

LABORATORIO DE ONDAS Y FLUIDOS 2016-20
OSCILACIONES LIBRES Y AMORTIGUADAS EN UN PÉNDULO FÍSICO

José Restom y Paula Ordóñez
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia
19 de Agosto de 2016

Resumen

En el experimento se trabajó con un péndulo físico con una esfera de bronce y una de icopor. En algunas ocasiones estos péndulos no arrojaron error respecto al ideal; también ayudaron a encontrar la relación entre fricción y disminución de la amplitud angular de un péndulo físico; la cual es exponencial. También se obtuvo que el péndulo con la esfera de bronce es muy similar a un péndulo simple.

1. Introducción

Un péndulo físico es cualquier péndulo *real* que usa un cuerpo de tamaño finito, en contraste con el péndulo *simple* en el que toda la masa se concentra en un punto.[1] En este experimento se busca medir y comparar el periodo de distintos tipos de péndulo y realizar las correspondientes correcciones respecto al péndulo ideal; también se busca observar el efecto de la fricción del aire en el péndulo.

Para esto se deben tener en cuenta las siguientes ecuaciones:

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

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

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

$$F_f = -bv - cv^2 \hat{v} \quad (4)$$

donde b, c son constantes que dependen del número de Reynolds.

2. Procedimiento experimental

Para realizar el montaje experimental se usaron:

- Cuerda
- Esfera de bronce
- Esfera de icopor
- Transportador
- Cronómetro
- Metro
- Calibrador

Se realizó un péndulo en el cual se amarraba la cuerda a un soporte universal y en la otra punta se amarraba la esfera que se fuera a usar. En otra parte del soporte universal se encontraba el transportador para poder medir el ángulo.

2.1. Primera parte

En esta parte se usó la esfera de bronce. A este péndulo se le midieron tres veces el periodo de 6 oscilaciones y se varió la longitud de la cuerda en 10 centímetros hasta obtener 8 longitudes diferentes.

2.2. Segunda parte

Se realizó un péndulo con la esfera de icopor y a éste se le midió el periodo de 20 oscilaciones; por recomendación se realizó esta medición una sola vez por cada longitud. Se varió la longitud cada 10 cm hasta obtener 8 distintas. Se procuró que fueran las mismas longitudes del péndulo anterior.

2.3. Tercera parte

Se midió el diámetro y la masa de las esferas.

3. Análisis y Resultados

Para ambos casos la longitud de la tabla es $L = l + r$ además en ambos casos la amplitud es de 6° .

3.1. Procedimiento 1

Radio= 1,1 cm
Masa= 67gr

Longitud(m)	t(s)	T_{med}	T_0	ΔT
1.68	15.22	2.54	2.61	0.03
1.58	14.94	2.49	2.53	0.02
1.48	14.22	2.37	2.45	0.03
1.38	13.92	2.32	2.36	0.01
1.28	13.38	2.23	2.27	0.01
1.18	12.78	2.13	2.18	0.02
1.08	12.3	2.05	2.09	0.02
0.98	11.76	1.96	1.97	$5,07 \times 10^{-3}$

Tabla 1. Datos de la esfera de bronce.

0 Los valores de la corrección son cercanos a cero, lo cual nos indica que el péndulo físico realizado en este caso es un péndulo simple de igual longitud.

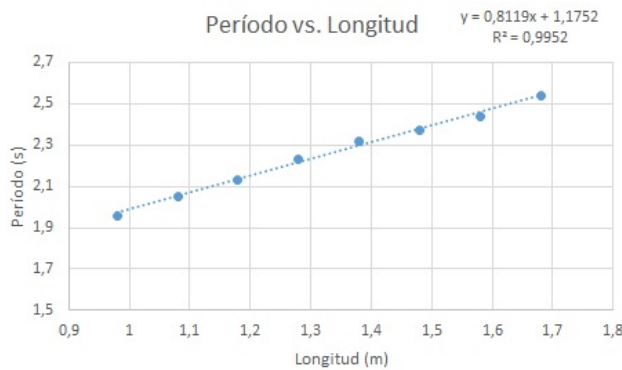


Figura 1: Período de oscilación vs Longitud

La incertidumbre se puede hallar con el valor del R^2 ; en un caso ideal este valor sería igual a 1. Sin embargo, a simple vista se observa que no es así. Por lo tanto:

$$Incertidumbre = 1 - R$$

$$Incertidumbre = 1 - 0,9952$$

$$Incertidumbre = 0,0448$$

Lo anterior es términos de porcentaje es igual a 4,48%. Esta sería la incertidumbre de la gravedad en Bogotá y puede ser negativa o positiva.

VALOR DE LA GRAVEDAD EN BOGOTÁ

Para este caso se asume que el péndulo es simple y que su periodo está dado por la ecuación (2). De allí se puede despejar para hallar el valor de la gravedad y comparar con el dato dado.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\frac{T}{2\pi} = \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{l}{g}$$

$$\frac{gT^2}{4\pi^2} = l$$

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

Se reemplaza el valor de T y l por algunos obtenidos. De tal manera que:

$$g = \frac{4\pi^2(1,48)}{(2,37)^2}$$

$$g = 10,4 \frac{m}{s^2}$$

Se compara este resultado con el valor dado en el que $g = 9,76 \frac{m}{s^2}$ donde el error será representado por e .

$$e = \frac{Teorico - Experimental}{Teorico}$$

$$e = \frac{0,64}{9,76}$$

$$e = 0,07$$

Se puede observar que hay un error del 7%.

POSIBLES CAUSAS DE ERROR

En las correcciones de los péndulos se observa que hay un leve error en las mediciones; esto se puede dar por errores en la medición del Periodo(T), ya que los cronómetros traen un error de defecto y a esto se le suma la capacidad de reacción humana. Otra posible causa de error puede ser la fricción del péndulo con el aire además de errores de medida en la longitud de la cuerda. Otro error es que se desprecia la masa de la cuerda al ser muy baja, sin embargo, su masa puede afectar en el desempeño del péndulo.

3.2. Procedimiento 2

Radio= 7cm

Masa= 38gr

Longitud(m)	t(s)	T_{med}	T_0	ΔT
1.58	52.28	2.62	2.52	0.015
1.48	49.63	2.48	2.50	8×10^{-3}
1.38	48.38	2.42	2.42	0
1.28	46.54	2.33	2.27	0.02
1.18	44.95	2.25	2.18	0.03
1.08	42.87	2.15	2.08	$4,7 \times 10^{-3}$
0.98	40.96	2.04	1.99	0.03
0.88	38.21	1.91	1.89	0.01

Tabla 2. Datos de la esfera de Icopor.

COMPARACIÓN DE PÉNDULOS

Al comparar las correcciones del periodo medido y el ideal en ambos péndulos; se puede concluir que si se observa el efecto de la fricción. Ya que, sin ella el péndulo tendría el periodo ideal.

3.3. Procedimiento 3

Acá se analiza de una manera más profunda el péndulo de icopor. Se pide graficar la amplitud angular máxima en función del tiempo.

Una amplitud angular θ está dada por la siguiente ecuación:

$$\theta = \theta_{max} \sin \sqrt{\frac{g}{L}} t$$

de aquí se despeja la amplitud máxima:

$$\frac{\theta}{\sin \sqrt{\frac{g}{L}} t} = \theta_{max}$$

En nuestro caso se sabe que $t = nT_{med}$, la gráfica que se pide es:

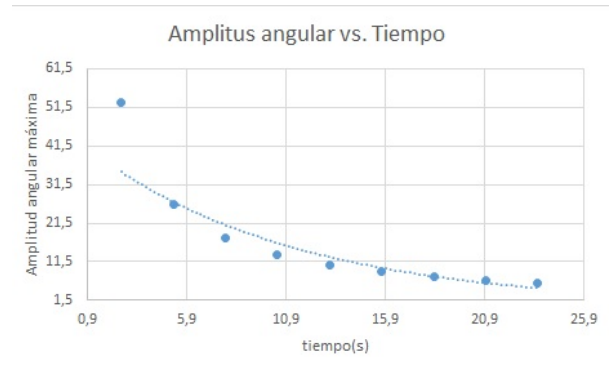


Figura 2: Gráfica de Amplitud vs tiempo

Como se observa en la gráfica anterior, el decaimiento de la amplitud corresponde a una función exponencial.

FRICCIÓN Y PÉNDULO DE ICOPOR

La fricción del aire sí afecta considerablemente al péndulo de icopor, ya que como se ha observado, a medida que avanza el tiempo la amplitud decae y en un punto decae demasiado rápido y esto puede significar el gran impacto inicial de la fricción.

4. Conclusiones

- Los péndulos tienen gran dependencia de su radio.
- La fricción juega un papel importante en el movimiento de los péndulos.

Referencias

- [1] SEARS FRANCIS, W., FREEDMAN, A., YOUNG, H. y ZEMANSKI, M., *Física Universitaria Volumen 1*, doceava edición: 2009.