

Trabajo Práctico N° 6

Mezclas Binarias - 26/10/2023

Problema 1. La Figura 1 muestra esquemáticamente las energías libres de Gibbs molares de una solución binaria A_xB_{1-x} para dos fases $g_{gas}(x_A)$ y $g_{liq}(x_A)$ a presión constante y para varias temperaturas en función de la fracción molar de A (x_A).

- ¿Cuál es la condición para que una fase sea localmente estable? ¿se cumple este criterio? ¿Cuál es la condición para que una fase sea estable? ¿Cuál es la fase estable a temperaturas altas $T > 180^\circ\text{C}$? ¿Y a temperaturas bajas $T < 140^\circ\text{C}$?
- Para $T < 140^\circ\text{C}$ y $T > 180^\circ\text{C}$ las componentes gaseosas son 100% miscibles. Interprete desde el gráfico a qué propiedad física corresponden las temperaturas $T_A = 140^\circ\text{C}$ y $T_B = 180^\circ\text{C}$.
- En la región en dónde las curvas se cruzan ¿cómo se determina el estado estable del sistema? Es decir el estado que minimiza la energía libre de Gibbs.
- Grafique esquemáticamente el diagrama de fases (x_A, T) que se obtiene al variar continuamente la temperatura T en función de x_A .

Problema 2. En un diagrama de fases de una solución de A y B, a $P = 1\text{atm}$, la curva superior puede ser representada por $T_{gas}(x_A) = T_0 - (T_0 - T_1)x_A^2$ y la inferior por $T_{liq}(x_A) = T_0 - (T_0 - T_1)x_A(2 - x_A)$

- Un recipiente que contiene la misma cantidad de moles de las dos componentes se calienta hasta su temperatura de ebullición ¿Cuál es la composición del vapor cuando la ebullición comienza? ¿La ebullición tiende a aumentar o disminuir la fracción molar de A en el líquido remanente?
- Mostrar que si se evapora una pequeña cantidad de líquido $\frac{-dN}{N}$ (N moles de líquido y $dN < 0$ moles evaporados), el cambio en la fracción molar del líquido viene dada por:

$$dx_A = \left(\sqrt{(2x_A - x_A^2)} - x_A \right) \frac{dN}{N}$$

Problema 3. En la figura 2 se muestra el diagrama temperatura–fracción molar para el sistema binario Ge-Si.

- Pruebe que para una concentración global x en la que el líquido (L) y la fase sólida (α) coexisten, sus fracciones respectivas f_L y f_α en equilibrio a la temperatura T (1200°C) están dadas por la “regla de la palanca”: $f_\alpha = \frac{x - x_L}{x_\alpha - x_L}$ y $f_L = \frac{x_\alpha - x}{x_\alpha - x_L}$
- Del diagrama de fases estime gráficamente a qué temperatura la solución sólida de composición 60% en peso de Si- 40% en peso de Ge estará en equilibrio con la fase líquida. Determine la composición de dicha fase líquida (masas atómicas $m_{Si} = 28,085 \text{ gr/mol}$ y $m_{Ge} = 72,64 \text{ gr/mol}$)
- 1 kg de aleación con 15% en peso de Si es mantenida a 1100°C , calcule el peso de Si en la fase líquida

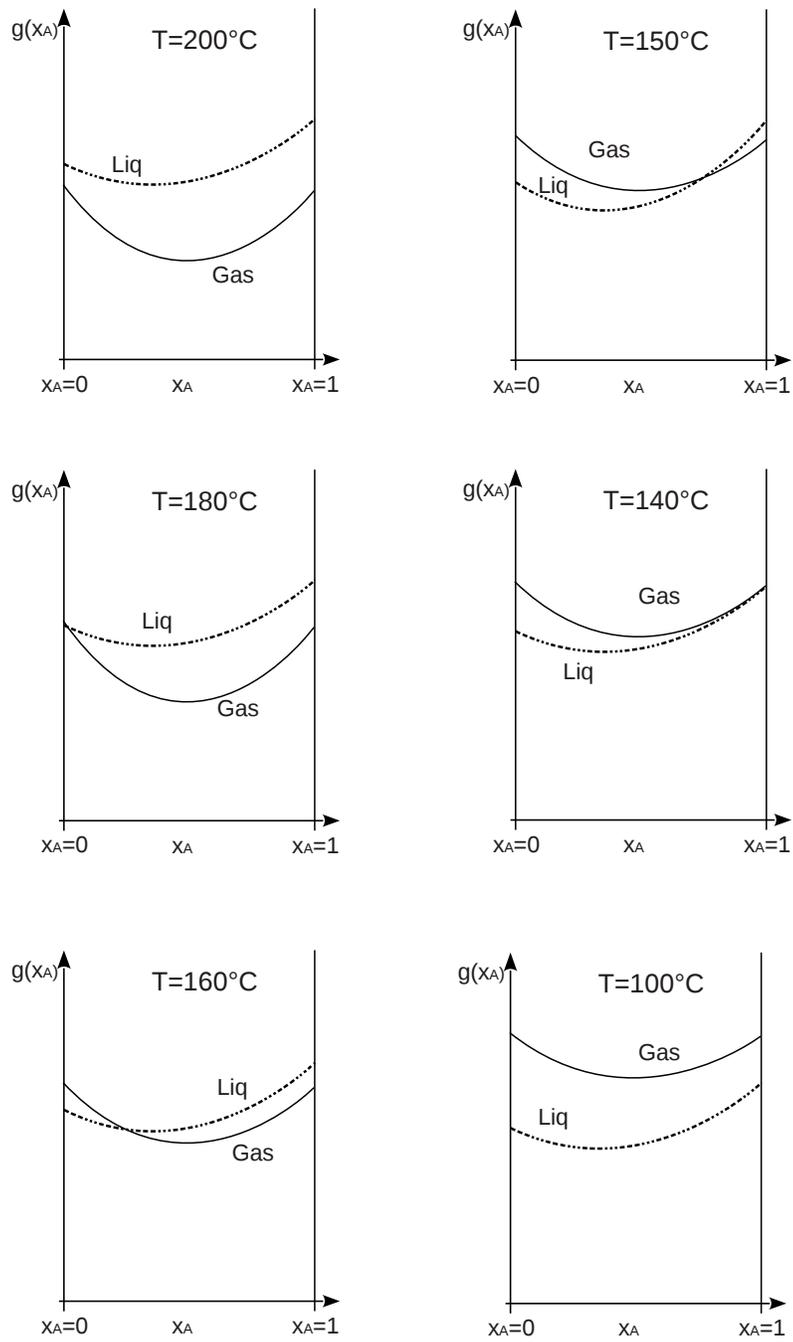


Figura 1: Energías libres de una mezcla binaria (problema 1).

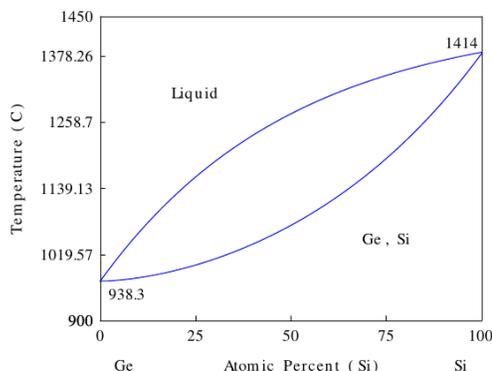


Figura 2: Diagrama de fases de una solución sólida Germanio-Silicio (problema 3).

Problema 4. Considere la mezcla binaria a presión atmosférica de la componente A (agua H_2O) y B (sal $NaCl$). El sistema compuesto tiene una fase líquida y dos fases sólidas (hielo y sal cristalina). La energía libre del líquido $g_{liq}(x_A)$ y las energías libres de los sólidos puros $g_A^0 = \mu_A^0$ y $g_B^0 = \mu_B^0$ se muestran en los gráficos de la figura 3 para las temperaturas indicadas.

- Sabiendo que las componentes son inmiscibles en estado sólido, es decir las soluciones sólidas de A en B, o B en A, son inestables y sólo son estables los sólidos puros, grafique esquemáticamente el diagrama de fases en el plano (x_A, T) .
- De acuerdo al gráfico obtenido describir qué ocurre con el punto de fusión del hielo a medida que se le agrega sal ¿Hasta qué temperatura se puede evitar que se forme hielo agregando sal?
- Estime para $T = 10^\circ C$ a qué valor de concentración de agua x_A se satura de sal el líquido. Calcule las fracciones de sal y de líquido si se fija la concentración en $x_A = 0,15$ ¿Cuántos grados de libertad posee el sistema saturado? Dé un ejemplo de ellos.

Problema 5. En el caso de la coexistencia de fases sólidas y líquidas, los sistemas binarios se representan típicamente mediante un diagrama como el que muestra la figura 4 para el sistema Pb-Sn. A temperaturas altas, el sistema se halla en estado líquido, pero cuando se reduce la temperatura, puede cristalizar en dos fases sólidas que aquí se han señalado como α y β . En este caso la fase α es rica en Pb y tiene su estructura cristalina, mientras que β tiene la estructura cristalina de Sn y es rica en esa componente.

- A partir de este diagrama dibuje esquemáticamente las curvas de energías libres $g_{liq}(x)$, $g_\alpha(x)$ y $g_\beta(x)$ para cada fase para cada una de las cuatro regiones de temperatura: i) $327^\circ C < T$; ii) $232^\circ C < T < 327^\circ C$; iii) $183^\circ C < T < 232^\circ C$; y iv) $T < 183^\circ C$.
- Use la regla de las fases para predecir el número de grados de libertad para una aleación de Pb con 35% atómico de Sn a $250^\circ C$.
- Interprete los grados de libertad para una aleación a la temperatura eutéctica ($183^\circ C$).

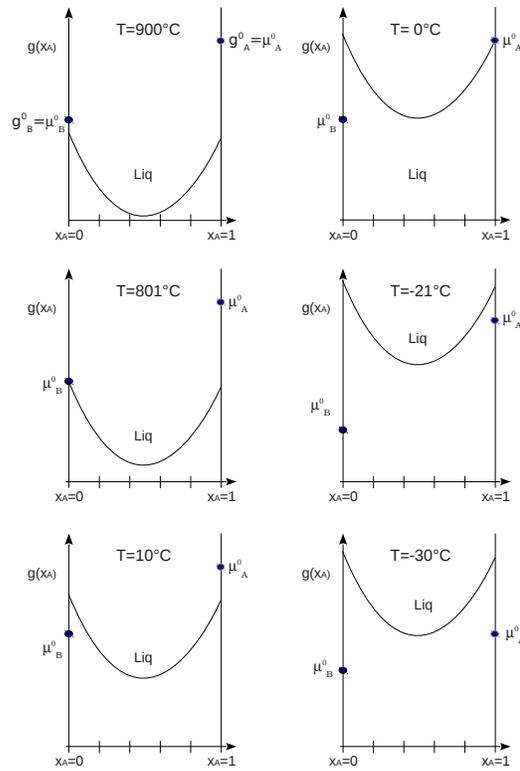


Figura 3: Energías libres correspondiente a la salmuera (problema 4).

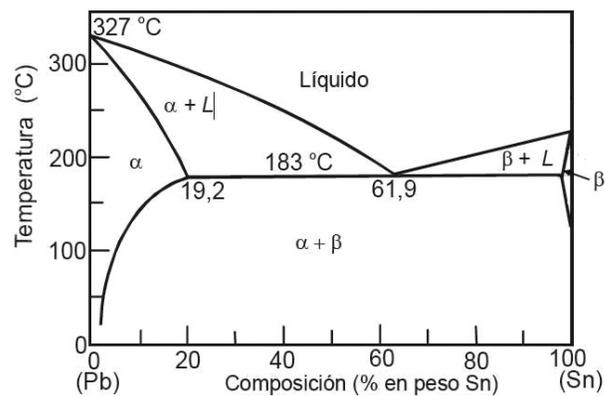


Figura 4: Diagrama de fase de la mezcla binaria plomo-estaño (problema 5).