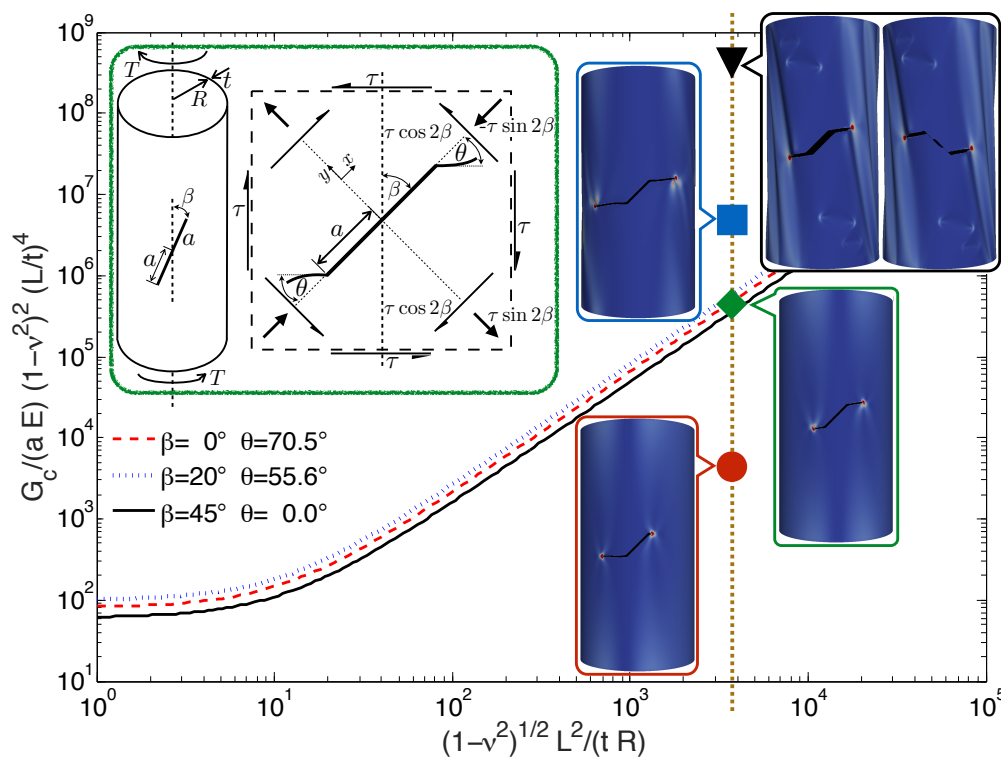


Modelado y simulación de propagación de fracturas en cáscaras delgadas frágiles mediante campos de fase

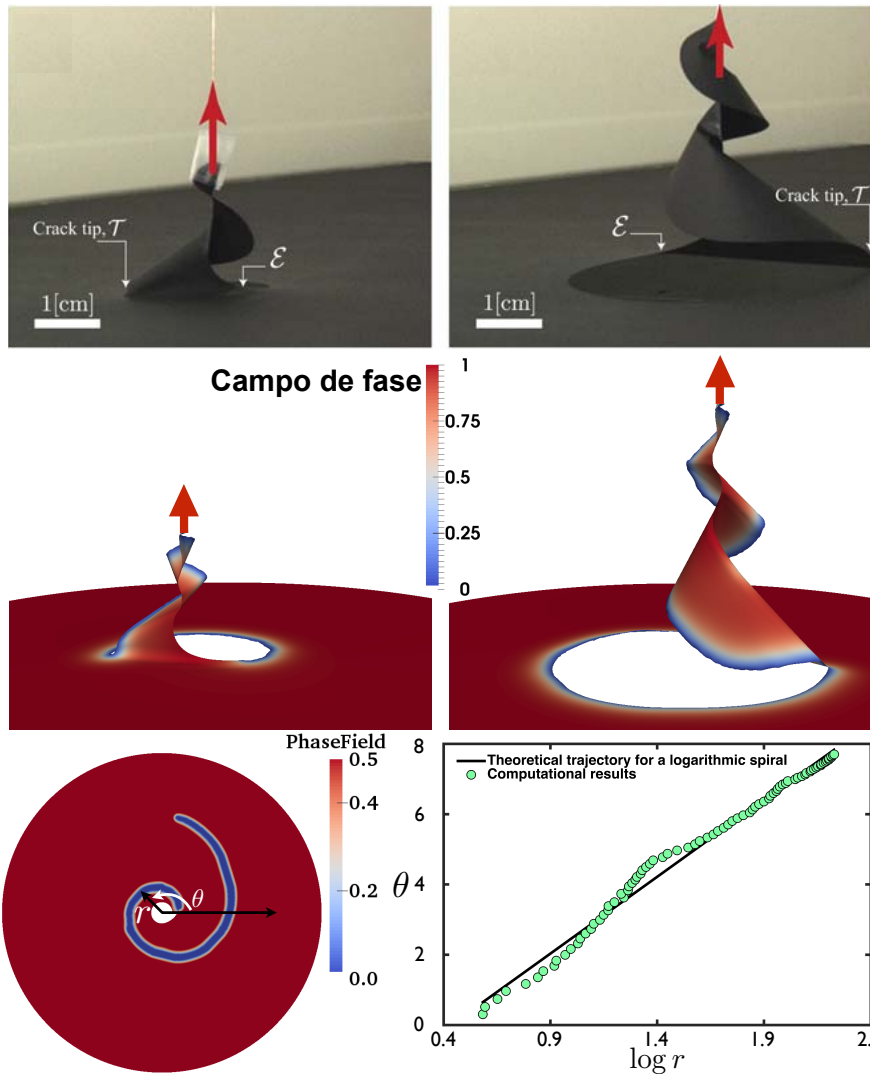
Resumen

Describir y comprender los principios mecánicos que gobiernan la evolución durante la propagación de fisuras en películas delgadas frágiles, posee un gran interés industrial (p. ej. embalaje, fabricación, diseño de componentes) y en ciencias de los materiales. En este trabajo se describe la propagación de fracturas en cáscaras delgadas frágiles mediante modelos difusos de discontinuidad libre (campos de fase) y su análisis por medio de simulaciones numéricas mediante el método de Galerkin, lo cual requiere la implementación de técnicas avanzadas de discretización como superficies de subdivisión. Para llevar a cabo este trabajo se combinan modelos de campo de fase de cuarto orden con un modelo geoméricamente no lineal de cáscaras delgadas de Kirchhoff-Love, y un modelo cohesivo para describir el efecto de adhesión a un sustrato rígido. En la actualidad la modelización de fractura mediante campos de fase ha generado un gran interés, debido a su simplicidad derivada del tratamiento unificado de geometría y mecánica. Mientras que su alto coste computacional se está viendo superado por su capacidad de tratar interfaces móviles de manera integrada, así como la física que gobierna su evolución.

Palabras clave: Kirchhoff-Love, empaquetamiento, grandes deformaciones, superficies de subdivisión.



Competencia entre modos de falla (fractura vs pandeo) en una cáscara cilíndrica frágil simplemente soportada en sus extremos sometida a torsión. En la figura se representan las curvas que delimitan la transición entre estos estados de falla de acuerdo a los parámetros geométricos, materiales, y del ángulo y longitud de la fractura inicial. En particular es posible observar que dada una cáscara cilíndrica con geometría constante, con una fractura inicial $\beta=45^\circ$, es posible observar la transición desde un fallo por propagación de fractura a otro donde antes ocurre el pandeo de la estructura, esto se logra modulando la relación adimensional $G_c/(tE)$ desde 10^{-7} a 10^{-2} (desde abajo hacia arriba). Siendo E el módulo de Young, ν el coeficiente de Poisson, y G_c energía de fractura de Griffith.



Si bien los experimentos retratan fenómenos mecánicos muy ricos, comúnmente no pueden identificar con precisión los principios básicos que rigen la evolución de las fisuras por un dado camino. (Arriba) Resultados experimentales obtenidos por (Romero et al., 2013), al tirar de una porción de una lámina de polipropileno se genera una fractura en forma de espiral. (Centro y Debajo) Resultados obtenidos mediante simulaciones realizadas con códigos fuente y modelos desarrollados en nuestro grupo, el mapa de colores describe el campo de fase. La estructura que se genera con forma de pino, es producida por los giros de la tira liberada a lo largo de la dirección de la fuerza aplicada. Fuentes: Romero et al., 2013; Li et al., 2016.

Phase field modeling and simulation of crack propagation in brittle thin shells

Abstract

Describe and understand the mechanical principles governing the evolution during brittle crack propagation in thin films, has great industrial interest (e.g. packaging, manufacturing, design of components) and materials science. In this work, we describe fracture propagation in brittle thin shells by fuzzy models of free discontinuity (phase field), and their analysis by means of numerical simulations using the Galerkin method, which requires the implementation of advanced discretization techniques as subdivision surfaces. To carry out this work we combine phase field models of fourth order with a geometrically nonlinear Kirchhoff-Love model of thin shells, and a cohesive model to describe the effect of adherence to a rigid substrate. At the present, phase field fracture modeling has generated interest because of its simplicity derived from the unified treatment of geometry and mechanics. While, the high computational cost of phase field models is being exceeded by its ability to treat mobile interfaces in an integrated manner, and the physics governing its evolution.

Keywords: Kirchhoff-Love, packaging, finite deformations, subdivision surfaces.