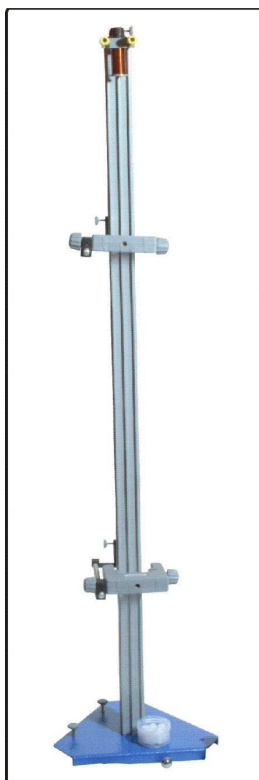


APARATO CAIDA LIBRE

Cálculo de “g” gravedad

Modelo N°: GFFAL



Guía instrucciones

INTRODUCCIÓN:

En este experimento, una bola de acero se suspende con un electroimán. Tan pronto como el electroimán se desactiva, la bola se dice que está en "caída libre", lo que significa que la única fuerza que actúa sobre la pelota es la fuerza de la gravedad. La resistencia que puede ofrecer el aire en esta caída es prácticamente despreciable.

CONTENIDO DEL KIT:

- Perfil de aluminio con escala
- Base de metal
- Bola de acero
- Receptor de la bola
- Electroimán
- Varillas y fijadores para utilizar las fotopuertas con perfil de aluminio

GENERAL BACKGROUND

Cuando un objeto está sometido a una fuerza constante experimenta una aceleración constante. La velocidad en cualquier momento es:

$$v_2 = v_1 + at$$

Donde "a" es la aceleración. Cuando la bola está en caída libre, la fuerza aplicada es:

$$F_g = mg$$

La segunda ley de Newton establece que la suma de las fuerzas es igual a la masa por la aceleración neta en cualquier dirección y, por tanto, la bola se acelera a una velocidad de g. Para resolver "g" utilizando la cinemática, necesitamos un método para medir el tiempo, t. Para ello utilizaremos las fotopuertas, que nos permite medir el tiempo que la bola tarda en recorrer la distancia entre las dos fotopuertas.

Para una aceleración constante:

$$\Delta h = v_1 t_2 + \frac{1}{2} a t_2^2$$

Donde v_1 es la velocidad en la primera fotopuerta, t_2 es el tiempo que tarda la bola en recorrer la distancia entre las dos fotopuertas, Δh es la distancia entre las dos fotopuertas.

Para el cálculo v_1 , la velocidad será igual al diámetro de la bola, D, dividido por el tiempo de interrupción de la primera fotopuerta, t_1 :

$$v_1 = D/t_1$$

Para sistemas fotopuerta Modelo PHGST08, cuando las dos fotopuertas están conectados al contador digital, después de que la bola pase a través de ambas fotopuertas, el contador digital mostrará el tiempo en pasar la bola por la segunda fotopuerta, así como, el tiempo transcurrido entre las fotopuertas 1 y 2 . Usando este método, los estudiantes pueden por lo tanto obtener la velocidad y el tiempo necesario t_2 en la ecuación anterior.

En el análisis anterior, estamos calculando la aceleración media entre las fotopuertas. Se supone que la aceleración de la gravedad se mantiene constante durante la distancia de caída libre, por lo que la aceleración media e instantánea debe ser la misma.

Debido al hecho de que la resistencia del aire está siendo despreciada, una vez la bola se libera del electroimán, el balance de energía de la bola se conserva.

La energía de la bola, inicialmente, está en reposo a una altura h_0 . Por lo tanto la energía es puramente potencial gravitatoria:

$$E_1 = mgh_1$$

Después de que la bola cae a la altura h_2 , con una velocidad (v_2) y la energía total es:

$$E_2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

Como la energía se conserva, $E_1 = E_2$, entonces:

$$v_2^2 = 2g(h_1 - h_2) = 2g\Delta h$$

Los estudiantes pueden calcular la gravedad “g” directamente usando la ecuación anterior, calculando la velocidad de la bola, (v_2) y midiendo ($h_1 - h_2$). La velocidad a cualquier altura se puede medir usando una fotopuerta, como se ha indicado anteriormente.

Material adicional requerido

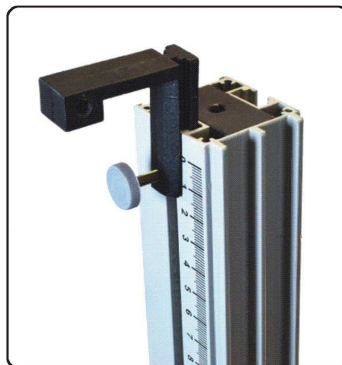
- Contador digital con fotobarreras (EISCO Mod. PHGST08)
- Fuente de alimentación CC
- 2 cables de conexión banana-banana. 4 mm

Montaje del kit:

1. Montar el perfil de aluminio a la base. Utilice la arandela y el tornillo, apriete completamente. Mire la siguiente figura.



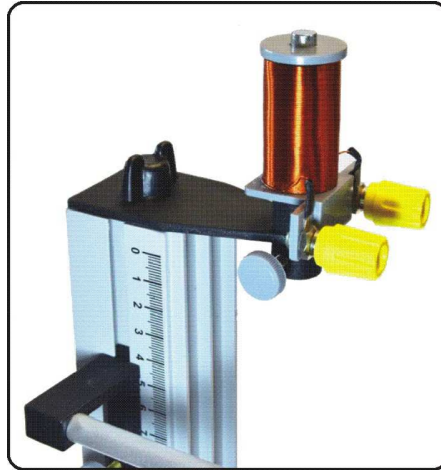
2. Deslice los fijadores por la ranura del perfil, según se indica en la siguiente imagen. Fije uno sobre el centro del perfil y el otro en la parte superior.



3. Atornille las varillas a los fijadores, completamente.



4. Fije el electroimán en la parte superior del perfil de aluminio, apriételo completamente.

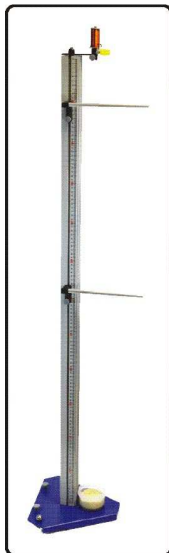


5. Afije las fotopuertas a las varillas. Colóquela tal y como aparece en la figura.



6. Conecte las fotopuertas al contador digital y consulte su guía de usuario.
7. Conecte el electroimán a una fuente de alimentación CC.
8. Coloque el receptor de la bola, abajo sobre la base.

9. Use los dos tornillos de nivelación en la base para asegurarse de que la columna esté completamente vertical.



Procedimiento

1. Encienda la fuente de alimentación de CC y ajustado a un voltaje mínimo (alrededor de 1-2 V debería ser suficiente), y ponga la esfera de metal bajo el electroimán, compruebe que se mantiene fija al electroimán.
2. Ajustar la primera fotopuerta, la bola estará justo por encima de la fotopuerta. Coloque la segunda fotopuerta a 40 cm por debajo de la primera, para ello utilice la escala milimetrada que incorpora el perfil de aluminio.
3. Encienda el contador digital y póngalo en modo “intervalo” para medir el tiempo de paso de la bola por la primera fotopuerta y el tiempo entre las dos fotopuertas.
4. Apague la fuente de alimentación CC, la bola se liberará y deberá pasar a través de las dos fotopuertas, para obtener (t_1) y (t_2). Anote estos valores en una tabla, junto con la distancia entre las puertas, Δh .
5. Repetir varias veces el ejercicio anterior, bajando la segunda fotopuerta, 10 cm cada nuevo ejercicio. Tome nota de los tiempos y desplazamientos en una tabla para cada ejecución.

Alternativamente, en base a la conservación de la energía de la bola en su caída libre, puede utilizar el contador digital con una sola fotopuerta.

1. Encienda la fuente de alimentación de CC y ajustado a un voltaje mínimo (alrededor de 1-2 V debería ser suficiente), y ponga la esfera de metal bajo el electroimán, compruebe que se mantiene fija al electroimán
2. Usando la escala milimetrada del perfil de aluminio, coloque la fotopuerta a 40 cm. por debajo de la bola.
3. Encienda el Contador digital. Seleccione el modo de medida de tiempo del paso de un objeto por una fotopuerta.
4. Apague la fuente de alimentación CC, la bola se liberará y deberá pasar a través de la fotopuerta, para obtener (t_1). Anote este valor en una tabla, junto con la distancia entre la posición inicial y la fotopuerta, Δh . En este caso sería 40 cm.
5. Repetir varias veces el ejercicio anterior, bajando la fotopuerta, 10 cm cada nuevo ejercicio. Tome nota de los tiempos y desplazamientos en una tabla para cada ejecución.

Análisis:

1. Para los datos registrados para cada ejecución utilizando las dos fotopuertas, calcula la aceleración de la gravedad usando la siguiente fórmula:

$$a = \frac{2}{t_2^2} (\Delta h - \frac{D}{t_1} t_2)$$

(a) es la aceleración de la gravedad. "g"

(D) es el Ø de la bola.

(t_1) es el tiempo que tarda la bola en pasar la primera fotopuerta

(t_2) es el tiempo que tarda la bola en pasar entre las dos fotopuertas

2. Calcule su aceleración media de la gravedad (a). Comparela con el valor a nivel del mar de $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. Calcule el error en su medida, con la siguiente fórmula:

$$\%error = \left| \frac{a - 9.81 \text{ m/s}^2}{9.81 \text{ m/s}^2} \right|$$

3. (Mediante el método de la conservación de la energía), para cada ejercicio realizado, calcula la gravedad mediante la siguiente fórmula:

$$a = \frac{v_2^2}{2\Delta h} = \frac{(D/t_2)^2}{2\Delta h}$$

(a) es la aceleración de la gravedad. “g”

(D) es el Ø de la bola.

(t₂) es el tiempo que tarda la bola en recorrer la distancia entre el electroimán y la fotopuerta (Δh)

NOTA: Para hacer todos los cálculos utilice el Sistema Internacional de Unidades

Calcule el error en su medida utilizando la fórmula antes indicada.