

47. OSMÓMETRO LEYBOLD

Ref.- TERMODIN-06.

Descripción: Se define ósmosis como una difusión o paso del disolvente, a través de una membrana semipermeable, desde la solución más diluida a la más concentrada. Y presión osmótica, a aquella que sería necesaria para detener dicho flujo de agua a través de la membrana semipermeable.

Material: Madera, cristal, metal

Fabricante: Leybold.

Componentes y Especificaciones: El osmómetro permite estudiar y medir la presión osmótica, y consiste en una vasija pequeña, cuyo fondo contiene una membrana orgánica, unida por la parte superior a un tubo de vidrio abierto por ambos extremos y colocado sobre una escala graduada que se introduce en una vasija grande (Figura 1).

Principio físico: Algunos materiales son semipermeables, permiten el paso de moléculas a través de su red de poros diminutos dependiendo del tamaño de la partícula. Supongamos que tenemos un tubo en forma de U separado en su parte más baja por esa membrana semipermeable o tabique poroso que separa dos soluciones de distinta concentración (Figura 2 a).



Figura 1. Osmómetro de Dutrochet, de la casa Leybold. La vasija no es la original.

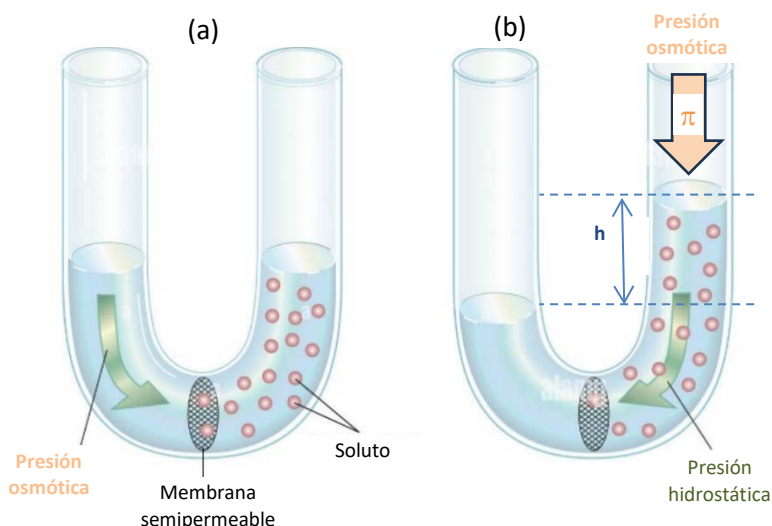


Figura 2. Proceso de ósmosis y presión osmótica.

Las moléculas de disolvente se mueven por difusión (fenómeno físico químico que recibe el nombre de ósmosis, palabra que deriva del griego *osmos*, que significa "impulso") desde la solución con menor concentración de solutos (izquierda) a la de mayor concentración (derecha)

con el fin de alcanzar el equilibrio en dichas concentraciones. Al suceder la ósmosis, se va reduciendo la diferencia de concentración y la diferencia de presión osmótica en ambas ramas, por lo que aparece una diferencia de altura h entre ambos tubos. La presión osmótica sería igual a la presión necesaria que tendríamos que ejercer en la parte superior del tubo derecho para impedir el aumento de altura, si la hubiéramos colocado inicialmente no hubiera ocurrido el proceso de ósmosis. La presión hidrostática tiende a establecer una segunda difusión y a empujar el solvente hacia la parte diluida. Finalmente, las presiones osmótica e hidrostática se igualan, deteniéndose el flujo neto de moléculas hacia la parte de mayor concentración.

46

E. Leybold's Nachfolger, Cologne.

880. 882. 886. 889. 905. 906. 859. 910. 902. 864.

859. **Wedge shaped glass vessel** to show capillary depression of mercury and the capillary ascension of a wetting liquid, subjectively or by projection. The vessel is fused together and will hold alcohol: it can easily be cleaned. It is best to have two of these vessels and to project side by side the appearances when containing coloured alcohol and mercury. (Fig. 1/3 nat. size.)

864. **Endosmometer** after Dutrochet (Ann. de chim. et phys. 1827—1835) with vertical ascension tube and scale. (M. P. I. Fig. 465, p. 452) The ascension tube is inserted by means of a conical slide and can easily be removed for cleaning and filling.

Breve historia de la ósmosis. El clérigo y físico francés Jean Antoine **Nollet** (1700-1770) en 1748 descubrió la existencia de las membranas semipermeables al verificar que en una vejiga de cerdo llena de alcohol, e introducida en un balde con agua, el agua fluía hacia el interior de la vejiga para mezclarse con el alcohol, y no al revés. No obstante, el descubrimiento de la ósmosis se le atribuye a Henri **Dutrochet** (1776-1847), que fue un médico y biólogo francés fundador de la teoría celular, pilar fundamental de las ciencias biológicas. En el año 1828, Dutrochet descubrió que la difusión de disolvente a través de una membrana semipermeable ocurría siempre desde la disolución de menor concentración de un soluto, hasta la disolución de mayor concentración; además, definió que el disolvente que fluye es capaz de ejercer una presión sobre la membrana, denominada la presión osmótica. Henry Dutrochet declaró: “Este descubrimiento que he hecho pertenece a una clase nueva de fenómenos físicos que sin duda alguna intervienen fuertemente

ANTIGUOS INSTRUMENTOS DE LABORATORIO DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

en los procesos vitales” intuyendo la importancia del fenómeno físico químico en las células de todos los organismos, fueran plantas o animales, las cuales absorberían o retendrían determinadas sustancias. Construyó el primer dispositivo experimental para observar la presencia de la presión osmótica, denominado osmómetro.

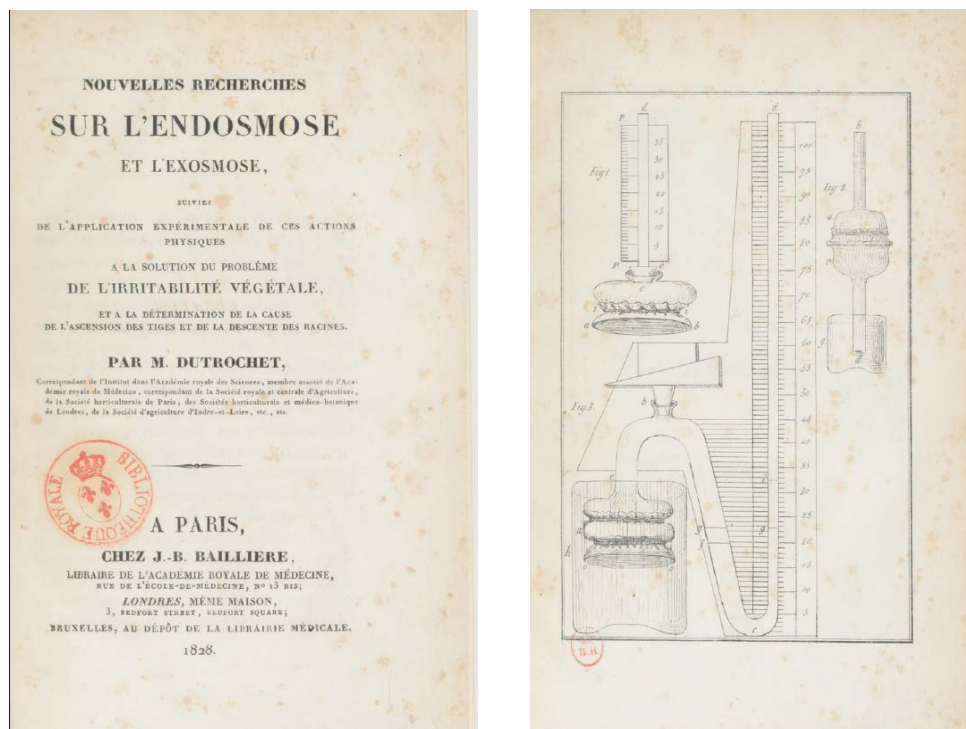


Figura 4. Trabajo de H. Dutrochet. “Nouvelles recherches sur l’endomose et l’exomose”. 1828.
Dibujo del osmómetro de Dutrochet que consta como fig. 3 en los anexos del trabajo.

El químico Thomas **Graham** (1805-1869) en 1854 diseñó la teoría de la difusión simple acuñando los términos «osmótico» y «osmose» en un artículo que se titulaba «On Osmotic Force» y en 1855 cuando Adolf Eugen **Fick** propone la dirección del flujo partiendo de la diferencia de concentraciones. Posteriormente el neerlandés Jacobus Henricus van 't Hoff (premio nobel de química en 1901) y el profesor de botánica alemán Wilhelm Pfeffer demostraron que la presión era directamente proporcional a la concentración de soluto en la solución y podía ser modelada mediante la misma ecuación que gobierna los gases ideales, siendo proporcional a la temperatura. Concluyendo por tanto que a una temperatura y molaridad determinadas obtenemos la misma presión osmótica.

$$\pi V = n R T \qquad \pi = c R T \qquad (\text{Ec. 1})$$

Donde π : es la presión osmótica, en atmósferas (atm). n : es el número de moles de soluto en mol. R : constante universal de los gases ideales (a pesar de su nombre no sólo se aplica a gases, como es el caso). Su valor es de $0,0821 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$. T : temperatura absoluta, en kelvin (K). c : es la concentración molar o molaridad de la disolución, medida en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

ANTIGUOS INSTRUMENTOS DE LABORATORIO DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Endosmómetro: El endosmómetro de Dutrochet consta de un tubo de vidrio que termina en un embudo o pequeño recipiente que se cierra en su parte inferior con una membrana porosa; se llena hasta cierto punto con líquido (por ejemplo, con azúcar o solución salina en agua o incluso en alcohol) y sumerge en el agua pura contenida en un vaso. Pronto se observa que el agua va subiendo por el tubo graduado. Esto ocurre porque la membrana orgánica deja pasar líquido desde la disolución menos concentrada hacia la más concentrada, tratando de igualar ambas concentraciones. En el experimento de Dutrochet, midiendo la altura del líquido podemos determinar la presión osmótica (Ec. 2), y ésta debe igualarse a la presión hidrostática de la columna de líquido cuando se estabiliza el flujo de moléculas de disolvente. Con la presión osmótica podemos obtener la molaridad de la disolución (ec.1).

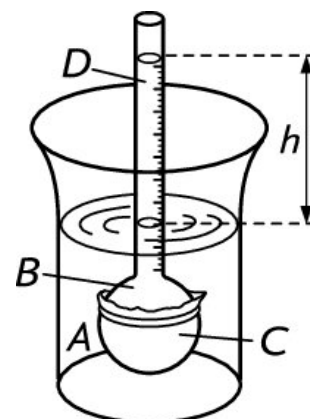


Figura 5. Funcionamiento del osmómetro de Dutrochet.

$$\pi = \delta g h \quad (\text{Ec. 2})$$

donde δ es la densidad de la disolución, g es la aceleración de la gravedad y h la altura de la columna de líquido.

Aplicaciones: La **diálisis** en bioquímica se utiliza para separar moléculas de diferentes tamaños en una solución a través de una membrana semipermeable. La hemodiálisis es una terapia que suplente parcialmente la función renal, extrayendo la sangre y pasándola a través de un dializador donde se intercambia agua y solutos con un líquido de diálisis. Esto ayuda a reducir los niveles de sustancias tóxicas en la sangre debido a fallos renales. En tecnología de alimentos, la **deshidratación** osmótica se realiza sumergiendo los alimentos en una solución con alta concentración de solutos, permitiendo que el agua salga de los alimentos hacia la solución. En la rehidratación, el alimento desecado absorbe agua por ósmosis al estar sumergido en una solución hipotónica. La **ósmosis inversa** se utiliza para purificar líquidos, como el agua, eliminando los solutos mediante una membrana semipermeable utilizando presión para vencer la presión osmótica, y es una innovación importante para la filtración en las plantas de tratamientos de aguas residuales. Las plantas desaladoras de agua salada son capaces de producir agua potable o apta para diversos usos industriales mediante ósmosis inversa.

- <https://www.levbold.com/es/about-us/history>
- North Carolina School of Science and Mathematics <https://www.dlt.ncssm.edu/core/Chapter12-Colligative Properties/Chapter12-Animations/OsmoticPressure.html>
- <https://sirius-libraries.si.edu/> Catalogo de la Smithsonian Libraries
- C. Nezelof. "Henri Dutrochet (1776-1847): un descubridor inesperado de la célula". Anales de patología diagnóstica. Volumen 7, Número 4, Agosto de 2003, páginas 264-272. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1092913403000753>
- F. Cardona Serrate, "Ósmosis y presión osmótica. Implicaciones en química, biología, medicina y tecnología de alimentos", Universidad politécnica de Valencia.