

Análisis Numérico

Trabajo Práctico 5

Segundo cuatrimestre 2025

Instrucciones:

- Fecha de presentación: 17/10/25.
- Los grupos se conforman de 4 o 5 personas.
- Utilice todas las herramientas informáticas, lenguajes o herramientas en línea que considere convenientes (Mathematica, Wolfram Alpha, Qucs, Xcos, Sympy, Scilab, Octave, Scipy, Matplotlib, ImageJ, etc).
- Elabore un informe lo mas detallado posible, mencionando los problemas con los que se encontró intentando obtener las respuestas a las consignas.
- Subir al campus en un archivo comprimido único, **el informe en formato .pdf** y cualquier otro archivo que considere útil, como códigos u otros.
- Elaborar un video de no más de 3 minutos de duración sobre los aspectos más importantes del proceso y las conclusiones del trabajo. Subir el video al grupo de TEAMS.

Introducción

En este Trabajo Práctico se continuará con el análisis realizado en el TP4 sobre gotas en contacto con superficies sólidas. En este nuevo trabajo el énfasis estará en la **aplicación de métodos de integración numérica** para obtener propiedades geométricas y físicas de las gotas y evaluar un modelo simplificado.

1) Cálculo del volumen y área de la gota

El área y volumen de una gota apoyada sobre un sustrato pueden obtenerse a partir del contorno de la misma, considerándola como una figura de revolución en torno al eje vertical. Para simplificar el análisis, utilice únicamente una de las mitades del contorno de la gota.

- a) Si es necesario¹, corrija sus resultados del TP3 de modo que verifiquen un ángulo de contacto adecuado.
- b) A partir de los ajustes realizados (splines y mínimos cuadrados), para cada frame, obtenga el perfil completo de una mitad de la gota.
- c) Calcular el volumen utilizando al menos dos métodos de integración numérica diferentes. Estime el error de cada uno de manera consistente y justifique el paso espacial utilizado.
- d) Calcular la superficie lateral utilizando al menos dos métodos de integración numérica diferentes.
- e) Para ambos casos, comparar y discutir las diferencias entre las áreas/volumenes obtenidos con los dos métodos de ajuste y los dos métodos de integración. Analice posibles fuentes de error y qué combinación considera más confiable en este caso.

2) Modelo de la dinámica de la gota

Se puede modelar la dinámica de spreading de la gota utilizando un enfoque simplificado en el que el centro de masa de la gota se comporta como una partícula sometida a una fuerza restauradora y a un término de amortiguamiento, representando la interacción con el sustrato y la resistencia interna del líquido. Esta aproximación permite describir la evolución de la altura del centro de masa mediante una ecuación diferencial de segundo orden:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + c \frac{dy}{dt} + k(y - y_{eq}) = 0 \quad (1)$$

¹Si fueron notificados por la cátedra

- $y(t)$: altura del centro de masa [m]
 - m : masa de la gota
 - k : rigidez efectiva
 - c : coeficiente de amortiguación
 - y_{eq} : altura de estabilización de la gota
- a) Resolver la EDO mediante el método de Taylor de orden 3 y Runge-Kutta 5-6. Elija tolerancias adecuadas y justifique. Estimar valores de k y c para que el modelo reproduzca cualitativamente la evolución observada de la altura del centro de masa.
- b) Obtenga una solución similar mediante un método multipaso de su elección y justifique tal elección.
- c) Reporte los pasos de tiempo utilizados y compare los costos computacionales para lograr en todos los casos la misma precisión.
- d) Comparar las soluciones numéricas con los datos experimentales del TP4. Analice posibles causas de desviaciones y estime su importancia relativa.