

## Medición de los coeficientes de rozamiento entre una partícula y la superficie de un plano inclinado

### 1. Medición del coeficiente de rozamiento estático

Considere una partícula apoyada en un plano inclinado en equilibrio. Aumentando progresivamente el ángulo de inclinación determine el valor del ángulo crítico  $\Theta_c$ , identificando la inclinación para la cual la partícula comienza a caer.

Obtenga el valor del coeficiente de rozamiento estático como:

$$\mu_e = \tan(\theta_c) \quad (1)$$

¿Cuáles son las mediciones directas necesarias para determinar la tangente del ángulo de inclinación? Escriba el valor de la tangente del ángulo con su correspondiente error.

### 2. Medición del coeficiente de rozamiento dinámico

Para ángulos mayores que el ángulo crítico  $\theta > \Theta_c$ , el modelo macroscópico el modelo macroscópico de fuerza de rozamiento predice que la partícula cae con aceleración

$$a = g(\sin\theta - \mu_d \cos\theta) \quad (2)$$

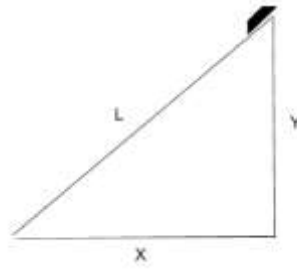
Donde el valor de  $\mu_d$  es constante para cualquier configuración. El objetivo de la práctica es confrontar la validez de este modelo con el experimento.

Responda el siguiente cuestionario incluyendo sus respuestas en el informe:

- Mida el tiempo de caída  $T$  a lo largo del plano inclinado de longitud  $L$ . Considere una estadística de 10 mediciones de este tiempo para cada configuración. Repita el experimento para, al menos, 10 configuraciones distintas (un total de  $10 \times 10 = 100$  mediciones).
- ¿Cuánto vale el error instrumental del cronómetro? ¿Cuántas mediciones serían necesarias para que el error estadístico del tiempo de caída  $T$  sea menor que el error instrumental?
- Demuestre que la relación entre el tiempo de caída  $T$ , la longitud de caída sobre el plano  $L$ , su longitud  $X$  y su altura  $Y$  satisfacen:

$$\frac{2L^2}{gYT^2} = 1 - \mu_d \frac{X}{Y} \quad (3)$$

Para la siguiente configuración:



- iv. Para cada ángulo distinto, calcule y grafique en una planilla de cálculo  $2L^2 / gY T$  vs  $X/Y$ . Si el modelo macroscópico de fuerza de rozamiento fuese válido ¿qué comportamiento funcional esperaría?
- v. Calcule los parámetros de la mejor recta usando la aplicación de regresión lineal de la planilla de cálculo. Determine el valor de la mejor pendiente y ordenada al origen respectivamente. Discuta el poder predictivo del modelo en comparación con los resultados obtenidos.
- vi. En una hoja de papel milimetrado vuelva a representar el gráfico del punto (iv) incluyendo los errores (en vez de puntos, deberá representar rectángulos). Determine (a ojo desnudo) las pendientes máxima, mínima y media de la mejor recta. Determine el valor del coeficiente de rozamiento dinámico  $\mu_d$  con su error.
- vii. Graficar el valor obtenido para el coeficiente de rozamiento  $\mu_d$  en función del ángulo considerado. ¿Qué comportamiento presenta? ¿A qué podría deberse tal comportamiento?

En caso de contar con la filmación de la caída de la pesa a lo largo del plano:

- a. Observar el movimiento de la pesa en cámara lenta. ¿Cómo es la velocidad a lo largo de todo el recorrido? ¿Varía este comportamiento según el ángulo considerado?
- b. Graficar la posición en función del tiempo, es decir,  $L(t)$ . ¿Qué tipo de curva es? ¿Con que clase de movimiento se relaciona?

Como actividad final, comparar los hallazgos experimentales propios con los de otros grupos y reflexionar sobre la validez del modelo de rozamiento empleado.