

PRÁCTICA 5. DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL DE UN FLUIDO JABONOSO

Objetivo

Determinar la tensión superficial de un fluido mediante la formación de burbujas utilizando tubos de diferente radio.

Fundamento físico

Durante la formación de una pompa se produce una diferencia de presión entre el exterior y el interior que la capa de fluido equilibra mediante la fuerza debida a la tensión superficial. La ecuación de Laplace nos indica cuál es la relación que existe entre la diferencia de presión entre el interior y el exterior, el coeficiente de tensión superficial, γ , y el radio de la pompa:

$$\Delta p = \frac{4\gamma}{r}$$

Las consecuencias de esta ecuación son dos: a igual radio, cuanto mayor es el coeficiente γ , mayor es la diferencia de presión entre el interior y el exterior; y, la menos obvia, a menor radio mayor es dicha diferencia de presión.

Si consideramos dos momentos diferentes: el de la formación de la burbuja con un tubo de radio interior r_{in} y radio exterior r_{ex} , cuando la diferencia de presión es máxima y su radio es r_{min} , y, después en su posterior evolución, el momento en el que alcanza un volumen V fijo, cuando la presión tome un valor de referencia correspondiente al radio $r_{ref} = (3V/4\pi)^{1/3}$, se verificará:

$$\Delta p_{max} - \Delta p_{ref} = 4\gamma \left(\frac{1}{r_{min}} - \frac{1}{r_{ref}} \right), \text{ donde } r_{min} = \frac{r_{in} + r_{ex}}{2}$$

Método

Utilizaremos el montaje que se muestra en la Figura 1, que consiste en una jeringa de 50 ml unida por una manguera de goma a un tubo rígido cuyos radios interno y externo mediremos con un calibre. En el tubo de goma se encuentra instalada una llave de tres vías a la que conectamos un manómetro que consiste en un tubo inclinado abierto a la presión atmosférica que en la parte inferior contiene un depósito con aceite coloreado de densidad conocida.

Para la realización de la práctica disponemos de tubos de diferentes radios. Con cada uno de ellos, vamos a repetir **tres veces** lo siguiente:

- Abrimos la llave en T y tomamos 50 ml de aire con la jeringuilla.
- Mojamos el tubo rígido con una solución jabonosa de tensión superficial γ desconocida, eliminando con un poco de papel absorbente cualquier exceso de líquido. Queremos que quede únicamente una película de fluido en el extremo inferior del tubo.
- Muy despacio comenzamos a insuflar aire con la jeringa hasta el momento en que se forma una semiesfera con la película de jabón. Es justamente ahora cuando la presión entre el interior y el exterior es máxima. La diferencia de presión aparece marcada en el manómetro mediante el ascenso del aceite por el tubo contra la presión atmosférica. Esperamos a que ascienda completamente y anotamos el valor.

- Continuamos insuflando aire hasta que el volumen de la burbuja sea de 50 cm^3 . El aceite en el manómetro descenderá puesto que el radio de la burbuja ha aumentado, dándonos el Δp de referencia. Esperad a que descienda completamente y anotad dicho valor.

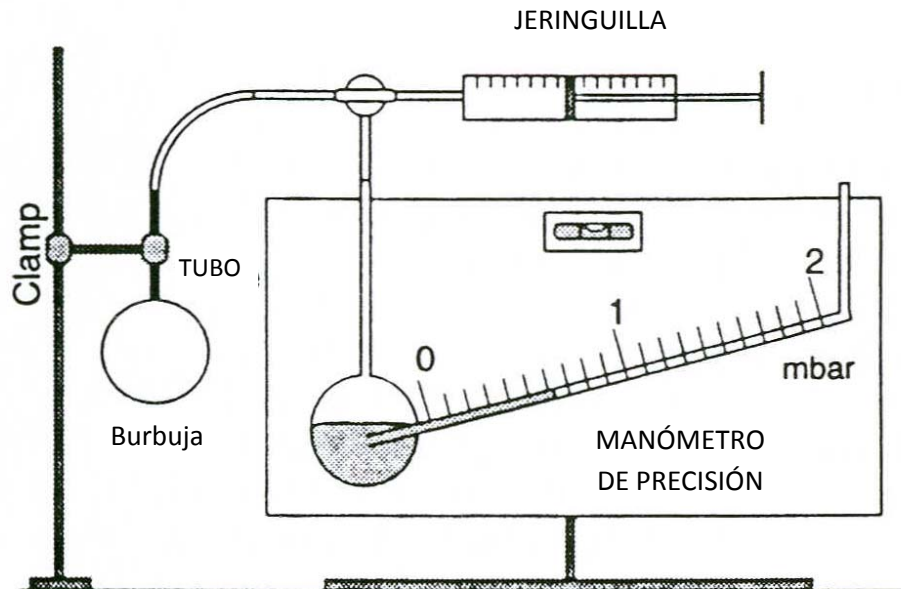


Figura 1

Una vez hecho esto se repite el procedimiento completo para cada uno de los tubos de los que se dispongan colocando el nuevo tubo en el lugar en que se encontraba el anterior.

Análisis de los resultados

- Con las tres medidas realizadas para cada tubo, se determinan los valores medios de Δp_{\max} y Δp_{ref} con los que se calcula $\Delta p_{\max} - \Delta p_{\text{ref}}$. Se estima también la desviación típica correspondiente a esta diferencia.
- Una vez hecho esto para todos los tubos dispondremos de pares de valores (r , $\Delta p_{\max} - \Delta p_{\text{ref}}$). Representad gráficamente, indicando con las barras de "error" la desviación típica de $\Delta p_{\max} - \Delta p_{\text{ref}}$. Comprobad que los puntos representados se comporten linealmente.
- Calculad el coeficiente de tensión superficial γ para el fluido realizando una regresión lineal y utilizando las desviaciones típicas calculadas para cada $\Delta p_{\max} - \Delta p_{\text{ref}}$ según se explica en la práctica 9. Se calcula también su incertidumbre y se da el resultado final con el número de cifras significativas adecuado.

Discusión

- Analizad utilizando el coeficiente de regresión la calidad del resultado.
- Comparad el resultado con el coeficiente de tensión superficial del agua ($73 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$) y en base a esto deducid si el valor obtenido es lógico.
- ¿Cuál es el fundamento físico aplicado en el barómetro para la medida de Δp ? Comprobadlo obteniendo a partir de él el valor que hemos medido experimentalmente (densidad del aceite =).