

Estudio del Movimiento Oscilatorio de Botellas con Líquido

Juan Camacho, José Castillo, Omar Cote

March 13, 2025

1 Resumen

Este trabajo busca analizar cómo se mueve una botella con líquido cuando se le aplica una fuerza horizontal. Al principio, vamos a modelar el líquido como si fuera una masa rígida con fricción interna y, poco a poco, agregaremos otros factores como la viscosidad y la densidad. En el experimento, empujaremos botellas con distintas cantidades de líquido y mediremos su velocidad a lo largo del tiempo. Con los datos obtenidos, queremos entender mejor cómo la interacción entre el líquido y la botella afecta el movimiento del sistema.

2 Pregunta de Investigación

- ¿Cómo influye la interacción entre el líquido y la botella en su movimiento oscilatorio?
- ¿Qué papel juega la fricción interna en la evolución de la velocidad?
- ¿Cómo cambia la magnitud de las oscilaciones dependiendo de la cantidad de líquido?

Hipótesis inicial: Las oscilaciones en la velocidad de la botella son consecuencia de la fricción interna entre el líquido y las paredes del envase. La intensidad de estas oscilaciones depende de la cantidad de líquido en la botella.

3 Introducción

Si alguna vez has empujado una botella medio llena sobre una mesa, probablemente notaste que su movimiento no es uniforme, sino que su velocidad parece oscilar antes de detenerse, este fenómeno tiene que ver con la interacción entre el líquido y la botella.

El objetivo de este estudio es entender mejor este comportamiento y modelarlo matemáticamente. Para ello, primero trataremos el líquido como una masa rígida con fricción interna, y después afinaremos el modelo incorporando efectos como la viscosidad y la densidad.

Este tipo de análisis no solo es interesante desde el punto de vista teórico, sino que también puede ser útil en áreas como la ingeniería y la biomecánica, donde es importante entender el comportamiento de sistemas con líquidos en movimiento.

4 Estado del Arte

Ya existen algunos estudios sobre el movimiento de botellas con líquido, como el trabajo de Gu et al. (2021), que analiza la estabilidad de botellas en movimiento. También hay investigaciones más generales sobre sistemas con fricción interna en la mecánica de fluidos y medios continuos. Nuestro enfoque se centrará en la relación entre la fricción interna del líquido y las oscilaciones en la velocidad de la botella, algo que hasta ahora no se ha estudiado en detalle.

5 Objetivos

5.1 Objetivo general

Estudiar cómo se mueve una botella con líquido cuando rueda sobre una superficie y cómo la fricción interna y la viscosidad afectan ese movimiento.

5.2 Objetivos específicos

- Crear un modelo inicial en el que el líquido se comporte como una masa rígida con fricción interna.
- Diseñar y llevar a cabo un experimento para medir la velocidad de la botella en función del tiempo.

- Analizar cómo cambia la magnitud de las oscilaciones dependiendo de la cantidad de líquido en la botella.
- Refinar el modelo teórico incluyendo efectos más detallados de la viscosidad y otros parámetros físicos del líquido.

6 Metodología

6.1 Diseño experimental

- Usaremos botellas de plástico o vidrio con diferentes niveles de líquido.
- Aplicaremos una fuerza controlada para empujarlas sobre una superficie lisa.
- Mediremos la velocidad a lo largo del tiempo usando cámaras de alta velocidad o sensores de movimiento.

6.2 Actividades y resultados esperados

1. **Revisión bibliográfica:** Investigar estudios previos y modelos existentes.
2. **Diseño del experimento:** Definir materiales, procedimientos y métodos de análisis.
3. **Ejecución del experimento:** Medir la evolución de la velocidad en botellas con diferentes niveles de líquido.
4. **Análisis de datos:** Identificar patrones de oscilación y comparar con las predicciones del modelo teórico.
5. **Conclusiones y ajustes al modelo:** Incorporar efectos adicionales y evaluar la precisión del modelo.

7 Recursos necesarios

- Botellas de distintos materiales y tamaños.
- Líquidos con diferentes densidades y viscosidades.
- Cámara de alta velocidad o sensores de movimiento.
- Software de análisis de datos (Tracker, Python, MATLAB).

8 Cronograma

Fase	Actividad	Tiempo estimado
1	Revisión bibliográfica	1 semana
2	Diseño experimental	1 semana
3	Realización del experimento	3 semanas
4	Análisis de datos	2 semanas
5	Refinamiento del modelo	3 semanas
6	Redacción del informe	1 semana

Table 1: Cronograma del proyecto

9 Referencias

Gu, Y., Bai, Y., Xin, Y., Xiao, L., Wang, S., & Sun, H. (2021). *Dynamic Stabilization of Water Bottles*. arXiv preprint arXiv:2112.10585.

Otras referencias se agregarán conforme avance la investigación.