Universidad del Cauca Laboratorio de vibraciones y ondas Departamento de Física

Oscilaciones de un péndulo simple

OBJETIVOS

- Encontrar la ecuación que relaciona el periodo con la longitud de un péndulo simple.
- Obtener conclusiones sobre la relación existente entre el periodo de oscilación del péndulo y su amplitud angular.
- Determinar el valor de la aceleración de la gravedad en Popayán.
- Comprobación experimental del periodo de un péndulo matemático asociado con una esfera de radio R

MONTAJE EXPERIMENTAL

La Figura 1 muestra el montaje experimental que se utilizara en la practica; donde L es la longitud de la cuerda, θ es el desplazamiento angular del péndulo con respecto a la posición de equilibrio y Mg es le peso de la esfera. Hay una fuerza tangencial restauradora F_T (mg sin θ), y otra que es la fuerza normal a la trayectoria F_N (mg cos θ). El soporte debe estar fijo al techo, ya que así se garantiza estabilidad en el montaje.

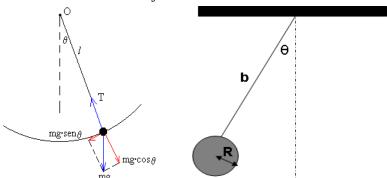


Figura 1. Montaje experimental para el péndulo simple

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El péndulo simple es un ejemplo de un sistema que presenta un movimiento oscilatorio. Un péndulo simple se define como una partícula de masa M concentrada en un punto y suspendida de un punto determinado O por una cuerda de longitud L y de masa $m_L << M$. Se puede probar que para pequeñas oscilaciones, la fuerza restauradora del péndulo FT=-Mg sen(θ) se puede considerar como linealmente dependiente del desplazamiento angular al hacer sen(θ) $\approx \theta$. En este caso el movimiento oscilatorio del péndulo simple puede ser analizado como un movimiento armónico simple, cuya ecuación de desplazamiento esta dada por la expresión:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{L}\theta = 0 \tag{1}$$

donde L es la longitud de la cuerda del péndulo, g es la aceleración de la gravedad en el lugar donde el péndulo oscila. Al solucionar la ecuación diferencial (1) del movimiento armónico simple se puede demostrar que la frecuencia angular (ω) al cuadrado de la oscilación es:

$$\omega^2 = \frac{g}{L} \tag{2}$$

Y por lo tanto el periodo T de la oscilación será:

Universidad del Cauca Laboratorio de vibraciones y ondas Departamento de Física

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \qquad (3)$$

Si el radio *R* de la esfera del péndulo es comprable con la distancia de su centro de masa al centro de oscilación *b*, la Ec. (3) tiene la forma,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{0.4R^2 + b^2}{gb}} \tag{4}$$

Para propositos experiementales la Ec (4) se usa como:

$$T^2b = \frac{1.6\pi^2}{g}R^2 + \frac{4\pi^2}{g}b^2 \tag{5}$$

- Papel milimetrado y 2 hojas cuadernillo.
- Esfera de hierro de masa M.
- Esfera de radio R
- Cuerda de masa m_L<< M de 2m de longitud.
- Regla graduada en milímetros.
- Cronometro digital calibrado en centésimas de segundo.
- Soporte fijo al techo.

AVERIGUAR LA LATITUD MAS CERCANA DE SU LUGAR DE TRABAJO

PROCEDIMIENTO

a) Efecto de la longitud en el periodo del péndulo.

La amplitud angular θ_0 de las oscilaciones debe ser menor de 8^0 (0.1047 rad) para que $sen(\theta) \approx \theta$. Seleccione 8 longitudes. Son convenientes valores de 140, 160, 180,....,200 cm. Es aconsejable tomar el tiempo que tarda el péndulo en realizar 5 oscilaciones y además realizar la medida tres veces para cada longitud, sacar el promedio y dividir por el numero de oscilaciones para obtener el periodo T (tiempo para una oscilación completa). Todo esto con el objetivo de minimizar el error de las mediciones. Recuerde que la exactitud de la medida del tiempo está limitada por la velocidad de reacción del observador, la cual es de 0.2 seg. Con los datos obtenidos llene la Tabla de datos No.1.

Tabla de datos No. 1

Masa:[g]	Amplitud angular:	0
----------	-------------------	---

L(cm)	T1(s)	T2(s)	T3(s)	Tprom(s)	T= T _{prom} / n

b) Péndulo Matemático.

Suspenda el péndulo con la esfera de radio R. Repita el procedimiento anterior y consigne sus resultados en la Tabla N0 2.

Tabla de datos No. 2

L(cm)	T1(s)	T ₂ (s)	T ₃ (s)	Tprom(s)	T= T _{prom} / n

ANALISIS DE DATOS Y RESULTADOS

- 1.Del procedimiento (a) haga las transformaciones adecuadas al modelo teórico de tal forma que al graficar las variables T y L pueda obtener inmediatamente una línea recta que le permita calcular el valor g de la aceleración de la gravedad. Determine el error absoluto y relativo en el cálculo del valor de g para Popayán.
- 2. En el procedimiento (b) grafique el periodo T^2b vs b para comprobar experimentalmente la Ec. (5). De los resultados de regresión lineal calcular g y R. Analice la confiabilidad de ambos procedimientos. Compare el valor obtenido de g con el que se calcula a partir de la Formula Internacional de la gravedad al nivel del mar, que está dada por la expresión:

$$g = 978.0495[1 + 0.005289sin^2\theta - 0.0000073 sin^22\theta]$$

Donde θ es la latitud del lugar. Averigüe la latitud aproximada de Popayán.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Física Vol. I. Mecánica; M. Alonso, E.J. Finn, Addison Wesley Iberoamericana
- [2] Física Vol. I. R. Serway, Mc GrawHill.