

Tensión superficial

Henry R. Moncada

Universidad Nacional del Callao
Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

6 de agosto de 2025

Contenido

1 Tensión superficial

2 Tensión superficial y Capilaridad

3 Conclusión

4 References

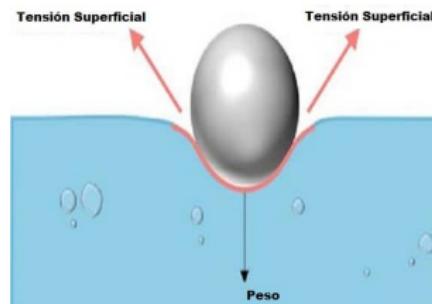
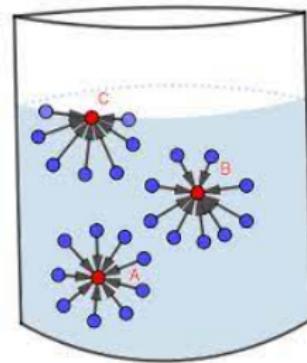
TENSIÓN SUPERFICIAL

Tensión superficial

- La fuerza neta sobre una molécula en el interior del fluido es nula.
- En cambio, sobre la superficie actúa una fuerza neta diferente de cero.

La fuerza neta sobre una molécula en el interior del fluido es nula. En cambio, sobre la superficie actúa una fuerza neta diferente de cero.

Las componentes verticales de tensión superficial equilibran la fuerza de gravedad.



Tensión superficial

La tensión superficial se define como:

$$\gamma = \frac{F}{\ell}$$

F es la fuerza y ℓ es la longitud a lo largo de la cual actúa la fuerza.

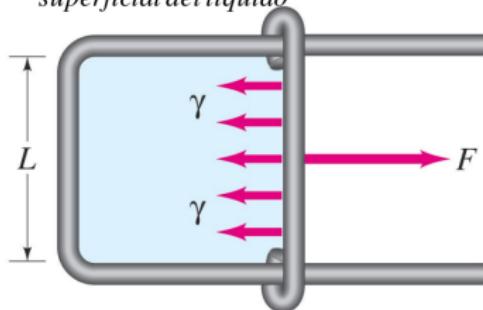
$$\ell = 2L$$

En el caso del alambre:

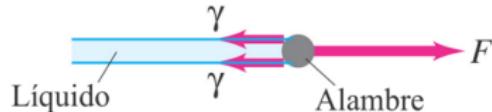
$$\gamma = \frac{F}{2L}$$

- Vista Superior

Se requiere una fuerza F para tirar del alambre móvil e incrementar así el área superficial del líquido



- Vista de Perfil (amplificada)



Tensión superficial

- Los jabones y detergentes tienen el efecto de disminuir la tensión superficial del agua.
- Esto es deseable para lavar y limpiar ya que la alta tensión superficial del agua pura impide que ésta penetre fácilmente entre las fibras del material y en los pequeños intersticios.
- Las sustancias que reducen la tensión superficial de un líquido se llaman surfactantes.

Fluido	Tensión superficial σ_s , N/m*
Agua:	
0°C	0.076
20°C	0.073
100°C	0.059
300°C	0.014
Glicerina	0.063
Aceite SAE 30	0.035
Mercurio	0.440
Alcohol etílico	0.023
Sangre, 37°C	0.058
Gasolina	0.022
Amoniaco	0.021
Solución de jabón	0.025
Queroseno	0.028

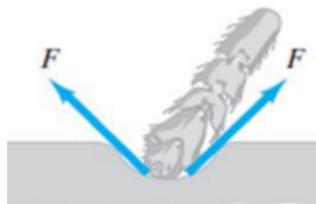
* Multiplíquese por 0.06852 para convertir a lbf/pie.

Insecto que camina sobre el agua

La base de la pata de un insecto es esférica aproximadamente, con un radio de $2,0 \times 10^{-5} m$. La masa de $0,0030 \text{ gr}$ del insecto es soportada en partes iguales por las seis patas. Estime el ángulo θ para un insecto sobre la superficie del agua. Suponga que la temperatura del agua es de $20^\circ C$.

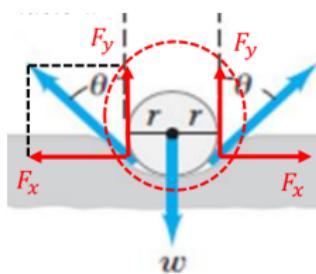


Como el insecto está en equilibrio, la fuerza de tensión superficial ascendente es igual a la fuerza de gravedad efectiva hacia abajo sobre cada pata. Ignoramos la fuerza de empuje para esta estimación.



Suponemos que para cada pata, la fuerza de tensión superficial actúa alrededor de un círculo de radio r , a un ángulo θ . Sólo la componente vertical de F , actúa para equilibrar el peso mg .

$$F_y = F \cos \theta$$



Insecto que camina sobre el agua

$$\sum F_i = 2F_y - \frac{1}{6}mg = 0$$

$$\sum F_i = 2F \cos \theta - \frac{1}{6}mg = 0$$

$$2F \cos \theta = \frac{1}{6}mg$$

$$\begin{aligned}\cos \theta &= \frac{1}{6} \cdot \frac{(3 \times 10^{-6} \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2)}{4\pi(0,072 \text{ N/m}) \cdot (2 \times 10^{-5} \text{ m})} \\ &= 0,55 \\ \theta &= \cos^{-1} 0,55 \Rightarrow \theta = 57^\circ\end{aligned}$$

Por la definición de tensión superficial

$$\gamma = \frac{F}{\ell} \Rightarrow F = \gamma \ell$$

reemplazando

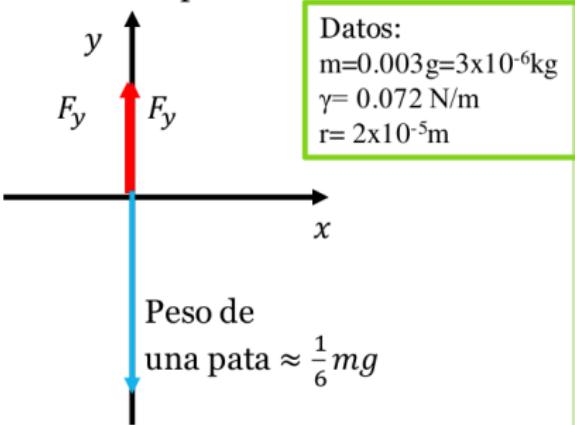


l es el perímetro del círculo $= 2\pi r$

$$2(\gamma \ell) \cos \theta = \frac{1}{6}mg$$

$$2\gamma(2\pi r) \cos \theta = \frac{1}{6}mg$$

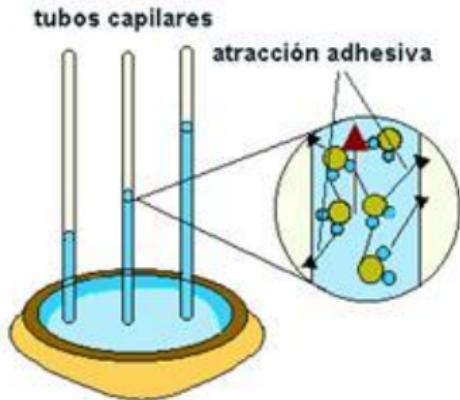
$$\cos \theta = \frac{1}{6} \cdot \frac{mg}{4\pi\gamma r}$$



Tensión superficial y Capilaridad

La tensión superficial desempeña un papel en otro fenómeno interesante: la **capilaridad**.

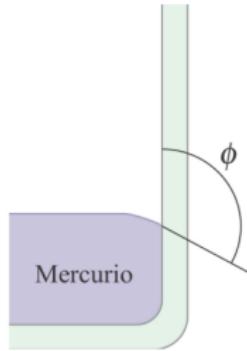
Es común observar que el agua en un recipiente de vidrio se eleva ligeramente donde toca el vidrio



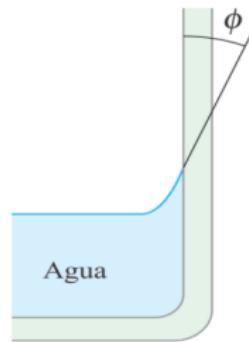
Se denomina **capilaridad o acción capilar** a la propiedad de los líquidos de ascender o descender en un tubo estrecho o capilar

Tensión superficial y Capilaridad

Se llama ángulo de contacto (ϕ), 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 (**cohesión**) y líquido-sólido (**adhesión**).



La fuerza adhesiva es mayor que la cohesiva
 $\phi < 90^\circ$ (**moja la superficie**)



Si la fuerza adhesiva es menor que la cohesiva
 $\phi > 90^\circ$ (**no moja la superficie**)

Tensión superficial y Capilaridad

Dado que:

$$F_y = mg$$

Siendo

$$F_y = F \cos \phi$$

$$F = \gamma \ell = \gamma 2\pi r$$

la componente ascendente de F es:

$$F = \gamma 2\pi r \cos \phi$$

El peso de la columna de agua será:

$$mg = \rho 2\pi r^2 h g$$

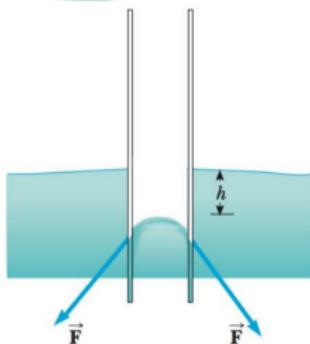
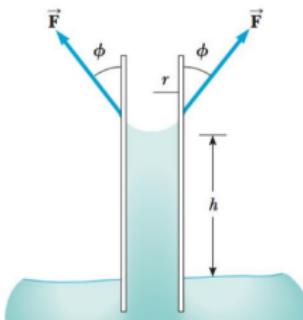
volumen de columna de agua es $\pi r^2 h$.

Entonces la altura que ascenderá una líquido por un capilar es:

$$\gamma 2 \cos \phi = \pi r^2 h g$$

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

- Si $f < 90^\circ$, el fluido **sube** ($h > 0$)
- Si $f > 90^\circ$, el fluido **desciende** ($h < 0$)

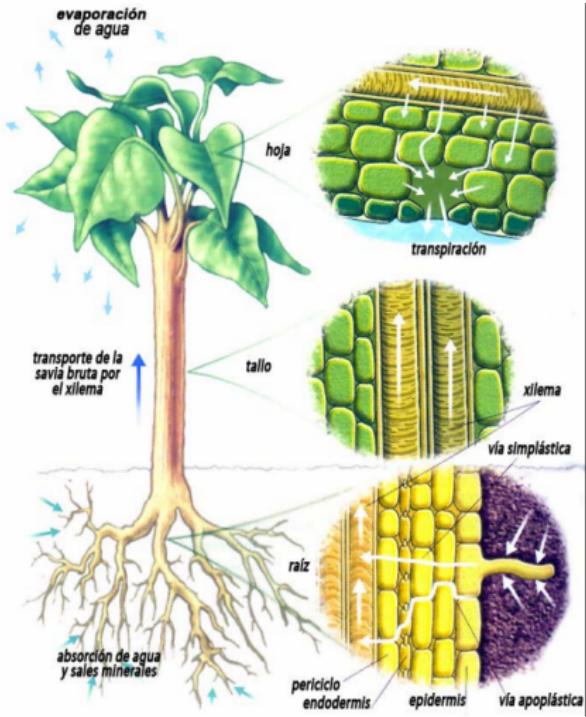


Ejemplo

La savia, que en verano consiste sobre todo de agua, asciende en los árboles por un sistemas de xilemas de radio $r = 2,5 \times 10^{-5} m$. El ángulo de contacto entre la savia y el xilema es $\phi = 0^\circ$. Sabiendo que la densidad de la savia se puede considerar como la del agua y que la tensión superficial es $g = 7,28 \times 10^{-2} N/m$, ¿cuál es la máxima altura que puede subir la savia en un árbol?

Solución

$$\begin{aligned} h &= \frac{\gamma 2 \cos \phi}{\rho g} \\ &= \frac{(7,28 \times 10^{-2} N/m) \cdot 2 \cdot \cos 0^\circ}{(1000 kg/m^3) \cdot (2,5 \times 10^{-5} m) \cdot (10 m/s^2)} \\ h &= 0,00058 \times 10^3 m = 0,58 m \end{aligned}$$



Conclusiones

- La **tensión superficial** es una propiedad de los líquidos que resulta de las fuerzas cohesivas entre moléculas en la superficie, generando una especie de "película elástica".
- Esta fuerza permite fenómenos como el desplazamiento de insectos sobre el agua y la formación de gotas esféricas.
- El **ángulo de contacto** determina si un líquido moja o no una superficie, dependiendo de la relación entre fuerzas de adhesión y cohesión.
- La **capilaridad** es el resultado combinado de la tensión superficial y las fuerzas adhesivas, permitiendo que los líquidos asciendan o desciendan en tubos capilares.

Aplicaciones

- **Transporte de savia en plantas:** gracias a la capilaridad y al ángulo de contacto favorable ($\phi = 0^\circ$), el agua asciende por los xilemas.
- **Detergentes y surfactantes:** reducen la tensión superficial del agua, mejorando su capacidad de penetración en tejidos y superficies.
- **Laboratorios y microfluidos:** se aprovecha la capilaridad para mover pequeños volúmenes de líquido sin bombas.
- **Medicina:** fenómenos capilares en el sistema circulatorio y en pruebas diagnósticas (tiras reactivas).

Gracias por su atención

¿Preguntas?

References