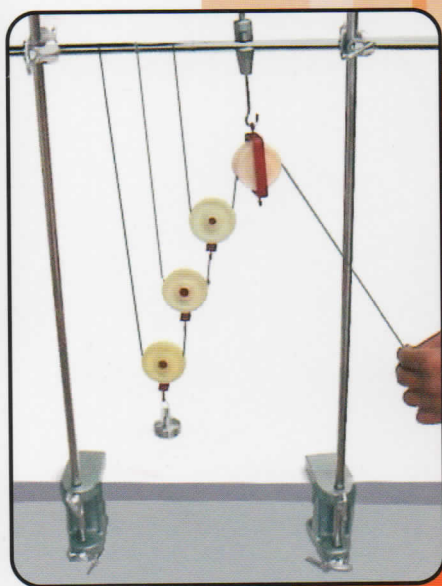


# Física

Manual de experimentación



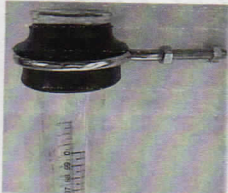
[www.abclaboratorios.com](http://www.abclaboratorios.com)

## APARATO DE CAIDA LIBRE

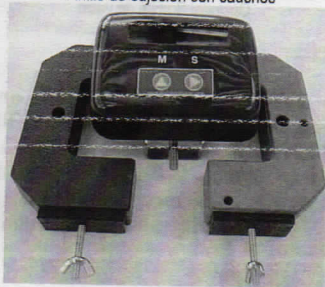
### COMPONENTES



Tubo de vidrio con soporte metálico y base



Anillo de sujeción con cauchos



Contador digital con foto sensores



Electroimán con soporte



## MODO FRECUENCIA

En este modo, el usuario predetermina el tiempo en segundos, para activarlo conecte el fotosensor 1 y en la pantalla de saludo presione S y luego dos veces M, si desea predeterminar un tiempo diferente al mostrado en pantalla presiona S y luego M hasta ajustar el tiempo requerido, este siempre va en ascenso, si desea un tiempo menor, mantenga presionado M y ajuste el tiempo; una vez seleccionado, inicie el conteo de eventos presionando S.

### OBJETIVOS

- Definir la ecuación matemática que relaciona la altura de caída de un cuerpo y el tiempo.
- Determinar experimental y analíticamente el valor de la aceleración de la gravedad en el vacío y en cualquier fluido.
- Medir la aceleración de gravedad " $g$ " a partir de un cuerpo que cae libremente.

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Si no se considera la resistencia del aire todos los objetos caen con la misma aceleración denominada aceleración de gravedad. La aceleración de la caída libre se simboliza con la letra  $g$  cuyo valor sobre la tierra disminuye conforme aumenta la altitud. En realidad  $g$  varía ligeramente de acuerdo con la latitud (debido a la rotación de la tierra) y la altitud; pero estas variaciones son tan pequeñas que pueden ignorarse para la mayor parte de propósitos. En el laboratorio la altitud no varía y los efectos debidos a la resistencia del aire tampoco. Sin embargo la resistencia del aire será considerable incluso en un objeto más o menos pesado si la distancia de caída es grande, ya que a grandes velocidades el efecto del aire es proporcional al cuadrado de la velocidad.

La aceleración de la caída libre está dirigida hacia el centro de la Tierra. En la superficie, el valor de la gravedad es de aproximadamente  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

Considerando que la atracción siempre es hacia la tierra y el sistema de referencia esta dirigido hacia abajo, se representa por las siguientes ecuaciones del movimiento:

ECUACIÓN	ESPECIFICACION
$v = v_0 - gt$	Velocidad como función del tiempo.
$y - y_0 = \frac{v + v_0}{2} t$	Desplazamiento como función de la velocidad y el tiempo.
$y - y_0 = v_0 t - \frac{g}{2} t^2$	Desplazamiento como función del tiempo.
$v^2 = v_0^2 - 2g(y - y_0)$	Velocidad como función del desplazamiento.

En esta experiencia es posible obtener un valor experimental de aceleración de gravedad de dos formas:

- a.- La pendiente de la gráfica de velocidad versus tiempo.
- b.- El valor medio de la aceleración de la tabla aceleración versus tiempo.

Estos datos se deben obtener con sus respectivos errores

### PRELIMINAR

1. Tome como base la figura 1(del procedimiento experimental) y suponga que la distancia entre la placa de contacto y el disparador es de 50 cm.
2. ¿Cuál es la altura de caída para la esfera (diámetro = 19 mm)?,
3. ¿Cuánto tiempo tardará en recorrer dicha distancia? (Suponga que  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Asegúrese que el equipo está montado tal como aparece en la figura 1, teniendo en cuenta que el sensor azul inicia el recorrido y el blanco lo finaliza.



Figura 1

2. Con el cable negro realice la conexión entre el enchufe (inicio) y el sensor azul.
3. Con el cable gris realice la conexión entre el enchufe (fin) y el sensor blanco.
4. Ajuste la posición de las fotoceldas según su conveniencia sin dejar de lado determinar las diferentes distancias: Distancia entre el electroimán y el primer sensor y distancia entre los sensores.
5. Conecte el adaptador de corriente de 12V 300 mA al cronómetro y compruebe el correcto funcionamiento.
6. Verifique que el interruptor de la base esté en posición de conducción (encendido)



7. Coloque la esfera en el electroimán y ésta deberá permanecer sujeta a él.
8. Seleccione en el multicontador la opción "RECTILINEO" y presione nuevamente el botón 1
9. Desactive el botón de encendido de la base del equipo, inmediatamente la esfera comienza a caer y a su paso será sensada por los interruptores infrarrojos y el registro del tiempo se visualizará en el display.
10. Extraiga la esfera del equipo y puede volver a comenzar la experimentación.
11. Coloque nuevamente la esfera en el electroimán y ubíquela de tal manera que quede en la posición 0 cm.
12. Coloque el sensor azul en la posición 0 cm de tal manera que quede en línea con la esfera.
13. Ubique el sensor blanco en la posición 50 cm-
14. Repita el procedimiento haciendo incrementos de distancia en 10 cm.

## ANÁLISIS DE DATOS, GRÁFICAS Y CONCLUSIONES

1. Llene la tabla 1. Con los valores registrados por la esfera calcule el promedio ( $d=19\text{mm}$ )



Medida	Altura h(m)	Tiempo t(s)					t <sub>promedio</sub> (s)
		t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	
1	0,50						
2	0,60						
3	0,70						
4	0,80						
5	0,90						
6	1,00						

Tabla 1

2. Calcule el valor de la aceleración para cada uno de los datos y complete la tabla 2

Medida	h(m)	t <sub>promedio</sub> (s)	T <sup>2</sup> (s <sup>2</sup> )	a(m/s <sup>2</sup> )	g(m/s <sup>2</sup> )
1	0,50				
2	0,60				
3	0,70				
4	0,80				
5	0,90				
6	1,00				

Tabla 2

3. Construya en una hoja de papel milimetrado el gráfico h vs t, utilizando los datos de la tabla 2.

¿Cuál es la relación de proporcionalidad entre h y t?

4. Deduzca la ecuación empírica del gráfico anterior.

5. Construya en una hoja de papel milimetrado el gráfico h vs t<sup>2</sup>, utilizando los datos de la tabla 2.

¿Cuál es la relación de proporcionalidad entre h y t<sup>2</sup>?

6. Determine la ecuación matemática que relaciona h con t<sup>2</sup>.

7. Explique qué representa la pendiente de la ecuación del gráfico h vs t<sup>2</sup>.

8. Compare la ecuación obtenida en el numeral 5, con la ecuación previamente establecida:

$$h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \text{ y determine el valor de la aceleración de la gravedad.}$$

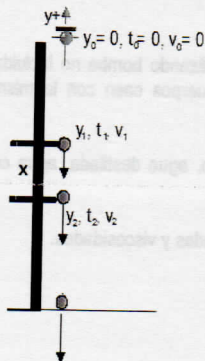
9. Calcule un porcentaje de error del valor de la aceleración debida a la gravedad obtenido en el numeral 7, respecto al valor de  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

10. Escriba sus conclusiones y comentarios.

## PARTE 2

Conocido el valor de la gravedad, se puede realizar la práctica colocando los sensores en cualquier lugar del tubo, y calcular la distancia entre el electroimán y el primer sensor.

Se deja coloca el balón en el electroimán y luego éste en el interior del tubo haciendo coincidir la esfera con la posición 0 cm. un poco más abajo, coloque el primer sensor y a una distancia x coloque el segundo sensor. La esfera pasa por los dos interruptores electrónicos situados a x distancia en cm. registrando un tiempo t. El balón continúa cayendo, hasta llegar a su punto más bajo. ¿A qué altura se comenzó la caída?



En el intervalo se tiene:

$$y_2 - y_1 = -x \text{ cm}$$

$$t_2 - t_1 = t \text{ s}$$

Trabajando con estos datos, podemos calcular  $v_1$  y siendo ésta la velocidad final correspondiente del electroimán al primer interruptor, calcularemos la altura. Posteriormente, con la misma  $v_1$  calcularemos la velocidad  $v_2$ , para después calcular la altura desde el suelo hasta la parte inferior de la ventana.

En el intervalo:

Datos:

$$y_2 - y_1 = -x \text{ cm}$$

$$t_2 - t_1 = t \text{ s}$$

$$v_1 = ?$$

Ecuación:

$$y_2 = y_1 + v_1(t_2 - t_1) - \frac{g(t_2 - t_1)^2}{2}$$

despejando  $v_1$

$$v_1 = \frac{(y_2 - y_1) + \frac{g(t_2 - t_1)^2}{2}}{(t_2 - t_1)}$$

sustituyendo datos

$$v_1 = \frac{-x + \left(\frac{g}{\text{s}^2}\right)(t \text{ s})^2}{t \text{ s}}$$

Con esta velocidad se calcula la altura entre el electroimán y el primer sensor ( $y_1 - y_0$ ):

$$v_1^2 - v_0^2 = -2g(y_1 - y_0)$$

Con la misma velocidad se puede calcular la velocidad ( $v_2$ ) con que llega a la segunda foto compuerta.

$$v_2^2 - v_1^2 = -2g(y_2 - y_1)$$

$$v_2 = \sqrt{-2g(y_2 - y_1) + v_1^2}$$



## **EXPERIMENTACIONES COMPLEMENTARIAS**

1. Con el equipo se suministra tapón con válvula para hacer vacío (Utilizando bomba no incluida), pluma y bulbo de vidrio para mostrar que en el vacío todos los cuerpos caen con la misma aceleración.
2. Puede llenar el vidrio con cualquier fluido, por ejemplo agua de grifo, agua destilada, agua con azúcar, agua salada, etc. y repetir el procedimiento.
3. Realice también la experiencia utilizando líquidos de diferentes densidades y viscosidades.