

## Laboratorio: Plano – Polea

### 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, dinámica y energía del cuerpo puntual, vistas previamente en la materia.

En la figura 1 se esquematiza el diagrama de fuerzas de dos cuerpos que se encuentran unidos entre sí por una cuerda inextensible de masa despreciable, que pasa a través de una polea fija. Todos los contactos se supondrán libres de rozamiento.

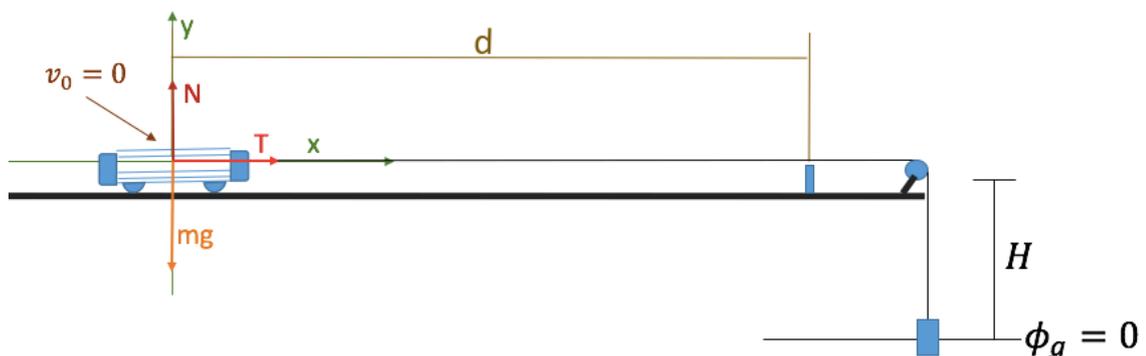


Figura 1. Esquema del carrito y sus fuerzas aplicadas.

Carrito dinámico de masa  $M$ :

$$\Sigma F_x) T = Ma \quad (1)$$

$$\Sigma F_y) N - Mg = 0 \quad (2)$$

Masa suspendida  $m$ :

$$\Sigma F_y) T - mg = -ma \quad (3)$$

Estableciendo la energía potencial gravitatoria igual a cero en la posición (i) mostrada en la figura 1, y considerando que el sistema parte del reposo en dicho instante, se tiene una energía mecánica inicial (para el sistema carrito-masa suspendida) igual a:

$$E_i = MgH \quad (4)$$

Luego de que el carrito recorre una distancia  $d$  por el plano (que  $m$  desciende en igual proporción) y alcanza la posición (f), ambos cuerpos tienen la misma velocidad  $v_f$  y la energía mecánica del sistema resulta:

$$E_f = MgH - mgd + \frac{1}{2}(m + M)v_f^2 \quad (5)$$

Considerando que la energía mecánica se conserva (fuerzas no conservativas despreciables), entonces:

$$E_i = E_f \quad (6)$$

de donde

$$v_f^2 = \frac{2mg}{(m+M)}d \quad (7)$$

### Materiales y montaje experimental

Carrito dinámico Pasco®  
 Pista (plano) Pasco®  
 Fotointerruptores Pasco®  
 Adquisidora de datos GLX  
 Polea Pasco®  
 Tope Pasco®

Hilo inextensible  
 Masa colgante  
 Calibre  
 Tornillo micrométrico  
 Cinta métrica  
 Nivel  
 Balanzas

Se espera que en el laboratorio puedan montar el experimento tal como lo muestra la figura 2. El carrito dinámico es libre de moverse por la pista (considerada plana y libre de rozamiento). Estará conectado a una masa suspendida, mediante un hilo que pasa por una polea fija, ubicada en el extremo del plano. La masa suspendida cumplirá la función de romper el equilibrio existente inicialmente en el sistema. Con el fin de que el carrito no golpee a la polea en cada tiro, se colocará un tope sobre el plano. El plano deberá nivelarse antes de comenzar, con el uso de unos pies graduados incorporados al plano, hecho que se constatará con el uso de un nivel de burbuja. Gracias al sistema de adquisición de datos podrán tener información acerca de la velocidad del carrito en determinadas posiciones a lo largo de la pista, y del tiempo que

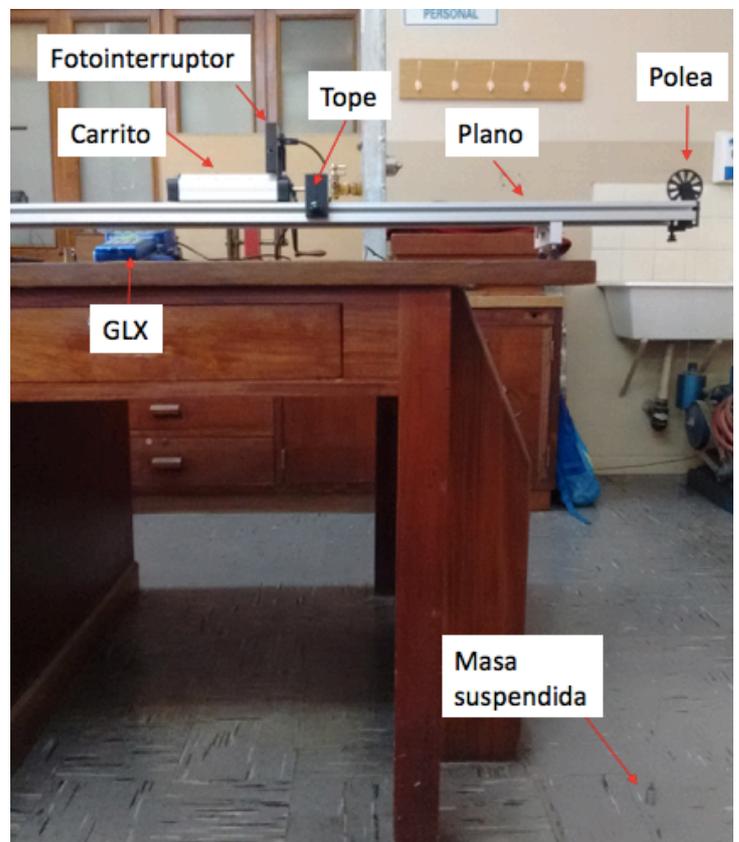


Figura 2. Montaje experimental

transcurre entre dos puntos separados por una distancia previamente establecida, entre otras magnitudes.

## **Procedimiento experimental**

### **Mediciones directas**

En relación a las dimensiones del carrito:

- Medir ancho, alto y largo del mismo con por lo menos dos instrumentos apropiados: calibre, tornillo micrométrico y/o cinta métrica (pueden utilizar regla milimetrada).
- Utilizar las balanzas disponibles para determinar su masa.

En relación a la masa suspendida:

- Medir ancho y largo con por lo menos dos instrumentos apropiados: calibre, tornillo micrométrico y/o cinta métrica (pueden utilizar regla milimetrada).
- Utilizar las balanzas disponibles para determinar su masa.

### **Mediciones indirectas**

A partir de las mediciones registradas anteriormente, y utilizando la teoría de propagación de errores, determinar el volumen y la densidad del carrito, suponiéndolo paralelepípedo.

### **Teoría estadística**

Ubicando dos fotointerruptores a una distancia fija preestablecida (por ejemplo, 50 cm aproximadamente), registrar el tiempo que tarda el carrito en recorrerla. Repetir este procedimiento, al menos, 50 veces. Se asume la velocidad inicial del carrito igual a cero, lo que se logra dejando lo más próximo posible al laser del fotointerruptor la parte del carrito que se utilice para su interrupción.

### **Método de cuadrados mínimos**

De la relación entre la distancia que recorre el carro por el plano y la velocidad que el mismo obtiene al llegar al fotointerruptor (ecuación (7)), registrar la velocidad final del carro para, al menos, 10 distancias distintas. El carro se colocará a distancias  $d_i$  ( $x_i$ ) y se obtendrán diferentes valores de velocidad ( $y_i$ ). Mediante la utilización del método de cuadrados mínimos, se determinará un valor experimental para la aceleración de la gravedad.

### **Resultados**

Se espera que indiquen en esta sección los resultados obtenidos de las mediciones directas e indirectas, expresándolos de forma correcta (valor medio, su incertidumbre asociada y sus unidades). Los cálculos realizados para la obtención de los errores por propagación, deben 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 que tarda el carrito en recorrer la distancia preestablecida, 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, debe incluirse un 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. Debe

indicarse claramente el valor experimental obtenido para la aceleración de la gravedad, con su error correspondiente. Los datos obtenidos en el laboratorio deben formar parte del anexo, así como también todos los cálculos auxiliares que consideren relevantes.

### **Conclusiones**

Incluir un resumen de lo realizado en el laboratorio y los resultados principales obtenidos. Mencionar si lo obtenido experimentalmente se corresponde con lo esperado y las mejoras que se proponen a futuro.

### **Anexo**

Toda la información complementaria debe incluirse 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.