

Tema 8: Disoluciones y sus propiedades

Francisco G. Calvo-Flores

Contenidos

- 8-1 Disoluciones y tipos
- 8-2 Unidades de concentración
- 8-3 Disoluciones ideales y no ideales
- 8-4 Formación de disoluciones: equilibrio y curvas de solubilidad
- 8-5 Solubilidad de Gases
- 8-6 Presión de vapor
- 8-7 Propiedades coligativas

Contenidos

8-8 Disoluciones de electrolitos

8-9 Coloides



Concepto

- Disolución (del latín *disolutio*) es una mezcla homogénea, a nivel molecular de una o más especies químicas que no reaccionan entre sí; cuyos componentes se encuentran en proporción que varía entre ciertos límites

Terminología

Disoluciones son mezclas *homogéneas*

- Propiedades uniformes en todo el sistema.
- **Disolvente**
 - Componente mayoritario
 - Determina el estado de la disolución (sólido, líquido o gas).
- **Soluto.**
 - Componente/es minoritario/s.

TABLE 14.1 Some Common Solutions

Solution	Components
Gaseous solutions	
Air	N ₂ , O ₂ , and several others
Natural gas	CH ₄ , C ₂ H ₆ , and several others
Liquid solutions	
Seawater	H ₂ O, NaCl, and many others
Vinegar	mL of H ₂ O, HC ₂ H ₃ O ₂ (acetic acid)
Soda pop	H ₂ O, CO ₂ , C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (sucrose), and several others
Solid solutions	
Yellow brass	Cu, Zn
Palladium–hydrogen	Pd, H ₂

Tipos de disoluciones

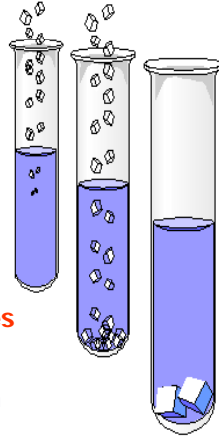
Disoluciones saturadas

Disoluciones insaturadas

Admiten más soluto

Disoluciones saturadas

No admiten más soluto



Disoluciones supersaturadas

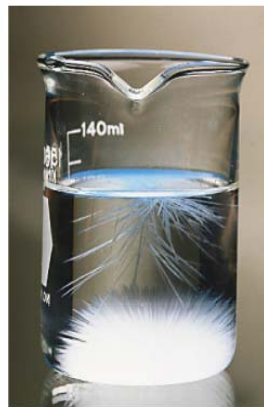
Si se añade cristales estos crecen

F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 7 de 47

Disoluciones supersaturadas



F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 8 de 47

Unidades de concentración

• Fracción molar	$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C + \dots}$
• % en masa (peso)	$\% \text{ en masa} = \frac{\text{Masa de soluto}}{\text{Masa de solución}} \times 100$
• Molaridad	$M = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{Litros de disolución}}$
• Molalidad	$m = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{Kg de disolvente}}$
• Normalidad	$N = \frac{\text{equivalentes de soluto}}{\text{Litros de disolución}}$

F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 9 de 47

Unidades de concentración

partes por Mil	=	g/1000 ml = g/L
ppm (partes por Millón)	=	10^{-3} g/1000 ml = mg/L
ppb (partes por Billón)	=	10^{-6} g/1000 ml = μg/L

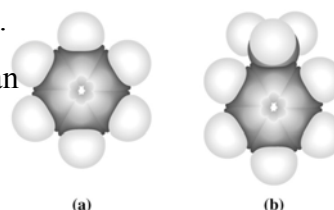
F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 10 de 47

Disoluciones ideales

- No existen interacciones intermoleculares entre las moléculas que las componen
- Las moléculas de las distintas especies son tan semejantes unas a otras que las moléculas de uno de los componentes pueden sustituir a las del otro sin que se produzca una variación de la estructura espacial de la disolución ni de la energía de las interacciones intermoleculares presentes en la misma.
- Las disoluciones diluídas se comportan como disoluciones ideales



F. G. Calvo-Flores

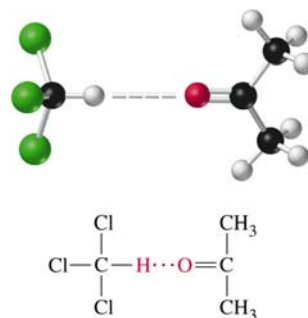
Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 11 de 47

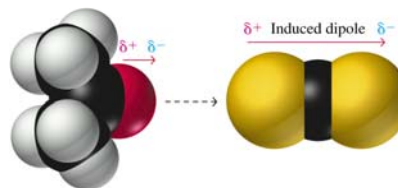
Disoluciones no ideales

- Las fuerzas intermoleculares no son despreciables

$$\Delta H_{\text{soln}} < 0$$



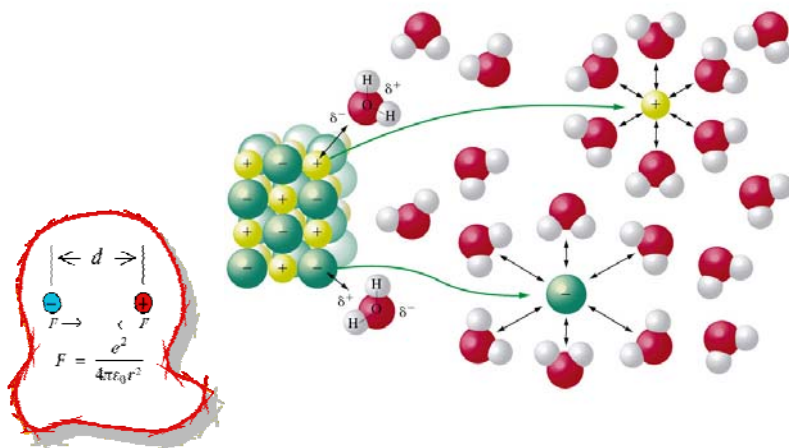
$$\Delta H_{\text{soln}} > 0$$



F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Disoluciones acuosas de compuestos iónicos

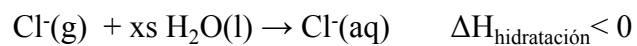
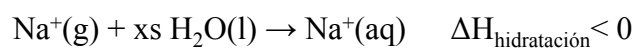
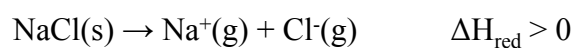


F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 13 de 47

Energía de hidratación



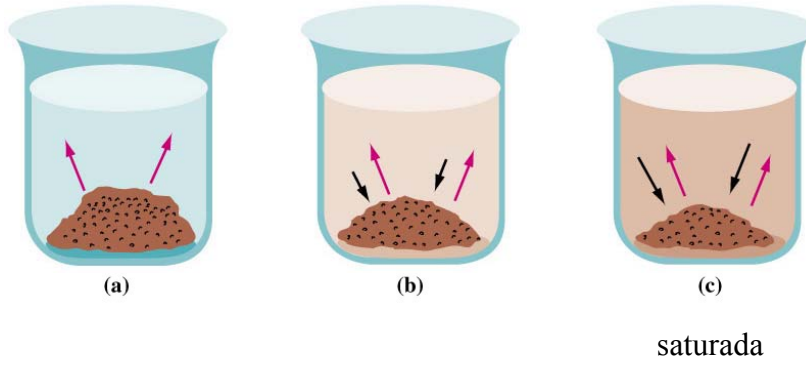
$$\Delta H_{\text{soln}} > 0 \text{ aunque } \Delta G_{\text{solution}} < 0$$

F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 14 de 47

Equilibrios de disolución

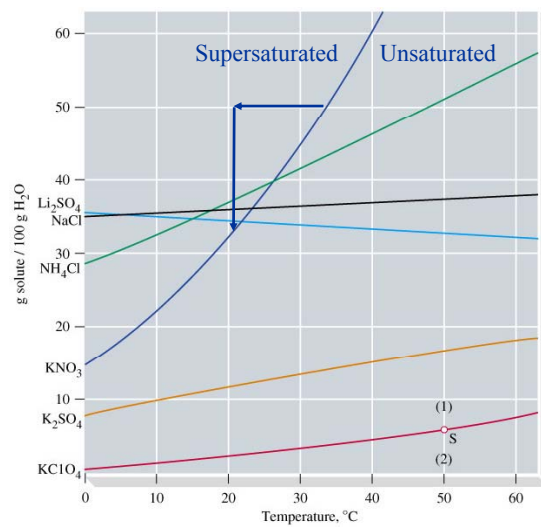


F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 15 de 47

Curvas de solubilidad

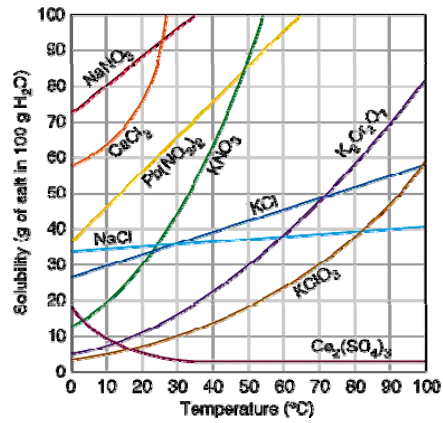


F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 16 de 47

Curvas de solubilidad



F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 17 de 47

Solubilidad de gases



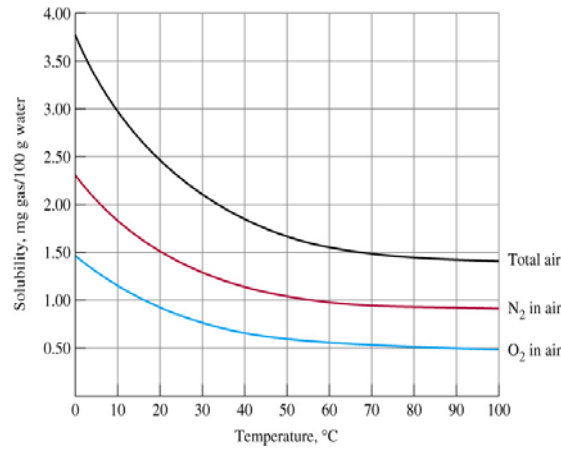
- La mayoría de los gases son menos solubles en agua conforme aumenta la temperatura
- En solventes orgánicos suele ser al contrario

F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 18 de 47

Curvas de solubilidad de gases



F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

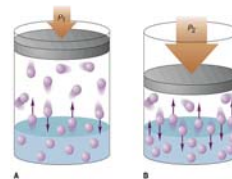
Ley de Henry

- La solubilidad de los gases aumenta con la presión

$$C = k P_{\text{gas}}$$

$$k = \frac{C}{P_{\text{gas}}} = \frac{23.54 \text{ mL}}{1.00 \text{ atm}} = 23.54 \text{ mL N}_2/\text{atm}$$

$$P_{\text{gas}} = \frac{C}{k} = \frac{100 \text{ mL}}{23.54 \text{ mL N}_2/\text{atm}} = 4.25 \text{ atm}$$



F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 20 de 47

Ley de Henry



F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 21 de 47

Ley de Henry

- **En grasas y en lípidos** para el estudio de respiración cuando la presión parcial no es la normal: Ej. buceo, montañismo, acción de gases en anestesia.
- **En estudios medioambientales.** Ejemplo: La menor concentración de O_2 que puede soportar la vida acuática es 0.13 mM. La P_{O_2} es 0.21 atm al nivel del mar, es posible mantener la vida acuática?

$$S = k_H P = 1.3 \text{ atm}^{-1} \text{ mM} \cdot 0.21 \text{ atm} = 0.27 \text{ mM}$$

$$0.27 \text{ mM} > 0.13 \text{ mM} \quad \underline{\text{Mantiene la vida}}$$

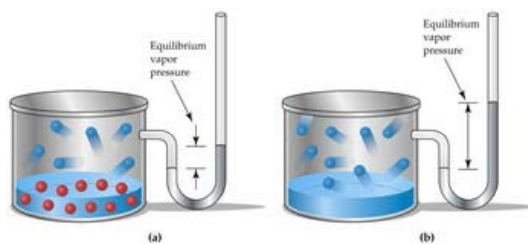
F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 22 de 47

Presión de vapor

- presión que ejerce el vapor en equilibrio con el líquido o el sólido que lo origina a determinada temperatura.



F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 23 de 47

Presión de vapor: Ley de Raoult

- Los solutos disueltos disminuyen la presión de vapor de disolvente
 - La presión parcial ejercida por el vapor de un disolvente en una disolución ideal depende de la fracción molar de dicho componente en la disolución a una determinada temperatura

$$P_A = \chi_A P_A^\circ$$

F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 24 de 47

Disoluciones ideales y no ideales

- **Disoluciones ideales:** Todos los componentes cumplen la Ley de Raoult en todo el rango de fracciones molares.
- **Disoluciones reales a concentraciones bajas:** La presión de vapor del soluto es proporcional a su fracción molar, y la constante de proporcionalidad es K_B (constante empírica con dimensiones de presión)

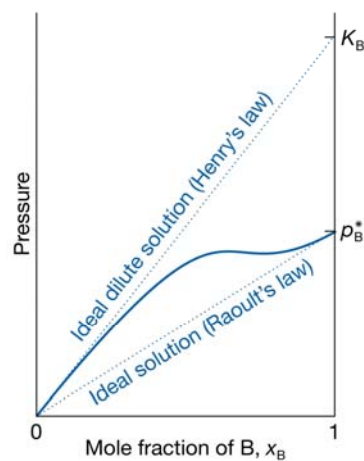
$$P_B = K_B \chi_B$$

F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 25 de 47

Disoluciones ideales y no ideales

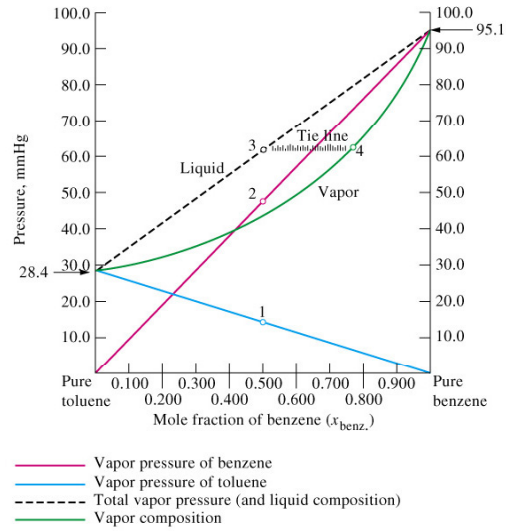


F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 26 de 47

Equilibrio Líquido-Vapor

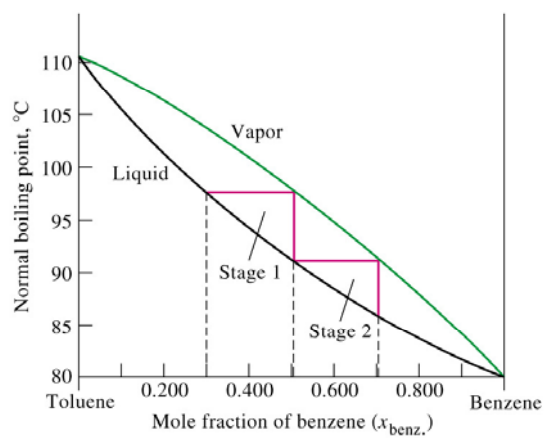


F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 27 de 47

Destilación fraccionada

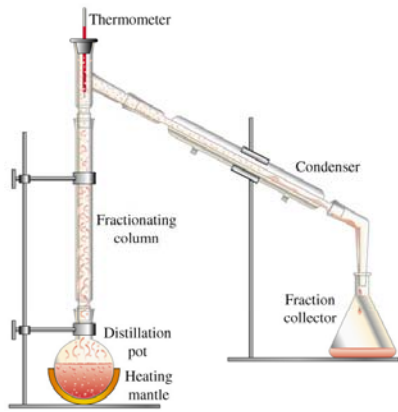


F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 28 de 47

Destilación fraccionada

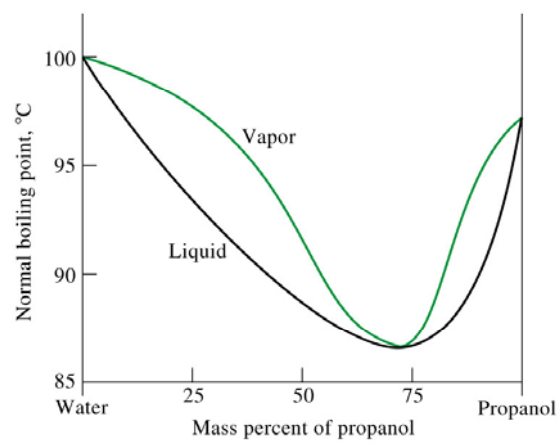


F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 29 of 47

Comportamiento no-ideal



F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 30 de 47

Propiedades coligativas

- Propiedades que dependen únicamente de la cantidad (concentración) de soluto añadida (moles o moléculas de soluto), pero no de su naturaleza (de qué soluto sea).

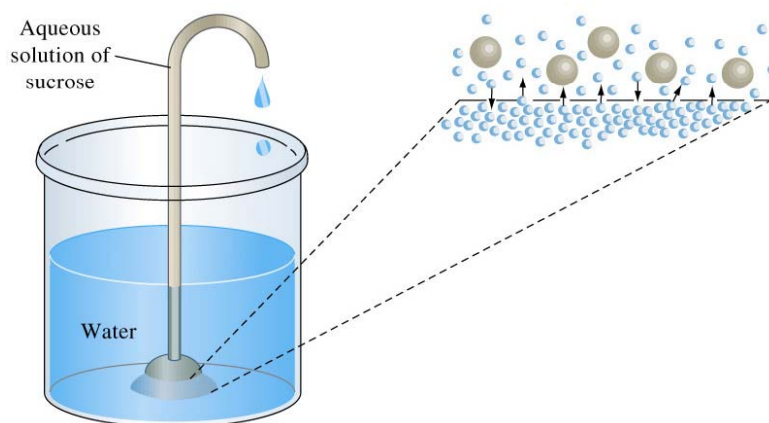
1. **Presión osmótica**
2. **Disminución de la presión de vapor**
3. **Aumento de la temperatura de ebullición**
4. **Descenso de la temperatura de fusión/congelación**

F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 31 de 47

Presión osmótica



F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 32 de 47

Presión osmótica

Expresión para electrolitos diluidos:

$$\pi V = nRT$$

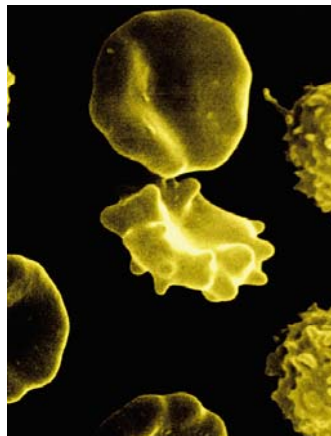
$$\pi = \frac{n}{V} RT = M RT$$

F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 33 de 47

Presión osmótica



Hipertónica > 0.92% m/V

c

Isotónica 0.92% m/V

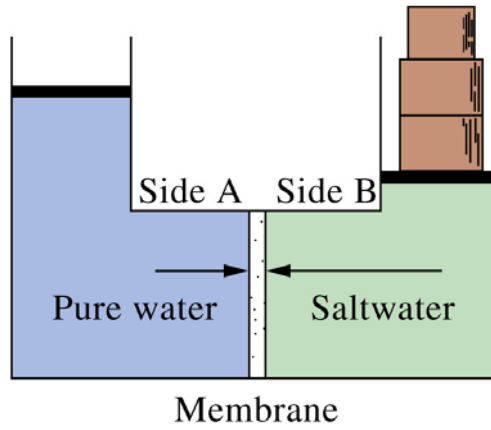
Hipotónica < 0.92% m/V

F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 34 de 47

Osmosis reversa - Desalinización

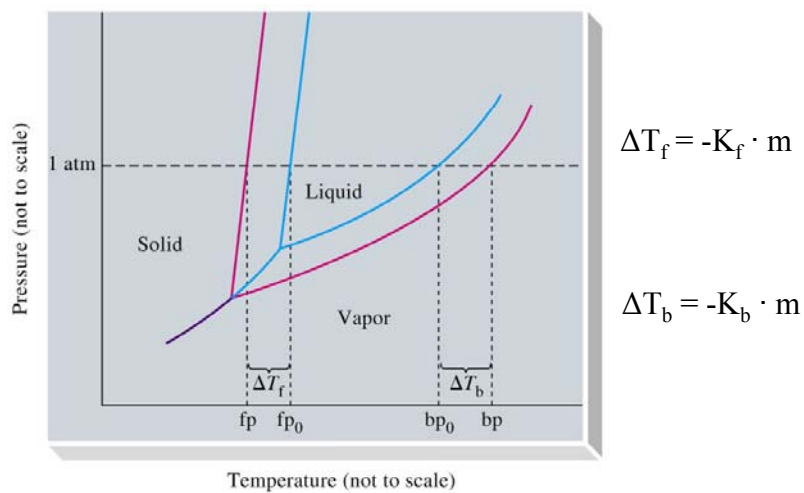


F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 35 de 47

Disminución de la presión de vapor



F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 36 de 47

Disminución del punto de congelación

- **Descenso crioscópico en no electrolitos**

- $\Delta T_f = K_f \cdot m$

- m es la molalidad. Se expresa en moles de soluto por kilogramo de disolvente (mol/kg).
 - ΔT_f es el **descenso del punto de congelación** y es igual a $T - T_f$ donde T es el punto de congelación de la solución y T_f es el punto de congelación del disolvente puro.
 - K_f es una constante de congelación del disolvente. Su valor, cuando el disolvente es agua es 1,86 °C kg/mol

Aumento del punto de ebullición

- **Aumento ebulloscópico en no electrolitos**

- $\Delta T_b = K_b \cdot m$

- m es la molalidad. Se expresa en moles de soluto por kilogramo de disolvente (mol/kg).
 - ΔT_b es el aumento del punto de ebullición y es igual a $T - T_b$ donde T es el punto de ebullición de la solución y T_b el del disolvente puro.
 - K_b es una constante de ebullición del disolvente. Su valor cuando el solvente es agua es 0,52 °C kg/mo

Aplicaciones prácticas



F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 39 de 47

Disoluciones de electrolitos

- Svante Arrhenius
 - Premio Nobel 1903.
 - Se forman iones cuando se disuelven los electrolitos
 - Explica las anomalías observadas en las propiedades coligativas

Comparación de una solución 0.0100 m de urea y 0.0100 m NaCl (aq) en agua

$$\Delta T_f = -K_f \cdot m = -1.86^\circ\text{C m}^{-1} \cdot 0.0100 \text{ m} = -0.0186^\circ\text{C}$$

Disminución del punto de congelación NaCl -0.0361°C .

F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 40 de 47

Factor i de van't Hoff

$$i = \frac{\text{medida } \Delta T_f}{\text{Esperada } \Delta T_f} = \frac{0.0361^\circ\text{C}}{0.0186^\circ\text{C}} = 1.98$$

$$\pi = -i \cdot M \cdot RT$$

$$\Delta T_f = -i \cdot K_f \cdot m$$

$$\Delta T_b = -i \cdot K_b \cdot m$$

F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 41 de 47

Coloides

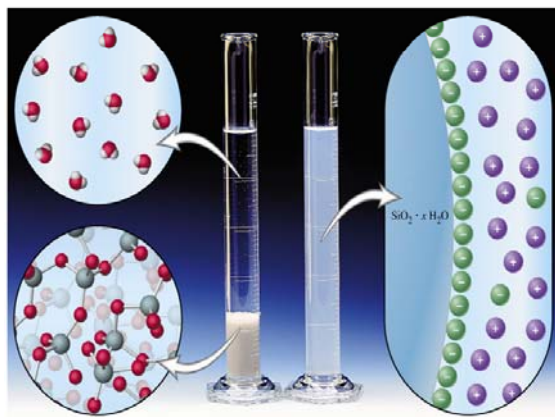


F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 42 de 47

Coloides

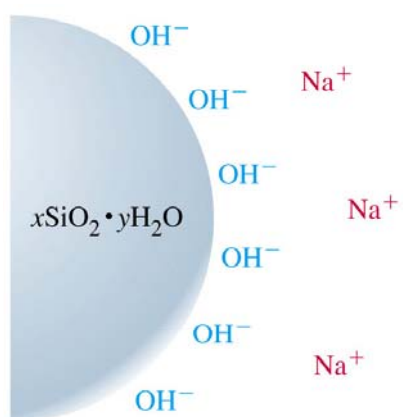


F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 43 de 47

Coloides



Partículas de tamaño entre 1 y 1000 nm

- *Nanopartículas* con varias formas: esferas, discos,
- Las partículas permanecen en suspensión indefinidamente
- La fuerza iónica produce precipitación (floculación)

F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 44 de 47

Terminología

- Fase dispersa : las llamadas micelas.
- Fase dispersante : en las que están dispersas las partículas coloidales.

Medio de dispersión	Fase dispersa	Nombre	Ejemplos
Gas	Líquido Sólido	Aerosol líquido Aerosol sólido	Niebla, nubes, polvo, humo.
Líquido	Gas Líquido Sólido	Espuma Emulsión	Espumas (de jabón, cerveza, etc.) Nata batida. Leche, mahonesa. Pinturas, tinta china, goma arábica, jaleas
Sólido	Gas Líquido Sólido	Espuma sólida Emulsión sólida Sol sólido	Piedra pómez. Mantequilla, queso. Algunas aleaciones, piedras preciosas coloreadas

F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 45 de 47

Floculación

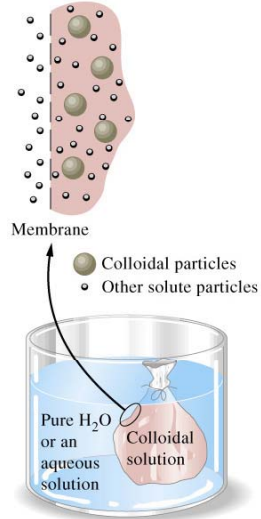


F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 46 de 47

Dialisis



F. G. Calvo-Flores

Tema 8: Disoluciones

Diapositiva 47 de 47