

CINEMÁTICA DE TRASLACIÓN II

EXPERIMENTO 1- Lanzamiento Horizontal

I ó OBJETIVO:

Comprobar que el lanzamiento de proyectiles es la superposición de dos movimientos: un movimiento a velocidad constante en la dirección horizontal y un movimiento de caída libre en la dirección vertical, mediante la determinación de la velocidad inicial del lanzamiento.

II ó TEORIA:

El lanzamiento horizontal es un caso particular del lanzamiento de proyectiles donde la velocidad inicial en el eje y es nula. En la figura 1 se muestra un esquema de la trayectoria descrita por una partícula lanzada con una velocidad inicial v_0 desde una altura y_0 .

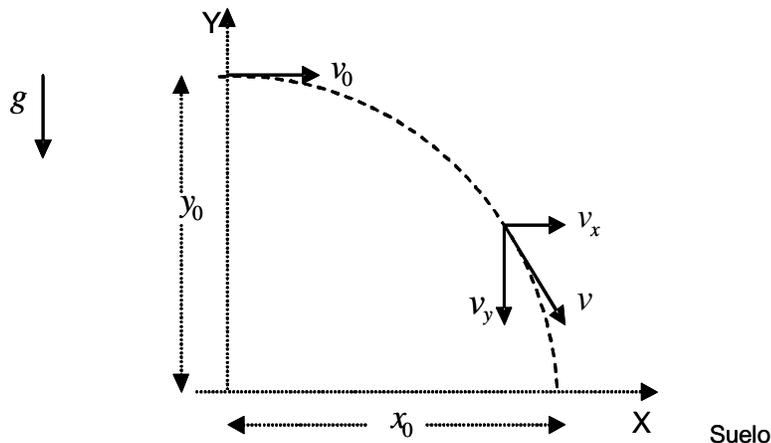


Fig. 1 Trayectoria de un proyectil

Desde el punto de vista físico, este movimiento se puede estudiar como la superposición de dos movimientos: uno con aceleración constante (dirección vertical) y otro con velocidad constante (dirección horizontal). Las ecuaciones de movimiento son:

Dirección Vertical:
$$y = y_0 - \frac{gt^2}{2} \quad (1)$$

Dirección Horizontal:
$$x = v_{0x} t \quad (2)$$

siendo y_0 la altura inicial de lanzamiento de la partícula en el instante $t = 0$ s , g la aceleración gravitatoria, v_{0x} es la velocidad inicial del proyectil y t es el tiempo.

La velocidad inicial del lanzamiento se puede determinar mediante la ecuación (2):

$$v_{ox} = \frac{x}{t} \quad (3)$$

Conociendo las condiciones para cuando la partícula llegue al suelo, es decir, el alcance horizontal ($x_{m\acute{a}x}$) y el tiempo máximo ($t_{m\acute{a}x}$), v_{0x} se podría calcular como:

$$v_{ox} = \frac{x_{m\acute{a}x}}{t_{m\acute{a}x}} \quad (4)$$

De la ecuación (1) se puede calcular el tiempo máximo como:

$$t_{m\acute{a}x} = \sqrt{2y_0/g} \quad (5)$$

Por lo que, si se precisa de la altura inicial del lanzamiento, restaría solamente conocer el alcance máximo de la partícula para determinar su velocidad inicial.

Una forma sencilla y práctica de registrar la posición de caída del proyectil (en nuestro caso, una esfera), consiste en colocar en el suelo una hoja de papel carbón encima de una hoja blanca. A partir de la marca dejada por el impacto de la esfera en el papel, se puede medir el alcance máximo del lanzamiento y en consecuencia, como se conoce $t_{m\acute{a}x}$, se puede calcular entonces la velocidad inicial del proyectil.

Para corroborar el calculo anterior, y por ende la validez de las ecuaciones para el movimiento de proyectiles, se puede calcular la velocidad de lanzamiento por un método alternativo. Dicho método consiste en determinar la velocidad instantánea de la esfera con un sensor de tiempo tipo foto-celda.

Por definición, la velocidad instantánea de un móvil viene dada por la expresión:

$$v_{inst} = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{x}{t} \quad (6)$$

Si t es bastante pequeño, se puede obtener una buena aproximación de la velocidad instantánea como:

$$v_{inst} = \frac{x}{t} \quad (7)$$

Un sensor de tiempo tipo foto-celda puede registrar lapso durante el cual se obstaculiza el haz de luz enviado desde el emisor hasta el receptor del dispositivo. Si el sensor se coloca justo en la posición de salida del proyectil, se puede medir el tiempo (t) durante el cual la esfera interrumpe el haz del sensor.

El diferencial de longitud (Δx) que obstruye el haz durante ese instante dado, depende de las dimensiones del móvil. Como en nuestro caso se trata de una esfera, dicho diferencial de longitud sería, como primera aproximación, igual al diámetro de la esfera. Sin embargo, como el haz del sensor no es una línea ideal, en el procedimiento se hacen ciertas correcciones para determinar exactamente el valor de Δx .

Una vez medidos los valores de x y de t , se puede calcular, mediante la ecuación (7), el valor de la velocidad instantánea en el punto de lanzamiento (v_{ox}), la cual deberá coincidir con el valor que se obtenga mediante la ecuación (4), dentro de las incertidumbres respectivas. Si ello es así, se comprueba, a través de este cálculo, la veracidad de las ecuaciones que rigen el lanzamiento de proyectiles.

III ó EQUIPO:

- Foto-celda (óTimerö digital) <ftp://ftp.pasco.com/Support/Documents/English/ME>
- Esfera metálica y rampa de aluminio
- Regla con escala milimétrica
- Papel carbón
- Nivel de burbuja o plomada

IV ó PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

1. Arme el sistema experimental cuyo esquema se muestra en la figura 2. Observe que la rampa se usa para que la esfera metálica adquiera la velocidad inicial de lanzamiento (V).

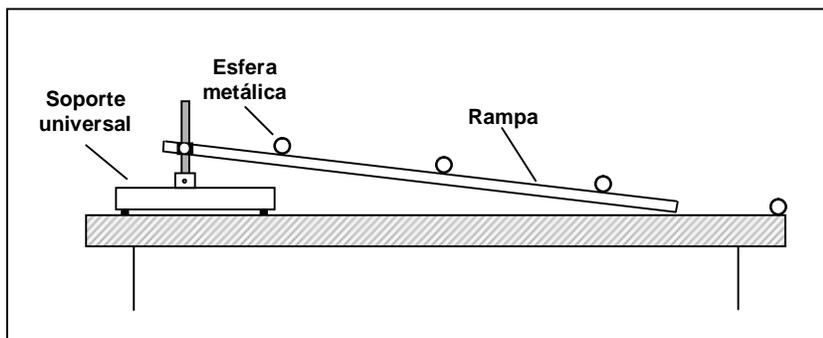


Figura 2. Montaje inicial para el experimento 1.

2. Mida la altura desde donde cae la esfera (y_o) y luego marque la proyección ortogonal del borde del mesón en el piso (es decir, el origen de coordenadas).
3. A partir de la ecuación (5), calcule el tiempo de caída de la esfera.
4. Libere la esfera desde el punto más alto de la pista y observe en el piso la posición donde cae la misma.
5. Coloque un trozo de papel carbón sobre una hoja blanca en el piso, a fin de registrar el alcance horizontal de la esfera.
6. Libere nuevamente la esfera desde el punto más alto de la pista, mida el alcance horizontal y calcule la velocidad inicial del proyectil (ecuación 4).
7. Disponga el sensor tipo foto-celda como se indica en la figura 3.

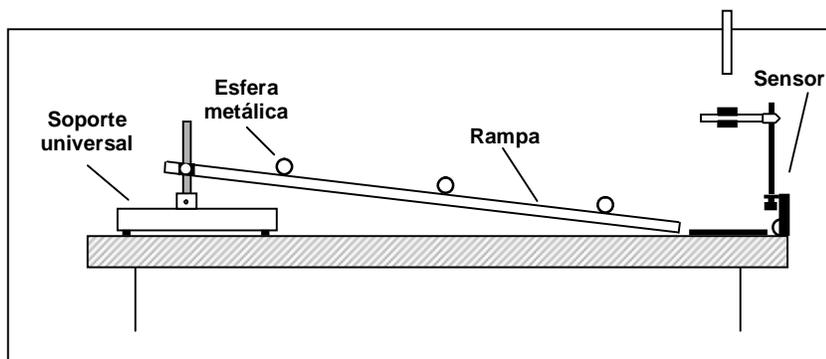


Figura 3. Ubicación de la fotocelda.

8. Conecte la foto-celda a la interfaz del sistema Science Workshop, encienda la interfaz e inicie el programa correspondiente.
9. Realice la conexión lógica del sensor a la interfaz (desplace el ícono del sensor al canal digital donde se conecto la foto-celda) y elija la opción foto-puerta y objeto sólido.
10. Accione el botón grabar, libere la esfera desde el punto inicial y registre el tiempo indicado por la foto-celda.
11. Mida el diámetro de la esfera y calcule la velocidad de lanzamiento de la esfera por este otro método (aplique la ecuación 7) y compare con el resultado del paso 6.
12. Libere varias veces la esfera desde su posición inicial, mida los respectivos alcances y Δt , y realice los cálculos correspondientes.
13. Elija otros puntos sobre la rampa y determine la velocidad de lanzamiento. Concluya.

V - DISCUSIÓN

¿Por qué el tiempo de vuelo es independiente de la velocidad de lanzamiento?

EXPERIMENTO 2. Velocidad en función del desplazamiento

I ó OBJETIVO:

Determinar la dependencia de la velocidad de un cuerpo como función del desplazamiento recorrido por el mismo a partir de su posición inicial.

II ó TEORIA:

Las ecuaciones (1), (2) y (3), describen el movimiento uniformemente acelerado de una partícula.

$$v_f = v_0 + at \quad (1)$$

Siendo v_0 la velocidad de la partícula en el instante $t = 0$ s

$$x_f - x_o = v_o t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (2)$$

$$v_f^2 = v_o^2 + 2 a (x_f - x_o) \quad (3)$$

En lugar de la investigación común de velocidad en función del tiempo, usted estudiará la velocidad como una función del desplazamiento recorrido por el cuerpo desde su punto de partida, como se describe en la Ec. (3).

Imponiendo como condición inicial que: $v_0 = 0$ para, $t_0 = 0$ s entonces la Ec.(3) se reduce:

$$v_f^2 = 2a (x_f - x_o) \quad (4)$$

Este experimento consiste en el estudio del movimiento de una esfera que rueda cuesta abajo por un plano inclinado. Para ello, se fija el desplazamiento que recorrerá la misma y se determina la velocidad final una vez que recorre este desplazamiento.

La determinación de la velocidad final de la esfera se realiza como el cociente: $(\Delta x / \Delta t)$, donde Δx es la distancia desde el punto en el que la esfera activa la foto celda hasta que la desactiva y Δt es el tiempo que tarda en recorrer Δx . Siendo esta velocidad final la velocidad instantánea en ese punto.

III ó EQUIPO:

- Foto celda (óTimer ó digital)
- Esfera de acero (1,3 cm de diámetro)
- Rampa de aluminio con canal central de 50 cm de longitud
 - Regla graduada

IV ó PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el arreglo experimental indicado en la figura 4.

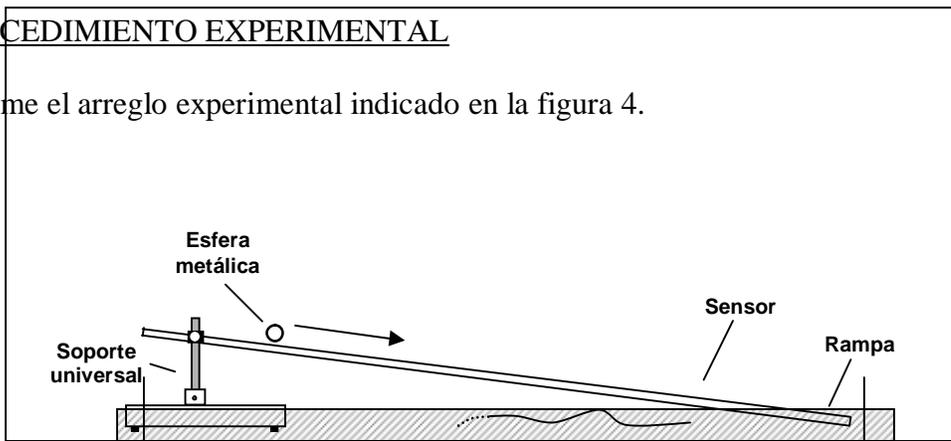




Figura 4. Montaje para el Experimento 2.

2. **Medición de x .** Mueva la esfera metálica a través de la foto-celda como se indica en la figura 5, para determinar los puntos de activación y desactivación del sensor (puntos ON y OFF del LED). Marque estos puntos y mida la distancia entre ellos (Δx). Determine el punto medio (P_m) de ese intervalo e identifíquelo sobre el riel.

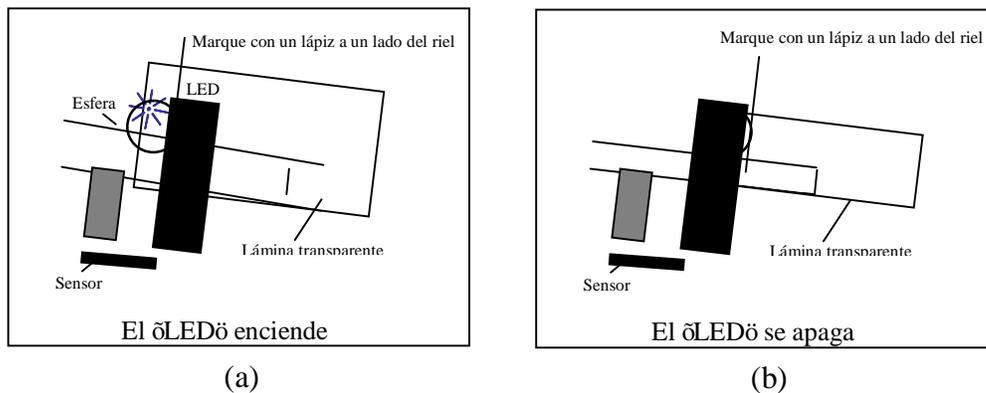


Figura 5. Puntos de activación (a) y desactivación (b) del sensor.

3. Si utiliza el Timer , seleccione la opción Gate y presione el botón Reset . Si utiliza el Science Workshop , configure el programa para una foto-celda y active la adquisición de datos.
4. Coloque la esfera metálica sobre la rampa unos 5,0 cm del punto medio, P_m , antes determinado. Libere la esfera y registre el tiempo indicado por la foto-celda.
5. Repita el proceso indicado en la parte 4 para los siguientes desplazamientos: 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45 y 50 cm.

DISCUSIÓN: Analice el efecto de la rotación sobre el movimiento de la esfera