

PROPIEDADES DE LAS SOLUCIONES



PROPIEDADES COLIGATIVAS

- Propiedades Coligativas

Son propiedades de las soluciones que dependen del *número* de partículas de soluto presente, y no de su *identidad*

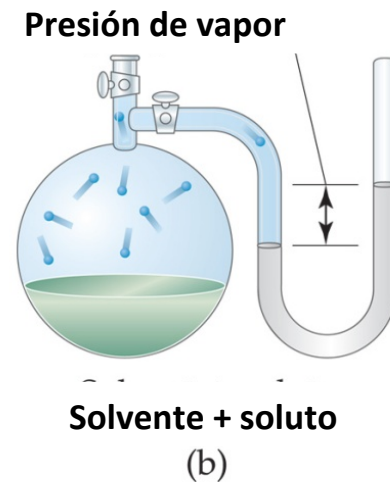
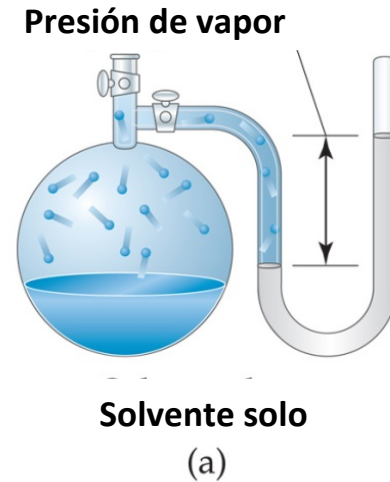
- La Propiedades Coligativas son:

- Descenso de la presión de vapor
- Elevación del punto de ebullición
- Descenso del punto de congelación
- Presión osmótica

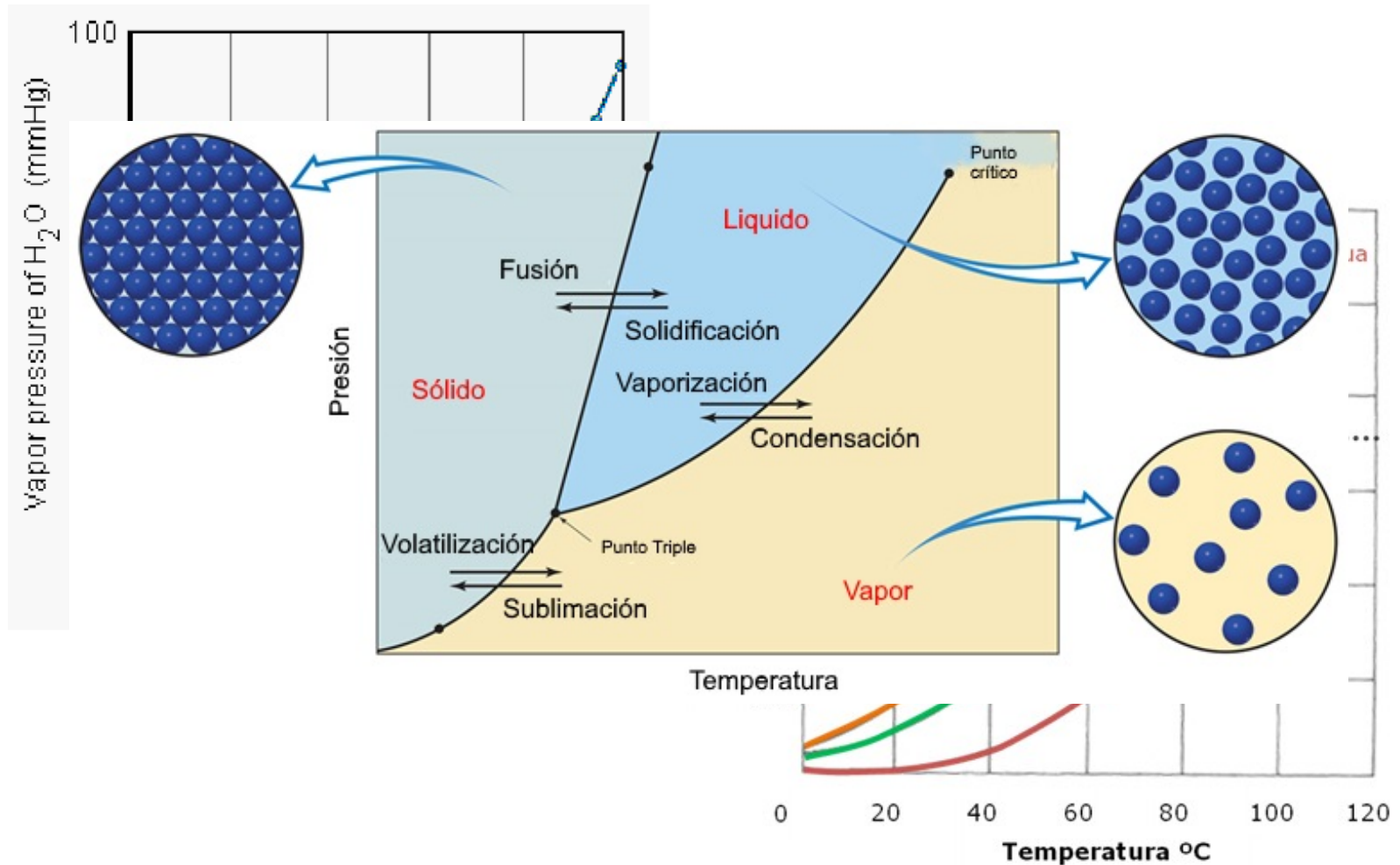
Descenso de la Presión de Vapor de la Solución

A medida que se agregan moléculas de soluto a la solución, el solvente se vuelve menos volátil (disminuye la pv)

Las interacciones soluto-solvente contribuyen a este efecto

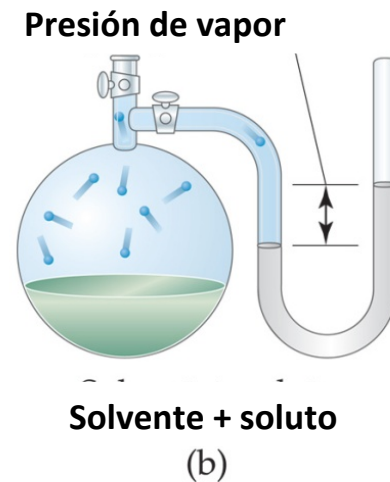
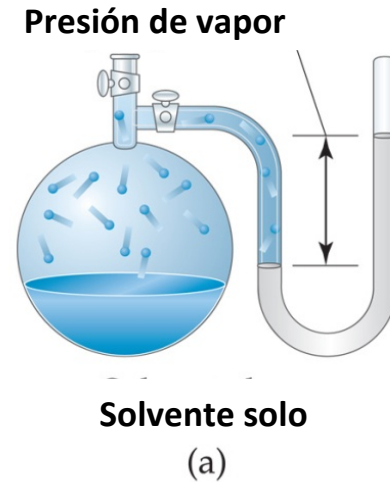


Curva de Presión de Vapor



Descenso de la Presión de Vapor de la Solución

Entonces, la **presión de vapor del solvente en la solución** ($P_{v\text{sol}}$) es menor que la **presión de vapor del solvente puro** (P_{v^0})



Descenso de la Presión de Vapor de la Solución

Ley de Raoult

$$P_A = X_A P_A^\circ$$

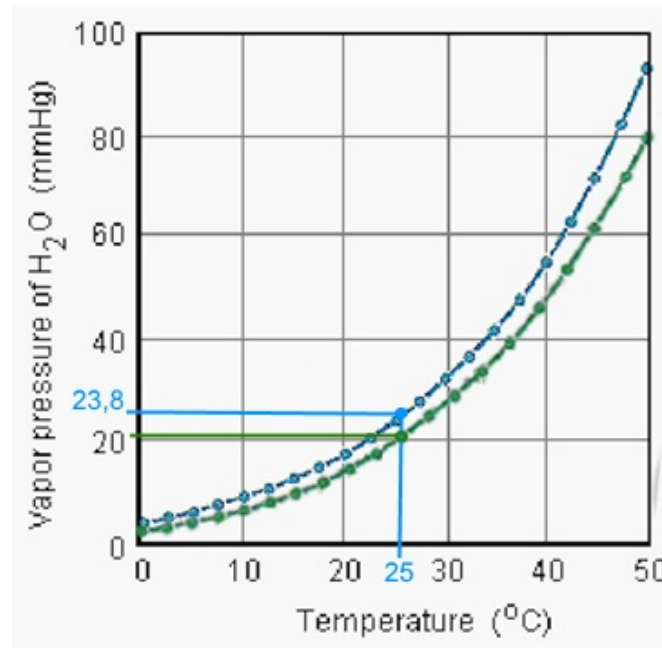


donde

- P_A° es la presión de vapor del componente A puro
- X_A es la fracción molar del componente A
- P_A es la presión de vapor del componente A en la solución

EJERCICIOS DE APLICACIÓN

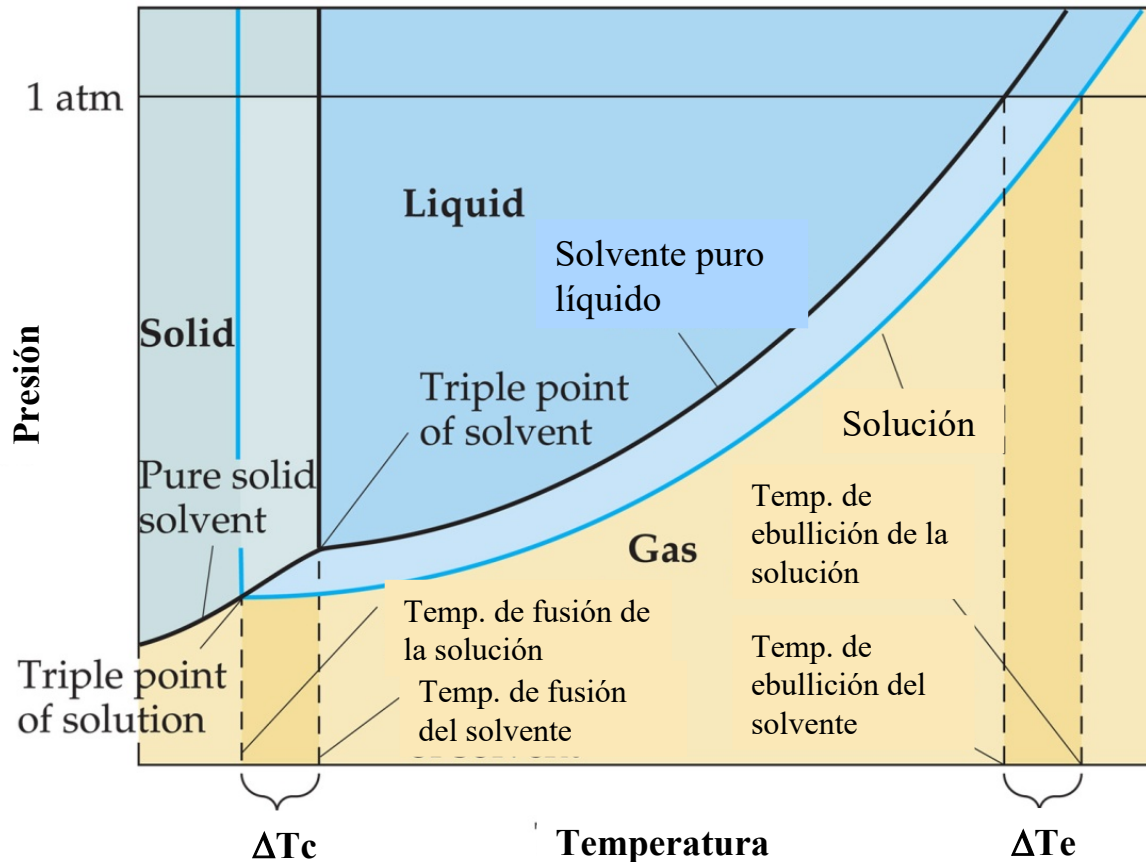
1) La glicerina ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) es un no-electrolito, no volátil con una densidad de 1,26 g/mL a 25°C. Calcular la presión de vapor a 25°C de una solución formada por el agregado de 50,0 mL de glicerina a 500 mL de agua. La presión de vapor del agua pura a 25°C es 23,8 torr



$$P_A = X_A P_A^\circ$$

2) La presión de vapor del agua pura a 110°C es 1070 torr. Una solución de etilenglicol y agua tiene una presión de vapor de 1,00 atm a 110°C. Asumiendo que se cumple la Ley de Raoult, cuál es la fracción molar del etilenglicol en la solución?

Elevación del p_{ebull} y Descenso del p_{cong}



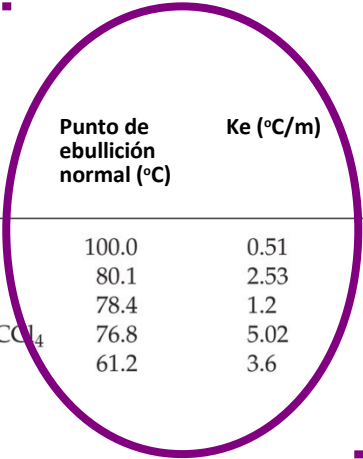
Las interacciones soluto-solvente también producen que las soluciones tengan mayores puntos de ebullición y menores puntos de congelación, con respecto al solvente puro

Elevación del punto de ebullición

El cambio en el p.e es proporcional a la molalidad de la solution:

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

donde K_e es la **constante ebulloscópica**, es una propiedad del solvente y representa la elevación del p.e de una solución 1,0 molal



Solvente	Punto de ebullición normal (°C)	K_e (°C/m)	Punto de fusión normal (°C)	K_f (°C/m)
Water, H ₂ O	100.0	0.51	0.0	1.86
Benzene, C ₆ H ₆	80.1	2.53	5.5	5.12
Ethanol, C ₂ H ₅ OH	78.4	1.2	-114.6	.99
Carbon tetrachloride, CCl ₄	76.8	5.02	-22.3	29.8
Chloroform, CHCl ₃	61.2	3.6	-63.5	.68

ΔT_e se suma al p.e normal del solvente

Elevación del punto de ebullición

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

Solvente	Punto de ebullición normal (°C)	K_e (°C/m)	Punto de fusión normal (°C)	K_c (°C/m)
Water, H ₂ O	100.0	0.51	0.0	1.86
Benzene, C ₆ H ₆	80.1	2.53	5.5	5.12
Ethanol, C ₂ H ₅ OH	78.4	1.2	-114.6	.99
Carbon tetrachloride, CCl ₄	76.8	5.02	-22.3	29.8
Chloroform, CHCl ₃	61.2	3.6	-63.5	.68

soluto	Conc. (m)	ΔT_e (°C)	T_e (°C)	ΔT_c (°C)	T_c (°C)	Partículas/kg solvente
Urea	0,6	0,306	100,306			$3,6 \times 10^{23}$
Glucosa	0,6	0,306	100,306			$3,6 \times 10^{23}$

Descenso del punto de congelación

El cambio en el p.cong puede calcularse en forma similar:

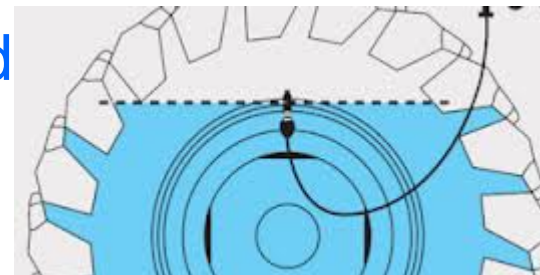
$$\Delta T_c = K_c \cdot m$$

donde K_c es la **constante crioscópica**, es una propiedad del solvente y representa la disminución del p.cong de una solución 1,0 molal

Solvente	Punto de ebullición normal (°C)	K_e (°C/m)	Punto de fusión normal (°C)	K_c (°C/m)
Water, H_2O	100.0	0.51	0.0	1.86
Benzene, C_6H_6	80.1	2.53	5.5	5.12
Ethanol, C_2H_5OH	78.4	1.2	-114.6	.99
Carbon tetrachloride, CCl_4	76.8	5.02	-22.3	29.8
Chloroform, $CHCl_3$	61.2	3.6	-63.5	.68



ΔT_c se resta del punto de congelación normal del solvente



Descenso del punto de congelación

$$\Delta T_c = K_c \cdot m$$

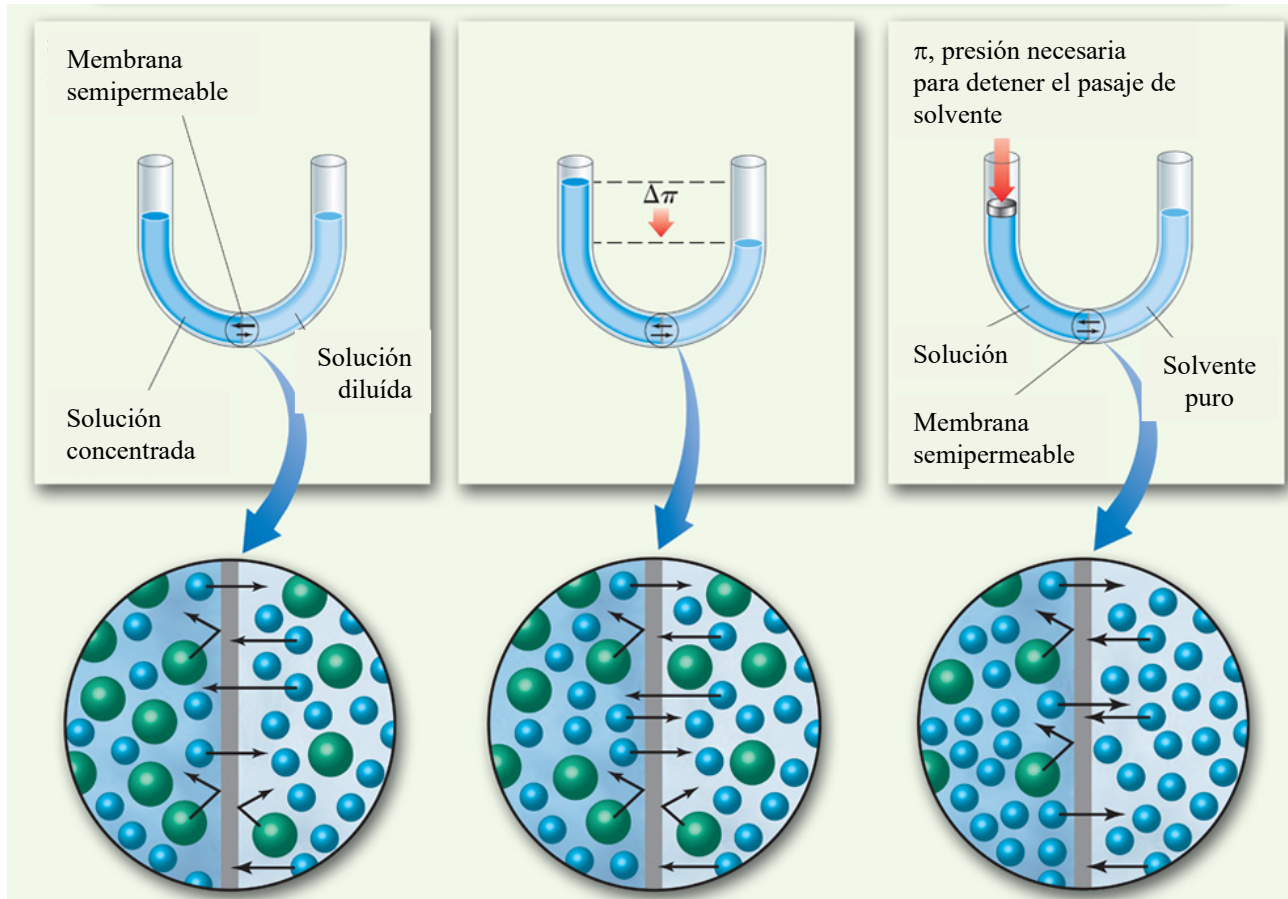
Solvente	Punto de ebullición normal (°C)	Ke (°C/m)	Punto de fusión normal (°C)	Kc (°C/m)
Water, H ₂ O	100.0	0.51	0.0	1.86
Benzene, C ₆ H ₆	80.1	2.53	5.5	5.12
Ethanol, C ₂ H ₅ OH	78.4	1.2	-114.6	.99
Carbon tetrachloride, CCl ₄	76.8	5.02	-22.3	29.8
Chloroform, CHCl ₃	61.2	3.6	-63.5	.68

soluto	Conc. (m)	ΔTe (°C)	Te (°C)	ΔTc (°C)	Tc (°C)	Partículas/kg solvente
Urea	0,6	0,306	100,306	1,116	-1,116	3,6x10 ²³
Glucosa	0,6	0,306	100,306	1,116	-1,116	3,6x10 ²³

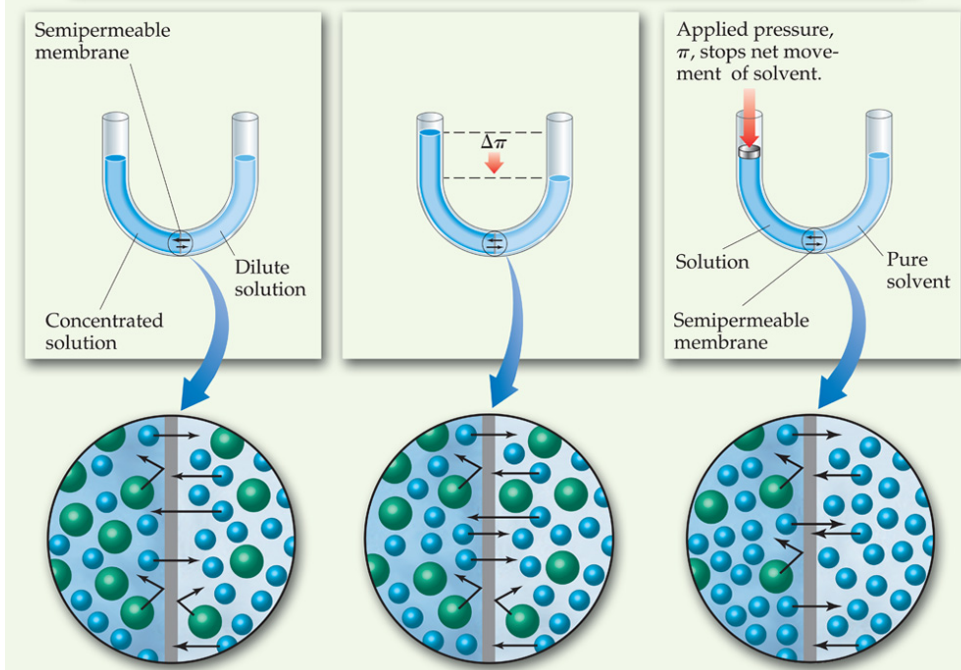
Ósmosis

- **Membrana semipermeable:** permite el pasaje de algunas partículas y el bloquea el de otras
- En sistemas biológicos, la mayoría de las **membranas semipermeables**, como las paredes celulares, permiten sólo el pasaje de agua y bloquean el pasaje de solutos

Ósmosis



Ósmosis



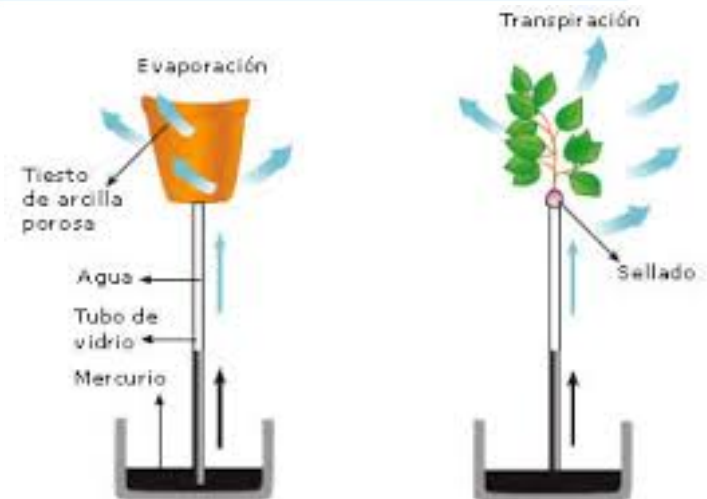
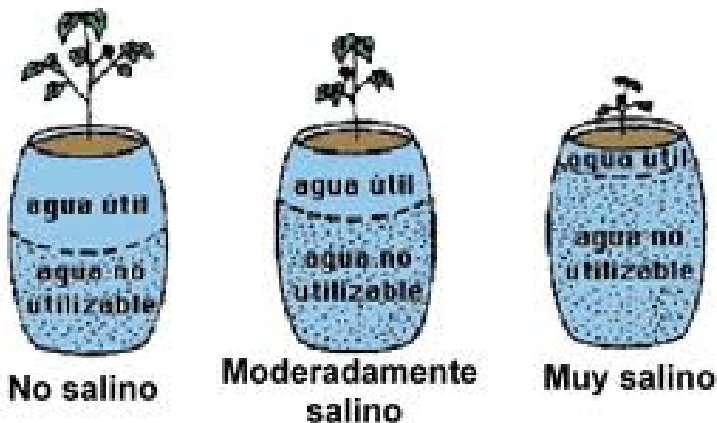
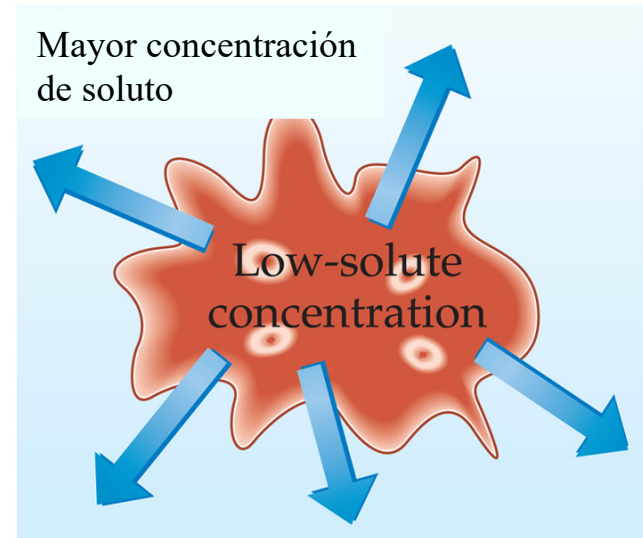
Hay movimiento neto de agua de la zona de **menor concentración de soluto** (*mayor contenido de agua-solución diluída*) a la zona de **mayor concentración de soluto** (*manor contenido de agua-solución concentrada*)

El agua trata de igualar las concentraciones a ambos lados, hasta que la presión se eleva ($\Delta\Pi$)

Ósmosis en células sanguíneas

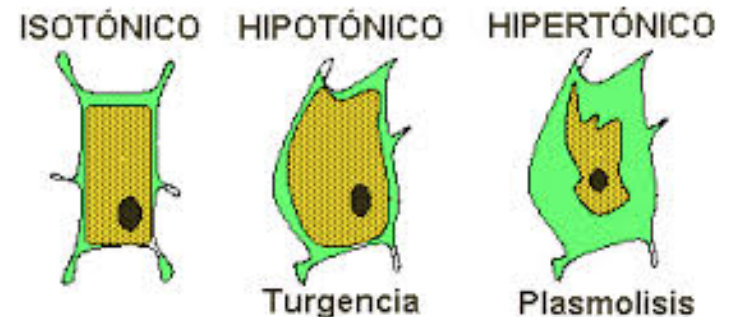
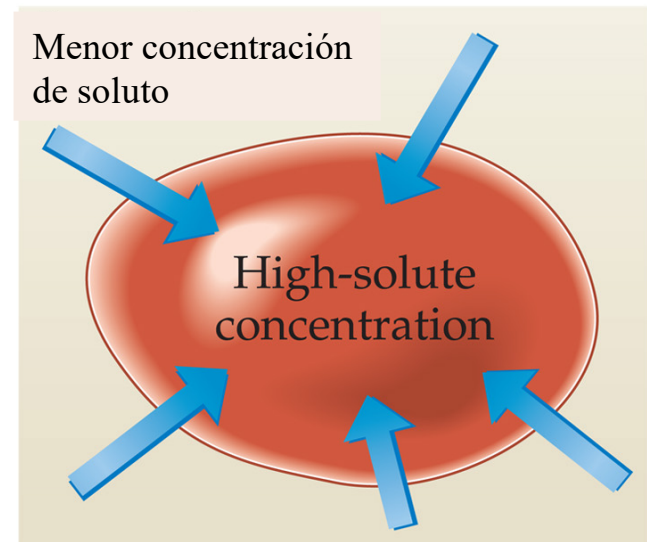
- Si [solución] fuera de la célula es mayor que dentro de la misma, la solución es **HIPERTÓNICA**

El agua sale fuera de la célula y se produce la **crenación**



Ósmosis en células sanguíneas

- Si [solución] fuera de la célula es menor que dentro de la misma, la solución es **HIPOTÓNICA**
- El agua fluye hacia dentro de la célula produciendo la **hemólisis**



Presión Osmótica

- La presión requerida para detener la ósmosis se conoce como **presión osmótica**, π , y es

$$\pi = M * R * T = (n / V) * R * T$$

donde

M = molaridad de la solución

n = número de moles V = volumen

R = constante general de los gases (0,082 lt.atm/K.mol)

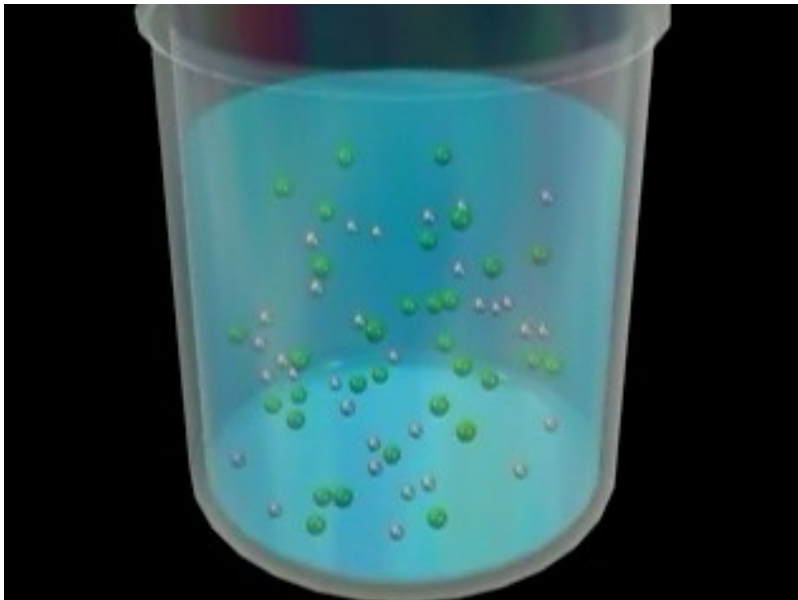
T = temperatura en K

Si la presión osmótica de ambos lados de una membrana es igual ($C_1 = C_2$), las soluciones son **ISOTÓNICAS**

SOLUCIONES

ELECTROLITOS

Sustancias que se disocian en iones cuando se disuelven en agua (ácidos, bases, sales)



NO-ELECTROLITOS

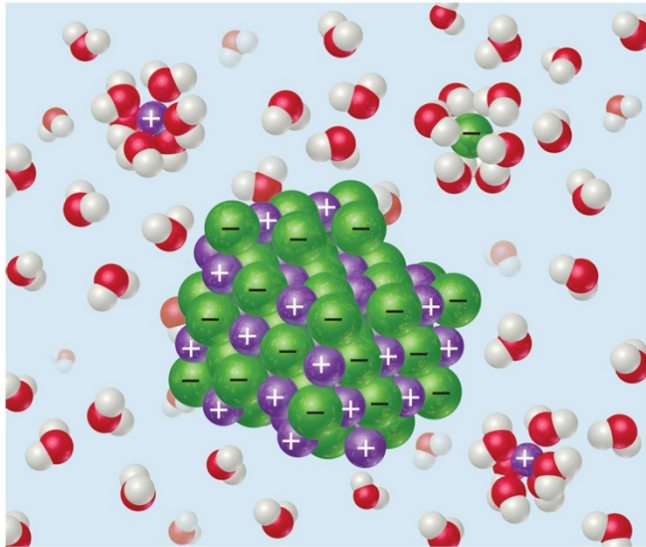
Sustancias que cuando se disuelven en agua no se disocian en iones (glucosa, sacarosa, urea)

Electrolitos

Son sustancias que disueltas en agua tienen la capacidad de conducir la corriente eléctrica



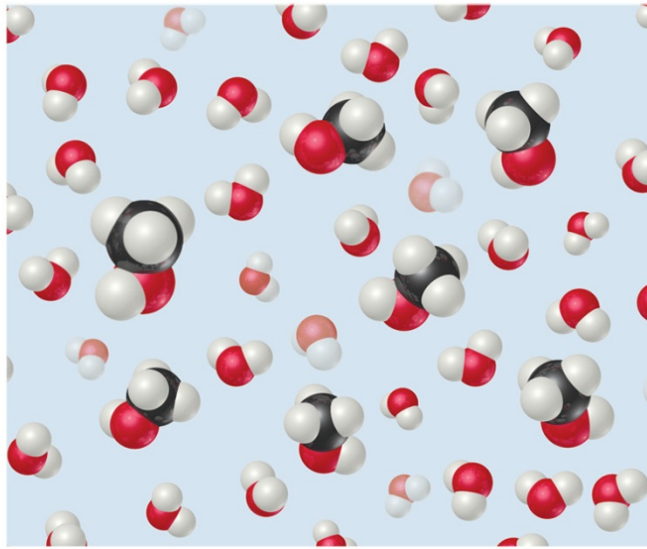
Electrolitos y No-Electrolitos



Los compuestos iónicos solubles, tienden a ser electrolitos:

NaCl, KI, Na₂SO₄

Electrolitos y No-Electrolitos



Los compuestos moleculares tienden a ser no-electrolitos, (excepto ácidos y bases):

Urea, glucosa, sacarosa

Propiedades coligativas

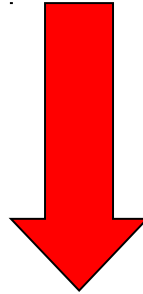
Solvente	Punto de ebullición normal (°C)	K_e (°C/m)	Punto de fusión normal (°C)	K_c (°C/m)
Water, H ₂ O	100.0	0.51	0.0	1.86
Benzene, C ₆ H ₆	80.1	2.53	5.5	5.12
Ethanol, C ₂ H ₅ OH	78.4	1.2	-114.6	.99
Carbon tetrachloride, CCl ₄	76.8	5.02	-22.3	29.8
Chloroform, CHCl ₃	61.2	3.6	-63.5	.68

soluto	Conc. (m)	ΔT_e (°C)	T_e (°C)	ΔT_c (°C)	T_c (°C)	Partículas/kg solvente
Urea	0,6	0,306	100,306	1,116	-1,116	$3,6 \times 10^{23}$
Glucosa	0,6	0,306	-0,306	1,116	-1,116	$3,6 \times 10^{23}$
NaCl	0,6	0,612				$7,2 \times 10^{23}$



Propiedades Coligativas

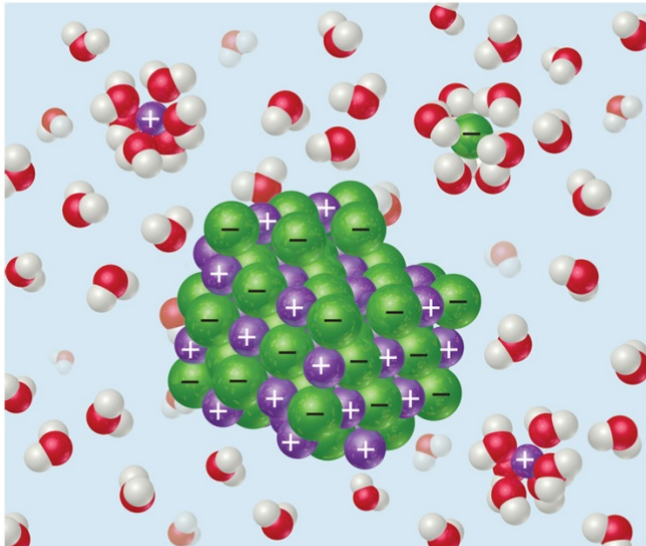
DEPENDEN DEL
NÚMERO DE PARTÍCULAS
EN SOLUCIÓN



DEPENDEN DE SI EL SOLUTO ES UN
ELCTROLITO O UN **NO-ELECTROLITO**

Propiedades Coligativas de las Soluciones

Electrolitos



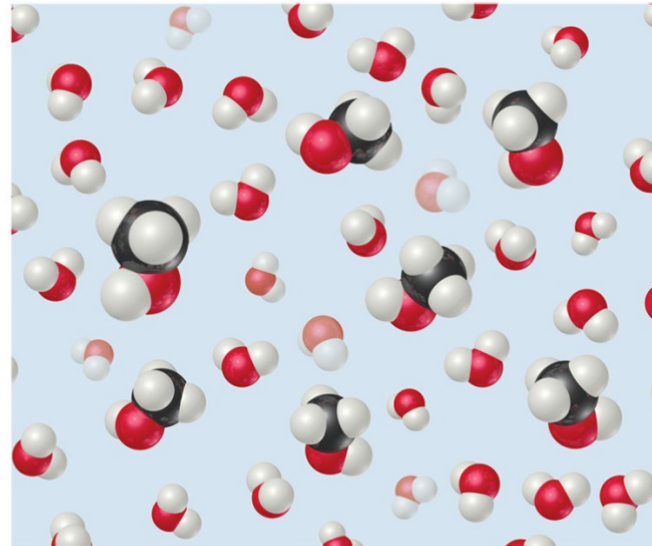
Se disocian en solución

NaCl se disocia en 2 iones



factor de van't Hoff = 2

No-Electrolitos



No se disocian en solución

1 partícula en solución



factor de van't Hoff = 1

Factor de van't Hoff

Se modifican las ecuaciones previas multiplicando cada una de ellas por el **factor de van't Hoff factor, i**

$$\Delta T_c = i \cdot K_c \cdot m$$

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

$$P_{\text{soluc}} = \frac{n_{\text{solv}}}{n_{\text{solv}} + i n_{\text{sto}}} \cdot P^o$$



$$\pi = i \cdot C \cdot R \cdot T$$

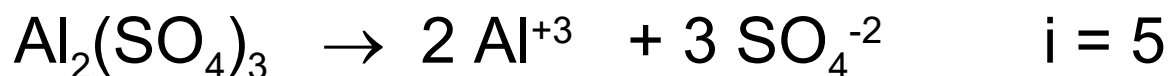
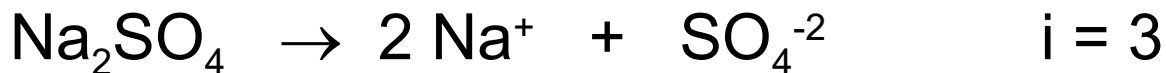
i = 1 para no-electrolitos

Propiedades coligativas

$$\Delta T_c = i K_c m$$

Solvente	Punto de ebullición normal (°C)	Ke (°C/m)	Punto de fusión normal (°C)	Kc (°C/m)
Water, H ₂ O	100.0	0.51	0.0	1.86
Benzene, C ₆ H ₆	80.1	2.53	5.5	5.12
Ethanol, C ₂ H ₅ OH	78.4	1.2	-114.6	.99
Carbon tetrachloride, CCl ₄	76.8	5.02	-22.3	29.8
Chloroform, CHCl ₃	61.2	3.6	-63.5	.68

soluto	Conc. (m)	ΔT_e (°C)	T_e (°C)	ΔT_c (°C)	T_c (°C)	Partículas/kg solvente
Urea	0,6	0,306	100,306	1,116	-1,116	$3,6 \times 10^{23}$
Glucosa	0,6	0,306	-0,306	1,116	-1,116	$3,6 \times 10^{23}$
NaCl	0,6	0,612	100,712	2,232	-2,232	$7,2 \times 10^{23}$



Cálculo de Masas Molares a partir de Propiedades Coligativas

Las propiedades coligativas se pueden utilizar para determinar la masa molecular de un compuesto

ΔT_c y ΔT_e  solutos pequeños

π  moléculas grandes (proteínas y polímeros)

Masas Molares a partir de Propiedades Coligativas

EJERCICIOS

La lisozima es una enzima que rompe las paredes celulares de bacterias. Una solución que contiene 0,150 g de la enzima en 210 mL de solución tiene una presión osmótica de 0,953 torr (760 torr = 1 atmósfera) a 25°C. Estime la masa molar de esta enzima.

Calcular la molalidad de etilenglicol $C_2H_6O_2$ que deberá tener una solución acuosa, para que no congele a -5 °C. Cuál será la concentración % p/p de la solución.

- a) Calcular la presión osmótica de una solución de NaCl 5% % p/p y $\delta=1,55$ g/ml.
- b) Qué molaridad tendrá que tener una solución de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{12}$) para tener la misma π ?