

## Lanzamiento de la Pelota

Cuando un malabarista lanza la pelota directamente hacia arriba, la pelota se frena hasta que alcanza el punto más alto de su trayectoria. Después la pelota se acelera en su camino de regreso hacia abajo. El gráfico de su velocidad *vs.* tiempo debe mostrar esos cambios. ¿Hay algún patrón matemático de los cambios de velocidad? ¿Cuál es el patrón de comportamiento del gráfico posición *vs.* tiempo? ¿Qué apariencia tendría el gráfico de aceleración *vs.* tiempo?

En este experimento, usarás un Detector de Movimiento para tomar datos de posición, velocidad, y aceleración de una pelota lanzada verticalmente hacia arriba. El análisis de los gráficos de este movimiento responderá las preguntas hechas arriba.

### OBJECTIVOS

- Recolectar datos de posición, velocidad, y aceleración de la pelota viajando verticalmente hacia arriba y hacia abajo.
- Analizar los gráficos de posición *vs.* tiempo, velocidad *vs.* tiempo y aceleración *vs.* tiempo.
- Determinar las ecuaciones del mejor ajuste para los gráficos de posición *vs.* tiempo y velocidad *vs.* tiempo.
- Determinar la aceleración media del gráfico aceleración *vs.* tiempo.

### MATERIALES

computador  
interfaz Vernier para computador  
Logger *Pro*

Detector de Movimiento Vernier  
Pelota de voleibol o básquetbol  
Cesto de alambre

### PREGUNTAS PRELIMINARES


1. Reflexiona sobre los cambios en el movimiento de una pelota mientras sube y baja verticalmente. Realiza un dibujo de tu predicción para el gráfico de posición *vs.* tiempo. Describe en palabras lo que significa dicho gráfico.
2. Haz un dibujo de tu predicción para el gráfico de velocidad *vs.* tiempo. Describe en palabras lo que significa dicho gráfico.
3. Haz un dibujo de tu predicción para el gráfico de aceleración *vs.* tiempo. Describe en palabras lo que significa dicho gráfico.

### PROCEDIMIENTO



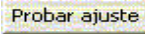
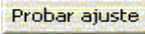
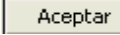

1. Conecta el Detector de Movimiento Vernier al canal DIG/SONIC 1 de la interfaz.
2. Coloca el Detector de Movimiento en el suelo y protégelo colocándole encima un cesto de alambre.
3. Abre el archivo “06 Lanzamiento de la Pelota” en la carpeta *Física con Computadores*.


## Experimento 34

---

- En este paso, lanzarás la pelota verticalmente hacia arriba sobre el Detector de Movimiento y dejarás que caiga de regreso sobre él. Este paso puede requerir de alguna práctica. Sujeta la pelota directamente sobre el Detector de Movimiento a unos 0.5 m del mismo. Haz clic en  para iniciar la recolección de datos. Notarás un sonido intermitente del Detector de Movimiento. Espera un segundo y lanza la pelota verticalmente hacia arriba. Asegúrate de sacar tus manos hacia fuera una vez que sueltas la pelota. Un lanzamiento de 0.5 sobre el Detector de Movimiento es suficiente. Obtendrás mejores resultados si capturas y sujetas la pelota cuando está a 0.5 m aproximadamente sobre el Detector de Movimiento.
- Examina el gráfico de posición vs. tiempo. Repite el Paso 4 si tu gráfico de posición vs. tiempo no muestra una región con cambio suave de la posición. Consulta a tu profesor si no estás seguro de cuando necesitas repetir la toma de datos.

## ANÁLISIS

- Imprime o dibuja los tres gráficos de movimiento. Los gráficos que has registrado son muy complejos y es importante identificar diferentes regiones en cada gráfico. Haz clic en el botón Examinar  y mueve el puntero a lo largo de los gráficos para responder a las siguientes preguntas. Registra tus respuestas directamente en los gráficos impresos o dibujados.
  - Identifica la región donde la pelota está siendo lanzada pero aún está en tus manos:
    - Examina el gráfico velocidad vs. tiempo e identifica esta región. Etiquétala.
    - Examina el gráfico aceleración vs. tiempo e identifica esta región. Etiquétala.
  - Identifica la región donde la pelota está en caída libre:
    - Etiqueta la región en cada gráfico donde la pelota estaba en caída libre y subiendo.
    - Etiqueta la región en cada gráfico donde la pelota estaba en caída libre y bajando.
  - Determina la posición, velocidad y aceleración en puntos específicos.
    - En el gráfico velocidad vs. tiempo, determina dónde la pelota tuvo su máxima velocidad, justo cuando se liberó la pelota. Marca el punto y registra su valor en el gráfico.
    - En el gráfico posición vs. tiempo, localiza la altura máxima que alcanzó la pelota. Marca el punto y registra su valor en el gráfico.
    - ¿Cuál era la velocidad de la pelota en el punto más alto de su movimiento?
    - ¿Cuál era la aceleración de la pelota en el punto más alto de su movimiento?
- El movimiento de un cuerpo en caída libre se modela con  $y = v_0t + \frac{1}{2}gt^2$ , donde  $y$  es la posición vertical,  $v_0$  es la velocidad inicial,  $t$  es el tiempo y  $g$  es la aceleración de la gravedad ( $9.8 \text{ m/s}^2$ ). Esta es una ecuación cuadrática cuyo gráfico es una parábola. Tu gráfico posición vs. tiempo debe ser parabólico. Para ajustar a tus datos una ecuación cuadrática, haz clic y arrastra el puntero a través de la porción del gráfico posición vs. tiempo que es parabólica, destacando la porción de caída libre. Haz clic en el botón Ajustar Curvas , selecciona ajuste Cuadrático de la lista de modelos  y haz clic en . Examina el ajuste de la curva a tus datos y haz clic en  para retornar al gráfico principal. ¿En qué medida se parece  $\frac{1}{2}g$  con el coeficiente del término  $t^2$  en la curva de ajuste?
- El gráfico de velocidad vs. tiempo debe ser lineal. Para ajustar una recta a estos datos, haz clic y arrastra el puntero a través de la región de caída libre del movimiento. Haz clic en el botón Ajuste Lineal . ¿En qué medida se acerca el coeficiente del término  $t$  en el ajuste al valor aceptado para  $g$ ?

4. El gráfico de aceleración vs. tiempo debe tener una apariencia, más o menos, de una constante. Haz clic y arrastra el puntero a través de la sección de caída libre del movimiento y haz clic en el botón Estadísticas . ¿En qué medida el valor medio de la aceleración se acerca a los valores de  $g$  obtenidos en los Pasos 2 y 3?
5. Escribe una lista de algunas razones que justifiquen el por qué tus valores de aceleración de la pelota pueden ser diferentes al valor aceptado de  $g$ .

## **EXTENSIONES**

1. Determina la consistencia de tus valores de aceleración y compara tus mediciones de  $g$  con el valor aceptado de  $g$ . Haz esto repitiendo el experimento del lanzamiento de la pelota cinco veces más. Cada vez ajusta una recta a la porción de caída libre del gráfico de velocidad y registra la pendiente de dicha recta. Promedia las seis pendientes para encontrar un valor final de tus mediciones de  $g$ . ¿La variación en tus seis mediciones explican alguna discrepancia entre tu valor promedio y el valor aceptado de  $g$ ?
2. La pelota utilizada en este laboratorio es lo suficientemente grande y ligera para que la fuerza de empuje y la resistencia del aire puedan afectar la aceleración. Realiza las mismas técnicas de ajuste de curva y análisis estadístico, pero esta vez analiza cada mitad del movimiento separadamente. ¿Cómo se compara la recta ajustada para el movimiento hacia arriba con la del movimiento hacia abajo? Explica las diferencias.
3. Realiza el mismo laboratorio usando una pelota de playa u otra grande y muy ligera. Mira las preguntas del #2 arriba.
4. Utiliza una pelota más densa y pequeña, donde la fuerza de empuje y la resistencia del aire no constituyan un factor importante. Compara los resultados con los que obtuviste con la pelota más grande y menos densa.
5. En lugar de lanzar la pelota hacia arriba, deja caer una pelota y permite que rebote en el suelo. (Coloca el Detector de Movimiento por encima de la pelota.) Predice la apariencia que tendrán los tres gráficos, luego analiza los gráficos resultantes con las mismas técnicas que usaste anteriormente en esta actividad.

