

# Equilibrio Material

Se alcanza cuando en cada fase de un sistema cerrado, el número de moles no varía a lo largo del tiempo.

Equilibrio material se clasifica en:

- 1) Equilibrio químico: equilibrio en reacciones químicas, donde las velocidades de las reacciones son iguales.
- 2) Equilibrio de fases: equilibrio de transporte de materia entre las fases de un sistema.

- ¿Qué es una fase?

Resumiendo, el estado de la materia del sistema.

- ¿Qué es un cambio de fase?

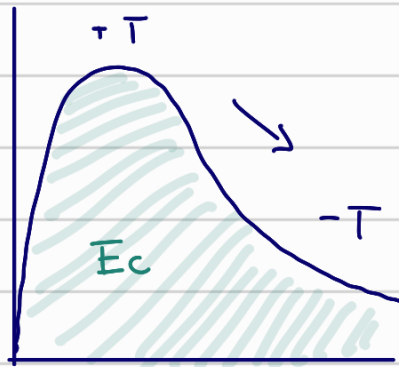
Cuando se cambia de un estado a otro.

## Equilibrio de fases

- Equilibrio líquido - vapor.

Cuando las moléculas de un líquido alcanzan una energía cinética suficiente. (hurta), estas escapan de la fase líquida (se vuelven gas).

Más temperatura del sistema involucra más energía cinética de las partículas en sistema, entonces más facilidad para escapar a la fase gas. (evaporación)



Podemos cuantificar el calor necesario para evaporar un mol de líquido; es decir el calor molar de evaporación ( $\Delta H_{\text{vap}}$ )

\* Líquidos con altas fuerzas intermoleculares presentan menor presión de vapor y mayor  $\Delta H_{\text{vap}}$ .

Con la ecuación de Clausius - Clapeyron podemos obtener  $\Delta H_{\text{vap}}$  o  $P_v$ :

$$\ln(P) = -\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{RT} + C \quad \leftarrow \text{ecuación de una recta?}$$

\*  $R = 8.134 \text{ J/Kmol}$

Cuando tenemos que el líquido se encuentra en dos condiciones distintas de temperatura se establece:

$$\ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right) = \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} \cdot \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2}\right)$$

\* Temperatura crítica y presión crítica. ( $T_c$  y  $P_c$ )

$T_c$ : Temperatura más alta a la cual una sustancia puede existir en fase líquida.

$P_c$ : Presión mínima que se debe aplicar para producir la licuefacción de una sustancia a  $T_c$ .

- Licuefacción: Cambio de estado gas a líquido o de sólido a líquido.
- Equilibrio líquido-sólido

La transformación de un líquido en sólido se conoce como congelación, el proceso inverso se llama fusión.

Podemos cuantificar la energía necesaria para fundir un mol de sólido como calor molar de fusión ( $\Delta H_{fus}$ )

\* Sólidos con altas fuerzas intermoleculares presentan mayor  $\Delta H_{fus}$ .

• Se puede calcular el calor molar de congelación como  $\Delta H_{cong} = -\Delta H_{fus}$ .

• Equilibrio sólido-vapor

Los sólidos se pueden evaporar, entonces tienen presión de vapor. El proceso en el que un sólido se vuelve gas se conoce como sublimación y el proceso contrario deposición.

• Sólidos con altas fuerzas intermoleculares presentan menor presión de vapor.

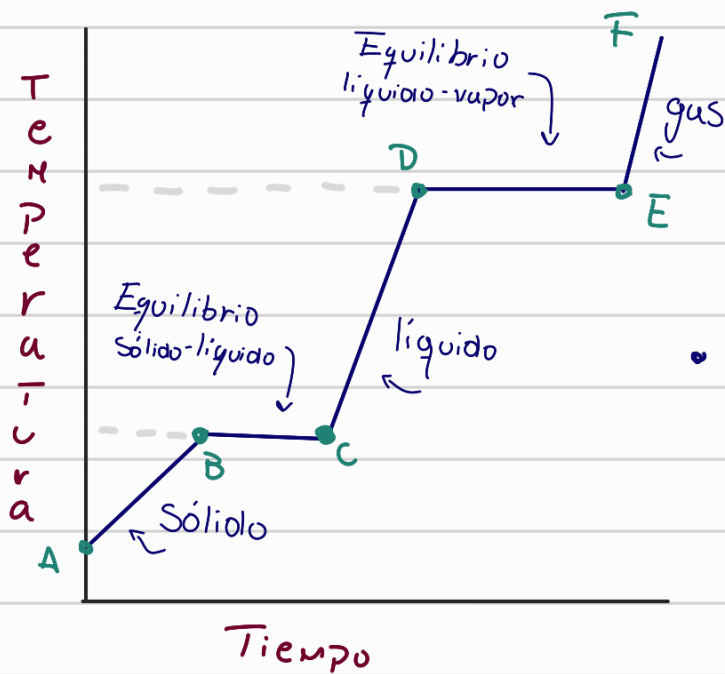
La energía necesaria para transformar un mol de sólido a gas se conoce como calor molar de sublimación ( $\Delta H_{sub}$ ).

Este calor está dado por:

$$\Delta H_{sub} = \Delta H_{fus} + \Delta H_{vap}$$

## Curvas de calentamiento

Son gráficas que representan la temperatura del sistema vs cantidad de calor agregado.



Podemos calcular el cambio de entalpía del sistema en cada segmento de la curva:

- Para AB, CD y EF se calcula:

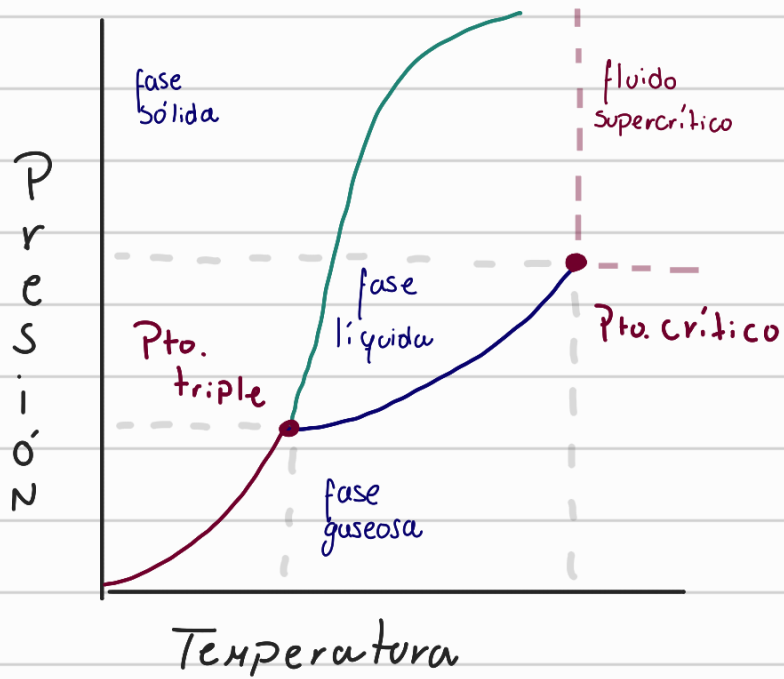
$$q = m \cdot s \cdot \Delta T$$

Con  $s$  calor específico en la fase del segmento.

- Para BC se usa  $\Delta H_{fus}$  y para DE se toma  $\Delta H_{vap}$ .

## Diagrama de fases

Es la forma gráfica de resumir las condiciones en las cuales existen los estados de la materia.



El diagrama se compone de tres curvas y puntos (1o principal).

Punto crítico: Es donde se encuentra la presión y temperatura crítica de la sustancia. A partir de este pto las fases líquida y gas son indistinguibles.

Punto triple: Es la condición en la que la temperatura y la presión están en equilibrio.

# Formulario de la unidad

- Ecuación de Clausius-Clapeyron (presión de vapor y  $\Delta H_{\text{vap}}$ ):

$$\ln(P) = -\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{RT} + C \quad \gamma \quad \ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right) = \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} \left( \frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2} \right)$$

con  $R = 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$

- $\Delta H_{\text{sub}} = \Delta H_{\text{fus}} + \Delta H_{\text{vap}}$

- $q = M \cdot S \cdot \Delta T$