

Laboratorio de Ondas y Fluidos 201610  
**EXPERIMENTO 2: OSCILACIONES LIBRES Y AMORTIGUADAS EN UN PÉNDULO FÍSICO**

**Luis Felipe Duarte L.<sup>1</sup> Sofía M. Delgado Balaguera<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Geociencias

<sup>2</sup>Departamento de Geociencias

Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

12-02-2016

### Resumen

En esta práctica experimental se busca determinar el valor de la aceleración de la gravedad a una altura determinada, mediante el estudio de las propiedades y el comportamiento de un péndulo físico al que se pueden aplicar las ecuaciones de péndulo simple debido a las consideraciones tomadas durante el laboratorio.

## 1. Introducción

El experimento ejecutado durante esta práctica pretende obtener un acercamiento al valor de la gravedad en Bogotá, mediante el estudio de oscilaciones libres y amortiguadas en un péndulo físico. El interés físico sobre el péndulo, radica en el hecho de que a través del conocimiento de sus propiedades y su comportamiento se puede tener una noción de la fuerza gravitacional en un lugar específico. La gravedad es importante en la medida en que nos sirve para determinar consideraciones astronómicas relacionadas con el sentido de la fuerza ejercida a cada astro que se observa en el exterior del planeta. La relación entre la gravedad y el periodo de un péndulo simple asociado al péndulo físico trabajado está dada por la ecuación (1). La ecuación general de un péndulo simple es (2). De esta forma podemos ver como la primera ecuación se convierte en la segunda debido a que se considera un péndulo simple. Por último la ecuación (3) nos indica que la longitud a la que se someten las oscilaciones es la suma de la longitud de la cuerda amarrada desde el soporte universal hasta la bola y el radio de la esfera de un material específico.

En la práctica se logró asociar un péndulo físico con un péndulo simple debido a que las oscilaciones eran independientes del ángulo, siendo este menor a diez grados. También se despreciaron factores tales como la fricción con el aire, la masa de la cuerda que sostenía los objetos y la fricción de la cuerda con soporte universal.

$$T = T_0 \sqrt{1 + \frac{2r^2}{5L^2}} \quad (1)$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (2)$$

$$L = l + r \quad (3)$$

## 2. Procedimiento experimental

Para el experimento se utilizó un montaje que consiste en una cuerda de 1,70 m. de longitud para suspender una esfera de bronce de diámetro 2,45 cm y una bola de icopor. Además, fue necesario usar un cronómetro para determinar el tiempo de oscilación de las esferas. Se utilizó un flexómetro para medir las longitudes de la cuerda, un calibrador y una regla para tomar medidas del diámetro de las esferas y finalmente cinta de papel para evitar la fricción entre la cuerda y los soportes universales y por ende, una oscilación circular.

### 2.1 Primera parte

Para iniciar, se debe armar el péndulo con la esfera de bronce, atándola a la cuerda cuya longitud inicial debe ser la máxima, en éste caso, 1,60 m. y se debe iniciar la oscilación variando la amplitud en un ángulo menor a 10°, para este péndulo se utilizó un ángulo de 5°. Las medidas tomadas deben ser para 8 longitudes diferentes de la cuerda; iniciando con la longitud máxima. Seguidamente, una vez se inicia la oscilación, se mide el tiempo que tarda en realizar 6 oscilaciones (el período del péndulo) y posteriormente, se calcula un período promedio para 3 réplicas establecidas.

### 2.2 Segunda parte

Seguidamente, se arma el mismo modelo de péndulo que en la primera parte pero esta vez se reemplaza la esfera de bronce por una de icopor cuyo diámetro es de 15,2 cm (considerablemente mayor al de la esfera

de bronce). Se inicia la oscilación de esta esfera teniendo en cuenta que el ángulo no debe ser mayor a 10°, para este caso se estableció 8° para todas las mediciones; es necesario medir el tiempo y el número de oscilación en la que el ángulo inicial disminuye hasta cumplir 20 oscilaciones.

Finalmente, al igual que en la primera parte, se calcula el promedio por cada longitud de la cuerda contando 8 longitudes diferentes, de los períodos medidos para este péndulo.

### 3. Análisis de resultados

Una vez realizada la primera parte experimental, se obtuvieron los siguientes datos:

BRONCE				
Longitud (m)	t (s)	T (s)	To (s)	ΔT(s)
1,60	15,03	2,51	2,56	-0,06
1,50	14,42	2,40	2,48	-0,08
1,40	14,11	2,35	2,40	-0,05
1,30	13,59	2,27	2,31	-0,05
1,20	12,85	2,14	2,22	-0,08
1,10	12,39	2,07	2,13	-0,07
1,00	11,9	1,98	2,03	-0,05
0,90	11,23	1,87	1,93	-0,06

Tabla 1: Datos tomados del péndulo de bronce

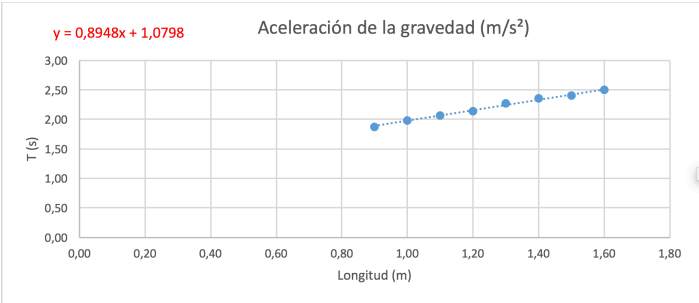
A partir de los valores obtenidos para la corrección del período ΔT se puede observar que este péndulo físico de bronce sí se comporta de manera muy similar a un péndulo simple de igual longitud. Es decir que, el factor  $\frac{2}{5}$  de la ecuación (1) no aporta significancia al momento de calcular el período.

Las mediciones obtenidas para este experimento se reportan en la siguiente tabla:

Longitud (m)	t (s)	T (s)
1,60	15,03	2,51
1,50	14,42	2,40
1,40	14,11	2,35
1,30	13,59	2,27
1,20	12,85	2,14
1,10	12,39	2,07
1,00	11,90	1,98
0,90	11,23	1,87

Tabla 2: Mediciones obtenidas para el péndulo de bronce

Con estas medidas se realiza una regresión lineal y se obtiene:



Gráfica 1: regresión lineal de los datos obtenidos

Adicionalmente, se realiza el cálculo de la gravedad para cada longitud de la cuerda despejando de la ecuación (2) y evaluando los datos se estima:

Longitud (m)	g (m/s)
1,60	10,17
1,50	10,28
1,40	10,01
1,30	9,96
1,20	10,34
1,10	10,13
1,00	10,07
0,90	10,16

Tabla 3: Valor de la gravedad para las 8 longitudes

Seguidamente, la gráfica indica que la incertidumbre en esta medida es de  $\approx 0,89 \text{ m/s}^2$  lo que permite establecer un intervalo cómodo en el que se encuentra el valor real para la gravedad, cuyo valor teórico es de  $9,81 \text{ m/s}^2$  hallado a partir del modelo del péndulo simple y realizando el calculo previamente hecho para ajustar los resultados y hallar una aproximación al valor real de la gravedad.

En base a estos datos, se utilizó el modelo matemático establecido para calcular la gravedad en cualquier lugar dado por:

$$g = G \frac{M}{(R + h)^2} - \omega^2 \cos^2 \varphi$$

Que al evaluar se obtiene un valor cercano a la gravedad de Bogotá.

Las diferencias entre valores obtenidos se pueden atribuir a fuentes extra de error tales como la incertidumbre de los instrumentos y al error humano como los tiempos de reacción en la medición de los tiempos.

Para la segunda parte experimental, se obtuvieron los siguientes datos:

<b>ICOPOR</b>				
<b>Longitud (m)</b>	<b>t (s)</b>	<b>T (s)</b>	<b>To (s)</b>	<b><math>\Delta T(s)</math></b>
1,60	51,97	2,60	2,56	0,04
1,50	53,3	2,67	2,48	0,18
1,40	50,92	2,55	2,40	0,15
1,30	49,44	2,47	2,31	0,16
1,20	47,9	2,40	2,22	0,17
1,10	44,8	2,24	2,13	0,11
1,00	41,45	2,07	2,03	0,04
0,90	25,29	1,26	1,93	-0,67

Tabla 4: Mediciones realizadas para péndulo de icopor

Tomando como ejemplo la longitud de 1,20 m. se obtiene que para el péndulo de bronce la corrección es de -0,08 s mientras que para el péndulo de icopor es de 0,17 s ; si se comparan estos dos valores se deduce que la corrección para el péndulo de bronce es mucho más exacta que para la del de icopor, por lo tanto, se concluye que en la corrección del péndulo de icopor no se tiene la misma exactitud debido a la acción de la fricción.

## 4. Conclusiones

- Las ecuaciones de un péndulo simple pueden ser usadas para estudiar el comportamiento de un péndulo físico, siempre y cuando se tengan en cuenta consideraciones en relación a ángulo de oscilación ya que este debe ser muy pequeño para evitar que la dependencia de la amplitud, despreciando cantidades como la masa de la cuerda y la fricción.
- La aceleración de la gravedad dependiendo de la altura puede ser calculada de distintas formas, el péndulo simple nos indica la relación entre la longitud, el periodo y la gravedad por

lo que puede ser tomado en cuenta para tener una medida cercana, sin embargo, se puede calcular con modelos matemáticos que dependan de factores tales como la altitud.

- Las posibles fuentes de error se encuentran en la incertidumbre de cada uno de los instrumentos utilizados en el laboratorio, también se encontró error porcentual debido a la comparación de medidas teóricas con medidas experimentales.

## 5. Referencias

1. Ramírez, S., Sierra, F., & Sánchez, F.. Determinación de la aceleración de la gravedad: Péndulo Simple. Lectura.
2. Marion, J. B., & Hornyak, W.F. (1982). Physics for Science and Engineering. (Volumen 1, Saunders College Publication).