

### PROPIEDADES COLIGATIVAS

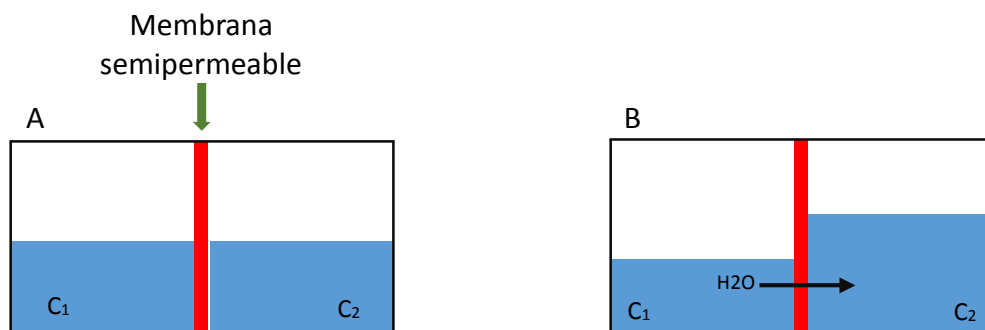
Las propiedades coligativas son:

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

Estas propiedades dependen sólo del número de partículas de soluto en disolución y no de la naturaleza de las partículas del soluto, independientemente de que sean átomos, iones o moléculas.

### **PRESION OSMOTICA**

Muchos procesos químicos y biológicos dependen de la ósmosis, *el paso selectivo de moléculas de disolvente a través de una membrana porosa desde una solución diluida hacia una de mayor concentración*. La presión osmótica es la propiedad coligativa con mayor importancia en fisiología.



En esta figura se ejemplifica el fenómeno de ósmosis. El compartimiento de la izquierda del aparato contiene el disolvente puro ( $C_1$ ), el compartimiento de la derecha contiene una disolución ( $C_2$ ). Por lo tanto,  $C_1 < C_2$ . Los dos compartimientos están separados por una **membrana semipermeable**, que permite el paso de las moléculas de disolvente pero impide el paso de las moléculas de soluto. Al principio (A), el nivel de agua en los dos compartimientos es igual. Después de algún tiempo (B), el nivel del compartimiento de la derecha empieza a subir y continúa elevándose hasta que alcanza el equilibrio, es decir, hasta que ya no se observa ningún cambio. La **presión osmótica** ( $\pi$ ) de una disolución es la presión que se requiere para detener la ósmosis. Es decir, la presión que se debería ejercer sobre la solución más concentrada para evitar el paso de agua desde la solución más diluida. La ecuación que describe el fenómeno osmótico, **ecuación de Van't Hoff**, dice que la presión osmótica es proporcional a la diferencia de concentración a ambos lados de la membrana y a la temperatura absoluta a la que ocurre el fenómeno.

$$f = R \cdot T \cdot \Delta C$$

T = temperatura en °K

R = constante de los gases (0.082 atm.L/°K.mol)

$\Delta C$  = diferencia de concentración a ambos lados de la membrana en moles/L

Si queremos saber la presión osmótica que ejerce una solución de un determinado soluto, debemos usar la ecuación como sigue:

$$f = R \cdot T \cdot M$$

M = molaridad (moles/L) de la solución.

La ecuación puede corregirse o modificarse levemente para algunas situaciones especiales. Por ejemplo, algunas moléculas se disocian en dos o más partes al entrar en solución, y cada parte de la molécula disociada ejerce su efecto concentrador en forma independiente. De modo que agregamos:

$$f = R \cdot T \cdot (i \cdot g \cdot M)$$

i = Coeficiente de disociación (número de partículas en que se disocia el soluto)

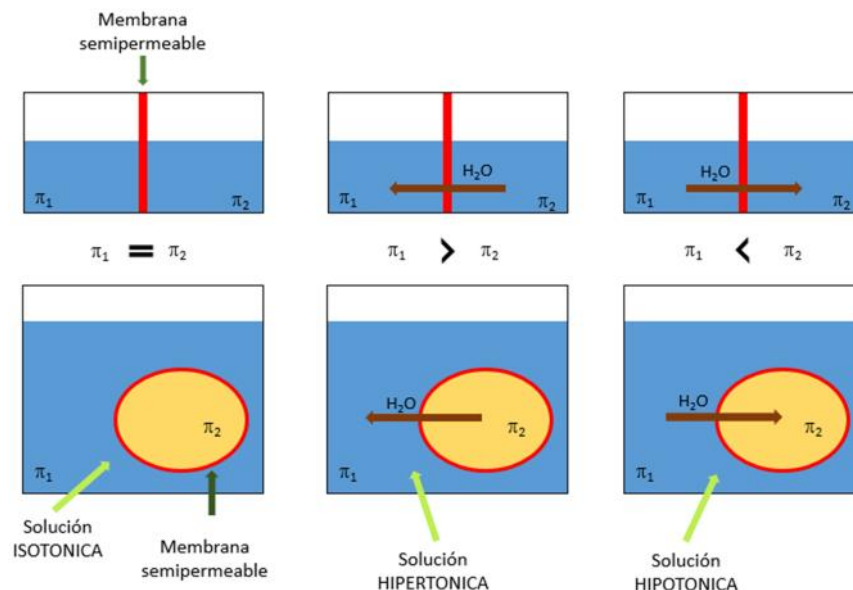
g = Coeficiente osmótico

i . g . M = **osmolaridad** (cantidad de partículas osmóticamente activas por litro de solución)

A su vez, esta ecuación, sólo es válida para una membrana en la que los **solutos** son **impermeables**. Si hay alguna permeabilidad al soluto, se encontrará un valor de presión osmótica menor al que calculamos con esta ecuación. Corregiremos esta desviación introduciendo el coeficiente de reflexión de Staverman ( $\sigma$ ):

$$f_{ef} = R \cdot T \cdot \sigma \cdot \text{Osmolaridad}$$

$f_{ef}$  es la presión osmótica efectiva a la cual definiremos como **tonicidad**. La tonicidad de una solución describe el cambio de volumen de una célula sumergida en dicha solución.



La **TONICIDAD** de una solución se define por la respuesta de las células cuando las sumergimos en dicha solución. Si la célula no cambia su volumen, decimos que la solución es **ISOTONICA** y se debe a que no hay flujo neto de agua. La solución se define como **HIPERTONICA** cuando el volumen celular disminuye debido a la salida de agua y como **HIPOTONICA** cuando ingresa agua a la célula aumentando su volumen.

## PROBLEMAS

---

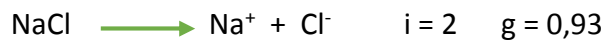
### Problema 4

$$f = R \cdot T \cdot \Delta C$$

$$\pi = 0,082 \text{ atm.L/K.mol} \times 310 \text{ K} \times 10 \cdot 10^{-3} \text{ moles/L}$$

$$\pi = 0,25 \text{ atm}$$

### Problema 7



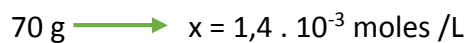
$i \cdot g \cdot M = \text{osmolaridad}$

$$M = \frac{\text{osmolaridad}}{i \cdot g} = \frac{300 \text{ mmoles/L}}{2 \times 0,93} = 161,3 \text{ mmoles/L}$$



Rta: 9,43 g

### Problema 8



$$f = R \cdot T \cdot i \cdot g \cdot M$$

$$\pi = 0,082 \text{ atm.L/K.mol} \times 310 \text{ K} \times 1 \times 1,2 \times 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ moles /L}$$

$$\pi = 0,0427 \text{ atm} = 32,45 \text{ mmHg}$$

Rta: 32,45 mmHg

### Problema 5

El interior de glóbulo rojo tiene una osmolaridad de 300 mOsm, por lo tanto, al introducirlo en soluciones de distintas osmolaridades, estos son los resultados obtenidos:

<b>A – NaCl 90 mM</b>	180 mOsm	<b>HIPOOSMOTICA HIPOTONICA</b>	Se hincha (entra agua)
<b>B – NaCl 150 mM</b>	300 mOsm	<b>ISOOSMOTICA ISOTONICA</b>	No cambia su volumen
<b>C – NaCl 300 mM</b>	600 mOsm	<b>HIPEROSMOTICA HIPERTONICA</b>	Se deshincha (sale agua)
<b>D – Urea 300 Mm (<math>\dagger= 0,62</math>)</b>	300 mOsm 186 mOsm	<b>ISOOSMOTICA HIPOTONICA</b>	Se hincha (entra agua)

### Problema 9

$$f = R \cdot T \cdot M$$

$$M = \frac{\pi}{R \times T} = \frac{5,59 \text{ atm}}{0,082 \text{ atm.L/K.mol} \times 310 \text{ K}} = 0,220 \text{ moles/L} = 0,220 \text{ osm/L} = 220 \text{ mOsM}$$

Rta: 220 mOsM

### Problema 10

El problema se puede resolver de dos maneras:

1 – Podemos calcular la diferencia de concentración entre ambas soluciones y reemplazar en la ecuación  $f = R \cdot T \cdot \Delta C$  para conocer la diferencia de presión entre las dos.

2 – O, podemos calcular la presión osmótica ejercida por cada solución con la ecuación  $f = R \cdot T \cdot M$  y luego calcular la diferencia de las dos presiones.

Aquí lo voy a resolver de la manera número 1:

$$58,5 \text{ g NaCl} \longrightarrow 1 \text{ mol}$$

$$0,9 \text{ g NaCl} \longrightarrow x = 0,0153 \text{ moles}$$

$$58,5 \text{ g NaCl} \longrightarrow 1 \text{ mol}$$

$$0,45 \text{ g NaCl} \longrightarrow x = 7,7 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$$

$$100 \text{ ml} \longrightarrow 0,0153 \text{ moles}$$

$$1000 \text{ ml} \longrightarrow x = 0,153 \text{ moles/L}$$

$$100 \text{ ml} \longrightarrow 7,7 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$$

$$1000 \text{ ml} \longrightarrow x = 0,077 \text{ moles/L}$$

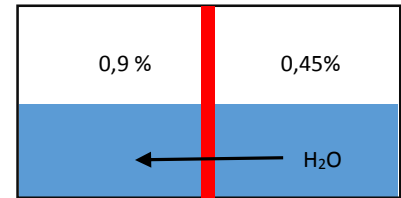
$$\Delta C = 0,153 \text{ moles/L} - 0,077 \text{ moles/L} = 0,076 \text{ moles/L}$$

$$f = R \cdot T \cdot \Delta C$$

$$\pi = 0,082 \text{ atm.L/K.mol} \times 293 \text{ K} \times 0,076 \text{ moles/L}$$

$$\pi = 1,86 \text{ atm}$$

El agua se va a mover desde la solución menos concentrada hacia la más concentrada para lograr igualar las concentraciones.



### Problema 11

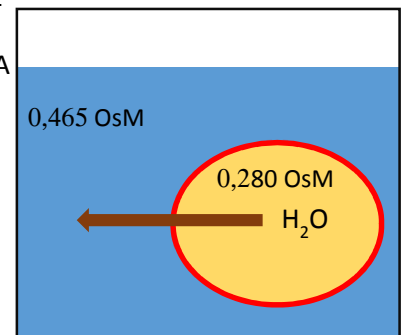
a-  $f = R \cdot T \cdot M$

$$M = \frac{\pi}{R \times T} = \frac{7,0 \text{ atm}}{0,082 \text{ atm.L/K.mol} \times 293 \text{ K}} = 0,291 \text{ moles/L}$$

b- osmolaridad =  $i \cdot g \cdot M$

$$\text{osmolaridad} = 2 \times 0,8 \times 0,291 \text{ moles/L} = 0,465 \text{ osmoles/L}$$

c- El agua se va a desplazar de la solución más diluida a la más concentrada. Por lo tanto, estamos en presencia de una solución HIPERTONICA respecto a la célula.



### Problema 14

a-  $f = R \cdot T \cdot M$

$$M = \frac{\pi}{R \times T} = \frac{5,33 \text{ atm}}{0,082 \text{ atm.L/K.mol} \times 310 \text{ K}} = 0,209 \text{ moles/L} = 209 \text{ mOsm}$$

$$270 \text{ mOsm} - 209 \text{ mOsm} = 61 \text{ mOsm}$$

$$1 \text{ mOsm glucosa} \longrightarrow 180 \text{ mg}$$

$$61 \text{ mOsm glucosa} \longrightarrow x = 10980 \text{ mg} = 10,98 \text{ g}$$

b- La solución es HIPOTONICA. Entra agua a la célula, se hincha y se lisa (rompe).

### Problema 15

Como el flujo de solvente es cero, entonces  $Osm_A = Osm_B$  y  $\pi_A = \pi_B$

$$\pi_A = R \times T \times Osm_A$$

$$Osm_A = \frac{\pi}{R \times T} = \frac{7,21 \text{ atm}}{0,082 \text{ atm.L/K.mol} \times 293 \text{ K}} = 0,300 \text{ moles/L}$$

$$\text{Rta: } Osm_B = 0,300 \text{ osm/L}$$

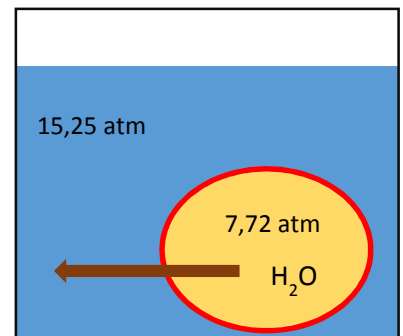
### Problema 16

$$a- \pi_{ef} = R \times T \times Osm_{ef}$$

$$\pi_{ef} = 0,082 \text{ atm.L/K.mol} \times 310 \text{ K} \times 0,6 \text{ moles/L}$$

$$\pi_{ef} = 15,25 \text{ atm}$$

El agua se va a desplazar de la solución más diluida a la más concentrada. O sea, desde la que tiene menor presión osmótica a la de mayor presión. Por lo tanto, estamos en presencia de una solución HIPERTONICA respecto a la célula.



$$b- \pi_{ef} = R \times T \times \sigma \times Osm_{ef}$$

$$\pi_{ef} = 0,082 \text{ atm.L/K.mol} \times 310 \text{ K} \times 0,02 \times 0,6 \text{ moles/L}$$

$$\pi_{ef} = 0,30 \text{ atm}$$

En este caso el agua va a ingresar a la célula porque el interior celular tiene mayor presión osmótica. Esto se debe a que el soluto X pasa casi libremente por la membrana ( $\sigma$  cercano a cero) y no ayuda a elevar la presión osmótica en el exterior.

