

## Laboratorio Física 1 (Química)

JTP: Deborah N. Aguilera, Auxiliar: Ana Luna

Guía 2: Adquisición de datos : Determinación de  $g$ . Fuerzas de roce

Curso verano 2009

### Introducción: Adquisición de datos

#### Objetivos

Realizar adquisición de datos y utilizar fotointerruptores. Representar los datos en gráficos y realizar ajustes funcionales.

#### 1 Actividades

Estudiar las características del funcionamiento del fotointerruptor cuando la placa *cebra* pasa por el mismo.

a) Describir cómo están relacionados los tiempos que se miden con la ubicación de las franjas.

b) Determinar la distancia  $x_0$  (período espacial) de la cebra, y las distancias  $x_1, x_2, \dots$  con sus incertidumbres.

c) Medir la velocidad de desplazamiento de un carrito sobre el riel usando un fotointerruptor determinando los tiempos correspondientes  $t_1, t_2, \dots$

d) Graficar velocidad vs. tiempo,  $v(t)$  y espacio vs. tiempo,  $x(t)$ .

e) A partir de  $v(t)$  determinar la aceleración  $a$  usando un método gráfico para ajustar los datos.

#### Part I

#### Determinación de la aceleración de la gravedad

#### Objetivo

Representar gráficamente magnitudes correlacionadas. Ajustar datos por mínimos cuadrados. Aplicar correctamente la segunda ley de Newton.

## 2 Actividades

### 2.1 Determinación de $g$ midiendo el período de un péndulo

Construir un péndulo simple e investigar la dependencia del período de oscilación  $T$  con la longitud  $L$  del péndulo.

- Medir  $T$  con un fotointerruptor a través del registro de varias oscilaciones.
- Repetir a) variando  $L$  (8-10 mediciones).
- Representar gráficamente  $T$  vs.  $L$  y  $T^2$  vs.  $L$ . Discutir las correlaciones.
- Utilizar mínimos cuadrados para determinar la aceleración de la gravedad  $g$  con su incerteza.
- Investigar la dependencia de  $T$  con  $m$ , la masa del péndulo. Fijado  $L$ , variar  $m$  y graficar  $T$  vs.  $m$ .

Obs.: El período  $T$  se define como el tiempo que tarda el péndulo en realizar una oscilación completa. En forma más general,  $T$  es el menor tiempo que tarda en pasar consecutivamente por dos puntos de igual fase, es decir, el mismo ángulo y con la misma velocidad. Cuidar que el péndulo realice *pequeñas oscilaciones*, es decir que el ángulo de desviación máxima respecto de la vertical sea menor que  $10^\circ$ . Recordar también que lo que llamamos longitud del péndulo es la distancia entre el punto de sujeción del péndulo y el centro de masa de la masa que cuelga (no coincide en general con la longitud del hilo).

### 2.2 Determinación de $g$ por caída libre

Usar como cuerpo en caída libre una placa *cebra*.

- Determinar la distancia  $x_0$  (período espacial) de la cebra, y las distancias  $x_1, x_2, \dots$  con sus incertidumbres.
- Medir la velocidad de la cebra en caída libre usando un fotointerruptor determinando los tiempos correspondientes  $t_1, t_2, \dots$
- Graficar velocidad vs. tiempo,  $v(t)$  y espacio vs. tiempo,  $x(t)$ .
- A partir de  $v(t)$  determinar la aceleración  $g$  usando mínimos cuadrados para ajustar los datos.

### 2.3 Determinación de $g$ midiendo la aceleración de un móvil

Montar el dispositivo como se muestra en Fig. 1. El carrito de masa  $M_1$  se mueve sobre la mesa nivelada tirado por la masa  $M_2$  que cuelga de la mesa. Partiendo del reposo, medir la aceleración  $a$  que experimenta el carrito por medio de dos modos diferentes. Seleccione entre los siguientes (y justifique su elección):

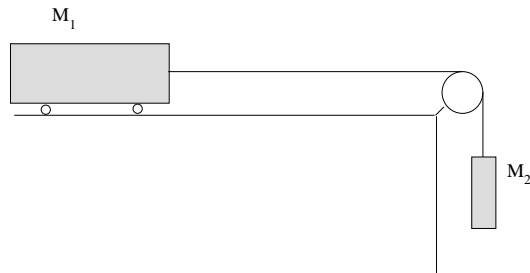


Figure 1: Dispositivo experimental

i) Elegir las masas  $M_1$  y  $M_2$  de tal modo que el movimiento sea lento para poder medir con un cronómetro el tiempo  $t$  que lleve a la masa  $M_1$  recorrer una distancia  $x$ . Calcular  $a = 2x/t^2$  con su incerteza.

ii) Repetir la experiencia en iguales condiciones midiendo  $a$  a través de la variación de velocidades en un intervalo de tiempo,  $a = (v_2 - v_1)\Delta t$ . Para ello, medir en dos lugares distintos de la trayectoria el tiempo de paso de  $M_1$ ,  $t_1, t_2$  por medio de fotointerruptores. Determinar  $v_i = L/t_i$  ( $i = 1, 2$ ) donde  $L$  es la longitud de un objeto montado sobre el carrito que interrumpa el haz infrarrojo del fotointerruptor.

iii) Repetir la experiencia usando una cebra colocada en el carrito que actúe como obturador del fotointerruptor para medir  $a$ .

a) La fuerza sobre la masa  $M_2$  colgante es  $F = M_2 g$  y según la segunda ley de Newton es igual a  $m_T a$ , donde  $m_T = M_1 + M_2$ , la masa total del sistema acelerado. A partir de esto, calcular  $g$  con su incerteza.

b) Comparar los resultados obtenidos con los dos métodos y discutir las fuentes de error.

Obs: la cuerda que conecta la masas deber permanecer tensa y paralela a la mesa. Suponer en este experimento que la masa de la polea es despreciable. Discutir la validez de esta aproximación.

## Part II

### Fuerzas de roce

### Objetivos

Estudiar las fuerzas de roce estática y dinámica entre un cuerpo y una superficie seca. Determinar los coeficientes de rozamiento.

### 3 Actividades

#### 3.1 Determinación del coeficiente de roce cinético $\mu_c$

Montar el sistema como indica la Fig. 2. La masa  $M_1$  es una caja o bloque que apoya sobre una superficie plana y puede ser cargada y descargada fácilmente. El movimiento se provoca liberando la masa  $M_2$ . Montar uno o más fotointerruptores convenientemente a fin de poder medir la variación de la velocidad del sistema. Obs: Asegurarse que la polea sea suficientemente fuerte para soportar el peso aso-

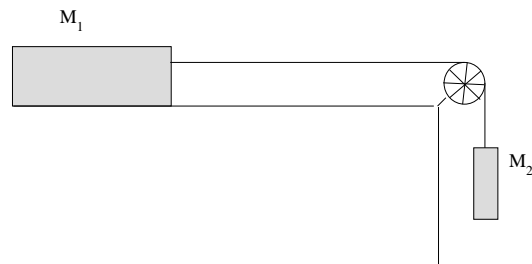


Figure 2: Dispositivo experimental

ciado a  $M_2$  hasta que el sistema empieza a moverse. Para este experimento nivele el sistema de modo que el ángulo  $\theta$  entre el horizonte y el plano de deslizamiento donde se mueve  $M_1$  sea  $\theta = 0$ .

a) Elegir las masas  $M_1$  y  $M_2$  de tal modo que el movimiento sea detectado fácilmente con el fotointerruptor. Para ello el movimiento no debe ser demasiado lento. Determinar la aceleración del sistema,  $a$ , a lo largo de la trayectoria horizontal. En particular, construir un gráfico de la velocidad del sistema en función del tiempo,  $v$  vs.  $t$  y otra de  $a$  vs.  $t$ . Depende la fuerza de roce de la velocidad?

b) Determinar la aceleración del sistema,  $a$  para por lo menos seis valores de  $M_1$ , con el mismo valor de  $M_2$ . Representar  $a(M_1 + M_2)/g$  vs.  $M_1$ . Analizar y justificar esta representación. Discutir los resultados obtenidos.

c) Suponer que la fuerza de roce,  $f_r$  es horizontal y proporcional al valor de la fuerza normal al plano,  $N$ , es decir que  $f_r = \mu_c N$ . Demostrar que  $a$  puede escribirse como

$$a = \frac{(M_2 - f_r/g)}{(M_1 + M_2)} g \quad (1)$$

o bien

$$(M_1 + M_2) \frac{a}{g} = M_2 - \frac{f_r}{g} = M_2 - \mu_c M_1 \quad (2)$$

Comparar los resultados experimentales con estas expresiones. Determinar el valor de  $\mu_c$ , el coeficiente de roce cinético para el sistema.

d) Repetir el estudio con los mismos valores de  $M_1$  usados anteriormente pero variando el área de contacto con la plataforma horizontal. Indicar si se observa una variación significativa del valor de  $\mu_c$ .

### 3.2 Determinación del coeficiente de roce estático $\mu_e$

Para estimar el coeficiente de roce estático,  $\mu_e$ , entre un cuerpo y una superficie se determina el ángulo entre el plano de deslizamiento y la horizontal para la cual el cuerpo empieza a moverse. Utilizar en este caso sólo la masa  $M_1$ , y de ser posible variar  $M_1$  de acuerdo a los valores usados en la parte dinámica.

a) Determinar, para al menos cuatro estados de carga  $M_1$ , el ángulo crítico,  $\theta_c$ , para el cual  $M_1$  comienza a moverse. Demostrar que  $\mu_e = \tan \theta_c$  y estimar los errores cometidos en su determinación.

b) Comparar los valores de  $\mu_c$  y  $\mu_e$ .