

A) Disoluciones
i) Coeficiente de actividad.

120. La reacción de descomposición del carbonato de calcio, $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$, tiene constante de equilibrio $K = 0,95$ considerando la actividad del CO_2 en atmósferas. Si la presión parcial del gas considerado como ideal es 1 atm, ¿cuánto vale su coeficiente de actividad?
121. La disolución de dióxido de carbono en agua para formar ácido carbónico, $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$, tiene constante de equilibrio $K = 1,7 \cdot 10^{-3}$ en agua pura. Una vez establecido el equilibrio entre agua y $\text{CO}_2(\text{g})$ a presión parcial de CO_2 de 1 atm (medido en condiciones reales) a 298,15 K, se determinó que se habían disuelto $1,75 \cdot 10^{-4}$ moles totales de H_2CO_3 en 100 mL de agua. Determinar la actividad del ácido carbónico y su coeficiente de actividad. *Resultado: 0,97.*
122. Determinar la fuerza iónica, el coeficiente de actividad del catión sodio y del anión sulfato en una disolución de molalidad 10^{-4} mol/kg Na_2SO_4 en ausencia de otra sal, en presencia de 0,005 mol/kg de KCl, y en presencia de 0,5 mol/kg de KCl. ¿Cuál es el valor de la actividad del ion sodio y el ion sulfato en cada caso? Dato: constante de Debye $A = 0,509$. *Resultados dados en las dos columnas de la derecha en la tabla:*

Datos		Resultados	
Concentración Na_2SO_4 (mol/kg)	Concentración KCl (mol/kg)	Actividad Na^+ (mol/kg)	Actividad SO_4^{2-} (mol/kg)
1.00E-04	0	1.96E-04	9.22E-05
	0.005	1.84E-04	7.11E-05
	0.5	8.73E-05	3.63E-06

123. Determinar con hojas de cálculo la fuerza iónica, el coeficiente de actividad del catión potasio y del anión sulfato en las siguientes disoluciones reflejadas en la tabla. Dato: constante de Debye $A = 0,509$.

Datos		
K_2SO_4 (mol/kg)	NaCl (mol/kg)	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (mol/kg)
1,00E-04	0,005	
1,00E-04	0,5	
1,00E-04	0,5	0,5
1,00E-04		0,005
1,00E-04		0,5
1,00E-02	0,005	
1,00E-02	0,5	
1,00E-02	0,5	0,5
1,00E-02		0,005
1,00E-02		0,5
1	0,005	
1	0,5	
1	0,5	0,5

1		0,005
1		0,5

Resultados:

$I \text{ (mol/kg)}$	K^+		SO_4^{2-}	
	γ^+	$a^+ \text{ (mol/kg)}$	γ^-	$a^- \text{ (mol/kg)}$
5.30E-03	0.918	1.84E-04	0.711	7.11E-05
0.5003	0.436	8.73E-05	0.036	3.63E-06
1.7503	0.212	4.24E-05	0.002	2.02E-07
0.0128	0.876	1.75E-04	0.588	5.88E-05
1.2503	0.270	5.39E-05	0.005	5.29E-07
0.035	0.803	1.61E-02	0.416	4.16E-03
0.53	0.426	8.52E-03	0.033	3.29E-04
1.78	0.209	4.19E-03	0.002	1.92E-05
0.0425	0.785	1.57E-02	0.380	3.80E-03
1.28	0.266	5.31E-03	0.005	4.97E-05
3.005	0.131	2.62E-01	0.000	2.96E-04
3.5	0.112	2.23E-01	0.000	1.55E-04
4.75	0.078	1.55E-01	0.000	3.65E-05
3.0125	0.131	2.62E-01	0.000	2.93E-04
4.25	0.089	1.79E-01	0.000	6.35E-05

ii) Disoluciones líquidas.

124. A partir de los siguientes datos de solubilidad en agua y temperatura de dos sales habitualmente empleadas como fertilizantes, determinar la variación de entalpía del proceso de disolución para cada una de ellas. Masas moleculares 101 g/mol (KNO_3) y 174,3 g/mol (K_2SO_4). Resultados: 52,1 y 33,1 kJ/mol.

Temperatura (°C)	10	20	30	40	50
Solubilidad KNO_3 (g/L)	219	316	456	639	852
Solubilidad K_2SO_4 (g/L)	93	111	130	148	166

125. Cierta antibiótico A se ha sintetizado en disolución acuosa. El proceso ha resultado en 0,01 moles de antibiótico disueltos en 1 kg de agua. Se desea extraer la mayor cantidad posible en 30 g de un disolvente orgánico, con el cual el coeficiente de reparto, referido a molalidades, es de $K = 100$ para la transferencia desde la fase acuosa a la orgánica. a) Después de una única extracción ¿cuántos moles de antibiótico habrá en la fase orgánica una vez establecido el equilibrio? b) Si en lugar de una única extracción con 30 gramos de disolvente orgánico, la extracción se hace 3 veces con 10 gramos de disolvente orgánico puro, ¿cuántos moles se habrán extraído al final? Resultados: $7,5 \cdot 10^{-3}$ y $8,75 \cdot 10^{-3}$ moles.

B) Propiedades coligativas

iii) Aumento ebulloscópico y descenso crioscópico

126. El punto normal de fusión del agua pura (18 g/mol) es 0 °C y el de una disolución acuosa de glucosa (180,2 g/mol) de molalidad 0,427 mol/kg es -0,794 °C. ¿Cuál es la

constante crioscópica observada para el agua? ¿Cuál sería la entalpía de fusión de acuerdo a estos datos? ¿Qué punto de fusión se espera para una disolución formada al disolver 0,143 moles glucosa en 500 g H₂O? *R: 1,86 K·kg/mol ; 6 kJ/mol ; -0,532 °C.*

127. El punto de fusión del fenol es 43,0 °C y su constante crioscópica 7,27 °C kg·mol⁻¹. Se disuelven 0,46 mol de una sustancia A en 800 g de fenol. ¿Qué punto de fusión se espera para dicha disolución? *Resultado: 38,8 °C.*
128. Se disuelven 2,3 gramos de un soluto en 100 gramos de agua, observándose que su temperatura de fusión se reduce 0,71 °C. Si la constante crioscópica del agua es 1,85 K kg mol⁻¹ ¿Cuál es la masa molecular de esta sustancia? *Resultado: 60 g/mol.*
129. Se disuelven 50 gramos de un extracto en 500 g de agua (18 g/mol), cuya entalpía de vaporización es 40700 J/mol y en estado puro hierve a 100,00 °C. ¿Cuál es la constante ebulloscópica del disolvente? Si como resultado la mezcla hierve a 100,50 °C, ¿cuál es la masa molecular del compuesto extraído? *Resultado: 102 g/mol.*

iv) Ley de Raoult para disolución de dos líquidos volátiles

130. A 20°C, la presión de vapor del agua pura es 17,54 mmHg. ¿Qué presión de vapor se espera para una disolución acuosa de glucosa formada por 0,13 moles glucosa y 2,84 moles H₂O? *Resultado: 16,77 mmHg.*
131. La presión de vapor del benceno a 20°C es 74,7 torr y la del tolueno es 22,3 torr. Una disolución líquida de ambos posee una fracción molar de benceno de 0,452 en la fase líquida. Calcular la presión del vapor sobre el líquido y la fracción molar del benceno y el tolueno en dicho vapor. *Resultados: 45,98 torr ; 0,734 ; 0,266.*
132. Las presiones de vapor del benceno y del tolueno puro a 25°C son 95,1 y 28,4 mmHg, respectivamente. Se prepara una disolución donde la fracción molar para ambos es 0,5. ¿Cuáles son las presiones parciales de benceno y tolueno en el sistema? ¿Cuál es la presión de vapor total? ¿Cuál es la fracción molar de cada componente en la fase gaseosa? ¿Es posible preparar una disolución que produzca una presión total de 95,2 mmHg? *Resultados: 47,55 y 14,2 mmHg ; 61,75 mmHg ; 0,77 y 0,23.*

v) Ósmosis

133. La presión osmótica de una disolución a es capaz de elevar una columna de agua (densidad 1000 kg/m³) en un capilar hasta los 25 cm, a temperatura de 37°C. Estimar la presión osmótica ejercida por la disolución así como su molaridad. Datos: $g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$. *Resultado: 2450 Pa ; $9,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$.*
134. Determinar la concentración de soluto necesario para que una disolución acuosa sea capaz de elevar 10, 50 y 100 cm la altura de una columna de agua pura (densidad 1000 kg/m³) gracias a su presión osmótica a 25 °C. Datos: $g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$. *Resultados: $3,95 \cdot 10^{-4} \text{ M}$; $1,98 \cdot 10^{-3} \text{ M}$; $3,95 \cdot 10^{-3} \text{ M}$.*
135. Determinar la presión osmótica que ejerce sobre la pared celular de una bacteria una disolución de sacarosa (342 g/mol) en agua (18 g/mol) de la misma de concentración que (a) una confitura casera con un 30 % en peso de azúcar (densidad 1,24 g/mL), (b)

un sirope comercial con un 43,5 % de azúcar (densidad 1,36 g/mL), y (c) un jarabe para la tos con un 60 % de azúcar (densidad 1,40 g/mL). Suponer 100 g de agua si es necesario. *Resultados: 26,5 atm ; 42,3 atm ; 60,3 atm.*

vi) Problemas combinando las 4 propiedades coligativas (problema típico de examen)

136. La presión osmótica a 25°C de una disolución acuosa de glucosa es de 0,245 atm.

- Determinar la concentración molar de la disolución. *Resultado: 0,01 M.*
- Suponiendo que al tratarse de una disolución acuosa diluida la molaridad y la molalidad son numéricamente iguales, determinar la fracción molar (masas moleculares 180,15 g/mol y 18 g/mol). *Resultados: $1,80 \cdot 10^{-4}$.*
- Sabiendo que la presión de vapor del agua pura es 23,756 mmHg, determinar la presión de vapor del agua en el sistema. *R: 23,752 mmHg*
- Si sus calores de fusión y vaporización son 6009,5 y 40656 J/mol, respectivamente, calcular cuánto desciende el punto de congelación y cuánto aumenta el punto de ebullición, cuando se compara la disolución con el disolvente puro. *Resultados: -0,0185 °C ; +0,00513 °C.*

137. Se presentan los datos de las propiedades fisicoquímicas de un disolvente líquido.

Propiedades fisicoquímicas del disolvente	
Masa molecular (g/mol)	46
Temperatura de ebullición (°C)	78
Entalpía de ebullición (kJ/mol)	39.3
Temperatura de fusión (°C)	-114
Entalpía de fusión (kJ/mol)	4.78
Presión parcial puro (mmHg)	55

Se disuelve un **solute de masa molecular 81 g/mol** hasta una molalidad de 0,5 mol/kg.

- Determinar el valor de la constante crioscópica y de la constante ebulloscópica. *Resultados: $1,20 \text{ kg mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ y $2,03 \text{ kg kg mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.*
- Determinar la temperatura de congelación y de ebullición de la disolución. *Resultados: -114,6 y 79,01 °C.*
- Determinar la fracción molar del disolvente. *Resultado: 0,9997.*
- Determinar la presión parcial ejercida por el disolvente de esta disolución ideal en la fase gaseosa. *Resultado: 54,98 mmHg.*
- Si una columna de agua pura (Densidad 1 g/mL, temperatura 298 K) en equilibrio de transferencia de masa a través de una membrana solo permeable al disolvente alcanza una altura de 110 cm como consecuencia de la presión osmótica de la disolución, determinar esta presión osmótica así como la concentración molar de la disolución. *Resultados: 10780 Pa ó 0,1064 atm y 4,35 mM.*