

Dinámica de ondas capilares de tamaño molecular

R. Delgado-Buscalioni¹, E. Chacón and P. Tarazona
 Departamento de Física Teórica de la Materia Condensada
 Universidad Autónoma de Madrid
 E-28049 Madrid

Usando la teoría de hidrodinámica de medios continuos es posible describir la dinámica de ondas capilares con longitudes de onda mucho mayores que la escala molecular. A medida que disminuimos la longitud de onda, la teoría hidrodinámica predice una transición desde un modo propagativo oscilatorio (las ondas capilares que todos conocemos) a un modo sobreamortiguado, no propagativo². Sin embargo, en esta rama sobreamortiguada (de corta longitud de onda) las relaciones hidrodinámicas clásicas no describen correctamente la relación de dispersión que se observan en fluidos simples. Este aparente fallo de la teoría del continuo se suele justificar argumentando la pequeñez de la longitud de onda de transición, que en el caso de fluidos simples resulta ser de unos diez a veinte diámetros moleculares. En este trabajo demostramos que este error de la teoría hidrodinámica es tan solo aparente. Para números de onda por encima de un cierto umbral $q > q_\sigma$, el coeficiente de tensión superficial deja de ser constante y comienza a depender de q . La relación $\sigma = \sigma(q)$ fue obtenida para diversos tipos de fluidos simples, usando el método propuesto por Chacón y Tarazona³, basado en ajustar la amplitud de las fluctuaciones de equilibrio del perfil de densidad intrínseco de la interfase líquido-vapor⁴. Introduciendo dicha dependencia $\gamma(q)$ en el formalismo hidrodinámico, este trabajo⁵ demuestra que, sorprendentemente, la predicción del continuo es válida hasta longitudes de ondas muy pequeñas (de hasta unos tres diámetros moleculares). “Ondas” con longitudes más pequeñas pertenecen ya al régimen dominado por colisiones moleculares.

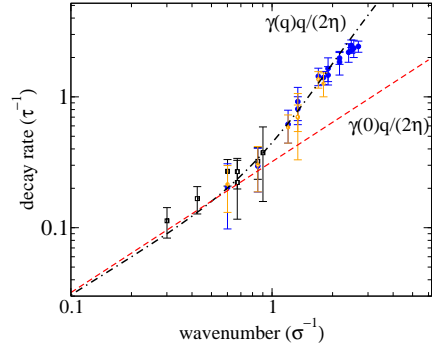


Figura 1. Ritmo de decaimiento de ondas capilares sobreamortiguadas frente al número de onda, q . Los datos corresponden a un fluido Lennard-Jones a temperatura $T = 0.68(\epsilon/k_B)$, en coexistencia líquido-vapor. Las líneas muestran la predicción de la hidrodinámica clásica $\gamma(q = 0)q/(2\eta)$, usando el coeficiente de tensión superficial macroscópico (i.e., a $q = 0$) y el resultado de la corrección del presente trabajo $\gamma(q)/(2\eta)$. Todos los datos en unidades estándares de Lennard-Jones.

¹ r.delgado@uam.es

² J. Jäckle and K. Kawasaki, J. Phys: Condens. Matter, **7**, 4351 (1995)

³ E. Chacón and P. Tarazona, Phys. Rev. Lett. **91** 166103 (2003).

⁴ E. Chacón and P. Tarazona, J. Phys: Condens. Matter, **17**, S3493 (2005)

⁵ R. Delgado-Buscalioni, E. Chacón and P. Tarazona, Dynam-ics of capillary waves at molecular scale, *preprint*.