

Guía 8: Cuerpo rígido

Laboratorio de Física 1 para Químicos
Dept. Física, FCEyN, UBA.

Modalidad virtual

La investigación científica permite desarrollar el conocimiento (científico) mediante la acumulación de experiencias y resultados de diferentes autores/as. Para el éxito de esta empresa, resulta fundamental la comunicación de resultados entre pares. En prácticas de laboratorio previas se diseñaron de forma casera diferentes sistemas físicos, los cuales fueron modelizados como una masa puntual y estudiados con diversas herramientas. En esta práctica se propone estudiar el movimiento de un cuerpo rígido. Partiendo del análisis de la experiencia publicada por otro autor/a, se propone diseñar y estudiar un péndulo de torsión casero y comunicar los resultados obtenidos.

1. Introducción

1.1. Sistemas rotantes

El estudio de las Leyes de Newton permiten describir el movimiento de mucho más complejos que una masa puntual, y por lo tanto también más interesantes. Dentro de este universo de sistemas más complejos, uno relativamente sencillo de analizar es el cuerpo rígido. Este se define como un sistema de muchas partículas, en el cual las distancias entre todos los componentes permanecen constantes bajo la aplicación de una fuerza o momento [1]. Si bien el movimiento más general de un cuerpo rígido lo constituye una rotación sumada a una traslación, aquí estudiaremos un caso particular sencillo: una rotación pura alrededor de un eje fijo. Este movimiento puede describirse mediante la siguiente ecuación:

$$\tau = I \frac{d\omega}{dt}, \quad (1)$$

donde τ es el torque total externo, I es el momento de inercia respecto al eje de rotación, y ω es la velocidad angular. Esta ecuación es similar a la segunda ley de Newton para movimiento de masas puntuales, y relaciona la aceleración angular (en vez de aceleración) con la suma de torques externos (en vez de sumatoria de fuerzas externas). En la ecuación (1), el momento de inercia es la constante de proporcionalidad (análoga a la masa) y representa la inercia rotacional de un cuerpo respecto a determinado eje. Para un sistema formado por masas puntuales m_i , el momento de inercia se calcula como $I = \sum m_i R_i^2$, donde R_i son las distancias respecto al eje de rotación. Para cuerpos de densidad homogénea, el momento de inercia se calcula con la siguiente ecuación:

$$I = \int \rho R^2 dV, \tag{2}$$

donde ρ es la densidad del cuerpo y R es la distancia respecto al eje de rotación. De esta forma, I depende de la masa del cuerpo, pero también de su distribución respecto al eje de rotación. Es decir, un mismo objeto puede tener diferente momento de inercia cuando rota respecto a ejes distintos.

1.2. Péndulo de torsión

Un péndulo de torsión es un sistema rotante bidimensional. Consiste en una barra en posición horizontal colgada de un soporte mediante un único hilo (o cinta) atado en el medio de la barra. Se colocan dos masas iguales y a la misma distancia sobre cada uno de los brazos de la barra (Figura 1). Cuando el hilo está *relajado*, el sistema se encuentra en equilibrio. Si la barra se aparta un ángulo Θ pequeño y luego se suelta, el hilo *retorcido* otorgará un torque proporcional al desplazamiento angular y en sentido opuesto ($\tau = -K\Theta$). Para este problema, la ecuación (1) puede escribirse como:

$$-K\Theta = I_{pend} \frac{d^2\Theta}{dt^2}, \tag{3}$$

siendo K la constante elástica del hilo y I_{pend} el momento de inercia del péndulo de torsión.

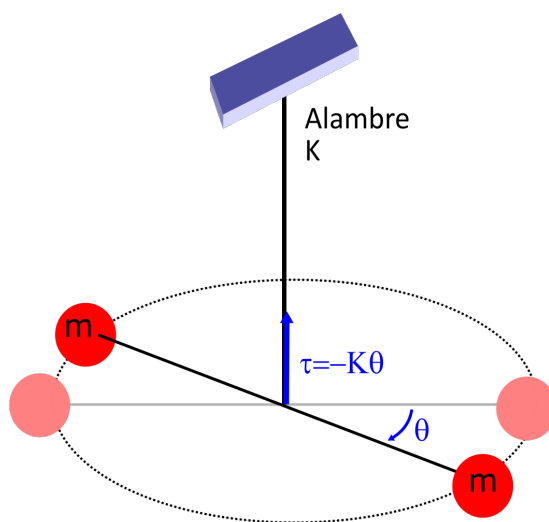


Figura 1: Esquema de un péndulo de torsión: al apartar al sistema de su posición de equilibrio, el hilo que lo sostiene introduce un torque.

La ecuación (3) es análoga a la ecuación de un péndulo simple y, por lo tanto, su solución algebraica es idéntica. El período T del péndulo de torsión resulta:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_{pend}}{K}}. \tag{4}$$

Por último, el momento de inercia del péndulo de torsión puede obtenerse sumando el momento de inercia de la barra al de las dos esferas:

$$I_{pend} = I_b + 2I_{esf}, \quad (5)$$

siendo I_b el momento de inercia de la barra e I_{esf} el momento de inercia de una esfera (ambos calculados respecto al eje de rotación del péndulo).

2. Actividad

Lea completo el trabajo adjunto titulado *Experimento casero: Péndulo de torsión* [2]. Analice el experimento. Para pensar: ¿En qué consiste? ¿Cómo está conformado el experimento casero? ¿Qué cuidados se deben tener para que el modelo lo represente bien? ¿Propondrías alguna variante? ¿Qué variables físicas medirías? ¿Qué magnitudes físicas podrías calcular?

1. Diseñe y monte un experimento de péndulo de torsión casero con momento de inercia variable. Caracterice su sistema midiendo el período para diferentes momentos de inercia. Analice los resultados utilizando las herramientas aprendidas durante la cursada, y comunique sus resultados redactando un informe completo.
2. Como un modo de visibilizar la sensibilidad de este instrumento, estime el desplazamiento angular θ que produciría la aplicación de dos fuerzas de 30 mg (el peso de un grano de arroz) aplicadas perpendicularmente en los extremos del péndulo utilizado, como las F señaladas en la figura 2a de [2]. Discuta ese resultado en el informe, y carguelo en [ESTA PLANILLA COMPARTIDA](#).

Referencias

- [1] Alonso, M., & Finn, E. (1986). Física Vol. I, Mecánica. Wilmington, Delaware, EUA, Addison Wesley Iberoamericana.
- [2] Llandres, M. Y., & Béjar, C. C. (2007). Péndulo de torsión: medida de fuerzas pequeñas. 100cias UNED, (10), 121-125.