



Boletín de Actividades (II) TEORÍA ATÓMICA Y ENLACE QUÍMICO

- CUESTIONES:
 - Indica si cada una de las siguientes fórmulas: NiCl_3 , P_4 , Mg_2O_3 , Cl_2O_3 , SiCl_4 , H_2 , CH_4 , representa una sustancia simple o una sustancia compuesto.
 - ¿Es el agua pura una sustancia simple? Explica tu respuesta con argumentos que se refieran a posibles observaciones.
 - Explica, con la ayuda de la teoría atómica, la diferencia entre una sustancia compuesto como es el óxido de cobre (I) y una mezcla de sustancias, como podría ser una mezcla de cobre y oxígeno. Ayúdate de un dibujo.
- En un vaso pusimos 100 cm^3 de un líquido incoloro cuya masa es de 126 gramos. Se comprobó que no se mezclaba con agua. Se calentó el líquido y se observó que comenzó a hervir a los $46.3 \text{ }^\circ\text{C}$, manteniéndose esa temperatura a pesar de que se siguió calentando durante 10 minutos. A cabo de ese tiempo, en el vaso quedaban 50 cm^3 de líquido siendo su masa de 63 gramos. Se comprobó que el líquido que quedaba no se mezclaba con agua. Tanto el líquido original como el que quedaba en el vaso después de calentar se quemaban fácilmente. Analizando los gases de combustión se comprobó que eran SO_2 y CO_2 . ¿El líquido original era una sustancia simple, una sustancia compuesto o una disolución? Explicaciones
- Un átomo de Au tiene de número atómico 79 y de número másico 197. Se pide: a) el número y tipo de partículas que constituyen el núcleo y la corteza del átomo; b) el número atómico y el número másico del ion Au^{3+} ; c) el número de partículas y tipo que constituyen el núcleo y la corteza de ese ion Au^{3+} ; d) escribe la configuración electrónica del ion Au^{3+} .
- Di cuántos protones, neutrones y electrones tienen las siguientes especies indicando en cada caso si se trata de un átomo neutro, un catión o un anión:
 - $^{16}_8\text{O}$
 - $^{40}_{20}\text{Ca}^{2+}$
 - $^{19}_9\text{F}^-$
 - $^{40}_{18}\text{Ar}$
 - $^{56}_{26}\text{Fe}^{3+}$
- Dos elementos diferentes ¿pueden tener el mismo número atómico? Dos átomos del mismo elemento ¿pueden tener diferente número atómico? ¿Y másico?
- El cloro tiene dos isótopos, $^{35}_{17}\text{Cl}$ y $^{37}_{17}\text{Cl}$, que se presentan en la naturaleza con una abundancia del 75.5% y del 24.5%, respectivamente. Determina la masa atómica relativa del cloro.
- Determina la abundancia relativa de dos hipotéticos isótopos cuyas masas atómicas son 20.034 u y 22.998 u si su masa atómica media es 20.6268 u.
- Los elementos del grupo 2 se llaman elementos alcalinotérreos. ¿Cuáles son? ¿Qué tienen en común?
- Explica, con el modelo atómico de Thomson, cómo es posible que si frotamos una hoja de papel con una hoja de plástico se electricen ambos cuerpos.
- ¿Qué característica principal define a un gas noble? ¿Qué consecuencia tiene sobre su comportamiento químico?
- Dos átomos diferentes ¿pueden tener la misma configuración electrónica?
- Halla las configuraciones electrónicas de los siguientes átomos. Di también en qué grupo y en qué periodo se encuentran los elementos. Comenta tu respuesta.
 - B (Z=5)
 - Ne (Z=10)
 - P (Z=15)
 - Zn (Z=30)
- ¿Es probable que se forme el ion Al^{-1} ? ¿Y el ion Cl^{2-} ? ¿Y el Ne^{-1} ? Explicaciones.
- En clase has observado el comportamiento de diversas sustancias cuando pasa la corriente eléctrica a través de ellas. Como recordarás, podemos establecer tres grandes grupo: los *metales*, que conducen la corriente en estado sólido (y fundido), los *electrólitos*, sustancias que no conducen la corriente en estado sólido pero sí cuando se encuentran disueltas o fundidas y los *no electrólitos*, que nunca conducen la electricidad. Indica el tipo de enlace que cabe esperar en cada tipo de sustancia y pon algún ejemplo.
- Un objeto está formado por una sustancia X, sólida a temperatura ambiente, y cuando se coloca en un circuito conectado a una pila, la corriente eléctrica circula normalmente. Después de pasar la corriente durante mucho tiempo, el objeto sigue igual que al principio. Otro objeto formado por una sustancia Y, también sólida a temperatura ambiente, no permite el paso de corriente cuando se coloca en el mismo circuito eléctrico. Si calentamos la sustancia Y hasta que funde, tampoco permite el paso de la corriente eléctrica. Se pide: a) clasifica las sustancias X e Y como metal, electrólito o no electrólito; b) ¿qué tipo de enlace existe entre los átomos que forman la sustancia X? ¿Y entre los átomos que forman la sustancia Y? Explicaciones; c) ¿cómo explicarías el hecho de que la sustancia X conduce normalmente, mientras que la Y no lo hace en ningún estado?
- Representa, mediante el diagrama de Lewis, las siguientes moléculas: a) H_2O ; b) CO_2 ; c) Cl_2O .
- Los compuestos iónicos no forman moléculas. ¿Qué significa entonces la fórmula FeCl_3 ? ¿Por qué la fórmula del hierro es Fe y no Fe_2 ?

18. Un elemento A tiene 7 electrones de valencia y se combina con el elemento B que tiene 2 electrones de valencia, formando un compuesto iónico. ¿Cuál es su fórmula: BA, BA₂ o BA₃?
19. En el N₂, formado por átomos no metálicos, las fuerzas intermoleculares son muy débiles, de ahí que sea gas a temperatura ambiente. Sin embargo, en el H₂O, aunque también está formada por átomos no metálicos, es un líquido a temperatura ambiente. ¿Por qué?
20. ¿Por qué el agua es líquida a temperatura ambiente? ¿Qué influencia ha tenido este fenómeno para el desarrollo de la vida en la Tierra?

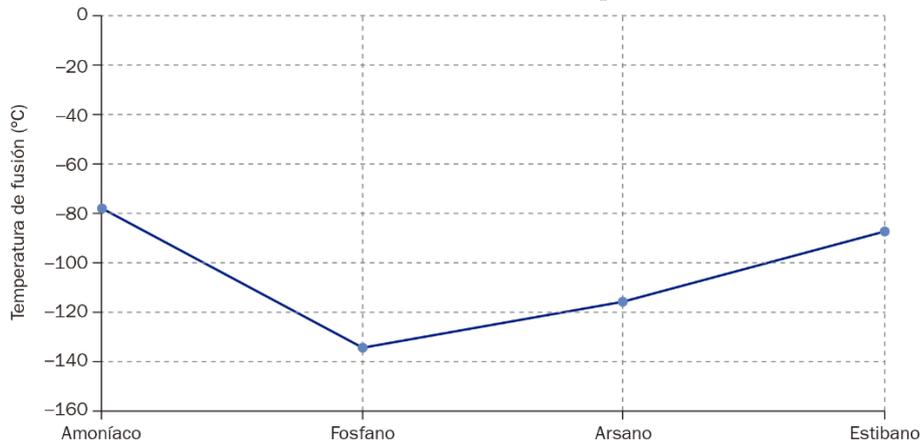
21. El silano, SiH₄, presenta las siguientes propiedades. ¿Qué tipo de enlace es previsible que exista en este compuesto? ¿Estará formado por moléculas o por cristales?

Aspecto	Pto. de fusión	Pto. ebullición	Conduce la electricidad	Soluble en agua
Gas incoloro	-185 °C	-111° C	no	no

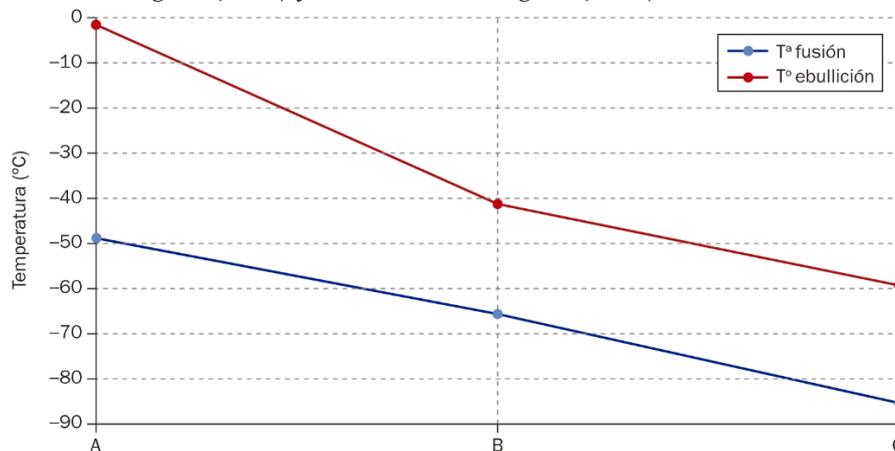
22. ¿Por qué el SiO₂ es sólido y el CO₂ es un gas a temperatura ambiente?
23. Dada la tabla de abajo, en la que aparecen las temperaturas de fusión y de ebullición a 1 atm de presión de tres sustancias designadas con las letras A, B y C, asigna de forma razonada una letra a cada uno de estos compuestos: metano (CH₄), diclorometano (CH₂Cl₂) y tetraclorometano (CCl₄).

Sustancias	A	B	C
Temperatura de fusión (°C)	-182.5	-22.6	-97.2
Temperatura de ebullición (°C)	-161.41	76.8	40.0

24. A continuación, se presenta un gráfico que recoge las temperaturas de fusión a 1 atm de presión del amoníaco (NH₃), el fosfano (PH₃), el arsano (AsH₃) y el estibano (SbH₃). Explica estos datos en función de las fuerzas intermoleculares existentes dentro de un mismo compuesto.



25. Asigna razonadamente cada letra de la gráfica inferior a uno de estos compuestos: sulfuro de hidrógeno (H₂S), seleniuro de hidrógeno (H₂Se) y telururo de hidrógeno (H₂Te).

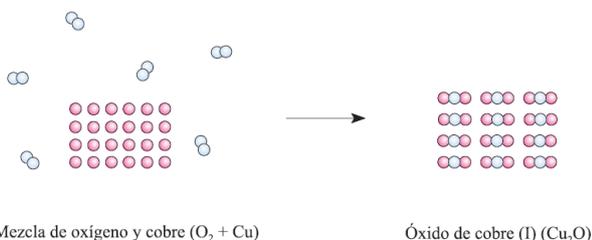




1. (a) Son sustancias simples el P_4 y H_2 , pues los átomos que forman dichas moléculas son iguales. El resto son sustancias compuestas, pues sus moléculas están formadas por, al menos, dos clases de átomos.

(b) No; el agua es una sustancia compuesta, como se deduce de su electrólisis: $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$. (NO debe confundirse sustancia pura con sustancia simple).

(c) Conviene tener claro que una sustancia compuesta no es «una suma de sustancias simples». Una suma de sustancias simples da lugar a una mezcla de sustancias simples, mientras que la sustancia compuesta es el resultado de la combinación química de los elementos que la forman. Un dibujo como el siguiente puede ayudar a aclarar la situación.



2. El líquido original y el líquido resultante son iguales pues poseen las mismas propiedades características (ambos tienen una densidad de 1.26 g/cm^3), ambos son combustibles y no se mezclan con el agua. Como durante la ebullición la temperatura permanece constante, se trata de una sustancia pura (descartamos que sea una mezcla). Como al quemarse se producían SO_2 y CO_2 , en la composición de sus moléculas deben participar, al menos, S y C (el O puede venir del aire o de la propia sustancia). De aquí deducimos que se trata de una sustancia compuesta.

3. (a) En el núcleo hay 79 protones y 118 neutrones; en la corteza hay 79 electrones.

(b) El ion Au^{3+} tiene el mismo número atómico y másico que el átomo de Au: $Z=79$ $A=197$.

(c) En el núcleo hay 79 protones y 118 neutrones (como en (a)); en la corteza hay 76 electrones.

(d) La configuración electrónica del Au^{3+} es: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^6$.

4. Debemos recordar que en la esquina inferior izquierda se pone el número atómico (y por tanto nos indica el número de protones que tiene ese átomo). En la esquina superior izquierda se pone el número másico (y por tanto nos indica el número de protones más neutrones). Si al número másico le restamos el número atómico obtenemos el número de neutrones que tiene ese átomo. En la esquina superior derecha se indica la carga del

átomo. Si es negativa indica que el átomo ha ganado electrones y si es positiva indica que los ha perdido. El número que aparece junto al signo +/- nos indica el número de electrones que el átomo ha ganado o perdido, según corresponda. Por tanto, el número de electrones se calcula del siguiente modo:

- Si tiene carga +, al número de protones se le resta la carga.
- Si tiene carga -, al número de protones se le suma la carga.

Un átomo sólo puede perder o ganar electrones.

(a) Número de protones: 8

Número de neutrones: $16-8 = 8$

Número de electrones: Como es neutro, el número de protones y electrones será el mismo. Por tanto 8

(b) Número de protones: 20

Número de neutrones: $40-20 = 20$

Número de electrones: Como es un catión, $20-2 = 18$ electrones

(c) Número de protones: 9

Número de neutrones: $19-9 = 10$

Número de electrones: Como es un anión, $9+1 = 10$ electrones

(d) Número de protones: 18

Número de neutrones: $40-18 = 22$

Número de electrones: Como es neutro, el número de protones y electrones será el mismo. Por tanto 18

(e) Número de protones: 26

Número de neutrones: $56-26 = 30$

Número de electrones: Como es catión, $26-3 = 23$ electrones.

5. Dos elementos diferentes no pueden tener el mismo número atómico; el número atómico o número de protones es característico de cada elemento químico. Todos los átomos que tienen el mismo número atómico, tienen también el mismo nombre y las mismas propiedades químicas.

Dos átomos del mismo elemento no pueden tener diferente número atómico, puesto que si son del mismo elemento deben tener el mismo número de protones y, por tanto, el mismo número atómico. Sin embargo, sí pueden tener diferente número másico y diferenciarse en el número de neutrones que poseen. Los átomos que tienen igual número atómico pero diferente número másico se denominan isótopos.

6. La masa atómica del cloro es:

$$m_{Cl} = \frac{75.5}{100} \cdot 35 u + \frac{24.5}{100} \cdot 37 u = 35.5 u.$$

7. Si llamamos x a la abundancia del primer isótopo y $(100-x)$ a la abundancia del segundo isótopo, podemos escribir:



$$20.6268 = \frac{x}{100} \cdot 20.034 + \frac{(100-x)}{100} \cdot 22.998;$$

Resolviendo la ecuación, se obtiene $x = 80$. Por tanto, hay un 80% del primer isótopo y un 20% del segundo isótopo.

8. Los alcalinotérreos son Be, Mg, Ca, Sr, Ba y Ra. Todos se caracterizan por tener 2 electrones en su último nivel: ns^2 .

9. Al frotar entre sí una hoja de papel y una de plástico, podemos suponer que han pasado electrones de la hoja de papel a la de plástico, quedando la hoja de plástico cargada negativamente y la hoja de papel positivamente. (Nota: A este nivel, también podríamos haber supuesto que el flujo de electrones hubiese sido a la inversa).

10. Un gas noble se caracteriza por tener una configuración electrónica muy característica. Estos átomos tienen sus niveles completos. Esta característica hace que sean muy estables y que no tiendan a perder, ganar o compartir electrones para completar su capa de valencia (más externa). Por ello no reaccionan con otros elementos y aparecen en la naturaleza como sustancias moleculares monoatómicas (He helio, Ne neón, Ar argón, Kr kriptón, Xe xenón, Rn radón y Og oganesón).

11. Sí. Los átomos tienden a perder, ganar o compartir electrones para adquirir la configuración electrónica de un gas noble. Por ello diferentes átomos pueden tener el mismo número de electrones y con la misma configuración.

Ej.: H^{-1} He Li^{+1}

Los tres tienen una configuración electrónica $1s^2$.

12. Las respuestas serían:

(a) B: $1s^2 2s^2 2p^1$. Nos fijamos en el último nivel: nivel 2 \rightarrow por tanto es del 2º periodo; 3 electrones en el último nivel, 1 electrón en un orbital p \rightarrow es del grupo 13 ó 3A.

(b) Ne: $1s^2 2s^2 2p^6$. Nos fijamos en el último nivel: nivel 2 \rightarrow por tanto es del 2º periodo; 8 electrones en el último nivel, 6 electrones en orbitales p \rightarrow es del grupo 18 u 8A.

(c) P: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$. Nos fijamos en el último nivel: nivel 3 \rightarrow por tanto es del 3º periodo; 5 electrones en el último nivel, 3 electrones en orbitales p \rightarrow es del grupo 15 ó 5A.

(d) Zn: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$. Nos fijamos en el último nivel: nivel 4 \rightarrow por tanto es del 4º periodo; 12 electrones desde el nivel más alto (4), 10 electrones en orbitales d \rightarrow es del grupo 12.

13. No, porque en ninguno de los tres casos se consigue la configuración de gas noble. El aluminio debe perder tres electrones, el cloro debe ganar un electrón y el neón, es ya un gas noble por lo que no ganará (ni perderá) electrones.

14.

Sustancias	Tipo enlace	Ejemplos
metálica	metálico	Cu, Ag, Fe, ...
electrólito	iónico	NaCl, CsF, ...
no electrólito	covalente	O ₂ , CH ₄ , ...

15. (a) X es un metal; Y es un no electrólito.

(b) Entre los átomos que forman la sustancia X se da el enlace metálico. Los átomos pierden algún(os) electrones, de los más alejados del núcleo; estos electrones se mueven entre los cationes metálicos, de manera que al ser atraídos por varios cationes, éstos se mantienen fuertemente unidos. Entre los átomos que la forman la sustancia Y se da el enlace covalente. Cada átomo comparte algún(os) electrones, de manera que estos electrones se mueven entre los dos átomos de Y son atraídos simultáneamente por los dos núcleos, con lo que estos átomos permanecen unidos.

(c) En X, los electrones pueden moverse libremente por todo el sólido (cristal gigante). En Y, los electrones están fuertemente retenidos por los núcleos de los átomos y no se pueden desplazar fácilmente.

16. Teniendo en cuenta las configuraciones electrónicas de los distintos elementos:

a) H ₂ O	b) CO ₂	c) Cl ₂ O

17. FeCl₃: al tratarse de un compuesto iónico, la fórmula indica la proporción en la que aparecen los elementos en el compuesto; por cada catión hierro(III) hay tres aniones cloruro.

Los metales forman redes cristalinas con millones de átomos, por lo que no forman estructuras del tipo Fe₂, o similares.

18. Según la regla del octeto, se formaría BA₂.

19. Porque en el agua se dan enlaces (puentes) de hidrógeno, enlaces más fuertes que las fuerzas de Van der Waals, que hacen que aumenten las fuerzas entre las moléculas de agua y, por tanto, se eleve el punto de fusión.

20. El agua es líquida a temperatura ambiente porque entre sus moléculas, además de existir



fuerzas intermoleculares de Van der Waals, existen enlaces de hidrógeno, lo que intensifica mucho la atracción entre las moléculas, acercándolas y formando el estado líquido.

La influencia del agua en el origen de la vida en la Tierra ha sido crucial. En primer lugar, porque el estado líquido permite la libertad de movimiento de las partículas disueltas o en suspensión, favoreciendo la interacción entre ellas. Por otro lado, en el agua pudieron concentrarse determinadas sustancias que reaccionaron entre sí y generaron los constituyentes iniciales de los primeros organismos.

Además, el estado líquido protegió inicialmente a los organismos vivos de las radiaciones ultravioletas antes de que existiera la capa de ozono.

21. El SiH_4 es covalente y está formado por moléculas discretas.

22. El SiO_2 es un sólido porque forma una red cristalina covalente, mientras que el CO_2 es un gas porque está formado por moléculas individuales covalentes.

23. El metano, el diclorometano y el tetraclorometano son sustancias covalentes moleculares, por lo que sus temperaturas de ebullición y de fusión vendrán determinadas por la intensidad de las fuerzas intermoleculares que existan.

En ninguno de los tres casos es posible la existencia de enlaces de hidrógeno, por lo que solo existirán fuerzas de Van der Waals. La intensidad de las fuerzas de Van der Waals dependerá del tamaño de las moléculas. Cuanto más grande sea su tamaño, más intensas serán las fuerzas de Van der Waals y, por tanto, más altas serán tanto la temperatura de fusión como la de ebullición.

Como el hidrógeno tiene un tamaño mucho menor que el cloro, la molécula más pequeña y, por tanto, con las temperaturas menores, será el metano, al que le corresponderá la letra A. A continuación irá el diclorometano, al que le corresponderá la letra C, que es la sustancia que tiene las temperaturas intermedias. Por último, al tetraclorometano le corresponderá la letra B, puesto que corresponde con el de las temperaturas más altas; así, en resumen: A = CH_4 ; C = CH_2Cl_2 ; B = CCl_4 .

24. El amoníaco es el compuesto que tiene la mayor temperatura de fusión, debido a que, además de por fuerzas de Van der Waals, sus moléculas están unidas por enlaces de hidrógeno. El resto de moléculas solo están unidas por fuerzas de Van der Waals, cuya intensidad aumenta con el tamaño de las moléculas. Cuanto

más intensas sean estas interacciones, mayor será la temperatura de fusión. Como el átomo de fósforo es más pequeño que el del arsénico, y este a su vez es más pequeño que el de antimonio, las fuerzas intermoleculares irán creciendo del fósforo al estibano, lo que explica la tendencia creciente en sus temperaturas de fusión.

25. Los tres compuestos son sustancias covalentes moleculares, por lo que sus temperaturas de ebullición y de fusión vendrán determinadas por la intensidad de las fuerzas intermoleculares que existan.

En ninguno de los tres casos es posible la existencia de enlaces de hidrógeno, por lo que solo existirán fuerzas de Van der Waals. En este caso, la intensidad de las fuerzas de Van der Waals dependerá del tamaño de las moléculas. Cuanto más grande sea su tamaño, más intensas son las fuerzas de Van der Waals y, por tanto, más altas serán tanto la temperatura de fusión como la de ebullición.

Como el átomo de azufre es más pequeño que el de selenio, y este a su vez es más pequeño que el de telurio, las fuerzas intermoleculares irán creciendo del sulfuro de hidrógeno al telururo de hidrógeno, al igual que lo harán sus temperaturas, tanto de fusión como de ebullición; así, tenemos:

