

TENSIÓN SUPERFICIAL

Fecha: 07/02/05

1. Objetivo de la práctica

Medir la tensión superficial del agua y de una disolución jabonosa. Variación de la tensión superficial con la temperatura.

2. Material

- Dinamómetro de 0,1 N (0,002 N de resolución) con soporte
- Plataforma elevadora
- Vaso-calorímetro. Agua y solución jabonosa
- Anillo de metal ligero con hilos de soporte ($2R_{ext} \approx 2R_{int} = 60,0 \pm 0,1$ mm)
- Termómetro
- Para uso compartido con otras prácticas equivalentes:
 - Termo de agua caliente y/o generador de vapor de agua
 - Balanza electrónica



3. Teoría

Debido a la naturaleza de las fuerzas entre moléculas, la superficie que separa un líquido de otra sustancia cualquiera (el aire, otro líquido diferente, una vasija de vidrio, etc.) es una superficie límite peculiar. Las moléculas de la superficie del líquido son atraídas con menor fuerza por el aire (por ejemplo) que por el líquido y como consecuencia cuesta una cierta energía aumentar la superficie del líquido en contacto con el aire. Por ejemplo, si se coloca una aguja limpia sobre la superficie del agua en una vasija, se produce una ligera depresión en la superficie del agua y la aguja queda “flotando” a pesar de que su densidad es casi 10 veces superior a la del agua. La superficie del agua parece comportarse como una membrana que se resiste a aumentar su superficie, a ser penetrada. Aunque el comportamiento es muy diferente al de una membrana elástica en la que la tensión varía con la deformación, los bordes de la superficie del líquido están sometidos a una *tensión superficial* constante procedente de la atracción molecular. Las fuerzas que se oponen a que las moléculas del líquido se separen se denominan de *cohesión*.

El valor de esta tensión superficial se puede medir por diferentes métodos. Aquí se va a emplear el método sencillo del anillo, o método de *Nouy*, que se ilustra en la Fig. 1. Consiste en medir con un dinamómetro la fuerza necesaria para extraer del agua un anillo sumergido en ella. Dentro del agua, el dinamómetro medirá el peso del anillo menos el del agua desalojada; fuera del agua medirá el peso del anillo; y justo antes de desprenderse del agua medirá la suma del peso y la fuerza debida a la tensión superficial. Como el anillo está en contacto con el agua tanto por su cara exterior como por la interior, la longitud total será $L_{tot} = 2\pi(R_{int} + R_{ext}) = 4\pi R_{med}$, siendo R_{int} , R_{ext} , R_{med} los radios interior, exterior y medio respectivamente del anillo. La tensión superficial τ_s producirá una fuerza

$$f = \tau_s \cdot L_{tot} = 4\pi R_{med} \tau_s \quad (1)$$

Midiendo la fuerza f y el radio medio del anillo se puede determinar la magnitud de τ_s que tiene dimensiones de fuerza por unidad de longitud.

◆ **PRECAUCION DE SEGURIDAD PERSONAL:**

En esta práctica se maneja agua muy caliente con temperaturas próximas a 100°C. Si se trabaja de manera descuidada o imprudente se pueden producir quemaduras serias.

4. Montaje experimental

El montaje es muy sencillo: un recipiente con el líquido a estudiar (agua corriente o agua jabonosa en nuestro caso) sobre una plataforma elevadora y un dinamómetro muy sensible (fuerza máxima de 0,1 N y resolución de 0,002 N), sujeto de un soporte apropiado. Hay que tener **precaución** con el *dinamómetro*, porque dada su sensibilidad cualquier movimiento brusco lo puede descalibrar.

5. Medidas a realizar

5.1. Medida de la tensión superficial

1. En primer lugar, se debe comprobar que el anillo de metal ligero está libre de suciedad porque afectaría al valor de τ_s . Utilizando el dinamómetro, se pesa el anillo sin agua, y se anota el peso en la Tabla 1. La medida se repite al menos cinco veces para promediar el pequeño rozamiento interno del dinamómetro y determinar el error de la pesada.
2. Mediante el tornillo de la plataforma elevadora, se eleva la cubeta con el agua hasta que el anillo contacta plenamente con el agua. El dinamómetro indicará un peso algo menor debido a la dificultad de “romper” la superficie del agua. Ahora se empieza a bajar el recipiente de agua **muy lentamente** de modo que el anillo vaya saliendo poco a poco del agua. Al mismo tiempo se observa la indicación del dinamómetro de modo permanente. Se anota en la Tabla 1 la indicación del dinamómetro **justo antes** de que el anillo se desprege bruscamente del agua.
3. Se repite cinco veces el paso 2, y con las anotaciones, se calcula el valor de la tensión superficial τ_s del agua y su error.
4. Se repiten los pasos 2 y 3 utilizando la solución jabonosa en vez del agua.
5. Coméntese la diferencia entre los valores de τ_{sa} y de τ_{ss} .

5.2. Variación de la tensión superficial con la temperatura

1. *Agua caliente.*

Utilizando el termo del Laboratorio, se llena de agua caliente la cubeta hasta la mitad (la temperatura debe ser de mayor de $\sim 70^\circ\text{C}$). **Precaución: el agua a la salida puede estar cerca de 100°C y puede producir quemaduras.**

2. Para estudiar la variación de la tensión superficial del agua con la temperatura, se pueden hacer las medidas como en la sección 5.1., teniendo en cuenta que el enfriamiento del agua se produce lentamente. Es decir, supondremos que la temperatura durante una medida es casi constante. Ahora se realizará sólo una medida (en vez de cinco) a cada temperatura para que no afecte el descenso lento de la misma durante la medida. La medida se anota en la Tabla 2.
3. Cuando la temperatura del agua haya bajado 5°C , se vuelve a repetir la medida. Y así sucesivamente para cada descenso de 5°C , hasta las proximidades de temperatura ambiente, anotándose las medidas en la Tabla 2.
4. Se representan gráficamente los valores de τ_s frente a T , y se determina la pendiente, visualmente y por mínimos cuadrados, para obtener el coeficiente de variación con la temperatura y su error.

Bibliografía

Cualquier libro de Física General, por ejemplo:

1. F. W. Sears, M. W. Zemansky, H. D. Young y R. A. Freedman, "Física Universitaria", Ed. Pearson Educación (1999).

Tabla 1. Anotaciones de fuerzas con el anillo

(Precis. dinamómetro: \pm N)

Medida	1	2	3	4	5	media	error
F_{an} , N							
$F_{an,ag}$, N							
f_{ag} , N							
τ_{sa} , N/m							
$F_{an,so}$, N							
f_{so} , N							
τ_{ss} , N/m							

Tabla 2. Variación con la temperatura

(Precis. dinamómetro: \pm N; precis. termómetro: \pm °C)

T , °C	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35
F_{an} , N												
$F_{an,ag}$, N												
f_{ag} , N												
τ_{sa} , N/m												