

## ACTIVIDAD OBLIGATORIA PARA REGULARIZAR N°4

### TRABAJO PRÁCTICO DEL PÉNDULO

#### Objetivo General:

Que el estudiante tenga una experiencia inicial para involucrarse con la manera de trabajar que tienen los científicos: midiendo y analizando críticamente sus mediciones a partir de los resultados.

#### Objetivos particulares:

- Determinar la relación existente entre el período de un péndulo y su longitud.
- Emplear péndulos para la determinación del valor de aceleración de la gravedad.

#### Consideraciones teóricas:

##### Péndulo simple

Un péndulo simple (Figura 1) se conforma por un cuerpo de masa puntual (lo más pequeño posible) que cuelga de un hilo de longitud " $l$ ", que debe ser de masa despreciable e inextensible. Dicho hilo debe estar fijo en un punto, indicado en la figura con la letra B.

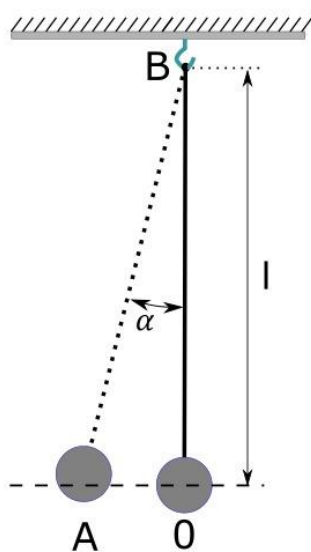


Figura 1

Cuando el sistema está en reposo, el cuerpo se encuentra en la posición de equilibrio O. Para poner al péndulo en movimiento, se lo debe alejar de su posición de equilibrio, manteniendo el hilo estirado, por ejemplo hasta una ubicación indicada en la figura con la letra A. Una vez que se libera al péndulo desde A, comienza a oscilar, a repetir un movimiento cíclicamente. Parte de A, pasa por O, se aleja de O hasta llegar a un punto tan alejado como A pero al otro lado "-A" o "A'", y vuelve, otra vez pasa por O y llega hasta A. La distancia entre A y O define la amplitud de movimiento del péndulo. Esta amplitud se mide a través del ángulo  $\alpha$  que forman las direcciones del hilo cuando el cuerpo está en A y cuando está en O.

El período " $T$ " es el tiempo en que se cumple un ciclo completo. Para que se cumpla dicho ciclo, el péndulo debe pasar por el mismo punto y con la misma velocidad (nos enfocamos en sus carácter vectorial: módulo, dirección y sentido) dos veces.

Hasta ahora hemos hablado de 4 variables que caracterizan a un péndulo: masa, longitud, amplitud y período.

##### Dependencia de las variables

El péndulo es un instrumento que ha sido acabadamente estudiado por la física hace muchísimo tiempo, por lo cual la bibliografía nos muestra mucha información sobre su funcionamiento.

De esta manera, sabemos que si a un mismo péndulo (masa y longitudes constantes) lo hacemos oscilar con diferentes amplitudes, es probable que no apreciaremos cambios en su período, y más aún si las amplitudes son menores a 20°. Esto se debe a que la dependencia del período del péndulo para bajas amplitudes es muy pequeña y en la mayoría de los casos puede despreciarse.

La teoría desarrollada para el funcionamiento de un péndulo también nos permite saber que si mantenemos fija la longitud del péndulo y la amplitud de oscilación, pero vamos cambiando su masa, el período tampoco cambia. Es decir que el período del tiempo es independiente de su masa.

Finalmente, si mantenemos constante la masa del péndulo y su amplitud de oscilación ( $\alpha$  constante) pero modificamos la longitud, encontraremos diferentes períodos. Es decir que el período de un péndulo depende de la longitud. Esta dependencia ya fue estudiada y se encontró un modelo matemático. Si despreciamos las insignificantes variaciones que producen pequeñas amplitudes, la ecuación que relaciona las variables del péndulo es la siguiente:

$$T_{(l)} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

### Actividades:

Se deberán armar 5 péndulos de diferentes longitudes, empleando siempre la misma masa. Deberá accionar cada uno de los péndulos para que oscilen siempre con la misma amplitud (lea el anexo al final de este documento para entender cómo se mide la amplitud de un péndulo), y medir y registrar el período de cada uno de ellos. Luego, con estos datos, debe, por un lado, analizar la forma en que varía el período al cambiar la longitud del péndulo y por otro, debe calcular el valor de la gravedad.

Para llevar a cabo estas actividades, debe realizar los siguientes pasos:

- 1) Medir al menos 10 veces el período de cada uno de los péndulos armados para realizar un análisis estadístico de sus mediciones. Considere y aplique para la toma de datos y su análisis, todo lo aprendido en la unidad N° 1 y en la actividad Obligatoria para Regularizar N° 3, puede revisarla y acceder a las retroalimentaciones.
- 2) Una vez que tenga el **valor más probable** (recuerde la act. Obligatoria N° 3) para el período de cada uno de los 5 péndulos, con su incertidumbre asociada, debe hacer un gráfico en el cual se muestre el período del péndulo (T) en función de su longitud (l). En este gráfico cada par ordenado (l;T) graficado deberá estar acompañado de su incertidumbre en l y en T, representadas en forma de barras de error.
- 3) Con los datos de cada péndulo (longitud y período) debe emplear lo expuesto en el marco teórico para calcular el valor de la gravedad con su incertidumbre asociada. Es decir que debe obtener 5 valores de gravedad escritos correctamente (con su incertidumbre). Organice la presentación de estos resultados en un gráfico o en una tabla de acuerdo a su preferencia.

- 4) Elaboración de un escrito que deberá entregar en forma de un único archivo digital (utilice el procesador de textos de su preferencia) para ser evaluado en esta actividad:
- Escriba un título general, que en una frase resuma el trabajo realizado, y que encabece el documento. Debajo del mismo coloque su nombre y apellido, la comisión a la que pertenece y el nombre de su docente.
  - Bajo el subtítulo “Metodología”: Escriba un breve párrafo en el que explique cómo construyó los péndulos (cuál fue el cuerpo empleado, cuál es su masa, cuál fue la amplitud de oscilación, cómo hizo para asegurarse que siempre sea la misma, qué material usó para el hilo), cuáles fueron las 5 longitudes elegidas (cómo las midió, con qué incertidumbre) y explique cómo realizó la determinación del período y de su incertidumbre. Incluya en su descripción todos los materiales e instrumentos empleados.
  - Bajo el subtítulo “Resultados”: Introduzca su gráfico de período en función de la longitud, colóquele un título a esta figura debajo de la misma. Incluya también los resultados obtenidos para  $g$  (aceleración de la gravedad), si empleo como recurso una tabla o un gráfico, debe llevar su título. Luego de mostrar los resultados, redacte un párrafo breve en el que describa objetivamente cómo varía el período del péndulo en función de su longitud.
  - Bajo el subtítulo “Discusión”: Elabore un párrafo en el que contraste su resultado para la relación entre el período y la longitud con lo esperado de acuerdo al marco teórico. Incluya también una reflexión sobre la calidad de sus mediciones de período enfocándose en la incertidumbre encontrada. Para un segundo párrafo reflexione sobre los valores encontrados para la gravedad a partir de los diferentes péndulos y redacte un texto en el que aborde los siguientes cuestionamientos: ¿qué valor debería haber encontrado para la gravedad?, ¿éste debería ser el mismo, independientemente del péndulo que se trate?, ¿qué tan diferentes son los valores de gravedad comparando entre los distintos péndulos?, ¿y qué tan distintos son del que debería haber encontrado?, ¿qué nos dicen las incertidumbres sobre esas diferencias?, ¿alguno de los péndulos es mejor o peor para determinar el valor de la gravedad: los más largos, los más cortos, los intermedios, ninguno? No repita estas preguntas en su texto. Tampoco es necesario que vaya respondiendo en orden, o pregunta por pregunta, nunca debe hacerlo de manera inconexa. Debe redactar un texto fluido en el que se aborde la explicación de estos cuestionamientos que son una simple guía.
  - Bajo el subtítulo “Conclusión” incluya una o dos frases que resuman o enuncien el conocimiento más concreto que haya quedado demostrado por su trabajo.

### Anexo para la medición de la amplitud

En la figura 1 se puede apreciar que el segmento  $\overline{OA}$  y la longitud del hilo, son los catetos de un triángulo rectángulo que nos permitirá calcular  $\alpha$  empleando la trigonometría:

$$\tan \alpha = \frac{\overline{OA}}{l}$$

Pero el ángulo  $\alpha$  obtenido de esta forma sólo se aproximará al ángulo  $\alpha$  de amplitud de oscilación del péndulo, mientras trabajemos con amplitudes pequeñas, de menos de  $5^\circ$ .

Adicionalmente, si un ángulo es pequeño y se expresa en radianes se pueden emplear las siguientes aproximaciones que simplifican las operaciones:

$$\tan \alpha = \sin \alpha = \alpha$$

Entonces, nuestra primera expresión, mientras trabajemos en radianes puede reemplazarse por:

$$\alpha = \frac{\overline{OA}}{l}$$

Es decir que midiendo el segmento  $\overline{OA}$  y la longitud “ $l$ ”, podemos obtener el valor de la amplitud. La incertidumbre de este ángulo vendrá dada por la propagación de las incertidumbres con que medimos  $\overline{OA}$  y “ $l$ ”.