

10 La materia y sus propiedades

EJERCICIOS PROPUESTOS

10.1 La figura muestra un vaso con agua carbónica:



- ¿Cuántas fases pueden distinguirse?
- ¿Es un sistema homogéneo o heterogéneo?
 - Se pueden distinguir dos fases: la fase líquida de la disolución de dióxido de carbono en agua y la fase gaseosa, formada por las burbujas de dióxido de carbono que ascienden a través del líquido.
 - Es un sistema heterogéneo, puesto que hay más de una fase.

10.2 ¿Cuántas fases tienen los sistemas siguientes?

- Una mezcla de arena y sal.
- Una disolución de alcohol en agua.
- Una mezcla de agua, arena y aceite.
- Una pieza de bronce.
 - Dos fases sólidas.
 - Una fase líquida, puesto que el alcohol es soluble en agua en todas proporciones.
 - Tres fases, dos líquidas (agua y aceite) y una sólida (arena).
 - Una fase sólida, puesto que el bronce es una disolución (aleación) de cobre y estaño.

10.3 Cita algunos materiales que conozcas e intenta clasificarlos como sustancias o como mezclas. En el caso de que sean mezclas, indica si son homogéneas (disoluciones) o heterogéneas.

Cabe esperar respuestas de diferentes tipos de materiales: metales, aleaciones, plásticos, fibras, cerámica, vidrio, espumas, aerosoles, materiales composite, etc. Los metales, los plásticos, las fibras, la cerámica, el vidrio son sustancias homogéneas. Puede haber plásticos o fibras que sean mezclas homogéneas de dos o más polímeros. Las aleaciones son mezclas homogéneas de metales (disoluciones). Los aerosoles y las espumas son dispersiones coloidales (homogéneas a simple vista, pero heterogéneas si se observan con un microscopio). Los materiales composite pueden ser mezclas homogéneas o heterogéneas.

10.4 Intenta explicar, en función de la estructura interna de las mezclas y de las disoluciones, las diferencias de propiedades que se han descrito en este apartado.

Las mezclas heterogéneas son mezclas en las que los componentes en diferentes fases no interactúan a nivel atómico-molecular; por tanto, no se puede hablar de solubilidad, y las propiedades de los componentes en una fase no quedan modificadas por la presencia de los componentes en otras fases. Por contra, en una mezcla homogénea hay interacción entre las partículas de los diferentes componentes. Ello da lugar a que sus propiedades queden modificadas. El caso más evidente es la disolución de sal en agua que da lugar a una disolución conductora de la electricidad, cuando ni la sal en estado sólido ni el agua pura lo son apreciablemente.

10.5 Cita varias disoluciones líquidas de la vida cotidiana que conozcas.

Cabe esperar que los alumnos citen disoluciones de la vida cotidiana como las siguientes: leche con cacao, agua con sal, zumos, vino, refrescos, colonia, tintura de yodo, etc.

10.6 Define los diferentes tipos de dispersiones coloidales que aparecen en la tabla anterior.

- Sol o suspensión coloidal: una fase dispersa sólida en una fase dispersante líquida (pinturas).
- Emulsión: una fase dispersa líquida en una fase dispersante líquida (leche).
- Espuma: una fase dispersa gaseosa en una fase dispersante líquida (espuma de afeitarse).
- Sol sólido: una fase dispersa sólida en una fase dispersante sólida (piedra preciosa coloreada).
- Emulsión sólida o gel: una fase dispersa sólida en una fase dispersante sólida (gelatina).
- Espuma sólida: una fase dispersa gaseosa en una fase dispersante sólida (merengue).
- Aerosol sólido: una fase dispersa sólida en una fase dispersante gaseosa (humo).
- Aerosol líquido: una fase dispersa líquida en una fase dispersante gaseosa (niebla, spray).

10.7 Clasifica las dispersiones siguientes de acuerdo con los tipos definidos en dicha tabla: salsa vinagreta; pan; crema de manos; dentífrico; crema de leche; jalea.

Salsa vinagreta: emulsión.
Pan: espuma sólida.
Crema de manos: emulsión.

Dentífrico: emulsión sólida o gel.
Crema de leche: emulsión.
Jalea: emulsión.

10.8 Una salsa vinagreta se prepara mezclando energicamente aceite y vinagre. ¿Por qué es preciso agitar de modo energético para formar la dispersión?

El aceite y el vinagre son transparentes, pero la vinagreta es opaca. ¿Por qué?

Para mezclar las moléculas de aceite y de agua, que presentan fuerzas de atracción más importantes entre moléculas del mismo tipo (aceite-aceite y agua-agua) que entre las de aceite y las de agua.

La estructura de la emulsión, pequeñas gotitas de aceite dispersas entre moléculas de agua, da lugar a un sistema que difracta la luz y que, en consecuencia, resulta translúcida.

10.9 ¿Puede existir una disolución diluida que sea saturada? ¿Puede existir una disolución concentrada que sea insaturada? Justifica tus respuestas.

Sí, una disolución diluida puede estar saturada, si el soluto es una sustancia muy poco soluble. Por contra, una disolución concentrada puede ser insaturada, si el soluto es una sustancia con una gran solubilidad.

10.10 Dada una disolución saturada de nitrato de potasio en 100 g de agua a 60°C, ¿qué pasará si la enfriamos a 25°C?

Como la solubilidad del nitrato de potasio disminuye al disminuir la temperatura, la solución pasará a estar sobresaturada y, en consecuencia, precipitará el soluto en exceso, hasta que la solución vuelva a estar saturada a 25°C.

10.11 Explica el método que utilizarías para separar:

a) Azúcar y vidrio en polvo.

b) Aceite y agua.

c) Una suspensión de sulfato de aluminio en agua.

d) Yodo de una solución con impurezas no solubles en un disolvente orgánico.

a) Añadir agua suficiente y agitar para disolver todo el azúcar y, a continuación, filtrar la mezcla. Obtendremos el vidrio como residuo y la disolución de azúcar como filtrado. Si queremos recuperar el azúcar se puede evaporar el agua de la disolución, calentándola en una cápsula.

b) Separarlos mediante un embudo de decantación, aprovechando su diferencia de densidad.

c) Centrifugar la suspensión. La fase dispersa sólida, más densa, se irá al fondo del tubo.

d) Añadir un disolvente orgánico, introducir la mezcla en un embudo de decantación y agitar la mezcla con el tapón colocado y la llave cerrada. A continuación, separar las dos fases. Recuperar el yodo evaporando el disolvente orgánico en un rotovapor.

10.12 De acuerdo con el gráfico temperatura-tiempo de la destilación fraccionada de una mezcla de etanol y agua (figura del margen), explica cómo procederías para obtener separadamente el etanol y el agua.

Se recogería el etanol como primera fracción en un erlenmeyer (a 80°C). En el momento en que el termómetro indicara una elevación brusca de la temperatura (de 80°C a 100°C) se cambiaría el erlenmeyer y se recogería el agua.

10.13 La destilación fraccionada se usa en la separación de los componentes del petróleo. Busca información sobre este proceso en la siguiente dirección de internet: www.e-sm.net/fq1bach32

Destilación del petróleo crudo:

% Vol.	Pto. ebul. (°C)	Átomos C	Productos
1-2	<30	1-4	Gas natural, metano, propano, butano, gas licuado
15-30	30-200	4-12	Éter de petróleo (C5,6), ligroína (C7), nafta, gasolina cruda
5-20	200-300	12-15	Queroseno
10-40	300-400	15-25	Gasoil, fuel, aceites lubricantes, ceras, asfaltos
8-69	>400	>25	Aceite residual, parafinas, brea

10.14 La disminución de la temperatura de fusión de una disolución respecto de la del disolvente puro es directamente proporcional a la concentración de la disolución. Explica por qué la temperatura de fusión de una sustancia impura disminuye durante la solidificación.

A medida que se va solidificando el disolvente, la disolución restante es cada vez más concentrada y, por tanto, su temperatura de solidificación va disminuyendo.

10.15 El aumento de la temperatura de ebullición de una disolución respecto del disolvente puro es directamente proporcional a la concentración de la disolución. Explica por qué la temperatura de ebullición de un líquido impuro aumenta durante la ebullición.

A medida que se produce la ebullición, la disolución restante es cada vez más concentrada, por lo que su temperatura de ebullición va aumentando cada vez más.

10.16 Clasifica los siguientes cambios en físicos o químicos. Justifica la respuesta.

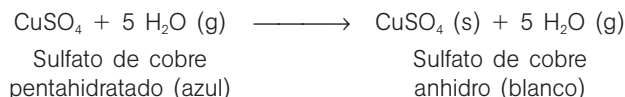
- | | |
|-------------------------------------|--|
| a) La ebullición del aceite; | e) la sublimación del hielo seco; |
| b) la disolución de yodo en etanol; | f) la disolución de una pastilla efervescente en agua; |
| c) la combustión de una vela; | g) la eliminación de depósitos calcáreos con vinagre. |
| d) la corrosión del hierro; | |

- a) Es un cambio físico que puede ir acompañado de cambios químicos. El aceite es una mezcla de diferentes grasas vegetales líquidas y ácidos grasos. Cada grasa tiene su punto de ebullición. Las grasas de cadena más corta son las que hierven a temperatura más baja. Si nada más ocurre, la ebullición, los vapores producidos pueden condensar de nuevo como grasa (cambio físico). Pero si se eleva mucho la temperatura, las grasas pueden descomponerse, dando lugar a sustancias líquidas y gaseosas diferentes (cambio químico irreversible).
- b) Es un cambio físico. Si evaporásemos el etanol, tendríamos de nuevo el yodo sólido.
- c) Es un cambio químico, puesto que reaccionan los compuestos que forman la vela (que previamente se volatilizan) con el oxígeno del aire, y se producen sustancias nuevas (dióxido de carbono y vapor de agua).
- d) Es un cambio químico, en el que el hierro reacciona con oxígeno del aire y se forma una sustancia nueva, que es el óxido de hierro.
- e) Es un cambio físico. Si se disminuye la temperatura suficientemente se vuelve a obtener dióxido de carbono sólido (hielo seco).
- f) Es un cambio químico, porque sustancias que componen la pastilla reaccionan con el agua y producen una sal, dióxido de carbono y agua.
- g) Es un cambio químico, puesto que se trata de una reacción química entre el carbonato de calcio, que forma los depósitos calcáreos, y el ácido acético del vinagre, que da lugar a acetato de calcio, dióxido de carbono y agua.

10.17 Se calienta un sólido azul y este se transforma en un sólido blanco. Si lo pesamos antes y después del calentamiento, observamos que el sólido blanco pesa menos que el sólido azul inicial.

Interpreta el cambio que ha tenido lugar y, a la luz de las experiencias de Lavoisier, explica cuál puede ser la causa de la disminución de masa.

El cambio de color indica que ha tenido lugar una reacción química, es decir, que el sólido blanco es una sustancia diferente a la del sólido azul. La disminución de la masa ha de ser debida a que tiene lugar una reacción de descomposición con formación de un gas, que se escapa del sistema. Esta reacción podría ser la siguiente:



10.18 Comenta las siguientes frases, indicando si crees que son correctas o no y por qué.

- a) Si al calentar una sustancia no varía su masa, quiere decir que es una sustancia simple.
- b) Si al calentar una sustancia disminuye la masa, quiere decir que es un compuesto.
- a) No necesariamente ha de ser una sustancia simple, puede ser un compuesto que no se descomponga a la temperatura que hemos calentado.
- b) Si disminuye su masa, necesariamente se trata de un compuesto, que al calentarlo se ha descompuesto dando lugar a otras sustancias, una de las cuales como mínimo es un gas.

10.19 ¿Qué diferencia existe entre una reacción de formación y una reacción de descomposición?

Una reacción de formación de un compuesto es una reacción en la cual dos o más sustancias simples dan lugar a un compuesto. Una reacción de descomposición es una reacción en la que un compuesto se descompone en otras sustancias más sencillas, que eventualmente pueden ser sustancias simples.

10.20 Se mezclan 18,0 g de oxígeno y 2,0 g de hidrógeno y se hace saltar una chispa. Inmediatamente reaccionan y forman vapor de agua.

¿Sobrarán alguno de los reactivos? ¿Cuál? ¿Qué masa sobrarán? ¿Qué masa de vapor de agua se formará?

Cuando reaccionan el oxígeno y el hidrógeno siempre lo hacen en la proporción de 8,0 g de O₂ por cada 1,0 g de H₂. Por tanto, si reaccionan 2,0 g de H₂ lo harán con 16,0 g de O₂. En efecto:

$$m_{O_2} = \frac{8,0 \text{ (g O}_2\text{)}}{1,0 \text{ (g H}_2\text{)}} \cdot 2,0 \text{ (g H}_2\text{)} = 16,0 \text{ g O}_2$$

Puesto que en la mezcla hay 18,0 g de O₂, quedarán sin reaccionar 2,0 g de O₂. Y de acuerdo con la ley de conservación de la masa, se formarán 18,0 g de H₂O, es decir, una masa igual a la suma de la masa de H₂, 2,0 g, y de O₂, 16,0 g, que han reaccionado.

10.21 Elabora una tabla que muestre las diferencias entre una mezcla y un compuesto.

Mezcla (mezcla heterogénea o solución)	Compuesto
Si se trata de una mezcla heterogénea, se observan diferentes fases.	Un compuesto es siempre homogéneo.
Sus componentes se pueden separar mediante métodos físicos. Su formación es un proceso físico.	El proceso de descomposición de un compuesto en sus elementos es un proceso químico. Su formación es un proceso químico.
La composición de una mezcla (% componentes) es variable.	La composición de un compuesto (% elementos) es fija.
Las propiedades de una mezcla están relacionadas con las de sus componentes.	Las propiedades de un compuesto son diferentes a las de los elementos (sustancias simples) que lo forman.
Cuando se forma una mezcla heterogénea no hay absorción ni desprendimiento de calor. Cuando se forma una disolución el calor absorbido o liberado es, en general, pequeño.	En general, cuando se forma un compuesto a partir de sus elementos (sustancias simples) se produce un gran desprendimiento o absorción de calor.

EJERCICIOS Y PROBLEMAS

CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA

10.22 ¿Qué es un sistema químico? ¿En qué se diferencia un sistema homogéneo de uno heterogéneo? Pon ejemplos de cada uno.

Un sistema químico es una porción de materia que aislamos para someterlo a estudio.

Un sistema homogéneo es un sistema que únicamente presenta una fase (sólida, líquida o gaseosa). Por ejemplo, el agua pura o una disolución de sal en agua.

Un sistema heterogéneo es un sistema que presenta más de una fase. Por ejemplo, una mezcla de aceite y agua o de arena y sal.

10.23 Explica qué se entiende por fase de un sistema. ¿Cuántas fases tienen los sistemas siguientes: cloruro de sodio, aire, granito, una infusión de té, almidón en agua, agua y aceite? Indica el tipo (sólida, líquida o gaseosa) de la fase o fases que hay. Señala qué sistemas son homogéneos y cuáles heterogéneos.

Fase es cada una de las partes homogéneas que presenta un sistema químico. El cloruro de sodio es un sistema homogéneo, porque presenta una única fase sólida; el aire es un sistema homogéneo, porque presenta una única fase gaseosa; una infusión de té es un sistema homogéneo, porque presenta una única fase líquida; el almidón en agua es una dispersión coloidal (sistema heterogéneo) con una fase dispersa sólida y una fase dispersante líquida; el agua y aceite es un sistema heterogéneo que presenta dos fases líquidas.

10.24 De la lista de sistemas de la actividad anterior indica cuáles son sustancias químicas puras, cuáles son mezclas heterogéneas y cuáles mezclas homogéneas (soluciones). Justifica tu respuesta. En el caso de las mezclas enumera también sus componentes.

Cloruro de sodio: sustancia química pura.

Aire: mezcla homogénea (disolución) formada por varios componentes gaseosos.

Infusión de té: disolución formada por varios componentes (las sustancias de las hojas de té que se han disuelto y el agua).

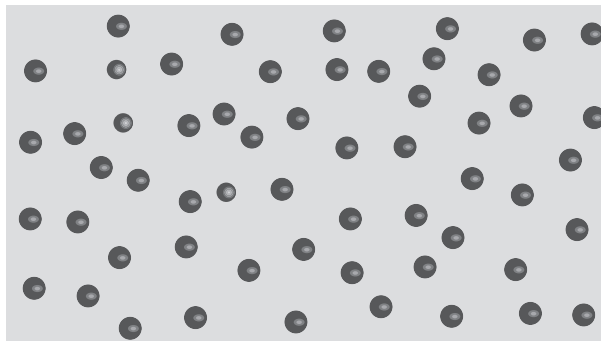
Almidón en agua: mezcla heterogénea (dispersión coloidal) formada por dos componentes, almidón y agua.

Agua y aceite: mezcla heterogénea formada por dos componentes, aceite y agua.

10.25 El latón es una aleación de cobre y cinc, que presenta un aspecto uniforme incluso visto a través del microscopio. Con esta información, ¿qué tipo de material dirías que es el latón?

Es una disolución de dos metales (una aleación).

10.26 La figura muestra la estructura microscópica de la leche. ¿Podrías dibujar una línea desde la parte superior hasta la inferior a través del agua, sin tocar las gotitas de grasa? ¿Qué fase es el agua? ¿Qué fase es la grasa?



Es posible trazar una línea continua imaginaria a través del agua sin tocar las gotitas de grasa, lo que muestra que el agua es la fase dispersante (fase continua) de la dispersión. Las gotitas de grasa son la fase dispersa (fase discontinua). A través del microscopio es posible apreciar las gotitas de grasa, pero no las moléculas de agua, que se vería como un medio continuo.

10.27 Indica si las siguientes afirmaciones sobre las partículas coloidales de una dispersión son verdaderas o falsas:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| a) Atraviesan los filtros ordinarios. | c) Son visibles al ultramicroscopio. |
| b) Tienen diámetros superiores a 10^{-6} m. | d) Atraviesan los ultrafiltros. |
| a) Verdadera. | b) Falsa. |
| c) Verdadera. | d) Falsa. |

10.28 Se forman dos mezclas dispersando en agua dos sustancias A y B. La mezcla de A es totalmente transparente. La mezcla de B en agua es ligeramente blanquecina.

Cuando se hace pasar un haz estrecho de luz a través de la mezcla que contiene la sustancia A, se observa una línea visible de luz. Sin embargo, cuando el haz atraviesa la mezcla que contiene la sustancia B, no se observa ninguna línea de luz, sino una luz difusa.

Indica cuál de las dos mezclas es una dispersión coloidal y justifica tu respuesta.

La mezcla B es una dispersión coloidal, porque tiene un aspecto ligeramente blanquecino (no es transparente) y porque cuando la atraviesa un haz estrecho de luz se observa una luz difusa, debido a la difracción de esta por parte de las partículas coloidales que forman la fase dispersa. Las partículas de la sustancia A (moléculas o iones) son demasiado pequeñas para poder difractar la luz, por ello se puede observar una línea de luz.

10.29 Los siguientes productos se utilizan frecuentemente en casa. Obsérvalos y lee sus etiquetas para saber cuál es su composición. Anótala. A continuación clasifícalos indicando si se trata de sustancias puras, mezclas heterogéneas, disoluciones o dispersiones coloidales (en tal caso, especifica el tipo de disolución coloidal). Indica también el estado físico de cada uno de estos productos.

- | | | | |
|---------------------------|---|--|--|
| a) Sulfumán. | d) Levadura química. | g) Salsa de mostaza. | j) Mantequilla. |
| b) Lejía. | e) Líquido limpiacristales. | h) Pasta dentrífica. | k) Gelatina. |
| c) Bicarbonato de sodio. | f) Desincrustador de hornos. | i) Espuma de afeitador. | l) Gel de baño. |
| a) Disolución líquida. | d) Mezcla heterogénea sólida. | g) Dispersión coloidal líquida (emulsión). | j) Dispersión coloidal sólida (gel). |
| b) Disolución líquida. | e) Disolución líquida. | h) Dispersión coloidal sólida (gel). | k) Dispersión coloidal sólida (gel). |
| c) Sustancia pura sólida. | f) En el interior del recipiente es una disolución líquida. Cuando se utiliza en forma de spray, es una dispersión coloidal líquida (un aerosol líquido). | i) Dispersión coloidal líquida (espuma). | l) Dispersión coloidal líquida (emulsión). |

DISOLUCIONES SATURADAS, INSATURADAS Y SOBRESATURADAS. SOLUBILIDAD

10.30 Tenemos una disolución de un soluto sólido en agua. Si se calienta la disolución de modo que parte del disolvente se evapora, la concentración del soluto:

- a) Aumenta.
- b) Disminuye.
- c) No cambia en absoluto.

Justifica tu respuesta.

La concentración aumenta (respuesta correcta: a), porque no varía la cantidad de soluto disuelta, pero disminuye el volumen de disolvente.

10.31 A 20°C la solubilidad de una cierta sustancia en agua es de 10 g en 100 g de agua.

- a) La disolución obtenida al mezclar 8,0 g de dicha sustancia en 100 g de agua, ¿es una disolución saturada o insaturada?
- b) ¿Qué cantidad adicional de soluto habría que añadir para convertirla en saturada?

- a) Es una disolución insaturada, ya que contiene menos soluto (8,0 g en 100 g de agua) del que podría haber si estuviera saturada (10 g en 100 g de agua).
- b) Habría que añadir $10 \text{ (g)} - 8,0 \text{ (g)} = 2,0 \text{ g}$ de soluto.

10.32 A 15°C la solubilidad del KNO_3 en agua es de 25 g en 100 g de agua. Describe qué sucederá si, a la temperatura de 15°C, añadimos 30 g de KNO_3 a 100 g de agua y agitamos convenientemente.

Se disolverán 25 g de KNO_3 y quedarán sin disolver 5 g, que precipitarán en el fondo del vaso que contenga la disolución.

10.33 Para determinar la solubilidad del nitrato de sodio (NaNO_3) se mide la cantidad mínima de agua que hay que añadir para que se disuelvan 20 g de nitrato de sodio a 25°C. Esta resulta ser de 21,7 cm³ de agua.

- a) Calcula la solubilidad del NaNO_3 en g NaNO_3 /100 g de agua.
- b) Explica cómo harías en el laboratorio para realizar esta determinación experimental.

a) $\frac{20 \text{ (g NaNO}_3\text{)}}{21,7 \text{ (g agua)}} \cdot 100 \text{ (g agua)} = 92,2 \text{ g NaNO}_3$

- b) Se pesarían los 20 g de NaNO_3 y se colocarían en un erlenmeyer. A continuación se llenaría una bureta con agua hasta el enrase. Se dejaría caer agua en el erlenmeyer, a la vez que se agitaría, hasta que todo el NaNO_3 estuviera disuelto. Entonces se leería en la bureta el volumen de agua añadida.

10.34 Tenemos dos sustancias X e Y que son solubles débilmente en etanol. De la sustancia X se disuelven solo $4,6 \cdot 10^{-4}$ g en 80 cm³ de etanol, y de la sustancia Y, nada más $2,3 \cdot 10^{-4}$ g en 400 cm³ de etanol. ¿Cuál de las dos sustancias es más soluble en etanol?

Calculamos la solubilidad por cada cm³ de etanol:

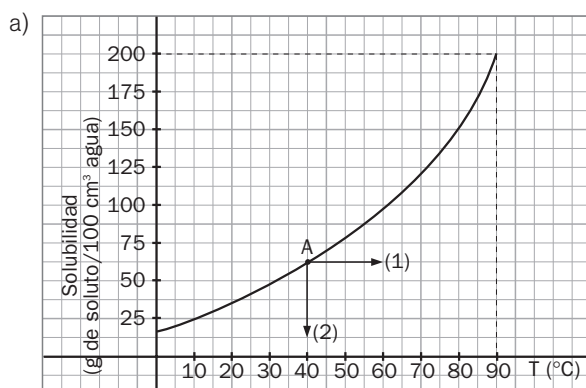
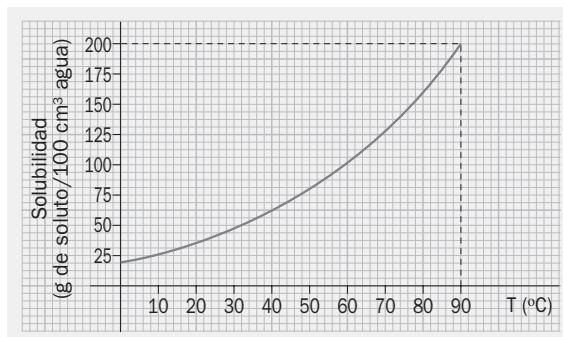
Solubilidad de X: $\frac{4,6 \cdot 10^{-4} \text{ (g X)}}{80 \text{ (cm}^3 \text{ etanol)}} = 5,8 \cdot 10^{-6} \left(\frac{\text{g X}}{\text{cm}^3 \text{ etanol}} \right)$

Solubilidad de Y: $\frac{2,3 \cdot 10^{-4} \text{ (g Y)}}{400 \text{ (cm}^3 \text{ etanol)}} = 5,8 \cdot 10^{-6} \left(\frac{\text{g Y}}{\text{cm}^3 \text{ etanol}} \right)$

Por tanto, son igual de solubles.

10.35 La gráfica siguiente muestra la curva de solubilidad del nitrato de potasio (KNO_3).

- Sitúa en el gráfico el punto A que representa una solución saturada a 40°C .
- Explica qué sucede si se evapora agua, manteniendo constante la temperatura.
- Explica como mínimo dos maneras en que se pueda convertir la disolución saturada A en una disolución insaturada y dibuja en el gráfico flechas que señalen los procesos que tienen lugar, es decir, flechas que partan del punto A y terminen en el punto que represente la nueva solución.



- Aumenta la concentración del nitrato de potasio disuelto, obteniéndose una disolución sobresaturada, lo que dará lugar a que precipite el soluto en exceso.
- Una manera es aumentar la temperatura, (caso1). La otra es añadir agua (caso 2).

10.36 Leemos en unas tablas que la solubilidad de una sustancia determinada es de $4,5 \text{ g}/100 \text{ g}$ de etanol. ¿Cuál es su solubilidad expresada en $\text{g}/100 \text{ cm}^3$ de etanol si la densidad del etanol es de $0,79 \text{ g cm}^{-3}$?

$$m_{\text{etanol}} = Vd = 100 (\text{cm}^3) \cdot 0,79 (\text{g cm}^{-3}) = 79 \text{ g etanol}$$

$$\text{Solubilidad} = \frac{4,5 (\text{g})}{100 (\text{g etanol})} \cdot 79 (\text{g etanol}) = 3,6 \text{ g}/100 \text{ cm}^3 \text{ de etanol}$$

10.37 Tenemos una disolución saturada de nitrato de potasio en 500 g de agua a 65°C . Calcula la masa de nitrato de potasio que precipita enfriando la disolución hasta 25°C (ver gráfica en el ejercicio 35).

En la gráfica podemos leer que la solubilidad del KNO_3 es:

A 65°C , de $115 \text{ g}/100 \text{ g}$ agua.

A 25°C , de $45 \text{ g}/100 \text{ g}$ agua.

Por tanto, al enfriar de 65°C a 25°C , una disolución saturada que contenga 100 g de agua, precipitarán: $(115 \text{ g} - 45 \text{ g}) = 70 \text{ g}$ de KNO_3 .

Como la disolución que tenemos contiene 500 g de agua, es decir, cinco veces más, la masa de KNO_3 que precipitará será: $5 \cdot 70 \text{ g} = 350 \text{ g}$ KNO_3 .

10.38 Explica qué sucederá si añadimos 250 g de nitrato de potasio a 500 g de agua a 50°C , agitamos bien y, después, enfriamos rápidamente la solución hasta que la temperatura descienda a 20°C .

La concentración de la disolución preparada a 50°C es de 250 g $\text{KNO}_3/500 \text{ g}$ agua, o sea, de 50 g $\text{KNO}_3/100 \text{ g}$ agua (es una solución insaturada, ya que la solubilidad a esa temperatura es de 80 g $\text{KNO}_3/100 \text{ g}$ agua).

Si enfriamos ahora de 50°C a 20°C , como la solubilidad a 20°C es de $35 \text{ g}/100 \text{ g}$ agua, precipitarán $50 (\text{g}) - 35 (\text{g}) = 15 \text{ g}$ de KNO_3 por cada 100 g de agua.

Como hay 500 g de agua, precipitarán $5 \cdot 15 \text{ g}$ $\text{KNO}_3 = 75 \text{ g}$ KNO_3 .

10.39 Las bebidas carbónicas suelen servirse frías porque tienen un gusto más agradable y picante. De acuerdo con este hecho, ¿cómo crees que varía la solubilidad del CO_2 en el agua con la temperatura?

La solubilidad del CO_2 (g) aumenta al disminuir la temperatura. Por eso las bebidas carbónicas frías son más picantes, ya que contienen más CO_2 disuelto.

10.40 La presión en el interior de una botella de cava sin descorchar es superior a la presión atmosférica. Al abrir la botella se observa que se escapa dióxido de carbono (CO_2). Teniendo en cuenta estos hechos, razona la validez de las afirmaciones siguientes:

- a) La solubilidad del CO_2 en el cava disminuye al aumentar la presión.
 - b) La solubilidad del CO_2 en el cava aumenta al aumentar la presión.
 - c) Tanto antes como después de descorcharlo, el cava es una disolución saturada de CO_2 .
- a) Es falso. Un aumento de presión facilita la aproximación entre las moléculas de CO_2 , aumentando la solubilidad en el cava.
- b) Es correcto. El mismo razonamiento que en a).
- c) Es correcto, aunque una vez descorchado, la disolución tarda un tiempo en llegar al equilibrio, es decir, durante un cierto tiempo la disolución se encuentra sobresaturada de CO_2 .

MÉTODOS DE SEPARACIÓN

10.41 ¿Qué procesos tienen lugar cuando se prepara un café?

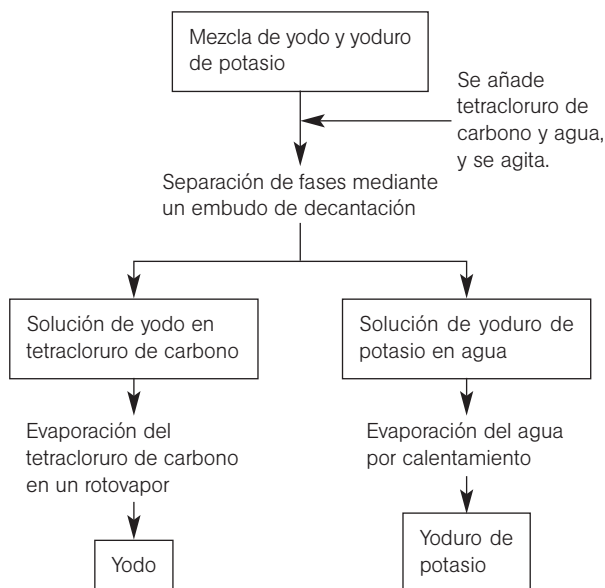
Primero se extraen, en agua, las sustancias solubles del café molido. En las cafeteras exprés se realiza a presión. A continuación se lleva a cabo el filtrado. En la preparación tradicional la filtración se realiza con un embudo de tejido o de papel. En las cafeteras exprés se realiza a través de un filtro metálico o de goma con pequeños agujeros.

10.42 ¿Cómo podrías obtener: a) sal del agua de mar; b) agua pura del agua de mar?

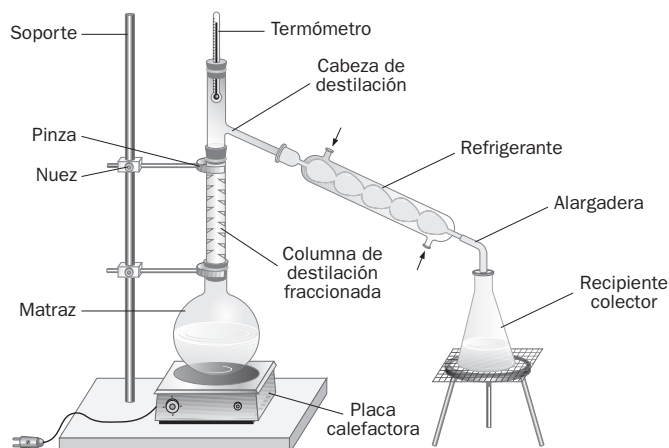
- a) Evaporando el agua. Este proceso se realiza en las salinas litorales conduciendo a través de canales el agua de mar a estanques poco profundos de gran superficie. La evaporación se produce debido a la energía solar. En el laboratorio se calentaría la muestra de agua de mar en una cápsula mediante un mechero Bunsen.
- b) Destilando el agua de mar, mediante un aparato de destilación simple. También puede hacerse mediante un proceso de ósmosis inversa.

10.43 El yodo (sólido violeta) es soluble en tetracloruro de carbono e insoluble en agua. Por el contrario, el yoduro de potasio (sólido blanco) es soluble en agua pero insoluble en tetracloruro de carbono.

Sabiendo que el agua y el tetracloruro de carbono son líquidos inmiscibles, idea un procedimiento para separar una mezcla de yodo y yoduro de potasio. Explica el procedimiento mediante un diagrama de flujo.



10.44 El etanol o alcohol etílico es una sustancia que se encuentra en las bebidas alcohólicas y que se puede obtener por destilación del vino. Haz un esquema del montaje que te permitiría obtener etanol puro, nombra cada elemento del mismo y explica su función.



10.45 El indicador universal consiste en una mezcla de diferentes sustancias colorantes disueltas en etanol.

- ¿Cómo podrías separar los colorantes?
- ¿Cómo separarías el etanol?
- ¿Cómo comprobarías que el líquido que has obtenido es etanol?

- Mediante una cromatografía de papel o de capa fina.
- Mediante una destilación simple.
- Midiendo sus propiedades características: densidad, temperatura de ebullición, etc.

10.46 En la cromatografía líquido-sólido en columna se utiliza un tubo largo que se rellena de un material adsorbente como alúmina en polvo (fase estacionaria), impregnada de un disolvente líquido (fase móvil).

- Observa la figura y di cuántas sustancias componían la mezcla.
- Explica cuál ha sido el fundamento de la separación de estos componentes.



- En la figura se observan 3 componentes diferentes.
- Cada componente de la muestra es adsorbido con diferente intensidad por la alúmina en polvo (fase estacionaria de la columna) y se disuelve en diferente proporción en el disolvente, de acuerdo con su solubilidad. A medida que el disolvente circula a través de la columna, cada componente se desadsorbe y se redisuelve en una nueva porción de disolvente, a la vez que vuelve a ser adsorbido en una porción posterior de la fase estacionaria. En consecuencia cada componente avanza a través de las fases estacionaria y móvil con diferente velocidad. Cuando los tres componentes se han separado completamente, se para el flujo de disolvente. Se retira la columna de alúmina y se corta en trozos, de modo que cada uno de ellos contenga un componente de la mezcla.

SUSTANCIAS QUÍMICAS. PROPIEDADES CARACTERÍSTICAS. CRITERIOS DE PUREZA

10.47 Consulta en la dirección de internet www.e-sm.net/fq1bach33 de qué materia prima o a partir de qué materiales se obtienen las siguientes sustancias: Sacarosa; etanol; sal común; cobre; yodo; aspirina; polietileno. ¿Cuáles son o se obtienen de sustancias naturales y cuáles son sintéticas? Describe brevemente los métodos de obtención de cada una de ellas.

Sacarosa: es una sustancia natural que se encuentra en un 20% del peso en la caña de azúcar y en un 15% del peso de la remolacha azucarera, de la que se obtiene el azúcar de mesa.

Etanol: es una sustancia presente en todas las bebidas alcohólicas, que se obtiene por fermentación del azúcar que contiene la caña de azúcar, la uva, el maíz, el centeno, etc. Se puede obtener también por hidratación del etileno.

Sal común: es una sustancia natural que se obtiene a partir del agua de mar, de las aguas saladas de mantiales o lagunas, o de la sal gema (sal de roca o halita) de las minas de sal.

Cobre: es una sustancia que se obtiene a partir de minerales de cobre (sulfuro, óxido o carbonato).

Yodo: es una sustancia natural que se obtiene a partir de los yoduros presentes en el agua del mar y en las algas.

Aspirina: es una sustancia sintética que se obtiene a partir del ácido salicílico y del anhídrido acético. El ácido salicílico puede obtenerse a partir de la corteza de sauce.

Polietileno: es una sustancia sintética, un polímero, que se obtiene por polimerización del etileno (eteno), que a su vez se obtiene de la destilación fraccionada del petróleo.

10.48 El amoníaco que se vende en los comercios es un líquido transparente de olor penetrante. ¿Qué experiencias realizarías para saber cuál de las afirmaciones siguientes es válida?

- a) El líquido comercial es una sustancia pura.
- b) El líquido comercial es una disolución de un sólido en un líquido.
- c) El líquido comercial es una disolución de dos líquidos.
- d) El líquido comercial es una disolución de un gas en un líquido.

- a) Determinar su temperatura de ebullición y observar si la temperatura se mantiene constante durante la ebullición, en cuyo caso se trataría de una sustancia pura.
- b) Evaporar el líquido y observar si queda un residuo sólido.
- c) Realizar una destilación fraccionada y observar si se obtienen dos líquidos de diferente temperatura de ebullición.
- d) Calentar el líquido y observar si se desprende un gas. Podría montarse un dispositivo (una jeringa) para recoger el gas.

10.49 Dos sustancias X e Y son sólidas a temperatura ambiente y tienen el mismo aspecto. Determinamos su temperatura de fusión y encontramos que la de X es de $50,9^{\circ}\text{C}$ y la de Y es de 51°C . A continuación determinamos la temperatura de ebullición y encontramos que la de X es $110,0^{\circ}\text{C}$ y la de Y es $109,8^{\circ}\text{C}$. ¿Crees que X e Y son la misma sustancia? Razona la respuesta.

Muy probablemente se trate de la misma sustancia, ya que los valores medidos como temperaturas de fusión y de ebullición son prácticamente iguales (solo difieren en $0,1^{\circ}\text{C}$), lo que nos permite suponer, con poca probabilidad de equivocarnos, que la pequeña diferencia entre los valores medidos procede de un pequeño error en el proceso de medida. La coincidencia en las temperaturas de fusión y de ebullición reduce mucho la posibilidad de que las muestras correspondan a sustancias diferentes.

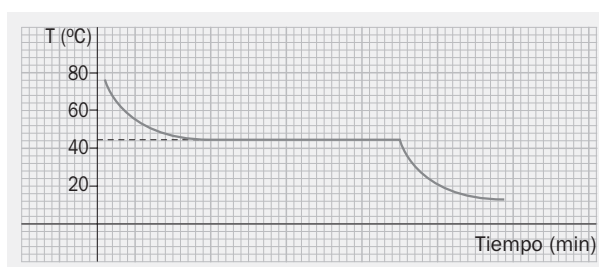
10.50 Las etiquetas de dos frascos que contenían unos polvos blancos se han desenganchado. En una etiqueta pone "carbonato de calcio" y en la otra "bicarbonato de calcio". ¿Qué propiedad física (que no sea el sabor) se puede utilizar para saber qué sustancia contiene cada frasco? Describe brevemente cómo lo harías.

El carbonato de calcio es insoluble en agua, mientras que el bicarbonato de calcio (hidrogenocarbonato de calcio) sí lo es. Bastaría con tomar una pequeña muestra de ambos polvos y determinar cuál se disuelve en agua. El soluble sería el bicarbonato.

10.51 Señala qué propiedad se puede utilizar para saber el grado de pureza de una sustancia sólida desconocida: a) la densidad; b) la solubilidad; c) la temperatura de fusión. Razona la respuesta.

Puesto que se trata de una sustancia sólida desconocida, la mejor propiedad para conocer su grado de pureza es determinar su temperatura de fusión. Si observamos que la temperatura se mantiene constante durante la fusión, es que se trata de una sustancia pura o de elevado grado de pureza. En el caso de que fuera una sustancia conocida, podríamos también usar la diferencia entre el valor medido de su densidad o de su solubilidad con los valores tabulados como criterio de pureza. Cuanto menos se separase el valor medido del valor tabulado, más pura sería la sustancia. Sin embargo, aun en ese caso continuaría siendo más conveniente la observación de la constancia en la temperatura de fusión como criterio de pureza, ya que las diferencias encontradas en la densidad o la solubilidad podrían deberse a errores en su determinación en lugar de a la impureza de la muestra.

10.52 Un líquido de aspecto uniforme, inicialmente a 60°C , se deja enfriar lentamente. A intervalos regulares se registra la temperatura. Cuando se representa la temperatura de ese líquido en función del tiempo, se obtiene la gráfica siguiente:



- a) Razona si el líquido es una sustancia pura o una disolución.
- b) ¿Cuál es su temperatura de fusión?

- a) Se trata de una sustancia pura, ya que la temperatura se mantiene constante durante la fusión.
- b) Unos 44°C .

SUSTANCIAS ELEMENTALES Y SUSTANCIAS COMPUESTAS

- 10.53 Clasifica las siguientes transformaciones como físicas o químicas. Justifica tu respuesta.
- Evaporación del alcohol etílico.
 - Combustión de la gasolina.
 - Disolución del azúcar en agua.
 - Fermentación del mosto de la uva.
 - Oxidación del cobre.
 - Formación de depósitos calcáreos en una tubería.
- Transformación física. Se puede recuperar el alcohol etílico líquido por condensación.
 - Cambio químico. El cambio da lugar a sustancias nuevas (dióxido de carbono y vapor de agua) y es irreversible.
 - Cambio físico. Se puede recuperar el azúcar por evaporación del agua.
 - Cambio químico. El cambio da lugar a sustancias nuevas (etanol y dióxido de carbono) y es irreversible.
 - Cambio químico. El cambio supone la reacción de cobre con el oxígeno del aire para dar una sustancia nueva, el óxido de cobre. A muy alta temperatura el proceso es reversible.
 - Cambio químico. Es una reacción de precipitación en la que el bicarbonato de calcio disuelto en el agua de la tubería se transforma en carbonato de calcio, agua y dióxido de carbono. El carbonato de calcio, como es insoluble, precipita formando los depósitos calcáreos.
- 10.54 Razona si son válidas las afirmaciones siguientes:
- Una sustancia pura es siempre una sustancia simple.
 - Las sustancias simples son sustancias químicas.
 - Los compuestos son sustancias químicas.
 - Un compuesto puede descomponerse en otras sustancias más sencillas.
 - Un compuesto siempre se descompone dando lugar a sustancias simples.
- No es correcta. Una sustancia pura puede ser una sustancia simple o un compuesto.
 - Correcto.
 - Correcto.
 - Correcto.
 - No siempre ocurre así. Puede descomponerse dando lugar a sustancias de estructura más sencilla, pero que sean también compuestos. Por ejemplo, el carbonato de cobre se descompone en óxido de cobre y dióxido de carbono.
- 10.55 Se calienta suficientemente una sustancia sólida blanca en un recipiente cerrado y esta se transforma en dos gases.
- ¿Podemos afirmar que la sustancia sólida es un compuesto?
 - ¿Qué deberíamos hacer para conocer la composición de esta sustancia? Justifica tu respuesta.
 - Se analizan los gases que se han obtenido y se identifican como cloruro de hidrógeno (HCl) y como amoníaco (NH₃). ¿Cuáles son los elementos que forman la sustancia sólida?
- Si se transforma en otras dos sustancias, necesariamente se trata de una sustancia compuesta.
 - Determinar la composición de los dos gases formados. Todos los elementos presentes en estos gases tienen que formar parte de la sustancia sólida, a excepción del oxígeno, del que no podemos estar seguros porque podría provenir del aire y haber reaccionado con el sólido.
 - Los elementos que forman la sustancia sólida son cloro, hidrógeno y nitrógeno. El compuesto es cloruro de amonio (NH₄Cl).
- 10.56 Cuando se calienta magnesio en presencia de aire se obtiene 1,66 g de óxido de magnesio por cada 1,00 g de magnesio que reacciona.
- Si calentamos 4,50 g de magnesio en presencia de aire y se oxida todo el magnesio, ¿cuál será la masa de óxido de magnesio obtenido?

$$m_{\text{MgO}} = 4,50 \text{ (g Mg)} \cdot \frac{1,66 \text{ (g MgO)}}{1,00 \text{ (g Mg)}} = 7,47 \text{ g MgO}$$