

## Laboratorio: Tiro oblicuo

### Objetivos generales

- Realizar mediciones en el laboratorio con distintos instrumentos, que permitan encontrar de manera directa e indirecta el valor de ciertas magnitudes, con sus correspondientes errores.
- Aprender teoría de errores, asociados a las mediciones en Física. Utilizar herramientas estadísticas. Familiarizarse con el método de cuadrados mínimos.
- Comparar los resultados experimentales con aquellos predichos teóricamente y esbozar posibles causas y mejoras a futuro en la realización del laboratorio correspondiente.

### Objetivos particulares

- Determinar las dimensiones fundamentales de los materiales que van a utilizarse en este experimento, utilizando al menos dos instrumentos de distinta apreciación. Realizar el cálculo de las propiedades de los materiales mediante relaciones matemáticas, como el volumen y la densidad.
- Efectuar un experimento repetidas veces para realizar un análisis estadístico, que incluya la elaboración de histograma y curva de Gauss, discutiendo si se cumplen los postulados propuestos en dicho marco teórico.
- Medir dos magnitudes que se vinculen mediante una ley o relación física, con una dependencia lineal o linealizable entre ellas.

### Fundamento teórico

En este experimento se utilizarán nociones de cinemática del cuerpo puntual, vistas previamente en la materia.

En la figura 1 se muestra la trayectoria de un tiro oblicuo y sus condiciones iniciales. Si no se tiene en cuenta el rozamiento entre el cuerpo y el aire, solo existirá la interacción con el campo gravitatorio.

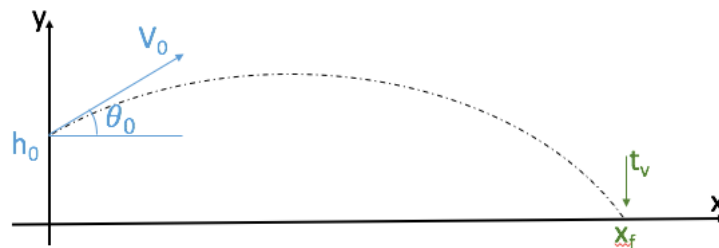


Figura 1. Representación esquemática de un tiro oblicuo.

Si se considera  $t_0 = 0$  s y  $x_0 = 0$  m, se obtienen las siguientes ecuaciones de movimiento en función del tiempo:

$$\vec{a}_{(t)} = -g \hat{j} \quad (1)$$

$$\vec{v}_{(t)} = V_0 \cos(\theta_0) \hat{i} + \{V_0 \sin(\theta_0) - gt\} \hat{j} \quad (2)$$

$$\vec{r}_{(t)} = V_0 \cos(\theta_0)t \hat{i} + \left\{h_0 + V_0 \sin(\theta_0)t - \frac{1}{2}gt^2\right\} \hat{j} \quad (3)$$

De la ecuación (3), y teniendo en cuenta que para el tiempo de vuelo ( $t_V$ ) recorre una distancia final  $x_f$ , se tiene la relación:

$$x_f = V_0 \cos(\theta_0)t_V \quad (4)$$

## Materiales y montaje experimental

Fotointerruptor Pasco®

Adquisidora de datos GLX

Cronómetro

Tiro al blanco Pasco®

Esferas para cañón Pasco®

Accesorio tiempo vuelo Pasco®

Calibre

Tornillo micrométrico

Cinta métrica

Balanzas

Antiparras de seguridad

Se espera que en el laboratorio puedan montar el experimento tal como lo muestra la figura 2. Una esfera será lanzada mediante un sistema automatizado de tiro al blanco. Para esto, se fijará un ángulo inicial de salida y se colocará un detector de tiempo de vuelo a una distancia previamente estimada (donde debería caer la esfera). Este dispositivo permitirá registrar con la adquisidora de datos GLX el tiempo de vuelo. Gracias también a este sistema de adquisición de datos, y colocando un fotointerruptor justo a la salida del cañón de tiro, se podrá tener información acerca de la velocidad inicial con la cual se lanzan las esferas.

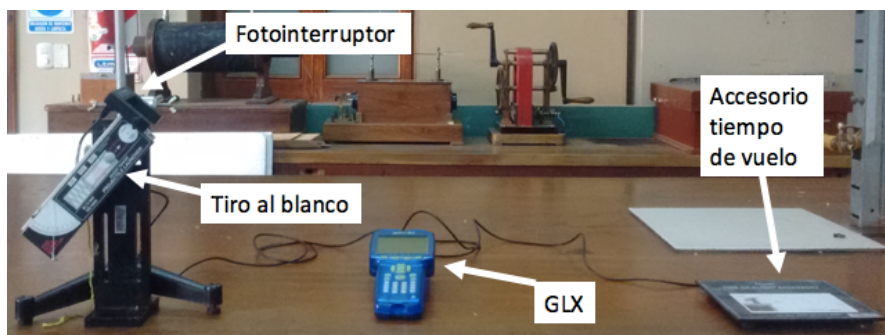


Figura 2. Foto de la representación esquemática del sistema para tiro oblicuo.

## Procedimiento experimental

### Mediciones directas

En relación a las dimensiones de la esfera y del cañón de tiro:

- Se medirá el diámetro de la esfera, con por lo menos dos instrumentos apropiados: calibre, tornillo micrométrico y/o cinta métrica (se puede utilizar regla milimetrada).
- Se utilizarán las balanzas disponibles para determinar su masa.
- Para un mismo evento, se medirá el tiempo de vuelo del disparo con un cronómetro y con el sistema de adquisición de Pasco®, a la vez.

### Mediciones indirectas

A partir de las mediciones registradas anteriormente se calculará el volumen y la densidad de la esfera. Luego se utilizará la teoría de propagación de errores para determinar la incertidumbre que tendrán dichos valores.

### Teoría estadística

Una vez determinada experimentalmente la distancia horizontal que recorre la esfera para un dado ángulo inicial de tiro, se repetirá el procedimiento de ejecución de tiro aproximadamente 50 veces. Es decir, para un ángulo de salida inicial prefijado, se realizarán al menos 50 tiros de la esfera y se registrará el tiempo de vuelo con el dispositivo correspondiente conectado a la adquisidora. Colocando un fotointerruptor a la salida del cañón de tiro, se podrá obtener una medición de la velocidad inicial de

salida. Se registrará la misma para poder ser comparada con la obtenida a partir del análisis propuesto en la siguiente sección.

### **Método de cuadrados mínimos**

Con el fin de poder realizar un análisis entre dos de las variables del sistema mediante el método de ajuste de cuadrados mínimos, se registrarán el tiempo de vuelo y la distancia horizontal recorrida, para 8 ángulos iniciales distintos (para ángulos entre 10 y 45 grados, cada 5 grados). Con este análisis, a partir del uso de la relación obtenida en la ecuación (4), se espera determinar de manera alternativa la velocidad inicial del lanzamiento.

### **Resultados**

En esta sección se esperará que sean indicados los resultados obtenidos de las mediciones directas e indirectas, expresándolos de forma correcta (valor medio, su incertidumbre asociada, cifras significativas y sus unidades). Los cálculos realizados para la obtención de los errores por propagación, deberán figurar en un Anexo, al final del informe.

De las mediciones realizadas para desarrollar la teoría estadística, se espera que muestren el valor promedio obtenido para el tiempo de vuelo de la esfera, el desvío estándar, el histograma correspondiente y la curva de Gauss *sobre* el mismo. La tabla con los valores experimentales debe incluirse en el Anexo.

En cuanto al método de cuadrados mínimos, deberá incluirse un único gráfico que muestre los datos experimentales y la recta de aproximación obtenida, con los valores de ordenada al origen y pendiente claramente indicados, con sus respectivos errores. Deberá indicarse claramente el valor experimental obtenido para la velocidad inicial de lanzamiento, con su error correspondiente. Los datos obtenidos en el laboratorio deberán formar parte del anexo, así como también todos los cálculos auxiliares que consideren relevantes.

### **Conclusiones**

En esta sección se incluirá un resumen de lo realizado en el laboratorio junto con los resultados principales obtenidos. Se deberá mencionar si lo obtenido experimentalmente se corresponde con lo esperado y las mejoras que se proponen a futuro.

### **Anexo**

Toda la información complementaria deberá ser incluida en esta sección, a fin de poder reproducir los resultados informados.

### **Informe**

El informe tendrá la estructura en secciones antes detalladas y servirá como material de lectura para quienes quieran reproducir el experimento. Por esta razón, su lectura debe ser fluida y su redacción debe ser realizada pensando en un lector que desconoce el experimento.

Se entregará 1 (un) informe por grupo, donde se incluyan todas las secciones mencionadas anteriormente. La primera entrega, en la fecha preestablecida, se hará por mail. Se les reenviará con las correcciones y deberán entregar en forma impresa la segunda versión, en la fecha indicada. El informe deberá estar aprobado para cursar la materia.