

Manual de Instrucciones y Guía de Experimentos

CAÍDA LIBRE

OBSERVACIÓN SOBRE LOS DERECHOS AUTORALES

Este manual está protegido por las leyes de derechos autorales y todos los derechos están reservados. Está permitida y garantizada para instituciones de enseñanza, no obstante, la reproducción de cualquier parte de este manual para que se la suministre y utilice en los laboratorios pero no para su venta. Su reproducción bajo cualquier otra circunstancia, sin la debida autorización de la AZEHEB está terminantemente prohibida.

GARANTÍA

La AZEHEB garantiza este producto contra defectos de fabricación por un periodo de 3 años a partir de la fecha de envío al cliente. La AZEHEB reparará o cambiará el producto defectuoso si se constata que el defecto fue ocasionado por problemas en los materiales que lo componen o por fallas en su fabricación.

Esta garantía no cubre problemas ocasionados por abuso o debidos al uso incorrecto del producto.

La determinación de si el defecto del producto es resultado de una falla de fabricación o si fue ocasionado por uso indebido será llevada a cabo únicamente por la AZEHEB.

Dirección:

AZEHEB | Laboratórios de Física
R Arthur Bernardes, 137 - 2º andar
CEP 36300-076
São João Del Rey - MG - Brasil

Teléfono: +55 32 3371-3191
E-mail: exportacion@azeheb.com



En los experimentos de este manual observe cual de los cronómetros se utilizará.

CUERPOS EN CAÍDA LIBRE

Consideraciones Iniciales

Caída libre es la caída de un cuerpo en el vacío bajo la acción única y exclusiva de la gravedad. Este hecho torna el experimento un poco difícil de realizar en la sala de clase, puesto que depende de una cámara de vacío. Sin embargo, si usamos un cuerpo con la forma adecuada, una densidad razonablemente elevada y que recorra pequeñas distancias verticales, la resistencia del aire se torna muy pequeña tornándose, de esta manera, despreciable. Siendo así, llevaremos a cabo el experimento aceptando la caída de una esfera de acero, desde una pequeña altura y en el interior del aula, como un movimiento de caída libre.

Material Necesario (general)

- 01 base de trípode de hierro de 3kg con patas niveladoras;
- 01 varilla de aluminio de 90cm, escala graduada en milímetros y abrazadera de plástico;
- 01 electroimán con dos bornes y varilla;
- 04 esferas de acero de Ø10mm, Ø15mm, Ø20mm y Ø25mm;
- 01 cable de conexión conjugado;
- 01 interruptor;
- 02 sensores infrarrojos con abrazaderas corredizas;
- 01 cable de conexión con conector de 5 clavijas para interruptor;
- 01 bolsa para recoger la esfera;

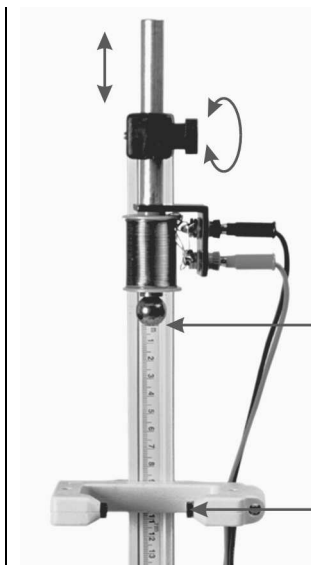
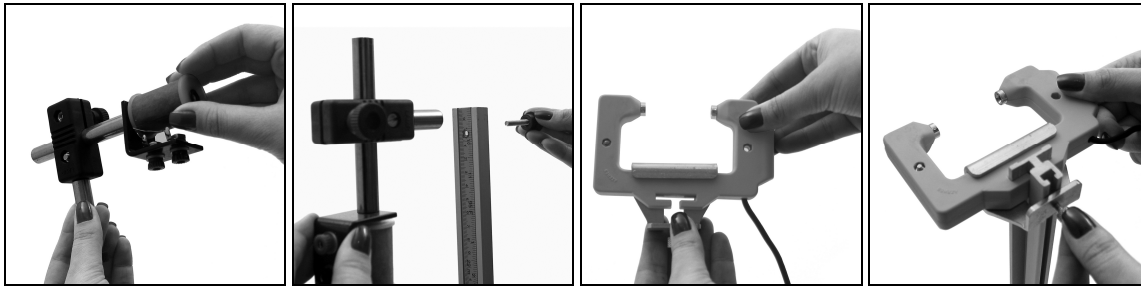
Material Necesario para el Cronómetro Simple

- 01 cronómetro digital simple con:
 - 01 display de 4 dígitos de 7 segmentos tipo LED;
 - resolución de 1ms que mide hasta 9,999s;
 - panel de comando con interruptor, llave de reinicio (Reinicio) e interruptor selector de 127/220V;
 - fuente de alimentación variable de 0 a 12V CC y 1,5A;
- 01 cable adaptador para sensor;
- 01 cable de conexión con conector de 5 clavijas para interruptor;

Material Necesario para el Cronómetro Multifuncional

- 01 cronómetro digital multifuncional con fuente CC de 12V con:
 - 1 display de 4 dígitos de 7 segmentos;
 - precisión: 0,001s;
 - medición hasta 9,999s;
 - 5 funciones: F1 [medición del intervalo de tiempo entre los sensores]- F2 [medición del intervalo de tiempo entre la bobina y el primer sensor]- F3 [medición del tiempo de interrupción del sensor 1 y después del sensor 2]- F4 [medición del intervalo de tiempo entre 2 interrupciones del sensor 1]- F5 [medición del intervalo de tiempo entre 3 interrupciones del sensor 1];
 - fuente de alimentación variable de 12V/1,5A;
 - tensión de alimentación de 110/220V con interruptor selector;
 - posibilidad de conexión con el módulo remoto de displays [vendido separadamente];
 - entrada para 2 sensores y 1 interruptor;
 - botón de reinicio y botón para seleccionar funciones;
- 01 cable de conexión conjugado;
- 01 cable de conexión para interruptor con clavija P10;

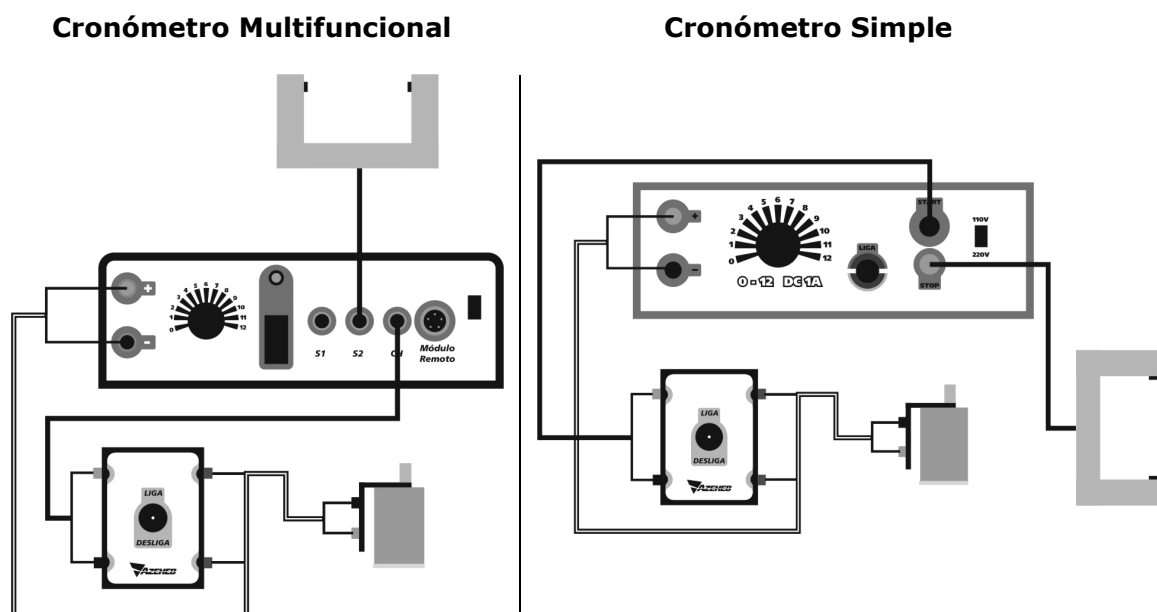
Montajes



MEDICIÓN
(parte inferior de la
esfera hasta el
centro del sensor)

Para ajustar la esfera en 0
(cero) se deberá ajustar el
electroimán moviéndolo hacia
arriba o hacia abajo.

1. Experimento de Caída Libre con posición inicial igual a cero. $Y_0=0,000\text{m}$



Procedimientos

1. Monte el equipo de acuerdo con el esquema anterior.
2. Fije el electroimán a la varilla de aluminio con escala graduada en milímetros y prensa.
3. Conecte el electroimán a la fuente de tensión variable dejando el interruptor en serie.
4. Ponga la esfera de $\varnothing 20\text{mm}$ en contacto con el electroimán y regule la tensión eléctrica para que la esfera permanezca en la inminencia de caer.
5. Ajuste el sensor 20cm abajo de la esfera (preste atención en el diámetro de la esfera y en la posición en la que la esfera en caída libre interrumpe el conteo del tiempo, es decir, el cronómetro interrumpirá el conteo cuando la esfera pase por el centro del sensor). Mida con una regla el primer desplazamiento de 20cm.

$$Y = 0,200\text{m}$$

6. Ajuste las patas de la base de trípode para que la varilla de caída libre quede vertical.
7. En el cronómetro Multifuncional escoja la función F2 y póngalo en cero (reinicio). En el Cronómetro Simple póngalo en cero (reinicio).
8. Apague el electroimán usando el interruptor liberando, de esta manera, la esfera y anote en la tabla el intervalo de tiempo indicado por el cronómetro.
9. Repita los procedimientos anteriores para los desplazamientos de 30cm, 40cm, 50cm y 60cm.

10. Calcule la aceleración de la gravedad y rellene la tabla.

Tabla 1

Nº	Y ₀ (m)	Y(m)	ΔY(m)	t(s)	g(m/s ²)
1	0,000	0,200	0,200		
2	0,000	0,300	0,300		
3	0,000	0,400	0,400		
4	0,000	0,500	0,500		
5	0,000	0,600	0,600		
Media					

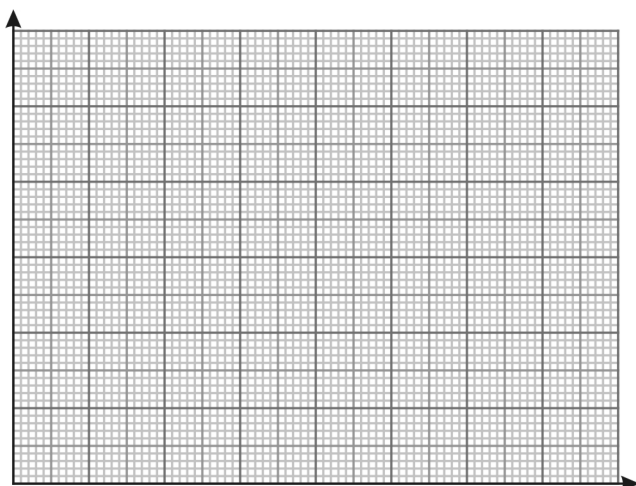
11. Calcule la velocidad final de cada recorrido y rellene la tabla

Tabla 2

t(s)	g(m/s ²)	V ₀ (m/s)	V(m/s)

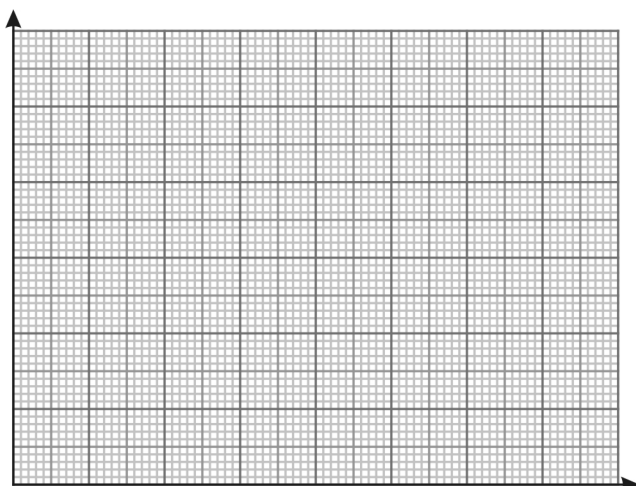
12. Considerando la tolerancia de error admitida (5%), ¿se puede afirmar que la aceleración de la gravedad permaneció constante?

13. Construya el gráfico Y=f(t) usando los datos del experimento. ¿Qué forma tiene?



t(s)	ΔY(m)

14. Trace el gráfico Y=f(t); para hacerlo, complete la tabla t²(s²) por ΔY (m).



t ² (s ²)	ΔY(m)

15. El gráfico muestra que las grandezas *desplazamiento* e *intervalo de tiempo al cuadrado* son: _____. (directamente proporcionales / inversamente proporcionales)

16. Determine los coeficientes angular y lineal del gráfico $Y=f(t^2)$.

Coeficiente angular A = _____

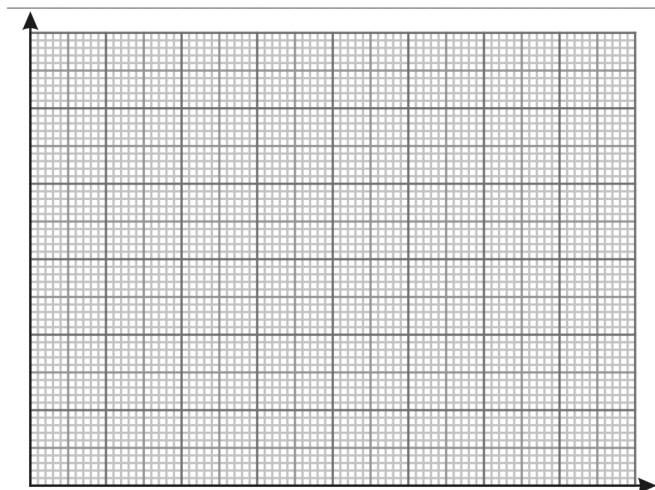
Coeficiente lineal B = _____

17. Compare el coeficiente lineal del gráfico $Y=f^2(t^2)$ con el valor de la posición inicial. ¿Cuál es el significado físico del coeficiente lineal?

18. Compare el coeficiente angular del gráfico $Y=f^2(t^2)$ con el valor de la aceleración media de la tabla. ¿Cuál es el significado físico del coeficiente angular?

19. Obtenga la ecuación horaria del movimiento en caída libre.

20. Construya el gráfico de $V=f(t)$. ¿Qué forma tiene?



V(m/s)	t(s)

21. Determine los coeficientes angular y lineal del gráfico de $V=f(t)$.

Coeficiente angular A = _____

Coeficiente lineal B = _____

22. Compare el valor del coeficiente angular con el valor de la aceleración media en la tabla.

23. ¿Cuál es el significado físico del coeficiente angular en el gráfico $V=f(t)$?

24. ¿Cuál es el significado físico del coeficiente lineal en el gráfico $V = f(t)$?

25. Obtenga la ecuación de la velocidad del movimiento en caída libre.

26. ¿Cuál es el significado físico de la área bajo el gráfico $V=f(t)$?

27. Repita los procedimientos con las esferas $\varnothing 10\text{mm}$, $\varnothing 15\text{mm}$ y $\varnothing 25\text{mm}$, colectando los respectivos datos, y observe se hubo alteraciones con relación a los procedimientos con la esfera de $\varnothing 20\text{mm}$.

1. Experimento de Caída Libre con posición inicial igual a cero. $Y_0=0,000\text{m}$ - Respuestas

10. Calcule la aceleración de la gravedad y rellene tabla.

Tabla 1

Nº	$Y_0(\text{m})$	$Y(\text{m})$	$\Delta Y(\text{m})$	$t(\text{s})$	$g(\text{m/s}^2)$
1	0,000	0,200	0,200	0,202	9,80
2	0,000	0,300	0,300	0,248	9,76
3	0,000	0,400	0,400	0,285	9,84
4	0,000	0,500	0,500	0,319	9,83
5	0,000	0,600	0,600	0,349	9,85
Media					9,81

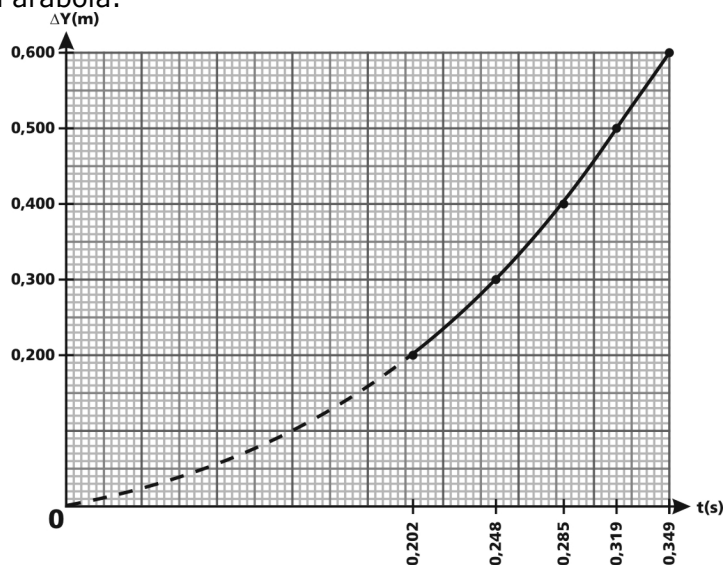
11. Calcule la velocidad final de cada recorrido y rellene la tabla.

Tabla 2

$t(\text{s})$	$g(\text{m/s}^2)$	$V_0(\text{m/s})$	$V(\text{m/s})$
0,202	9,80	0,000	1,98
0,248	9,76		2,42
0,285	9,84		2,80
0,319	9,83		3,14
0,349	9,85		3,44

12. La aceleración de la gravedad permaneció constante.

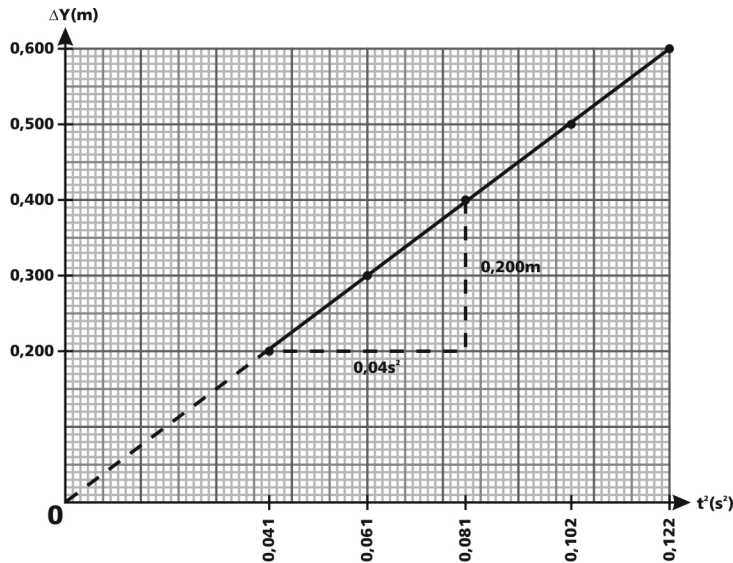
13. Parábola.



$t(\text{s})$	$\Delta Y(\text{m})$
0,202	0,200
0,248	0,300
0,285	0,400
0,319	0,500
0,349	0,600

$E_V=10\text{cm/m}$
 $E_H=22,9\text{cm/s}$

14.



$t^2(\text{s}^2)$	$\Delta Y(\text{m})$
0,041	0,200
0,061	0,300
0,081	0,400
0,102	0,500
0,122	0,600

$$E_V = 10\text{cm/m}$$

$$E_H = 65,6\text{cm/s}^2$$

15. Directamente proporcionales.

16. Coeficiente angular $A = \frac{0,400 - 0,200}{0,081 - 0,041} = \frac{0,200}{0,04} = 5\text{m/s}^2$

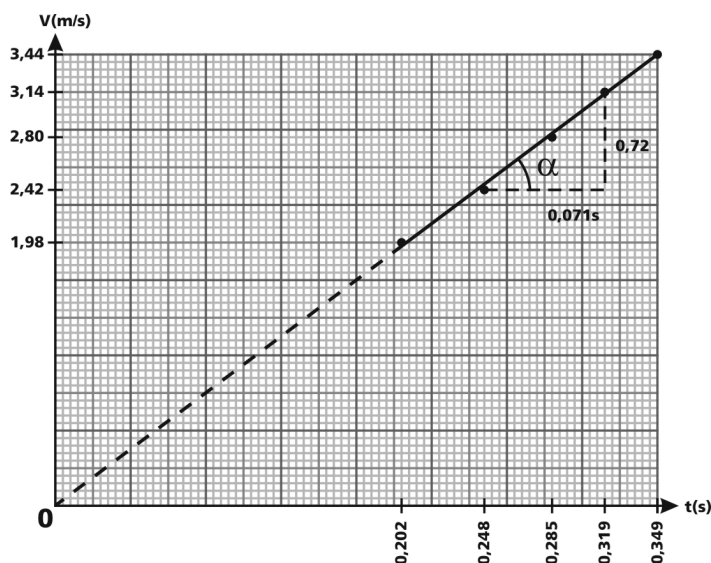
Coeficiente lineal $B = 0$ (cero), la recta pasa por el origen.

17. Son iguales a cero. El coeficiente lineal representa la posición inicial del móvil.

18. El coeficiente angular es igual a 5m/s^2 y la aceleración media $9,81\text{m/s}^2$. El coeficiente angular representa la mitad del valor de la aceleración de la gravedad.

19. Ecuación de una recta: $Y = AX + B$
 $Y = 5t^2$

20. Recta que pasa por el origen.



$V(\text{m/s})$	$t(\text{s})$
1,98	0,202
2,42	0,248
2,80	0,285
3,14	0,319
3,44	0,349

$$E_H = 22,9\text{cm/s}$$

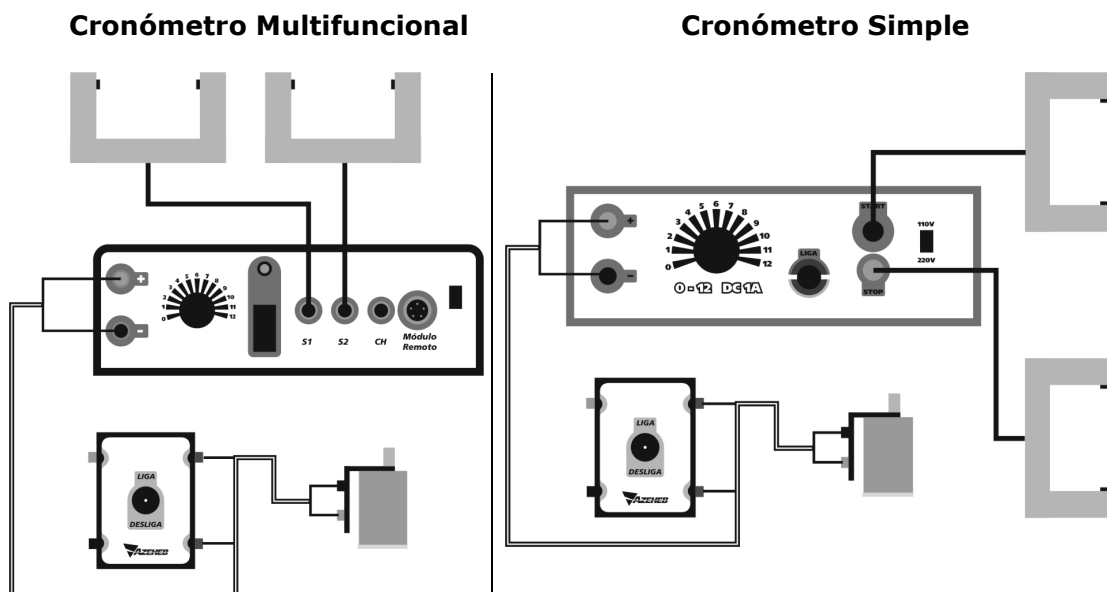
$$E_V = 1,74\text{cm/m/s}$$

21. Coeficiente angular $A = \frac{3,14 - 2,42}{0,319 - 0,248} = \frac{0,72}{0,071} = 10,1\text{m/s}^2$

Coeficiente lineal $B = 0$ (cero), la recta pasa por el origen.

- 22.** Dentro de la tolerancia de 5% podemos considerarlos iguales.
- 23.** En el gráfico de la $V=f(t)$ el coeficiente angular representa la aceleración del movimiento (aceleración de la gravedad g).
- 24.** En el gráfico de la $V=f(t)$ el coeficiente lineal representa la velocidad inicial del movimiento (velocidad inicial V_0).
- 25.** Ecuación de la recta $Y=Ax+B$
 $V=10,1.t$
- 26.** Representa el desplazamiento correspondiente al intervalo de tiempo considerado.
- 27.** Considerando la tolerancia de error (5%), no hubo alteraciones.

2. Experimento de caída libre con posición inicial igual a 10cm ($Y_0 = 0,100\text{m}$)



Procedimientos

1. Monte el equipo como lo muestra el esquema anterior.
2. Fije el electroimán a la varilla de aluminio con escala graduada en milímetros y prensa.
3. Conecte el electroimán a la fuente de tensión variable dejando en serie el interruptor.
4. Conectar los sensores como se muestra en el esquema.
5. Ponga la esfera de acero en contacto con el electroimán y regule la tensión eléctrica para que la esfera permanezca en la inminencia de caer.
6. Ajuste el sensor (S_1), 10cm abajo de la esfera (preste atención en el diámetro de la esfera y en la posición en la que la esfera en caída libre interrumpe el conteo del tiempo, es decir, el cronómetro interrumpirá el conteo cuando la esfera pase por el centro del sensor). Mida con una regla el primer desplazamiento de 10cm.

Posición inicial $Y_0=0,100\text{m}$

7. Ponga el sensor (S_2) 20cm abajo de la esfera.

Posición final $Y=0,200\text{m}$

8. Ajuste las patas de la base de trípode para que la varilla de caída libre quede vertical.
9. En el cronómetro Multifuncional escoja la función F1 y póngalo en cero (reinicio). En el Cronómetro Simple póngalo en cero (reinicio).

- 10.** Apague el electroimán usando el interruptor liberando, de esta manera, la esfera y anote en la tabla el intervalo de tiempo indicado por el cronómetro.
- 11.** Repita los procedimientos anteriores para los desplazamientos de 30cm, 40cm, 50cm y 60cm.
- 12.** Calcule la aceleración de la gravedad y rellene la tabla.
- 13.** Para calcular la aceleración de la gravedad debemos trabajar con las siguientes ecuaciones.

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot g \cdot Y \quad V = V_0 + g \cdot t$$

N ⁰	Y ₀ (m)	Y(m)	ΔY(m)	t(s)	g(m/s ²)
1	0,100	0,200	0,100		
2		0,300	0,200		
3		0,400	0,300		
4		0,500	0,400		
5		0,600	0,500		
Media					

- 14.** Considerando la tolerancia de error admitida (5%), ¿se puede afirmar que la aceleración de la gravedad permaneció constante?
-

2. Experimento de caída libre con posición inicial igual 10cm ($Y_0 = 0,100\text{m}$) - Respuestas

14. $g = \frac{2(\sqrt{Y} - \sqrt{Y_0})^2}{t^2}$

N ⁰	Y ₀ (m)	Y(m)	ΔY(m)	t(s)	g(m/s ²)
1	0,100	0,200	0,100	0,059	9,89
2		0,300	0,200	0,104	9,92
3		0,400	0,300	0,141	10,0
4		0,500	0,400	0,175	9,98
5		0,600	0,500	0,206	9,91
Media					9,94

15. La aceleración de la gravedad permaneció constante.