



Sistema Universitario de Multimodalidad Educativa

Problemas resueltos

Propiedades coligativas



ELEVACIÓN DEL PUNTO DE EBULLICIÓN Y DESCENSO DEL PUNTO DE CONGELACIÓN

1. El benceno puro solidifica a 5.45°C. se observó una disolución que contenía 7.24 g de $\text{C}_2\text{Cl}_4\text{H}_2$ en 115.3 g de benceno se solidificaba a 3.55 °C. ¿Cuál es la constante molal del punto de solidificación del benceno?

$$m_s = 7.24 \text{ g}$$

$$M_s = 168 \text{ g/mol}$$

$$m_d = 115.3 \text{ g} = 0.1153 \text{ Kg}$$

$$T_{fT} = 3.55 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{fd} = 5.45 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K_f = ?$$

$$n_s = \frac{m_s}{M_s} = \frac{7.24 \text{ g}}{168 \text{ g/mol}} = 0.0430 \text{ mol}$$

$$\text{PMs} \quad 168 \text{ g/mol}$$

$$m = \frac{n_s}{m_d} = \frac{0.0430 \text{ mol}}{0.1153 \text{ Kg}} = 0.3737 \frac{\text{mol}}{\text{Kg}}$$

$$\Delta T_f = T_{fd} - T_{fT}$$

$$\Delta T_f = 5.45^\circ\text{C} - 3.55^\circ\text{C} = 1.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_f = K_f m ; K_f = \frac{\Delta T_f}{m}$$

$$K_f = \frac{1.9 \text{ }^\circ\text{C}}{0.3737 \text{ Kg}}$$

$$0.3737 \text{ Kg}$$

$$K_f = 5.08 \frac{^\circ\text{CKg}}{\text{mol}}$$

2. ¿Qué peso de alcohol etílico, C_2H_5OH , deberá añadirse a un litro de agua para que la disolución no solidifique a $-4^\circ F$?

$$m_s = ?$$

$$T_{fT} = -4^\circ F = -20^\circ C$$

$$K_f = 1.86 \frac{^\circ C Kg}{mol}$$

$$\Delta T_f = T_{fd} - T_{fT}$$

$$\Delta T_f = 0^\circ C - (-20^\circ C)$$

$$\Delta T_f = 20^\circ C$$

$$\Delta T_f = K_f m; m = \frac{\Delta T_f}{K_f}$$

$$m = \frac{20^\circ C}{1.86 \frac{^\circ C Kg}{mol}} = 10.752 \frac{Kg}{mol}$$

$$m = \frac{n_s}{md}; n_s = m md$$

$$n_s = 10.752 \frac{Kg}{mol} \left(1 Kg \right) = 10.752 mol$$

$$n_s = \frac{m_s}{PM_s}; m_s = n_s PM_s$$

$$m_s = (10.755 mol)(46 g/mol)$$

$$m_s = 494.5 g$$

3. Se prepara una disolución condensando 4 litros de un gas medidos a 27°C y 748 mmHg de presión, en 58 g de benceno. Calcule el punto de congelación de esta disolución. $K_f = 5.12 \text{ }^{\circ}\text{CKg/mol}$; $T_{fs} = 5.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$T = 27^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$m_s = 58 \text{ g} = 0.058 \text{ Kg}$$

$$V_T = 100 \text{ L}$$

$$P = 748 \text{ mmHg} \left(\frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mmHg}} \right) = 0.9842 \text{ atm}$$

$$K_f = 5.12 \frac{^{\circ}\text{CKg}}{\text{mol}}$$

$$T_{fd} = 5.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ft} = ?$$

$$\pi = MRT; M = \pi/RT$$

$$M = \frac{0.9842 \text{ atm}}{0.082 \text{ atm} \frac{\text{L}}{\text{mol K}} (300 \text{ K})} = 0.0400 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$M = \frac{n_s}{V_T}; n_s = MV_T$$

$$n_s = 0.0400 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \left(4 \text{ L} \right) = 0.1600 \text{ mol}$$

$$m = \frac{n_s}{m_d} = \frac{0.1600 \text{ mol}}{0.058 \text{ Kg}} = 2.75918 \frac{\text{mol}}{\text{Kg}}$$

$$\Delta T_f = K_f m$$

$$\Delta T_f = 5.12 \frac{^{\circ}\text{CKg}}{\text{mol}} \left(2.75918 \frac{\text{mol}}{\text{Kg}} \right) = 14.12700 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_f = T_{fd} - T_{ft}; T_{ft} = T_{fd} - \Delta T_f$$

$$T_{ft} = 5.5^{\circ}\text{C} - 14.12700^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ft} = -8.6270 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

4. Cuando se disuelven 10.6 g de una sustancia no volátil en 740 g de éter su punto de ebullición aumenta 0.284 °C. ¿Cuál es el peso molecular de esa sustancia? La constante molal en el punto de ebullición del éter es $K_b = 2.11 \text{ }^{\circ}\text{CKg/mol}$.

$$m_s = 10.6 \text{ g}$$

$$m_d = 740 \text{ g} = 0.740 \text{ Kg}$$

$$\Delta T_b = 0.284 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$M_s = ?$$

$$K_b = 2.11 \frac{^{\circ}\text{CKg}}{\text{mol}}$$

$$\Delta T_b = K_b m ; m = \frac{\Delta T_b}{K_b}$$

$$m = \frac{0.284 \text{ }^{\circ}\text{C}}{2.11 \frac{^{\circ}\text{CKg}}{\text{mol}}} = 0.1345 \frac{\text{mol}}{\text{Kg}}$$

$$m = \frac{n_s}{m_s} ; n_s = m m_d$$

$$n_s = 0.1345 \frac{\text{mol}}{\text{Kg}} \left(0.740 \text{ Kg} \right)$$

$$n_s = 0.0996 \text{ mol}$$

$$n_s = \frac{m_s}{PM_s} ; PM_s = \frac{m_s}{n_s}$$

$$PM_s = \frac{10.6 \text{ g}}{0.0996 \text{ mol}}$$

$$PM_s = 106.42 \text{ g/mol}$$

DESCENSO EN LA PRESIÓN DE VAPOR

5. La glicerina ($C_3H_8O_3$) es un electrolito no volátil con una densidad de 1.26 g/ml a 25 °C. Calcular la presión de vapor de una solución que se preparó agregando 50 ml de glicerina a 500 ml de agua. La presión de vapor del agua a esta temperatura es 23.8 torr

$$s = C_3H_8O_3; PM = 92 \text{ g/mol}$$
$$d = H_2O; PM = 18 \text{ g/mol}$$

$$\left. \begin{array}{l} p = 1.26 \text{ g/ml} \\ V_s = 50 \text{ ml} \end{array} \right\} m_s = 63 \text{ g}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_d = 500 \text{ ml} \end{array} \right\} m_d = 500 \text{ g}$$

$$T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_{vd} = 23.8 \text{ torr}$$

$$P_{VT} = ?$$

$$n_s = \frac{63 \text{ g}}{92 \text{ g/mol}} = 0.6848 \text{ mol}$$

$$n_d = \frac{500 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 27.7778 \text{ mol}$$

$$n_T = n_s + n_d = 0.6848 + 27.7778$$

$$n_T = 28.4625 \text{ mol}$$

$$X_s = \frac{n_s}{n_T} = \frac{0.6848 \text{ mol}}{28.4625 \text{ mol}}$$

$$X_s = 0.024$$

$$X_d = 1 - X_s = 1 - 0.024$$

$$X_d = 0.976$$

$$P_{VT} = P_{vd} X_d$$

$$P_{VT} = 23.8 \text{ torr} (0.976)$$

$$P_{VT} = 23.23 \text{ torr}$$

6. La presión de vapor del agua pura a 25°C es de 23.73 torr. La presión de vapor de una solución que contiene 5.40 g de una sustancia no volátil en 90 g de agua es de 23.32 torr. Calcular el peso molecular del soluto.

$$P_{Vd} = 23.76 \text{ torr}$$

$$P_{VT} = 23.32 \text{ torr}$$

$$m_s = 5.40 \text{ g}$$

$$M_s = ?$$

$$m_d = 90 \text{ g}$$

$$M_d = 18 \text{ g/mol}$$

$$P_{VT} = P_{Vd} X_d ; X_d = P_{VT} / P_{Vd}$$

$$X_d = \frac{23.32 \text{ torr}}{23.76 \text{ torr}} = 0.9814$$

$$X_s = 1 - X_d = 1 - 0.9814$$

$$X_s = 0.0186$$

$$n_d = \frac{90 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 5 \text{ mol}$$

$$X_d = \frac{n_s}{n_T} ; n_T = \frac{n_d}{X_d}$$

$$n_T = \frac{5 \text{ mol}}{0.9814} = 5.0947 \text{ mol}$$

$$X_s = \frac{n_s}{n_T} ; n_s = X_s n_T$$

$$n_s = 0.0186 (5.0947 \text{ mol})$$

$$n_s = 0.0947 \text{ mol}$$

$$n_s = \frac{m_s}{PM_s}$$

$$PM_s = \frac{5.40 \text{ g}}{0.0947 \text{ mol}}$$

$$PM_s = 57.0221 \text{ g/mol}$$

PRESIÓN OSMÓTICA

7. Una disolución de 6.85 g de un carbohidrato en 100g de agua tiene una densidad de 1.024 g/ml y una presión osmótica de 4.61 atm a 20 °C. Calcule la masa molar del carbohidrato.

$$M_s = ?$$

$$\left. \begin{array}{l} m_s = 6.85 \text{ g} \\ m_s = 100 \text{ g} \end{array} \right\} m_T = 106.85 \text{ g}$$

$$p_T = 10.024 \text{ g/ml}$$

$$T = 20^\circ\text{C} + 273 = 293 \text{ K}$$

$$\pi = 4.61 \text{ atm}$$

$$\pi = MRT$$

$$M = \frac{4.61 \text{ atm}}{0.082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \left[293 \text{ K} \right]} = 0.1918 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$V_T = m_T / p_T$$

$$V_T = 106.85 \text{ g} / 1.024 \text{ g/ml}$$

$$V_T = 104.34 \text{ ml} = 0.10434 \text{ L}$$

$$M = \frac{n_s}{V_T}; n_s = MV_T$$

$$n_s = 0.1918 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \left(0.10434 \text{ L} \right) \\ = 0.0200 \text{ mol}$$

$$n_s = \frac{m_s}{PM_s}$$

$$PM_s = \frac{6.85 \text{ g}}{0.0200 \text{ mol}}$$

$$\boxed{PM_s = 342.5 \text{ g/mol}}$$

8. La presión osmótica de la sangre es 7.65 atm a 37 °C, ¿Cuánta glucosa debe utilizarse por litro para una inyección intravenosa para que tenga la misma presión osmótica de la sangre?

$$\pi = 7.65 \text{ atm}$$

$$T = 37 \text{ °C} + 273 = 310 \text{ K}$$

$$V_T = 1 \text{ L}$$

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$\text{PM} = 180 \text{ g/mol}$$

$$m_s = ?$$

$$\pi = MRT$$

$$M = \frac{\pi}{RT}$$

$$M = \frac{7.65 \text{ atm}}{0.082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \left[310 \text{ K} \right]} = 0.30094 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$M = \frac{n_s}{V_T}; n_s = MV_T$$

$$n_s = 0.30094 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \left[1 \text{ L} \right] = 0.30094 \text{ mol}$$

$$n_s = \frac{m_s}{\text{PM}_s}; m_s = n_s \text{PM}_s$$

$$m_s = 0.30094 \text{ mol} (180 \text{ g/mol})$$

$$m_s = 54.16 \text{ g}$$

9. La presión osmótica de una solución de un poliisobutileno sintético en benceno se determinó a 25 °C. Una muestra que contenía 0.20 g de soluto por 100 cm³ de solución desarrolló un aumento de 2.4 mm en el equilibrio osmótico. La densidad de la solución es 0.88 g/cm³. ¿Cuál es el peso molecular del poliisobutileno?

$$h = 2.4 \text{ mm} = 0.0024 \text{ m}$$

$$T = 25 \text{ °C} + 273 = 298 \text{ K}$$

$$m_d = 0.20 \text{ g}$$

$$V_T = 100 \text{ cm}^3$$

$$\rho = 0.88 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \left(\frac{10^6 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} \right) \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} \right) = 880 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\pi = \rho gh$$

$$\pi = 880 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (0.0024 \text{ m})$$

$$\pi = 20.7182 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \left(\frac{1 \text{ atm}}{1.01325 \times 10^5} \right)$$

$$\pi = 2.0447 \times 10^{-4} \text{ atm}$$

$$\pi = \frac{m_s RT}{PM V_T} ; PM = \frac{m_s RT}{\pi V_T}$$

$$PM = \frac{0.20 \text{ g} \left(0.082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{°K}} \right) (298 \text{ K})}{2.04447 \times 10^{-4} \text{ atm} (0.1 \text{ L})}$$

$$PM = 2.39 \times 10^5 \text{ g/mol}$$

