

Práctica 4. Caída libre

Versión 3

Programa de Física, Facultad de Ciencias, Instituto Tecnológico Metropolitano

(Dated: 25 de agosto de 2016)

I. OBJETIVO

Medir indirectamente el valor de la aceleración de la gravedad y comparar la medida con el valor aceptado para esta cantidad en la ciudad de Medellín.

II. MATERIALES

- Disparador, 2 sensores y contador de tiempos marca PHYWE.
- Esfera metálica.
- Flexómetro, plomada y tornillo micrométrico.
- Soporte universal con pinzas.

III. TEORÍA

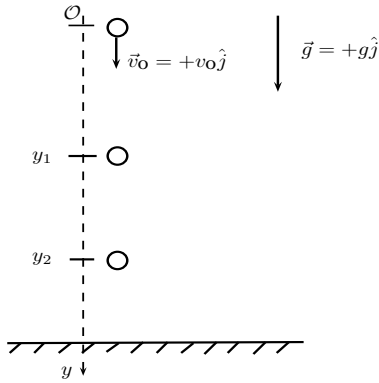


Figura 1. Sistema de referencia asociado al movimiento del cuerpo en caída libre.

Considere un cuerpo con una velocidad \vec{v}_o cuando su posición respecto a un observador \mathcal{O} ubicado en el punto de salida del cuerpo es $y_o = 0$, como se indica en la figura 1. Luego, de acuerdo al sistema de referencia de la figura 1, las ecuaciones cinemáticas de posición y velocidad que describen el movimiento del cuerpo son:

$$y = v_o t + \frac{1}{2} g t^2, \quad (1a)$$

$$v = v_o + g t. \quad (1b)$$

Cuando el cuerpo pasa por las posiciones $y = y_1$ y $y = y_2$ indicadas en la figura 1, la ecuación cinemática de posición (1a) adquiere la siguiente forma:

$$y_1 = v_o t_1 + \frac{1}{2} g t_1^2, \quad (2a)$$

$$y_2 = v_o t_2 + \frac{1}{2} g t_2^2. \quad (2b)$$

Finalmente, a partir de las ecuaciones (2a) y (2b), podemos obtener una expresión que nos va a permitir estimar la aceleración de la gravedad g en términos de y_1 , y_2 , t_1 , t_2 y v_o , esto es:

$$g = 2 \left[\frac{h - v_o(t_2 - t_1)}{t_2^2 - t_1^2} \right], \quad h \equiv y_2 - y_1 > 0. \quad (3)$$

IV. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

A. Parte I

Realice el montaje experimental que se indica en la figura 2, donde el sensor debe colocarse exactamente donde termina el tubo plástico y el contador de tiempos debe ubicarse en el **modo 1** (tiempo de oscuridad).

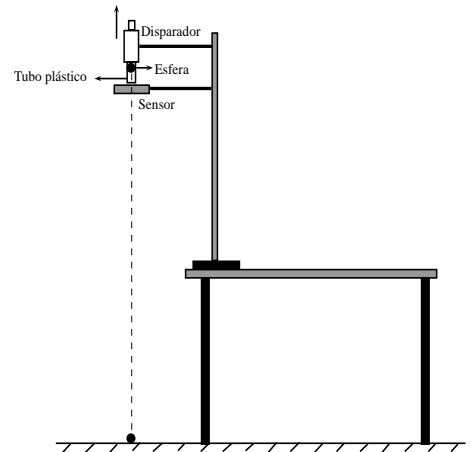


Figura 2. Montaje experimental #1. En la figura, la flecha que acompaña el disparador indica la dirección en la cual debe salir el émbolo cuando se accione el sistema.

Seguidamente, accione el disparador y registre el tiempo que tarda la esfera en pasar por el sensor. Repita

este procedimiento 5 veces y calcule el tiempo promedio con su respectiva desviación estándar. Adicionalmente, determine el diámetro de la esfera con su respectiva incertidumbre. Lleve sus resultados a la tabla I.

Diámetro de la esfera (cm)	$D =$
Tiempo 1 (s)	
Tiempo 2 (s)	
Tiempo 3 (s)	
Tiempo 4 (s)	
Tiempo 5 (s)	
Tiempo promedio (s)	$\Delta t =$

Tabla I. Información para determinar la velocidad inicial de la esfera.

Ahora, utilizando los datos de la tabla I para el tiempo de oscuridad (valor promedio) y el diámetro de la esfera, determine la velocidad inicial de la esfera utilizando la expresión:

$$v_o = \frac{D}{\Delta t}, \quad (4)$$

y registre su resultado en la tabla II.

v_o (cm/s)	
--------------	--

Tabla II. Velocidad inicial de la esfera.

B. Parte II

Realice el montaje que se indica en la figura 3, donde se va a ubicar el observador exactamente en el punto donde la esfera sale del tubo plástico.

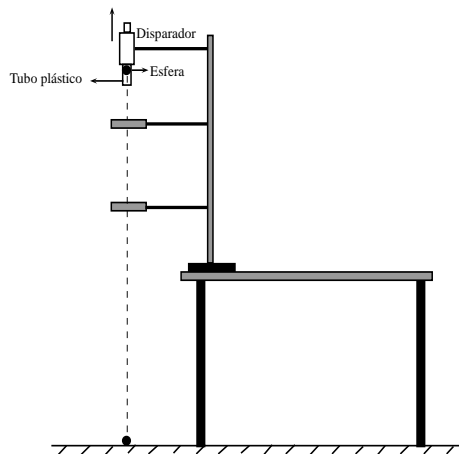


Figura 3. Montaje experimental #2.

De acuerdo a la figura 3, los sensores van a estar ubicados en posiciones arbitrarias $y = y_1$ y $y = y_2$ (esta parte de la práctica, el contador de tiempos se va a colocar en el **modo 2**). A continuación, accione el disparador y determine el tiempo que tarda la esfera en pasar por cada sensor a partir del instante en que el observador comenzó a describir su movimiento (esto ocurre cuando la esfera sale del tubo de plástico). Repita el procedimiento anterior para 5 configuraciones diferentes de los 2 sensores y registre sus medidas en la tabla III.

y_1 (cm)	y_2 (cm)	h (cm)	t_1 (s)	t_2 (s)

Tabla III. Posiciones y tiempos para diferentes configuraciones de los dos sensores.

Ahora, utilizando el valor de v_o registrado en la tabla II, los valores de h , t_1 y t_2 registrados en la tabla III y la ecuación (3), calcule el valor de la aceleración de la gravedad g para cada configuración de los dos sensores. Adicionalmente, calcule el valor promedio para g con la respectiva desviación estándar Δg . Lleve sus resultados a la tabla IV.

g (cm/s ²)					
\bar{g} (cm/s ²)					
Δg (cm/s ²)					

Tabla IV. Valor medido de g con su respectiva incertidumbre.

A continuación, tome de la tabla III las parejas de puntos (y_i, t_i) con $i = 1, 2$ (de esta tabla se obtienen 5 puntos asociados al sensor 1 y 5 puntos asociados al sensor 2) y realice la gráfica de y vs t (se recomienda organizar los puntos desde la posición más pequeña a la posición más grande). Obtenga la ecuación de la gráfica y a partir de ella, determine el valor de la aceleración de la gravedad g . Lleve sus resultados a la tabla V.

Ecuación	
g (cm/s ²)	

Tabla V. Ecuación de la gráfica y vs t y valor obtenido para g .

V. PREGUNTAS

- Determine el error relativo asociado a los dos valores obtenidos para la aceleración de la gravedad con el valor aceptado de esta cantidad para Medellín (976 cm/s²). Lleve sus resultados a la tabla VI. ¿Qué puede concluir de sus medidas en términos de la teoría de errores?

E_{RIV}	
E_{RV}	

Tabla VI. Error relativo en la medida indirecta de g (E_{RIV} se calcula respecto al valor reportado en la tabla IV y E_{RV} se calcula respecto al valor reportado en la tabla V).

- ¿Qué tipo de errores predominan en la medida de g ? Justifique su respuesta.

Nota. Recuerde que los sensores son dispositivos muy delicados y no deben apretarse demasiado con la pinza, ya que en caso contrario podrían experimentar algún daño considerable.

REFERENCIAS

- ¹ARDILA, MIGUEL ÁNGEL. *Física Experimental*, Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Colección Notas de Clase, Bogotá D.C., 2007.
- ²SERWAY, R. A. y JEWETT, J. W.. *Física para Ciencias e Ingeniería Tomo I*, sexta edición, Thomson, México, 2005.
- ³RESNICK, R., HALLIDAY, D. y KRANE, K. S. *Física, volumen I*, cuarta edición, Compañía Editorial Continental, México, 2002.