

Boletín de Actividades (VI) Las reacciones químicas

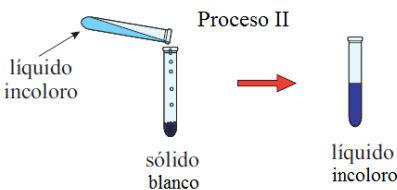
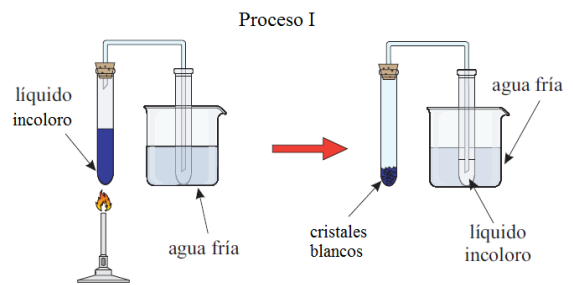
1. En un plato pequeño de porcelana se puso un trozo de alambre de estaño, de color metálico plateado, cuya masa era de 25 g y su densidad 7.3 g/cm^3 . El plato se colocó en el fuego de la hornilla y a los pocos minutos el alambre se transformó en un líquido de color plateado. Se retiró el plato del fuego y después de enfriar, en el plato había un trozo sólido del mismo color que el alambre puesto al principio.

María dice a Andrés: «Creo que lo que ha sucedido es un cambio de estado. El alambre de estaño ha pasado a estado líquido y luego al enfriarse ha vuelto a solidificar».

Andrés le responde: «No estoy de acuerdo, yo creo que ha sido una reacción química. Ten en cuenta que al principio teníamos un alambre y ahora tenemos un trozo sólido con otra forma diferente».

¿Qué pruebas realizarías para comprobar cuál de los dos amigos lleva razón?

2. **Proceso I:** Tenemos un líquido transparente, cuya densidad es 1.2 g/cm^3 , en un tubo de ensayo. Se calienta y los gases se recogen y se enfrían en otro tubo, tal y como indica la figura. En el tubo de ensayo de la derecha se recoge un líquido transparente, cuya densidad es 1 g/cm^3 , mientras que en el primer tubo quedan unos cristallitos de color blanco.



Proceso II: Al volver a mezclar el líquido incoloro y los cristallitos blancos, se obtiene de nuevo un líquido incoloro.

Se pide: (a) Escribe el nombre científico de los procesos I y II; (b) Clasifica cada uno de los procesos como cambio físico o químico, justificando la respuesta; (c) ¿El líquido incoloro que teníamos al principio será una sustancia pura o una mezcla? Explicación.

3. Clasifica los siguientes sistemas (escritos en negrita) como sustancia simple, sustancia compuesto o mezcla, explicando la respuesta en cada caso:

- Un sólido de color verde cuya densidad es 4 g/cm^3** , que se disuelve completamente en agua. Si se calientan 5 g de ese polvo verde en un tubo de ensayo se obtienen 1 g de gas, 0.4 g de agua y 3.6 g de polvo de color negro cuya densidad es de 6.4 g/cm^3 y es insoluble en agua.
- Un líquido incoloro** que al calentarlo en un tubo de ensayo cerrado, hierve manteniéndose la temperatura constante en $97.4 \text{ }^\circ\text{C}$. Si se calienta el líquido en un recipiente cerrado, hasta la temperatura de $400 \text{ }^\circ\text{C}$, enfriando posteriormente hasta la temperatura ambiente se comprueba que hay dos sustancias, una líquida a la temperatura ambiente y otra gas a esa misma temperatura.

4. En un plato se han puesto 10 g de alcohol líquido. Se le ha acercado una cerilla y el alcohol arde hasta que no queda líquido. Se pide:

- ¿En qué se ha convertido el alcohol líquido que había?
 - Los gases producidos continuarán siendo el alcohol que había pero en estado gaseoso.
 - Los gases obtenidos serán nuevas sustancias –distintas al alcohol– que estarán en estado gaseoso.
 - El alcohol ha desaparecido y no se ha convertido en nada material.
 - Otra respuesta:
- ¿Se podría volver a recuperar el alcohol líquido como estaba al principio?, ¿cómo?
- Si recogiésemos todo el gas que se produce al arder el alcohol y lo pesáramos, ¿crees que pasaría 10 g, más de 10 g o menos de 10 g? Explicación.

5. Representando los átomos de diferentes elementos como círculos diferentes, dibuja la estructura atómico-molecular de los sistemas diferentes:

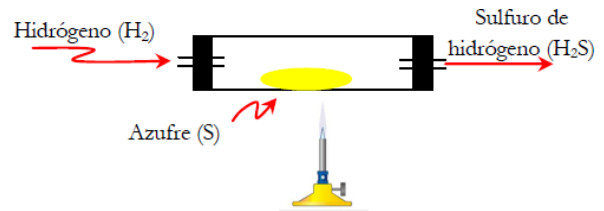


Dos sustancias simples en estado gaseoso



Una sustancia simple sólida y una sustancia compuesto en estado gaseoso

6. Si en un tubo abierto por los dos extremos se pone azufre (S) en polvo y se calienta al mismo tiempo que se hace pasar por un chorro de hidrógeno gaseoso (H_2), se produce un gas de olor pestilente, que se llama sulfuro de hidrógeno (H_2S).



- Dibuja cómo te imaginas las moléculas de azufre sólido y de hidrógeno gaseoso antes de reaccionar y cómo te imaginas el sulfuro de hidrógeno formado.
- ¿Lo que ha sucedido al calentar juntos azufre e hidrógeno es un cambio físico o químico? Explica tu respuesta de las dos maneras que lo hacen los científicos.
- El azufre es de color amarillo y el hidrógeno es incoloro, ¿qué color tendrá el sulfuro de hidrógeno? Razona tu respuesta.
- Un amigo de la clase escribió la ecuación que representa el proceso anterior de la siguiente forma: $H_2 + S + O_2 \rightarrow H_2S$. ¿Estás de acuerdo con la ecuación? Explica tu respuesta y corrige la ecuación si crees que está equivocada.
- Si el sulfuro de hidrógeno lo enfriamos a $-61\text{ }^\circ\text{C}$, se obtiene un líquido incoloro que vuelve a pasar a gas al subir la temperatura por encima de $-61\text{ }^\circ\text{C}$. ¿El paso del sulfuro de hidrógeno líquido a gas será un proceso físico o químico? Argumenta tu respuesta.
- Dibuja cómo te imaginas el paso de sulfuro de hidrógeno gaseoso a líquido.

7. El azufre es sólido a temperatura ambiente y no es atraído por el imán. El hierro es de color gris metálico y sí es atraído por el imán. Si se calientan juntos azufre en polvo y limaduras de hierro, se forma una nueva sustancia sólida negra llamada monosulfuro de hierro (FeS). ¿qué sucederá si acercamos un imán al monosulfuro de hierro hecho polvo?

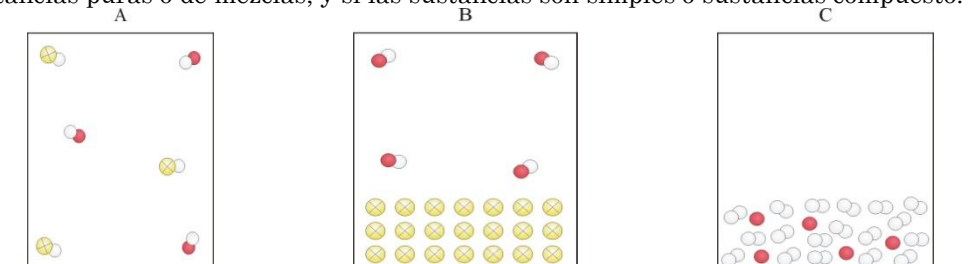
- El hierro será atraído y se separará del azufre.
- El hierro y el azufre serán atraídos por el imán.
- El polvo de monosulfuro de hierro será atraído por el imán.
- El polvo de monosulfuro de hierro no será atraído por el imán.
- Otra respuesta:

8. El cloruro de cinc ($ZnCl_2$) es una sustancia sólida a $20\text{ }^\circ\text{C}$, que se puede obtener haciendo reaccionar cinc (Zn) con cloro (Cl_2). En una experiencia se pusieron 6 g de cinc en un tubo y se hizo pasar una corriente de cloro. Después de un tiempo suficiente se pesó el sólido comprobándose que se habían obtenido 12.32 g de cloruro de cinc. Se pide: (a) Escribe la reacción química que ha tenido lugar; (b) determina la masa de cloro que habrá reaccionado con el cinc.

9. En una cápsula de porcelana ponemos 5.6 g de hierro y 12 g de azufre. Calentamos fuertemente y notamos un olor picante y que en la cápsula se obtiene un producto de color negro que se identifica como sulfuro de hierro (II). Después de analizado el producto obtenido se encontró que todo el hierro había reaccionado y se habían obtenido 8.8 g de sulfuro de hierro (II). ¿Se cumplió el principio de conservación de la masa en este ejemplo?, ¿cómo pueden explicarse los datos anteriores?

10. El bromuro de sodio ($NaBr$) se obtiene por reacción química entre el dibromo (Br_2) y del sodio (Na). En una experiencia se hacen reaccionar 8 g de Br_2 con sodio en suficiente cantidad, obteniéndose 10.3 g de bromuro de sodio. ¿Qué cantidad de bromuro de sodio se puede obtener a partir de 25 g de sodio? ¿qué leyes has utilizado?

11. Describe los sistemas representados en los dibujos siguientes, indicando el estado de agregación y si se trata de sustancias puras o de mezclas, y si las sustancias son simples o sustancias compuestas.





12. Cuando pasa la corriente eléctrica por el agua (H_2O), se produce dihidrógeno (H_2) y dióxígeno (O_2). Se pide:
- (a) Dibuja cómo te imaginas las moléculas de las sustancias que hay antes y después de que se haya producido la electrólisis.
 - (b) Dibuja cómo te imaginas que está constituida la mezcla de dihidrógeno y oxígeno que se recoge en la electrólisis del agua, y el gas que se forma cuando el agua líquida está hirviendo.
 - (c) Los átomos que forman las sustancias dihidrógeno y dióxígeno son los mismos que los que forman la sustancia agua. ¿Si no cambian los átomos por qué cambian las propiedades de las sustancias?
 - (d) ¿Cómo se explica que a partir de sustancias tan distintas como el agua y el clorato de potasio, se forme una misma sustancia como el dióxígeno?

1. Para comprobar quién lleva razón habría que ver si el sólido que queda al final después del calentar es la misma sustancia que se puso a calentar o se trata de una sustancia diferente. La mejor prueba sería medir la densidad. Si la densidad del sólido final es 7.3 g/cm^3 lo sucedido ha sido un cambio de estado. Si la densidad es distinta, se trata de una sustancia diferente y, por tanto, lo sucedido ha sido una reacción química.

2. (a) El proceso I es una destilación, pues al calentar el líquido se ha separado dos sustancias diferentes que estaban mezcladas. El proceso II es una disolución de las dos sustancias que se habían separado y se vuelven a mezclar, dando el mismo líquido que había al principio.

(b) Los procesos I y II son cambios físicos ya que tanto en uno como en el otro, no han desaparecido sustancias ni se han formado otras nuevas. En los dos procesos tenemos las mismas sustancias: el líquido de densidad 1 g/cm^3 y el sólido blanco, unas veces mezclados, formando el líquido densidad 1.2 g/cm^3 , y otras separados.

(c) A partir de las respuestas anteriores, queda claro que el líquido incoloro inicial es una mezcla homogénea o disolución (no puede ser una sustancia pura que sufre una termólisis porque al volver a mezclar se obtienen el líquido original, cosa que no ocurriría si fuese una sustancia pura).

3. (a) Se trata de una sustancia pura porque al disolverse lo hace completamente, sin que unas partes se disuelvan y otras no. Es una sustancia compuesta porque al calentarlo ha desaparecido el polvo verde y en su lugar se han formado tres sustancias que antes no existían: el gas, el agua y el polvo negro. El gas y el agua no podían existir antes, formando parte del polvo verde, porque éste es sólido; el polvo negro tampoco existían porque de ser así, al echar el polvo verde en agua no se disolvería completamente, sino que quedaría el polvo negro insoluble, cosa que no sucede.

(b) Es una sustancia pura porque al hervir se mantiene constante la temperatura mientras hierve. Es una sustancia compuesta porque al calentarlo hasta una temperatura elevada desaparece, quedando en su lugar dos sustancias diferentes.

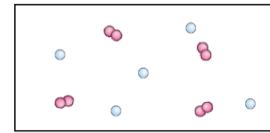
4. (a) El alcohol ha desaparecido y en su lugar se han obtenido nuevas sustancias distintas que están en estado gaseoso.

(b) El alcohol ya no se puede recuperar como estaba al principio porque ahora ya no hay alcohol sino nuevas sustancias.

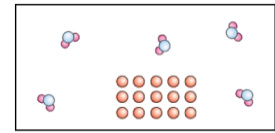
(c) El gas que se forma al arder el alcohol pesa más de 10 g, ya que al arder el alcohol reacciona con el oxígeno del aire y, por lo tanto, los

productos deben contener tanto la masa del alcohol como la del oxígeno del aire.

5. Los dibujos que representarían a los sistemas son los siguientes:

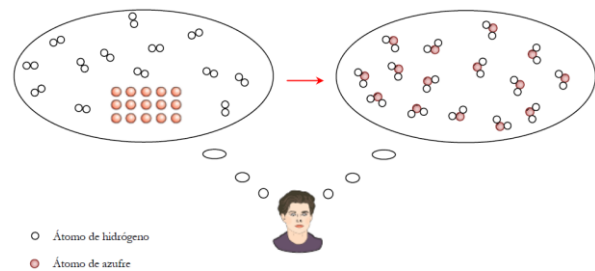


Dos sustancias simples en estado gaseoso



Una sustancia simple sólida y una sustancia compuesta en estado gaseoso

6. (a) Los dibujos representativos del proceso descrito son:



○ Átomo de hidrógeno
● Átomo de azufre

(b) El proceso descrito es una reacción química porque han desaparecido dos sustancias: azufre e hidrógeno, y se ha formado otra sustancia distinta, sulfuro de hidrógeno.

Según la teoría atómica-molecular, es una reacción química porque los átomos se han combinado de una forma diferente a como estaban al principio. Al chocar las moléculas de hidrógeno con las de azufre, los átomos que forman las moléculas de azufre rompen sus uniones, igualmente, los átomos que forman las moléculas de hidrógeno rompen sus uniones entre sí para formar las nuevas moléculas H_2S .

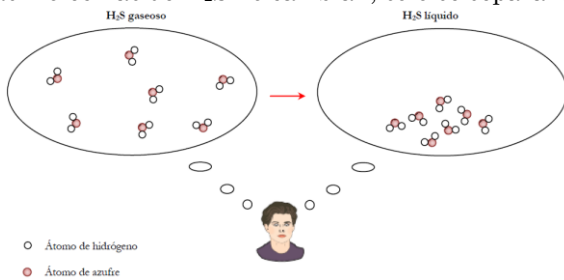
(c) No es posible saber el color, ni ninguna otra propiedad de un compuesto conociendo las propiedades de las sustancias simples formadas por los mismos elementos que el compuesto. El sulfuro de hidrógeno H_2S es una mezcla de las sustancias azufre e hidrógeno, sino una sustancia nueva, completamente distinta a las sustancias de partida. Las sustancias azufre e hidrógeno han dejado de existir al formarse el sulfuro de hidrógeno. Ya no hay moléculas de S ni moléculas de H_2 , ahora hay moléculas de H_2S . Las moléculas son distintas y por tanto, las propiedades de la sustancia son distintas.

(d) No es correcta. En la reacción sólo intervienen dos sustancias, el azufre (S) y el hidrógeno (H_2); el oxígeno (O_2) no interviene, por tanto no es correcto ponerlo en la ecuación que representa el proceso. Además, se ha puesto O_2 en el primer miembro de la ecuación sin que aparezcan átomos de O en el segundo miembro y eso también es incorrecto, pues en un proceso químico ni pueden aparecer ni formarse elementos que no estuviesen ya

presentes en los reactivos. La ecuación correcta sería: $H_2 + S \rightarrow H_2S$.

(e) Es un proceso físico pues no cambia la sustancia. El gas que se obtiene sigue siendo sulfuro de hidrógeno en estado gaseoso.

(f) Los dibujos adecuados serían los siguientes. Las moléculas de H_2S no cambian, sólo se separan.



7. No podemos saber cuáles son las propiedades magnéticas del monosulfuro de hierro, por lo tanto no se puede predecir cuál de las dos últimas posibilidades ocurrirá. Ahora bien, lo que sí es seguro es que no va a ocurrir ninguna de las dos primeras posibilidades porque en el proceso se ha obtenido una nueva sustancia, monosulfuro de hierro, en la que ya no están ni la sustancia azufre ni la sustancia hierro. El monosulfuro de hierro NO es una mezcla de azufre y hierro, es una nueva sustancia que tendrá unas propiedades que serán distintas a las de las sustancias iniciales.

8. (a) La ecuación química correspondiente es:
 $Zn(s) + Cl_2(g) \rightarrow ZnCl_2(s)$

(b) La cantidad de cloro es fácil de calcular, teniendo en cuenta el principio de conservación de la masa:

$$m_{Cl_2} = 12.32 \text{ g} - 6 \text{ g} = 6.32 \text{ g de } Cl_2.$$

9. El principio de conservación de la masa se cumple siempre (al menos, hasta ahora siempre se ha podido comprobar su validez), de tal manera que si en alguna ocasión hay alguna diferencia entre la masa de los reactivos y los productos lo que se hace es buscar cómo habrá entrado o salido materia del sistema. En este caso, la masa del producto es menor que la de los reactivos puestos, puesto que no todo el reactivo reaccionó. En esta reacción sobró azufre y esa es la razón por la que no se obtiene una cantidad de sulfuro de hierro (II) igual a la suma de lo que se ha puesto de azufre y de hierro.

10. Teniendo en cuenta el principio de conservación de la masa, 8 g de Br_2 deben reaccionar con 2.3 g de Na para obtenerse 10.3 g de NaBr. Con esta información y teniendo en cuenta la ley de las proporciones constantes, podemos determinar la cantidad de NaBr se puede obtener a partir de 25 g de sodio:

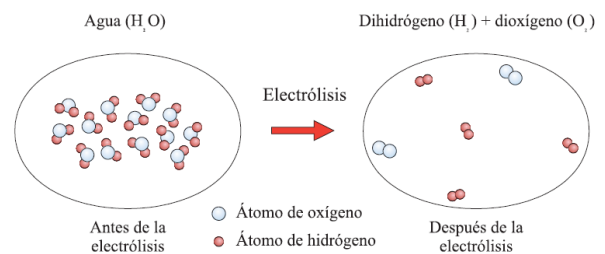
$$m_{NaBr} = 25 \text{ g Na} \cdot \frac{10.3 \text{ g NaBr}}{2.3 \text{ g Na}} = 112 \text{ g NaBr}$$

11. (a) Se trata de una disolución en estado gaseoso. Hay dos moléculas diferentes, por lo que hay dos sustancias diferentes. Ambas sustancias son compuestas, ya que están formadas por dos clases de átomos cada una.

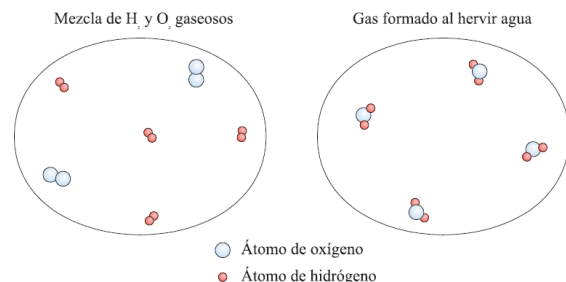
(b) Se trata de una mezcla heterogénea, una sustancia en estado sólido y otra en estado gaseoso. La sustancia en estado sólido es una sustancia simple ya que las moléculas están formadas por átomos de una clase. La sustancia en estado gaseoso es una sustancia compuesta, ya que sus moléculas están formadas por dos clases de átomos cada una.

(c) Se trata de una disolución en estado líquido, ya que hay dos clases de moléculas diferentes lo que corresponde a dos sustancias diferentes. Las dos sustancias son simples ya que las moléculas están formadas por átomos de una clase. Una de las sustancias es monoatómica y la otra diatómica.

12. (a) Los dibujos deben poner de manifiesto que los átomos están unidos de forma diferente en el agua, en el dihidrógeno y en el dióxígeno. Las moléculas no se deben dibujar en contacto unas con otras ni en el estado gaseoso ni en el líquido:



(b) Los dibujos deben mostrar que en la electrólisis se forman moléculas de dihidrógeno y de dióxígeno. En la ebullición del agua las moléculas serán de agua.



(c) Hay que insistir en que las propiedades de las sustancias que observamos macroscópicamente, pueden explicarse por las propiedades de sus moléculas y que éstas dependen no sólo de los



átomos sino también de la forma en la que éstos están unidos: Los átomos de hidrógeno y oxígeno se han conservado en la electrólisis, pero están unidos de diferente manera, formando diferentes clases de moléculas.

Puede utilizarse una analogía con las letras y las palabras. Palabras formadas por las mismas letras tienen significados completamente diferentes: lata, tala, alta; lo mismo ocurre con los átomos y las propiedades de las sustancias que componen.

Se debe recordar que lo que hacemos es explicar las propiedades que observamos con ayuda de un modelo, el de la teoría atómica-molecular. En ese modelo, las propiedades diferentes de las sustancias se explican como consecuencia de la forma en la que están unidos los átomos. Eso nos puede parecer mejor o peor, más claro o menos, pero lo único que podemos oponer a esa explicación es que haya algún caso en el que no se pueda aplicar la explicación propuesta. No todas las hipótesis que se hacen en los modelos son sencillas de entender y que muchas veces incluso las hipótesis científicas son contrarias a lo que el sentido común puede dar a entender.

(d) La existencia de átomos de oxígeno en las moléculas de agua y en las moléculas de clorato de potasio explica que en determinadas circunstancias, al romperse las moléculas de las sustancias quedando los átomos de oxígeno separados, puedan unirse entre sí formando moléculas de la sustancia dióxígeno.