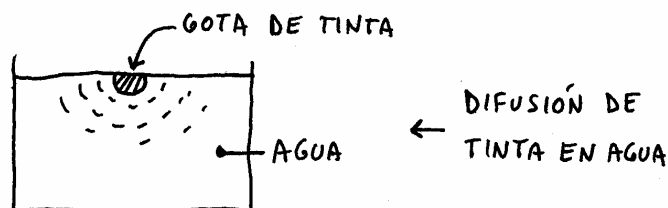
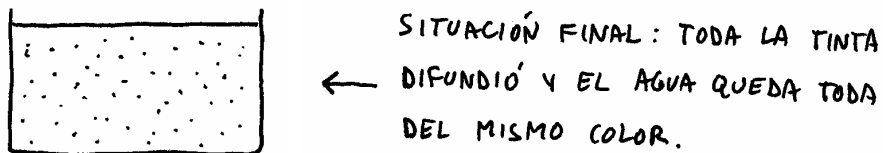


DIFUSION – OSMOSIS

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. La tinta se empieza a difundir por todo el vaso. A este fenómeno se lo llama justamente DIFUSIÓN.



Si dejo 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 se difundió en el agua. Toda el agua queda del mismo color.

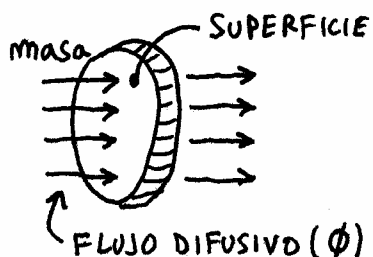


Fijate por favor que la cuestión de que la tinta se esparce por todo el vaso de agua ocurre sola. Yo puedo ayudar si revuelvo un poco. Pero si no revuelvo nada, el asunto ocurre igual (tarda más tiempo). Se habla entonces de difusión pasiva. Tengo difusión pasiva cuando la tinta se difunde sola, sin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

Este asunto de la difusión puede darse en el caso de líquidos con líquidos como la tinta en agua. Pero también puede haber difusión de sólidos en líquidos o 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.

FLUJO DIFUSIVO

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.



Definimos el flujo FI (Φ) como la cantidad de masa que pasa por unidad de superficie en cierto tiempo. En cierta medida se podría entender al flujo FI como una especie de " caudal " o algo por el estilo. El flujo FI será:

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

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

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 van creciendo las alturas. 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.

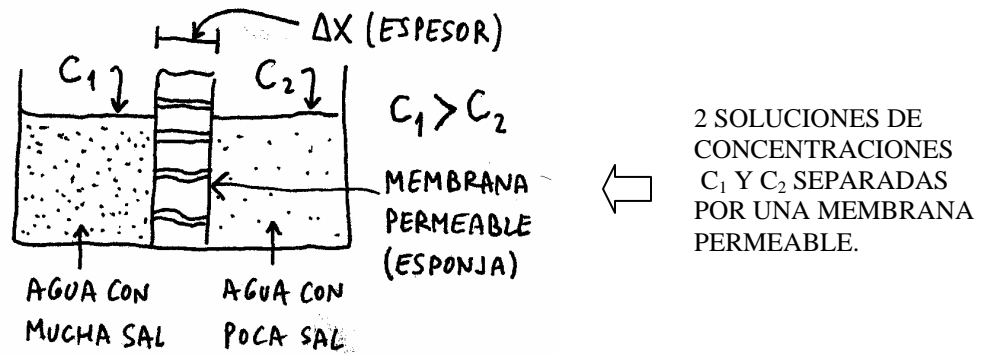
En el caso de tener 2 soluciones con distinta concentración, el gradiente de concentración sería una flecha que iría desde donde tengo la menor concentración hasta donde tengo la mayor concentración.

LEY DE FICK DE LA DIFUSION

Fick estudió este fenómeno de la difusión. El quiso entender qué es lo que movía a una cosa a difundir en otra cosa. Para entender mejor el asunto, supongamos que disolvemos sal en agua. Fick llegó a la conclusión de que lo que provocaba la difusión era las distintas concentraciones de la sal en el agua.

Fijate. Tiro un poco de sal en 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 formaran una única solución con una única concentración. Es como si la naturaleza tuviera una tendencia a "igualar". Analicemos esta 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. 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 y solvente para los 2 lados de la membrana. 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 y de soluto de un lado para el otro. Esto va a seguir hasta que las concentraciones se igualen.

GRADIENTE DE CONCENTRACION

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

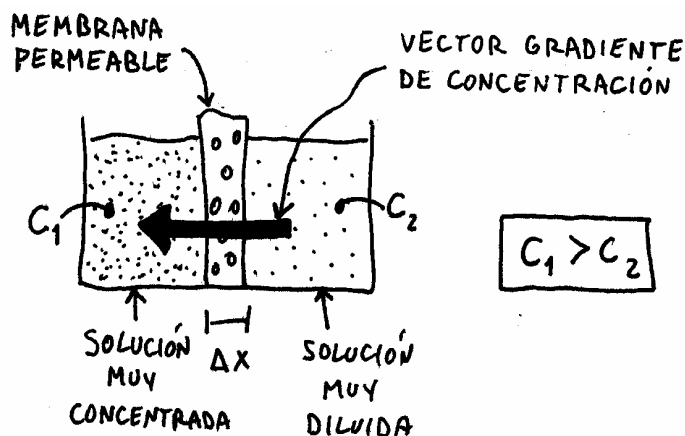
$$\Delta C = C_2 - C_1 \quad \leftarrow \text{DIFERENCIA DE CONCENTRACIONES}$$

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

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

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 vamos a definir 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 \leftarrow 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 / cm^4 .

$$\frac{\Delta C}{\Delta X} \leftarrow \text{GRADIENTE DE CONCENTRACION} \left(\frac{\text{moles}}{\text{cm}^4} \right)$$

Lo que va a pasar ahora es que lentamente, 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, 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. Basicamente lo que está ocurriendo es difusión.

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 en CONTRA DEL GRADIENTE DE CONCENTRACION.

(Atención, leer bien esto último).

El gradiente de concentración va a apuntar así : \leftarrow y el soluto va a fluir así \rightarrow .

La formula que me da el flujo de soluto de un lado a otro de la membrana es la ley de Fick.

$$\Phi = -D \times \frac{C_2 - C_1}{\Delta X} \leftarrow \text{LEY DE FICK}$$

\uparrow FLUJO DIFUSIVO $\left(\frac{\text{moles}}{\text{cm}^2 \times \text{seg}} \right)$ \uparrow CONSTANTE DE DIFUSION $\left(\frac{\text{moles}}{\text{cm}^4} \right)$

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.

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

Fijate que delante de la D hay un signo menos. Este menos se pone porque delta C_e es negativo (inicialmente supuse que C_1 era mayor que C_2). Conceptualmente es importante entender el significado del signo menos. El menos me indica que el flujo de soluto va en contra del gradiente de concentración. Para resolver los problemas vos podés dar vuelta las concentraciones y poner todo sin signo menos. Te quedaría:

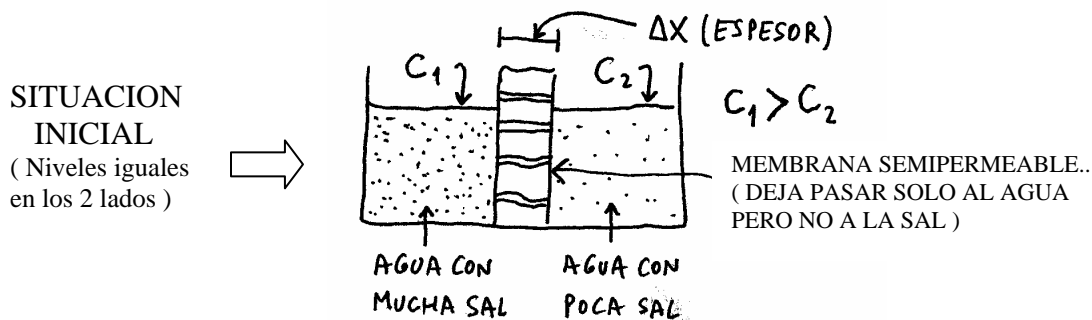
$$\phi = D \times \frac{C_1 - C_2}{\Delta X} \quad \leftarrow \text{LEY DE FICK}$$

Acá faltaría completar la explicación y dar un ejemplo de cómo se usa la fórmula de Fick.

OSMOSIS (Leer del Cromer)

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). Repito la idea de membrana semipermeable: El agua puede pasar a través de una membrana semipermeable. Sal disuelta o sacarosa disuelta no pueden pasar.

Hago el mismo análisis que hice antes: 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 antes, 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. Fijate:



Inicialmente las soluciones tienen distinta concentración. Por Ley de Fick, las concentraciones de las 2 soluciones tienden a igualarse. La membrana semipermeable deja pasar solo 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 solo 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 OSMOTICA. 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 :

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

← FÓRMULA DE VANT HOFF

↑

PRESION
OSMOTICA (PI)
(Atmósferas)

↑

DIFERENCIA DE
CONCENTRACIONES
(moles / litro)

↑

0,082
l.atm
K. mol

↑

TEMPERATURA
(KELVIN!)

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 la resta dé positiva para que la presión osmótica dé positiva. R es la constante de los gases ideales (= 0,082 litro x atm / Kelvin x mol). T es la temperatura absoluta en grados Kelvin. (Ojo, repito, T es la temperatura **ABSOLUTA** y va en grados **KELVIN**)

Fijate que la solución concentrada va a ir absorbiendo agua y se va a ir elevando hasta llegar a una altura h . Se va a elevar hasta una altura tal que la presión de esta columna de agua va a igualar a la presión osmótica PI .

Es decir que 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 $\Delta P = \delta \cdot g \cdot h$. 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:

$$\delta = \text{Densidad del agua} = 1 \text{ g / cm}^3$$

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 . Es decir, el flujo de agua es impulsado a pasar de un lado al otro por la ley de Fick.

Pregunta: ¿ Hay manera de sentir la presión osmótica ?

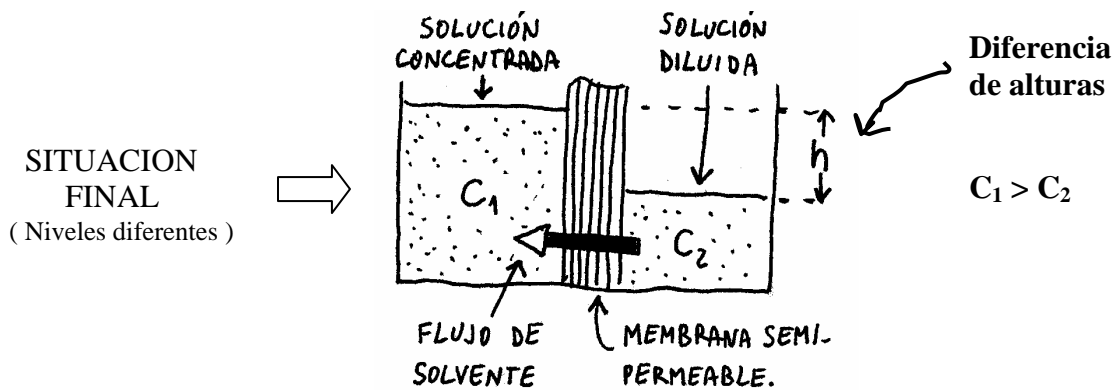
Rta: Bueno, tanto como sentirla, no. Pero si miraras microscópicamente la membrana, verías un montón de chorros de agua que vienen de la derecha y pasan a la izquierda. Si pusieras tu mano sobre la membrana y trataras de impedir que estos chorros pasaran, sentirías en tu mano la famosa presión osmótica. Es algo parecido a cuando uno siente la presión del agua de la canilla si trata de tapar la punta de la canilla con el dedo.

Aca falta la explicación de la presión osmótica como la presión que uno debe ejercer sobre un pistón para impedir que el agua pase.

Ahora fijate esto: Las dos soluciones tenderían a tener igual concentración. (Ojo, "tenderían" tener igual concentración). Pero la igualación de las concentraciones no llega a producirse.

¿Por qué?

Rta: Porque ahora los niveles de líquido ahora no están a la misma altura. Fijate:



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.

Falta agregar:

- * Explicación del significado de la ecuación de Van't Hoff. Como se usa. Unidades. Similitud de la ecuación con la ec de los gases ideales.
- * Permeabilidad de una membrana: $\text{Perm} = \Phi / \Delta C$
- * Soluciones isotónica.
- * Ejemplo de tomar agua destilada o agua de mar
- * Globulos rojos que se hinchan y explotan
- * Osmosis inversa - Concepto - contra presión osmótica

* Potabilización de agua por osmosis inversa. Desiertos, transatlánticos, botes salvavidas, soldados, etc. Caso del Mar Muerto.

* Molaridad y osmolaridad. En solución no electrolitica 1 mol es = a un osmol (sacarosa). En soluciones electroliticas (NaCl) 1 osmol = 2 moles.
La fórmula de van't Hoff se multiplica por 2 si las sal se disocia.

* Energía para potabilizar un cierto volumen de agua por ósmosis inversa.

$$E = \text{Presión osmótica} \times \text{volumen.}$$

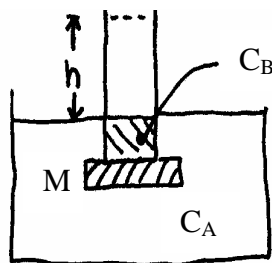
* Potencia para potabilizar un cierto caudal de agua por ósmosis inversa

$$\text{Pot} = \text{Caudal} \times \text{Presión osmotica.}$$

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 una membrana semipermeable. Sabiendo que la temperatura es de 20 C, calcular:

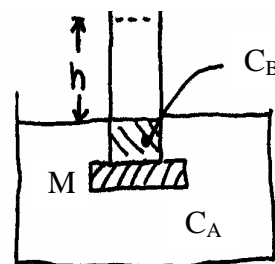
- a) – La presión osmótica. (**Rta:** 2,4 atm = 243.120 Pa)
- b) – La altura que alcanza la columna de líquido. (**Rta:** 24,3 m)
- c) – La contrapresión osmótica mínima para producir osmosis inversa. (**Rta:** 2,4 atm)
- d) – La energía necesaria para potabilizar 1 litro de agua y la potencia para potabilizar un caudal de 1 litro por segundo. (**Rta:** 243 Joule y 243 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)
