



Ejercicio N° 4.

Al enterarse de sus conocimientos sobre Termodinámica Química, una empresa decide contratarlo como ayudante de laboratorio para realizar algunos cálculos de equilibrio de fases. Particularmente, esta empresa está interesada en estudiar la evaporación y la osmosis reversa como métodos para la desalinización de agua de mar, con el fin de producir agua para consumo humano en regiones con escasez hídrica.

Sabiendo que el agua de mar tiene una concentración de sales igual a 40 gramos por litro:

■ *Para el proceso de evaporación.*

a) (1,0 pts.) Calcule el punto de ebullición del agua de mar a 1 bar (en °C). Justifique claramente todos sus supuestos.

Datos: Masa molar sales en agua de mar = 65,38 g mol⁻¹, Masa molar agua = 18 g mol⁻¹, $\rho_{H_2O}(25^\circ C) = 997 \text{ g L}^{-1}$, $R = 8,314 \text{ J (mol K)}^{-1}$, $\Delta_{vap}H^\circ(H_2O) = 40,7 \text{ kJ mol}^{-1}$.

b) (1,0 pts.) Calcule el calor (en MJ) que debe ser entregado a una tonelada de agua de mar para llevarlo de 25°C a su temperatura de ebullición. Justifique claramente todos sus supuestos.

Dato: $C_{p,m}(\text{agua de mar}) = 72,2 \text{ J (mol K)}^{-1}$.

■ *Para el proceso de osmosis reversa.*

c) (2,5 pts.) Demuestre que para una disolución 1 que corresponde a agua de mar (agua pura + sales) separada por una membrana semipermeable (para el solvente) de otra disolución 2 que corresponde a agua pura, la presión osmótica es igual a:

$$\Pi = R \cdot T \cdot \frac{x_{sal,1}}{V_{m,agua}^*} \quad (1)$$

d) (1,0 pts.) ¿Qué presión (en atm) debe aplicar sobre el agua de mar (disolución 1) para lograr que agua pura sea transferida a través de la membrana semipermeable? Justifique claramente su respuesta con un esquema del proceso.

Dato: 1 atm = 101,325 kPa

e) (0,5 pts.) A partir de una breve revisión bibliográfica, explique en qué consisten los métodos de evaporación y osmosis reversa para la desalinización de agua de mar. Particularmente, explique a qué tipo de procesos (de los vistos en este curso) corresponden los altos consumos energéticos asociados a estas dos tecnologías.