



FACULTAD DE FÍSICA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CHILE

Dinámica (FIS1514)

Dinámica y Leyes de Newton

Felipe Isaule

felipe.isaule@uc.cl

Lunes 2 de Septiembre de 2024

Clase 8: Dinámica y Leyes de Newton

- Dinámica y Leyes de Newton.
 - Primera Ley
 - Segunda Ley
 - Tercera Ley
- Peso y Normal

- Bibliografía recomendada:
 - Meriam (3.1, 3.2, 3.3, 3.4).
 - Hibbeler (13.1, 13.2).

Clase 8: Dinámica y Leyes de Newton

- **Dinámica y Leyes de Newton.**
 - Primera Ley
 - Segunda Ley
 - Tercera Ley
- Peso y Normal

Dinámica

- La **dinámica** (o Cinética) 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.

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.

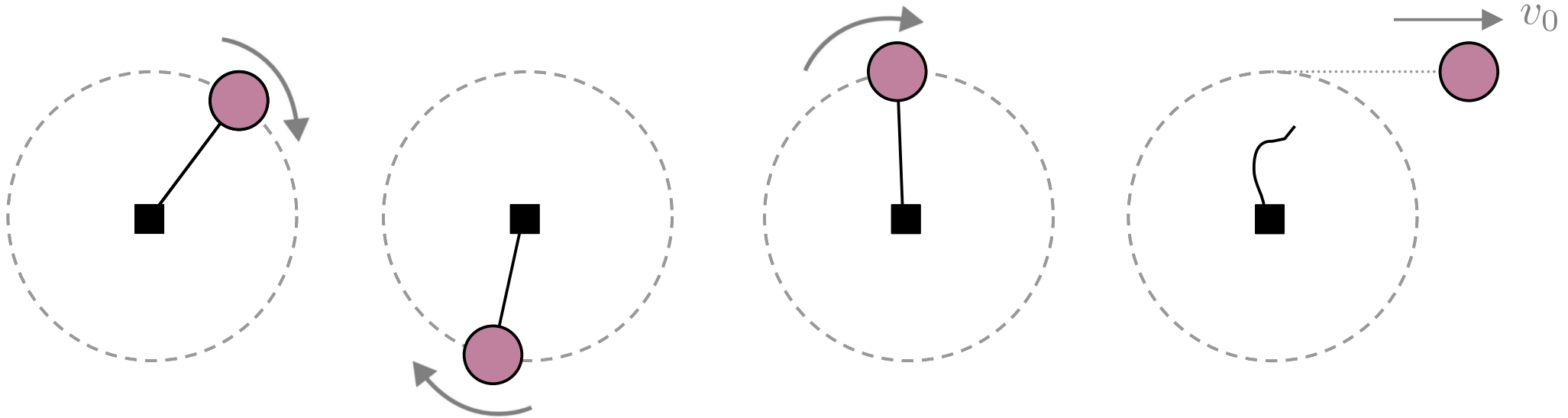
$$\vec{a} = 0$$

*Originalmente enunciada por Galileo.

- **Sistema 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

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.



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**.
- Podemos pensar que la primera ley es un caso particular de la segunda:

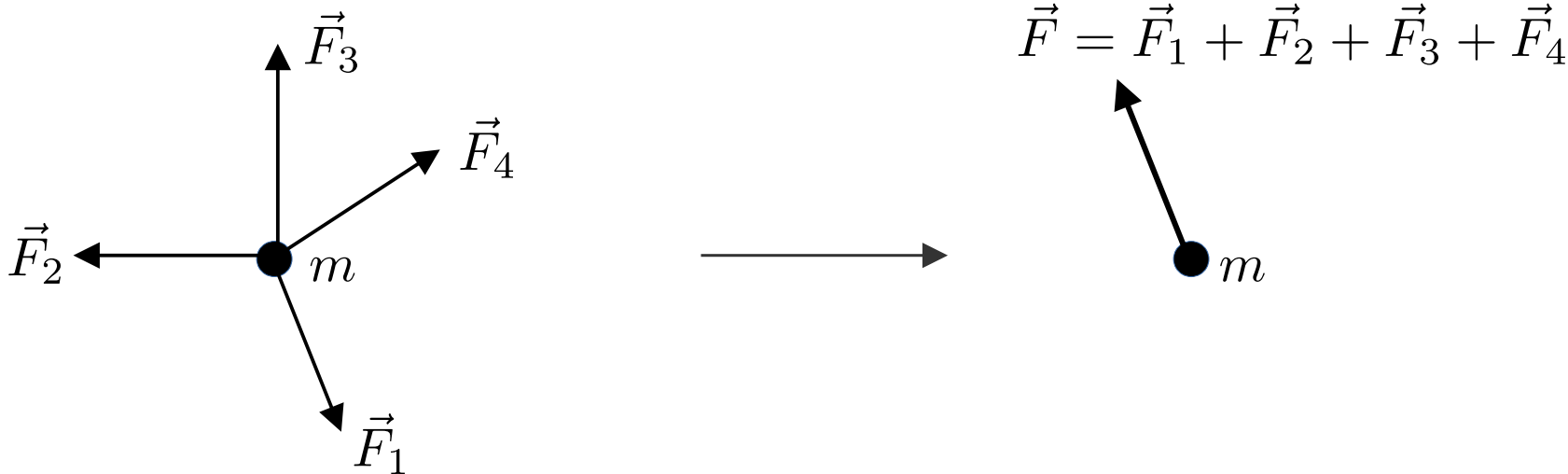
$$\vec{F} = 0 \implies \vec{a} = 0$$

Diagrama de cuerpo libre (DCL)

- Para obtener la ecuación de movimiento de un cuerpo necesitamos *aislar* el cuerpo en consideración 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.



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 $F = m a$ para cada componente.
- 6) Resolver la **cinemática** del problema.

Ejemplos de fuerzas

- Gravitacional.
 - Peso.
- Contacto
 - Normal
 - Roce
- Tensión.
- Elástica.
- Roce viscoso.

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.

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

Clase 8: Dinámica y Leyes de Newton

- Dinámica y Leyes de Newton.
 - Primera Ley
 - Segunda Ley
 - Tercera Ley
- **Peso y Normal**

Ley de Gravitación

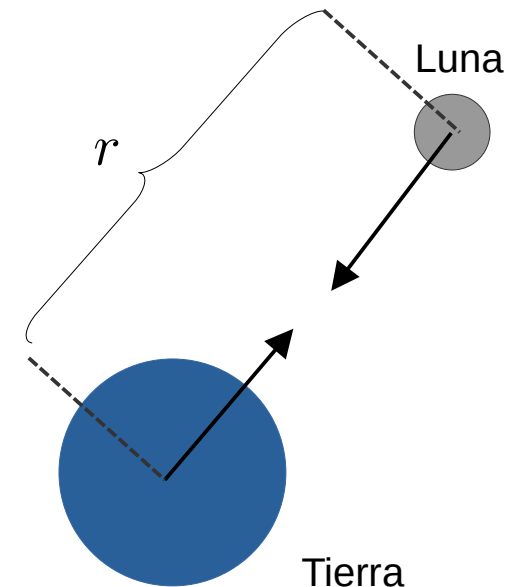
- La **ley de gravitación universal** establece que la fuerza de **atracción** entre dos cuerpos de masas m_1 y m_2 es

$$\vec{F} = -\frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

$$G \approx 6.67 \times 10^{-11} \text{N m}^2 \text{kg}^{-2}$$

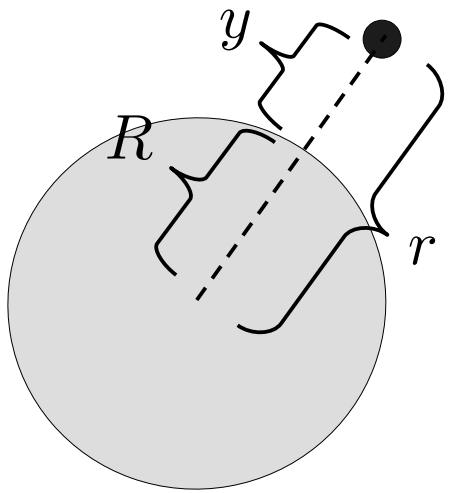
r : Distancia entre los cuerpos.
 G : Constante de gravitación.

- Las masas m_1 y m_2 corresponden a las **masas gravitacionales**.
- **Principio de equivalencia**: La masa inercial de un cuerpo es igual a su masa gravitacional.



Peso

- Si un cuerpo A está cerca de la superficie de otro cuerpo B **mucho más grande**, la fuerza de gravedad sobre A se simplifica



$$F_A = -\frac{Gm_A m_B}{r^2} = -\frac{Gm_A m_B}{(R + y)^2} \approx -m_A \underbrace{\frac{Gm_B}{R^2}}_g$$

$R \gg y$

Peso:

$$P = mg$$

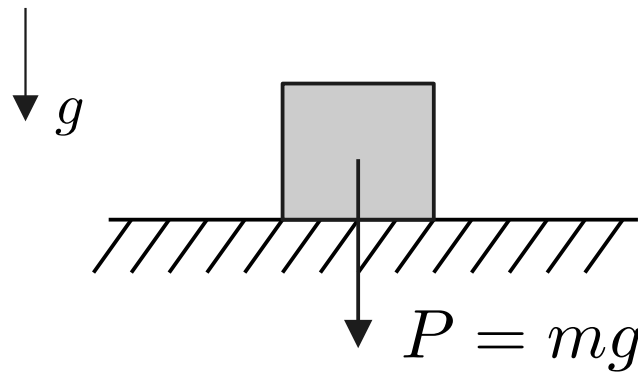
- En el caso de un cuerpo en la **superficie de la Tierra**

$$g \approx 9.8 \text{m/s}^2$$

- En los polos $g \approx 9.83 \text{m/s}^2$, mientras que en el Ecuador $g \approx 9.78 \text{m/s}^2$

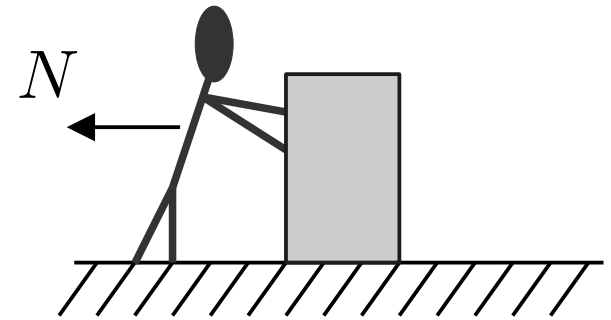
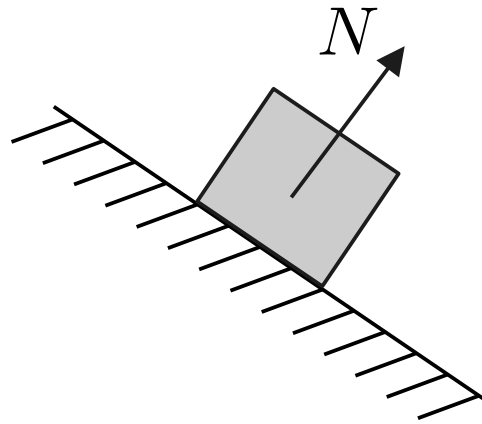
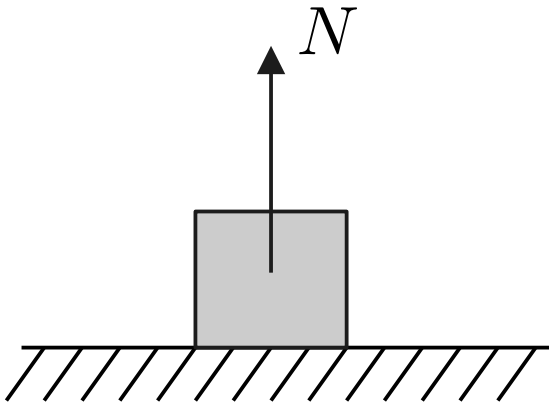
Peso

- El peso es **constante** (para un cuerpo de masa constante) y siempre apunta hacia la **superficie**.
- Un cuerpo afectado sólo por el peso en la dirección vertical tiene una aceleración vertical constante de magnitud g .



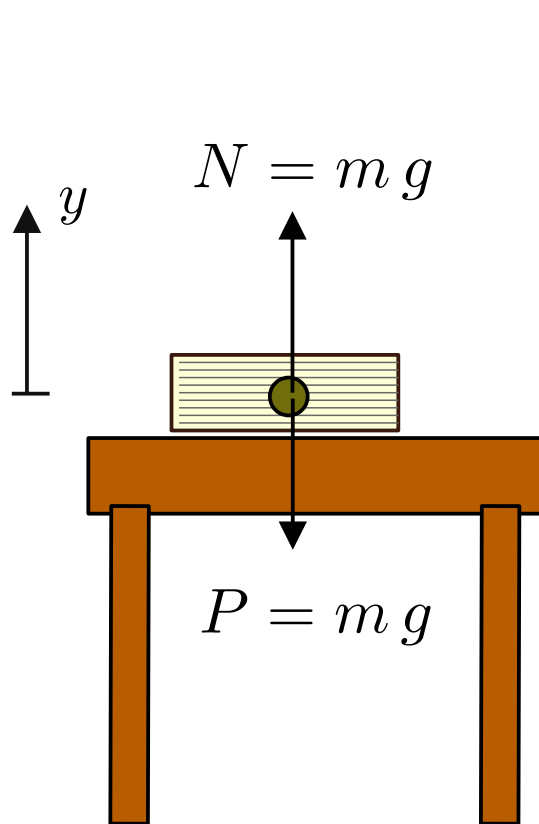
Fuerza normal

- La fuerza **normal** es una **fuerza de contacto** (el cuerpo toca la superficie).
- Es **perpendicular** a la superficie en dirección **hacia el cuerpo**.



Equilibrio de fuerzas

- Si tenemos un libro de masa m en reposo sobre la superficie de una mesa:

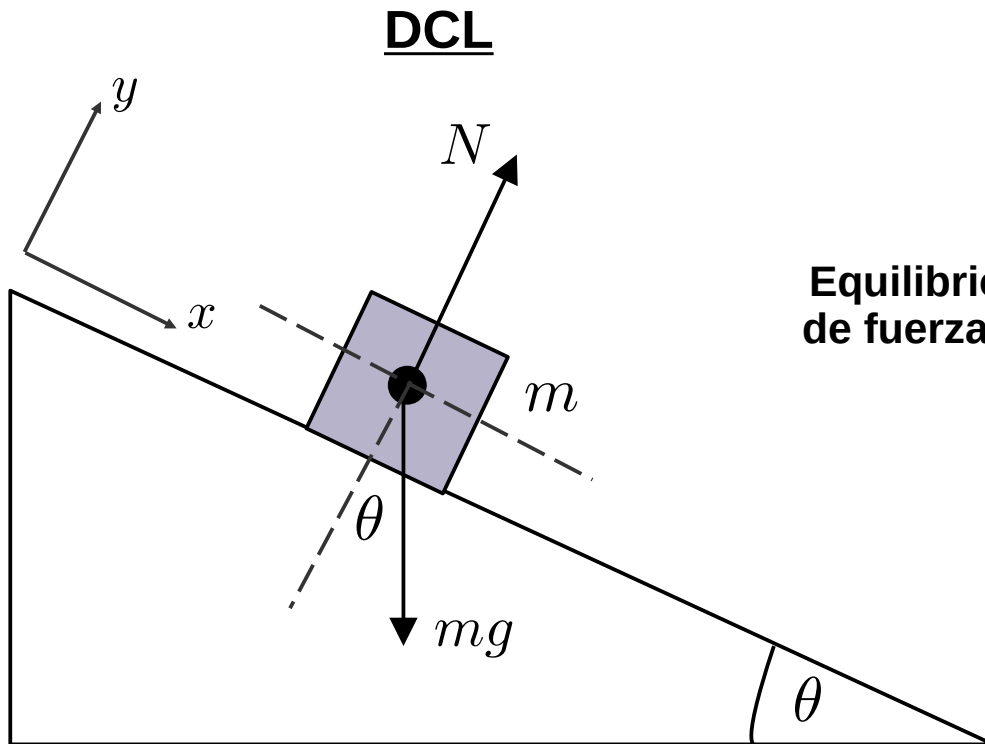


Peso Normal

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{N} = 0$$
$$\longrightarrow \vec{N} = -\vec{P} = +m g \hat{j}$$
$$\longrightarrow \boxed{N = m g}$$

Plano inclinado

- Un bloque de masa m se encuentra sobre la superficie de un **plano inclinado** con un ángulo θ con respecto a la horizontal. Encuentre la **normal** y describa la **posición** del bloque en función del tiempo.



Equilibrio
de fuerzas

→

$$x : F_x = mg \sin \theta = m a_x$$

$$y : F_y = N - mg \cos \theta = 0$$

→

$$N = mg \cos \theta$$

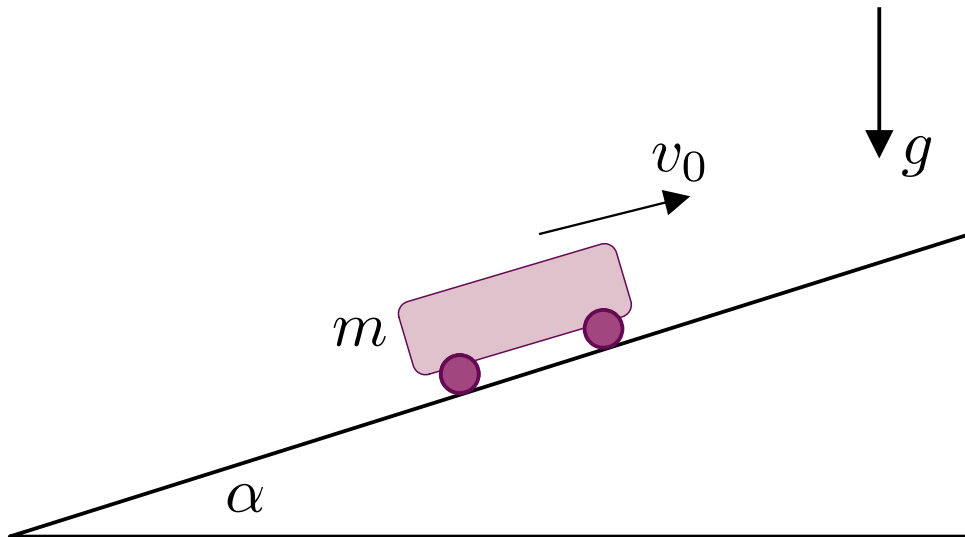
→

$$a_x = g \sin \theta$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{g \sin \theta}{2} t^2$$

Ejemplo

- Un bus de **masa** m **sube** por una cuesta con **pendiente** α a una rapidez constante v_0 .
 - Encuentre la **fuerza** F_M ejercida por el **motor** del bus.
 - Si un pasajero adicional se sube al bus y el motor sigue ejerciendo la **misma fuerza**. ¿Qué pasará con el bus?



Ejemplo

- Un bus de **masa** m **sube** por una cuesta con **pendiente** α a una rapidez constante v_0 .
- Encuentre la **fuerza** F_M ejercida por el **motor** del bus.

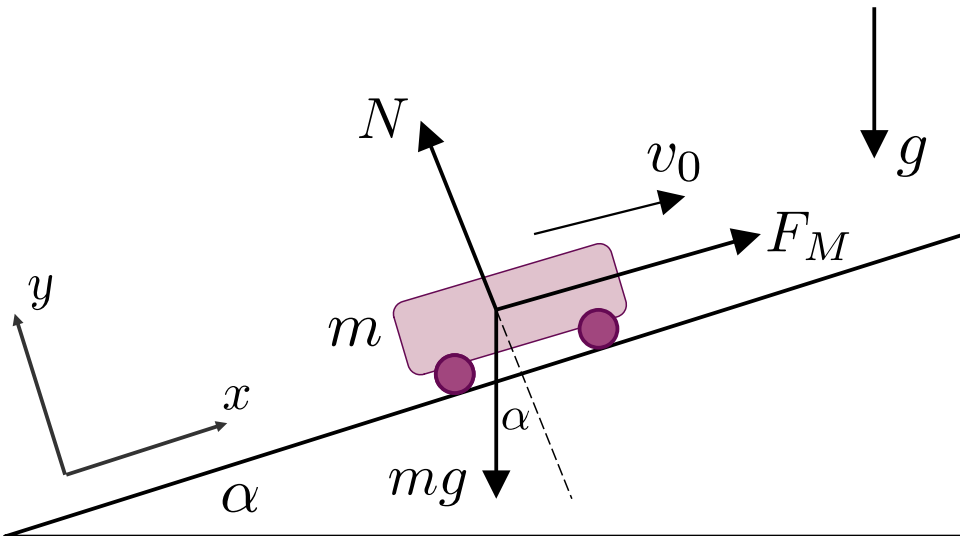
Ecuaciones de movimiento

Equilibrio
de fuerzas

$$\rightarrow x : F_x = F_M - mg \sin \alpha = 0$$

$$\rightarrow y : F_y = N - mg \cos \alpha = 0$$

DCL

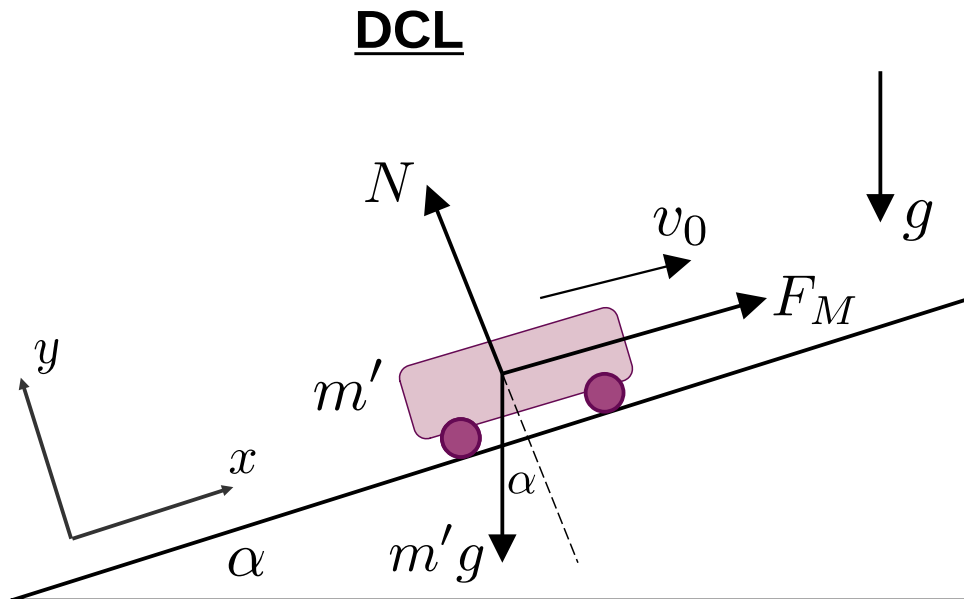


$$\rightarrow F_M = mg \sin \alpha$$

Ejemplo

- Un bus de **masa** m **sube** por una cuesta con **pendiente** α a una rapidez constante v_0 .
- Si un pasajero adicional se sube al bus y el motor sigue ejerciendo la **misma fuerza**. ¿Qué pasará con el bus?

Con el pasajero nuevo el bus ahora tiene una masa $m' > m$.



Ecuaciones de movimiento

$$x : F_x = F_M - m'g \sin \alpha = m' a_x$$

$$y : F_y = N - m'g \cos \alpha = 0$$

$$\begin{aligned} \longrightarrow a_x &= \frac{F_M}{m'} - g \sin \alpha && m' > m \\ &= g \sin \alpha \left(\frac{m}{m'} - 1 \right) < 0 \end{aligned}$$

El bus disminuirá su velocidad a una tasa constante, y comenzará a descender después de un 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**.
- Introducimos el **peso** y la **normal**.
- Revisamos el **plano inclinado**.