

LO QUE VAMOS A APRENDER

PARA QUE
LAS COSAS
OCURRAN

01 LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA

- 1. El método científico y sus fases 10
- 2. La medida 17
- 3. Los instrumentos de medida 22

ACTIVIDADES

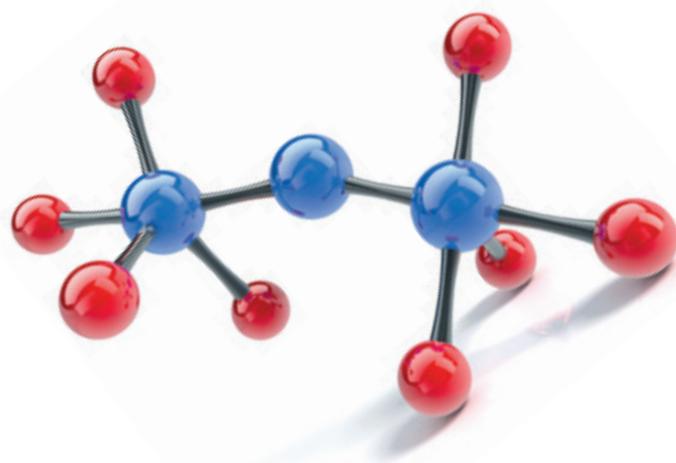
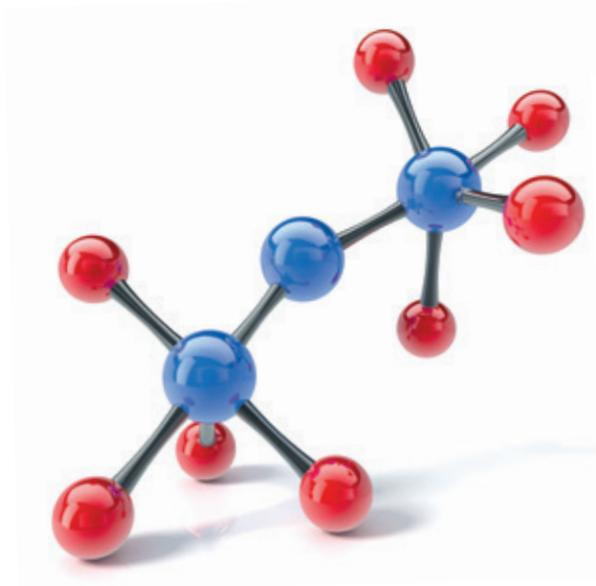
26

02 LA MATERIA Y SUS ESTADOS

- 1. La materia 32
- 2. Las propiedades de la materia 33
- 3. Los estados de agregación de la materia 35
- 4. Los cambios de estado 36
- 5. Las propiedades de los gases 42

ACTIVIDADES

46



03 LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA

- 1. La clasificación de la materia 52
- 2. Los sistemas materiales heterogéneos 53
- 3. Los sistemas materiales homogéneos 54
- 4. La separación de mezclas 59
- 5. La estructura de una sustancia pura 63
- 6. El sistema periódico de los elementos 66

ACTIVIDADES

70

FÍSICA Y QUÍMICA





04 LOS CAMBIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS

1. Los fenómenos físicos y químicos 76
2. Las reacciones químicas 77
3. Química, sociedad y medioambiente 80

ACTIVIDADES 82

05 LAS FUERZAS Y SUS EFECTOS

1. El concepto de fuerza 88
2. Los cuerpos y las deformaciones 90
3. El movimiento 92
4. Las máquinas simples 96
5. El rozamiento 98
6. Las fuerzas en el universo 99
7. La fuerza gravitatoria 100
8. Los fenómenos eléctricos 102
9. Los fenómenos magnéticos 104
10. El electromagnetismo 106

ACTIVIDADES 108

06 LA ENERGÍA

1. La energía y sus formas 114
2. Las fuentes de energía 117
3. La producción de energía eléctrica 120
4. La evolución del consumo mundial de energía 122
5. La energía térmica 124
6. Los efectos de la energía térmica 126
7. La propagación del calor 128

ACTIVIDADES 130

EXPERIMENTA EN FÍSICA Y QUÍMICA 134

FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA DE COMPUESTOS QUÍMICOS 146



02
LA MATERIA
Y SUS ESTADOS

¿POR QUÉ SE
HA DE TEMER A
CAMBIO?
TODA LA VIDA ES UN CAMBIO



GEORGE HERBERT



LAS PERSONAS TAMBIÉN CAMBIAN

Preparad un monólogo de humor en el que se comparen diversas situaciones que viven las personas en el día a día con los cambios de estado de la naturaleza. Pueden utilizarse expresiones como «estoy congelada», «me paso el día en las nubes», etc.

PRE SEN TAR

GO NO GER

PREPARADOS, LISTOS... ¡YA!

Inventad, por grupos, un problema que tenga que ver con las leyes de los gases y su comportamiento y resolvedlo. Celebrad, después, un concurso en el que gana el primer grupo que resuelva los problemas propuestos por demás. El que acierte primero debe explicar al resto su estrategia para dar con la solución.



CREAR

SESIÓN DE PÓSTERES

En el campeonato de divulgadores científicos debéis diseñar un póster que explique la teoría cinética, los estados físicos de la materia y los cambios de estado. Exponedlos en vuestro centro y explicad, con el apoyo del póster, a vuestros compañeros esos fenómenos.



IN VESTI GAR

CALCULANDO... DENSIDADES

Necesitáis una balanza y una probeta para medir la masa y el volumen de los objetos que se os ocurran (y que quepan en la probeta o en la balanza) y, después, calcular su densidad. Podéis tratar de adivinar la densidad de alguno de los objetos y repartir premios entre los ganadores.



1 LA MATERIA



Todo lo que nos rodea está formado por materia, desde cualquier objeto de tu habitación hasta la estrella más lejana. Sin embargo, las cualidades o defectos de las personas (generosidad, maldad, etc.) no son materia.

La materia es todo lo que tiene masa y ocupa un volumen.

Todos los cuerpos del universo están formados por materia.

La materia puede estar constituida por distintas **sustancias**. Eso hace que no todos los cuerpos materiales sean iguales, pues su constitución es diferente debido a que están formados por sustancias distintas.

Una sustancia es cada uno de los tipos de materia.

Para comprobar que los objetos tienen materia se puede experimentar con ellas o ver si tienen masa y volumen.

Observa

Marte, un balón, una naranja o un virus están compuestos de materia.

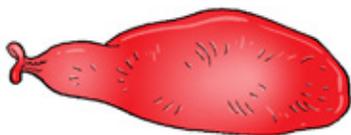


¿Tiene masa el aire?



- 1 Se coloca en el platillo de una balanza un globo vacío y se anota su masa.
- 2 Se coloca ahora el mismo globo, pero lleno de aire.
- 3 Se observa que la masa del globo lleno es mayor que la del globo vacío.
- 4 La diferencia se debe a la masa del aire que hay en su interior, luego el aire tiene masa.

¿El aire ocupa volumen?



- 1 Se coge aire y se suelta en la boquilla del globo.
- 2 Se observa que la goma del globo se estira y el globo se hincha.
- 3 Al desinflarlo, el aire sale del globo y se va al ambiente.
- 4 El aire estaba ocupando espacio dentro del globo, luego el aire ocupa volumen.

Las dos experiencias anteriores demuestran que un gas como el aire es materia porque tiene masa y volumen.

Actividad resuelta

¿Cómo podrías demostrar que dentro de una botella cerrada hay una masa de aire?

Cerramos bien el tapón e intentamos aplastar la botella. Al estar llena de aire llegará un momento en que ya no podamos comprimirla más.

2 LAS PROPIEDADES DE LA MATERIA



La materia se caracteriza por dos tipos de propiedades, **generales** y **específicas**.

2.1 PROPIEDADES GENERALES

Son propiedades comunes a toda la materia. La masa y el volumen son ejemplos de propiedades generales, pero también lo son el peso, la porosidad, etc.

La masa es la cantidad de materia que tiene un cuerpo.

La unidad de masa en el Sistema Internacional es el kilogramo, kg, aunque en muchas ocasiones se utilicen el gramo, g, o el miligramo, mg.

El volumen es el espacio ocupado por un cuerpo.

La unidad en el SI es el metro cúbico, m³, aunque se puede utilizar el litro, L.

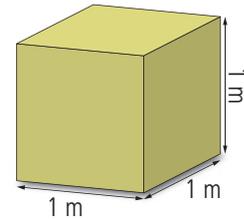
MEDIDA DEL VOLUMEN DE UN CUERPO

El procedimiento depende del estado, es decir, de si es sólido, líquido o gaseoso.

- Si el estado del cuerpo es **líquido** o **gaseoso** el volumen se mide con un **método directo**, introduciéndolo en un recipiente graduado que indica el volumen.

Recuerda

Un m³ es el volumen de un cubo cuya arista mide 1 m.



Importante

El volumen y la capacidad no son iguales, aunque se expresan en las mismas unidades.

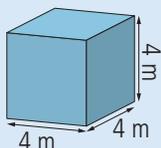
¿Cómo se mide el volumen de un sólido?

Para medir el volumen de un sólido consideramos dos tipos de sólidos, regulares e irregulares.

Regulares

Si el sólido tiene una forma geométrica definida basta con aplicar la **fórmula matemática** correspondiente para calcular su volumen. Por ejemplo, el volumen de un cubo es su arista elevada al cubo:

$$V = 4 \cdot 4 \cdot 4 = 4^3 = 64 \text{ m}^3$$



Irregulares

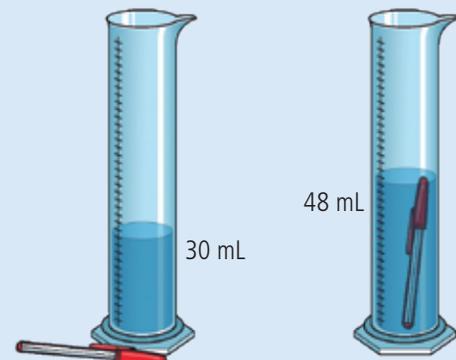
Si el sólido no tiene una forma conocida, el volumen no se puede medir directamente. Entonces hay que utilizar un **método indirecto**: en lugar de medir el volumen del sólido se mide el volumen del líquido que desplaza dicho sólido al sumergirlo en este.

1. Antes de sumergir el sólido el volumen del agua es: $V_1 = 30 \text{ mL}$

2. Después de sumergirlo el volumen es:
 $V_2 = 48 \text{ mL}$

3. Por tanto, el volumen del sólido es la diferencia:

$$V = V_2 - V_1 = 48 \text{ mL} - 30 \text{ mL} = 18 \text{ mL}$$



2.2 PROPIEDADES ESPECÍFICAS O CARACTERÍSTICAS

Son propias de cada tipo de sustancia, por lo que a través de ellas esta puede ser identificada.

Son propiedades características, por ejemplo, la densidad, la temperatura de fusión y la temperatura de ebullición.

LA DENSIDAD

Imagina dos envases iguales de 1 L cada uno, uno con agua y otro con aceite. Se ponen, primero uno y después el otro, en una balanza y se observa que, aunque tienen el mismo volumen, no pesan lo mismo: el envase que contiene el agua pesa más que el del aceite; es decir, para un mismo volumen, el agua tiene más masa. La magnitud que relaciona la masa con el volumen recibe el nombre de **densidad**.

La densidad, d , de un cuerpo es la masa que contiene cada unidad de volumen y se expresa como:

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

La densidad es una propiedad específica de cada sustancia, ya que es diferente para cada una de ellas. En el Sistema Internacional la unidad de densidad es el kilogramo por metro cúbico, kg/m^3 , aunque también se puede expresar como g/cm^3 o g/L .

Importante

La temperatura de fusión es la temperatura a la que un sólido pasa a estado líquido.

La temperatura de ebullición es la temperatura a la que un líquido hierve y pasa a estado gaseoso.

DENSIDAD DE ALGUNAS SUSTANCIAS MEDIDA A 20 °C

| Sustancia | Densidad (kg/m^3) |
|-------------|------------------------------|
| Aceite | 920 |
| Agua | 1 000 |
| Agua de mar | 1 025 |
| Aire | 1,3 |
| Azufre | 1 960 |
| Hierro | 7 900 |
| Mármol | 2 700 |

Actividad resuelta

¿Cómo puedes conocer la densidad de un dado si solo tienes una balanza, agua y una probeta graduada? A partir de la tabla de densidades averigua de qué sustancia está hecho.

- 1 En primer lugar, se mide la masa del dado con la balanza.

Si está en gramos se debe pasar a kilogramos y expresarla con notación científica:

$$m = 10,8 \text{ g} \rightarrow m = 10,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

- 2 Para obtener el volumen se añade agua a la probeta y se anota el volumen, V_1 , que alcanza. Después, se introduce el dado en la probeta con agua. El nivel de agua en la probeta sube hasta el valor V_2 . La diferencia de estos dos valores corresponde al volumen del dado.

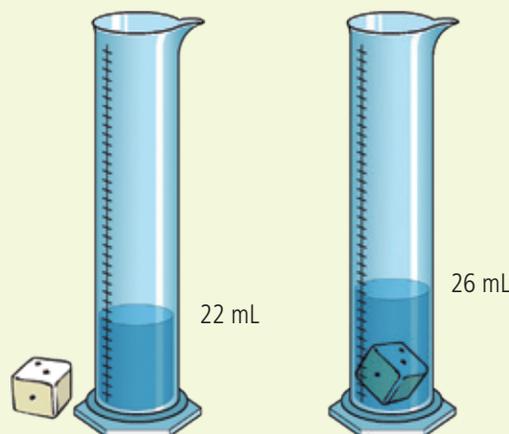
$$V = V_2 - V_1 = 26 \text{ mL} - 22 \text{ mL} = 4 \text{ mL} = 4 \text{ cm}^3 \rightarrow$$

$$V = 4 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^6 \text{ cm}^3} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

- 3 Con los datos de la masa y el volumen se calcula la densidad:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{10,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3} = 2700 \text{ kg/m}^3$$

- 4 Se busca en la tabla de densidades el valor obtenido para la densidad y se observa que el dado es de mármol.



3 LOS ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

Cualquier sustancia se puede presentar en **tres estados físicos** o estados de agregación.

Sólido

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



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 su **volumen puede variar** al comprimirse o expandirse.

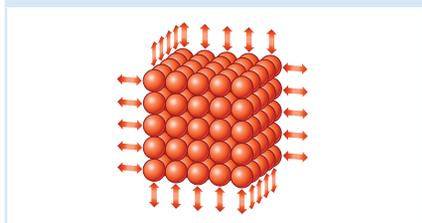


La materia está formada por pequeñas partículas denominadas **átomos**, más o menos unidos entre sí y en continuo movimiento. Este comportamiento lo explica la **teoría cinético-molecular** de la materia.

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

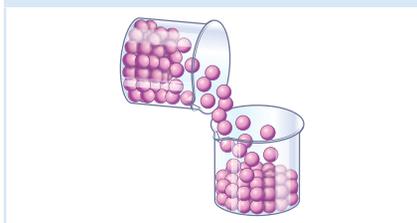
Sólido

Las partículas de un **sólido** forman una **estructura** con posiciones casi fijas (vibran un poco), pero como no pueden desplazarse de un lugar a otro mantienen la **rigidez** (el volumen y la forma no cambian).



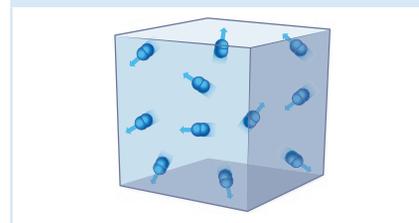
Líquido

Las partículas de un **líquido** forman una estructura débil en la que los átomos se pueden deslizar unos sobre otros y adoptar **formas distintas**, es decir, pueden fluir o derramarse (el volumen se adapta al recipiente que lo contiene).



Gaseoso

Las partículas de un **gas** se **desplazan** con plena libertad con un movimiento caótico. De este modo, tienden a separarse y a ocupar todo el volumen del que disponen.



Actividad resuelta

¿Por qué motivo los sólidos mantienen constante la forma y el volumen y los líquidos no?

Un sólido tiene volumen constante porque sus partículas se encuentran muy próximas entre sí. La forma de un sólido es constante porque sus partículas vibran, pero no pueden desplazarse.

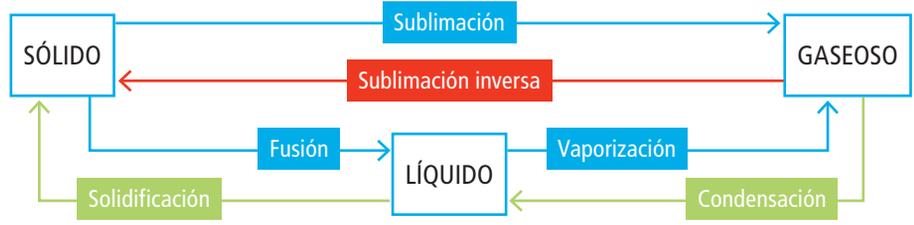
4 LOS CAMBIOS DE ESTADO



Un cubito de hielo a temperatura ambiente se derrite y pasa a agua líquida; análogamente, al poner agua a calentar al fuego, termina por hervir. Es decir, a ciertas temperaturas el estado de las sustancias cambia.

El cambio de estado es un proceso físico por el que una sustancia pasa de un estado a otro sin que se altere su naturaleza o composición química.

Es posible considerar procesos de cambio de estado de dos tipos: los **directos**, que se producen debido a un aumento de temperatura, y los **inversos**, que tienen lugar al disminuir la temperatura.



Actividad resuelta

¿Qué tipo de cambio de estado se produce en los siguientes procesos?

- a. Secar el pelo al aire. Evaporación.
- b. Hervir agua. Ebullición.
- c. Descongelar el frigorífico. Fusión.
- d. Formación de rocío sobre las plantas. Condensación.

Importante

Es preciso diferenciar entre evaporación y ebullición. Ambos son procesos de vaporización.

Tipos de cambios de estado

Proceso directo

Fusión

Proceso por el que, a una temperatura determinada, un sólido pasa a estado líquido.

Sublimación

Proceso por el que un sólido pasa a estado gaseoso directamente, sin pasar por el estado líquido.

Vaporización

Proceso por el que un líquido pasa a estado gaseoso. Puede tener lugar de dos formas: **evaporación** (el líquido pasa a gas de forma lenta, en la superficie y a cualquier temperatura) y **ebullición** (el líquido pasa a gas de forma rápida, en toda la masa del líquido y a una temperatura determinada llamada temperatura de ebullición).

Proceso inverso

Solidificación

Proceso inverso a la fusión.

Sublimación inversa

Proceso inverso a la sublimación.

Condensación

Proceso inverso a la vaporización.

Ejemplo de proceso directo

El caramelo sólido se derrite al aumentar la temperatura.



Algunas frutas se liofilizan, que es un proceso que convierte el agua de los alimentos directamente en vapor, para conservarlos.



La ebullición del agua se produce cuando se alcanza la temperatura de 100 °C.



4.1 EXPLICACIÓN DE LOS CAMBIOS DE ESTADO

Los cambios de estado se explican mediante la teoría cinético-molecular de la materia, basada en el movimiento de las partículas que forman un cuerpo. Para entenderlo, conviene estudiar cómo se producen algunos de estos procesos.

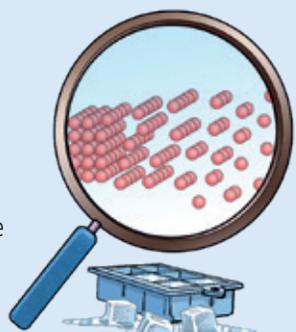


Fusión

Al aumentar la temperatura de un **sólido**, sus partículas vibran cada vez a mayor velocidad hasta que terminan por vencer las fuerzas que las mantienen unidas.

Entonces, se separan de las posiciones fijas que ocupaban en la estructura sólida y pasan a **estado líquido**.

Durante este proceso la temperatura del sólido se mantiene constante en la **temperatura de fusión**. Esto significa que toda la energía suministrada se emplea en que el sólido cambie su estructura y no para elevar su temperatura.



Vaporización

Evaporación

Las partículas de los **líquidos** se mueven y chocan entre sí. Como llevan velocidades distintas, las más rápidas, provistas de mayor energía, llegan a la superficie del líquido y escapan pasando a **estado gaseoso**. Así, el líquido se evapora.

Ocurre a **cualquier temperatura** y de forma lenta, pero es más rápido cuanto mayor es la temperatura, porque en la superficie del líquido habrá más moléculas con la energía suficiente para pasar a gas.



Ebullición

Al elevar progresivamente la temperatura de un **líquido**, sus partículas adquieren mayor energía y se desplazan cada vez más rápido. Así, en el interior del líquido se forman burbujas que suben a la superficie, se rompen y escapan a la atmósfera: en ese momento, el líquido hierve.

Durante la ebullición, la energía se utiliza para que el líquido cambie de estructura, pero su temperatura se mantiene constante en la **temperatura de ebullición**.



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

4.2 EFECTO DE LA PRESIÓN

La presión influye en los cambios de estado de las sustancias. Por ejemplo, a una presión atmosférica normal, el agua a 25 °C es líquida, a 120 °C es gaseosa y a -5 °C es sólida.

Cuando un cambio de estado se produce en un recipiente abierto y las sustancias están en contacto con la atmósfera, la presión a la que están sometidas se llama presión atmosférica, que determina si se produce ese cambio de estado.

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

En el Sistema Internacional de Unidades, la presión se mide en pascales, Pa. La **presión atmosférica estándar** es de 10^5 Pa.

¿Dónde se cocerá antes un huevo, al nivel del mar o en la cima de una montaña?

En la cima de una montaña, la columna de aire de la atmósfera que hace presión sobre los cuerpos, es decir, la presión atmosférica, es menor que a nivel del mar.

Cuando se calienta agua en la cima, las burbujas se forman más fácilmente que a altitudes menores, pues tienen que vencer una presión menor. De ese modo, el agua hierve a una temperatura menor que a nivel del mar y, por eso, el huevo necesitará más tiempo de burbujeo para cocinarse.



Un huevo tarda más en cocerse en la cima de una montaña que a nivel del mar.

Los cambios de estado dependen de la presión a la que se encuentre el cuerpo.

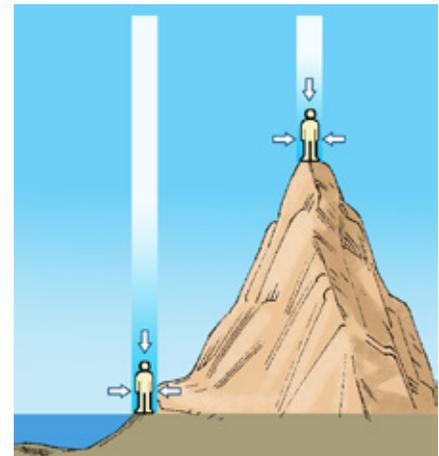
- Si aumenta la presión tienden a producirse cambios de estado que reducen el volumen de los cuerpos, como la solidificación o la condensación.
- Si disminuye la presión se producen cambios de estado que aumentan el volumen de los cuerpos, como la fusión o la vaporización.

Actividad resuelta

Si estuvieras en lo alto del Everest y llenaras una bañera con agua hirviendo, ¿podrías bañarte sin quemarte la piel?

En el Everest, donde la presión atmosférica es menor que al nivel del mar, el agua hierve a una temperatura menor que la temperatura de ebullición de 100 °C. Es decir, el agua hierve antes de llegar a los 100 °C. No obstante, siempre se debe tener precaución con el agua muy caliente.

La atmósfera rodea a la Tierra y está formada por gases como nitrógeno, oxígeno, argón, dióxido de carbono, vapor de agua y otros, presentes en cantidades más pequeñas.



La cantidad de aire sobre la superficie terrestre será menor cuanto mayor sea la altura a la que nos encontremos. Cuando menos aire haya sobre nosotros, soportaremos menos peso y, por ello, menos presión.

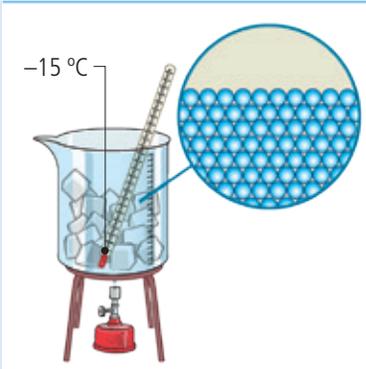
4.3 EFECTO DE LA TEMPERATURA

La temperatura es otro factor que, junto con la presión, influye en los cambios de estado. Por ejemplo, el agua es líquida a 20 °C, pero sólida a temperaturas por debajo de 0 °C.

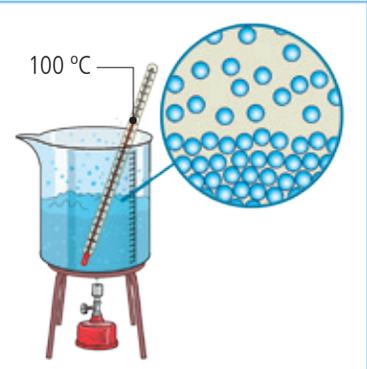
¿Cómo se deshace un hielo?

Un cubito de hielo se encuentra, inicialmente, a -15 °C . Se calienta, poco a poco, y se va midiendo su temperatura. Se observa lo siguiente:

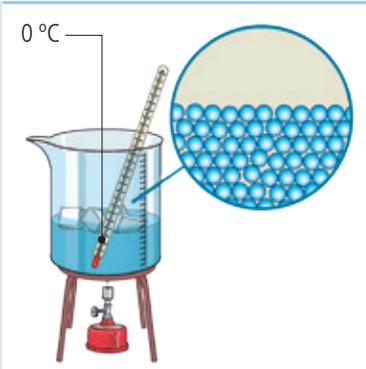
- 1** La temperatura del hielo comienza a aumentar poco a poco, desde -15 °C hasta alcanzar 0 °C .



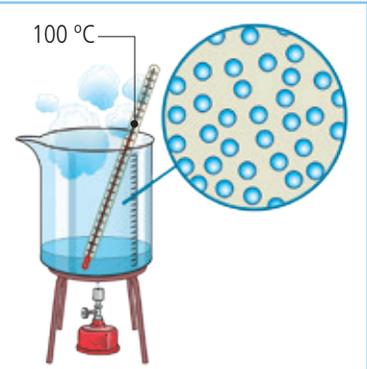
- 3** Una vez fundido el hielo, la temperatura del agua aumenta hasta alcanzar los 100 °C .



- 2** El hielo empieza a fundirse, y la temperatura permanece constante a 0 °C durante el tiempo que dura la fusión.



- 4** El agua hierve y la temperatura se estabiliza a los 100 °C hasta que toda el agua líquida se transforma en vapor de agua (estado gaseoso).



Durante el tiempo que dura cada cambio de estado, la **temperatura permanece constante**. Esto es debido a que la energía que recibe el cuerpo se utiliza para cambiar su estado de agregación, y no para elevar su temperatura.

Actividades resueltas

- 1** ¿Qué hacen las partículas de un gas al aumentar la temperatura? ¿Por qué?

Al aumentar la temperatura las partículas del gas cada vez se mueven más deprisa, porque aumenta su energía.

- 2** Explica si en un líquido todas las partículas tienen la misma velocidad.

No, tienen velocidades distintas porque están chocando entre ellas y esto produce que unas se aceleren y otras se frenen.

- 3** ¿Se evapora el agua a 50 °C , aunque no se haya alcanzado la temperatura de ebullición?

Sí, la evaporación se produce a cualquier temperatura. Es la ebullición lo que se produce a 100 °C .

- 4** ¿Cómo varía la evaporación con la temperatura? ¿Por qué?

La evaporación es mayor cuanto mayor es la temperatura, porque habrá más partículas del gas con energía suficiente para pasar a estado gaseoso.

4.4 GRÁFICAS DE CAMBIO DE ESTADO

Una gráfica de cambio de estado describe el estado físico que presenta una sustancia para cualquier temperatura.

¿Cómo varía el estado de una sustancia a medida que se calienta?

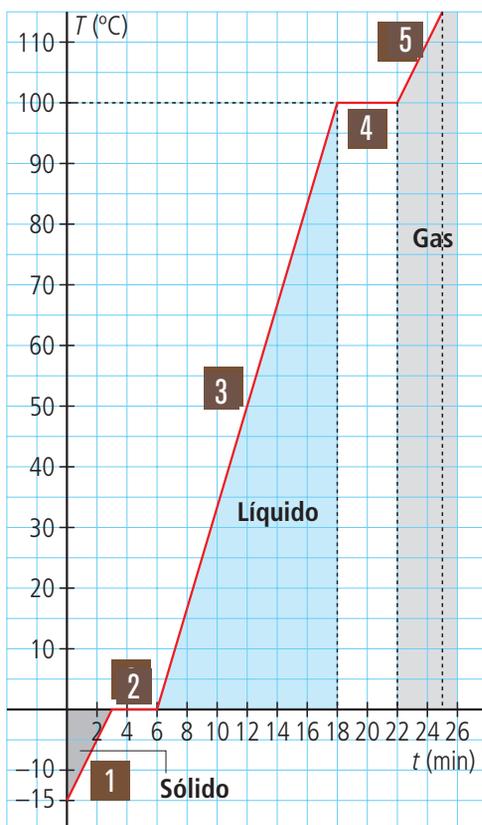
Se estudia el calentamiento de una masa de agua a medida que transcurre el tiempo.

1 Se anotan los datos de temperatura y de tiempo de calentamiento:

| | | | | | | |
|-----------------------|-----|---|---|-----|-----|-----|
| Tiempo, t (min) | 0 | 3 | 6 | 18 | 22 | 25 |
| Temperatura, T (°C) | -15 | 0 | 0 | 100 | 100 | 110 |

2 Se representan estos datos en una gráfica. En el eje X se representa el tiempo transcurrido, t , y en el eje Y , la temperatura alcanzada, T .

3 Se estudia cada tramo de la gráfica para ver qué cambio de estado está sucediendo en ese momento.



1 La temperatura del hielo aumenta progresivamente con el tiempo, hasta alcanzar la temperatura de fusión, 0 °C.

2 El hielo funde. Ha alcanzado la temperatura de fusión. Durante el proceso de fusión la temperatura se mantiene constante.

3 La temperatura del agua aumenta con el tiempo hasta alcanzar la temperatura de ebullición, 100 °C.

4 El agua hierve. Ha alcanzado la temperatura de ebullición. Durante el proceso de ebullición la temperatura se mantiene constante.

5 La temperatura del vapor aumenta progresivamente con el tiempo.

Actividad resuelta

Observa la gráfica de calentamiento del agua, busca las temperaturas de:

a. -5 °C

b. 90 °C

c. 110 °C

¿Qué estado de agregación presenta el agua a esas temperaturas?

a. A -5 °C el agua es sólida.

b. A 90 °C es líquida.

c. A 110 °C es gaseosa.

PUNTO DE EBULLICIÓN

La temperatura de ebullición de un líquido depende de la presión exterior a la que está sometida. Por ejemplo, la temperatura de ebullición del agua a la presión atmosférica es diferente si la hervimos en una olla rápida. Mientras que a la **presión atmosférica normal** la temperatura es de 100 °C, en la olla rápida es mayor.

Es decir, hay tantas temperaturas de ebullición como presiones a las que se encuentre sometido un líquido. Por eso, se fija una presión como referencia para tomar el valor de la temperatura de ebullición correspondiente. Esa presión es la **presión estándar** y su valor es 10^5 Pa.

El punto de ebullición es la temperatura a la que un líquido pasa a estado gaseoso cuando la presión exterior es de 10^5 Pa.



En una olla convencional la temperatura de ebullición del agua será de 100 °C. En la olla rápida la ebullición ronda los 120 °C.

PUNTO DE FUSIÓN

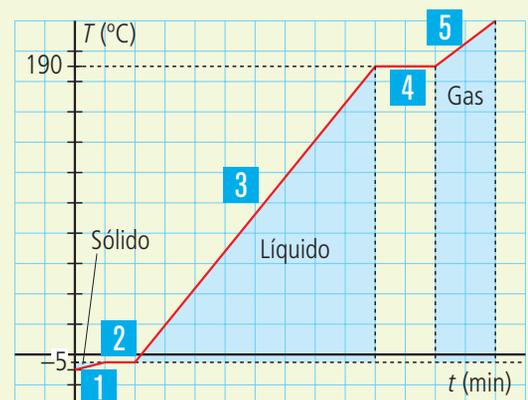
En el caso de cambio de estado de sólido a líquido sucede algo similar, es decir, que la temperatura a la que un sólido se funde depende de la presión a la que esté sometido. Por ese motivo se fija la presión exterior como referencia de 10^5 Pa para tomar esa temperatura de fusión.

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

Actividad resuelta

El calentamiento del aceite de oliva sigue una evolución como la del gráfico:

- ¿En qué estado de agregación se encuentra el aceite a -10 °C? ¿Y a 150 °C?
 - ¿Cuál es el punto de fusión del aceite? ¿Y el punto de ebullición?
 - ¿Qué representan los tramos 1 y 3 y por qué son inclinados?
 - ¿Qué representan los tramos 2 y 4 y por qué son horizontales?
 - ¿Qué significa el tramo 5?
- A -10 °C, el aceite está en estado sólido y a 150 °C, está en estado líquido.
 - El punto de fusión del aceite es -5 °C y el de ebullición 190 °C.
 - Los tramos 1 y 3 significan que la sustancia, sólido y líquido, respectivamente, se está calentando. Son inclinados porque el aumento de temperatura tiene lugar a medida que transcurre el tiempo.
 - Los tramos 2 y 4 indican la fusión y la ebullición, respectivamente. Son horizontales porque durante el tiempo que dura el cambio de estado la temperatura no varía.
 - El tramo 5 representa que el gas aumenta su temperatura.



5 LAS PROPIEDADES DE LOS GASES



Los **gases** tienen unas propiedades características:

1 No tienen forma ni volumen propios. Su forma es la del recipiente que los contiene y el volumen depende de la presión a la que estén sometidos. Por eso los gases se pueden **comprimir** o **expandir**.



3 Tienen a ocupar todo el volumen del que disponen. Esta propiedad se percibe continuamente. Por ejemplo, las partículas que forman un ambientador se evaporan y ocupan todo el volumen disponible, llegando a nuestras células olfativas.



De igual modo los insectos acuden a las flores por el aroma que desprenden.

2 Producen presión al chocar sus partículas unas contra otras y contra las paredes del recipiente que los contiene. Además, esta presión depende de la temperatura a la que está el gas: a mayor temperatura, mayor presión ejerce este.



4 En los gases, las magnitudes de **presión, p , volumen, V , y temperatura, T** , están **relacionadas** entre sí, y cualquier cambio en una de ellas influye en las otras dos.

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

5.1 EL VOLUMEN DISMINUYE AL AUMENTAR LA PRESIÓN

Si aprietas con la mano una pelota de goma, es decir, aplicas presión, observarás que su volumen disminuye. A esa conclusión, pese a trabajar por separado, llegaron los científicos Robert Boyle (1627-1691) y Edme Mariotte (1620-1684). Para ello, realizaron un experimento similar a este:

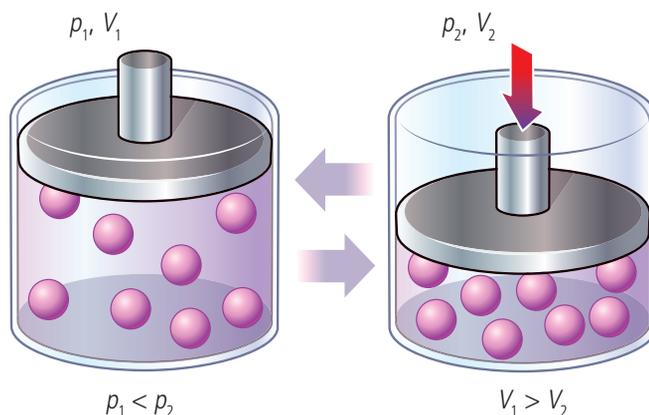
Gas que cambia de volumen y de presión a temperatura constante

Un recipiente cilíndrico lleno de gas a temperatura constante se tapa con un émbolo que se desplaza verticalmente. Al subir o bajar el émbolo, la presión del gas varía. Se observa qué volumen ocupa el gas en cada caso:

- Si la presión aumenta, el volumen disminuye.
- Si la presión disminuye, el volumen aumenta.

En ambos casos se cumple:

$$p \cdot V = \text{constante}$$



Con los datos obtenidos en sus experimentos, enunciaron la ley que se conoce como **ley de Boyle-Mariotte**:

Para una misma masa de gas y a temperatura constante, cuando la presión aumenta (de p_1 a p_2) el volumen del gas disminuye (de V_1 a V_2), y, viceversa:

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

Donde los subíndices 1 indican las condiciones iniciales y los 2, las finales.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA LEY DE BOYLE-MARIOTTE

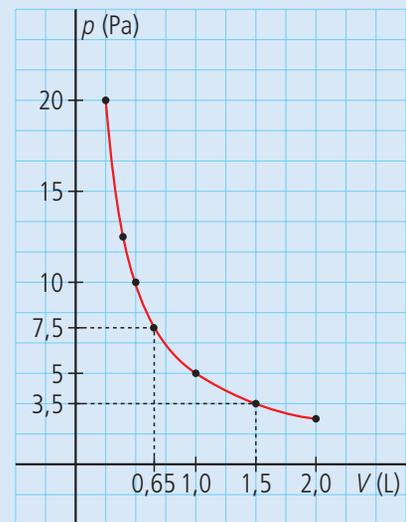
Se introduce aire en un recipiente cilíndrico graduado y, mediante un émbolo, se va incrementando la presión sobre el gas.

Los volúmenes y las presiones que se han medido son:

| | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|
| p (Pa) | 2,5 | 5,0 | 10,0 | 12,5 | 20,0 |
| V (L) | 2,00 | 1,00 | 0,50 | 0,40 | 0,25 |

La presión, p , se representa en el eje de ordenadas; el volumen, V , en el eje de abscisas.

La gráfica resultante es una parábola, lo que indica que las magnitudes representadas son inversamente proporcionales.



En la gráfica se puede leer el volumen que ocupará el gas para cualquier presión. Para una presión de 7,5 Pa el volumen es 0,65 L. Para un volumen de 1,5 L. La presión es 3,5 Pa.

Actividad resuelta

En un laboratorio están haciendo un experimento con 5 L de un gas a la presión atmosférica, 10^5 Pa. En un determinado paso del experimento, deben meter este en un recipiente cerrado, y el que hay disponible solo puede albergar un volumen de 4 L. Si dicho recipiente puede soportar una presión de 120000 Pa, ¿servirá para el experimento?

1 Se analizan los datos del enunciado y las incógnitas:

Condiciones iniciales: $p_1 = 10^5$ Pa = 100 000 Pa; $V_1 = 5$ L

Condiciones finales: $p_2 = 120\,000$ Pa = $1,2 \cdot 10^5$ Pa; $V_2 = ?$

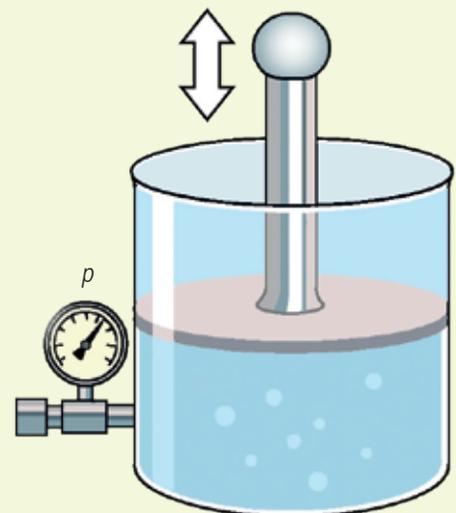
2 Se aplica la ley de Boyle-Mariotte y se sustituyen los datos:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \rightarrow 10^5 \text{ Pa} \cdot 5 \text{ L} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot V_2$$

3 Se despeja la incógnita:

$$V_2 = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 5 \text{ L}}{1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = 4,2 \text{ L}$$

Al aumentar la presión en el recipiente el volumen del gas disminuye. En concreto pasa de ocupar 5 L a 4,2 L. Este valor es superior al volumen disponible del recipiente, de 4 L, que, por tanto, no servirá para realizar el experimento.

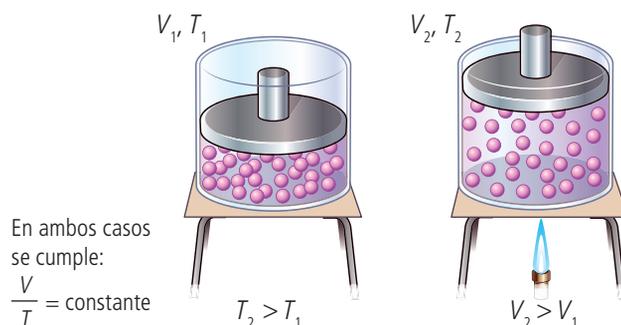


5.2 EL VOLUMEN AUMENTA CON LA TEMPERATURA

A finales del siglo XVIII los físicos franceses Joseph Gay-Lussac (1778-1850) y Jacques Charles (1746-1823) estudiaron el comportamiento de los gases a presión constante.

Gas que cambia de temperatura y de volumen a presión constante

El experimento consiste en llenar de gas un recipiente cilíndrico, a presión constante, y tapado con un émbolo. A la temperatura ambiente, T_1 , el gas ocupa un volumen V_1 . Al calentar el gas con un mechero hasta una temperatura T_2 , se comprueba que el gas ocupa un volumen V_2 , mayor que el inicial. De ello se deduce que la temperatura y el volumen son directamente proporcionales.



Con los resultados se obtiene la **primera ley de Gay-Lussac y Charles**:

Para una misma masa de gas, si la presión se mantiene constante, cuando la temperatura aumenta (de T_1 a T_2), el volumen también aumenta (de V_1 a V_2), y viceversa:

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

Recuerda

Las temperaturas T_1 y T_2 están expresadas en kelvin, K. Los subíndices 1 indican las condiciones iniciales y los subíndices 2, las finales.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PRIMERA LEY DE GAY-LUSSAC Y CHARLES

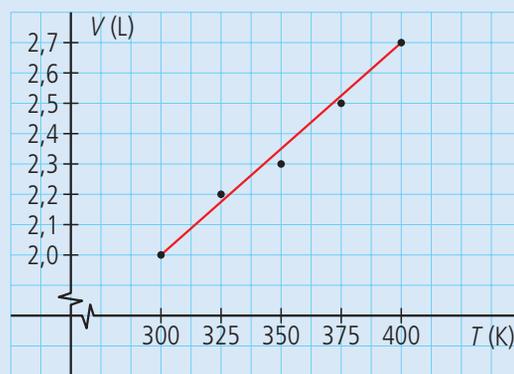
Se introduce aire en un recipiente cilíndrico graduado y se va incrementando la temperatura sobre el gas. Los volúmenes y las temperaturas que se han medido son:

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| T (K) | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 |
| V (L) | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 2,7 |

En el eje de ordenadas se representa el volumen, V , frente a la temperatura, T , en el de abscisas.

La gráfica es una recta, lo que confirma que ambas magnitudes son directamente proporcionales.

En la gráfica se puede leer el volumen que ocupará el gas para cualquier temperatura.



Actividad resuelta

¿Qué volumen ocupa una masa de gas, a presión constante, que pasa de una temperatura de 300 K y un volumen de 2 L a una temperatura de 450 K?

Se aplica la ley de Gay-Lussac y Charles, siendo $V_1 = 2$ L; $T_1 = 300$ K y $T_2 = 450$ K.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{2 \text{ L} \cdot 450 \text{ K}}{300 \text{ K}} = 3 \text{ L}$$

Importante

A la hora de resolver problemas revisa con cuidado cuáles son las condiciones iniciales de presión, temperatura y volumen y cuáles las finales.

5.3 LA PRESIÓN AUMENTA CON LA TEMPERATURA

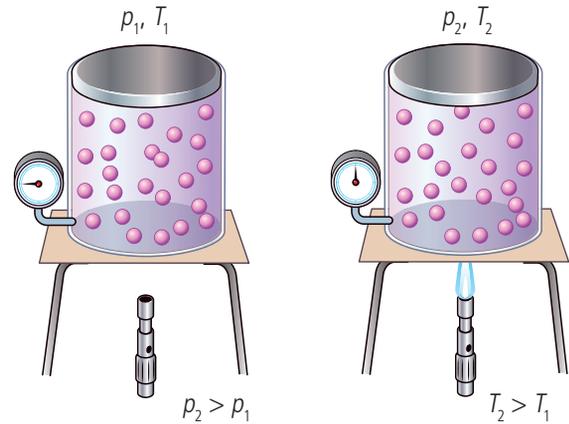
Gay-Lussac y Charles estudiaron también cómo se comporta un gas cuando aumenta su temperatura a volumen constante.

Gas que cambia de temperatura y presión a volumen constante

El experimento consiste en llenar de gas un recipiente cilíndrico a temperatura ambiente, T_1 , y presión normal, p_1 . Se calienta el gas hasta una temperatura T_2 y se observa que su presión aumenta hasta p_2 .

Se deduce que la presión y la temperatura son directamente proporcionales.

En ambos casos se cumple:
 $\frac{p}{T} = \text{constante}$



Charles y Gay-Lussac enunciaron así su **segunda ley**:

Para la misma masa de gas, si el volumen se mantiene constante, cuando la temperatura aumenta (de T_1 a T_2), la presión también aumenta (de p_1 a p_2), y viceversa:

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

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA SEGUNDA LEY DE GAY-LUSSAC Y CHARLES

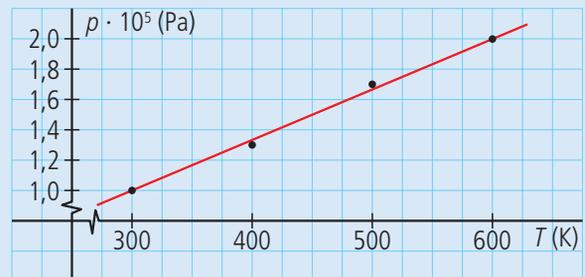
Se introduce aire en un recipiente cilíndrico de volumen fijo y se va incrementando la temperatura sobre el gas.

Las temperaturas y las presiones que se han medido son:

| | | | | |
|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| T (K) | 300 | 400 | 500 | 600 |
| p (Pa) | $1,0 \cdot 10^5$ | $1,3 \cdot 10^5$ | $1,7 \cdot 10^5$ | $2,0 \cdot 10^5$ |

En el eje de ordenadas de la gráfica se representa la presión, p , frente a la temperatura, T , en el eje de abscisas.

La gráfica es una recta, por lo que ambas magnitudes son **directamente proporcionales**.



A partir de esta gráfica podemos leer la presión que soportará el gas a cualquier temperatura.

Actividad resuelta

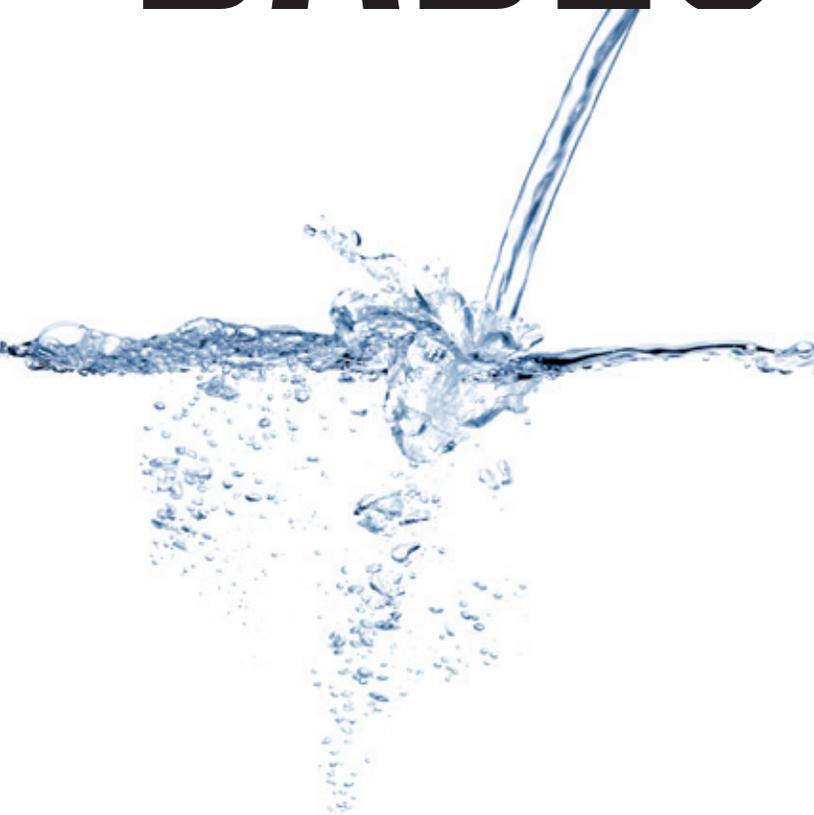
Un gas se encuentra a 300 K y 10^5 Pa. ¿Qué presión soportará si su temperatura aumenta hasta 450 K? ¿Qué temperatura tendrá cuando la presión sea de $1,8 \cdot 10^5$ Pa?

Las condiciones iniciales son $p_1 = 10^5$ Pa, $T_1 = 300$ K, luego:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \rightarrow p_2 = \frac{p_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 450 \text{ K}}{300 \text{ K}} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{p_2 \cdot T_1}{p_1} = \frac{1,8 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 300 \text{ K}}{10^5 \text{ Pa}} = 540 \text{ K}$$

ACTIVIDADES



02 LA MATERIA

1 La materia

- 1 ¿Qué diferencia hay entre materia y sustancia?

2 Las propiedades de la materia

Propiedades generales

- 2 Un globo se hincha cuando soplamos dentro de él.
 - a. ¿Qué demuestra este hecho?
 - b. Si lo pesas antes y después de hinchado, ¿qué resultados obtendrás?
 - c. ¿Qué significan los resultados obtenidos?
- 3 El aire es incoloro y transparente. ¿Tiene masa? ¿Qué harías para comprobarlo?
- 4 Dentro de un vaso grande lleno de agua se introduce un vaso pequeño boca abajo. ¿Por qué no entra agua en él? ¿Qué pone de manifiesto este experimento?

Propiedades específicas o características

- 5 Clasifica en tu cuaderno las siguientes propiedades de la materia en generales y específicas:
 - a. Temperatura de fusión
 - b. Temperatura de ebullición
 - c. Volumen
 - d. Superficie
 - e. Densidad
 - f. Conductividad eléctrica
- 6 Relaciona cada sustancia con la propiedad que la caracterice:
 - a. Plástico
 - b. Cobre
 - c. Amoniaco
 - d. Goma
 - e. Cuarzo
 1. Elasticidad
 2. Olor
 3. Dureza
 4. Conductividad
 5. Impermeabilidad

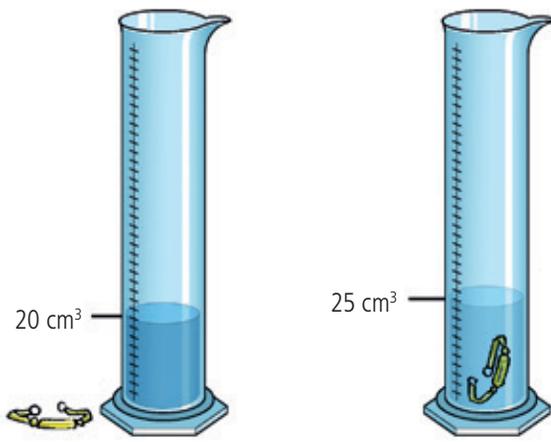
La densidad

- 7 Con una balanza se mide la masa de un trozo de hierro, obteniéndose un valor de 158 g. Sabiendo que la densidad del hierro es de $7\,900\text{ kg/m}^3$, averigua cuál es su volumen.

- 8 La masa de un trozo de metal es de 540 g; su volumen es de 200 mL.
- Calcula su densidad.
 - Exprésala en kg/cm^3 y en kg/m^3 .

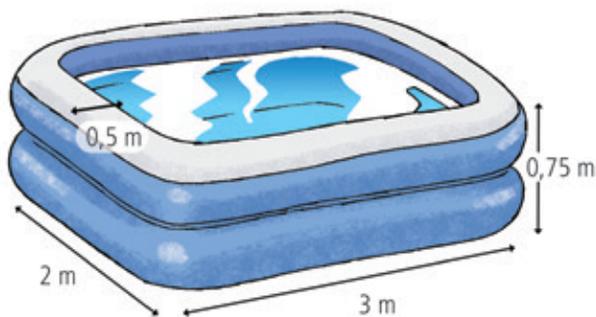
- 9 La leche tiene una densidad de 1,020 g/mL. ¿Qué masa, expresada en kg, tendrá un litro de leche?

- 10 Se quiere medir el volumen de una pulsera de oro. Para ello, se dispone de una probeta con 20 cm^3 de agua; al introducir la pulsera, el nivel de agua asciende hasta los 25 cm^3 .
- Si la densidad del oro es de 19 300 kg/m^3 , ¿cuál será la masa de la pulsera?



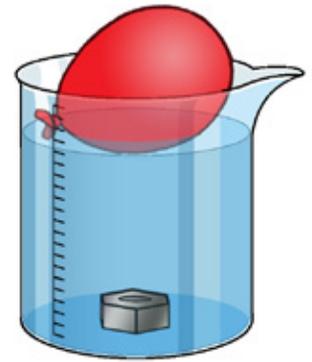
- 11 Con los datos de la tabla de densidades, calcula cuánto ocupan 2 kg de aceite. Expresa el resultado en m^3 y en L.
- 12 Se vierten 250 cm^3 de aceite en un vaso cuya masa, vacío, es de 300 g. Ahora, la masa del vaso con el aceite resulta ser de 530 g. ¿Cuál será la densidad del aceite?

- 13 + Observa esta piscina totalmente llena de agua y calcula:
- El volumen de la piscina llena
 - El volumen de agua



- 14 Se dispone de 20 g de una sustancia desconocida, cuyo volumen resulta ser de 2,53 cm^3 . Consulta la tabla de densidades de esta unidad y averigua de qué sustancia se trata.

- 15 Observa esta figura.
- ¿Por qué se hunde la tuerca y el globo no?
 - ¿Y si el globo estuviese lleno de agua, se hundiría?
 - Y si sustituimos la tuerca por corcho, ¿qué sucede?



- 16 Calcula la densidad de un sólido si una porción del mismo tiene una masa de 200 g y ocupa un volumen de 74 mL.

3 Los estados de agregación de la materia

- 17 El volumen de una cantidad determinada de líquido se puede considerar constante aunque cambie la temperatura o la presión. ¿Cómo lo justificas según la teoría cinético-molecular?
- 18 Justifica en tu cuaderno según la teoría cinético-molecular por qué los gases pueden comprimirse.

4 Los cambios de estado

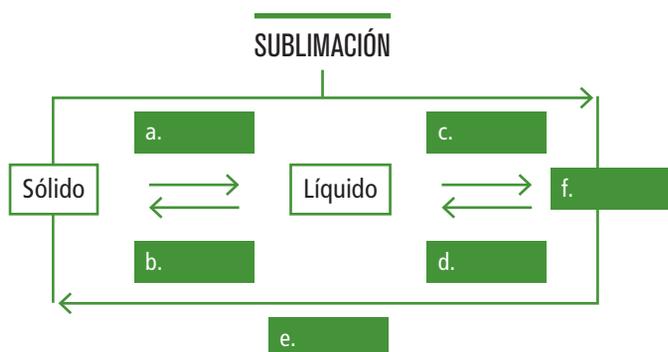
- 19 ¿Cuál es el cambio de estado que lleva del estado sólido al gaseoso sin pasar por el líquido?
- 20 ¿Cuál es el proceso que hace pasar a una sustancia del estado líquido al gaseoso?
- 21 ¿Qué diferencias hay entre evaporación y ebullición?
- 22 ¿Qué cambio de estado tiene lugar en los siguientes casos?
- Un ambientador sólido perfuma una habitación.
 - Un frasco de quitaesmalte se queda abierto.
 - Se usa agua para cocer unas patatas.
 - Un antipolillas se coloca en un armario.
 - Se olvida un cubito de hielo sobre la encimera de la cocina.
 - En un día frío y húmedo, se forman gotitas en la parte interior de los cristales de una habitación.
 - Un glaciar sufre el cambio climático.



23 ¿Qué sucede cuando una sustancia cambia de estado?

- a. Su volumen cambia.
- b. Su estructura cambia.
- c. Su masa cambia.
- d. La sustancia cambia.

24 Completa en tu cuaderno el siguiente esquema:



25 + Cuando el agua hierve, se producen burbujas en su interior. ¿Qué es una burbuja?

- a. Una acumulación de aire.
- b. Nada, es vacío.
- c. Dióxido de carbono gaseoso.
- d. Vapor de agua.

26 Explica el mecanismo por el que se produce la fusión.

27 Explica, conforme a la teoría cinético-molecular, por qué la evaporación aumenta con la temperatura.

Efecto de la presión

28 ¿Dónde hierve antes el agua, a nivel del mar o en la cima de una montaña? Explica la respuesta.

29 La Paz, Bolivia, está a 3 650 m de altitud, ¿por qué allí el agua hierve a 92 °C y no a 100 °C?



30 + Muchas bacterias mueren a la temperatura de ebullición del agua. Por eso, cuando el agua puede contener microorganismos infecciosos, es habitual hervirla antes de su consumo. Si lo hiciéramos en la cima del Mont Blanc, a 4 810 m sobre el nivel del mar, ¿podríamos enfermar?

31 Imagina que estás en la cima de una montaña con una nevera portátil, sacas unos cubitos de hielo y se funden rápidamente. ¿Cómo lo explicarías?

Efecto de la temperatura

32 ¿Qué sucede cuando se calienta un gas?

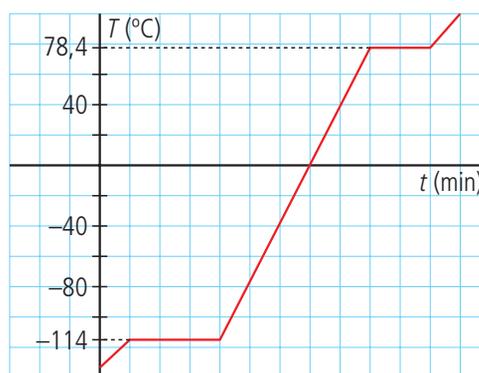
- a. Sus partículas aumentan de tamaño.
- b. Sus partículas disminuyen y se separan.
- c. Sus partículas se separan más.
- d. Sus partículas se juntan, pero se mueven más deprisa.

33 Explica en tu cuaderno qué le sucede a la temperatura durante la fusión de un sólido.

Gráficas de cambio de estado

34 Dibuja la gráfica de calentamiento de una sustancia cuyos puntos de fusión y de ebullición son, respectivamente, 15 °C y 120 °C.

35 Analiza la siguiente gráfica, que corresponde al calentamiento del etanol, y responde a las preguntas.



- a. ¿Cuál es la temperatura de fusión del etanol?
- b. ¿Cuál es la temperatura de ebullición del etanol?
- c. ¿En qué estado de agregación se encontrará el etanol a 0 °C y a 90 °C?

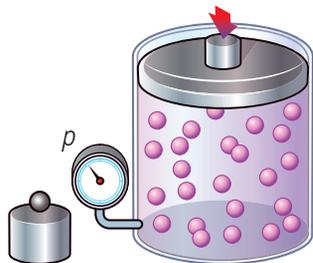
36 El punto de fusión del etanol es de -114 °C y el de ebullición 78,4 °C. Razona en qué estado se encontrará el etanol en los siguientes casos:

- a. -120 °C
- b. -110 °C
- c. 80 °C
- d. 50 °C

5 Las propiedades de los gases

El volumen disminuye al aumentar la presión

37 **++** Se introduce un gas en un recipiente.



Se van colocando pesas en el émbolo, con lo que se va aumentando la presión, y se miden los volúmenes correspondientes, obteniendo:

| p (Pa) | V (L) |
|----------|---------|
| 500 | 60 |
| 1000 | 30 |
| 1500 | 20 |
| 2000 | 15 |
| 2500 | 12 |

- Dibuja la gráfica p - V .
- Calcula el volumen que ocuparía el gas si la presión fuera de 1300 Pa.
- ¿Qué presión soporta el gas si el volumen es 13 L?
- Calcula, en cada caso, cuánto vale el producto $p \cdot V$. ¿Qué conclusión obtienes?

38 En un recipiente cilíndrico con un émbolo se introducen 4 L de un gas a 5 Pa de presión. Se aumenta progresivamente la presión, sin variar la temperatura, y se miden los volúmenes correspondientes, para obtener la siguiente tabla de datos:

| | | | | | |
|----------|---|----|----|------|------|
| p (Pa) | 5 | 10 | 20 | 40 | 80 |
| V (L) | 4 | 2 | 1 | 0,50 | 0,25 |

Dibuja la gráfica que corresponde a los datos anteriores y averigua el volumen del gas cuando la presión es de 30 Pa.

39 ¿Por qué estalla un globo cuando lo comprimes con fuerza?

El volumen aumenta con la temperatura

40 A 298 K de temperatura y a presión constante, un gas ocupa un volumen de 1 L. ¿Qué volumen alcanzará a 60 °C?

41 Un globo aerostático vuela si su interior se calienta mediante grandes mecheros. Explica por qué se hincha y asciende.

42 Un globo a 20 °C ocupa un volumen de 1 L, ¿qué volumen ocupará si se calienta a 75 °C?

La presión aumenta con la temperatura

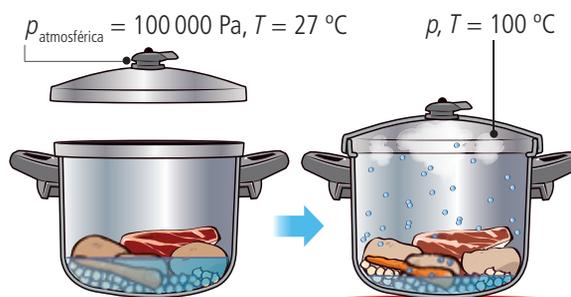
43 ¿Por qué puede explotar un globo hinchado en una habitación en la que hace mucho calor?

44 Explica por qué, según la teoría cinético-molecular de la materia, en un recipiente cerrado la presión aumenta con la temperatura.

45 En días muy calurosos, debido al rozamiento con la carretera, un neumático alcanza 80 °C. ¿Qué presión soportará en su interior si a 25 °C la presión del aire es de 250 000 Pa?



46 Se toma una olla rápida, abierta, a la presión atmosférica de 100 000 Pa y a una temperatura de 27 °C. Luego, se cierra y se eleva su temperatura hasta 100 °C. ¿Qué presión soportarán los alimentos que se cocinan en su interior?



47 Indica en tu cuaderno cuál o cuáles de estas afirmaciones son verdaderas:

- El volumen de un gas aumenta con la presión.
- El volumen de un gas disminuye con la presión.
- La presión de un gas disminuye con la temperatura.
- La presión de un gas aumenta con la temperatura.