

---

## Colisiones en 2-D

### Instrucciones

---

#### Propósito:

Demostrar las leyes de la conservación del momentum y de la conservación de la energía en los experimentos de colisiones elásticas e inelásticas. Para “Colisiones en 1-D” coloque el objetivo en el extremo de la pista.

#### Contiene:

Una (1) rampa de aluminio ajustable con un tornillo de fijación y una tuerca  
Dos (2) bolas de acero  $\frac{1}{2}$ "  
Una (1) bola de vidrio  $\frac{1}{2}$ "  
Una (1) bola de madera, 1" perforada  
Una (1) plomada con lienzo

#### Accesorios necesarios:

Una (1) abrazadera “C”  
Una (1) regla de un metro  
Cuatro (4) hojas de papel carbón  
Cuatro (4) hojas de papel  
Una (1) transportador  
Una (1) cinta “Planeador Paralelo”



#### Discusión:

En este experimento investigaremos lo que sucede cuando dos cuerpos colisionan y luego se mueven en diferentes direcciones. Para realizarlo, usaremos dos bolas de acero de igual masa, una de las cuales rodará hacia abajo por un plano inclinado y generará una colisión visible con la segunda bola que descansa en el soporte. Siempre que se pueda ignorar la resistencia del aire, los objetos proyectados con diferentes velocidades horizontales golpearán el suelo al mismo tiempo. Si alguna de las bolas tiene componente vertical de velocidad la afirmación anterior deja de ser verdadera. Teniendo esto en mente, es fundamental que la bola blanco esté posicionada a la misma altura de la bola que se saldrá del extremo de la pista. ¿Puedes predecir cómo se puede afectar tu experimento si posicionas la bola blanco más abajo o más arriba que la bola que se encuentra en la pista?

El momentum de cada bola se puede determinar a partir de su masa y su velocidad. la velocidad relativa de cada bola se puede obtener midiendo la distancia desde un punto en el piso justo debajo del soporte de la bola blanco donde la bola golpea primero el piso. Multiplicando esto por la masa se obtiene el momentum relativo de esa bola, el cual se puede dibujar como un vector teniendo la misma dirección que la velocidad relativa. Todos

los vectores de momentum se deben dibujar en la misma escala y deben caber en el papel montado. Es útil capturar la bola en el primer rebote para evitar registros confusos.

### Procedimiento:

Para ensamblar el equipo usa la abrazadera “C” para sujetar la placa plana de la rampa de lanzamiento al mesón de laboratorio. La rampa debe estar posicionada de modo que la bola lanzada se proyecte desde la mesa aterrice en suelo duro. La placa plana basal debe extenderse sobre el borde del mesón una distancia suficiente para permitir que el péndulo alcance el papel sobre el piso.

Coloca una de las bolas de acero de  $\frac{1}{2}$ ” (bola blanco) en la depresión en la cima del tornillo de ajuste. Este será el soporte de la bola blanco. Asegúrate de que la rampa está alineada directamente con el soporte. Coloca la segunda bola de acero (la bola de lanzamiento) en el extremo más alto de la rampa. Alinea el centro de la bola blanco con el centro de la bola de lanzamiento moviendo el tornillo de ajuste hacia arriba o hacia abajo. Para comprobar la alineación, **mueve ligeramente la rampa hacia un lado** y luego deja que la bola de lanzamiento rueda por la rampa e impacte a la bola blanco. Si se escucha un solo “click”, entonces las bolas han golpeado el suelo al mismo tiempo y están alineadas correctamente. Más de un click significará que la bola de lanzamiento golpeará también el soporte. Esto sería una interacción indocumentada. Usa la tuerca para cerrar el tornillo de fijación en su lugar en el soporte del blanco.

Construye la línea de plomo atando un extremo de la cuerda a la base del tornillo de ajuste. Une el otro extremo de la cuerda al ojo del tornillo y ajusta la longitud de la cuerda tal que la punta del ojo del tornillo quede a sólo unos milímetros del suelo. Pega cuatro trozos de papel juntos. No traslapes los bordes del papel. (O usa un trozo grande de papel de regalo) coloca este papel sobre el piso en frente del sistema con su lado corto centrado bajo el punto del plomo. Pega el papel al piso para prevenir que se mueva durante el experimento. Revisa que tanto la bola blanco como la bola de impacto caigan sobre el papel luego de la colisión. Si es necesario cambia de posición el papel y lo pegas nuevamente. Pega cuatro trozos de papel carbón de la misma manera y colócalo sobre el papel calco con el lado de carbón hacia abajo. Marca el papel en la punta de plomo, después de que ha dejado de pivotar.

Para investigar la colisión entre dos bolas de acero, coloca la bola blanco sobre el soporte y libera la segunda bola desde la cima de la rampa tal que colisione con la bola blanco. ¡Sé muy cuidadoso y no muevas la posición de la rampa después de que el experimento haya comenzado! Repite el procedimiento alrededor de 10 veces, siempre liberando la bola de impacto desde la misma altura. Como se mencionó antes, toma la bola al primer rebote para evitar registros falsos.

Entonces es necesario encontrar el lugar donde la bola golpea el suelo sin colisionar con algún objeto. Ajusta el tornillo hasta el fondo. Coloca una de las bolas de acero en la cima de la rampa tocando el tope. Libera la bola sin empujarla ni girarla por la rampa. No debería sonar cuando pase sobre el poste de soporte retraído. Repite este procedimiento alrededor de 10 a 20 veces. El resultado debería ser un patrón cerrado de marcas sobre el papel de calco donde la bola impacta el suelo. Dibuja un círculo cerrado alrededor de este patrón. Esto te dará una comprensión acerca de la reproducibilidad de tus resultados así como un rango para el error experimental. ¿Cuál es el porcentaje de error en la velocidad relativa inicial de la bola?

Dibuja un círculo alrededor de las marcas hechas sobre el papel carbón por la bola de impacto después de la colisión. Etiqueta el círculo 1-I. Dibuja un círculo cerrado alrededor de las marcas hechas por la bola blanco; etiquétalo como 1-T.

Después de completar las colisiones, dibuja un vector sobre el papel desde el punto marcado directamente bajo el soporte al centro del círculo de puntos formado por la bola sola que se liberó (sin colisionar). ¿Qué representa? ¿Cómo explicas la masa de la bola? Mira la siguiente nota explicativa. Luego, dibuja vectores desde el punto que se encuentra directamente bajo el soporte hacia el centro de cada par de círculos formados por las bolas colisionantes. Realiza una representación en papel del momentum de los vectores involucrados. ¿Cómo se compara el vector suma de cada par de vectores de momentum con el momentum de la bola de impacto cuando rueda por la pista sin colisionar? ¿Qué te dice esto acerca de la conservación del momentum?

Ahora cambia la posición de la rampa con el fin de generar una colisión diferente. Asegúrate nuevamente de que el soporte no golpeará la bola de impacto y de que la posición de la rampa no cambie durante cada experimento subsecuente. Hace 10 pistas de colisión y de la bola de impacto, como antes. Dibuja círculos alrededor de las marcas de carbón, como antes, etiquetándolas 2-I, 2-T, y 2-NC. Nuevamente, hace una representación correcta del momentum de los vectores instalados. Este proceso se puede repetir muchas veces. Si el papel original se marca muchas veces, puedes usar otros trozos de papel de regalo o pedazos de papel pegados entre sí.

Repite el experimento usando una bola de vidrio como bola blanco. Ahora, ¿cómo explicas la masa de las bolas? Recuerda que la velocidad no es una propiedad que se conserve en las colisiones, sólo se conserva el momentum.

#### **Nota explicativa:**

Multiplicando un vector de velocidad relativa por la masa de la bola se puede obtener un momentum que es demasiado largo para ser dibujado sobre una hoja de papel. Cuando hayas encontrado las magnitudes de todos los vectores momentum, divide cada uno por el factor correspondiente a una única escala que permitirá que todos los vectores graficados puedan ser dibujados sobre el papel. Por ejemplo, divide cada uno por 200 para permitir que incluso el vector más largo pueda ser dibujado sobre el papel. Completa un paralelogramo para comparar el vector suma de los pares de colisión con el momentum original del vector.

#### **Colisiones inelásticas:**

En este experimento llevarás a cabo una colisión perfectamente inelástica en el que los objetos colisionantes se vuelven uno tras la colisión. Usarás el mismo sistema del experimento de colisiones anterior. La única diferencia será el blanco. Coloca la bola hueca sobre el tornillo al final de la pista. Ajusta el tornillo tal que el centro de la bola hueca quede en línea con el centro de la bola de acero. Realiza un intento de práctica. La bola de acero debería pegarse en el interior de la bola de vidrio. Esto se puede propiciar colocando un trozo de cinta adhesiva en el agujero de la bola de madera. Esto debería ayudar a la bola de acero a fijarse dentro de la bola de madera. Ajusta la altura de la bola hueca si es necesario.

#### **Colisión en 1-D**

Los aparatos también se pueden usar para el estudio de colisiones unidimensionales. En esta aplicación, el soporte “tee” se debe bajar y la bola blanco se debe colocar en la parte inferior de la propia pista. Si la base está nivelada apropiadamente, acuñándola si es necesario, la bola blanco se posicionará muy cerca del extremo de la pista sin tendencia a rodar. Una colisión de bolas de igual masa debería encontrar la bola de impacto detenida y la bola blanco proyectada. Se debería esperar cierta dispersión debido a muchas razones y los vectores deberían

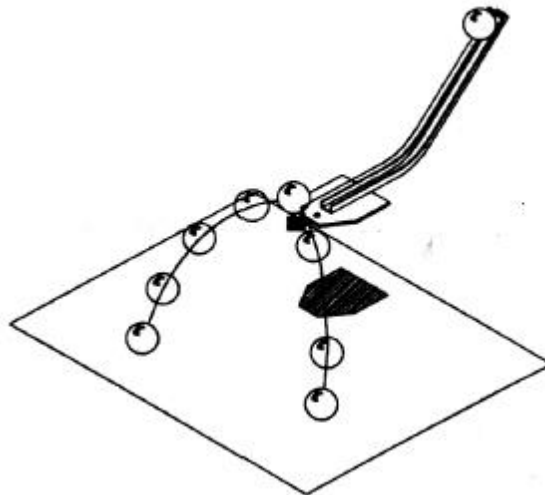
ser la mejor manera de analizar la colisión, pero sólo números con signos simples pueden ser suficientes para propósitos introductorios, ¡si la dispersión es pequeña!

#### **Asignación de tiempo:**

No se necesita un montaje previo, y menos de cinco minutos para prepararlo. El tiempo del experimento variará dependiendo de las necesidades de los alumnos y de los métodos de instrucción. La recopilación individual de datos puede tomar unos quince minutos y normalmente el análisis es un poco más largo, pero normalmente no excede un período de clase. Entrega herramientas adecuadas de dibujo para las construcciones.

#### **Retroalimentación:**

Si tienes alguna pregunta, comentario, o sugerencia que pueda mejorar este producto, puedes llamar a nuestro número gratuito **1-800.299.5469**, o escribirnos a: [info@thesciencesource.com](mailto:info@thesciencesource.com). Nuestro número de fax es: **1-207-832-7281**



Las trayectorias de las bolas incidente y meta tienen un tiempo de vuelo constante que depende de la altura del aparato sobre el piso