

## LABORATORIO 1

## INTRODUCCIÓN A MEDICIONES E INCERTEZAS DE MEDIDA CON EXPERIMENTOS DE MECÁNICA

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

**PRÁCTICA 4: ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DE UN OBJETO EN UN PLANO INCLINADO Y  
DETERMINACIÓN DE G A PARTIR DE ESTE.**

Adquisición Digital de Datos y Ajustes por Cuadrados Mínimos

**OBJETIVO GENERAL**

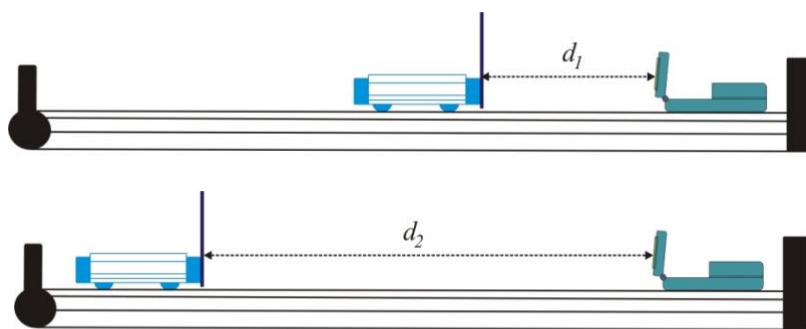
Esta práctica tiene como objetivo familiarizarse con el uso de un sensor de posición en la adquisición digital de datos y en la estimación de sus errores de medición mediante procedimientos de calibración y análisis estadístico. Como caso de estudio, se propone registrar el movimiento de un móvil en un plano inclinado y evaluar la validez del modelo de movimiento uniformemente acelerado. Para ello se emplearán estrategias de linealización que permitirán estimar la aceleración local de la gravedad,  $g$ , y discutir la influencia de errores e incertezas en la confiabilidad del resultado.

**ACTIVIDAD 1: CALIBRACIÓN DEL SENSOR DE POSICIÓN Y ESTIMACIÓN DE SU ERROR DE APRECIACIÓN**

En esta primera parte se propone calibrar un sensor de posición y caracterizar sus limitaciones experimentales.

Procedimiento y mediciones:

- a) Arme el montaje según la Figura 1, utilizando como pantalla un rectángulo de cartón de aproximadamente 10×10 cm. Conecte el sensor de posición ([Motion Detector, Vernier](#)) a la placa sensor DAQ teniendo en cuenta la información del Apéndice 1. Sea muy cuidadoso con el montaje para asegurarse que el sensor pueda registrar correctamente la distancia entre él y la pantalla. Como el sensor registra posiciones en instantes discretos (canal digital), se recomienda habilitar un canal analógico (por ejemplo, conectando un photogate) en la placa para contar con un registro continuo del tiempo. De esta manera, cada medida de posición quedará asociada a un instante temporal preciso.



**Figura 1:** Propuesta de montaje para la calibración del sensor de posición.

- b) Para calibrar el sensor de posición coloque la pantalla en dos posiciones diferentes (se asume linealidad del sensor) y realice la calibración. Recuerde que la posición más cercana al sensor debe ser mayor a 30 cm. ¿Cómo verificaría la calibración realizada?
- c) Una vez calibrado, ubique el objeto en distintas posiciones y registre datos durante un intervalo de  $\approx 30$  s con una frecuencia de muestreo definida. ¿Cómo definiría esa frecuencia? Haga estadística con esos datos (calcule la media, la desviación estándar y el error estadístico). Discuta en qué situaciones es más

## LABORATORIO 1

## INTRODUCCIÓN A MEDICIONES E INCERTEZAS DE MEDIDA CON EXPERIMENTOS DE MECÁNICA

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

apropiado utilizar la desviación estándar o el error estadístico como fuente de error. Piense en mediciones estáticas y dinámicas.

- d) ¿Cuál es la resolución que garantiza el fabricante (ver manual del sensor de posición)? En base a esto, ¿qué incerteza le asignaría a las mediciones obtenidas por el sensor en un caso dinámico? Recuerde que para definir el error de apreciación tiene que tener en cuenta el error de la placa de adquisición + error del sensor.

## ACTIVIDAD 2: PLANO INCLINADO

Se propone estudiar la dinámica de un móvil moviéndose por un plano inclinado usando un sensor de posición y evaluar si es posible determinar su aceleración a lo largo de su movimiento. ¿Qué tipo de movimiento espera observar? ¿Qué hipótesis puede plantear sobre el efecto del ángulo y del rozamiento?

Procedimiento y mediciones:

- Montar el dispositivo experimental como el que se muestra en la Figura 2. Colocar el sensor de posición en el extremo superior del plano inclinado. Cuando tengo todo montado, **consultar con su docente** para verificar dispositivo experimental y seguridad de los elementos de laboratorio.
- Realice pruebas preliminares para definir el tiempo total de medición y la frecuencia de muestreo adecuada.
- Mida cuidadosamente el ángulo  $\theta$  del plano inclinado y determine su incerteza.
- Utilizando el sensor de posición, registre el movimiento del carrito para 3 valores diferentes del ángulo  $\theta$ .
- Para cada caso, grafique posición vs. tiempo, incluyendo las barras de error en ambas variables.

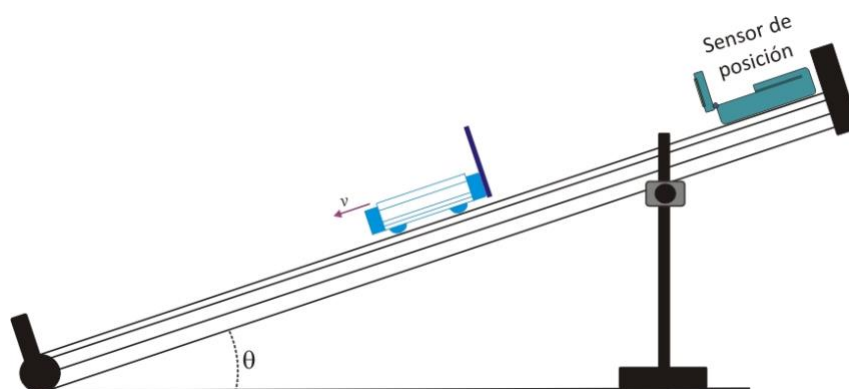


Figura 2: Montaje experimental propuesto para medir la aceleración de la gravedad a partir del movimiento de un carrito de masa  $m$  sobre un plano inclinado.

## ACTIVIDAD 3: PONIENDO A PRUEBA EL MODELO

En esta actividad no se requieren mediciones adicionales. Se propone estudiar el movimiento y ver si el desplazamiento  $x$  es proporcional a  $t^2$ .

- Aplique una estrategia de linealización: linealización mediante cambio de variables:  $u = t^2$ . Calcular sus correspondientes incertezas y graficar. Realizar un ajuste lineal y evaluar la calidad del

## LABORATORIO 1

## INTRODUCCIÓN A MEDICIONES E INCERTEZAS DE MEDIDA CON EXPERIMENTOS DE MECÁNICA

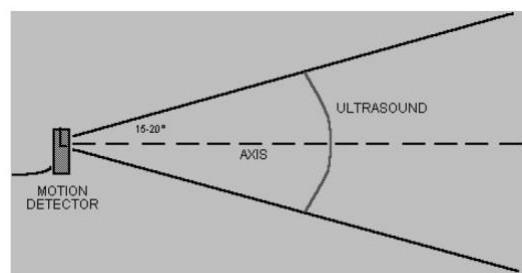
Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

- ajuste utilizando los parámetros de bondad ( $r$ ,  $\chi^2_\nu$  y residuos). Si considera que el ajuste lineal es bueno, entonces proceder a despejar el valor de  $g$  a partir de los parámetros del ajuste.
- b) Compare el valor obtenido de  $g$  con los de la práctica anterior y con el valor de referencia tabulado. ¿Qué diferencias observa en precisión y exactitud? Discuta los posibles efectos del rozamiento y otros factores sistemáticos.

## APÉNDICE 1. INTRODUCCIÓN AL SENSOR DE POSICIÓN

El sensor de posición es un transductor para ser utilizado con la interfase Sensor DAQ. Su principio de funcionamiento consiste en la emisión de un pulso de ultrasonido y la posterior detección del eco, es decir, el pulso que retorna después de la colisión con algún blanco. Mediante la medición del retardo existente entre emisión y detección del pulso el programa de adquisición calcula la distancia entre el sensor y el blanco, luego escribe esta magnitud en un archivo.

El cono subtendido por el haz emitido es de aproximadamente  $30^\circ$ . El primer blanco alcanzado por el haz emitido originará el primer eco detectado excepto que por su geometría o rigidez desvíe o amortigüe la onda. Recibido el primer eco el programa no aceptará otro eco para el cálculo de la distancia e iniciará un nuevo pulso de emisión. Por lo expuesto, el objeto más cercano al detector será el único detectado.



Leer con cuidado el [manual del sensor de posición](#) donde encontrarán detalles de funcionamiento y parámetros de interés.

Especificaciones según el fabricante:

- Rango de medición: 0,15m a 6m
- Resolución: 1mm