

02

Sistemas materiales



Qué importancia creo que tendrá la memoria en el estudio de esta unidad?



En la naturaleza están presentes multitud de cambios de estado. Debatid en grupo y responder a las siguientes preguntas.

1. ¿Qué es la escarcha? ¿Cuándo se puede ver?
2. ¿Qué es el rocío?
3. ¿Qué otros cambios de estado puedes identificar? Poned ejemplos.

01 La materia

La materia es lo que constituye todos los cuerpos del universo. Estos cuerpos tienen algo en común, tienen masa y ocupan un lugar en el espacio, por tanto:

* Materia es todo aquello que tiene masa y ocupa un volumen.

La masa y el volumen son propiedades comunes a todos los cuerpos, son las denominadas **propiedades generales** de la materia. Estas propiedades no sirven para identificar las sustancias de las que están formados los cuerpos.

Existen otras **propiedades** llamadas **características** que son específicas de cada sustancia y, por tanto, permiten identificar dicha sustancia. Son propiedades características: la densidad, el punto de ebullición o el punto de fusión.



Todos los cuerpos del universo son materia.

01.1 Una propiedad característica de la materia. La densidad

Si colocas una esfera de hierro y otra de madera del mismo tamaño sobre cada uno de los platillos de una balanza, observarás que, aunque las dos esferas tienen igual volumen, la esfera de hierro tiene mayor masa que la de madera. ¿Por qué?

En lenguaje científico se dice que el hierro es más denso que la madera, es decir, tiene mayor cantidad de materia por unidad de volumen. La magnitud que relaciona la masa y el volumen se denomina densidad.



DENSIDADES DE ALGUNAS SUSTANCIAS MEDIDAS A 20 °C	
Sustancia	Densidad (kg/m ³)
Aceite	920
Agua	1000
Agua de mar	1025
Aire	1,3
Azufre	1960
Hierro	7900
Mármol	2700

* La **densidad (d)** de un cuerpo es la masa que contiene cada unidad de volumen.

$$d = \frac{m}{v}$$

Cada sustancia tiene una densidad que le corresponde solo a ella, por lo que la densidad de un cuerpo es una propiedad característica de dicho cuerpo.

La unidad de densidad en el Sistema Internacional es kg/m³, aunque a veces se puede encontrar expresada en otras unidades como g/cm³ o g/L.

$$1 \text{ m}^3 \Rightarrow 10^6 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ kg} \Rightarrow 10^3 \text{ g}$$

$$1 \text{ cm}^3 \Rightarrow 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ g} \Rightarrow 10^{-3} \text{ kg}$$

Recuerda

Para multiplicar potencias de la misma base se deja la misma base y se suman los exponentes:

$$10^3 \cdot 10^2 = 10^5 \quad 10^{-5} \cdot 10^3 = 10^{-2}$$

Para dividir potencias de la misma base se deja la misma base y se restan los exponentes:

$$\frac{10^6}{10^2} = 10^4 \quad \frac{10^5}{10^3} = 10^2$$

EJEMPLO

Tienes un trozo irregular de una sustancia que no se disuelve en agua y cuya naturaleza necesitas descubrir. Para ello dispones de una balanza, una probeta y agua.

¿Qué procedimiento debes utilizar para resolver el problema?

1. Mide la masa de la sustancia con la balanza.

$$m = 158 \text{ g} \Rightarrow m = 158 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

2. Añade agua a la probeta y anota el volumen, V₁. A continuación, introduce la sustancia en la probeta con agua y, como consecuencia de ello, observarás que se produce un aumento de volumen en la probeta, anota este nuevo valor de volumen, V₂, la diferencia de los dos valores corresponde al volumen del cuerpo.



$$V = V_2 - V_1$$

$$V = 50 \text{ mL} - 30 \text{ mL} = 20 \text{ mL} \Rightarrow V = 20 \text{ cm}^3 \Rightarrow V = 20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

3. Con la masa y el volumen calcula la densidad:

$$d = \frac{m}{v} \Rightarrow d = \frac{158 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3} = 7900 \text{ kg/m}^3$$

Busca el valor obtenido en las tablas y comprobarás que la sustancia problema es hierro.

ACTIVIDADES

- 1 Según lo que acabas de estudiar, explica qué sustancia, agua o aceite, flotaría sobre la otra en un vaso.
- 2 Calcula en unidades del Sistema Internacional la densidad de una sustancia con una masa de 50 g y un volumen de 6,33 cm³. ¿A qué sustancia corresponde?
- 3 Calcula la densidad de un cubo de madera de 10 cm³ de volumen y una masa de 5 g. Expresa el resultado en la unidad del Sistema Internacional.
- 4 ¿Qué volumen debe tener un trozo de hierro para que la masa sea la misma que la del cubo de madera de la actividad anterior?
- 5 Dispones de un trozo de un material con forma cúbica, cuya arista es de 3 cm, que la colocas sobre una balanza en la que se lee 72,9 g. Calcula la densidad de dicho material y expresa el resultado en g/cm³ y en el Sistema Internacional.

Compara el resultado obtenido con los valores de la tabla e indica de qué material se trata.

02 Estados de agregación de la materia

Cualquier sustancia o elemento material, modificando sus condiciones de temperatura o presión, puede presentar cuatro estados: sólido, líquido, gaseoso y plasmático, denominados **estados de agregación de la materia**.

Fluido

Por su capacidad de fluir, a los líquidos y a los gases se les conocen también con el nombre de fluidos.

Sólido

Su forma y su volumen son constantes, ya que no pueden comprimirse ni expandirse.



Líquido

Adquiere la forma del recipiente que lo contiene pero su volumen es constante, ya que los líquidos se comprimen o se expanden muy poco.



Gaseoso

Adopta la forma del recipiente que lo contiene y puede variar su volumen al comprimirse o expandirse.



Plasmático

No tiene forma ni volumen definido. Sus partículas poseen carga eléctrica, por lo que es un excelente conductor de la corriente.



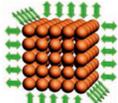
02.1 Teoría cinética

La forma de ordenarse y de unirse las partículas que constituyen una sustancia en cada uno de sus cuatro estados de agregación tiene una explicación científica.

La **teoría cinética** considera que la materia está formada por partículas extremadamente pequeñas que se encuentran en continuo movimiento.

Sólido

Sus partículas se encuentran muy próximas entre sí y unidas por grandes fuerzas por lo que su **volumen** es **constante**. Dichas partículas ocupan posiciones fijas alrededor de las cuales vibran, pero no pueden desplazarse. Esto explica que su **forma** también sea **constante**.



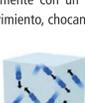
Líquido

Sus partículas se unen por fuerzas más débiles que las de los sólidos y forman grupos separados por pequeñas distancias, por ello su **volumen** se considera **constante**. Estos grupos se deslizan unos sobre otros para adoptar **forma distintas**.



Gaseoso

Sus partículas están separadas por grandes distancias y unidas por fuerzas muy débiles. Esto permite que se desplacen libremente con un movimiento caótico, se separen y ocupen el volumen del que disponen. En dicho movimiento, chocan entre ellas y con las paredes del recipiente produciendo **presión**.



Plasmático

Sus partículas se mueven libremente y cuanto mayor es la temperatura más rápido se mueven, y al colisionar se desprenden de electrones. El Sol es un plasma gigantesco, lleno de átomos de hidrógeno y helio que debido a las elevadas temperaturas que se generan (15 000 000 °C) han perdido total o parcialmente sus electrones.



02.2 La teoría cinética y la temperatura

Cuanto mayor es la velocidad que llevan las partículas, mayor es la energía que tienen debida al movimiento. A esta energía se la denomina **energía cinética** y está relacionada con la temperatura de los cuerpos.

La **temperatura** es la magnitud que mide la energía cinética media de las partículas de un cuerpo.

La unidad básica en el Sistema Internacional de la magnitud física **temperatura termodinámica** (T) es el **kelvín**, (K). También se utiliza la **temperatura Celsius** (t), cuya unidad es el **grado Celsius** ($^{\circ}\text{C}$). El grado Celsius se define a partir del Kelvin mediante la expresión:

$$t(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273 \text{ K o más exactamente } t(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,16 \text{ K}$$



Termómetro: aparato para medir la temperatura cuyo funcionamiento se basa en la dilatación que sufre una sustancia al aumentar la temperatura.

La teoría cinética

1 Se añaden unas gotas de tinta negra a un vaso con agua, al cabo de un rato se observa que toda el agua se ha oscurecido. La explicación es que las partículas de agua, en sus choques con las de tinta, hacen que estas se repartan por todo el líquido.



2 Se añade ahora azúcar a un recipiente con agua y se observa que, con el tiempo, se disuelve aunque la mezcla se agite. La explicación es que las partículas del agua colisionan con el azúcar produciendo su disolución.



ACTIVIDADES

- Busca en el diccionario y escribe en tu cuaderno el significado de la palabra *cinética*.
- ¿Cómo explicas el movimiento del humo en una habitación?
- ¿Cómo explicarías, según la teoría cinética, que los sólidos se dilatan al aumentar la temperatura?
- ¿Qué le sucede a un globo lleno de aire si se pone cerca de una fuente de calor?
- Expresa en kelvín estas temperaturas.
 - 15 °C
 - 0 °C
 - 25 °C
 - 70 °C
- Expresa en grados celsius las siguientes temperaturas
 - 0 K
 - 125 K
 - 290 K
 - 310 K

03 Los cambios de estado

Si una botella con agua se mete en el congelador, al cabo de un tiempo el agua se habrá congelado; si se saca un cubito de hielo y se pone a temperatura ambiente, se fundirá; si se calienta un recipiente con agua puede hervir; es decir, cambiando la temperatura de una sustancia se puede modificar su estado.



***** El **cambio de estado** es un proceso físico por el que una sustancia pasa de un estado a otro sin que se altere la naturaleza de la sustancia.

En los cambios de estado influyen dos factores: la presión y la temperatura.

03.1 Efecto de la presión

El agua hierve antes en la cima de una montaña que a nivel del mar; esto indica que el cambio de estado que tiene lugar depende de la presión exterior, es decir, de la presión que ejerce la atmósfera sobre la sustancia que va a cambiar de estado.

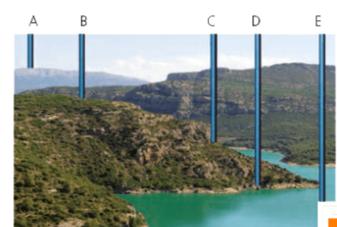
La atmósfera es la envoltura de aire que rodea la Tierra y está formada por una mezcla de gases en distinta proporción: nitrógeno, oxígeno, argón, dióxido de carbono, vapor de agua y otros gases en cantidades variables. Estos gases, que tienen masa y pesan, ejercen una presión sobre la superficie terrestre y sobre todos los cuerpos que se encuentran en ella. Dicha presión se denomina presión atmosférica.

***** **Presión atmosférica** es la presión que ejerce la atmósfera sobre la superficie terrestre y sobre los cuerpos que se encuentran en ella.

A mayor altura, la cantidad de aire que hay sobre la superficie de la Tierra es cada vez menor; es decir, la presión atmosférica decrece con la altitud. Si la altura es lo suficientemente grande como para salirnos de la atmósfera, la presión será nula; por tanto, cuanto mayor sea la altura más fácil será el paso de líquido a gas.

Los **efectos producidos por la presión** pueden ser de dos tipos:

- Una disminución de presión favorece los cambios de estado en los que se produce un aumento de volumen de las moléculas: fusión, vaporización y sublimación.
- Un aumento de presión favorece los cambios de estado en los que se produce una disminución del volumen de las moléculas: solidificación, condensación y sublimación inversa.



La presión atmosférica aumenta desde A-montaña, B-ladera, C-altiplano, D-suelo, E-nivel del mar.

Ten en cuenta

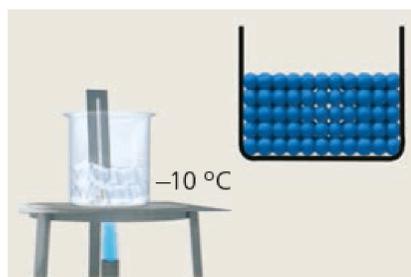
Otra unidad de la presión, fuera del SI, es la **atmósfera (atm)**.
 $1 \text{ atm} \Rightarrow 10^5 \text{ Pa} \Rightarrow 10^3 \text{ hPa}$

La unidad de presión en el Sistema Internacional es el **pascal (Pa)**. Una unidad derivada del pascal es el **hectopascal (hPa)**.

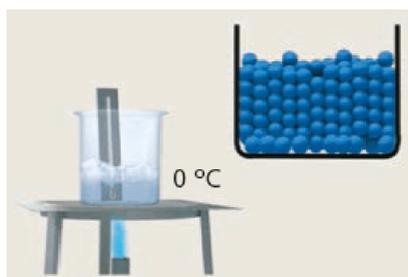
$$1 \text{ hPa} \Rightarrow 10^2 \text{ Pa}$$

03.2 Efecto de la temperatura

Para que se produzca un cambio de estado debe producirse un aumento o una disminución de la energía que tiene un cuerpo, lo que se manifiesta por un cambio de temperatura. Así, por ejemplo, el proceso de calentamiento de un cubo de hielo, inicialmente a -10 °C sería el siguiente:



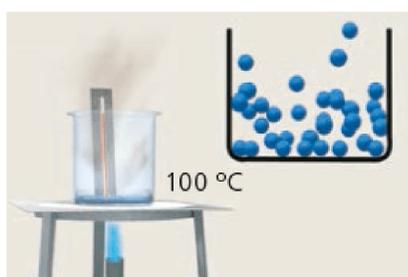
La temperatura del hielo comienza a aumentar desde -10 °C hasta alcanzar 0 °C .



Empieza a fundirse el hielo, y la temperatura permanece constante a 0 °C durante el tiempo que dura la fusión.



Una vez fundido el hielo, la temperatura del agua aumenta hasta alcanzar los 100 °C .



El agua hierve y la temperatura se estabiliza hasta que toda el agua líquida se transforma en agua en estado de vapor.

Representación y análisis de una gráfica

La manera más visual y sencilla de interpretar un fenómeno es a través de representaciones gráficas. Así, para construir la gráfica del experimento anterior:

- 1 Se anotan las temperaturas que el hielo alcanza durante el tiempo que dura el calentamiento. Con estos datos se elabora la tabla de datos adjunta.
- 2 Se representan los valores de la temperatura, $t \text{ (°C)}$, en el eje de ordenadas y los del tiempo, $t \text{ (min)}$, en el eje de abscisas y se obtiene la siguiente gráfica:



$t \text{ (min)}$	0	1	2	12	13	14
$t \text{ (°C)}$	-10	0	0	100	100	110

El análisis de esta gráfica indica que durante el tiempo en el que el termómetro marca 0 °C y 100 °C la temperatura permanece constante; es decir, mientras se produce la fusión y la ebullición la temperatura no varía porque el calor suministrado se usa para que la sustancia cambie su estructura en vez de para aumentar la temperatura.

ACTIVIDADES

- 12 ¿Por qué los habitantes de las montañas del Tíbet no se queman cuando toman el té hirviendo?
- 13 ¿Por qué un cocido se hace antes en una olla a presión que en una cacerola normal?
- 14 ¿Dónde será mayor la presión atmosférica, en Ávila o en Alicante?
- 15 Dibuja la gráfica de una cantidad de agua que se encuentra inicialmente a 120 °C y alcanza al final -5 °C .

04 La teoría cinética y los cambios de estado

Vaporización

La **vaporización** es el proceso mediante el cual una sustancia en estado líquido pasa al estado gaseoso. En el estado líquido las partículas están en continuo movimiento, pero no con la misma velocidad; según sea esta velocidad el cambio de estado se produce de dos formas: por **evaporación** y por **ebullición**.

Evaporación



La **evaporación** se produce de forma lenta, en la superficie del líquido y a cualquier temperatura.

Las partículas de un líquido se mueven chocando entre sí, por lo que llevan velocidades distintas, las más rápidas y con mayor energía cinética, llegan a la superficie del líquido y se escapan pasando a estado gaseoso, el líquido se evapora.

A mayor temperatura, habrá más moléculas, en la superficie del líquido, con la energía suficiente para pasar a gas y se producirá más evaporación.

Ebullición



La **ebullición** se produce de forma rápida a la **temperatura de ebullición** y en toda la masa del líquido.

Al elevar progresivamente la temperatura de un líquido, sus partículas adquieren mayor energía cinética y se mueven cada vez más rápido, hasta vencer el peso que soportan, debido a la presión atmosférica; en este momento el líquido se vaporiza, en su interior, formando burbujas que a medida que suben a la superficie se hacen más grandes hasta romperse y escapar del líquido; momento en el que el líquido hierve.

El punto de ebullición de una sustancia es una propiedad característica de ella y sirve para identificarla. Cuanto menor es la presión atmosférica, menor es la temperatura de ebullición por lo que hay una temperatura de ebullición para cada valor de la presión atmosférica, por tanto, es necesario fijar una presión exterior de referencia, la que corresponde a 10^5 Pa.

Punto de ebullición es la temperatura a la que un líquido hierve cuando la presión exterior es de 10^5 Pa.

La cantidad de energía que se necesita para que una sustancia se vaporice es proporcional a la masa de sustancia que se va a vaporizar. Cuando se vaporiza un kilogramo de sustancia esta energía se llama **calor latente de vaporización**.

Calor latente de vaporización, L_v , es la cantidad de calor necesaria para que 1 kg de una sustancia se funda sin cambiar de temperatura.

$$Q = m \cdot L_v$$

Como en el SI la unidad de masa es el kilogramo (kg) y la de calor el julio (J), la unidad de L_v es el julio/kilogramo (J/kg).

ALGUNOS PUNTOS DE EBULLICIÓN	
Sustancia	Punto de ebullición (°C)
Hidrógeno	-252,7
Oxígeno	-183,0
Alcohol	78
Agua	100
Plomo	1 725,0
Plata	2 210,0
Hierro	3 000,0

Condensación

Es el proceso mediante el cual una sustancia en estado gaseoso pasa al estado líquido; es, por tanto, el proceso contrario a la **vaporización**.



En la **condensación**, las partículas del gas están en continuo movimiento, chocan entre sí y con la superficie del líquido, donde pueden quedar retenidas y volver al estado líquido. De esta forma, el gas se **condensa**.

Esto es lo que ocurre, por ejemplo, cuando el vapor de agua del ambiente se condensa en las ventanas porque son las superficies más frías de toda la casa.



En la naturaleza, el fenómeno de la condensación se produce en la formación del rocío.

Un cambio de estado que produce lluvia artificial

Se toma un vaso de precipitado con agua y se calienta. Cuando el agua esté caliente, y sin dejar de calentar, se pone encima del vaso un vidrio de reloj grande con unos cubitos de hielo.

Se observa la formación de gotitas en la parte inferior del vidrio de reloj que se van haciendo cada vez mayores hasta que caen de manera continua. Esto es lo que sucede cuando se saca una lata del frigorífico y entra en contacto con el aire, el vapor de agua del ambiente se condensa por la baja temperatura de la lata.



EJEMPLO

¿Qué cantidad de calor se necesitará para que 500 g de agua a 100 °C pasen a vapor? El calor latente de vaporización del agua es $2\,245 \cdot 10^3$ J/kg.

El calor latente de vaporización del agua es el calor necesario para que 1 kg de agua cambie de estado líquido a gaseoso; por tanto, para vaporizar 0,5 kg:

$$Q = m \cdot L_v = 500 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot 2\,245\,000 \text{ J/kg} = 1\,122\,500 \text{ J}$$

ACTIVIDADES

- 16 Observa el montaje. Se trata de una espiral de papel sujeta con una chincheta a un palo y colocada sobre un radiador encendido. ¿Qué piensas que pasará con la espiral que hay sobre el radiador? ¿Por qué?
- 
- 17 ¿Por qué huelen los perfumes?
- 18 ¿Por qué cuando dejas que las manos se sequen al aire se refrescan?

Fusión y solidificación

Fusión

Es el proceso mediante el cual una sustancia en estado sólido pasa a estado líquido.



Al aumentar la temperatura de un sólido sus partículas vibran cada vez con mayor velocidad hasta que terminan por vencer las fuerzas que las mantienen unidas y se separan de las posiciones que ocupan en el cristal.

La energía suministrada al sólido se utiliza para que este se desmorone y cambie de estructura, pero no para elevar su temperatura; por eso, la temperatura se mantiene constante: es la **temperatura de fusión**. A esta temperatura el sólido se **funde**.

Solidificación

Es el proceso en el cual una sustancia en estado líquido pasa a estado sólido; es el proceso contrario a la fusión.



Al contrario que en la fusión, si un líquido se enfría, sus partículas se mueven cada vez más despacio hasta que las fuerzas de atracción entre ellas terminan por ordenar las partículas según la estructura del sólido, donde vibrarán más o menos según sea su temperatura.

La temperatura a la que el líquido **se solidifica** es igual a la **temperatura de fusión**.

El punto de fusión de una sustancia es una propiedad característica de ella y sirve para identificarla. Debido a que la presión exterior influye en los cambios de estado (cuanto menor es la presión atmosférica menor es la temperatura de fusión); por tanto, es necesario fijar una presión exterior de referencia, la que corresponde a 10^5 Pa.

Punto de fusión es la temperatura a la que una sustancia en estado sólido pasa a estado líquido cuando la presión exterior es de 10^5 Pa.

La cantidad de energía que se necesita para que la sustancia sólida pase a estado líquido se denomina **calor latente de fusión**. Esta energía es proporcional a la masa de sustancia que se va a fundir; y viene referida a cada kilogramo de sustancia:

Calor latente de fusión, L_f , es la cantidad de calor necesaria para que 1 kg de una sustancia se funda sin cambiar de temperatura.

$$Q = m \cdot L_f$$

Como en el SI la unidad de masa es el kilogramo (kg) y la de calor el julio (J), la unidad de L_f es el julio/kilogramo (J/kg).

ALGUNOS PUNTOS DE FUSIÓN	
Sustancia	Punto de fusión (°C)
Hidrógeno	-259,2
Oxígeno	-218,8
Alcohol	-141,5
Agua	0,0
Plomo	327,5
Plata	961,0
Cobre	1 083,0
Hierro	1 539,0

Sublimación

Sublimación

Es el proceso mediante el cual una sustancia en estado sólido pasa a estado gaseoso sin pasar por el del líquido.

Esto sucede en algunos sólidos que tienen partículas en su superficie con energía suficiente para pasar a estado gaseoso sin pasar por el estado líquido y producir la **sublimación**.

Un ejemplo es el hielo seco o nieve carbónica, nombre que recibe el estado sólido del dióxido de carbono, que pasa a gas sin dejar residuo líquido; por esta razón es un excelente refrigerante.



Sublimación inversa

Es el proceso mediante el cual una sustancia en estado gaseoso pasa a estado sólido sin pasar por el del líquido.

Las partículas de algunos gases, al chocar con la superficie del sólido, pueden perder energía, quedar retenidas y formar de nuevo parte del sólido. En este caso el gas sufre una **sublimación inversa**.

En la naturaleza, el fenómeno de sublimación inversa se produce en la formación de la escarcha.



EJEMPLO

El calor latente de fusión del agua es 335 000 J/kg. ¿Qué cantidad de calor hay que aplicar a 250 g de hielo, a 0 °C, para fundirlo?

El calor latente de fusión del agua es el calor necesario para que 1 kg de agua cambie de estado sólido a estado líquido; por tanto, para fundir 0,25 kg es necesario:

$$Q = m \cdot L_f = 250 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot 335\,000 \text{ J/kg}$$

$$Q = 83\,750 \text{ J}$$

ACTIVIDADES

- 19 Indica los cambios de estado que se producen:
- Sólido \leftrightarrow Líquido
 - Líquido \leftrightarrow Gaseoso
 - Gaseoso \leftrightarrow Sólido
- 20 ¿Qué cambio de estado se produce en los cometas cuando pasan cerca del Sol y se aprecia su cola?
- 21 Cuando te duchas, el espejo se pone opaco. ¿Qué ha sucedido?
- 22 ¿Por qué se mantiene constante la temperatura durante el proceso de fusión a pesar de que se sigue suministrando calor?
- 23 ¿Qué cantidad de calor se necesita para fundir 0,5 kg de plomo? Dato: L_f (Pb) = 23 000 J/kg
- 24 Si el calor latente de fusión del aluminio es 400 000 J/kg y el del plomo 23 000 J/kg, ¿qué sustancia necesitará más calor, la fusión de 300 g de aluminio o la de 2 kg de plomo?

05 Propiedades de los gases

Los gases tienen unas propiedades distintas a las de los sólidos y a las de los líquidos. Lo podemos comprobar al pasar cerca de un taller de coches en el que están pintando a pistola, se nota el olor a pintura, pues las partículas gaseosas ocupan todo el volumen disponible. También, si se pincha con una aguja un globo inflado, el aire sale por el orificio rápidamente debido a la fuerza que ejerce sobre la superficie del globo, es decir, debido a la presión.

La teoría cinética explica los hechos anteriores para los gases:

- Las partículas de los gases ocupan todo el volumen del que disponen.
- Las partículas de los gases ejercen presión al chocar contra las paredes del recipiente.
- A mayor temperatura, mayor velocidad de las partículas y mayor número de choques.

Por tanto, en los gases existen tres magnitudes que están relacionadas entre sí: presión, p , volumen, V , y temperatura, T , y un cambio en una de ellas influye en las otras dos. Estas magnitudes reciben el nombre de variables de estado.

Se dice que un gas está en un estado determinado cuando cada una de las variables de estado (p , V y T) tiene un valor concreto.

Para averiguar la relación que existe entre las variables se mantiene fija una de ellas y se experimenta con las otras dos.

05.1 El volumen disminuye al aumentar la presión

El científico inglés Robert Boyle (1627-1691) y el francés Edme Mariotte (1620-1684) trabajando por separado llegaron a la misma conclusión.

El experimento que realizaron consistía en introducir mercurio, muy lentamente, para que la temperatura no variara, en un tubo graduado en forma de «jota», con el extremo superior abierto y el inferior cerrado.

Cuanto mayor es la presión ejercida por el mercurio, menor es el volumen ocupado por el aire; por lo que estas magnitudes son inversamente proporcionales.

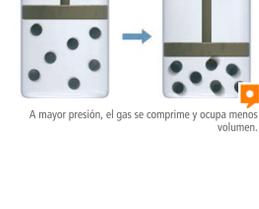
Con los datos obtenidos en este experimento, los dos científicos anuncian la ley de Boyle-Mariotte:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

Donde el subíndice 1 indica las condiciones iniciales y el 2, las finales.



Operario pintando un coche a pistola.



A mayor presión, el gas se comprime y ocupa menos volumen.



Conforme aumenta el volumen de mercurio añadido, el volumen de aire encerrado en el tubo disminuye, porque está más comprimido.



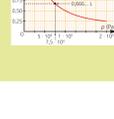
EJEMPLO 1

Representa gráficamente los valores de la presión (Pa) frente a los del volumen (L) de la tabla y calcula, a partir de ella, el volumen que ocupará el gas cuando la presión sea de $7,5 \cdot 10^4$ Pa.

Presión (Pa)	$2,5 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^5$	$1,25 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$
Volumen (L)	2,00	1,00	0,50	0,40	0,25

Al representar la presión (p) en el eje de ordenadas, frente al volumen (V) en el eje de abscisas se obtiene la gráfica que representa la ley de Boyle-Mariotte.

Así, a $7,5 \cdot 10^4$ Pa le corresponde un volumen de 0,67 L.



EJEMPLO 2

Un gas ocupa un volumen de 20 cm^3 cuando la presión a la que está sometido es de 10^5 Pa. Calcula el volumen que ocupará dicho gas si se le somete a una presión de $1,25 \cdot 10^5$ Pa, manteniendo constante la temperatura.

Se identifican los datos y las incógnitas del ejemplo:

$$V_1 = 20 \text{ cm}^3; p_1 = 10^5 \text{ Pa}; p_2 = 1,25 \cdot 10^5 \text{ Pa}; V_2 = ?$$

Se aplica la ley de Boyle-Mariotte: $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

Y se sustituyen los datos:

$$10^5 \text{ Pa} \cdot 20 \text{ cm}^3 = 1,25 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot V_2$$

$$V_2 = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 20 \text{ cm}^3}{1,25 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = 16 \text{ cm}^3$$

ACTIVIDADES

- Dispones de dos ruedas de bicicleta idénticas. En la primera rueda introduces una pequeña cantidad de aire con un inflador, y llenas completamente de aire la segunda. ¿Qué diferencias habrá en el volumen, la temperatura y la presión del aire en ambas ruedas?
- Si comprimes mucho un globo inflado, ¿por qué estalla?
- Dentro de una bombona el butano se encuentra en estado líquido. ¿Qué ocurre cuando se abre la válvula?
- Busca información de los aparatos utilizados para medir la presión, por ejemplo el manómetro.
- Basándote en la representación gráfica del ejemplo 1, calcula la presión a la que estaría sometido el gas si su volumen fuera 0,33 L.
- A la presión de $2 \cdot 10^5$ Pa cierta cantidad de un gas ocupa 0,25 L. ¿Cuál será la presión a la que se encontraría sometido si su volumen fuera 1 L?

05.2 El volumen aumenta con la temperatura

Hace dos siglos los físicos franceses Joseph Gay-Lussac y Jacques Charles estudiaron el comportamiento de los gases a presión constante.

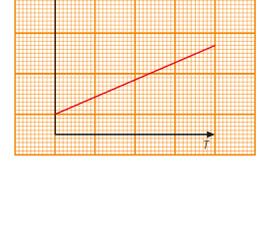
Así, por ejemplo, un globo lleno de aire situado sobre un radiador aumenta de tamaño.



Si se utilizan gases distintos el experimento produce resultados similares, y con ellos los físicos anteriores enunciaron la 1.ª ley de Charles y Gay-Lussac.

Para la misma masa de gas, si la presión se mantiene invariable, cuando la temperatura aumenta el volumen también aumenta y viceversa.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$



Donde los subíndices 1 indican las condiciones iniciales y los subíndices 2, las finales. Para una misma masa de gas a presión constante, el volumen y la temperatura, expresada en kelvin (K), son directamente proporcionales.

La representación gráfica de esta ley, situada en el margen, viene dada por una recta, que expresa que un aumento en la temperatura del gas produce un aumento de su volumen.

EJEMPLO

Un gas ocupa un volumen de 2 L a 298 K. Calcula el volumen que ocupará dicho gas si se calienta a 50 °C, manteniendo constante la presión.

Para calcular el volumen se aplica la primera ley de Charles y Gay-Lussac:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

La temperatura se expresa en kelvin: $K = 273 + 50 = 323$

$$\frac{2 \text{ L}}{298 \text{ K}} = \frac{V_2}{323 \text{ K}} \Rightarrow V_2 = 2,17 \text{ L}$$

ACTIVIDADES

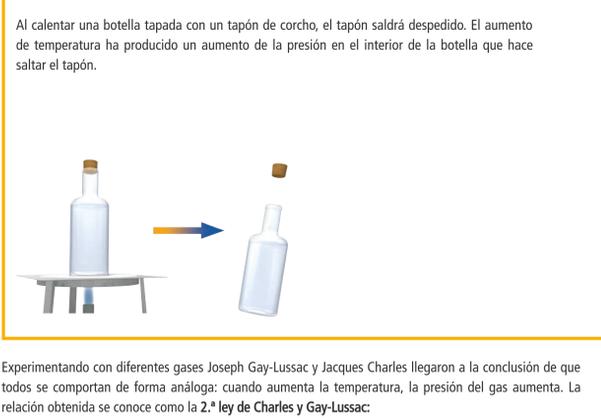
- Explica razonadamente cómo ascienden o descienden los globos aerostáticos.
- Calcula el volumen que ocupa un gas a 273 K, si a 298 K ocupa 10 L.
- Representa gráficamente los volúmenes frente a sus correspondientes temperaturas dados en la tabla siguiente:

V (L)	1,00	1,10	1,28	1,37
T (K)	273	300	350	375

¿Cuál es la relación entre el volumen y la temperatura?

05.3 La presión aumenta con la temperatura

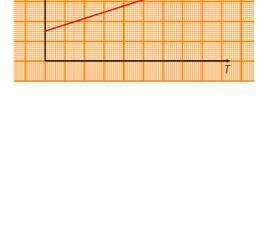
Los físicos Joseph Gay-Lussac y Jacques Charles también estudiaron el comportamiento de un gas cuando se calienta a volumen constante.



Experimentando con diferentes gases Joseph Gay-Lussac y Jacques Charles llegaron a la conclusión de que todos se comportan de forma análoga: cuando aumenta la temperatura, la presión del gas aumenta. La relación obtenida se conoce como la 2.ª ley de Charles y Gay-Lussac:

Para la misma masa de gas, si el volumen se mantiene invariable, cuando la temperatura aumenta la presión también aumenta y viceversa.

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$



Donde los subíndices 1 indican las condiciones iniciales y los subíndices 2, las finales. Es decir, para una misma masa de gas a volumen constante, la presión y la temperatura, expresada en kelvin, son directamente proporcionales.

La representación gráfica de esta ley viene dada por una recta, que expresa que un aumento en la temperatura del gas produce un aumento de su presión.

EJEMPLO

Si a 45 °C un gas soporta una presión de $6,05 \cdot 10^4$ Pa, ¿qué presión tendrá ese mismo gas cuando la temperatura aumente a 125 °C?

Para calcular la presión se aplica la segunda ley de Charles y Gay-Lussac:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Las temperaturas se expresan en kelvin: $T_1 = 273 + 45 = 318$ $T_2 = 273 + 125 = 398$

$$\frac{p_1}{318 \text{ K}} = \frac{6,05 \cdot 10^4 \text{ Pa}}{398 \text{ K}} \Rightarrow p_2 = 4,8 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

ACTIVIDADES

- Es frecuente en la carretera, cuando hace calor, que se produzca el reventón de una rueda. Con todo lo que ya sabes, intenta dar una explicación a este hecho.
- Si a 25 °C un gas soporta una presión de $1,1 \cdot 10^5$ Pa, ¿qué presión tendrá ese mismo gas cuando la temperatura ascienda a 50 °C?

06 Clasificación de la materia

Según su composición, la materia se puede clasificar en **sustancias puras** y en **mezclas**.

Materia

Sustancias puras

Están formadas por un solo componente y sus propiedades son constantes.

Algunas sustancias puras se pueden encontrar en el hogar, como, cobre, sal (cloruro de sodio) o azúcar (sacarosa).



Mezclas

Están constituidas por varias sustancias puras y sus propiedades varían con su composición.

El agua del mar, que contiene agua y diferentes tipos de sales; el agua que bebemos (embotellada o del grifo); la atmósfera, formada de oxígeno, ozono...; son algunos ejemplos de mezclas.



Las sustancias puras se diferencian en **sustancias simples** y **compuestos químicos**, y las **mezclas** pueden ser **homogéneas** y **heterogéneas**.

Sustancias simples o elementos

Son sustancias puras formadas por uno o varios átomos de un mismo elemento químico.

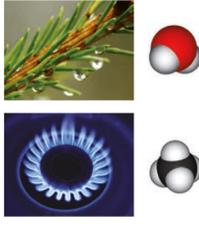
Metales, como el hierro (Fe); no metales como el bromo (Br₂), son sustancias simples



Compuestos químicos o compuestos

Son sustancias puras formadas por átomos de dos o más elementos químicos diferentes.

Algunos compuestos son el agua pura (H₂O), el gas metano (CH₄)...



Mezclas homogéneas

Las mezclas **homogéneas**, o disoluciones, son aquellas que a simple vista no se distinguen sus componentes.

Son mezclas homogéneas el agua embotellada, los refrescos...



Mezclas heterogéneas

Las mezclas **heterogéneas** son aquellas que a simple vista se distinguen sus componentes.

Los helados y el agua con aceite son ejemplos de mezclas heterogéneas.



Algunas de las propiedades características de la materia son:

	PUNTOS DE FUSIÓN Y DE EBULLICIÓN	DENSIDAD	COLOR	SABOR Y OLOR	DUREZA
SUSTANCIA PURA	Constantes	Constante	Constante	Constantes	Constante
MEZCLA	Variables	Variable	Variable	Variables	Variable

En la tabla anterior se observa que las sustancias puras tienen propiedades constantes; por ejemplo, los puntos de ebullición, sin embargo las mezclas los tienen variables.

Identificación de una sustancia pura

En el laboratorio, existe un frasco sin etiquetar que contiene un líquido incoloro de aspecto uniforme, y se quiere averiguar si es una sustancia pura o no, ¿cómo se hace?

Para averiguar si el líquido es una sustancia pura, se toma una cantidad del líquido y se pone a hervir, simultáneamente se mide la temperatura de ebullición.

Si la temperatura se mantiene fija es una sustancia pura; si cambia, es una disolución.

Identificación de una mezcla homogénea

Una compañera de clase trae al laboratorio un frasco que contiene agua de mar. ¿Cómo se podría comprobar que se trata de una mezcla homogénea?

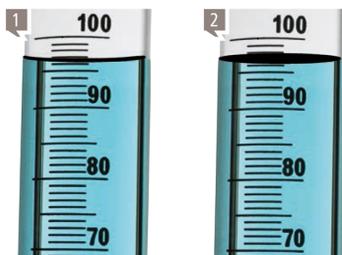
Para comprobarlo, se toma una cantidad de agua de mar y se pone en un recipiente a hervir, y a la vez, se mide su temperatura.

Cuando el agua se vaya vaporizando se mide la temperatura de ebullición, y se observa que no se mantiene constante; por tanto, el agua de mar es una mezcla. Y es homogénea porque sus componentes no se aprecian a simple vista.

Medida de volúmenes

Para realizar la medida de un volumen, se añade una determinada cantidad de líquido en un aparato de medida de volumen (una probeta) y se observa la curvatura que se produce en la superficie del líquido. Esta curvatura, llamada **menisco**, puede adoptar, según el líquido del que se trate, dos formas, como se indica en la figura, y requiere una manera distinta de medir el volumen.

En el caso 1, de curvatura cóncava, el valor del volumen corresponde a la altura del punto más bajo de la superficie del líquido y en el caso 2, de curvatura convexa, a la del punto más alto de la superficie del líquido.



ACTIVIDADES

36 Clasifica en mezclas heterogéneas, homogéneas, sustancias simples y compuestos, estas sustancias:

- a. Agua destilada
- b. Agua embotellada
- c. Aire
- d. Leche
- e. Hierro
- f. Cloro

37 Se dispone de un líquido incoloro de aspecto uniforme que hierve a temperatura constante, al introducir en el líquido los dos terminales de una pila se observa el desprendimiento de gases en ambos electrodos. Se tratará de una sustancia simple o de un compuesto.

07 Disoluciones

El agua y la sal son sustancias puras: cada una de ellas tiene unas propiedades que la caracterizan. Pero ¿qué sucede si se mezclan?

Si mezclamos agua con sal, esta última «desaparece» y pasa a formar parte del líquido, obteniéndose una mezcla de aspecto homogéneo, igual en todas sus partes, en la que la sal no puede distinguirse. La sal se ha disuelto en el agua.

Entonces, ¿qué diferencia a un compuesto de una disolución, si ambos están formados por dos o más sustancias puras?

Las disoluciones pueden contener, dentro de unos límites, distintas cantidades de sustancia disuelta, es decir, pueden estar en proporciones variables, mientras que los compuestos son la unión de dos o más elementos en proporciones fijas.



Los refrescos que tomamos están constituidos por agua, dióxido de carbono, azúcar y aromatizantes.

* Las **disoluciones** son mezclas homogéneas formadas por varias sustancias puras en proporciones variables.

Disolución

Disolvente

Es la sustancia componente de una disolución, en la que se disuelve el soluto, y que generalmente se encuentra en mayor proporción.



Soluto

Es la sustancia o sustancias que se disuelven y que generalmente están en menor cantidad.

Coloides

Los coloides o suspensiones coloidales son una mezcla de dos o más sustancias: el disolvente o fase fluida, y el soluto o fase dispersa, cuyas partículas se denominan micelas.

Se diferencian de las disoluciones en que el tamaño de sus partículas es mayor, por lo que su aspecto no es transparente.

Algunos coloides son la gelatina, la mayonesa y la mantequilla.



07.1 Clasificación de las disoluciones por su estado físico

DISOLUCIÓN	DISOLVENTE	SOLUTO	EJEMPLO
Gaseosa	Gas	Gas	Aire
		Líquido	Niebla
		Sólido	Humo con cenizas
Líquida	Líquido	Gas	Agua con gas
		Líquido	Agua y alcohol
		Sólido	Agua del mar
Sólida	Sólido	Gas	Rocas volcánicas con óxidos de azufre
		Líquido	Amalgamas (mercurio + otro metal)
		Sólido	Acero (hierro + carbono)

07.2 Clasificación de las disoluciones por la cantidad de soluto

Diluidas

Contienen menor cantidad de soluto de la que podrían disolver.



Concentrada

Son las que contienen progresivamente mayor cantidad de soluto.



Saturadas

Contienen todo el soluto que pueden disolver a una temperatura determinada.



Sobresaturadas

Contienen más soluto del que corresponde a esa temperatura.



Obtención de una disolución sobresaturada

Para obtener una disolución sobresaturada se parte de una disolución con exceso de soluto. Se calienta la disolución y el soluto se disuelve.

A continuación se deja enfriar, en reposo y lentamente, hasta la temperatura inicial. El soluto permanece disuelto en mayor cantidad a la que corresponde a esa temperatura: la disolución está sobresaturada.

Las disoluciones sobresaturadas son inestables, basta con agitarlas ligeramente para que se separe todo el soluto que sobra y se deposite en el fondo.

ACTIVIDADES

38 Se dispone de cuatro sustancias:

- A. Líquido azulado que al hervir aumenta su punto de ebullición y que al dejarlo enfriar lentamente genera un sólido azul que se deposita en el fondo del recipiente.
- B. Sólido blanco de aspecto cristalino y punto de fusión constante, que al someterlo a altas temperaturas produce otro sólido de aspecto amorfo de menor masa.
- C. Líquido incoloro con punto de ebullición constante que al someterlo a una electrólisis produce dos gases incoloros.
- D. Sólido de color rojo conductor de la electricidad, de punto de fusión constante, que no se altera al paso de la corriente y no se descompone por el calor.
 - a. ¿Cuál o cuáles de estas sustancias son disoluciones?
 - b. ¿Cuál o cuáles de estas sustancias son compuestos?

39 La composición aproximada del aire es 21 % de oxígeno, 78 % de nitrógeno y 1 % de argón. ¿Cuál es el disolvente y cuáles son los solutos?

40 El bronce es una mezcla de cobre y un poco de estaño. ¿En qué tipo de disolución lo clasificarías?

08 Concentración de una disolución

Otra forma de clasificar las disoluciones consiste en relacionar la cantidad de soluto y de disolvente; para ello se define una magnitud denominada concentración.

* La **concentración** de una disolución es la cantidad de soluto disuelta en una cantidad determinada de disolvente o de disolución.

$$\text{Concentración} = \frac{\text{cantidad de soluto}}{\text{cantidad de disolvente o de disolución}}$$

08.1 Expresiones de la concentración

Tanto por ciento en masa

Es la masa de soluto que hay por cada 100 unidades de masa de disolución.

*
$$\% \text{ en masa} = \frac{\text{masa (g) de soluto}}{\text{masa (g) de disolución}} \cdot 100$$

Así, si la masa se mide en gramos, una disolución al 5 % contiene 5 gramos de soluto en 100 g de disolución.

Tanto por ciento en volumen

Es el volumen de soluto que hay por cada 100 unidades de volumen de disolución.

*
$$\% \text{ en volumen} = \frac{\text{volumen (L) de soluto}}{\text{volumen (L) de disolución}} \cdot 100$$

Por ejemplo, una disolución del 8 % en volumen contiene 8 L de soluto por cada 100 litros de disolución.

Concentración en masa o g/L

Es la masa de soluto, expresada en gramos, por cada litro de disolución. Esta forma de medir la concentración suele nombrarse directamente con las unidades que la representan: concentración en gramos por litro.

*
$$\text{g/L} = \frac{\text{masa (g) de soluto}}{\text{volumen (L) de disolución}}$$

Por ejemplo, una disolución de 10 g/L contiene 10 g de soluto disueltos en 1 L de disolución.

Ten en cuenta

El porcentaje de una sustancia en una mezcla sólida suele denominarse **riqueza**. Así, por ejemplo, un acero tiene una riqueza del 5 % de carbono, cuando en 100 g de acero hay 5 g de carbono.

Observa

- El resultado del tanto por ciento en masa y el del tanto por ciento en volumen no tienen unidades.

- La concentración en masa se expresa en g/L.

EJEMPLOS

- 1 Se dispone de una disolución que contiene 8 g de cloruro de sodio (NaCl) en 192 g de agua destilada. Calcula el tanto por ciento en masa de dicha disolución.

Se aplica la expresión de tanto por ciento en masa:

$$\% \text{ en masa} = \frac{\text{masa (g) d e soluto}}{\text{masa (g) d e disolución}} \cdot 100$$

donde la masa de la disolución es la masa del soluto más la del disolvente:

$$\% \text{ de NaCl} = \frac{8 \text{ g}}{192 \text{ g} + 8 \text{ g}} \cdot 100$$

$$\% \text{ de NaCl} = 4 \% \text{ de NaCl}$$

- 2 Calcula la cantidad de estaño contenida en 200 g de bronce si su riqueza es del 18 %.

$$\% \text{ de riqueza} = \frac{\text{masa (g) d e soluto}}{\text{masa (g) d e disolución}} \cdot 100$$

$$\text{masa de estaño} = \frac{\% \text{ de riqueza} \cdot \text{masa (g) de disolución}}{100}$$

$$\text{masa de estaño} = \frac{18 \cdot 200 \text{ g}}{100} = 36 \text{ g de estaño}$$

- 3 ¿Cuál es la concentración, en tanto por ciento en volumen, de una disolución preparada disolviendo 15 mL de agua oxigenada (H₂O₂) en 1 L de agua?

Se expresa el volumen de agua en mL: 1 L = 1 000 mL

Se calcula el volumen de la disolución:

$$V(d + s) = V(s) + V(d) = 15 \text{ mL} + 1 000 \text{ mL} = 1 015 \text{ mL}$$

Se aplica la expresión de la concentración:

$$\% \text{ en volumen} = \frac{\text{volumen (L) d e soluto}}{\text{volumen (L) d e disolución}} \cdot 100$$

$$\% \text{ en volumen de H}_2\text{O}_2 = \frac{15 \text{ mL}}{1 015 \text{ mL}} \cdot 100$$

$$\% \text{ en volumen de H}_2\text{O}_2 = 1,48 \% \text{ de H}_2\text{O}_2$$

- 4 Calcula la concentración en masa de una disolución que contiene 2 g de soluto en 250 mL de disolución.

Aplicando la expresión de la concentración en g/L:

$$\text{g/L} = \frac{\text{masa (g) de soluto}}{\text{volumen (L) de disolución}}$$

Y sustituyendo los datos:

$$\text{g/L} = \frac{2 \text{ g d e s oluto}}{0,25 \text{ L d e d isolución}}$$

$$\text{Concentración en masa} = 8 \text{ g/L}$$

ACTIVIDADES

- 41 Calcula la concentración, expresada en tanto por ciento en masa, de una disolución formada añadiendo 5 g de cloruro de sodio a 30 g de agua destilada.
- 42 Se desea preparar 150 g de una disolución de cloruro de potasio (KCl), del 10 % en masa.
- ¿Qué masa de cloruro de potasio se necesitará?
 - ¿Y de agua?
- 43 Calcula la cantidad de carbono y de hierro contenido en una pieza de 300 g de un acero del 8 % de contenido de carbono.
- 44 ¿Qué es el grado alcohólico? Calcula el grado alcohólico de una cerveza que contiene 17 cm³ de alcohol en una botella de 1/3 de litro.

09 Separación de mezclas

Para separar las sustancias de una mezcla heterogénea u homogénea se utilizan procedimientos basados en las propiedades físicas de dichas sustancias.

09.1 Separación de las sustancias de una mezcla heterogénea

Métodos basados en el grosor de las partículas

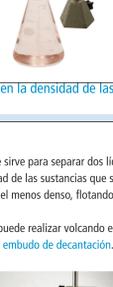
Tamizado

Un tamiz es una rejilla que permite el paso de partículas menores que el diámetro de su agujero. Así, se pueden separar sustancias con distinto tamaño de partícula.



Filtración

Sirve para separar mezclas de sólidos y líquidos. El sólido, con partículas más gruesas, queda retenido en un filtro que puede ser de papel, tela, porcelana, etc.

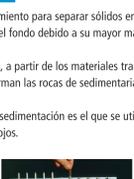


Métodos basados en la densidad de las sustancias

Decantación

Es un método que sirve para separar dos líquidos inmiscibles (no se mezclan), y está basado en la distinta densidad de las sustancias que se quieren separar. El líquido más denso se sitúa en la parte inferior y el menos denso, flotando sobre el anterior.

La separación se puede realizar volcando el líquido de arriba en otro recipiente, pero es más preciso utilizar un embudo de decantación.

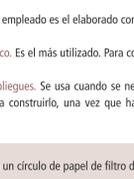


Sedimentación

Es un procedimiento para separar sólidos en suspensión en un líquido. Las partículas sólidas se depositan en el fondo debido a su mayor masa.

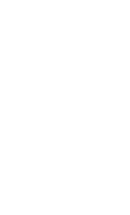
De esta forma, a partir de los materiales transportados por el viento o las aguas hasta el fondo del mar, se forman las rocas de sedimentarias.

El método de sedimentación es el que se utiliza en un análisis de sangre para la separación de los glóbulos rojos.



Método de separación magnética o imantación

Es un método de separación de sustancias con propiedades magnéticas; así, alguna de las sustancias de la mezcla es atraída por un imán.



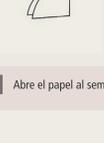
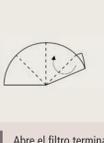
Elaboración de filtros

La filtración se basa en el distinto tamaño de las partículas que se quiere separar.

El filtro más empleado es el elaborado con papel de filtro. Hay dos tipos:

El filtro cónico. Es el más utilizado. Para construirlo, realiza solo los tres primeros pasos del esquema.

El filtro de pliegues. Se usa cuando se necesita una filtración mayor y, por tanto, mayor superficie de filtrado. Para construirlo, una vez que has hecho el filtro cónico continúa con el resto de pasos del esquema.

- 1 Recorta un círculo de papel de filtro del tamaño de la boca del embudo.
 
- 2 Dóblalo por la mitad.
 
- 3 Dobra el semicírculo por la mitad.
 
- 4 Abre el papel al semicírculo.
 
- 5 Dobra cada mitad del semicírculo por la mitad como indica la figura.
 
- 6 Abre el papel al semicírculo.
 
- 7 Dobra cada cuarto de semicírculo por la mitad, de manera que los pliegues se dispongan alternativamente hacia lados contrarios.
 
- 8 Abre el filtro terminado.
 

Separación de la arena y del agua

Coloca en un embudo un filtro de papel de forma que sobresalga ligeramente por encima del embudo, y dispón un recipiente debajo para recoger el filtrado.

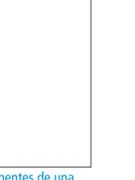
Vierte la mezcla de agua y arena en el embudo. El agua pasa a través del filtro al recipiente inferior y la arena queda retenida en el filtro.



Separación de dos líquidos no miscibles

Se introduce una mezcla de agua y aceite en un embudo de decantación, que dispone de una llave que permite el transvase de un líquido de un recipiente a otro. Dentro del embudo, el aceite flotará sobre el agua ya que su densidad es menor.

Una vez estabilizada la mezcla se coloca un vaso de precipitado debajo del embudo y se abre la llave lentamente para que el agua caiga al vaso; la llave se cierra antes de que caiga el aceite. Posteriormente el aceite se deja caer sobre otro vaso.



ACTIVIDADES

- 45 Piensa en tu cocina. ¿En qué casos utilizas un filtro?
- 46 ¿Qué método de separación utilizas cuando cueles la pulpa de un zumo de naranja?
- 47 Indica razonadamente cuál piensas que será la función del filtro de una aspiradora.
- 48 ¿Cómo separarías una mezcla de agua, arena y limaduras de hierro? ¿En qué propiedades de las sustancias te has basado?
- 49 En una planta de reciclaje encuentran que hay partículas de hierro mezcladas con materia orgánica. ¿Cómo las separarías?

09.2 Separación de las sustancias de una mezcla homogénea

Métodos basados en el diferente punto de ebullición

Destilación

La destilación se utiliza para separar dos o más líquidos con distintos puntos de ebullición. Se calienta la mezcla hasta que comienza a hervir la sustancia de menor punto de ebullición.

Este vapor se enfría y se condensa en un refrigerante o condensador, para recogerse después en un recipiente.

Una vez separada la primera sustancia se calienta hasta el punto de ebullición de la segunda, que empieza a hervir, repitiéndose el proceso.



Evaporación

La evaporación, a temperatura ambiente o mayor, es otro método que utiliza la distinta temperatura para cambiar de estado, pero tiene el inconveniente de que se pierde uno de los componentes de la disolución: el disolvente.



Métodos basados en la diferente solubilidad

Cristalización

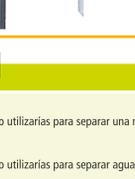
Consiste en separar un sólido del líquido donde está disuelto.

Se basa en la formación de los cristales del sólido a partir de una disolución sobresaturada.



Extracción

Es un procedimiento de separación de una sustancia que puede disolverse con diferente grado de solubilidad en distintos disolventes no miscibles entre sí; de esta forma, un soluto puede pasar de un disolvente a otro.



Métodos basados en la distinta velocidad de desplazamiento de los componentes de una disolución en otro disolvente

Cromatografía

Se basa en la diferente velocidad de los componentes de una mezcla al ser arrastrados por un disolvente sobre un material poroso, por el que ascienden por capilaridad (fenómeno por el que un líquido en contacto con un sólido asciende o se desplaza por las atracciones entre las partículas del líquido y del sólido).

El fenómeno de la capilaridad puedes probarlo en casa de una manera muy sencilla. Coge un terrón de azúcar blanca y sumérgelo por una punta en el café. Podrás observar como el café asciende por el terrón de azúcar.

Separación del alcohol del vino

Se monta un aparato de destilación, como el de la imagen. En el matraz se pone un poco de vino tinto y se calienta la mezcla hasta alcanzar el punto de ebullición del alcohol (78 °C).

El alcohol hierve y su vapor se condensa en el interior del refrigerante para caer, posteriormente, en un recipiente.

Si, en una segunda etapa, se continúa calentando, se puede separar el agua, con punto de ebullición 100 °C, de otras sustancias como los colorantes.

Separación de los componentes de la tinta

Pinta un círculo de unos 0,5 cm de diámetro con tinta de bolígrafo (que quede muy tupido) cerca del extremo de una tira de papel de filtro. Cuelga la tira de papel de un soporte de forma que se introduzca en un vaso de precipitado que contenga un poco de metanol (alcohol de quemar) de forma que quede sumergida ligeramente por su parte inferior, pero sin que el alcohol toque la mancha.

El alcohol asciende por el papel de filtro y separa los distintos componentes de la tinta, que quedarán marcados de distinto color.

Separación de la cafeína del café

Este experimento se fundamenta en que la cafeína tiene la propiedad de ser poco soluble en agua y muy soluble en un disolvente llamado diclorometano, y, por tanto, se procede de la siguiente forma:

Se disuelve un poco de café en agua y se añade un poco de diclorometano. La cafeína se disuelve en este segundo disolvente, el cual se hunde ya que es inmiscible en el agua. A continuación, con un embudo de decantación se separan el diclorometano con la cafeína y el agua.

ACTIVIDADES

- 50 ¿Qué método utilizarías para separar una mezcla de agua y alcohol al 50 %?
- 51 ¿Qué método utilizarías para separar agua y sal sin perder ninguno de sus componentes?
- 52 Busca en el diccionario la palabra cromatografía y di qué significado etimológico tiene.

EVALUACIÓN

1 Una temperatura de 263 K equivale a:

- a. 10 °C
- b. 80 °C
- c. – 10 °C
- d. – 60 °C

2 Una temperatura de 25 °C equivale a:

- a. 298 K
- b. 400 K
- c. 200 K
- d. 150 K

3 Teniendo en cuenta que en un proceso físico no se altera la naturaleza de la sustancia que lo sufre, mientras que en un proceso químico sí, los cambios de estado son:

- a. Procesos químicos.
- b. Procesos físicos.

4 ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas?

- a. Evaporación y ebullición son lo mismo, el paso de líquido gas.
- b. La evaporación se produce en la ropa cuando se seca al aire.
- c. La ebullición se produce siempre a altas temperaturas.
- d. La evaporación aumenta con la temperatura pero se produce siempre en los líquidos.

5 ¿Cuáles de las afirmaciones siguientes son verdaderas?

- a. A presión constante, la temperatura de un gas aumenta si aumenta el volumen.
- b. A temperatura constante, la presión de un gas aumenta si disminuye el volumen.
- c. A presión constante, la temperatura de un gas aumenta si disminuye el volumen.
- d. A volumen constante, la temperatura de un gas disminuye si aumenta la presión.

6 ¿Cómo es la densidad de una sustancia en estado gaseoso respecto a la de su estado líquido y a la de su estado sólido?

- a. Mayor que la del líquido y que la del sólido.
- b. Menor que la del líquido y que la del sólido.
- c. Mayor que la del líquido y menor que la del sólido.
- d. Menor que la del líquido y mayor que la del sólido.

7 La rueda de un coche tiene una presión de $1,2 \cdot 10^5$ Pa, a 25 °C, pero, después de circular durante un buen rato por una carretera con mucho calor, la presión se ha elevado a $1,4 \cdot 10^5$ Pa; ¿cuál es la temperatura que ha alcanzado la rueda?

- a. 30,5 °C
- b. 50,3 °C
- c. 74,7 °C
- d. 90,1 °C

8 ¿Cuáles de las siguientes sustancias son sustancias puras?

- a. Refresco de cola.
- b. Agua destilada
- c. Bronce
- d. Cobre

9 ¿Cuáles de las siguientes mezclas son homogéneas?

- a. Vino espumoso.
- b. Agua de mar.
- c. Aire húmedo.
- d. Caldo de pollo.

10 Se dispone de dos disoluciones de cloruro de sodio en agua.

- a. 2 g de cloruro de sodio en 150 cm³ de disolución.
- b. 15 g de cloruro de sodio en 3 litros de disolución.

¿Cuál de las dos disoluciones es más concentrada?

11 Un yogurt desnatado de 125 g muestra en su etiqueta el contenido de algunas de sus sustancias nutricionales.

Sustancia	Masa (g)
Proteínas	5,5
Hidratos de carbono	5,0
Sodio (Na)	0,06
Potasio (K)	0,15

¿Cuál es la concentración en tanto por ciento en masa de cada una de las sustancias?

- a. 4,4 % de proteínas; 4 % de hidratos de carbono; 0,0048 % de sodio y 0,12 % de potasio.
- b. 4 % de proteínas; 4,4 % de hidratos de carbono; 0,5 % de sodio y 0,012 % de potasio.
- c. 1,2 % de proteínas; 5 % de hidratos de carbono; 0,48 % de sodio y 0,102 % de potasio.
- d. 3,3 % de proteínas; 3 % de hidratos de carbono; 0,048 % de sodio y 0,0012 % de potasio.

12 ¿Qué método usarías para separar una mezcla de aceite y vinagre?

- a. Cristalización.
- b. Destilación.
- c. Decantación.
- d. Imantación.

DIARIO DE APRENDIZAJE 🗨️

¿Cómo he solventado o me he enfrentado a las dificultades de esta unidad?

REPASO FINAL

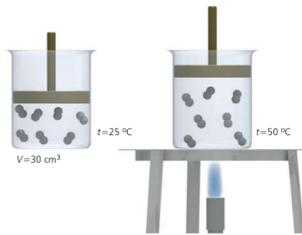
- Contesta razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.
 - Al duplicarse la masa de una sustancia su densidad se hace el doble.
 - Al duplicarse el volumen de una sustancia su densidad se divide por la mitad.
 - Al dividirse por la mitad el volumen de una sustancia su densidad no varía.
- Calcula la densidad de una sustancia si 20 cm^3 de la misma tienen una masa de $20,5 \text{ g}$. Consulta la tabla de la página 38 y averigua de qué sustancia se trata.
- El recipiente de la figura contiene 50 mL de alcohol. ¿Cuál es la masa de alcohol? ¿Cuál es su densidad? Expresa el resultado en g/cm^3 y en kg/m^3 .



- Indica de forma razonada si son verdaderas o falsas cada una de las siguientes afirmaciones
 - Los sólidos tienen forma constante pero su volumen no lo es.
 - Las fuerzas de cohesión en los líquidos son menores que en los sólidos y menores que en los gases.
 - Los líquidos están formados por grupos de partículas que se desplazan unas sobre otras.
 - Los gases no tienen forma ni volumen constante, pero sus fuerzas de cohesión son elevadas.
- Expresa en kelvin las siguientes temperaturas.
 - $-50 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $-5 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $1 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $30 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $104 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $-273 \text{ }^\circ\text{C}$
- Expresa en grados centígrados estas temperaturas:
 - 10 K
 - 25 K
 - 283 K
 - 325 K
 - 373 K
 - 400 K
- ¿Cómo se relaciona la temperatura con la velocidad de las partículas? ¿Existen temperaturas, expresadas en kelvin, negativas? Busca una explicación a la respuesta.
- Observa las fotografías y explica en cuál de estos dos lugares se secará mejor la ropa mojada y tendida.



- ¿La evaporación se produce igual en invierno que en verano? ¿Por qué?
- ¿Qué proceso tiene lugar cuando te secas el pelo al aire libre? ¿Cómo influye la temperatura en este proceso? ¿Y la aireación?
- ¿Es lo mismo evaporación que ebullición? Si no lo es, cita las diferencias.
- Dibuja la gráfica de calentamiento del aceite si su punto de fusión es $-6 \text{ }^\circ\text{C}$ y que punto de ebullición es de $235 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Consulta las tablas de las páginas 44 y 46, y razona en qué estado se encontrará el oxígeno a $-220 \text{ }^\circ\text{C}$, a $-190 \text{ }^\circ\text{C}$ y a $-150 \text{ }^\circ\text{C}$.
- ¿Dónde será mayor la presión atmosférica en la cima de una montaña o a nivel del mar? Busca una explicación a tu respuesta.
- ¿Cómo es el mecanismo por el que se produce la condensación?
- Justifica, de acuerdo con la teoría cinética, cómo se produce la evaporación.
- Explica cuál es el mecanismo por el que huele un ambientador sólido.
- ¿Qué cantidad de calor se necesita para fundir 100 g de hielo? $L_f = 335 \text{ 000 J/kg}$
- ¿Qué le sucede a una determinada cantidad de un gas si se aumenta su volumen sin que cambie la temperatura? ¿Qué nombre recibe la ley que explica este hecho?
- ¿Qué le pasará al volumen de una determinada cantidad de un gas si aumenta su temperatura sin cambiar la presión?
- Enuncia la ley de los gases que se cumple en el dibujo y explica lo que ocurrirá con el volumen de la sustancia al aumentar la temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ a $50 \text{ }^\circ\text{C}$.



¿Cómo se llama la ley en la que te has basado?

- ¿Qué diferencia existe entre una mezcla homogénea y una heterogénea?
- ¿Qué tipo de sustancia es aquella que no se puede descomponer en otras ni por métodos físicos ni por métodos químicos?
- ¿Qué puedes decir de una sustancia que se descompone en otras solamente por métodos químicos?
- ¿Cuántos tipos de sustancias puras conoces? ¿Y de mezclas?
- ¿Qué diferencia una sustancia pura de una mezcla?
- Clasifica las siguientes sustancias en mezclas heterogéneas, homogéneas, sustancias simples o compuestos químicos.
 - Hierro
 - Arena fina
 - Leche
 - Aire
 - Acero
 - Sal común
 - Oro
 - Vinagre
- Comenta razonadamente la veracidad o falsedad de esta afirmación: «Un compuesto químico está formado por dos o más elementos que no se pueden distinguir a simple vista; por tanto, es lo mismo que una mezcla homogénea».
- En las siguientes disoluciones indica cuál es el soluto o los solutos y cuál el disolvente.
 - Alcohol de 96°
 - Bronce (cobre con un 16% de estaño)
 - Aire (78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de otros gases)
- El agua dura es agua con cantidades relativamente elevadas de calcio y magnesio. ¿Qué tipo de disolución será? ¿En qué estado se encuentran el disolvente y los solutos?
- ¿Puede una disolución ser saturada y contener una cantidad muy pequeña de soluto?
- En una disolución formada por 10 g de sal común en 200 g de agua, ¿cuánto valdrá su concentración en tanto por ciento en masa?
- Un acero tiene una riqueza del 6% en carbono. ¿Es una disolución o una mezcla heterogénea? ¿Cuál es el soluto y cuál el disolvente? Calcula la cantidad de carbono contenido en $0,5 \text{ kg}$ de acero.
- Se dispone de una disolución que contiene 10 g de soluto en 200 mL de disolvente. ¿Qué concentración tiene?
 - 50% en volumen
 - 50 g/L
 - 50 kg/m^3
 - 50% en masa
- Se dispone de una disolución acuosa que contiene 5 g de hidróxido de sodio (NaOH) y 8 g de hidróxido de potasio (KOH) en 250 g de agua. Calcula la concentración en tanto por ciento en masa de todos los componentes.
- La tintura de yodo se utiliza para desinfectar heridas y es una disolución de yodo en alcohol. Si se dispone de una tintura de yodo al $0,4 \%$ en masa, ¿cuántos gramos de yodo y cuántos de alcohol habrá en 100 g de tintura de yodo?
- ¿Cuánto alcohol puro hay en 250 cm^3 de un alcohol del 70% en volumen?
- El análisis químico de un agua indica que, por litro de disolución, contiene $27,2 \text{ mg}$ de calcio, $8,8 \text{ mg}$ de magnesio y $4,8 \text{ mg}$ de sodio. ¿Qué cantidad de esas sustancias se ingieren si se bebe un vaso de agua de 250 mL ?
- Una disolución contiene 9 g de un soluto en 300 mL de disolución, cuya densidad es $1,5 \text{ g/mL}$. Calcula la concentración en g/L y en tanto por ciento en masa.