

Ecuación ϕ^4 como modelo fenomenológico de frentes en microreología

E.S.Figueroa^{1*}, C. Trejo-Soto^{1†}, M. García-Ñustes^{1††}

¹Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Casilla XX, Valparaíso.

*elram.figueroa@pucv.cl, †claudia.trejo@pucv.cl, ††monica.garcia@pucv.cl

Introducción

Proponemos un modelo numérico para simular la dinámica de la interfase fluido-aire (frente) de un fluido newtoniano en un microcanal, en presencia de un defecto. Modelamos el frente usando un modelo ϕ^4 con una fuerza localizada espacialmente $F(x)$ para simular la imperfección. La simulación muestra que un frente plano presenta oscilaciones amortiguadas luego de superar la imperfección. Dichas oscilaciones dependen de la velocidad con la cual el frente alcance el defecto. Para la simulación de un frente curvo, se propuso una fuerza de fricción proporcional al cuadrado de la posición perpendicular a la dirección de propagación del frente. El perfil de velocidades obtenido simula un flujo laminar en una tubería. La curvatura del frente suprime las oscilaciones a lo largo de todo el frente, siendo solo notorias en la zona cercana a la imperfección, coincidiendo con las observaciones experimentales.

Desarrollo

Usamos una ecuación tipo ϕ^4 amortiguada con una fuerza externa no homogénea, la cual se muestra en (1),

$$\partial_{tt}\phi(x, t) - \partial_{xx}\phi(x, t) + \gamma(y)\partial_t\phi(x, t) + \frac{1}{4}(\phi^3 - \phi) = F(x) \quad (1)$$

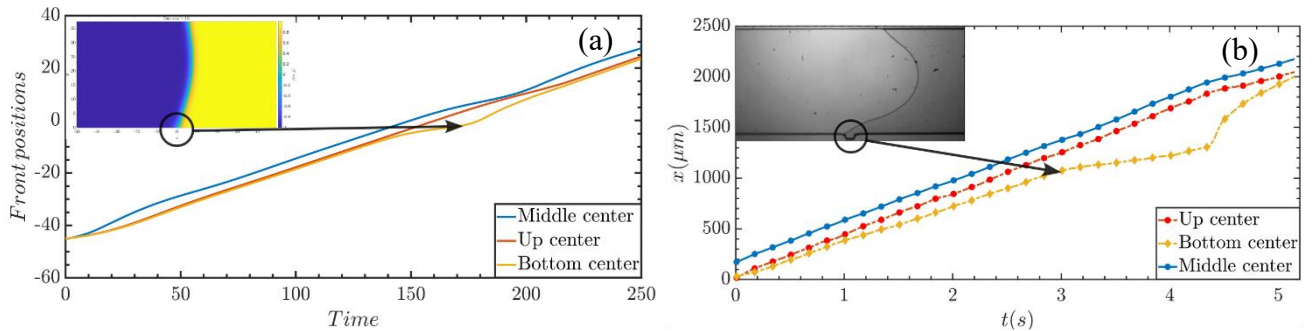


Figura 1: (a) Posición en función del tiempo de tres puntos del frente simulado numéricamente, usando el modelo ϕ^4 con un término de disipación $\gamma(y) = \gamma_0 y^2$ y una fuerza localizada tipo “pared”. (b) Frente experimental que viaja con un caudal constante $Q_0 = 2\mu\text{l/s}$ a través de un microcanal con un defecto. Se observa que la simulación reproduce muy bien el comportamiento del frente al alcanzar la imperfección: la interacción del frente con el defecto ocurre mayormente en la zona inferior de la interfase fluido-aire.

Referencias

- [1] C.A. Trejo-Soto et al. *Soft Matter*, 13, 3042 (2017).
- [2] J. González and J. Holyst, *Phys. Rev. B* **45**, 10338–10343 (1992).