

En esta demostración una pelota rueda en un plano inclinado ilustrando el movimiento con aceleración constante. Las luces colocadas en puntos cuidadosamente escogidos a lo largo del plano emiten destellos una vez por segundo, marcando la posición de la pelota a intervalos de un segundo.<sup>†</sup> El sistema se configura de manera que el primer destello ocurre en el tiempo  $t = 0$ , justo cuando se suelta la pelota. La *Figura 1* es una gráfica de la posición  $x$  de la pelota contra el tiempo  $t$ . Encontrando la diferencia entre posiciones para dos intervalos sucesivos de tiempo de un segundo, obtenemos la velocidad media de la pelota como función del tiempo y la graficamos en la *Figura 2*. Usando valores  $x(t)$  medidos a intervalos de tiempo de un segundo, vemos que

$$\begin{aligned} \Delta x_1 &= x(1) - x(0) = x(1) & v_1 &= \frac{\Delta x_1}{1s} \\ \Delta x_2 &= x(2) - x(1) & v_2 &= \frac{\Delta x_2}{1s} \\ \Delta x_3 &= x(3) - x(2) & v_3 &= \frac{\Delta x_3}{1s} \\ \Delta x_4 &= x(4) - x(3) & v_4 &= \frac{\Delta x_4}{1s} \end{aligned}$$

Encontrando la diferencia entre velocidades para dos intervalos de tiempo de un segundo, obtenemos la aceleración como función del tiempo y la graficamos en la *Figura 3*.

$$\begin{aligned} \Delta v_1 &= v_2 - v_1 & a_1 &= \frac{\Delta v_1}{1s} \\ \Delta v_2 &= v_3 - v_2 & a_2 &= \frac{\Delta v_2}{1s} \\ \Delta v_3 &= v_4 - v_3 & a_3 &= \frac{\Delta v_3}{1s} \end{aligned}$$

<sup>†</sup> Sutton, *Demonstration Experiments in Physics*, Demonstration M-77, Timed-interval Inclined Plane, página 39

Al graficar los valores de  $x$  contra  $t$ , debemos tener cuidado de graficar cada valor en el centro del intervalo de tiempo cubierto. Así,  $v_1$  se grafica en  $t=1/2s$ ,  $v_2$ , en  $t=1\frac{1}{2}s$ ,  $a_1$ , en  $t=1s$ ,  $a_2$ , en  $t=2s$ , y así sucesivamente, como se indica en la *Tabla I*.

Para este caso la aceleración  $a$  es constante, de manera que la velocidad  $v$  aumenta linealmente con el tiempo,

$$v = at$$

y la posición de la pelota aumenta cuadráticamente con el tiempo, de modo que la gráfica de la posición contra el tiempo es una parábola:

$$x = \frac{1}{2} at^2$$

*Tabla I*

$t$ (sec)	$x$ (unidades)	$v$ (unidades/s)	$a$ (unidades/s <sup>2</sup> )
0.0	0		
0.5		1	
1.0	1		2
1.5		3	
2.0	4		2
2.5		5	
3.0	9		2
3.5		7	
4.0	16		

**Equipo**

---

1. Riel inclinado con luces colocadas a una, cuatro, dieciséis, y veinticinco unidades, con aditamento para atrapar la pelota en el extremo del riel.
2. Un mecanismo de liberación de la pelota y medición del tiempo que permita que el descenso de la pelota comience en el momento justo en que se produzca el primer destello de las luces al unísono.
3. Una pelota de acero.
4. Tiras magnéticas de longitudes apropiadas para mostrar todos los valores de  $x$ 's,  $\Delta x$ 's y  $\Delta v$ 's.
5. Fondo ferroso para exhibición gráfica de las tiras.

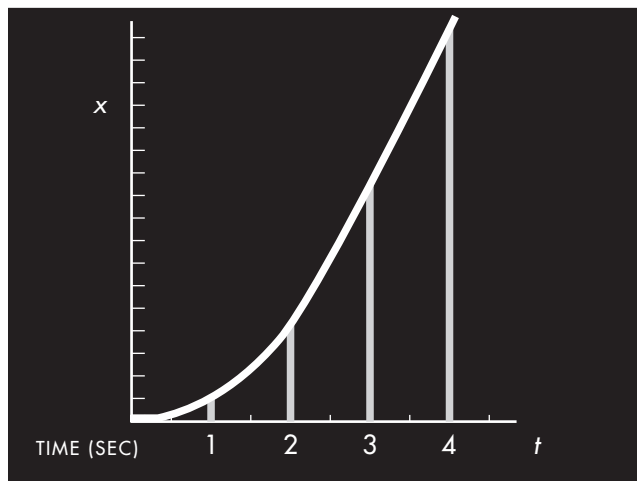


Figura 1

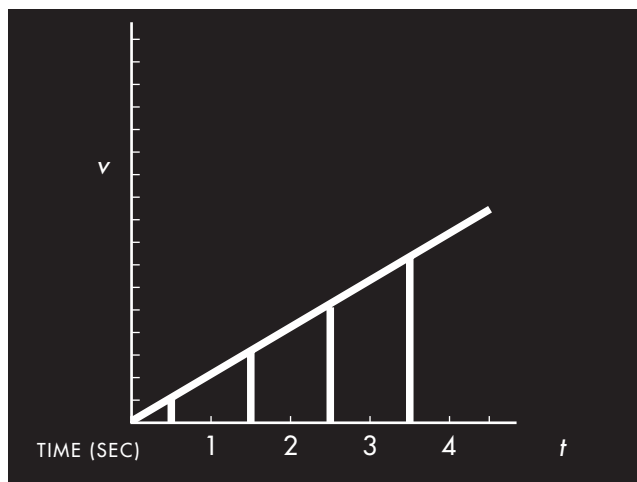


Figura 2

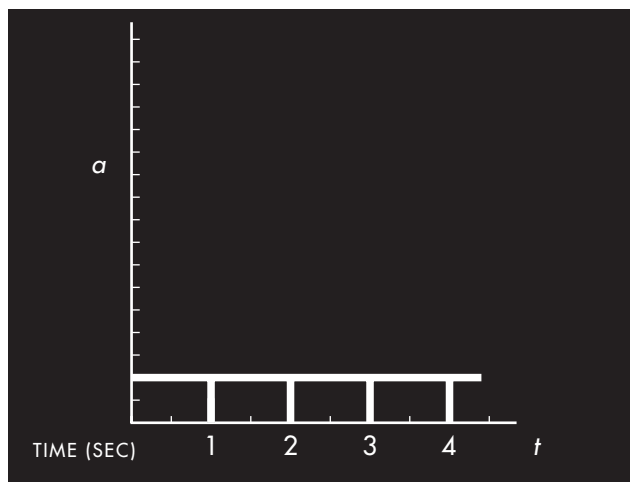


Figura 3

Se usará una pelota que rueda hacia abajo por un largo plano inclinado para mostrar cómo cambian su posición, velocidad y aceleración a medida que desciende por el plano.

Los cinco focos colocados a lo largo del riel se encienden simultáneamente una vez por segundo.

Mientras la pelota rueda hacia abajo, está directamente encima de cada uno de los focos justo cuando se encienden. Esto nos da un registro de las posiciones de la pelota a intervalos de un segundo.

Ésta es la distancia recorrida por la pelota en el primer segundo.

Ésta es la distancia recorrida por la pelota en los primeros dos segundos.

Tres segundos.

Cuatro segundos.

Vamos a poner estas distancias en la gráfica para llevar un registro de la posición contra el tiempo.

¿Cambia la posición linealmente con el tiempo?

En seguida graficaremos la velocidad promedio de la pelota durante cuatro intervalos diferentes para ver cómo varía la velocidad mientras la pelota rueda hacia abajo por el plano. La pelota recorrió esta distancia durante el primer segundo.

Recorrió esta distancia durante el siguiente segundo.

Ésta durante el tercer segundo.

El cuarto segundo.

Esto nos da una gráfica de cómo depende la velocidad de la pelota del tiempo.

¿Aumenta linealmente la velocidad?

Ahora graficaremos los cambios de la velocidad contra el tiempo, graficando las diferencias entre las velocidades sucesivas.

¿Qué nos dice esto sobre la aceleración de la pelota?

La aceleración es constante.