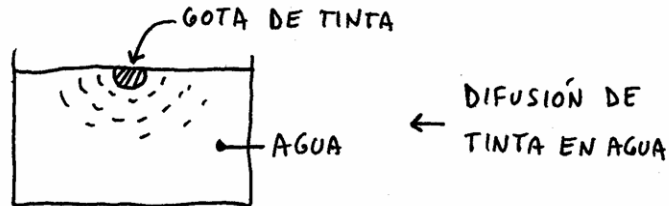
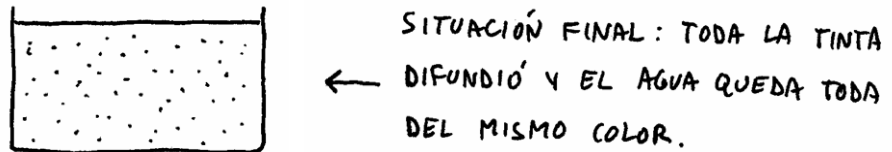


DIFUSION

Supongamos que tiro una gota de tinta en un vaso con agua. La gota queda flotando y a medida que pasa el tiempo se empieza a esparcir por todo el vaso. A este fenómeno se lo llama DIFUSIÓN. Mirá el dibujito :



Si deajo pasar suficiente tiempo, toda la tinta difundirá en el agua. Si la tinta es azul, al rato toda el agua quedará ligeramente celestita. Toda la tinta habrá difundido en el agua.



Fijate esto: la cuestión de que la tinta se distribuya por todo el vaso de agua ocurre sola. Yo puedo ayudar si revuelvo un poco. Pero si no revuelvo nada, el asunto ocurre igual (tarda más tiempo). Se habla entonces de difusión pasiva. Tengo difusión pasiva cuando la tinta se difunde sola, sin que nadie "haga fuerza" para que eso ocurra.

Este asunto de la difusión puede darse en el caso de líquidos con líquidos (tinta en agua) Pero también puede haber difusión de gases en gases o de gases en líquidos y todo eso. Por ejemplo, si tiro sal en agua, tengo difusión de un sólido en un líquido. Si tiro perfume en una habitación tendré difusión de un gas en un gas.

Entonces: ¿ qué es la difusión ?

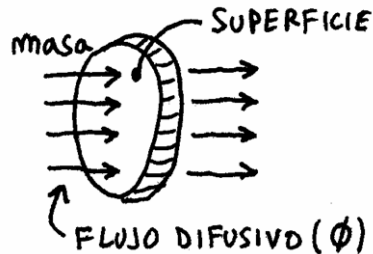
Rta: La difusión se da cuando una substancia que se esparce en otra substancia. Por ejemplo, tinta en agua, azúcar en agua o perfume en el aire.

¿ Por qué ocurre la difusión ?

Rta: Hummmm.... Difícil de explicar. Lo que tenés que saber es que la difusión se da sola, sin que nadie empuje para que se produzca. Es como una especie de tendencia que tiene la naturaleza a igualar. La naturaleza no quiere agua por un lado y tinta por el otro. La naturaleza quiere una solución homogénea de tinta en agua.

FLUJO DIFUSIVO FI (Φ)

La idea ahora es tratar de ver qué cantidad de tinta está difundiendo. Hago un dibujito. Agarro una cierta superficie. Me fijo que cantidad de materia está atravesando esta superficie en cierto tiempo.



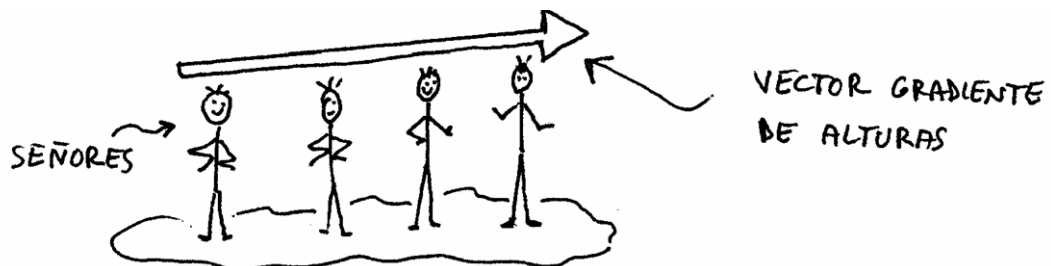
Acá hablamos de flujo FI (Φ). Vendría a ser la cantidad de masa que pasa por unidad de superficie en cierto tiempo. Sin hilar fino se podría entender al flujo FI como una especie de "caudal" o algo por el estilo. El flujo FI se calcula como:

$$\Phi = \frac{\text{masa}}{\text{Area} \times \Delta t} \left[\frac{\text{moles}}{\text{cm}^2 \times \text{seg}} \right]$$

Por ejemplo un flujo de $20 \text{ kg/m}^2 \times \text{seg}$ me está indicando que por cada metro cuadrado de superficie pasan 20 kg por segundo. FI se puede medir en varias unidades diferentes. Generalmente acá en biofísica se usa moles / $\text{cm}^2 \cdot \text{seg}$.

VECTOR GRADIENTE

El gradiente es un vector que indica **hacia donde crece algo**. Se puede hablar por ejemplo de gradiente de alturas. Ese vector me indicaría hacia donde va creciendo la altura de alguna cosa (Montañas, por ejemplo). Si yo pongo en fila todos los alumnos del aula y los ordeno según la nota que sacaron, el vector gradiente de notas nacería en los que tienen nota cero y terminaría en los que tienen nota 10.



La flecha que representa al vector gradiente siempre nace donde lo que tengo es chico y apunta hacia donde lo que tengo es grande. Es decir, (importante), la flecha del gradiente apunta siempre de menor a mayor.

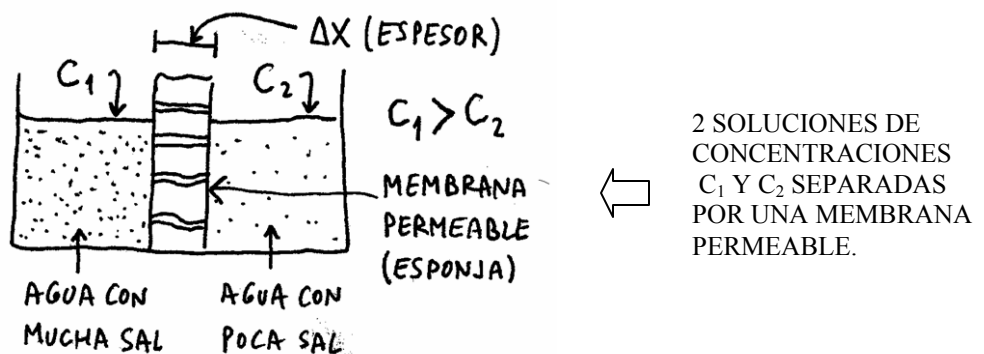
En el caso de tener 2 soluciones con distinta cantidad de soluto disuelta, se puede hablar de GRADIENTE DE CONCENTRACIÓN . Sería una flecha que iría desde donde tengo la concentración menor hasta donde tengo la concentración mayor.

LEY DE FICK DE LA DIFUSION (Importante)

Fick estudió este fenómeno de la difusión. El quiso entender qué es lo que movía a una cosa (la sal) a difundir en otra cosa (El agua). Fick hizo algunos experimentos y llegó a la conclusión de que lo que provocaba la difusión era que el agua no tenía la misma concentración en todo el vaso.

O sea: Tiro un poco de sal en el agua. La sal se disuelve y tengo cierta concentración de sal en agua, por ejemplo, 2 g por litro. La naturaleza "no quiere" que la sal esté separada del agua. Trata de juntarlas para que formen una única solución con una única concentración. Es como si la naturaleza tuviera una tendencia a " igualar ".

Analicemos ahora esta otra situación: pongo en un recipiente agua con mucha sal de un lado y agua con poca sal del otro. Tengo 2 soluciones de concentraciones C_1 y C_2 . Supongamos que la solución C_1 está más concentrada que la solución C_2 . ($C_1 > C_2$). Para que las 2 soluciones no se mezclen, pongo un tabique que divida el recipiente en dos partes. Le hago al tabique unos agujeritos para que pueda pasar solución de un lado al otro. Conclusión, es como si estuviera poniendo un pedazo de esponja para separar las 2 soluciones. Es decir, sería algo así:



A este tabique poroso se lo llama membrana PERMEABLE. Una membrana es permeable cuando deja pasar soluto para los 2 lados y solvente para los 2 lados. En la práctica una membrana permeable vendría a ser una esponja.

Como la membrana es permeable y deja pasar todo, empezará a haber flujo de solvente de un lado para el otro y flujo de soluto de un lado para el otro.

Pregunta; ¿ Hasta cuándo va a seguir este flujo ?

Rta: Va a seguir por un rato. Ahora vamos a ver hasta cuando.

GRADIENTE DE CONCENTRACION

Fijate ahora a qué se llama diferencia de concentración. La diferencia de concentración ΔC es la resta entre las concentraciones de las 2 soluciones. Es decir:

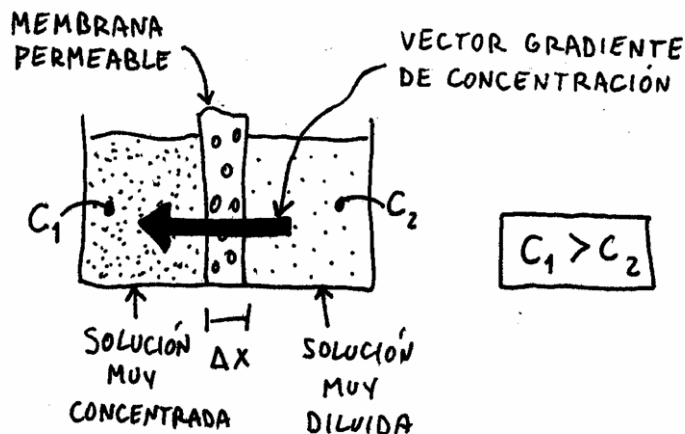
$$\Delta C = C_2 - C_1 \quad \leftarrow \text{DIFERENCIA DE CONCENTRACIONES}$$

Las unidades de la diferencia de concentración serán moles por litro o kg por litro o alguna otra combinación como moles por cm^3 .

$$[\Delta C] = \frac{\text{moles}}{\text{cm}^3} \quad \leftarrow \text{UNIDADES DE LA DIFERENCIA DE CONCENTRACION}$$

A la distancia de separación entre las 2 soluciones se la llama ΔX (delta equis). El ΔX es el espesor de la membrana.

Vamos ahora al asunto del gradiente de concentración. Acá en difusión ellos definen el gradiente de concentración como ΔC dividido ΔX .



Suponiendo que la concentración de la solución C_1 es mayor que la concentración de la solución C_2 , el gradiente de concentración apuntaría hacia la izquierda <-- así.

El vector apunta así \leftarrow porque el gradiente de algo siempre va de menor a mayor.

Como la concentración se mide en moles por cm^3 y el espesor se mide en centímetros,

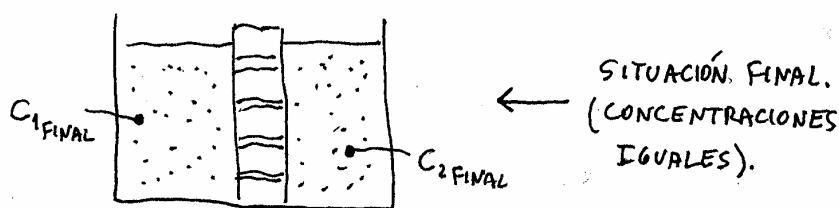
las unidades del gradiente de concentración van a ser moles / cm⁴.

$$\boxed{\frac{C_1 - C_2}{\Delta X}} \quad \leftarrow \quad \text{GRADIENTE DE CONCENTRACIÓN}$$

Lo que va a pasar ahora es que lentamente, el soluto de la solución concentrada C_1 de la izquierda va a ir pasando hacia la derecha para ir aumentando la concentración de la solución diluida C_2 . Y viceversa, el solvente de la solución diluida C_2 de la derecha va a ir pasando hacia la izquierda para ir disminuyendo la concentración de la solución C_1 . (Esto hay que pensarlo un poquito).

Entonces, ahora sí, pregunta: ¿ Cuándo se va a detener el proceso de difusión ?

Rta: Cuando las concentraciones se igualen. Al final C_1 será igual a C_2 . Es decir que la situación final será algo así:



EL FLUJO DE SOLUTO VA AL REVÉS DEL GRADIENTE

Analicemos lo que pasa con la sal (El soluto). La sal va a ir de la solución más concentrada a la solución menos concentrada. Se producirá un flujo **DE SOLUTO AL REVÉS DEL GRADIENTE DE CONCENTRACION**. El gradiente de concentración va a apuntar así : \leftarrow y el soluto va a fluir así \rightarrow . (Atención, leer bien esto último). Entonces, el flujo de soluto siempre va al revés del gradiente. Este concepto es importante.

Atención: En biología ellos suelen definir el gradiente de concentración al revés que en física. Ellos dicen que el gradiente es un vector que va de lo mayor a lo menor. Por eso es que probablemente en biología te digan que el flujo va " A FAVOR " del gradiente. (Al final, uno te dice una cosa, el otro te dice otra cosa y el alumno termina pagando los platos rotos).

LEY DE FICK

La formula que me da el flujo de soluto de un lado a otro de la membrana es la ley de Fick. Esta ley me da la cantidad de kg (o moles) de soluto pasan cada segundo de un lado a otro de la membrana.

$$\Phi = D \frac{C_1 - C_2}{\Delta X}$$

↑ FLUJO DIFUSIVO ↑ cte de DIFUSIÓN ← LEY DE FICK

La ley de Fick dice que el flujo de soluto que atraviesa la membrana es proporcional al gradiente de concentración y de sentido contrario. Todo esto está multiplicado por una constante D llamada constante de difusión o constante de Fick. Las unidades de D son cm^2/seg o m^2/seg

$[D] = \text{cm}^2/\text{seg}$	←	Unidades de la constante de difusión de Fick
--------------------------------	---	--

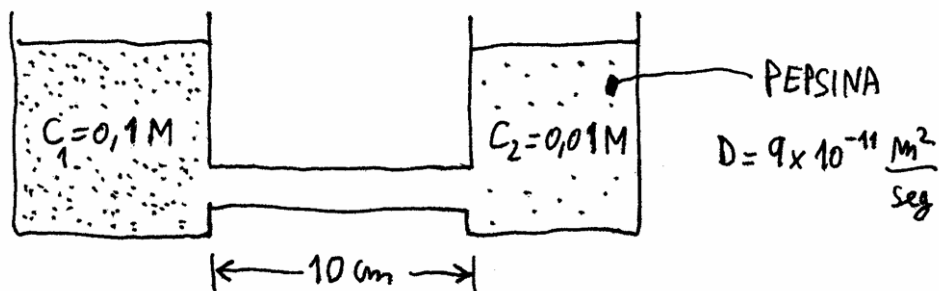
Cada sustancia tiene su constante de difusión. D no es la misma si difunde azúcar en agua que si difunde sal en agua. Esta constante D también depende de la temperatura a la que se lleva a cabo la difusión. A mayor temperatura, la difusión suele ser más rápida.

Ahora, vamos a esto. Si mirás en los libros vas a ver que delante de la D hay un signo menos. Conceptualmente es importante entender el significado del signo menos. El menos se pone para indicar que el flujo de soluto apunta al revés del gradiente de concentración. Pero para resolver los problemas vos poner todo sin signo menos. Entonces te queda la fórmula como la puse yo.

EJEMPLO:

EL COEFICIENTE DE DIFUSIÓN DE LA PEPSINA EN AGUA ES $9 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$. DOS RECIPIENTES CON CONCENTRACIONES DIFERENTES DE PEPSINA (0,1 M Y 0,01 M) ESTÁN EN CONTACTO MEDIANTE UN TUBO DE 10 cm DE LONGITUD. ¿ CUANTO VALE EL FLUJO ENTRE AMBOS RECIPIENTES ?

Hagamos un dibujito de los 2 recipientes con el tubo que los conecta.



Planteo la ley de Fick:

$$\Phi = D \cdot \frac{C_1 - C_2}{\Delta X}$$

Me dan la constante de difusión en m^2/seg . La paso a cm^2/seg :

$$D = 9 \times 10^{-11} \frac{m^2}{seg} = 9 \times 10^{-7} \frac{cm^2}{seg}$$

Me queda:

$$\phi = 9 \times 10^{-7} \frac{cm^2}{seg} \cdot \frac{0,1 \text{ moles/l} - 0,01 \text{ moles/l}}{10 \text{ cm}}$$

$$\Rightarrow \phi = 9 \times 10^{-7} \frac{cm^2}{seg} \cdot \frac{0,09 \text{ moles}}{10 \text{ cm} \times 1000 \text{ cm}^3}$$

$$\Rightarrow \phi = 8,1 \times 10^{-12} \frac{\text{moles}}{cm^2 \times seg} \leftarrow \text{FLUJO ENTRE LOS RECIPIENTES}$$

En realidad este flujo que calculé es el flujo inicial. Digo inicial porque a medida que empiezan a pasar el soluto y el solvente para un lado y para el otro de la membrana, las concentraciones cambian. Y al cambiar ΔC , cambia el flujo.

DISTANCIA RECORRIDA POR UNA MOLECULA

Cuando una cosa difunde, sus moléculas recorren cierta distancia en cierto tiempo. La fórmula que me da la distancia recorrida es:

$$x = \sqrt{2 D t}$$

En esta ecuación, x es la distancia recorrida por la molécula, D es la constante de difusión y t es el tiempo transcurrido.

Ejemplo: CALCULAR QUE DISTANCIA RECORRE EN 1 HORA UNA MOLÉCULA DE PEPSINA QUE DIFUNDE EN AGUA.

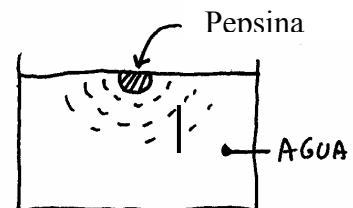
DATO: $D_{PEPSINA} = 9 \times 10^{-11} m^2/s$

Planteo:

$$x = \sqrt{2 D t}$$

$$x = \sqrt{2 \cdot 9 \times 10^{-7} \frac{cm^2}{seg} \cdot 3600 \text{ seg}}$$

$$\rightarrow X = 0,08 \text{ cm}$$



← Distancia que Recorre

CONCEPTO DE DIFUSIÓN (Interesante)

El mecanismo de difusión es muy importante en lo que respecta al cuerpo humano y a las células. Las células absorben sustancias por difusión. Distribuyen las sustancias por difusión. Eliminan subproductos por difusión. (Dióxido de carbono y todo eso). También se elimina por difusión el nitrógeno de la sangre de los buzos que están mucho tiempo sumergidos. El problema es que la difusión es un proceso lento. Si el buzo sube muy rápido, el nitrógeno puede no alcanzar a salir de la sangre y el tipo puede fenecer. (Narcosis de las profundidades). Muchos buzos murieron hasta que este asunto se descubrió.

La idea de difusión es muy interesante. Vos fijate. Al tirar una gota de tinta en agua, la tinta difunde. O sea, " se esparce " por todo el vaso. La misma idea se usa en la vida diaria cuando usamos la palabra difusión. Se habla de difundir un rumor, de difundir un mensaje de paz, o de difundir las ideas políticas de San Martín. Difundir vendría a ser " tirar algo de manera que ese algo se desparrame por todos lados ".

Y hay más. En realidad el fenómeno de la difusión muestra **la tendencia de la naturaleza a igualar**. La naturaleza no desea que en un lado del vaso haya tinta y en otro lado haya agua. La naturaleza no quiere sal de un lado y agua del otro. La naturaleza quiere que esté todo igual, todo revuelto, todo mezclado. Para lograr eso intenta desparramar la tinta por todo el vaso para que en todos lados haya la misma cantidad. (La tinta la sal, o lo que sea).

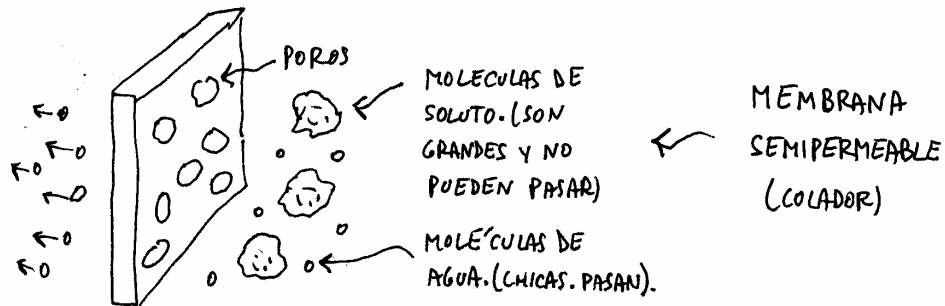
Políticamente hablando, algunas guerras se generan por difusión. Hay demasiados individuos concentrados dentro de una región. Para países que tenga mucha densidad de población, la guerra es inevitable. Tarde o temprano la gente de ese país cruzará la frontera e invadirá al vecino. Pondrán alguna excusa razonable para justificar la invasión. Pero en realidad la excusa es falsa. La que está obligando a que se produzca la guerra es la naturaleza. La idea de la naturaleza es " diluir " la concentración de gente de un lado de la frontera

El problema de ricos y pobres también es un asunto de difusión. Los ricos tienen mucha plata. Tienen pilones de plata. Tienen lingotes de oro guardados en sus bancos. (Malditos). Pero cuidado, porque a la naturaleza no le gusta eso. La naturaleza odia que haya gran concentración de riqueza en un solo lugar. La naturaleza quiere sacarle la riqueza a los ricos y distribuirla por igual a todo el mundo.

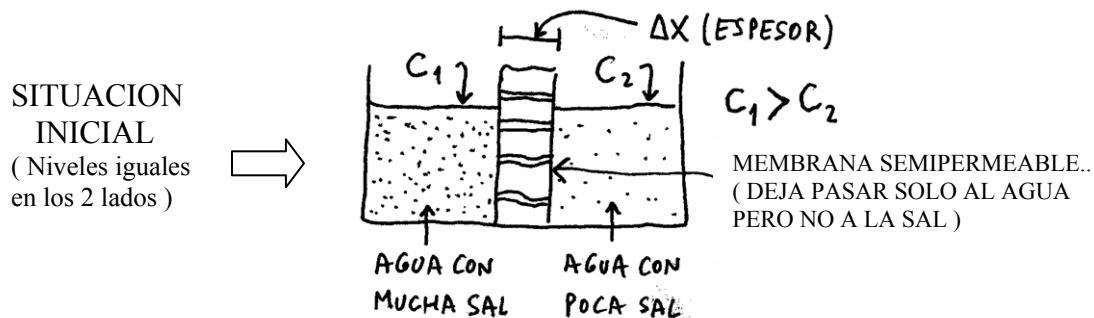
OSMOSIS

Tengo ósmosis cuando la difusión se produce a través de una membrana **semipermeable**. Una membrana es semipermeable cuando **deja pasar el solvente pero no el soluto**. Es decir, pasa el agua pero no la sal. Las membranas semipermeables son muy importantes porque están en muchos tejidos vivos. (Células y cosas por el estilo). El agua puede pasar a través de una membrana semipermeable. Sal disuelta o sacarosa disuelta no pueden pasar.

Resumiendo: una membrana semipermeable es como un colador. Las cosas grandes no pasan (El soluto). Las cosas chicas, pasan. (El agua).



Hago el mismo análisis que hice en difusión: pongo en un recipiente agua con mucha sal de un lado y agua con poca sal del otro. Tengo 2 soluciones de concentraciones C_1 y C_2 Igual que en difusión, supongamos que la solución C_1 está más concentrada que C_2 . ($C_1 > C_2$). Para que las 2 soluciones no se mezclen, puse un tabique que divide el recipiente en dos. Ahora ese tabique es una membrana **SEMIPERMEABLE**. Fíjate:



Inicialmente las soluciones tienen distinta concentración. Por Ley de Fick, las concentraciones de las 2 soluciones tienden a igualarse. La membrana semipermeable deja pasar sólo al agua pero no a la sal. De manera que va a ir pasando agua desde la derecha

(= solución diluida) hacia la izquierda (= solución concentrada). Como sólo puede haber flujo de líquido de derecha a izquierda, el nivel de agua del lado izquierdo va a subir y el nivel del lado derecho va a bajar.

Esa especie de impulso de la naturaleza que obliga al líquido a pasar de un lado al otro se llama **PRESIÓN OSMÓTICA**. A la presión osmótica se la simboliza con la letra π (PI). (No sé por qué). El valor de la PI se calcula con la Ecuación de Van't Hoff :

$$\pi = (C_1 - C_2) R T$$

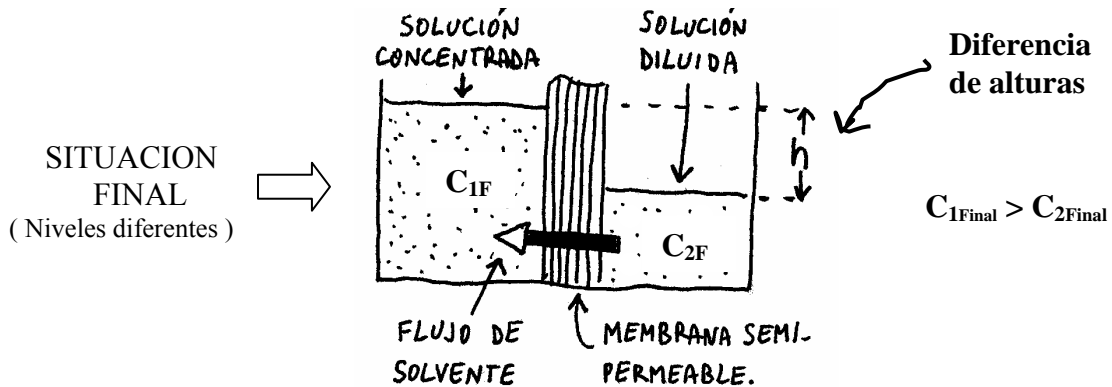
← FÓRMULA DE VAN'T HOFF

KELVIN!

↑ PRESIÓN OSMÓTICA (PI) [Atmósferas] ↑ DIFERENCIA DE CONCENTRACIONES [Moles / litro] ↑ cte de los gases

En esta ecuación, $C_1 - C_2$ es la diferencia de concentraciones. Se pone $C_1 - C_2$ o $C_2 - C_1$ Es lo mismo. Lo importante es que dé positivo para que la presión osmótica dé positiva. R es la constante de los gases ideales (= 0,082 litro × atm / Kelvin × mol). **T** es la temperatura absoluta en grados Kelvin. Para sacar la temperatura en Kelvin se suma 273 a la temperatura en grados centígrados. Ejemplo: 20°C son 293 Kelvin.

Fijate que la solución concentrada va a ir absorbiendo agua y se va a ir elevando hasta llegar a una altura **h**. Los niveles a cada lado de la membrana van a quedar diferentes. La situación final va a ser algo así:

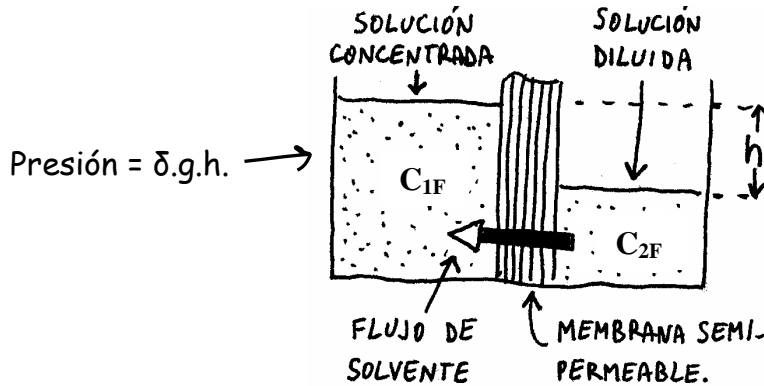


En el lado izquierdo la solución se va a elevar hasta una altura tal que la presión de esta columna de agua va a igualar a la presión osmótica PI. Cuando eso pasa, la ósmosis se frena. Ya no va a pasar más solvente a través de la membrana.

Entonces: ¿ quién hace que la ósmosis se detenga ?

Rta: La presión que ejerce la columna de agua elevada a una altura h .

Entonces la presión osmótica PI también se puede calcular como la presión hidrostática que proviene de la altura de líquido que se elevó la solución concentrada. La presión hidrostática vale $P = \delta \cdot g \cdot h$. Y este $\delta \cdot g \cdot h$ tiene que ser igual a la presión osmótica PI .



Entonces:

$$\text{Presión osmótica} = \delta \cdot g \cdot h.$$

Si despejo h :

$$h = \frac{\text{Presión osmótica}}{\delta \cdot g}$$

Altura que sube la columna de líquido

En esta ecuación la presión osmótica es el valor que sale de la ecuación de Van't Hoff. (PI). Delta (δ) es el valor de la densidad de la solución. Como las soluciones generalmente están muy diluidas, el valor de δ es directamente el valor de la densidad del agua. Es decir:

$$\delta_{\text{SOLUCION}} = \text{Densidad del agua} = 1 \text{ gr/cm}^3$$

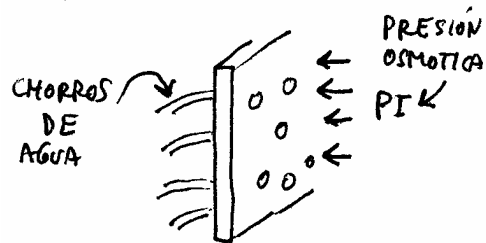
Aclaremos un poco el concepto: ¿ Quién provoca la aparición de la presión osmótica ?

Rta: La distinta concentración que tienen las soluciones C_1 y C_2 . El flujo de agua es impulsado a pasar de un lado al otro por difusión.

Pregunta: ¿ Hay manera de sentir la presión osmótica ?

Rta: Bueno, tanto como sentirla, no. Pero si miraras microscópicamente la membrana, verías un montón de chorros de agua que vienen de la derecha y pasan a la izquierda. Si pusieras tu mano sobre la membrana y trataras de impedir que estos chorros

pasaran, sentirías en tu mano la famosa presión osmótica. Es algo parecido a cuando uno siente la presión del agua de la canilla si trata de tapar el caño con el dedo.



Ahora fijate esto: Las dos soluciones "tenderían" a tener igual concentración. Ojo, fijate que digo "tenderían". Pero la igualación de las concentraciones nunca llega a producirse. ¿ Por qué ? (Ojo con esto).

Rta: Porque ahora los niveles de líquido no están a la misma altura. Al haber diferente altura a cada lado del recipiente, va a haber una presión hidrostática que evita que la ósmosis continúe. Esa presión es la presión que ejerce toda la columna de agua de la izquierda. La presión hidrostática es la que impide que siga pasando agua del lado derecho al lado izquierdo. Esa presión impide que las concentraciones se igualen.

Resumiendo, a medida que pasa el tiempo lo que ocurre es esto: Analicemos el lado de-recho: parte del agua de la solución diluida C_2 empieza a pasar hacia el lado izquierdo. La solución C_2 pierde agua y se empieza a concentrar. C_2 se va transformando en otra solución ligeramente más concentrada que llamo $C_{FINAL\ 2}$. ($C_{FINAL\ 2} > C_{2\ INICIAL}$)

Analicemos ahora el lado izquierdo: La solución concentrada C_1 recibe el agua que viene de C_2 y se empieza a diluir un poco. La solución C_1 se va transformando en otra solución ligeramente más diluida que llamo $C_{FINAL\ 1}$. ($C_{FINAL\ 1} < C_{1\ INICIAL}$)

El pasaje de agua se frena cuando la altura de la columna C_1 iguala a la presión osmótica que proviene de la diferencia de concentraciones $C_{FINAL\ 1} - C_{FINAL\ 2}$

Quiere decir que en la ecuación de Van't Hoff para calcular la presión osmótica habría que usar las concentraciones $C_{FINAL\ 1}$ y $C_{FINAL\ 2}$. Pero eso no se hace porque es mucho lío. (No se sabe cuanto valen $C_{FINAL\ 1}$ y $C_{FINAL\ 2}$).

Entonces, lo que se hace es suponer que C_1 y C_2 no cambian mucho y directamente se calcula la presión osmótica con las concentraciones iniciales C_1 y C_2 .

¿ Tendiste ? Esto es importante. Leelo un par de veces hasta que lo veas bien.

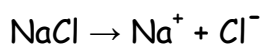
OSMOLARIDAD

La **OSMOLARIDAD** es el Nro de osmoles por litro de solución. Veamos que es un Osmol. Si la solución es No - electrolítica, un Osmol es igual a un mol. Una solución es no - electrolítica cuando no conduce la corriente eléctrica. En este tipo de soluciones el soluto no se disocia en iones. Por ejemplo, el azúcar en solución no se disocia y la solución no conduce la corriente. La solución de azúcar en agua es no - electrolítica.

Las soluciones electrolíticas son aquellas donde el soluto se disocia y la solución conduce la corriente. En este caso la osmolaridad se calcula como:

$$\text{Osmolaridad} = \text{Molaridad} \times i$$

Este número " i " vendría a ser como una especie de " coeficiente de disociación ". Por ejemplo, si la solución es cloruro de sodio en agua, tengo esto:



Acá el coeficiente de disociación va a ser 2. ¿ Por qué i es 2 ?

Rta: Porque es como si en la solución yo tuviera un mol de iones Na^+ y otro mol de iones Cl^- . Para resolver los problemas, te van a dar la osmolaridad de la solución. Y si no te la dan, te van a dar como dato el valor de " i ".

Resumiendo:

En solución no electrolítica 1 mol es = a un osmol (sacarosa). En soluciones electrolíticas (NaCl) 1 osmol = 2 moles. En soluciones electrolíticas la sal se disocia y hay que multiplicar la fórmula de van't Hoff por un coeficiente " i ". (Coeficiente de Van't Hoff). Generalmente este $i=2$ para sales no muy raras. (NaCl.)

$$\pi = i (C_1 - C_2) . R . T$$



Fórmula de Van't Hoff
soluciones electrolíticas

Esta fórmula es la misma fórmula de Van't Hoff pero multiplicada por " i ".

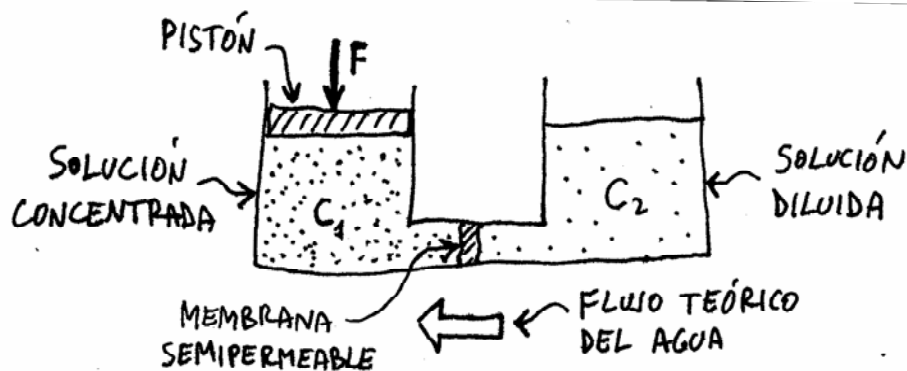
SOLUCIONES ISOTÓNICAS

Dos soluciones son isotónicas cuando tiene la misma osmolaridad. Para las soluciones no - electrolíticas la molaridad es = a la osmolaridad. (Sacarosa).

Quiere decir dos soluciones no - electrolíticas serán isotónicas cuando tengan la misma concentración. Para las electrolíticas esto no vale.

OSMOSIS INVERSA

Mirá el dibujo de la figura. Tengo la solución C_1 concentrada y la solución C_2 diluida. El agua desea pasar de C_2 a C_1 .



Teóricamente tendría que haber un flujo de agua así \leftarrow y la altura de la columna de agua de C_1 se tendría que elevar. Yo puedo impedir que eso pase. Pongo un pistón y ejerzo una fuerza F . Si la fuerza que hago es suficientemente grande, el agua no pasará y la columna de líquido en C_1 no se elevará.

Pregunta: ¿ qué presión tengo que ejercer sobre el émbolo para que el agua no pase ?

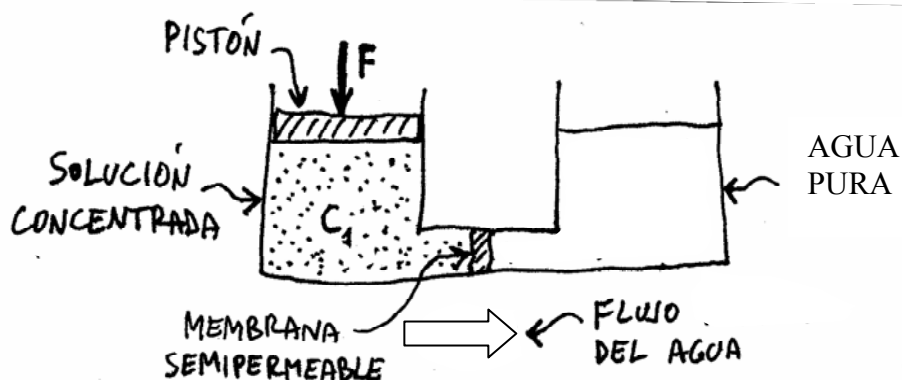
Rta: Tengo que ejercer una presión igual a la presión osmótica.

¿ Y si la presión sobre el pistón es menor a la osmótica ?

Entonces un poco de agua pasará al lado izquierdo.

¿ Y qué pasa si ejerzo sobre el cilindro una presión que es **MAYOR** a la osmótica ?

Rta: Bueno, acá viene el asunto. A esto quería llegar. Si la fuerza que vos hacés sobre el pistón es tan grande que superás a la presión osmótica, entonces pasará agua de C_1 a C_2 , es decir, de izquierda a derecha. A esto se lo llama **ósmosis inversa**.



La ósmosis inversa es muy importante porque permite potabilizar agua salada. Los barcos usan ósmosis inversa para sacar agua pura del agua de mar. Lo mismo se hace

en el Mar Muerto. También en algunos desiertos. En las guerras se usan equipos potabilizadores para los soldados.

El único problema de la ósmosis inversa es que la presión que se necesita ejercer es muy grande. Hacé la cuenta. La osmolaridad del agua de mar es más o menos de 1 osmol por litro. La contrapresión osmótica que tenés que ejercer te va a dar de alrededor de **24 atmósferas**. Pero aunque la presión sea muy grande, potabilizar agua de mar por ósmosis inversa es terriblemente conveniente. Porque la otra manera de sacarle la sal al agua de mar es evaporarla (destilarla). Para hervir agua de mar y evaporarla, la cantidad de calor que uno tiene que usar es unas 1.000 (mil) veces superior a la cantidad de energía que uno usa para hacer ósmosis inversa.

ENERGIA GASTADA Y POTENCIA CONSUMIDA PARA POTABILIZAR AGUA

Van 2 fórmulas útiles que te pueden servir:

* ENERGÍA PARA POTABILIZAR UN CIERTO VOLUMEN DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA.

$$\text{Energ} = \text{Presión osmótica} \times \text{volumen}$$

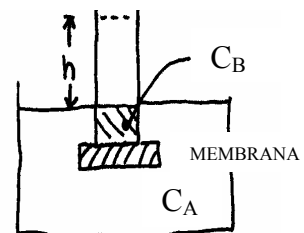
* POTENCIA PARA POTABILIZAR UN CIERTO CAUDAL DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA

$$\text{Pot} = \text{Caudal} \times \text{Presión osmótica}$$

EJEMPLO:

Se pone una solución de sacarosa de concentración 0,1 moles por litro en un tubo como indica la figura. La parte inferior del tubo tiene agua separada por una membrana semipermeable. Sabiendo que la temperatura es de 20 °C, calcular:

- La presión osmótica.
- La altura que alcanza la columna de líquido.
- La contrapresión osmótica mínima para producir ósmosis inversa.
- La energía necesaria para potabilizar 1 litro de agua.
- La potencia para potabilizar un caudal de 1 litro de agua por segundo.



a) - Hay que aplicar la fórmula de Van't Hoff $\pi = (C_1 - C_2) R . T$

b) Planteo $\text{Pres} = \delta . g . h$.

c) La contrapresión osmótica es directamente la presión osmótica P_I .

d) Hago: $\text{Energ} = \text{Presión osmótica} \times \text{volumen}$.

e) $\text{Pot} = \text{Caudal} \times \text{Presión osmótica}$

Si hacés las cuentas te va a dar:

a) – **Rta:** $P_i = 2,4 \text{ atm} = 243.120 \text{ Pa}$

b) – **Rta:** $h = 24,3 \text{ m}$

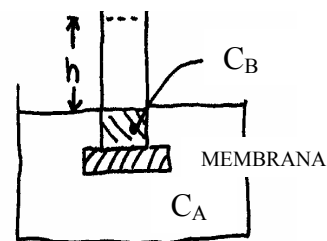
c) – **Rta:** $P = 2,4 \text{ atm}$

d) – **Rta:** $E = 243 \text{ Joules}$

e) – **Rta:** $\text{Pot} = 243 \text{ watts}$

Otro Ejemplo:

Se coloca una solución concentrada C_B en un tubo B y se lo rodea por una solución C_A de menor concentración. Se coloca una membrana semipermeable M bajo el tubo y se verifica que en el estado de equilibrio la columna de líquido llega hasta una altura h . Entonces:



a) – Si se aumenta la temperatura de la experiencia, h disminuye.

b) – Si se disminuye la temperatura de la experiencia, h no cambia.

c) – Si la membrana M fuera permeable, la presión osmótica sería menor.

d) – Si la membrana M fuera permeable, la altura h sería menor.

e) - Cuando se llega al equilibrio, la concentración de B todavía será mayor que la de A.

f) – Cuando se llega al equilibrio, la concentración de A habrá disminuido

g) - Cuando se llega al estado de equilibrio, la concentración de B es igual a la de A.

h) – Si se aumenta la concentración C_A y se aumenta la concentración C_B , aumenta la altura h .

i) – Si se disminuyen las concentraciones C_A y C_B , la presión osmótica no cambia.

Rta:

Correcta la e) . Cuando se llega al equilibrio, la concentración de B todavía será mayor que la de A. En teoría las concentraciones tenderían a igualarse, pero la presión de la columna de líquido impide que esto ocurra .

ALGUNAS COSAS INTERESANTES:

* ¿ SE PUEDE VER LA OSMOSIS ?

Se puede. Agarrá una manzana o una zanahoria. Hacé un pocito con una cucharita. Ahorá tirá azúcar. En seguida vas a ver que el pocito se empieza a llenar de agua. Explicación: La fruta adentro tiene una solución de sacarosa. De la fruta empieza a salir agua para tratar de diluir el azúcar que vos pusiste.

* SIMILITUD DE LA EC. DE VAN'T HOFF CON LA EC. DE LOS GASES IDEALES.

La ecuación de Van't Hoff es $\pi = C.R.T$. Pero resulta que C es el Nro de moles dividido el volumen de solución. Es decir que $C = n/V$. Entonces puedo poner que

$$\pi = (n / V) . R . T$$

$$\Rightarrow \pi . V = n . R . T$$

Ahora, la ecuación $\pi . V = n.R.T$ es la ecuación de los gases ideales. Esto me dice que las moléculas de sal diluidas en agua se comportan de la misma manera que las moléculas de un gas.

* PERMEABILIDAD DE UNA MEMBRANA

A veces toman problemas de permeabilidad de una membrana. Para resolverlos hay que aplicar la fórmula:

$$\text{Perm} = \Phi / \Delta C$$

En esta fórmula F_i es el flujo difusivo y ΔC es la diferencia de concentraciones $C_1 - C_2$

* EL ASUNTO DE LA SAVIA DE LOS ARBOLES

Como sabrás, la savia de los árboles llega hasta la copa. Este fenómeno es bastante raro porque algunos árboles son muy altos. (50 m y más). De manera que surge la pregunta: ¿ quién empuja a la savia para que llegue arriba ? Parece que la respuesta está en la ósmosis. (Digo " parece " porque hasta donde yo sé, todavía no se ha develado el misterio del todo).

* ¿ SE PUEDE TOMAR AGUA DESTILADA ? ¿ Y AGUA DE MAR ?

A veces la gente pregunta ¿ Es cierto que tomar agua destilada hace mal ? ¿ Por que la gente que queda aislada en botes salvavidas no puede tomar el agua de mar ? ¿ Hace mal acaso ?

Esta pregunta la vas a tener que contestar vos solo. Vos sos médico, yo no. (Pensalo)

* APRENDER POR OSMOSIS

La ósmosis es un fenómeno que ocurre "solo". Muchas veces la gente se pregunta: ¿Quién empuja al agua para que pase al otro lado de la membrana ?

La respuesta es: "nadie". Nadie empuja. La ósmosis ocurre espontáneamente, sin que nadie haga nada. De acá nació la frase: " No se puede aprender por ósmosis ". Es decir, para aprender hay que estudiar. No se aprende algo sin hacer esfuerzo.

* GLÓBULOS ROJOS QUE SE EXPLOTAN SI SE LOS PONE EN AGUA.

Si ponés un glóbulo rojo en agua suele hincharse y explotar. Esto pasa por ósmosis.

El agua de afuera empieza a entrar intentando diluir la concentración de sal que hay adentro del glóbulo rojo. Así que el glóbulo se empieza a hinchar hasta que explota.

* LA MUERTE DE LA BABOSA.

Si le tirás sal a una babosa asquerosa, la matás. ¿ Podrías explicar por qué ?
