

FISICA I (FIS101)

Clase 11 Leyes de Newton

Felipe Isaule

Jueves 9 de Abril de 2026

Clase anterior: Movimiento circular uniforme

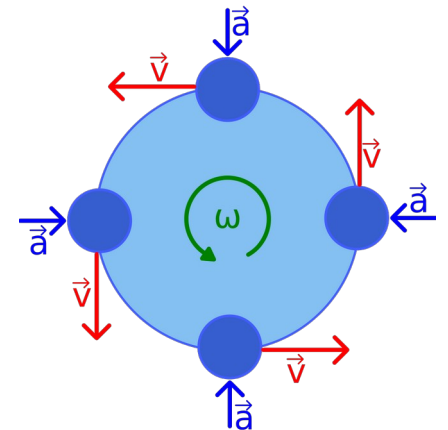
- En un **movimiento circular** el **radio** r es **constante**.
- **Un movimiento circular uniforme** es aquel donde la **rapidez** v es **constante**.

$$v = r\omega,$$

ω : Velocidad angular

- En este caso, la **aceleración** siempre apunta hacia el **centro del círculo** y es llamada **aceleración centrípeta**:

$$a_c = \frac{v^2}{r} = r\omega^2.$$



Clase anterior: Movimiento circular no uniforme

- En un **movimiento circular no uniforme** el **radio** r es **constante**, pero la **velocidad angular** ω **cambia**.

$$r = \text{cte.}, \quad \omega = \frac{d\theta}{dt}.$$

- Por tanto, el sistema tiene una **aceleración angular**:

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt}.$$

- La **rapidez** sigue siendo:

$$v = r\omega.$$

Clase anterior: Movimiento circular no uniforme

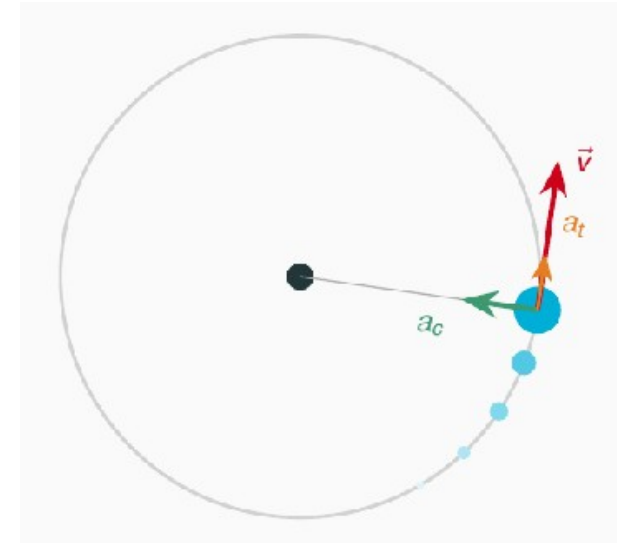
- La **aceleración** tiene **dos componentes**:
 - La **aceleración centrípeta**, que apunta hacia el **centro**:

$$a_c = \frac{v^2}{r} = r\omega^2.$$

- La **aceleración tangencial**, que es **tangente al movimiento**:

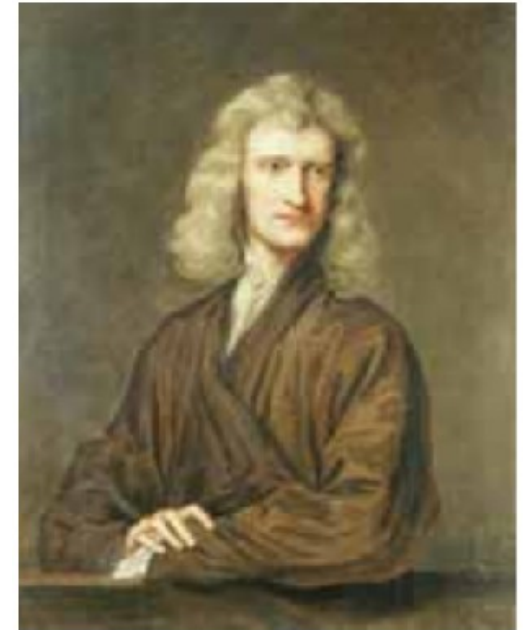
$$a_t = r\alpha.$$

- Notar que en un movimiento circular uniforme $\alpha=0$, entonces no hay aceleración tangencial.



Dinámica y concepto de fuerza

- La **dinámica** es la rama de la física clásica que estudia la **relación** entre el **movimiento y las fuerzas** que lo generan.
- Es decir, consideramos las “**fuentes**” que **generan un movimiento**.
- Contrasta con la cinemática, que sólo describe cómo se mueven las partículas.
- La bases de la dinámica son las tres **leyes de Newton**.



Isaac Newton
Físico y matemático inglés
(1642-1727)

Clase 11

- **1^{ra} ley de Newton.**
- 2^{da} ley de Newton.
- 3^{ra} ley de Newton.

- Bibliografía recomendada:
 - Serway (5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.6).

Primera ley de Newton

Principio de Inercia:

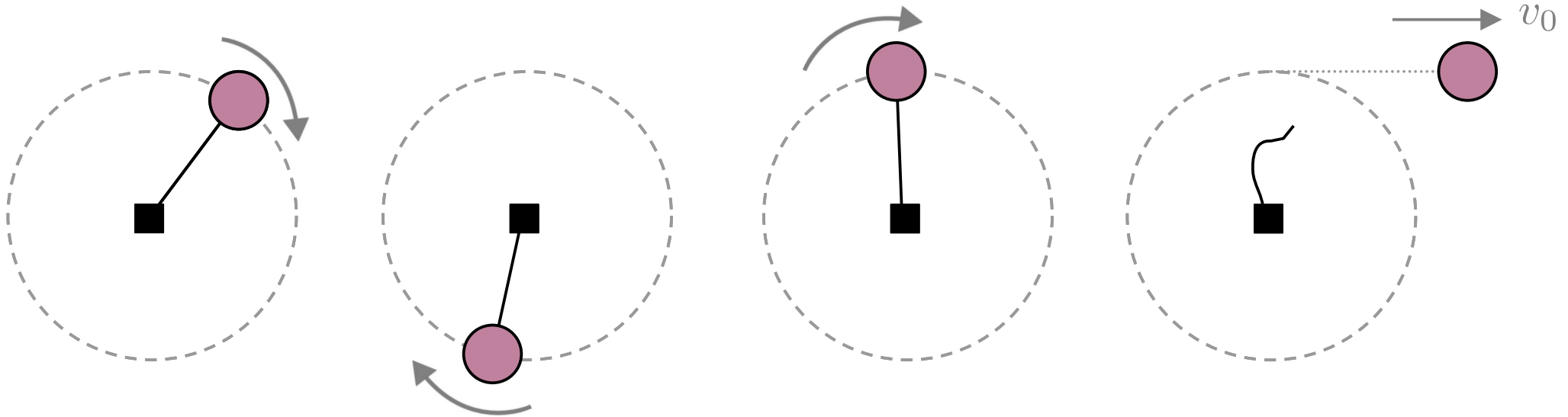
Todo cuerpo **permanece** en estado de **reposo** o de **movimiento rectilíneo uniforme** (velocidad constante) **a menos que se le aplique una acción** (fuerza) que lo cambie de ese estado.

$$\vec{a} = 0.$$

*Originalmente enunciada por Galileo.

Primera ley de Newton

Ejemplo: Una pelota gira atada por una cuerda. Si la cuerda se rompe y no hay ninguna otra fuerza actuando sobre la pelota, ésta continúa en un movimiento rectilíneo uniforme.

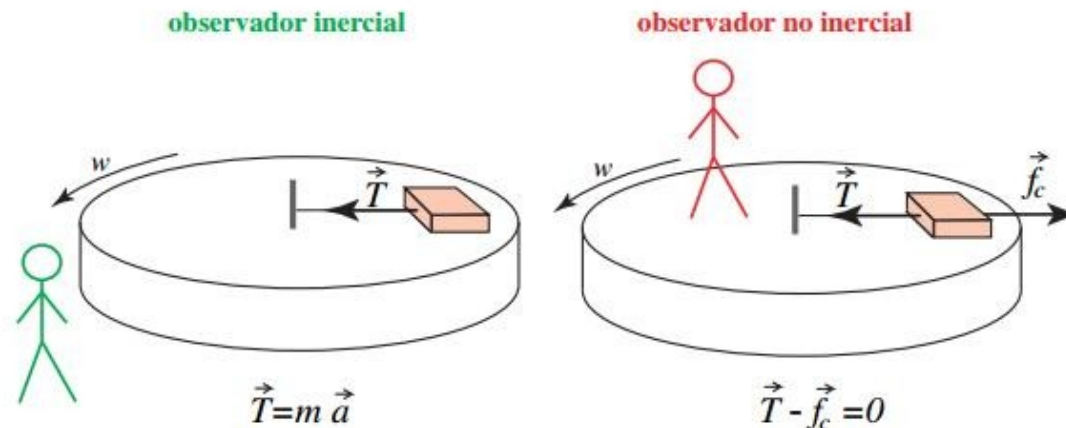


Marco de referencia inercial

- La primera ley también se puede plantear como:

Si un objeto no interactúa con otros objetos, es posible identificar un **marco de referencia inercial** en el que el objeto tiene aceleración cero.

- **Marco de referencia inercial:** Sistema de referencia que cumple con la primera ley, es decir, está en reposo o se mueve con rapidez constante.



Primera ley de Newton

- En resumen, la **aceleración** de un objeto es **cero** cuando no se aplican fuerzas sobre él o cuando la **fuerza total es cero**.
- Una **fuerza** es simplemente aquello que **causa un cambio en el movimiento** de un objeto.
- Definimos la **inercia** como la **resistencia** de un objeto a **cambiar su velocidad**.

Clase 11

- 1^{ra} ley de Newton.
- **2^{da} ley de Newton.**
- 3^{ra} ley de Newton.

- Bibliografía recomendada:
 - Serway (5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.6).

Segunda ley de Newton

Ley fundamental de la Dinámica:

La **tasa** de cambio del **momentum lineal** de una partícula es proporcional a la **fuerza aplicada**:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \dot{\vec{p}}.$$

- **Momentum lineal** de una partícula:

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

- Donde m es la **masa inercial** de un objeto. En el SI se mide en *kilogramos*.
- La masa inercial es una propiedad intrínseca de un objeto, y corresponde a su “**resistencia**” al movimiento.

Fuerza

- Una **fuerza** \vec{F} es un **vector** que modifica el movimiento de un cuerpo.
- Tiene dimensiones de

$$\frac{M L}{T^2} = \frac{\text{masa} \times \text{distancia}}{\text{tiempo}^2}.$$

- En el sistema internacional de unidades es medida en **Newtons**:

$$N = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Ecuación de movimiento

- Si la **masa** de un cuerpo es **constante**, la **segunda ley** toma su forma más conocida

$$\vec{F} = \dot{\vec{p}} = m\dot{\vec{v}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{\vec{F} = m\vec{a}}$$

- Esta **fuerza** (total) corresponde a la **suma de todas las fuerzas** aplicadas sobre un cuerpo

$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i = m\vec{a}.$$

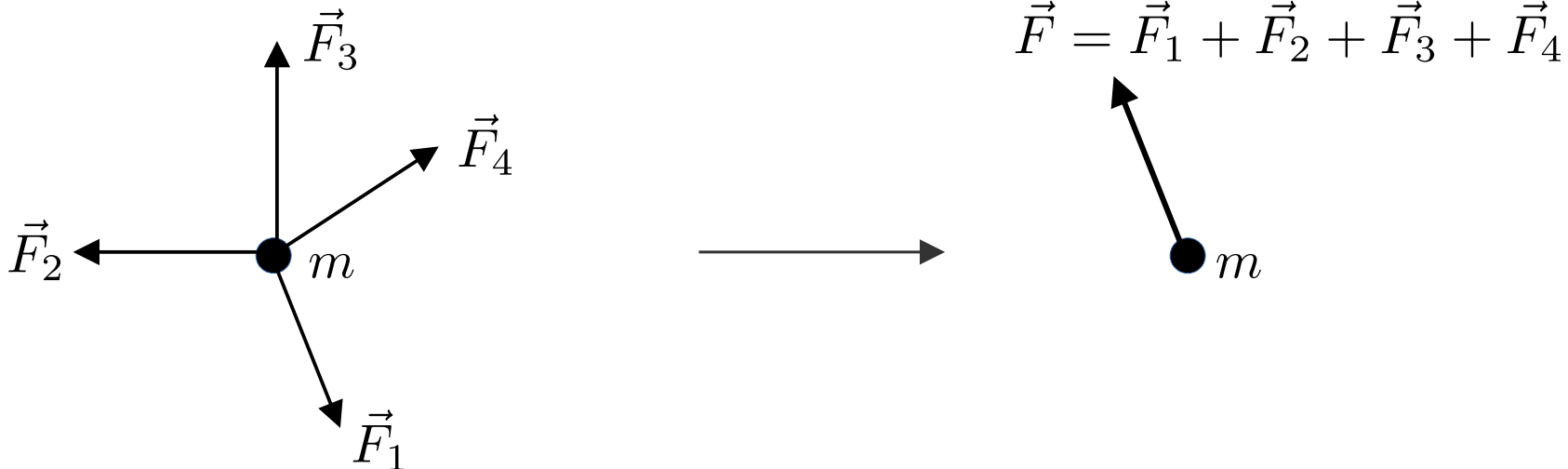
- A una ecuación de este tipo la llamamos **ecuación de movimiento**.

Diagrama de cuerpo libre (DCL)

- Para obtener la **ecuación de movimiento** de un cuerpo necesitamos *aislarlo* e **identificar todas las fuerzas** que actúan sobre él.

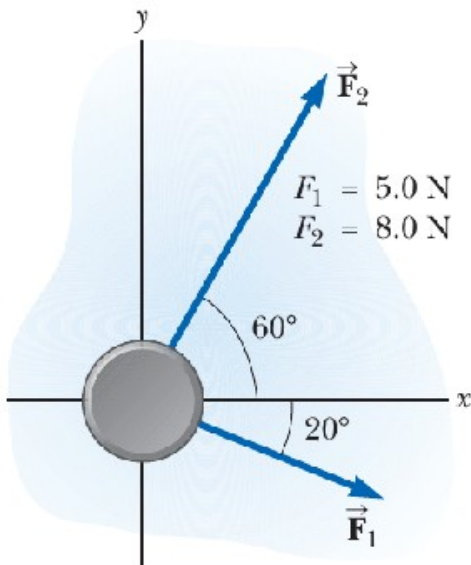
$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i = m \vec{a}.$$

- Gráficamente, esta identificación es conveniente de realizar dibujando un **diagrama de cuerpo libre** o DCL.



Ejemplo 1:

- Un **disco** de hockey que tiene una **masa** de **0.30 kg** se desliza sobre la superficie horizontal sin fricción de una pista de patinaje. Dos bastones de hockey golpean el disco simultáneamente, y ejercen las **fuerzas** sobre el disco que se **muestran en la figura**. Determine tanto la **magnitud** como la **dirección** de la **aceleración del disco**.



Ejemplo 1:

- Un **disco** de hockey que tiene una **masa** de **0.30 kg** se desliza sobre la superficie horizontal sin fricción de una pista de patinaje. Dos bastones de hockey golpean el disco simultáneamente, y ejercen las **fuerzas** sobre el disco que se **muestran en la figura**. Determine tanto la **magnitud** como la **dirección** de la **aceleración del disco**.

Calculamos la fuerza total en la dirección x y en la dirección y:

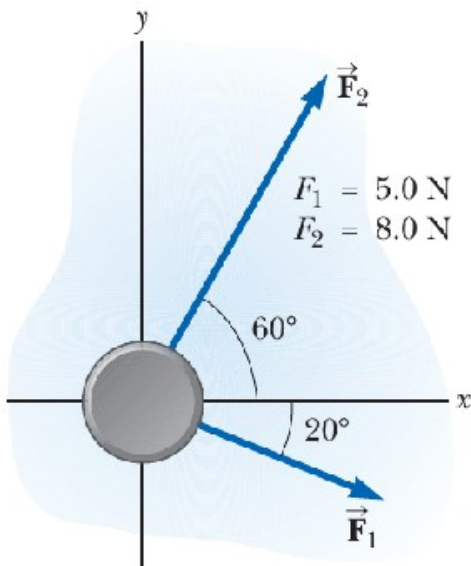
$$\sum F_x = F_{1,x} + F_{2,x} = 5 \text{ N} \underbrace{\cos 20^\circ}_{\approx 0.94} + 8 \text{ N} \underbrace{\cos 60^\circ}_{= 1/2} \approx 8.7 \text{ N}$$

$$\sum F_y = F_{1,y} + F_{2,y} = -5 \text{ N} \underbrace{\sin 20^\circ}_{\approx 0.34} + 8 \text{ N} \underbrace{\sin 60^\circ}_{\approx 0.87} \approx 5.3 \text{ N}$$

Obtenemos la aceleración utilizando la segunda ley de Newton:

$$a_x = \frac{\sum F_x}{m} \longrightarrow a_x \approx 29 \text{ m/s}^2$$

$$a_y = \frac{\sum F_y}{m} \longrightarrow a_y \approx 17.7 \text{ m/s}^2$$



Ejemplo 1:

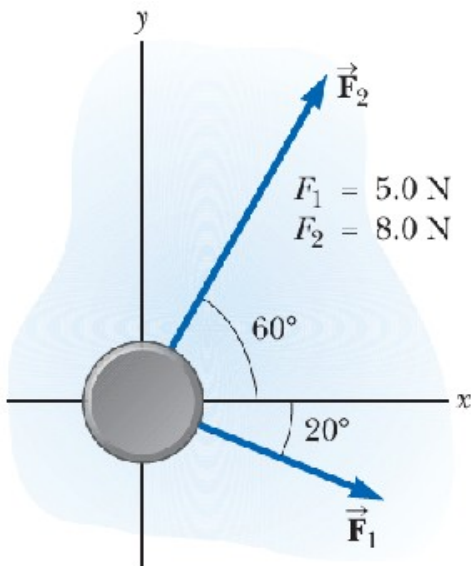
- Un **disco** de hockey que tiene una **masa** de **0.30 kg** se desliza sobre la superficie horizontal sin fricción de una pista de patinaje. Dos bastones de hockey golpean el disco simultáneamente, y ejercen las **fuerzas** sobre el disco que se **muestran en la figura**. Determine tanto la **magnitud** como la **dirección** de la **aceleración del disco**.

La magnitud de la aceleración es:

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \longrightarrow \boxed{a \approx 34 \text{ m/s}^2}$$

El ángulo nos da la dirección:

$$\theta = \arctan(a_y/a_x) \longrightarrow \boxed{\theta \approx 31.4^\circ}$$

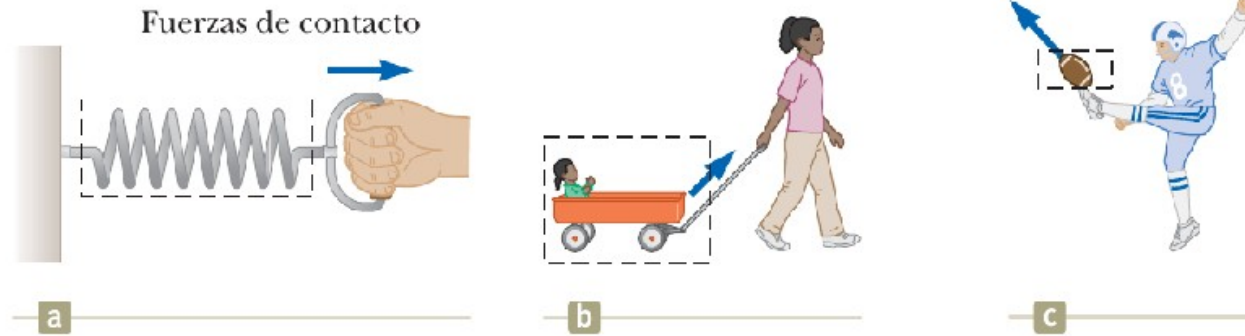


Estrategia general de resolución de problemas

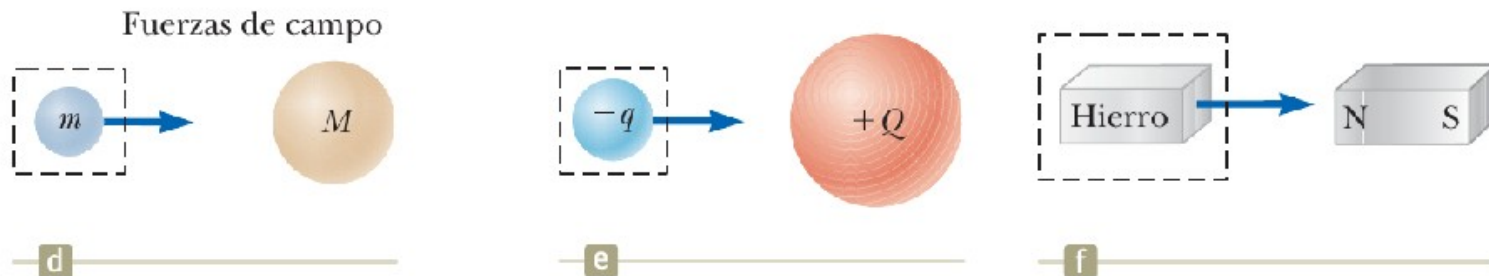
- 1) Seleccionar el **sistema de coordenadas inercial**.
- 2) Dibujar el **diagrama de cuerpo libre**.
- 3) Identificar las **incógnitas**.
- 4) Identificar y **descomponer** los **componentes de las fuerzas** si el problema lo requiere.
- 5) Formular las **ecuaciones de movimiento** a partir de $F=ma$ para cada componente.
- 6) Resolver la **cinemática** del problema.

Tipos de fuerza

- Un tipo de fuerza son las **fuerzas de contacto**. Ejemplos: fuerzas de roce, tensión, elástica.



- Un segundo tipo son las **fuerzas de campos**, donde no hay contacto entre dos objetos. Ejemplos: Gravedad, electricidad.



* Microscópicamente, todas las fuerzas son de campo.

Clase 11

- 1^{ra} ley de Newton.
- 2^{da} ley de Newton.
- **3^{ra} ley de Newton.**

- Bibliografía recomendada:
 - Serway (5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.6).

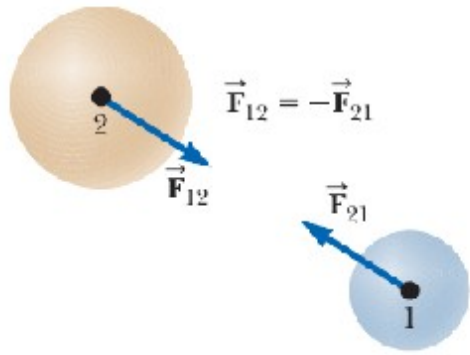
Tercera ley de Newton

Principio de acción y reacción:

Las **fuerzas** actúan siempre en **pares**. Si un cuerpo A ejerce una fuerza F_{AB} a un cuerpo B , el cuerpo B ejercerá una fuerza F_{BA} al cuerpo A de **igual magnitud pero sentido contrario**.

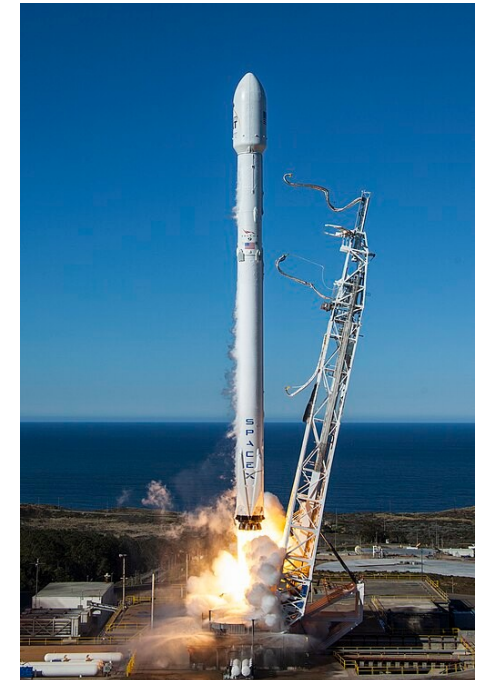
$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}.$$

Tercera ley de Newton



- Las magnitudes de las fuerzas entre dos objetos son iguales.
- Sin embargo, la **cinemática** de cada objeto puede ser distinta debido a **diferencias en las masas**.

- La tercera ley se relaciona con la **conservación del momentum**, siendo un principio fundamental de la física.
- Una aplicación son los cohetes, donde se va expulsando masa en el tiempo.



Resumen

- Hemos introducido el **principio de inercia**.
- Hemos definido la **segunda ley de newton**, incluido el concepto de **fuerza**.
- Definimos el concepto de **ecuación de movimiento**.
- Presentamos el concepto de **diagrama de cuerpo libre** y las técnicas de resolución de problemas de dinámica.
- Introducimos el **principio de acción y reacción**.
- Próxima clase:
 - Peso y normal.
 - Plano inclinado.