

LABORATORIO 1

INTRODUCCIÓN A MEDICIONES E INCERTEZAS DE MEDIDA CON EXPERIMENTOS DE MECÁNICA

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

PRÁCTICA 1: Mediciones Directas – Período de un péndulo

OBJETIVO GENERAL

En esta práctica se busca estudiar cuál es la manera más adecuada de medir y reportar una magnitud. Se buscará determinar las incertezas de las magnitudes de interés, aprendiendo a generar criterios para medir correctamente. Con este experimento se desea adquirir los conocimientos básicos de los conceptos involucrados en una medición directa. Además, esta guía tiene como objetivo adquirir conocimientos básicos de estadística y determinación de incertezas para comprender la información contenida en estas mediciones. Se utilizará un programa (puede ser Origin o Python) para su facilitar su observación y análisis.

ACTIVIDADES DÍA 1**ACTIVIDAD 1A** : OBSERVACIÓN Y REGISTRO DE UNA MAGNITUD

Para esta primera parte se propone que mida el período temporal de un péndulo simple de **1 metro de longitud**. Discutir si resulta suficiente medir una vez el período del péndulo o si debería medir varias veces.

- a) ¿Con cuánta precisión puede definir la longitud del péndulo? Determinar la incerteza de esta magnitud.
- b) Utilizando un cronómetro, realice 20 mediciones del período del péndulo medidas por una misma persona. Puede de utilizar un cronómetro comercial (dado como material de trabajo en el laboratorio) o el de un teléfono celular. Discuta diferencias entre estos 2 aparatos de medición. Defina de manera crítica cuál prefiere.
 - i. ¿Qué observa en las mediciones realizadas?
 - ii. Para mayor comodidad, grafique sus mediciones en un histograma en el programa Origin (ver Apéndice 1) o Python (ver Apéndice 2) Observe e interprete el gráfico obtenido.
- c) Realice una nueva serie de 40 mediciones realizadas por la misma persona.
 - i. Incorpore los datos a los anteriores (hágalo en una nueva planilla de datos) y grafique nuevamente. ¿Qué cambios observa?
 - ii. ¿Qué papel juega el Bin Size (ancho de columna del histograma) en el análisis de sus datos? ¿Qué relación tiene con el número de columnas que tiene cada histograma? ¿Cuál es la manera adecuada de definir el ancho de cada columna? *Modifique con criterio el ancho de cada columna.*
- d) Realice las últimas 40 mediciones (no, no es chiste) e incorpórelas a las 60 anteriores
 - i. Analice los datos obtenidos
 - ii. ¿El Bin Size elegido antes es aún el mismo?

ACTIVIDAD 1B: IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES DEL PROBLEMA

En esta segunda parte, se propone que otra persona realice una nueva serie de 100 mediciones del período del péndulo. Si fuera posible se propone realizar una tercera serie de 100 mediciones

LABORATORIO 1

INTRODUCCIÓN A MEDICIONES E INCERTEZAS DE MEDIDA CON EXPERIMENTOS DE MECÁNICA

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

utilizando el cronómetro alternativo del que dispone (provisto por el laboratorio o celular, según qué haya elegido).

- a) Grafique ambas series de datos por separado y compare las series entre sí con las 100 mediciones anteriores. Utilice el mismo Bin Size que en la Actividad 1 para realizar la comparación. (Discuta: ¿Es correcto utilizar el mismo?)
 - i. ¿Qué diferencias encuentra? En el caso de existir diferencias, por qué existen estas diferencias?
 - ii. Si realizó la tercera serie de medidas, compare los resultados al utilizar dos instrumentos distintos.
- b) En el punto anterior se propone comparar diferentes series de datos de manera gráfica (o extrayendo información de un gráfico). ¿Se le ocurre otra manera de comparar series de datos?

ACTIVIDADES DÍA 2**ACTIVIDAD 1C: UTILIZACIÓN DE ELEMENTOS DE ESTADÍSTICA**

Una vez definido el *Bin Size* adecuado, estamos en condiciones de ver si la distribución de datos obtenida sigue alguna ley de la estadística.

- a) Determine la *Moda*, la *Mediana* y la *Media* de su distribución de datos. Estudie los intervalos de confianza.
- b) En el caso de que los intervalos de confianza se superpongan, ajuste la distribución por una función gaussiana da la forma:

$$y = A e^{-\frac{(x-x_c)^2}{2 w^2}}$$

Vea el Apéndice 3 para saber cómo proceder con los programas. En base al ajuste, discuta si los valores de los parámetros son coherentes con lo analizado anteriormente.

Existen teorías, cuya explicación exceden los contenidos de este curso, para determinar el tamaño óptimo para el *bin size*. Una de ellas¹ propone que

$$bin\ size = 3.49\sigma N^{-\frac{1}{3}}$$

Construya los histogramas de las mediciones anteriores utilizando este *bin size* óptimo y compare con los histogramas anteriores, realice nuevamente el ajuste y compare los resultados.

¹ David W. Scott, *Biometrika*, Vol. 66, No. 3 (Dec., 1979), pp. 605-610

LABORATORIO 1

INTRODUCCIÓN A MEDICIONES E INCERTEZAS DE MEDIDA CON EXPERIMENTOS DE MECÁNICA

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

ACTIVIDAD 1D: COMPARACIÓN ENTRE SERIES DE DATOS

Compare los resultados obtenidos entre las distintas series de datos. Los resultados obtenidos son iguales?

En caso de existir diferencias, son estas significativas? Discuta cómo justificaría sus respuestas.

Apéndice 1

Para hacer un histograma en Origin primero asegúrese que su columna este seteada como columna tipo "Y", luego botón derecho sobre la columna, elija: Plot, Statistics, Histogram. Para modificar el Size Bin, haga doble click sobre el histograma, solapa Data y descliquee Automatic Binning. Modifique con criterio el Size Bin.

Encontrará información detallada de los pasos en el Origin en el apunte: "Cómo hacer un histograma en el Origin" (Página web de la materia -> Material Adicional) y/o en el link: https://www.youtube.com/watch?v=iA_1i_02qGU

Apéndice 2

Para realizar un histograma en Python copie las mediciones en un archivo tipo Excel y exportélo como .CSV. Luego subir el archivo CSV a Google Colab (Clase1.pynb). Una vez que los valores estén en formato numérico, con la función *hist* (de la librería matplotlib), puede realizar el histograma correspondiente. Para cambiar la cantidad de columnas que posee el histograma use el input bins, de esa forma también variará el bin size.

En esta página, se pueden leer más detalles sobre los histogramas, y los cuidados que hay que tener al realizarlo: <https://maurosilber.github.io/python-tutorial/estadistica/histograma.html>



Apéndice 3

Para realizar el ajuste con la función gaussiana en Origin, haga botón derecho sobre el histograma y elija la opción *Go to Bin WorkSheet*; se le abrirá la solapa "Book#_A Bins" (Origin). De allí haga un gráfico de columnas de las dos primeras columnas (Bin Centers y Bin Counts) (haga doble click en el gráfico y en la solapa *Spacing* coloque 0% de espaciamiento entre columnas). Luego con ese gráfico abierto diríjase a la solapa: Analysis; Fitting; Non linear curve Fit, y verá que una ventana de diálogo se le abrirá. Elija la **función GaussAmp**, si clickea en la solapa *Function* vera cual es la función por la que quiere ajustar y que es igual a la que se presenta en esta guía. En la solapa "*Parameters*" defina $y_0=0$ (no existe offset en nuestro caso) e inicialice los parámetros lo mejor que pueda; una buena inicialización de parámetros ayuda a

LABORATORIO 1

INTRODUCCIÓN A MEDICIONES E INCERTEZAS DE MEDIDA CON EXPERIMENTOS DE MECÁNICA

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

un ajuste que converja más rápido). Presione  (1 Iteration) para que el programa itere de a una vez y vea la evolución de la curva por la cual ajusta. Si presiona  (Fit until converge) el programa iterará hasta obtener la curva óptima. Al presiona **FIT** dará por concluido el proceso de ajuste y verá la función normal ajusta sus datos.

Para realizar el ajuste con Python, se debe usar la función `curve_fit`. Esta necesita primero que definamos la función que queremos ajustar (en este caso la gaussiana), y dos variables con los valores en x y en y a ajustar. En este caso, los pares xy salen del histograma, por lo que primero hay que encontrarlos, x será el centro de cada columna (o cuenta) mientras que y es la altura de dicha columna del histograma. El ajuste devuelve los valores de los parámetros y sus errores.

Se puede leer más del tema en esta página: https://maurosilber.github.io/python-tutorial/estadistica/cuadrados_minimos.html