UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

FISICA I (FIS101)

Clase 21

Impulso y momentum

Felipe Isaule

Jueves 18 de Mayo de 2026

felipeisaule.github.io

felipe.isaule.r@edu.uai.cl

Clase 21

- <u>Clase 21:</u>
  - Impulso y momentum.
  - Conservación del momentum.

- Bibliografía recomendada:
  - Serway (9.1, 9.2, 9.3).

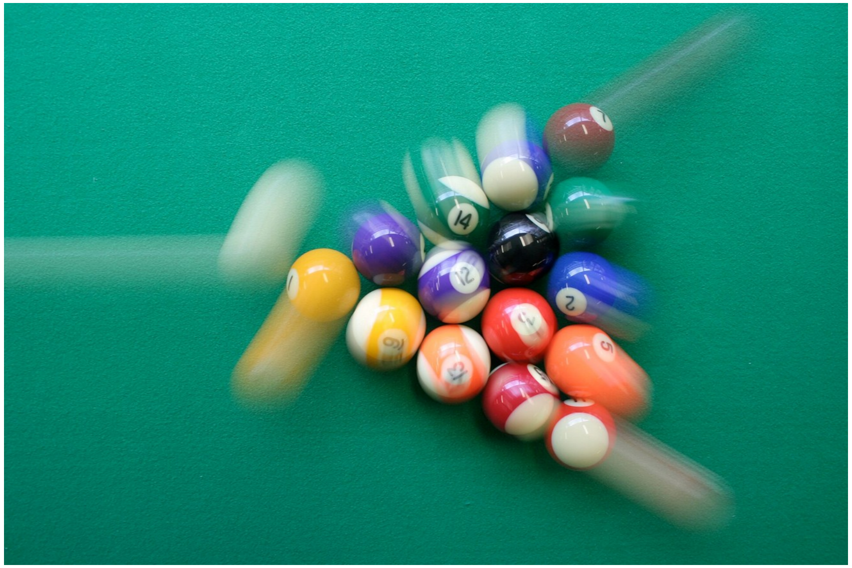
Clase 21

- Clase 21:
  - **Impulso y momentum.**
  - Conservación del momentum.

- Bibliografía recomendada:
  - Serway (9.1, 9.2, 9.3).

Momentum lineal

- ¿Cómo podemos describir el movimiento debido a **colisiones**?



- Una aplicación directa de las leyes de Newton no permite la resolución de este tipo de problemas.
- Sin embargo, problemas de colisiones son naturalmente descritos con el concepto de **momentum**.

Momentum lineal

- La **segunda Ley de Newton** dice que la **fuerza total** aplicada a un cuerpo satisface

$$\vec{F}_{\text{tot}} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \dot{\vec{p}},$$

donde $\vec{p}$ es el **momentum lineal** o cantidad de movimiento,

$$\boxed{\vec{p} = m\vec{v}.}$$

- Es decir, el **momentum es mayor** a **mayor masa** y **mayor velocidad**.

Momentum lineal

- Un tren muy lento seguramente tendrá más momentum que un chita corriendo a alta velocidad debido a la gran masa del tren.

Impulso

- Reordenando la segunda Ley de Newton

$$\vec{F}_{\rm tot} = \frac{d\vec{p}}{dt} \qquad \longrightarrow \qquad \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}_{\rm tot} dt = \int_{\vec{p}_1}^{\vec{p}_2} d\vec{p}.$$

- A la integral de la fuerza con respecto al tiempo la llamamos **impulso**:

$$\boxed{\vec{I} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}_{\rm tot} dt.}$$

Impulso

- Si las fuerzas son **independientes del tiempo**, el **impulso** en un intervalo de tiempo es:

$$\boxed{\vec{I} = \vec{F}_{\rm tot}\Delta t.}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

- Sin embargo, si las fuerzas sí dependen del tiempo, como **aproximación** podemos utilizar la **fuerza promedio**:

$$\vec{I} = \vec{F}_{\rm tot,prom}\Delta t.$$

Principio de impulso y momentum

- La **diferencia de momentum** en un **intervalo de tiempo** es igual al impulso

$$\vec{I} = \int_{\vec{p}_1}^{\vec{p}_2} d\vec{p} \quad \longrightarrow \quad \boxed{\vec{I} = \Delta\vec{p}.} \qquad \Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$$

- Esto se conoce como **principio de impulso y momentum**.
- Si la **masa** de un cuerpo es **constante,** el **impulso** es igual a la **diferencia de rapidez** por la masa

$$\vec{I} = \Delta\vec{p} = m\Delta\vec{v}.$$

Principio de impulso y momentum

- Como el impulso y momentum son **cantidades vectoriales**, podemos igualar por componentes:

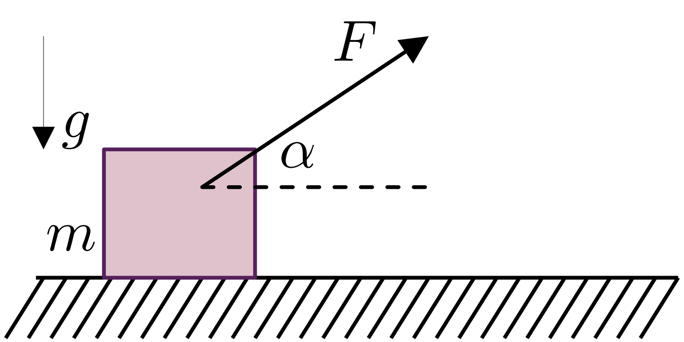
$$I_x = \Delta F_{x,\mathrm{tot}} dt = m\Delta v_x,$$

$$I_y = \Delta F_{y,\mathrm{tot}} dt = m\Delta v_y,$$

$$I_z = \Delta F_{z,\mathrm{tot}} dt = m\Delta v_z.$$

Ejemplo 1

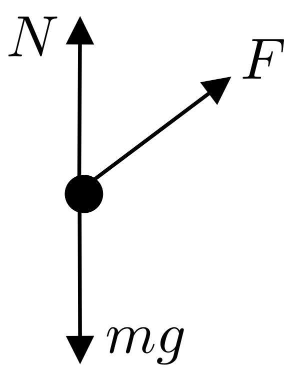
- Un bloque de **masa** m se encuentra en **reposo** en una superficie horizontal sin roce. Si el bloque es **arrastrado horizontalmente** durante un **tiempo** T por una **fuerza constante** de **magnitud** F que forma un **ángulo** α con la superficie, encuentre:
  - La **velocidad** alcanzada por el bloque luego de ser arrastrada.
  - La **normal** ejercida sobre el bloque en ese intervalo.

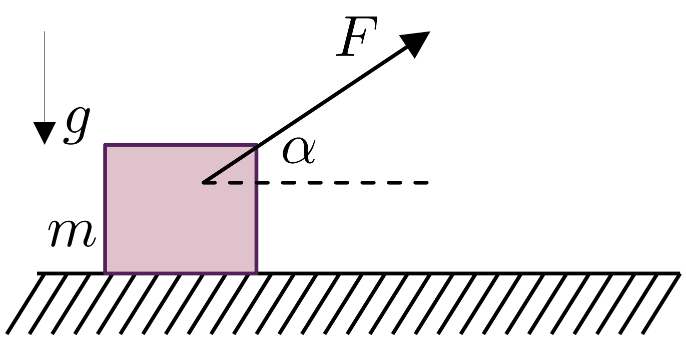


Ejemplo 1

- Un bloque de **masa** m se encuentra en **reposo** en una superficie horizontal sin roce. Si el bloque es **arrastrado horizontalmente** durante un **tiempo** T por una **fuerza constante** de **magnitud** F que forma un **ángulo** α con la superficie, encuentre:
  - La **velocidad** alcanzada por el bloque luego de ser arrastrada.

<u>DCL</u>





<u>Impulso-momentum</u>

$$I_x = F\cos\alpha T = m(v_x - \overset{0}{\cancel{v_{x,0}}})$$

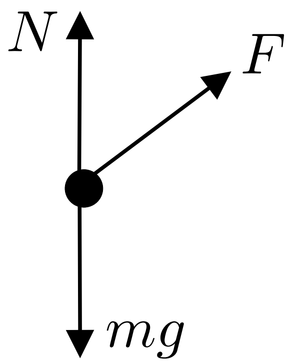
$$I_y = (F\sin\alpha + N - mg)T = m\Delta v_y = 0$$

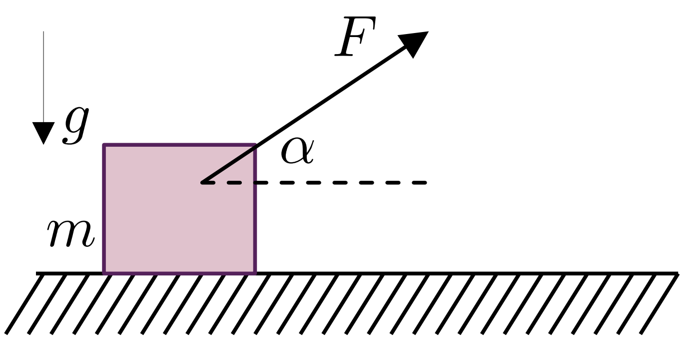
$$\xrightarrow{I_x} \quad \boxed{v_x = \frac{F\,T\cos\alpha}{m}}$$

Ejemplo 1

- Un bloque de **masa** m se encuentra en **reposo** en una superficie horizontal sin roce. Si el bloque es **arrastrado horizontalmente** durante un **tiempo** T por una **fuerza constante** de **magnitud** F que forma un **ángulo** α con la superficie, encuentre:
  - La **normal** ejercida sobre el bloque en ese intervalo.

<u>DCL</u>





<u>Impulso-momentum</u>

$$(F\sin\alpha + N - mg)T = 0$$

$$\boxed{N = mg - F\sin\alpha}$$

La normal se podría obtener directamente del DCL, pero se comprueba que la ecuación de Impulso-momentum se satisface.

Receta para problemas de impulso-momentum

1) Seleccionar sistema de referencia y dibujar DCL.
2) Identificar fuerzas en cada coordenada.
3) Identificar velocidades iniciales y finales en cada coordenada.
4) Imponer ecuación de impulso-momentum.
5) Despejar incógnitas.

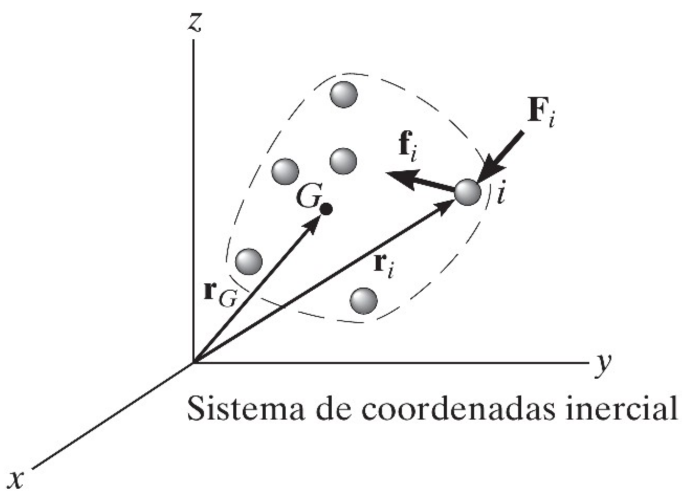
Clase 21

- Clase 21:
  - Impulso y momentum.
  - **Conservación del momentum.**

- Bibliografía recomendada:
  - Serway (9.1, 9.2, 9.3).

Momentum en un sistema de partículas

- Si tenemos un sistema con **varias partículas** o cuerpos:



Fuerzas externas

$$\sum_i \vec{F}_{i,\text{ext}} = \sum_i \dot{\vec{p}}_i,$$

donde *i* representa cada partícula.

- Sólo se consideran las **fuerzas externas**. Las fuerzas internas se cancelan por tercera Ley.

- El **principio de impulso-momentum** toma la forma

$$\boxed{\sum_i \vec{I}_{\text{i,ext}} = \sum_i \Delta\vec{p}_i}$$

$$\vec{I}_{i,\text{ext}} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}_{i,\text{ext}} dt = \vec{F}_{i,\text{ext}} \Delta t$$

Fuerzas constantes

Conservación del momentum

- Si en un sistema de partículas el **impulso debido a fuerzas externas es cero**, entonces:

$$\boxed{\sum_i \vec{p}_{i,1} = \sum_i \vec{p}_{i,2}}$$

- Si las partículas tienen **masa constante**:

$$\boxed{\sum_i m_i \vec{v}_{i,1} = \sum_i m_i \vec{v}_{i,2}}$$

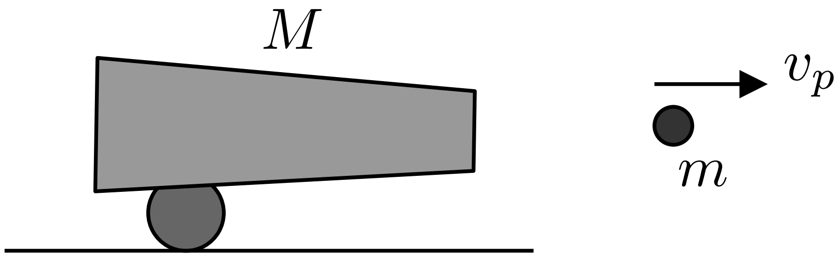
- Esto se conoce como la **conservación de momentum lineal**.

Conservación del momentum

- La **conservación del momentum se puede aplicar** cuando **no hay impulsos externos**.
- En la práctica, significa que es **aplicable** a **partículas que chocan o interactúan**.
- El momentum puede conservarse en todas o sólo en ciertas coordenadas.

Ejemplo 2

- Un cañón de **masa** M lanza un proyectil de **masa** m con una **rapidez** v_p. Entonces:
  - Encuentre la **rapidez** de retroceso del cañón.
  - Si el disparo **tarda** t^*, encuentre la **fuerza promedio** del disparo **sobre el proyectil**.



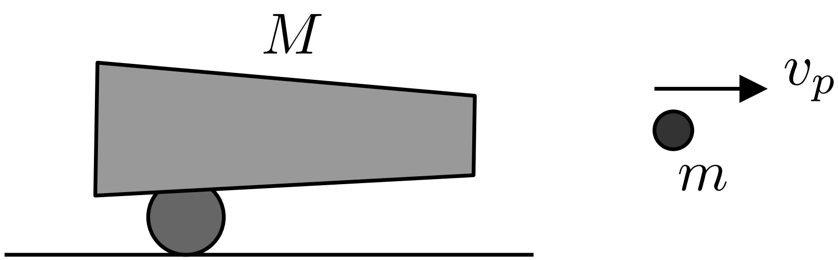
Ejemplo 2

- Un cañón de **masa** M lanza un proyectil de **masa** m con una **rapidez** v_p. Entonces:
  - Encuentre la **rapidez** de retroceso del cañón.

Por conservación del momentum:

$$0 = Mv_c + mv_p$$

$$\longrightarrow \quad \boxed{v_c = -\frac{m}{M}v_p}$$



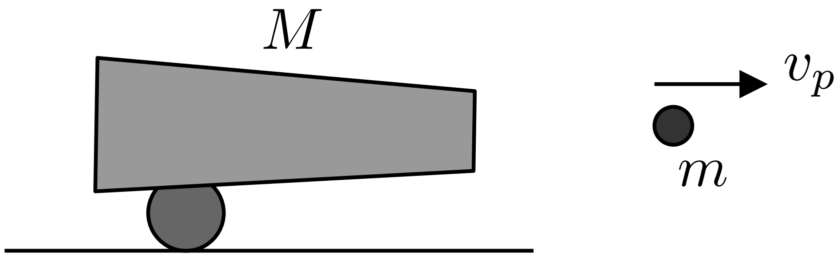
*Si, por ejemplo, el cañón no se moviera, significaría que hay una fuerza externa que lo sostiene. En tal caso el momento no se conservaría.

Ejemplo 2

- Un cañón de **masa** M lanza un proyectil de **masa** m con una **rapidez** v_p. Entonces:
  - Si el disparo **tarda** t^* , encuentre la **fuerza promedio** del disparo **sobre el proyectil**.

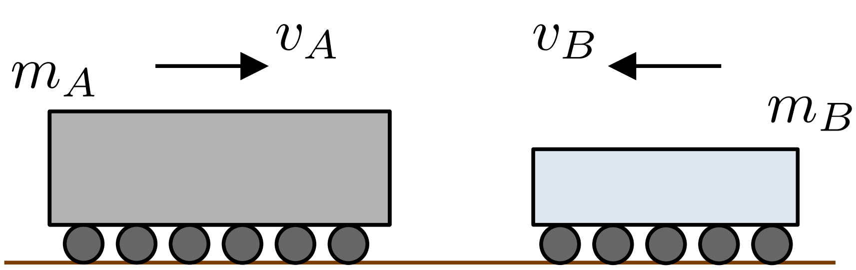
El impulso del disparo sobre el proyectil:

$$I = F_{\text{prom}} t^* = m v_p \qquad \longrightarrow \qquad \boxed{F_{\text{prom}} = \frac{m v_p}{t^*}}$$



Ejemplo 3

- Un vagón de **masa** m_A se mueve hacia la **derecha** con una **rapidez** v_A, mientras que otro vagón de **masa** m_B se mueva la **izquierda** con **rapidez** v_B. Si al chocar ambos vagones se **acoplan**, encuentre:
  - La **rapidez** de ambos vagones **luego del acoplamiento**.
  - **Magnitud** de la **fuerza promedio** del acoplamiento si éste **tarda un tiempo** t^*.



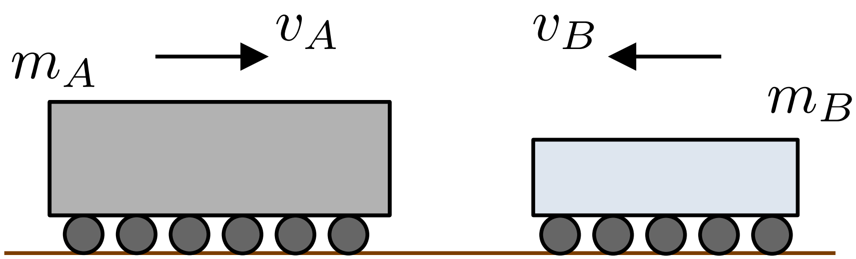
Ejemplo 3

- Un vagón de **masa** m_A se mueve hacia la **derecha** con una **rapidez** v_A, mientras que otro vagón de **masa** m_B se mueva la **izquierda** con **rapidez** v_B. Si al chocar ambos vagones se **acoplan**, encuentre:
  - La **rapidez** de ambos vagones **luego del acoplamiento**.

Por conservación del momentum:

$$m_A v_A - m_B v_B = (m_A + m_B) v_f$$

$$\longrightarrow \quad \boxed{v_f = \frac{m_A v_A - m_B v_B}{m_A + m_B}}$$



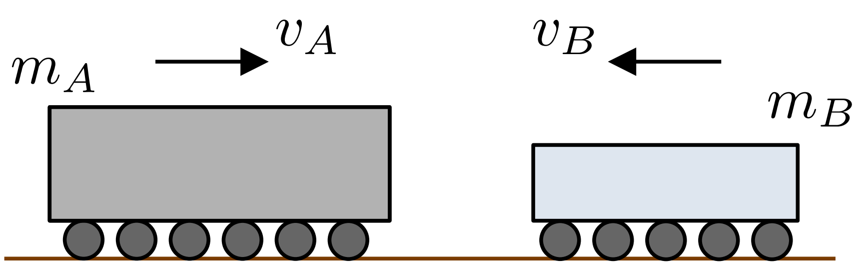
Ejemplo 3

- Un vagón de **masa** m_A se mueve hacia la **derecha** con una **rapidez** v_A, mientras que otro vagón de **masa** m_B se mueva la **izquierda** con **rapidez** v_B. Si al chocar ambos vagones se **acoplan**, encuentre:
  - **Magnitud** de la **fuerza promedio** del acoplamiento si éste **tarda un tiempo** t^*.

El impulso del acoplamiento (utilizando el vagón *A*):

$$I = F_{\text{prom}} t^* = m_A v_f - m_A v_A$$

$$F_{\text{prom}} t^* = m_A (v_f - v_A) \quad \longrightarrow \quad \boxed{|F_{\text{prom}}| = \frac{m_A m_B (v_A + v_B)}{t^* (m_A + m_B)}}$$



Tarea: Comprobar que se obtiene la misma magnitud
Utilizando el vagón *B*.

Resumen

- Definimos el **momentum** e **impulso**.
- Revisamos el **principio de impulso y momentum**.
- Definimos la **conservación de momentum**.
- Próxima clase:
  - Colisiones.