

TEMA 10.- DISOLUCIONES.



Tema 10.- Disoluciones

1. Introducción.
2. Formas de expresar la concentración.
3. El proceso de disolución.
4. Solubilidad.
5. La ley de reparto.
6. Ley de Raoult.
7. Diagramas de punto de ebullición.
8. Destilación.
9. Diagramas de punto de congelación.
10. Propiedades coligativas.

1.- INTRODUCCIÓN.



Disolución: mezcla homogénea de dos o más sustancias.

Clasificación de las disoluciones

- Dependiendo de la naturaleza de la fase:

Sólida

Líquida

Gaseosa

1.- INTRODUCCIÓN.



Tema 10.- Disoluciones

- Dependiendo del número de componentes: Binaria, Ternaria, Cuaternaria,....

Disolvente: componente que está presente en la mayor cantidad y que determina el estado de la materia en la que existe una disolución.

Soluto: el resto de los componentes.

Coloides: Dispersión de “partículas pequeñas”

Sol: sólido en un líquido

Emulsión: líquido en líquido

Humo: sólido en gas

Aerosol, Niebla: líquido en gas

Gel: fase dispersa, estructura semirígida

Tipo de disolución	Ejemplo
<u>Disoluciones gaseosas</u>	
G-G	Aire seco
L-G	Aire húmedo
S-G	Hielo seco en N ₂
<u>Disoluciones líquidas</u>	
G-L	Agua carbónica
L-L	Alcohol en agua
S-L	Agua azucarada
<u>Disoluciones sólidas</u>	
G-S	H ₂ en paladio
L-S	Hg en Au
S-S	Latón (Cu y Zn)

Disoluciones sólidas:

- Sustitucional
- Intersticial

*La descripción de una disolución implica conocer sus componentes y sus cantidades relativas **concentración**.*

2.- FORMAS DE EXPRESAR LA CONCENTRACIÓN.



Tema 10.- Disoluciones

- **Fracción molar (x)**

$$X_i = \frac{n_i}{n_{\text{Tot}}} \left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ Representa el tanto por uno en moles de } i \\ \bullet \text{ Adimensional} \\ \bullet 0 \leq x_i \leq 1; \quad \sum_i x_i = 1 \end{array} \right.$$

- **Molalidad (m)**

$$m_i = \frac{n_i}{\text{kg disolvente}} \left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ Unidades: mol} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ (molal, m)} \end{array} \right.$$

- **Molaridad (M)**

$$M_i = \frac{n_i}{\text{L disolución}} \left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ Unidades: mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (molar, M)} \\ \bullet \text{ Ventaja: Facilidad para medir V} \end{array} \right.$$



2.- FORMAS DE EXPRESAR LA CONCENTRACIÓN.

Tema 10.- Disoluciones

- Normalidad (M)

$$N_i = \frac{\text{equivalentes (i)}}{\text{L disolución}} \quad \left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ Unidades: equiv} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (normal, N)} \\ \bullet \text{ Depende de la reacción} \end{array} \right.$$

$$\text{equivalentes (i)} = n_i \cdot \text{valencia} \quad \begin{array}{l} \nearrow \text{Protones transferidos en rcc. ácido-base} \\ \searrow \text{Electrones transferidos en rcc. redox} \end{array}$$

- Porcentaje en peso (% w/w)

$$\% \text{ peso} = \frac{\text{masa soluto}}{\text{masa disolución}} \cdot 100$$

- Partes por millón (ppm)

$$\text{ppm} = \frac{\text{masa soluto}}{\text{masa disolución}} \cdot 10^{-6}$$

3.- EL PROCESO DE DISOLUCIÓN.



Tema 10.- Disoluciones

❖ Solubilidad

El proceso de disolución depende del balance entre tres tipos de interacciones:

- Disolvente / disolvente
- Solute / soluto
- Disolvente / soluto

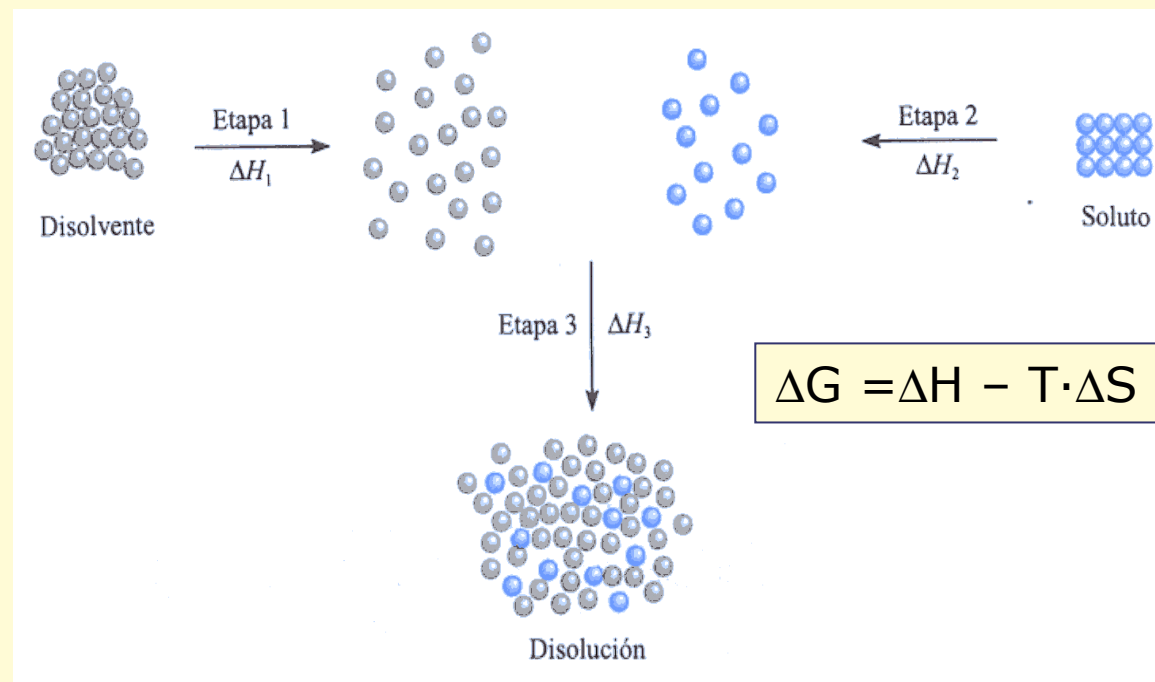
“Semejante disuelve a semejante” (miscibilidad)

Tetracloruro de carbono / benceno (fuerzas de dispersión)

Alcoholes / agua (enlaces de hidrógeno)

Sales / agua (interacciones ión – dipolo)

Imagen tomada de:
Chang, R. “Química”, McGraw-Hill, México 1998



4.- SOLUBILIDAD.



Tema 10.- Disoluciones

SATURACIÓN Y SOLUBILIDAD

Disolución saturada $\Rightarrow$ soluto disuelto y sin disolver en equilibrio dinámico

Solubilidad, S $\Rightarrow$ concentración de una sustancia en su disolución saturada.

Imagen tomada de:
Chang, R. "Química", McGraw-Hill, México 1998

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SOLUBILIDAD

- Naturaleza del disolvente

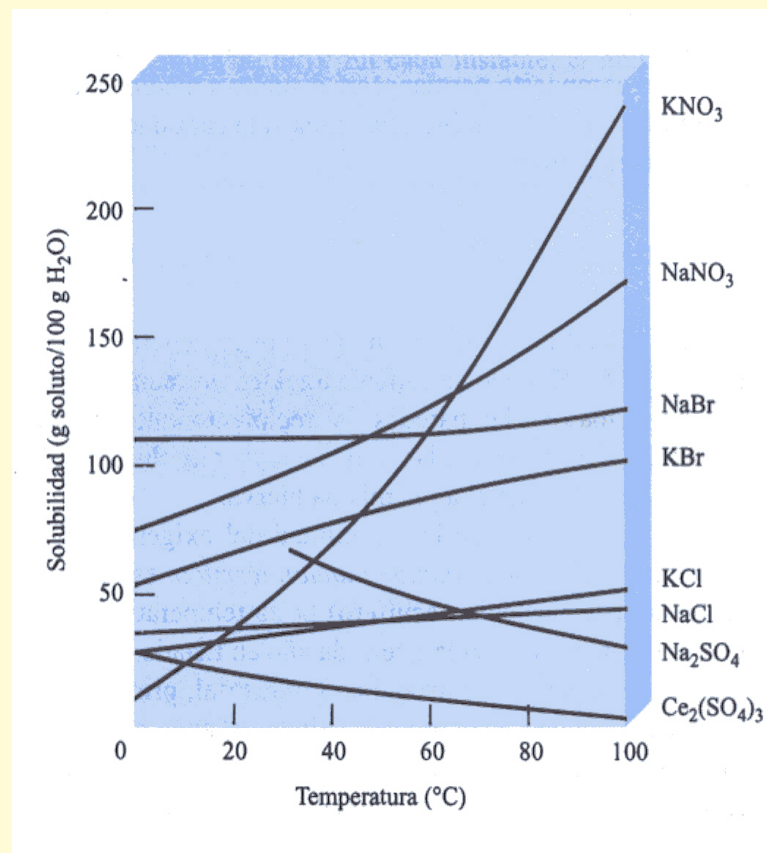
- Temperatura

Disolvente + Solute $\leftrightarrow$ Disolución $\Delta H_{\text{disolución}}$

Para $\Delta H_{\text{disolución}} > 0$; si $T \uparrow \Rightarrow S \uparrow$

Para $\Delta H_{\text{disolución}} < 0$; si $T \uparrow \Rightarrow S \downarrow$

Solubilidad de gases
(Contaminación térmica)



4.- SOLUBILIDAD.



Tema 10.- Disoluciones

Efecto de la presión en la solubilidad de gases

$$\text{Ley de Henry} \Rightarrow S = k \cdot P_i$$

Teoría cinética y ley de Henry

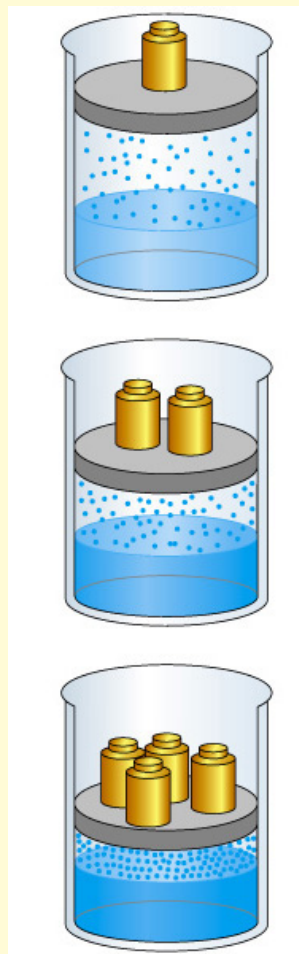


Imagen tomada de:
General Chemistry: Principles and Modern Applications
R.H. Petrucci

5.- LEY DE REPARTO.

Extracción

$$k_D = C_B/C_A = S_B/S_A = (m_B/V_B)/(m_A/V_A)$$

k_D = Coeficiente de reparto

m_B = masa de soluto en B

m_A = masa de soluto en A

6.- LEY DE RAOULT.



Tema 10.- Disoluciones

CONCEPTO DE DISOLUCIÓN IDEAL

Estudio de los gases: Fácil gracias al modelo del gas ideal.

- Modelo sencillo para predecir su comportamiento.
- Referente para el estudio de gases reales.

- 1) Descripción fenomenológica: $PV = nRT$
- 2) Descripción molecular:
 - Moléculas puntuales (V despreciable).
 - No existen interacciones intermoleculares entre ellas.

¿No podríamos disponer de un modelo análogo para disoluciones?

6.- LEY DE RAOULT.

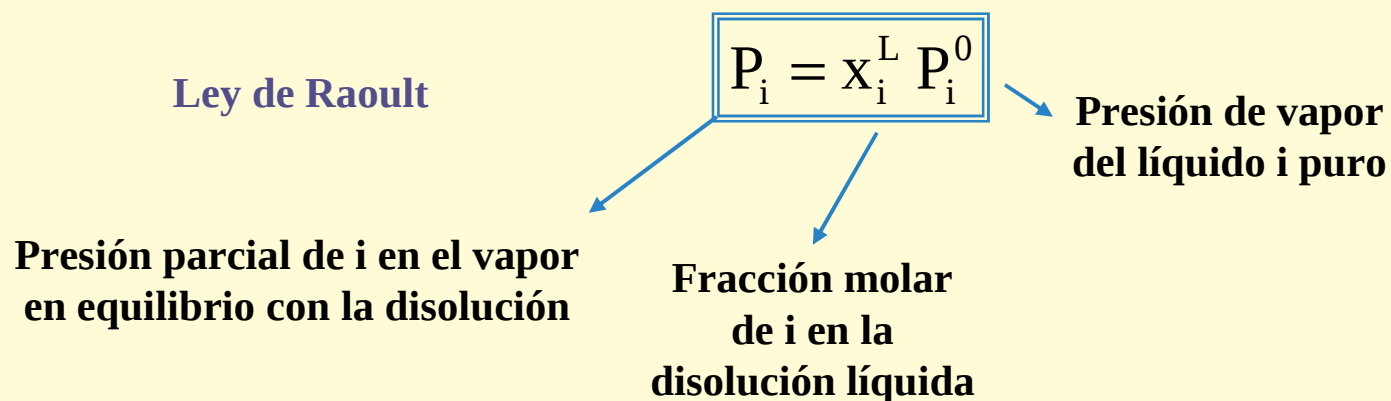


Disolución Ideal

1) Descripción molecular

Disolución en la cual 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.

2) Descripción fenomenológica



6.- LEY DE RAOULT.



Tema 10.- Disoluciones

DISOLUCIONES IDEALES.

Si componentes volátiles

Disoluciones ideales:

- LÍQUIDO: Ley de Raoult

$$P_i = P_i^0 \chi_i$$

- VAPOR: Ley de Dalton

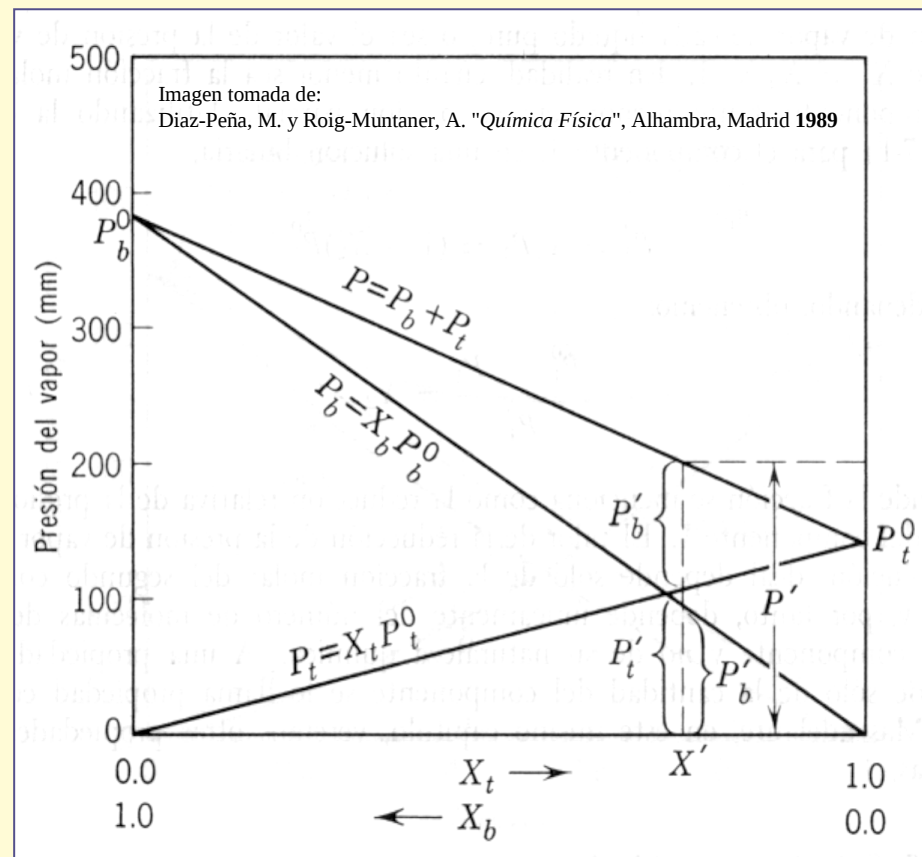
$$P = \sum P_i = \sum \chi_i P_i^0$$

En disoluciones de un solo soluto:

$$P_1 = (1-\chi_2)P_1^0 \Rightarrow P_1^0 - P_1 = \chi_2 P_1^0$$

Disminución de presión de vapor = $\Delta P = \chi_2 P_1^0$ **PROPIEDAD COLIGATIVA**

“Las moléculas de disolvente tienen menor tendencia a abandonar la disolución que el disolvente puro (menos cambio en el desorden)”



6.- LEY DE RAOULT.



Tema 10.- Disoluciones

DESVIACIONES DE LA LEY DE RAOULT. DISOLUCIONES NO IDEALES.

Disoluciones de dos componentes volátiles, A y B:

A) interacciones A-B < interacciones A-A ó B-B

Desviación positiva de la ley de Raoult

DISOLUCIÓN DILUIDA IDEAL

• El disolvente obedece la ley de Raoult:

$$\chi_i \rightarrow 1$$

$$P_i = x_i^L P_i^0$$

• El soluto obedece la ley de Henry:

$$\chi_i \rightarrow 0$$

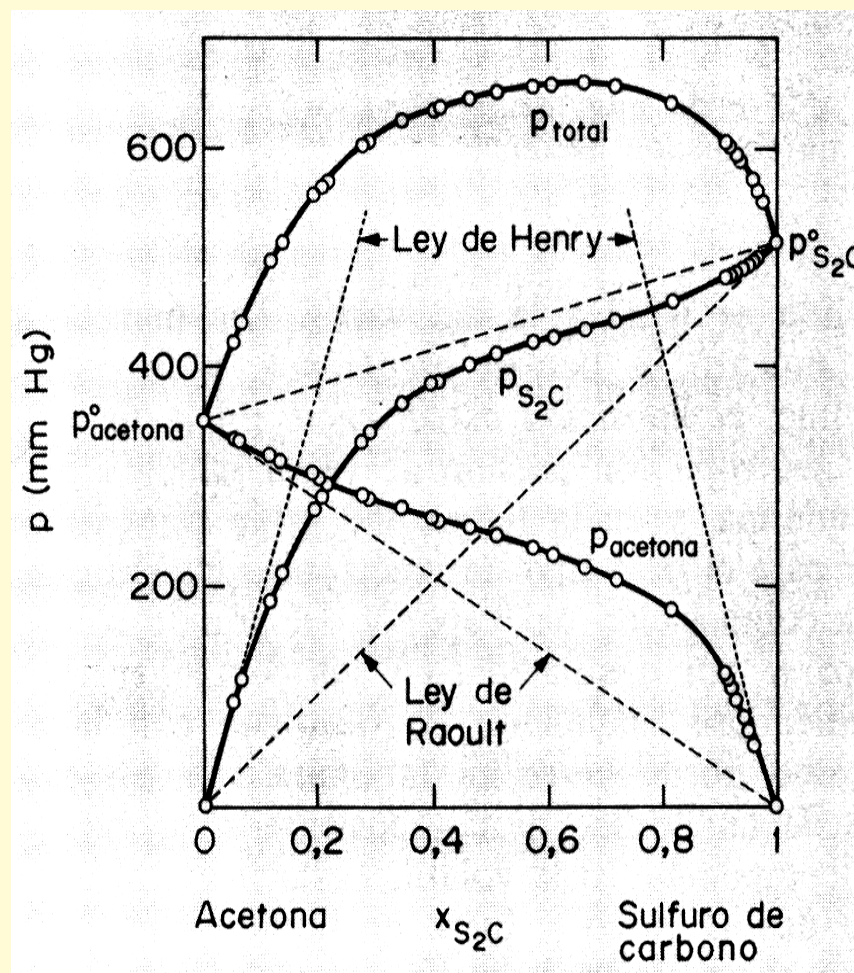
$$P_i = k_i x_i^L$$

$$\Delta H_M > 0$$

$$\Delta V_M > 0$$

Imagen tomada de:

Díaz-Peña, M. y Roig-Muntaner, A. "Química Física", Alhambra, Madrid 1989



Tema 10.- Disoluciones.

6.- LEY DE RAOULT.



B) interacciones A-B > interacciones A-A ó B-B

Desviación negativa de la ley de Raoult

DISOLUCIÓN DILUIDA IDEAL

- El disolvente obedece la ley de Raoult:

$$\chi_i \rightarrow 1$$

$$P_i = x_i^L P_i^0$$

- El soluto obedece la ley de Henry:

$$\chi_i \rightarrow 0$$

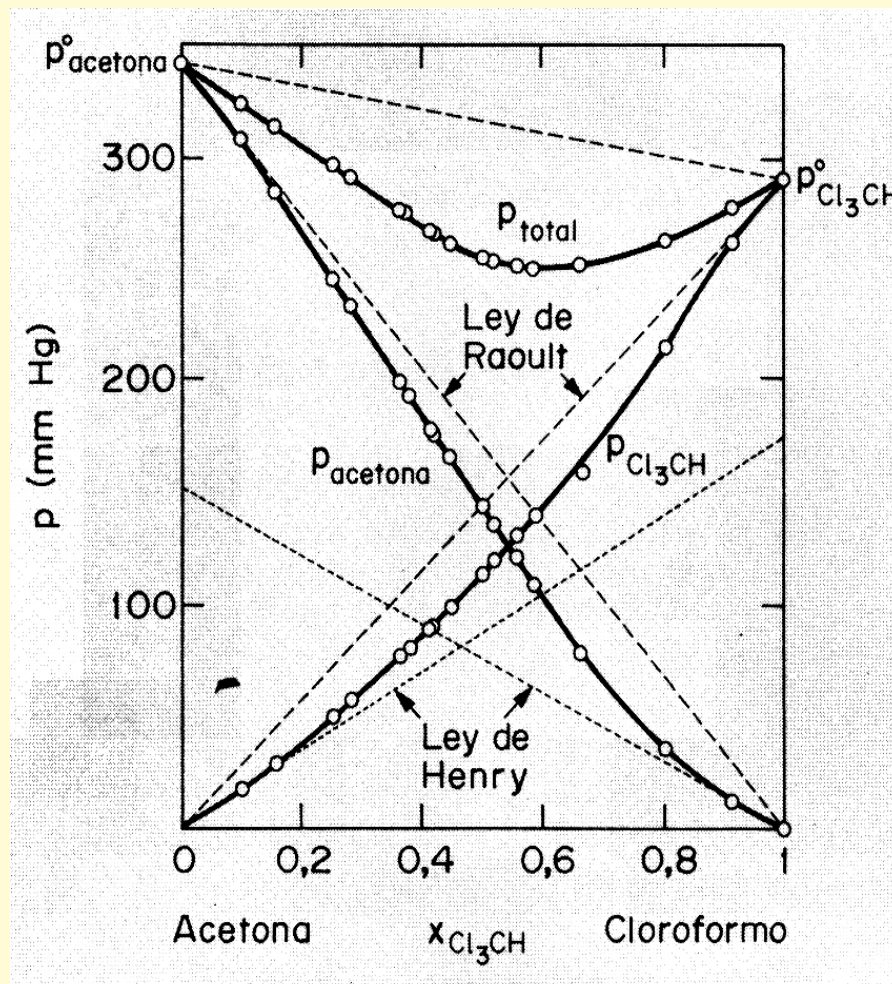
$$P_i = k_i x_i^L$$

$$\Delta H_M < 0$$

$$\Delta V_M < 0$$

Imagen tomada de:

Díaz-Peña, M. y Roig-Muntaner, A. "Química Física", Alhambra, Madrid 1989



7.- DIAGRAMAS DE PUNTO DE EBULLICIÓN.



Tema 10.- Disoluciones

a) Diagramas presión – composición

χ = fracción molar en el líquido

y = fracción molar en el vapor

Según la ley de Raoult

$$P_1 = \chi_1 P_1^0$$

$$P_2 = \chi_2 P_2^0$$

$$P = P_1 + P_2 = P_2^0 + \chi_1(P_1^0 - P_2^0)$$

Según Dalton

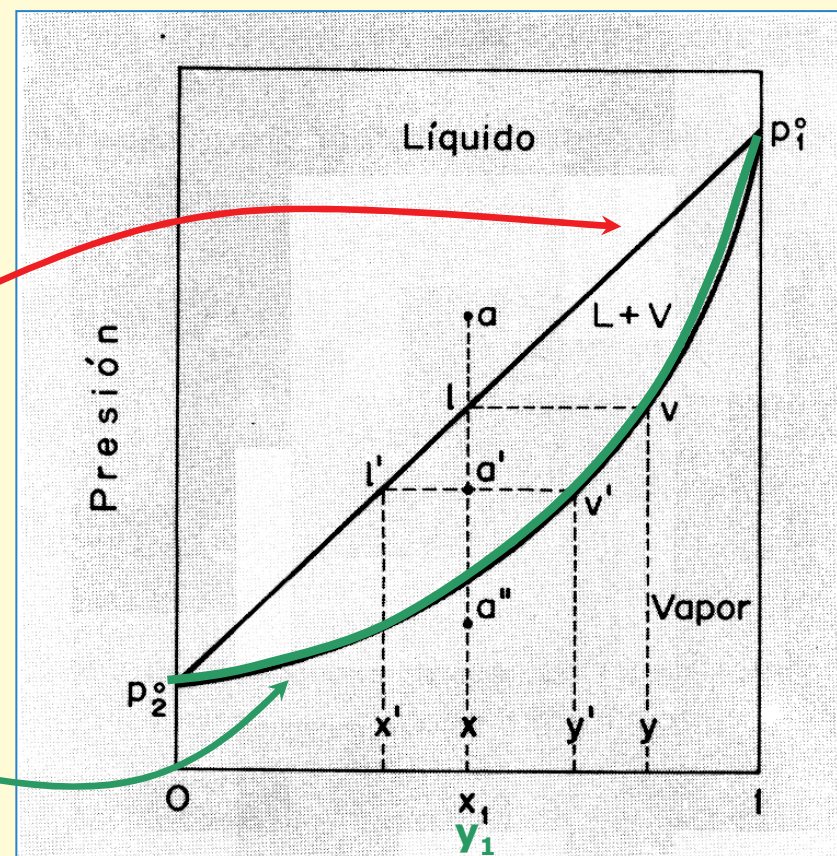
$$P_i = y_i P$$

$$y_1 = P_1/P = \chi_1 P_1^0 / [P_2^0 + \chi_1(P_1^0 - P_2^0)]$$

$$P = P_1^0 P_2^0 / [P_1^0 + y_1(P_2^0 - P_1^0)]$$

Imagen tomada de:

Díaz-Peña, M. y Roig-Muntaner, A. "Química Física", Alhambra, Madrid 1989



7.- DIAGRAMAS DE PUNTO DE EBULLICIÓN.



Tema 10.- Disoluciones

b) Diagramas temperatura - composición

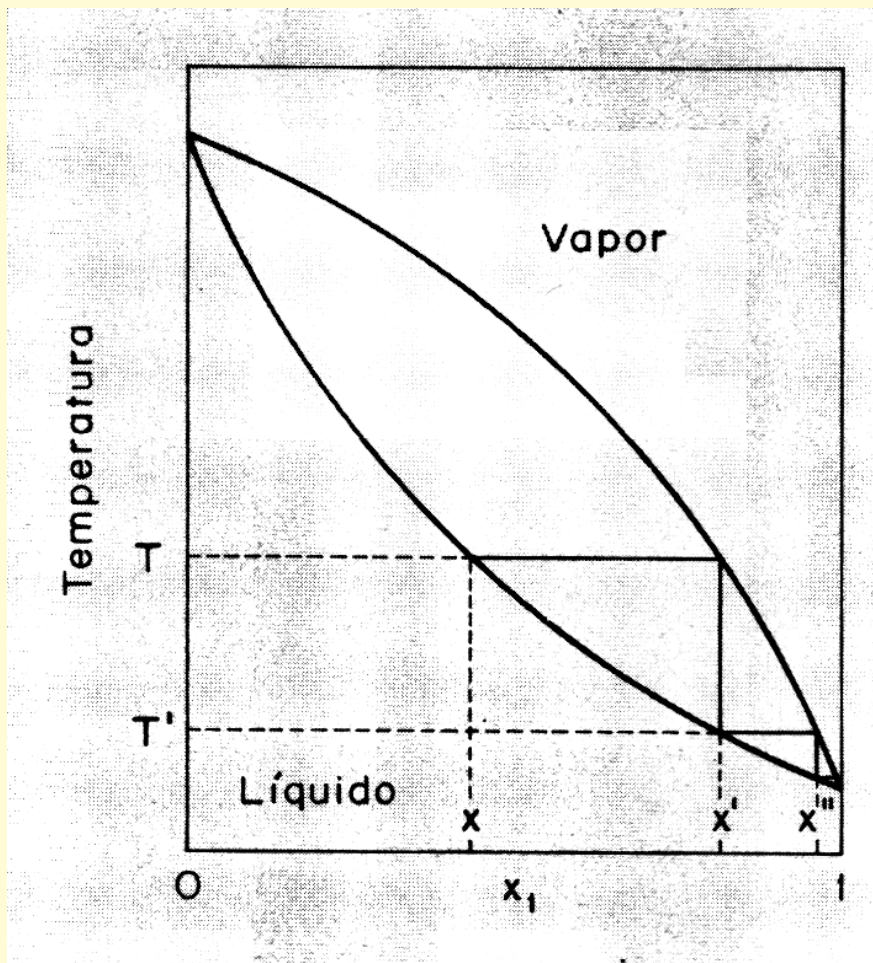


Imagen tomada de:

Díaz-Peña, M. y Roig-Muntaner, A. "Química Física", Alhambra, Madrid 1989

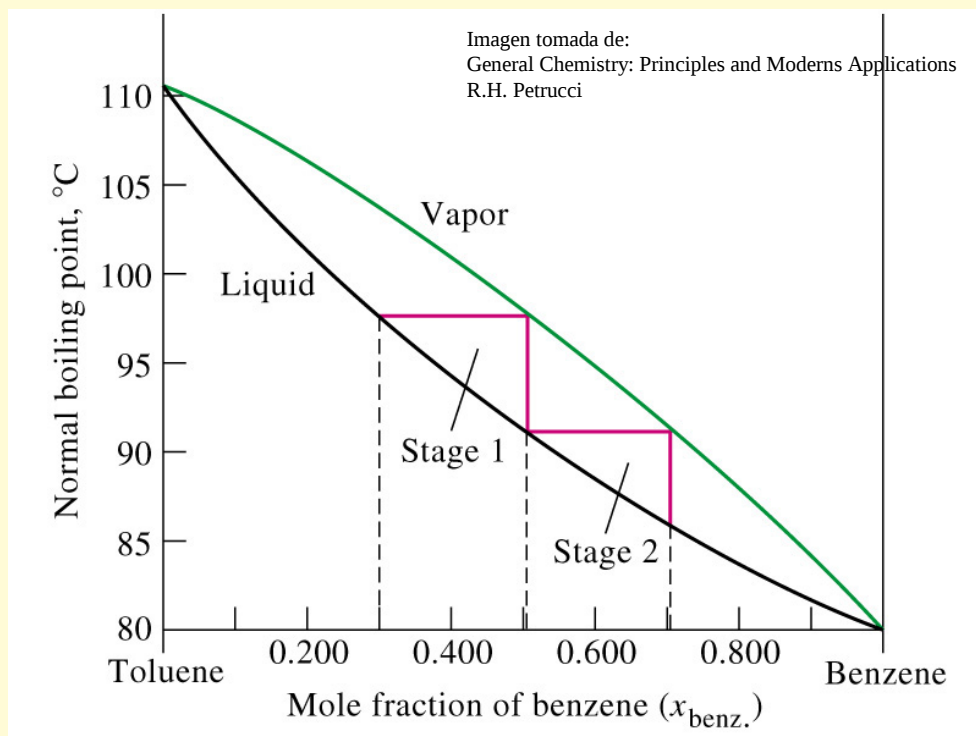
8.- DESTILACIÓN.



Tema 10.- Disoluciones

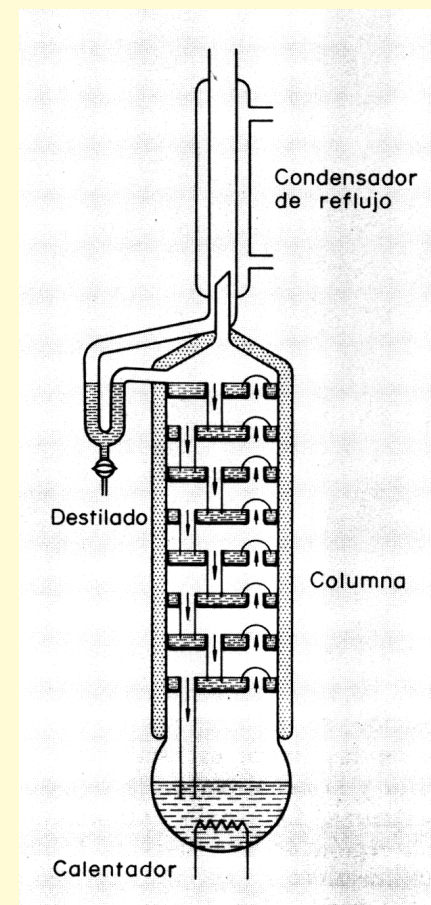
Destilación simple

Como el vapor es más rico en el componente más volátil que el líquido original es posible separar los 2 componentes de una disolución ideal por destilaciones sucesivas.



Destilación fraccionada

Imagen tomada de:
Díaz-Peña, M. y Roig-Muntaner, A. "Química Física", Alhambra, Madrid 1989

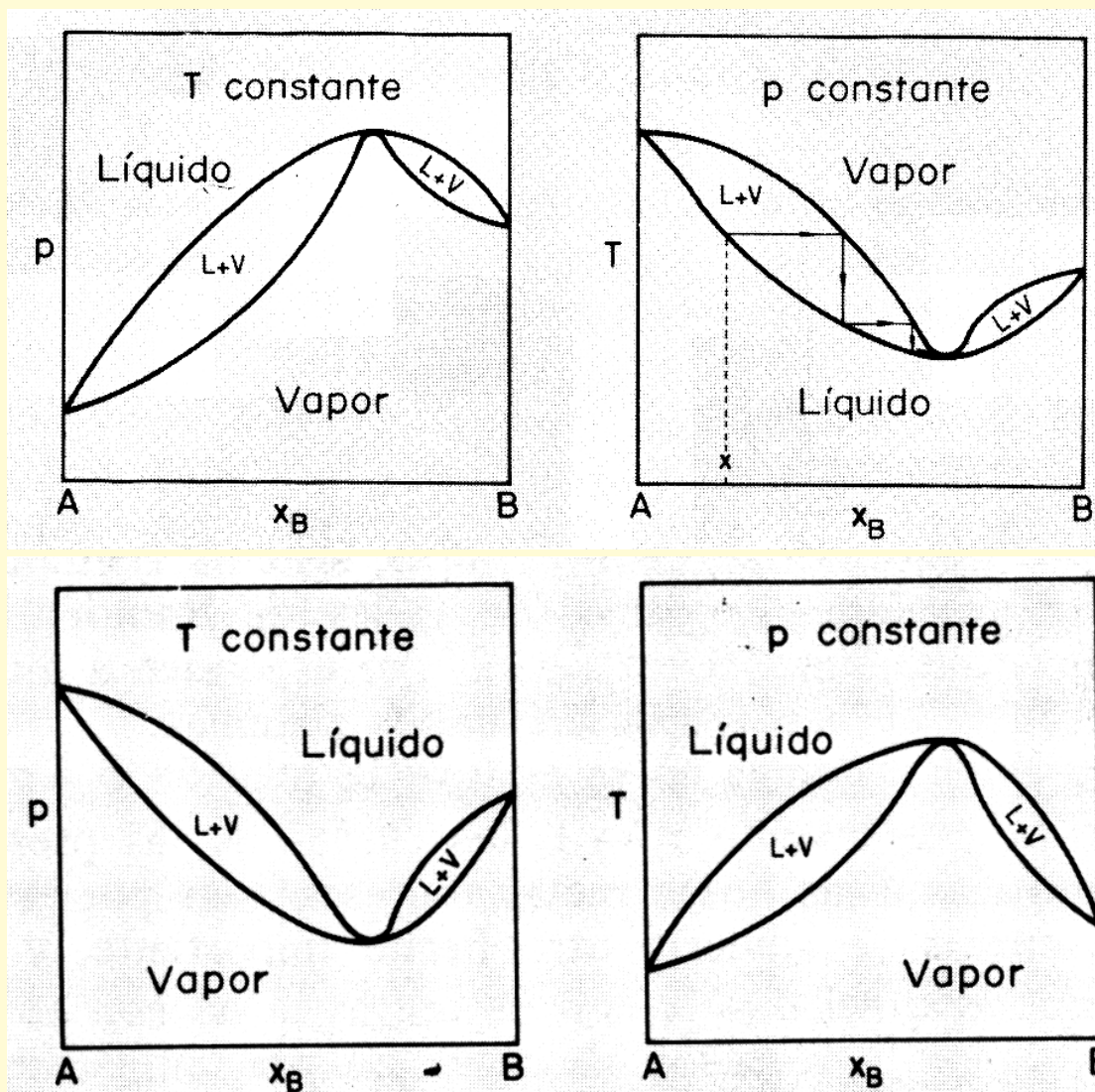


7.- DIAGRAMAS DE PUNTO DE EBULLICIÓN.



Tema 10.- Disoluciones

Aceótropos



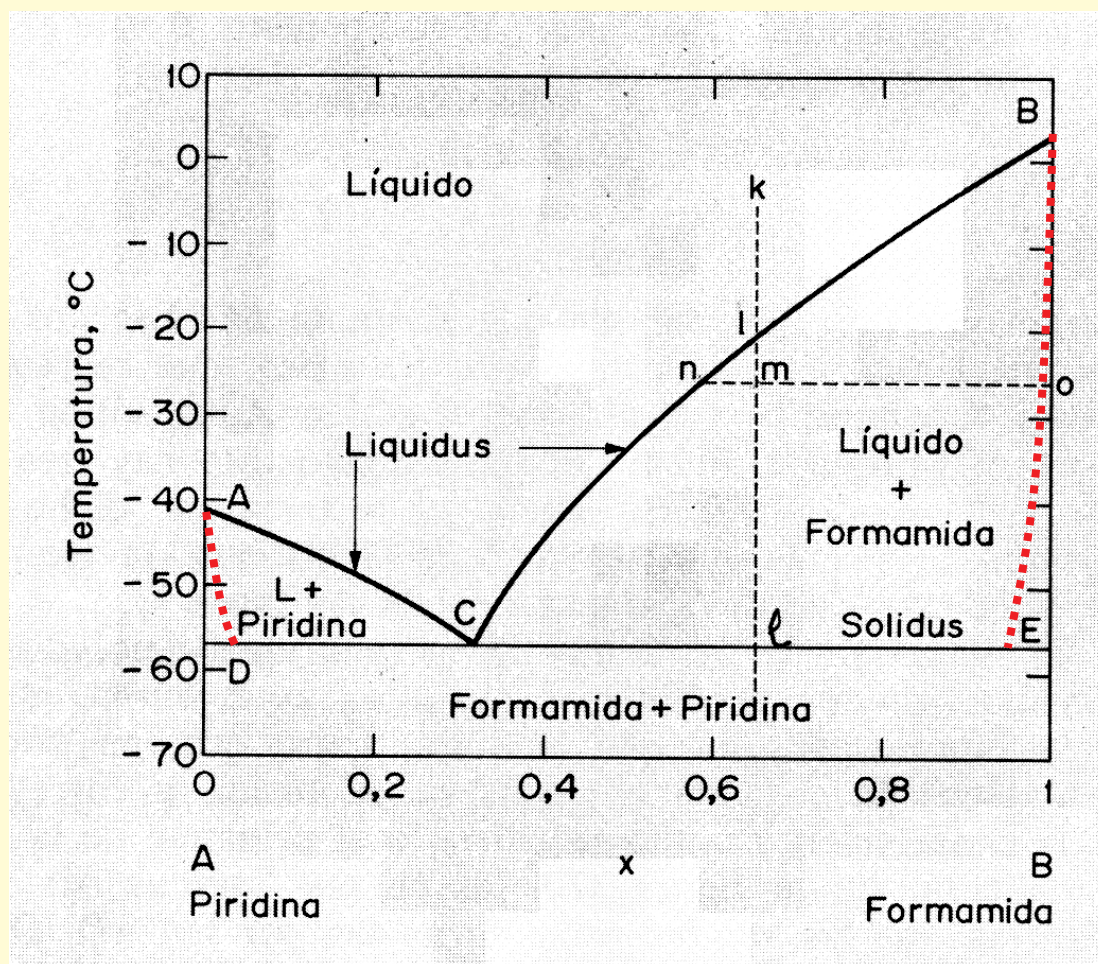
Imágenes tomadas de:
Díaz-Peña, M. y Roig-Muntaner, A.
"Química Física", Alhambra, Madrid 1989

9.- DIAGRAMAS DE PUNTO DE CONGELACIÓN.



Tema 10.- Disoluciones

Diagramas de punto de congelación: eutécticos
Equilibrio sólido líquido (sistemas eutécticos simples)



Imágenes tomadas de:
Díaz-Peña, M. y Roig-Muntaner, A. "Química Física",
Alhambra, Madrid 1989

10.- PROPIEDADES COLIGATIVAS.



Tema 10.- Disoluciones

La formación de una disolución tiene consecuencias sobre una serie de propiedades:

propiedades coligativas.



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

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

Estudiaremos disoluciones diluidas ideales (no electrolíticas) formadas por un disolvente volátil (1) y un soluto no volátil (2).

10.- PROPIEDADES COLIGATIVAS.



Tema 10.- Disoluciones

1. Disminución de la presión de vapor: $\Delta P = \chi_2 P_1^0$
2. Aumento de la temperatura de ebullición (Ebulloscopía)

Punto de ebullición = T_b = Temperatura donde $P_{\text{vapor}} = P_{\text{extern}}$

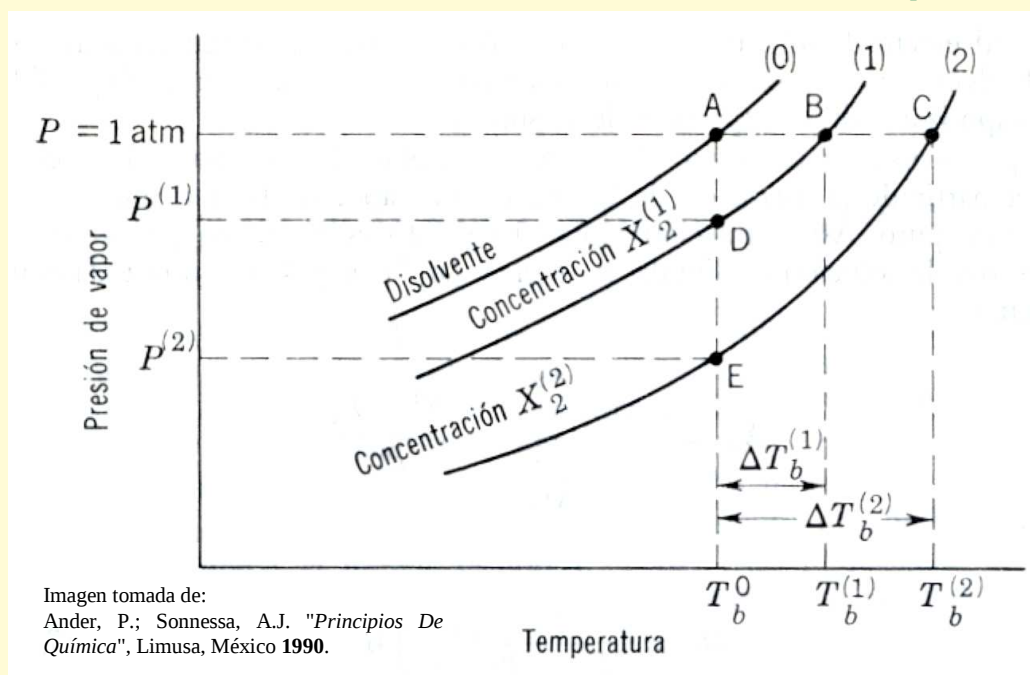


Imagen tomada de:
Ander, P.; Sonnessa, A.J. "Principios De
Química", Limusa, México 1990.

(*) $AD/AB = AE/AC = k$ (triángulos equivalentes)

$AB = \Delta T_b^{(1)}$ y $AD = P^0 - P^{(1)}$

$AC = \Delta T_b^{(2)}$ y $AE = P^0 - P^{(2)}$

Sustituyendo en (*)

$$k = [P_1^0 - P_1^{(1)}] / \Delta T_b^{(1)} = [P_1^0 - P_1^{(2)}] / \Delta T_b^{(2)}$$

$$\Delta T_b = (P_1^0 / k) \cdot \chi_2 = k' \chi_2$$

$$k' = R(T_b^0)^2 / \Delta H_v$$

(ΔH_v = calor molar de vaporización)

Para disoluciones diluidas,
 $n_2 \ll n_1 \Rightarrow \chi_2 \approx n_2 / n_1 = n_2 M_1 / w_1$

$$m_2 = 1000 n_2 / w_1 \Rightarrow \chi_2 = m_2 M_1 / 1000$$

$$\Delta T_b = k_b m_2$$

$$\Delta T_b = k_b 1000 w_2 / w_1 M_2$$

10.- PROPIEDADES COLIGATIVAS.



Tema 10.- Disoluciones

3.- Disminución del punto de congelación (crioscopia)

$$\Delta T_f = T_f^0 - T_f = k_f \cdot m$$

$$\Delta T_f = k_f 1000 w_2/w_1 M_2$$

Constante crioscópica $\left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ Propiedad del disolvente (no depende del soluto)} \\ \bullet \text{ Unidades: } \text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \end{array} \right.$

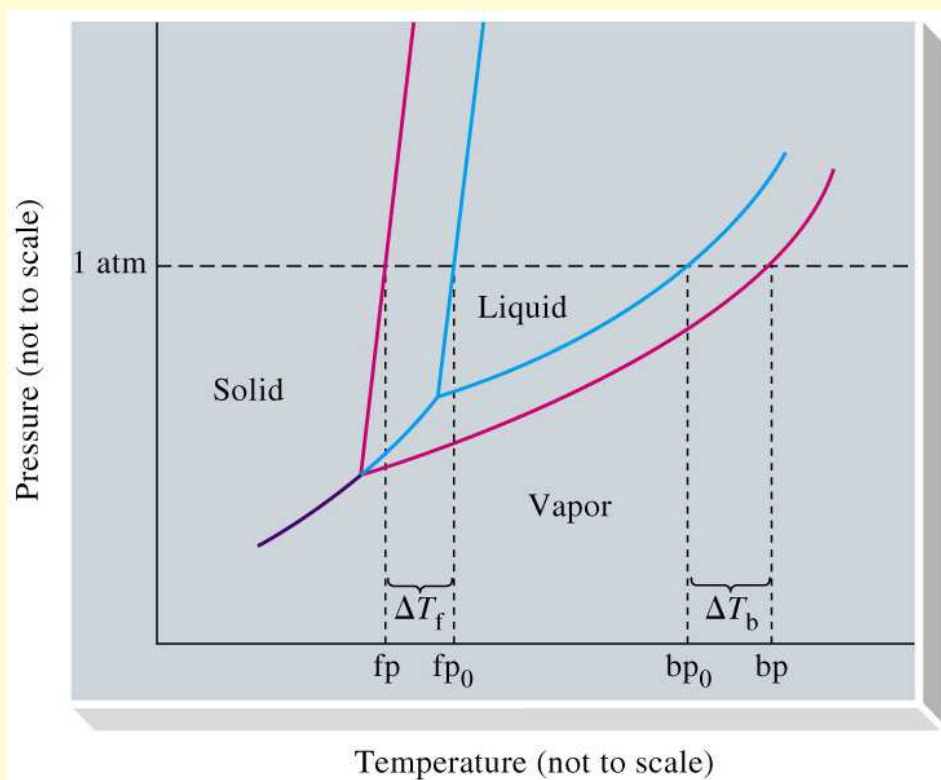


Imagen tomada de:
General Chemistry: Principles and Modern Applications
R.H. Petrucci

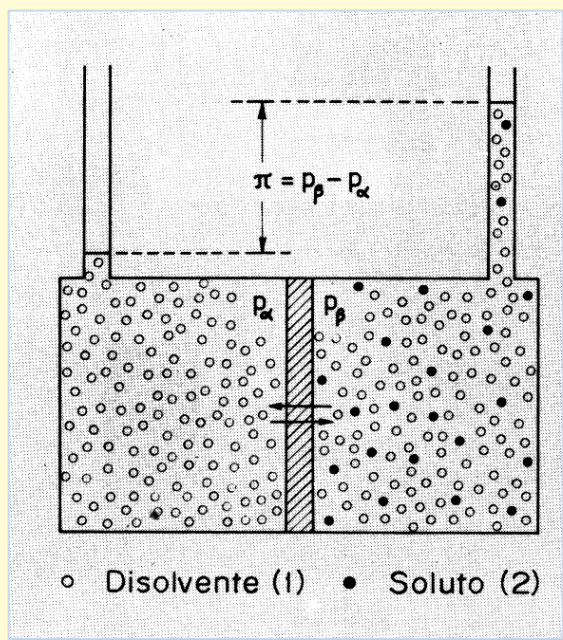
10.- PROPIEDADES COLIGATIVAS.



Tema 10.- Disoluciones

4.- Ósmosis y presión osmótica

“Paso selectivo de moléculas de disolvente a través de una membrana semipermeable desde una disolución diluida hacia una de mayor concentración”



Presión osmótica = $\pi = M \cdot R \cdot T$

M = molaridad de la disolución

Disoluciones isotónicas, hiper e hipotónicas

Ósmosis inversa

Imágenes tomadas de:
Díaz-Peña, M. y Roig-Muntaner, A. "Química Física",
Alhambra, Madrid 1989