Laboratorio 1
Turno C

Clase 8

(18/05/2019)

Conservación de la cantidad de movimiento

- Procesos de interacción

Masa: concepto asociado a cada uno de los cuerpos interactuantes en forma independiente de la interacción

Fuerza: concepto asociado a la interacción en si.

Ernst Mach estudió los procesos de interacción de los cuales se deducen Relaciones adicionales: Teoremas de conservación.

- **Teoremas de conservación:**

Quedan fijados por las condiciones iniciales del sistema.

Vinculan los valores de las variables dinámicas en el estado inicial antes de la interacción con los del estado final una vez finalizada la interacción.

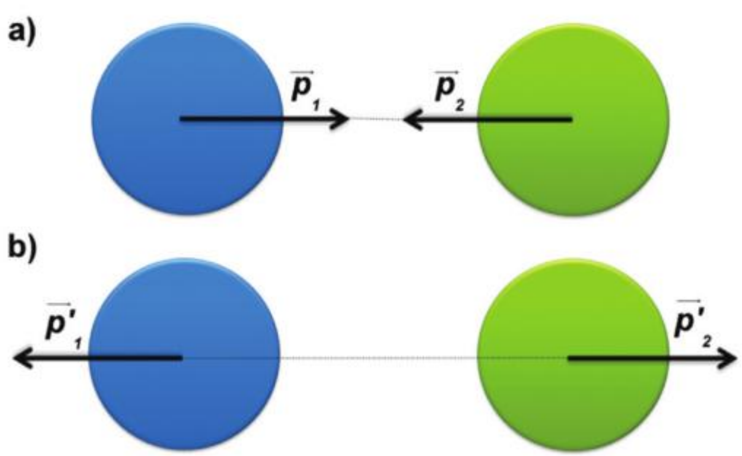
- Teorema de conservación de la cantidad de movimiento
- Teorema de conservación del impulso angular
- Teorema de conservación de la energía mecánica

Teorema de conservación del impulso lineal

$$\vec{F} = m\vec{a} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\vec{P}}{dt}$$ → Cantidad de movimiento de una partícula de masa m y velocidad v $\vec{P} = m\vec{v}$

$$\Delta P = P_f - P_i = \int_{t_i}^{t_f} F dt$$

En ausencia de fuerza externas $\vec{F} = 0 \rightarrow \vec{P} = \text{cte}$



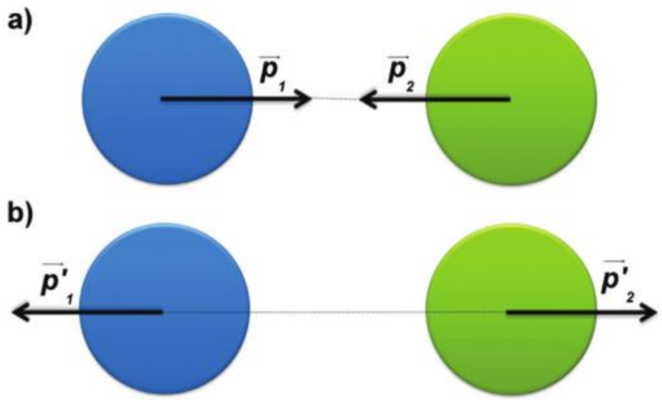
En el caso de dos cuerpos que chocan

$$\vec{P} = cte = \overrightarrow{P_1^0} + \overrightarrow{P_2^0} = \overrightarrow{P_1} + \overrightarrow{P_2}$$

$$m_1\overrightarrow{v_1^0} + m_2\overrightarrow{v_2^0} = m_1\overrightarrow{v_1} + m_2\overrightarrow{v_2}$$

$$m_1 \quad \overrightarrow{v_1} - \overrightarrow{v_1^0} \quad + m_2 \quad \overrightarrow{v_2} - \overrightarrow{v_2^0} \quad = 0$$

Conservación de la energía



Si las fuerzas de interacción entre los cuerpos son **conservativas**, la energía cinética total **es la misma** antes y después de la colisión.

⇓

Choque perfectamente elástico

$$\frac{1}{2} m_1 \; v_1^0 \;^2 + \frac{1}{2} m_2 \; v_2^0 \;^2 = \frac{1}{2} m_1 \; v_1 \;^2 + \frac{1}{2} m_2 \; v_2 \;^2$$

$$m_1 \left[\; v_1^0 \;^2 - \; v_1 \;^2 \right] = m_2 \left[\; v_2 \;^2 - \; v_2^0 \;^2 \right]$$

El **choque perfectamente inelástico** se da cuando la velocidad final de ambos objetos v1 = v2

$$m_1 \overrightarrow{v_1^0} + m_2 \overrightarrow{v_2^0} = \; m_1 + m_2 \;\; \overrightarrow{v_2}$$

$$E_0 = \frac{1}{2} m_1 \; v_1^0 \;^2 + \frac{1}{2} m_2 \; v_2^0 \;^2$$

$$E_f = \frac{1}{2} m_1 \; v_2^0 \;^2 + \frac{1}{2} m_2 \; v_2^0 \;^2 = \frac{1}{2} \; m_1 + m_2 \; v_2 \;^2$$

$$\frac{E_f}{E_0} = \frac{m_1 + m_2 \; v_2 \;^2}{m_1 \; v_1^0 \;^2}$$

$$\frac{E_f}{E_0} = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$$

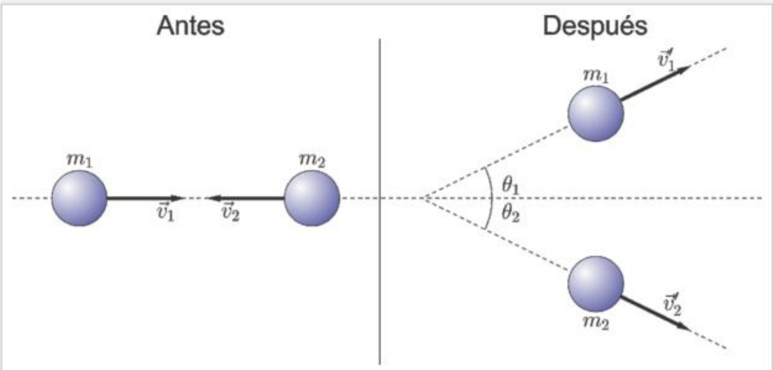
< 1

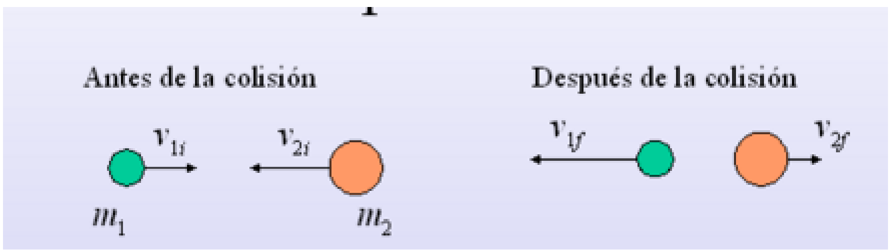
La energía cinética total decrece en un choque inelástico

Colisiones

Los teoremas de conservación permiten:

- Estudiar el choque en forma independiente del mecanismo de interacción.
- Vincular el estado inicial con el estado final





Vamos a analizar colisiones en una sola dimensión para dos cuerpos.

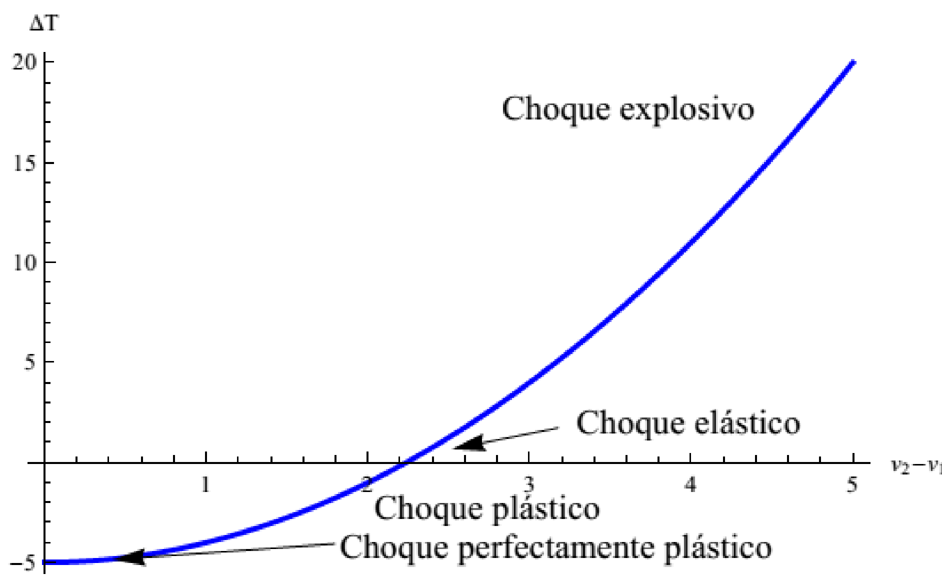
La energía cinética estará vinculada a la energía potencial del mecanismo de interacción y el trabajo de fuerzas no conservativas:

$$\Delta T = W - \Delta V$$

Las ecuaciones anteriores se pueden transformar convenientemente

$$\Delta T = \frac{1}{2} m_1 \left({v_1}^2 - {v_1^0}^2 \right) + \frac{1}{2} m_2 ({v_2}^2 - {v_2^0}^2)$$

$$\Delta T = \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} [(v_2 - v_1)^2 - (v_2^0 - v_1^0)^2]$$



Nos van a interesar especialmente dos casos:

Choques elásticos:

$\Delta T = 0$

$$(v_2 - v_1)^2 = (v_2^0 - v_1^0)^2$$

$$v_2 - v_1 = -(v_2^0 - v_1^0)$$

$$v_1 = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2} v_1^0 + 2\frac{m_2}{m_1 + m_2} v_2^0$$

$$v_2 = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2} v_2^0 + 2\frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1^0$$

Suponiendo que el móvil 2 está en reposo:

$$v_1 = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2} v_1^0 \qquad v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1^0$$

$m_2 > m_1$ — El móvil 1 invierte la marcha

$m_2 \gg m_1 \Rightarrow v_1 = -v_1^0 \; y \; v_2 = 0$ — El móvil 1 se refleja

$m_1 \gg m_2 \Rightarrow v_1 = v_1^0 \; y \; v_2 = 2v_1^0$ — El móvil 2 sale disparado

$m_1 = m_2 \Rightarrow v_1 = 0 \; y \; v_2 = v_1^0$ — Los móviles intercambian sus movimientos

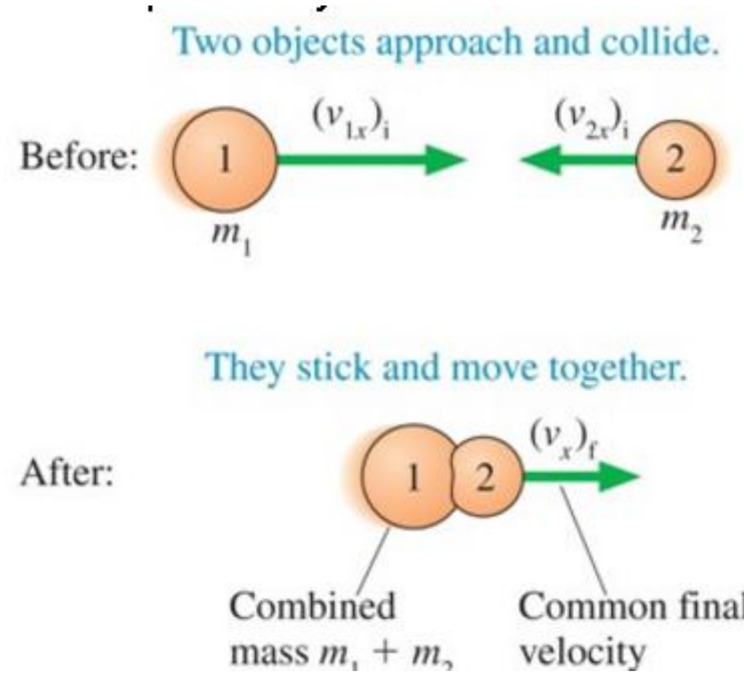
Choque plástico o inelástico:

$$m_1\overrightarrow{v_1^0}+m_2\overrightarrow{v_2^0}= \; m_1+m_2 \;\; \overrightarrow{v_2}$$

$$v_1=\frac{m_1v_1^0+m_2v_2^0}{m_1+m_2}=v_2$$

Observar que esta expresión es la velocidad del centro de masa

$$\Delta T_{PL}=\frac{1}{2}\frac{m_1m_2}{m_1+m_2}(v_2^0-v_1^0)^2$$

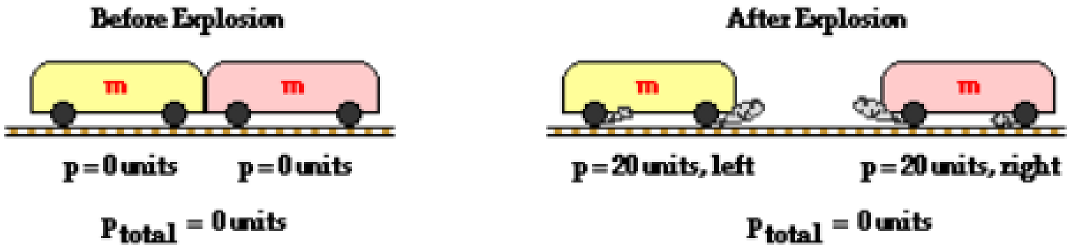


Explosiones

$$\overrightarrow{P_1} + \overrightarrow{P_2} = 0$$

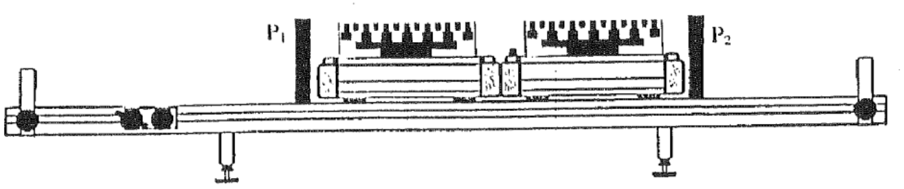
$$\vec{P} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = 0$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1}$$



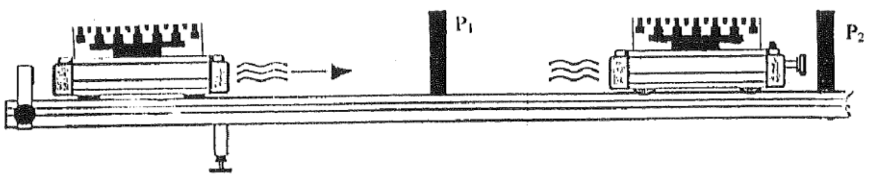
Experiencia

- Conservación del impulso en explosiones:



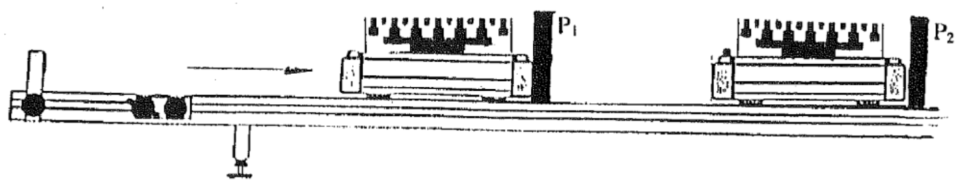
- Controlar la nivelación del riel
- Colocar los photogates cerca de los carritos para minimizar el efecto del rozamiento
- Dar un leve golpe al disparador
- Analizar el efecto del rozamiento

- Conservación del impulso en colisiones elásticas



- El rozamiento afecta notablemente esta medición, por lo que no se debe agregar grandes masas a los carritos.
- No lanzar los carritos con velocidades excesivas para no superar la fuerza de repulsión de los imanes.
- Hacer la experiencia para distintas relaciones de masas
- Ubicar los photogates como se indica en la figura de modo que el primero se encuentre a la mitad del carrito cuando los imanes comienzan a interactuar.

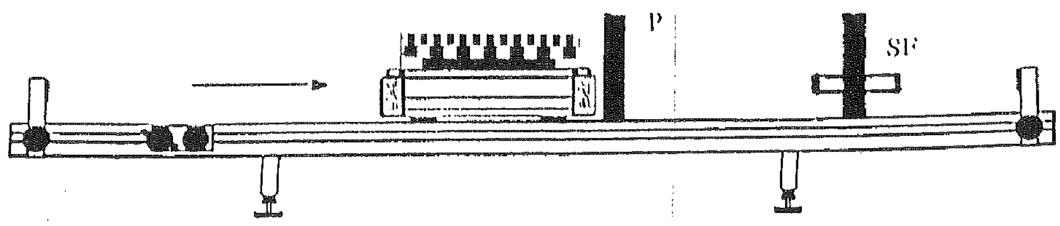
- Conservación del impulso en colisiones inelásticas:



  - Deben colocarse los photogates de manera que el primer carrito haya pasado en su totalidad antes de colisionar con el segundo. Este último debe ubicarse inmediatamente después del otro photogate.
  - Realizar la experiencia para distintas relaciones de masas.

- Cambio de momento en una colisión:

Sensor de fuerza



- El valor de la integral se puede calcular directamente seleccionando el área
- de interés con las herramientas del software del SensorDAQ
- Estudiar una ubicación conveniente para el photogate

$$\Delta P = P_f - P_i = \int_{t_i}^{t_f} F\,dt$$