

Péndulo reversible de Kater

9

Objetivo

Estudio experimental de un péndulo físico “reversible” usando como medidor de tiempos un fotointerruptor. Determinación de la aceleración debida a la gravedad.

Experimento

Existen varias realizaciones de este péndulo, todos ellos se basan en que para un péndulo físico (típicamente una barra) que puede oscilar alrededor de cualquiera de los dos puntos de suspensión O y O' , como se ilustra esquemáticamente en la Figura 1. Lo que se busca es una distribución de masa para la cual los períodos de oscilación respecto de los puntos de suspensión O y O' sean iguales. Una posible realización de este péndulo se muestra esquemáticamente en la parte derecha de la figura 1.

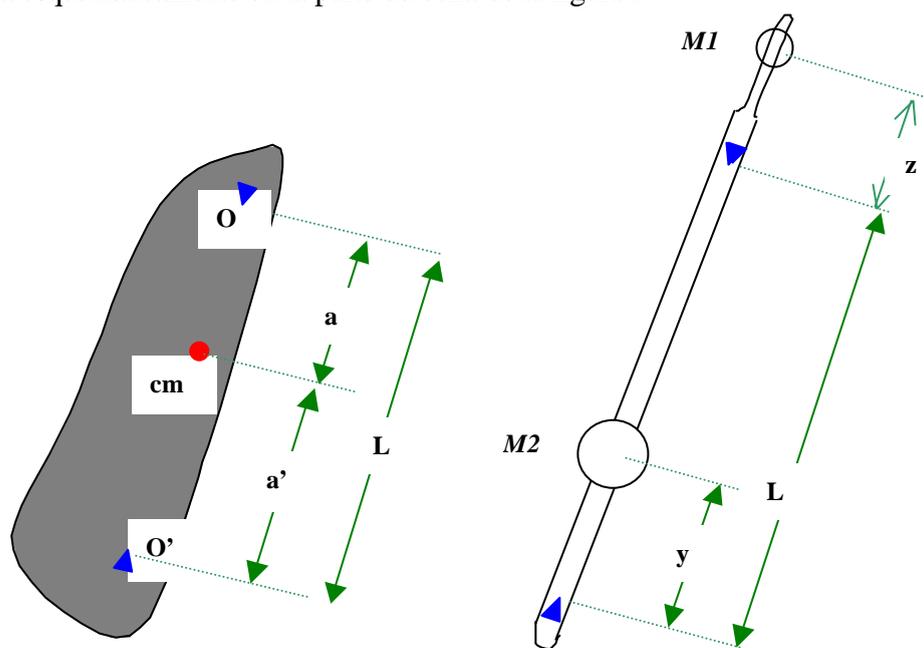


Figura 1: Péndulo reversible de Kater. Este péndulo puede oscilar de cualquiera de los puntos de suspensión O y O' . La separación entre ambos, L , es fija y conocida. Consta además de dos masas de posición variables, M_2 y M_1 . La primera permite una variación gruesa de la distribución de masas y por ende de los períodos respecto de O y O' . La segunda masa (la menor) sirve para realizar un ajuste fino de los períodos. Los períodos se determinan usando un fotointerruptor.

La distancia entre los puntos de suspensión es fija y conocida, L . Si llamamos K al radio de giro del péndulo respecto de su centro de masa y designamos por a y a' las distancias del centro de masa a punto de suspensión O y O' respectivamente, tenemos que los períodos del péndulo respecto de estos dos puntos de suspensión serán, respectivamente:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{K^2 + a^2}{g \cdot a}} \quad (1)$$

y

$$T' = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{K^2 + a'^2}{g \cdot a'}} \quad (2)$$

con

$$L = a + a' \quad (3)$$

Si, variando la distribución de masas (ubicación de M_1 y M_2), logramos que estos dos períodos se igualen, entonces tenemos que:

$$K^2 = a \cdot a' \quad (4)$$

Por lo tanto:

$$T_{común} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (5)$$



Actividad 1- Realización estándar de péndulo de Kater.

Si dispone de un péndulo como el que se describe en la figura 1, determine el valor de g con el menor error que le sea posible.

Para lograr la igualdad de los períodos, primero podemos graficar T y T' versus y , la posición de la masa mayor. Donde las curvas se cortan, se determina el valor de y óptimo. Se mueve la masa mayor a esta posición y se realiza un nuevo gráfico de T y T' versus z , la posición de la masa menor. Se mueve la masa menor a la posición óptima. Se repite el procedimiento hasta que se logra la convergencia de los dos períodos T y T' o bien del gráfico de T y T' versus z se determina el valor donde estas curvas se interceptan. Los períodos se pueden medir usando un fotointerruptor conectado a una computadora.

Cuando se logra encontrar el valor del período para que ambos períodos T y T' se igualan, usando la expresión (5) puede usarse para determinar el valor de g y su error.

- Graficar T y T' versus y , la posición de la masa mayor. Determinar el valor de y para el que $T \approx T'$.
- Para el valor de y hallado en el punto anterior, graficar T y T' versus z , la posición de la masa menor. Determinar el valor de z para el que $T = T'$.

- Del gráfico anterior obtener el mejor valor de T para el que $T = T'$ y estime el error en esta última determinación.
- Determine el valor de g y estime los errores de esta determinación.

Actividad 2- Otra realización del péndulo de Kater.

Un modo simple de construir un péndulo de kater consiste en usar una barra uniforme de aluminio u otro material de longitud L (≈ 70 cm)^[2]. como se describe en la figura 2. determine el valor de g

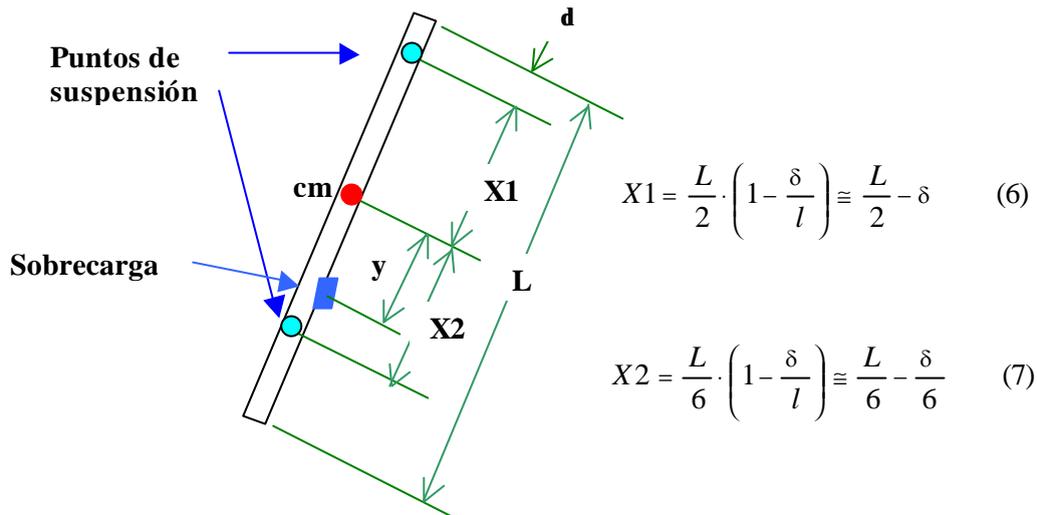


Figura 2: Péndulo reversible de Kater. Esta barra de longitud L tiene dos puntos de suspensión, separados de centro de masa (cm) por las distancias $X1$ y $X2$, d es la distancia del extremo superior al punto de suspensión, típicamente de 1 cm. La sobrecarga, puede lograrse usando un clip de papeles u otro dispositivo similar. La distancia y se mide desde un punto arbitrario de la barra.

- Demuestre que en el caso de una barra uniforme, los períodos serán iguales cuando las distancias al centro de masa (cm) vengan dadas por las expresiones (6) y (7).
- Usando este péndulo, grafique la variación T y T' versus y . Determinar el valor de y para el que $T \approx T'$.
- Del gráfico anterior obtener el mejor valor de T para el que $T = T'$ y estime el error en esta última determinación.
- Determine el valor de g y estime los errores de esta determinación.

Bibliografía

1. *Trabajos prácticos de física*, J. E. Fernández y E. Galloni, Editorial Nigar, Buenos Aires, 1968.
2. *Student-friendly precision pendulum*, R. D. Peters, Phys. Teach. **37**, 390 (1999).