

FUNDAMENTOS DE MECÁNICA

Clase 5. DINÁMICA 1

Dinámica

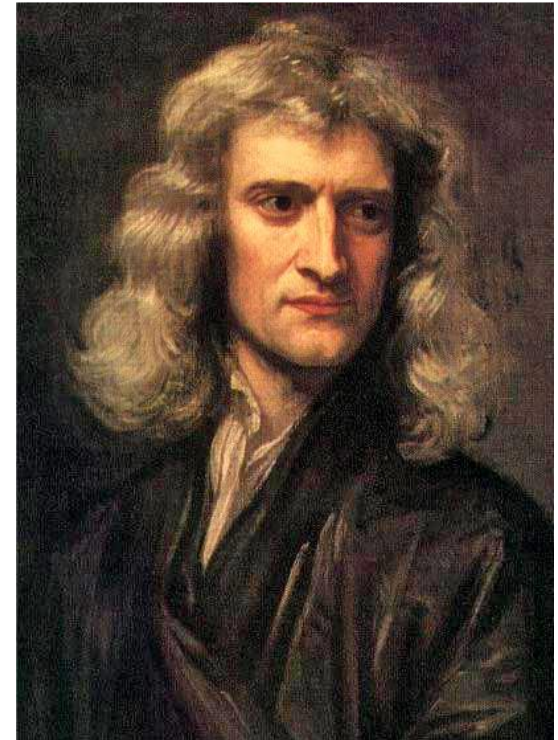
- ¿Qué causa el movimiento?
- ¿Por qué se mueven las cosas?

FUERZAS  ACELERACIÓN

- Tres leyes del movimiento de Newton

Newton (1642 - 1727)

- “Principia Mathematica” (1687)
 - Leyes de movimiento
 - Leyes de la gravitación universal
- Relacionó efectos gravitatorios locales y estelares.
- Co - inventó el cálculo
- Estudios sobre la luz



Fuerzas

- Cantidad que ejerce un empuje o que hala, cambia la velocidad.
- Son interacciones entre objetos, partículas y campos.
- Cantidad vectorial
- Fuerzas de contacto:
 - Contacto directo, Resortes, bandas elásticas, cables, cuerdas, líquidos y gases
- Fuerzas a distancia:
 - Gravedad, Eléctromagnética

Fuerzas (clásicas) fundamentales de la naturaleza

1. Fuerza Gravitacional

- Actúa entre cuerpos masivos
- Siempre atractiva
- La más débil de las fuerzas de la naturaleza
- Partícula de intercambio: gravitón?
- Masas aceleradas radian energía: Ondas gravitacionales (Experimento LIGO)

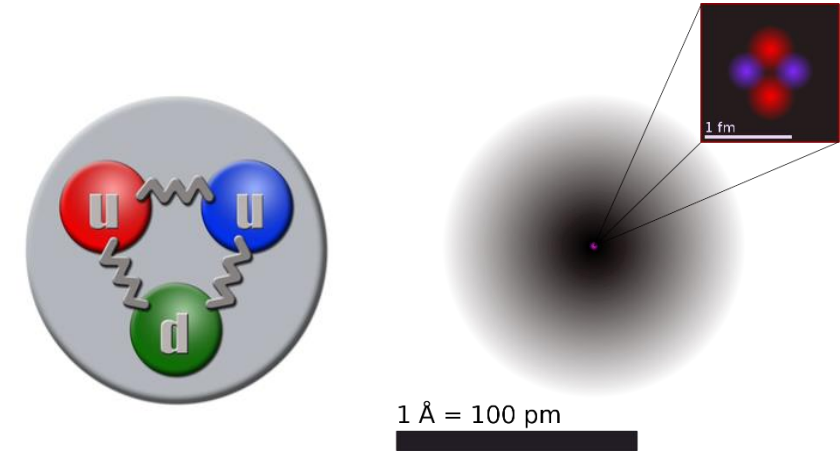
2. Fuerza Electromagnética

- Actúa entre cuerpos cargados
- Atractiva o Repulsiva
- Las fuerzas macroscópicas son electromagnéticas (excepto gravitacional)
- Partícula de intercambio : Fotón
- Cargas aceleradas radian fotones: Ondas electromagnéticas

Fuerzas fundamentales de la naturaleza

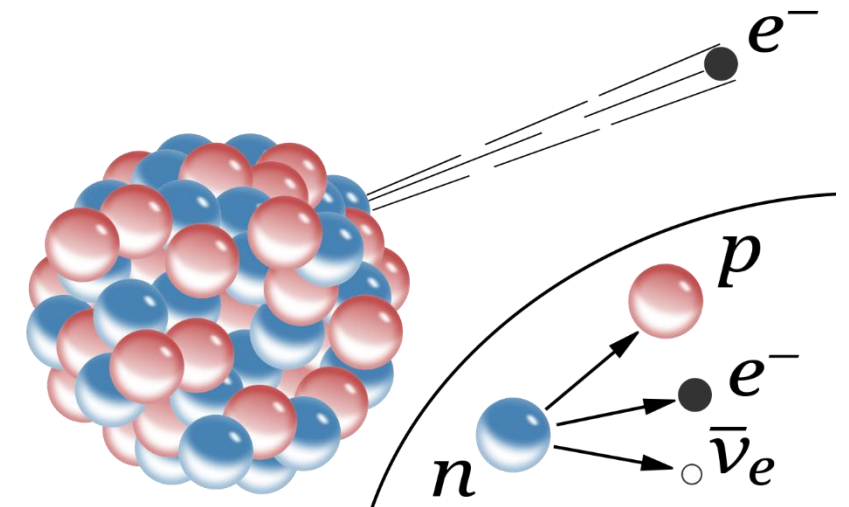
3. Fuerza Fuerte

- Actúa entre quarks para formar nucleones
- La fuerza residual es lo que mantiene unido el núcleo

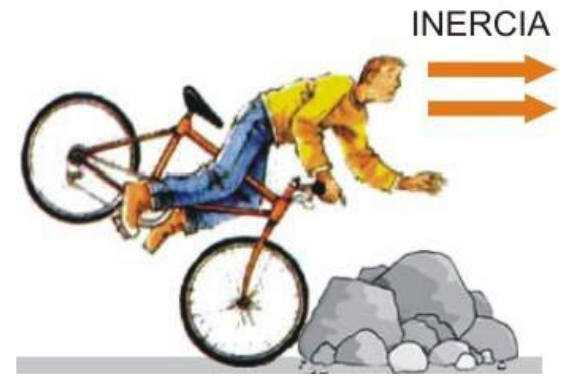


4. Fuerza Débil

- Actúa entre partículas elementales que interaccionan y se transforman en otras partículas
- Decaimiento beta: transformación de un neutrón en un protón, un electrón y un neutrino



Leyes de Newton



- Primera Ley

- Un cuerpo continúa en estado de reposo o movimiento con velocidad constante a menos que haya fuerzas actuando sobre este.
 - No fuerzas externas significa que no hay cambio en la velocidad.

- Segunda Ley

- Una fuerza neta \bar{F} actuando sobre un cuerpo de masa m [kg] produce una aceleración

$$\bar{a} = \bar{F}/m$$

- Relaciona movimiento con su causa:

$$\bar{F} = m\bar{a} = \frac{dp}{dt}$$

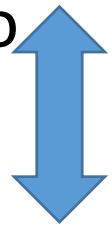
unidades de F: [kg.m.s⁻²] = Newtons [N]

- Tercera ley

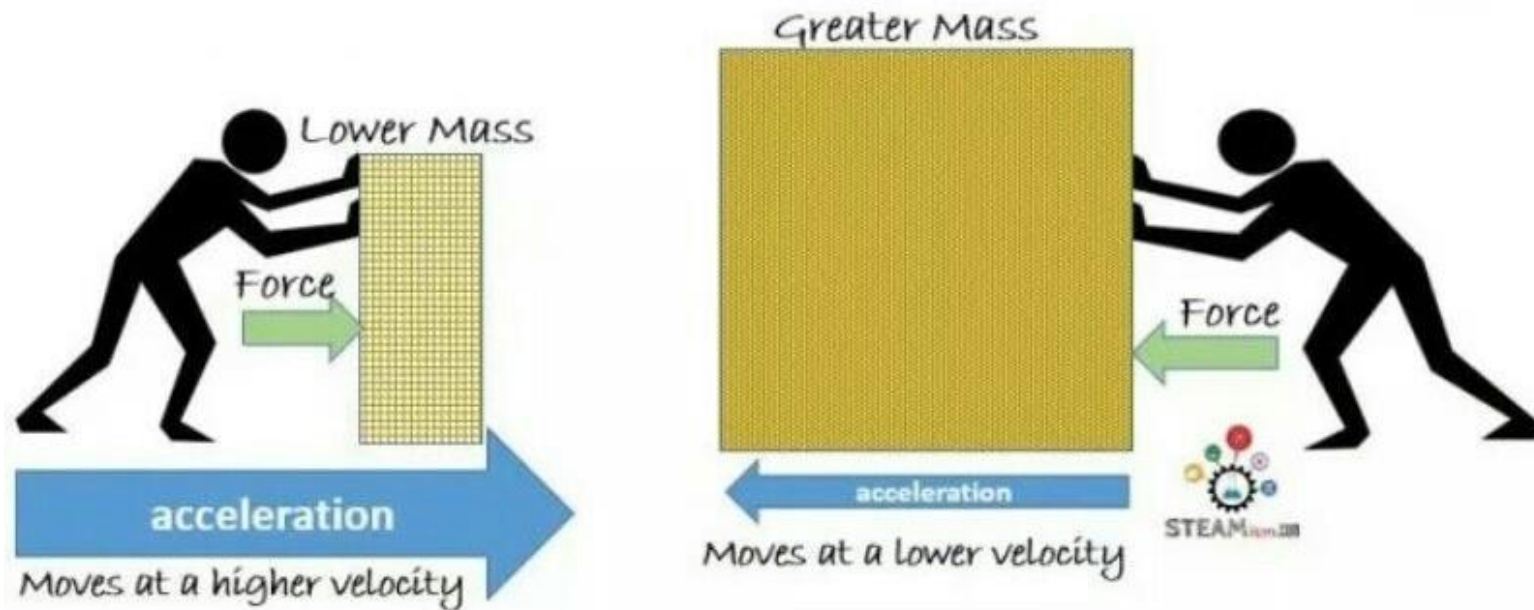
- Con toda acción ocurre siempre una reacción igual y contraria: quiere decir que las acciones mutuas de dos cuerpos siempre son iguales y dirigidas en sentido opuesto.

Leyes de Newton

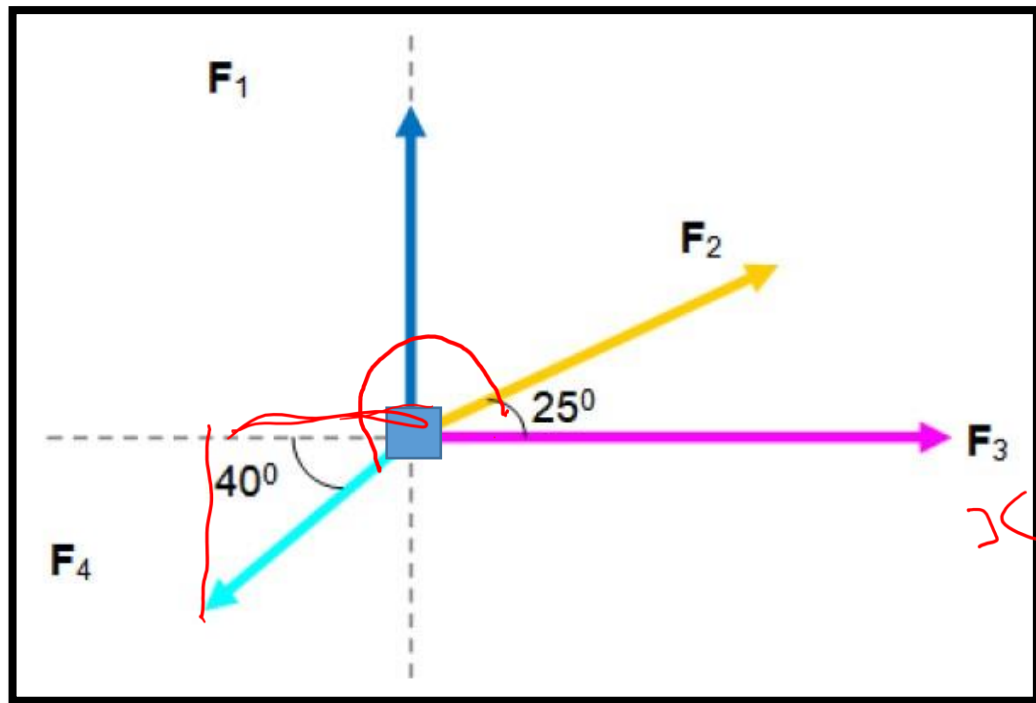
- MASA m : Resistencia de los cuerpos a cambiar su estado de movimiento



INERCIA: masa inercial



La fuerzas se suman como vectores



$$F_1 = |F_1| \hat{j}$$

$$F_2 = |F_2| \cos(25^\circ) \hat{x} + |F_2| \sin(25^\circ) \hat{j}$$

$$F_3 = |F_3| \hat{x}$$

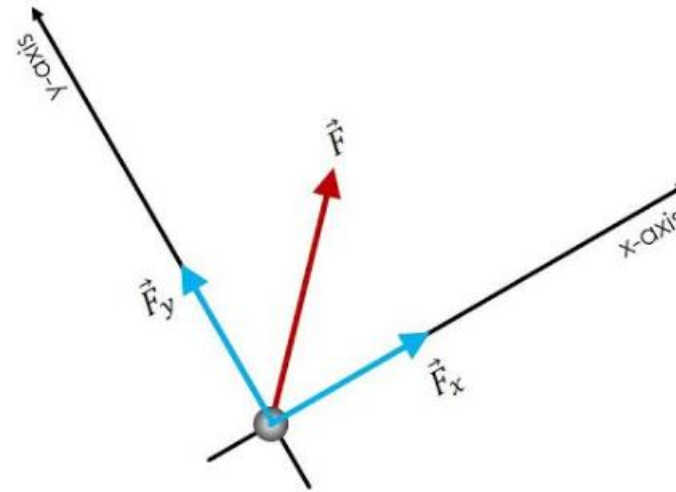
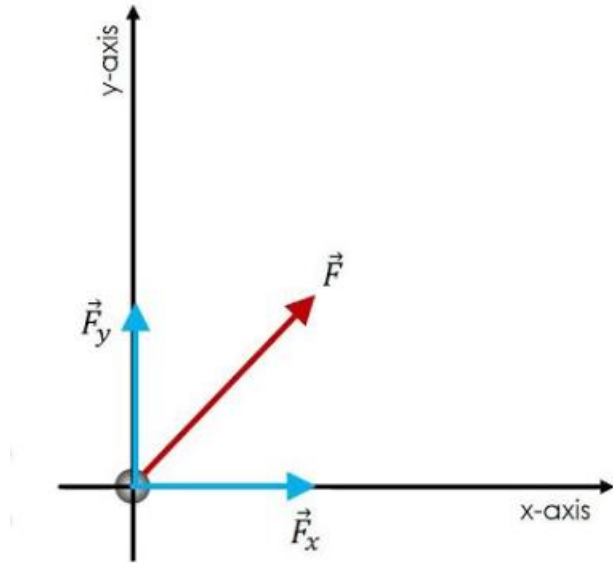
$$F_4 = |F_4| \cos(40^\circ) \hat{x} + |F_4| \sin(40^\circ) \hat{j}$$

$$= -|F_4| \cos(40^\circ) \hat{x} - |F_4| \sin(40^\circ) \hat{j}$$

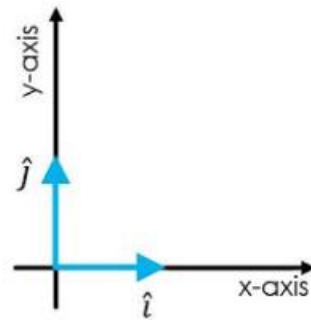
$$F_{\text{net}} = |F_{\text{net}}| \hat{x} + |F_{\text{net}}| \hat{y}$$

La fuerza es un vector

- De acuerdo con la segunda ley de Newton: $\vec{F} = m\vec{a}$



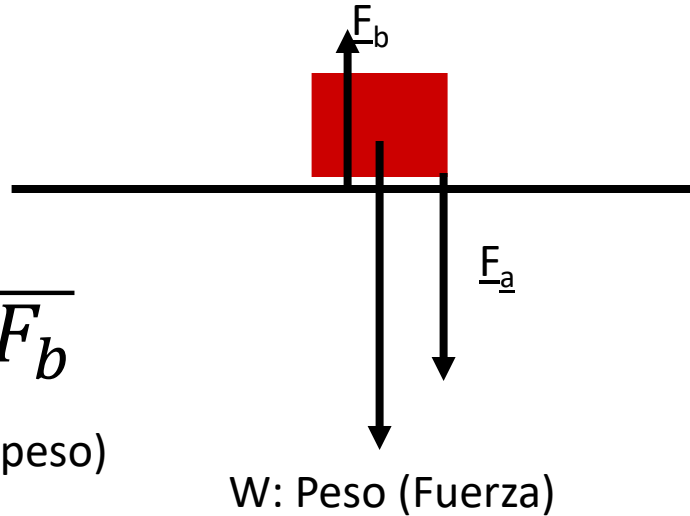
$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$



- Tercera Ley

- La fuerza ejercida por A sobre B es igual y opuesta a la fuerza ejercida por B sobre A

Bloque sobre una mesa



$$\overline{F_a} = -\overline{F_b}$$

(Ambas igual al peso)

- Fuerza ejercida por el bloque sobre la mesa es $\overline{F_a}$
- Fuerza ejercida por la mesa sobre el bloque es $\overline{F_b}$

Ejemplos de Fuerzas

Peso de un cuerpo por la gravedad $W = mg$

- Recuerde que m es la masa, mg es la una fuerza (peso)

Tensión, compresión, Fricción

Ley de Acción y Reacción

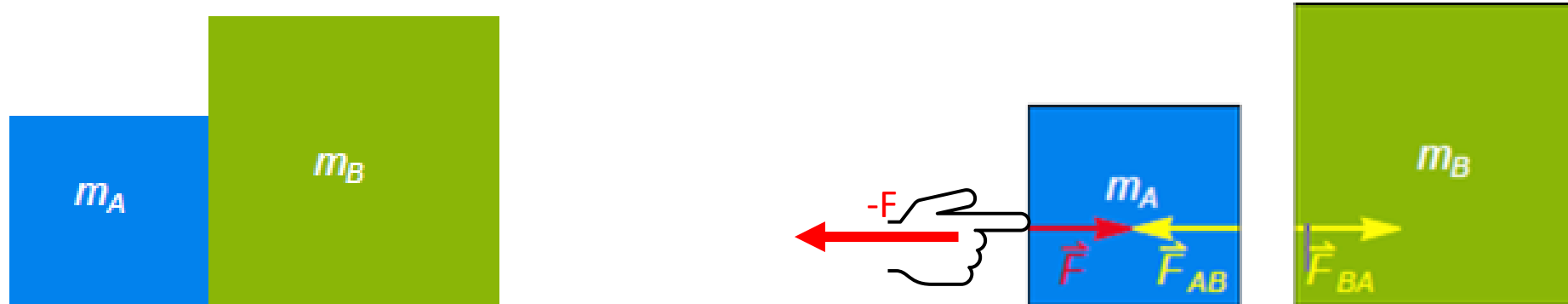
- “Con toda acción ocurre siempre una reacción igual y contraria: quiere decir que las acciones mutuas de dos cuerpos siempre son iguales y dirigidas en sentido opuesto.”
- Las fuerzas en la naturaleza siempre actúan en pares:

No hay fuerzas aisladas.

- Las dos fuerzas en par de acción – reacción actúan **sobre cuerpos diferentes.**

Ejemplo 2

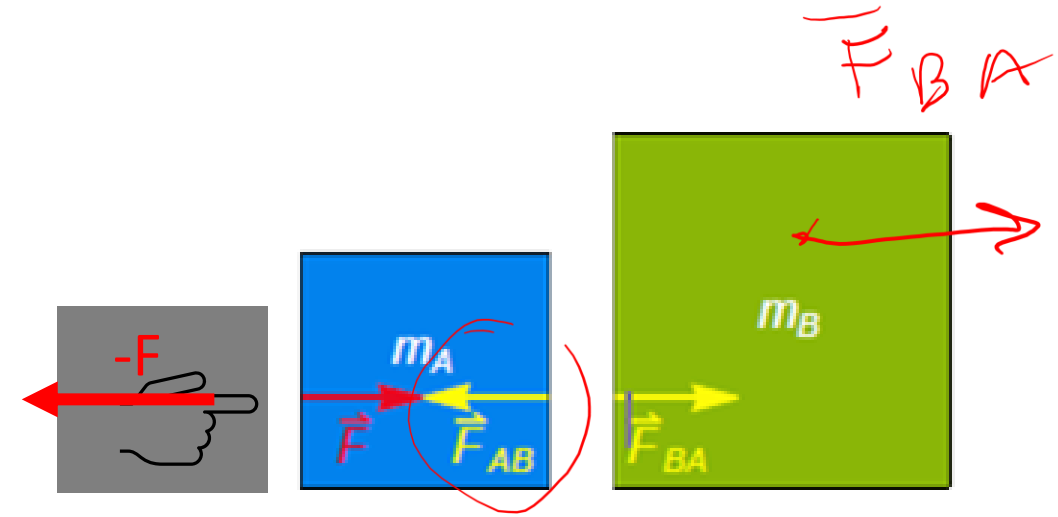
- Una fuerza $F = 2N$ se aplica a un bloque A que está en contacto a su vez con un bloque B.
- Identifique todos los pares de acción y reacción.
- $m_A = 1Kg$ $m_B = 2Kg$ $F = 2N$



Ejemplo 2

$$m_A = 1\text{Kg} \quad m_B = 2\text{Kg} \quad F = 2\text{N}$$

$$F_{AB} = ? \quad a = ?$$



$$|F_{AB}| = |F_{BA}| \text{ (tercera ley de Newton)}$$

$$F = (m_A + m_B) a$$

$$a = \frac{F}{m_A + m_B} = \frac{2}{1+2} = 2/3 \text{ m/s}^2$$

Fuerza de contacto

$$F_{BA} = m_B a_B = m_B a = 2 (2/3) = 4/3 \text{ N}$$

$$F_{BA} \neq F$$

$$F_{BA} = m_B a_B$$

$$F - F_{AB} = m_A a_A$$

$$a_A = a_B = a \text{ (los bloques estan en contacto)}$$

$$F - \cancel{F_{AB}} + \cancel{F_{BA}} = (m_A + m_B) a$$

Ejemplo 3: Fuerza gravitacional

- Objeto de masa m sobre la superficie de la tierra.

Fuerzas sobre el objeto:

$$\mathbf{N} + \mathbf{F}_g = 0$$

$$\mathbf{N} = -\mathbf{F}_g$$

- Fuerzas sobre la tierra:

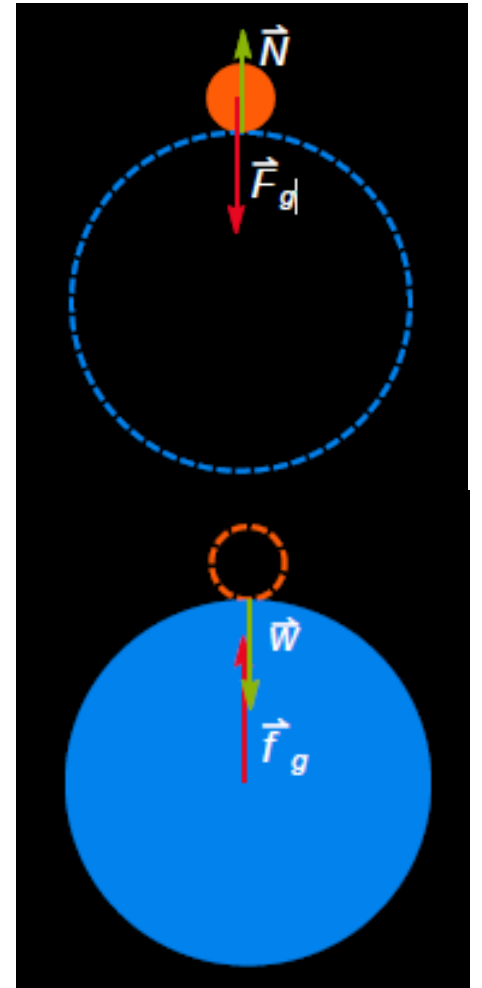
$$\mathbf{w} + \mathbf{f}_g = 0$$

$$\mathbf{w} = -\mathbf{f}_g$$

- Pares acción – reacción

$$\mathbf{F}_g = -\mathbf{f}_g \quad \mathbf{N} = -\mathbf{w}$$

$$\mathbf{F}_g = \mathbf{f}_g = \mathbf{N} = \mathbf{w} = m\mathbf{g}$$



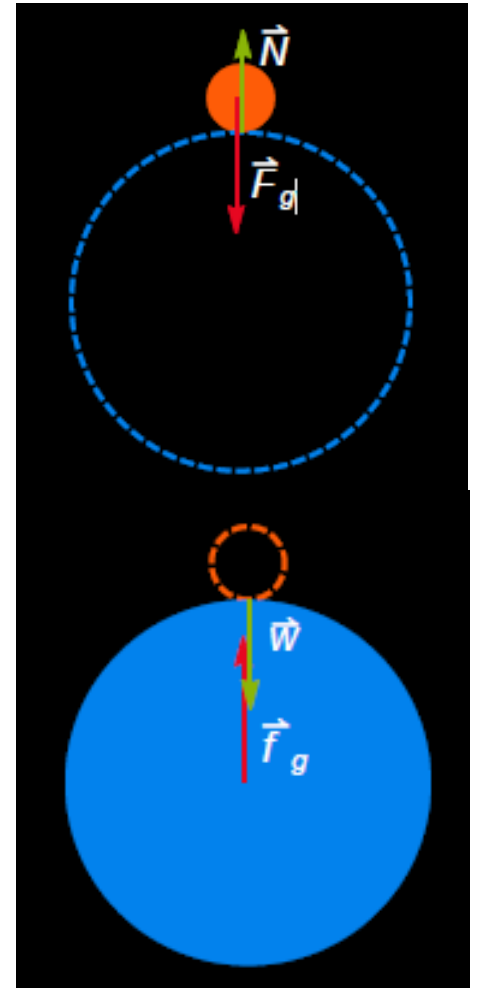
Ejemplo 3: Fuerza gravitacional

Peso: fuerza de contacto \vec{w} que un objeto ejerce sobre sea lo que lo sostiene.

\vec{F}_g actúa sobre el objeto

\vec{w} actúa sobre la tierra

$$\vec{w} = m\vec{g}$$



Ejemplo 4: elevador o ascensor

- Objeto en el piso de un elevador acelerando hacia arriba con aceleración \vec{a} .
- Fuerzas sobre m :

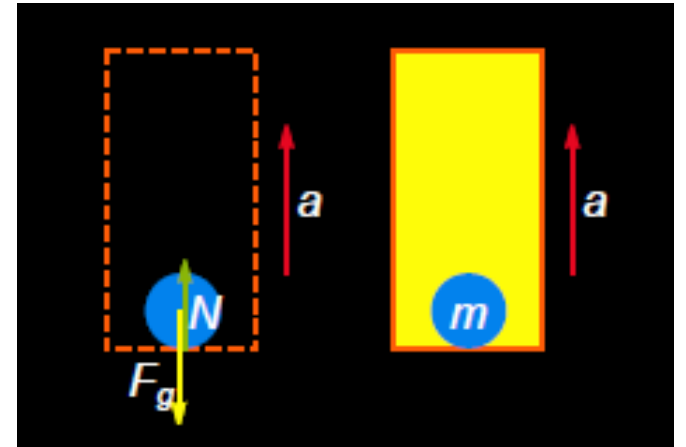
N : Fuerza del elevador sobre el objeto

F_g : Fuerza de la tierra sobre el objeto

$$N - F_g = ma$$

$$N = F_g + ma$$

$$N = mg + ma = m(g + a)$$



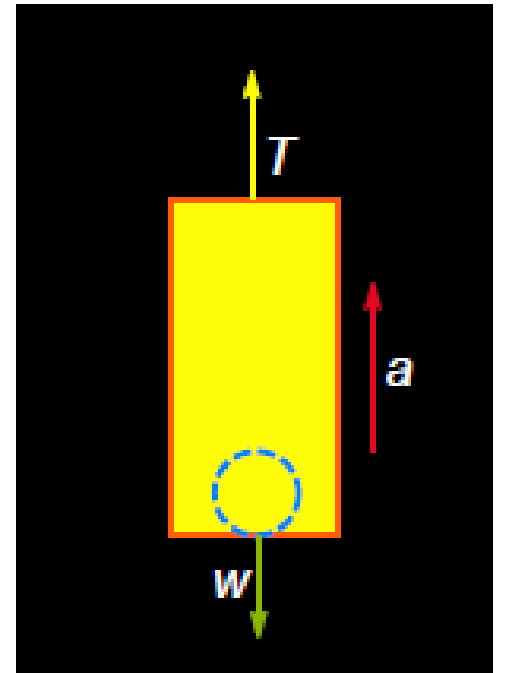
Ejemplo 4: elevador o ascensor

- Fuerzas sobre el elevador:

$$N = -w \text{ (acción – reacción)}$$

$$w = m(g + a) \text{ (magnitud)}$$

- El peso es mayor que el peso en reposo!



Ejemplo 4: elevador o ascensor

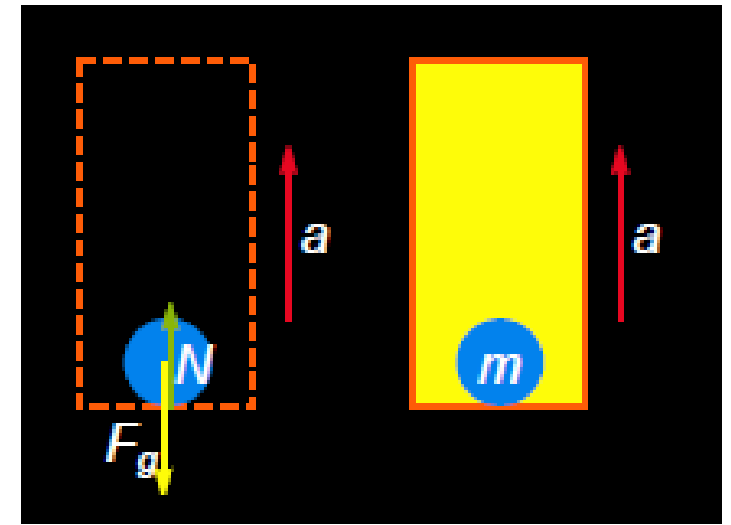
- Objeto en el piso de un elevador acelerando hacia arriba con aceleración \vec{a} .

- Fuerzas sobre el elevador:

$$N = -w \text{ (acción – reacción)}$$

$$w = m(g + a)$$

- El peso es mayor que el peso en reposo!



Ejemplo 4: elevador o ascensor

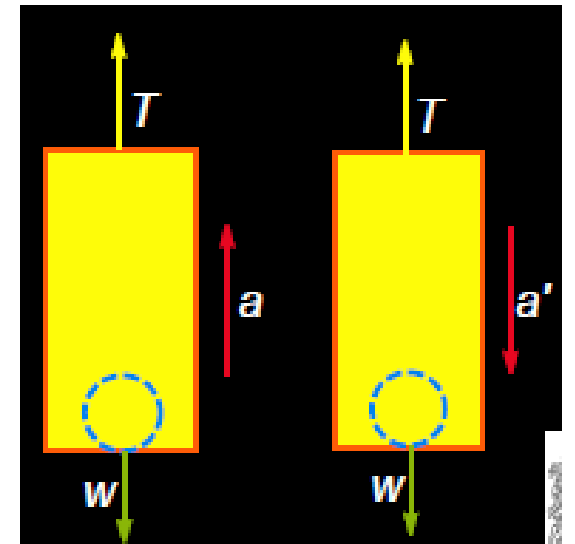
- Si el elevador acelera hacia abajo con a' :

$$w = m (g - a')$$

- El peso es menor que el peso en reposo!

- Si el elevador va en caída libre:

$$a' = g \Rightarrow w \equiv 0 \quad \text{No hay fuerza de contacto!}$$

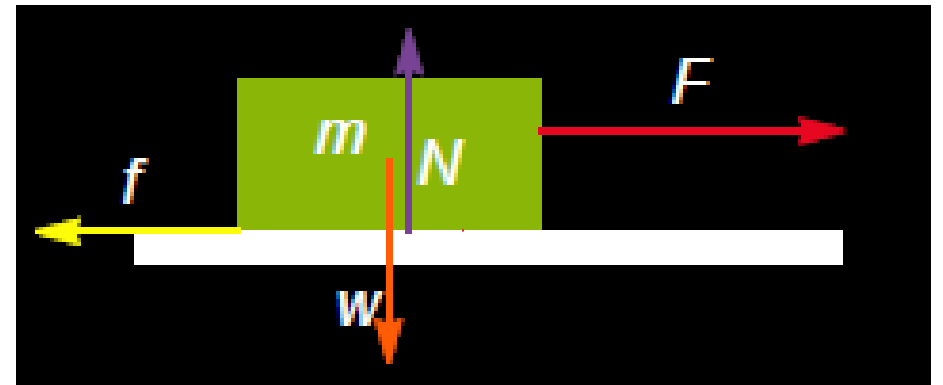


Fuerzas de Fricción

- Dos superficies en contacto experimentan dos fuerzas:
 1. Normal: \perp a la superficie
 2. Fricción: \parallel a la superficie
- Se oponen al movimiento relativo o al movimiento relativo potencial.

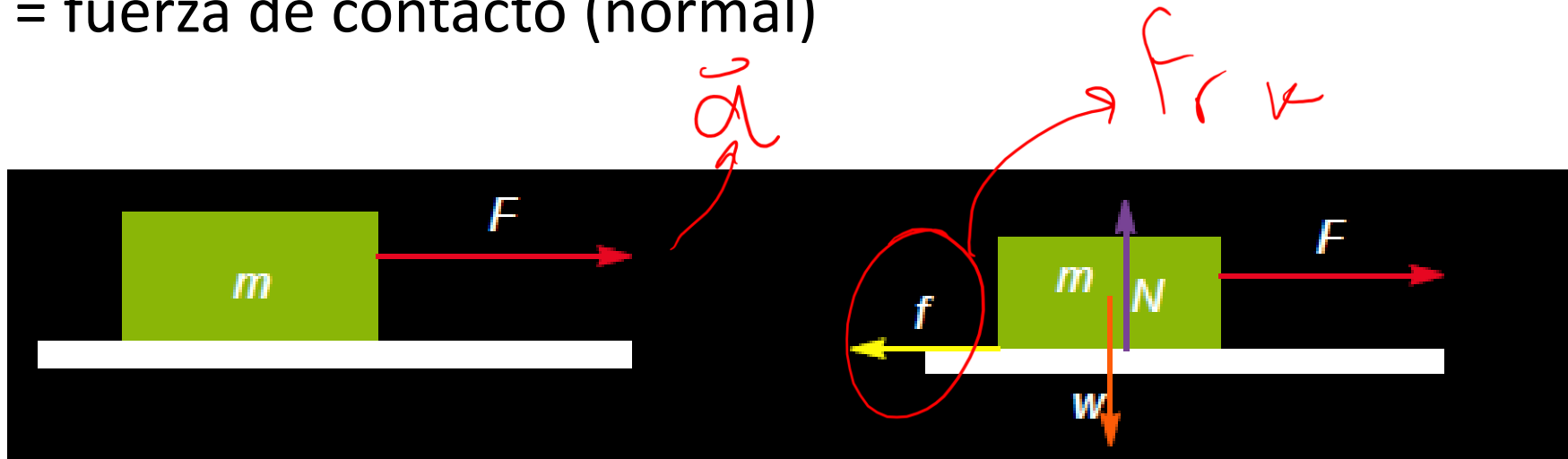
Descripción macroscópica:

- Proporcional a las fuerzas normales entre las superficies
- Independiente del área de contacto
- Independiente de la velocidad



Fuerzas de Fricción

- Superficies en movimiento relativo
- $f_k = \mu_k N$
- μ_k = coeficiente de fricción cinética
- N = fuerza de contacto (normal)



Fuerzas de Fricción

Fricción cinética

- Proporcional a N
- f_k paralela a la superficie de contacto
- Opuesta a la dirección de movimiento
- Ley es empírica y aproximada
- μ_k depende de los materiales en contacto
- μ_k es independiente de la velocidad en un amplio rango
- La fuerza de fricción sobre cada cuerpo interactuante se opone a la dirección de movimiento de ese cuerpo relativo al otro.

Fuerzas de Fricción

Fricción estática (no hay movimiento)

- Superficies en reposo.
- Es necesaria una fuerza diferente de cero para iniciar el movimiento.

$$f_s \leq \mu_s N$$

μ_s = coeficiente de fricción estática

N = fuerza de contacto (normal)

f_s puede tomar cualquier valor desde cero hasta su valor máximo.

$f_s = \mu_s N$, cuando el movimiento esta a punto de comenzar.

- Proporcional a la fuerza normal en el máximo.
- Independiente del área.
- Es una ley empírica.
- Se opone a empuje lateral que trata de mover el cuerpo.
- Usualmente $\mu_s > \mu_k$.
- μ_s depende de las superficies.

Fuerzas de Fricción

- $f_1 < \mu_s N$
- $f_1 = F$
- Movimiento: no hay
- $f_2 = \mu_s N$
- $f_2 = F$
- Movimiento: justo va a comenzar
- $f_3 = \mu_k N$
- $F - f_3 = ma_3$
- Movimiento!

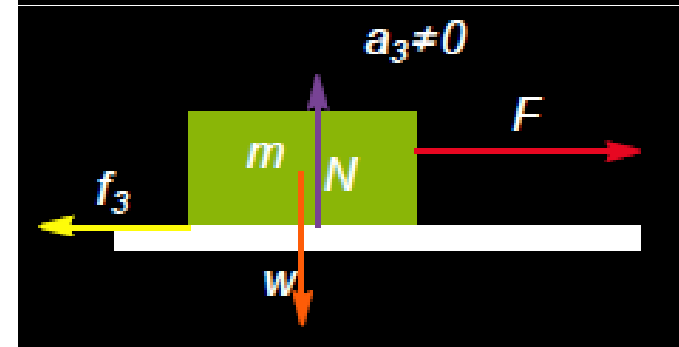
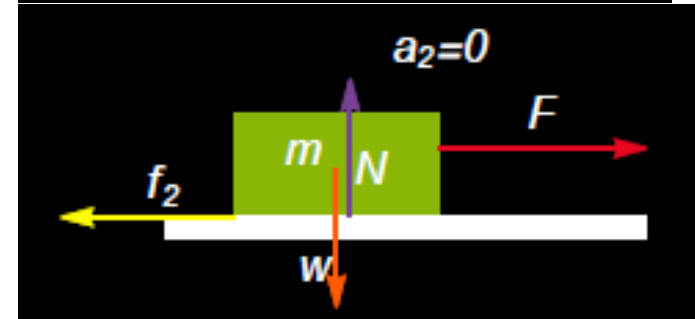
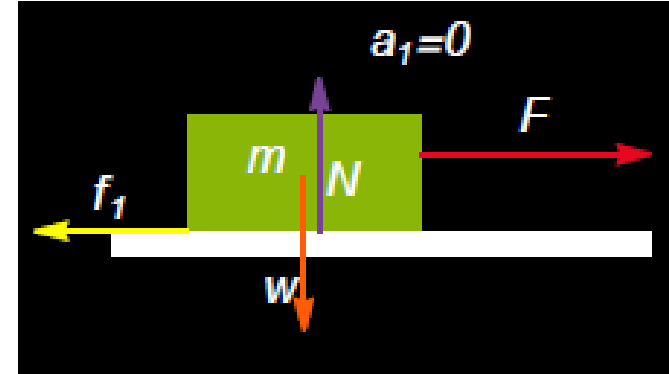
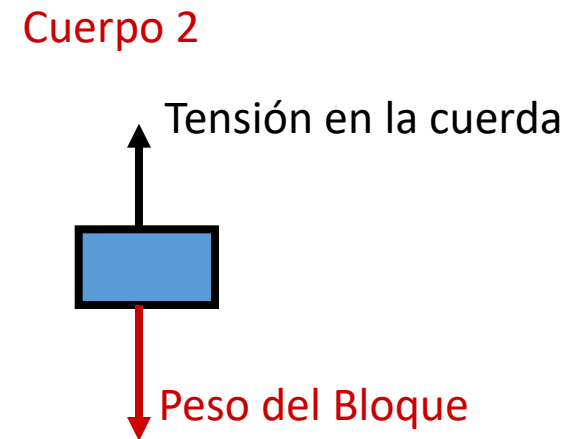
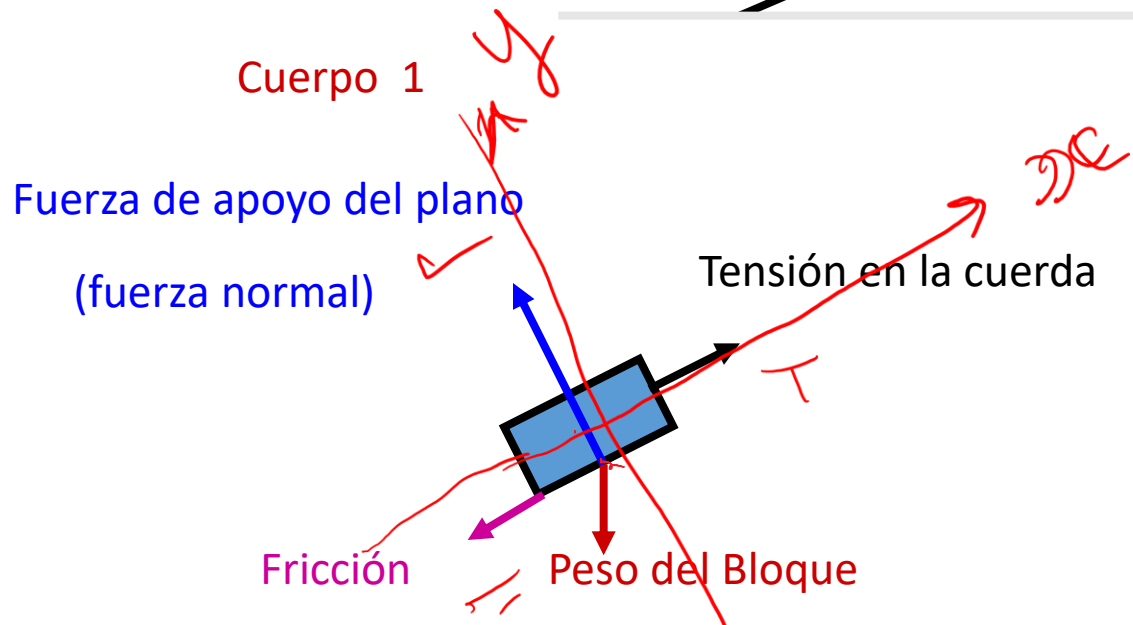
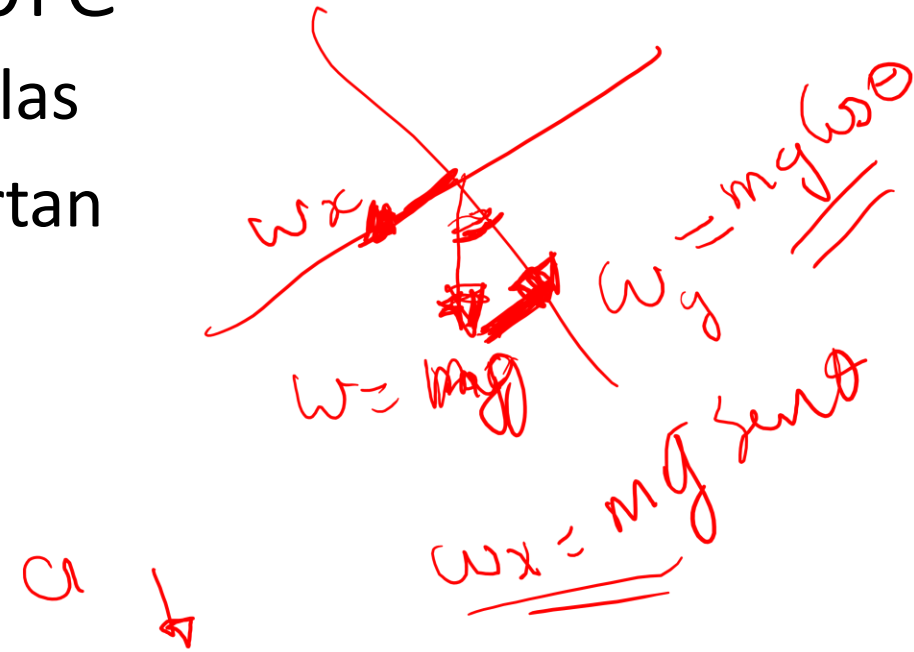
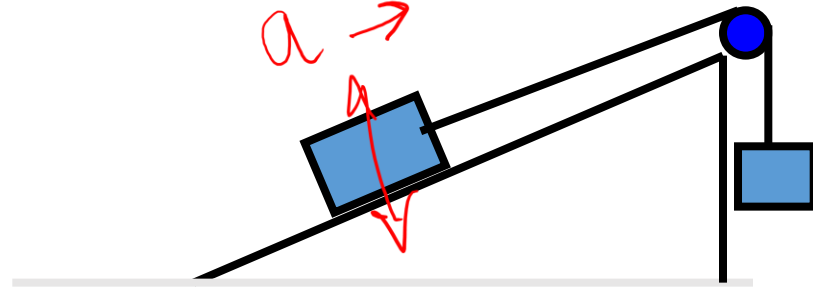


Diagrama de Cuerpo Libre

- Aplicar las leyes de Newton a un cuerpo en partículas
- Solo las fuerzas que actúan sobre ese cuerpo importan
 - Fuerza Neta
- Separar el problema para cada cuerpo

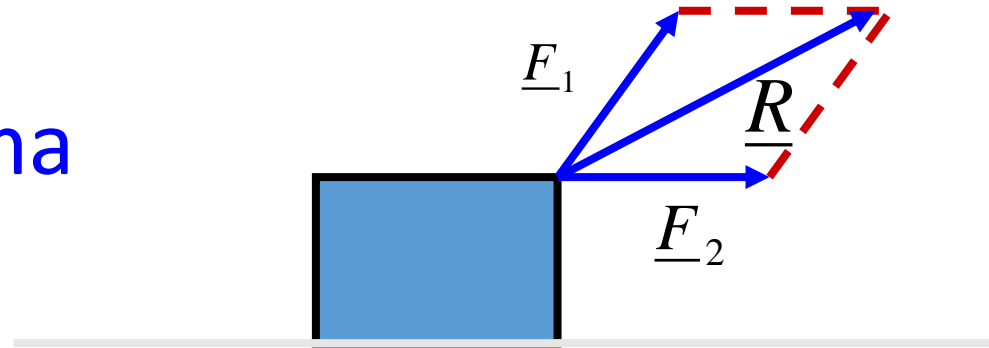
$$\sum \underline{F}$$



Componentes de la Fuerza

- Fuerza es un **Vector**
- Resultante del vector suma

$$\underline{R} = \underline{F}_1 + \underline{F}_2$$



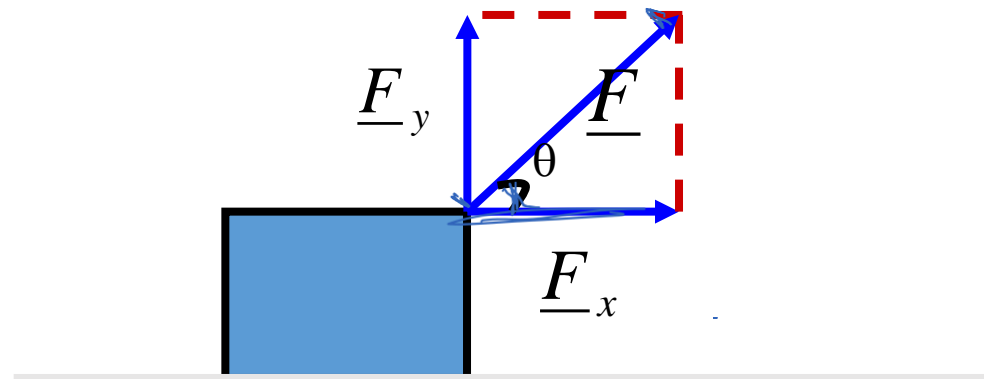
- Resolver en las componente perpendiculares

$$F_x = F \cos \theta$$

$$F_y = F \sin \theta$$

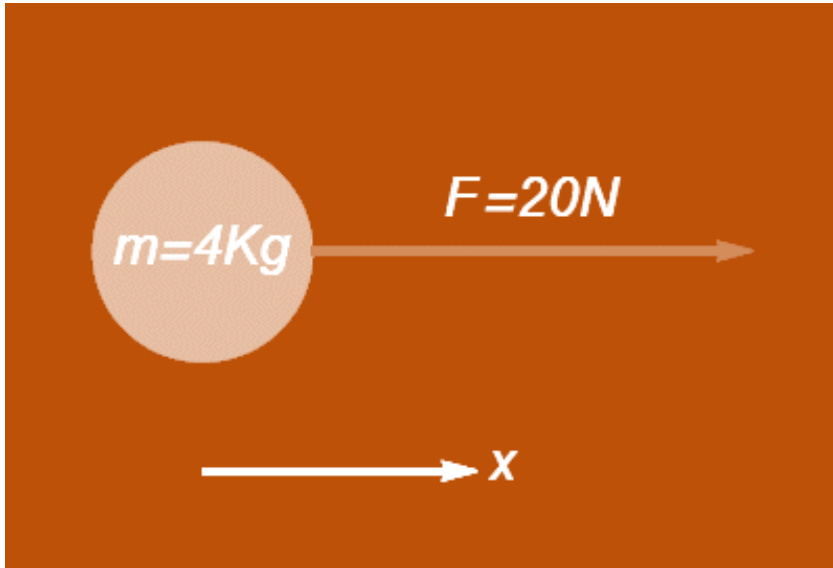
$$\underline{F}_x = F_x \hat{i}$$

$$\underline{F}_y = F_y \hat{j}$$



Ejemplos

- Se realiza una fuerza de 20 N sobre un cuerpo que pesa 4 kg, ¿cuál es la aceleración que gana el cuerpo?

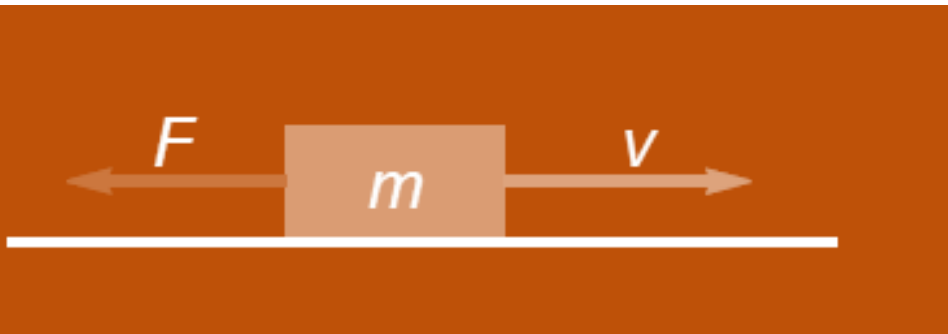


$$F_x = ma_x$$

$$a_x = \frac{F_x}{m} = \frac{20}{4} = 5 \text{ m/s}^2$$

Ejemplo 2

- Una masa de ~~dos~~ 0.2 kg se desliza sobre una tabla y se detiene después de 1.0 m. Si inicialmente poseía una velocidad de $v = 2.8 \frac{m}{s}$ ¿Cuál es la fuerza actuando sobre ella?



$$v_f^2 = v_0^2 + 2a_x(x - x_0)$$

$$a_x = \frac{v_f^2 - v_0^2}{2(x - x_0)} = \frac{0 - 2.8^2}{2} = -3.9 \text{ m/s}^2$$

$$F_x = ma_x$$

$$F_x = ma_x = 0.2 \times (-3.9) = -0.78 \text{ N}$$

Tensión & Compresión

- Tensión
 - Fuerza de “jalado” - flexible o rígido
 - Cuerda, cadena, barras
- Compresión
 - Fuerza de “empuje”
 - Barras
- Tensión & compresión actúan en AMBAS direcciones.
 - Imagine cuerda cortada
 - Dos iguales & fuerzas opuestas – la tensión

