Pendulos físicos acoplados por un resorte

Del Río N., Sebastián
201417736

Yomayuza H., Valentina
201414121

September 9, 2016

Abstract

En la realización de este experimento se implementaron dos péndulos acoplados por medio de un resorte. A partir de esto, fue posible obtener valores para los periodos de oscilación del sistema, para dos modos, fase y desfase. Para corroborar los datos obtenidos, se calculó el valor de la gravedad para Bogotá y en este caso, obtuvimos un error desfasado en para la una de las frecuancias mientras que la otra solo presentó un error del 4% respecto al valor teórico.

I. Introducción

El objetivo de este laboratorio, es el de estudiar las oscilaciones generadas por un sistema de dos masas acopladas mediante un resorte, a través de diferentes variaciones en los parametros, los cuales afectan directamente las mediciones. Este movimiento se encuentra dado por el intercambio de energía mecánica que realiza el péndulo que está en movimiento al péndulo que se encuentra estacionario.

Un sistema oscilatorio acoplado compuesto por dos péndulos unidos por un resorte de constante k, experimenta un intercambio de energía que implica tener movimientos dependientes. Las oscilaciones mecánicas se clasifican por modos normales que dependen de la condición inicial para conseguir el equilibrio, el primero donde los péndulos oscilan en fase con una frecuencia (ω_+), y en el segundo en los cuales oscilan en fase opuesta con una frecuencia (ω_-)

$$\omega_+ = \sqrt{\frac{I_{cm} * mg}{I * cos\Theta_0} + \frac{2 * k_c * l^2}{I} cos\theta_0^2} \quad (1)$$

$$\omega_- = \sqrt{\frac{I_{cm} * mg}{I * cos\theta_0} + \frac{2 * k_c * l^2}{I} sin\Theta_0^2} \quad (2)$$

Puede resultar una pulsación al combinar los modos, y si se modifica con un pequeño ángulo resulta una oscilación armónica de frecuencia(3) , modulada por una amplitud que cambia periódicamente con el tiempo. El período del movimiento se mide entre 2 máximos o 2 ceros de amplitud(4)

$$\overline{\omega} - = \frac{\omega_+ + \omega_-}{2} \quad (3)$$

$$_{pulsacin} - = \frac{T}{2} = \frac{\pi}{\Delta} \quad (4)$$

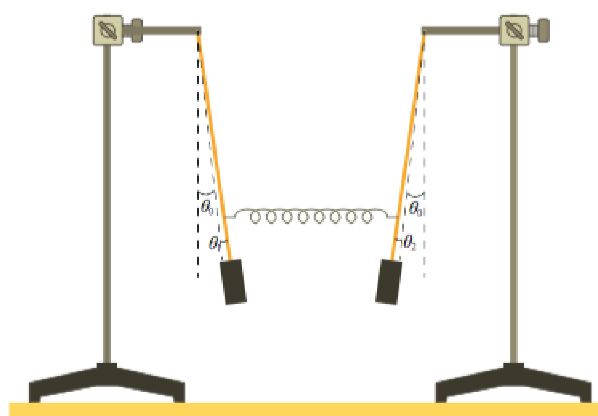

Figure 1: *Diagrama de un circuito RLC*

Para esta práctica, es necesario tener en cuenta el momento de inercia de los objetos utilizados:

$$I_{Barra} = \frac{1}{3} M_{Barra} R^2 \quad (5)$$

$$I_{Cilindro} = \frac{1}{2} M_{Cilindro} L^2 \quad (6)$$

II. Procedimiento Experimental

Para comenzar, se toma sólo uno de los péndulos y con este se rpocede a medir el periodo de oscilación con un ángulo muy pequeño para poder calcular el momento de inercia del péndulo.

Posteriormente, se tomaron 5 medidas de la longitud de elongación del resorte con respecto a la masa para calcular la constante elástica, utilizando la ley de Hooke. Siguente a esto, se acoplan los péndulos mediante el resorte colocado en los orificios de la barra, medir el período de oscilación de los modos para cada distancia entre el pivote y los agujeros, y el período de las pulsaciones.

Por último,se pone el resorte en los antepenúltimos agujeros, para medir el periodo de oscilación en cada modo y de las pulsaciones, para esto, el ángulo de equilibrio va variando desde 15° hasta 45°, aumentando de 5° en 5°.

Figure 2: *Montaje*

III. Análisis de resultados

Para empezar, antes de poder resolver las ecuaciones de la frecuencia 1 y 2, es necesario realizar algun calculos primero.

I. Inercia

Se suman las ecuaciones (5) y (6) para calcular el momento de inercia del péndulo de manera directa(7). De igual manera este valor puede calcularse usando (8).

$$I = I_b + I_c = 0.051 \tag{7}$$

$$I = \frac{mgxT^2}{4\pi^2} = 0.048 \tag{8}$$

Table 1: *Valor Momento Inercia péndulo*

Inercia		
Teórica	Calculada	Óptima
0.051	0.048	0.0495
Error	5.88%	

Table 2: *Valores para los objetos con incertidumbres*

Dimensiones			
Cilindro		Barra	
Largo	0,054 ± 0,0001 m	Largo	0,385 ± 0,0001 m
Ancho	0,024 ± 0,0001 m	Ancho	0,015 ± 0,0001 m
Masa	0,199 ± 0,0001 kg	Masa	0,103 ±0,001 kg

II. Elongación del resorte , Coeficiente k

Table 3: *Valores para el cálculo del coeficiente k*

Masa (kg)	Elongación (m)	K
0.06	0.019	30.94
0.1	0.031	31.61
0.13	0.049	26
0.15	0.059	24.91
0.19	0.079	23.56

K Experimental	27.404	Error
K Regresión	20.422	34%

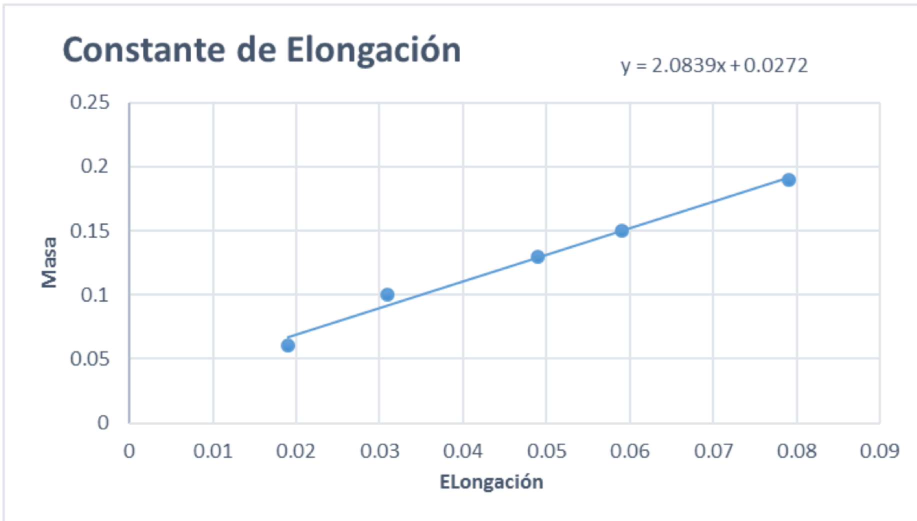

Figure 3: *Regresión para constante elongación*

IV. Análisis

Use las mediciones de los períodos de los modos normales para calcular los valores de las frecuencias. Grafíquelas en función de la longitud l.

Distancia (m)	Periodo M1 (s)	Periodo M2 (s)	Pulsación (s)	w+	w-
0.25	1.48	0.77	1.17	9.83	23.79
0.17	1.52	1	2.06	7.83	17.49
0.12	1.13	1.11	3.01	6.44	12.68
0.07	1.49	1.08	5.73	5.53	9.05

Valide la exactitud y precisión de sus resultados por calcular la aceleración de la gravedad de Bogotá.Tomamos la ecución 9, para calcular el valor experimetal de la gravedad, siendo M el valor de $\omega_-\omega_+$ para cada caso.Lo que se encontró fue un error de mas del 50% para los valores de ω_+ minetras que para ω_-, el porcentaje de error es más aceptable.

$$M = \frac{L_{cm}mg}{I} \tag{9}$$

Table 4: *Valores de la gravedad para $\omega_{-}\omega_{+}$*

g(w+)	4.804864865
g(w-)	10.21783784
Error	
g(w+)	51%
g(w-)	4%

I. Pulsaciones

Para las pulsaciones en función de la longitud a la que se encuentra ubicado el resorte se tienen los siguientes datos, al ver los errores que se obtuvieron para las pulsaciones, es claro asumir que la toma de datos fue incorrecta, al gráficar los valores podemos decir que entre mayor sea el ángulo θ menor será el valor de la pulsación.

Ángulo	Período (s) M1	Periodo (s) M2	Pulsación (s)
15	0.95	1.15	1.11
20	0.8	1.13	1.09
25	0.65	1.12	1.08
30	0.58	1.11	1.04
35	0.51	1.1	1
40	0.5	1.09	0.94
45	0.5	1.08	0.9

Table 5: *Valores ángulo, (T) modos y pulsaciones*

Table 6: *Errores en la pulsación*

Pulsación Experimental (s)	Pulsación Teórica (s)	Error (%)
1.17	0.45	160%
2.06	0.65	217%
3.01	1	201%
5.73	1.78	222%

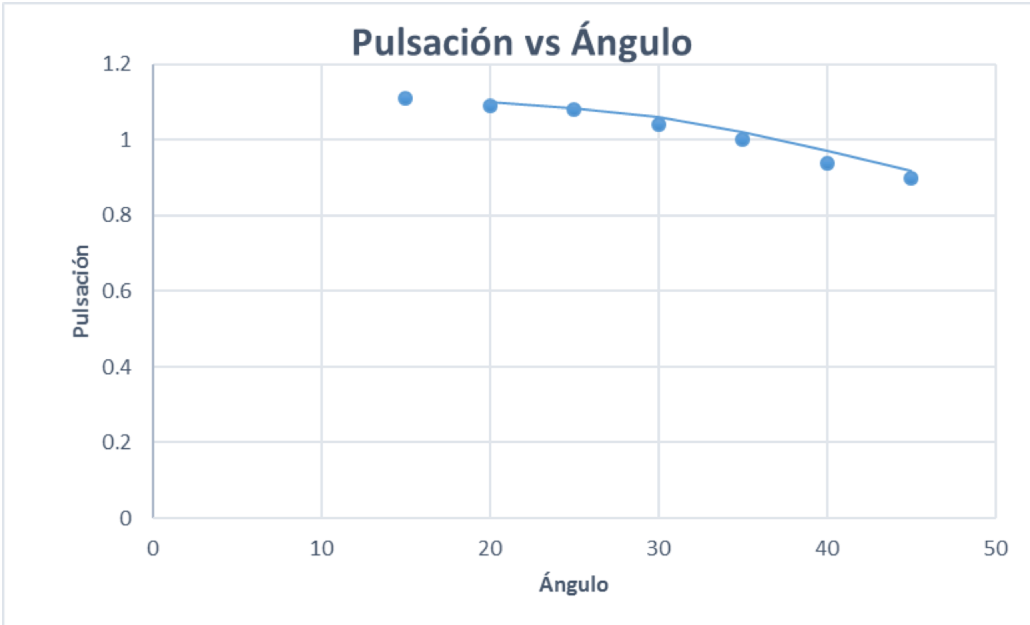

Figure 4: *Montaje*

V. Conclusiones

- La energía mecánica está dada por la energía potencial y la energía cinética del sistema, cuando sólo uno de los péndulos es puesto a oscilar, su amplitud disminuye de forma progresiva, transfiriendo su energía al segundo péndulo hasta que la amplitud de este llegue a un valor cercano al inicial del primer péndulo.
- Cuando un sistema es puesto a oscilar con dos modos distintos, la variación de las frecuencias dependerá de los modos. Debido a que la interacción energética es diferente, encontramos que las frecuencias sólo serán iguales cuando se toma en cuenta el ángulo en el que el sistema posee mayor simetría.
- El valor de las frecuencias posiblemente fue afectado por el valor del ángulo inicia θ_0l de equilibrio debido a su estimación, la cuel fue medida con poca rigurosidad, también el resorte en ocasiones no se encontraba suficientemente tensionado.
- Con el análisis de frecuencias podemos decir que la "transferencia de energía será mayor a mayor distancia.
- Si los resortes tienen la misma característica física es decir la constante de elongación k y la longitud natural, estos estarán en resonancia
- Los errores que se obtuvieron, durante la práctica, se deben a errores por rigurosidad en las mediciones. La imprecicion de la cinta métrica , más el probable error que se al calcular con los ojos al colocar la medición, estan involucrados con los errores de medición