



Laboratorio de Mecánica y Ondas para Biociencias 2013-I

Práctica 1: ANÁLISIS DE UN EXPERIMENTO

MATERIALES

4 Recipientes con orificios, 1 Cubeta, Agua, Cronómetro.

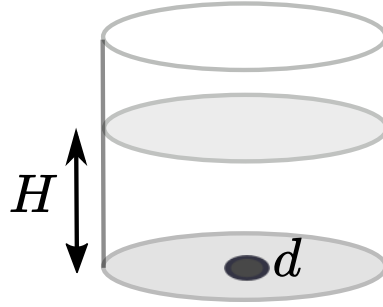
OBJETIVOS

- Reportar medidas con su respectiva incertidumbre.
- Utilizar el concepto de promedio para reportar el valor experimental de múltiples medidas.
- Utilizar el concepto de desviación estándar para deducir el error de un conjunto de medidas.

TEORÍA

Salida del líquido de un tanque

En un recipiente como el mostrado en la figura, se deposita agua inicialmente a una altura H , medida con respecto a la base con un agujero circular de diámetro d que permite la salida de agua.



Un análisis de este sistema físico, permitió determinar que el tiempo T que tarda en salir el agua del recipiente está dado por la relación matemática:

$$T = \frac{c_H}{d^2}, \quad (1)$$

donde c_H es una cantidad que depende de la altura H .

Promedio y desviación estándar de un conjunto de medidas

En muchos experimentos se pueden tener múltiples valores medidos de la misma cantidad. Si se tienen N observaciones denotadas por x_1, x_2, \dots, x_N , el valor medido de la cantidad se representa por su promedio:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} [x_1 + x_2 + \dots + x_N].$$

Por otra parte, la incertidumbre de la medida está dada por la desviación estándar de los datos, definida por:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N} [(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_N - \bar{x})^2]}.$$

De esta manera, el valor experimental obtenido a partir del conjunto de datos se puede expresar como

$$x = \bar{x} \pm \sigma_x,$$

donde \bar{x} y σ_x se deben expresar considerando una sola cifra significativa para la incertidumbre σ_x .

PROCEDIMIENTO

1. Mida el diámetro d del agujero en cada recipiente. Anote los valores de mayor a menor en una tabla.
2. Tome un recipiente. Llene el recipiente con agua hasta que su nivel alcance una altura $H = 30mm$.
3. Mida el tiempo T que tarda el agua en salir del recipiente.
4. Repita los pasos 2 y 3 para niveles de agua $H = 25mm$, $20mm$, y $15mm$.
5. Repita los pasos 2, 3 y 4 para los otros recipientes. Anote todos los datos en una tabla.

$d(\quad)$ \ $H(mm)$	30	25	20	15

ANÁLISIS

1. Reporte la incertidumbre en las medidas de altura ΔH , el diámetro Δd y del tiempo medido ΔT .
2. Para cada valor de H en sus medidas, calcule c_H utilizando la ecuación (1). Elabore una tabla en la que presente el valor de d , T y c_H . Se deben obtener 4 tablas asociadas a $H = 30mm$, $25mm$, $20mm$, y $15mm$.
3. Para cada una de las tablas en 2 calcule el valor promedio y la desviación estándar de c_H . Reporte estos valores como \bar{c} y σ_c .
4. Haga una tabla en la que presente H y c_H , reporte los valores teniendo en cuenta el error obtenido y que este se debe escribir con una sola cifra significativa.

$H(mm)$	$c_H = \bar{c} \pm \sigma_c$
30	\pm
25	\pm
20	\pm
15	\pm

5. Reporte las incertidumbres σ_c obtenidas en 4 como porcentajes con respecto al valor de \bar{c} .
6. Grafique en papel milimetrado c_H en función de H .

CONCLUSIONES

Elabore las conclusiones del experimento comentando lo siguiente:

- Se puede concluir que al encontrar c_H como el promedio de los valores obtenidos con diferentes experimentos es una mejor medida de esta cantidad?
- Comente sobre los errores σ_c . ¿Considera que son altos?
- Comente sobre la relación de c_H en función de H . Es una relación lineal $c_H = a + bH$?

Argumente sus respuestas teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio.

Bibliografía

Luis G. Chica G. *Guías de Laboratorio de Física: Cinemática, Dinámica y Termodinámica*. Universidad Nacional de Colombia, 2003.



Laboratorio de Mecánica y Ondas para Biociencias 2013-I

Práctica 2: PERIODO DE UN PÉNDULO SIMPLE

MATERIALES

- Base y soporte. • Portapesas y pesas. • Cronómetro. • Cuerda, regla, graduador.

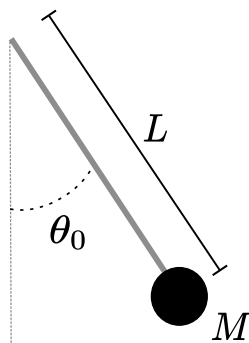
OBJETIVOS

- Medir la gravedad utilizando un péndulo simple.
- Utilizar el promedio y la desviación estándar para reportar el valor experimental de una medida con su respectiva incertidumbre.

TEORÍA

El péndulo simple consiste de una masa M atada a una cuerda oscilando alrededor de un punto de equilibrio. La longitud L del péndulo se define como la distancia desde el centro de oscilación al centro de gravedad de M .

Además de tener una longitud y una masa, el péndulo tiene una amplitud angular de oscilación θ_0 y para realizar la oscilación necesariamente está sometido a la aceleración debida a la gravedad g .



Para valores pequeños de θ_0 , el periodo de oscilación T del péndulo nos permite obtener una medida g por medio de la expresión

$$g = L \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2. \quad (1)$$

PROCEDIMIENTO

Para medir el periodo del péndulo T , tome el tiempo que demora el péndulo en realizar diez oscilaciones y divídale entre 10.

1. Construya un péndulo con una longitud aproximada de 100 cm, que mantendrá constante durante esta parte de la práctica, y una masa de 10 gramos. Hágalo oscilar partiendo de una amplitud menor a los 5°, que también mantendrá constante. Mida el periodo de oscilación T .

2. Anote los valores de los parámetros constantes, sus incertidumbres, así como también la incertidumbre de la medida del periodo:

- $L =$ $\Delta L =$
- $\theta_0 =$ $\Delta\theta_0 =$
- La incertidumbre de la medida de T es: $\Delta T =$

3. Repita el procedimiento en 1 para obtener 5 medidas experimentales del periodo.

4. Repita los pasos 1 y 3 para masas M de 20, 40 y 60 gramos.

Reporte sus datos en la siguiente tabla:

$M(\text{gramos})$	$T(s)$				
10					
20					
40					
60					

ANÁLISIS

1. Para cada valor de sus medidas del periodo T calcule el valor de la gravedad utilizando la ecuación (1). Reporte sus resultados en la siguiente tabla:

$M(\text{gramos})$	$g(m/s^2)$				
10					
20					
40					
60					

2. Para cada valor de las masas M calcule el promedio \bar{g} de sus medidas de la gravedad y la respectiva desviación estándar σ_g .

3. Haga una tabla en la que presente M y los valores de $g = \bar{g} \pm \sigma_g$ teniendo en cuenta que la incertidumbre de una medida se debe reportar con una sola cifra significativa.

4. Si tomamos como referencia una medida de la gravedad como $g_{\text{real}} = 9.8m/s^2$, calcule el porcentaje de error de sus resultados de g_{medido} para cada masa M a partir de la relación:

$$\text{Error porcentual} = \frac{|g_{\text{medido}} - g_{\text{real}}|}{g_{\text{real}}} \times 100\%$$

CONCLUSIONES

Elabore las conclusiones de la práctica comentando sobre lo siguiente:

- En el diseño de su experimento, el valor medido de g depende de la masa M del péndulo?
- Comente sobre el error de sus medidas al ser comparadas con $g_{\text{real}} = 9.8m/s^2$. ¿Considera que el método utilizado da una buena medida de la gravedad?
- Comente sobre aspectos que puedan ayudar a mejorar sus medidas.

Argumente sus respuestas teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio.

Bibliografía

Luis G. Chica G. *Guías de Laboratorio de Física: Cinemática, Dinámica y Termodinámica*. Universidad Nacional de Colombia, 2003.



Laboratorio de Mecánica y Ondas para Biociencias 2013-I

Práctica 3: MOVIMIENTO EN UN MEDIO VISCOSO

MATERIALES

- Tubo con aceite y una burbuja dentro.
- Cinta métrica.
- Cronómetro.

OBJETIVOS

- Caracterizar un movimiento lineal.
- Utilizar la regresión lineal para el tratamiento de datos experimentales.

TEORÍA

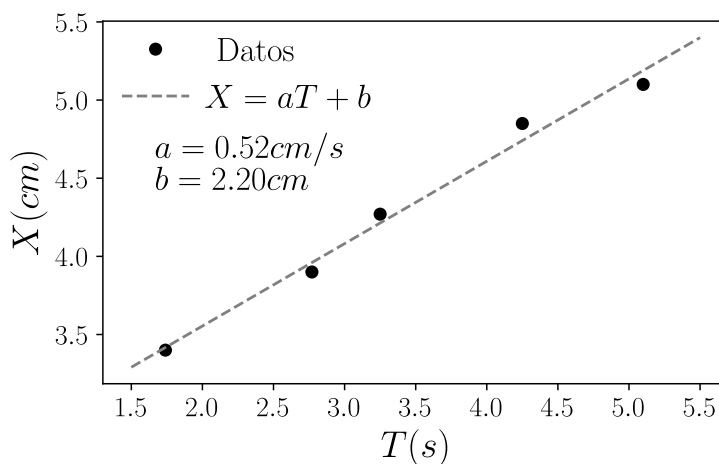
La regresión lineal es una técnica de análisis de datos que predice el valor de datos desconocidos mediante el uso de otro valor de datos relacionado y conocido. Modela matemáticamente la variable desconocida o dependiente y con la variable conocida o independiente x mediante una ecuación lineal.

$$y = ax + b$$

donde a es la pendiente, y b es el intercepto.

La regresión lineal es un método útil en el análisis de datos experimentales para identificar los valores de a y b de la recta que mejor describe los datos.

Ejemplo: La siguiente figura muestra los resultados de un experimento del movimiento de una partícula en la que se midieron tiempos T (en *segundos*) y posiciones X (en *cm*):



En este caso, el método de regresión lineal permite obtener la pendiente y el intercepto de la recta que mejor se ajusta a los datos (también presentada en la figura). Por otra parte, en analogía con la ecuación que describe la posición en el movimiento rectilíneo uniforme

$$X = V_x T + X_0,$$

es posible establecer que para los datos del experimento, la velocidad de la partícula (pendiente) es $V_x = 0.52 \text{ cm/s}$ mientras que la posición inicial (intercepto) es $X_0 = 2.20 \text{ cm}$.

Nota: Su marco teórico debe incluir un breve texto con las ecuaciones que permiten calcular a y b para recta de regresión $y = ax + b$ para un conjunto de puntos (x, y) en el plano cartesiano.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y PREDICCIONES

Se tiene un tubo recto y transparente que contiene un líquido medianamente viscoso, con una burbuja de aire en su interior. Antes de iniciar con el experimento, haga las siguientes predicciones:

1. Si se eleva la manguera del lado derecho, ¿hacia dónde cree que se moverá la burbuja?
2. Haga una gráfica cualitativa de cómo será el movimiento de la burbuja en función del tiempo, cuando se incline la manguera.
3. A medida que aumente el ángulo de inclinación, ¿cómo cree que se verá afectado este movimiento?

PROCEDIMIENTO

1. Ubique la burbuja de aire hacia el lado del cero de la cinta métrica.
2. Luego póngala horizontal y registre la posición inicial de la burbuja.
3. Luego incline el otro extremo de la manguera hasta una altura de 30cm y registre los datos de posición X vs tiempo T del movimiento de la burbuja (mínimo 10) y realice una tabla con sus datos de T y X .
4. Repita el procedimiento aumentando la altura hasta 40cm y 50cm.

ANÁLISIS

1. Para cada valor de la altura, presente sus resultados en una gráfica en papel milimetrado.
2. Obtenga la pendiente y el intercepto de una regresión lineal para cada una de las gráficas obtenidas en el punto anterior. Grafique la recta obtenida en cada caso.
3. Reporte en una tabla sus datos de los valores de las pendientes de las rectas obtenidas a diferentes alturas del tubo. Complemente su tabla registrando el ángulo de inclinación del tubo.

Altura(cm)	Ángulo ($^{\circ}$)	Pendiente ()
30		
40		
50		

CONCLUSIONES

Elabore las conclusiones de la práctica comentando sobre lo siguiente:

- ¿Los resultados obtenidos para cada altura se ajustan bien a una relación lineal?
- ¿Cómo es la relación entre el **ángulo de inclinación** con respecto a la velocidad de la burbuja? Haga una gráfica que muestre esta relación.

Argumente sus respuestas teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio.

Bibliografía

Luis G. Chica G. *Guías de Laboratorio de Física: Cinemática, Dinámica y Termodinámica*. Universidad Nacional de Colombia, 2003.
 Carlos Perilla. *Guía de trabajo en el laboratorio: Análisis del movimiento de un cuerpo en un medio viscoso*. Universidad Nacional de Colombia, 2023.



Laboratorio de Mecánica y Ondas para Biociencias 2013-I

Práctica 4: CINEMÁTICA DEL MOVIMIENTO UNIDIMENSIONAL

MATERIALES

- Carril para carro.
- Carro.
- Regla, cronómetro.

OBJETIVOS

- Determinar la posición de un carro que se mueve en un plano inclinado.
- Encontrar la velocidad instantánea en varios puntos de la trayectoria del carro.
- Determinar la aceleración del carro.
- Determinar la aceleración de la gravedad.

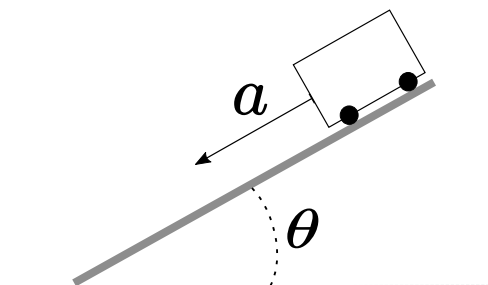
TEORÍA

Prepare su marco teórico comentando sobre lo siguiente:

- La definición de velocidad promedio y velocidad instantánea en un movimiento rectilíneo.
- La definición de aceleración promedio y aceleración instantánea en un movimiento rectilíneo.
- La ecuación que define la velocidad a un tiempo t para un movimiento con aceleración constante.

PROCEDIMIENTO

La siguiente figura esquematiza el movimiento de una masa (carro) que se se mueve en línea recta sobre un plano inclinado:



En este caso, el carro se mueve por el carril con una aceleración constante a que depende del ángulo θ de la inclinación del plano y de la gravedad g . Para este experimento, la fuerza de fricción es despreciable.

1. Eleve el plano de tal manera que quede inclinado, mida el ángulo de inclinación θ y su incertidumbre $\Delta\theta$, expresarlos en el encabezamiento de la Tabla 1.
2. Ponga el carro en la parte alta del plano inclinado.
3. Elija un sistema de referencia y respecto a él exprese la posición inicial x_0 al tiempo $t = 0$ del carro en la Tabla 1.
4. Suelte el carro y para el proceso de caída mida 10 posiciones x con sus respectivos tiempos t , registre sus datos en la en la Tabla 1.
5. Repita el procedimiento cambiando el ángulo de inclinación θ .

$$\theta = \quad \circ$$

$t(s)$	$t = 0$									
$x(cm)$	$x_0 =$									

$$\theta = \quad \circ$$

$t(s)$	$t = 0$									
$x(cm)$	$x_0 =$									

Tabla 1.

ANÁLISIS

1. A partir de las ecuaciones en su marco teórico, deduzca que en un movimiento con aceleración constante a con velocidad inicial nula (al tiempo $t = 0$), la velocidad v al tiempo t está dada por:

$$v = \frac{2(x - x_0)}{t}$$

2. Utilizando sus medidas en la Tabla 1, calcule la velocidad v del carro. Reporte sus datos en la siguiente tabla:

$$\theta = \quad \circ$$

$t(s)$										
$v(\quad)$										

$$\theta = \quad \circ$$

$t(s)$										
$v(\quad)$										

3. Grafique los datos presentando v en función del tiempo t . Haga una gráfica por cada ángulo analizado.

4. Para cada uno de los conjuntos de datos de v en función de t , encuentre la recta de regresión y reporte la pendiente y el intercepto (con sus respectivas unidades).

5. Las dos pendientes encontradas en el punto anterior son las aceleraciones a del carro. Esta cantidad se encuentra relacionada con la gravedad g por medio de la expresión $a = g \sin(\theta)$. Calcule g para cada uno de los ángulos θ considerados en su experimento. Reporte el error porcentual de sus medidas de g en comparación con el valor $g_{real} = 980 \text{ cm/s}^2$.

$$\text{Error porcentual} = \frac{|g_{\text{medido}} - g_{\text{real}}|}{g_{\text{real}}} \times 100\%$$

CONCLUSIONES

Elabore las conclusiones de la práctica comentando sobre lo siguiente:

- ¿Los resultados obtenidos para las velocidades en función del tiempo se ajustan a una relación lineal?
- En el diseño de su experimento, el valor medido de g depende de la masa M del carro?
- Comente sobre el error de sus medidas al ser comparadas con $g_{real} = 980 \text{ cm/s}^2$. ¿Considera que el método utilizado da una buena medida de la gravedad?
- Comente sobre aspectos que puedan ayudar a mejorar sus medidas.

Argumente sus respuestas teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio.

Bibliografía

Luis G. Chica G. *Guías de Laboratorio de Física: Cinemática, Dinámica y Termodinámica*. Universidad Nacional de Colombia, 2003.



Laboratorio de Mecánica y Ondas para Biociencias 2013-I

Práctica 5: MOVIMIENTO PARABÓLICO

MATERIALES

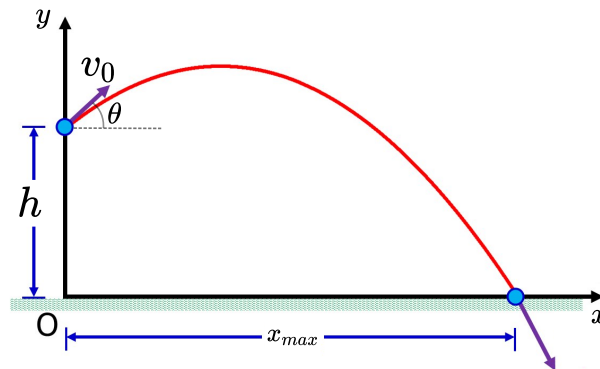
- Cañón o lanzadera.
- Papel carbón y papel blanco.
- Regla.
- Soporte universal.

OBJETIVOS

- Determinar el alcance máximo de un proyectil en un movimiento parabólico.

TEORÍA Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Se tiene un lanzador de proyectiles al que se le puede variar el ángulo θ de inclinación de disparo, de manera que se puede ubicar a una altura h desde el nivel del suelo y ejecutar un movimiento de tipo parabólico con una esfera que es disparada con una rapidez v_0 .



Por medio de papel carbón se puede medir el alcance horizontal x_{max} del proyectil.

Prepare su marco teórico para el movimiento ilustrado en la figura en donde presente las siguientes ecuaciones:

- Para un disparo horizontal ($\theta = 0$), demuestre que a la distancia máxima x_{max} está dada por:

$$x_{max} = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (1)$$

- Para un disparo con un ángulo θ , encuentre x_{max} . Compruebe que su ecuación para $\theta = 0$ recupera el resultado en la ecuación (1).

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Ubique el cañón de forma horizontal ($\theta = 0$) a una altura inicial h .
2. Cargue la esfera hasta el primer tope del resorte.
3. Mediante el uso del papel carbón, mida el alcance máximo y repita la experiencia tres veces para obtener las distancias máximas $x_{max,1}$, $x_{max,2}$, $x_{max,3}$.

4. Ahora ubique el cañón a un ángulo de $\theta = 15^\circ$ con respecto a la horizontal y mida tres veces el alcance horizontal de la esfera al ser lanzada con las mismas condiciones del caso anterior (excepto, claro, el ángulo θ).
5. Repita el punto anterior para $\theta = 30^\circ$ y $\theta = 45^\circ$. Registre todos sus datos en la siguiente tabla:

$\theta(^{\circ})$	$x_{max,1}()$	$x_{max,2}()$	$x_{max,3}()$	$\bar{x}_{max}()$
0				
15				
30				
45				

Complete la tabla de resultados experimentales calculando el promedio de las medidas \bar{x}_{max} obtenidas para cada ángulo.

ANÁLISIS

- Por medio del valor promedio de \bar{x}_{max} para $\theta = 0$ y la ecuación (1) obtenga el valor v_0 de la rapidez con la que sale la esfera del cañón.
- A partir de la rapidez v_0 calculada en el punto anterior, el ángulo de disparo θ y el valor de la altura h en la que está el cañón, calcule el valor teórico de la distancia máxima $x_{max,teo}$ para los ángulos: $\theta = 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$.
- Compare el valor obtenido el promedio de las medidas \bar{x}_{max} con el valor calculado por medio de la teoría $x_{max,teo}$ utilizando la expresión:

$$\%Error = \frac{|\bar{x}_{max} - x_{max,teo}|}{x_{max,teo}} \times 100\% \quad (2)$$

Registre todos sus resultados en la siguiente tabla.

$\theta(^{\circ})$	$\bar{x}_{max}()$	$x_{max,teo}()$	$\%Error$
15			
30			
45			

CONCLUSIONES

Elabore las conclusiones de la práctica comentando sobre lo siguiente:

- Comente sobre el error de sus medidas para el alcance máximo x_{max} al ser comparadas con el valor dado por la teoría. ¿Considera que el método utilizado da una buena medida de x_{max} ?
- Comente sobre aspectos que puedan ayudar a mejorar sus medidas.

Bibliografía

Luis G. Chica G. *Guías de Laboratorio de Física: Cinemática, Dinámica y Termodinámica*. Universidad Nacional de Colombia, 2003.

Carlos Perilla. *Guía de trabajo en el laboratorio: ¿Qué tan lejos llegará?* Universidad Nacional de Colombia, 2023.

Laboratorio de Mecánica y Ondas para Biociencias 2013-I

Práctica 6: PRIMERA LEY DE NEWTON

MATERIALES

- Mesa de fuerzas. • Poleas. • Diferentes masas. • Regla.

OBJETIVOS

- Sumar fuerzas vectorialmente.
- Aplicar la primera ley de Newton para estudiar sistemas en equilibrio.

TEORÍA Y DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

Preparen su marco teórico en base a los siguientes puntos:

1. Enuncie la primera ley de Newton. ¿Cuáles son sus consecuencias?
2. Si sobre un objeto actúan tres fuerzas descritas por vectores \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 , ¿qué condición deben cumplir estos vectores para que el sistema se encuentre en equilibrio?

En la imagen se muestra una mesa de fuerzas en la que por medio de tres cuerdas unidas a masas M_1 , M_2 , M_3 se puede medir la acción conjunta de tres fuerzas \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 actuando sobre un punto. Estas fuerzas son producidas por el peso de cada una de las masas.

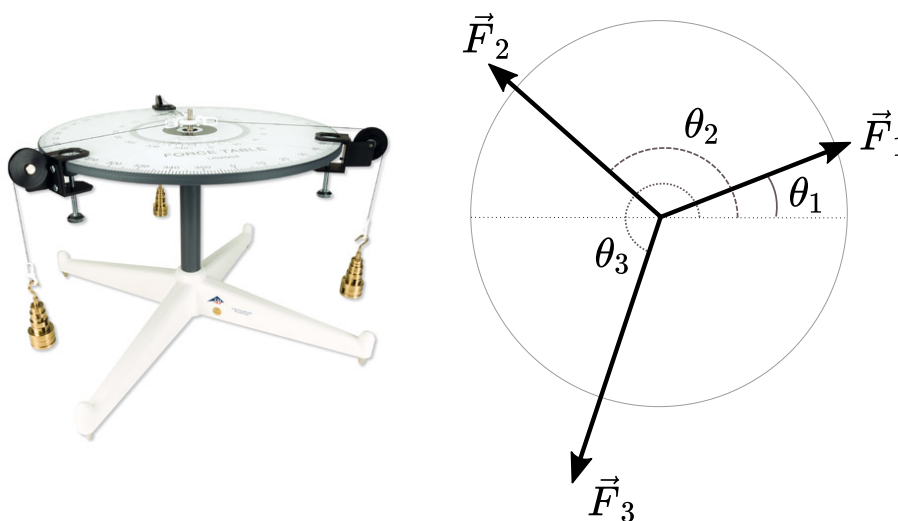


FIG. 1. Mesa de fuerzas.

En la mesa también es posible medir los ángulos θ_1 , θ_2 , θ_3 que forman las fuerzas \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 con respecto al eje x ubicado a 0° , tal cómo se ilustra en la figura.

PROCEDIMIENTO

1. Monte la mesa de fuerzas según indicaciones en el laboratorio logrando una configuración similar a la ilustrada en la Figura 1.
2. Coloque la primera polea conectada a la masa $M_1 = 30\text{ g}$ en $\theta_1 = 0^\circ$ y la segunda masa de $M_2 = 30\text{ g}$ en un ángulo $\theta_2 = 90^\circ$.
3. Coloque las masas sugeridas en las poleas correspondientes y trate de equilibrar el sistema con una tercera masa M_3 .

- Registre el valor de la masa M_3 y el ángulo θ_3 en el que el sistema se equilibra completamente.
- Repita el procedimiento anterior para completar la siguiente tabla:

Medida	$M_1(g)$	$\theta_1(^{\circ})$	$M_2(g)$	$\theta_2(^{\circ})$	$M_3(g)$	$\theta_3(^{\circ})$
1	30	0	30	90		
2	30	0	50	90		
3	50	45	30	180		
4	30	45	30	135		
5	30	60	30	120		

ANÁLISIS

- Grafique sus datos de las medidas en un diagrama como el que se muestra en la Figura 1 en el que se codifican las masas (tamaño de la flecha) y los ángulos (ángulo desde el eje x).
- Teniendo en cuenta sus ángulos θ_1 , θ_2 , θ_3 y las masas M_1 y M_2 en cada una de sus medidas en la tabla, calcule el valor teórico de la masa $M_{3,teo}$ para que el sistema se encuentre en equilibrio:

$$M_{3,teo} = -\frac{M_1 \cos(\theta_1) + M_2 \cos(\theta_2)}{\cos(\theta_3)} \quad \text{si} \quad \cos(\theta_3) \neq 0$$

Si tiene alguna medida en la que $\cos(\theta_3) = 0$, utilice la ecuación

$$M_{3,teo} = -\frac{M_1 \sin(\theta_1) + M_2 \sin(\theta_2)}{\sin(\theta_3)} \quad \text{si} \quad \sin(\theta_3) \neq 0.$$

- Registre sus valores medidos para M_3 , lo que dice la teoría $M_{3,teo}$ y complete la siguiente tabla

Medida	$M_3(g)$	$M_{3,teo}(g)$	%Error
1			
2			
3			
4			
5			

Donde

$$\%Error = \frac{|M_3 - M_{3,teo}|}{M_{3,teo}} \times 100\%$$

CONCLUSIONES

Elabore las conclusiones de la práctica comentando sobre lo siguiente:

- Comente sobre los errores obtenidos al comparar la masa M_3 medida con lo que dice la teoría.
- ¿Qué dificultades encontró al medir en este experimento?

Argumente sus respuestas teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio.

Bibliografía

Luis G. Chica G. *Guías de Laboratorio de Física: Cinemática, Dinámica y Termodinámica*. Universidad Nacional de Colombia, 2003.
 Carlos Perilla. *Guía de trabajo en el laboratorio: Todos al tiempo y equilibrados*. Universidad Nacional de Colombia, 2023.

Laboratorio de Mecánica y Ondas para Biociencias 2013-I

Práctica 7: SEGUNDA LEY DE NEWTON

MATERIALES

- Carro • Riel • Cuerda • Balanza • Portapesas y pesas • Polea • Regla.

OBJETIVOS

- Aplicar la segunda ley de Newton para estudiar sistemas sometidos a diferentes fuerzas.
- Linealizar un conjunto de datos para su tratamiento por medio de una regresión lineal.

TEORÍA

El diagrama muestra un carro de masa M_1 que se mueve sobre un riel, se encuentra amarrado del extremo de una cuerda y está sujeto de su otro extremo a una masa M_2 . El carro permanece en reposo hasta que se libera la masa M_2 ; en adelante, todo el conjunto se mueve con una aceleración a .

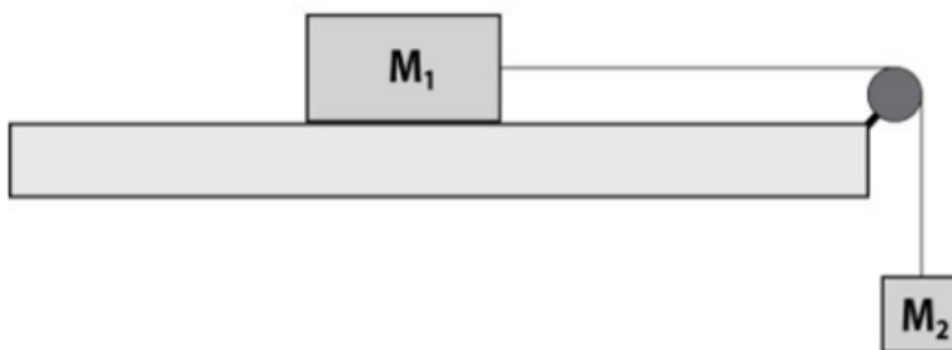


FIG. 1. Masas unidas por una cuerda.

Prepare su marco teórico en base a los siguientes puntos:

- Enuncie la segunda ley de Newton. Comente brevemente alguna situación en la que se aplique.
- ¿Cuál es la aceleración a con la que se mueven los bloques? Escriba la ecuación para a en su marco teórico.

PROCEDIMIENTO

1. Pese el carro y registre su masa como M_1 .
2. Coloque el carro sobre el riel ajustando los pies de nivelación hasta que el carro se quede quieto.
3. Ate un extremo de la cuerda a un extremo del carro, pase la cuerda por la polea, en el otro extremo de la cuerda ate un portapesas. La longitud de la cuerda debe ser la ideal para que el carro se detenga al golpear el parachoque antes de que el portapesas llegue al piso.
4. Empuje el carro hacia atrás y marque el punto donde inicia el recorrido.
5. Coloque pesas en el portapesas y obtenga la masa M_2 , que está formada por las pesas más el portapesas y regístrela.
6. Registre el tiempo T que demora el carro en recorrer una longitud elegida d que se mantiene fija y que considere apropiada para obtener una buena medida del tiempo T .

7. Repita el procedimiento anterior para completar la siguiente tabla, registrando tres tiempos T_1 , T_2 , T_3 y su valor promedio $T_{promedio}$ para diferentes valores de la masa M_2 :

Medida	$M_2(gramos)$	$T_1(s)$	$T_2(s)$	$T_3(s)$	$T_{promedio}(s)$
1					
2					
3					
4					

ANÁLISIS

1. A partir de sus medidas de tiempo $T_{promedio}$ y la distancia recorrida, calcule su medida experimental de la aceleración a_{exp} mediante la ecuación

$$a_{exp} = 2 \frac{d}{T^2},$$

expresión válida cuando la masa inicia el movimiento desde el reposo.

2. Registre sus datos en una tabla evaluando también las cantidades adimensionales

$$\gamma = \frac{M_1}{M_2} \quad z = \frac{a_{exp}}{g} \left(\frac{M_1 + M_2}{M_2} \right),$$

donde $g = 980 cm/s^2$

Medida	$M_2(gramos)$	$a_{exp}(cm/s^2)$	γ	z
1				
2				
3				
4				

3. Para los datos de su tabla grafique los valores γ (en el eje x) y z (en el eje y). Grafique también la recta obtenida por regresión lineal para estos 4 puntos.

4. Reporte la pendiente y el intercepto obtenidos. Compare el valor del intercepto con el valor 1 que predice la teoría.

CONCLUSIONES

Elabore las conclusiones de la práctica comentando sobre lo siguiente:

- ¿Los resultados obtenidos para z en función de γ se ajustan bien a una relación lineal?
- Mencione maneras en las que podría mejorar el experimento y la toma de datos.

Argumente sus respuestas teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio.

Bibliografía

Luis G. Chica G. *Guías de Laboratorio de Física: Cinemática, Dinámica y Termodinámica*. Universidad Nacional de Colombia, 2003.

Carlos Perilla. *Guía de trabajo en el laboratorio: Hala el Carrito*. Universidad Nacional de Colombia, 2023.

Laboratorio de Mecánica y Ondas para Biociencias 2013-I

Práctica 8: CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

MATERIALES

- Esfera metálica
- Hilo
- Soporte
- Papel carbón
- Papel milimetrado

OBJETIVOS

- Explorar los conceptos de energía cinética y potencial.
- Validar experimentalmente la ley de la conservación de la energía.

DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

Se tiene un sistema de péndulo que está formado por una esfera metálica de masa m , atada al extremo de una cuerda y esta a su vez a un soporte. A una altura h_2 desde el suelo y a una distancia igual a la longitud de la cuerda hay una cuchilla que puede cortar esta cuerda justo arriba de la masa.

Si se eleva la esfera a una altura determinada h_1 formando un arco y se suelta, al pasar por la cuchilla se cortará la cuerda y la esfera saldrá disparada describiendo una trayectoria parabólica alcanzando cierta distancia x desde la base del soporte.

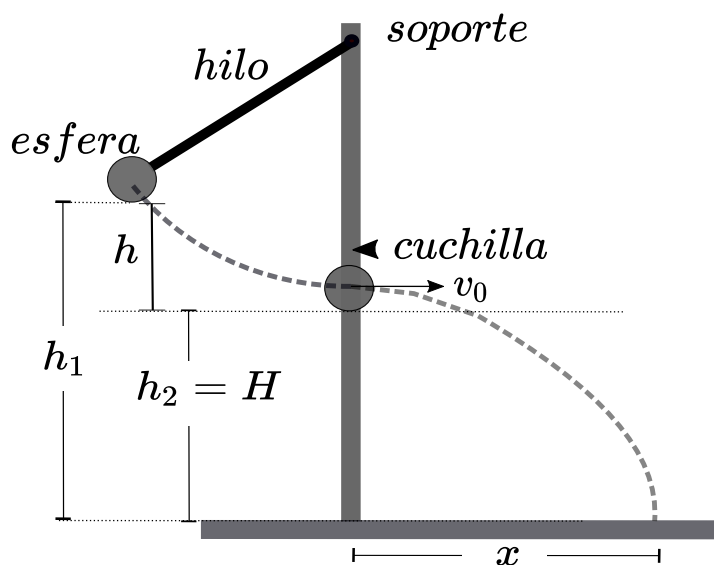


FIG. 1. Montaje experimental para estudiar la conservación de la energía en el movimiento de una esfera.

En este sistema, la energía potencial mgh de la esfera se convierte en la energía cinética $\frac{1}{2}mv_0^2$ al momento de liberar la esfera por medio de la cuchilla para luego recorrer la distancia horizontal x mientras cae una distancia H .

PREDICCIONES

Responda en su cuaderno las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo cree que cambiará la distancia x en función de la altura h ?
2. Si se aumenta la masa m de la esfera metálica, ¿Cómo cree usted que esta variación afecte la distancia x alcanzada por la esfera metálica?

PROCEDIMIENTO

1. Tome una cuchilla y ubíquela horizontalmente para que pueda cortar el hilo justo arriba de la masa.
2. Ate la esfera a una cuerda y esta a su vez a un soporte de mayor altura que la cuchilla.
3. Suelte la esfera desde una altura h_1 , de modo que al llegar a la cuchilla se corte el hilo.
4. Mida la distancia $h = h_1 - h_2$.
5. Determine la distancia x que alcanza la esfera.
6. Repita el procedimiento para lograr tres medidas de x_1, x_2, x_3 , todas obtenidas para la misma altura inicial h .
7. Repita el el procedimiento a diferentes alturas h para completar la siguiente tabla:

Medida	$h(cm)$	$x_1(cm)$	$x_2(cm)$	$x_3(cm)$	$x_{promedio}(cm)$
1					
2					
3					
4					

Mida también la altura H y mantenga esta cantidad constante en todo el experimento.

ANÁLISIS

1. Complete la siguiente tabla incluyendo las cantidades adimensionales:

$$\gamma = \frac{h}{H} \quad z = \left(\frac{x_{promedio}}{H} \right)^2 \quad (1)$$

Medida	$h(cm)$	γ	z
1			
2			
3			
4			

2. Grafique sus datos de γ en el eje horizontal y z en el eje vertical. Grafique también la recta obtenida por regresión lineal para estos 4 puntos.
3. Para la regresión lineal, reporte el valor de la pendiente $p_{medidas}$ de la recta y el intercepto. Compare el valor obtenido de la pendiente con el valor $p_{teo} = 4$ que predice la teoría reportando el porcentaje de error:

$$\%Error = \frac{|p_{medidas} - p_{teo}|}{p_{teo}} \times 100\%$$

Si este valor es bajo, se puede decir que la energía mgh en la caída de la esfera se conserva convirtiéndose en la energía cinética $mv_0^2/2$ justo antes de cortar el hilo.

CONCLUSIONES

Elabore las conclusiones de la práctica comentando sobre lo siguiente:

- ¿Se podría afirmar que se cumple la ley de la conservación de la energía?
- ¿Qué otros factores pueden estar influyendo en sus medidas para que se tengan los errores porcentuales observados en la práctica?

Bibliografía

Luis G. Chica G. *Guías de Laboratorio de Física: Cinemática, Dinámica y Termodinámica*. Universidad Nacional de Colombia, 2003.
 Carlos Perilla. *Guía de trabajo en el laboratorio: Conservación de la energía*. Universidad Nacional de Colombia, 2023.

Laboratorio de Mecánica y Ondas para Biociencias 2013-I

Práctica 9: LEY DE HOOKE

MATERIALES

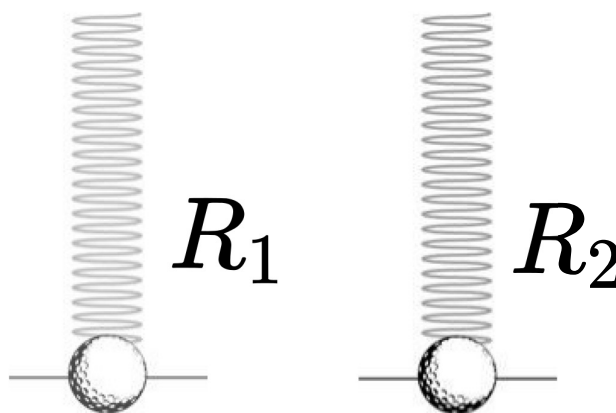
- Dos resortes de diferente rigidez • Un juego de masas • Una regla • Un soporte

OBJETIVOS

- Caracterizar la rigidez de un resorte.
- Explorar la rigidez de un resortes actuando en serie y en paralelo.

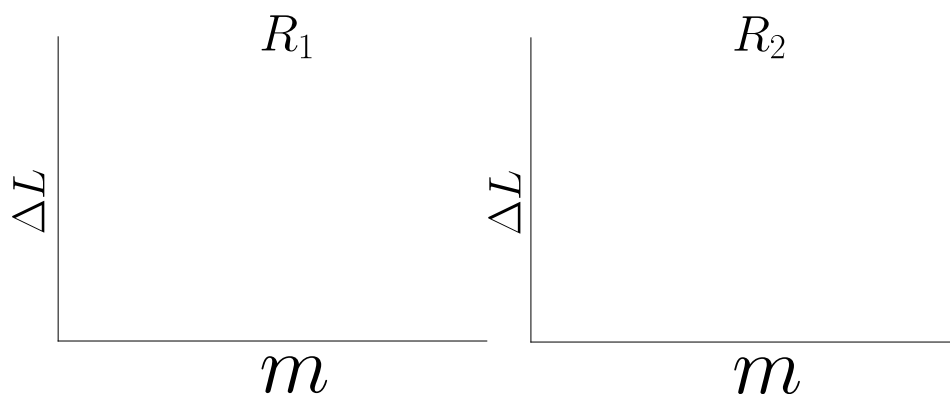
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Se tienen dos resortes R_1 y R_2 **de diferente rigidez** con uno de sus extremos fijo y sobre el otro se puede aplicar una fuerza a lo largo del resorte haciendo que se estire.



PREDICCIONES

(a) Si se cuelgan masas de m , $2m$, $3m$, $4m$, ... sobre cada resorte individualmente, cómo cree que será la elongación ΔL de cada uno de ellos? Haga una gráfica cualitativa para cada caso



(b) Si ahora une un resorte después del otro de manera que queden seguidos, y repite el procedimiento de colgar las masas, ¿cómo cree que será la respuesta? Haga una gráfica cualitativa?

PROCEDIMIENTO

1. Cuelgue cada uno de los resortes en el soporte y determine su longitud inicial L_0 . Luego comience a colgar masas de diferentes valores (de forma ascendente) y registre la longitud L_i de cada resorte. A partir de esta medida calcule la elongación del resorte $\Delta L = L_i - L_0$
2. Repita el procedimiento con los resortes conectados lado a lado (en paralelo) y seguidos (en serie).

Resorte R_1	masa (g)	Longitud resorte (cm)	Elongación ΔL (cm)
	0	$L_0 =$	0
Resorte R_2	masa (g)	Longitud resorte (cm)	Elongación ΔL (cm)
	0	$L_0 =$	0
Paralelo R_1 y R_2	masa (g)	Longitud (cm)	Elongación ΔL (cm)
	0	$L_0 =$	0
Serie R_1 y R_2	masa (g)	Longitud (cm)	Elongación ΔL (cm)
	0	$L_0 =$	0

ANÁLISIS

1. Realice una gráfica de la masa suspendida m (en el eje x) y la elongación (en el eje y) para cada una de las 4 tablas de datos. Realice una regresión lineal para cada gráfica y obtenga la pendiente e intercepto en cada caso.
2. Calcule la constantes de los resortes $\mathcal{K}_1 = \frac{1}{\text{pendiente}_1}$ y $\mathcal{K}_2 = \frac{1}{\text{pendiente}_2}$ para los análisis de los datos de los resortes R_1 y R_2 , respectivamente.
3. En forma similar, encuentre $\mathcal{K}_{\text{paralelo}}$ para los resortes conectados en paralelo. Compare $\mathcal{K}_{\text{paralelo}}$ con $\mathcal{K}_1 + \mathcal{K}_2$ que predice la teoría, exprese su resultado como porcentaje.
4. Para el valor $\mathcal{K}_{\text{serie}}$ encontrado para los resortes conectados en serie, compare el resultado obtenido con el valor (expresé su resultado como porcentaje)

$$\frac{1}{\frac{1}{\mathcal{K}_1} + \frac{1}{\mathcal{K}_2}}. \quad (1)$$

CONCLUSIONES

Elabore las conclusiones de la práctica comentando sobre lo siguiente:

- ¿Los resortes analizados cumplen con la ley de Hooke?
- ¿Son válidas las expresiones teóricas para las constantes de resortes en serie $\mathcal{K}_{\text{serie}}$ y en paralelo $\mathcal{K}_{\text{paralelo}}$?

Argumente sus respuestas teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio.

Bibliografía Carlos Perilla. *Guía de trabajo en el laboratorio: Fuerza de un resorte*. Universidad Nacional de Colombia, 2023.

Laboratorio de Mecánica y Ondas para Biociencias 2013-I

Práctica 10: OSCILACIÓN DE UN PÉNDULO FÍSICO

MATERIALES

- Barra metálica y soporte.
- Cronómetro.
- Regla.

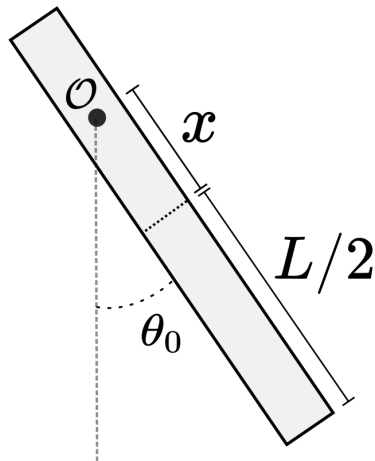
OBJETIVOS

- Medir el valor de la gravedad utilizando un péndulo físico.
- Implementar la linealización de medidas para el análisis de datos experimentales.

TEORÍA

Un péndulo físico o péndulo compuesto es cualquier cuerpo rígido que pueda oscilar libremente en el campo gravitatorio alrededor de un eje horizontal fijo, que no pasa por su centro de masa.

Una barra metálica uniforme de longitud L como la ilustrada en la figura, puede ser utilizada como péndulo al ponerla a oscilar en un punto \mathcal{O} , que sirve de eje de oscilación, a una distancia x medida desde el centro de la barra.



Para valores pequeños de la amplitud inicial θ_0 (menores a 10°), el periodo de oscilación T de la barra está dado por

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{12}L^2 + x^2}{g x}}, \quad (1)$$

donde g es la gravedad. Note que en esta expresión no está presente la masa de la barra.

PROCEDIMIENTO

Mida la longitud L de la barra, reporte esta medida con su respectiva incertidumbre. Utilizando este resultado ubique la mitad de la barra $L/2$ y trace (con lápiz) una línea señalando la mitad de la barra.

Para realizar medidas del periodo de oscilación T , tome el tiempo que demora el péndulo en realizar diez oscilaciones y divídalo entre 10. **No olvide realizar esta división al reportar los valores de T .**

1. Construya un péndulo ubicando el eje de oscilación \mathcal{O} a una distancia x medida desde el centro de la barra. Hágalo oscilar partiendo de una amplitud menor a los 10° . Mida el periodo de oscilación T .
2. Repita el procedimiento en 1 para obtener 2 medidas experimentales del periodo.
3. Repita los pasos 1 y 2 para 5 valores diferentes de x .

Reporte sus datos en la siguiente tabla:

Medida	$x(cm)$	$T(s)$		$T_{promedio}(s)$
1				
2				
3				
4				
5				

4. Complete la tabla anterior calculando el promedio $T_{promedio}$ de las dos medidas obtenidas para cada x .

ANÁLISIS

1. En el análisis de datos considere cada valor $T_{promedio}$ como el periodo T medido para el péndulo.
2. A partir de sus medidas, calcule las siguientes cantidades:

$$\gamma = x^2 \quad z = x \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2.$$

Reporte sus resultados en la siguiente tabla (incluya las unidades de γ y z):

Medida	$x(cm)$	$\gamma(\quad)$	$z(\quad)$
1			
2			
3			
4			
5			

2. Realice una gráfica de γ (en el eje horizontal x) y el valor z (en el eje vertical y). Incluya la recta de regresión lineal reportando la pendiente a y el intercepto b con sus respectivas unidades.

3. La ecuación $T = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{12}L^2 + x^2}{gx}}$ para el periodo del péndulo físico permite establecer que:

$$z = a\gamma + b \quad \text{con} \quad a = \frac{1}{g} \quad b = \frac{L^2}{12g}.$$

Teniendo en cuenta esta relación, obtenga el valor de la gravedad $g_{medida} = 1/a$ y compárela con $g_{real} = 980 \text{ cm/s}^2$, exprese el resultado como el porcentaje

$$\text{Error porcentual } g = \frac{|g_{medida} - g_{real}|}{g_{real}} \times 100\%.$$

4. Ahora calcule el valor teórico $b_{teo} = \frac{L^2}{12g}$ (use $g = 980 \text{ cm/s}^2$) y compare su resultado con el intercepto $b_{medidas}$ de su recta de regresión, exprese el resultado como el porcentaje

$$\text{Error porcentual } b = \frac{|b_{medidas} - b_{teo}|}{b_{teo}} \times 100\%.$$

CONCLUSIONES

Elabore las conclusiones de la práctica comentando sobre lo siguiente:

- Comente sobre el error de sus medidas al ser comparadas con $g = 980 \text{ cm/s}^2$. ¿Considera que el método utilizado da una buena medida de la gravedad?
- Teniendo en cuenta sus resultados, considera que la ecuación para el periodo T , presentada en la teoría en (1), se cumple para la barra utilizada como péndulo físico?
- Comente sobre aspectos que puedan ayudar a mejorar la realización de la práctica de laboratorio.