

El átomo y sus enlaces: Propiedades de las sustancias en función del tipo de enlace que poseen



**Preparación Acceso a
CFGS**

**Química
Contenidos**

**El átomo y sus enlaces:
Propiedades de las sustancias en función del tipo de
enlace que poseen**

Propiedades de las sustancias en función del tipo de enlace que poseen

Curiosidad

Conocer las propiedades de las sustancias es muy importante, y aún más conocer la causa de esas propiedades, así los investigadores pueden desarrollar nuevos materiales, que en muchos casos mejoran la calidad de vida de la sociedad actual. Por ejemplo, las prótesis que utilizan los deportistas paralímpicos, que realizan marcas de nivel mundial.

Relacionar las propiedades de las sustancias, con el tipo de enlace que tiene lugar entre los átomos que la constituyen, tiene una doble finalidad:

- Conociendo la constitución de una sustancia, se pueden predecir las propiedades que tendrá.
- Si necesitamos un material de determinadas propiedades, se puede deducir la constitución que ha de tener.

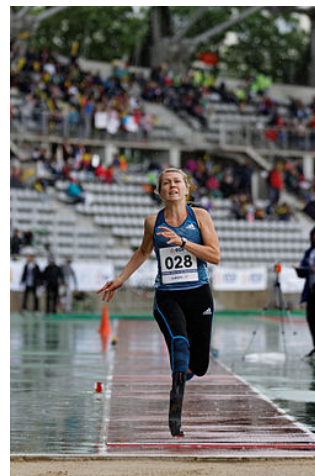


Imagen de [Pierre-Yves Beaudouin](#)
en [Wikimedia Commons](#) bajo CC

Hasta ahora, has visto cómo se explica la formación de los cuatro tipos de sustancias que existen utilizando unos modelos de enlace muy sencillos.

También has comenzado a relacionar algunas de sus propiedades con su estructura. Por ejemplo, ya sabes por qué los metales conducen la electricidad o por qué son tan duras las sustancias covalentes.

En este tema vas a analizar las propiedades de cada tipo de sustancia en función del enlace presente en ellas, y a compararlas entre sí, prestando una especial atención a las fuerzas intermoleculares, que explican las propiedades físicas de las sustancias moleculares.

1. Sustancias iónicas

Curiosidad

Recuerda que **enlace iónico** es la unión, mediante fuerzas electrostáticas, de los iones que se forman cuando los átomos de un metal ceden electrones a los átomos de un no metal. Dichas fuerzas obligan a los iones a distribuirse en el espacio siguiendo un orden, formando estructuras gigantes o cristales.

En las sustancias iónicas los iones se unen mediante **intensas fuerzas electrostáticas**, que se manifiestan en todas las direcciones del espacio. Los iones de un signo están rodeados por iones de signo contrario, y al revés, estableciéndose un equilibrio entre las fuerzas atractivas que se producen entre iones de signo contrario con las repulsivas que hay entre iones del mismo signo.

La magnitud que determina la intensidad de estas fuerzas es la **energía de red**: es la energía desprendida al formarse un mol de sustancia iónica a partir de los iones en estado gaseoso. *La energía de red es tanto mayor cuanto mayores son las cargas de los iones y menores son los tamaños de los iones.*



imagen de [Dr T](#), Creative commons

ESTADOS DE AGREGACIÓN.

Los iones no están en reposo sino que, debido a la agitación térmica producida por la temperatura a la que se encuentra la sustancia, oscilan dentro de un espacio reducido. Al calentar la sustancia, esta agitación térmica va siendo mayor. Si esta agitación térmica es lo suficientemente grande, entonces se rompe la red cristalina y pasa sucesivamente a estado líquido y a estado gaseoso.

La energía de red determina los puntos de fusión y ebullición de los compuestos iónicos, de manera que cuanto mayor es la energía de red, mayores son los puntos de fusión y ebullición. La energía de red, como ya sabes, depende de las cargas de los iones y del tamaño que tengan. *La energía de red es tanto mayor cuanto mayores son las cargas de los iones y cuanto menor sea su tamaño.*

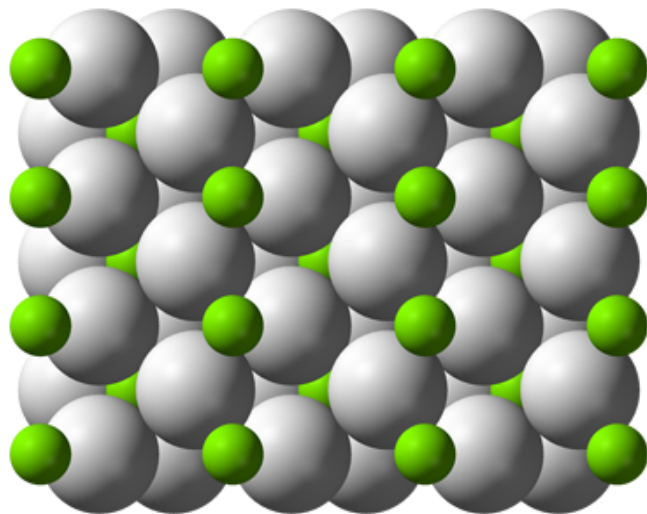


Imagen de [Benjah-bmm27](#), Dominio público

Debido a la intensidad de esas fuerzas, los puntos de fusión y los de ebullición, son medios o altos, ya que para que los iones se separen por agitación térmica hay que alcanzar temperaturas elevadas. De esta forma, todas las sustancias iónicas son **sólidas a temperatura ambiente**.

Comprueba lo aprendido

Las energías de red de dos sustancias son 693 y 777 kJ/mol respectivamente. Se sabe que sus puntos de fusión son 801 °C y 661 °C, y que una de ellas es NaCl y la otra NaI. Identifica cuál es cada sustancia y asígnele su punto de fusión.

Sugerencia

- ☐ NaCl y 801°C; NaI y 661°C
- ☐ NaCl y 661°C; NaI y 801°C

¡Correcto! Como el ion cloruro es de menor tamaño que el yoduro, la energía de red es mayor en el NaCl y su punto de fusión será también mayor.

¡Incorrecto!

Solution

1. Opción correcta
2. Incorrecto

DUREZA Y FRAGILIDAD.

También la energía de red, es la responsable de que sean **sustancias duras**, ya que no es fácil separar los iones: al rayar una sustancia, se separan algunas de las partículas que la forman (iones), por lo que se deben vencer las fuerzas que las mantienen unidas en el sólido.

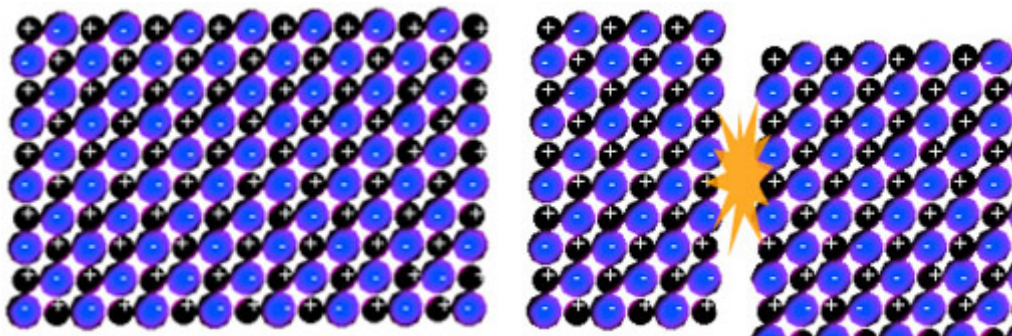


Imagen de Antimoni, Creative commons

Cuando se golpea un cristal iónico se produce un desplazamiento de las capas iónicas. Observa en la imagen cómo inicialmente los iones de un signo rodean a los de otro, si por efecto del golpe quedan enfrentados iones del mismo signo, las fuerzas repulsivas aumentan notablemente, y la estructura se abre por una zona de corte prácticamente perfecto: el cristal puede llegar a hacerse añicos si el golpe es lo bastante fuerte. En consecuencia, son **sustancias frágiles**.

Reflexiona

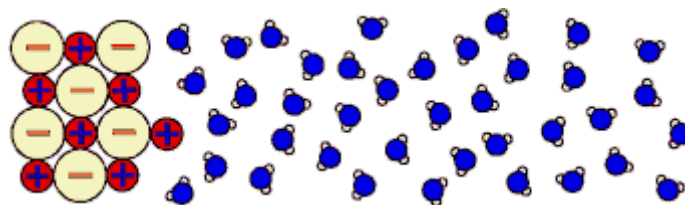
Justifica la dureza del cloruro de sodio (NaCl) y del cloruro de potasio (KCl) en base a la energía de red.

Mostrar retroalimentación

En el cloruro de sodio y el cloruro de potasio, los iones tienen las mismas cargas, pero al tener menor tamaño el ion sodio que el ion potásico, entonces, el cloruro de sodio tiene una mayor energía de red. Por tanto, cabe esperar que la dureza del cloruro de sodio sea mayor que la dureza del cloruro de potasio, ya que tiene una mayor energía de red y por tanto ofrece mayor resistencia a ser rayado (es más difícil arrancarle unos iones al cristal).

SOLUBILIDAD.

Precisamente el hecho de que el agua sea una molécula polar le proporciona una de sus características más conocidas: es un disolvente extraordinario, tanto que es el medio en el que se desarrolla la vida en el planeta.



Simulación de Elaboración propia

Observa la animación, en la que se simula el proceso de disolución de un cristal iónico en agua. Los iones pasan del sólido a la disolución, de manera que las interacciones ion-ion se rompen, estableciéndose interacciones entre los iones y las moléculas de agua. Cuanto más débiles sean las interacciones entre iones (menor sea la energía de red), más fácilmente se disolverá la sustancia iónica en agua.

Las sustancias iónicas, en general, solamente **son solubles en disolventes polares**, del tipo del agua, pero su solubilidad es muy variable, desde grande a prácticamente nula, dependiendo de las características de la sustancia iónica, pues cuanto mayor sea la energía de red, menor será la solubilidad.

Reflexiona

Explica por qué el sulfuro de hierro, que es una sustancia iónica, es prácticamente insoluble en agua.

Mostrar retroalimentación

Su energía de red es muy grande, como cabe esperar por sus cargas eléctricas, con lo que los iones están muy unidos y ni siquiera la interacción con las moléculas de agua es capaz de separarlos y disolver la sustancia.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.

En estado sólido, los iones se encuentran fijos en una red cristalina, sin ninguna movilidad, por eso los sólidos iónicos no conducen la corriente eléctrica, que no es más que el desplazamiento de las cargas eléctricas.

Pero cuando los sólidos iónicos funden o se disuelven entonces los iones adquieren cierta movilidad por lo que sí conducen la corriente eléctrica.

Una característica particular de las sustancias iónicas es que no conducen la corriente eléctrica en estado sólido, pero sí lo hacen al fundir o disolverse en agua.

2. Sustancias metálicas

Curiosidad

Recuerda que un **enlace metálico** es un enlace químico que mantiene unidos a los átomos metálicos. *Los átomos metálicos*, al tener muy poca electronegatividad y ser muy electropositivos, pierden los electrones de la capa de valencia, que pasan a formar una nube de electrones y se sitúan formando una red muy compacta inmersa en esa nube de electrones. Al perder todos los electrones de la capa de valencia, la anterior pasa a ser la capa de valencia y queda con una configuración electrónica estable como la del gas noble.

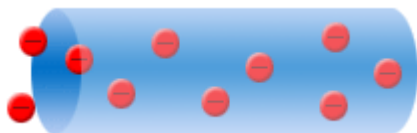
Estos átomos se agrupan de forma muy cercana unos a otros, lo que produce estructuras muy compactas. Se trata de redes tridimensionales que adquieren la estructura típica de empaquetamiento compacto de esferas.



Imagen con licencia CC

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.

La propiedad más característica de los metales, es la conducción de la corriente eléctrica: por agitación térmica los electrones se mueven desordenadamente en todas direcciones y a lo largo de toda la red, de acuerdo con el modelo de la nube electrónica o del gas electrónico.



Simulación del Proyecto Newton, Creative commons

Como los electrones tienen muy poca masa (más de cien mil veces menor que la de un ion de cobre), se mueven con facilidad entre los iones. Si se someten dos puntos de un metal a



Imagen de Scott Edhart, Dominio público

una diferencia de potencial, los electrones se mueven con facilidad hacia el polo positivo, de mayor potencial. Este flujo de partículas cargadas en movimiento -electrones en este caso- es precisamente la corriente eléctrica.

En la tabla siguiente tienes los datos de conductividad eléctrica de varias sustancias (metales y no metales), tomando como referencia unidad, la conductividad del plomo. Fíjate en que la variación es muy grande, desde 13,6 de la plata, el mejor conductor, hasta 10^{-22} del azufre, que es un aislante. Observa los valores del grafito, que tiene una conductividad apreciable y por eso se utiliza para fabricar electrodos, y el silicio, que es un semiconductor, fundamental en la industria electrónica.

Conductividad del plomo como referencia			
Plata	13,6	Grafito (C)	0,016
Cobre	13,0	Silicio	$2,6 \cdot 10^{-4}$
Aluminio	8,4	Germanio	$2,5 \cdot 10^{-4}$
Cinc	3,7	Iodo	$2,0 \cdot 10^{-14}$
Hierro	2,2	Diamante (C)	$4,0 \cdot 10^{-20}$
Plomo	1,0	Azufre	$1,0 \cdot 10^{-22}$

ESTADOS DE AGREGACIÓN.

Todas las sustancias metálicas son sólidas a temperatura ambiente, con excepción del mercurio. Este hecho indica que las fuerzas de cohesión de los átomos metálicos son importantes.

El punto de fusión es muy variable, desde el entorno de 50-100 °C de los alcalinos (28 °C el cesio), pasando por el estaño, usado en soldadura electrónica, hasta los 3410 °C del wolframio, utilizado en filamentos de bombillas incandescentes.



Imagen de [Pearle](#), CC

DUREZA Y FRAGILIDAD.

Su dureza es media o baja, dependiendo de la intensidad del enlace: en general, las más duras tienen puntos de fusión más altos.

Si se trata de átomos pequeños que se ordenan en redes muy compactas, la densidad es muy elevada, como ocurre en el osmio, iridio y platino, superiores a 22 g/cm³, aunque en algunos casos como litio, sodio o potasio, flotan en el agua (densidad menor de 1 g/cm³).

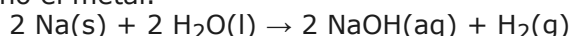
No son frágiles como sucede con las sustancias iónicas, sino que resultan maleables y dúctiles, pudiendo cambiar su forma al golpearlos. En algunos casos, incluso se pueden doblar con la mano (hilos de cobre, chapas finas de aluminio, etc). Esto se

Animación de [Mariano Gaite Cuesta](#)

debe a que al deformar un poco la red se obtiene una estructura espacial de los átomos similar a la inicial (por el contrario, al deformar una red iónica se enfrentaban iones del mismo signo, que al repelerse producían su fractura, como ya has visto los sólidos iónicos sí son frágiles).

SOLUBILIDAD.

No se disuelven en ningún líquido. En agua los metales no se disuelven, pero algunos de ellos reaccionan con ella formando óxidos o hidróxidos. Es decir, reaccionan químicamente con el líquido (agua) y se disuelven, pero al evaporar el líquido no se recupera la sustancia inicial, ya que se han formado otras sustancias. Por ejemplo, el sodio reacciona con violencia con el agua, formándose hidróxido de sodio en disolución y desprendiéndose gas hidrógeno. Al evaporar la disolución, se recupera hidróxido de sodio y no el metal.



OTRAS PROPIEDADES.

Su calor específico es muy bajo; es decir, se calientan con facilidad al comunicarles energía en forma de calor. Como además los metales conducen muy bien el calor, no sólo aumentan apreciablemente su temperatura, sino que lo hacen muy deprisa. Por esta razón se utilizan en cocina para fabricar cacerolas, ollas y sartenes.

3. Sustancias covalentes

Curiosidad

Como ya sabes, las sustancias covalentes se caracterizan porque todos los átomos que la constituyen se unen mediante fuertes enlaces covalentes. Los átomos se ordenan formando una gran red espacial, la cual es responsable de sus propiedades.

Como ya has visto, en el enlace covalente los átomos no metálicos que se unen comparten electrones para conseguir la configuración electrónica estable de gas noble.



Imagen de [Wikimedia commons](#), licencia CC

En las sustancias covalentes se forman estructuras gigantes de átomos unidos mediante enlace covalente. Los ejemplos más característicos son el diamante, cuya estructura ya has visto, la sílice (SiO_2) con la misma estructura tetraédrica y átomos de silicio unidos a los de oxígeno, y el grafito.

Como los enlaces son covalentes, muy fuertes, las redes covalentes son difíciles de destruir, lo que se traduce en que los puntos de fusión son altos, la dureza elevada y la solubilidad nula.

El grafito tiene una propiedad muy característica: tiene una apreciable conductividad de la corriente eléctrica, por lo que se utiliza para hacer electrodos (en las pilas más conocidas, de 1,5 voltios, el electrodo central, conectado al borne positivo de la pila y marcado con el número 2, es una barra de grafito).

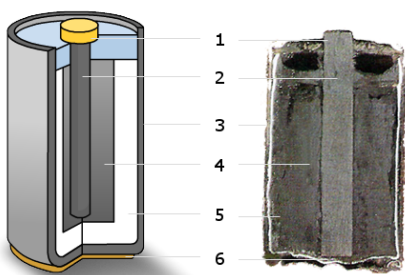


Imagen de [Jacek FH](#), Creative commons



Imagen de [USGov](#), Dominio público

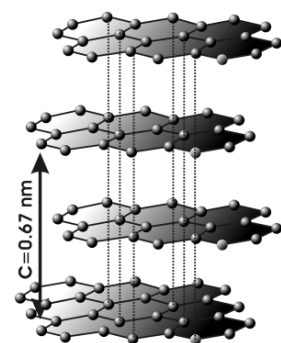


Imagen de [Anton](#), Creative commons

Si te fijas en la imagen, verás que el grafito consta de láminas de anillos hexagonales en los que los electrones tienen cierta movilidad (como en el benceno), pero como los anillos están unidos, pueden pasar de un anillo a otro contiguo. Cuando el grafito se conecta a una diferencia de potencial, los electrones tienden a desplazarse hacia la zona de mayor potencial (polo positivo), pasando de un anillo a otro.

DUREZA Y FRAGILIDAD.

Se entiende por dureza la resistencia que ofrece un cuerpo a ser rayado. Los sólidos covalentes presentan una elevada dureza, de hecho, el diamante se toma como valor máximo en la escala de dureza.

La elevada dureza de las sustancias covalentes, puede explicarse teniendo en cuenta que para rayar un sólido covalente, es necesario arrancar unos cuantos átomos del sólido, para lo que hay que romper fuertes enlaces covalentes, por lo que presentan una gran resistencia al rayado.

ESTADO DE AGREGACIÓN.

Todas las sustancias covalentes son sólidas a temperatura ambiente, presentando unos elevados puntos de fusión y ebullición.

Esto puede explicarse porque, para separar las partículas del sólido covalente, es necesario romper fuertes enlaces covalentes, para lo que se requiere una elevada temperatura.



Imagen de [Dschwen](#), licencia CC



Imagen de [Cimbres](#), licencia CC



Imagen de [Lmbuga](#), licencia CC

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.

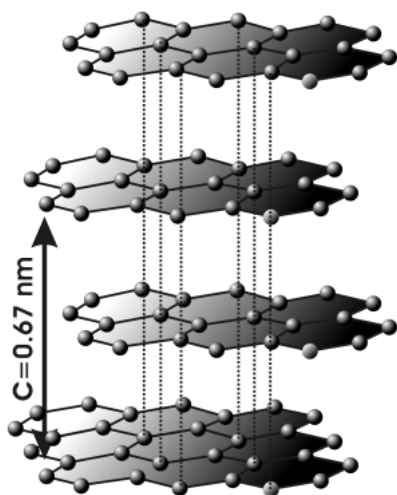
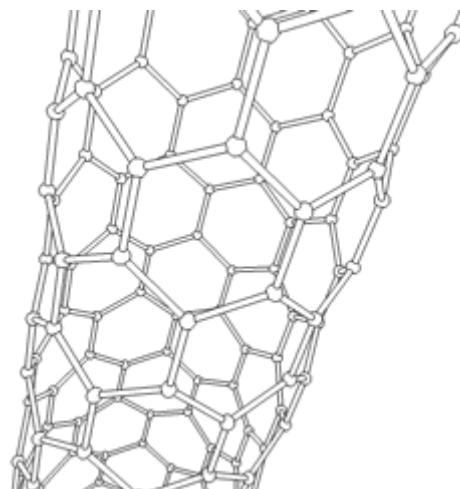


Imagen de [Anton](#), Creative commons

Las sustancias covalentes en general son aislantes, pues los electrones que comparten entre átomos están muy localizados entre átomos concretos.

No obstante, hay algunas sustancias covalentes como el grafito que presentan una estructura laminar, en anillos, dentro de los cuales pueden tener cierto movimiento los electrones, lo que le confiere cierta conductividad a lo largo de las láminas.



Simulación de [Schwarzsm](#), Creative commons

Utilizando esta propiedad del grafito, se han desarrollado los nanotubos de grafito, que son estructuras laminares de grafito enrolladas sobre sí mismas, dando lugar a estructuras como la que ves en la figura.

Los nanotubos de carbono son las fibras más fuertes que se conocen, un solo nanotubo es de 10 a 100 veces más fuerte que el acero y poseen propiedades eléctricas muy interesantes, conduciendo la corriente eléctrica cientos de veces más eficazmente que los tradicionales cables de cobre. Si quieres saber más sobre los nanotubos puedes hacer clic en la animación de la derecha para acceder a un vídeo.

SOLUBILIDAD.

Las sustancias covalentes son prácticamente insolubles en cualquier tipo de disolvente.

Esta insolubilidad puede explicarse teniendo en cuenta que para disolver un sólido el disolvente tiene que arrancar sucesivamente las partículas del sólido.

4. Sustancias moleculares

Curiosidad

Como ya sabes, las sustancias moleculares, están formadas por *moléculas*, en las que *varios átomos se unen entre sí por enlaces covalentes*. Las moléculas se unen entre sí por fuerzas intermoleculares que, como ya has visto, pueden ser:

- **Enlace por puentes de hidrógeno.**
- **Fuerzas de Van der Waals**, que pueden ser de dos tipos:
 - Interacciones **dipolares**.
 - Fuerzas **dispersivas**.

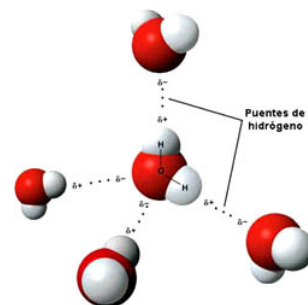


Imagen de Michel Mañas, CC

ESTADOS DE AGREGACIÓN.

Al ser las fuerzas intermoleculares relativamente pequeñas las sustancias moleculares son, en general, gaseosas a temperatura ambiente y sólo en aquellos casos en que las fuerzas intermoleculares son más intensas se encuentran en estado líquido o gaseoso.

En cualquier caso, los punto de fusión y ebullición son relativamente bajos y pueden explicarse teniendo en cuenta las fuerzas intermoleculares.

- **Enlace por puentes de hidrógeno:** aparecen cuando la molécula tiene átomos de hidrógeno unidos mediante enlace covalente a átomos de flúor, oxígeno o nitrógeno. Las sustancias que presentan enlaces por puentes de hidrógeno tienen unos puntos de fusión y ebullición especialmente elevados.
- **Fuerzas de Van der Waals:** Estas débiles fuerzas de interacción entre las moléculas también logran elevar los puntos de fusión y ebullición de las sustancias, pueden ser de dos tipos:
 - Interacciones **dipolares:** que aumentan al aumentar la polaridad de la molécula.
 - Fuerzas **dispersivas:** que aumentan con la masa molecular de la sustancia.

Las fuerzas dispersivas se dan siempre, y si además las moléculas son polares, habrá también interacciones dipolares.

Por tanto, podemos decir en sentido general que las sustancias moleculares tienen bajos puntos de fusión y ebullición, por lo que se encuentran en estado gaseoso, pero a medida que las fuerzas intermoleculares son importantes, se encontrarán en estado líquido o gaseoso.



Imagen de Jurii, Creative commons

Reflexiona

Te dicen que los puntos de ebullición de dos hidrocarburos son $-89\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sabes que se trata de etano ($\text{CH}_3\text{-CH}_3$) y propano ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$), pero no sabes qué valor corresponde a cada uno. Haz una asignación razonada de puntos de ebullición.

Mostrar retroalimentación

Se trata de dos moléculas apolares, ya que los enlaces C-H son muy poco polares; luego no hay interacciones dipolares y solamente existen fuerzas dispersivas. Pero como el propano tiene mayor masa molar (44 g/mol) que el etano (30 g/mol), las fuerzas dispersivas son mayores entre moléculas de propano, sustancia que tendrá el mayor punto de ebullición.

Etano: $-89\text{ }^{\circ}\text{C}$
Propano: $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$

Comprueba lo aprendido 10 triple

Como acabas de ver, el propano tiene un punto de ebullición de $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$. ¿Qué valor de entre los siguientes podrá corresponder al etanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$)?

- ☐ $-48\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ☐ $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ☐ $78\text{ }^{\circ}\text{C}$

¡Incorrecto! Como las masas molares son muy parecidas (44 y 46 g/mol), las fuerzas dispersivas también lo serán. Pero el etanol es polar, formando puentes de hidrógeno. Por tanto, las fuerzas totales son mayores entre moléculas de etanol, sustancia que tendrá un punto de ebullición mayor.

¡Incorrecto! Como las masas molares son muy parecidas (44 y 46 g/mol), las fuerzas dispersivas también lo serán. Pero el etanol es polar, formando puentes de hidrógeno. Por tanto, las fuerzas totales son mayores entre moléculas de etanol, sustancia que tendrá un punto de ebullición mayor. Pero no puede ser de -2°C , ya que entonces sería un gas a temperatura ambiente. Y supongo que sabes que el etanol, o alcohol etílico (componente "activo" de las bebidas alcohólicas) es líquido a temperatura ambiente

¡Correcto!

Solution

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta

Comprueba lo aprendido

Para fundir hielo hace falta romper enlaces O-H en la molécula de agua.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Hay que romper puentes de hidrógeno y fuerzas dispersivas, que son fuerzas intermoleculares, pero no hay que romper la molécula de agua.

Entre moléculas de amoníaco solamente hay fuerzas dispersivas.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

El amoníaco (NH_3) es una molécula polar, por lo que presenta interacciones dipolares.

El bromo (Br_2) es líquido a temperatura ambiente. Luego el cloro (Cl_2) no puede encontrarse en estado sólido a 20 °C.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Como son dos moléculas apolares y la de cloro tiene menor masa, las fuerzas dispersivas son menores entre moléculas de cloro. Si el cloro fuese sólido, las interacciones serían mayores, y no es éste el caso.

DUREZA Y FRAGILIDAD.

Como las fuerzas de interacción entre las moléculas, son débiles, las sustancias moléculas, cuando son sólidas son blandas (es fácil arrancar unas cuantas moléculas unidas mediante fuerzas intermoleculares). No son frágiles, son moldeables, pues desplazar una molécula es muy fácil, habría que vencer sólo las fuerzas intermoleculares, que en una nueva posición, podrían volver a formarse.

SOLUBILIDAD.

Aplicando el principio: "Semejante disuelve a semejante, las sustancias moleculares polares, serán solubles en disolventes polares, como el agua. Por el contrario las sustancias apolares no son solubles en disolventes polares y sí lo serán en disolventes apolares.

En las siguientes animaciones puedes observar cómo interaccionan con el agua (disolvente polar) con una sustancia no polar, a la izquierda, y otra polar, a la derecha.

- Sustancia no polar: si la molécula es apolar, no tiene interacción alguna con el agua, por lo que las moléculas se ordenan por su densidad, resultando dos fases no miscibles, donde el líquido de mayor densidad se sitúa más abajo y el de menor densidad en la parte superior.
- Sustancia polar: cuando la sustancia a disolver es polar, las moléculas de agua interaccionan con las moléculas de la sustancia a disolver, arrancándolas, quedando las moléculas de agua unidas a las de la sustancia. Puede observarse que como la molécula, aunque polar, es neutra, la disolución resultante no conduce la corriente eléctrica, como sí ocurre en los compuestos iónicos.

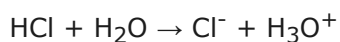
Sustancia apolar

Sustancia polar

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.

Como no tienen carga eléctrica neta, no conducen la corriente eléctrica en ningún estado.

Sin embargo, algunas sustancias moleculares producen iones cuando se disuelven en agua, y en ese caso la disolución formada sí conduce la electricidad: es el caso del HCl, que en agua forma iones Cl^- y H_3O^+ . Estas sustancias reciben el nombre de **electrolitos**.



Reflexiona

El punto de ebullición del agua es de 100°C , mientras que el del etanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$) es de 78°C . Compara la intensidad de los puentes de hidrógeno en ambas sustancias.

Mostrar retroalimentación

Las fuerzas intermoleculares son mayores entre moléculas de agua, ya que su punto de ebullición es mayor. Sin embargo, las fuerzas dispersivas son menores en el agua, ya que su masa relativa es 18 mientras que la del etanol es 46. Por tanto, los puentes de hidrógeno deben ser más intensos entre moléculas de agua que entre moléculas de etanol.

5. Comparación de propiedades

Curiosidad

Como ya sabes, el descubrimiento de nuevas sustancias no cesa, buscando que tengan propiedades concretas. La inversión en I+D es fundamental para satisfacer las necesidades de la industria, la medicina, la construcción, etc.

Por ejemplo, la carrera espacial ha tenido una enorme influencia en este tipo de investigaciones, ya que ha exigido disponer de productos con unas características muy especiales, que después han encontrado aplicaciones en muchos otros ámbitos de la vida. Así, el tejido utilizado en los trajes espaciales se ha utilizado para fabricar sacos de dormir y anoraks de gran capacidad de aislamiento.



Imagen de NASA, dominio público

En la tabla siguiente tienes un resumen de las propiedades más importantes de los cuatro tipos de sustancias. En ella quedan reflejadas, para cada tipo de sustancia, el tipo de partículas que la constituyen, la unión entre partículas y las cuatro propiedades que nos permiten diferenciarlas (los puntos de fusión y ebullición, la dureza y fragilidad, la conductividad eléctrica y la solubilidad) y finalmente algunos ejemplos de ese tipo de sustancia.

Tipo de sustancia	Tipo de partícula y de enlace	Tipo de unión entre partículas	Propiedades	Ejemplos
Molecular	Moléculas (enlace covalente)	Fuerzas intermoleculares	<ul style="list-style-type: none">● Puntos de fusión y ebullición bajos, debido a las débiles fuerzas intermoleculares.● Si son sólidos éstos serán muy blandos, pues las fuerzas que mantienen unidas a las moléculas son débiles.● No conducen la corriente eléctrica, al no disponer de cargas eléctricas con movilidad● Generalmente son insolubles en agua, salvo que sean polares, en cuyo caso sí se disuelven en agua.	Oxígeno (O ₂) Cloro (Cl ₂) Agua (H ₂ O) Amoníaco (NH ₃) Propano (C ₃ H ₈)
Covalente	Átomos no metálicos (enlace covalente)	Enlace covalente	<ul style="list-style-type: none">● Puntos de fusión y ebullición elevados, pues sus partículas están unidas por fuertes enlaces covalentes.● Son duros y no son frágiles, pues hay que romper fuertes enlaces covalentes para rayarlos.● No conducen la corriente eléctrica, salvo en algunos casos como el grafito y derivados.● Son insolubles en cualquier tipo de disolvente.	Diamante (C) Sílice(SiO ₂)

Metálica	Átomos metálicos (enlace metálico)	Enlace metálico	<ul style="list-style-type: none"> ● Puntos de fusión y ebullición medios o altos. ● Son duros, pero también maleables, resistiendo muy bien el golpe. ● Son buenos conductores de la corriente eléctrica. ● Son insolubles en cualquier disolvente. Pero pueden reaccionar con el agua produciendo óxidos o hidróxidos. 	Hierro (Fe) Cobre (Cu) Aluminio (Al)
Iónica	Iones (enlace iónico)	Enlace iónico	<ul style="list-style-type: none"> ● Puntos de fusión y ebullición altos. ● Son duros, pero frágiles (se rompen al golpearlos fuertemente). ● No conducen la corriente eléctrica en estado sólido, pero sí en estado líquido o al disolverse. ● En general son solubles en agua, pero su solubilidad es variable, pues depende de la energía de red. 	Cloruro de sodio (NaCl) Óxido de magnesio (MgO) Carbonato de calcio (CaCO ₃) Sulfato de potasio (K ₂ SO ₄)

Reflexiona

Entre los átomos de carbono del etano hay enlaces covalentes, lo mismo que entre los átomos de carbono del diamante. Sin embargo, el etano es un gas a temperatura ambiente, mientras que el diamante tiene un punto de fusión superior a 3000 °C. ¿Cómo lo explicas?

Mostrar retroalimentación

Para fundir diamante hay que romper enlaces entre átomos de carbono, enlaces covalentes muy fuertes. Sin embargo, para fundir etano hay que separar moléculas de etano, unidas por fuerzas dispersivas débiles, al ser una molécula de poca masa, pero no hay que romper enlaces C-C.

Reflexiona

Una sustancia tiene un punto de fusión de 687 °C, es frágil, no conduce la corriente eléctrica en estado sólido, se disuelve apreciablemente en agua y su disolución conduce la corriente eléctrica. ¿De cuál de las sustancias siguientes puede tratarse: SO₃, Fe, SiO₂ o NaBr?

Mostrar retroalimentación

Las características corresponden a una sustancia iónica. Por tanto, debe ser NaBr, ya que SO₃ es molecular, Fe es metálica y SiO₂ es covalente.

Comprueba lo aprendido

Las interacciones dipolares son fuerzas intermoleculares.

[Sugerencia](#)

☒ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Los enlaces covalentes son enlaces químicos.

[Sugerencia](#)

☒ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Los enlaces iónicos se basan en fuerzas electrostáticas.

[Sugerencia](#)

☒ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Los puentes de hidrógeno son enlaces químicos.

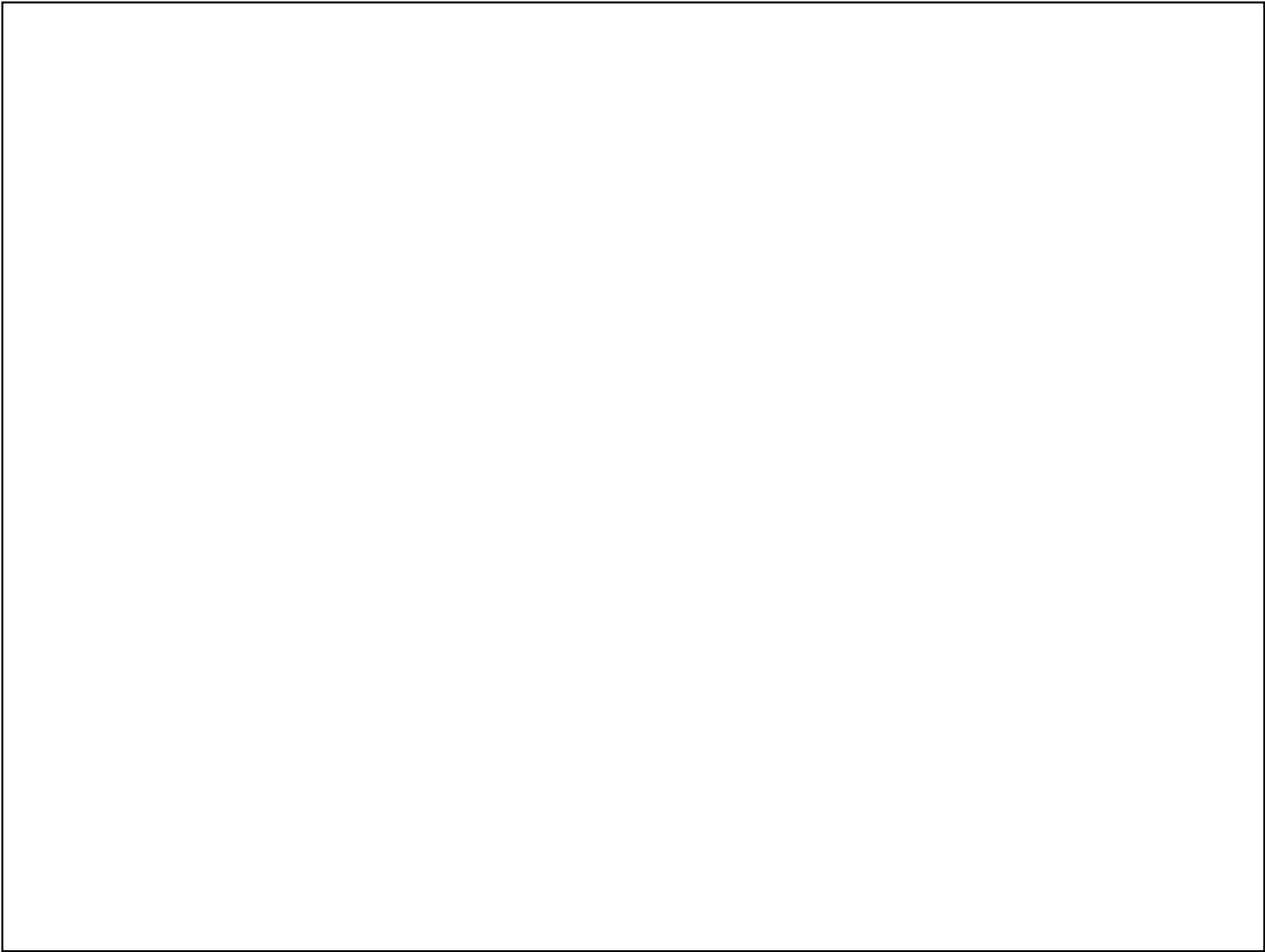
[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☒ Falso

Falso

Mapa Conceptual

[Mapa conceptual](#) (pdf - 256.13 KB) .



Fuentes para el profesorado

Descargar [CMAP](#).

Resumen

Importante

Relacionar las propiedades de las sustancias, con el tipo de enlace que tiene lugar entre los átomos que la constituyen, tiene una doble finalidad:

- Conociendo la constitución de una sustancia, se pueden predecir las propiedades que tendrá.
- Si necesitamos un material de determinadas propiedades, se puede deducir la constitución que ha de tener.

Importante

Una característica particular de las sustancias iónicas es que no conducen la corriente eléctrica en estado sólido, pero sí lo hacen al fundir o disolverse en agua.

Importante

La propiedad más característica de los metales, es la conducción de la corriente eléctrica: por agitación térmica los electrones se mueven desordenadamente en todas direcciones y a lo largo de toda la red, de acuerdo con el modelo de la nube electrónica o del gas electrónico.

Importante

Todas las sustancias covalentes son sólidas a temperatura ambiente, presentando unos elevados puntos de fusión y ebullición.

Importante

Podemos decir en sentido general que las sustancias moleculares tienen bajos puntos de fusión y ebullición, por lo que se encuentran en estado gaseoso, pero a medida que las fuerzas intermoleculares son importantes, se encontrarán en estado líquido o gaseoso.

Importante

Tipo de sustancia	Tipo de partícula y de enlace	Tipo de unión entre partículas	Propiedades	Ejemplos
Molecular	Moléculas (enlace covalente)	Fuerzas intermoleculares	<ul style="list-style-type: none"> ● Puntos de fusión y ebullición bajos, debido a las débiles fuerzas intermoleculares. ● Si son sólidos éstos serán muy blandos, pues las fuerzas que mantienen unidas a las moléculas son débiles. ● No conducen la corriente eléctrica, al no disponer de cargas eléctricas con movilidad ● Generalmente son insolubles en agua, salvo que sean polares, en cuyo caso sí se disuelven en agua. 	Oxígeno (O ₂) Cloro (Cl ₂) Agua (H ₂ O) Amoníaco (NH ₃) Propano (C ₃ H ₈)
Covalente	Átomos no metálicos (enlace covalente)	Enlace covalente	<ul style="list-style-type: none"> ● Puntos de fusión y ebullición elevados, pues sus partículas están unidas por fuertes enlaces covalentes. ● Son duros y no son frágiles, pues hay que romper fuertes enlaces covalentes para rayarlos. ● No conducen la corriente eléctrica, salvo en algunos casos como el grafito y derivados. ● Son insolubles en cualquier tipo de disolvente. 	Diamante (C) Sílice (SiO ₂)
Metálica	Átomos metálicos (enlace metálico)	Enlace metálico	<ul style="list-style-type: none"> ● Puntos de fusión y ebullición medios o altos. ● Son duros, pero también maleables, resistiendo muy bien el golpe. ● Son buenos conductores de la corriente eléctrica. ● Son insolubles en cualquier 	Hierro (Fe) Cobre (Cu) Aluminio (Al)

			<p>son insolubles en cualquier disolvente. Pero pueden reaccionar con el agua produciendo óxidos o hidróxidos.</p>	
Iónica	Iones (enlace iónico)	Enlace iónico	<ul style="list-style-type: none"> ● Puntos de fusión y ebullición altos. ● Son duros, pero frágiles (se rompen al golpearlos fuertemente). ● No conducen la corriente eléctrica en estado sólido, pero sí en estado líquido o al disolverse. ● En general son solubles en agua, pero su solubilidad es variable, pues depende de la energía de red. 	<p>Cloruro de sodio (NaCl) Óxido de magnesio (MgO) Carbonato de calcio (CaCO₃) Sulfato de potasio (K₂SO₄)</p>

Ejercicios resueltos

Ejercicio resuelto

Observa la tabla siguiente:

	$E_{\text{red}} / \text{kJ/mol}$	$T_{\text{fusión}} / ^\circ\text{C}$	Dureza	Solubilidad / g/L
NaI	693	661	2,8	158,7
NaF	910	988	3,2	4,22
CaF ₂	2609	1360	4,0	0,16
Al ₂ O ₃	15916	2030	9,0	≈ 0

Basándote en los valores de la energía de red, justifica la secuencia de valores en las tres propiedades.

Mostrar retroalimentación

Conforme aumenta la energía de red, es mayor la fuerza de las interacciones entre los iones. Como en las tres propiedades se trata de destruir la red iónica al fundirla, rayarla o disolverla, cuanto mayor sea la energía de red serán mayores los puntos de fusión y la dureza, y menor la solubilidad.

Ejercicio resuelto

Una sustancia tiene la siguiente fórmula CaO. ¿En qué tipo de sustancia la clasificarías?. ¿Qué propiedades cabe esperar para ella?.

Mostrar retroalimentación

Según se indica en la fórmula, se unen átomos de calcio (metal) con átomos de oxígeno (no metal). Como uno de los átomos, el oxígeno es muy electronegativo, y el otro, el calcio es electropositivo, el calcio cede los dos electrones que tiene en la capa de valencia al oxígeno consiguiendo así ambos la configuración electrónica de gas noble. El enlace es pues iónico. Por tanto, se trata de una sustancia iónica.

Las partículas que la constituyen son iones, el ión calcio (Ca^{2+}) y el ión óxido (O^{2-}). Dado que las cargas de los iones son apreciables, cabe esperar una elevada energía de red para el óxido de calcio, lo cual explica sus propiedades.

- Cabe esperar que el óxido de calcio tenga unos elevados puntos de fusión y de ebullición.
- Debe ser una sustancia dura y frágil.
- No debe conducir la corriente eléctrica en estado sólido, pero sí al fundirla o disolverla.
- Debe ser soluble en agua, pero dada su elevada energía de red, su solubilidad debe ser pequeña.

Ejercicio resuelto

Se ha encontrado que una sustancia tiene las siguientes propiedades:

- Punto de fusión: $-182,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Punto de ebullición: $-161,6$.
- Es insoluble en agua y no conduce la corriente eléctrica.

¿De qué tipo de sustancia se trata?. ¿Qué indican estas propiedades?.

Mostrar retroalimentación

Dados los bajos puntos de fusión y de ebullición, debe tratarse de una sustancia molecular, además debe ser una sustancia de baja masa molecular, y que no forma enlaces por puentes de hidrógeno, al ser gaseosa a temperatura ambiente.

Al ser insoluble en agua, la molécula debe ser apolar, bien porque sus enlaces sean apolares, bien porque sea una molécula que teniendo enlaces polares, es totalmente simétrica.

Por tanto debe tratarse de una sustancia como H_2 , F_2 , CH_4 , etc...

Ejercicio resuelto

Una sustancia tiene las siguientes propiedades:

- El punto de fusión es de 505 K y el punto de ebullición de 2875 K .
- A temperatura ambiente es un sólido bastante duro.
- Es insoluble tanto en agua como en disolventes apolares.
- Es un buen conductor de la corriente eléctrica.

¿De qué tipo de sustancia se trata?, justifícalo en base a las propiedades anteriores.

Mostrar retroalimentación

Los puntos de fusión y ebullición y la dureza que se indican, permiten descartar que se trate de una sustancia molecular, pues las sustancias moleculares tienen bajos puntos de fusión y ebullición y cuando son sólidas, son blandas.

El hecho de que sea insoluble permite descartar que sea una sustancia iónica, pues éstas son relativamente solubles en agua.

La buena conducción de la corriente eléctrica hace pensar que puede ser un metal, pero también algunas sustancias covalentes como los nanotubos de grafito también son buenos conductores, pero las sustancias covalentes tienen muy elevados puntos de fusión, por lo que se puede descartar que se trate de una sustancia covalente.

Por tanto debe tratarse de una sustancia metálica.

Ejercicio resuelto

Deseamos utilizar una sustancia sólida y dura que sea un buen aislante de la electricidad y que además resista bien el golpe, es decir, que no sea frágil, ¿qué tipo de sustancia habrá que utilizar? Justifícalo razonadamente.

Mostrar retroalimentación

Si tiene que ser sólido y de gran dureza, no puede ser una sustancia molecular.

Como no debe ser frágil, tampoco puede ser una sustancia iónica.

Como debe ser aislante no puede ser un metal.

Por lo tanto debe ser una sustancia covalente, como la sílice, por ejemplo.

AVISO DEL SERVIDOR

Por motivos de seguridad esta página web solo está accesible mediante acceso seguro (https):

https://www.juntadeandalucia.es/Aviso_Legal_Andalucia_v04.htm

Por favor, actualice sus marcadores. Gracias.

Imprimible

Descargar imprimible