

Guia de trabajo práctico: experimento “Disco de inercia”

A) Introducción

Esta experiencia busca estudiar el movimiento de discos, que giran alrededor de un eje central, a los cuales se les enrolla una cuerda sobre la superficie externa. La aceleración de los discos se consigue al dejar caer diferentes pesos, fijos a la extremidad libre de la cuerda. El objetivo de este trabajo es el de familiarizar al estudiante con las magnitudes cinemáticas y dinámicas asociadas a movimientos de rotación, como aceleración angular, momento de una fuerza, brazo de palanca y momento de inercia; el podrá determinar esas magnitudes experimentalmente y compararlas con los valores procedentes de cálculos teóricos.

B) Procedimiento de análisis

B1. Observa el video del experimento, anota los valores de los parámetros de las poleas (diámetros y masas), masas de los pesos y brazo de palanca de las condiciones que te fueron indicadas.

B2. En el análisis de una condición de tipo A, necesitaras medir las sucesivas posiciones, θ_i , del disco para todos los cuadros de tu categoría, así como los tiempos registrados en cada cuadro. En las condiciones de tipo B, necesitarás seleccionar un conjunto de 15 cuadros, tales que los intervalos de tiempo entre los cuadros elegidos sean iguales.

B3. Monta una planilla de cálculo con los valores de tiempo y posición angular, t_i y θ_i , donde t_i es el valor que aparece en el reloj del cuadro de número i y θ_i es la posición angular del radio-vector de referencia en ese mismo instante. Mas informaciones para interpretar correctamente el valor leído, aparecen en el documento “*Leitura do raio-vetor*”.

B4. Para cada intervalo de tiempo $[t_{i-1}, t_{i+1}]$ calcula el instante medio dado por:

$$\bar{t}_i = \frac{t_{i+1} + t_{i-1}}{2}. \quad (1)$$

B5. Calcula la velocidad angular media $\omega(\bar{t}_i)$ para cada instante \bar{t}_i ; dado que los intervalos de tiempo son muy pequeños supondremos que la velocidad angular media $\bar{\omega}_{[t_{i-1}, t_{i+1}]}$ en el intervalo $[t_{i-1}, t_{i+1}]$ sea igual a la velocidad instantánea, $\bar{\omega}_{[t_{i-1}, t_{i+1}]}$, en el tiempo medio del intervalo:

$$\omega(\bar{t}_i) \cong \bar{\omega}_{[t_{i-1}, t_{i+1}]} = \frac{\theta_{i+1} - \theta_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}. \quad (2)$$

Observa que como los instantes de tiempo demarcados en los cuadros son equidistantes entre sí, $\bar{t}_i = t_i$ para todos los i posibles (no se puede calcular la velocidad para el primero ni para el último cuadro).

Agrega una columna a la tabla con $\omega(\bar{t}_i)$ asociado a \bar{t}_i . Agrega otra columna donde consten los errores experimentales de esas velocidades angulares. Construye un gráfico de $\omega(\bar{t}_i)$ en función de \bar{t}_i (no te olvides de diseñar las *barras de error*). Para el cálculo de errores utiliza:

$$\sigma_{\omega(\bar{t}_i)} = \frac{\sqrt{2}}{\Delta t} \sigma_{\theta_i}. \quad (3)$$

B6. Ajusta una línea de tendencia lineal a los valores del gráfico de $\omega(\bar{t}_i)$ en función de \bar{t}_i y encuentra la ecuación de la recta que representa mejor ese conjunto de valores. Recuerda que el coeficiente angular de esa recta consiste en la aceleración angular α encontrada experimentalmente.

B7. Convierte la unidad de aceleración obtenida de grados/s² para rad/s², para facilitar a comparación entre el valor experimental con aquel calculado teóricamente. Calcula el error del valor de aceleración obtenido de acuerdo con la expresión:

$$\sigma_{\alpha} = \frac{\sigma_{\omega} \sqrt{12}}{T \sqrt{N}}, \quad (4)$$

donde T es el intervalo de tiempo total y N es el número de puntos experimentales.

B8. Calcula la aceleración teórica de la polea (α') para el arreglo experimental que te han indicado, suponiendo un sistema ideal y sin rozamiento usando la fórmula:

$$\alpha' = \frac{\tau}{I_{total}} = \frac{mgd}{\frac{m_{Ac} R_{Ac}^2}{2} + \frac{m_{Fe} R_{Fe}^2}{2}}, \quad (5)$$

donde τ es el momento de la fuerza peso del objeto preso a la cuerda, I_{total} el momento de inercia total del disco de inercia (ese momento de inercia total es la suma del momento de inercia del disco de acrílico, I_{Ac} , más el del disco de hierro, I_{Fe}), m la masa del objeto, d , el tamaño del brazo de palanca donde está colgado el objeto, m_{Ac} la masa del disco de acrílico, m_{Fe} la masa del disco de hierro, R_{Fe} y R_{Ac} son los radios de los discos de hierro y acrílico, respectivamente. Para el error del valor de la aceleración calculada, adopta:

$$\sigma_{\alpha} = \alpha \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\tau}}{\tau}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_I}{I_{Total}}\right)^2}, \quad (6)$$

donde σ_{τ} , I_{total} , $\sigma_{I_{total}}$ y σ_I son dados por:

$$\sigma_{\tau} = \tau \sqrt{\left(\frac{\sigma_M}{M}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_d}{d}\right)^2}, \quad (7)$$

$$I_{total} = I_{Ac} + I_{Fe}, \quad (8)$$

$$\sigma_{I_{total}} = I_{total} \sqrt{\left(\frac{\sigma_{I_{Ac}}}{I_{Ac}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{I_{Fe}}}{I_{Fe}}\right)^2}, \quad (9)$$

y

$$\sigma_I = I \sqrt{\left(\frac{\sigma_m}{m}\right)^2 + \left(\frac{2\sigma_R}{R}\right)^2}. \quad (10)$$

el valor de I representa o momento de inercia de cada disco y σ_I su respectivo error.

B9. Calcula la relación:

$$\kappa = \frac{\alpha}{\alpha'} \quad (11)$$

y su error

$$\sigma_{\kappa} = \kappa \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\alpha}}{\alpha}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\alpha'}}{\alpha'}\right)^2}. \quad (12)$$

B10. Compara los valores de las aceleraciones obtenidas. ¿Qué se puede concluir a partir de esa comparación? ¿La fuerza de rozamiento del disco con el eje puede haber ejercido un momento de fuerza significativo en la rotación de la polea?

C) Procedimiento de elaboración del informe

Entrega un informe con los siguientes ítems:

C1. *Introducción*: Escribe una introducción resumida donde conste el objetivo del experimento.

C2. *Descripción del experimento*: detalla el aparato experimental de forma sintética, no dejes de mencionar los principales dispositivos y componentes utilizados, así como sus características.

C3. *Análisis de datos y resultados obtenidos*: Transcribe:

- los valores brutos extraídos del análisis inicial del conjunto de cuadros (tabla del ítem B3);
- la tabla construida en el ítem B5 (así como el gráfico asociado),
- los valores finales encontrados de α' y α y expresa los valores con los cuales haz hecho el cálculo de la aceleración de forma teórica.

Com todas esas informaciones, responde la pregunta del ítem B10.

C4. *Conclusión*: vuelve la introducción y verifica cual era el objetivo del experimento. Escribe la conclusión de acuerdo a la pregunta: “¿la experiencia consiguió atenderlo? ¿Porqué?”. (Sugerencia: utiliza el valor del parámetro κ calculado en el ítem B9 para fundamentar la conclusión).