

Caracterización Térmica de fluidos utilizando técnicas fototérmicas

G Vera¹ y E. Marín¹

¹Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

Resumen

Las técnicas fototérmicas han demostrado ser útiles para la medición de propiedades térmicas de líquidos, particularmente la difusividad, α , y la efusividad, e , térmicas. En este trabajo presentamos resultados preliminares utilizando una configuración experimental basada en detección fotoacústica (FA) propuesta recientemente por Lima *et al* [1]. La misma permitiría determinar el valor de e utilizando un modelo de interferencia de ondas térmicas (TWI). Mediante el mismo debe resultar posible interpretar algunos resultados aparentemente anómalos que han sido reportados [1] y medidos por nosotros.

Introducción

Generalmente para medir la efusividad térmica mediante la técnica FA se utiliza una celda en configuración abierta con una lámina metálica sobre la que se coloca el líquido y sobre la que se hace incidir la radiación de excitación. En el presente trabajo dicha lámina se sustituye por un vidrio cuya superficie en contacto con la cámara FA se metaliza previamente para tener una fuente de calor superficial una vez que se le hace incidir radiación modulada. Midiendo la señal FA en presencia del líquido a investigar y sin él, es posible determinar el valor de e a partir de un procedimiento de normalización y usando el modelo de TWI.

Experimento

Consideremos la situación experimental que se muestra esquemáticamente en la Fig. 1.

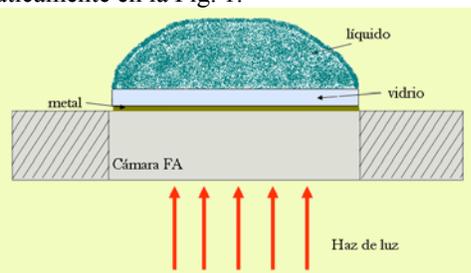


Fig. 1. Esquema del montaje experimental.

La muestra, s , se coloca sobre un vidrio, v , de espesor L , metalizado con una capa de Cu (m) lo suficientemente gruesa para que sea ópticamente opaco, que cierra una de las ventanas de una celda FA de manera que se pueda hacer incidir radiación modulada a la frecuencia f sobre el metal. El procedimiento experimental es el siguiente: Se mide la señal FA sin líquido y con él, y se normaliza la primera con la segunda. Mediante ajuste de la amplitud (A_{norm}) normalizada a la expresión teórica resultante del modelo TWI se calcula el valor de e si las propiedades térmicas del vidrio son conocidas.

Resultados y Análisis

La figura 2 muestra la amplitud normalizada para muestras de agua y glicerina. Lo interesante de estas curvas es que ambas curvas toman valores mayores que 1 en algunos rangos de frecuencia lo que contradice la predicción de que la muestra debería actuar siempre como un sumidero de calor.

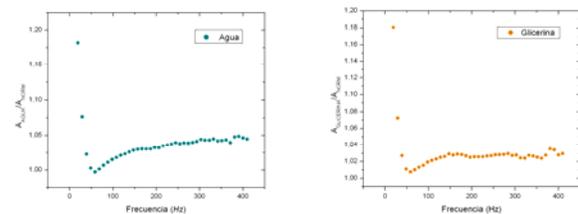


Fig. 2. Resultados experimentales.

Este resultado puede ser explicado, como en [2], atribuyéndolo al resultado de la interferencia de ondas térmicas generadas en m en la intercara v - s de la cual resulta la temperatura:

$$T(L) = T_0 \frac{\exp(-q_s L)}{1 - \gamma \exp(-2q_s L)} \quad (1)$$

donde $\gamma = R_{vs} R_{vm}$, $R_{ij} = (1 - b_{ij}) / (1 + b_{ij})$ representa los coeficientes de reflexión térmica, $b_{ij} = e_i / e_j$, $q = (1 + (-1)^{1/2}) / \mu$, $\mu = (\alpha / \pi f)^{1/2}$ y los subíndices i, j , representan a las regiones m, v y s . A partir del valor de γ se puede calcular el de e . Puede verse que para $f \rightarrow 0$ $A_{norm} \rightarrow (1 - \gamma_{aire}) / (1 - \gamma_s)$. Como $\gamma_{aire} < 1$ entonces $A_{norm} > 1$. Para $f \rightarrow \infty$ $A_{norm} \rightarrow 1$, lo que concuerda con lo obtenido experimentalmente.

Sin embargo nos ha surgido la inquietud de si la temperatura que debe ser tomada en cuenta para explicar el efecto observado es la dada por la Ec. (1) o la que resulte de la interferencia en la intercara v - m , que viene dada por:

$$T(0) = T_0 \left[1 + R_{s2} \frac{\exp(-2q_s L)}{1 - \gamma \exp(-2q_s L)} \right] \quad (2)$$

En estos momentos estamos realizando trabajos tanto experimentales como de simulación teórica para explicar estas cuestiones.

Agradecimientos

A CONACYT y proyecto SIP 20080032.

[Referencias]

[1] C A S Lima, L C M Miranda y H Vargas, *Instrum. Sc. Technol.* 34, 191 (2006).