

# CAIDA LIBRE

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Demostrar que un cuerpo en caída libre describe un movimiento uniformemente variado.
- Obtener experimentalmente la relación matemática entre la distancia recorrida y el tiempo empleado en el movimiento de una partícula en caída libre, a partir de un gráfico logarítmico.
- Obtener experimentalmente el valor de la aceleración de la gravedad en el laboratorio de física.

## INTRODUCCIÓN

Todo cuerpo independiente de su masa, cae libremente por acción de la gravedad. En otras palabras, el movimiento del cuerpo es ideal debido a que se desprecian, la resistencia del aire y otros factores, dejando un movimiento libre influenciado solo por la atracción de la tierra. Se considera que la atracción de la tierra es uniforme, es decir; no varía dentro del marco de referencia considerado. Las condiciones iniciales del movimiento en caída libre, no alteran el tipo de movimiento; esto significa que si el cuerpo tiene una velocidad inicial hacia arriba o hacia abajo esto no cambia su condición de movimiento en caída libre.

Las mediciones realizadas por Galileo, demostraron que el movimiento no es uniforme, esto es, que el desplazamiento de un objeto en su caída libre no es proporcional al tiempo de caída, sino al cuadrado de los tiempos.  $H \propto t^2$  (1)

Por otro lado, un cuerpo en caída libre describe un Movimiento Uniformemente Variado. Por lo que el desplazamiento se puede determinar a partir de la siguiente ecuación:

$$y - y_0 = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \quad (2)$$

Donde  $y$  es la coordenada de posición para el tiempo  $t$ ,  $y_0$  la posición inicial,  $v_0$  la velocidad inicial y  $g$  la aceleración de la gravedad.

Considerando que parte del reposo, entonces  $v_0 = 0$ . Remplazando el desplazamiento  $y - y_0$  por  $H$  se tiene:  $H = \frac{1}{2} g t^2$  (3)

## Realización de la práctica

Previo a realización de la práctica titulada Caída Libre, el estudiante debe, identificar el problema a resolver, repasar los fundamentos teóricos en los que se basará la práctica, resolver las preguntas planteadas al final de la unidad.

## Problema a resolver

Experimentalmente comprobaremos que el desplazamiento de un objeto en caída libre que parte del reposo sea proporcional al cuadrado de los tiempos empleados.  $y - y_0 = Kt^2$

Donde  $K$  y  $y_0$  son una constante de proporcionalidad y la altura inicial del lanzamiento respectivamente.

## Base teórica

Para esta práctica es necesario revisar las condiciones bajo el cual un cuerpo se mueve en caída libre. Además se debe revisar las reglas que se consideran para transformar un gráfico no lineal en lineal usando escalas logarítmicas (ver anexo B).

## Equipos y Materiales a utilizarse

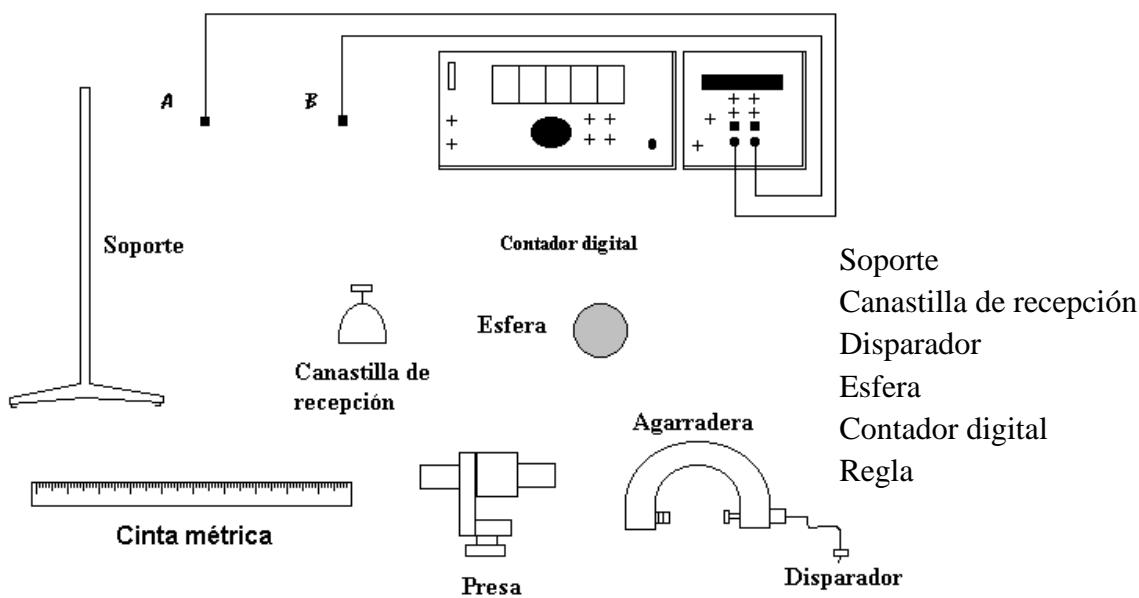


Figura 1

## Procedimiento

En esta práctica se utilizará el equipo mostrado en la Figura 1. El cuerpo en caída libre es una esfera metálica, que se suelta de una abrazadera especial que sujeta la esfera. El lanzamiento se produce al accionar el disparador, el tiempo de caída se registra usando un contador digital de tiempo, que detiene el conteo cuando la esfera cae en la canastilla de recepción.

Para medir los tiempos de caída de un objeto se armará el equipo de experimentación como se muestra en la Figura 2. La esfera se sujetará entre los dos topes de la abrazadera de lanzamiento como se indica en la Figura 3, el diámetro de la esfera deberá coincidir con la marca roja de la abrazadera.

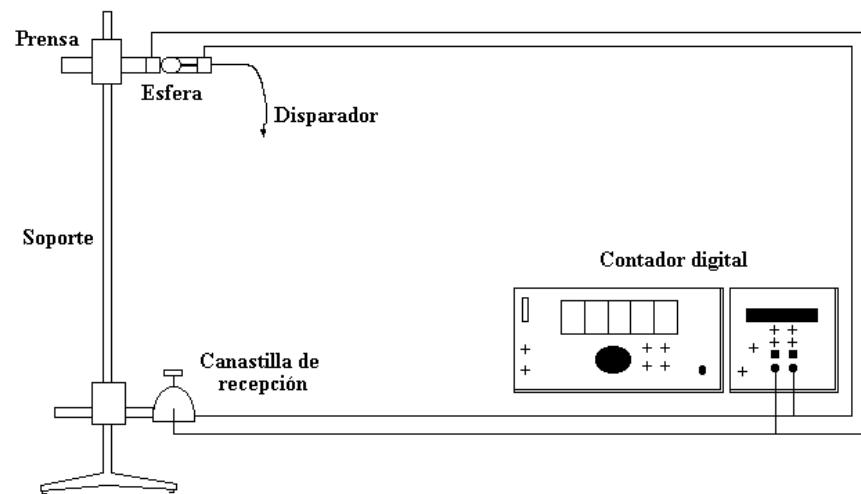


Figura 2

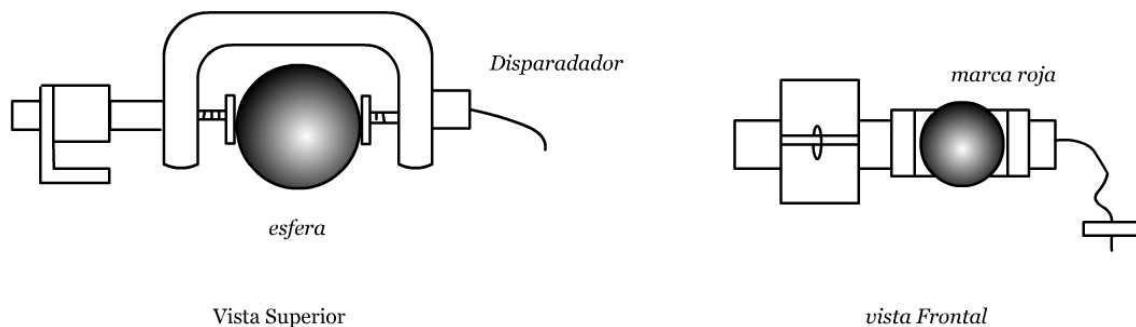


Figura 3

La canastilla de recepción de la esfera deberá estar levantada (Figura 4). Al producirse el impacto parte de la energía se transfiere a la canastilla y la esfera no rebota fuera de la canastilla.

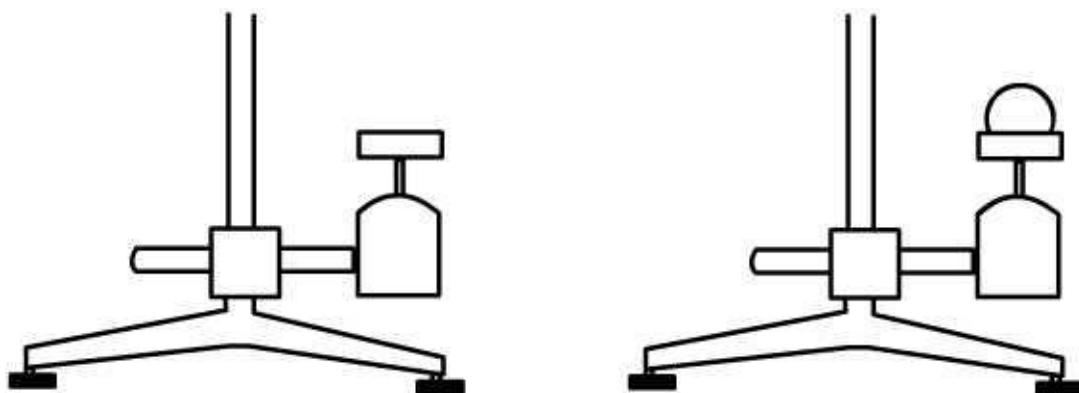


Figura 4

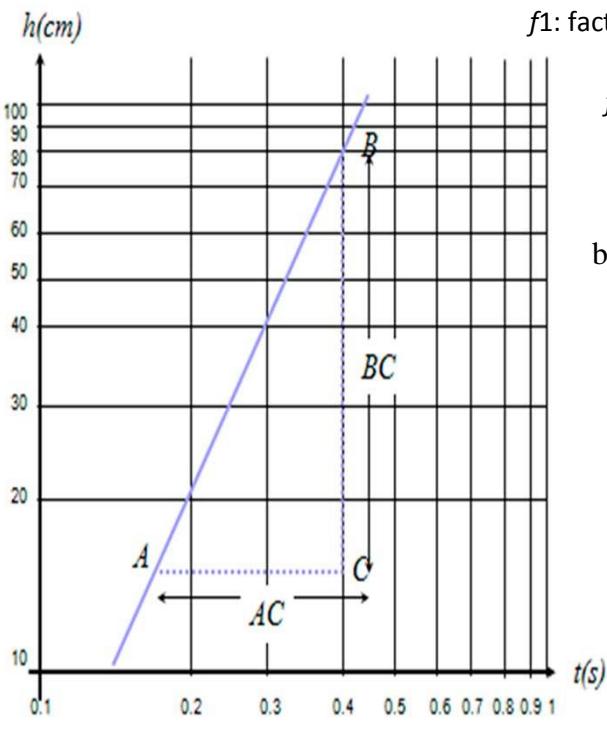
Mida la altura de lanzamiento **h** en centímetros, desde la marca roja de la abrazadera a la parte superior de la canastilla de recepción, cuando esta se encuentra en la posición como en la Figura 1. Tome 3 lecturas del contador y registre en la tabla el tiempo promedio para la altura **h** en la columna correspondiente. Cambie la posición de partida 6 veces y mida para cada altura los tiempos promedios de caída.

A continuación damos un ejemplo y mostramos el proceso de linealización de una función del tipo  $h = kt^n$

Ejemplo: En una práctica de caída libre se tomaron los siguientes datos de altura y tiempo de caída.

$h(cm)$	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
$t(s)$	0.143	0.202	0.247	0.286	0.319	0.350

Se pide: a) Realizar un gráfico logarítmico  $h$  vs  $t$ , b) Determinar la pendiente y c) Encontrar la ecuación empírica.



f1: factor de escala en y (distancia en cm de 10 a 100)

f2: factor de escala en x (distancia de 0.1 a 1)

$$\text{b) } n = \frac{\overline{BC}}{\overline{f_1}} = \frac{5.6\text{cm}}{7.5\text{cm}} \quad o \quad n = \frac{\log\left(\frac{80\text{cm}}{20\text{cm}}\right)}{\log\left(\frac{0.4\text{s}}{0.2\text{s}}\right)}$$

$$\frac{\overline{AC}}{\overline{f_2}} = \frac{2.5\text{cm}}{6.7\text{cm}}$$

$$n = 2.0$$

$$h = kt^n$$

$$h = kt^2$$

$$k = \frac{h_1}{t_1^2} = \frac{60\text{cm}}{(0.35\text{s})^2 \text{s}^2} = 4.9 \times 10^2 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$$

c) La ecuación empírica será  $\mathbf{h=490 t^2}$

### Preguntas para la Prueba de Entrada

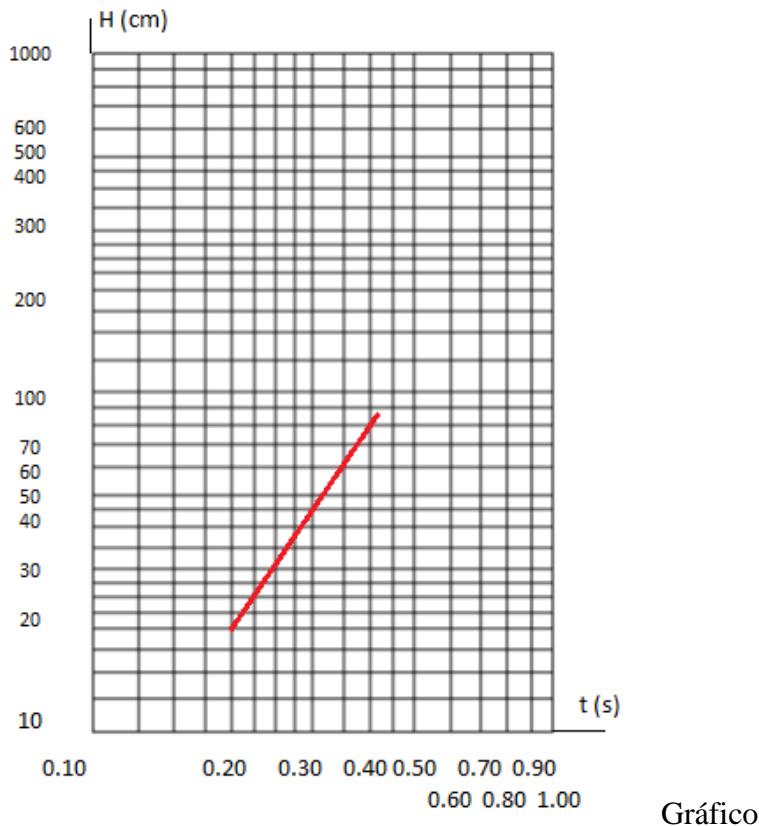
1. ¿Cuál es el propósito de obtener la pendiente en un gráfico logarítmico  $H$  vs  $t$ ?
2. Según el procedimiento para esta práctica, ¿Cómo probaría a partir del gráfico realizado que el movimiento de caída libre es un Movimiento Uniformemente Acelerado?

3. Que apariencia tendría el grafico logarítmico realizado si la fricción del aire no se despreciara.

4. La pendiente de un gráfico logarítmico está dada por:

- A.  $\frac{\Delta y}{\Delta x}$     B.  $\frac{\log(y_2 - y_1)}{\log(x_2 - x_1)}$     C.  $\frac{\text{factor } y}{\Delta x}$     D.  $\frac{\log \frac{y_2}{y_1}}{\log \frac{x_2}{x_1}}$

5. De acuerdo al gráfico a) encontrar por interpolación la ordenada al origen y b) la pendiente de la recta.



Gráfico

6. Escribir la ecuación de la recta del gráfico

7. Si la recta esperada para el experimento de caída libre es A y luego de graficar los datos experimentales se obtiene la recta B. Entonces ¿cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera.

- A. La distancia recorrida por el objeto es proporcional al cuadrado del tiempo de caída  
B. El valor de la medida de la gravedad es menor que el valor esperado.  
C. Existe un error sistemático de tipo instrumental.

D. Todas las anteriores son correctas

