

PROPIEDADES Y ESTADOS DE LA MATERIA.

1. LA MATERIA.

Todos los cuerpos del Universo están formados por materia. Ejemplos de sistemas materiales son el aire de un globo, el agua en un vaso, un tronco de madera, un trozo de hierro, un puñado de arena, etc.

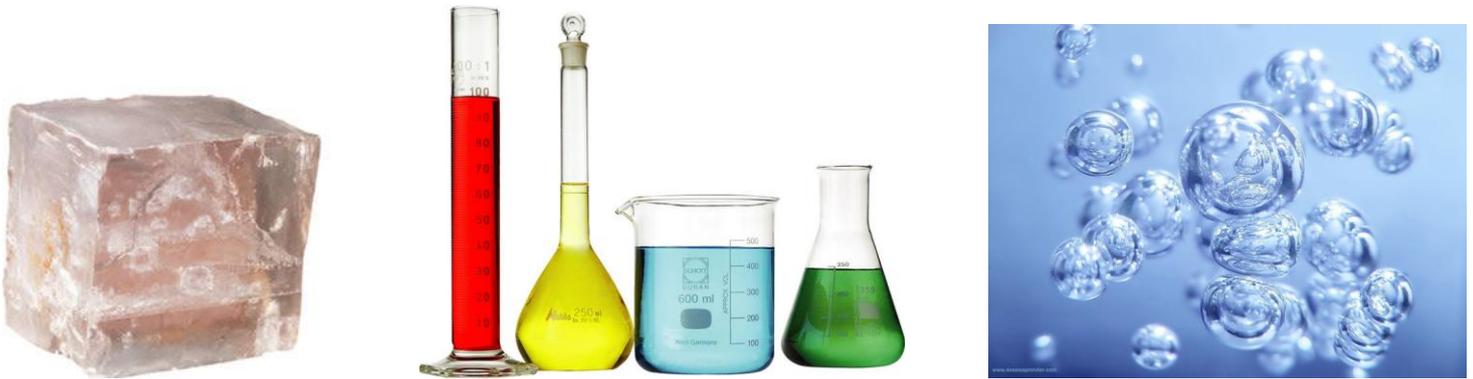
Pero, ¿qué es la materia?

El aceite, el oxígeno, una roca de magnetita, son cuerpos materiales. Sin embargo el calor, el frío, el sonido, el sabor, no son elementos materiales.

Masa y volumen son las propiedades generales necesarias para poder hablar de materia. Se puede definir como materia todo lo que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio. Es decir, **la materia es todo aquello que presenta masa y volumen.**

- La masa se define como la cantidad de materia de un cuerpo. Su unidad de medida es el kg.
- El volumen se define como el espacio que ocupa un cuerpo. Su unidad de medida es el m^3 .

Por tanto, los sólidos, los líquidos y los gases son materia. Todos ellos tienen masa y ocupan un volumen.



Diferentes elementos materiales: sólido, líquido y gas.

Experiencia 1: Sumerge un tubo "vacío" o un vaso con la boca hacia abajo en un recipiente con agua. El agua no puede entrar porque el tubo está lleno de aire, y el aire ocupa su propio espacio. Por tanto, el aire tiene volumen.

Experiencia 2: Pesa un balón deshinchado en una balanza. A continuación infla el balón con aire y vuelve a pesar el balón en la balanza. Se observará que el peso del balón ha aumentado. Por tanto, el aire tiene masa. El aire tiene masa y volumen, por tanto es materia.

Definiciones:

- Materia: todo aquello que tiene masa y ocupa un espacio.
- Sistema material: porción de materia considerada de forma aislada para su estudio (por ejemplo, el gas contenido dentro de un globo, un cubito de hielo, un trozo de hierro, etc.)
- Sustancia: tipo concreto de materia de la que está formada un determinado cuerpo.

Actividades.

1) Indica ejemplos de sistemas materiales, y ejemplos de sistemas no materiales.

2. PROPIEDADES DE LA MATERIA.

La materia presenta diferentes propiedades, que se clasifican en generales (intensivas) y específicas (extensivas).

Propiedades generales (intensivas) de la materia: son propiedades que dependen de la cantidad de materia considerada. Las presentan cualquier materia o sustancia, y no sirven para diferenciar unas sustancias de otras. Ejemplos de propiedades generales son masa, volumen, peso, longitud, etc.

Propiedades específicas (extensivas) de la materia: son propiedades específicas que no dependen de la cantidad de materia considerada. No son propiedades comunes para toda la materia, sino que difieren para cada sustancia, por lo que periten diferenciar distintas sustancias entre sí. Ejemplos de propiedades específicas son densidad, puntos de fusión y ebullición, viscosidad, color, dureza, conductividad eléctrica y térmica, etc.



Ejemplo: la masa es una propiedad general, y no permite diferenciar sustancias: se pueden tener 5 Kg de hierro y 5Kg de hielo. La densidad es una propiedad específica, permite diferenciar sustancias: la densidad del aluminio es $2,7 \text{ gr/cm}^3$, mientras que la densidad del mercurio es de 13 gr/cm^3 .

2.1.- MASA.

Supóngase que se dispone de un trozo de hierro. Dicho sistema material se puede calentar, deformar, triturar, colocar en órbita en un satélite, ser llevado a la Luna, etc. En tales casos, se comprobará que algunas magnitudes como su temperatura, su peso, su forma, su volumen, etc. cambian. Sin embargo, existe algo que permanece inalterable, independientemente de dónde se encuentre el trozo de hierro y cuál sea su temperatura. Esta magnitud es la masa, o cantidad de hierro presente.

Se llama masa a **la cantidad de materia que tiene un cuerpo**. Su unidad en el S.I. es el kilogramo (kg).

La masa de un cuerpo permanece siempre igual, sin importar su temperatura ni cambios en su estado físico o su forma geométrica.

La masa se mide con la balanza, instrumento que compara la masa del cuerpo a medir con la unidad de masa (1 Kg).

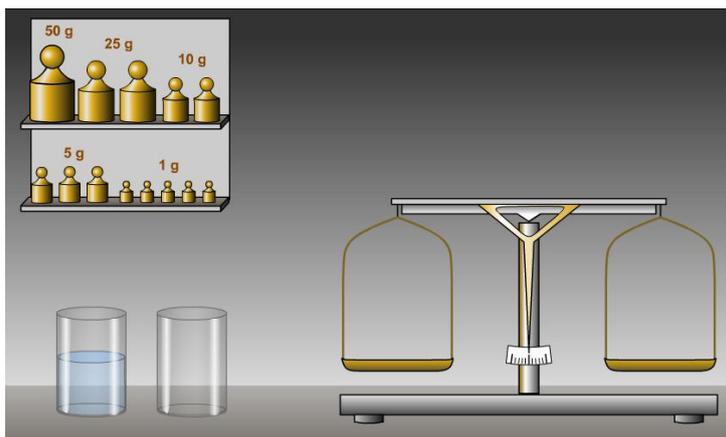


Ejercicios interactivos:

Mide la masa de los objetos propuestos utilizando para ello una balanza.

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/propiedades/masa.htm

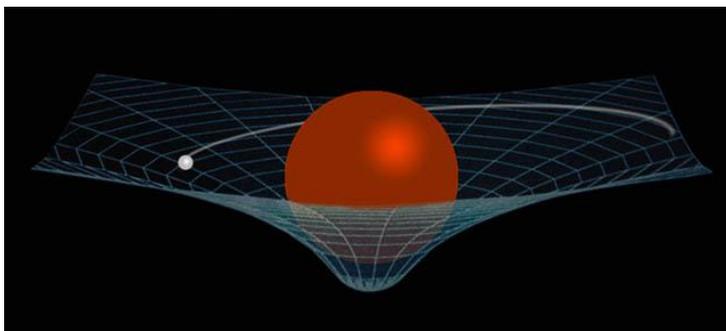
http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/propiedades/pr oblema.htm



NOTA: Masa y Peso.

Hablando con propiedad, hay que distinguir entre masa y peso. Masa es una medida de la **cantidad de materia** de un objeto; peso es una medida de la **fuerza gravitatoria** que actúa sobre el objeto.

Masa y fuerza gravitatoria (peso) están íntimamente relacionadas. El científico inglés Newton demostró que dos cuerpos cualesquiera ejercen entre sí una fuerza de atracción, de forma que el valor de dicha fuerza depende de la distancia entre ellos (a más distancia menos fuerza) y de la masa de cada uno (a más masa más fuerza).



Una característica de la fuerza gravitatoria entre dos cuerpos es que, en muchos casos, tiene un valor tan pequeño que resulta inapreciable, a no ser que al menos uno de los dos cuerpos tenga una masa enorme. Ello explica que la fuerza de atracción gravitatoria sea despreciable entre dos alumnos que se sientan uno al lado de otro, pero que no lo sea entre cualquier cuerpo y el planeta Tierra.



Pues bien, el peso es la fuerza gravitatoria con la que la Tierra atrae a cualquier cuerpo que se encuentre sobre ella, o a una determinada distancia (altura) de ella. Recordar que el peso será mayor cuanto mayor sea la masa del cuerpo, pero menor cuanto más alejado se encuentre el cuerpo de la superficie terrestre.

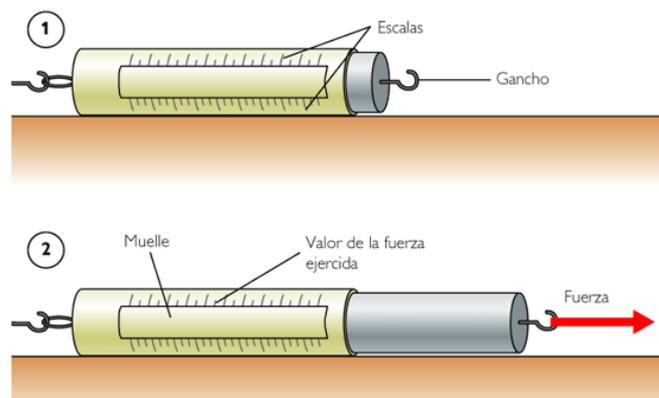
Por ello, y al contrario de lo que sucede con la masa, el peso de un cuerpo no es constante, sino que depende de su ubicación y distancia (por ejemplo, aunque la masa de un cuerpo es siempre la misma, el peso de ese cuerpo en la superficie de la Tierra no será igual al peso de ese mismo cuerpo en órbita alrededor de la Tierra, ni igual al peso de dicho cuerpo en Júpiter).

¿Cómo se calcula el peso de un cuerpo?

$$P = m \cdot g$$

, siendo m es la masa del cuerpo cuyo peso se quiere calcular, y $g = (G \cdot M) / d^2$ la aceleración de la gravedad (G es la constante de gravitación universal ($6,674 \cdot 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{Kg}^2$), M la masa del cuerpo de mayor masa, y d la distancia entre las dos masas). En el caso del planeta Tierra, toma un valor de $g = (G \cdot M_T) / R_T^2 = 9,8 \text{ m/s}^2$. El peso es una fuerza, y como toda fuerza se mide en Newtons (N).

Para medir el peso de un cuerpo se utilizan unos instrumentos de medida llamados **dinamómetros**. Un dinamómetro es esencialmente un muelle situado sobre una escala calibrada que indica el peso en Newtons. Al colgar un objeto del muelle, éste se alargará más o menos dependiendo del peso del objeto.

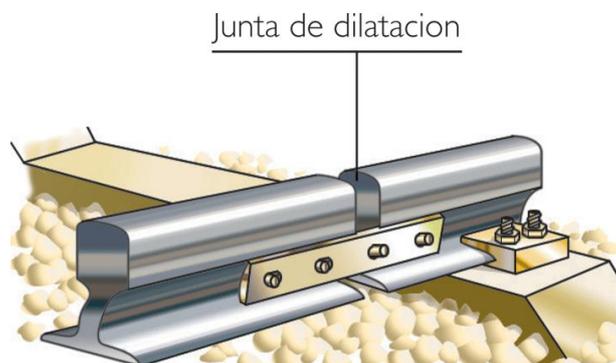


2.2.- VOLUMEN.

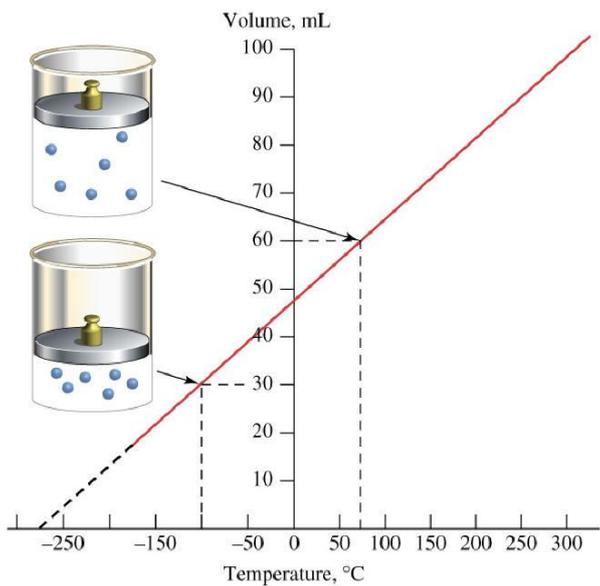
Volumen es la cantidad de espacio que ocupa un cuerpo. La unidad de volumen en el S.I. es el metro cúbico (m^3).

Al contrario que ocurría con la masa, **el volumen de los cuerpos no permanece siempre constante:**

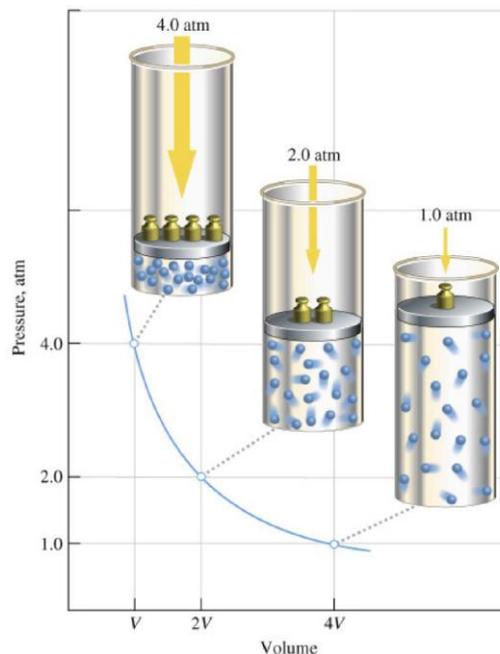
- 1) El volumen de los sólidos y los líquidos depende de la temperatura.
 - Si la temperatura aumenta, los sólidos y los líquidos se **dilatan**; es decir, aumenta su volumen.
 - Si la temperatura disminuye, los sólidos y los líquidos se **contraen**; es decir, disminuye su volumen.
- 2) El volumen de los gases está muy fuertemente influenciado por la temperatura y la presión, y obedece unas leyes muy concretas (leyes de los gases ideales).



Variación del volumen de los sólidos con la Temperatura: juntas de dilatación en las vías del tren.



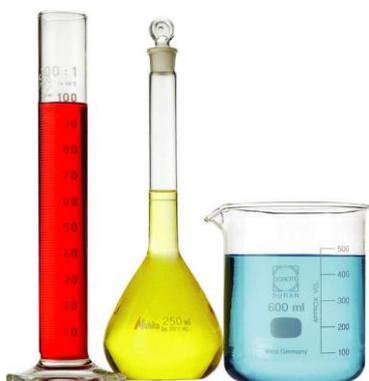
(a)



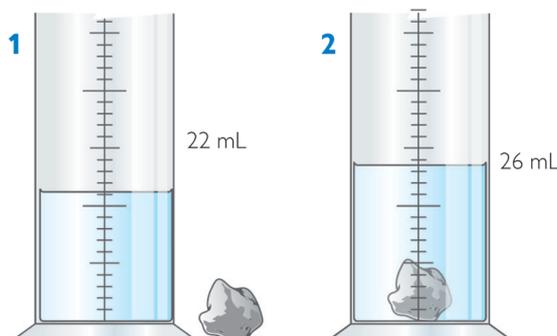
(b)

Variación del volumen de un gas en función de la Temperatura (a) y de la Presión (b)

Para medir el volumen de un cuerpo, se recurre a recipientes graduados o aforados como probetas, matraces, vasos de precipitados, etc.



(a)



(b)



(c)

Ejemplos de técnicas de medidas de volúmenes de líquidos (a), sólidos (b) y gases (c).

Ejercicio interactivo:

Mide el volumen de los tres objetos propuestos por el ejercicio. Para medir volúmenes de sólidos irregulares se usa el «método de inmersión». Se emplea una probeta con agua, de forma que el volumen del sólido será la diferencia entre el volumen señalado por la probeta con el sólido sumergido (2), menos el volumen marcado por la probeta con el sólido sin sumergir (1).

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/propiedades/volumen.htm

NOTA: Volumen y capacidad.

Volumen es el espacio que ocupa un cuerpo, mientras que capacidad es el espacio vacío en un cuerpo (recipiente) que es necesario para contener una determinada sustancia u otros cuerpos. Así, el volumen de un vaso de cristal no viene dado por lo que cabe en el mismo (su capacidad), sino por el espacio que ocupa dicho cristal.

Sin embargo, volumen y capacidad están íntimamente relacionados, y las equivalencias entre sus unidades son:

Unidades de volumen	m ³			dm ³			cm ³
Unidades de capacidad	kl	hl	dal	l	dl	cl	ml

2.3.- DENSIDAD.

La masa y el volumen son propiedades generales de la materia, por lo que su valor sólo depende de la cantidad de sustancia tomada. Es decir, toda sustancia tiene masa y volumen, y pueden tomar cualquier valor, por lo que no son propiedades que permitan diferenciar unas sustancias de otras.

Ejemplos:

- Hablando de masa, se puede tener una masa de 10 kg de mercurio y una masa de 10 kg de aire. De igual forma se pueden tener 20 kg de aluminio, igual que se pueden tener 500 kg de aluminio.
- Para el volumen ocurre igual, se puede tener un volumen de 1 m³ de agua, y un volumen de 1 m³ de plomo. Así mismo puede haber 5 m³ de hidrógeno o 250 m³ de hidrógeno.

Sin embargo, la materia también presenta propiedades específicas, que toman valores concretos y específicos en función de la sustancia considerada.

Ejemplo: el aluminio, por ser aluminio, presenta una densidad de 2,7 gr/cm³. El aluminio no puede tener una densidad de 7,9 gr/cm³ (densidad del hierro) ni de 13,6 gr/cm³ (densidad del mercurio). Entonces, si se toman varias muestras de aluminio con diferentes masas (ya sea 20 gr de aluminio, ó 400 kg de aluminio), todas tendrán la misma densidad.

Por todo ello, **las propiedades específicas de la materia permiten diferenciar unas sustancias de otras**, ya que toman un valor característico para cada sustancia o material determinado. Así, un punto de fusión de 960 °C indica que el material es plata, mientras que un punto de fusión de 240 °C corresponde al estaño.

Existen muchas propiedades específicas, tales como conductividad eléctrica, elasticidad, dureza, conductividad térmica, etc. En este tema nos centraremos únicamente en una de las más importantes: **la densidad**.

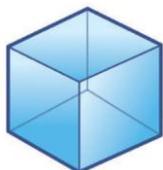
Se define densidad (ρ) como la cantidad de masa presente en una sustancia por unidad de volumen en esa misma sustancia.

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

En el S.I., la masa se mide en kg y el volumen en m³, por lo que la densidad se mide en kg/m³. Sin embargo, la unidad de medida de la densidad en kg/m³ ofrece resultados muy grandes, por lo que también se suele utilizar el g/cm³.

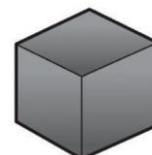
$$1 \text{ g/cm}^3$$

$$1 \text{ cm}^3 \rightarrow 1 \text{ g}$$



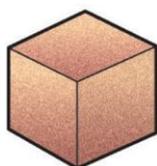
$$11,3 \text{ g/cm}^3$$

$$1 \text{ cm}^3 \rightarrow 11,3 \text{ g}$$



$$0,25 \text{ g/cm}^3$$

$$1 \text{ cm}^3 \rightarrow 0,25 \text{ g}$$



Densidades de diferentes materiales:

- Agua (1 g/cm³)
- Plomo (11,3 g/cm³)
- Corcho (0,25 g/cm³)

La densidad es una propiedad de la materia que toma un valor característico para cada sustancia o material determinado, por lo que permite diferenciar unas sustancias de otras. He aquí algunas densidades de diferentes sustancias y materiales:

Sólidos	g/cm ³	kg/m ³
Aluminio	2,7	2.700
Corcho	0,25	250
Cobre	8,96	8.960
Hielo	0,92	920
Hierro	7,9	7.900
Madera	0,2-0,8	200-800
Plomo	11,3	11.300
Vidrio	3,0-3,6	3.000-3.600
Líquidos	g/cm ³	kg/m ³
Acetona	0,79	790
Aceite	0,92	920
Agua de mar	1,025	1.025
Agua destilada	1	1.000
Alcohol etílico	0,79	790
Gasolina	0,68	680
Leche	1,03	1.030
Mercurio	13,6	13.600

Gases (0 °C, 1 atm)	g/cm ³	kg/m ³
Aire	0,0013	1,3
Butano	0,0026	2,6
Dióxido de carbono	0,0018	1,8
Hidrógeno	0,0008	0,8
Oxígeno	0,0014	1,4

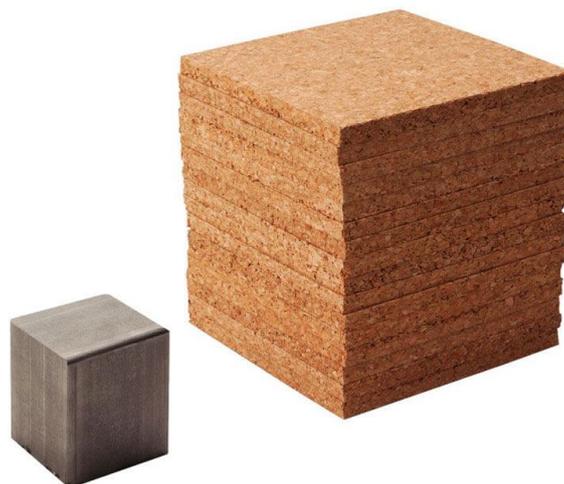
Interpretación física de la densidad.

La densidad es una propiedad que depende de la masa y del volumen. Cuanto mayor sea la masa de una sustancia por cada unidad de volumen, más densa será.

- Los materiales poco densos presentan muy poca masa en mucho volumen. Su masa está poco concentrada. Por tanto, son materiales ligeros. Ejemplos: El corcho, el hielo, el hidrógeno.
- Los materiales muy densos concentran mucha masa en poco volumen. Por tanto, son materiales pesados. Ejemplos: el mercurio, el plomo, el oro, etc.

Ejemplo: el aluminio es un metal que tiene una densidad baja (2,7 g/cm³), siendo es un metal ligero, mientras que el plomo tiene una densidad alta (11,3 g/cm³), por lo que se trata de un metal pesado.

→ Por ello, la densidad permite clasificar sustancias según sean más o menos ligeras.



Bloques de corcho y plomo con la misma masa, pero distinto volumen.
El plomo presenta una mayor densidad (11,3 g/cm³) que el corcho (0,25 g/cm³).

Por otra lado, la densidad también permite explicar la flotabilidad de de unas sustancias sobre otras. La flotabilidad de los sólidos en líquidos depende de las densidades de ambos: si el sólido es más denso que el líquido, se hunde en él (plomo y agua). Por el contrario, si es menos denso, flota (corcho y agua).

En el ejemplo del huevo, cuando el vaso tiene agua, el huevo se hunde. Pero cuando echamos sal en el agua, como la densidad del agua salada es mayor, el huevo flota. Lo mismo sucede con dos líquidos inmiscibles: el más denso se sitúa debajo, y el menos denso, arriba (aceite y agua).



Agua destilada: el huevo se hunde.

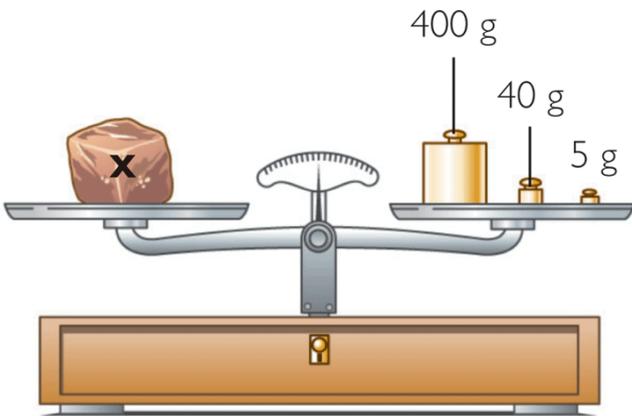


Agua con sal: el huevo flota

Medida de la densidad.

La densidad es una magnitud derivada de la masa y el volumen. Para realizar una medida de densidad, hay que efectuar dos medidas directas: masa y volumen.

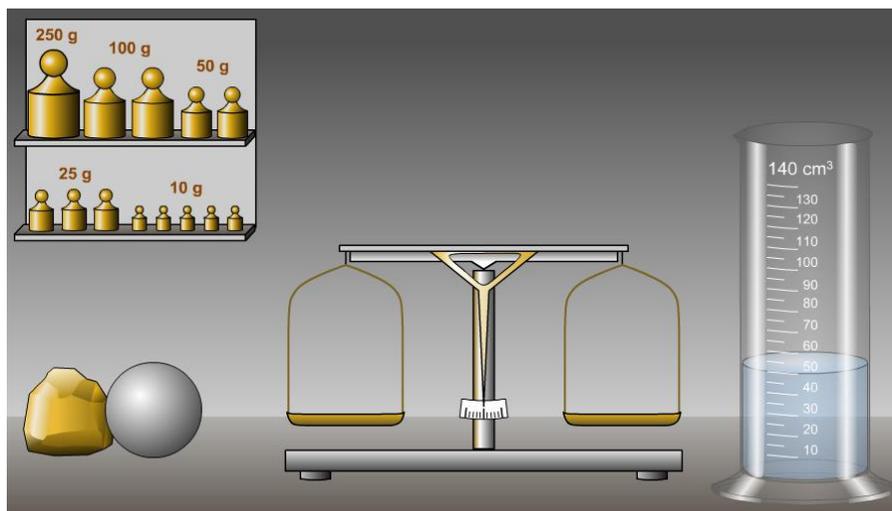
Ejemplo: ¿Cuál es la densidad del objeto x? ¿De qué sustancia pura se trata?



Ejercicio interactivo:

Mide la densidad de los objetos propuestos:

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/propiedades/densidad.htm



La densidad no permanece constante.

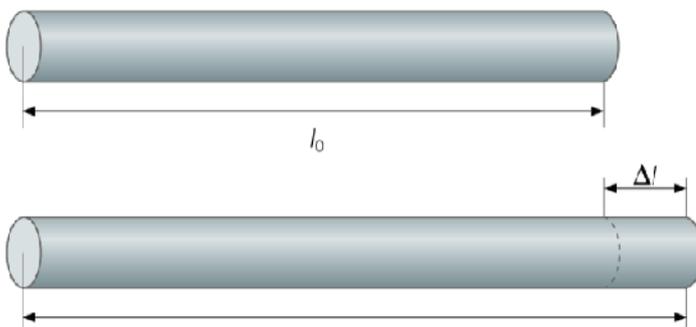
Anteriormente se estudió que la masa de una sustancia permanece inalterable, independientemente de condiciones externas (temperatura, presión, cambios de forma o estado, localización, etc.). Sin embargo, también se vio que el volumen varía en función de la temperatura (dilatación y contracción en sólidos y líquidos) o en función de la temperatura y presión (en los gases).

¿Qué ocurre con la densidad? ¿Permanecerá invariable como la masa, o dependerá de condiciones externas como el volumen?

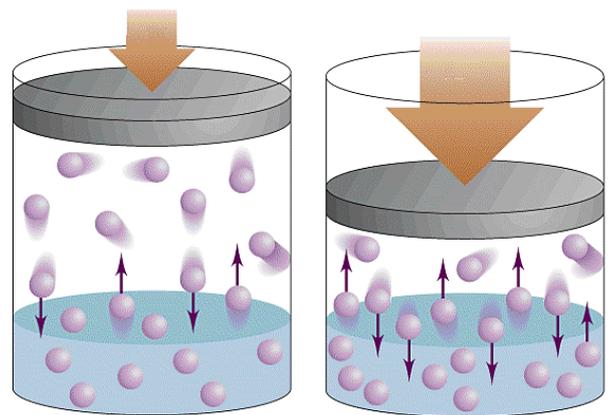
Hay que recordar que la densidad se define como la relación de la masa por unidad de volumen en una sustancia, por lo que depende de ambas magnitudes (masa y volumen). Como el volumen es variable, la densidad también lo será.

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

- Un aumento del volumen supone una disminución de la densidad (la masa, que no cambia, estará menos concentrada).
- Una reducción del volumen supone un aumento de la densidad (la masa, que no cambia, estará más concentrada)



Al aumentar la temperatura los sólidos se dilatan (aumentan su volumen). Ello supone que disminuya su densidad.



Al aumentar la presión los gases se comprimen (disminuye su volumen). Ello supone que aumente su densidad.

Actividades “propiedades de la materia”.

2) ¿Se puede diferenciar una sustancia de otra midiendo su masa? ¿Y conociendo su volumen? ¿Y conociendo su dureza y conductividad?

3) Se somete a un mismo trozo de aluminio a los siguientes procesos:

- Calentarlo hasta que se haga totalmente líquido
- Pulverizarlo
- Colocarlo en órbita en el espacio
- Partirlo en dos pedazos iguales y dejar sólo uno de ellos.
- Llevarlo a Marte en una sonda espacial

¿En cuál o cuáles de los anteriores procesos variará su masa?

4) ¿Cuál es tu masa? ¿Y cuál es tu peso?

5) Señalad si las siguientes cuatro proposiciones son verdaderas (V) o falsas (F), explicando por qué.

- 1 kg de plomo pesa más que 1 kg de paja
- El peso se mide en kg
- En el vacío los cuerpos no pesan.
- Dentro del agua se pesa menos que fuera.

6) Calcula el peso de un cuerpo de 80 Kg de masa en las siguientes localizaciones:

LOCALIZACIÓN	Tierra	Luna	Marte	Júpiter	Sol	Estrella de neutrones
g (gravedad)	9,8	1,6	3,7	26	274	$9,8 \cdot 10^{11}$
Peso de un cuerpo de 80 Kg						

7) Hallar la masa que corresponde a los siguientes pesos (todos ellos correspondientes a cuerpos situados al nivel del mar, donde $g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

a) 730 N; b) 12000 N; c) 2'5 N.

Indicad objetos o cuerpos que pudieran tener los pesos mencionados.

8) Una estación espacial se encuentra en órbita fuera de la atmósfera terrestre a unos 350 km de altura sobre el suelo. Algunas personas piensan que allí no hay gravedad, pero lo cierto es que sí la hay, y que vale aproximadamente $8,5 \text{ m/s}^2$. ¿Cuánto pesa un astronauta de 80 kg situado dentro de esa estación? ¿En cuánto ha disminuido su peso respecto a cuando se hallaba en el suelo?

9) Una piscina octaédrica de 4m de largo, 3m de ancho y 2m de profundidad está llena de agua. Calcula el volumen de agua almacenada y su masa, si cada metro cúbico de agua tiene una masa de 1000 Kg

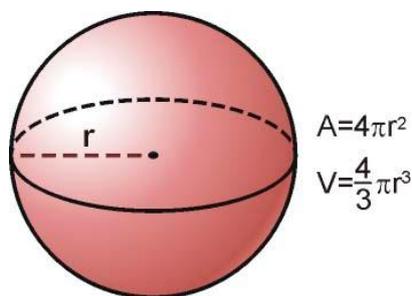
10) Expresad en litros: 1200 cm^3 ; 1 m^3 ; 250 mL. Expresad en cm^3 : 0'5 L; 1 m^3 ; 2 dm^3

11) Un recipiente de forma cúbica tiene 0,8 cm de arista. ¿Cabe 1mL de agua dentro de él? ¿Caben 0,7 mL de agua?

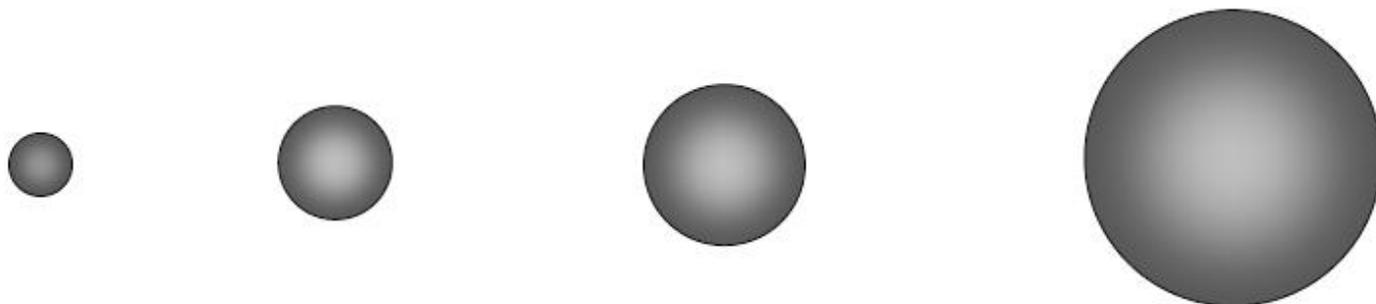
12) Ordenad justificadamente de menor a mayor: a) 752 cm^3 ; b) $0,025 \text{ m}^3$; c) 8'5 L d) 950 mL.

13) Ordena de menor a mayor los siguientes volúmenes:

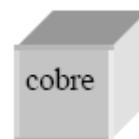
- Esfera de 10 cm de radio.
- Balón de 4 dm^3 .
- Cubo de 5 cm de arista.



14) Todas las esferas siguientes tienen la misma masa (1 kg). Escribid debajo de cada una de ellas el material, de entre los siguientes, de que podría estar hecha: corcho, plomo, aluminio, hierro.



15) Todos los objetos siguientes tienen el mismo volumen (1dm³), pero están hechos de distintos materiales. Escribir debajo de cada uno la masa que podría tener (de entre las siguientes): 1000 g; 8500 g; 250 g; 11300 g. ¿Cuál es el más denso?



16) Anteriormente se han señalado que hay materiales "ligeros" y otros materiales "pesados". Se tiene un trozo de madera junto a otro trozo de hierro. ¿Cuál será más pesado de los dos?

17) La figura 1 representa trozos de igual tamaño (igual volumen) de distintos materiales. Se mide la masa de cada trozo y resulta ser completamente distinta entre ellos. ¿Cómo se explica este hecho?

18) En la figura 2 se muestran 3 muestras de distintas sustancias. A pesar de su diferente volumen, la masa de las 3 muestras resulta ser idéntica. ¿Cómo se explica este fenómeno?



Figura 1

Figura 2

19) Se tiene una serie de muestras, de las cuales se realizan medidas de sus masas y volúmenes. Los resultados se exponen en la tabla siguiente:

MUESTRA	A	B	C	D	E
Masa (gr)	4,6	9,2	11,5	15,0	14,4
Volumen (cm ³)	5,0	10,0	12,5	16,3	20,0

Calcula la densidad de la sustancia de cada muestra. ¿Qué conclusión sacas de los resultados? ¿De qué sustancias se trata?

20) Supongamos que 11'2 g de un determinado material (X) ocupan un volumen de 14 cm³, mientras que 15 g de otro material (Y) ocupan un volumen de 25 cm³. ¿Cuál de estos dos materiales es más denso?

21) Tenemos dos sustancias (que llamaremos A y B) de 1 kg de masa cada una. El volumen de A es de 1000 cm³ mientras que el de B es de 80 cm³. Razonad cuál de las dos es más ligera o, lo que es equivalente, cuál tiene menor densidad.

22) Tenemos dos sustancias (que llamaremos A y B) de 1 cm³ de volumen cada una. La masa de A es de 1g mientras que la de B es de 12'5 g. Razonad cuál de las dos es más ligera o, lo que es equivalente, cuál tiene menor densidad.

23) Un material A tiene una densidad de 5'2 g/cm³, otro B de 586 g/l y otro C de 2700 kg/m³. Ordenadlos, justificadamente, de menor a mayor densidad.

24) Calcular cuál será la masa en kilogramos de 1 litro de mercurio y compararla con la masa en kg de un litro de agua. (Obtener los datos necesarios de la tabla)

25) Buscando los datos necesarios en la tabla de densidades, calculad el volumen en litros que corresponde a 5 kg de las siguientes sustancias:

- a) aceite
- b) agua
- c) mercurio

26) En la tabla siguiente se dan distintas masas y volúmenes de diferentes materiales (a 20°C). Calcular la densidad en g/cm³ correspondiente a cada uno.

Material	Madera	Vidrio	Mercurio	Gasolina
Masa	2500 g	0'68 kg	8 g	30 kg
Volumen	5 l	212'5 cm ³	5'9 · 10 ⁻⁴ l	42'86 l
Densidad (g/cm ³)				

27) Buscando los datos necesarios en la tabla de densidades del libro calculad la masa en kg que corresponde a 250 cm³ de las siguientes sustancias:

- a) oro (d = 19,3 g/cm³)
- b) hielo
- c) alcohol

28) En el supermercado “Mercaprecio” se venden 3 kg de aceite de oliva por 7'2 euros, mientras que en “Hiperchollo”, 3 litros del mismo aceite cuestan 7'2 euros. Un alumno dice que el precio es el mismo. Explicar en qué se equivoca y justificad cuál es más caro.

29) Explica por qué un súper - petrolero es capaz de flotar en el agua del mar.

30) ¿Cuál es la razón por la que el aceite no se mezcla y flota en el agua?

31) Supongamos que 11'2 g de un determinado material (X) ocupan un volumen de 14 cm³, mientras que 15 g de otro material (Y) ocupan un volumen de 25 cm³. ¿Cuál de estos dos materiales es más denso?

32) ¿Qué supone en la naturaleza que el hielo sea menos denso que el agua?



33) ¿Qué quiere decir que la densidad del oro a 20 °C es de 19'3 g/cm³? ¿Por qué se especifica la temperatura a la que se mide la densidad? ¿Qué volumen tendrá 1 kg de oro? (dar el resultado en litros).

34) ¿Qué hay que hacer para que un globo aerostático lleno de aire se eleve en el aire? Justifica tu respuesta.

35) Suponed que se tiene un litro de aceite en una sartén. La sartén se pone al fuego de forma que el aceite se calienta. ¿Qué crees que ocurre con su densidad? Justifica tu respuesta.

36) La neumática es la ciencia que emplea el aire comprimido para hacer funcionar máquinas. Para comprimir aire, se emplea un aparato llamado compresor, que toma el aire de la atmósfera y aplica presión sobre él para comprimirlo. ¿Qué ocurre con la densidad del aire antes y después de la compresión? Justifica tu respuesta.

37) Hallad la masa y el peso aproximados del aire existente en el aula de clase sabiendo que, a 20 °C y presión normal, la densidad del aire es de 1'20 kg/m³.

3. ESTADOS DE AGREGACIÓN Y CAMBIOS DE ESTADO.

La materia se presenta en tres estados o formas de agregación: sólido, líquido y gaseoso.

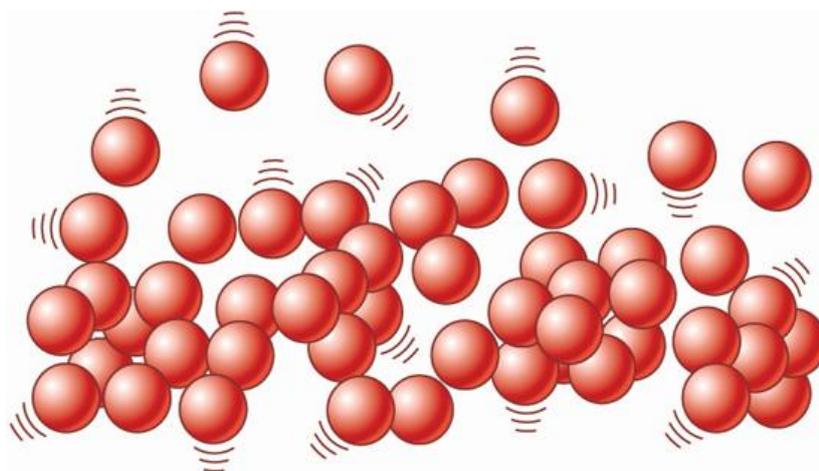
En la naturaleza, sólo algunas sustancias pueden hallarse de modo natural en los tres estados, tal es el caso del agua. Sin embargo, la mayoría de sustancias se presentan en un estado concreto. Así, los metales o las sustancias que constituyen los minerales se encuentran en estado sólido y el oxígeno o el CO² en estado gaseoso.

Para explicar cómo la materia se organiza en tres estados, cómo se comporta la materia en cada estado, y cómo es posible la transformación entre estados, se ha desarrollado la Teoría Cinético – Corpuscular.

3.1.- TEORÍA CINÉTICO – CORPUSCULAR DE LA MATERIA.

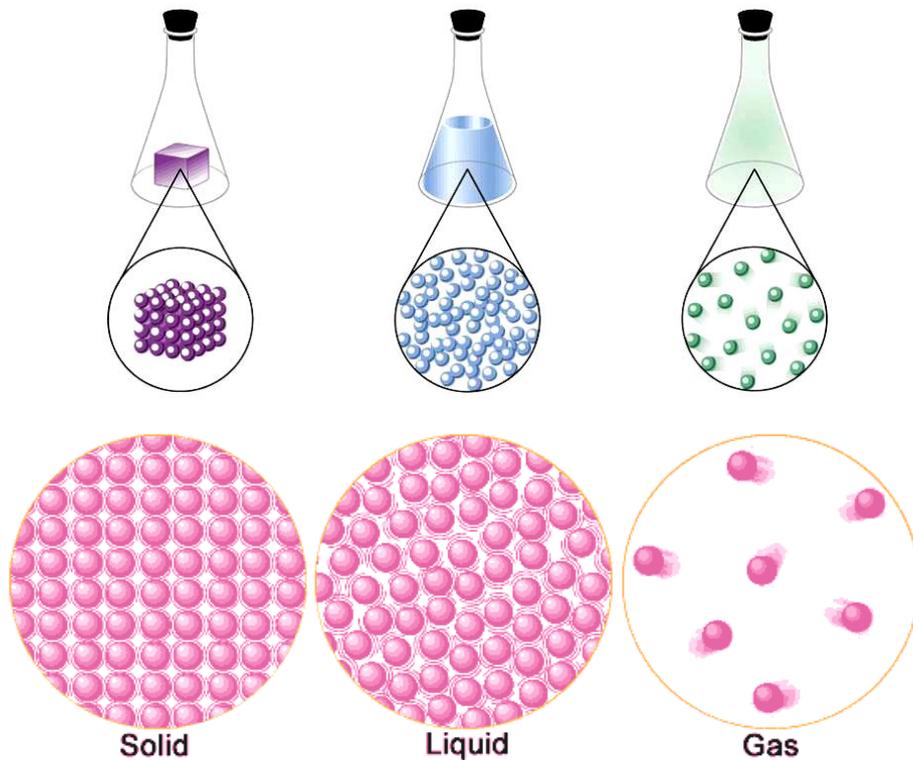
La teoría cinética establece las siguientes hipótesis:

- La materia es discontinua. La materia, sea cual sea su estado, está formada por partículas diminutas, tanto que su tamaño es muy pequeño comparado con la distancia que existe entre ellas. Por tanto, entre las partículas no hay nada, sólo grandes espacios vacíos.
- Estas partículas están en continuo movimiento.
- La velocidad de movimiento de estas partículas (su energía cinética) depende de la temperatura: un incremento en la temperatura origina un aumento de la velocidad de movimiento de las partículas (un aumento de la energía cinética de las partículas).
- Entre las partículas hay fuerzas de atracción o de cohesión cuya intensidad disminuye al aumentar la distancia entre ellas.
- Las partículas se mueven aleatoriamente en todas direcciones, tanto más deprisa cuanto mayor es la temperatura. En el caso de un gas chocan continuamente entre sí y contra las paredes del recipiente que las contiene; el resultado de estos choques es la presión gaseosa.
- La temperatura a la cual todas las partículas están quietas se conoce como “cero absoluto” y es de - 273 °C (0 °K).
-



3.2.- ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA.

La teoría cinética permite explicar porqué las sustancias se pueden encontrar en tres estados de agregación: sólido, líquido y gaseoso. El estado en que se encuentre una sustancia depende de la intensidad de las fuerzas de unión o cohesión entre las partículas que conforman dicha sustancia. Además, las propiedades que presenta la materia dependen de su estado de agregación.

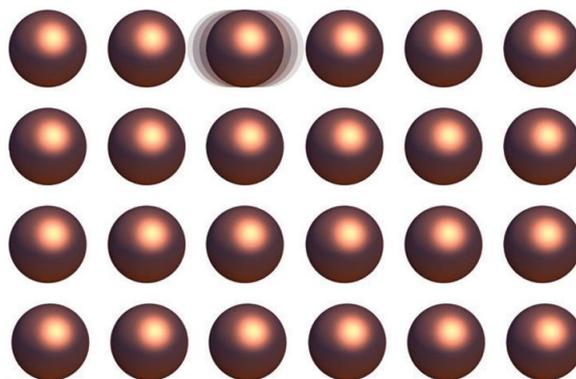


ESTADO SÓLIDO.

Los sólidos se caracterizan por tener **forma y volumen constantes**. Esto se debe a que las partículas que los forman están **muy próximas y en posiciones casi fijas**, ya que están unidas por unas fuerzas de cohesión muy intensas.

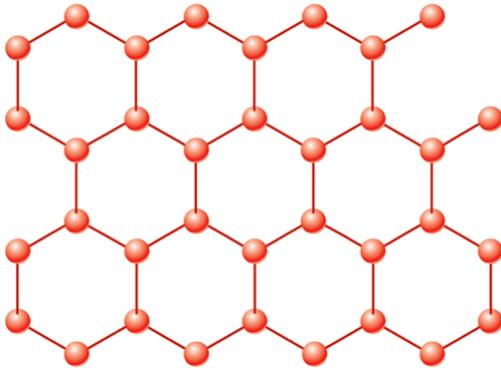


En el estado sólido **la movilidad es escasa**, las partículas solamente pueden **vibrar u oscilar** alrededor de posiciones fijas. Esta inmovilidad supone que los sólidos **no se pueden comprimir ni pueden fluir**.

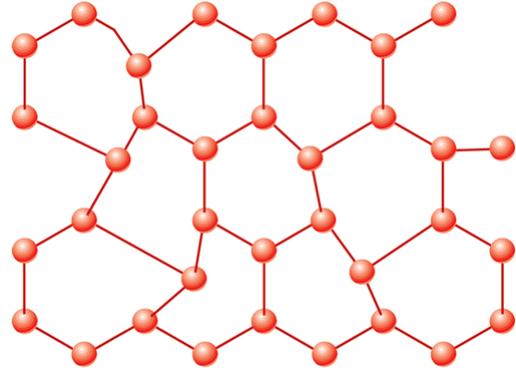


Sin embargo, los sólidos **se dilatan y contraen ligeramente por efecto de la temperatura**. La dilatación se produce porque al aplicar calor, las partículas oscilan con más energía y aumenta la distancia entre ellas, provocando un pequeño aumento del volumen. En la contracción ocurre lo contrario, es decir, las partículas se enfrían, por lo que tienen menor agitación, uniéndose o aproximándose las unas a las otras, lo que provoca una ligera disminución del volumen.

Las partículas en el estado sólido se disponen **de forma ordenada**, con una regularidad espacial geométrica, dando lugar a redes cristalinas. Existen otros sólidos cuyas partículas carecen de estructura interna ordenada, y no forman redes cristalinas. Estos sólidos se denominan amorfos.



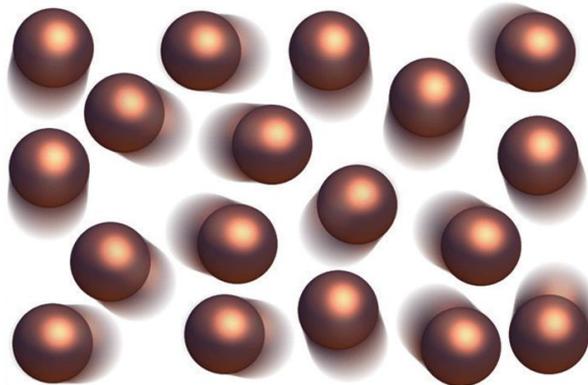
Sólidos cristalinos: Fluorita



Sólidos amorfos: Ópalo

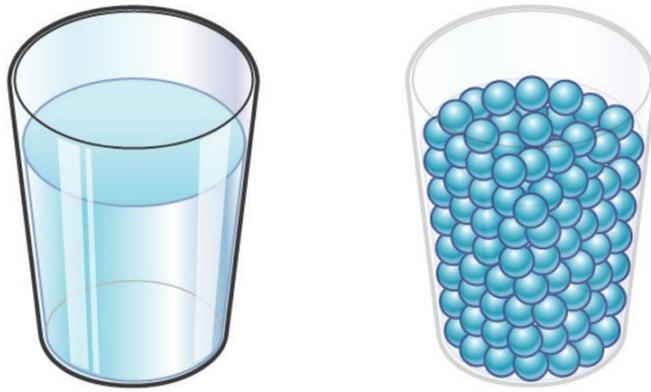
ESTADO LÍQUIDO.

Los líquidos, al igual que los sólidos, tienen **volumen constante**. En los líquidos las partículas están unidas por unas **fuerzas de cohesión menos intensas que en los sólidos**, pero sus **posiciones no son fijas**, por lo que las partículas fluyen libremente y se trasladan con libertad.



El número de partículas por unidad de volumen es muy alto, por ello son muy frecuentes las colisiones y fricciones entre ellas. En los líquidos el movimiento es desordenado, pero existen asociaciones de varias partículas que, como si fueran una, se mueven al unísono.

Todo ello explica que los líquidos **no tengan forma definida y adopten la forma del recipiente que los contiene**. También explica ciertas propiedades de los líquidos, como la **fluidez** o la **viscosidad**.



Los líquidos no se pueden comprimir y su volumen es constante, pero al aumentar la temperatura se incrementa la movilidad de las partículas (su energía cinética), aumenta la distancia que las separa, y se produce una cierta dilatación.

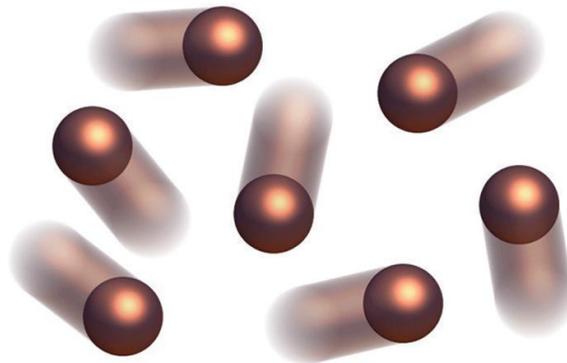
http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/estados/liquido.htm

NOTA: Definiciones.

- **Fluidez:** capacidad de los líquidos y los gases para moverse progresivamente hacia un lugar o pasar a través de orificios pequeños, debida a la capacidad de las partículas para desplazarse.
- **Viscosidad:** propiedad de los líquidos que indica la dificultad con la que éstos fluyen. Un líquido es más viscoso cuanto menor es su fluidez. La viscosidad es debida a fuerzas e interacciones entre las partículas (rozamiento de las partículas) que limitan su movilidad.

ESTADO GASEOSO.

Los gases, igual que los líquidos, **no tienen forma fija**, pero a diferencia de éstos, **su volumen tampoco es fijo**. En los gases, **las fuerzas de cohesión que mantienen unidas las partículas son muy débiles**. Las partículas se encuentran muy separadas (el número de partículas por unidad de volumen es muy pequeño) y sus posiciones no son fijas.



La movilidad es muy grande: las partículas se mueven de forma desordenada, con frecuentes choques entre ellas y con las paredes del recipiente que los contiene. Esto explica las propiedades de **expansibilidad** y **compresibilidad** que presentan los gases: sus partículas se mueven libremente, de modo que ocupan todo el espacio disponible, y se adaptan a la forma y al volumen del recipiente que los contiene (los gases son fluidos).

- La compresibilidad tiene un límite, si se reduce mucho el volumen en que se encuentra confinado un gas éste pasará a estado líquido.
- Al aumentar la temperatura las partículas se mueven más deprisa y chocan con más energía contra las paredes del recipiente, por lo que aumenta la presión.
- El aumento de la temperatura también trae consigo un aumento de volumen (dilatación), mucho más acusado que en sólidos y líquidos.

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

Leyes de los gases:

1) Ley de Boyle (temperatura constante):

Al ejercer una presión sobre un gas se produce una disminución de su volumen. Ello se debe a la elevada compresibilidad de los gases, derivada de las débiles fuerzas de cohesión entre sus partículas y por las grandes distancias existentes entre ellas.

→ Ley de Boyle: a temperatura constante, si disminuye el volumen del gas, aumenta su presión.

2) Ley de Charles (presión constante):

Si se mantiene la presión constante, y aumenta la temperatura, el volumen del gas aumenta.

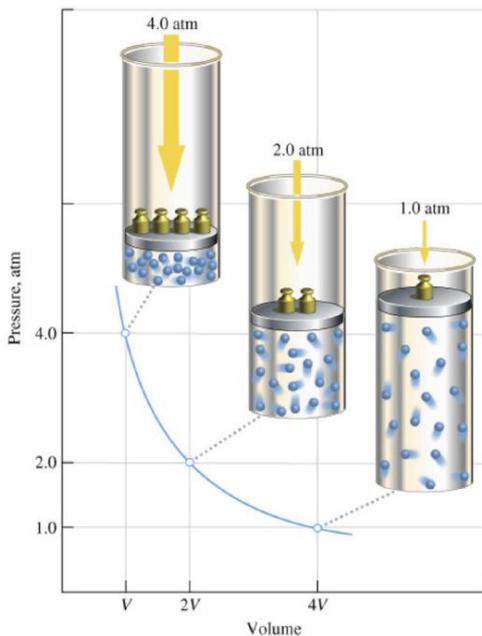
Ello se debe a que las partículas adquieren más energía cinética (más velocidad), y entonces chocan más veces contra las paredes del recipiente, lo que implica un aumento de la presión en el interior del recipiente. Al haber menos presión fuera que dentro del recipiente, éste aumentará su volumen. Este proceso continúa hasta que la presión exterior e interior se igualen.

→ Ley de Charles: a presión constante, si aumenta la temperatura del gas, aumenta su volumen.

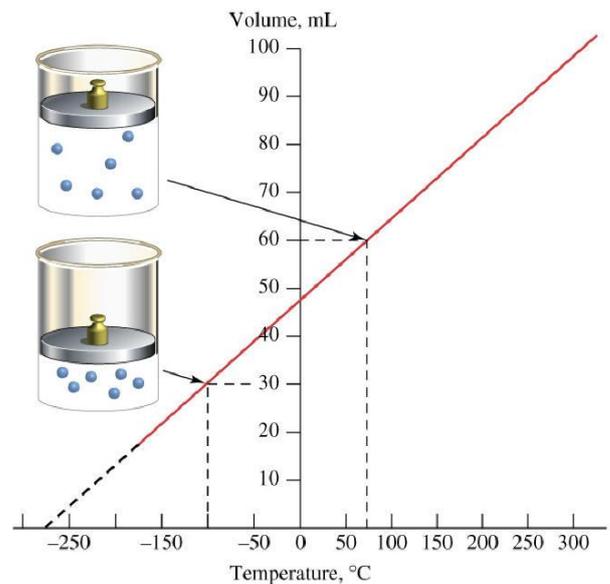
3) Ley de Gay-Lussac (volumen constante):

Si se mantiene el volumen constante (recipiente indeformable) y aumenta la temperatura, la presión aumenta. Según la teoría cinética, ello se debe a que aumenta la energía cinética de las partículas, y por tanto el número de choques contra las paredes del recipiente.

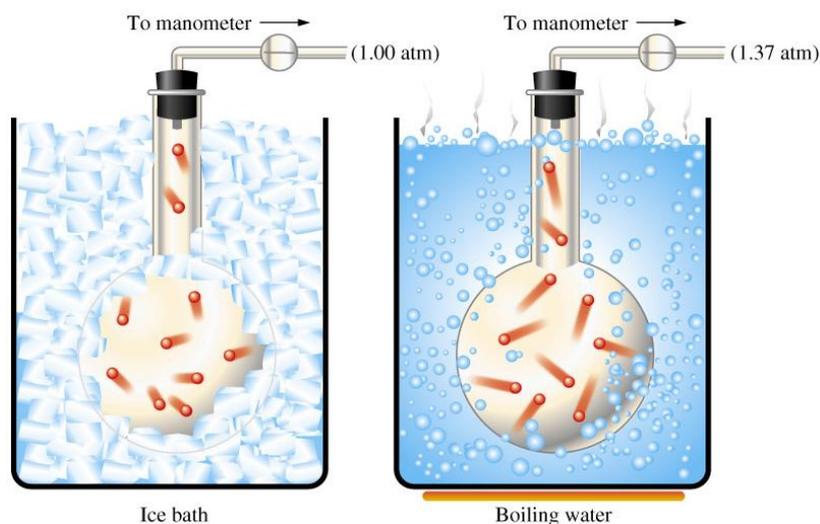
→ Ley de Gay-Lussac: a volumen constante, si aumenta la temperatura, aumenta la presión.



1) Ley de Boyle



2) Ley de Charles



3) Ley de Gay - Lussac

3.3.- CAMBIOS DE ESTADO.

Cambio de estado es el proceso mediante el cual las sustancias pasan de un estado de agregación a otro. El estado de la materia depende de las fuerzas de cohesión que mantienen unidas a las partículas. La modificación de la **temperatura** o de la **presión** modificará dichas fuerzas de cohesión pudiendo provocar un cambio de estado.

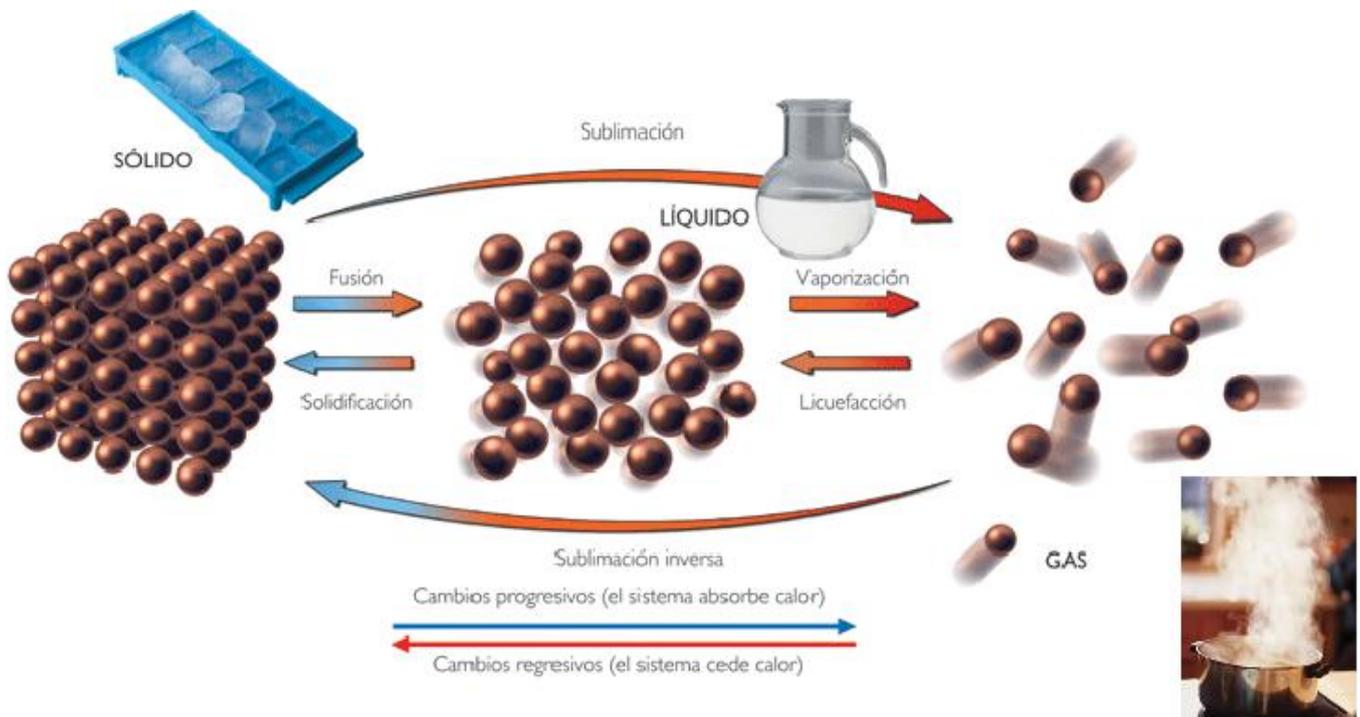
Por ejemplo, en condiciones normales de presión y temperatura (1 atm y 25 °C), el agua es líquida, el oxígeno es gaseoso, y el hierro es sólido. Sin embargo, en otra condiciones, las sustancias pueden cambiar de estado: el agua puede ser sólida, el mercurio gaseoso, y el oxígeno líquido.

→ La materia cambia de estado según la temperatura y presión a la que se encuentra.



A continuación, se revisarán los distintos mecanismos de cambio de estado. Los mecanismos de transformación entre estados se clasifican en dos grandes grupos:

- a) **Cambios progresivos:** son aquellos cambios de estado que implican un incremento de la energía cinética de las partículas (las partículas pasan a moverse más deprisa). Son cambios que requieren un aporte de energía externo para que se produzcan.
- b) **Cambios regresivos:** transformaciones que suponen un descenso de la energía cinética de las partículas (las partículas pasan a ralentizarse). Son cambios que liberan o desprenden energía cuando se producen.



La energía que se absorbe o desprende, por unidad de masa, en los cambios de estado se denomina **calor latente**. El calor latente se suele expresar en J/kg y expresa la cantidad de energía (en julios) que hay que suministrar o que se desprende en el cambio de estado de un kilogramo de materia.

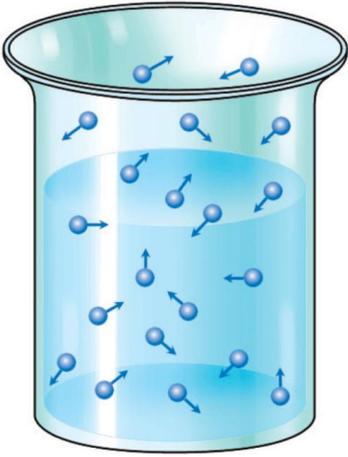
Cambios de estado progresivos.

- **Fusión:** paso de sólido a líquido. El punto de fusión es la temperatura que debe alcanzar una sustancia sólida para fundirse. Cada sustancia posee un punto de fusión característico (es una propiedad específica de la materia). Por ejemplo, el punto de fusión del agua pura es 0 °C a la presión atmosférica normal.

La teoría cinética explica esta transformación: en el estado sólido, las partículas están ordenadas y se mueven vibrando en sus posiciones fijas. A medida que se aporta más energía (por ejemplo, con un aumento de temperatura), las partículas ganan energía cinética y se agitan más deprisa, pero conservando sus posiciones. Cuando la temperatura alcanza el punto de fusión, la velocidad de las partículas es lo suficientemente alta para que algunas de ellas puedan vencer las fuerzas de cohesión del estado sólido y abandonan las posiciones fijas que ocupan. La estructura cristalina se va desmoronando poco a poco. Una vez alcanzado el punto de fusión, durante todo el proceso de fusión la temperatura permanece constante.



- **Vaporización:** Paso de líquido a gas. La vaporización se puede producir mediante dos procesos distintos: evaporación y ebullición.
 - **Evaporación:** es el proceso por el cual un líquido pasa lentamente al estado gaseoso sin que se haya alcanzado la temperatura de ebullición. Es un fenómeno que ocurre en la superficie de cualquier líquido, y algunos lo hacen lentamente, como el aceite, y otros muy rápido, como el alcohol. La explicación del proceso se hace a través de la teoría cinética, que supone que las partículas componentes de la misma están en continuo, caótico y rápido movimiento. La velocidad (energía cinética) de las partículas depende de la temperatura del líquido. En la superficie del líquido, la temperatura es mayor; por tanto, hay más partículas que tienen suficiente energía como para vencer las fuerzas de cohesión con el resto de las partículas y pasar a la atmósfera, o a la fase de vapor si la sustancia está en un recipiente cerrado. La rapidez con que se efectúa el proceso depende de la superficie de evaporación, de la temperatura, de la naturaleza del líquido y, en el caso del agua, de la humedad relativa. Al ser un fenómeno de superficie, resulta independiente de la masa total del líquido.
 - **Ebullición:** si se incrementa la temperatura de un líquido, la velocidad con que se mueven las partículas es tan alta que el proceso de evaporación, además de darse en la superficie, se produce en todo el líquido, formándose grandes burbujas (llenas de vapor del líquido) que ascienden hasta la superficie. Se dice entonces que el líquido comienza a hervir, o que entra en ebullición. La temperatura a la que un líquido hierve es otra propiedad característica llamada temperatura de ebullición. Varía con la presión: a medida que ésta disminuye la temperatura de ebullición descende. La temperatura del líquido en ebullición se mantiene constante al punto de ebullición mientras dura la transformación entre estados.



Evaporación.



Ebullición.

- **Sublimación:** Paso directo de sólido a gas, sin pasar por el estado líquido. Como la vaporización ocurre a cualquier temperatura. Las partículas de la superficie de un sólido pueden adquirir suficiente energía cinética para vencer las fuerzas de cohesión que las mantienen unidas y pasar directamente al estado gaseoso. La sublimación se produce en sustancias como el alcanfor, la naftalina, el yodo, el azufre, etc. Algunos ejemplos prácticos serían los ambientadores sólidos, los antipollas,



Sublimación del yodo.

Cambios de estado regresivos.

- **Solidificación:** Paso de líquido a sólido. Se produce por una disminución de la temperatura hasta alcanzar la temperatura de fusión. Las partículas pierden movilidad (energía cinética), favoreciendo la aparición de fuerzas de cohesión entre ellas. Varía con la presión.

Ejemplo: solidificación del agua → <http://www.youtube.com/watch?v=rwfF6YRpE6I>

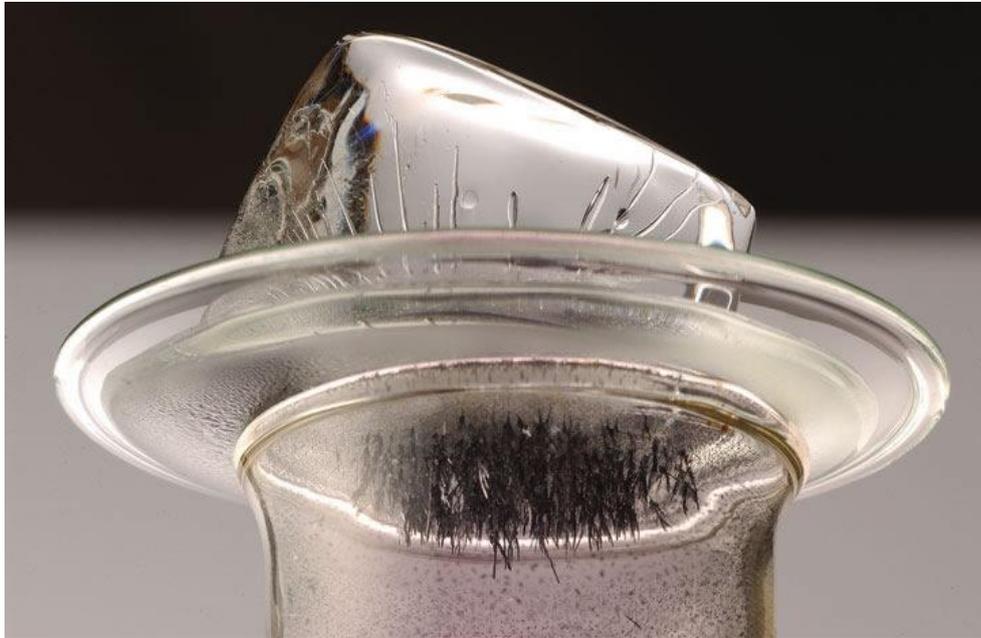


Solidificación del magma de un volcán formando rocas ígneas.

- Condensación o licuación: Paso de gas a líquido. La temperatura a la que ocurre es el punto de ebullición. La condensación se lleva a efecto invirtiendo las condiciones que favorecen la vaporización: la compresión del gas o su enfriamiento favorece la condensación.



- Sublimación inversa: cuando algunos gases se enfrían, pueden convertirse directamente en sólidos, sin pasar por líquidos. Es la sublimación inversa.



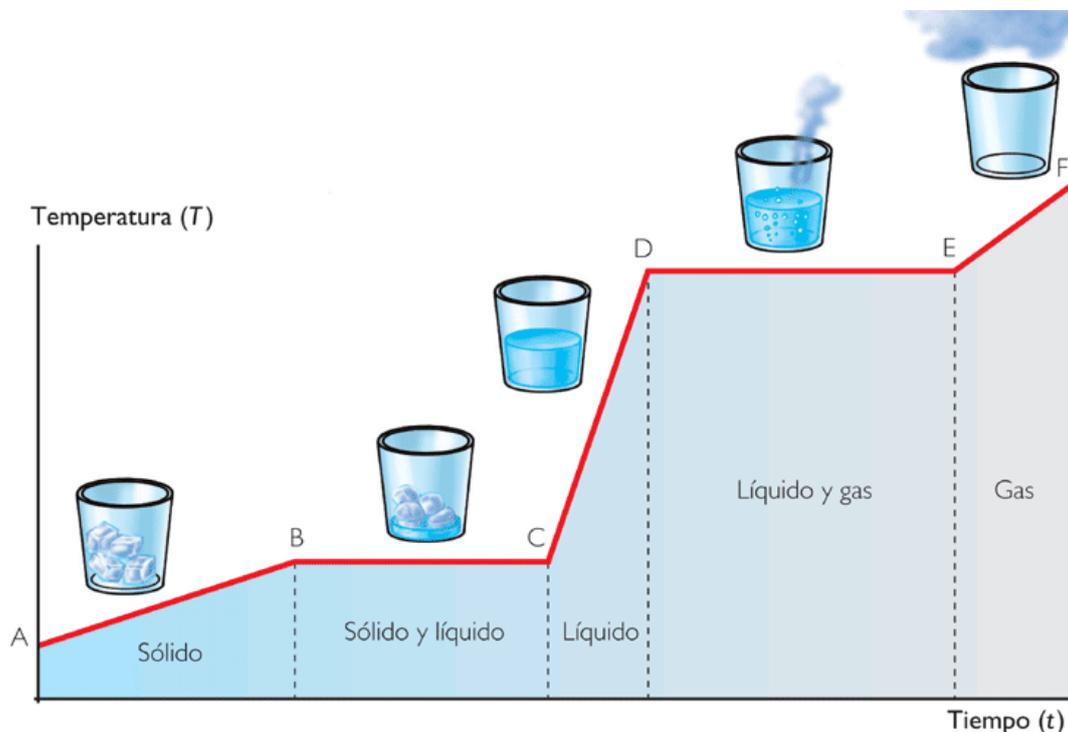
Sublimación inversa del yodo gaseoso, gracias al enfriamiento de un cubito de hielo.

Visión global de los cambios de estado según la teoría cinética.

La teoría cinético-molecular explica los cambios de estado del siguiente modo:

Al calentar un sólido, sus partículas aumentan su energía cinética, por lo que la vibración se hace cada vez más intensa hasta que, alcanzada la temperatura de fusión, las fuerzas de cohesión se hacen tan débiles que las partículas adquieren libertad de movimiento. Se dice que se ha llegado al estado líquido. Al continuar comunicando calor, las partículas siguen aumentando su energía cinética. En el momento que se alcanza la temperatura de ebullición, incluso las partículas del interior del líquido tienen suficiente energía cinética para pasar al estado gaseoso. En el estado gaseoso, las partículas prácticamente son libres. Si se sigue comunicando calor a presión constante, las partículas se separarán más y más debido al incremento de su energía cinética, aumentará el volumen del gas.

Es importante remarcar que mientras se producen los cambios de estado la temperatura permanece constante ya que la energía aportada al sistema es invertida en vencer las fuerzas de cohesión entre las partículas.



Efecto de la presión sobre las temperaturas de cambio de estado

Si la presión se mantiene constante, la temperatura de cambio de estado de una sustancia determinada (puntos de fusión y de ebullición) es constante.

Al aumentar la presión, la compresión hace que las partículas tengan mayor dificultad para adquirir más movilidad y para distanciarse unas de otras, por lo que aumentan las fuerzas de cohesión, favoreciendo cambio de estado regresivos. Al disminuir la presión ocurre lo contrario.

Salvo contadas excepciones, entre las cuales está el caso del agua, un aumento de la presión implica una elevación de la temperatura de fusión y de ebullición. De igual manera, un descenso de la presión implica un descenso de la temperatura de cambio de estado.

Actividades “estados de agregación de la materia”.

38) Rellena la siguiente tabla relativa a los estados de agregación de la materia:

	Fuerzas intermoleculares	Distancias intermoleculares	Movilidad molecular	Forma	Volumen	Compresibilidad / Expansibilidad
SÓLIDO						
LÍQUIDO						
GAS						

39) Actividades interactivas de cambios de estado:

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

40) Fusión: En una experiencia de laboratorio se suministra calor a un sólido pulverizado y cada cierto tiempo se mide su temperatura. Los resultados obtenidos se recogen en la tabla de datos y en la gráfica adjuntas. Responde a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el punto de fusión?
- ¿Cuánto tiempo dura la transformación de fusión?
- ¿Qué ocurre con la temperatura durante la fusión?
- ¿Qué ocurre con el sólido una vez superado en punto de fusión?

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Observaciones
0	20	Sólido
1	40	Sólido
2	60	Sólido
3	80	Sólido y líquido
4	80	Sólido y líquido
5	90	Líquido
6	100	Líquido

