

Estados físicos de la materia

La materia compone todos los cuerpos del universo. Se percibe mediante los sentidos en forma directa o utilizando instrumentos, como un microscopio para visualizar bacterias o un telescopio para ver estrellas muy lejanas.

Los objetos del entorno estimulan los sentidos: se ve una mesa, se oye la lluvia sobre un techo, se huele el aroma de una flor, se siente la suavidad de un saco de lana o se saborea un trozo de chocolate (fig. 1).

La materia se encuentra en diferentes **estados físicos**, también llamados **estados de agregación**:

- **Estado sólido.**
- **Estado líquido.**
- **Estado gaseoso.**



Fig. 1. Sólido, líquido y gaseoso son diferentes estados físicos de la materia.

Algunos ejemplos como geles, cremas, pomadas, espumas y pastas, no se pueden clasificar en ninguno de los tres grupos anteriores.

Estos resultan de mezclas de dos o más estados físicos. Por ejemplo, el merengue se obtiene al incorporar mediante el batido burbujas de aire (estado gaseoso) a las claras de huevo (estado líquido), quedando la consistencia “espumosa” característica (fig. 2).

Existen otros estados de la materia, algunos solo se obtienen artificialmente en el laboratorio o son poco abundantes en la naturaleza terrestre como el **plasma**. Este es considerado por muchos científicos como el cuarto estado de la materia, aunque otros lo definen como un estado gaseoso en condiciones especiales. El Sol y otras estrellas están formadas por plasma, también está en el interior de las lámparas de bajo consumo, en el aire cercano a los rayos en una tormenta eléctrica, en las auroras boreales o en una bola de plasma (fig. 3). Gran parte de la materia del universo se encuentra en estado de plasma.

Características macroscópicas de los estados físicos de la materia

Las características **macroscópicas** son aquellas que se pueden percibir directamente. Mediante el tacto se percibe la mesa en estado sólido, la lluvia en estado líquido se ve escurrir por el techo y el aroma de las flores, en estado gaseoso, se puede oler.

En el siguiente cuadro se describen en forma comparativa algunas características macroscópicas de la materia en diferentes estados físicos.

ESTADO SÓLIDO	ESTADO LÍQUIDO	ESTADO GASEOSO
Tiene forma definida.	No tiene forma definida, adopta la forma del recipiente que la contiene, excepto en las gotas.	No tiene forma definida.
Tiene volumen propio.	Tiene volumen propio.	No tiene volumen propio. Ocupa todo el volumen del recipiente donde está contenida.
Prácticamente no se comprime ¹ .	Un líquido se comprime más que un sólido.	Es muy compresible.
Se dilata ² muy poco.	Un líquido se dilata más que un sólido.	Se dilata mucho más que en estado sólido y líquido.

Fig. 4. Características macroscópicas de la materia en diferentes estados físicos.

1 Compresión: disminución del volumen.

2 Dilatación: aumento del volumen.



Fig. 2. Durante el batido se incorporan burbujas de aire a las claras de huevo produciendo la consistencia espumosa del merengue.

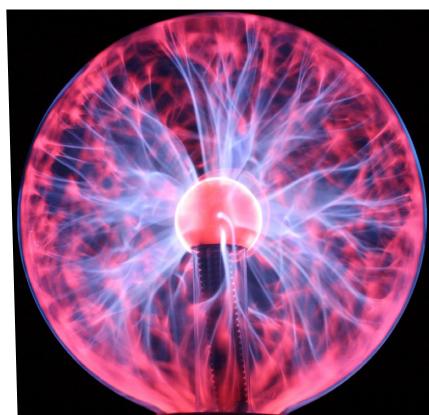
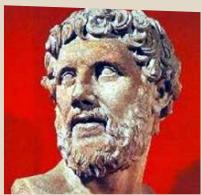
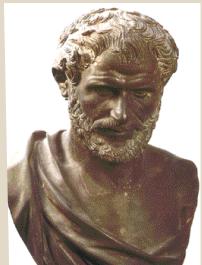


Fig. 3. El estado físico del contenido de la esfera es plasma.



Demócrito (460 a. C. - 370 a. C.)

En Grecia, en el siglo V a. C. surgió la idea de átomos separados por vacío para explicar la constitución de la materia. Los principales filósofos atomistas fueron Leucipo y Demócrito.



Aristóteles (287 a. C. - 212 a. C.)

La idea atomista fue rechazada por Aristóteles quien negaba el vacío. Basándose en Empédocles, sostuvo que todo estaba formado por cuatro elementos (agua, aire, fuego y tierra) y agregó el éter, como quinto elemento.

Transcurridos más de 2000 años se retoma la idea de la materia discontinua, que permite explicar las evidencias científicas sobre la materia y sus transformaciones.

Fig. 5. Modelos de la materia.

Interpretación de los estados físicos con el modelo de partículas

En ciencias se usan modelos para explicar los hechos observables. Un modelo es un conjunto de ideas que permite interpretar y explicar los fenómenos observados y además predecir otros. Los modelos evolucionan y cambian adecuándose a los nuevos conocimientos y evidencias que se tienen en cada época.

El modelo que se usa para explicar cómo está constituida la materia se llama **modelo de partículas** o **modelo discontinuo de la materia**. Este modelo establece que la materia está formada por partículas submicroscópicas³ y vacío entre ellas (fig. 5).

► La materia está constituida por partículas submicroscópicas separadas por espacio vacío.

Mediante el modelo de partículas es posible interpretar las características de los estados físicos de la materia.

Estado sólido

¿Por qué un sólido mantiene su forma y su volumen? ¿Por qué los sólidos no son fáciles de comprimir?

Usando el modelo discontinuo es posible explicar estas características del estado sólido suponiendo que las partículas están muy juntas, unidas por fuerzas de atracción intensas y el espacio vacío entre ellas es casi nulo (fig. 6). Al estar tan juntas, cada partícula está rodeada de otras por lo que no se desplazan y solo pueden tener movimientos de vibración en el lugar.

La idea de partículas muy juntas con mínimo espacio vacío entre ellas es coherente con la escasa compresibilidad de los sólidos. A su vez, cuando aumenta la temperatura los sólidos se dilatan muy poco porque sus partículas están muy unidas, lo que impide que se alejen unas de otras.

Muchos cuerpos sólidos tienen caras lisas, aristas y vértices, esto se puede explicar si se considera que las partículas están muy ordenadas en este estado físico.



Fig. 6. Estado sólido. Las partículas están muy juntas y el espacio vacío entre ellas es casi nulo.

³ Submicroscópico: que no se puede ver usando un microscopio.

Estado líquido

¿Por qué cambia la forma de un líquido y se adapta al recipiente donde se encuentra? ¿Por qué se derrama y escurre?

El modelo discontinuo considera que las partículas que forman un líquido están más separadas que en el estado sólido, por lo tanto, el espacio vacío entre ellas es mayor y están más débilmente unidas (fig. 7). Las partículas están formando grupos diferentes y cambiantes, lo que significa que tienen movimiento de traslación, de rotación y de vibración. Estos movimientos y la menor atracción entre ellas explican que los líquidos no tienen forma definida, fluyen y se derraman.

Si aumenta la temperatura del líquido, las partículas adquieren mayor energía y sus movimientos se intensifican. Se van alejando unas de otras, el espacio vacío entre ellas se hace mayor y las fuerzas de atracción se van debilitando cada vez más, lo que explica la mayor dilatación que tienen los líquidos, en comparación con los sólidos.

Estado gaseoso

¿Por qué los gases no tienen forma ni volumen definido? ¿Por qué son muy compresibles?

Las partículas que forman un gas se encuentran muy separadas, lo que implica que el espacio vacío es enorme con respecto a su tamaño. Estas se encuentran en continuo movimiento con trayectoria rectilínea y se considera que casi no hay fuerzas de atracción entre ellas. Como consecuencia de lo anterior, las partículas están desordenadas (fig. 8).

Un gas no tiene forma ni volumen definido porque no hay fuerzas de atracción entre sus partículas que se encuentran en continuo movimiento. El gas tiende a ocupar todo el espacio disponible y queda limitado por las paredes del recipiente que lo contiene.

Si se ejerce una presión exterior sobre el gas, su volumen se hace menor, es decir, se comprime. Esto se explica considerando que disminuye el gran espacio vacío entre las partículas.

En el cuadro de la figura 9 se resume la interpretación de los estados físicos de la materia usando el modelo de partículas.



Fig. 7. Estado líquido. Partículas separadas formando grupos diferentes y cambiantes.



Fig. 8. Sustancia en estado gaseoso. Las partículas están muy separadas y la distancia entre ellas es enorme respecto a su tamaño.

	Sólido	Líquido	Gaseoso
Partículas	Muy juntas y ordenadas.	Forman grupos diferentes y variables.	Muy separadas y desordenadas.
Espacio vacío	Prácticamente nulo.	Mayor que en el estado sólido.	Muy grande, enorme.
Fuerzas de atracción entre las partículas	Muy intensas.	Menores que en el estado sólido.	No hay o son casi nulas.

Fig. 9. Características submicroscópicas de los estados físicos de la materia.

Experimento 1



Fig. 10. En cada recipiente hay materia en diferentes estados físicos.



Fig. 11. El volumen de la piedra no cambió al disminuir la temperatura.

Objetivo

Observar y describir el contenido de tres recipientes, antes y después de colocarlos en el congelador.

Procedimiento

- Coloca una piedra en un recipiente transparente.
- En otro recipiente rígido, preferentemente de vidrio, coloca glicerina y marca el nivel.
- Infla un globo.
- Saca una foto de los tres recipientes (fig. 10).
- Contesta las siguientes preguntas:
 - a) ¿En qué estado físico se encuentra el contenido de cada recipiente?
 - b) ¿En qué caso el contenido tiene forma propia y en cuál adopta la forma del recipiente?
 - c) ¿En qué caso el volumen del contenido es igual al del recipiente?

Introduce los recipientes en el congelador durante 3 horas.

- Retíralos y rápidamente saca otra foto, a igual distancia y con la misma iluminación que la primera.
- Observa el contenido de los recipientes y registra si se han producido cambios en el volumen.

Observaciones y conclusiones

Las siguientes son las observaciones registradas por un estudiante:

- a) La piedra está en estado sólido, tiene forma y volumen propio. Al retirarla del congelador mantiene su forma y no se aprecia cambio en el volumen (fig. 11).
- b) La glicerina, inicialmente es líquida y adopta la forma del recipiente que la contiene, pero no ocupa todo su volumen.
- c) El aire contenido en el globo se encuentra en estado gaseoso, ocupa todo el volumen del recipiente y tiene la forma del globo. Luego de permanecer en el congelador ha disminuido su volumen.

¿Tus observaciones coinciden con las del estudiante? ¿Has observado algún otro cambio?

Actividad 1

Explica las observaciones registradas por el estudiante en el experimento 1 usando el modelo de partículas.

Sistemas materiales

Cuando se realiza un trabajo de observación, tanto cualitativamente, determinando las cualidades, como cuantitativamente, realizando medidas con instrumentos, es útil distinguir entre **sistema** y **ambiente** (fig. 12).

¿Qué es un sistema en ciencias?

- ▶ El **sistema** es la parte del universo que “se separa” del resto para su estudio y control.
- ▶ El **ambiente** o entorno es todo lo que rodea al sistema y puede interactuar con él.

En muchos casos el sistema y el ambiente están bien delimitados con una “frontera” física entre ambos, como el globo inflado del experimento 1. En otros casos los límites son más difíciles de determinar, por ejemplo si el sistema a estudiar es la capa de ozono de la atmósfera.

Clasificación de sistemas

Los sistemas materiales pueden clasificarse según diferentes criterios. En primer lugar, se clasificará considerando la interacción entre el sistema y el ambiente y en segundo término, en función del número de fases que tenga el sistema.

1. Sistemas abiertos, cerrados y aislados

Cuando el criterio usado es la interacción entre el sistema y el ambiente, es decir, considerando los posibles intercambios de materia y energía que se producen entre ellos, los sistemas se clasifican en: **abiertos, cerrados y aislados**.

Si lo que se va a estudiar es un perro, el **sistema es abierto**, debido a que hay múltiples intercambios de materia y energía entre el perro y el ambiente (fig. 13).

Una lata cerrada que contiene duraznos en almíbar es un ejemplo de **sistema cerrado**, porque no ingresa ni sale materia de ella (fig. 14).

En cambio, si los duraznos y el almíbar contenidos en la lata se colocan en la heladera, disminuirán la temperatura, lo que prueba la transferencia de energía.

El significado más conocido de la palabra sistema es: *conjuntos de elementos o partes que tienen una relación o conexión entre sí*. En ciencias el significado de sistema es más específico.

Fig. 12. Sistema.



Fig. 13. El perro y todos los seres vivos son ejemplos de sistemas abiertos porque intercambian energía y materia con el entorno.



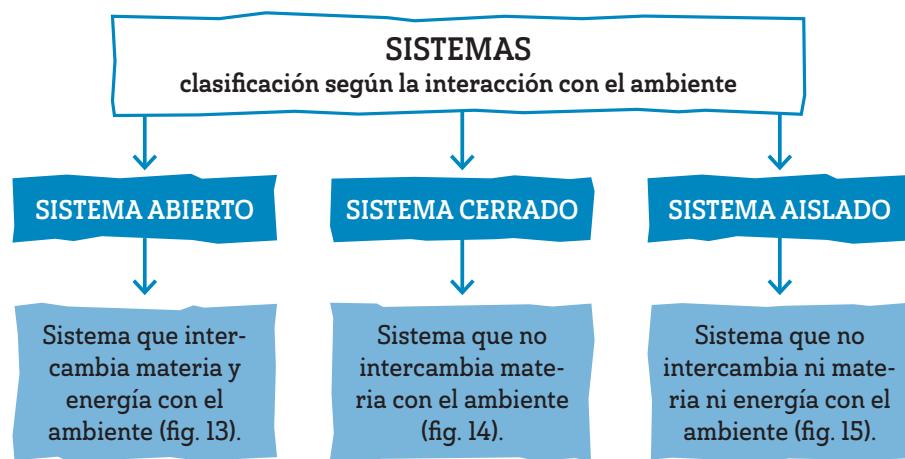
Fig. 14. La lata cerrada no permite el intercambio de materia, pero sí de energía.



Fig. 15. Un termo tapado es un ejemplo de sistema aislado térmicamente.

Un termo cerrado contenido agua caliente o una conservadora con cubitos de hielo son ejemplos de **sistemas aislados** térmicamente.

Las paredes de esos sistemas son fabricadas con materiales que oponen resistencia a la transferencia de energía a través de ellos. Si bien el agua caliente contenida en un termo, luego de algunas horas se enfriá y los cubitos de hielo se funden dentro de una conservadora, se puede considerar que durante cierto tiempo, esas transferencias de energía son mínimas, y por lo tanto pueden no considerarse (fig. 15). Sin embargo, el concepto estricto de sistema aislado hace referencia no solo a la aislación térmica, sino a la imposibilidad de cualquier transferencia energética con el ambiente, por ejemplo luz, electricidad y trabajo.



Fase es cualquier parte de un sistema en la que cada propiedad intensiva tiene un único valor.



Fig. 16. Definición de fase.



Fig. 17. Un sistema formado por agua y aceite se clasifica como heterogéneo porque tiene dos fases.

2. Sistemas homogéneos y heterogéneos

Usando como criterio el número de fases que se pueden distinguir a simple vista, es posible clasificar los sistemas en **homogéneos** y **heterogéneos**.

Se denomina **fase** a cada una de las diferentes “partes o zonas” que se visualizan en un sistema (fig. 16).

► **Sistemas heterogéneos:** son los formados por dos o más fases.

En el recipiente de la figura 17 se ha colocado agua y aceite. En este sistema se observan dos fases líquidas: una superior amarilla, formada por el aceite y la otra incolora en la parte inferior, formada por el agua. Este sistema tiene dos fases, por lo tanto se clasifica como sistema heterogéneo.

Si al recipiente se le agrega arena, esta se ubicará en el fondo, formándose un sistema heterogéneo con tres fases; dos líquidas y una sólida.

En el vaso de la figura 18 se observa otro sistema heterogéneo con una fase líquida (agua en estado líquido) y una fase sólida (cubitos de hielo, agua sólida). En este ejemplo hay dos fases, pero solo un componente, agua.

Siempre es posible lograr la separación de fases y para ello se aplican diferentes procedimientos denominados métodos de separación de fases.

En el primer ejemplo es posible separar las dos fases líquidas realizando una decantación y para ello se usa un embudo de decantación (fig. 19).



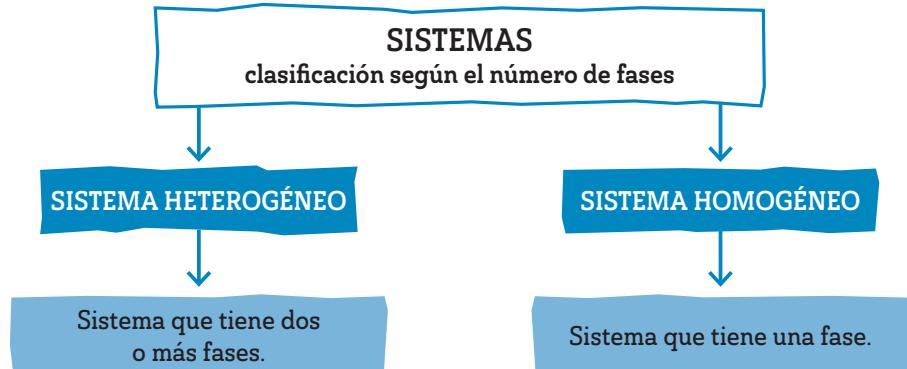
Fig. 18. Un sistema formado por agua líquida y agua sólida (cubitos de hielo) se clasifica como heterogéneo porque se ven dos fases.



Fig. 20. Ambos sistemas son homogéneos.

► **Sistemas homogéneos:** son los formados por una fase.

Para分离 las fases del segundo ejemplo se realiza una extracción directa, usando pinzas se retiran los cubitos de hielo.



Actividad 2

Analiza las fotos de los sistemas que se encuentran en la figura 21.

- Indica cuántas fases se aprecian en cada uno.
- Clasifica los sistemas en homogéneos y heterogéneos.
- Explica cómo procederías para separar las fases de los sistemas que has clasificado como heterogéneos.



Nº de fases:

Clasificación:



Nº de fases:

Clasificación:



Nº de fases:

Clasificación:



Nº de fases:

Clasificación:



Nº de fases:

Clasificación:



Nº de fases:

Clasificación:

Fig. 21. Actividad 2.

Lectura

Mucho más que tres estados físicos

En las condiciones naturales en que es posible la vida, el agua puede encontrarse tanto en estado sólido como líquido o gaseoso. Durante muchos siglos se consideró que eran los únicos estados físicos de la materia, pero se han reconocido otros, utilizando nuevas tecnologías y en condiciones muy especiales.

William Crookes en 1879 identificó por primera vez el plasma y lo llamó "materia radiante", pero fue el químico Irving Langmuir durante la década de 1920 quien lo consideró como otro estado físico de la materia.

El plasma es una mezcla gaseosa de partículas con cargas eléctricas positivas y negativas, por eso es un buen conductor de la corriente eléctrica. En este estado, la materia presenta propiedades y genera fenómenos que no se dan en los sólidos, líquidos o gases, de ahí que se considere como el cuarto estado de la materia. No existe naturalmente en las condiciones de la superficie terrestre y solo se produce temporalmente en algunos fenómenos atmosféricos como los rayos. Sin embargo, en el universo, el plasma es el estado más frecuente de la materia visible, predominando en las estrellas y regiones intergalácticas.

Entre las aplicaciones tecnológicas más conocidas están los tubos fluorescentes y pantallas de plasma.

Se suman, actualmente, nuevos estados que se están estudiando, como el hielo superiónico, que para obtenerlo es necesaria una presión dos millones de veces mayor que la atmosférica y una temperatura cercana a los cinco mil grados Celsius.

Se cree que existe en planetas gigantes gaseosos y helados como Urano o Neptuno, en cuyo interior se dan las condiciones apropiadas para su formación. De confirmarse que otras sustancias sometidas a condiciones similares también adoptan esta estructura, se estaría ante un nuevo estado de la materia.

Actividad

- Explica por qué el plasma puede considerarse como un cuarto estado físico de la materia y en qué se diferencia del estado gaseoso.
- ¿Cómo se genera el plasma?
- Averigua otras aplicaciones tecnológicas en las que se utiliza el plasma.
- Investiga la relación entre el científico estadounidense Percy Williams Bridgman, ganador del premio Nobel de Física en 1946, con el hielo superiónico obtenido recientemente.

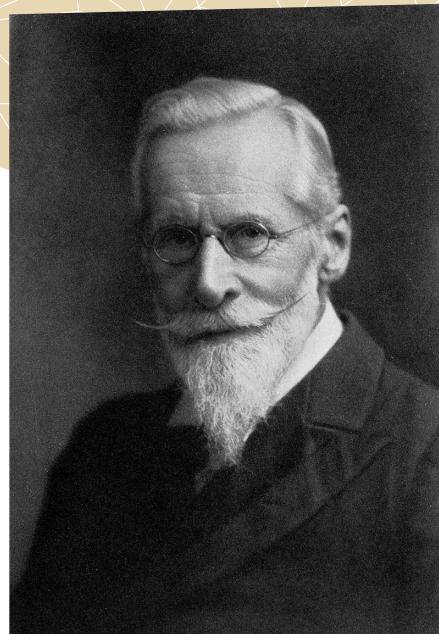


Fig. 22. William Crookes (1832-1919), físico y químico inglés.



Fig. 23. Las luces de neón iluminan debido al plasma que hay en su interior.

Lectura adaptada de los siguientes artículos:

www.links.uy/cf201

www.links.uy/cf202

Profundiza tus conocimientos

1. El agua en la biosfera

El agua tiene un rol indispensable para la vida en nuestro planeta y se encuentra presente en los tres estados físicos (fig. 24).

- Averigua en qué zonas de la biosfera existen cantidades significativas de agua en estado sólido, líquido y gaseoso.
- Las precipitaciones meteorológicas más comunes son: lluvia, llovizna, nieve, aguanieve y granizo. Indica en qué estado físico se encuentra el agua en cada una de ellas.
- La hidrología, hidrografía y la hidrogeología son disciplinas que estudian diferentes aspectos del agua. Indaga qué estudia cada una y cómo se relacionan.

2. Usos del aire comprimido

La materia en estado gaseoso es fácilmente comprimible y usando esta propiedad se han diseñado diversas aplicaciones tecnológicas.

- Observa las fotos de las figuras 25 y 26 y averigua cómo se relacionan esas actividades con la compresibilidad de los gases.
- Indaga acerca de otros usos de los gases comprimidos.



Fig. 25. Odontólogo trabajando.



Fig. 26. Deportista en competencia de tiro.

3. Otros estados de la materia

En este capítulo se han mencionado los estados de la materia, sólido, líquido, gaseoso y plasma. En la actualidad, los científicos consideran la existencia de otros estados que solo pueden ser obtenidos en laboratorios usando tecnología avanzada y por científicos con formación específica en el tema.

Averigua sobre las características, propiedades y posibles aplicaciones de los siguientes estados:

- Condensado de Bose-Einstein.
- Condensado de Fermi.
- Superfluído.



Fig. 27. Satyendra Nath Bose (1894 - 1974). Físico indio, conocido entre otras cosas, por su trabajo en la teoría del condensado de Bose-Einstein.

Autoevaluación

1. Marca cuál es el estado físico de cada cuerpo, utilizando S para sólido, L para líquido, G para gaseoso y P para plasma.

- a. Taza de porcelana.
- b. Aceite de oliva.
- c. Contenido de un tubo de neón encendido.
- d. Contenido de un globo aerostático.

2. ¿Cuál característica corresponde al estado sólido?

- a. Se comprime fácilmente.
- b. Tiene forma y volumen propio.
- c. Se dilata fácilmente.
- d. Puede fluir.

3. ¿Cuál característica no corresponde al estado líquido?

- a. Tiene forma y volumen propio.
- b. Puede fluir y derramarse.
- c. Tiene volumen propio.
- d. Adopta la forma del recipiente que lo contiene.

4. Clasifica los sistemas de la figura 28 en abierto, cerrado o aislado.

- a. El sistema de la fig. 28a es
- b. El sistema de la fig. 28b es
- c. El sistema de la fig. 28c es

5. Observa la figura 29 e indica la opción correcta.

- a. El sistema es homogéneo.
- b. El sistema presenta tres fases.
- c. El sistema presenta cuatro fases líquidas.
- d. El sistema presenta una sola fase líquida.

6. Indica, usando el modelo de partículas de la materia, cuál de las representaciones es la más adecuada, para un sólido, un líquido y un gas.

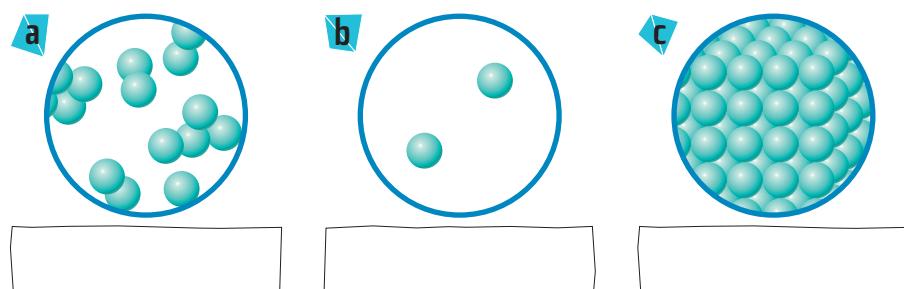


Fig. 30. Autoevaluación 6.

a

b

c

Fig. 28. Autoevaluación 4.

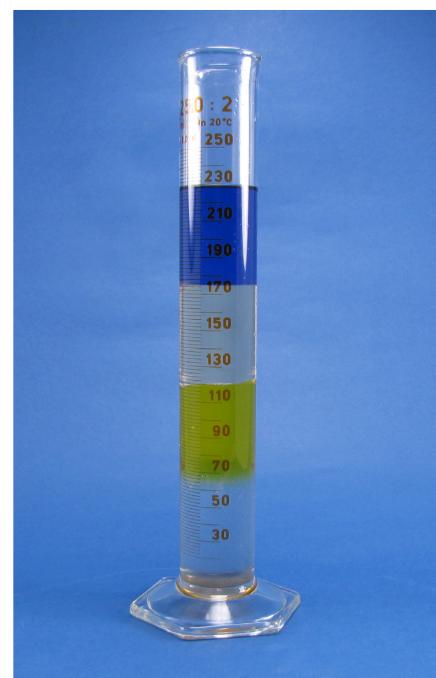


Fig. 29. Autoevaluación 5.

Problemas

1. Describe lo que ves en cada imagen (figs. 31 a, b y c) e indica en qué estado físico está la materia en ellas. Justifica tu respuesta.



Fig. 31. Problema 1.



Fig. 32. Problema 3.

2. Clasifica los siguientes sistemas en abierto, cerrado o aislado, explicando, en cada caso, la relación con el ambiente.

- Lata de refresco cerrada.
- Taza con café.
- Paquete de panchos envasados al vacío.
- Recipiente de espumaplast contenido helado.
- Un niño.
- Salón de clase con la puerta y todas las ventanas cerradas.

3. En la foto de la figura 32 se observa un recipiente de uso médico para transportar muestras de sangre.

Justifica por qué debe ser un sistema aislado.

4. En un experimento se está estudiando la flotabilidad de algunos cuerpos en agua (fig. 33).

- Indica qué partes componen el sistema y cuál es el ambiente.
- Clasifica el sistema como abierto, cerrado o aislado.
- ¿En qué estado físico está cada componente del sistema?
- ¿El sistema es homogéneo o heterogéneo?
- ¿Cuántas fases tiene? Explica.

5. Describe un ejemplo de sistema que cumpla las condiciones indicadas en cada caso.

- Homogéneo.
- Con 2 fases líquidas.
- Con 2 fases, una líquida y una sólida.
- Cerrado y con 2 fases sólidas.
- Con 2 fases, una líquida y una gaseosa.



Fig. 33. Problema 4.

Actividad Final

Observa atentamente la escena representada en la ilustración y realiza la actividad.

- 1) Nombra 3 cuerpos en estado sólido, 3 en estado líquido, 2 en estado gaseoso y uno en estado plasma.
- 2) Señala 3 sistemas abiertos, 2 cerrados y uno aislado.
- 3) Encuentra y describe 2 sistemas homogéneos, 2 sistemas heterogéneos con 2 fases y un sistema con más de 3 fases.
- 4) Indica qué magnitud se mide con cada uno de los tres instrumentos de medida que hay en la imagen.
- 5) En las paredes hay reproducciones de cuadros famosos. Indaga los nombres de las obras y de los artistas que las realizaron.

