

Estudio de ángulos de contacto y fuerzas de retención de gotas líquidas sobre superficies inclinadas

Santos, M.J.* y White, J.A.†

Departamento Física Aplicada. Facultad de Ciencias
Universidad de Salamanca
37008 Salamanca

La ecuación de Young-Laplace determina que una gota sobre una superficie horizontal tiene una forma axisimétrica debido a la simetría cilíndrica del problema. Esta forma se convierte en no-axisimétrica cuando la superficie se inclina (o gira a una velocidad angular dada). Para ángulos de inclinación α por debajo de un valor crítico α_c se observa que la gota se mantiene adherida a la superficie debido a un cambio de forma: la gota se abomba en la dirección de inclinación por lo que los ángulos de contacto en la parte delantera de la gota son mayores que los de la parte posterior. La diferencia entre los ángulos de contacto de la gota se denomina histéresis del ángulo de contacto y ocasiona una fuerza de retención capilar que se compensa con la gravitatoria y evita el movimiento de la gota.

El objetivo del presente trabajo es analizar este problema por medio de simulaciones mediante un método recientemente desarrollado¹, para modelizar la histéresis del ángulo de contacto a través de Surface Evolver².

Los resultados de nuestras simulaciones tienen una gran dependencia con el ángulo de contacto inicial θ_i de la gota. Por ello consideramos la evolución de una gota sobre una superficie horizontal que se inclina lentamente para dos situaciones iniciales diferentes: (i) $\theta_i = \theta_{av}$, y (ii) $\theta_i = \theta_Y = (\theta_{av} + \theta_{re})/2$. Se analiza la evolución de la forma de la gota, los ángulos de contacto y las fuerzas de retención con un ángulo de inclinación en ambos casos. Y se compara además con datos experimentales para una aleación líquida de Sn-Ag-Cu sobre un sustrato inclinado de Cu.

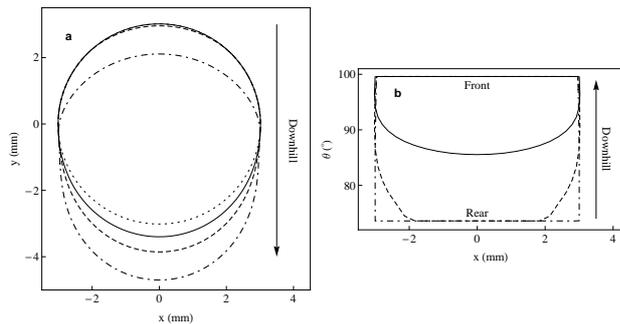


FIG. 1. Resultados de simulación para una gota de agua sobre PCTFE con un ángulo de contacto inicial igual a θ_{av} . (a) Línea de contacto triple. (b) Ángulos de contacto en función de la coordenada x perpendicular a la inclinación. Línea de puntos: $\alpha = 0^\circ$, línea continua: $\alpha = 10^\circ$, línea a trazos: $\alpha = 20^\circ$, línea punto- raya: $\alpha = 23^\circ$.

La figura 1 muestra la evolución con la inclinación de la triple línea de contacto y los ángulos de contacto para una gota de agua sobre PCTFE con $\theta_i = \theta_{av}$. La forma de la gota va modificándose con α según los ángulos de contacto adoptados, sin caerse. Para $\alpha = 23^\circ$ la gota está ya deslizándose y la anchura de la gota llega a ser ligeramente menor que la original.

La figura 2 muestra la evolución de $\cos \theta_{min}$ y $\cos \theta_{max}$ con α para una aleación líquida de Sn-Ag-Cu sobre un sustrato inclinado de Cu. Este es un sistema con una histéresis pronunciada en la cual el ángulo de contacto inicial no es ni θ_{av} ni θ_Y . Para α pequeñas $\cos \theta_{max}$ se aproxima a $\cos \theta_{av}$ de modo lineal mientras que $\cos \theta_{min}$ aumenta linealmente hacia $\cos \theta_{re}$, para α mayores, $\theta_{max} = \theta_{av}$ y $\cos \theta_{min}$ aún aumenta linealmente hacia $\cos \theta_{re}$ pero con una pendiente diferente. Es de destacar el excelente acuerdo con datos experimentales.

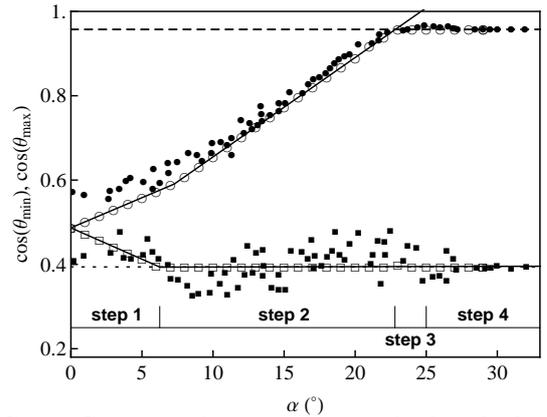


FIG. 2. Comparación entre los resultados de la simulación y los datos experimentales para una aleación líquida de Sn-Ag-Cu sobre un sustrato inclinado de Cu. $\cos \theta_{min}$ (círculos) y $\cos \theta_{max}$ (cuadrados) frente al ángulo de inclinación α . Las líneas discontinuas y las líneas de puntos indican $\cos \theta_{re}$ y $\cos \theta_{av}$ respectivamente. Los símbolos rellenos son los datos experimentales.

* smjesus@usal.es

† white@usal.es

¹ T. Young, Philos. Trans. R. Soc. London, 95 (1805) 65.

² M.J. Santos, J.A. White, Langmuir 27 (2011) 14868.

³ Brakke, K.A., *Exp. Math.* 1(2), (1992) 141.

⁴ M.J. Santos, S. Velasco, J.A. White. Enviado