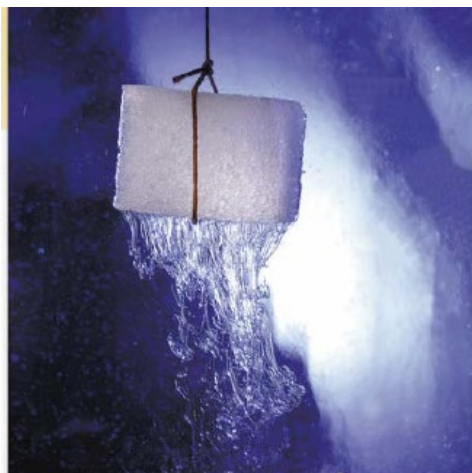


Teoría, Dra. Sandra Signorella

**Profesora Titular
Área Química General e Inorgánica**

Tema PROPIEDADES COLIGATIVAS

Año 2026

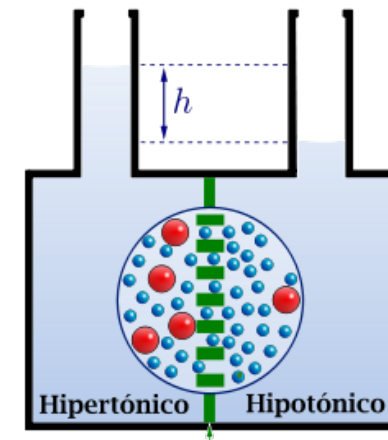
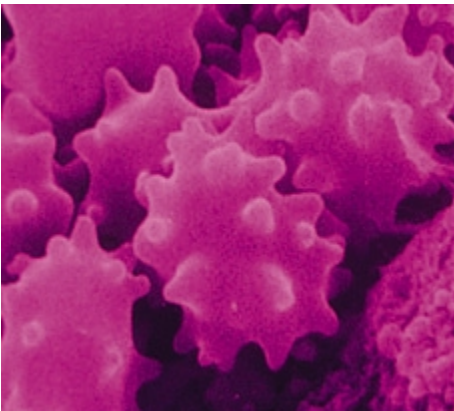




Propiedades Coligativas



- Solución
- Propiedades constitutivas y coligativas
- Presión de vapor de mezclas y soluciones
 - Ley de Raoult
 - Destilación fraccionada
- Ascenso del punto de ebullición
- Descenso del punto de solidificación
 - Presión osmótica



SOLUCIÓN

Mezcla homogénea de dos o más sustancias



SOLVENTE

Componente presente en mayor proporción o que determina el estado de agregación de la solución

SOLUTO

Demás componentes disueltos en el solvente

EXPRESIONES DE CONCENTRACIÓN

FRACCIÓN MOLAR: proporción en la que se encuentran los moles del soluto respecto a los moles totales de la disolución

$$x_i = \frac{n_i}{n_T} < 1 \quad (n_T = \text{moles de soluto} + \text{moles de solvente})$$

MOLALIDAD: moles de soluto en 1 kg de solvente

$$m = \frac{n_i}{1 \text{ kg solvente}}$$

MOLARIDAD: moles de soluto en 1 L de solución:

$$M = \frac{n_i}{1 \text{ L solución}}$$

TIPOS DE SOLUTOS

ELECTROLITOS: sustancias que en solución se disocian en iones, incrementando el número de partículas en solución

Ejemplo: sal común en agua (Na^+ (ac) + Cl^- (ac))

NO ELECTROLITOS: sustancias que en solución no se disocian, permanecen como moléculas sin carga

Ejemplo: azúcar en agua ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (ac))

Propiedades de las disoluciones químicas

dependen de la

Naturaleza química del soluto

Propiedades constitutivas

- Densidad
- Viscosidad
- Conductividad eléctrica

Concentración de soluto en disolución

Propiedades coligativas

- Disminución de la presión de vapor
- Aumento del punto de ebullición
- Disminución del punto de congelación
- Presión osmótica

Importancia de las Propiedades Coligativas

- **Separar los componentes de una mezcla por el método de destilación fraccionada**
 - **Formular y preparar mezclas frigoríficas**
- **Determinar las masas molares de solutos desconocidos**
 - **Formular sueros o soluciones fisiológicas que no provoquen desequilibrios hidrosalinos en el organismo o que permitan corregir anomalías**
 - **Formular soluciones de nutrientes para regadíos de vegetales**

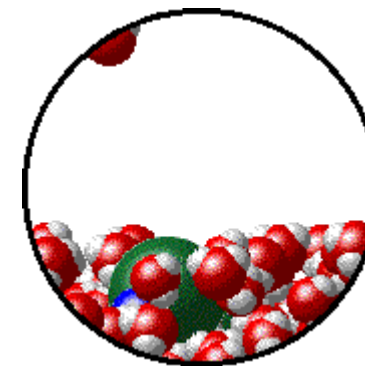
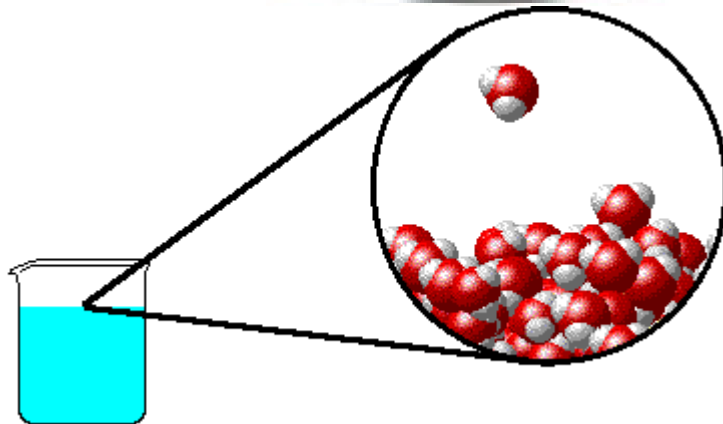
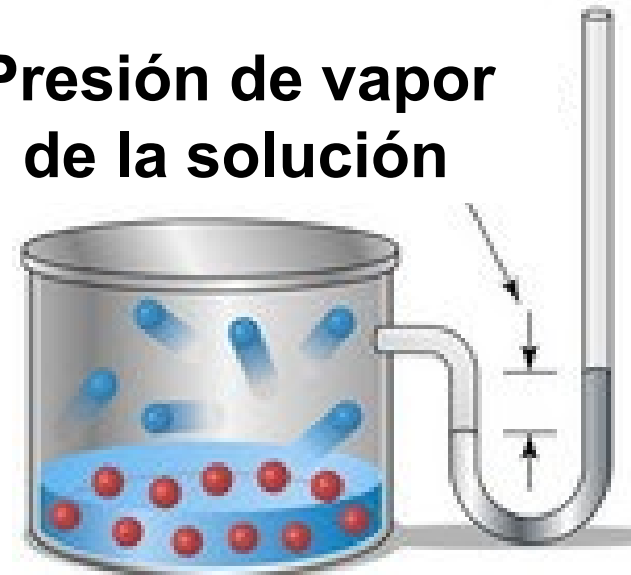
Disminución de la presión de vapor

cuando se agrega un soluto no volátil a un solvente puro, la p_v del solvente disminuye: p (solución) < p° (solvente)

Presión de vapor
del líquido puro



Presión de vapor
de la solución



Ley de Raoult

La presión de vapor ejercida por un líquido es proporcional a su fracción molar en la solución

$$P_A = x_A P_A^{\circ}$$

P_A : Presión de vapor del componente A de la solución

x_A : Fracción molar de A en la mezcla

P_A° : Presión de vapor de A puro

Si se disuelve un soluto no volátil B en el solvente A,
la **disminución de la presión de vapor de A será:**

$$\Delta P = P_A^{\circ} - P_A = P_A^{\circ} - x_A P_A^{\circ} = (1 - x_A) P_A^{\circ}$$

$$\Delta P = x_B P_A^{\circ}$$

EJERCICIO DE APLICACIÓN

Calcule el descenso de la presión de vapor de agua, cuando se disuelven 5,67 g de glucosa, $C_6H_{12}O_6$, en 25,2 g de agua a 25°C.

La presión de vapor de agua a 25°C es 23,8 mm Hg (Tabla 31)

$$\text{moles soluto} = \frac{\text{masa soluto}}{\text{MM soluto}} = \frac{5,67 \text{ g}}{180 \text{ g/mol}} = 0,0315 \text{ mol}$$

$$\text{moles solvente} = \frac{\text{masa solvente}}{\text{MM solvente}} = \frac{25,2 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 1,4 \text{ mol}$$

$$x_{\text{soluto}} = \frac{\text{moles soluto}}{\text{moles totales}} = \frac{0,0315 \text{ mol}}{(0,0315 + 1,4) \text{ mol}} = 0,022$$

$$\Delta P = x_{\text{soluto}} P^{\circ}_{\text{solvente}} = 0,022 \times 23,8 \text{ mm Hg} = 0,5236 \text{ mm Hg}$$

EJERCICIO DE APLICACIÓN

El naftaleno $C_{10}H_8$, se utiliza para hacer bolas para combatir la polilla. Suponga una solución que se hace disolviendo 0,515 g de naftaleno en 60,8 g de cloroformo $CHCl_3$. Calcule el descenso de la presión de vapor del cloroformo a $20^\circ C$ en presencia del naftaleno. La P_v del cloroformo a $20^\circ C$ es 156 mm Hg. Se puede suponer que el naftaleno es no volátil comparado con el cloroformo. ¿Cuál es la presión de vapor de la solución?

MEZCLA DE DOS LÍQUIDOS VOLÁTILES

La ley de Raoult se cumple para ambos componentes y la presión de vapor de la mezcla será

$$P_{\text{mezcla}} = P_A + P_B = x_A P_A^{\circ} + x_B P_B^{\circ}$$

P_A° : Presión de vapor de A puro

P_B° : Presión de vapor de B puro

x_A : Fracción molar de A en la mezcla

x_B : Fracción molar de B en la mezcla

EJERCICIO DE APLICACIÓN

Se mezclan a 20°C, 2 mol de benceno (C_6H_6) con 6 moles de tolueno (C_7H_8) cuyas P_v son: $P^\circ_{ben} = 75 \text{ mm Hg}$, $P^\circ_{tol} = 22 \text{ mm Hg}$. **Cuál será la fracción molar de benceno en el vapor?**

La presión de vapor de la solución será

$$x_{ben} = n_{ben}/n_T = 2/8 = 0,25; \quad x_{tol} = 1 - 0,25 = 0,75$$

$$P_T = P_A + P_B = x_{ben} P^\circ_{ben} + x_{tol} P^\circ_{tol} = \\ = 0,25 \times 75 \text{ mm Hg} + 0,75 \times 22 \text{ mm Hg} = 35,25 \text{ mm Hg}$$

En el vapor:

$$x_{ben(vapor)} = P_{ben} / P_T = 0,25 \times 75 \text{ mmHg} / 35,25 = 0,53$$

$$x_{tol(vapor)} = 1 - 0,53 = 0,47$$

DESTILACIÓN FRACCIONADA

Cuando se mezclan dos líquidos volátiles, el vapor se enriquece en el componente más volátil. Si se condensa ese vapor más rico en el componente más volátil y se vuelve a evaporar, el vapor tendrá aún mayor proporción del componente más volátil. Si el proceso se repite muchas veces podrán separarse ambos componentes.

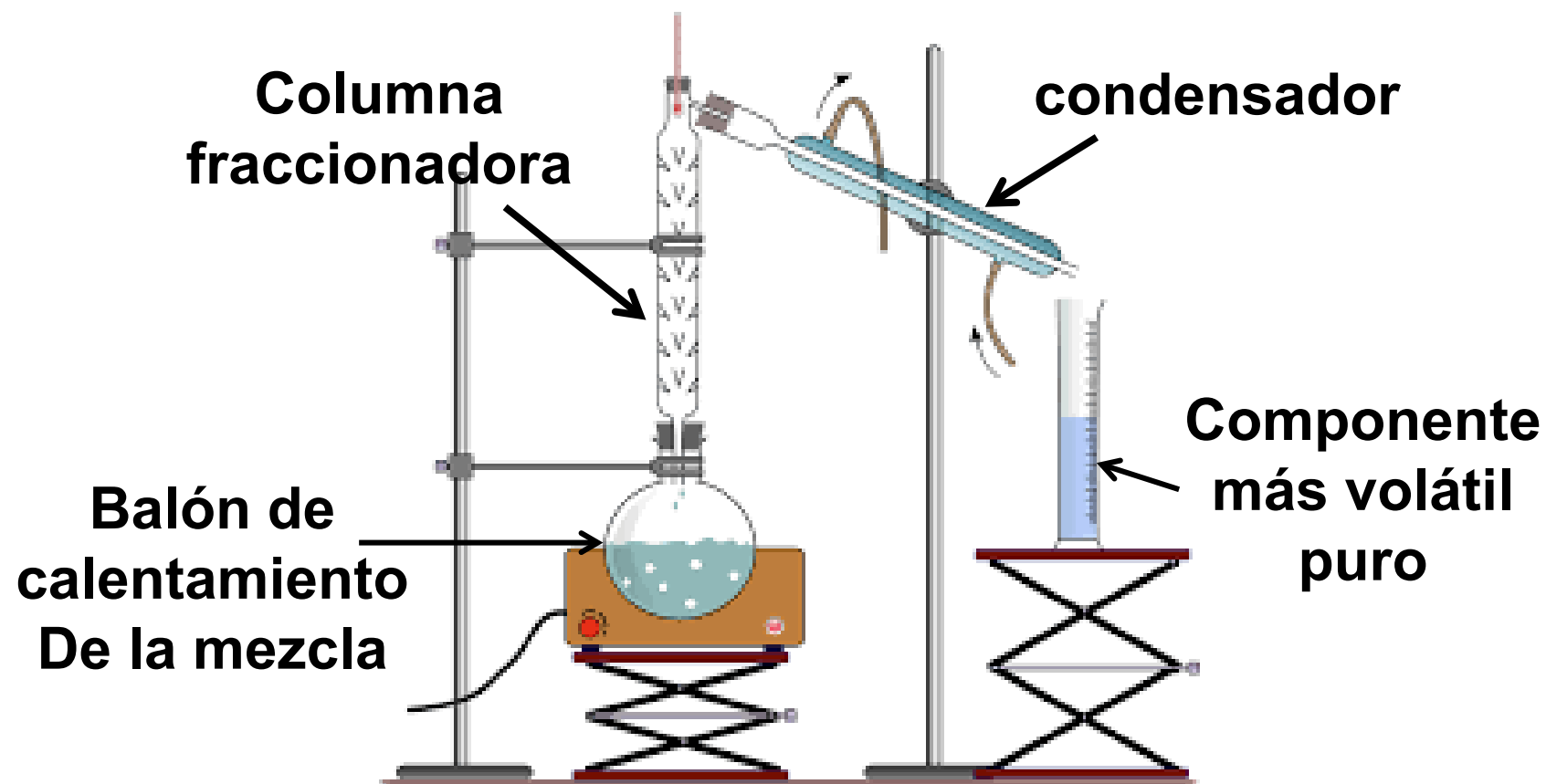
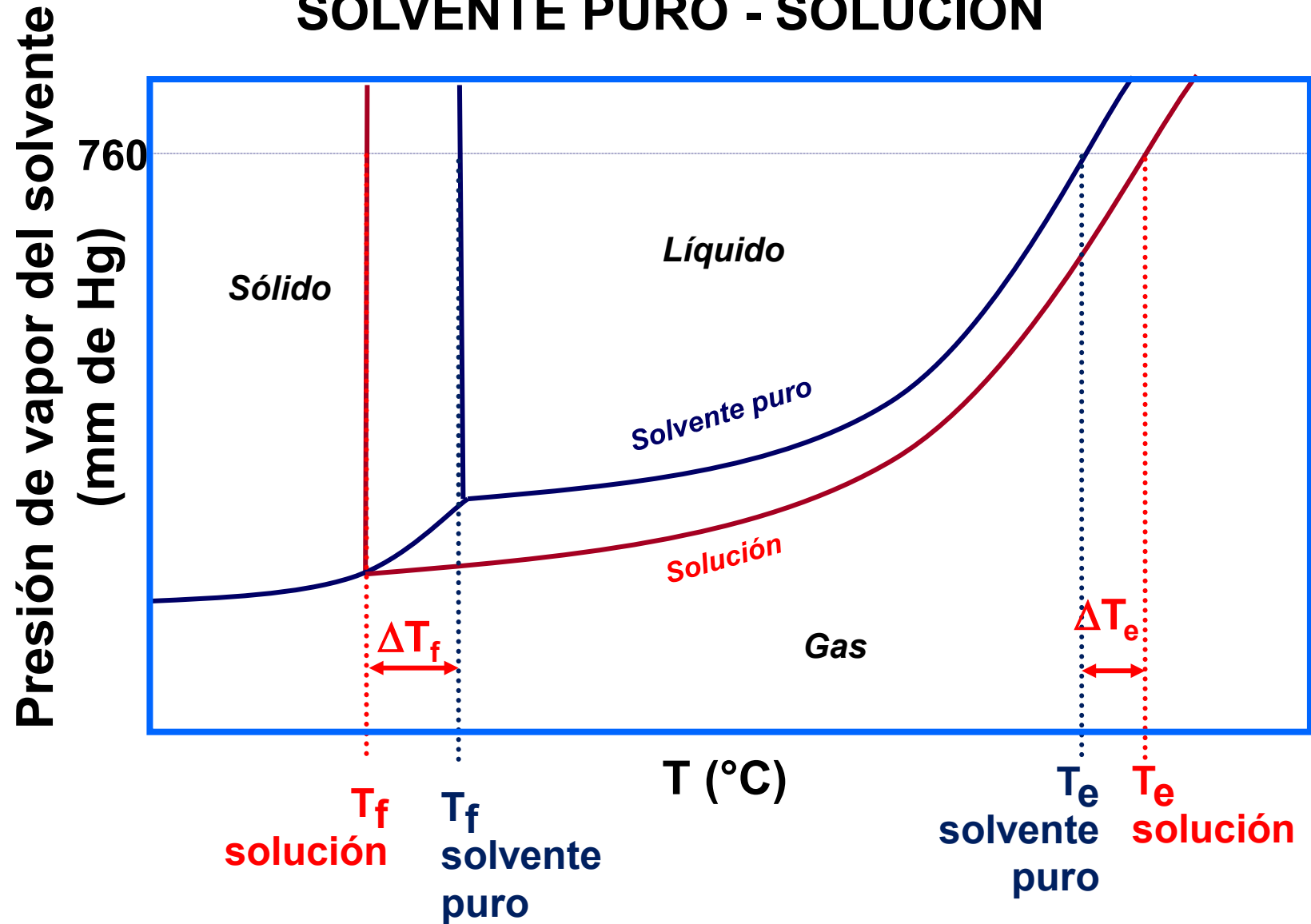


DIAGRAMA PUNTO FUSIÓN Y PUNTO EBULLICIÓN SOLVENTE PURO - SOLUCIÓN



DESCENSO DEL PUNTO DE CONGELACIÓN

Cuando se agrega un soluto no volátil a un solvente puro el punto de congelación del solvente disminuye

T de congelación solución < T congelación solvente puro

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

Donde:

ΔT_f = Disminución del punto de congelación

K_f = Constante Crioscópica

m = molalidad en partículas de soluto en la solución



$$T_f \text{ solución} = T_f \text{ solvente} - \Delta T_f$$

AUMENTO DEL PUNTO DE EBULLICIÓN

Cuando se agrega un soluto no volátil a un solvente puro el punto de ebullición del solvente aumenta

$T_{\text{ebullición solución}} > T_{\text{ebullición solvente puro}}$

$$\Delta T_e = K_e \cdot m$$

Donde:

ΔT_e = Aumento del punto de ebullición

K_e = Constante Ebulloscópica

m = molalidad en partículas de soluto de la solución

$$T_e \text{ solución} = T_e \text{ solvente} + \Delta T_e$$



ALGUNAS PROPIEDADES DE DISOLVENTES COMUNES

Solvente	T_e (°C)	K_e (°C kg/mol)	T_f (°C)	K_c (°C kg/mol)
Agua	100	0,512	0	1,86
Benceno	80,1	2,53	5,48	5,12
Alcanfor	207,42	5,61	178,4	40,0
fenol	182	3,56	43	7,40
Ácido acético	118,1	3,07	16,6	3,90
Tetracloruro de carbono	76,8	5,02	- 22,3	29,8
etanol	78,4	1,22	- 114,6	1,99

EJERCICIOS DE APLICACIÓN

- Una solución acuosa de glucosa es $0,0222\ m$ ¿cuáles son el punto de ebullición y el punto de congelación de esta solución? *(Rta: $100,011\ ^\circ\text{C}$ y $-0,041\ ^\circ\text{C}$)*
- ¿Cuántos gramos de etilenglicol, $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$, se deben adicionar a $37,8\ \text{g}$ de agua para que su punto de congelación sea $-0,150\ ^\circ\text{C}$? *(Rta: $0,189\ \text{g}$)*
- Se disolvió una muestra de $0,205\ \text{g}$ de fósforo blanco en $25,0\ \text{g}$ de CS_2 . Se encontró que la elevación del punto de ebullición de la solución de CS_2 fue $0,159\ ^\circ\text{C}$. Cuál es el peso molecular del fósforo en solución? ¿cuál es la fórmula del fósforo molecular? ($K_e = 2,47$) *(Rta: $127,38\ \text{g/mol}$)*

EJERCICIO DE APLICACIÓN

Ordene las disoluciones acuosas siguientes según su punto de congelación esperado:

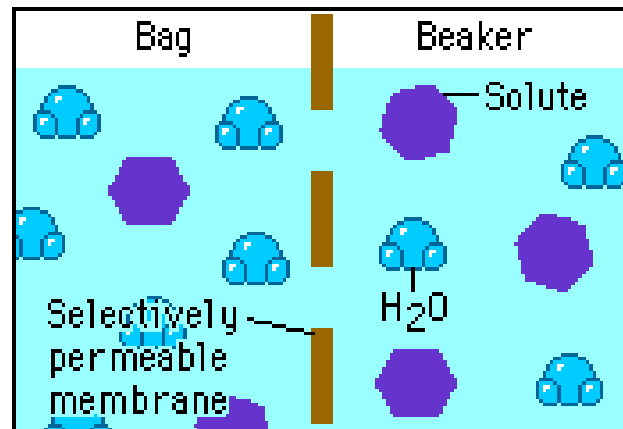
CaCl_2 0,050 m; NaCl 0,15 m; HCl 0,10 m;
 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 0,10 m

ÓSMOSIS

Es el movimiento de moléculas de disolvente a través de una membrana semipermeable (que sólo permite el paso de moléculas de solvente) desde la solución más diluida a la más concentrada

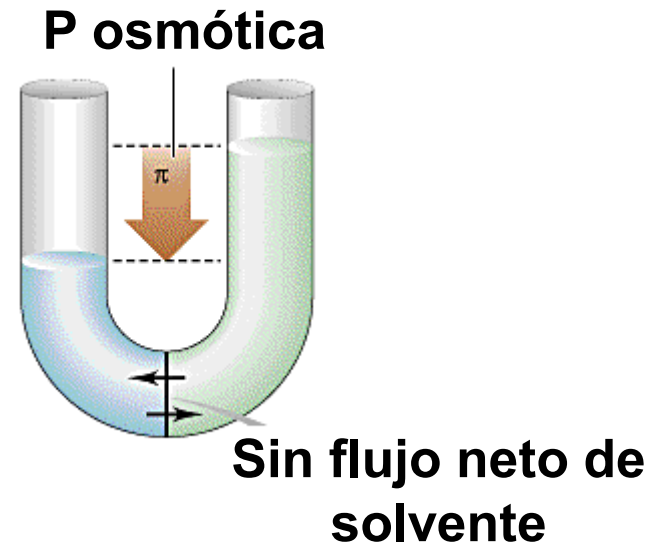
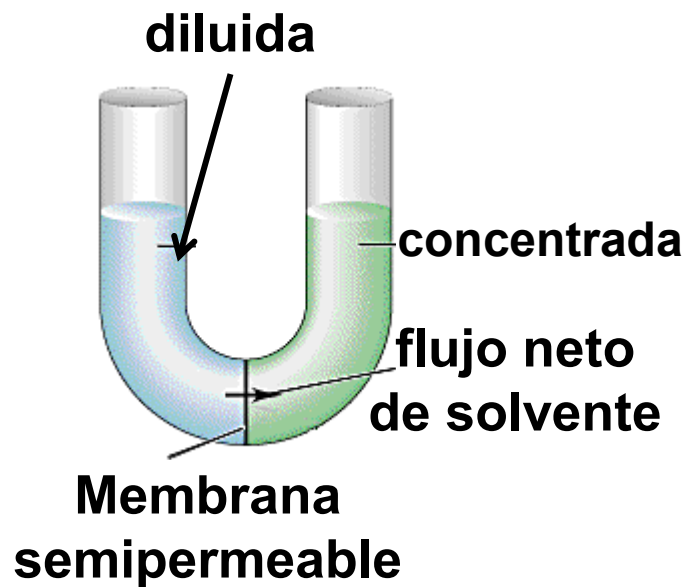
La presencia de una membrana separando dos medios diferentes impone ciertas restricciones al proceso de difusión de solutos, que dependerán fundamentalmente de la relación entre el diámetro de los poros de la membrana y el tamaño de las partículas disueltas.

Las **MEMBRANAS SEMIPERMEABLES**: no permiten el paso de solutos, pero sí del agua.

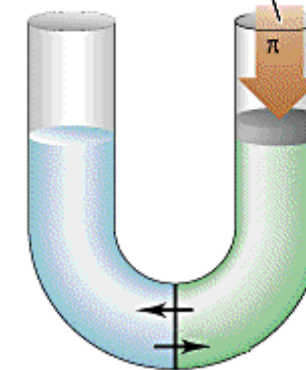


PRESIÓN OSMÓTICA (π)

Presión necesaria para detener la difusión del solvente a través de la membrana semipermeable



P aplicada para detener el flujo de agua

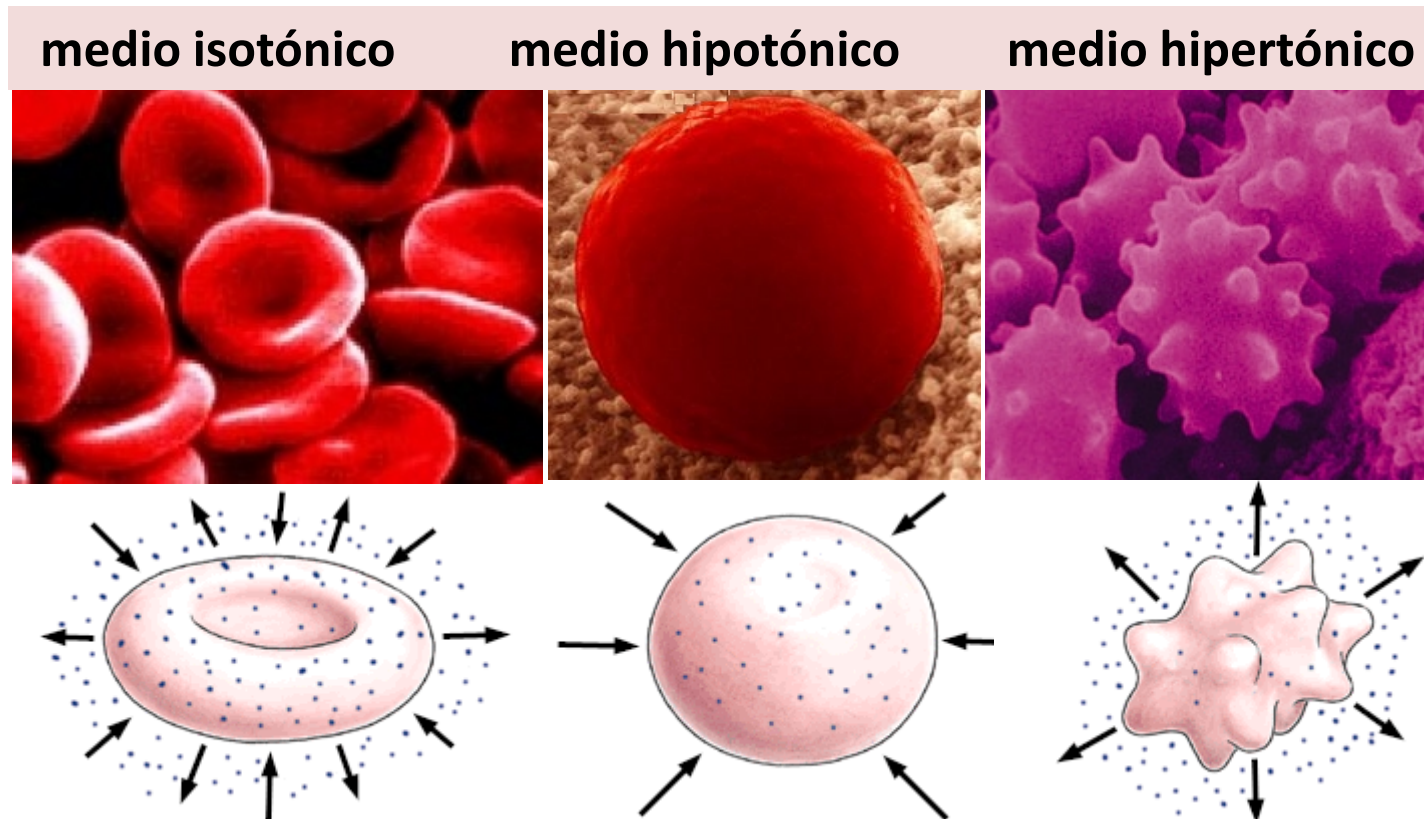


ECUACIÓN DE VAN'T HOFF

$$\pi = M R T$$

Donde

π = presión osmótica, M = la molaridad en partículas de soluto de la disolución, R = constante universal de los gases
T = la temperatura absoluta



FACTOR DE VAN'T HOFF (i)

$$\Delta T_f = i K_f m$$

$$\Delta T_e = i K_e m$$

$$\pi = i M R T$$

m y M se refieren a la molalidad y molaridad en fórmulas unidad de soluto en la solución

TABLA 13.5 Factores de van't Hoff para varias sustancias a 25°C

Compuesto	Concentración			Valor limitante
	0.100 <i>m</i>	0.0100 <i>m</i>	0.00100 <i>m</i>	
Sacarosa	1.00	1.00	1.00	1.00
NaCl	1.87	1.94	1.97	2.00
K ₂ SO ₄	2.32	2.70	2.84	3.00
MgSO ₄	1.21	1.53	1.82	2.00

EJERCICIOS DE APLICACIÓN

La presión osmótica promedio del agua de mar es aproximadamente de 30,0 atm a 25°C. Calcule la concentración molar de una disolución acuosa de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) que es isotónica con el agua de mar.

Una muestra de 7,85 g de un compuesto con la fórmula empírica C_5H_4 se disuelve en 301 g de benceno. El punto de congelación de la disolución es de 1,05°C por debajo del punto de congelación del benceno puro. ¿Cuál será la masa molar y la fórmula molecular de este compuesto?