

LABORATORIO DE FÍSICA 1

Estudiantes de la Licenciatura en Biología y Geología

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

PRÁCTICA 2: Determinación de g .**Principio de Cuadrados Mínimos y Adquisición Digital de Datos****OBJETIVO GENERAL**

Esta práctica tiene como objetivo presentar las herramientas básicas de la adquisición digital de datos, 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 , empleando dos métodos.

ACTIVIDAD 1: DETERMINACIÓN DE g A PARTIR DE LA MEDICIÓN DEL PERÍODO DE UN PÉNDULO MEDIANTE EL USO DE SENSOR INFRARROJO

Para esta primera parte se propone construir un péndulo simple e investigar la dependencia del período de oscilación T con la longitud L del péndulo. Debido a que existen una infinidad de relaciones no lineales entre dos variables, lo primero que haremos es analizar qué relación no-lineal ajusta nuestro sistema bajo estudio. Para ello,

- a) construya un péndulo simple cuya longitud L sea fácilmente variable y asegúrese de poder cubrir el mayor rango de longitudes posibles.
- b) discutan en grupo las hipótesis de trabajo (ángulo de inicio, oscilación en el plano, masa puntual, etc)

Paréntesis: Sistemas de adquisición de datos

Para realizar las medidas de período de este trabajo, se utilizará el sistemas de adquisición de datos *SensorDAQ* conectado a un sensor infrarrojo tipo barrera (photogate). Distintas señales pueden ser adquiridas por una amplia variedad de sensores y transformadas a diferencias de potencial. El *SensorDAQ* es un sistema que adquiere estas diferencias de potencial en función del tiempo (señales analógicas) y las digitaliza en un conjunto de datos de voltaje en función del tiempo, para que puedan ser interpretadas y procesadas en una computadora. Es por esto que resulta necesario analizar la precisión de la señal digital obtenida tanto en voltaje como en tiempo:

LABORATORIO DE FÍSICA 1

Estudiantes de la Licenciatura en Biología y Geología

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

- La resolución en voltaje de la placa está determinada por el rango de medición y el número de bits de la misma, que fija en cuántos intervalos se discretiza el rango de voltaje medido. Por ejemplo, una placa de 8 bits divide el rango en $2^8 = 256$ intervalos, y si el rango es de 10 Volts, esto equivale a una resolución en voltaje de 0.04 Volts
- La resolución temporal está dada por el intervalo de tiempo entre datos sucesivos, determinado por la frecuencia de adquisición o frecuencia de muestreo de datos. Esta frecuencia puede ser determinada por el usuario pero sólo en un cierto rango, que depende de la duración del evento y del número total de datos permitidos por el programa. Por ejemplo, si la frecuencia de adquisición es de 1000 Hz, la resolución temporal es de $1/1000\text{Hz} = 1\text{ms}$.

El valor de la diferencia de potencial es determinado por un sensor, que convierte alguna magnitud física: temperatura, presión, luz, fuerza, etc en una diferencia de potencial. En el caso de *photogate*, el mismo emite y recibe una luz infrarroja, y la señal de interés se produce cuando esta es interrumpida, evidenciando el paso de un objeto.

“Estudiando” el SensorDAQ

En primer lugar, es necesario interiorizarse en el uso de equipamiento, para ello se propone variar la frecuencia de muestreo y el tiempo de adquisición de datos mientras se obtura con la mano un photogate mientras se observe la señal.

- ¿Qué diferencia de potencial registra el SensorDAQ cuando el *photogate* está obturado? ¿Y cuándo no lo está?
 - ¿Cómo son los cambios entre uno y otro estado? ¿Qué pasa cuando se aumenta la frecuencia de adquisición?
 - Determine la resolución y la incerteza en voltaje del sistema de adquisición de datos registrando una señal constante en el tiempo. Para ello es mejor utilizar una frecuencia de adquisición alta
 - Si busca medir el período de un péndulo, ¿cómo será la señal de V vs t que observe? ¿Discutan cómo podrían obtener el período T de esa señal. ¿puede automatizar el cálculo de alguna manera?
-

LABORATORIO DE FÍSICA 1

Estudiantes de la Licenciatura en Biología y Geología

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

CONTINUEMOS con la ACTIVIDAD 1

Elija un conjunto de largos L posibles (mínimo 10) y obtenga el período T en cada uno de ellos utilizando el *photogate*. Coloque el *photogate* de manera de que el péndulo interrumpa el haz de luz en su recorrido (¿qué condiciones deben cumplirse para estar seguros que se completó el período?).

- mida el período del péndulo T con una buena estadística. Determine a partir de la señal del *photogate* el período T y su incerteza.
- Para el análisis gráfico de datos, grafique T en función de L (con las incertezas correspondientes). ¿observa una relación lineal? Para investigar la relación funcional entre estas 2 variables haremos una propuesta de funciones potenciales o relaciones de potencias, que tiene la forma $f(x) = ax^k$, donde a es un factor de proporcionalidad y k el exponente. Debido a nuestro conocimiento de dinámica, podemos obtener que (bajo determinadas hipótesis de trabajo) el período $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ o dicho escrito de otro modo $T = 2\pi\left(\frac{L}{g}\right)^{1/2}$, lo que en nuestra ley de potencias indicaría que $k \cong 0.5$. Analice entonces sus datos y compruebe esta relación realizando un ajuste lineal sobre la expresión de logaritmos de la ley de potencias (explicación que se dará en clase).
- Ahora que sabemos que la relación es de tipo $k = 0.5$, grafique T^2 en función de L (siempre con las incertezas que correspondas, observe que tendrá que calcular las de T^2). ¿qué tipo de relación funcional existe entre estos dos nuevos parámetros?
- Utilice el ajuste lineal por cuadrados mínimos para determinar la aceleración de la gravedad g y su correspondiente incerteza.
- Discuta en qué medida las hipótesis teóricas asumidas para derivar la relación precedente son respetadas en la práctica en el marco del montaje experimental que construyó.

LABORATORIO DE FÍSICA 1

Estudiantes de la Licenciatura en Biología y Geología

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

ACTIVIDAD 2 (si queda tiempo): DETERMINACIÓN DE g A PARTIR DE EXPERIENCIAS DE CAÍDA LIBRE

Para esta segunda parte se propone determinar la aceleración gravitatoria realizando experiencias de caída libre “a la Galileo”. Para ello, use como cuerpo en caída libre una placa cebra, y detecte su movimiento empleando un fotointerruptor. Como guía para la realización de esta parte, le sugerimos seguir los siguientes pasos:

- (a) Determine el período espacial d del patrón impreso en la placa cebra (i.e., la distancia regular entre franjas), y calcule así las distancias $x_0, x_1, x_2, \dots, x_N$ asociadas.
- (b) Mida la velocidad de pasaje de la cebra en caída libre usando un fotointerruptor, a partir de la determinación de los tiempos correspondientes t_1, t_2, \dots, t_N .
- (c) Para el análisis gráfico, construya al menos los dos siguientes gráficos:
 - i. distancia en función del tiempo (t),
 - ii. velocidad en función del tiempo $v(t)$.
- (d) Utilice el ajuste lineal por cuadrados mínimos para obtener una determinación de la aceleración local de la gravedad junto con su incerteza.
Atención: reflexione acerca de qué representación ($x(t)$, $v(t)$ u otra) es más adecuada para realizar el ajuste de datos.
- (e) Compare sus resultados con un valor de g de referencia, y discuta las posibles fuentes de error asociadas con este montaje experimental y la técnica de medición asociada.

ACTIVIDAD 3: COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Compare las determinaciones de g obtenidas en las dos secciones anteriores, y con un valor de g tabulado. Compare también estos valores con el valor de g obtenido en la Práctica 1. En función de dichas comparaciones: ¿qué determinación es más precisa? ¿cuál presenta mayor confianza? Justifique claramente sus respuestas