imagen de elaboración propia

A temperaturas inferiores a los 768°C, el hierro **cristaliza en el sistema cúbico centrado en el cuerpo (BCC)**.

En estas condiciones, no disuelve el carbono y tiene carácter magnético.

La máxima cantidad de carbono que pueden disolver el Fe α es de 0.025 % y tiene muy poca capacidad para constituir **soluciones sólidas** ya que los huecos interatómicos disponibles son muy pequeños.

A este microconstituyente estable se llama **ferrita**.

Para saber más

Hierro beta. Fe β .

Es muy similar al Fe α .

Se genera entre 768°C y 900°C, **cristalizando en el sistema cúbico centrado de cuerpo (BCC)** .

Tiene carácter no magnético, por este motivo en algunos textos al Fe β se le llama Fe α no magnético.

Mecánicamente presenta muy poco interés.

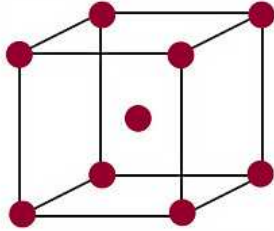


Imagen de elaboración propia

Para saber más

Hierro gamma. Fe γ .

Se forma entre los 900 y los 1400°C.

Cristaliza en el sistema cúbico centrado de caras (FCC) .

Tiene gran facilidad para formar soluciones sólidas, puesto que dispone de espacios interatómicos grandes, y es capaz de disolver hasta un 2% de carbono.

Este microconstituyente estable es llamado **austenita** .

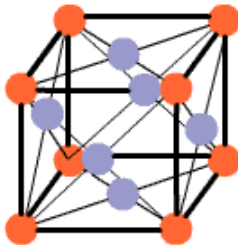


Imagen de elaboración propia

Para saber más

Hierro delta. Fe δ .

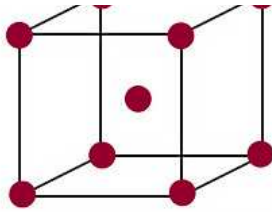


Imagen de elaboración propia

(BCC) .

Debido a que aparece a muy elevadas temperaturas, tiene poca trascendencia en el estudio de los **tratamientos térmicos** y no se emplea en siderurgia.

Comprueba lo aprendido **Múltiple**

Los estados alotrópicos son:

☐

El hierro alfa, el beta, el gamma y el delta

☐

Los distintos sistemas en que cristaliza un metal.

☐

La estructura cristalina del metal, es decir, BCC y FCC.

Solución

1. [Incorrecto](#)
2. [Correcto](#)
3. [Incorrecto](#)

En siderurgia, son utilizados:

☐

El hierro alfa y el beta.

☐

El hierro alfa y el gamma.

☐

Todos los estados alotrópicos del hierro: el alfa, el beta, el gamma y el delta.

Solución

1. [Incorrecto](#)
2. [Correcto](#)
3. [Incorrecto](#)

4. Aleaciones. Modificación de las propiedades de los metales.



También encontrará nuestro amigo metales "mezclados": las aleaciones. Y pensando un poco entiende que con ellas podrá conseguir las cosas buenas de uno y otro. Habrá que seguir estudiando cómo pueden ser estas "mezclas".

La industria precisa materiales de propiedades específicas, con el menor coste posible, en general estas propiedades no son capaces de aportarlas los materiales simples por lo que es preciso que se sometan a determinados procesos, con el fin de mejorar estas características, por ello se recurre, entre otros métodos, a las aleaciones.



Se llama **aleación** a la mezcla homogénea en estado fundido un metal con al menos otro elemento que puede ser metálico o no, pero el producto final obtenido debe presentar características metálicas.

El componente principal de una aleación metálica será siempre un elemento metálico, que hará prevalecer su estructura cristalina tras la aleación.

Al elemento que está presente en mayor proporción en la aleación se le llama **disolvente**, y **soluto** al que está en menor proporción.

La estructura de una aleación resulta más compleja que la de un metal puro.

Las propiedades de las aleaciones dependen de su composición y del tamaño, forma y distribución de sus fases o microconstituyentes.

La adición de un componente aunque sea en muy pequeñas proporciones, incluso inferior al 1% pueden modificar enormemente las propiedades de dicha aleación.



Aleación de Níquel

Imagen de [Julo](#) en Wikimedia

Commons bajo [CC](#)



Aleación de plata

Imagen de [MGA73bot2](#)

en Wikimedia Commons bajo licencia [CC](#) .



Zamak

Imagen en [Wikimedia](#)

Commons bajo licencia [CC](#) .

En comparación con los metales puros, las aleaciones presentan algunas ventajas:

- Mayor dureza y resistencia a la tracción.
- Menor temperatura de fusión por lo menos de uno de sus componentes.
- Menor ductilidad, tenacidad y conductividad térmica y eléctrica.

Las aleaciones se obtienen fundiendo los diversos metales en un mismo **crisol** y dejando luego solidificar la solución líquida formando una estructura granular cristalina constituida por diferentes microconstituyentes.



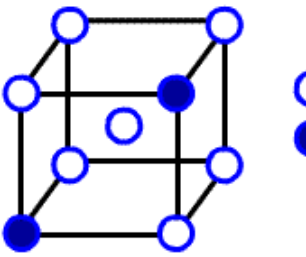
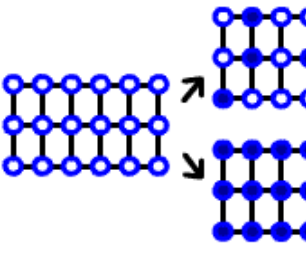
Imagen de [J.Arkesteijn](#) en Wikimedia Commons bajo licencia CC .

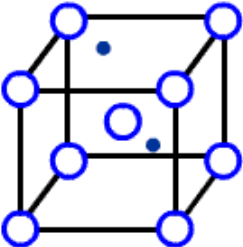


Imagen en [Wikimedia Commons](#) bajo licencia CC

Según como interaccionen los componentes de las aleaciones, éstas se pueden clasificar en:



SOLUCIONES SÓLIDAS	POR SUSTITUCIÓN	<p>El metal A tiene por ejemplo la red representada (BCC). La disolución del componente B en el metal A se efectúa por sustitución parcial de átomos de A por átomos de B.</p> <p>Las soluciones sólidas por sustitución pueden ser limitadas e ilimitadas.</p> <p>Cuando la solubilidad es total en estado sólido cualquier cantidad de</p>	 <p>Imagen de elaboración propia</p>  <p>Imagen de elaboración propia</p>
---------------------------	------------------------	--	---

		<p>puede ser sustituida por átomos de B. Para esto deben cumplirse dos condiciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Que ambos metales tengan la misma red cúbica. ● Que la diferencia entre las dimensiones de los átomos de disolvente y soluto sea muy pequeña y sobre todo que los elementos que se encuentran muy cerca en la tabla periódica. 	
	POR INSERCIÓN	<p>Los átomos del soluto C se sitúan entre los intersticios de los átomos de A.</p> <p>Es necesario que el tamaño de los átomos de soluto C sea mucho menor que los del disolvente A.</p>	 <p>Imagen de elaboración propia</p>

Comprueba lo aprendido



¿Has entendido las aleaciones y sus tipos?

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Con las aleaciones tratamos de mejorar las propiedades de los materiales, pero no sólo de aumentar su dureza.

Una aleación es la mezcla de dos elementos metálicos.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Uno de los elementos debe ser metálico, y el otro o los otros puede serlo o no, siempre que el producto final tenga carácter metálico.

En la solución sólida por inserción, los átomos del soluto deben ser mucho más pequeños que los del disolvente.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Sólo si son más pequeños pueden caber en los intersticios de los átomos del disolvente.