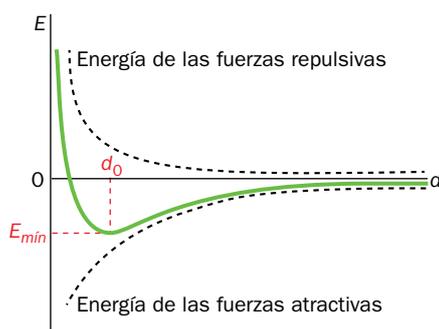


1 El enlace químico

Página 74

Trabaja con la imagen

A partir de la imagen inferior y teniendo en cuenta lo explicado en esta página, comenta lo que indican los parámetros destacados en rojo: $E_{\text{mín}}$ y d_0 .



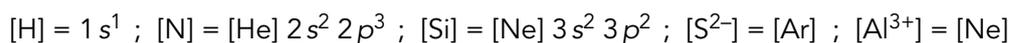
Los parámetros en rojo son las coordenadas geométricas del mínimo en el diagrama entre el nivel de energía y la distancia de separación entre los núcleos de los átomos a enlazarse. $E_{\text{mín}}$ representa el valor mínimo de energía que puede alcanzar el sistema, es decir, la energía de enlace. d_0 indica la distancia entre los átomos a la que la energía es mínima, o lo que es lo mismo, la longitud media de enlace.

Página 75

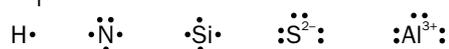
1 ¿Por qué los átomos de muchos elementos tienden a adquirir la configuración electrónica de los gases nobles?

Los átomos de los gases nobles no se enlazan con otros átomos, su configuración electrónica confiere mucha estabilidad al sistema; adquirir esta configuración equivale a ganar estabilidad alcanzando un mínimo de energía.

2 Escribe las configuraciones electrónicas acortadas y representa mediante diagramas de Lewis las siguientes especies químicas: H, N, Si, S^{2-} , Al^{3+} .



Los diagramas de Lewis correspondientes son:



3 Basándote en sus configuraciones electrónicas, representa el Be, Mg y Ca mediante diagramas de Lewis. ¿Podrías predecir cuál sería el diagrama de Lewis del Sr sin hacer su configuración electrónica?

Las configuraciones electrónicas de los elementos citados son:



Por lo que sus diagramas de Lewis son:

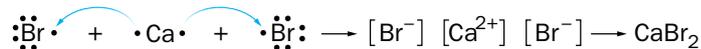


El estudiante debe deducir que, puesto que el estroncio pertenece al mismo grupo del Sistema Periódico que los otros elementos, en su diagrama de Lewis se representarán solo dos electrones:



- 4  Si el Br y el Ca se enlazan cediendo y aceptando electrones, ¿cuál sería la fórmula química del compuesto formado? Pon los diagramas de Lewis correspondientes para mostrar la transferencia de electrones.

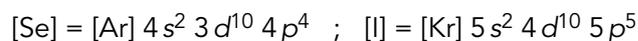
Al hacer los diagramas de Lewis el estudiante debe inferir que el calcio debe ceder dos electrones para adquirir la configuración de gas noble, mientras que el bromo solo puede aceptar uno, por lo que son necesarios dos bromos por cada calcio: CaBr_2 .



2 El enlace iónico

Página 77

- 5 Escribe las configuraciones electrónicas de los siguientes átomos e indica qué iones será más probable que formen: K, Sc, B, Se y I.



Los iones más probables son los que permiten adquirir la configuración electrónica de gas noble de número atómico anterior o posterior: K^+ , Sc^{3+} , B^{3+} , Se^{2-} , I^- .

- 6  Razona si es verdadera o falsa esta afirmación: «El enlace iónico se forma entre elementos que se encuentran muy separados en el Sistema Periódico».

Verdadera. Los átomos que deben unirse para formar un enlace iónico deben pertenecer, uno, a un elemento con baja energía de ionización, situado en la zona izquierda de la Tabla Periódica y, otro, a un elemento de alta afinidad electrónica, que se encuentra en la zona derecha de la Tabla Periódica; cuanto más separados estén, más favorable será la formación de dicho enlace.

- 7  Teniendo en cuenta que las fórmulas empíricas indican la proporción más simple de átomos distintos, ¿cuáles de estas fórmulas son empíricas: Na_2O_2 , H_2SO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, O_3 , AlCl_3 ?

Son fórmulas empíricas: H_2SO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ y AlCl_3 .

- 8 Si en una determinada cantidad de CaCl_2 existen $4 \cdot 10^{24}$ iones de calcio, ¿cuántos iones cloruro habrá?

El doble que de Ca^{2+} , es decir, $8 \cdot 10^{24}$ iones cloruro.

- 9  Busca la definición de dureza y de fragilidad. ¿Cómo puede ser un material duro y frágil a la vez?

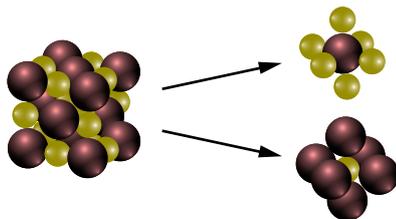
Las propiedades mecánicas de los materiales se estudian también en la asignatura de Tecnología. Sería conveniente que esta cuestión la respondieran a partir de los conocimientos adquiridos en esa materia. Si no es posible, pueden encontrar estas definiciones en una enciclopedia o en la red. Un material puede ser duro y frágil cuando presenta oposición a ser rayado pero frente a un esfuerzo brusco se rompe en vez de deformarse.

- 10**  Justifica por qué el NaCl no conduce la electricidad cuando está en nuestro salero pero sí lo hace cuando está disuelto en el agua del mar.

En el salero, los iones del NaCl están en estado sólido y, por tanto, ocupan posiciones fijas en la red cristalina, por lo que las partículas cargadas no tienen libertad de movimiento. Cuando esta sustancia está disuelta, no existe red cristalina, sus iones pueden moverse y conducir la electricidad.

- 11** En el bromuro de potasio, cada átomo de potasio está rodeado de seis átomos de bromo y viceversa.

¿Cuántos átomos de potasio piensas que puede haber por cada átomo de bromo?



Habrá tantos átomos de potasio como de bromo por lo que su proporción será KBr, lo que coincide con su fórmula química.

3 El enlace covalente

Página 78

Trabaja con la imagen

Fíjate. Representa los diagramas de Lewis correspondientes a los tres compuestos de la imagen.

$F - F$; $O = O$; $N \equiv N$. Si se desea se pueden añadir los pares solitarios de electrones a estos diagramas.

Procesa los datos. Basándote en la imagen del Sistema Periódico, ¿cuáles son los cinco elementos más electronegativos?

Coincide con los que están representados en un azul más oscuro: Br, N, Cl, O y F.

Página 79

- 12**  El hidrógeno, ¿es un metal o un no metal? ¿Por qué en algunas Tablas Periódicas está situado donde los metales alcalinos?

Es un no metal, aunque en ocasiones se comporta como un metal. La configuración electrónica del nivel de valencia de los elementos situados en la primera columna de la tabla periódica es ns^1 lo que coincide con la configuración electrónica del hidrógeno para $n = 1$.

- 13** El óxido de calcio, CaO, ¿es un compuesto covalente?

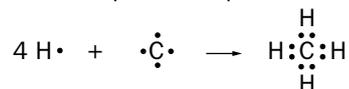
Compuesto iónico, porque está formado por un metal y un no metal.

- 14** ¿Qué compuesto covalente se forma entre los átomos de O y de F? ¿Cuál será su fórmula química?

Difluoruro de oxígeno: OF_2 . Para hallar la fórmula química es conveniente seguir el proceso mostrado en el *Ejercicio resuelto* 1.

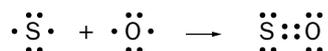
- 15**  Representa el diagrama de Lewis e indica el orden de enlace del CH₄ y del SO.

En la molécula CH₄, el átomo de C comparte un par de electrones con cada átomo de H:



Por tanto, los enlaces que se forman son todos sencillos.

En el caso del SO, ambos átomos comparten dos pares de electrones:



El orden de enlace, en este caso, es doble.

- 16**  Clasifica los compuestos de los diagramas de Lewis del epígrafe 1 como iónicos o covalentes.

Iónicos: NaCl y Na₂O; covalentes: Cl₂ y O₂.

- 17**  Razona el tipo de enlace existente en el cloruro sódico, NaCl, y en el cloruro de hidrógeno, HCl.

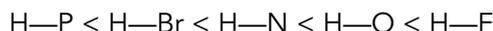
El NaCl está formado por elementos de electronegatividades muy distintas, por lo que se trata de un compuesto iónico, mientras que los elementos del HCl tienen electronegatividades parecidas, por lo que comparten electrones en un enlace covalente.

- 18**  Explica si estos compuestos presentan dipolos: N₂, CO, HBr y I₂.

Presentarán dipolos los compuestos con enlaces polares: CO, HBr.

- 19** Ordena de menor a mayor polaridad de enlace la unión del H con N, O, F, P y Br.

Presenta mayor polaridad el enlace cuanto mayor sea la diferencia entre las electronegatividades de los átomos. Por tanto:



- 20** Ordena estas moléculas de mayor a menor polaridad de enlace: H₂, H₂O, HCl.

H₂O > HCl > H₂

- 21** ¿Entre qué elementos del Sistema Periódico se formará el enlace más polar? ¿Será covalente?

Entre el F y el Fr. No será covalente.

Página 80

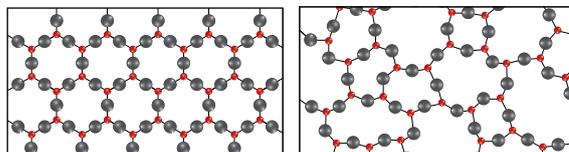
- 22**  Descubre el misterio: ¿por qué en las catedrales góticas las vidrieras antiguas son ligeramente más gruesas en la parte inferior que en la superior? Vuelve sobre esta actividad después de responder a la 24.

El vidrio ha ido deslizándose muy lentamente hacia la parte inferior puesto que se comporta como un fluido muy viscoso.

- 23** Explica por qué el cuarzo es un gran aislante eléctrico.

El cuarzo, SiO₂, no presenta cargas eléctricas y, por tanto, no conducirá la electricidad.

- 24** Tanto el vidrio como el cuarzo están compuestos mayoritariamente por sílice, SiO_2 , pero mientras que el cuarzo sí tiene una estructura cristalina, los átomos del vidrio no están ordenados en el espacio, como se muestra en la imagen. Obsérvala y comenta las diferencias que encuentres entre la estructura del cuarzo (izquierda) y del vidrio (derecha). A continuación, busca información sobre los sólidos amorfos y sus propiedades.



En el cuarzo se aprecia una estructura regular, un patrón que se repite en el espacio, en el vidrio no. En Internet se puede encontrar mucha información sobre sólidos amorfos.

- 25**  ¿Cuál es el material más duro de la naturaleza?

El material más duro es el diamante, como probablemente han visto en Tecnología.

Página 81

Trabaja con la imagen

Compara el número de átomos que aparecen en ambas imágenes; ¿crees que la imagen contiene todos los átomos de una molécula de ADN? ¿Crees que sería útil hallar la fórmula molecular de una molécula de ADN en particular?

La imagen no muestra toda la molécula de ADN. Sería poco práctico conocer su fórmula molecular porque contiene un número de átomos de cada elemento muy elevado y por tanto su número exacto no es relevante.

Fíjate bien. Sabiendo que la fórmula molecular del butano es C_4H_{10} , ¿a qué elemento representa cada bola? Observa que las bolas negras están unidas entre sí formando una cadena.

Las 10 bolas blancas representan los hidrógenos, mientras que las 4 negras, los carbonos.

- 26** ¿En qué se diferencian una sustancia covalente reticular y una molécula? Pon un ejemplo de cada tipo.

La sustancia covalente reticular se forma por repetición de un patrón y está constituido por un número indeterminado de átomos. En las moléculas, el número de átomos es fijo y no suele presentar repetición.

- 27**  Explica cuáles de las siguientes fórmulas corresponden a fórmulas moleculares: H_2O , Li_3B , Br_2 , y TiO_2 .

Son fórmulas moleculares las de las moléculas: H_2O y Br_2 .

- 28** Escribe las fórmulas empíricas correspondientes a las siguientes fórmulas moleculares: H_2O_2 , NH_3 , F_2 y C_6H_{12} .

HO , NH_3 , F y CH_2 .

- 29** Razona si es posible escribir la fórmula molecular de una sustancia covalente reticular.

Las fórmulas de las sustancias covalentes reticulares representan la proporción en que aparecen los átomos de los elementos que las componen, pero su composición exacta depende de la cantidad de sustancia y no de su estructura. Por este motivo, la fórmula de estos compuestos no es una fórmula molecular, sino una fórmula empírica.

30 Indica en cada caso si se trata de una sustancia covalente reticular o una molécula:

- a) Su temperatura de fusión es de unos 3000 K.
- b) Es un líquido a temperatura y presión ambiente.
- c) Se disuelve en etanol.
- d) Se usa en herramientas para cortar acero.

Covalente reticular: a) y d). Molécula: b) y c)

31  Un componente minoritario de la atmósfera es el CO_2 . Averigua los efectos que el aumento de su concentración provoca en el medio ambiente y propón soluciones para paliar esta situación.

Debemos prestar especial atención a que la documentación obtenida por el alumnado provenga de fuentes fiables.

4 Fuerzas intermoleculares

Página 82

Trabaja con la imagen

Basándote en los datos del gráfico superior, ¿qué molécula presentará unas fuerzas de Van der Waals más intensas, el H_2S o el HCl ? Calcula la diferencia de electronegatividades de los elementos que se enlazan en cada una de las moléculas y saca conclusiones.

El HCl presenta una fuerza de Van der Waals más intensa porque como las fuerzas intermoleculares son mayores, hay que invertir más energía para cambiar su estado físico. Diferencia de electronegatividades: $\text{H-Cl} = 0,9$; $\text{H-S} = 0,4$. Cuanto mayor sea la diferencia de electronegatividad de los átomos que forman el enlace mayor será la fuerza de Van der Waals.

Fíjate en las temperaturas de ebullición del gráfico inferior y deduce el estado físico a 0°C de los compuestos que aparecen. Teniendo en cuenta lo observado en el gráfico, ¿qué estado físico crees que presentará a 0°C el siguiente compuesto de la serie, el C_5H_{12} ?

CH_4 : gas; C_2H_6 : gas; C_3H_8 : gas; C_4H_{10} : equilibrio líquido-gas. El C_5H_{12} debe ser líquido.

32  En contraposición al término intermolecular, a los enlaces iónico, covalente y metálicos se los denomina enlaces intramoleculares; ¿por qué?

Unen átomos de la misma entidad química, ya sea una red cristalina o una molécula.

33  La temperatura de ebullición del SbH_3 es de -17°C , y la del H_2Te , de -2°C . Calcula la diferencia de electronegatividades entre el Sb y el H , y entre el H y el Te , e intenta justificar estas temperaturas.

Diferencia de electronegatividades: $\text{H-Sb} = 0,3$ y $\text{H-Te} = 0,2$. El SbH_3 debería tener mayor temperatura de ebullición. Esto no ocurre así porque estas moléculas no tienen un único enlace y la polaridad global de la molécula la determinará la suma de la polaridad de los distintos enlaces, teniendo en cuenta su disposición espacial.

- 34**  ¿Por qué el Cl_2 es un gas a temperatura ambiente y el I_2 un sólido? De este hecho, ¿puedes sacar alguna conclusión del tamaño relativo entre el Cl_2 y el I_2 ?

El I_2 es sólido porque experimenta fuerzas de Van der Waals mayores. Como estas moléculas no son polares el único factor que influirá será el tamaño, por lo que se infiere que el tamaño del I_2 es mayor que el del Cl_2 .

- 35** Como ya hemos visto, una de las propiedades de los compuestos iónicos es que se disuelven bien en agua. Razona si esta disolución sería posible si no existieran fuerzas intermoleculares entre los iones y los dipolos del agua.

Las fuerzas intermoleculares entre los dipolos y los iones debilitan la interacción entre los iones en la red cristalina permitiendo su disolución.

- 36**  Sabiendo que el átomo de oxígeno es más pequeño que el de azufre, razona qué compuesto tendrá mayor temperatura de ebullición, el dióxido de carbono, CO_2 , o el sulfuro de carbono, CS_2 ; después, busca las temperaturas en Internet y comprueba que tu respuesta es correcta.

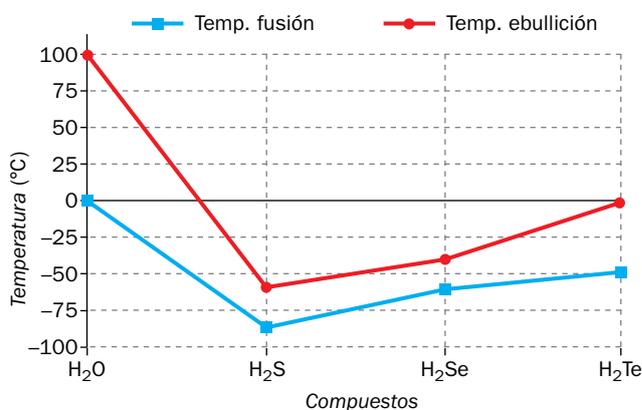
La fuerza de Van der Waals es mayor a medida que aumenta el tamaño de las moléculas. Como el tamaño del átomo de azufre es mayor que el de oxígeno, el CS_2 debería tener mayor temperatura de ebullición, lo que se verifica al comparar las temperaturas de ebullición de ambas sustancias:

Temp. ebullición $\text{CO}_2 = -78,4 \text{ }^\circ\text{C}$; temp. ebullición $\text{CS}_2 = 46,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Página 83

- 37**  Con los datos de la tabla de esta página, confecciona un gráfico temperatura-compuesto. Interpreta la tendencia que muestran los datos. ¿Por qué crees que los datos del agua son tan distintos al resto? Indica el tipo de fuerzas intermoleculares que intervienen en cada caso.

Los datos de la tabla se representan en la gráfica siguiente:



A excepción del agua, el resto de compuestos muestran la tendencia a aumentar la temperatura de fusión y de ebullición al descender por el grupo del Sistema Periódico; es decir, al aumentar el tamaño de la molécula. La divergencia de esta tendencia respecto a los datos del agua se debe a que las fuerzas intermoleculares, en el caso del agua, son enlaces de hidrógeno, mientras que en el resto son fuerzas de Van der Waals.

- 38** Explica, razonadamente, esta afirmación: «La temperatura de ebullición a 1 atm de presión del HF es de 20 °C, mientras que la del HCl es de -85 °C». ¿Qué fuerza intermolecular existe en cada caso?

La temperatura de ebullición del HCl es menor porque experimenta solo fuerzas de Van der Waals, mientras que el HF se puede unir a otras moléculas de HF también mediante enlaces de hidrógeno.

- 39** ¿Por qué no se forman enlaces de hidrógeno entre dos moléculas de H₂S?

Porque el H₂S no cumple una de las condiciones necesarias para la formación de un enlace de hidrógeno: no tiene N, O ni F.

- 40**  Además de las temperaturas de fusión y ebullición, ¿qué otras propiedades diferentes presenta el agua? ¿Han influido en la vida en la Tierra?

Entre otras fuentes se puede consultar el siguiente vídeo: www.youtube.com/watch?v=bzZhxglCqjE.

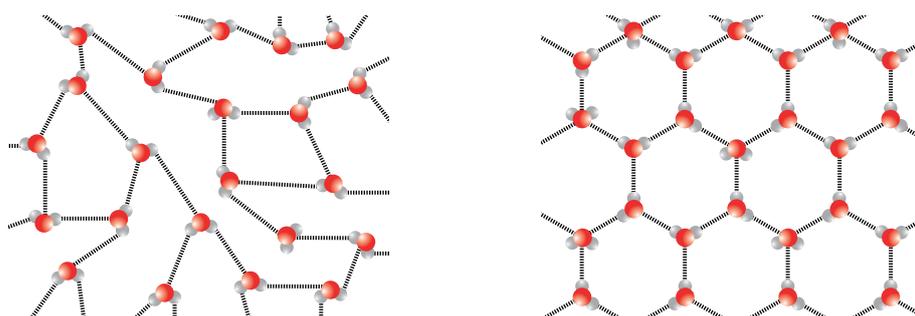
- 41**  Razona por qué, si tanto las sustancias covalentes reticulares como las moléculas unen sus átomos mediante enlaces covalentes, las primeras constituyen los sólidos más duros que existen en la naturaleza, y las segundas forman sólidos blandos.

Porque la unión entre las moléculas no se realiza a través de enlaces covalentes, sino a través de fuerzas mucho más débiles.

Página 84

Trabaja con la imagen

Asocia razonadamente cada una de estas imágenes al estado líquido o sólido del agua.



La imagen superior (izquierda en esta página) corresponde al estado líquido y la inferior (derecha) al sólido (estructura ordenada y menos densa).

- 42**  La vida en la Tierra surgió en el mar. Averigua qué propiedades del agua pudieron influir para que se produjera este fenómeno.

En www.youtube.com/watch?v=L_R_4VEwQs se muestra un vídeo de corta duración con una de las teorías sobre la creación de vida en la Tierra. La visualización de este vídeo, junto con el que se ha comentado en el ejercicio 40, ayudarán a resolver esta cuestión.

- 43** Si el hielo fuera más denso que el agua líquida, ¿qué ocurriría con los organismos acuáticos cuando la temperatura ambiental descendiera de los 0 °C?

Los organismos acuáticos quedarían atrapados en el hielo y perecerían. No existiría vida acuática en esos lugares.

- 44**  ¿En qué grasas crees que serán más intensas las fuerzas de Van der Waals en las mantecas o en los aceites?

Las mantecas, puesto que son sólidas.

- 45** ¿Qué características tendrá que tener una biomolécula para que se pueda formar en ella un enlace de hidrógeno entre dos zonas de la misma?

Una zona de la biomolécula debe tener N, O o F, mientras que otra debe presentar un H con una carga parcial positiva.

- 46**  El ADN tiene una estructura espacial característica de doble hélice. Averigua a qué tipo de fuerza intermolecular se debe.

Enlaces de hidrógeno entre sus bases nitrogenadas.

- 47**  Rosalind Franklin, cristalógrafa, contribuyó a la elucidación de la estructura espacial del ADN. Averigua cuál fue su papel en este descubrimiento.

Se puede usar el ejemplo de Rosalind Franklin para tratar la igualdad de género en el mundo científico.

5 El enlace metálico

Página 85

- 48**  ¿En qué se diferencia la ductilidad de la maleabilidad? ¿Puede ser un material frágil y dúctil?

Estos contenidos están relacionados con los impartidos en la asignatura de Tecnología. Un material no puede ser frágil y dúctil a la vez porque son propiedades contrarias: frente a un esfuerzo, un material frágil se rompe mientras que uno dúctil se deforma.

- 49**  Explica las diferencias y semejanzas entre la conductividad eléctrica iónica y metálica.

Semejanzas: Los dos tipos de sustancias conducen la electricidad. Diferencias: La iónica conduce la electricidad por movimiento de iones, la metálica por movimiento de electrones. La iónica no se puede conducir en estado sólido porque sus iones no pueden cambiar su posición; solo es conductora la sustancia cuando está disuelta o fundida. La metálica sí conduce en estado sólido.

- 50** Basándote en la teoría cinético-molecular, TCM, que estudiaste el curso pasado, intenta explicar por qué los compuestos metálicos son buenos conductores eléctricos y térmicos.

Son buenos conductores eléctricos porque tienen partículas cargadas, electrones, con libertad de movimiento. Por ese mismo motivo transmite el calor, puesto que la temperatura está relacionada con el movimiento de las partículas.

51 ¿Por qué crees que algunas herramientas metálicas tienen un recubrimiento plástico en sus mangos?

Si la herramienta entra en contacto con una corriente eléctrica, el recubrimiento plástico, formado por una sustancia covalente y, por tanto, aislante, evitará que la persona que la manipula reciba esa corriente eléctrica.

52 ¿Qué tipo de compuesto químico elegirías si necesitaras construir un filamento que conduzca la electricidad? ¿Por qué?

Un compuesto metálico, dado que es un material conductor en estado sólido y dúctil, lo que permitirá hacer hilos.

53  Busca información sobre los materiales con los que se hacen los cables eléctricos y el motivo por el que se encuentran recubiertos de plástico.

Existen numerosas direcciones web donde se puede encontrar información al respecto; una de ellas es: <http://www.topcable.com/blog-electric-cable/?p=1676> desde donde, además, se puede acceder a un interesante vídeo sobre la fabricación de los cables eléctricos.

6 Resumen de las propiedades de los compuestos químicos

Página 86

54  Razona qué tipo de compuesto químico son las sustancias de la A a la D si:
a) A es un gas. b) B solo conduce la electricidad en determinados estados de agregación. c) C se usa como abrasivo porque es una sustancia muy dura. d) D es una lámina que conduce muy bien el calor.

- a) Las únicas sustancias que aparecen en estado gaseoso a temperatura ambiente son las moléculas.
- b) Se trata de una sustancia iónica, puesto que está compuesta por partículas cargadas que conducen la electricidad pero solo cuando no forman parte de una red cristalina.
- c) Se trata de una sustancia covalente reticular puesto que a este tipo pertenecen las sustancias más duras de la naturaleza.
- d) Se trata de una sustancia metálica, ya que es maleable. El hecho de que conduzca muy bien el calor confirma esta asignación.

55  El llamado hielo seco está constituido por CO_2 . Busca información sobre esta sustancia en Internet y deduce si es una molécula o una sustancia covalente reticular. Explica sus propiedades en función de su enlace químico.

El hielo seco sublima, es decir, las fuerzas que mantienen el CO_2 en estado sólido son tan débiles que al vencerlas la sustancia pasa directamente a gas: es una molécula.

56  Ordena razonadamente en orden creciente de temperatura de fusión las siguientes sustancias: cal viva (CaO), octano (C_8H_{18}) y el nitruro de boro (NB).

Los que presentan una menor temperatura de fusión son las moléculas, a continuación las sustancias iónicas y metálicas y por último las covalentes reticulares, por lo que el orden será: octano, cal viva y nitruro de boro (BN).

57 El grafito es el material del que están hechas las minas de los lápices; ¿se podría contener hierro fundido en un recipiente hecho de grafito o el grafito se fundiría?

El grafito, al ser una sustancia covalente reticular, contendría al hierro fundido, que es una sustancia metálica y, por tanto, tiene una temperatura de fusión menor.

Comprobación: la temperatura de fusión del hierro es de 1538 °C; para la temperatura fusión del grafito, existe cierta controversia en los datos: mientras que, por ejemplo, si se consulta la Wikipedia se encuentra un valor para el punto de fusión del grafito de 3527 °C, según el *Handbook of Chemistry and Physics* el punto de fusión propiamente dicho no existe puesto que es un punto triple y este se produce a 4489 °C a 10,3 MPa. En cualquier caso, se demuestra que cualquier cambio de estado del grafito se produce a una temperatura muy superior a la que funde el hierro.

TIC. Hojas de cálculo y recursos web

Página 88

- 1 Repite los pasos que hemos dado en esta página y confecciona la gráfica dándole un formato más elaborado. Practica con los diferentes tipos de gráfico que te ofrece el programa.

El ejercicio consiste en repetir los pasos explicados para obtener inicialmente una tabla y un gráfico similar al presentado. Se puede variar el formato de letra, el color, el tamaño de los puntos, la posición de la leyenda, los títulos de los ejes y del gráfico, etc., según se desee. Es conveniente que el estudiante practique con varios parámetros para familiarizarse con el programa.

- 2 Al poner los datos en forma de gráfica se aprecia claramente que el fluoruro de hidrógeno, HF, no sigue la tendencia del resto. ¿Por qué crees que puede ser?

El fluoruro de hidrógeno, HF, presenta unos puntos de fusión y ebullición inusualmente altos, es decir, las fuerzas intermoleculares que mantienen unidas las moléculas de HF son más intensas de lo que cabría esperar. Esto es debido a que, mientras que las fuerzas intermoleculares implicadas en la unión del resto de moléculas son las fuerzas de Van der Waals, en el caso del HF además existen enlaces de hidrógeno que son mucho más intensos.

Página 89

- 1 Cuanto mayor sea la disminución de energía entre el sistema de átomos antes y después de enlazarse, ¿más o menos estable será el compuesto final? ¿Por qué?

Cuanto mayor sea la disminución de energía tras enlazarse los átomos, más estable será el compuesto, puesto que el sistema enlazado tendrá una energía menor que la suma de las energías de los átomos antes de enlazarse.

- 2 Disminuye el parámetro fuerza de enlace, *Bond Strength*, con las flechas correspondientes, y observa lo que ocurre con la diferencia de energía, *Chemical Energy*. ¿Cómo influye la fuerza de enlace en la estabilidad?

Al disminuir la fuerza del enlace, la diferencia de energía disminuye, aumentando así la energía final del sistema; por lo tanto, se puede deducir que cuanto mayor sea la fuerza del enlace más estable será el compuesto formado.

- 3 Intenta construir el diagrama de Lewis de la molécula de N_2H_4 sobre el cuadro verde y después comprueba si lo has construido correctamente.

Para construir el diagrama de Lewis del N_2H_4 hay que seguir las indicaciones que aparecen en el texto. Destacar que para colocar los electrones, especialmente el de los H, entre los átomos que se enlazan hay que pulsar sobre el punto que representa el electrón que se quiere desplazar tantas veces como movimientos queramos que hagan. Finalmente comprobaremos que se ha hecho correctamente pulsando sobre la fórmula N_2H_4 del recuadro gris.

- 4 Pincha en la pestaña *Double Bonds*, y pulsa sobre la fórmula O_2 . ¿Cuántos electrones hay alrededor de cada oxígeno? ¿Es correcta esta estructura? Explica qué ocurre cuando pulsas una sola vez la fórmula O_2 .

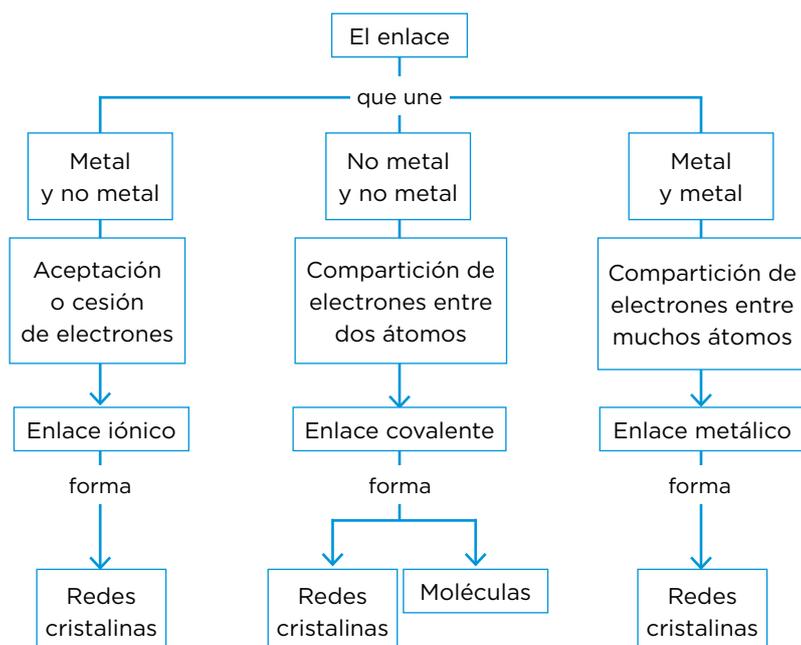
Alrededor de cada O hay seis electrones. No es correcta esta estructura porque le faltarían dos para alcanzar la configuración de gas noble. Cuando se pulsa una vez sobre la fórmula ambos oxígenos se unen compartiendo un electrón cada uno, por lo que alrededor de cada O habría 7 electrones, que sigue sin ser correcto. Al pulsar una segunda vez, los oxígenos adquieren el octeto de electrones.

Taller de ciencias

Página 90

Organizo las ideas

El esquema conceptual completo es el siguiente:



Trabajo práctico

Página 91

I ¿De qué tipo de compuesto se trata?

Si conduce la electricidad en estado sólido es una sustancia metálica.

II ¿Qué tipo de compuesto puede ser?

Si no conduce y no se disuelve es una sustancia covalente reticular.

III Indica el tipo de compuesto que cabría esperar tanto si conduce como si no lo hace.

Si conduce en disolución es una sustancia iónica y si se disuelve pero no conduce la electricidad es una sustancia covalente molecular.

1 Basándote en su aspecto, ¿podrías determinar si se trata de un compuesto metálico? Busca información sobre el brillo metálico. ¿Solo los compuestos metálicos lo poseen?

Si la sustancia presentara brillo metálico podría ser una sustancia metálica, aunque también pueden poseer brillo metálico algunos sulfuros, como la pirita, o algunos óxidos, como la hematita, siendo tanto los sulfuros como los óxidos generalmente sustancias iónicas.

- 2** Para hacer esta práctica has usado agua destilada; ¿qué diferencia el agua destilada de la del grifo? ¿Obtendrías los mismos resultados con agua del grifo? ¿Podrías beber el agua destilada?

El agua destilada no presenta prácticamente iones en disolución, mientras que el agua del grifo tiene sales disueltas. Usando agua del grifo no podríamos determinar si la disolución conduce debido a la sustancia que se ha disuelto o debido a las sales disueltas que ya incorporaba el agua del grifo. La OMS aconseja consumir agua que contenga unos niveles mínimos de ciertos minerales, evitando el consumo habitual de agua destilada debido a sus posibles efectos adversos a largo plazo.

- 3** Los compuestos iónicos también conducen la electricidad si están fundidos. Averigua la temperatura de fusión de varias sustancias iónicas y haz una lista de las ventajas e inconvenientes de plantear la práctica midiendo la conductividad de la sustancia fundida en vez de disuelta.

Ejemplos de temperatura de fusión: NaCl, 801 °C; KCl, 771 °C; NaNO₂, 271 °C, y NaNO₃, 307 °C. Las dos últimas se usan en plantas de energía solar pero no como conductores sino como acumuladores de calor cuando se funden. No es rentable usarlas de conductores debido a la alta cantidad de energía necesaria para fundirlas.

- 4** Mediante esta práctica no puedes distinguir si la sustancia problema es un compuesto covalente reticular o una molécula no polar, ¿por qué? Propón experimentos que te permitan distinguir entre los dos tipos de compuestos covalentes en función de:

- La dureza del sólido.
- La temperatura de fusión o sublimación de la sustancia a determinar.

Ambas sustancias son insolubles en agua. La molécula no polar será seguramente un gas, un líquido o un sólido muy blando.

Trabaja con lo aprendido

Página 92

El enlace químico y la regla del octeto

- 1** Explica por qué se forman los enlaces químicos entre átomos para dar compuestos.
Al enlazarse, los átomos forman entidades químicas más estables, de menos energía.
- 2** Razona si la siguiente afirmación es verdadera o falsa: «La atracción que experimentan dos átomos al acercarse provoca que aumente su energía y, por tanto, se vuelven más estables».
Falsa. Provoca que disminuya su energía.
- 3** Indica cuáles de las siguientes sustancias simples son gases monoatómicos a T ambiente:
- a) H₂. b) Cu. c) Ne.
d) Li. e) As. f) He.
c) Ne; f) He

4 Escribe la configuración electrónica acortada, indica el número de electrones de valencia y representa el diagrama de Lewis de los siguientes átomos:

a) Ba ($Z = 56$). b) Al ($Z = 13$). c) P ($Z = 15$).

d) Rb ($Z = 37$). e) Ar ($Z = 18$). f) Ti ($Z = 22$).

a) [Ba] = [Xe] $6s^2$. 2 electrones de valencia.



b) [Al] = [Ne] $3s^2 3p^1$. 3 electrones de valencia.



c) [P] = [Ne] $3s^2 3p^3$. 5 electrones de valencia.



d) [Rb] = [Kr] $5s^1$. 1 electrón de valencia.



e) [Ar] = [Ne] $3s^2 3p^6$. 8 electrones de valencia.



f) [Ti] = [Ar] $4s^2 3d^2$. 4 electrones de valencia.



5 Escribe la configuración electrónica acortada, indica el número de electrones de valencia y representa el diagrama de Lewis de los siguientes iones:

a) Be^{2+} ($Z = 4$). b) N^{3-} ($Z = 7$). c) F^- ($Z = 9$).

d) K^+ ($Z = 19$). e) O^{2-} ($Z = 8$). f) V^{5+} ($Z = 23$).

a) [Be^{2+}] = $1s^2$. 2 electrones de valencia.



b) [N^{3-}] = [He] $2s^2 2p^6$. 8 electrones de valencia.



c) [F^-] = [He] $2s^2 2p^6$. 8 electrones de valencia.



d) [K^+] = [Ne] $3s^2 3p^6$. 8 electrones de valencia.



e) [O^{2-}] = [He] $2s^2 2p^6$. 8 electrones de valencia.



f) [V^{5+}] = [Ne] $3s^2 3p^6$. 8 electrones de valencia.



6 La regla del octeto afirma que los átomos se unen para adquirir la configuración electrónica del gas noble más cercano. ¿La configuración de qué gas noble tenderán a adquirir los siguientes elementos?

- a) H (Z = 1). b) P (Z = 15). c) I (Z = 53).
 d) Mg (Z = 12). e) Rb (Z = 37). f) Li (Z = 3).

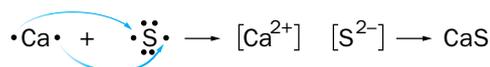
a) He; b) Ar; c) Xe; d) Ne; e) Kr; f) He.

7 Indica cuántos electrones le faltan o le sobran a estos elementos para cumplir la regla del octeto:

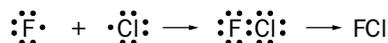
- a) S (Z = 16). b) Na (Z = 11). c) Br (Z = 35).
 d) Cs (Z = 55). e) He (Z = 2). f) Zr (Z = 40).

Electrones que le faltan o le sobran: a) le faltan 2; b) le sobra 1; c) le falta 1; d) le sobra 1; e) ninguno; f) le sobran 4.

8 El Ca y el S consiguen la configuración del gas noble más cercano aceptando o cediendo electrones entre ellos. Representa el diagrama de Lewis que refleje el movimiento de los electrones y el compuesto final que se forma.



9 El F y el Cl consiguen la configuración de gas noble cuando comparten electrones. Representa el diagrama de Lewis del compuesto final que se forma.



10 Razona si son correctos estos diagramas de Lewis y corrige los que no lo sean:

- a) $\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$ b) $\cdot\ddot{\text{Cl}}::\ddot{\text{Cl}}\cdot$
 H
 c) $\cdot\ddot{\text{H}}::\ddot{\text{F}}\cdot$ d) $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}::\ddot{\text{O}}$

- a) Es correcto.
 b) No es correcto porque cada Cl tiene 10 electrones de valencia en vez de 8.
 c) No es correcto porque el H completa su nivel de valencia solo con dos electrones.
 d) No es correcto porque el Cl tiene 10 electrones de valencia.

El enlace iónico

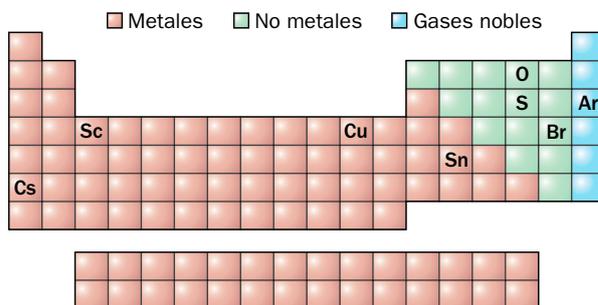
11 Explica si el cloro puede formar un enlace iónico con alguno de los átomos que se especifican a continuación. Pon la fórmula empírica de aquellos compuestos que sí se formen.

- a) S. b) Mg. c) Na. d) Li.

Como el Cl es un no metal solo formará enlaces iónicos con los elementos metálicos: Mg, Na y Li. Los compuestos son: MgCl_2 , NaCl y LiCl.

12 Fijándote en la ubicación que presentan los siguientes elementos en el Sistema Periódico, señala las parejas de átomos que pueden formar un enlace iónico:

- a) O y Sc. b) Cu y Sn. c) Br y S. d) Cs y Ar.



Solo forman enlace iónico la pareja formada por O y Sc.

13 Los compuestos iónicos, ¿se representan con diagramas de Lewis en los que se aceptan y ceden electrones o en los que se comparten?

Se representan con diagramas de Lewis en los que se aceptan y ceden electrones.

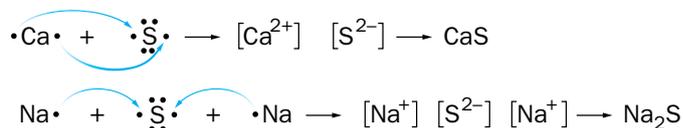
14 A continuación encontrarás una serie de instrucciones desordenadas para hacer el diagrama de Lewis de un compuesto iónico. Ordénalas de forma lógica, y cuando tengas la secuencia correcta, aplícalas a la formación del MgO.

- Haz el diagrama de Lewis de los elementos neutros.
- Indica mediante flechas la transferencia de electrones.
- Calcula los electrones que debe ceder o aceptar cada elemento para adquirir una configuración de gas noble, basándote en su diagrama de Lewis.
- Comprueba que se ceden tantos electrones como los que se aceptan. Si no es así, añade tantos iones de esos elementos como hagan falta.
- Representa el diagrama de Lewis del compuesto formado.
- Escribe la configuración electrónica acortada de los elementos.

1º: f). 2º: a). 3º: c). 4º: d). 5º: b). 6º: e).

15 Pon un ejemplo de compuesto iónico del tipo AB y otro del tipo A₂B en el que el anión sea el S²⁻. Representa sus diagramas de Lewis.

Por ejemplo, el CaS y el Na₂S:



Página 93

16 Razona si es verdadera o falsa la siguiente afirmación: «Que la fórmula empírica del boruro de litio sea Li₃B no significa que solo haya 3 átomos de litio, sino que el 75% de los átomos existentes en la sustancia son átomos de litio».

Es verdadera porque al ser una fórmula empírica representa una proporción, en este caso, que cada 4 átomos totales 3 son de litio.

- 23** Compara la polaridad del enlace del flúor, F_2 , con la del fluoruro de hidrógeno, HF. ¿Alguno de estos compuestos es un dipolo?

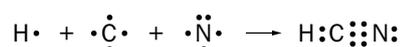
En el F_2 , al tratarse de átomos del mismo elemento, comparten los electrones por igual, pero en el HF no (dipolo).

- 24** Sabiendo que el diamante tiene una dureza de 10 en la escala de Mohs, razona si es una sustancia covalente reticular o una molécula. Sin tener en cuenta su precio, ¿crees que es práctico hacer un martillo de diamante? ¿En qué tipo de herramientas se podrían aprovechar las propiedades físicas del diamante?

Es una sustancia covalente reticular porque es un sólido muy duro. No es práctico porque es frágil. Se puede utilizar en herramientas para rayar o cortar otros materiales.

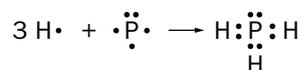
- 25** Teniendo en cuenta que uno de los enlaces del cianuro de hidrógeno, HCN, es triple, representa su diagrama de Lewis.

El diagrama de Lewis es:



- 26** Construye el diagrama de Lewis del compuesto formado por el P y el H. A partir de él, predice su fórmula y su estructura, especificando los enlaces que contiene.

El diagrama de Lewis se muestra en la figura siguiente:



La fórmula del compuesto es PH_3 .

- 27** La acetona es un disolvente líquido que, disuelto en agua, se utiliza para retirar el esmalte de las uñas. Razona si es una sustancia covalente reticular o una molécula. De ser una molécula, ¿crees que será polar o apolar?



Sabemos que es una molécula polar porque es hidrosoluble.

- 28** El cianuro de hidrógeno, HCN, es un líquido incoloro, volátil, que hierve a 26 °C y que presenta una gran toxicidad, por lo que en los recipientes que lo contienen suele aparecer el pictograma que se muestra debajo. Razona si se trata de una sustancia covalente reticular o una molécula.

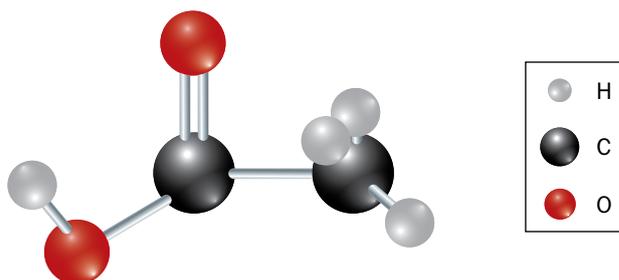


Sabemos que se trata de una molécula porque es un gas a temperatura ambiente.

- 29** La fórmula empírica del ciclohexano es CH_2 , y la fórmula molecular del sulfuro de hidrógeno es H_2S . Explica el significado del subíndice 2 en ambos casos. ¿Cuál es la fórmula empírica del H_2S ? Busca la fórmula molecular del ciclohexano.

En ambos casos, significa que 2/3 de los átomos existentes son H. La fórmula empírica es también H_2S . La fórmula molecular del ciclohexano es C_6H_{12} .

- 30** El ácido presente en el vinagre y que le da su característico olor es el ácido acético. Basándote en el modelo de la molécula de ácido acético que aparece a continuación escribe su fórmula empírica y su fórmula molecular.



Fórmula empírica: CH_2O . Fórmula molecular: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.

Página 94

Fuerzas intermoleculares

- 31** Los limpiadores amoniacales que se usan para la limpieza doméstica tienen mayoritariamente gas amoníaco, NH_3 , disuelto en agua, H_2O . Aplica los conocimientos adquiridos en esta unidad para explicar alguna de las razones por las que se disuelve este gas en agua.

Se disuelve debido a las fuerzas de atracción intermoleculares que se producen entre el dipolo del amoníaco y el del agua.

- 32** Razona si las fuerzas intermoleculares existentes entre las moléculas de amoníaco y las de agua son de Van der Waals o enlaces de hidrógeno. ¿Crees que si intentáramos disolver el amoníaco en un disolvente no polar conseguiríamos retener el amoníaco en la disolución?

Son enlaces de hidrógeno entre el N del NH_3 y un H del H_2O . En un disolvente no polar seguramente no se disolvería.

33 Razona si es verdadera o falsa la siguiente afirmación: «Cuanto mayores sean las fuerzas intermoleculares existentes entre las moléculas de una sustancia, mayor será su temperatura de fusión».

Verdadero. Cuanto mayores sean las fuerzas que unen a las moléculas más energía habrá que invertir para separarlas.

34 Responde a las siguientes cuestiones, relacionadas con los compuestos formados por un carbono enlazado a cuatro halógenos:

a) Determina el tipo de fuerza intermolecular que existirá entre dos moléculas de estos compuestos que sean iguales.

b) Con los datos de la siguiente tabla, confecciona un gráfico temperatura-compuesto. Indica si a 25 °C estas sustancias estarían en estado sólido o no.

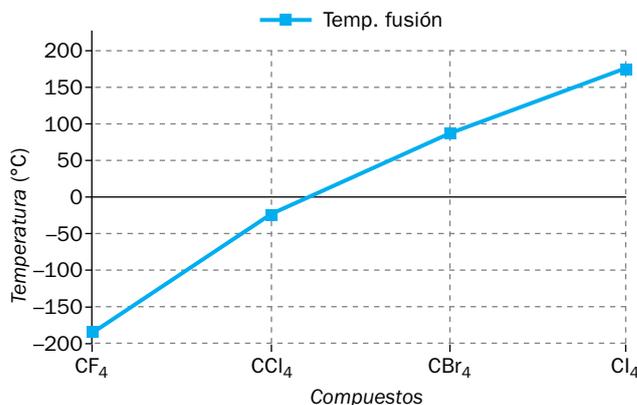
Sustancia	CF ₄	CCl ₄	CBr ₄	Cl ₄
T. ^a fusión (°C)	-183,6	-22,6	92,3	171

c) Relaciona la intensidad de las fuerzas intermoleculares con la variación de las temperaturas de fusión de los compuestos que se observa en el gráfico que has construido.

d) Con los datos de la tabla, ¿se puede saber si alguno de los compuestos estará en estado gas a 25 °C? Razona tu respuesta.

a) Fuerzas de Van der Waals.

b) La gráfica con los datos de la tabla se muestra a continuación:



Serían sólidos solo CBr₄ y Cl₄.

c) Cuanto mayores sean las fuerzas de Van der Waals, mayor será la temperatura de fusión. Las fuerzas de Van der Waals crecen debido al aumento de tamaño.

d) No se puede saber porque no existe información sobre la temperatura de ebullición.

35 La temperatura de ebullición del CH₃F es -78,4 °C, mientras que la del CH₂F₂ es de -51,6 °C. ¿Cómo explicas estos resultados sabiendo que la molécula de CH₃F es más pequeña que la de CH₂F₂?

Al aumentar el tamaño de la molécula se incrementa la fuerza de Van der Waals y, por tanto, la temperatura de fusión.

36 A medida que el agua se calienta, la energía cinética de sus moléculas aumenta, por lo que estas se separan más y la densidad del líquido disminuye. Averigua si la densidad del agua líquida a una temperatura de 100 °C ha disminuido tanto que el hielo se hundiría en ella.

No se hundiría. Densidades a 1 atm: agua líquida (100 °C), 958 kg/m³; hielo (0 °C), 917 kg/m³.

37 ¿En qué pueden influir las fuerzas intermoleculares en las sustancias de interés biológico?

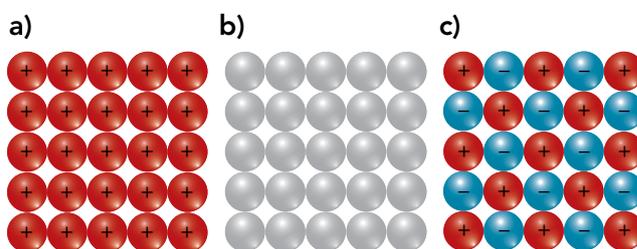
Afectan a sus propiedades físicas y la estructura que adoptan.

38 ¿Qué sustancias de interés biológico conoces en las que existan fuerzas intermoleculares?

Proteínas (estructura primaria y secundaria), ADN, etc.

El enlace metálico

39 Asigna razonadamente cada figura a un compuesto iónico, covalente o metálico.



a) Metálico: red entre restos positivos.

b) Covalentes: red entre átomos neutros.

c) Iónico: red entre iones de distintos signos.

40 Explica la naturaleza del enlace metálico utilizando la teoría de electrones libres.

En un enlace metálico los electrones se comparten, en vez de entre dos átomos, entre toda una red cristalina de restos catiónicos que está estabilizada gracias a la deslocalización de los electrones.

41 ¿Cómo explica el modelo de electrones libres que los metales no sean frágiles? Haz un dibujo.

Esto es debido a que el desplazamiento de las capas dentro de una estructura cristalina se estabiliza gracias a la deslocalización de los electrones, que siguen moviéndose libremente entre los restos catiónicos. El dibujo debe ser similar al ofrecido en la página 85 del libro del alumnado.

42 Razona por qué usamos los metales para hacer tuberías para conducir el agua corriente o el gas ciudad. ¿Qué propiedades de los metales son las que más influyen en esta elección?

La maleabilidad.

43 Razona si es verdadera o falsa esta afirmación: «Los materiales más duros de la naturaleza son los compuestos metálicos».

Falso. Los más duros son los covalentes.

44 Nombra cinco objetos que utilizamos en la vida diaria que estén hechos de materiales metálicos. A continuación, intenta explicar sus características con las propiedades de los compuestos metálicos aprendidos en esta unidad.

Ejemplos: cables, tuberías, chinchetas, tijeras, clips, grapas, etc.

45 ¿Qué tipo de material usarías para cortar un metal?

Un material covalente.

Resumen de las propiedades de los compuestos químicos

46 Completa la siguiente tabla:

Propiedades	Sustancias		
	O ₂	Fe	CaCl ₂
Estado de agregación	Gas		
Fragilidad			Sí
Solubilidad en agua			
Conductividad		Siempre	

La tabla completa se muestra a continuación:

Propiedades	Sustancias		
	O ₂	Fe	CaCl ₂
Estado de agregación	Gas	Sólido	Sólido
Fragilidad	—	Dúctil y maleable	Sí
Solubilidad en agua	Soluble	Insoluble	Soluble
Conductividad	No conductor	Conductor eléctrico y térmico	Conductor eléctrico en estado fundido o en disolución

Página 95

47 Razona cuál de estas tres sustancias puede ser un sólido, insoluble en agua y conductor de la corriente eléctrica.

a) CO. b) CuO. c) Co.

El cobalto (Co) porque es un metal.

- 48** La arena de playa no es adecuada para hacer cemento, porque su contenido en cloruro sódico, NaCl, hace que se produzca un cemento de mala calidad que posteriormente puede generar problemas en la construcción realizada. ¿Cómo separarías fácilmente la arena, SiO₂, de los granos de cloruro sódico?

Poniendo la arena sobre un filtro y lavándola con agua. La sal se disuelve al ser una sustancia iónica pero la arena al ser covalente no.

- 49** Elige un objeto de tu vida cotidiana que esté construido mayoritariamente por un solo tipo de material. Diseña un ensayo de laboratorio que te permita deducir el tipo de enlace presente en ese material y que puedas realizar en casa. Una vez realizado el experimento, expón tus conclusiones al resto de la clase.

La respuesta dependerá del material escogido. Se puede hacer en grupos.

- 50** La pirita es un mineral de sulfuro de hierro que guarda un gran parecido al oro, pudiendo llegar a confundirse con él. Debido a esto, a la pirita también se la conoce como «el oro de los tontos». ¿Qué tipo de compuesto es la pirita? ¿Cómo puedes distinguirla del verdadero oro?

La pirita es un compuesto iónico y no conduce en estado sólido mientras que el oro sí conduce.

- 51** A continuación se presentan una serie de materiales y el uso de cada uno de ellos. Basándote en esta información, razona el tipo de compuesto (iónico, covalente reticular, covalente molecular o metálico) del que se trata:

- Cinta aislante: cinta adhesiva que sirve para aislar cables eléctricos, evitando que se produzcan corrientes eléctricas indeseadas.
- Punta de diamante: material que colocado en la punta de una herramienta sirve para cortar cristales.
- Sales de baño: sustancia que se disuelve en agua con el objeto de mejorar las propiedades del agua de baño.
- Papel aluminio: lámina fina de color metálico usada para embalar los alimentos y aumentar su conservación.

a) Covalente molecular; b) covalente reticular; c) iónica; d) metálica.