

Mecánica y Termodinámica B

Determinación de la aceleración de la gravedad (g) con un péndulo de longitud variable. Regresión lineal por cuadrados mínimos.**OBJETIVO GENERAL**

Esta práctica tiene como objetivo presentar el análisis gráfico de dependencias funcionales y la determinación de magnitudes experimentales a través del ajuste lineal de cuadrados mínimos. Como caso de estudio al cuál aplicar estos conceptos, se propone determinar la aceleración local de la gravedad, denotada por g.

DETERMINACIÓN DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD A PARTIR DE LA MEDICIÓN DEL PERÍODO (T) DE UN PÉNDULO SIMPLE PARA DIFERENTES LONGITUDES DE HILO (L).**Parte 1**

Se propone construir un péndulo simple e investigar la dependencia del período de oscilación. Construya un péndulo simple cuya longitud **L** sea fácilmente variable y asegúrese de poder cubrir el mayor rango de longitudes posibles. Discutan en grupo las hipótesis de trabajo: ángulo inicial, tipo de oscilación, masa puntual, características del hilo, etc.

Protocolo de medición: elija un conjunto de distintas longitudes de hilo **L** posibles (mínimo 8) y estime el período **T** para cada longitud de hilo utilizando un cronómetro digital.

1. Para una cierta longitud de hilo **L**, mida el período **T** promedio del péndulo con un tamaño de muestra $N = 10$, siguiendo el siguiente protocolo. Tenga en cuenta que el cronómetro mide tiempos t_i con una incerteza instrumental $E_{inst}^t = 0.01$ s. Para calcular 10 periodos, el cronómetro mide 11 tiempos consecutivos t_i y cada periodo se calcula según la Ec. 1.

$$T_i = t_{i+1} - t_i \quad (1)$$

con i desde 1 hasta $N = 10$.

2. A partir de la incerteza instrumental de cada tiempo t_i , calcule la incerteza ΔT_i de cada periodo T_i . Tenga en cuenta que cada periodo se determina en forma indirecta y debe propagar su incerteza a partir de la Ec. 1. ¿Cómo es la incerteza de los diferentes periodos?

Mecánica y Termodinámica B

3. Calcule el promedio de los 10 periodos y determine su incerteza absoluta total ΔT teniendo en cuenta la incerteza de cada periodo ΔT_i y la incerteza estadística E_{est}^T . ΔT_i puede considerarse como la incerteza instrumental del periodo. Utilice el script del TP1 para los cálculos.
4. Realice este procedimiento para otras 7 longitudes de hilo distintas y asegúrese de poder cubrir el mayor rango de longitudes posibles.
5. Vuelque toda la información a una planilla de cálculo: T promedio obtenido para cada longitud L con sus incertezas. ¿Cuál es la incerteza de la longitud de hilo L ?
6. Teniendo en cuenta la dependencia del periodo del péndulo T con la longitud de su hilo L dada por la Ec. 2, calcule la aceleración de la gravedad g a partir de un único valor de L y T . Calcule la incerteza de g por propagación de incertezas y tenga en cuenta que: $g = f(L, T, \pi)$. Calcule el valor de g con el tabulado. ¿Hay exactitud?

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

7. En la planilla de cálculo, calcule dos nuevas variables: \sqrt{L} y T^2 y calcule sus incertezas por propagación. Tenga en cuenta que estas nuevas variables se calculan a partir de T promedio y L : $T^2 = f(T)$ y $\sqrt{L} = f(L)$. Estas nuevas variables y sus incertezas serán usadas en la parte 2.

Parte 2

8. Grafique el T promedio obtenido para cada longitud L en función de L (con las incertezas correspondientes). ¿observa una relación lineal? ¿Qué nos dice la teoría? (ecuación 2). ¿Podría calcular la aceleración de la gravedad g a partir de una regresión lineal de T vs. L o L vs. T ?
9. Grafique " T en función de \sqrt{L} " o " \sqrt{L} en función de T " (Criterio: Coloque en el eje Y aquella magnitud cuyo promedio de los errores relativos sea mayor). ¿Es ésta una relación lineal? ¿Qué nos dice la teoría? Al calcular \sqrt{L} tenga en cuenta que debe también calcular su incerteza por propagación e incorporarla al gráfico. No olvide de colocar en los ejes las unidades correctas.

Mecánica y Termodinámica B

10. Grafique L en función de T^2 o T^2 en función de L (Criterio: Coloque en el eje Y aquella magnitud cuyo promedio de los errores relativos sea mayor). ¿Es ésta una relación lineal? ¿Qué nos dice la teoría? Al calcular T^2 tenga en cuenta que debe también calcular su incerteza por propagación e incorporarla al gráfico. No olvide de colocar en los ejes las unidades correctas.
11. Para los gráficos de los puntos (9) y (10) elegidos tal que la variable con mayor error relativo medio quede en el eje Y, realice una regresión lineal por cuadrados mínimos de las variables y calcule el valor de g con su incerteza a partir de la pendiente de la recta de regresión y su incerteza. Considere la relación funcional entre el periodo de la oscilación T y la longitud del hilo L para un péndulo simple, dada por la ecuación 2.
12. Compare los resultados obtenidos de g a partir de los gráficos entre sí y con el valor tabulado. ¿Hay discrepancia entre los distintos valores? Discuta la precisión y exactitud de los resultados obtenidos.
13. Compare los valores de g obtenidos de las regresiones lineales con los calculados a partir de la ecuación 2 en el punto (6). ¿Hay discrepancia? ¿Cómo son en términos de precisión y exactitud?