

### Choque.

**Tema:** Impulso y variación del Momentum (cantidad de movimiento, ímpetu) en un choque.

**Objetivos:** Comparar los resultados obtenidos al medir variación del momentum con la representación de la fuerza en función del tiempo usando interfase SW 750.

### Marco teórico:

Partiendo de la segunda ley de Newton la fuerza puede expresarse como el cambio, en el tiempo, de la cantidad de movimiento, de la siguiente manera:

$$\vec{F} = \frac{\Delta m \vec{v}}{\Delta t}.$$

De aquí puede concluirse que el impulso (la fuerza multiplicada por el intervalo de tiempo) es igual al cambio del momentum.

$$\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta m \vec{v}$$

Para una fuerza que cambia en el tiempo, se puede escribir:

$$\vec{F} \cdot dt = d(m \vec{v}) = d \vec{p}$$

en donde  $\vec{p} = m \vec{v}$ .

En un choque, el cambio del momentum puede expresarse integrando a lo largo del tiempo que dura el choque. Esto es, entre las condiciones iniciales ( $\vec{p}_i$  en el tiempo  $t_i$ ) y las condiciones finales ( $\vec{p}_f$  en el tiempo  $t_f$ ):

$$\int_{t_i}^{t_f} \vec{F} \cdot dt = \int_{p_i}^{p_f} d \vec{p}$$

el lado izquierdo de esta expresión es el impulso  $\vec{J}$ , y el lado derecho el cambio del ímpetu  $\vec{p}_f - \vec{p}_i$ . Se puede escribir entonces que:

$$\vec{J} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F} \cdot dt,$$

y

$$\vec{p}_f - \vec{p}_i = \int_{p_i}^{p_f} d \vec{p},$$

por lo tanto:

$$\vec{J} = \vec{p}_f - \vec{p}_i$$

Esta última ecuación es el enunciado matemático del *teorema del Impulso y la variación de la cantidad de movimiento*, que, para el caso de una partícula, se enuncia de la siguiente manera:

*El impulso de la fuerza neta que actúa sobre una partícula durante un intervalo de tiempo determinado es igual al cambio en el ímpetu de la partícula durante ese intervalo.*

Por otro lado se puede interpretar el Impulso, que matemáticamente se expresa por una integral de  $F$  en función de  $t$ , como el área bajo la curva  $F(t)$ . Usamos esta idea para realizar una comparación.

### Propuesta de trabajo:

Se procura medir el impulso aplicado a un carrito moviéndose por una pista durante una colisión, al mismo tiempo se efectúan mediciones que permiten calcular el ímpetu antes y después del impacto, para comparar estos valores entre sí, verificando el Teorema antes enunciado.

Se propone utilizar un sensor de fuerza para medir el impulso sobre el carrito, recolectando los datos con una interfase conectada a una PC. El programa que puede efectuar esta recolección de datos es el **Data Studio**. Este programa puede registrar la fuerza del impacto.

El programa puede mostrar los datos leídos en una tabla, efectuar la gráfica de  $F(t)$  correspondiente y luego calcular el impulso efectuando la integral de la fuerza en función del tiempo.

### Equipamiento e instalación:

- 1.- Instale la pista sobre una superficie horizontal nivelada. Mida la masa del carrito a usar y estime la velocidad previa al impacto de modo que la máxima fuerza de impacto sobre el sensor de fuerza sea entre 15 y 20 N. Esta velocidad es, en general, baja.
- 2.- Instalar el sensor de fuerza de modo que sea el paragolpes con resorte el que entre en contacto con el sensor de fuerza (ver figura)
- 3.- Conecte la ficha DIN de 5 pines del cable del sensor de fuerzas al canal analógico A. Calibre el Sensor de Fuerza usando el programa *Data Studio*.
- 4.- Coloque el Timer con su barrera infrarroja a los efectos de medir el tiempo de paso del carrito antes del choque y después del choque. Colocar en el carrito la placa interruptora del haz infrarrojo (bandera) de modo de

que en su paso la interrupción sea efectuada por el sector opaco de aproximadamente 5 cm. Estos datos nos servirán para calcular las velocidades antes y después del choque.

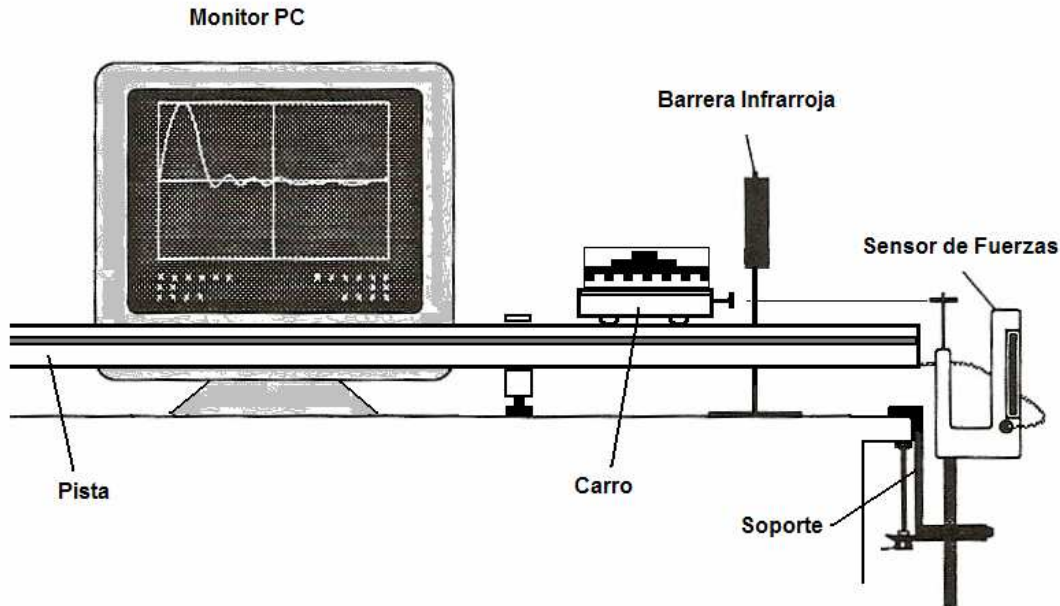


Figura 1. Instalación de los elementos.

### Medición de Impulso y velocidad.

1.- Para medir el impulso durante el choque y la velocidad antes y después del impacto ejecute el programa Data Studio, cuyo ícono se encuentra en el escritorio de la PC. Se abrirá el programa y un cuadro de bienvenida con cuatro opciones. Seleccionar “Open Activity” (Abrir Actividad).

2.- Aparece el cuadro de diálogo “Abrir”, con una lista de carpetas y archivos. Seleccionar el archivo “Choque.ds” La pantalla se verá como se muestra en la figura a la derecha.

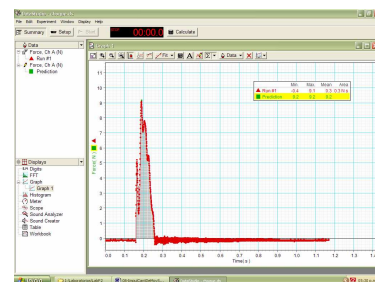


FIGURA 2. Pantalla del Experimento

3.- Encienda el Timer seleccionando el modo GATE, para medir el tiempo en el cual el haz está interrumpido. Coloque la llave MEMORY en ON, para guardar el tiempo al pasar antes de chocar, y retenerlo en el display, mientras sigue contando en la segunda interrupción al volver después del impacto. Luego de registrar el primer tiempo, se puede leer la suma de los dos tiempos llevando la llave MEMORY a la posición OFF.

**4.-** Por su parte el programa en la PC empieza el registro de datos manualmente mediante la tecla 'enter' del teclado, o el botón "start" seleccionado con el ratón. Lo mismo vale para detener el registro de datos ya iniciado. En el caso de usar el ratón se debe picar en la tecla "stop". Debido a que este registro se inicia y detiene manualmente se hace necesario coordinarlo con el lanzamiento del carrito contra el sensor de fuerzas. Haga varios ensayos antes de quedarse con una colección definitiva de mediciones.

**5.-** Puede calcularse la velocidad y momentum antes y después del impacto usando mediciones de longitud y masa del carrito. El cambio de momentum está dado por:

$$\begin{aligned}\Delta \text{momentum} &= \text{momentum final} - \text{momentum inicial} = \\ &= m v_f - m v_i\end{aligned}$$

en donde los subíndices  $i$  y  $f$  se refieren a las condiciones iniciales y finales respectivamente. Puesto que las dos cantidades de movimiento son vectorialmente opuestas, la magnitud del cambio es la suma:

$$\Delta \text{momentum} = m v_f + m v_i$$

**6.-** Una vez realizado el experimento, registrar los tiempos antes y después (time#1 y time #2). Use estos tiempos y la longitud del carrito o de la "bandera" que interrumpe el haz infrarrojo para calcular la velocidad antes y después del impacto. Luego calcule el cambio en el momentum del carrito y realice la propagación de errores correspondiente.

**7.-** Por su parte la pantalla de la PC debe mostrar la gráfica de  $F$  vs  $t$ . El cambio de la cantidad de movimiento es igual al impulso recibido por el carrito durante el impacto. Este impulso está dado por la integral de la curva  $F$  vs  $t$ , que gráficamente está representado por el área debajo de ella.

**8.-** Para obtener el área debajo de la curva, usando el programa, asegúrese que la gráfica empieza a crecer desde el valor 0 [N]. Luego, con el ratón, vaya al botón sumatoria ( $\Sigma$ ) en la parte superior del cuadro de gráfico. La flecha pequeña de este botón muestra varias opciones. Seleccionar "Area". Se sombreada el área bajo la curva y se indicará el valor de la integral en las unidades correspondientes. Registre el valor de la integral y realice un análisis de errores para este resultado.

9.- Compare el cambio del momentum con el valor del impulso y exprese la diferencia porcentual.

**Valores a registrar:**

Longitud de "bandera"		m	Masa		Kg
Tiempo antes		s	Tiempo después		s
Velocidad antes		m/s	Velocidad después		m/s
Momentum antes		Kg m/s	Momentum después		Kg m/s
Cambio del momentum		Kg m/s	Integral $F$ vs $t$ .		N.s

-----