



PRÁCTICA 2:

PÉNDULO SIMPLE. DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD.

MATERIAL

- * Bola de péndulo e hilo metálico.
- * Cronómetro

FUNDAMENTO

Se denomina péndulo simple (o péndulo matemático) a un punto material suspendido de un hilo inextensible y sin peso, que puede oscilar en torno a una posición de equilibrio. La distancia del punto pesado al punto de suspensión se denomina longitud del péndulo simple. Nótese que un péndulo matemático no tiene existencia real, ya que los puntos materiales y los hilos sin masa son entes abstractos. En la práctica se considera un péndulo simple un cuerpo de reducidas dimensiones suspendido de un hilo inextensible y de masa despreciable comparada con la del cuerpo. En el laboratorio emplearemos como péndulo simple un sólido metálico colgado de un fino hilo de cobre.

El péndulo matemático describe un movimiento armónico simple en torno a su posición de equilibrio, y su periodo de oscilación alrededor de dicha posición está dada por la ecuación siguiente:

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

donde L representa la longitud medida desde el punto de suspensión hasta la masa puntual y g es la aceleración de la gravedad en el lugar donde se ha instalado el péndulo.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En el laboratorio se dispone de varios péndulos de longitudes diversas. Seleccionar un péndulo y medir el periodo de oscilación siguiendo las reglas siguientes:

- * Separar el péndulo de la posición vertical un ángulo pequeño (menor de 10°) y dejarlo oscilar libremente, teniendo cuidado de verificar que la oscilación se produce en un plano vertical.
- * Cuando se esté seguro de que las oscilaciones son regulares, se pone en marcha el cronómetro y se cuentan N oscilaciones completas a partir de la máxima separación del equilibrio (se aconseja tomar $N = 20$, bien entendido que una oscilación completa dura el tiempo de ida y vuelta hasta la posición donde se tomó el origen de tiempos). El periodo del péndulo es igual al tiempo medido dividido por N .
- * Se repite la medida anterior un total de seis veces con el mismo péndulo.

TRATAMIENTO DE DATOS

Se obtiene la media de los valores del periodo obtenidos de las medidas de tiempo. Este será el valor aceptado del periodo, sobre el cual se aplican los criterios generales de la teoría de errores para determinar su error absoluto. Seguidamente, y empleando el valor de la longitud del péndulo y su error, se calcula la aceleración de la gravedad y su error a partir de:

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

PREGUNTAS

- 1 ¿Qué fuentes de error aparecen en la determinación de la gravedad realizada en esta práctica? ¿Disminuiría la precisión en la determinación de g utilizar un cronómetro que sólo apreciase décimas de segundo en lugar de centésimas?
- 2 ¿Sería una buena idea aumentar el valor del número de oscilaciones hasta varios millares para minimizar el error cometido al medir el periodo del péndulo?
- 3 ¿Por qué se indica en el guión que se cuida que el péndulo oscile en un plano vertical?

- 4 Supóngase que se realiza la práctica en un ascensor que acelera hacia arriba a razón de $1.50 \pm 0.10 \text{ m/s}^2$. ¿Qué valor del periodo de oscilación habríamos obtenido utilizando el mismo péndulo?
- 5 Recopile los valores de periodo de oscilación medidos por cinco compañeros que hayan utilizado péndulos de longitudes diferentes, y represente gráficamente las longitudes (en ordenadas) frente a los cuadrados de los periodos (en abscisas). Puede hacerse un ajuste por mínimos cuadrados. ¿Cuál es el valor de la pendiente de la recta obtenida, y cuál es su significado físico? *(Es importante hacer esto dentro de la misma sesión de prácticas, pues a posteriori suele haber dificultades para recabar los datos).*

EJEMPLO

Al medir las oscilaciones de un péndulo simple con un cronómetro que aprecia 0.2 s. se han obtenido los valores que se presentan en la columna t de la tabla 1. La longitud del péndulo es $L = 0.92 \pm 0.02 \text{ m}$. Determinar la aceleración de la gravedad.

Tabla 1

Oscilaciones	t	T
20	38,4	1.92
20	38.8	1.94
20	39.2	1.96
20	39.0	1.95
20	38.8	1.94
20	38.6	1.93

La columna T se ha obtenido dividiendo los valores de la columna t por el número de oscilaciones. El resultado es el periodo del péndulo. Al ser el error del aparato 0.2 s, la precisión en cada medida de periodo es $0.2/20 = 0.01 \text{ s}$. El valor medio del periodo es 1.9400 s, y para determinar su error comparamos entre si los siguientes valores:

- a) El error estándar (N es el número de medidas, en este caso $N = 6$)¹:

¹ Para este cálculo se ha empleado el programa *Calculom*.

$$\text{Error estándar: } \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = 0.006 \text{ s}$$

- b) El cociente entre la precisión del aparato de medida (en este caso 0.01, pues se han tomado 20 oscilaciones) y la raíz del número de medidas:

$$\text{Error aparato: } \frac{0.01}{\sqrt{N}} = 0.004 \text{ s}$$

De la comparación de a) y b) resulta que debe tomarse a) como error de la serie de medidas, pues es el mayor de los dos; por tanto, el valor aceptado del periodo es:

$$T \pm \Delta T = 1.940 \pm 0.006 \text{ s}$$

Cálculo de la gravedad

En función de la longitud y del periodo del péndulo simple, la gravedad es:

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 0.92}{1.940^2} = 9.6504 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Calculemos ahora el error Δg para acotar el número de cifras significativas: primero determinamos el error relativo:

$$E_R(g) = \frac{\Delta L}{L} + 2 \frac{\Delta T}{T} = \frac{0.02}{0.92} + 2 \frac{0.006}{1.940} = 0.022 + 2 \cdot 0.0031 \approx 0.03 \text{ (3\%)}$$

El error absoluto será pues:

$$\Delta g = 0.03 \cdot 9.6504 = 0.2895 \approx 0.29 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

La medida de la gravedad será:

$$g \pm \Delta g = 9.65 \pm 0.29 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$