



Bolilla 7: Propiedades de los Líquidos

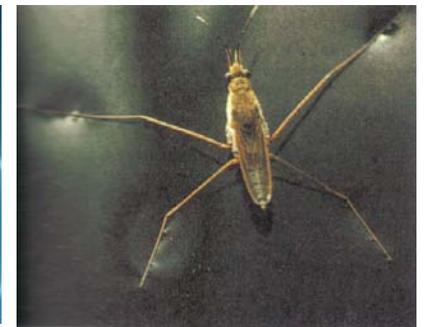
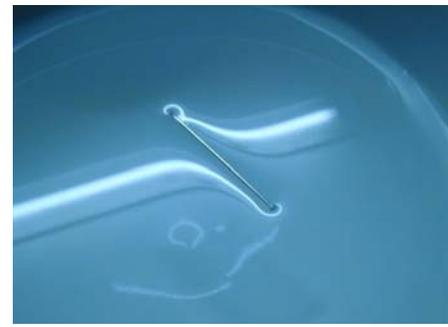
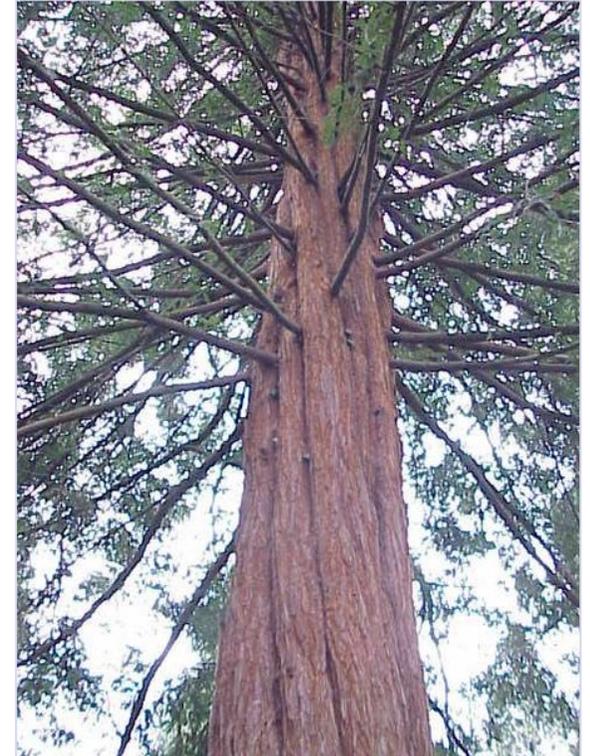


Bolilla 7: Propiedades de los Líquidos

Estudiaremos propiedades de los líquidos, derivadas de las fuerzas de cohesión entre las moléculas que lo componen.

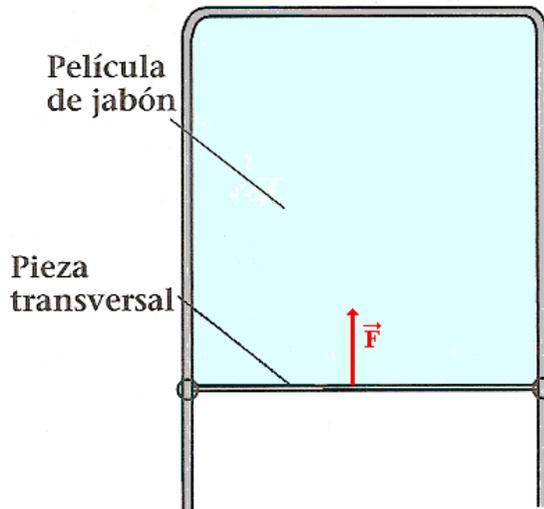
Además de la fuerzas de atracción entre sí, las moléculas de los líquidos experimentan fuerzas de repulsión o de atracción con moléculas de otras sustancias. Las fuerzas de atracción entre sus moléculas explican porque los líquidos tratan de **minimizar su superficie libre** formándose en ella una película con características propias. Las fuerzas de interacción (atractivas o repulsivas) líquido-sólido son responsables de que determinados líquidos suban en las proximidades de una superficie y otros bajen al tomar contacto con la misma.

Analizaremos algunas consecuencias biológicas de estas propiedades





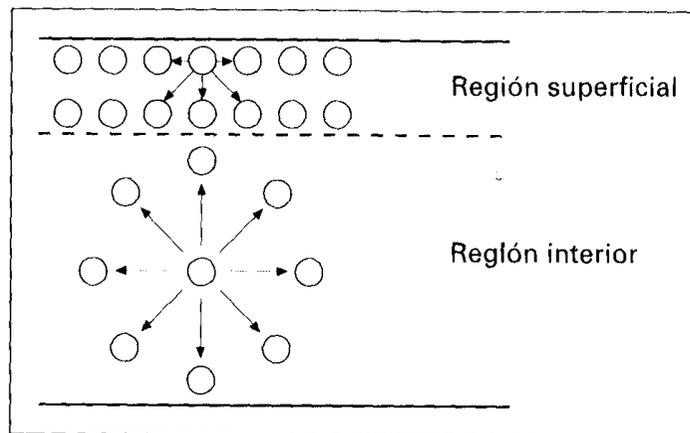
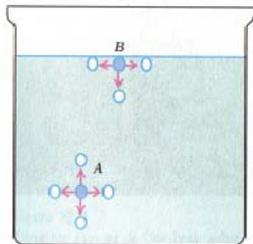
7.1 Tensión Superficial



Tensión superficial de un líquido es la fuerza por unidad de longitud que ejerce la superficie del líquido sobre una línea cualquiera situada en ella.

Origen de la Tensión Superficial

Las moléculas en la superficie del líquido experimentan fuerzas de atracción solo en la dirección de las demás moléculas. Existe sobre ellas una fuerza neta hacia 'adentro' del líquido. La superficie del líquido resiste cualquier esfuerzo por aumentar su área. Actúa como un parche estirado en un tambor.



Consecuencias:

- ✓ Es una fuerza que pertenece a la superficie y es perpendicular a la línea sobre la cuál se ejerce.
- ✓ Del mismo modo que la presión ejerce una fuerza perpendicular por unidad de superficie, la tensión superficial ejerce una fuerza perpendicular a la línea considerada.
- ✓ La presión tiende a dilatar un volumen, la tensión superficial tiende a encoger una superficie.



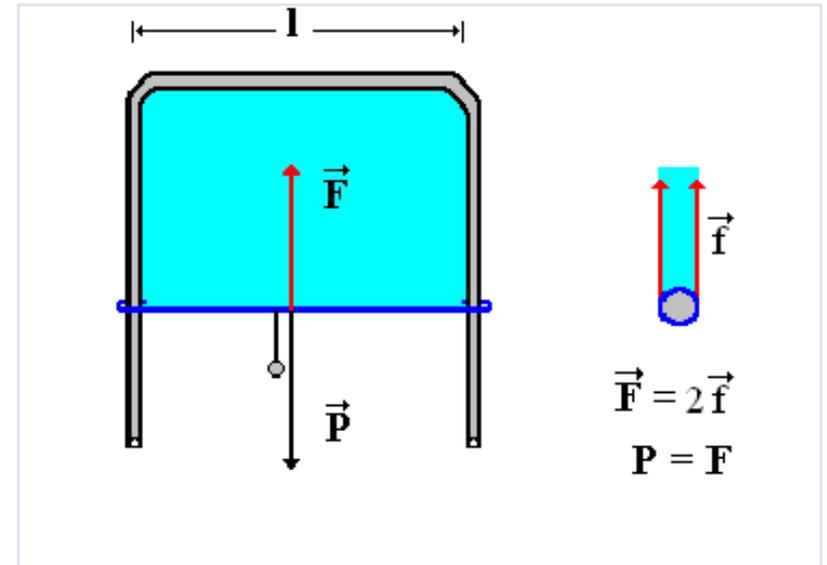
La Figura representa un alambre en forma de U invertida que posee en su parte inferior un alambre deslizante.

Una película de líquido llena el espacio entre los alambres. Del alambre deslizante se suspende un peso de modo de equilibrarlo. Las dos superficies de la película de líquido, ejercen una fuerza ascendente de módulo F .

Por definición la tensión superficial γ es

$$\gamma = \frac{F}{2l}$$

Se demuestra que la situación de equilibrio se logra independientemente del grosor de la película de líquido. Es entonces correcto suponer que las fuerzas están asociadas a cada una de las **superficies de la película.**



Líquido	Tensión Superficial (N m ⁻¹)	Temperatura (°C)
Alcohol etílico	2.23 x 10 ⁻²	20
Agua	7.28 x 10 ⁻²	20
	7.56 x 10 ⁻²	0
	6.62 x 10 ⁻²	60
Mercurio	0.465	20
Oro	1.000	1070
Oxígeno	1.57 x 10 ⁻²	-193

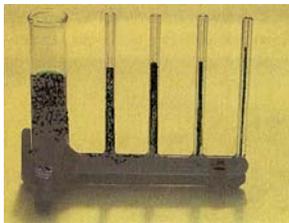
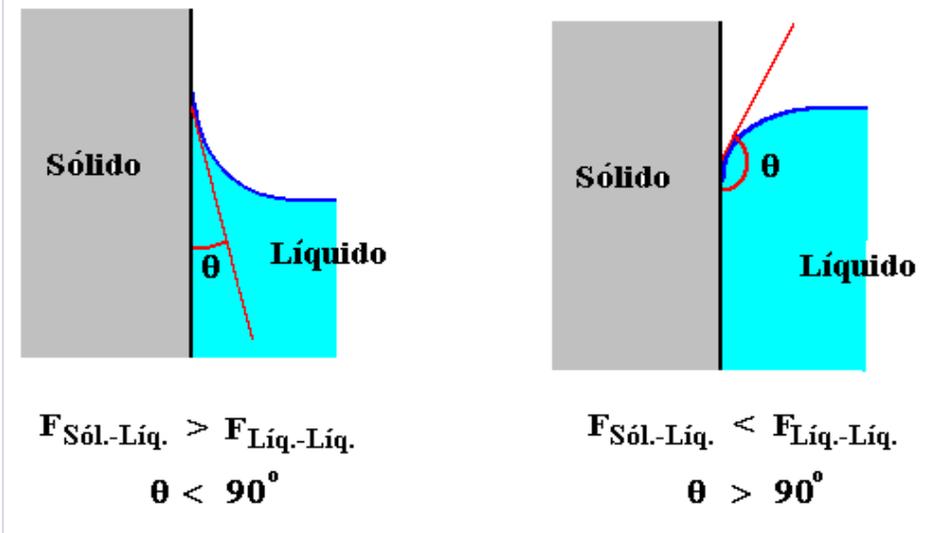
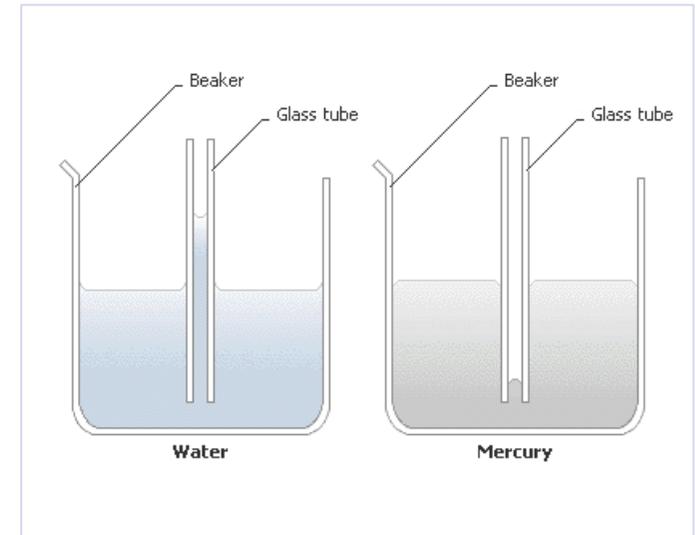


7.2 Acción Capilar

Se denomina **capilaridad** o **acción capilar** a la propiedad de los líquidos de ascender o descender en un tubo estrecho o capilar.

Se llama **ángulo de contacto** (θ), al ángulo que forma la tangente a la superficie de un líquido en el punto de contacto con el sólido que lo contiene, con la superficie de éste.

Este ángulo, aparte de depender de la superficie del sólido (rugosidad, limpieza, etc.) y del líquido que se trate, es función de la competencia entre las fuerzas moleculares **líquido-líquido** y **líquido-sólido**. En general se presentan dos situaciones: Si $\theta < 90^\circ$, el líquido tenderá a subir en la zona de contacto con la pared, si $\theta > 90^\circ$, el líquido baja.



Capilaridad



El ángulo de contacto determina la altura del líquido en un capilar. En la figura se representa un líquido en el interior de un tubo.

Suponiendo $\theta < 90^\circ$, entonces:

$$\mathbf{F} = \gamma \mathbf{l} = 2\pi \mathbf{r} \gamma$$

la componente ascendente de \mathbf{F} es:

$$\mathbf{F}_y = 2\pi \mathbf{r} \gamma \cos \theta$$

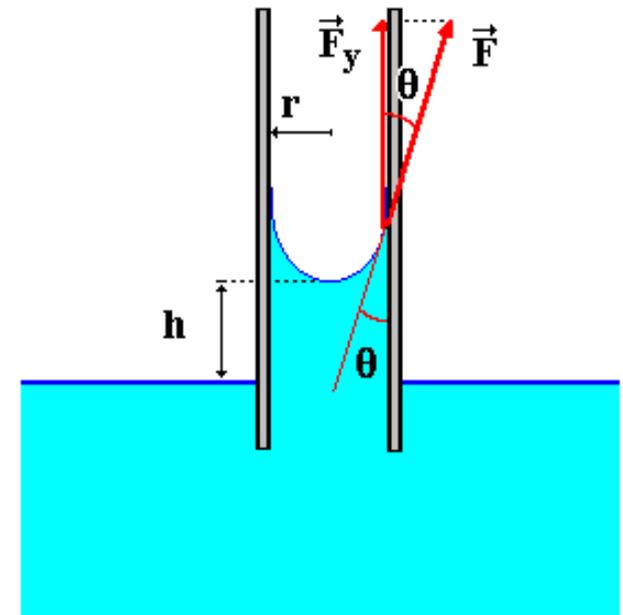
El peso de la columna de líquido en el tubo es:

$$\mathbf{P} = \rho \mathbf{g} \mathbf{V} = \rho \mathbf{g} \pi \mathbf{r}^2 \mathbf{h}$$

La condición de equilibrio es:

$$\mathbf{F}_y = \mathbf{P}$$
$$2\pi \mathbf{r} \gamma \cos \theta = \rho \mathbf{g} \pi \mathbf{r}^2 \mathbf{h} \quad \longrightarrow$$

$$\mathbf{h} = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho \mathbf{g} \mathbf{r}}$$



Como consecuencia de la acción capilar la savia es capaz de ascender por el sistema de capilares de los árboles ($r = 2.5 \times 10^{-5} \text{ m}$) una altura aproximada a los **60 cm**.



7.3 Ósmosis.

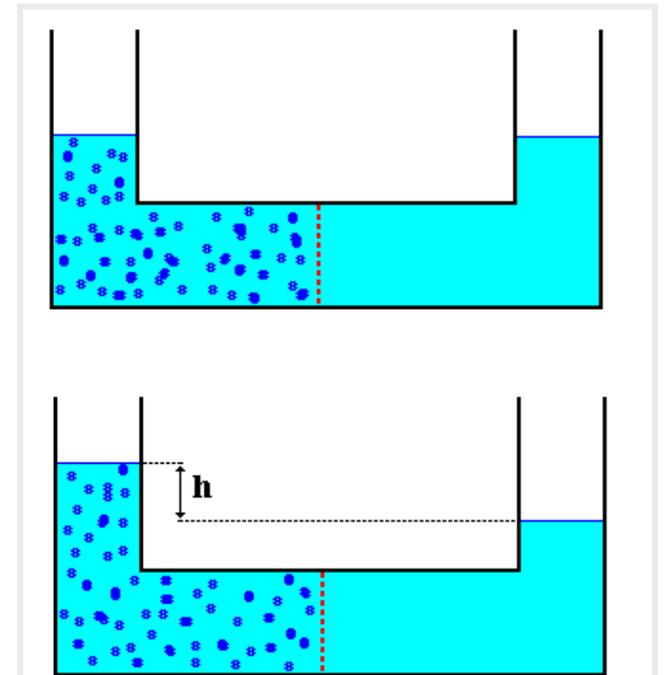
Si una disolución diluida es puesta en contacto con el mismo disolvente, separados por una membrana semipermeable (impermeable para el soluto), se observa una diferencia de presión a ambos lados de la membrana. Esta presión, **presión osmótica**, puede determinarse utilizando la **ley de los gases ideales**. Si hay **n** moles de soluto en un volumen **V** de disolución, la concentración de la disolución es:

$$c = \frac{n}{V}$$

De acuerdo a la ley de los gases ideales, la presión asociada a un gas con una concentración **c** es:

$$p = cR T$$

La figura representa una disolución de azúcar en agua. Una membrana semipermeable la separa de agua pura. Las moléculas de agua pueden difundirse a través de la membrana, por lo que habrá un flujo neto de agua desde el compartimiento de la derecha al de la izquierda tendiente a igualar las concentraciones. Este flujo origina que se eleve el nivel de la dilución hasta que se alcance un nivel de equilibrio.



La situación de equilibrio se alcanza cuando la diferencia en el nivel entre las columnas es **h**.



Consideremos las presiones existentes a ambos lados de la membrana. Sea:

p_a^0 → la presión del agua a la derecha de la membrana

p_a^1 → la presión del agua a la izquierda de la membrana

p_s → la presión debida al azúcar a la izquierda

La diferencia de presión a través de la membrana es la **presión osmótica**:

$$(p_a^1 + p_s) - p_a^0 = \Pi$$

Utilizando la aproximación de la **ley de los gases ideales** para la presión osmótica:

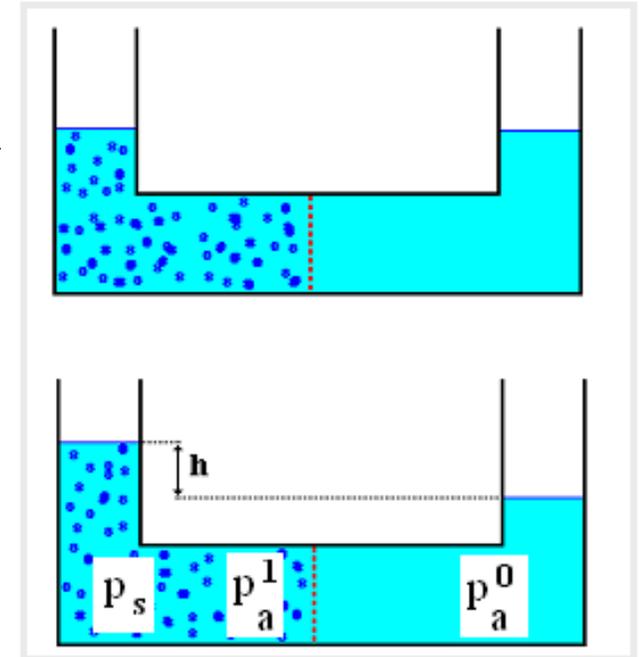
$$\Pi = cRT$$

Teniendo en cuenta la diferencia en las alturas en ambas ramas del recipiente, obtenemos:

$$\Pi = \rho g h$$

Comparando las últimas ecuaciones obtenemos una expresión para **h**:

$$h = \frac{c RT}{\rho g}$$





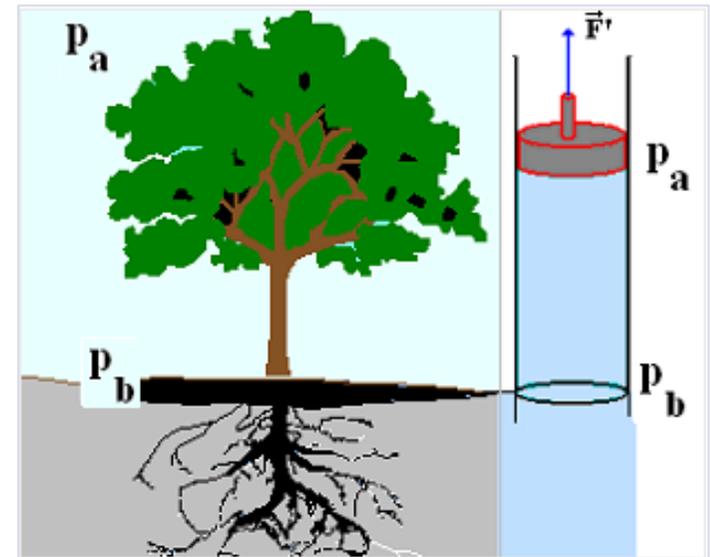
La savia puede considerarse como agua conteniendo el 1 % de sacarosa. Esta diferencia de concentración con el agua del suelo alrededor de las raíces genera que, a través de ósmosis, el agua pueda ascender en los vegetales una altura de aproximadamente **7,4 m**.

7.4 Presión Negativa

En una cruda sobre simplificación se puede comparar un árbol con un recipiente cilíndrico donde un fluido es sometido a **tensión**. El fluido es sometido mediante un émbolo a una fuerza tendiente a disminuir su presión. El líquido y el tubo están extraordinariamente limpios y libres de impurezas de modo que el émbolo no se ‘suelte’ del líquido. El equilibrio se establece cuando la fuerza hacia adentro ejercida por el fluido se iguala a la fuerza exterior. El fluido se encuentra en un estado de tensión, con una presión negativa:

$$p = - \frac{F}{A}$$

¿A qué **presión negativa** puede ser sometido un líquido antes de que la columna se separe?





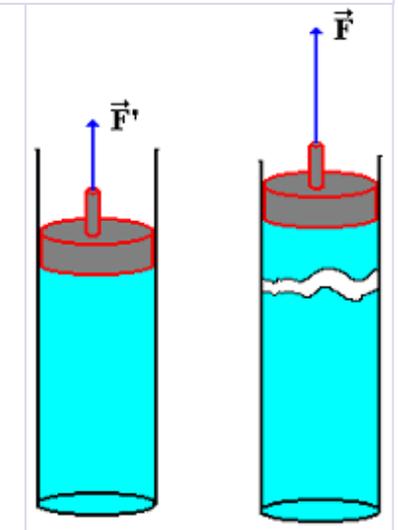
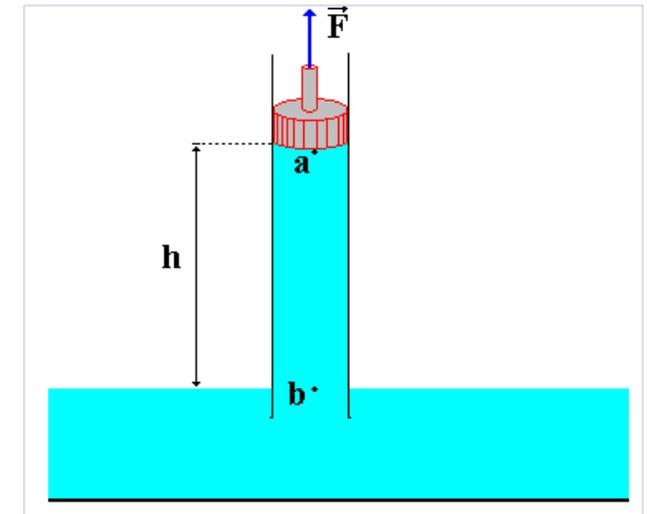
La presión negativa a la cuál puede ser sometido un líquido, está en relación directa con la altura h a la cuál se lo puede elevar.

Si en el punto b la presión es p_b (presión atmosférica, en nuestro caso), la presión en el punto a es:

$$p_a = p_b - \rho gh$$

La altura máxima h para la cuál se mantiene la columna de líquido sin romperse, depende del líquido que se trate. Para mercurio resulta posible alcanzar $h = 2.5$ m. Corresponde a una presión en el extremo $p = -3.3$ Atm. Para agua se han obtenido presiones de hasta -300 Atm.

La evidencia indica que el agua asciende en los árboles por presión negativa. La presión de la savia en el xilema de los árboles es negativa. El agua es forzada a subir del mismo modo que se tira una cuerda hacia arriba. Al evaporarse el agua en las hojas, las moléculas cercanas ocupan su lugar y toda la columna de líquido asciende permaneciendo unida debido a las fuerzas cohesivas entre las moléculas.





Ascenso de la savia

Medidas realizadas de la presión en el xilema de árboles altos muestra que en la copa esta presión es negativa y aumenta a medida que descendemos. Por ejemplo en un árbol de unos **60 m** de altura, la presión en su copa es del orden de **- 4.8 Atm**, valor todavía lejano del límite para que una columna de agua se rompa.

