

1. Marco Teórico.

Tensión superficial

Un objeto menos denso que el agua, como una pelota de playa inflada con aire, flota con una parte de su volumen bajo la superficie. Por otra parte, un clip puede descansar sobre una superficie de agua aunque su densidad es varias veces mayor que la del agua. Esto es un ejemplo de **tensión superficial**: la superficie del líquido se comporta como una membrana en tensión (Figura 1).



Figura 1: La superficie del agua actúa como membrana sometida a tensión, y permite a este insecto tejedor o zapatero de agua caminar literalmente sobre el agua

La tensión superficial se debe a que las moléculas del líquido ejercen fuerzas de atracción entre sí. La fuerza neta sobre una molécula dentro del volumen del líquido es cero, pero una molécula en la superficie es atraída hacia el volumen (Figura 2).

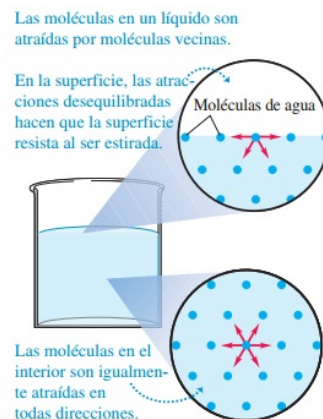


Figura 2: Una molécula en la superficie es atraída hacia el volumen del líquido, y esto tiende a reducir el área superficial del líquido.

Por esa razón, el líquido tiende a reducir al mínimo su área superficial, tal como lo hace una membrana estirada. La tensión superficial explica por qué las gotas de lluvia en caída libre son esféricas (no con forma de lágrima): una esfera tiene menor área superficial para un volumen dado que cualquier otra forma. También explica por qué se usa agua jabonosa caliente en el lavado de la ropa. Para lavarla bien, se debe hacer pasar el agua por los diminutos espacios entre las fibras (Figura 3).

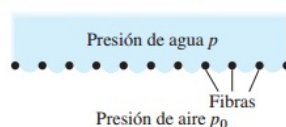
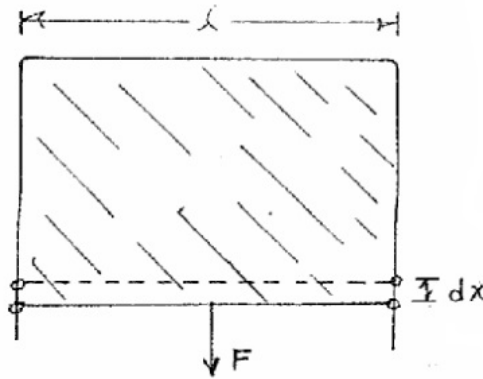


Figura 3: La tensión superficial dificulta el paso del agua por aberturas pequeñas. La presión requerida p del agua puede reducirse usando agua caliente con jabón, lo que reduce la tensión superficial.

Esto implica aumentar el área superficial del agua, lo que es difícil por la tensión superficial. La tarea se facilita aumentando la temperatura del agua y añadiendo jabón, pues ambas cosas reducen la tensión superficial. La tensión superficial es importante para una gota de agua de 1 mm de diámetro, que tiene un área relativamente grande en comparación con su volumen. (Una esfera de radio r tiene área $4\pi r^2$ y volumen $(4\pi/3)r^3$. La razón entre la superficie y el volumen es $3/r$, y aumenta al disminuir el radio.) En cambio, si la cantidad de líquido es grande, la razón entre superficie y volumen es relativamente pequeña y la tensión superficial es insignificante en comparación con las fuerzas de presión. En el resto del capítulo, sólo consideraremos volúmenes grandes de fluidos, así que ignoraremos los efectos de la tensión superficial. Ahora para veamos el caso de nuestro experimento, para incrementar la superficie de un líquido se necesita efectuar cierta cantidad de trabajo, el cual resulta ser proporcional a este incremento:

$$dW = \gamma dA \leftarrow (1)$$

$\gamma =$ Coeficiente de tensión superficial.



$dw = Fdx$ y $dA = 2ldx$, por lo tanto desde que la película tiene dos caras $Fdx = \gamma(2ldx)$ o bien $F = 2\gamma l$. Al despegarse el anillo de la superficie de un líquido, se forma un pequeño cilindro de radio r y altura dh , formándose así una superficie:

$$dA = 2(2\pi r dh).$$

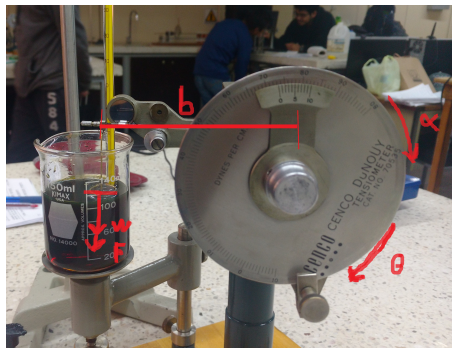
El cilindro tiene 2 caras, interna y externa. Y el trabajo efectuado en el despegue es:

$$dW = Fdh = \gamma 4\pi r dh.$$

Y finalmente se tiene:

$$\gamma = \frac{F}{4\pi r}.$$

Método del anillo Du Nouy para obtener F .



En este método se determina la fuerza necesaria para separar un anillo de la superficie, bien suspendido el anillo del brazo de una balanza, o utilizando un sistema de hilo de torsión. La fuerza para despegarlo está relacionada con la tensión superficial o interfacial por la expresión y se basa en la observación de que $\tau = wb = k\alpha$ y también en que $\tau = k\theta = Fb$ es decir se tendrá que:

$$k = \frac{wb}{\alpha} \quad y \quad F = \frac{k\theta}{b} = \frac{w\theta}{\alpha}.$$