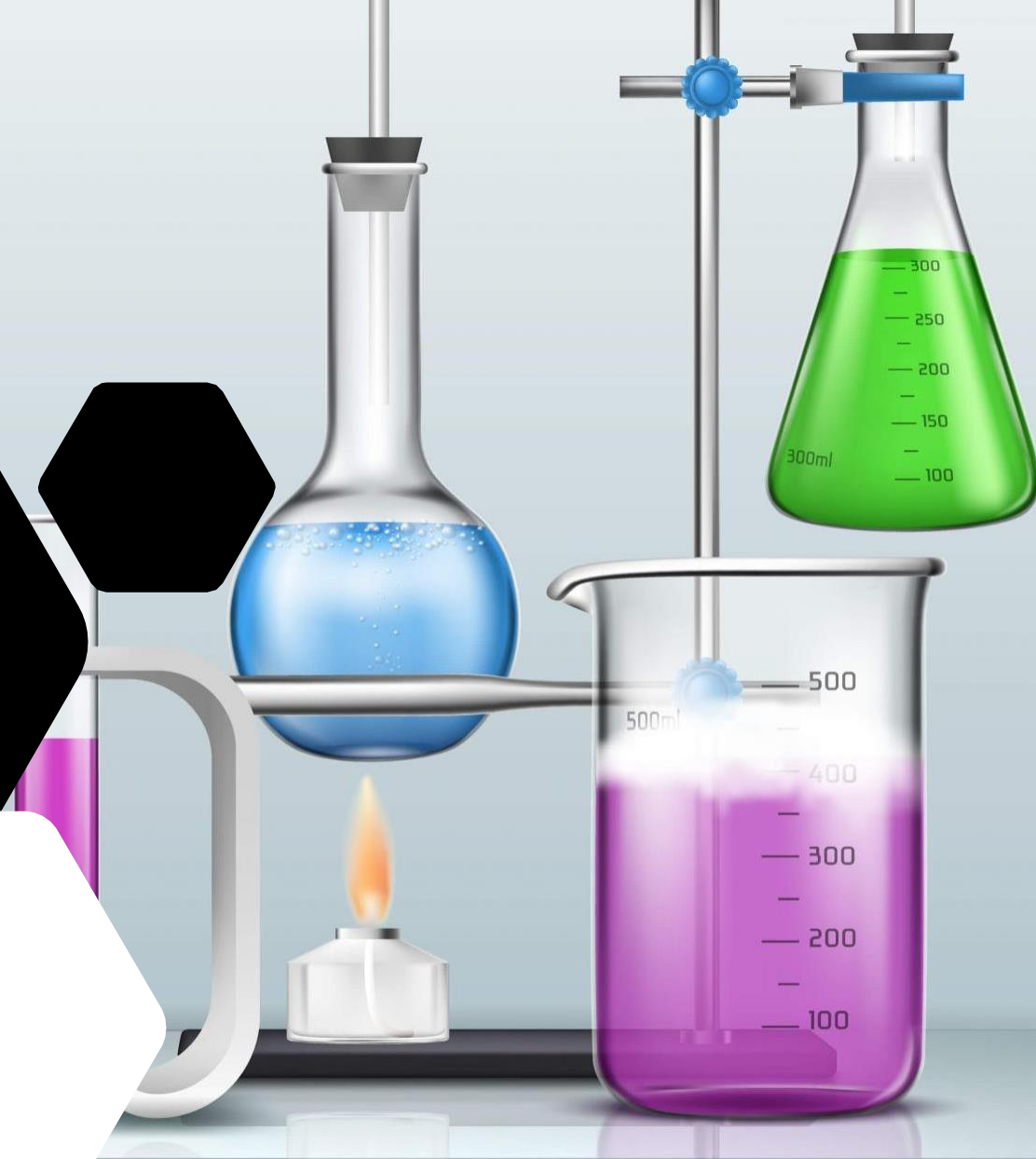


Propiedades Coligativas

Química 2



¿Qué son?

Son propiedades de soluciones diluidas que depende exclusivamente del número de partículas del soluto presente en la solución.

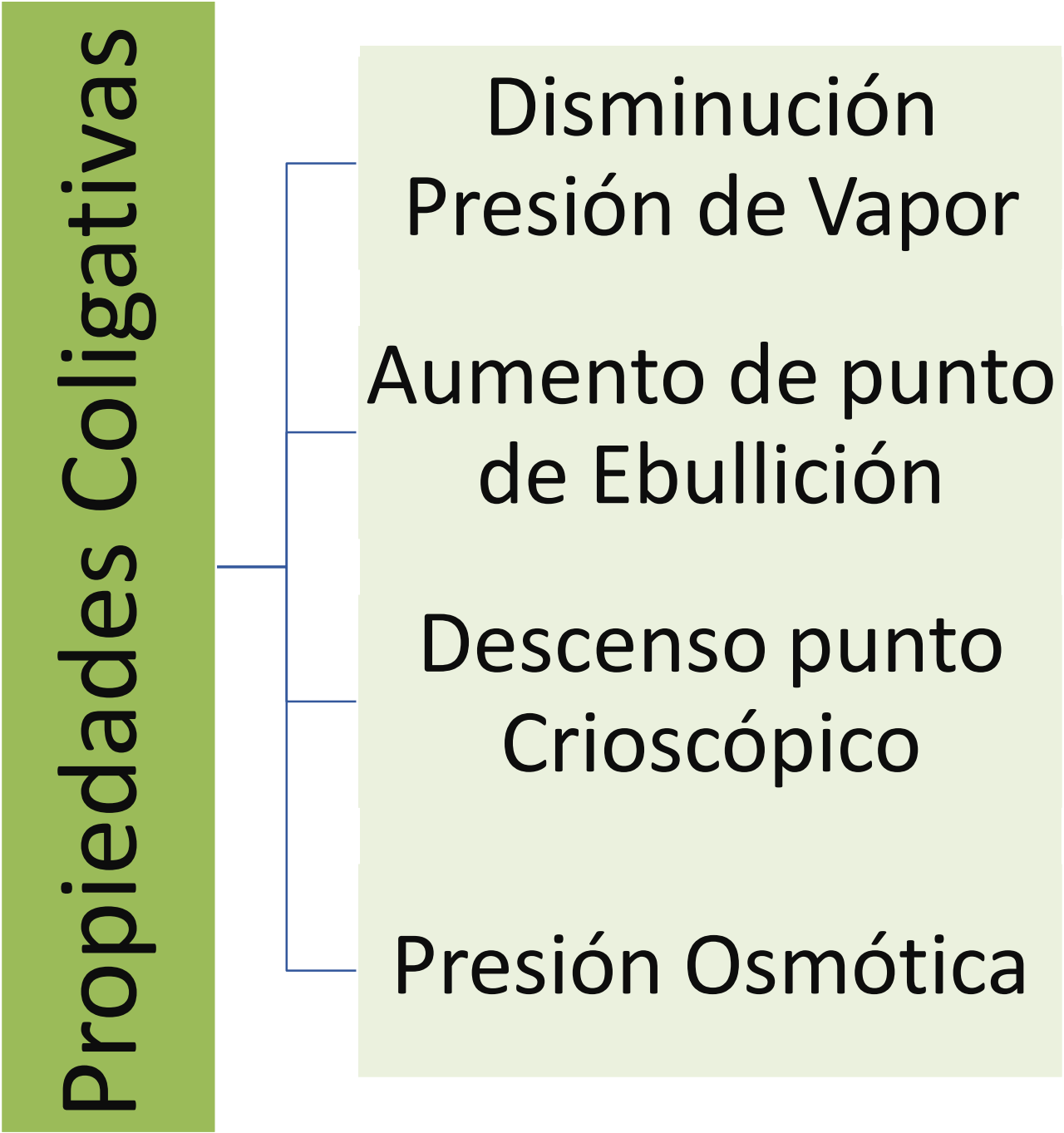
Comportamiento solución es **semejante** al comportamiento disolvente puro, **en términos cualitativos**.

Comportamiento solución es **distinto** al comportamiento disolvente puro, **en términos cuantitativos**.

Ejemplo: El agua pura hierve a $100,0^{\circ}\text{C}$ y se congela a $0,0^{\circ}\text{C}$. Pero, una disolución $1,00\text{ m}$ (molal) de NaCl en agua hierve a $101,0^{\circ}\text{C}$ y se congela a $-3,7^{\circ}\text{C}$.

Las propiedades coligativas dependen de la cantidad de soluto disuelto.

Propiedades Coligativas



Disminución
Presión de Vapor

Aumento de punto
de Ebullición

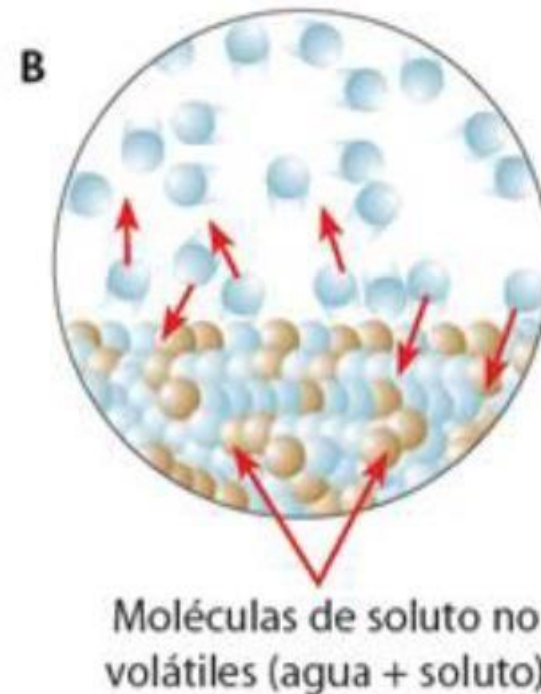
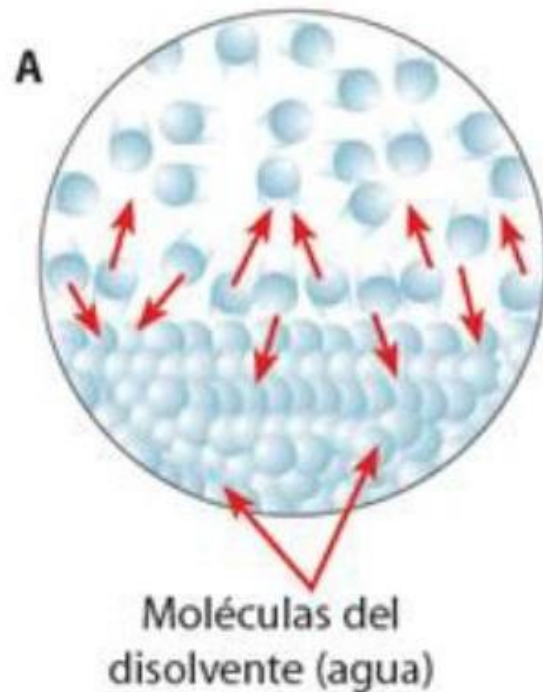
Descenso punto
Crioscópico

Presión Osmótica

Disminución Presión de Vapor

¿Qué es la presión de vapor?

La presión de vapor es la presión que ejerce la fase gaseosa sobre la fase líquida y paredes del recipiente, en un estado de equilibrio dinámico entre ambas fases.



El grado en que un soluto no volátil baja la presión de vapor es proporcional a su concentración en la disolución

Ley de Raoult: **Soluto No Volátil**

$$P_{Dis} = X_{Solv} P_{Solv}^0$$

$$1 = X_{Solv} + X_{Soluto}$$

$$X_{Solv} = 1 - X_{Soluto}$$

$$P_{Dis} = (1 - X_{Soluto}) P_{Solv}^0$$

$$P_{Dis} = P_{Solv}^0 - X_{Soluto} P_{Solv}^0$$

$P_{Dis.}$ = Presión parcial ejercida del solvente por el vapor sobre la Disolución.

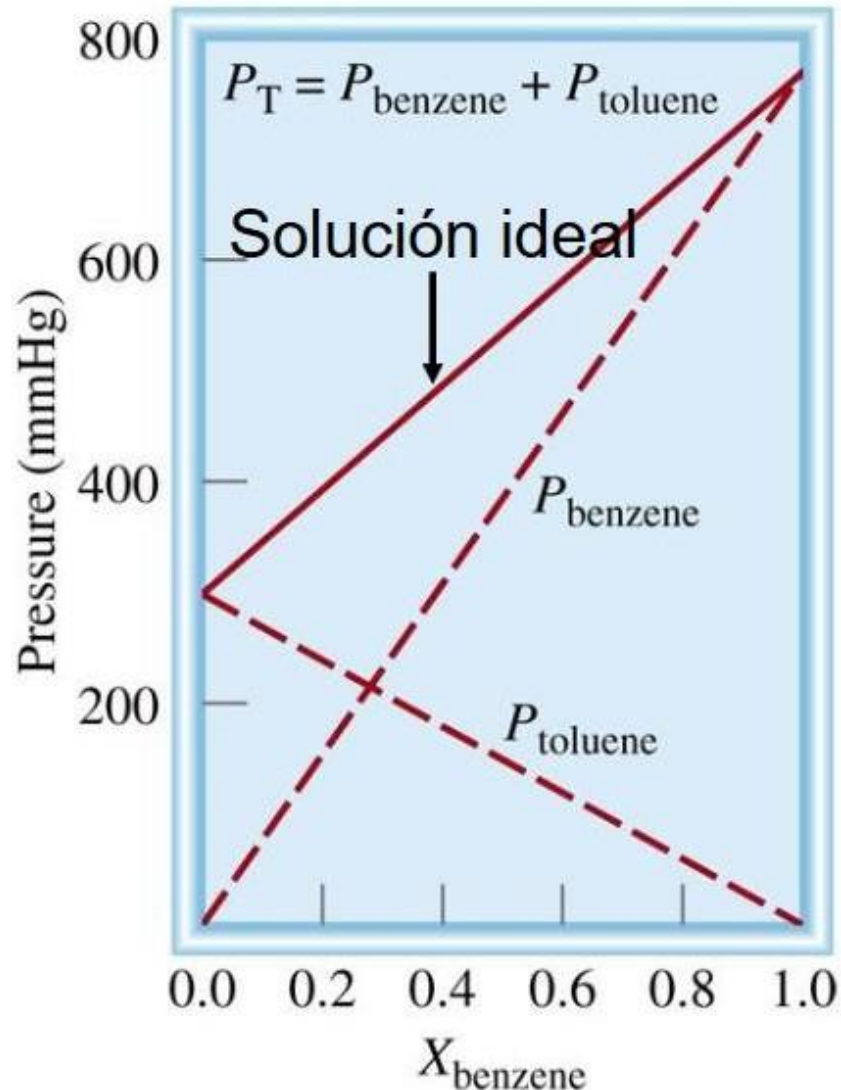
$X_{Solv.}$ = Fracción molar del solvente en la Disolución.

P_{Solv}^0 = Presión parcial ejercida por el vapor sobre la Disolución.

X_{Soluto} = Fracción molar de soluto en la Disolución.

$$P_{Solv}^0 - P_{Dis} = X_{Soluto} P_{Solv}^0$$

Ley de Raoult: Soluto Volátil



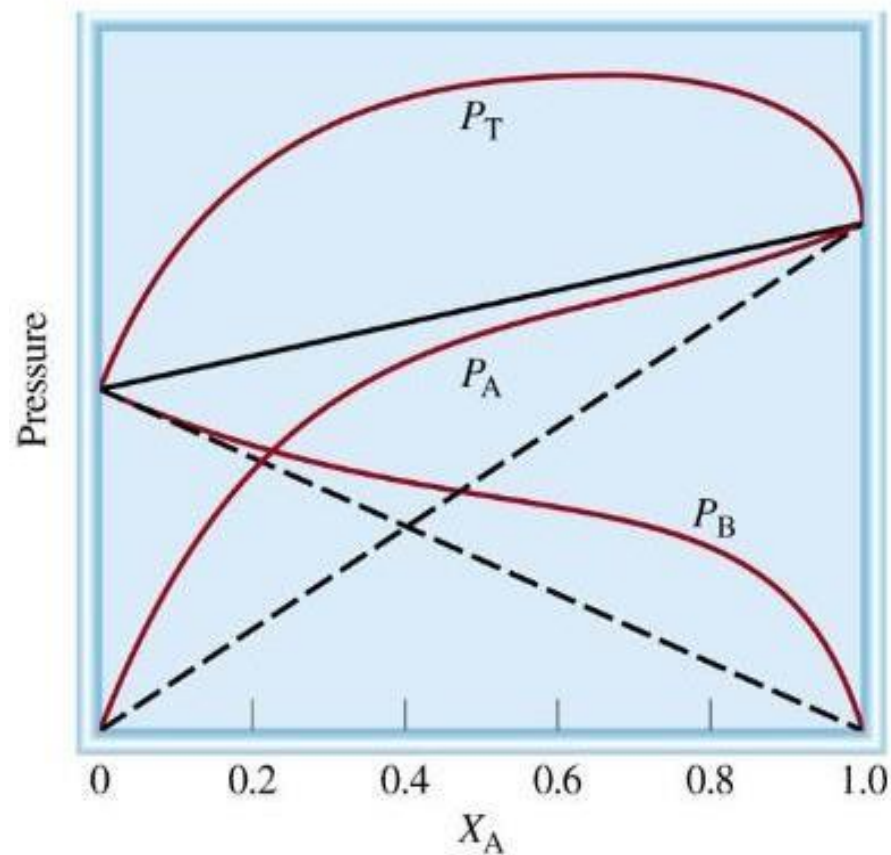
Solución ideal: Solución en que las características del solvente son directamente proporcionales a la cantidad presente de Solute.

$$P_{\text{Solv.}} = X_{\text{Solv.}} P_{\text{Solv.}}^0$$

$$P_{\text{Solute.}} = X_{\text{Solute}} P_{\text{Solute}}^0$$

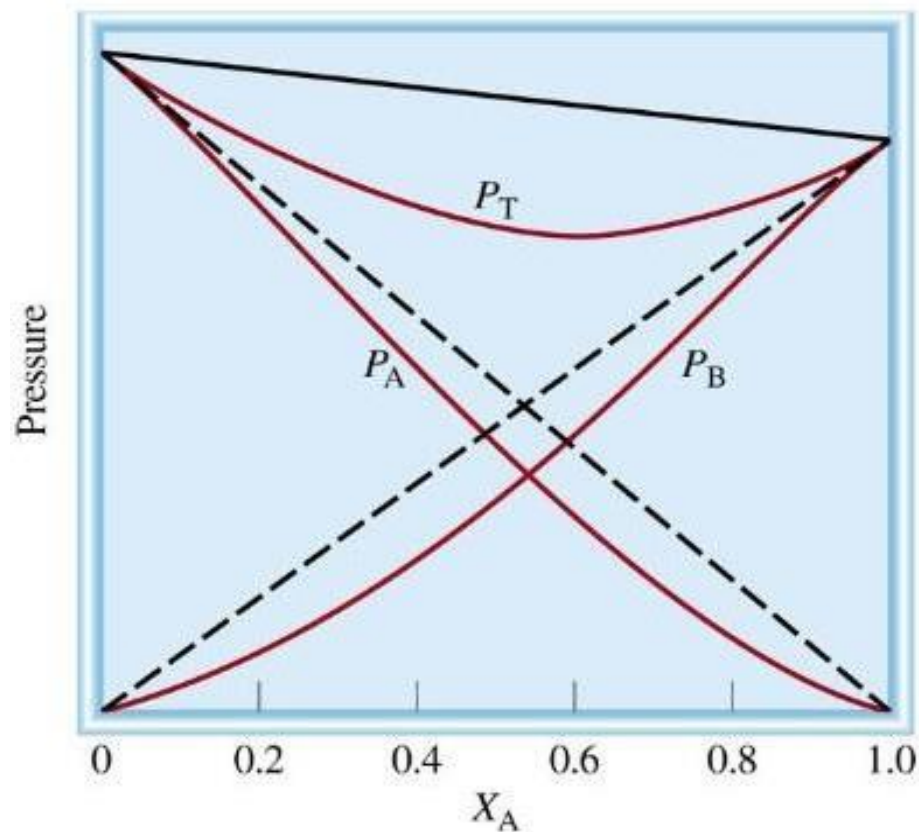
$$P_{\text{Dis}} = P_{\text{Solv.}} + P_{\text{Solute}}^0$$

P_T es mayor a la
predecida por la Ley de Raoult



Fuerza A-B < Fuerza A-A & Fuerza B-B

P_T es menor a la
predecida por la Ley de Raoult



Fuerza A-B > Fuerza A-A & Fuerza B-B

Ejercicios:

Un mol de glucosa se agrega a 10 moles de agua a 25°C. Si la presión de vapor del agua pura a esta temperatura es de 23,8mmHg ¿cuál será la presión de vapor de la mezcla?

$$X_{glucosa} = \frac{1 \text{ mol}}{(1 + 10) \text{ mol}}$$

$$X_{glucosa} = 0,09$$

$$X_{agua} = \frac{10 \text{ mol}}{(1 + 10) \text{ mol}}$$

$$X_{agua} = 0,91$$

$$P_{agua} = X_{agua} * P_{agua}^0$$

$$P_{agua} = 0,91 * 23,8 \text{ mmHg}$$

$$P_{agua} = 21,66 \text{ mmHg}$$

A 100° C la presión de vapor del agua es 760 mmHg. ¿Cuál es la presión de vapor de una disolución preparada a partir de 30 g de etilenglicol con 80 g de agua? ($C_2H_6O_2=62g/mol$).

$$n_{etilenglicol} = \frac{30 \text{ g}}{62 \text{ g/mol}}$$

$$n_{etilenglicol} = 0,48 \text{ mol}$$

$$X_{etilenglicol} = \frac{0,48 \text{ mol}}{(0,48 + 4,44) \text{ mol}}$$

$$X_{etilenglicol} = 0,098$$

$$P_{agua} = X_{agua} * P_{agua}^0$$

$$n_{agua} = \frac{80 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}}$$

$$n_{agua} = 4,44 \text{ mol}$$

$$X_{agua} = \frac{4,44 \text{ mol}}{(0,48 + 4,44) \text{ mol}}$$

$$X_{agua} = 0,902$$

$$P_{agua} = 0,902 * 760 \text{ mmHg}$$

$$P_{agua} = 685,5 \text{ mmHg}$$

Propiedades de Soluciones Electrolíticas

Las propiedades coligativas son propiedades que dependen sólo del número de partículas del soluto en la solución y no de la naturaleza de las partículas del soluto.

0.1 *m* solución NaCl $\longrightarrow$ 0.1 *m* Na⁺ iones & 0.1 *m* Cl⁻ iones

0.1 *m* solución NaCl $\longrightarrow$ 0.2 *m* iones en solución

$$\text{Factor de Van't Hoff} = \frac{\text{número real de partículas en solución después de disociación}}{\text{número de unidades de fórmula inicialmente disueltas en solución}}$$

TABLE 12.3

The van't Hoff Factor of 0.0500 *M* Electrolyte Solutions at 25°C

Electrolyte	<i>i</i> (Measured)	<i>i</i> (Calculated)
Sucrose*	1.0	1.0
HCl	1.9	2.0
NaCl	1.9	2.0
MgSO ₄	1.3	2.0
MgCl ₂	2.7	3.0
FeCl ₃	3.4	4.0

Osmolaridad

La concentración osmótica conocida como osmolaridad es la medida usada por farmacéuticos y médicos para expresar la concentración total (medida en osmoles/V solución (L) o Osm/V de solución (L)) de sustancias en disolución es usadas en medicina.

En un organismo normal la concentración está alrededor de 290 mOs (miliósmoles).

$$OsM = \frac{\text{Osmoles}}{\text{Litros}}$$

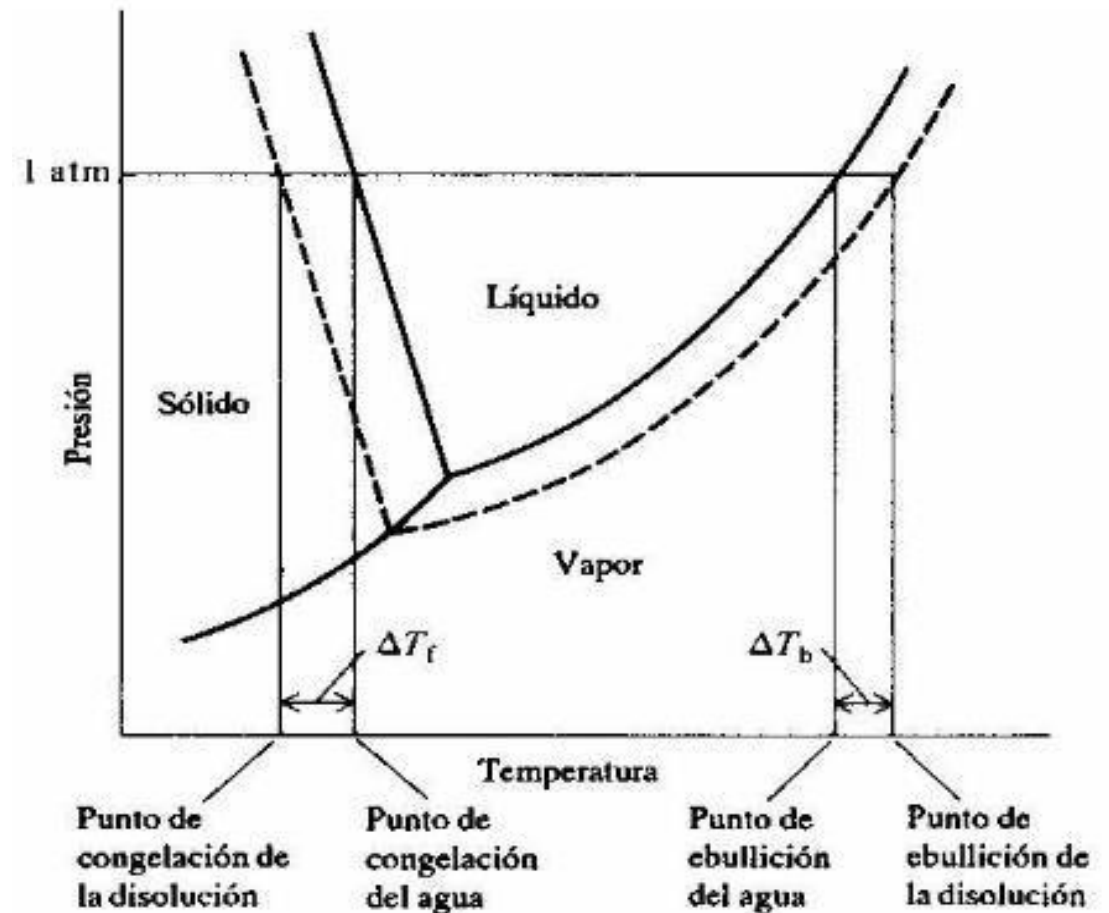
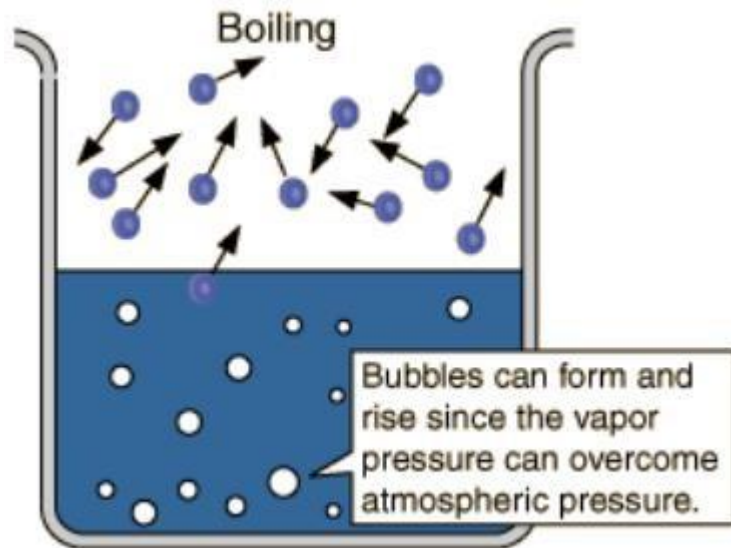
$$\text{Osmoles} = \frac{\text{Masa soluto (g)}}{\text{Masa Osmolar}}$$

$$\text{Masa Osmolar} = \frac{\text{Masa Molar}}{\text{Cantidad de Partículas}}$$

Aumento Punto de Ebullición

¿Qué es el punto de ebullición?

El punto de ebullición (Pe) corresponde a la temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido se iguala a la presión atmosférica.



La elevación de la temperatura de ebullición es proporción a la fracción molar del soluto. Este aumento en la temperatura de ebullición (ΔT_e) es proporcional a la concentración molal del soluto:

$$\Delta T = K_e m i$$

$$\Delta T = T - T^0$$

Donde:

K_e = Constante ebulloscópica del solvente.

m = molalidad (n soluto/ masa solvente “Kg”).

ΔT_e = Variación de la temperatura de ebullición.

Algunas constantes:

Sustancia	Ke [(°C·Kg)/mol]
Benceno	2.53
Cloroformo	3.63
Éter dietílico	2.02
Alcohol etílico	1.22
Agua	0.52

Ejemplo: Determine la temperatura de ebullición (T_e) de una disolución el cual contiene 8,0 mol de NaCl en 7000 g de agua (K_e [H₂O]=0,52°C/m)

$$m = \frac{8,0 \text{ mol}}{7,000 \text{ kg}} = 1,1 \text{ m}$$

$$\Delta T = 0,52 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{m}} * 1,1 \text{ m} * 2$$

$$T - 100^{\circ} \text{ C} = 1,1^{\circ} \text{ C}$$

$$T = 101,1^{\circ} \text{ C}$$

¿Cuál es la temperatura de ebullición de una disolución preparada a partir de 0,4 mol de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) en 250 g de agua?

$$m = \frac{0,4 \text{ mol}}{0,250 \text{ kg}} = 1,6 \text{ m} \qquad \Delta T = 0,52 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{m}} * 1,6 \text{ m} * 1$$

$$T - 100^{\circ} \text{ C} = 0,83^{\circ} \text{ C}$$

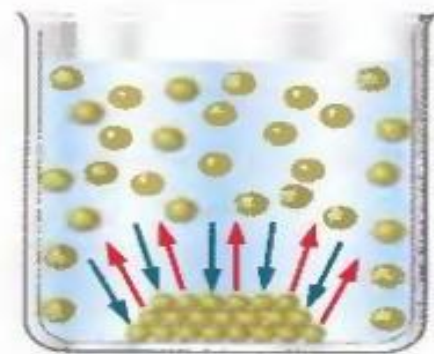
$$T = 100,83^{\circ} \text{ C}$$

Descenso punto Crioscópico

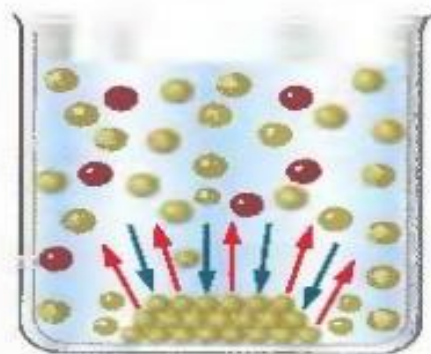
¿Qué es el punto de congelación?

El punto de congelación (P_c) es la temperatura a la cual la presión de vapor del líquido coincide con la presión de vapor del sólido, es decir, el líquido se convierte en sólido.

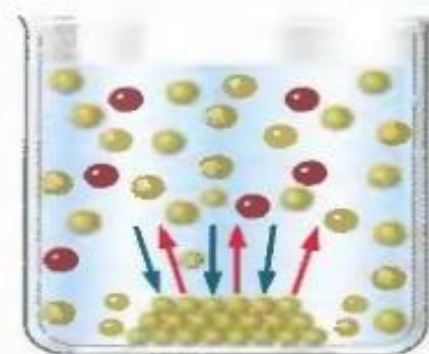
La adición de soluto al solvente líquido no cambia la velocidad de escape de las moléculas desde la fase sólida pero disminuye la velocidad a la que las moléculas del solvente pueden entrar en la fase sólida.



Equilibrio en el punto de congelación del disolvente



Equilibrio interrumpido por la adición de soluto al disolvente



Equilibrio restablecido a una temperatura más baja

El equilibrio dinámico entre el solvente sólido y el líquido se altera sólo se puede restablecerse a una temperatura más baja.

La congelación se produce cuando la presión de vapor del líquido iguala a la presión de vapor del sólido. Llamando T_c al descenso crioscópico y m a la concentración molal del soluto, se cumple que:

$$\Delta T = K_c m i$$

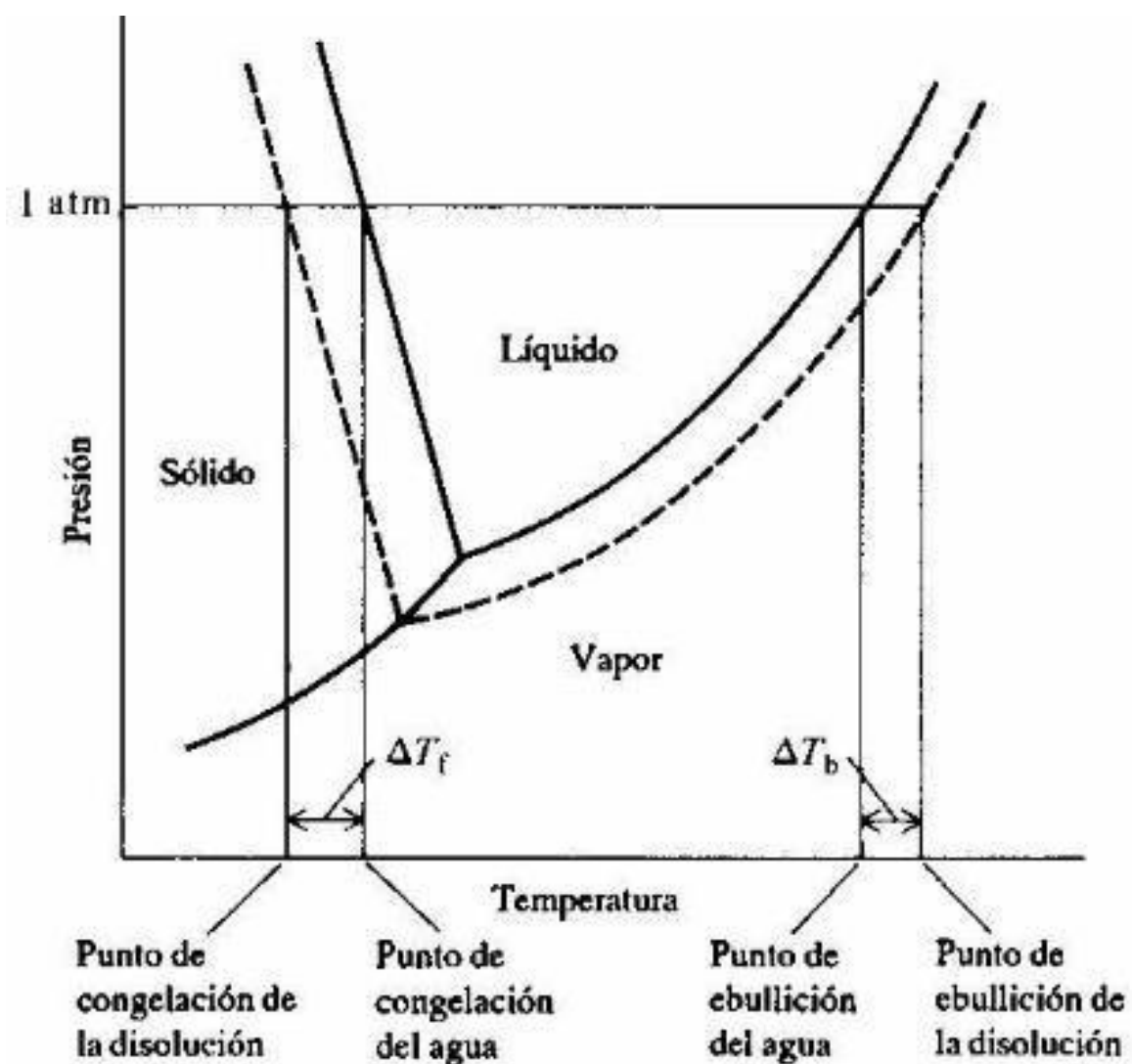
$$\Delta T = T^0 - T$$

Donde:

K_c = Constante crioscópica del solvente.

m = molalidad (n_{soluto}/ masa solvente “Kg”).

ΔT_c = Variación del punto de congelación.



Sustancia	K_c [(°C·Kg)/mol]
Benceno	5.12
Cloroformo	37.7
Éter dietílico	1.79
Alcohol etílico	1.99
Agua	1.86

Ejemplo: Un químico preparó una disolución anticongelante para automóvil es a partir de 4 mol de etilenglicol ($C_2H_6O_2$) y 750 g de agua. ¿Cuál será el punto de congelación de la disolución? ($K_{cH_2O}=1,86^{\circ}C/m$)

$$m = \frac{4,0 \text{ mol}}{0,750 \text{ kg}} = 5,3 \text{ m}$$

$$\Delta T = 1,86 \frac{^{\circ}C}{m} * 5,3 \text{ m} * 1$$

$$0^{\circ} C - T = 9,9^{\circ} C$$

$$T = -9,9^{\circ} C$$

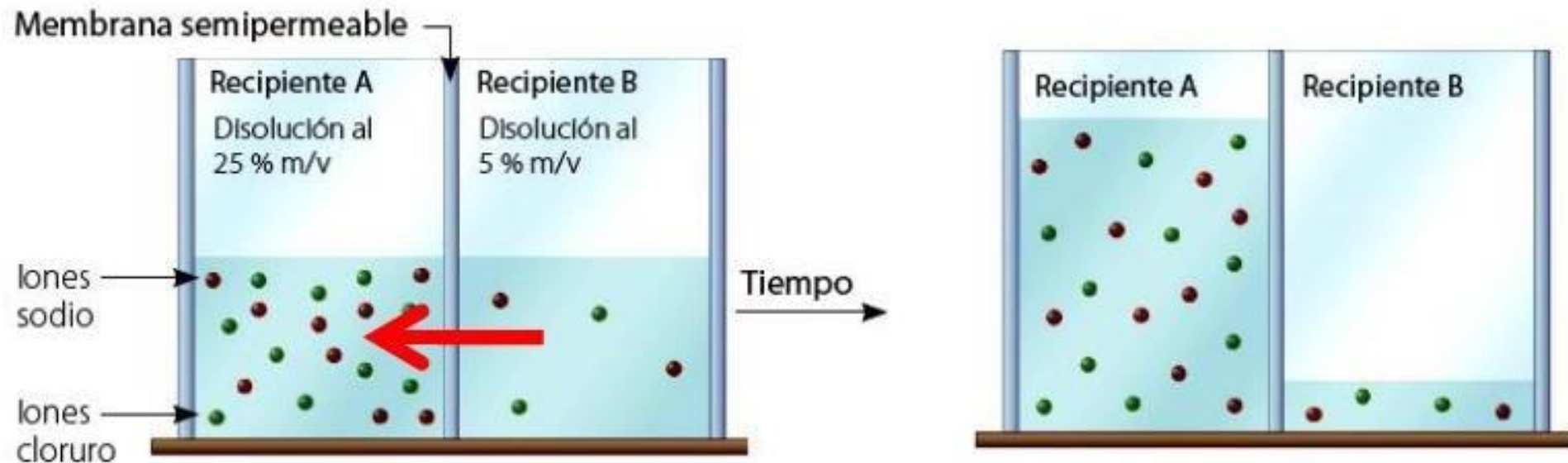
¿Cuál es el punto de congelación de una disolución preparada a partir de 2 mol de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) en 350g de agua? ($K_{c H_2O}=1,86^{\circ}C/m$)

$$T = -10,6^{\circ} C$$

Presión Osmótica (π)

¿Qué es la Osmosis?

Es el paso de un solvente desde la disolución más diluida hacia la más concentrada mediante una membrana semipermeable.



¿Qué es la presión osmótica?

Presión que ejerce una disolución sobre la membrana semipermeable y que detiene la osmosis.

$$\pi = MRTi$$

Donde:

π : Presión Osmótica (atmósfera).

M: Molaridad de la disolución (mol/L).

R: Constante de los gases (0,082 L · atm/mol · K).

T: Temperatura absoluta (Kelvin).

Determina la presión osmótica de una disolución de sacarosa $C_{12}H_{22}O_{11}$ 0,10 mol/L en contacto con agua pura a 20°C.

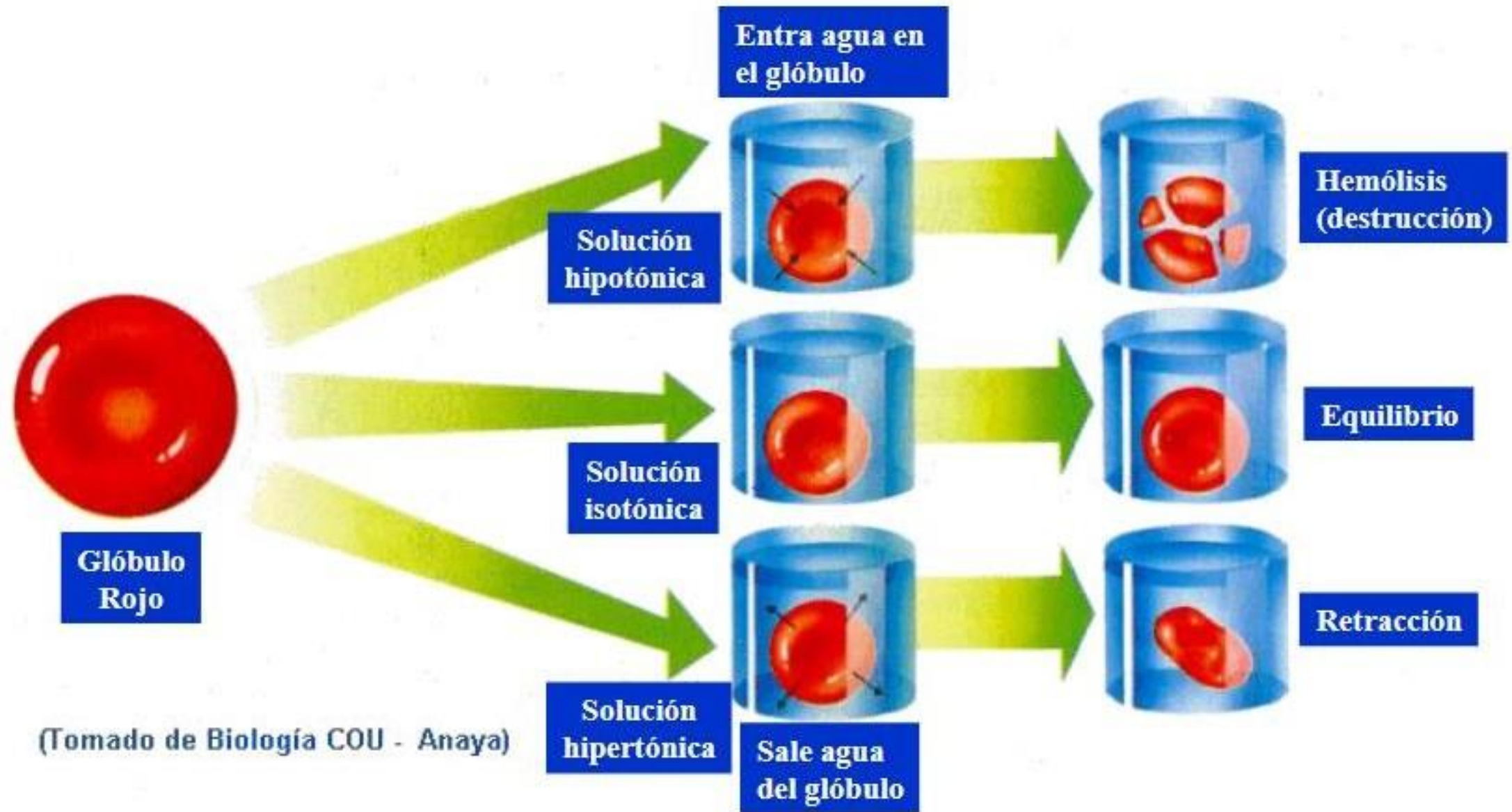
$$T = 273^{\circ} C + 20^{\circ} C = 293^{\circ} C$$

$$\pi = 0,1 \frac{mol}{L} * 0,082 \frac{Atm * L}{Mol * K} * 293 K * 1 \qquad \pi = 2,4 Atm$$

¿Cuál es la concentración molar de una disolución que mostró una presión osmótica de 5,20 mmHg a 25°C?

$$\begin{array}{lcl} 760 \text{ mmHg} & \rightarrow & 1 \text{ Atm} \\ 5,2 \text{ mmHg} & \rightarrow & X \text{ Atm} \end{array} \quad x = 0,00684 \text{ Atm} \quad M = \frac{\pi}{RT} \quad M = \frac{0,00684 \text{ Atm}}{0,082 \frac{Atm * L}{Mol * K} 298 K}$$

$$M = 0,00028 \frac{1}{\frac{L}{Mol}} = 2,8 \times 10^{-4} M$$



Ejercicios

1. Calcular los puntos de ebullición y de congelación de una solución de sacarosa 0,5 molal. Los valores de las constantes son respectivamente, $K_b=0,52$ y $K_c=1,86$.
2. Determinar el peso molecular de una sustancia sabiendo que una solución que contiene 0,5 g de ella en 186 g de agua congelada a $-0,11^\circ \text{C}$. $K_c \text{ agua}=1,86$.
3. Una solución acuosa de una sustancia orgánica que contiene 96 g de soluto por litro, tiene una presión osmótica de 0,474 atm. A la temperatura de 0°C . Calcular el peso molecular del soluto.

4. Una solución anticongelante de glicerina $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$, cuya masa molar es 92g/mol , se diluye en agua a 25°C , obteniéndose una solución que contiene un 40%p/v de glicerina.

Datos:

- La densidad de la solución resultante es $1,099\text{g/mL}$.
- $K_{\text{cH}_2\text{O}} = 1,86^\circ\text{C/m}$.
- $K_{\text{bH}_2\text{O}} = 0,52^\circ\text{C/m}$.
- La presión de vapor del agua a 25°C es de $42,2\text{mmHg}$.

Con la información entregada, determine:

- Fracción Molar de glicerina y agua
- Presión de vapor del agua en la solución a 25°C
- Molalidad de la solución
- Aumento del punto de ebullición del solvente
- Descenso del punto de congelamiento del solvente
- Molaridad de la solución
- Presión Osmótica de la solución