FACULTAD DE INGENIERÍA

MECÁNICA APLICADA

MECÁNICA Y MECANISMOS

IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Ing. Carlos Barrera-2021

UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

OBJETIVOS

1. Desarrollar formulaciones para el momento lineal y el momento angular.
2. Aplicar los principios del impulso lineal y angular.
3. Analizar la mecánica del impacto.

Ing. Carlos Barrera

UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Cátedra:

MECÁNICA APLICADA

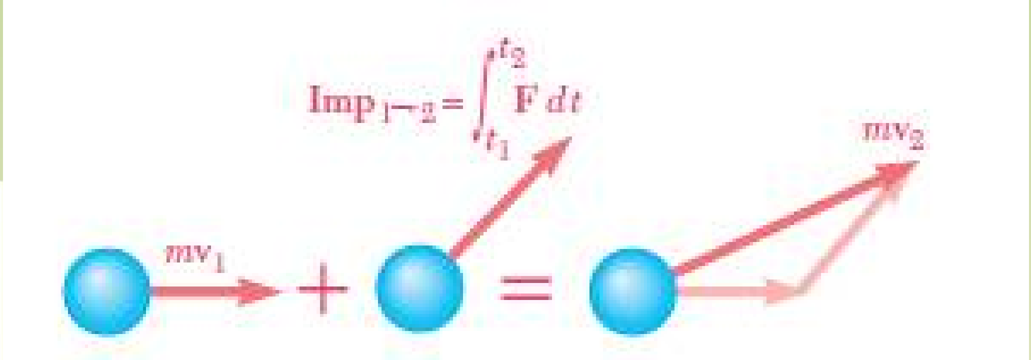
MECÁNICA Y MECANISMOS

Principio del impulso y la Cantidad de movimiento

$$\mathbf{F} = \frac{d}{dt}(m\mathbf{v})$$

$$\mathbf{F}\,dt = d(m\mathbf{v})$$

$$\int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F}\,dt = m\mathbf{v}_2 - m\mathbf{v}_1$$



$$m\mathbf{v}_1 + \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F}\,dt = m\mathbf{v}_2$$

$$\mathbf{Imp}_{1\to 2} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F}\,dt$$

$$= \mathbf{i}\int_{t_1}^{t_2} F_x\,dt + \mathbf{j}\int_{t_1}^{t_2} F_y\,dt + \mathbf{k}\int_{t_1}^{t_2} F_z\,dt$$

$$m\mathbf{v}_1 + \mathbf{Imp}_{1\to 2} = m\mathbf{v}_2$$

Cuando sobre una partícula actúa una fuerza durante un intervalo, la cantidad de movimiento final de la partícula puede obtenerse al sumar vectorialmente la cantidad de movimiento inicial y el impulso de la fuerza.

Ing. Carlos Barrera

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

Las ecuaciones de componentes son:

$$(mv_x)_1 + \int_{t_1}^{t_2} F_x\, dt = (mv_x)_2$$

$$(mv_y)_1 + \int_{t_1}^{t_2} F_y\, dt = (mv_y)_2$$

$$(mv_z)_1 + \int_{t_1}^{t_2} F_z\, dt = (mv_z)_2$$

Cuando varias fuerzas actúan sobre la partícula, se considera el impulso de cada una de las fuerzas.

$$m\mathbf{v}_1 + \sum \mathbf{Imp}_{1\rightarrow 2} = m\mathbf{v}_2$$

Es posible sumar vectorialmente las cantidades de movimiento de todas las partículas y los impulsos de todas las fuerzas que participan.

$$\Sigma m\mathbf{v}_1 + \sum \mathbf{Imp}_{1\rightarrow 2} = \Sigma m\mathbf{v}_2$$

Ing. Carlos Barrera

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

Si la suma de las fuerzas externas es cero, la ecuación es:

$$\Sigma m \mathbf{v}_1 = \Sigma m \mathbf{v}_2$$

La cantidad de movimiento total de las partículas se conserva.

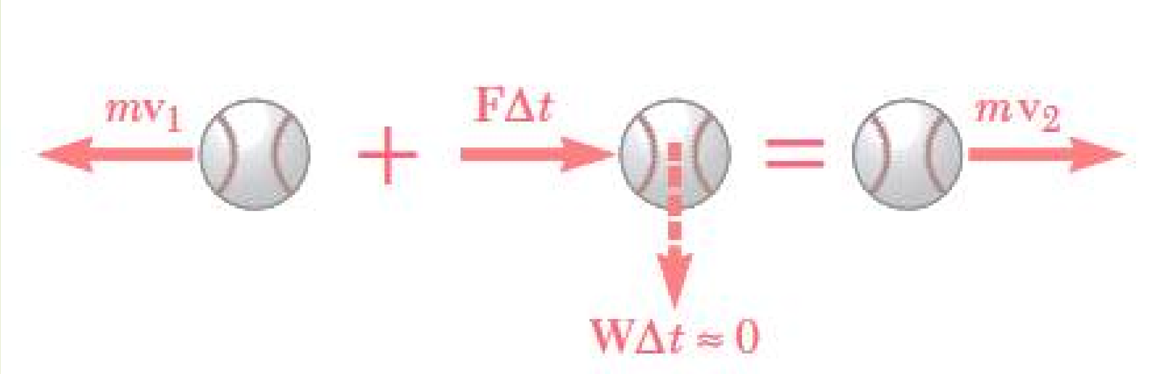
Ing. Carlos Barrera

UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

Movimiento impulsivo



$$m\mathbf{v}_1 + \Sigma\mathbf{F}\,\Delta t = m\mathbf{v}_2$$

En el caso del movimiento impulsivo de varias partículas

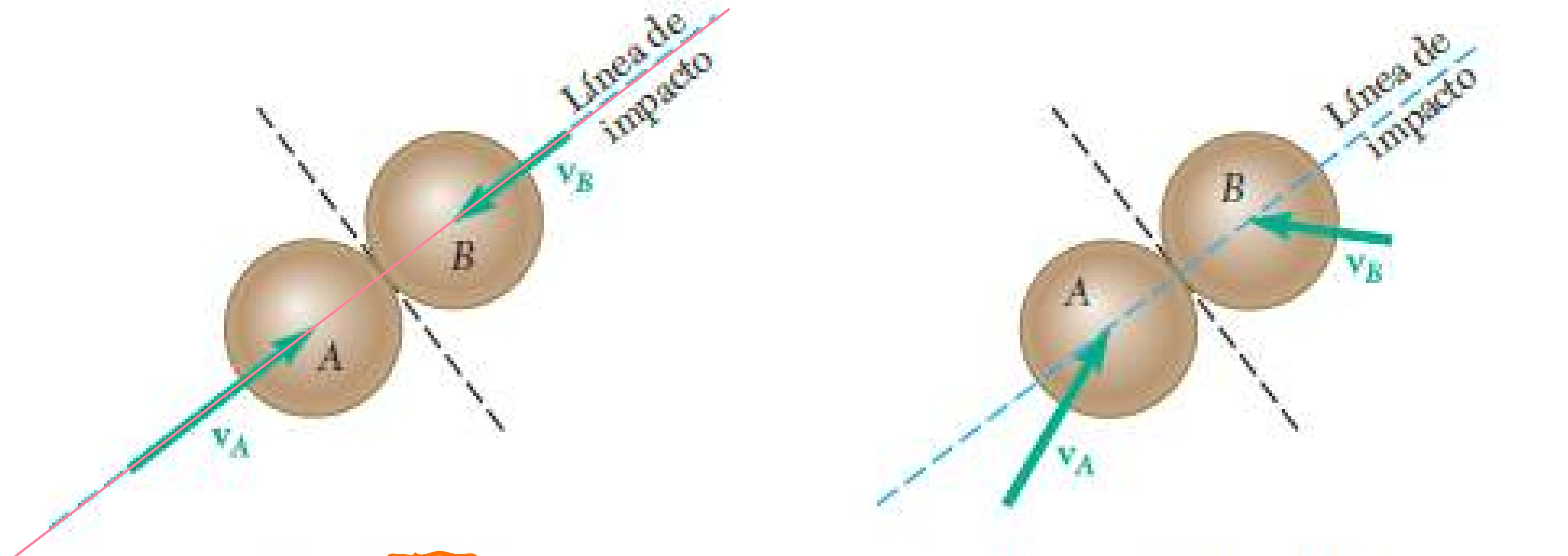
$$\Sigma m\mathbf{v}_1 + \Sigma \mathrm{F}\ \Delta t = \Sigma m\mathbf{v}_2$$

$$\Sigma m\mathbf{v}_1 = \Sigma m\mathbf{v}_2$$

El momento total de la partícula se conserva

IMPACTO

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS



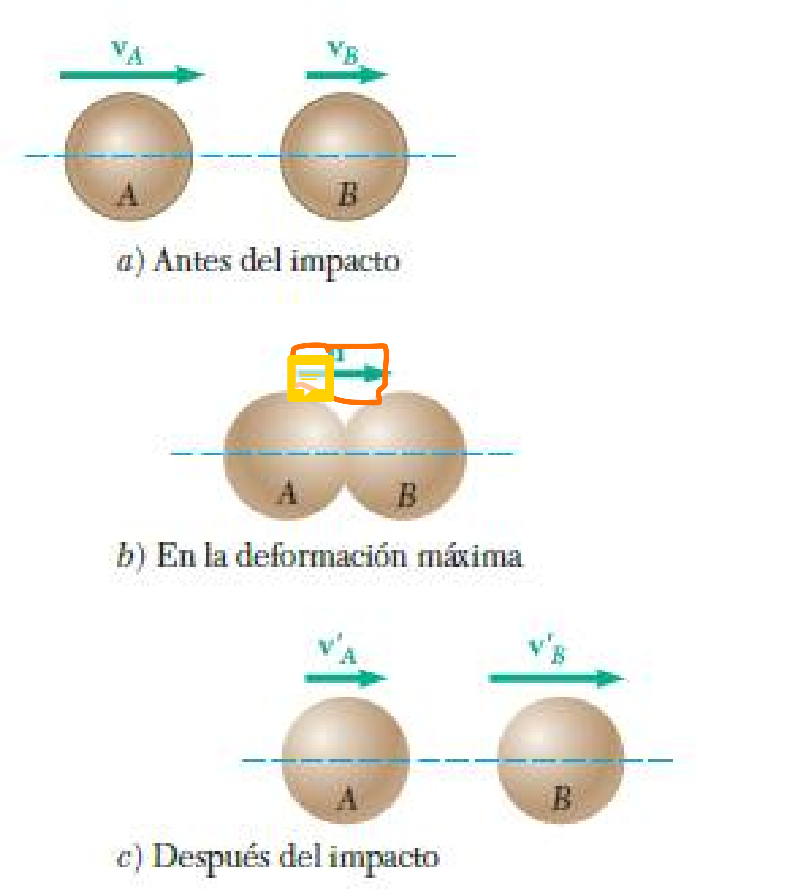
a) Impacto central directo   b) Impacto central oblicuo

Ing. Carlos Barrera

08:55

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

Impacto Central Directo



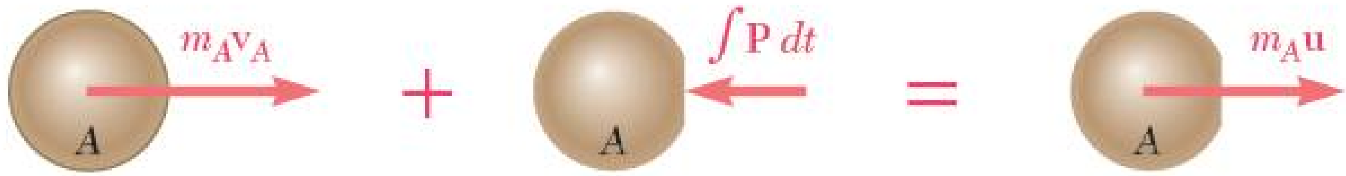
$$m_A\mathbf{v}_A + m_B\mathbf{v}_B = m_A\mathbf{v}'_A + m_B\mathbf{v}'_B$$

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B$$

Ing. Carlos Barrera

$$m_A v_A - \int P\,dt = m_A u$$

$$m_A u - \int R\,dt = m_A v'_A$$



a) Periodo de deformación

b) Periodo de restitución

$$\boxed{e = \frac{\int R\,dt}{\int P\,dt}}$$

Coeficiente de restitución

$$e = \frac{u - v'_A}{v_A - u}$$

Para la partícula B

$$e = \frac{v'_B - u}{u - v_B}$$

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

$$e = \frac{(u - v'_A) + (v'_B - u)}{(v_A - u) + (u - v_B)} = \frac{v'_B - v'_A}{v_A - v_B}$$

$$v'_B - v'_A = e(v_A - v_B)$$

La velocidad relativa de dos partículas después del impacto puede obtenerse al multiplicar su velocidad relativa antes del impacto por el coeficiente de restitución

Impactos particulares

$e = 0$, *impacto perfectamente plástico*

$$v'_B = v'_A.$$

$$v'_B = v'_A = v'$$

$$m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B)v'$$

$e = 1$, *impacto perfectamente elástico.*

$$v'_B - v'_A = v_A - v_B$$

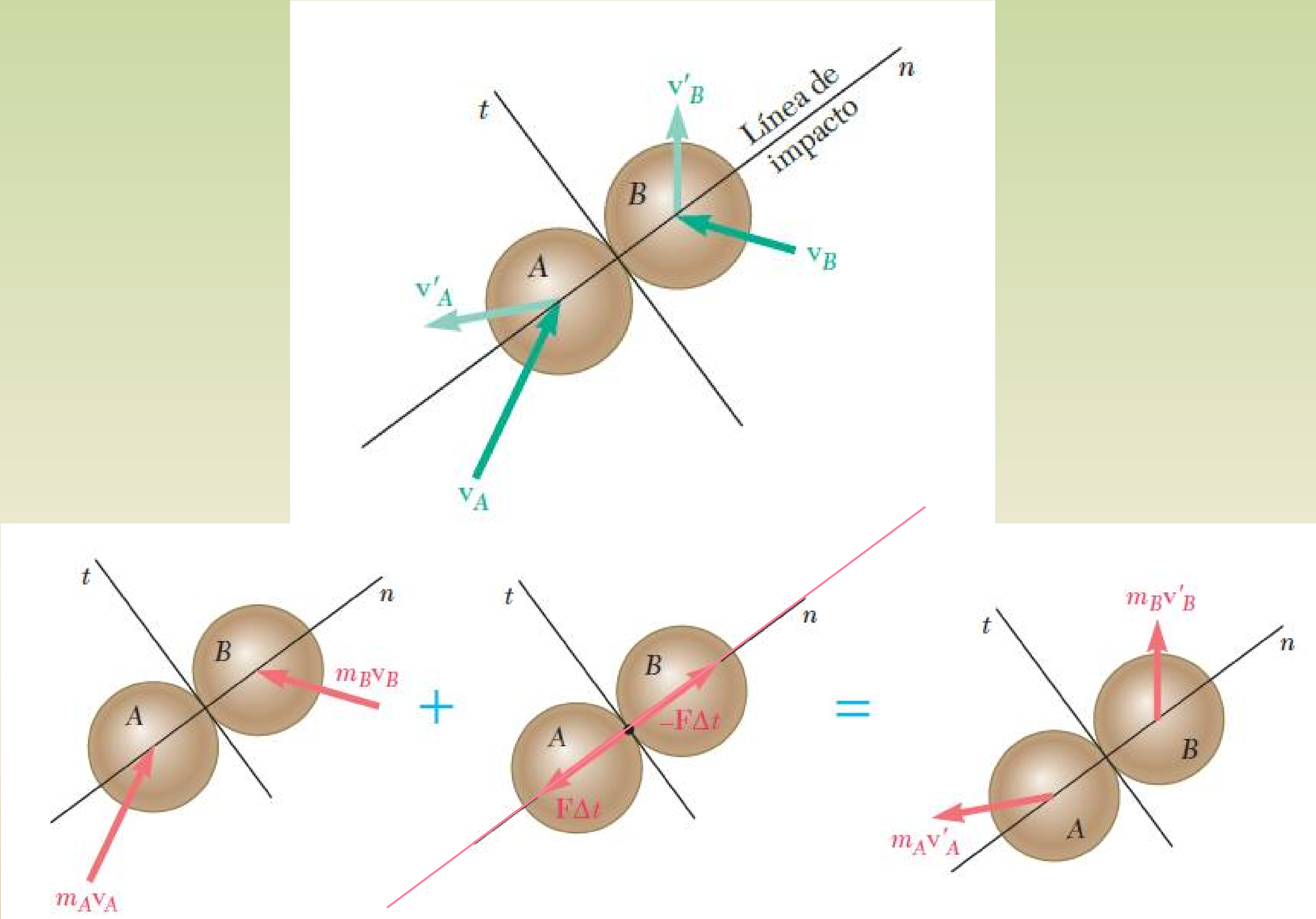
En este caso, se conserva la energía total de las partículas, así como su cantidad de movimiento total

$$m_A(v_A - v'_A) = m_B(v'_B - v_B)$$
$$v_A + v'_A = v_B + v'_B$$

$$m_A(v_A - v'_A)(v_A + v'_A) = m_B(v'_B - v_B)(v'_B + v_B)$$
$$m_A v_A^2 - m_A(v'_A)^2 = m_B(v'_B)^2 - m_B v_B^2$$

$$\frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2 = \frac{1}{2}m_A(v'_A)^2 + \frac{1}{2}m_B(v'_B)^2$$

Impacto Central Oblicuo



Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

Ing. Carlos Barrera

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

La componente de la cantidad de movimiento de cada partícula a lo largo del eje t, se conserva. Por lo tanto la componente t de la velocidad permanece invariable.

$$(v_A)_t = (v'_A)_t \qquad (v_B)_t = (v'_B)_t$$

La componente en el eje n de la cantidad de movimiento total se conserva

$$m_A(v_A)_n + m_B(v_B)_n = m_A(v'_A)_n + m_B(v'_B)_n$$

La componente en el eje n de la velocidad relativa de las dos partículas después del impacto se obtiene multiplicando la componente n de su velocidad relativa antes del impacto por el coeficiente de restitución.

$$(v'_B)_n - (v'_A)_n = e[(v_A)_n - (v_B)_n]$$

Por medio de estas ecuaciones puede obtenerse las componentes de las velocidades de A y B después del impacto.

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

Para la resolución de problemas de cinética se dispone de 3 métodos:

- Segunda ley de Newton.
- Trabajo y energía
- Impulso y cantidad de movimiento.

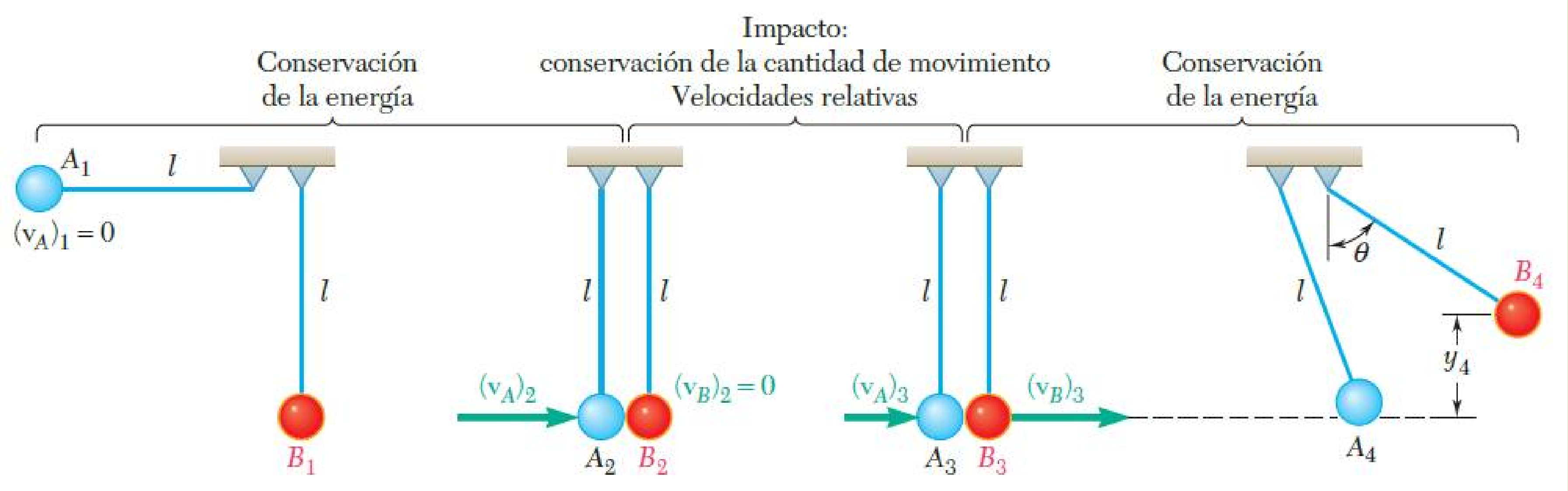
Por ejemplo el método del trabajo y la energía es más directo que la aplicación de la Ley de Newton. Sin embargo en algunos casos debe complementarse con el uso de F= m.a para determinar una aceleración o una fuerza.

En el caso de problemas en los que no hay fuerzas no impulsivas, la aplicación de la Ley de Newton origina resolver rápidamente el problema.

En problemas de impacto, indudablemente que el método del impulso y la cantidad de movimiento es el más práctico.

Muchos problemas tienen fuerzas conservativas, y también fuerzas impulsivas. Se aplica el método del impulso y el del trabajo y la energía.

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS



El péndulo A oscila de A1 a A2. Utilizamos el principio de conservación de la energía para determinar la velocidad del péndulo en A2.

El péndulo A golpea al péndulo B. Se conserva la cantidad de movimiento total de los dos péndulos y la relación entre sus velocidades relativas, determinándose las velocidades de los péndulos después del impacto.

El péndulo B oscila. Aplicando el principio de conservación de la energía se determina la elevación máxima y el ángulo correspondiente.

EJEMPLOS

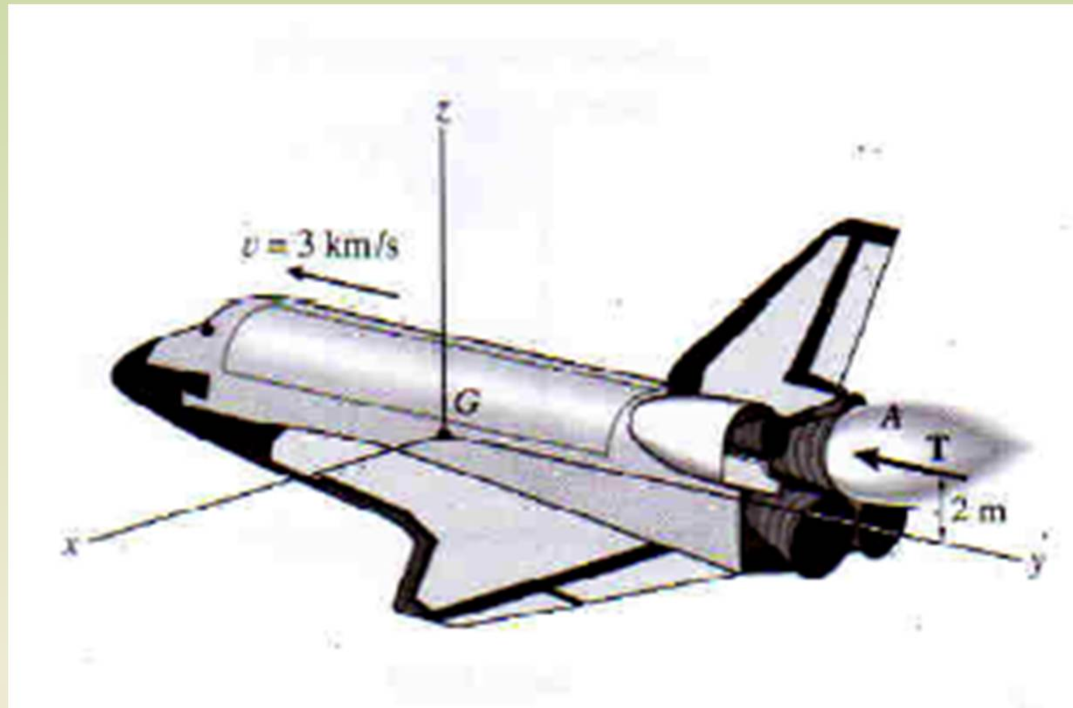
Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

Las bolsas de aire para automóviles, que minimizan el efecto de la fuerza de impacto del conductor y pasajero maximizando el tiempo para llevar a cero sus impulsos.

Cuando ocurre la colisión, el conductor y pasajero tienden a seguir moviéndose de acuerdo a la 1ª Ley de Newton. Este movimiento los lleva a chocar con el parabrisas y resulta en el desarrollo de una fuerza en un tiempo muy corto para detener su impulso. Las bolsas de aire aumentan el tiempo de impacto en el orden de 100.

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

El lanzamiento del trasbordador necesita la aplicación de los principios de Impulso y cantidad de movimiento para predecir su comportamiento orbital y la orientación apropiada.

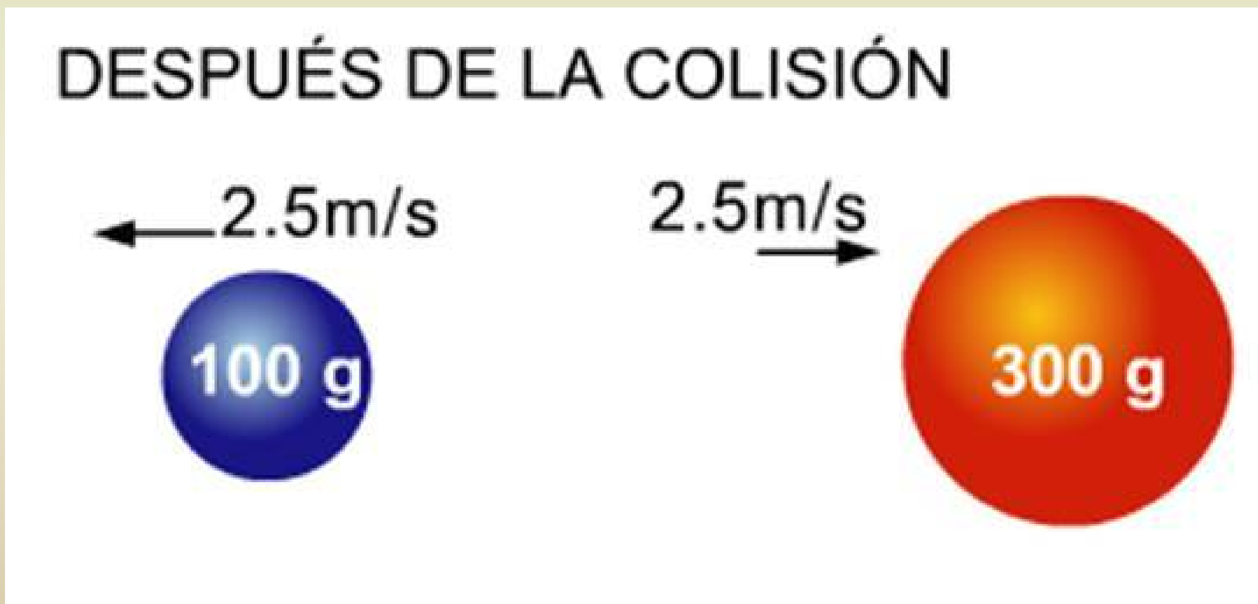


Ing. Carlos Barrera

UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS



Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

La cantidad de movimiento lineal de los vehículos es la misma antes y después de la colisión.

Se realizan modelos que permiten obtener información útil para el diseño de los autos, de sus sistemas de dirección y frenos y dispositivos de protección para los pasajeros.

Ing. Carlos Barrera

UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Ing. Carlos Barrera

Cátedra:
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

BIBLIOGRAFIA A CONSULTAR

- Mecánica Vectorial para Ingenieros — Beer Johnston
- Dinámica — Hibbeler

Ing. Carlos Barrera