
Práctica de Colisiones

Práctica de Colisiones; objetivos	2
Pre - requisitos para realizar la práctica	2
Bibliografía recomendada en referencia al modelo teórico	2
Competencias a desarrollar por el alumno	2
Introducción teórica	2
“Estudio de conservación de magnitudes en una colisión unidimensional utilizando sensores de posición y de fuerza”	3
Desarrollo de la práctica	3
Materiales a utilizar	3
Procedimiento y recomendaciones en el desarrollo de la práctica	3
Precauciones	5
ANEXO	6
Sensores	6
Cómo armar el dispositivo	6
Cómo configurar el programa de adquisición de datos	6
Ajuste del sensor de posición	7
Ajuste del sensor de fuerza	7
¿Cómo tomar datos?	7
Cómo guardar los datos	8
“Estudio de conservación de magnitudes para una colisión en dos dimensiones utilizando una mesa de vidrio”	9
Desarrollo de la práctica	9
Materiales a utilizar	9
Procedimiento y recomendaciones en el desarrollo de la práctica	9
Comentario adicional (Propuesta no obligatoria)	11
“Estudio de conservación de magnitudes en una colisión utilizando una rampa”	13
Prerrequisito, resolver por escrito y entregar el día de la práctica: "Ejercicio de cinemática"	13
Desarrollo de la práctica	13
Materiales a utilizar	13
Procedimiento y recomendaciones en el desarrollo de la práctica	13
Análisis de resultados y conclusiones	15
“Estudio de conservación de la cantidad de movimiento utilizando un péndulo balístico”	16
Prerrequisito, resolver por escrito y entregar el día de la práctica	16
Desarrollo de la práctica	16
Materiales a utilizar	16
Procedimiento y recomendaciones en el desarrollo de la práctica	16
Análisis de resultados y conclusiones	17

d

Estudio de la conservación de magnitudes físicas para una colisión:

- ✓ Sobre un riel utilizando sensores de posición y de fuerza
- ✓ En dos dimensiones sobre una mesa de vidrio
- ✓ Utilizando una rampa
- ✓ Utilizando un péndulo balístico

Pre - requisitos para realizar la práctica

Sistema de partículas. Conceptos y propiedades.
Teoremas de conservación para un sistema de partículas.
Lectura de la guía de laboratorio.
Estimación de errores y su cálculo en mediciones.

Bibliografía recomendada con referencia al modelo teórico

Ver bibliografía indicada en la página de la materia.

<http://www.fi.uba.ar/materias/6201/bibliografia.htm>

Se sugiere consultar:

Ingar V., Kraushaar W., Introducción al estudio de la mecánica, materia y ondas, España, Reverté, 1973.

Competencias que el alumno puede desarrollar

- ✓ Estimar las fuentes de error en la realización de mediciones.
- ✓ Adquirir habilidades para la medición con sensores.
- ✓ Analizar los datos a través de planillas de cálculo y gráficos.
- ✓ Adoptar criterios para la selección de datos.
- ✓ Usar e interpretar líneas de tendencia.
- ✓ Proponer mejoras en el desarrollo de trabajos experimentales.
- ✓ Trabajar en grupo
- ✓ Contrastar los datos experimentales con el modelo teórico.

Introducción teórica

Desarrollar la introducción con la orientación de la siguiente propuesta.

- ✓ Expresión de la ley fundamental de la dinámica de las traslaciones para un sistema de partículas. Análisis de cada magnitud y su posible variación.
- ✓ Representación gráfica del módulo de la fuerza debida a la interacción en un choque, sobre uno de los cuerpos, respecto del tiempo. ¿Qué datos se pueden obtener del gráfico?
- ✓ ¿Las fuerzas interiores en un sistema de partículas pueden realizar trabajo distinto de cero? Ejemplificar.
- ✓ Definición de energía cinética para un sistema de partículas y análisis de su conservación.
- ✓ Clasificación de choques y definición de coeficiente restitución.

✓ **“Estudio de conservación de magnitudes en una colisión unidimensional utilizando sensores de posición y de fuerza”**

Desarrollo de la práctica

Materiales a utilizar

- ✓ Móviles Pasco ME-9554
- ✓ Sensor de posición Pasco CI-6742
- ✓ Sensor de fuerza Pasco CI-6537
- ✓ Interfase de adquisición de datos Pasco 750
- ✓ Carril
- ✓ Nivel
- ✓ Computadora
- ✓ Balanza

Procedimiento y recomendaciones en el desarrollo de la práctica

En esta práctica se estudiará la conservación de la cantidad de movimiento durante una colisión entre dos carros sobre un carril. Se medirán las velocidades de los carros usando sensores de posición y el impulso de la fuerza entre los móviles con un sensor de fuerza (ver “Anexo 1: Sensores”).

La experiencia consiste en lanzar los carros para que choquen entre sí. Se deberá analizar:

- ✓ Variación de la cantidad de movimiento del sistema formado por los dos carros durante la colisión.
- ✓ Variación de la energía cinética del sistema formado por los dos carros durante la colisión.
- ✓ Variación de la cantidad de movimiento de uno de los carros y compararlo con el impulso de la fuerza interna durante la colisión.

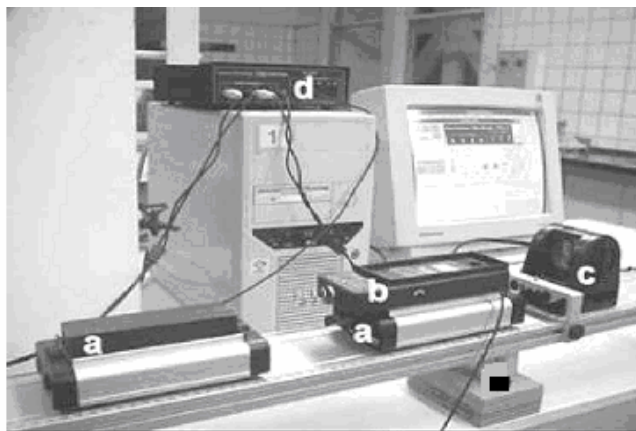


Figura 1 - (a) móviles Pasco ME-9554, (b) sensor de fuerza Pasco CI-6537 (c) uno de los sensores de posición Pasco CI-6742, (d) interface de adquisición de datos Pasco 750.

Medir la masa de cada móvil (tener en cuenta que en uno de los carros está incluido el sensor de fuerza).

Para obtener las velocidades de los móviles antes y después del choque a partir de los datos de posición y tiempo se sugiere:

OP1: Utilizar una función del programa "Science Workshop" donde se calcula la velocidad en función del tiempo de cada móvil.

OP2: Utilizar los datos de posición en función del tiempo y obtener las velocidades calculando pendientes.

En las Figura 2 y Figura 3 se muestran ejemplos de los gráficos que se pueden obtener a partir de los datos (también se pueden obtener en forma de tabla)

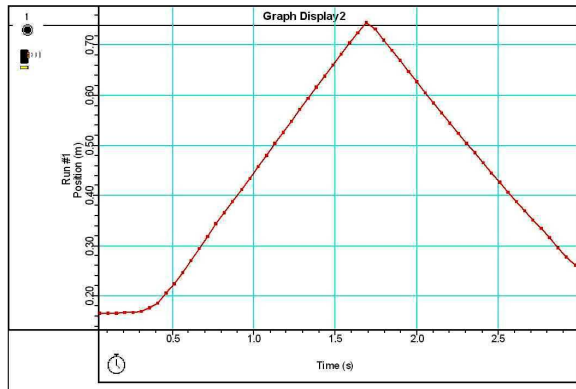


Figura 2

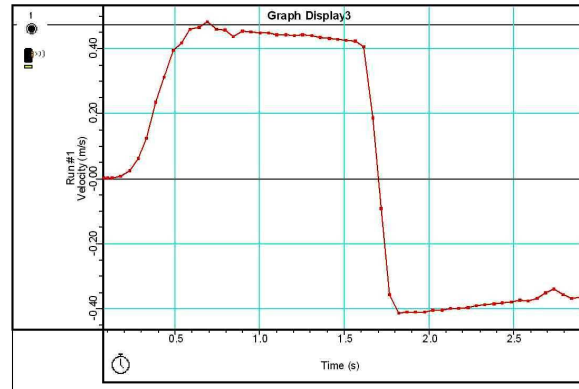


Figura 3

Figura 4-Gráfico de posición de un carrito en función del tiempo; Figura 5- Gráfico de velocidad de un carrito en función del tiempo.

IMPORTANTE

Tener en cuenta que, dado que los sensores miden posiciones, se deberá unificar el sistema de coordenadas cambiando el signo de la velocidad de uno de los móviles.

Preguntas

- ✓ ¿Qué es más conveniente: medir directamente sobre el gráfico o utilizar las tablas?
¿Por qué?
- ✓ ¿En qué casos convendría presentar los datos como tablas y en cuáles como gráfico?
Ventajas y desventajas.
- ✓ En el gráfico de posición en función del tiempo, para cada carro, se puede observar el instante del choque, quedando así dos zonas claramente delimitadas: una a la izquierda de ese instante y otra a la derecha. ¿Se pueden aproximar la totalidad de los puntos del gráfico con una misma curva? ¿Por qué? ¿Qué tipo de curva corresponde a cada tramo?
- ✓ ¿Utilizan todos los puntos medidos o sólo algunos? ¿Cuáles? ¿Con qué criterio seleccionan los puntos más representativos? ¿Qué sucede con los valores medidos mucho antes y mucho después del choque?

Para obtener el impulso de la fuerza entre los carros, a partir de la medición de la fuerza en función del tiempo, se sugiere:

OP1: Utilizar una función del programa "Science Workshop" para calcular el área bajo la curva.

OP2: Resolver la integral con algún método propuesto por el grupo (por ejemplo: estimando el área debajo de la curva; aproximar la medición a una función e integrar dicha función; etc.)

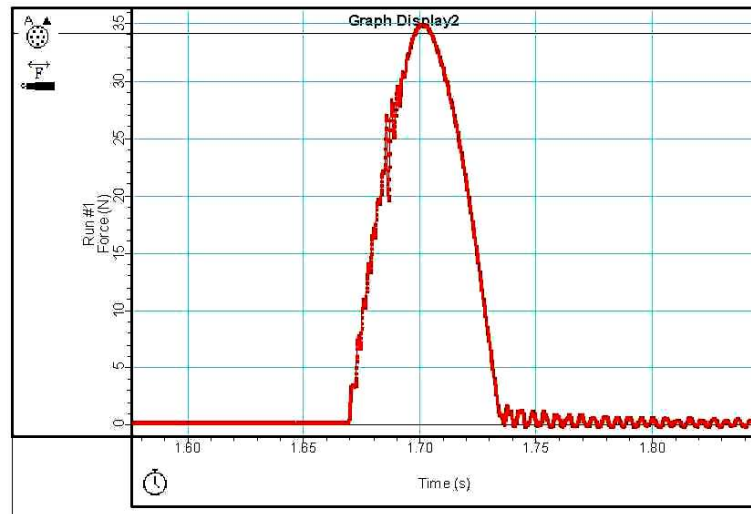


Figura 6 - Gráfico de fuerza entre los carros en función del tiempo

Pregunta

✓ ¿Cómo estiman las incertezas de las magnitudes medidas?

Precauciones

Cuidados: Evitar golpes y movimientos bruscos al lanzar el carro para no dañar el equipo.

ANEXO.**Sensores**

El sensor de posición es un instrumento que mide la distancia a la que se encuentra el objeto más cercano (cada sensor medirá la distancia de uno de los móviles) a partir de una señal de ultrasonido que emite con cierta frecuencia (se puede programar). Emite una onda sonora que se refleja en el carro y es detectada por el sensor con un retardo que permite calcular la posición del carro punto a punto. Estos datos son transmitidos a una interfase, la cual traduce la señal a un valor de voltaje que puede ser procesado por un software en la PC.

El software se llama "Workscience" y es el que nos permite visualizar, los valores captados por los sensores, en forma de grafico o tabla.

El sensor de fuerza es un instrumento que mide la fuerza (en función del tiempo) a la que se lo somete a partir de la compresión de un resorte que contiene.

Cómo armar el dispositivo

1. Instalar el carril. Nivelarlo para que quede horizontal. Verificar que los móviles se mantienen en reposo cuando se los deja libres sobre el carril.
2. Preparar los carros:
A uno sujetarle el sensor de fuerza, utilizando los tornillos. Poner al sensor de fuerza el accesorio resorte.
Al otro sensor colocarle una pesa sobre la cual golpee el resorte.
3. Conectar el sensor de fuerza al canal analógico.
4. Instalar en los extremos del carril los sensores de movimiento y conectarlos a las entradas digitales. Recordar que las fichas amarillas deben conectarse a las entradas 1 y 3 (y éstas serán las referencias para acceder a los respectivos datos).

Cómo configurar el programa de adquisición de datos

Ejecutar el Science Workshop (la pantalla se muestra en la Figura 7) y seguir los siguientes pasos:

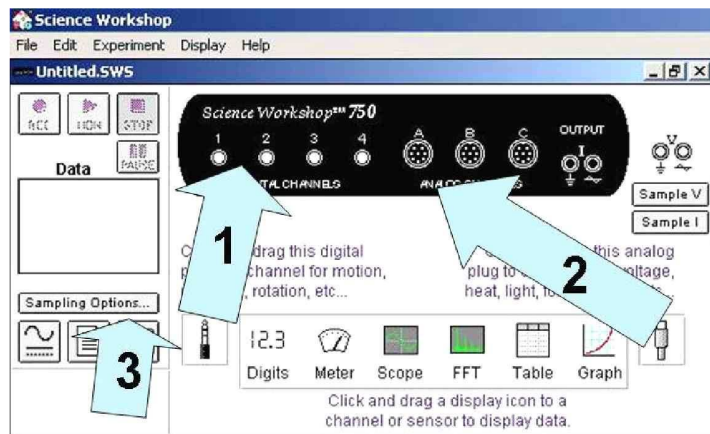


Figura 7 - Programa de adquisición de datos y pasos para configurarlo

1. Arrastrar el icono de ficha (Figura 8) digital sobre los canales digitales (1 y 3) para programar los sensores. Seleccionar sensor de movimiento.



Figura 8

2. Arrastrar el icono de ficha analógica (Figura 9) sobre el canal analógico (A) para programar el sensor de fuerza. Elegir sensor de fuerza.

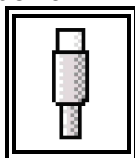


Figura 9

3. Seleccionar la cantidad de veces por segundo que se medirá la fuerza. Para ello hacer clic en el botón (Figura 10) y seleccionar por lo menos 1000Hz.

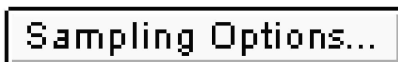


Figura 10

Con esto, el equipo queda listo para realizar las mediciones.

Ajuste del sensor de posición

1. Dirección del haz: Orientar el haz del sensor, al punto medio del carril, girándolo con la rueda lateral.
2. Ancho del cono del haz: El haz del sensor no es cilíndrico sino que forma un cono. La apertura del cono tiene dos posiciones que se pueden regular desde la parte superior del sensor.
3. Obstáculos: Al lanzar el carro y comenzar a grabar, tener la precaución de que ningún obstáculo obstruya la señal.

Ajuste del sensor de fuerza

Apretar el botón "Tare" que se encuentra en el sensor de fuerza para indicar el cero de medición.

¿Cómo tomar datos?

1. Para grabar los datos de una medición (en este caso, una vez dado el impulso inicial a los móviles) "clickear" en la pantalla de la computadora el botón "GRABAR" (o "REC"). Y se detiene (después de la colisión) "clickeando" el botón "DETENER" (o "STOP").
2. Para seleccionar una medición (el programa puede guardar varias mediciones, que se visualizan en la pantalla "Data") "clickear" la medición deseada.

3. Para obtener los datos de la medición arrastrar el icono tabla (Figura 11) sobre el canal correspondiente (los canales digitales 1 y 3 para posición y velocidades en función del tiempo; el canal digital A para fuerza en función del tiempo)



Table

Figura 11

4. Para obtener los gráficos de la medición arrastrar el icono gráfico (Figura 12) sobre el canal correspondiente (los canales digitales 1 y 3 para posición y velocidades en función del tiempo; el canal digital A para fuerza en función del tiempo)



Graph

Figura 12

5. Para calcular la integral de la fuerza en función del tiempo usando el programa:
- ✓ Abrir el gráfico de fuerza en función del tiempo.
 - ✓ Hacer zoom en el intervalo del choque.
 - ✓ Seleccionar el intervalo de la colisión pintándolo con el mouse
 - ✓ Presionar el botón estadísticas (Figura 13) para calcular la integral. Anotar el resultado: (tomarlo con un 10% de error)

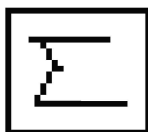


Figura 13

Cómo guardar los datos

Los gráficos:

1. Llevarlos a una escala adecuada con el zoom o autoscale.
2. Copiarlos al portapapeles (Menú-Edit-Copy)
3. Pegarlos por ejemplo en un archivo de Word. Grabarlo en un diskette.

Las tablas:

1. Hacer "clic" en el reloj que figura en la pantalla para incluir en la tabla la columna del tiempo.
2. Seleccionar la tabla.
3. Copiar y pegar en un archivo "Excel".

Analizar los gráficos obtenidos, identificando los momentos en que se lanzaron los carros, en que comienzan a interactuar entre sí y en que termina la interacción. Decidir si los gráficos contienen la información necesaria, si es poco "ruidosa", etc. De no serlo, repetir la experiencia.

“Estudio de conservación de magnitudes para una colisión en dos dimensiones utilizando una mesa de vidrio”**Desarrollo de la práctica****Materiales a utilizar**

- ✓ mesa de vidrio
- ✓ deslizadores con accesorios paragolpes elásticos
- ✓ papel metalizado fotosensible
- ✓ regla
- ✓ balanza

Procedimiento y recomendaciones en el desarrollo de la práctica

El equipo que se utilizará está formado por una mesa de vidrio y dos deslizadores (Figura 14 – *Deslizadores*). La mesa de vidrio es una placa que puede nivelarse de manera que quede perfectamente horizontal. Sobre ella se apoyan los deslizadores cilíndricos que, mediante unos compresores, generan un colchón de aire que les permiten deslizarse sobre la mesa prácticamente sin rozamiento. Por ello es posible suponer que los deslizadores se mueven a velocidad constante sobre la mesa de vidrio.

Para registrar el movimiento de los móviles se coloca sobre la mesa de vidrio una hoja de papel metalizado. Los deslizadores tienen en su centro un electrodo que va dejando marcas sobre el papel metalizado a intervalos regulares de tiempo.

Se hará una colisión sobre la mesa de vidrio (por ejemplo, con los dos deslizadores inicialmente en movimiento). Sobre el papel metalizado quedará un registro de las trayectorias de los deslizadores, tal como se muestra en la Figura 15 (se muestra la trayectoria de uno de los deslizadores, con paragolpes elásticos, que ha colisionado). Con las marcas realizadas por los deslizadores se puede determinar la trayectoria. El tiempo entre marcas queda fijo seleccionando la frecuencia de disparo del dispositivo que puede ser 10 hz o 50 hz.

A partir de este registro, asignar un sistema de coordenadas y definir las posiciones de cada deslizador en función del tiempo.

Realizar un cuadro donde se muestren las posiciones y tiempos para cada móvil.

¿Qué incerteza se asignarán a las magnitudes medidas? ¿Por qué?

¿Cómo se obtiene el tiempo transcurrido entre dos posiciones, previamente elegida la frecuencia de trabajo?

¿Se utilizan todos los puntos para calcular la velocidad antes y después de la colisión?, ¿por qué?

Como es posible suponer que los deslizadores se mueven a velocidad constante, calcular las velocidades antes y después de la colisión. Medir las masas de los móviles y expresarlas con sentido físico.

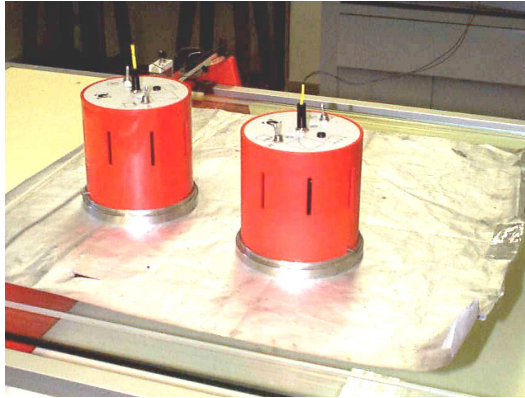


Figura 14 – Deslizadores. En esta foto no se muestran los accesorios paragolpes

Con estos resultados y midiendo la masa de los deslizadores:

- Calcular la cantidad de movimiento del sistema (y propagar su error) antes y después de la colisión.
- Calcular la energía cinética del sistema (y propagar su error) antes y después de la colisión.

¿Se conservaron dichas magnitudes? Justificar.

Dibujar los vectores variación de cantidad de movimiento de cada partícula, compararlos, ¿cómo es su suma?

Comentario adicional (Propuesta no obligatoria)

En el siguiente gráfico se observan los trazos dejados por dos móviles que chocan contra una banda elástica.

Analizar las posibles fuentes de error y acotar las incertezas asociadas a cada medición.

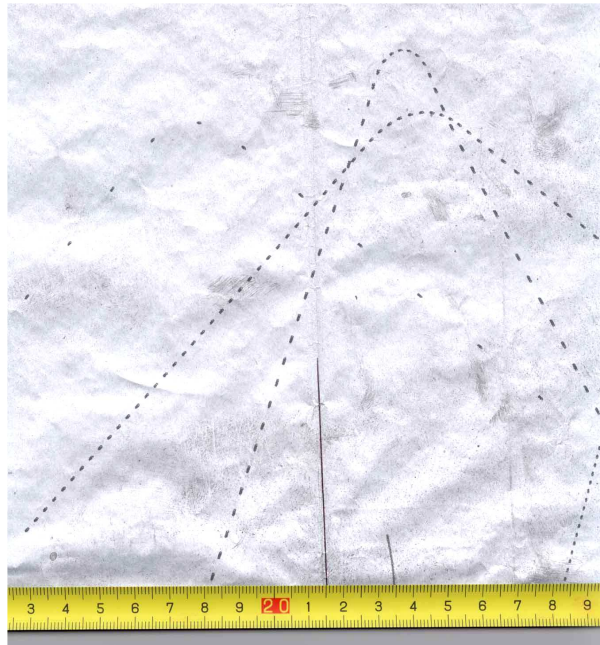


Figura 15

Se observa que la longitud del segmento de trazo es del orden de 1 mm, entonces, se tendrá un error importante. Una forma de minimizar el error es utilizar algún instrumento de medición óptico.

Otra alternativa es utilizar el AUTOCAD (software de diseño que permite importar imágenes y dibujar sobre ellas). ¿Cómo se procede?

Escanear (Figura 15) la imagen y pegarla en un nuevo archivo. Se debe tener cuidado de colocar un patrón para realizar la comparación (medición), que cuanto más preciso sea menor será el error de medición.

Pero es importante no dejarse engañar, el hecho que estemos trabajando con una computadora y podamos tener todos los decimales que nos pueda ofrecer no reduce el error. Sólo minimizamos el error de cero, que es muy grande si se mide en forma directa con una regla.

En la Fig. 16 se muestra una pantalla del AUTOCAD en donde los puntos indicados corresponden a las trayectorias de la Fig. 17. Se han trazado las cotas respecto a un sistema de coordenadas.

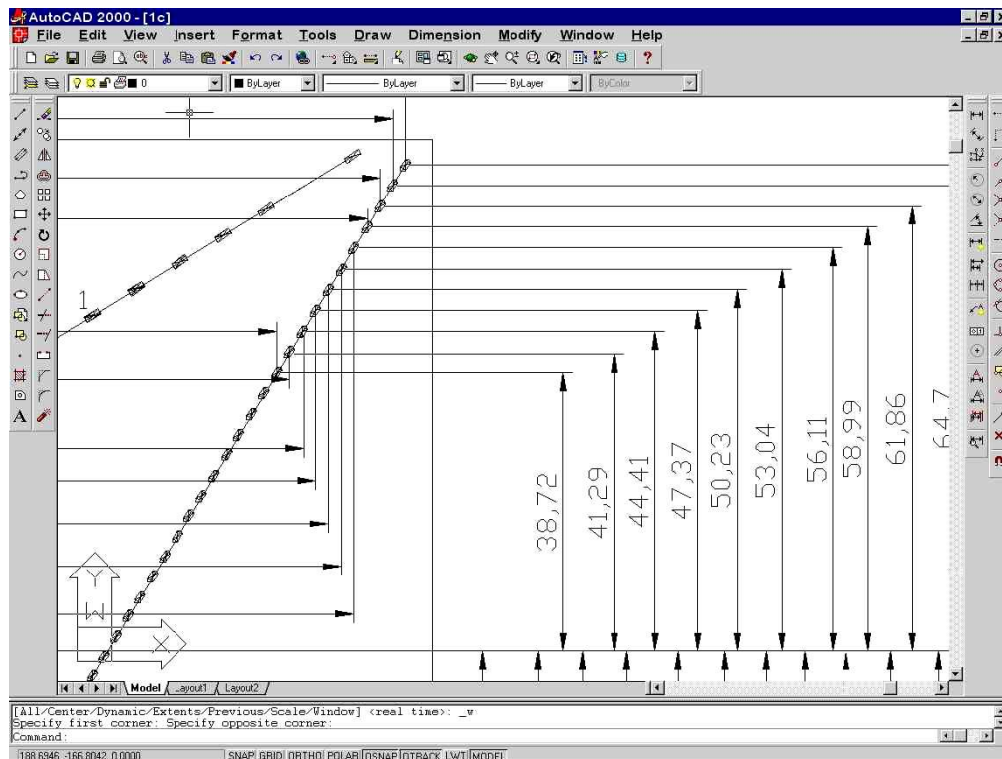


Figura 18

“Estudio de conservación de magnitudes físicas en una colisión utilizando una rampa”***Prerrequisito, resolver por escrito y entregar el día de la práctica:***

Un cuerpo de masa “ m ” se dispara horizontalmente desde una altura “ y ” sobre el piso. Toca el suelo a una distancia “ x ” medida desde el borde. Si “ y ” e “ x ” son conocidas, expresar la velocidad horizontal inicial V_0 en función de: “ g ”, “ x ” e “ y ”.

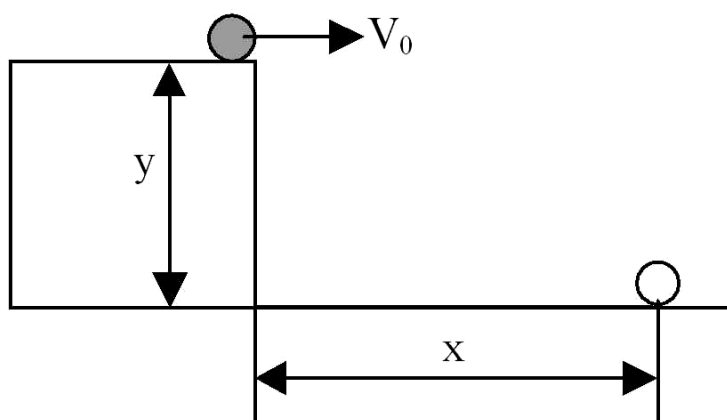


Figura 19

Desarrollo de la práctica**Materiales a utilizar**

- ✓ Rampa
- ✓ 2 esferas de acero de aproximadamente 25 mm de diámetro
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Papel carbónico
- ✓ Cinta adhesiva
- ✓ Plomada
- ✓ Balanza
- ✓ Calibre
- ✓ Regla

Procedimiento y recomendaciones en el desarrollo de la práctica

En esta experiencia se va a analizar el choque de una esfera en reposo con otra que baja por una rampa curva. Debemos encontrar una manera de medir las magnitudes que nos interesan antes y después del choque.

El dispositivo utilizado es similar al de la Figura 20. Consta de una rampa de forma curvilínea desde la cuál se deja caer la bola 1. Al final de la rampa, se coloca la bola 2 que esta inicialmente en reposo.

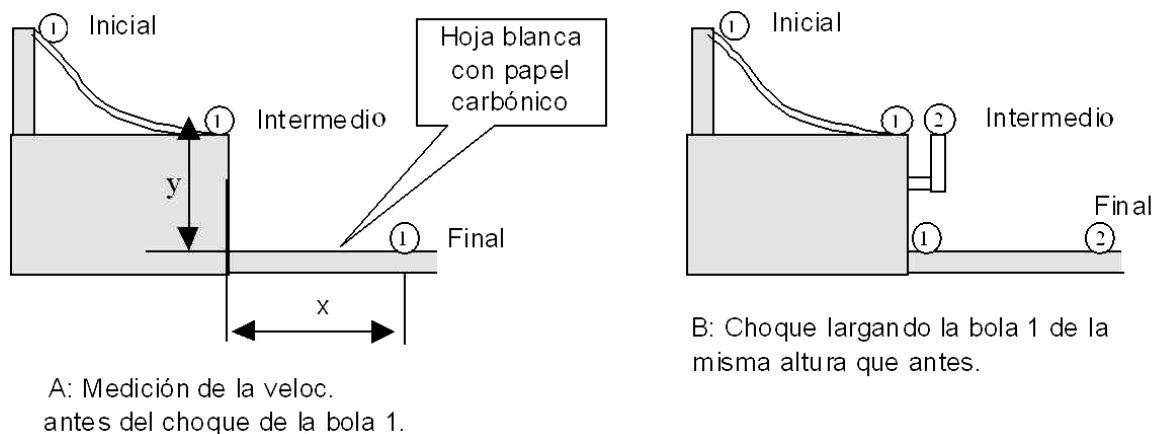


Figura 20

Preguntas

- ✓ ¿Cómo obtener la velocidad de impacto de la bola 1?
- ✓ ¿Qué incertezas asignar a esta medición?
- ✓ ¿Cómo calcular la velocidad de la bola 1 con consideraciones energéticas?
- ✓ Comparar con el valor de velocidad obtenido previamente.
- ✓ Observar el movimiento de la esfera en la rampa. ¿Es sólo traslación? (investigar el tema).

Propuesta de pasos a seguir

- a. Realizar varios tiros previos de una sola bola desde alturas distintas. ¿Los puntos de impacto sobre el papel deben estar aproximadamente sobre una misma recta? ¿qué garantiza esto?
- b. Con una plomada, determinar las posiciones iniciales de ambos cuerpos antes de la colisión. la bola 1. Marcar ambos puntos en la hoja en blanco (orígenes de ambas bolas).
- c. Tirar, desde esa altura, la bola 1 sin que choque con la 2. ¿Cuál es el objetivo de este procedimiento?
- d. Colocar el soporte y ubicar la bola 2 en posición. Regular la altura del soporte de la bola 2, tal de garantizar un choque lo más central posible, y que esté lo suficientemente separado de la rampa, tal que la bola 1 no esté en contacto con la rampa en el instante del choque (separación aproximada 1,5 diámetros). ¿Por qué?
- e. Arrojar la bola 1 desde la misma altura que antes para que choque con la bola 2, verificar que, después del choque, quede marcada la posición de caída de la bola 2 en el carbónico. En base a las mediciones obtenidas, calcular la velocidad de la bola 1 antes del choque y la de la bola 2 después.
- f. Analizar la conservación de cantidad de movimiento y energía cinética durante el choque.

Análisis de resultados y conclusiones

- ✓ ¿Se corresponden estos resultados con lo que predice el modelo teórico?
Analizar las causas de posibles discrepancias con el modelo teórico debidas a:
 - Igualdad de masas
 - Esfericidad de las bolas
 - Resistencia del aire
 - Linealidad del choque
 - Masas no puntuales
 - Determinación de la posición de los centros de masa y orígenes
 - Incertidumbres propias de los instrumentos de medición.
 - Rotación de la esfera 1 en el instante del choque
- ✓ Analizar cuál es la mejor manera de realizar el choque para minimizar dichas fuentes de error.
- ✓ Justificar el error asignado a la medición de las distancias. ¿Se puede tomar como error la mínima división del instrumento? Explicar.
- ✓ Teniendo en cuenta los márgenes de error, ¿puede decirse que la energía y/o la cantidad de movimiento se conservaron? Justificar
- ✓ Se recomienda volver sobre este análisis una vez estudiados los conceptos energéticos aplicados a cuerpo rígido.

“Estudio de conservación de la cantidad de movimiento y la energía utilizando un péndulo balístico”

Prerrequisito, resolver por escrito y entregar el día de la práctica:

Consideremos un sistema formado por un proyectil de masa m con una velocidad $\mathbf{v}$ y un péndulo de longitud L y de masa M en reposo. El proyectil queda incrustado en la masa M y el sistema alcanza una altura máxima h (formando un ángulo α con la vertical).

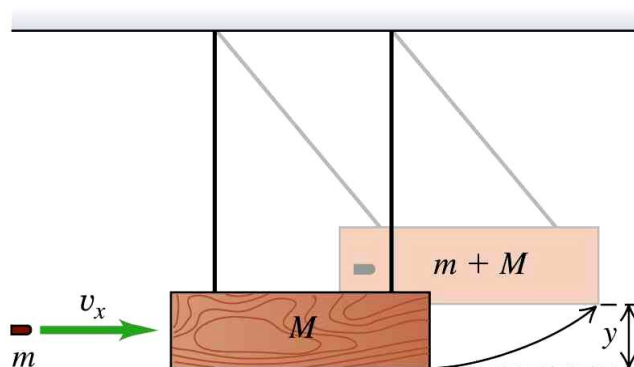


Figura 21

¿Cuál es el sistema bajo estudio?
¿Cuál es el valor de la cantidad de movimiento, para el sistema, antes del choque?
¿Cuál es el valor después del choque?
¿Qué tipo de choque es?
¿Qué ocurre con la energía durante y después del choque?
Obtener la velocidad inicial del proyectil en función de los datos.

Desarrollo de la práctica

Materiales a utilizar

- ✓ péndulo con proyectil PASCO
- ✓ balanza
- ✓ sensor infrarrojo
- ✓ calibre

Procedimiento y recomendaciones en el desarrollo de la práctica

a) Medición de la velocidad del proyectil utilizando un sensor infrarrojo

- a) Colocar el sensor infrarrojo lo más cercano posible a la salida del cañón, tal que la altura del haz del sensor quede aproximadamente en la mitad del orificio de salida de la bola.

-
- b) Setear el sensor en modo "Time" y luego elegir la opción "Stopwatch".
- c) Hacer un disparo y registrar el valor de tiempo medido por el sensor. Este es el tiempo que la bola interrumpió el haz. Se deben hacer varias mediciones a distintas alturas del haz infrarrojo para lograr el tiempo máximo, manteniendo constante la compresión del resorte de disparo. El tiempo máximo, corresponde al diámetro de la bola, salvo incertezas por paralaje.

Ejemplo de tabla obtenida en el laboratorio para determinar la altura óptima del sensor. La medición 3 corresponde a la altura del sensor óptima (el tiempo es máximo).

Disparo (corresponden a distintas alturas del sensor)	Tiempo (s)
1	0.124
2	0.130
3	0.135
4	0.128

- d) Medir con un calibre el diámetro del proyectil.
- e) Determinar la velocidad de salida de la esfera.
- f) Retirar el sensor y armar el péndulo.
- g) Realizar los choques y registrar el ángulo al cual llega el péndulo en cada caso, con la reglilla ubicada en la parte superior del péndulo.
- h) Calcular la velocidad después del impacto del conjunto bola - péndulo.

Análisis de resultados y conclusiones

- ✓ ¿Qué errores se cometen al medir la velocidad inicial de la bola? ¿Es sólo la incerteza del sensor? Justificar
- ✓ ¿En qué unidades hay que considerar la medición del ángulo en los cálculos?
- ✓ Analizar la conservación de la energía cinética con los datos obtenidos. Justificar.
- ✓ En esta experiencia se utilizó el modelo de péndulo ideal. ¿Es adecuado el uso de dicho modelo? Justificar.