

UNA WEB



http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/estados/estados1.htm

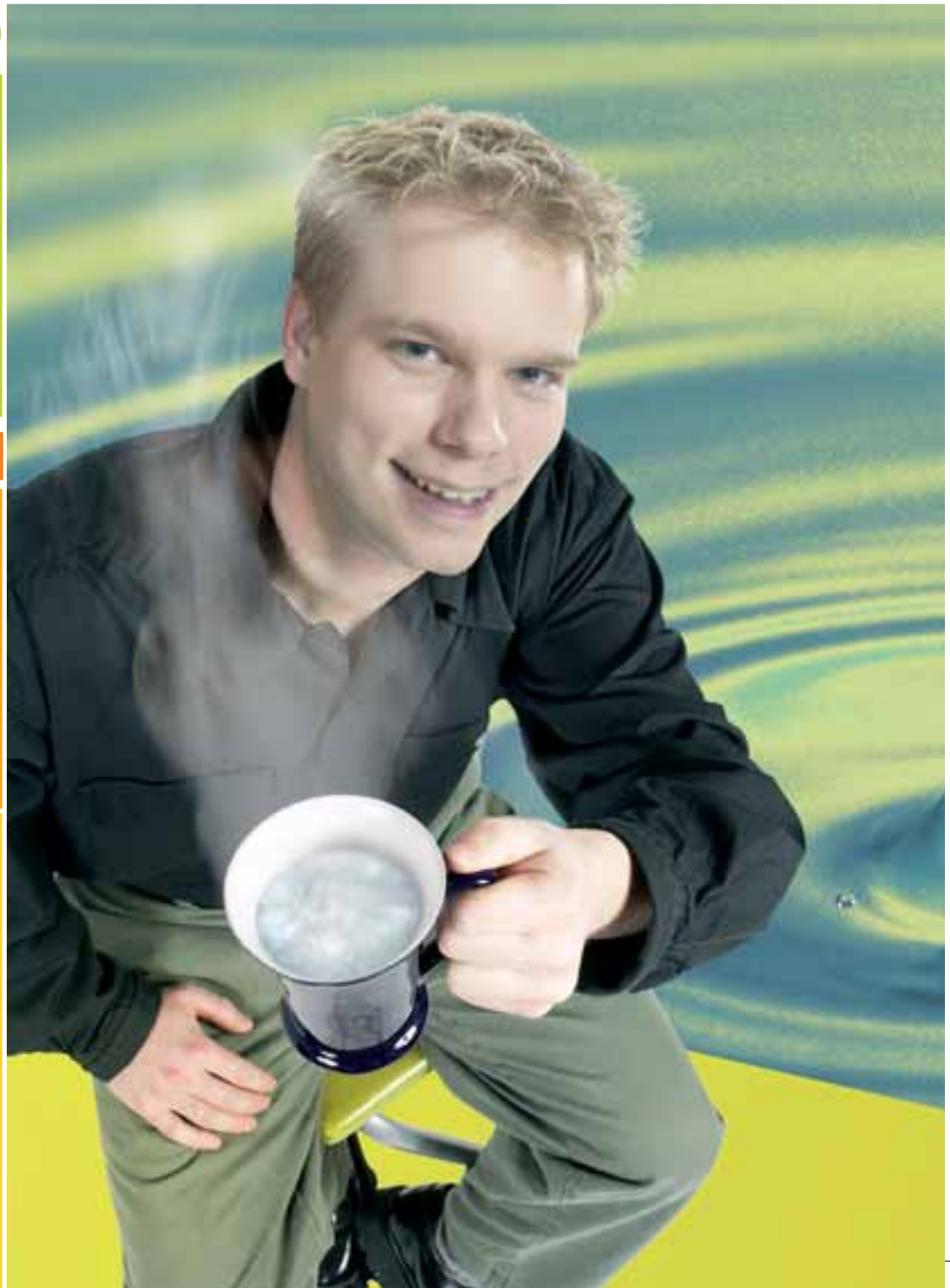
Esta página, con un título tan largo, esconde un muy buen curso interactivo sobre los estados de la materia. Termina esta unidad didáctica interactiva con una pequeña evaluación. Las animaciones por ordenador que acompañan el texto, son de una alta calidad.

UN LIBRO




Esos sufridos científicos
Nick Arnold
Editorial Molino, 2000.

Libro de divulgación científica juvenil, en el que de una forma humorística se aborda la vida y obra de diferentes químicos y físicos. Seguro que despierta vuestras aptitudes más científicas.





LA MATERIA: ESTADOS DE AGREGACIÓN



La agencia espacial estadounidense (NASA), está especialmente interesada en investigar y conocer la composición de nuestro Universo y más concretamente la composición de los planetas de nuestro Sistema Solar, por ese motivo ha puesto en órbita varias sondas espaciales. De todas ellas, ha sido la llamada Galileo la que nos ha proporcionado una información más útil, descubriendo que el planeta Mercurio está formado, casi en su totalidad, por materia en estado sólido, Júpiter y Saturno están formados por materia en estado gaseoso y la Tierra, el planeta en que habitamos está formado por los tres estados de la materia: sólido, líquido y gaseoso.

El objetivo de esta Unidad es que llegues a comprender y utilizar correctamente las leyes que regulan cada uno de los tres estados de agregación en los que se puede presentar la materia según sea la temperatura y la presión.

Q Recuerda

En general materia es: «Todo aquello que, teniendo masa, ocupa un cierto espacio».

A**@ Web**

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/index.html

Excelente página con simulaciones a modo de laboratorio virtual y preguntas y actividades acerca de lo visto en estos laboratorios. Es muy interesante la simulación de los cambios de estado.

Q Recuerda

La **masa** es la magnitud que caracteriza la cantidad de materia que posee un cuerpo.

El **volumen** es el espacio que ocupa un cuerpo.

El cociente entre las magnitudes masa y volumen se denomina **densidad** y se expresa en el Sistema Internacional en kg/m^3 .

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

LA MATERIA

Si observamos nuestro entorno, comprobaremos que estamos rodeados de materia, así, por ejemplo, el aire que respiramos, la silla sobre la que nos sentamos, la ropa que nos viste, la comida que nos alimenta, el agua que bebemos etc., todo ello es materia.

LA MATERIA. ESTADOS DE AGREGACIÓN EN QUE SE PRESENTA

Acabamos de ver que en la Naturaleza existen distintos estados en los que se presenta la materia (Figura 4.1). Veamos algunos ejemplos en condiciones ambientales normales:

- **Sólido:** cristal, plástico, papel, madera, azúcar, etcétera.
- **Líquido:** agua, alcohol, aceite, leche, etcétera.
- **Gaseoso:** aire, vapor de agua, hidrógeno, oxígeno, etcétera.



Fig. 4.1 Estados de agregación de objetos caseros.

El agua, que es el compuesto más abundante en nuestro planeta, se puede encontrar, al igual que otros compuestos, en los tres estados de agregación (Figura 4.2). Según la temperatura, el agua se puede encontrar en forma de hielo (sólido), agua (líquido) o vapor de agua (gas).

Tú mismo puedes comprobar los tres estados de agregación del agua. Para ello basta con que saques del congelador unos cubitos de hielo y los coloques, en una tarde de verano, sobre un plato que esté al sol. Comprobarás como al cabo de un rato el hielo ha pasado a líquido y poco después desaparece porque ha pasado al estado gaseoso.



Fig. 4.2 El agua se puede encontrar en los tres estados de agregación.

Una propiedad importantísima de la materia es la **densidad**. No debes olvidar que esta propiedad mide la relación entre la masa y volumen de las sustancias permitiendo distinguir unas de otras con suma facilidad, sobre todo las que se encuentran en estado sólido y líquido (Figura 4.3).

Ejemplo 1

Para comprobar si un anillo es de oro puro calculas de forma exacta el volumen de agua que desplaza al sumergirlo en un vaso con agua y mides $1,5 \text{ cm}^3$. Posteriormente, al pesarlo, obtienes un valor de $19,5 \text{ g}$. Sabiendo que la densidad del oro es aproximadamente de $18,9 \text{ g/cm}^3$, ¿es de oro en realidad el anillo?

Solución:

Si el anillo fuera de oro puro, utilizando la fórmula de la densidad debería tener una masa de:

$$m = V d = 1,5 \text{ cm}^3 \cdot \frac{18,9 \text{ g}}{\text{cm}^3} = 28,35 \text{ g}$$

Como la masa del anillo es de $19,5 \text{ gramos}$ podemos concluir que se trata de una mezcla de, al menos dos metales y de que el metal aleado tiene menor densidad que el oro, o que el anillo está hueco por dentro.



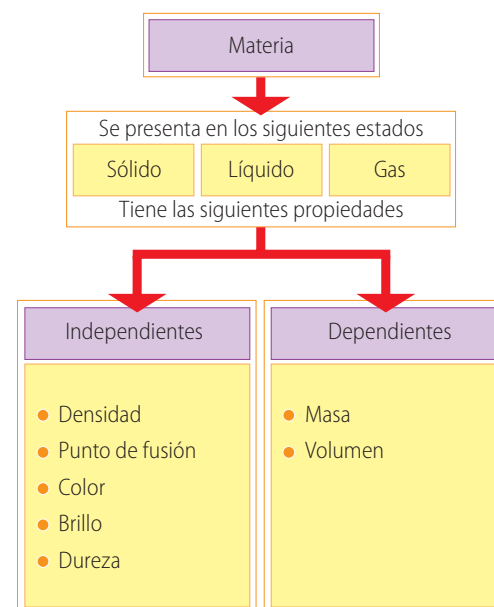
La misma masa puede ocupar diferente volumen.

Fig. 4.3

La materia, en cualquiera de sus tres estados, tiene una serie de **propiedades características o independientes**, como son: la densidad, el color, el brillo, la dureza, el punto de fusión, etc., que no dependen de la cantidad de materia que tengamos.

Otras, por el contrario son **dependientes o no características** de la cantidad de materia elegida, como, por ejemplo, la masa y el volumen.

A través de las propiedades independientes, podemos distinguir y diferenciar los distintos tipos de materia; es decir, podemos diferenciar las distintas sustancias. Así pues, cada sustancia, dentro de un mismo estado de agregación, se puede caracterizar por su punto de fusión, su densidad, su color, etcétera (Figura 4.4).



Propiedades de la materia.

Fig. 4.4

Ejercicios

1 Se tienen cuatro sustancias A, B, C y D con las siguientes características:

Sustancia	Densidad a 20 °C (g/cm ³)	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)
A	0,65	56	214
B	0,0054	-55	-5
C	1,43	56	220
D	0,65	625	2 200

- Indica el estado físico de cada una de ellas a temperatura ambiente (20 °C).
- ¿Se trata de la misma sustancia en el caso A y en el D?
- ¿Cómo distinguirías las sustancias A y C?

TEORÍA CINÉTICO-MOLECULAR DE LA MATERIA

La materia está formada por átomos, partículas o moléculas que se mantienen unidos entre sí por «**fuerzas de atracción**».

La **Teoría cinético-molecular**, que explica el comportamiento y los posibles estados de agregación de la materia, se apoya en dos postulados:

1. Las partículas que componen la materia están en movimiento continuo.
2. Cuanto mayor es la temperatura, mayor es su movimiento.

Con estos dos principios se puede explicar los estados de agregación en que se presenta la materia.

* Sabías que...

En qué estado de agregación se presenta la materia depende de las fuerzas con las que están unidos los átomos, iones o moléculas.

A

ESTADO SÓLIDO

El estado sólido se caracteriza porque las partículas que lo componen están muy juntas y en posiciones más o menos fijas; esto hace que la distancia entre las partículas prácticamente no varíe.

Ello es debido a que las fuerzas de atracción son muy intensas y las partículas sólo tienen libertad para realizar pequeñas vibraciones y por eso los sólidos tienen forma y volumen constantes (Figura 4.5).

B

ESTADO LÍQUIDO

En este estado, las fuerzas entre las partículas son más débiles que en el caso anterior, lo que permite que las partículas tengan cierta libertad de rotación y traslación, además de la vibración; pueden deslizarse unas sobre otras y mantener, entre ellas, una distancia media constante sin ser fija.

Por eso los líquidos, a diferencia de los sólidos, adoptan formas variables, según el recipiente que los contiene y además pueden fluir con facilidad. Su similitud con los sólidos se basa en que, al igual que aquéllos, son difícilmente compresibles y tienen volumen constante (Figura 4.6).

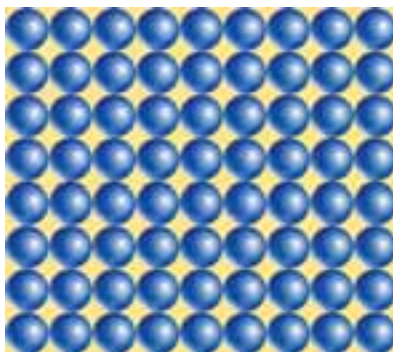


Fig. 4.5 Estado sólido, las partículas sólo pueden vibrar.

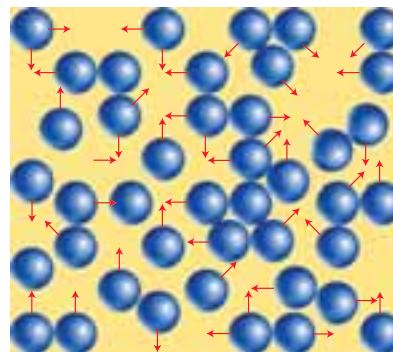


Fig. 4.6 Estado líquido, las moléculas pueden trasladarse, rotar y vibrar.

ESTADO GASEOSO

La palabra gas deriva del término «caos, desorden».

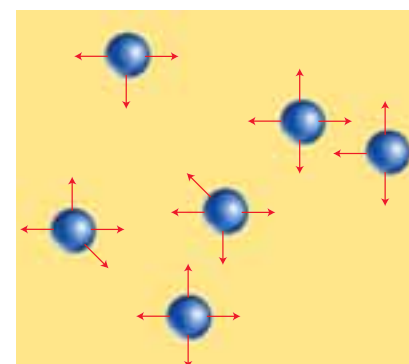
En el estado gaseoso las fuerzas de atracción son prácticamente nulas y las partículas adquieren una movilidad total de vibración, rotación y traslación, siendo la distancia entre ellas mucho mayor que la que tienen en estado sólido o líquido y, además, variable en todo momento.

Los gases, a diferencia de sólidos y líquidos, se pueden comprimir o expandir fácilmente y, además, adoptan la forma del recipiente que los contiene, ocupando todo el volumen disponible (Figura 4.7).

Basándonos en lo que hemos visto anteriormente, podemos representar los distintos estados de agregación y las características más importantes que los representan en la Tabla 4.1.

Propiedades	Sólidos	Líquidos	Gases
Volumen	No se adaptan al volumen del recipiente	No se adaptan al volumen del recipiente	Se adaptan al volumen del recipiente
Forma	No se adaptan a la forma del recipiente	Se adaptan a la forma del recipiente	Se adaptan a la forma del recipiente
Compresibilidad	No se comprimen	No se comprimen	Sí se comprimen
Expansibilidad	No se expanden	No se expanden	Sí se expanden
Disposición de las partículas	Ordenadas en la red	Partículas cercanas unas de otras	Partículas muy alejadas entre sí
Grados de libertad	Vibración	Vibración, traslación y rotación, restringidos	Vibración, rotación y traslación

Tabla 4.1. Características de los estados de agregación de la materia.



Estado gaseoso, las partículas se mueven libremente sin limitaciones.

Fig. 4.7

Sabías que... *

Debido a la mayor distancia entre las partículas de los gases, el volumen que ocupan es mucho mayor que el de sólidos y líquidos, y su densidad mucho menor, del orden de unas cien veces más pequeña, a la presión atmosférica.

Ejercicios

2 Explica mediante la Teoría cinético-molecular el paso del agua en estado sólido (hielo) al estado líquido y después al estado gaseoso, al ir aumentando la temperatura.

3 Razona con un ejemplo si los gases tienen masa y, por tanto pesan, o no.

4 Diferencia, de manera razonada, las propiedades típicas del estado líquido, las del sólido y las del gaseoso.

ESTUDIO DEL ESTADO SÓLIDO

La mayoría de los compuestos que nos rodean, a temperatura ambiente son sólidos: la tiza, la pizarra, la mesa, etcétera.

Todos los compuestos sólidos se caracterizan por tener forma y volumen constante y por ser, generalmente, indeformables aunque algunos como los plásticos y otros materiales (gomas, cauchos) sean relativamente elásticos.

Estas propiedades se explican por la ordenación interna de las partículas que los forman. Actualmente llamamos **sólidos** a las sustancias cuyas partículas se ordenan en redes cristalinas (Figura 4.8).

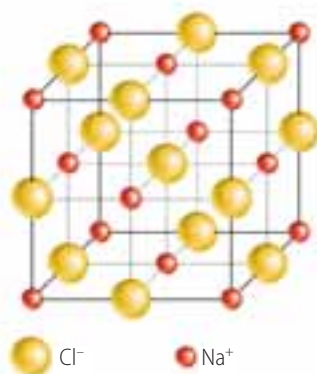


Fig. 4.8 Ordenamiento regular de las partículas en el cloruro de sodio (NaCl), sólido cristalino.

La ordenación interna en los sólidos se puede reflejar en la forma externa que presentan, de modo que estas sustancias pueden estar limitadas por caras planas que constituyen poliedros (**sólidos cristalizados**), o poseer una estructura cristalina interna, pero no presentar externamente ninguna forma poliédrica (**sólidos cristalinos**). La sal común (NaCl) es un ejemplo de sólido cristalizado (Figura 4.8) y el diamante de sólido cristalino.

Hay sustancias, como los vidrios y los plásticos, a las que denominamos **sólidos amorfos**, ya que no presentan ni estructura ni forma cristalina y parecen sólidos porque poseen sus dos principales características: la rigidez y la incompresibilidad.

Actualmente, a estas sustancias se las considera líquidos con elevada viscosidad, es decir, con un rozamiento interno tan elevado que las impide fluir, por este motivo, tienen siempre la misma forma, como si fueran sólidos.



Recuerda

Sólidos cristalinos:
Estructura cristalina interna.

Sólidos cristalizados:
Estructura cristalina interna y externa.

Sólidos amorfos:
Sin estructura cristalina.

Resumen de las propiedades del estado sólido

- Los compuestos sólidos se caracterizan por tener forma y volumen constante.
- Un sólido es una sustancia cuyas partículas se ordenan en redes cristalinas.
- Existen sustancias denominadas amorfas que no presentan ni estructura ni forma cristalina.

Experimenta 1

1 Toma un vaso con agua caliente y añade un poco de sal común agitando continuamente con una cucharilla. Sigue añadiendo sal hasta que observes que ya no se disuelve.

2 Vierte el agua salada en un plato y déjalo en un lugar donde podamos tenerlo sin moverlo hasta que se evapore todo el agua.

3 ¿Qué queda en el plato? Observa con una lupa los cristales formados. ¿Qué forma presentan los granos de sal?

4

ESTUDIO DEL ESTADO LÍQUIDO

En el estado líquido, la energía cinética (de movimiento) de las partículas que forman estas sustancias es suficiente para dotarlas de movimiento de vibración, de rotación e incluso de traslación, pero no suficiente como para que se separen unas de otras como les ocurre a las del estado gaseoso.

Las partículas de una sustancia en estado líquido, además de estar en contacto entre sí, están en constante movimiento adaptándose a la forma determinada del recipiente que las contiene y, mientras su energía no varíe, el volumen que ocupan permanece constante (Figura 4.9).

Una sustancia en estado líquido es un fluido sin forma definida, pero con volumen constante.

Al aumentar la temperatura, aumenta la energía cinética de las partículas que tienden a separarse aumentando ligeramente el volumen (dilatación de los líquidos). Cuando la energía que tienen es lo suficientemente grande como para vencer las fuerzas de atracción, las partículas escapan del líquido produciéndose un gran aumento del volumen. Estamos ante el cambio de estado líquido-gas (**vaporización**).

Si, por el contrario, disminuimos la temperatura del líquido, las moléculas pierden energía cinética, y con ello la movilidad; por tanto, el cuerpo se vuelve menos fluido, pudiendo llegar a adquirir una estructura cristalina definida. En esta situación nos encontramos ante el cambio de estado líquido-sólido (**solidificación**).



El estado líquido no tiene forma definida, depende del recipiente que lo contenga.

Fig. 4.9

5

ESTUDIO CUALITATIVO DEL ESTADO GASEOSO

Al aumentar lo suficiente la temperatura del agua, ésta pasa de líquido a gas. El estado gaseoso se caracteriza, fundamentalmente, porque las fuerzas de atracción entre partículas son prácticamente nulas, lo que hace que haya una serie de propiedades características en todos los gases, que se resumen en:

- **No tienen forma ni volumen propios** y, por tanto, adoptan la forma del recipiente que los contiene y lo ocupan totalmente.
- **Se comprimen fácilmente**, debido a que la distancia entre las partículas es grande.
- Las partículas, debido a su constante movimiento, chocan continuamente con las paredes del recipiente, ejerciendo una presión sobre ellas.

Existen tres variables, presión, volumen y temperatura, que en los gases están íntimamente ligadas entre sí, de manera que, el cambio de una de ellas afecta a las otras.

Sabías que...



Fluido es un concepto que se aplica a todas aquellas sustancias que pueden fluir, es decir desplazarse dentro del recipiente que las contiene. Por ello ese concepto es aplicable a líquidos y gases.

Recuerda



Las variables de los gases son:

p = presión

V = volumen

T = temperatura

Experimenta 2

1 Vierte la misma cantidad de agua en un plato soper, en un vaso y en un matraz.

2 ¿Varía la forma del líquido? ¿Y el volumen?

4

A

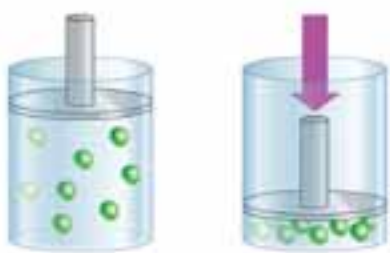


Fig. 4.10 A temperatura constante el volumen varía con la presión.

TEMPERATURA CONSTANTE

Tenemos un gas dentro de un recipiente en el que podemos variar su volumen mediante la acción de un émbolo y en el que la temperatura permanece constante (Figura 4.10). ¿Qué le ocurre al volumen si aumentamos la presión sobre el émbolo?

Evidentemente el volumen disminuye. Esto es posible porque los gases tienen la propiedad de la compresibilidad.

Si la temperatura permanece constante, al aumentar la presión sobre un gas disminuye el volumen que ocupa.

B

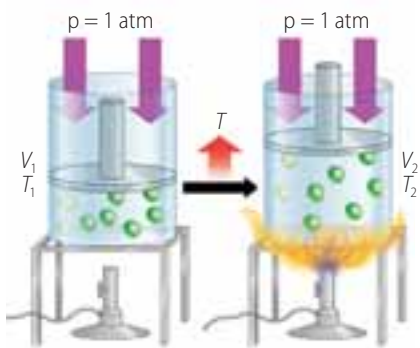


Fig. 4.11 A presión constante el volumen varía con la temperatura.

PRESIÓN CONSTANTE

Si calentamos un recipiente como el de la Figura 4.11, en el que solamente actúa la presión atmosférica, se observa que al aumentar la temperatura el émbolo se desplaza hacia arriba porque aumenta el volumen. Ello es debido a que las partículas tienen mayor energía cinética y, por tanto, mayor velocidad, lo que provoca que choquen más veces y con más velocidad sobre el émbolo. Debido a esto hay mayor presión en el interior del recipiente que lleva finalmente a un aumento de volumen hasta que la presión en el interior vuelve a ser igual a la presión atmosférica.

Si la presión sobre un gas es constante, un aumento de la temperatura provoca un aumento del volumen que ocupa.

C

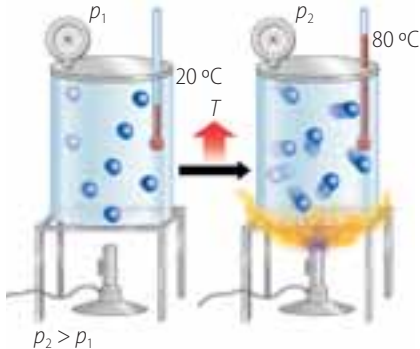


Fig. 4.12 A volumen constante la presión varía con la temperatura.

VOLUMEN CONSTANTE

Si tenemos un gas dentro de un recipiente indeformable, es decir con volumen constante y aumentamos la temperatura, aumentará la energía cinética de las partículas provocando un incremento del número de choques que se producen. Este hecho hace que aumente la presión en el interior del recipiente (Figura 4.12), pues según la teoría cinético-molecular: «La presión de un gas es proporcional al número de choques que sus partículas ejercen contra las paredes del recipiente que lo contiene». Por tanto:

Si el volumen que ocupa un gas permanece constante, un aumento de la temperatura provoca un aumento de la presión que ejerce el gas.

Ejercicios

5 Si aumentamos la presión a temperatura constante sobre un líquido, ¿ocurriría lo mismo que si fuera un gas?

6 Idea un experimento en el que utilizando un globo, una botella de vidrio Pirex y un mechero Bunsen puedas demostrar que cuando

la presión es constante, un aumento de la temperatura provoca un aumento del volumen del gas.

7 Razona por qué salta el tapón de una botella llena de aire al calentarla.

6

LOS CAMBIOS DE ESTADO Y LA TEORÍA CINÉTICO-MOLECULAR

Si actuamos sobre las fuerzas que unen las partículas que conforman la materia, variando la temperatura o la presión, se puede conseguir también que la materia cambie de estado de agregación.

Al comienzo de esta Unidad has visto que el agua, dependiendo de la temperatura y la presión, se puede encontrar en cualquiera de los tres estados de agregación. El paso de uno a otro se hace con relativa facilidad siempre que el aporte energético sea el adecuado.

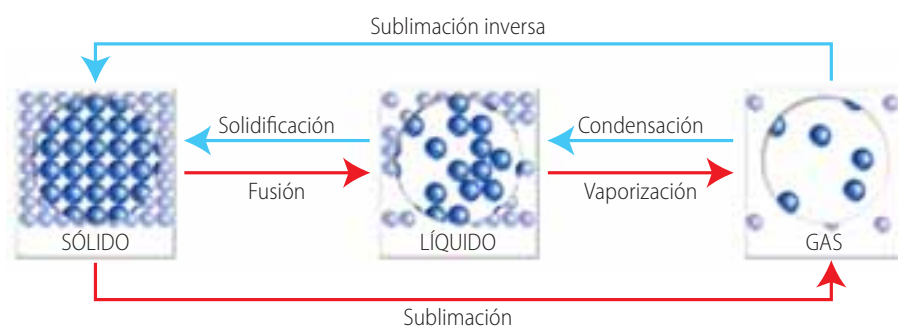


Fig. 4.13 Diagrama de cambios de estado.

Si calentamos progresivamente un trozo de hielo, comprobaremos que se funde a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y hasta que no se haya fundido toda la masa de hielo, la temperatura no subirá de los $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Si se sigue calentando, el agua líquida subirá de temperatura hasta alcanzar un valor aproximado a los $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. En ese momento comenzará la vaporización y el termómetro no variará la temperatura hasta que no se agote toda la masa de agua líquida.

A

CAMBIO DE ESTADO LÍQUIDO-GAS

Cuando las partículas pasan del estado líquido al estado gaseoso por haber adquirido la energía cinética suficiente, decimos que ha tenido lugar un cambio de estado líquido-gas.

Este cambio de estado se puede efectuar en las partículas de la superficie del líquido (**evaporación**) o, por el contrario, afectar a toda su masa (**ebullición**) (Figura 4.14).



Diferencia entre ebullición y evaporación.

Fig. 4.14

Sabías que... *

La materia puede cambiar de estado de agregación sin más que aportar o eliminar suficiente energía a sus moléculas.

Recuerda ?

Fusión: paso de sólido a líquido.

Solidificación: paso de líquido a sólido.

Vaporización: paso de líquido a gas.

Condensación: paso de gas a líquido.

Sublimación: paso de sólido a gas.

Experimenta 3

1 Coge un poco de agua y viértela dentro de un vaso de vidrio Pirex. A continuación caliéntala con un mechero.

2 ¿Qué observas?

3 ¿Aumenta la energía cinética de las moléculas del líquido? ¿Por qué?

* Sabías que...

Para que se produzca la ebullición es necesario que se alcance la temperatura de ebullición, mientras que para que se produzca la evaporación no.

La evaporación ocurre más intensamente cuanto más cerca estemos de la temperatura de ebullición.

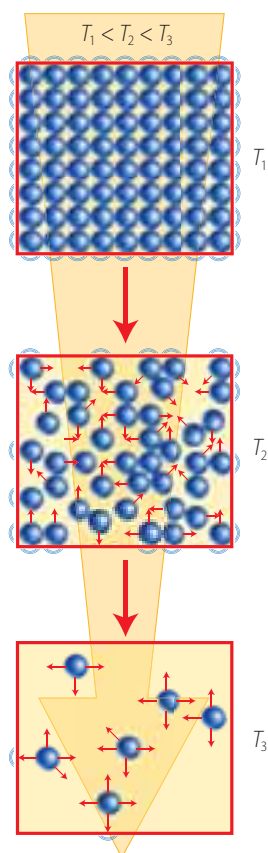


Fig. 4.16 Representación de los cambios de estado según la Teoría cinético-molecular.

La temperatura de ebullición depende de la presión atmosférica. Así, a menor presión más facilidad tendrán las partículas del líquido para pasar a la fase gaseosa. Ello hace que en Madrid, donde la presión atmosférica oscila alrededor de los 700 mm Hg, el agua hierva a menor temperatura que en Alicante donde la presión es de 760 mm Hg.

Acabas de estudiar que mientras dura el cambio de estado la temperatura no varía. Si realizas el montaje de la Figura 4.15, observarás que al ir calentando el hielo, éste se irá fundiendo, pero el termómetro seguirá marcando 0 °C, pues se está produciendo un cambio de estado sólido-líquido. Cuando toda el agua ha pasado al estado líquido, la temperatura aumentará a medida que transcurra el tiempo hasta llegar nuevamente a la temperatura de cambio de estado, que notaremos porque el termómetro no cambia. Se está produciendo un nuevo cambio de estado líquido-gas.

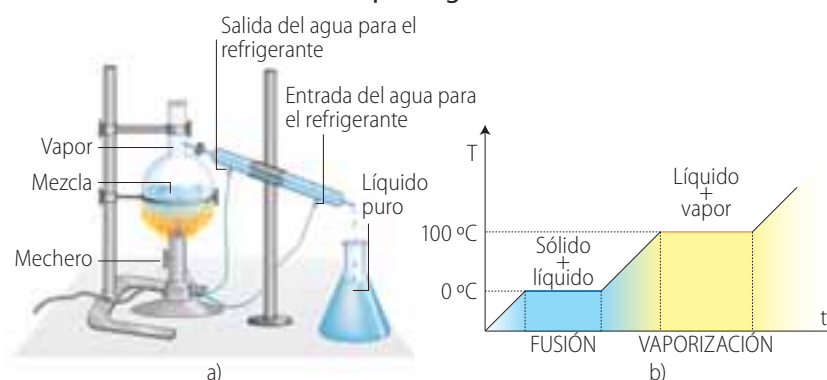


Fig. 4.15 a) Aparato de destilación simple. b) Gráfico de los cambios de estado.

La Teoría cinético-molecular explica los cambios de estado de la siguiente forma:

- Al calentar un sólido, las partículas que lo componen, sean átomos, iones o moléculas, aumentan su energía cinética y con ella su velocidad, por lo que su vibración será más intensa hasta que llega un momento en que las partículas se separan unas de otras, venciendo las fuerzas de atracción que las mantenían unidas, rompiéndose la estructura cristalina. Esto ocurre a la temperatura de fusión y, debido a ello, el sólido se convierte en líquido.
- Cuando seguimos comunicando calor al líquido, las partículas siguen aumentando su energía cinética y su libertad de movimiento, hasta que adquieren la energía cinética suficiente como para moverse independientemente de las demás partículas. Es el momento en que se pasa al estado gaseoso. Esto ocurre a la temperatura de ebullición.
- Si se continúa calentando el gas, la energía cinética de las partículas aumentará y con ella su velocidad y, por tanto, la presión que ejercen y/o, si es posible, el volumen que ocupa el gas.

Ejercicios

8 Si calentamos un trozo de hielo hasta que se transforme en vapor de agua, hay algunos momentos en que la temperatura permanece constante, a pesar de que se sigue aportando calor. Explica en qué se utiliza la energía en esos momentos.

9 ¿Cómo podrías aumentar el volumen de una sustancia gaseosa a presión constante? ¿Y a temperatura constante?

CIENCIA Y SOCIEDAD

¿POR QUÉ EL AGUA DEL FONDO DE LOS LAGOS Y RÍOS NO SE CONGELA?

Una imagen que nos viene rápidamente a la cabeza es la del patinador deslizándose en cualquier superficie helada de un lago, hasta que ésta se resquebraja cayéndose el patinador al agua fría que hay debajo de la capa de hielo. Igualmente las imágenes de barcos rompehielos flotando en el agua que avanzan a medida que rompen la superficie helada, o incluso la de gente que pesca a través de un agujero realizado en la superficie helada.

Todos éstos ejemplos nos indican que el agua permanece en estado líquido a pesar de que la superficie se congele. ¿Cómo es esto posible?

En primer lugar, el hielo debe de flotar sobre el agua, es decir su densidad debe ser menor. Es sabido que la densidad disminuye con la temperatura, pero eso se cumple para el agua a partir de 4 °C. Desde 4 °C hasta 100 °C la densidad del agua va disminuyendo progresivamente según se puede observar en la Figura 4.17.

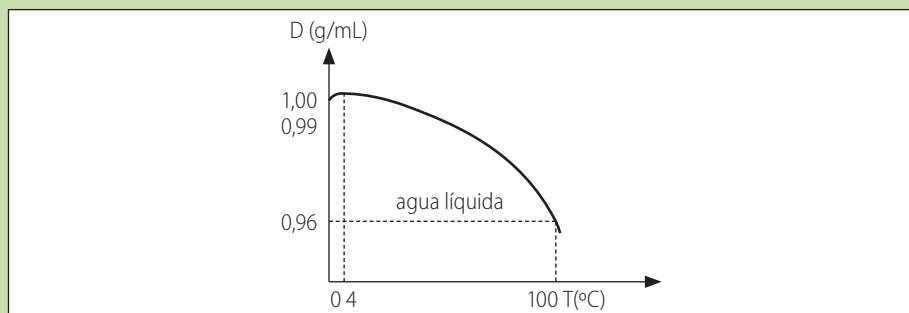


Fig. 4.17 Representación gráfica de la densidad frente a la temperatura.

Entre 0 °C y 4 °C aumenta la densidad progresivamente y, por tanto, el agua menos fría (alrededor de 4 °C) se hunde constantemente hasta llegar al fondo, siendo reemplazada por agua de menor temperatura (alrededor de 0 °C) en la parte superior.

En realidad se trata de un movimiento de convección similar al del calentamiento de una habitación por un sistema calefactor: el aire frío pesa más y baja empujando al aire caliente hacia arriba y provocando un continuo movimiento de intercambio que termina por calentar todo el aire del recinto.

Imaginemos un estanque que tiene agua a 12 °C. A medida que avanza el invierno el agua baja poco a poco su temperatura hasta que llega a 4 °C; como la temperatura del agua que está por debajo es superior la mayor densidad del agua de la superficie hace que se hunda antes de enfriarse más. Y así irá ocurriendo hasta que toda el agua del lago esté a 4 °C. Posteriormente, el agua irá enfriándose sin hundirse a 3 °C... 2 °C... 1 °C... hasta 0 °C y se convertirá en hielo, pero siempre flotando sobre el agua a 4 °C pues tendrá menor densidad.

De esa manera la superficie se congelará primero formando una capa más o menos gruesa, y como el hielo no es muy buen conductor del calor, el resto del agua permanecerá líquida permitiendo la vida de animales y plantas en su interior.

Reflexiona



1. El hielo flota sobre el agua. ¿Le ocurre igual a un metal sólido sobre su correspondiente fundido? Razona la respuesta.
2. El agua fría es más densa que el agua caliente. ¿Es común este hecho a todos los fluidos?

4

CIENCIA Y SOCIEDAD

«FIBRAS ÓPTICAS»

Uno de los avances tecnológicos más importantes de los últimos tiempos lo constituyen las fibras ópticas. Se trata de delgados hilos de gran elasticidad y resistencia mecánica que permiten el paso de información por medio de señales luminosas que se propagan por su interior.

Las fibras ópticas se preparan empleando los mismos materiales que los vidrios clásicos de las ventanas: sílice (SiO_2), procedente de la arena, carbonato sódico (Na_2CO_3) y óxido de calcio (CaO), todos ellos de gran pureza.

Este tipo de cables son más baratos que los cables de cobre, transportan mucha más información y ocupan menos espacio. Por ello, son los empleados en la actualidad por las grandes compañías telefónicas pues abaratan costos y aumentan la calidad del servicio que pueden ofrecer con ellos.

Además, la electricidad estática que es la responsable de muchas de las interferencias y ruidos molestos que se propagan por los hilos metálicos corrientes, no afecta en ningún caso a este tipo de fibras.

Otra de las principales aplicaciones de este material se da en Medicina puesto que sin necesidad de procedimientos quirúrgicos, se pueden introducir estos cables en el interior del cuerpo humano a fin de fotografiar cualquier órgano, incluso el corazón.



Fig. 4.18 Haz de fibras ópticas.

¿POR QUÉ LAS BALLENAS NECESITAN DE LOS CAMBIOS DE ESTADO PARA SUBSISTIR?

Las ballenas son mamíferos por tanto respiran por medio de pulmones por lo que deben emerger para capturar el aire. Pero en muchos casos se alimentan de bancos de calamares o peces que se encuentran en profundidades incluso de hasta 1 500 m.

A medida que nos sumergimos, la densidad del agua del mar aumenta por lo que es más difícil cada vez acceder a las profundidades. ¿Cómo puede por tanto la ballena alcanzar esas profundidades fácilmente e incluso permanecer agazapada en espera del alimento durante largos períodos de tiempo?

La solución está en una sustancia serosa llamada espermaceti que se halla encerrada en una cavidad de su cabeza. El espermaceti tiene la siguiente fórmula: $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{15} - \text{COO} - (\text{CH}_2)_{14} - \text{CH}_3$.

Se trata de una sustancia que cambia su estado físico al alcanzar los 30 °C. Este cambio se produce gracias al calor interno de la ballena que depende de su flujo sanguíneo.

Al sumergirse, baja la temperatura del flujo, y el espermaceti se congela en mayor o menor medida haciendo que aumente su densidad y actuando como un lastre que obliga a la ballena a descender hacia el fondo marino.

El mecanismo de vuelta a la superficie es el inverso, por lo que a medida que se va licuando el espermaceti la ballena va subiendo poco a poco hasta alcanzar la superficie.



Fig. 4.19 Las ballenas utilizan los cambios de estado para subsistir.

EXPERIENCIA DE LABORATORIO

Cálculo de la densidad

Objetivo

Calcular la densidad de un sólido.

Material

- Probeta.
- Martillo.
- Balanza.
- Piedra.
- Agua.

Procedimiento

- Llena la probeta hasta la mitad enrasándola como se indica en la Figura 4.20 para evitar el error de paralaje.
- Rompe la piedra con el martillo en varios trozos que puedan entrar en la probeta.
- Pesa cada uno de los trozos y anota sus valores.
- Añade a la probeta uno de los trozos y anota en tu cuaderno el aumento de volumen de la probeta.



Fig. 4.20 Cálculo de masa y volumen.

e) Construye la siguiente tabla:

	Masa	Volumen	m/V
Trozo 1			
Trozo 2			
Trozo 3			
Trozo 4			

f) Representa en una gráfica, como la de la Figura 4.21, los pares de valores de cada trozo (m , V):

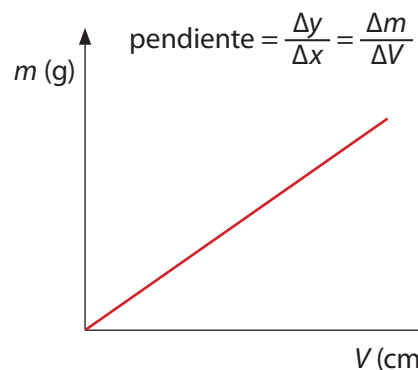


Fig. 4.21 Modelo de representación gráfica que debes usar.

La pendiente calculada es la densidad que queremos calcular, pues es la relación entre la masa (ordenadas) y el volumen (abscisas).

Analiza y responde

- 1 ¿En qué unidades obtienes la densidad?
- 2 Realiza la misma experiencia con bolas de cristal de diferente tamaño.
- 3 ¿Qué Ley universal has obtenido?

4

EXPERIENCIA DE LABORATORIO

Difusión de la materia

Objetivo

Estudiar e interpretar los fenómenos de difusión de la materia.

Material

- Probeta.
- Pipeta.
- Tubo de vidrio.
- Algodón.
- Tinta.
- Amoníaco (NH_3).
- Permanganato potásico (KMnO_4).
- Ácido clorhídrico (HCl).

Procedimiento

Sólidos

1. Pon en el fondo de una probeta un cristal de KMnO_4 .
2. Llena de agua la probeta y observa lo que ocurre.

Líquidos

1. Llena una probeta con agua.
2. Coge unas gotitas de tinta en una pipeta y deposítalas con mucho cuidado en el fondo, según se muestra en la Figura 4.22.



Fig. 4.22 Forma de colocar el KMnO_4 en la probeta.

3. Retira la pipeta con cuidado y observa lo que ocurre.

Gases

1. Coloca sobre la mesa un tubo largo de vidrio abierto por los dos extremos.
2. Añade unas gotas de HCl en un algodón y colócalo en un extremo del tubo. Tápalo con un tapón como aparece en la Figura 4.23.



Fig. 4.23 Así es como debe quedar el tubo de la experiencia de laboratorio.

3. Repite la misma operación en el otro extremo colocando un algodón con NH_3 .

Analiza y responde

1 Anota en tu cuaderno de laboratorio todas las observaciones.

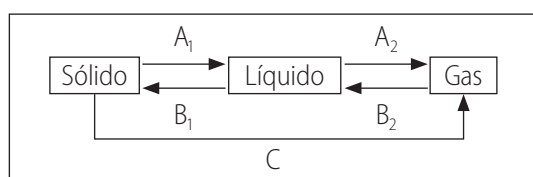
2 Interpreta los resultados que has obtenido de acuerdo con la Teoría cinético-molecular que has estudiado en esta Unidad.

3 Explica en tu cuaderno porque el olor es una propiedad característica de algunos gases.

EJERCICIOS PROPUESTOS

PARA REPASAR

- 1 ¿Cuántos tipos de sólidos conoces?
- 2 Imagina y describe un modelo que relacione, en cada estado de agregación, las fuerzas de atracción que existen y la energía cinética de las partículas. ¿Cómo interpretas según este modelo los cambios de estado sólido-líquido y líquido-gas?
- 3 ¿Qué diferencias existen entre la condensación y la vaporización?
- 4 ¿Qué entiendes por solidificación?
- 5 ¿Qué diferencias existen entre evaporación y ebullición?
- 6 Explica las diferencias y semejanzas entre los estados líquido y gaseoso.
- 7 ¿Qué diferencias existen, según la teoría cinético-molecular, entre los tres estados de agregación en que se presenta la materia?
- 8 Describe en qué consisten cada uno de los cambios de estado descritos en la figura adjunta. Nombra los cambios de estado A_1 , A_2 , B_1 , B_2 y C.



- 9 ¿Por que crees que los habitantes del Tíbet, toman el café hirviendo y no se queman?
- 10 ¿Cómo explicarías el hecho de que al apretar un ambientador en spray (considéralo como si fuera un gas) el olor se puede percibir en cualquier sitio de la habitación?
- 11 ¿Cuál es el factor determinante del aumento de la energía cinética en las moléculas de un líquido?
- 12 Explica por qué los alimentos se cocinan más rápidamente en una «olla a presión».
- 13 Aplicando la Teoría cinético-molecular, explica qué tipo de sustancia se dilatará más fácilmente: un sólido, un líquido o un gas.

PARA REFORZAR

- 14 Explica, de manera razonada, cómo conseguirías hervir agua por debajo de su temperatura de ebullición normal, por ejemplo a $85\text{ }^\circ\text{C}$.
- 15 Explica cómo conseguirías aumentar el volumen de un gas sin aumentar su temperatura.
- 16 ¿Por qué desaparece el agua contenida en un vaso a los pocos días si la temperatura ambiente no alcanza la de ebullición?
- 17 Explica por qué los globos explotan al llegar a cierta altura.
- 18 Se tiene una plancha de hierro de la que se cortan diferentes trozos. Los trozos los echamos en una caja pero no tenemos la seguridad de si había algún trozo de otro material dentro. Al medir la masa y el volumen de los trozos del interior de la caja obtenemos los siguientes resultados:

Trozo	Masa (g)	Vol (cm^3)
1	11,79	1,5
2	15,72	2
3	23,58	3
4	27,51	3,5

Construye una gráfica representando en abscisas el volumen y en ordenadas las masas. ¿Qué tipo de gráfica obtienes? ¿Cuál es la densidad del hierro? ¿Había algún trozo de otro material dentro de la caja?

- 19 Con la ayuda de una balanza y dos vasos de precipitados exclusivamente, ¿cómo distinguirías dos líquidos incoloros? Por ejemplo agua, cuya densidad es de 1 g/cm^3 y alcohol etílico cuya densidad es de $0,8\text{ g/cm}^3$.
- 20 Sabiendo que la masa de la Tierra es de $6,0 \cdot 10^{24}\text{ kg}$ y su radio de $6,4 \cdot 10^6\text{ m}$, calcula la densidad media terrestre.
- 21 Un joyero quiere averiguar si un lingote, que tiene una masa de 100 gramos y un volumen de 10 cm^3 , es de oro puro o tiene una aleación con otro metal. Haz los cálculos necesarios para poder descubrirlo. Dato: la densidad del oro es $18,9\text{ g/cm}^3$.

4 EVALUACIÓN

1 El paso directo de sólido a gas se denomina:

- a Sublimación.
- b Solidificación.
- c Condensación.
- d Fusión.

2 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones crees que es la correcta?

- a Las fuerzas de atracción entre partículas en los gases son muy fuertes.
- b Las partículas de los líquidos tienen fuerzas de interacción más fuertes que las de los sólidos.
- c Los sólidos se expanden con facilidad, y por tanto, pueden adoptar la forma del recipiente que los contiene.
- d Las partículas componentes de un sólido están muy próximas entre ellas y mantienen sus posiciones fijas.

3 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones crees que es la correcta?

- a Cuando se aumenta la temperatura de un recipiente cerrado, en el que existe un gas, la presión interior disminuye.
- b Siempre que aumentemos la presión en el interior de un recipiente que contiene una sustancia gaseosa, su volumen también aumentará.

- c Los gases no tienen masa por eso no se pueden tocar.
- d Al calentar un sólido de cualquier sustancia siempre se convierte en un líquido.

4 Señala de forma razonada las respuestas correctas:

- a Cuando un sistema material cambia de estado se modifica su volumen.
- b Cuando un sistema material cambia de estado se modifica su masa.
- c Cuando un sólido se funde y pasa al estado líquido pesa menos.
- d Mientras se produce un cambio de estado la temperatura permanece constante.

5 Contesta si son correctas o incorrectas las siguientes afirmaciones. Piensa y razona tu respuesta.

- a El volumen que ocupa un gas depende de la presión y la temperatura a la que se encuentra.
- b En un gas que se encuentra a temperatura constante, el volumen es directamente proporcional a la presión, es decir, a mayor presión mayor es el volumen.
- c Si el volumen que ocupa un gas es constante, al aumentar la temperatura disminuye la presión.
- d Un gas dentro de un volumen fijo no ve alterada su presión al descender la temperatura del mismo.

CONCEPTOS BÁSICOS

- La **materia** se presenta fundamentalmente en tres estados de agregación: sólido, líquido y gaseoso.
- **Teoría cinético-molecular:** explica de modo científico las propiedades de los estados de agregación en que se presenta la materia, así como el proceso que se sigue para producir los cambios de estado.
- **Estado sólido:** las fuerzas de atracción entre las partículas que lo forman son intensas y por ello, las partículas (átomos, iones o moléculas) mantienen las posiciones aproximadamente fijas, dentro de una red cristalina. Los cuerpos sólidos tienen forma y volumen constante.
- **Estado líquido:** las fuerzas de atracción entre las partículas que lo forman son menores que en los sólidos y las partículas (átomos, iones o moléculas) se pueden mover con mayor facilidad, manteniéndose juntas. Los líquidos tienen volumen constante y adoptan la forma del recipiente que los contiene.
- **Estado gaseoso:** las fuerzas de atracción entre las partículas que lo forman son muy pequeñas y la movilidad, por tanto, es muy grande. No tienen volumen ni forma fija, ocupando por completo el volumen del recipiente que los contiene y adaptándose a él.
- Las variables que definen el estado gaseoso son: presión, volumen y temperatura.
- **Cambios de estado:** en esencia, se producen por la variación de la movilidad de las partículas (átomos o moléculas). El cambio de sólido a líquido, rompe la estructura «rígida» del cristal sólido. El cambio de líquido a gas puede hacerse en la superficie del líquido (evaporación) o en toda la masa de éste (ebullición).
- Cuando se produce un cambio de estado, la temperatura permanece constante.
- **Evaporación:** es un cambio de estado que se produce en la superficie del líquido de manera que algunas de las moléculas del estado líquido pasan a la fase gaseosa y, por tanto, no afecta a todo el volumen a la vez, como el caso de la **ebullición**. Para que se produzca la ebullición, es necesario que se alcance la temperatura de ebullición, pero no así para que se produzca la evaporación.