

2

Estados de agregación

1 Características de los estados de agregación

Qué caracteriza cada estado de la materia

Forma y volumen

- La forma que tienen los **sólidos** es **constante**.
- Los **líquidos** **adaptan su forma** a la del recipiente que les contiene.
- Los **gases** ocupan **todo el volumen disponible**.

Los **sólidos** y los líquidos tienen un volumen **propio**, **al contrario que los gases**, que no tienen volumen propio.

Capacidad para fluir y comprimirse

Fluir es moverse de un lugar a otro progresivamente. Los **líquidos** y los **gases** son **fluidos**.

Comprimir es lograr que disminuya el volumen de algo al aplicar una fuerza.

- Los **sólidos** **no** son **compresibles**.
- Los **líquidos** **apenas** son **compresibles**.
- Los **gases** son **muy compresibles**.

Capacidad para difundirse

La difusión es un fenómeno que ocurre cuando una sustancia se puede entre-mezclar con otra.

- Los **gases** tienen una **difusión muy rápida**.
- Los **líquidos** tienen una **difusión más lenta** que los gases.
- Los **sólidos** tienen una **difusión muy lenta**; se considera casi inexistente.

Aprende, aplica y avanza

1 Une con flechas las características con el estado de agregación al que pertenecen:

- a) Muy compresibles
- b) Forma propia
- c) Sin volumen propio
- d) Difusión inexistente
- e) Nada compresibles
- f) Difusión veloz
- g) Apenas compresibles

Sólidos

Líquidos

Gases

2 Tienes un cuenco con agua y otro con miel. ¿Cuál de las dos materias fluye con mayor facilidad? ¿Cuál sería más sencilla de sorber con una pajita?

.....

2 La teoría cinética de la materia, TCM

La teoría cinético-molecular, o TCM

Según la teoría **cinético-molecular**, o TCM:

- **La materia está formada por partículas.** Las partículas que componen la materia son características de cada sustancia, no de su estado de agregación.
- **Las partículas que forman la materia están en continuo movimiento.** El movimiento de las partículas en los estados sólido, líquido y gas es diferente. Estas diferencias son el resultado del distinto valor de las fuerzas de atracción que ejercen unas partículas sobre otras.

La energía asociada al movimiento se denomina **energía cinética**, y es tanto mayor cuanto mayor sea la rapidez con que se realiza el movimiento. Su expresión es:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Donde m es la masa, y v , la rapidez.

De acuerdo con la TCM, cuando aumenta la temperatura de un sistema material también lo hace la energía cinética de las partículas que lo constituyen.

Características de la materia en cada estado de agregación

| | Sólido | Líquido | Gas |
|-----------------------------|--|---|---|
| Nivel de ordenación | Estructura ordenada. | Estado desordenado. | Estado desordenado. |
| Movimiento | El movimiento de las partículas es solo de vibración; no se desplazan unas respecto a las otras. | Las partículas se desplazan unas respecto a las otras, ocupando la parte más baja del recipiente. | Las partículas se desplazan unas respecto a las otras por todo el recipiente que contiene al gas. |
| Fuerzas de atracción | Las fuerzas de atracción entre partículas son muy intensas. | Las fuerzas de atracción entre partículas son intermedias. | Las fuerzas de atracción entre partículas son nulas o casi nulas. |

Aprende, aplica y avanza

1 Indica cuáles de las siguientes afirmaciones son falsas. Razona tu respuesta:

- a) Las partículas que forman el estado sólido no se mueven en absoluto.

.....

- b) Las partículas que forman una sustancia son diferentes si la sustancia se encuentra en estado sólido, líquido o gaseoso.

.....

- c) Las fuerzas de atracción entre las partículas que forman la materia son muy intensas en estado gaseoso y casi nulas en estado sólido.

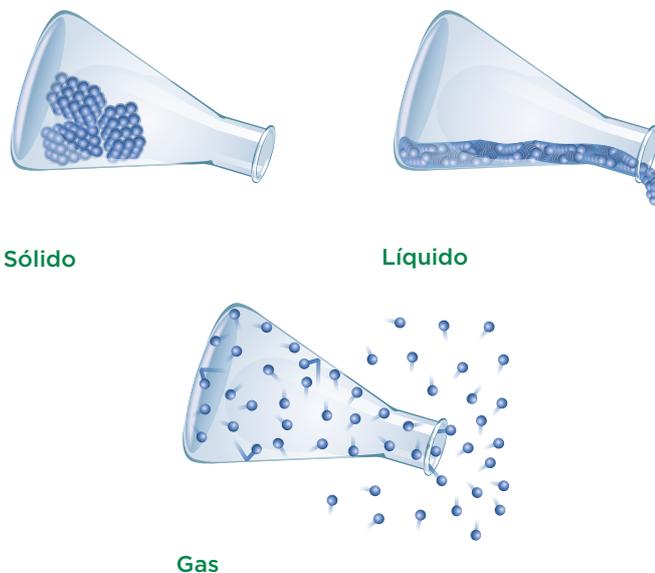
.....

La TCM explica los estados de agregación

Las características de la materia en cada estado de agregación que hemos estudiado en la página anterior se pueden explicar a partir de las ideas de la TCM, como veremos a continuación.

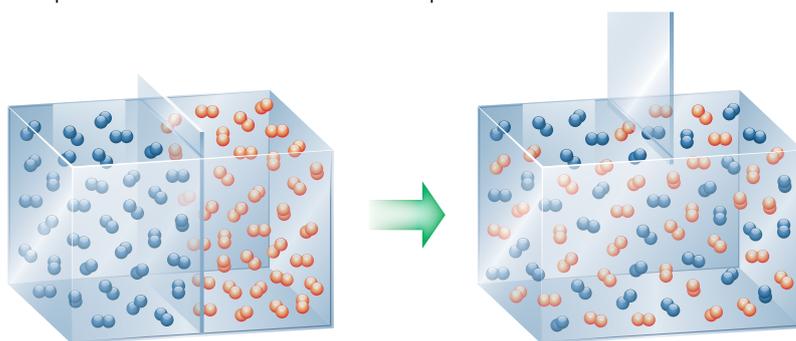
Volumen, forma y capacidad para fluir

- Los sólidos tienen forma fija, pues sus partículas no pueden desplazarse unas respecto de las otras.
- Los líquidos se adaptan a la forma del recipiente, ya que sus partículas se desplazan, lo que les permite fluir por el recipiente que los contiene.
- En los gases, sus partículas se mueven con total libertad ocupando todo el volumen disponible, por lo que también tienen la capacidad de fluir.

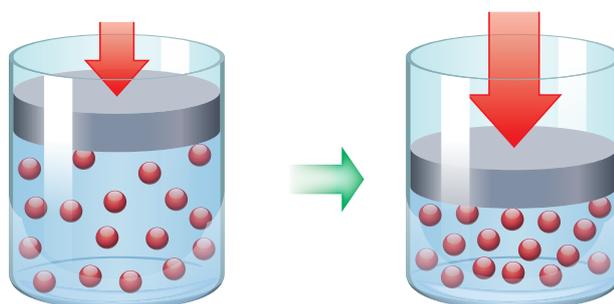


Capacidad para comprimirse y difundirse

La capacidad para difundirse se relaciona directamente con la ocupación de parte del espacio vacío entre las partículas de una sustancia con las partículas de otra.



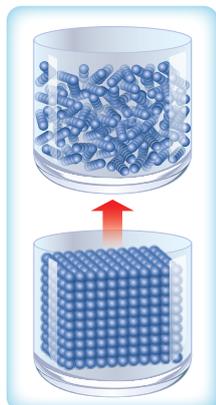
Si aplicamos presión a un gas, podemos disminuir el espacio que queda entre las partículas: esto ocurre en menor medida en un líquido y apenas es posible en un sólido.



La TCM explica los cambios de estado

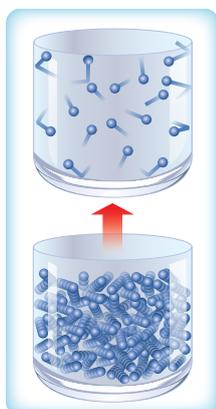
Aunque la TCM se estableció para los gases, pronto se amplió para explicar las propiedades de las **fases condensadas** (son los sólidos y los líquidos) y los **cambios de estado**:

Fusión



En el paso de sólido a líquido (fusión), las partículas de la materia adquieren más movilidad, al disponer de mayor energía cinética, y ello hace que la sustancia sea más fluida. La fusión de los polos es el resultado del calentamiento global.

Vaporización



Como veremos más adelante, el paso de líquido a gas, llamado vaporización, puede ocurrir de dos maneras: por evaporación y por ebullición. En la imagen, erupción de un géiser, emitiendo agua líquida y vapor a muy alta temperatura.

Aprende, aplica y avanza

- 2 Completa los espacios del texto con las siguientes palabras: líquido, partículas, fusión, aumentar, sólido, fluir.

La

Al la temperatura del, aumenta la energía cinética de sus, con lo que su grado de agitación también lo hace. Por tanto, podrán abandonar las posiciones fijas que ocupaban en la estructura sólida y con cierta libertad. Así, se forma el

3 Presión de un gas

La presión en los gases

La **presión de un gas** es la fuerza que ejercen las partículas que lo constituyen al colisionar sobre la unidad de superficie.

Es una magnitud derivada, y su unidad en el SI es el **newton por metro cuadrado**, N/m², que se denomina **pascal**, Pa, en honor a Blaise Pascal.

En la tabla adjunta podemos ver su equivalencia con otras unidades.

| Unidades de presión y sus equivalencias | | |
|---|---------|-------------------------------------|
| Unidad | Símbolo | Equivalencia |
| Bar | Bar | 1 bar = 10 ⁵ Pa |
| Atmósfera | atm | 1 atm = 101325 Pa |
| Milímetro de mercurio | mmHg | 1 atm = 760 mmHg |
| Milibar | mb | 1 mb = 10 ⁻³ bar = 1 hPa |

Ejercicio resuelto

Expresa 0,01 kN/m² en unidades del SI. Realiza el cambio mediante factores de conversión.

Como 1 kN = 10³ N y solo debemos cambiar una unidad, usaremos un único factor de conversión:

$$0,01 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \frac{10^3 \text{ N}}{1 \text{ kN}} = 10 \text{ N/m}^2 \text{ (Pa)}$$

Para poder medir la presión nos ayudaremos del manómetro, y si queremos medir la presión que ejerce la atmósfera, usaremos el barómetro.

Aprende, aplica y avanza

1 Indica cuáles de las siguientes equivalencias son erróneas, y escribe su equivalencia correcta.

a) 1 mb = 1 hPa

b) 760 mmHg = 110325 Pa

2 Expresa en unidades SI las siguientes unidades de presión. Usa los factores de conversión para realizar todos los cambios:

a) 50 N/mm².

b) 10 kN/m².

4 Leyes de los gases

Ley de Boyle y Marlotte

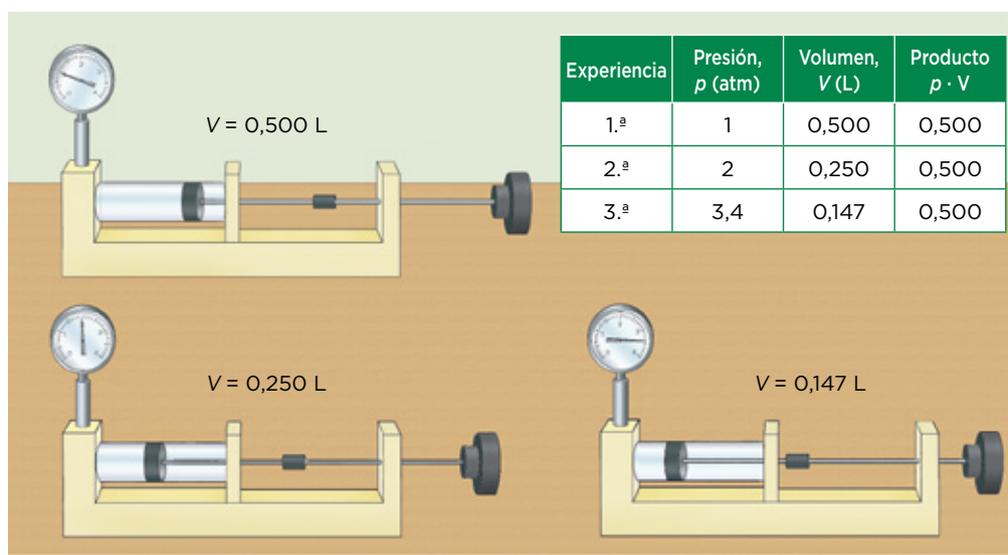
Al ejercer presión sobre un gas, al calentarlo, o al aumentar el volumen que ocupa, ocurren cambios en otras magnitudes.

Estos cambios se estudian en las leyes de los gases.

Según la ley de **Boyle y Mariotte**, para una misma masa de gas y manteniendo constante la temperatura, el **volumen** que ocupa el citado gas es **inversamente proporcional a la presión** a la que está sometido.

Aprende, aplica y avanza

- 1 La ilustración muestra un trabajo experimental que demuestra la validez de la ley de Boyle y Mariotte:

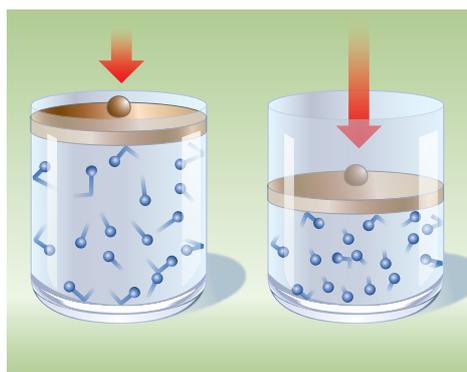


- a) ¿Qué ocurrirá con la presión si se tira con fuerza del émbolo?

- b) ¿Cuál es la expresión analítica de la ley de Boyle y Mariotte?

- 2 Señala las afirmaciones que se refieren a los efectos que podemos medir, y no a la explicación que da la TCM, sobre lo que sucede al disminuir el volumen de un recipiente que contiene un gas:

- I. Disminuyen las distancias que recorren las partículas.
- II. Aumentan los choques de las partículas contra las paredes.
- III. Aumenta la presión.



Leyes de Charles y Gay-Lussac

La **primera ley de Charles y Gay-Lussac** establece que, para una misma masa de gas y a presión constante, el **volumen** que ocupa el citado gas es **directamente proporcional a su temperatura**.

De acuerdo con la **segunda ley de Charles y Gay-Lussac**, para una misma masa de gas y a volumen constante, la **presión** que ejerce el citado gas es **directamente proporcional a su temperatura**.

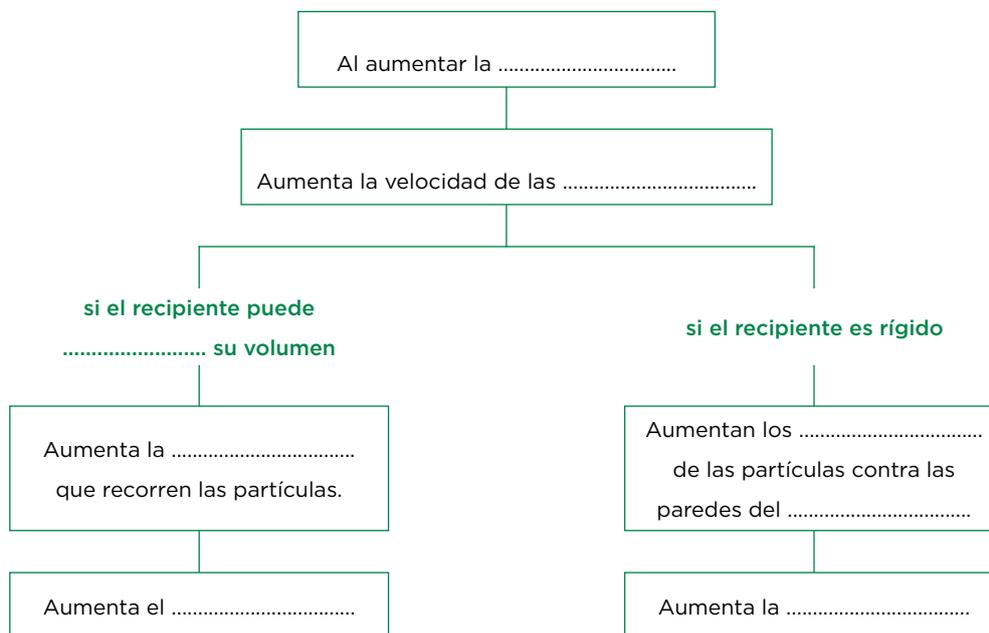
Aprende, aplica y avanza

1 Completa los términos que faltan en las siguientes frases sobre las leyes de Charles y Gay-Lussac:

- a) Al aumentar la del gas que contiene el globo aerostático, este, porque aumenta el de dicho gas y, como su no varía, disminuye su densidad.
- b) Cuando la rueda de un vehículo lleva unos minutos rodando, se, y el aire que contiene aumenta su, lo que se traduce en un de la del gas.



2 Completa el siguiente esquema:



3 Relaciona las explicaciones del modelo con lo que observamos:

| | | |
|--------------------------------|---|---|
| a) Aumento de presión. | ● | ● I. Disminución de la velocidad de las partículas. |
| b) Disminución de temperatura. | ● | ● II. Aumento de la distancia recorrida por las partículas. |
| c) Aumento de volumen. | ● | ● III. Aumento del número de choques. |

5 Los cambios de estado

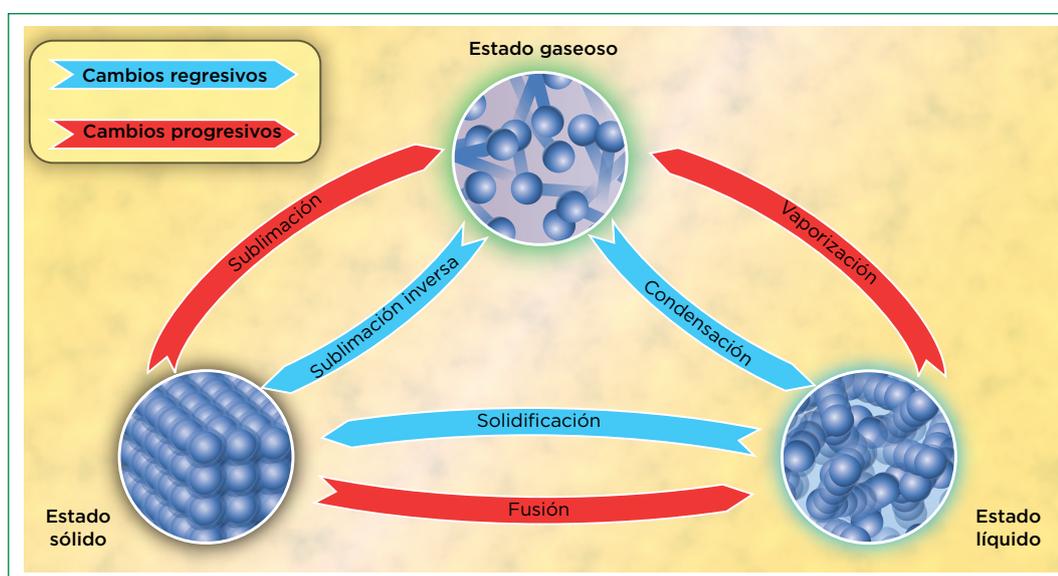
Cambios en los estados de agregación de la materia

Un **cambio de estado** es el **cambio físico** que experimenta un sistema material cuando, al variar la presión y la temperatura, pasa de un estado de agregación a otro. En un cambio de estado **no cambian las partículas** que forman el sistema material, **sino las fuerzas de atracción** entre ellas.

Si dejamos constante la presión y variamos la temperatura, podremos generar:

- **Cambios de estado regresivos**, si disminuimos la temperatura (**enfriamos**).
- **Cambios de estado progresivos**, si aumentamos la temperatura (**calentamos**).

Denominación de los cambios de estado



Características de los cambios de estado

- La **temperatura** a la que ocurre, para cierto valor de presión, es un **valor fijo**, denominado **temperatura de cambio de estado**, y es propio de cada sustancia.
 - La **temperatura de fusión (T_f)** de una sustancia es la temperatura a la que ocurre la fusión.
 - La **temperatura de ebullición (T_e)** es la temperatura a la que se produce la ebullición, y también la de condensación del vapor.
- Mientras ocurre un cambio de estado, **la temperatura no varía**, aunque estemos enfriando o calentando.
- Los cambios de estado **son reversibles**.

Temperaturas de fusión y ebullición

| Sustancia | T_f (°C) | T_e (°C) |
|-----------|------------|------------|
| Agua | 0 | 100 |
| Etanol | -114 | 78 |
| Mercurio | -39 | 357 |

Aprende, aplica y avanza

1 Razona y explica cuáles de las siguientes afirmaciones son falsas:

a) Si calentamos el hielo hasta obtener agua líquida, habremos realizado un cambio regresivo.

.....

b) El etanol a $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ será un líquido.

.....

2 Observa los valores de los puntos de fusión y de ebullición de la tabla de la página anterior y responde:

a) ¿En qué estado de agregación se encuentran las sustancias a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $120\text{ }^{\circ}\text{C}$?

.....

b) ¿En qué estado de agregación se encuentra el agua a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$? ¿Y el etanol a $-114\text{ }^{\circ}\text{C}$?

.....

3 Explica y define con tus propias palabras los siguientes conceptos:

a) Solidificación.

.....

b) Sublimación.

.....

c) Vaporización.

.....

6 Gráficas de cambio de estado

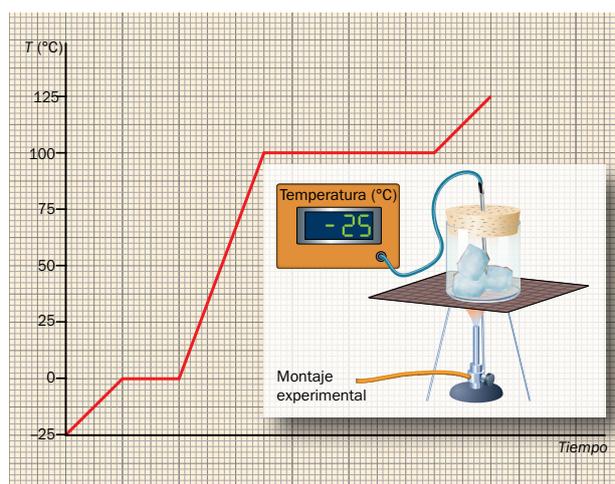
Gráficas de calentamiento y enfriamiento

Las gráficas de calentamiento muestran cómo va cambiando la temperatura al transcurrir el tiempo, si calentamos continuamente una sustancia. En ellas se diferencian tramos que corresponden a fenómenos diferentes. Los cambios de estado ocurren a una temperatura constante, por eso corresponden a tramos horizontales, llamados mesetas.

Las gráficas de enfriamiento muestran el proceso inverso; esto es, cómo va cambiando la temperatura y los cambios de estado que se producen cuando una sustancia pierde energía en forma de calor.

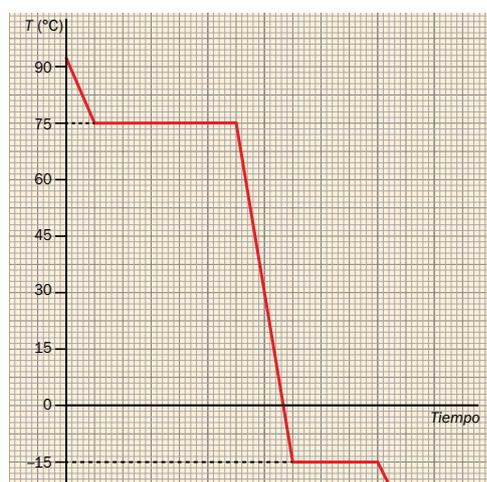
Aprende, aplica y avanza

1 La siguiente gráfica muestra los cambios de estado cuando calentamos una muestra de hielo hasta obtener vapor de agua. A partir de ella, completa las frases que aparecen a la derecha.



- 1 El sólido va su
- 2 Se produce la del hielo.
- 3 El agua va su temperatura.
- 4 Se produce la del agua.
- 5 El de agua aumenta su

2 Si partimos de gas y vamos enfriando, obtenemos la gráfica de enfriamiento. A partir de la gráfica de calentamiento de la actividad anterior, deduce qué tramo corresponde a cada una de las explicaciones de esta gráfica de enfriamiento.



- | | |
|---------------------|-----|
| Sólido enfriándose | I |
| Vapor enfriándose | II |
| Condensación | III |
| Líquido enfriándose | IV |
| Solidificación | V |