

EXPERIMENTO 10
EXAMEN FINAL DE LABORATORIO DE FÍSICA I
MEDICIÓN DE LA GRAVEDAD UTILIZANDO UN PÉNDULO SIMPLE

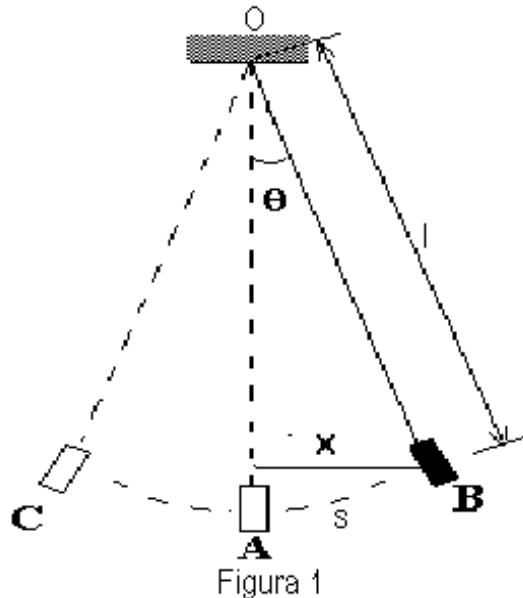
1. OBJETIVO

Que los estudiantes determinen experimentalmente el valor de la gravedad dentro del laboratorio con su respectiva incertidumbre de medición, utilizando un péndulo simple oscilando con pequeñas amplitudes.

Que los estudiantes demuestren de manera práctica que están en capacidad de expresar correctamente sus resultados experimentales.

2. INTRODUCCIÓN

Un péndulo simple se define como una partícula de masa m suspendida de un punto fijo mediante un hilo inextensible de longitud ℓ y masa despreciable (figura 1).



Cuando el péndulo se separa de su posición de equilibrio (línea vertical OA), una fuerza restauradora dada por, $mg \text{ sen } \theta$, lo vuelve a dicha posición cuando la masa es soltada desde el punto B. Si se desprecia la resistencia del aire, la dinámica asociada al movimiento del péndulo se puede escribir como:

$$ma_s = -mg \text{ sen } \theta \quad (1)$$

En esta ecuación a_s es la aceleración del cuerpo a lo largo de la trayectoria s y el signo menos indica que se trata de una fuerza restauradora. La aceleración a_s llamada aceleración tangencial, se relaciona con la aceleración angular α en la forma:

$$\alpha = \frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l} \text{sen } \theta \quad (2)$$

Si en la ecuación (2) se consideran ángulos en radianes en el intervalo: $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$, la aproximación, $\text{sen } \theta \approx \theta$, será válida con lo cual la ecuación (2) se podrá escribir en la forma:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\omega_0^2 \theta \quad (3)$$

Es decir, bajo las condiciones señaladas la aceleración angular es proporcional y opuesta al desplazamiento angular. Se dice entonces que el péndulo posee un movimiento armónico simple cuya frecuencia angular de oscilación es:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

Por lo tanto, el periodo de oscilación para amplitudes pequeñas está dado por:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad (4)$$

Cuando se consideran valores de θ superiores a $\frac{\pi}{12}$ la aproximación (3) empieza a no ser correcta y

la expresión para el periodo del péndulo se debe obtener utilizando otro procedimiento matemático cuyo tratamiento excede los alcances de este curso. En ese caso la expresión que se obtiene para el péndulo es la siguiente.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \left[1 + \frac{1}{4} \text{sen}^2 \left(\frac{\theta_0}{2} \right) + \frac{9}{64} \text{sen}^4 \left(\frac{\theta_0}{2} \right) + \dots \right] \quad (5)$$

La ecuación (5) muestra que el período de un péndulo simple depende de la longitud y también de la amplitud, pero se pueden hacer aproximaciones de primer orden haciendo oscilar el péndulo con pequeñas amplitudes. Con base en lo anterior la ecuación que se utilizará para el cálculo de la gravedad en Pereira será la que corresponde al despeje de g en la ecuación 4.

3. MATERIALES

- * Cuerda de alambre
- * Masa cilíndrica
- * Cronómetro marca PASCO
- * Cinta métrica

El cronómetro PASCO tiene un error de calibración de 1% del valor de tiempo medido y debe utilizarse con la resolución de 10^{-4} s; la cinta métrica tiene una calibración de 0.01 % de la longitud medida y la resolución es de 1×10^{-3} m

4. RECOMENDACIONES

- ▾ Tenga en cuenta que cuando se miden tiempos con el cronómetro PASCO en la escala de 0,1 ms éste solo cuenta hasta 1,9999 s, por tanto, si el tiempo a medir es mayor que este valor, es necesario sumarle 2 s a la cantidad decimal que aparece en pantalla.
- ▾ La longitud del péndulo debe medirse desde el extremo fijo hasta el centro de masas del cilindro.

5. TRABAJO PARA DESARROLLAR

Para pequeñas amplitudes el despeje de g en la ecuación (4) permite calcular el valor de la gravedad con exactitud, utilizando los valores experimentales del periodo medio, la longitud y la amplitud. Para hacerlo se realiza el montaje de la figura 1. El punto fijo se encuentra cerca al techo del laboratorio con el objetivo de tener la mayor longitud posible y así disminuir el error en la medida del ángulo inicial. Para encontrar el periodo se hace oscilar el péndulo haciéndose varias medidas con el fin de minimizar la incertidumbre tipo A. En este experimento el factor crítico lo constituye la medida de la longitud.

6. TOMA DE DATOS

1. Ubique la masa en el extremo inferior de la cuerda y mida la longitud del péndulo
2. Coloque el cronómetro en la posición de equilibrio del péndulo, en el modo Pend, en la resolución de 0,1 ms
3. Utilice la relación $x = \ell \sin \theta$ y encuentre el valor de x que se debe desplazar horizontalmente el péndulo para obtener una amplitud angular de 2° .

4. Desplace el péndulo de la posición de equilibrio la cantidad señalada en el numeral anterior y suéltelo. Asegúrese que el péndulo oscile en un solo plano. Mida el periodo para una oscilación y repita la medida 50 veces. No detenga el péndulo entre mediciones.

7. ANÁLISIS DE DATOS

1. Encuentre el valor medio del periodo
2. Utilice la ecuación (4) y encuentre el valor de la gravedad en el laboratorio
3. Encuentre la incertidumbre expandida en la medición de g empleando la metodología para la estimación de la incertidumbre en mediciones indirectas.
4. Junto con el valor obtenido para la incertidumbre expandida escriba el resultado final para la gravedad en el laboratorio.

8. CONCLUSIONES

Elabore sus propias conclusiones.