

34. Datos: $c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $T = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Incógnitas: π

— Expresamos la concentración, c , en $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$.

$$0,1 \text{ mol} \cdot \cancel{\text{L}^{-1}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{L}}}{1 \cancel{\text{dm}^3}} \cdot \frac{1000 \cancel{\text{dm}^3}}{1 \text{ m}^3} = 1,0 \cdot 10^2 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$$

— Calculamos la presión osmótica.

$$\pi = c \cdot R \cdot T$$

$$\pi = 1,0 \cdot 10^2 \cancel{\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}} \cdot 8,31 \text{ Pa} \cdot \cancel{\text{m}^3} \cdot \cancel{\text{K}^{-1}} \cdot \cancel{\text{mol}^{-1}} \cdot 293 \cancel{\text{K}}$$

$$\pi = 2,4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

43. Datos: $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$; $p^{\circ}(\text{H}_2\text{O}, 25\text{ }^{\circ}\text{C}) = 23,6\text{ mmHg}$;
 $m = 0,10\text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$

Incógnitas: m ; Δp

— La molalidad nos indica que existen 0,10 moles de soluto por cada 1000 g de disolvente. Hallamos así la cantidad de soluto y de disolvente presentes en la disolución.

$$M_r(\text{H}_2\text{O}): 2 \cdot 1,01 + 1 \cdot 16,00 = 18,02;$$

$$M(\text{H}_2\text{O}): 18,02\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n(\text{solute}) = 0,10\text{ mol}$$

$$n(\text{disolvente}) = 1\,000\text{ g} \cancel{\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{1\text{ mol H}_2\text{O}}{18,02\text{ g} \cancel{\text{H}_2\text{O}}} =$$

$$= 55,49\text{ mol H}_2\text{O}$$

— Calculamos la fracción molar de soluto.

$$\chi_s = \frac{0,10\text{ mol}}{(55,49 + 0,10)\text{ mol}} = 1,8 \cdot 10^{-3}$$

— Determinamos la disminución de la presión de vapor.

$$\Delta p = p^{\circ} - p = \chi_s \cdot p^{\circ}$$

$$\Delta p = 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot 23,6\text{ mmHg} = 4,2 \cdot 10^{-2}\text{ mmHg}$$

La disminución de la presión de vapor de la disolución es de $4,2 \cdot 10^{-2}\text{ mmHg}$.

45. Datos: $T_c(\text{agua de mar}) = -2\text{ }^{\circ}\text{C}$; $K_c(\text{agua}) = 1,86\text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 $K_e(\text{agua}) = 0,52\text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$

Incógnitas: m ; T_e

— Calculamos la molalidad de la disolución.

$$\Delta T_f = K_c \cdot m$$

$$\Delta T_f = 2,00\text{ }^{\circ}\text{C} = 2,00\text{ K}$$

$$m = \frac{\Delta T_f}{K_c} = \frac{2\cancel{\text{K}}}{1,86\cancel{\text{K}} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,08\text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

La concentración de agua de mar es de $1,08\text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$.

— Calculamos la temperatura de ebullición mediante la expresión correspondiente al ascenso ebulloscópico.

$$\begin{aligned}\Delta T_e &= K_e \cdot m = 0,52\text{ K} \cdot \cancel{\text{kg}} \cdot \cancel{\text{mol}^{-1}} \cdot 1,08\cancel{\text{mol}} \cdot \cancel{\text{kg}^{-1}} = \\ &= 0,56\text{ K}\end{aligned}$$

$$\Delta T_e = 0,56\text{ K} = 0,56\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_e = (100,00 + 0,56)^{\circ}\text{C} = 100,56\text{ }^{\circ}\text{C}$$

El agua de mar hervirá a $100,56\text{ }^{\circ}\text{C}$.

48. Datos: T_f (mezcla) = $-4,30\text{ }^{\circ}\text{C}$; K_c (agua) = $1,86\text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 m (solute) = $10,3\text{ g}$; m (disolvente) = $20,0\text{ g} = 0,0200\text{ kg}$

Incógnitas: M (solute)

— Utilizaremos la expresión del descenso crioscópico combinada con la de la molalidad para llegar a la masa molar de la sustancia.

$$\Delta T_f = K_c \cdot m \qquad m = \frac{n_{\text{solute}}}{m_{\text{disolvente}}} = \frac{\frac{m_{\text{solute}}}{M(\text{solute})}}{m_{\text{disolvente}}}$$

- Así, introducimos la expresión de la molalidad en la del descenso crioscópico y despejamos la masa molar de soluto de la ecuación.

$$\Delta T_f = K_c \cdot m = 1,86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot$$

$$\cdot \frac{\frac{10,3 \text{ g soluto}}{M(\text{soluto})}}{0,200 \text{ kg disolvente}} = 4,3 \text{ K}$$

$$\frac{1,86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 10,3 \text{ g soluto}}{0,200 \text{ kg disolvente} \cdot M(\text{soluto})} = 4,3 \text{ K}$$

$$M(\text{soluto}) = \frac{1,86 \cancel{\text{ K}} \cdot \cancel{\text{ kg}} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 10,3 \text{ g soluto}}{0,200 \cancel{\text{ kg disolvente}} \cdot 4,3 \cancel{\text{ K}}}$$

$$M(\text{soluto}) = 223 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

La sustancia tiene una molar de $223 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

53. Datos: $V(\text{H}_2\text{O}) = 150 \text{ mL}$; $m(\text{KCl}) = 5,00 \text{ g}$;
 $p^\circ(\text{agua}, 25^\circ\text{C}) = 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ atm}$; $K_c(\text{agua}) = 1,86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 $K_e(\text{agua}) = 0,52 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$

Incógnitas: Δp ; T_f ; T_e

— Hallamos la masa molar del KCl.

$$M_r(\text{KCl}): 1 \cdot 39,10 + 1 \cdot 35,45 = 74,55$$

$$M(\text{KCl}): 74,55 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

— Calculamos los moles de soluto y de disolvente, y la fracción molar de soluto.

$$M_r(\text{H}_2\text{O}): 2 \cdot 1,01 + 1 \cdot 16,00 = 18,02$$

$$M(\text{H}_2\text{O}): 18,02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n(\text{KCl}) = 5,00 \text{ g} \cancel{\text{KCl}} \cdot \frac{1 \text{ mol KCl}}{74,55 \text{ g} \cancel{\text{KCl}}} = 6,70 \cdot 10^{-2} \text{ mol KCl}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 150 \text{ mL} \cancel{\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{1 \text{ g} \cancel{\text{H}_2\text{O}}}{1 \text{ mL} \cancel{\text{H}_2\text{O}}} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18,02 \text{ g} \cancel{\text{H}_2\text{O}}} =$$
$$= 8,33 \text{ mol}$$

$$\chi(\text{KCl}) = \frac{n_{\text{solute}}}{n_{\text{totales}}} = \frac{6,70 \cdot 10^{-2} \cancel{\text{mol}}}{(6,70 \cdot 10^{-2} + 8,33) \cancel{\text{mol}}} = 8,00 \cdot 10^{-3}$$

— Calculamos la variación de la presión de vapor.

$$\Delta p = p^\circ - p = \chi_s \cdot p^\circ$$

$$\Delta p = 8,00 \cdot 10^{-3} \cdot 3,1 \cdot 10^{-2} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ atm}$$

— Calculamos la molalidad de la disolución.

$$m = \frac{n_{\text{solute}}}{m_{\text{disolvente}}} = \frac{6,70 \cdot 10^{-2} \text{ mol KCl}}{0,150 \text{ kg H}_2\text{O}} = 0,447 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

— Aplicamos la expresión del descenso crioscópico para determinar la temperatura de fusión de la disolución.

$$\Delta T_f = K_c \cdot m = 1,86 \text{ K} \cdot \cancel{\text{kg}} \cdot \cancel{\text{mol}^{-1}} \cdot 0,447 \cancel{\text{mol}} \cdot \cancel{\text{kg}^{-1}}$$

$$\Delta T_f = 0,831 \text{ K} = 0,831^\circ\text{C}$$

$$T_f = (0,00 - 0,831)^\circ\text{C} = -0,831^\circ\text{C}$$

— Aplicamos la expresión del ascenso ebulloscópico para determinar la temperatura de ebullición de la disolución.

$$\Delta T_e = K_e \cdot m = 0,52 \text{ K} \cdot \cancel{\text{kg}} \cdot \cancel{\text{mol}^{-1}} \cdot 0,447 \cancel{\text{mol}} \cdot \cancel{\text{kg}^{-1}}$$

$$\Delta T_e = 0,23 \text{ K} = 0,23^\circ\text{C}$$

$$T_e = (100,00 + 0,23)^\circ\text{C} = 100,23^\circ\text{C}$$