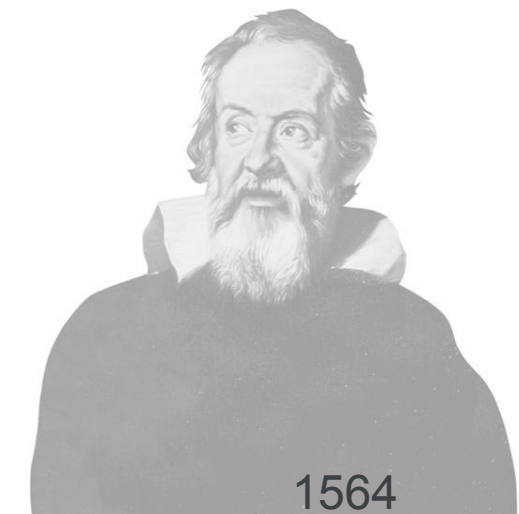
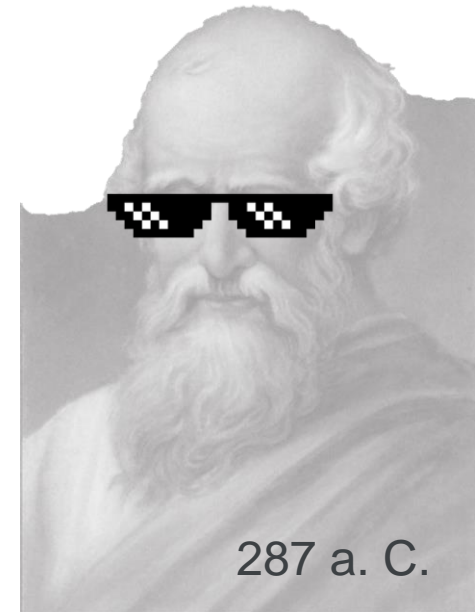
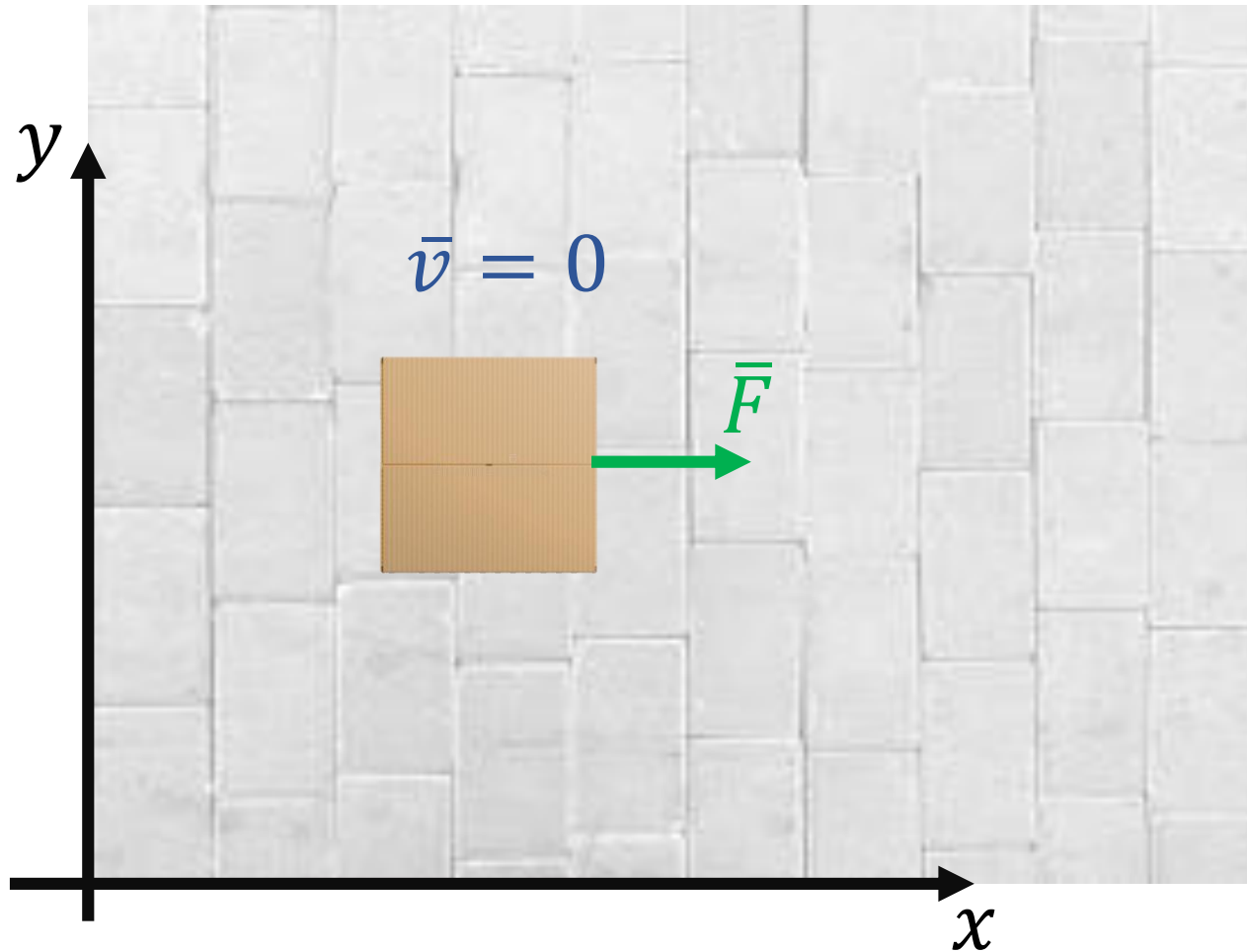


# Fuerza:

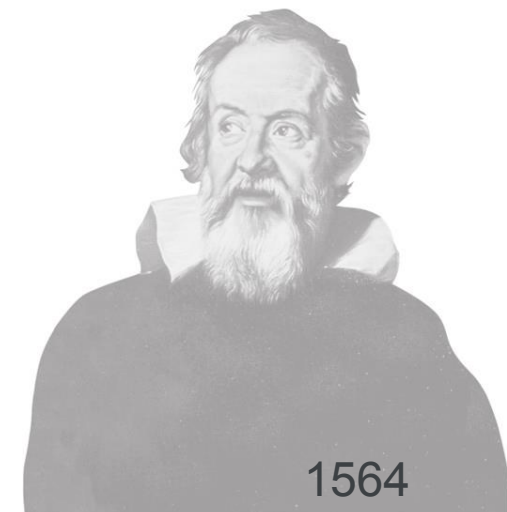
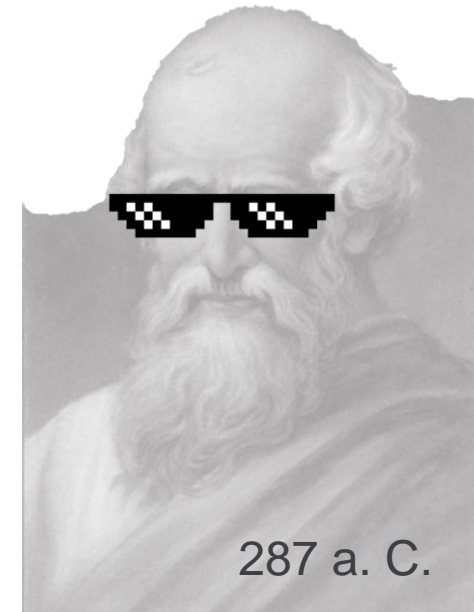
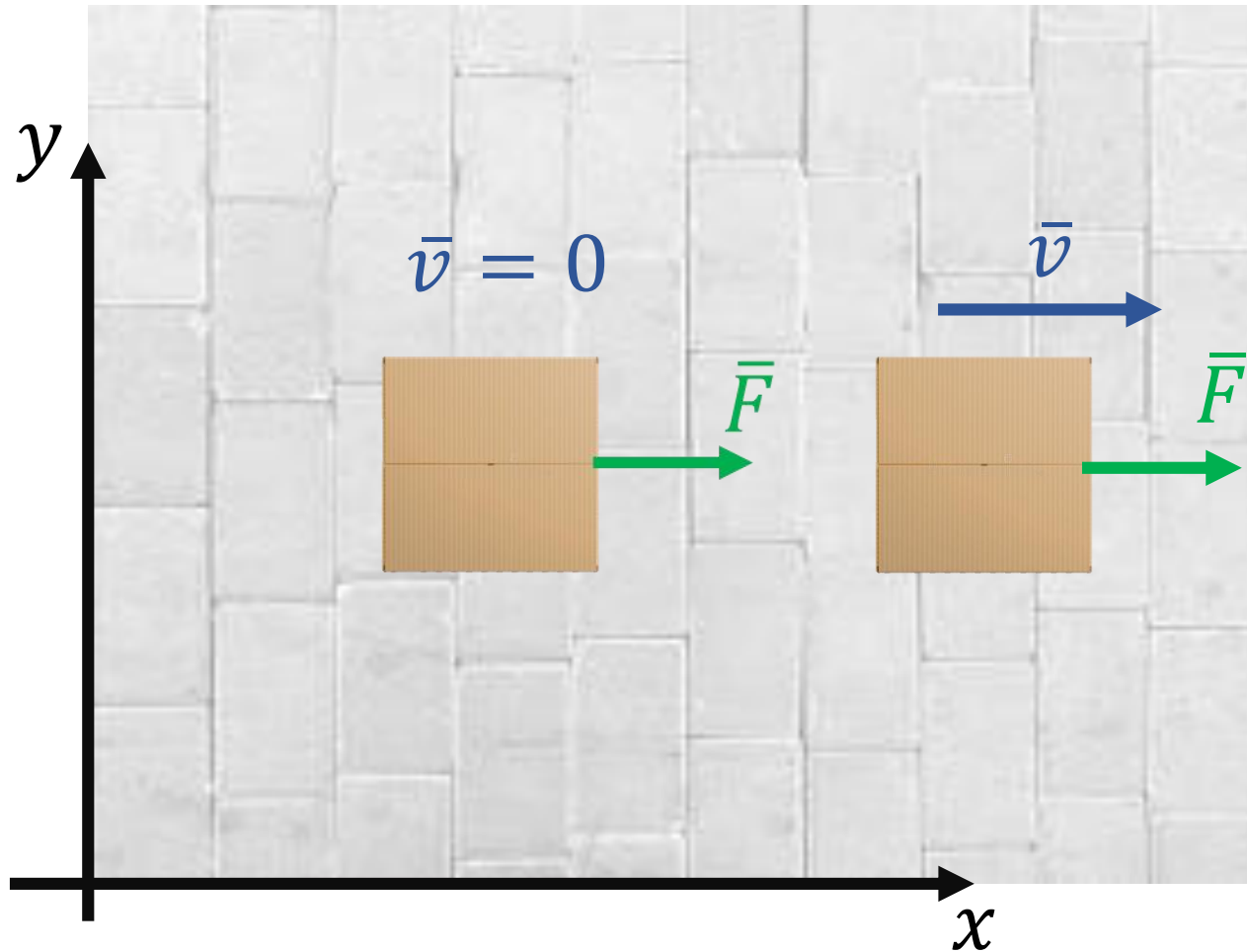


# Fuerza:

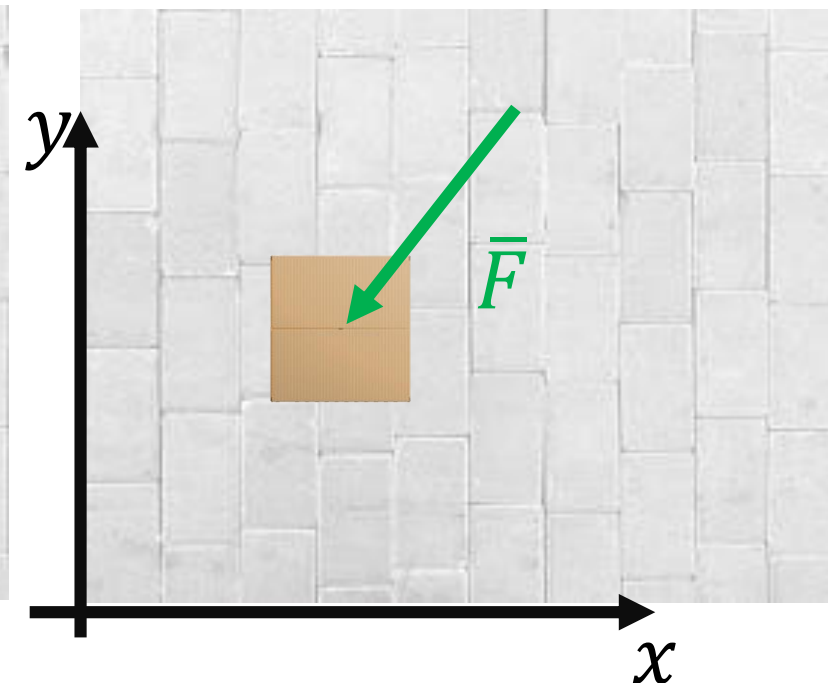
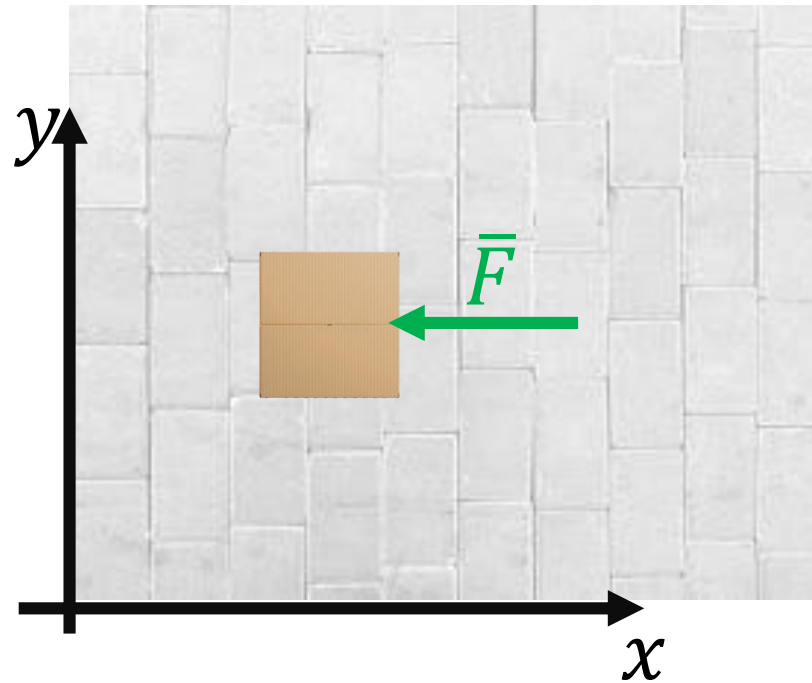
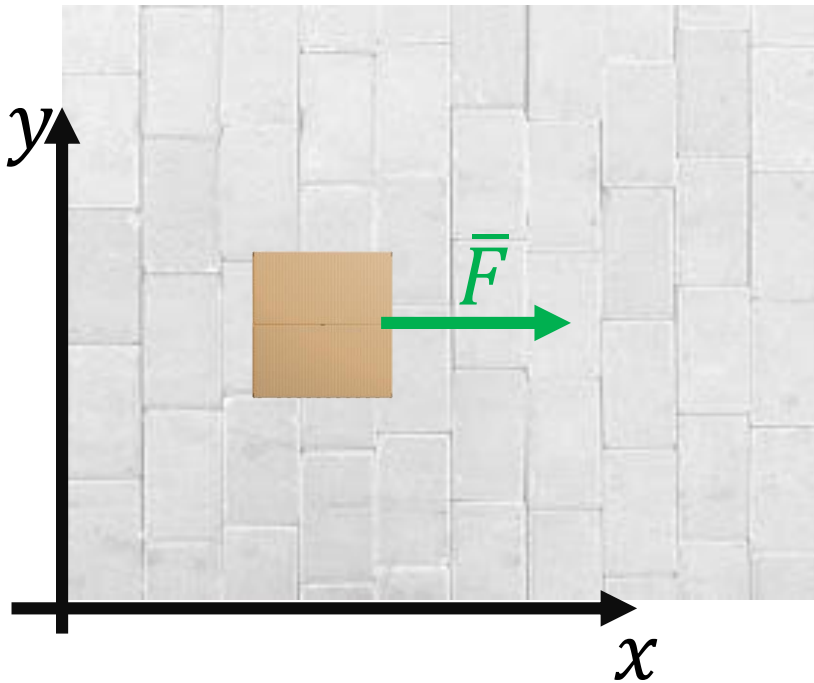
FICH

UNL • FACULTAD  
DE INGENIERÍA Y  
CIENCIAS HÍDRICAS

Dr. Santiago F. Corzo  
Cátedra de Física

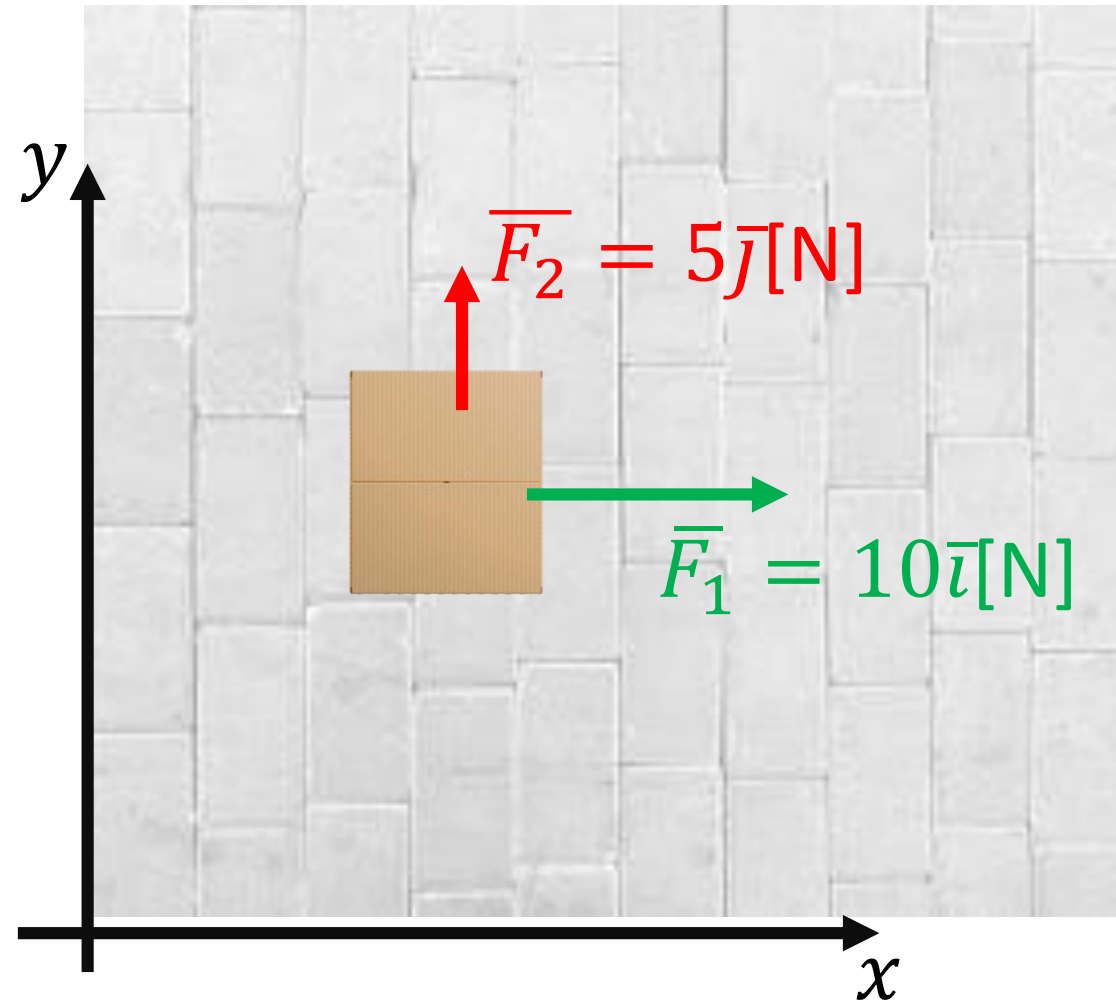


# Fuerza:

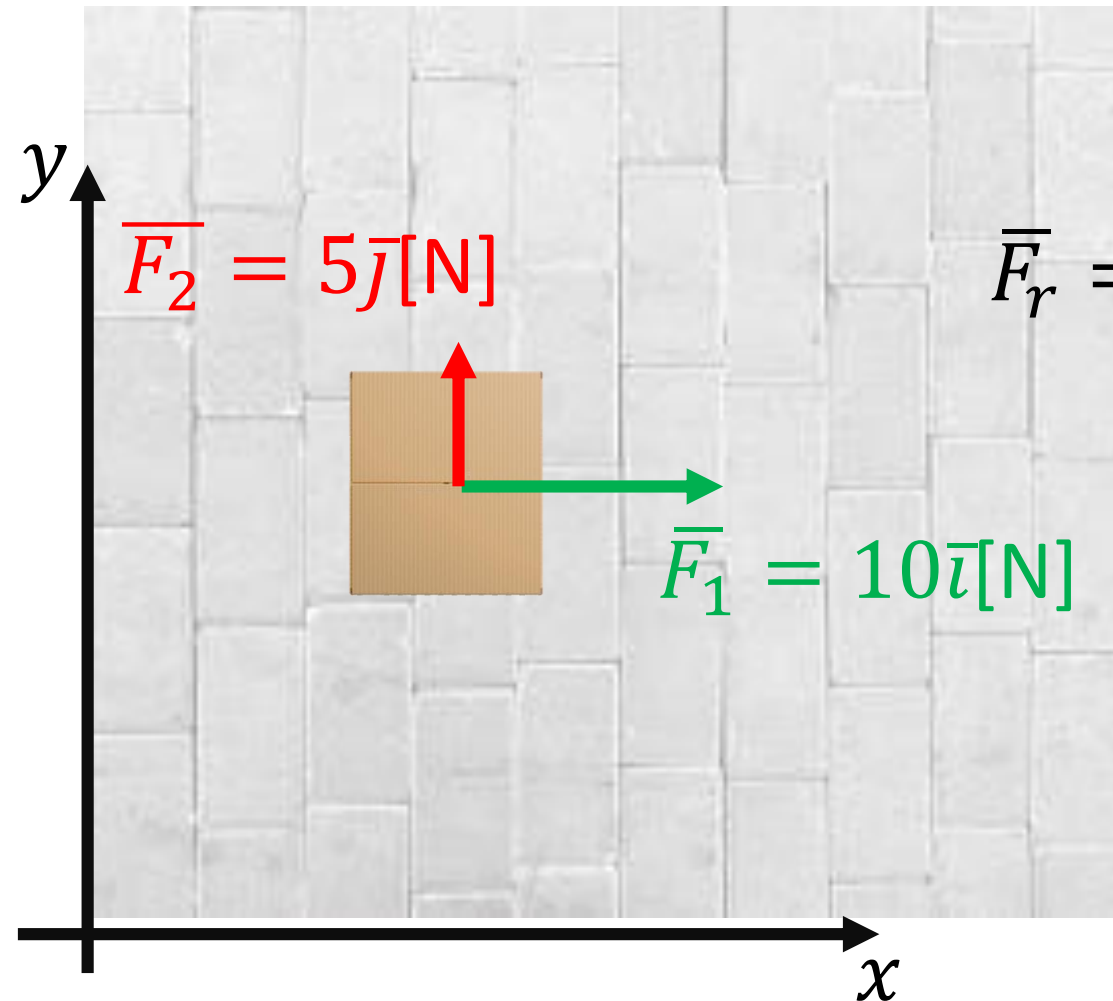


$\vec{F}$ :Modulo, Dir, sentido

# Fuerza:



# Fuerza:

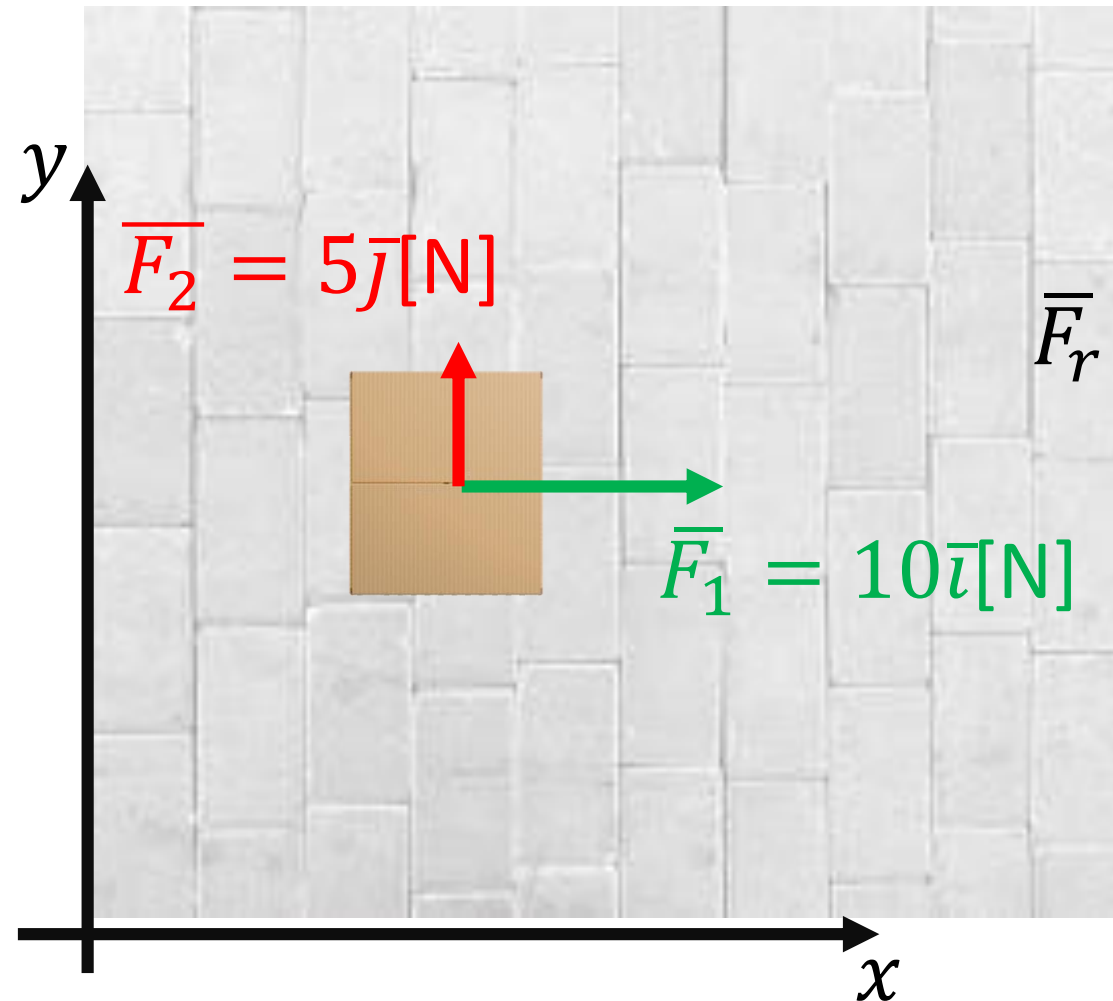


$$\overline{F}_r = \overline{F}_1 + \overline{F}_2$$

$$\overline{F}_r = (10 + 0)\overline{i} + (0 + 5)\overline{j}$$

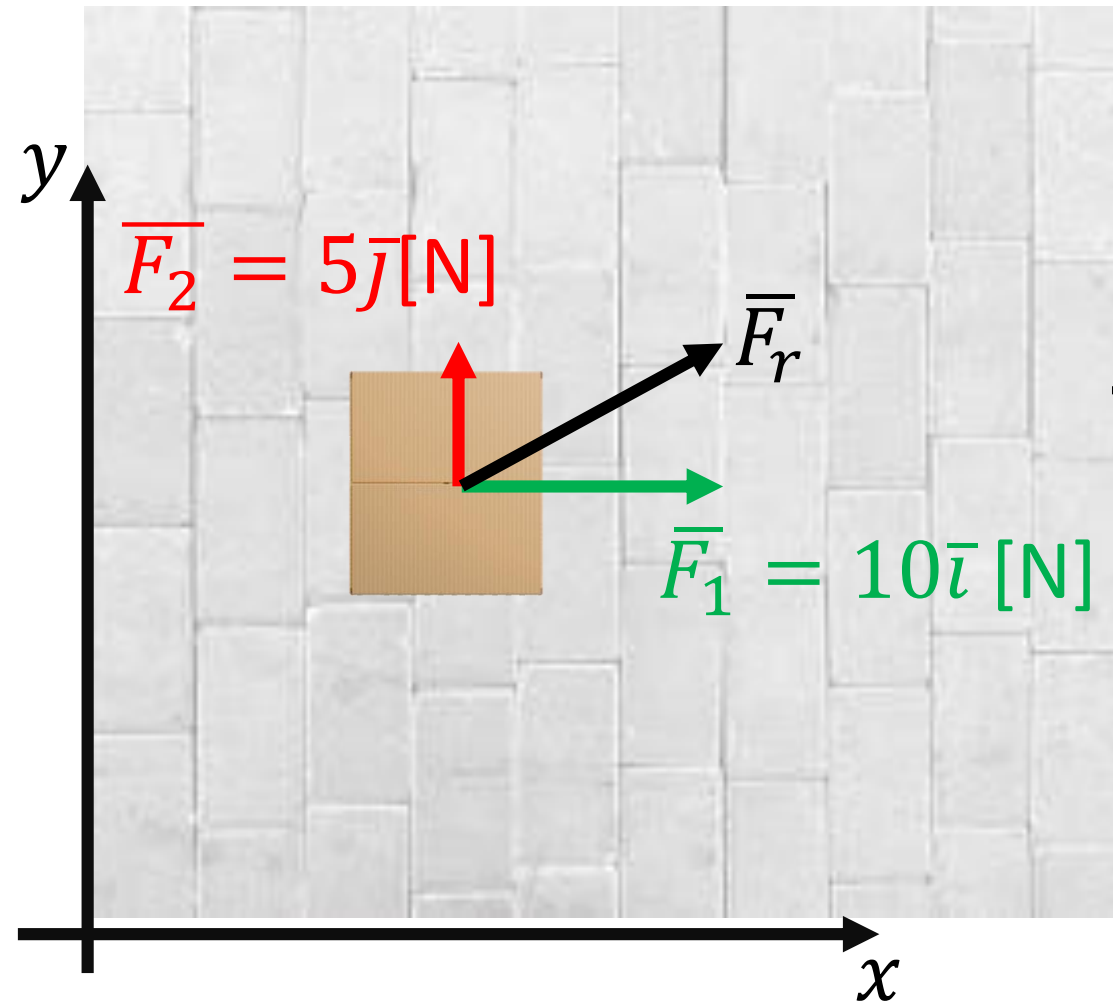
$$\overline{F}_r = 10\overline{i} + 5\overline{j}$$

# Fuerza:



$$\overline{F}_r = \overline{F}_1 + \overline{F}_2$$
$$\overline{F}_r = \begin{bmatrix} 10 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ 5 \end{bmatrix} \text{ N}$$

# Fuerza:



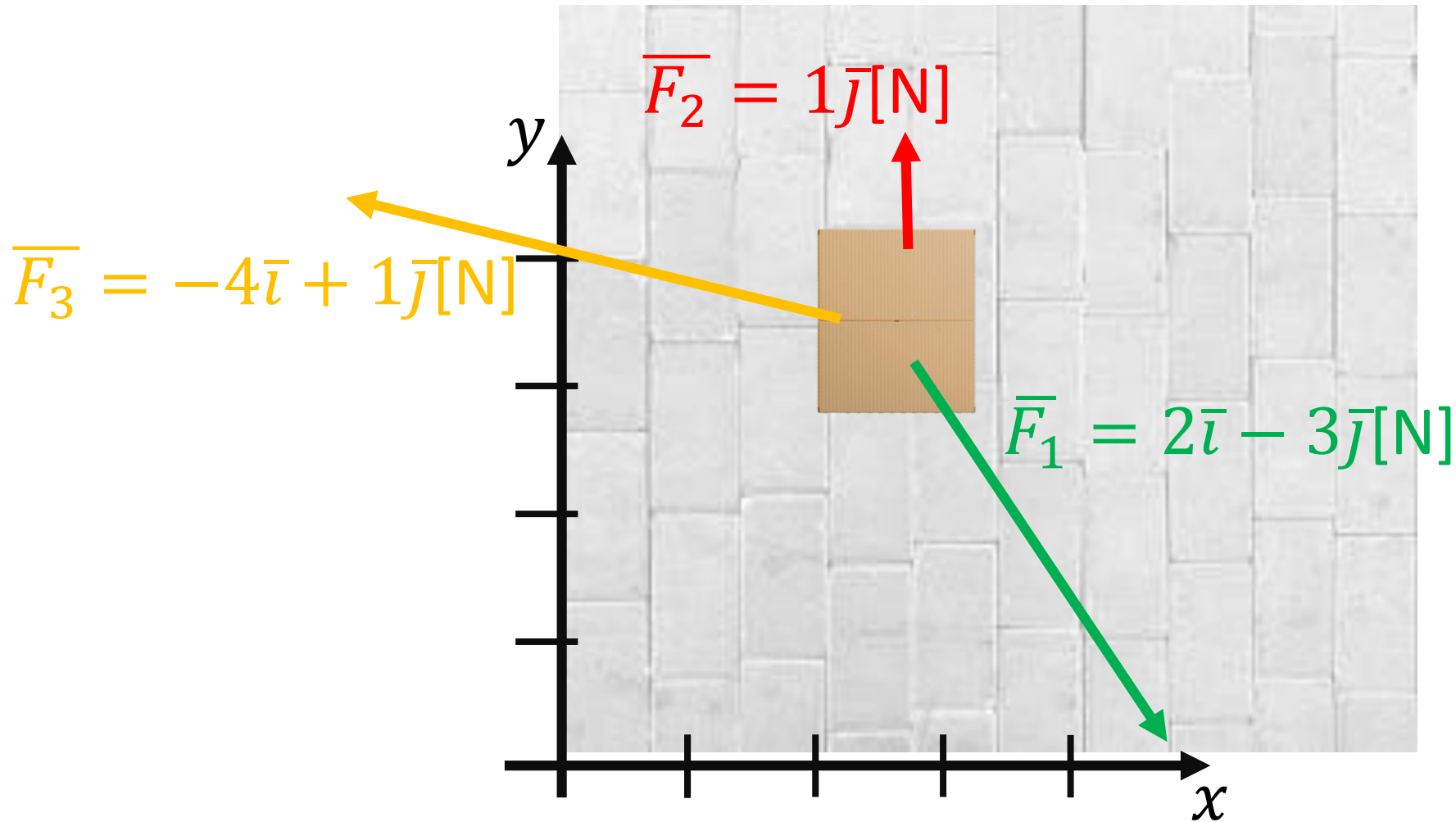
$$\vec{F}_2 = 5\vec{j}[\text{N}]$$

$$\vec{F}_1 = 10\vec{i}[\text{N}]$$

$$\vec{F}_r = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$\begin{cases} F_{rx} = 10 + 0 = 10\text{N} \\ F_{ry} = 0 + 5 = 5\text{N} \end{cases}$$

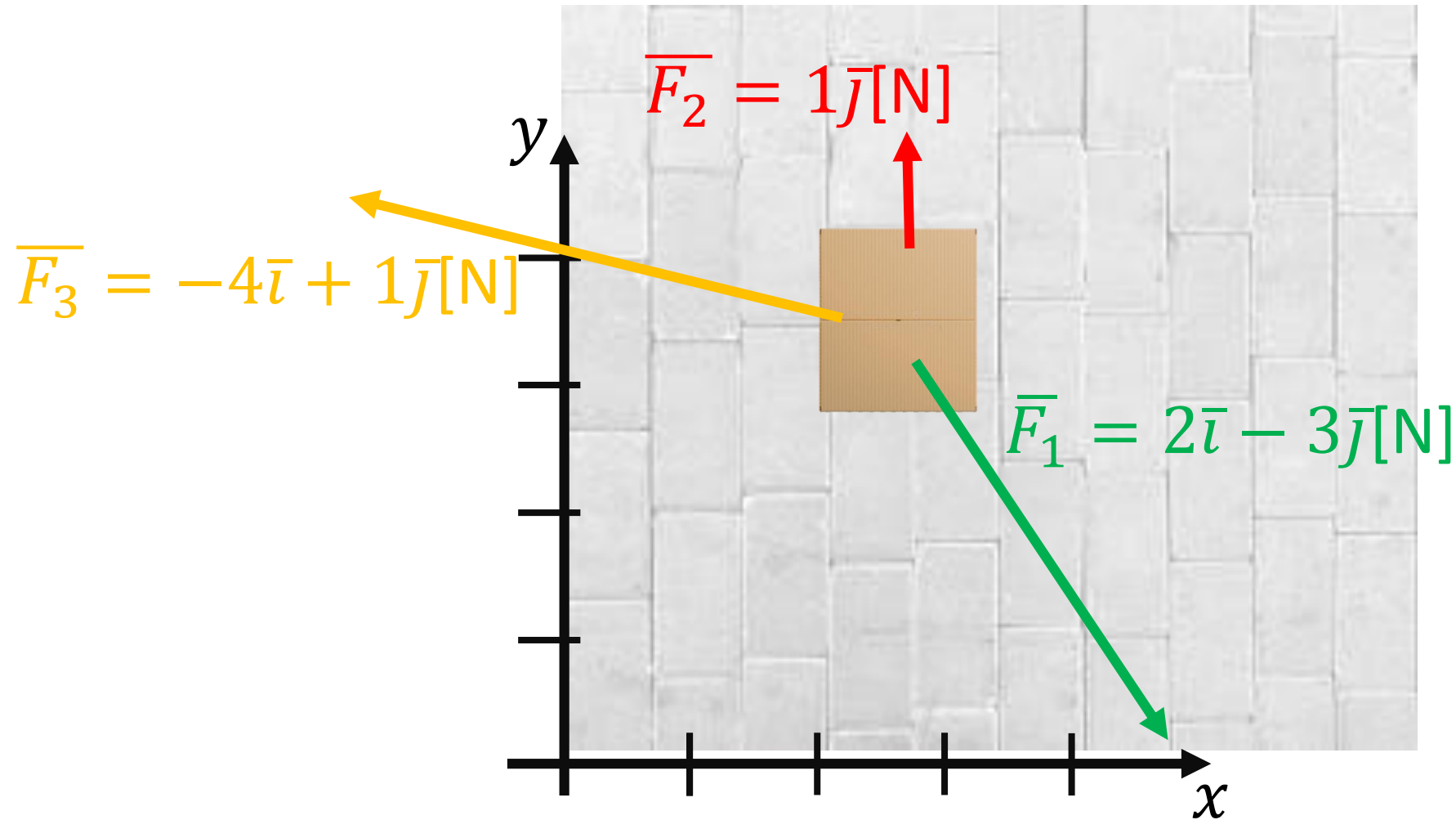
# Fuerza:



$$\vec{F}_r = ?$$

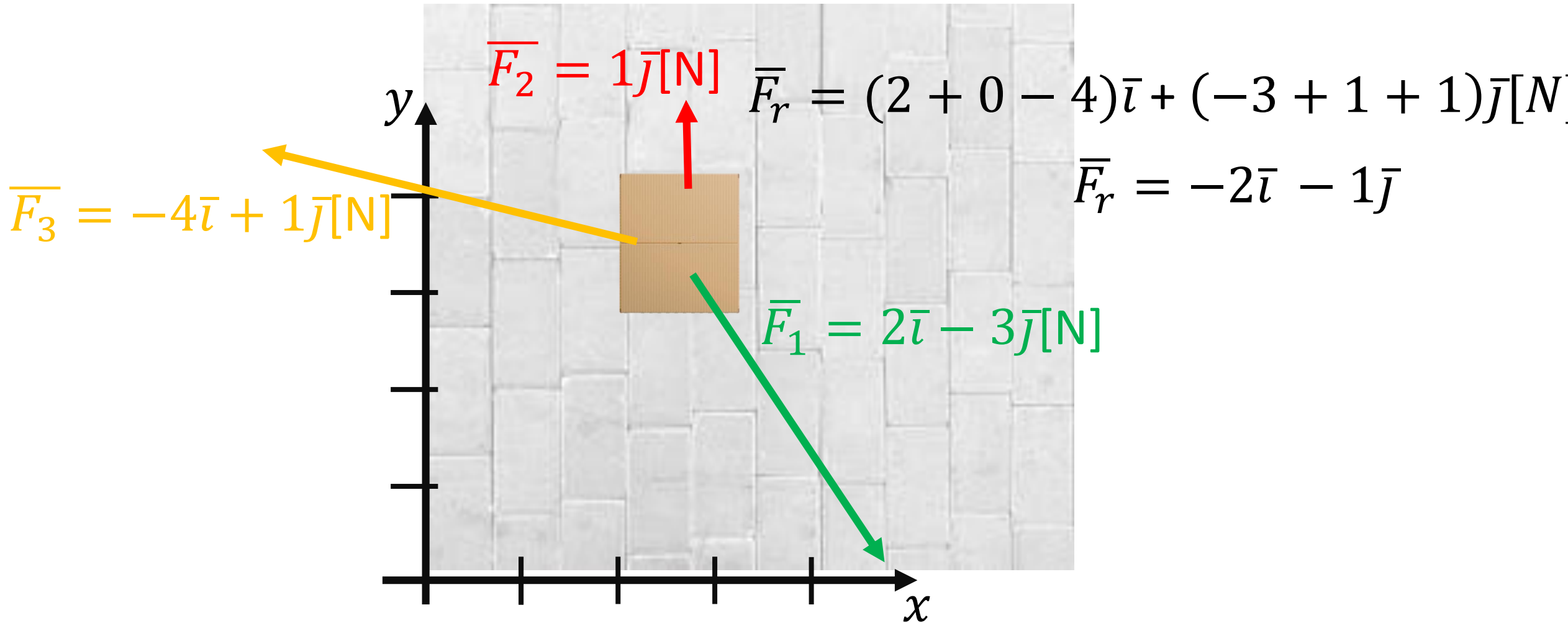


# Fuerza:

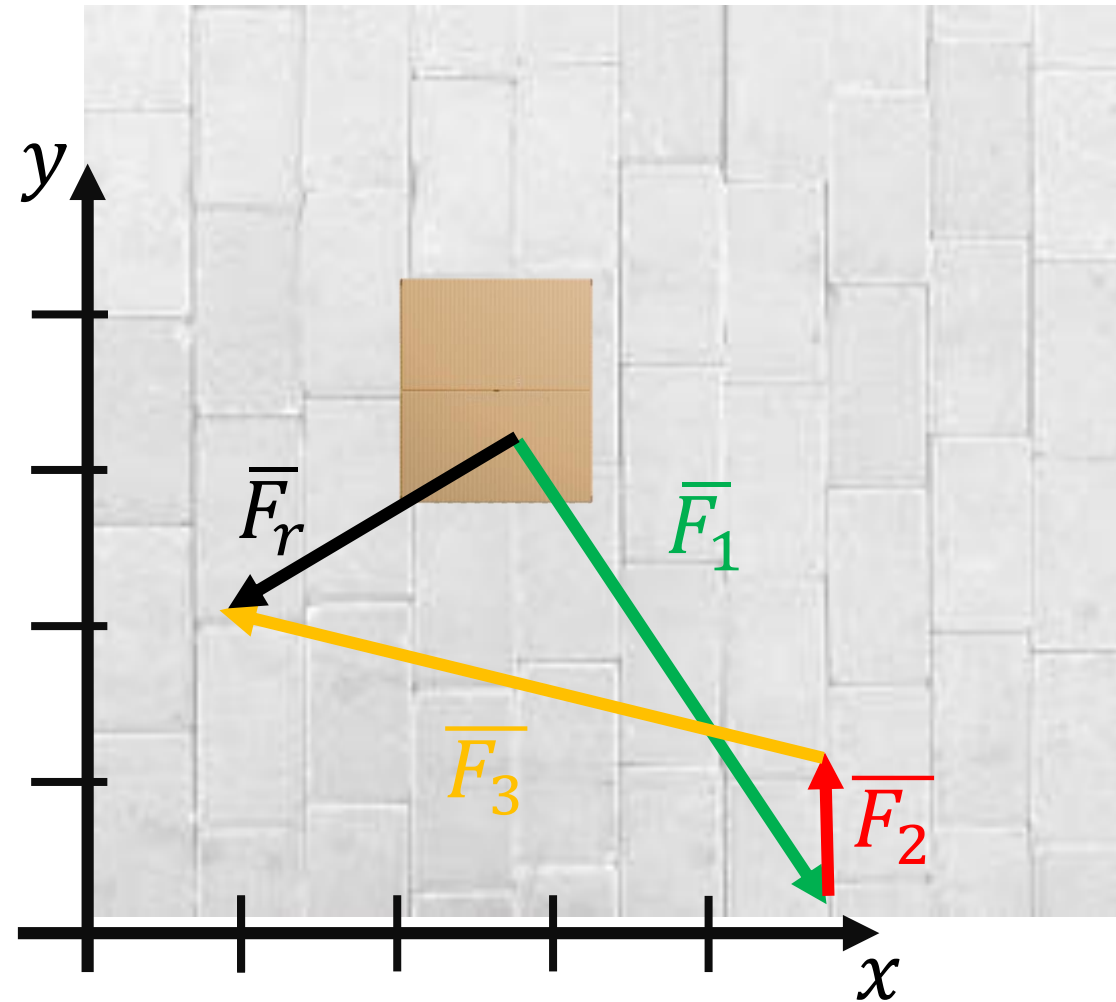


$$\vec{F}_r = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

# Fuerza:

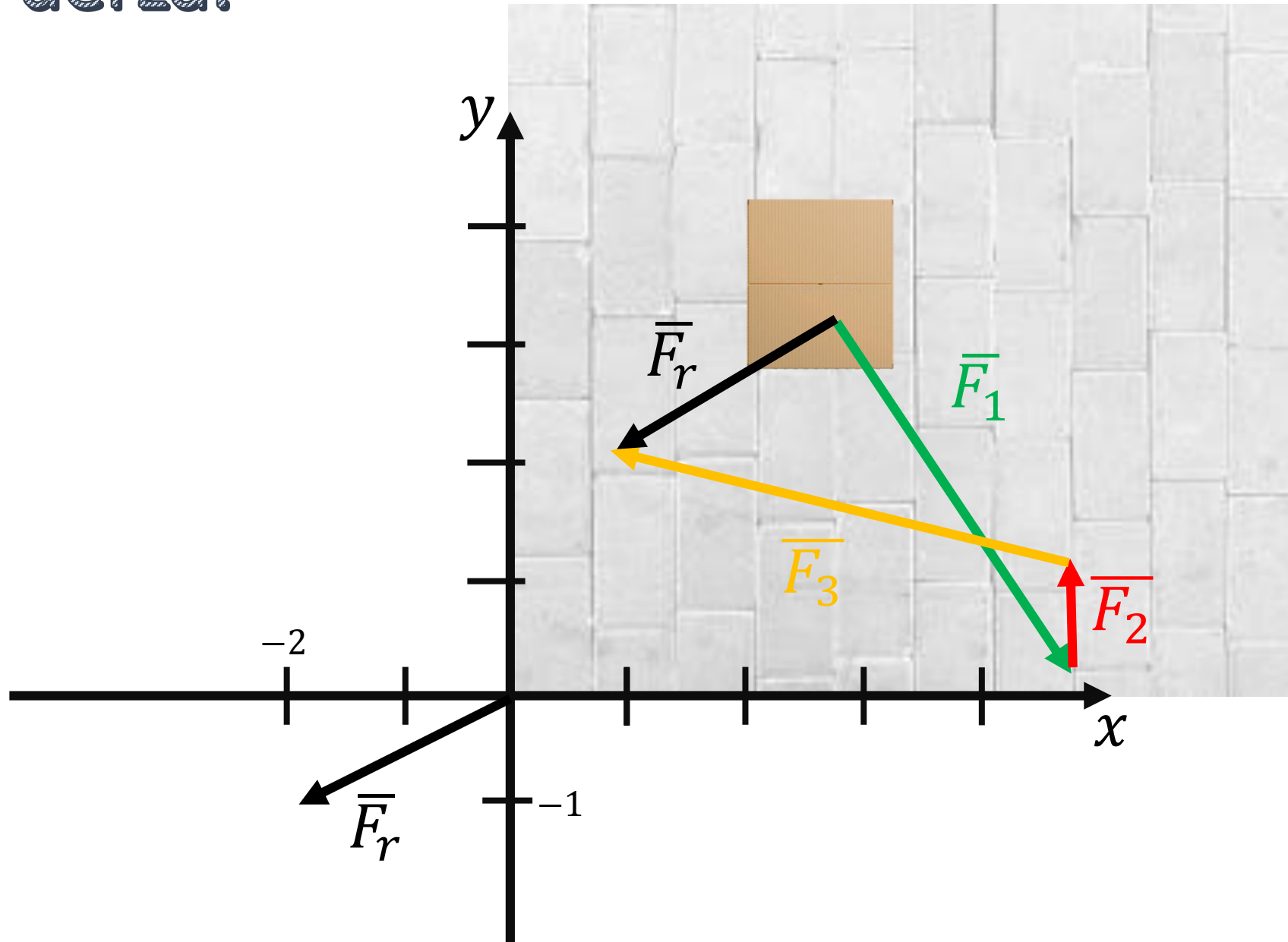


# Fuerza:



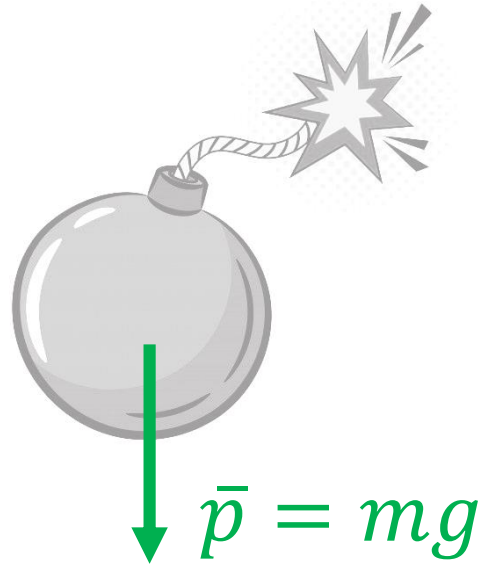
$$\vec{F}_r = -2\vec{i} - 1\vec{j}$$

# Fuerza:

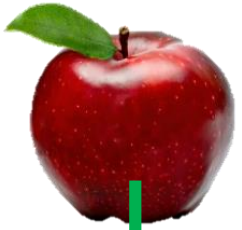


$$\vec{F}_r = -2\vec{i} - 1\vec{j}$$

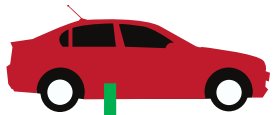
Peso:



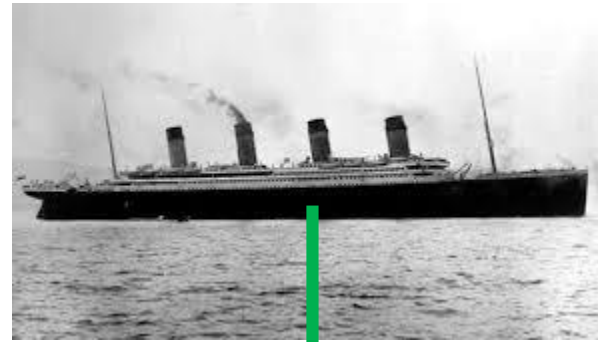
Peso:



↓  $\bar{p} = 1N$



↓  $\bar{p} = 29 \times 10^3 N$



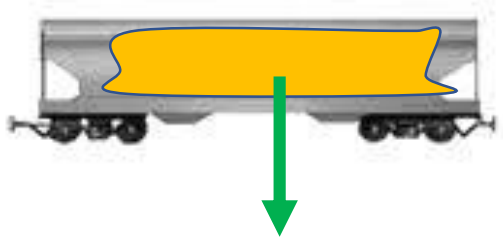
↓  $\bar{p} = 250 \times 10^6 N$



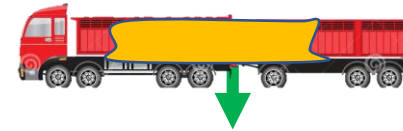
↓  $\bar{p} = 950 \times 10^3 N$

---

# Peso:



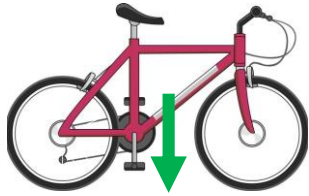
$$\bar{p} = (92,000kg) 9.81m/s^2$$



$$\bar{p} = (50,000kg) 9.81m/s^2$$

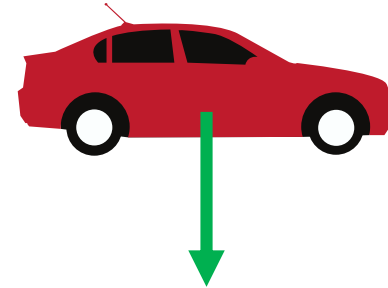
---

# Peso:



$$\bar{p} = (7kg) 9.81m/s^2$$

$$\bar{p} = 69N$$



$$\bar{p} = (2,900kg) 9.81m/s^2$$

$$\bar{p} = 28000N$$

---



# Leyes de Newton:

## 1era Ley de Newton:

Un cuerpo sobre el que no actúa una fuerza neta se mueve con velocidad constante (que puede ser cero) y aceleración cero.

$$\sum \vec{F} = 0 \rightarrow \text{Cuerpo en equilibrio}$$

## 2da Ley de Newton:

Si una fuerza externa neta actúa sobre un cuerpo, éste se acelera.

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

## 3ra Ley de Newton:

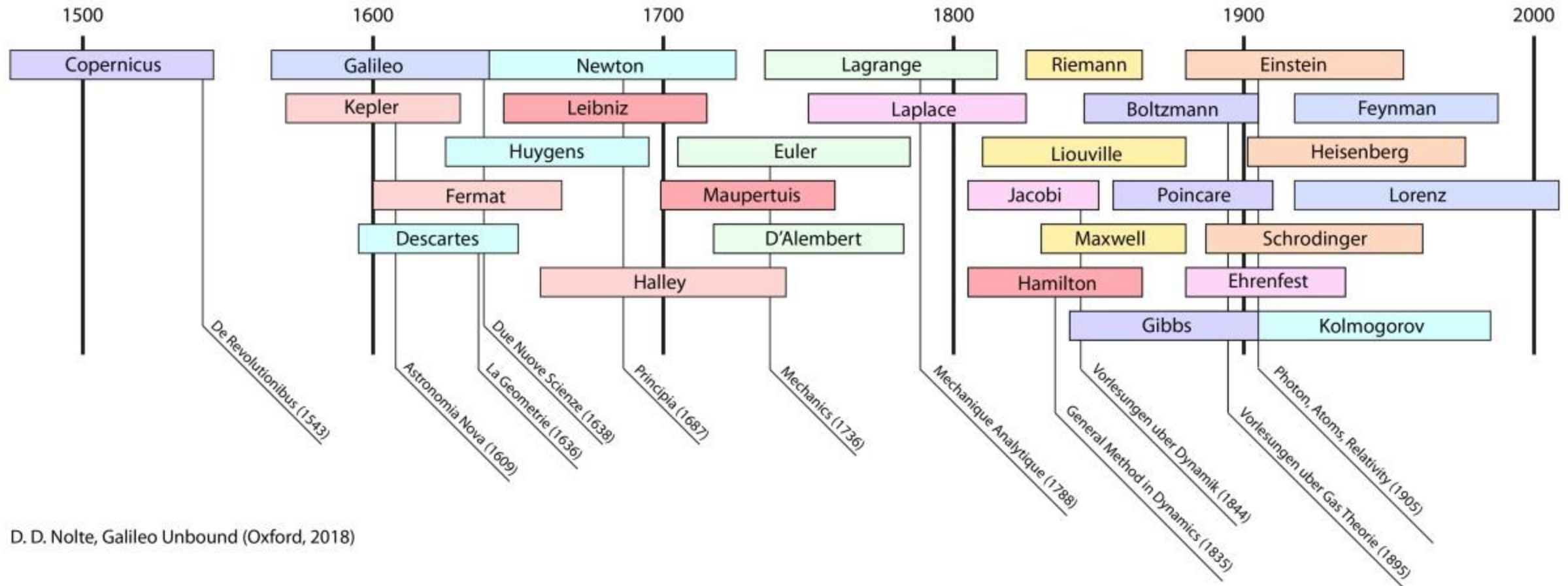
si el cuerpo A ejerce una fuerza sobre el cuerpo B (una “acción”), entonces, B ejerce una fuerza sobre A (una “reacción”).

$$\vec{F}_{ab} = -\vec{F}_{ba}$$

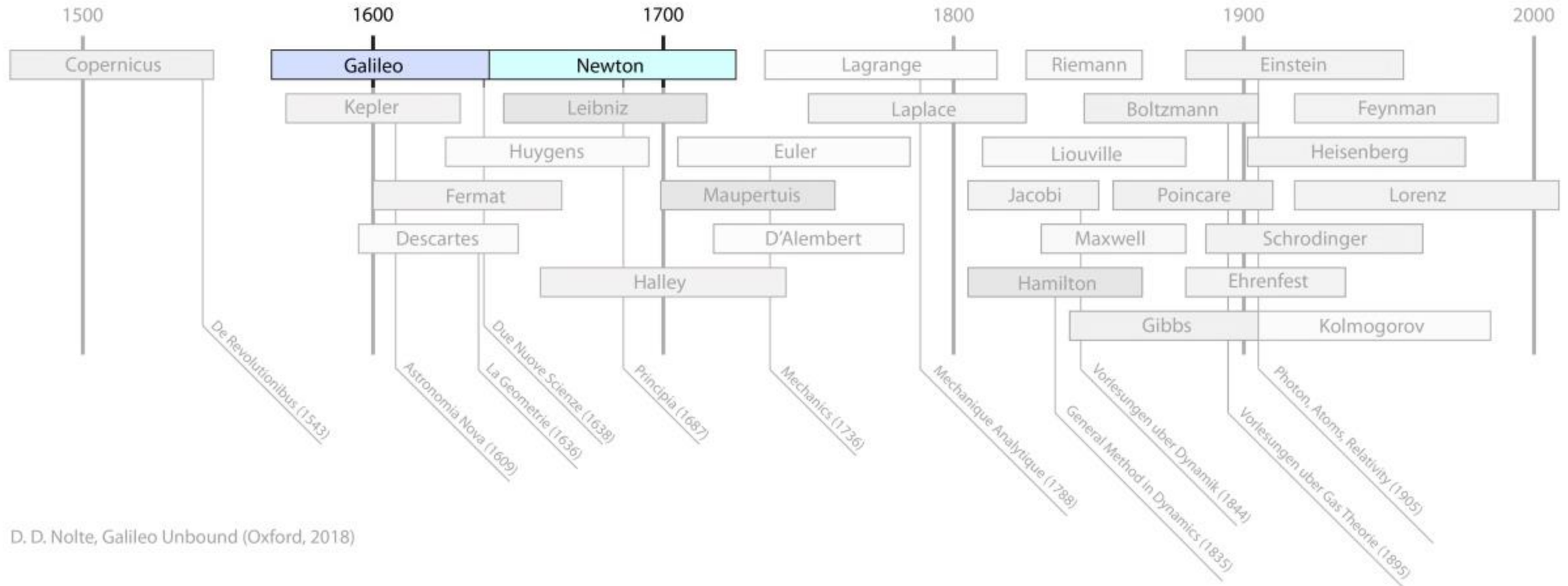


1642

## Dynamics TimeLine (1500 - 2000)



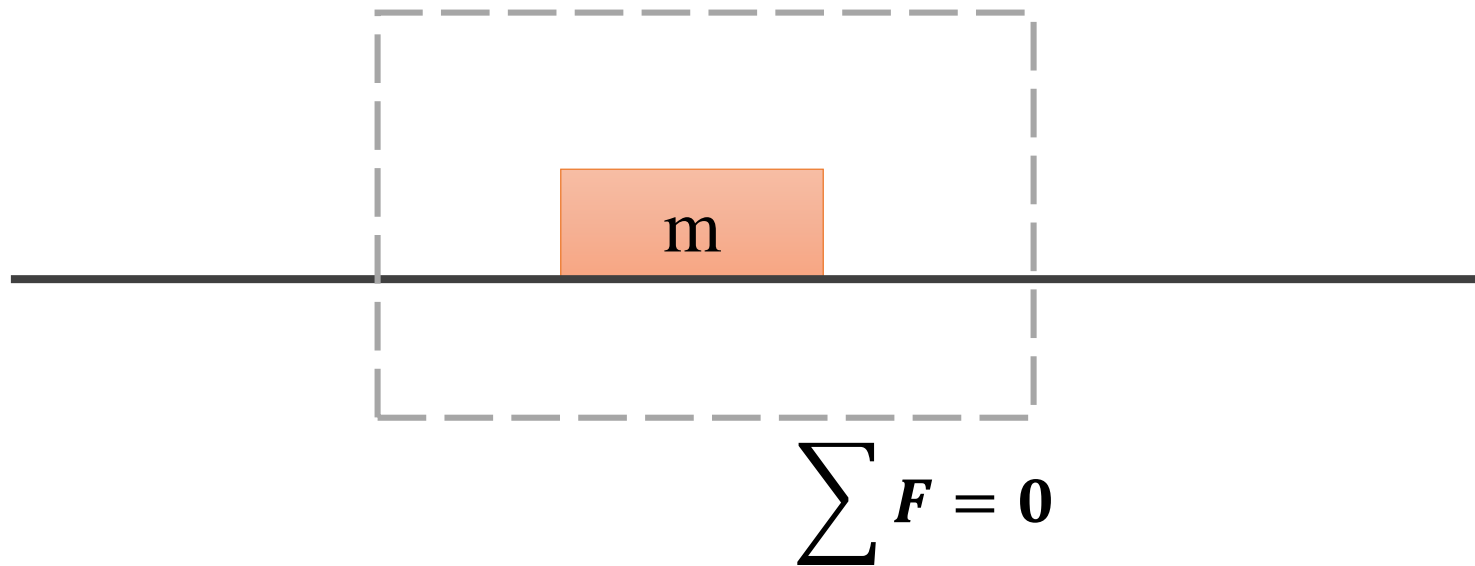
## Dynamics TimeLine (1500 - 2000)



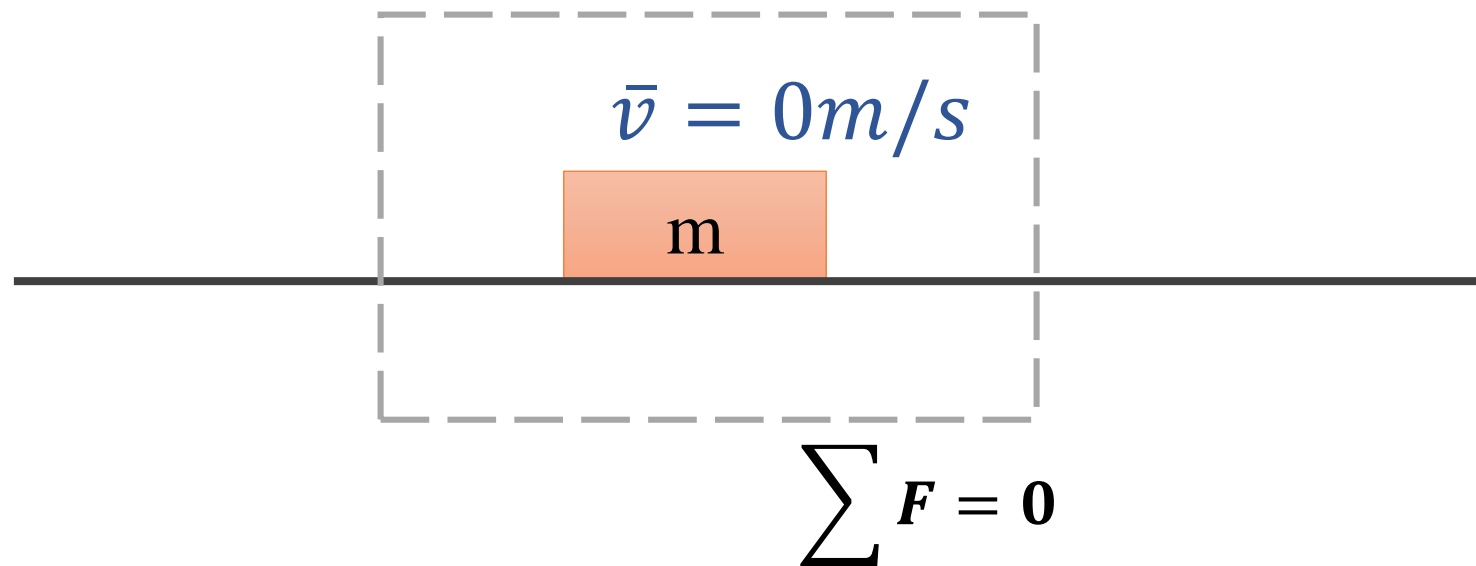
# 1era Ley de Newton:



# 1era Ley de Newton:



# 1era Ley de Newton:

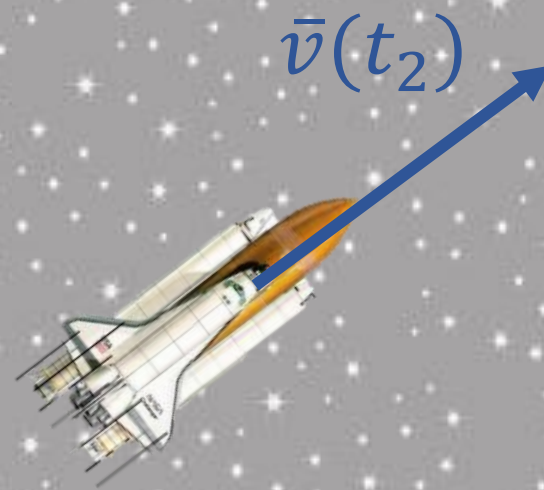
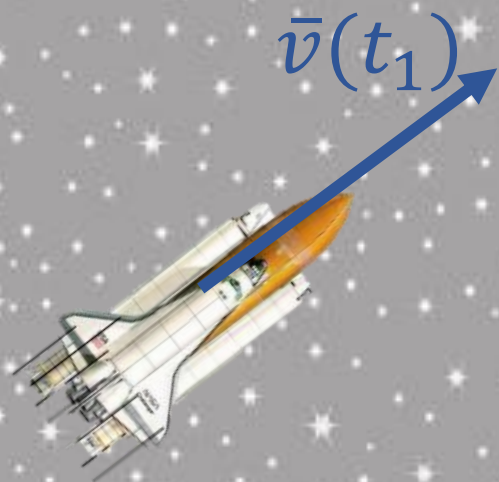


# 1era Ley de Newton:



$$\sum \bar{F} = 0 \rightarrow \bar{a} = 0$$

# 1era Ley de Newton:



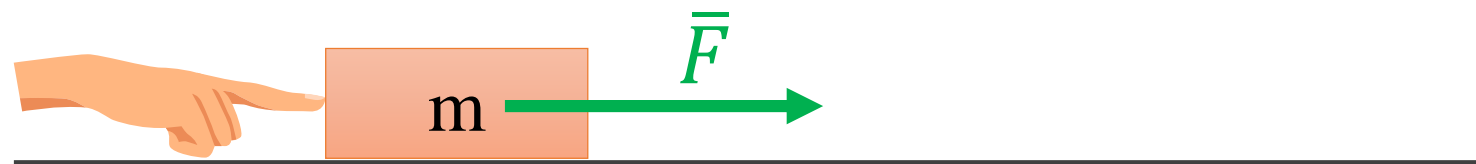
$$\sum \vec{F} = \mathbf{0} \rightarrow \vec{a} = \mathbf{0}$$



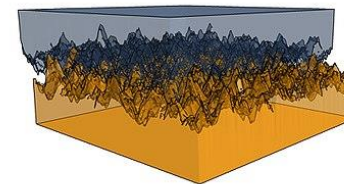
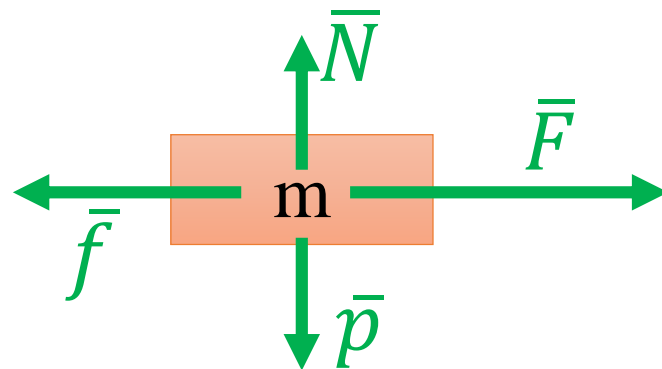
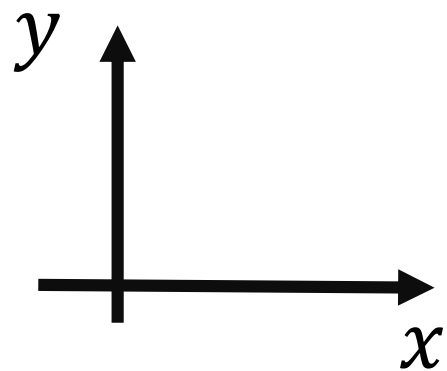
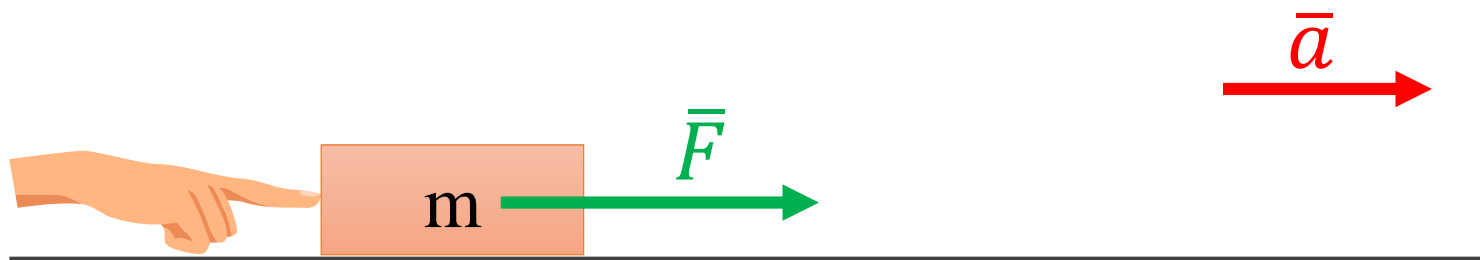
## 2da Ley de Newton:



## 2da Ley de Newton:



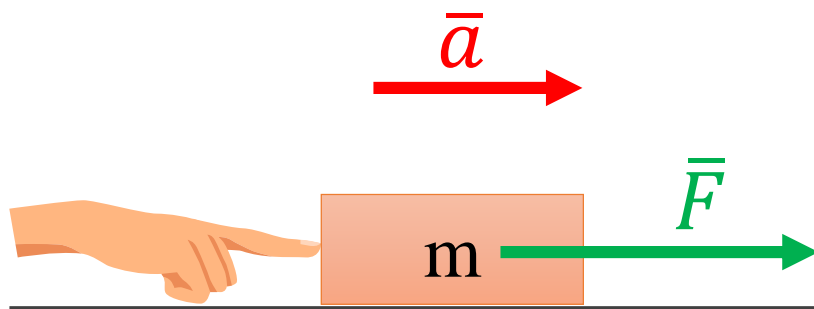
## 2da Ley de Newton:



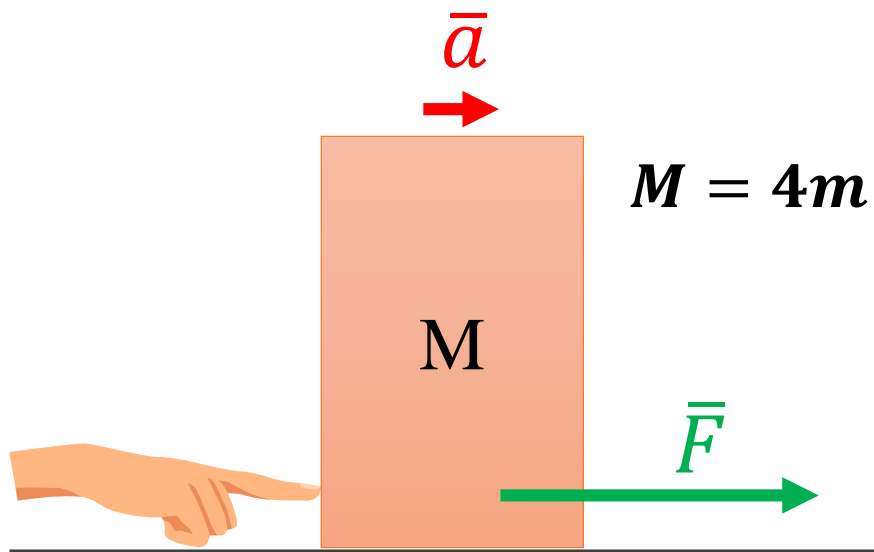
$$\sum F_x = F - f = ma_x$$

$$\sum F_y = N - p = 0$$

## 2da Ley de Newton:

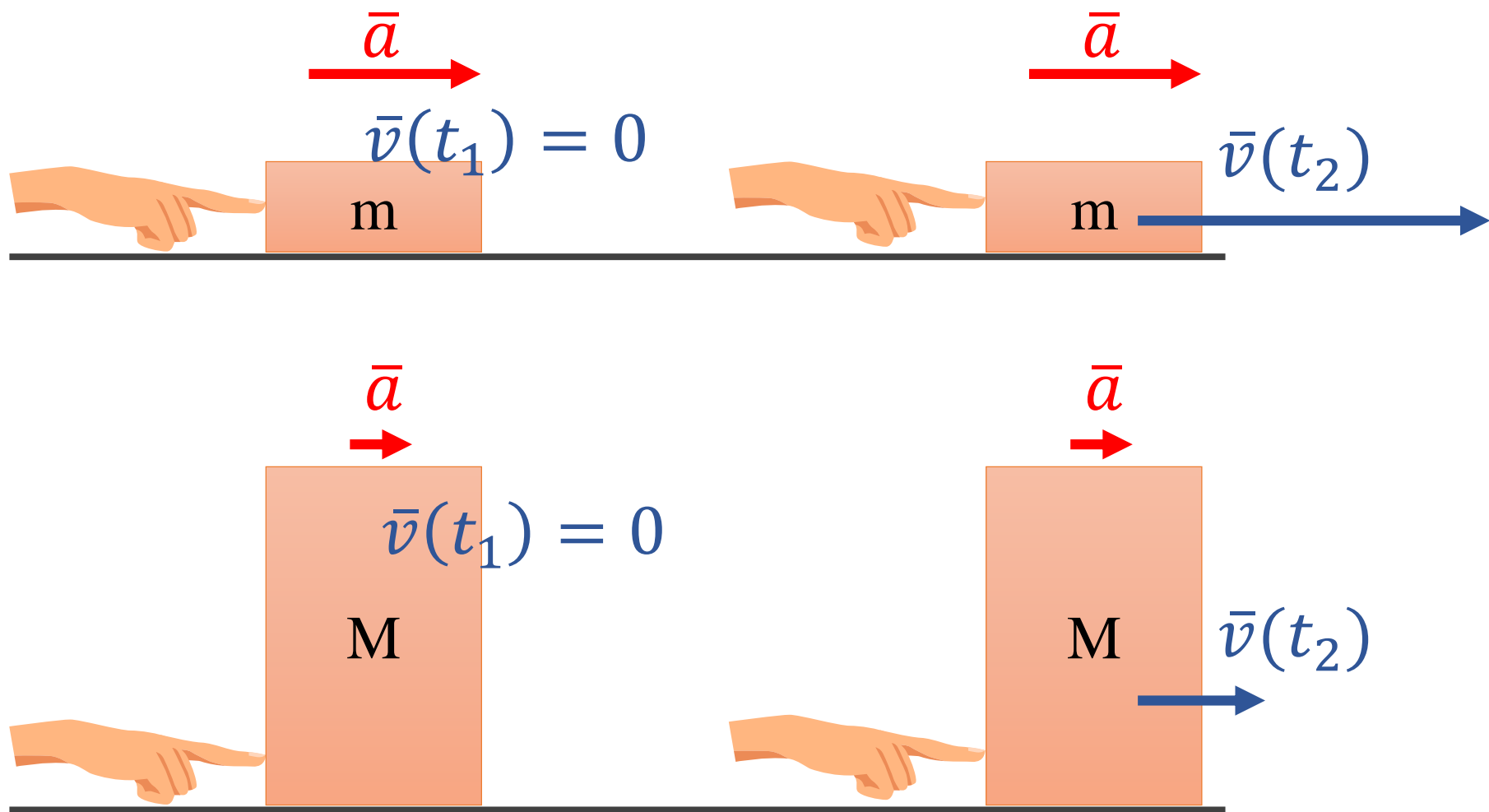


$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

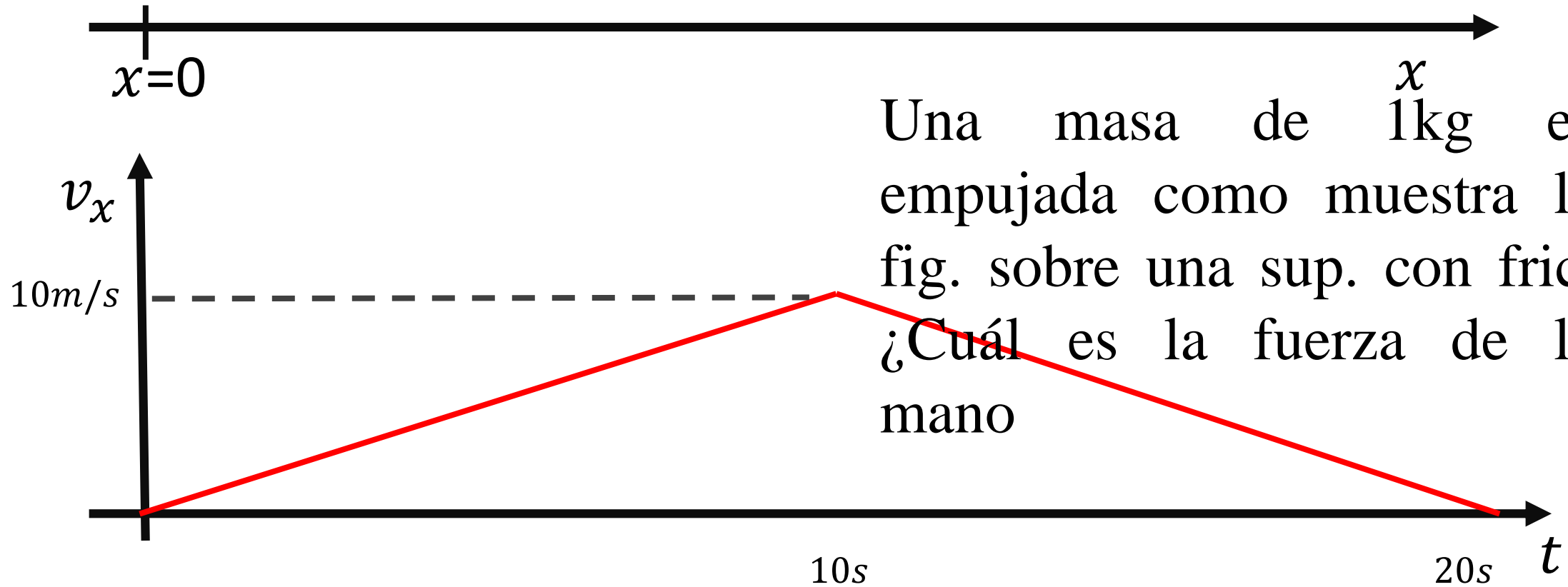
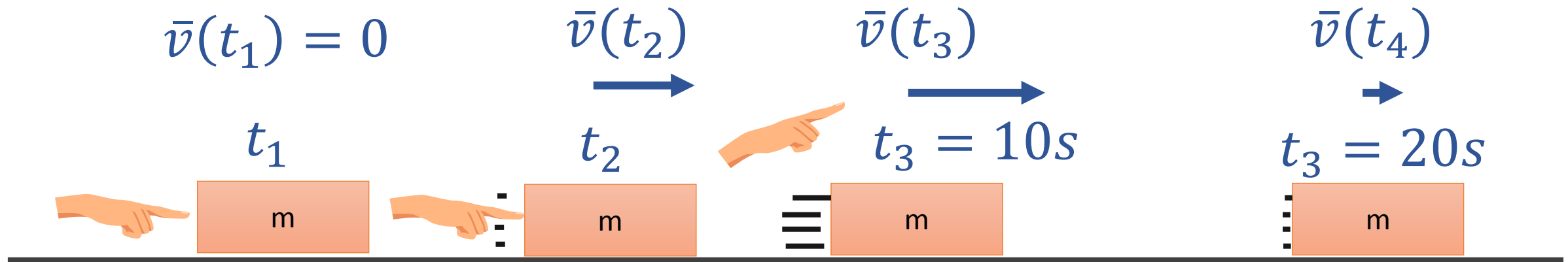


$$\sum \vec{F} = M\vec{a} \rightarrow \vec{a} = \frac{1}{4} \left( \frac{\vec{F}}{m} \right)$$

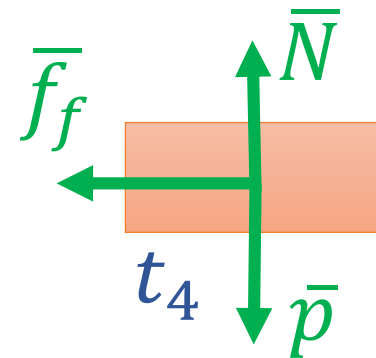
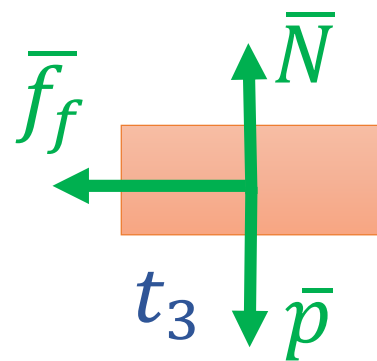
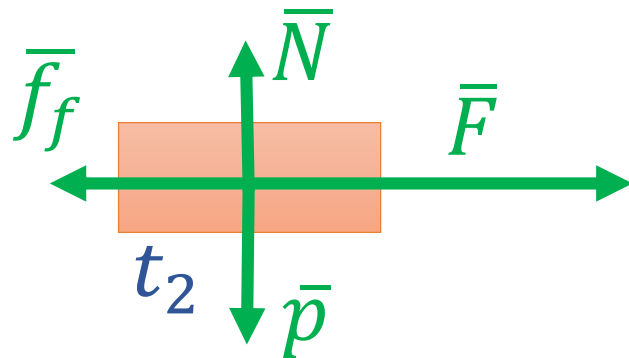
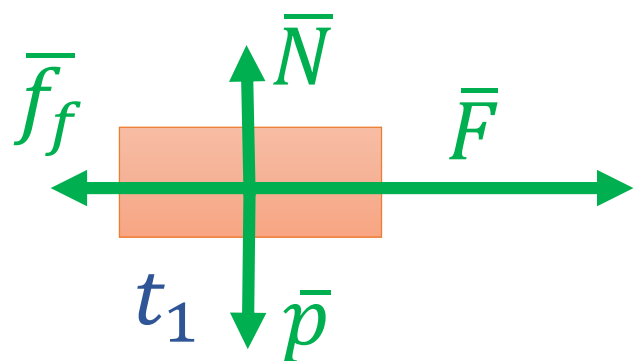
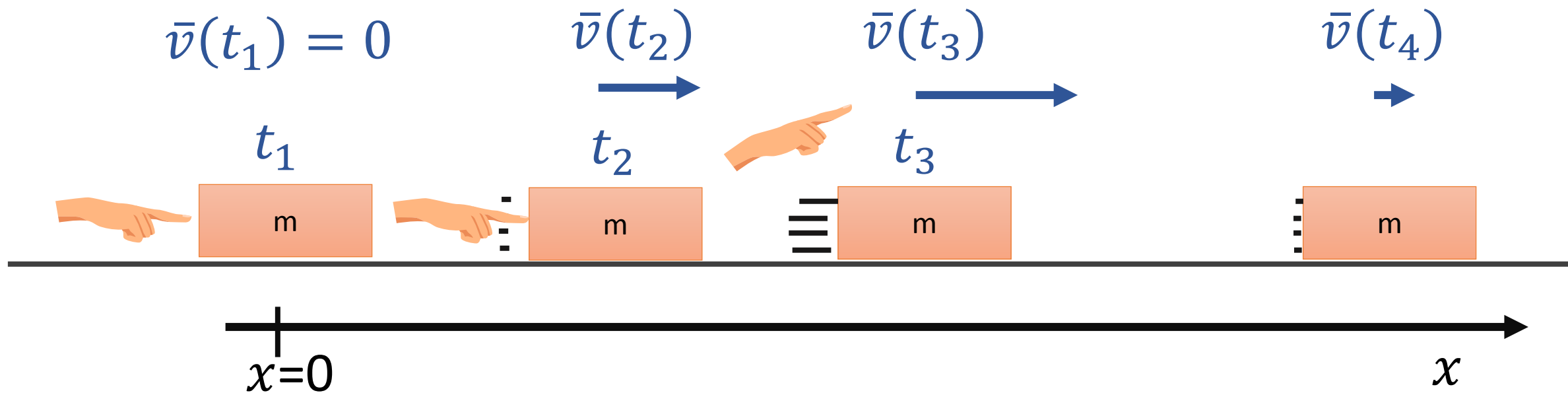
## 2da Ley de Newton:



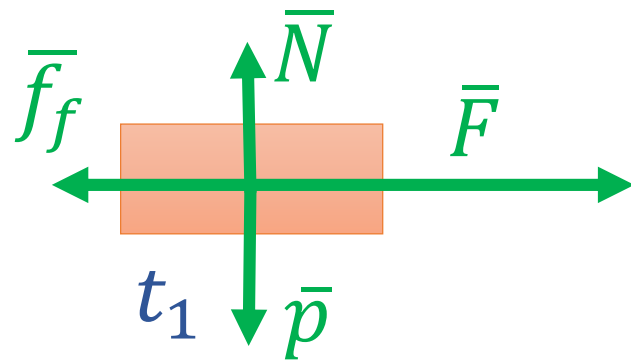
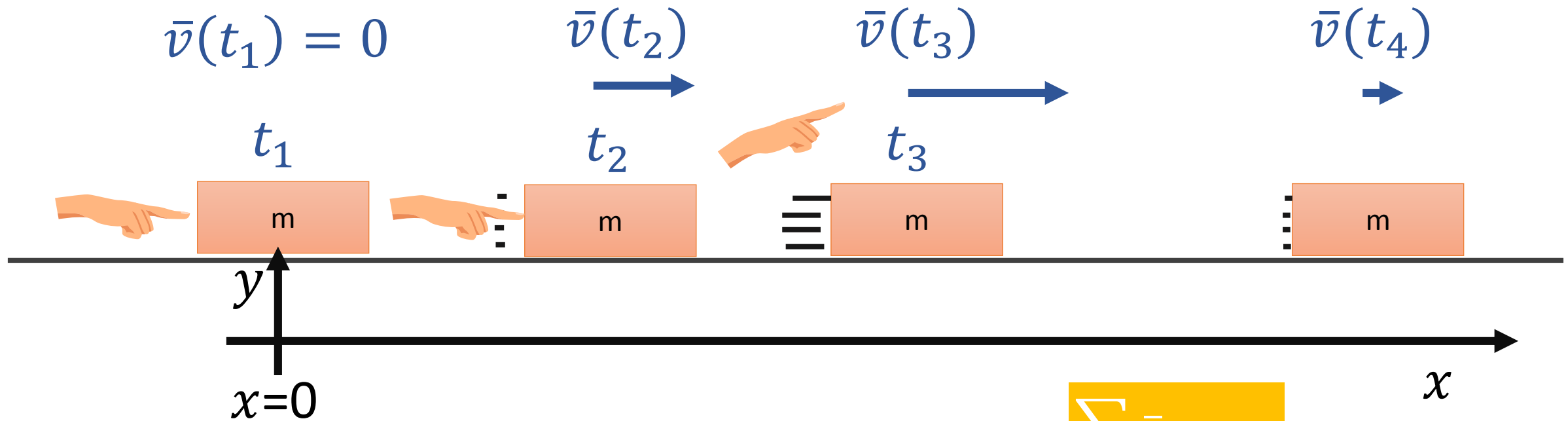




Una masa de  $1kg$  es empujada como muestra la fig. sobre una sup. con fric. ¿Cuál es la fuerza de la mano

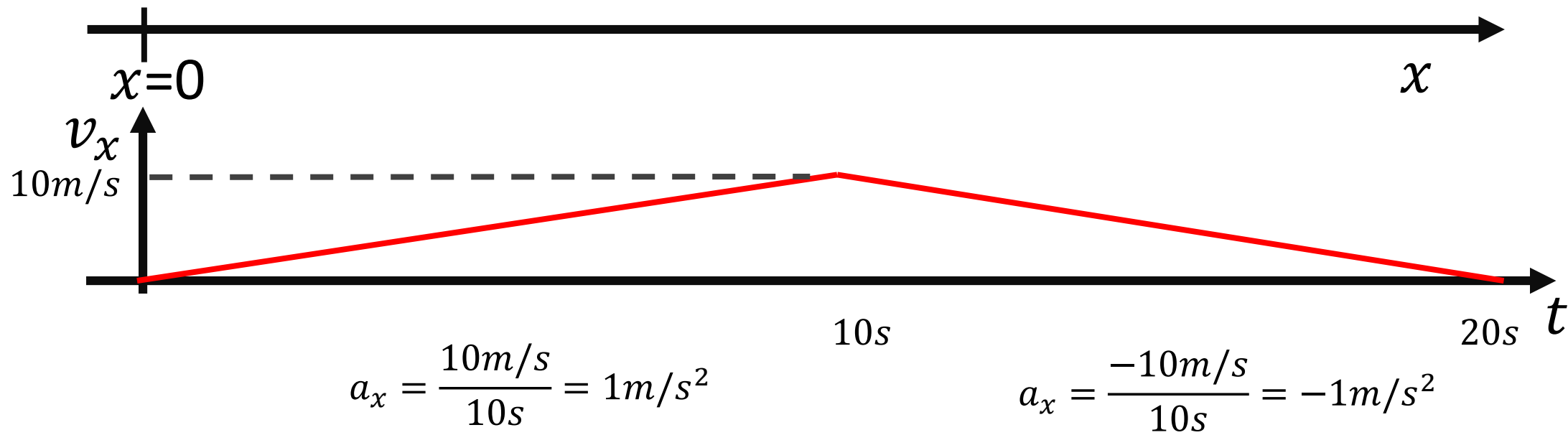
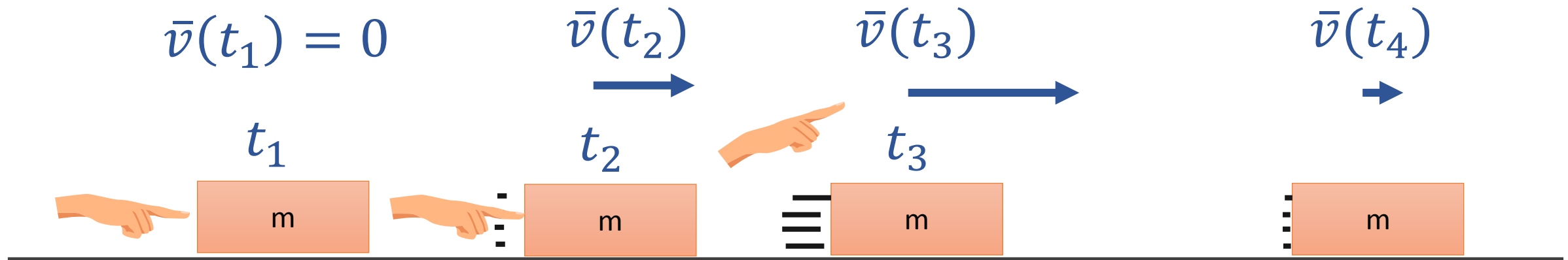


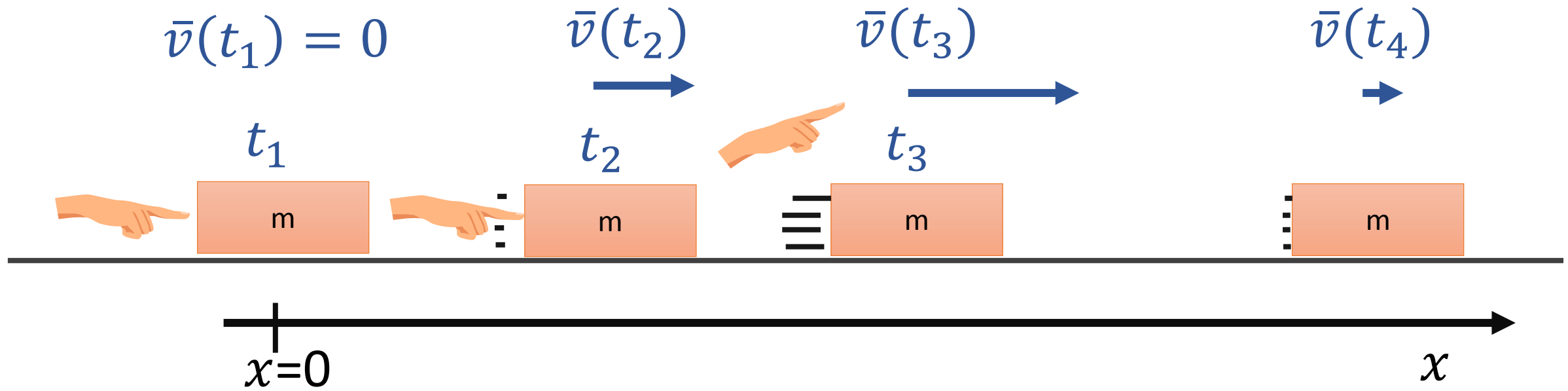




$$\sum \bar{F} = m\bar{a}$$

$$\begin{aligned} \underbrace{\sum F_x = ma_x}_{F - f_f = ma_x} \quad & \underbrace{\sum F_y = ma_y}_{N - p = ma_y} \\ & N = p \end{aligned}$$



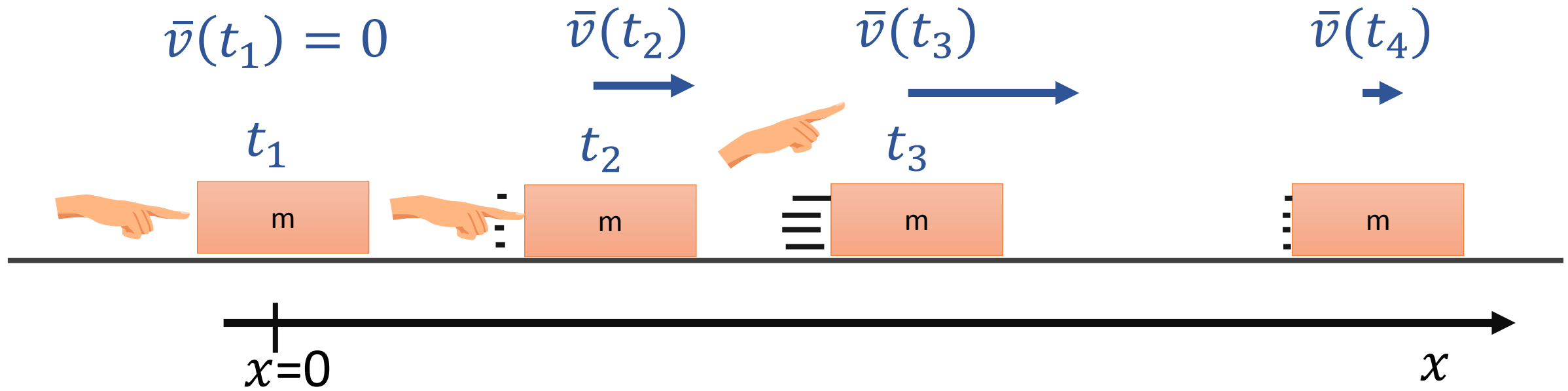


$$\leftarrow a_x = \frac{10m/s}{10s} = 1m/s^2 \rightarrow \quad \leftarrow a_x = \frac{-10m/s}{10s} = -1m/s^2 \rightarrow$$

$$\sum \bar{F} = m\bar{a} \rightarrow -f_f = m\bar{a}$$

$$f_f = -1kg \ 1m/s^2$$

$$f_f = 1N$$



$$\leftarrow a_x = \frac{10m/s}{10s} = 1m/s^2 \rightarrow \quad \leftarrow a_x = \frac{-10m/s}{10s} = -1m/s^2 \rightarrow$$

$$\sum \bar{F} = m\bar{a} \rightarrow \bar{F} - f_f = m\bar{a}$$

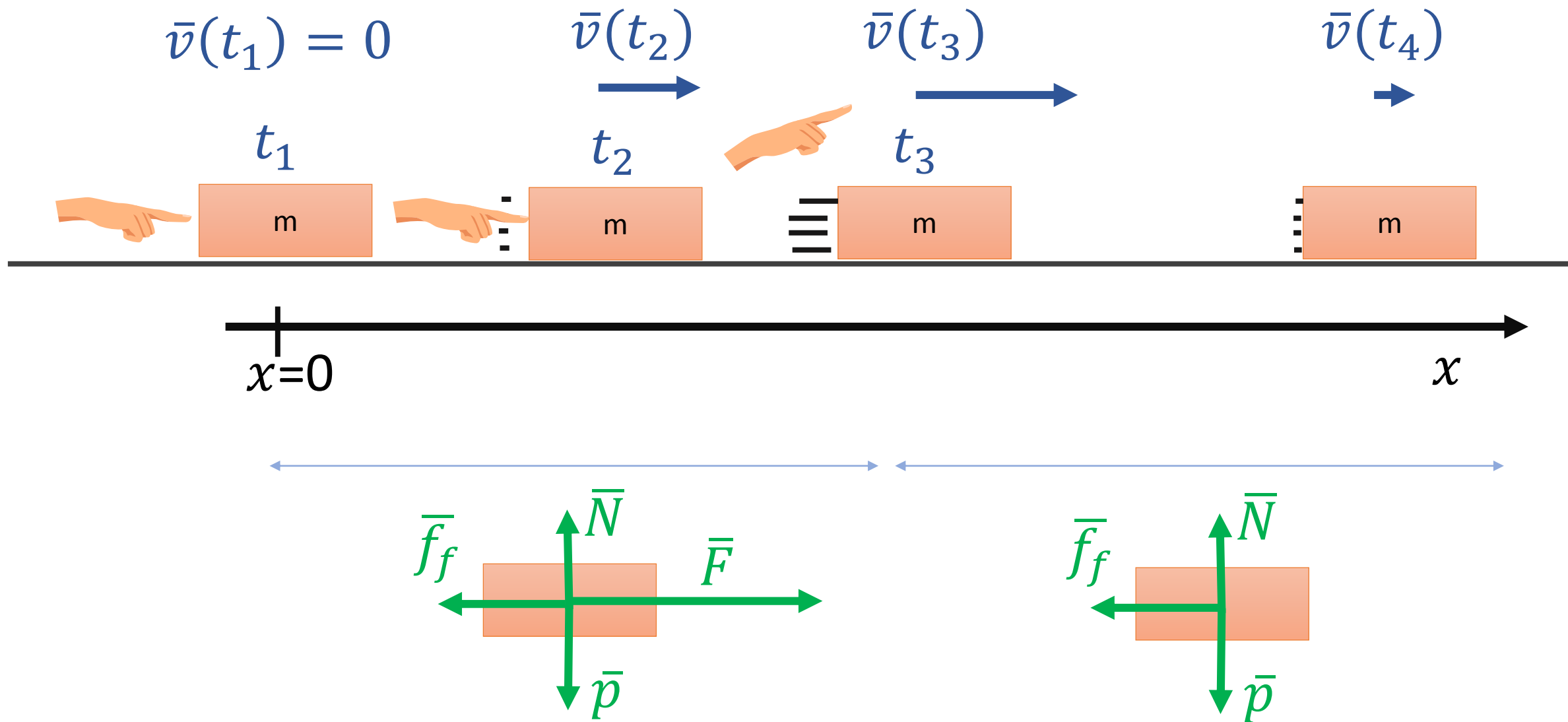
$$F_x = 1kg \ 1m/s^2 + 1N$$

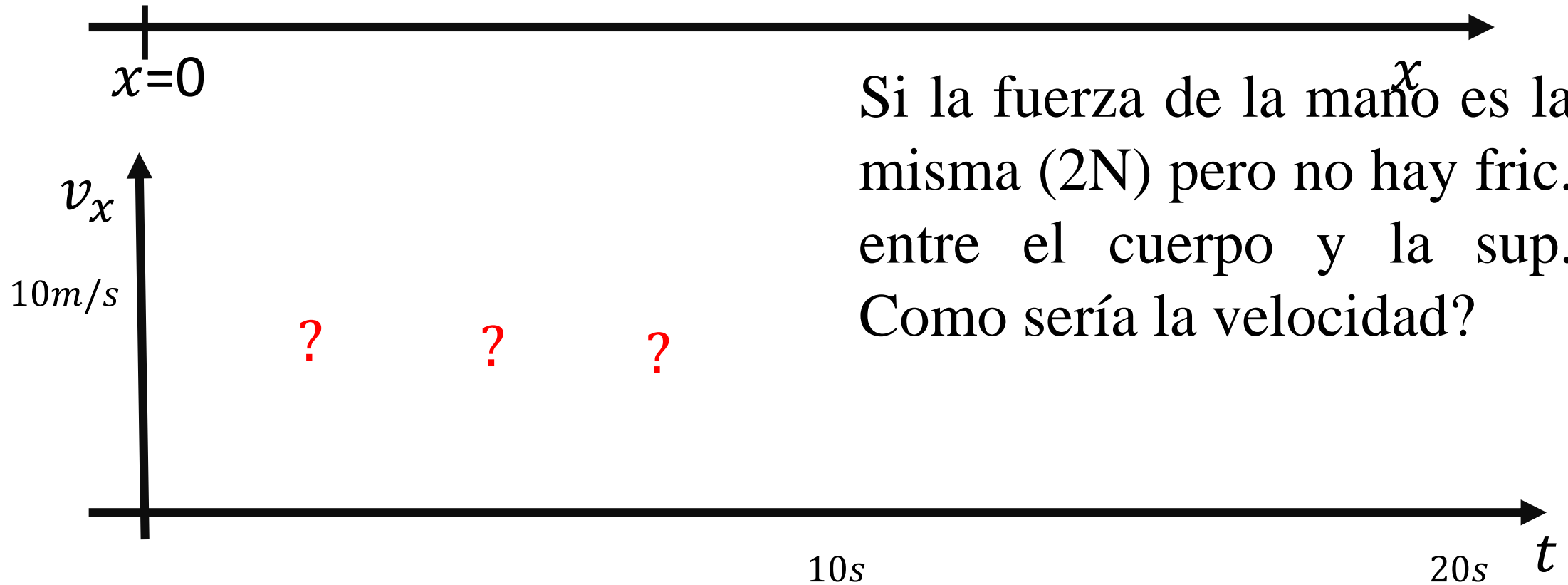
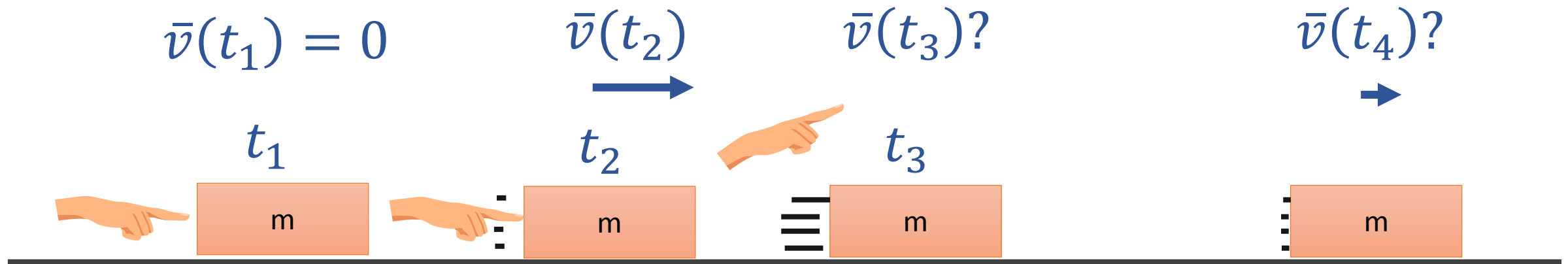
$$F_x = 2N$$

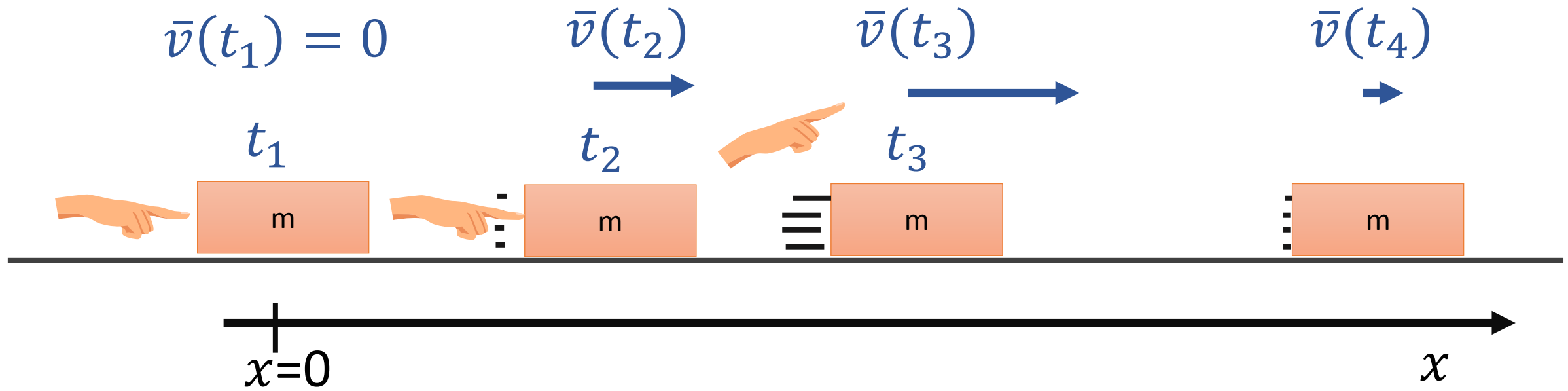
$$\sum \bar{F} = m\bar{a} \rightarrow -f_f = m\bar{a}$$

$$f_f = -1kg \ 1m/s^2$$

$$f_f = 1N$$





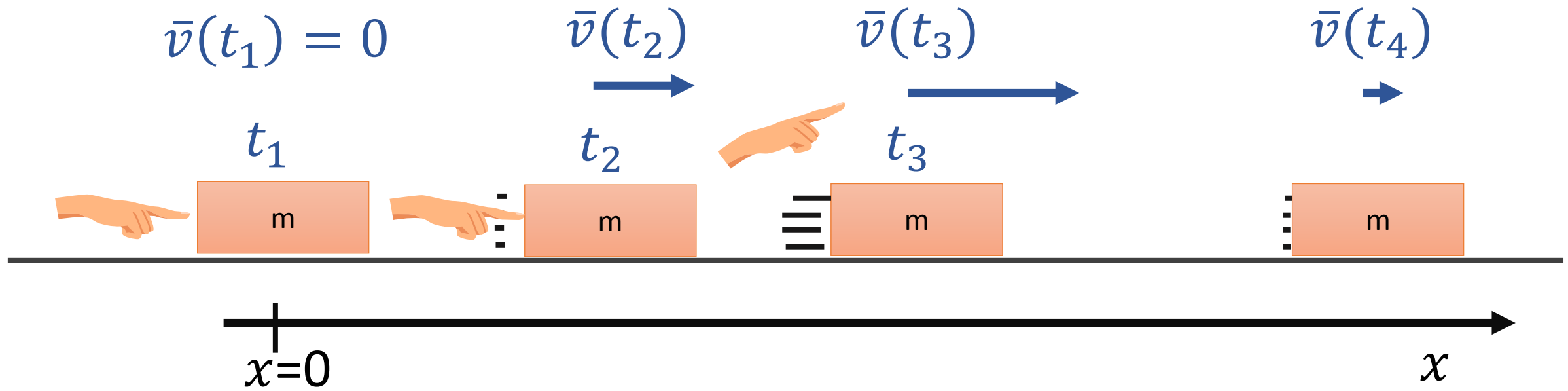


$$\sum \bar{F} = m\bar{a} \rightarrow \bar{F} = m\bar{a}$$

$$a_x = \frac{2N}{1kg}$$

$$a_x = 2m/s^2$$

$$\sum \bar{F} = m\bar{a} \rightarrow \bar{a} = 0$$



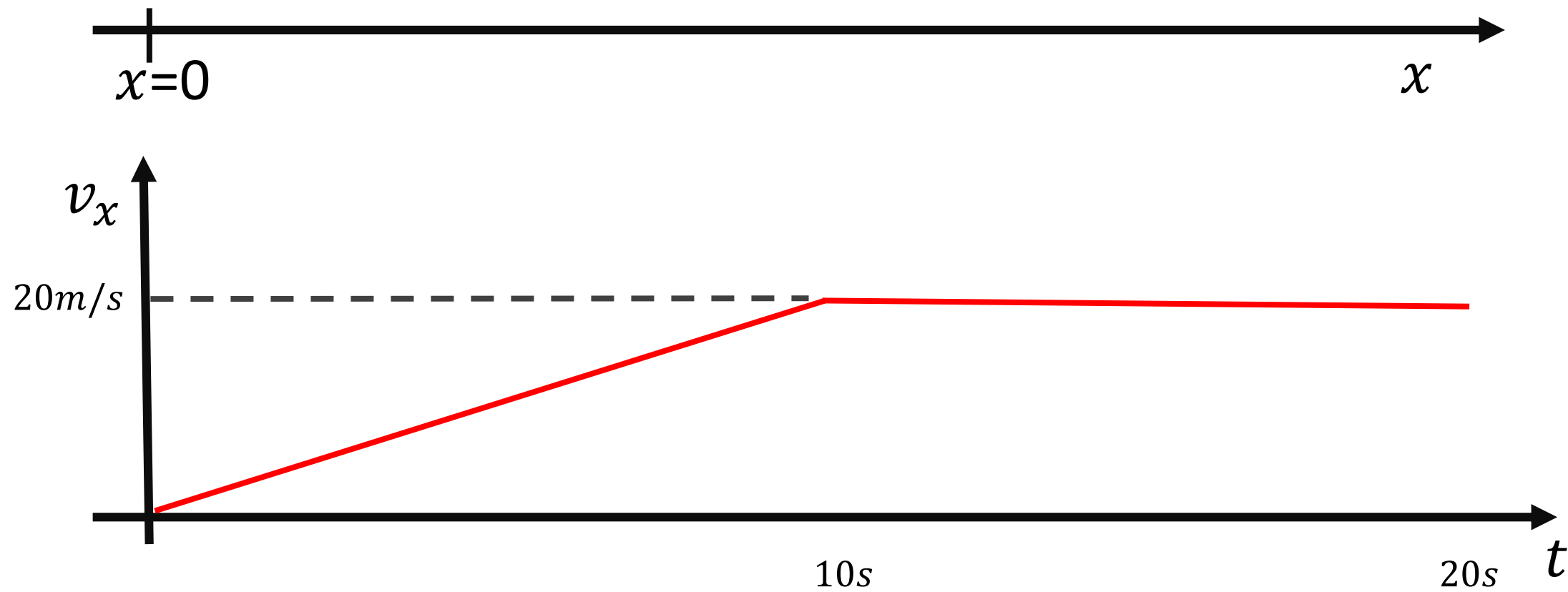
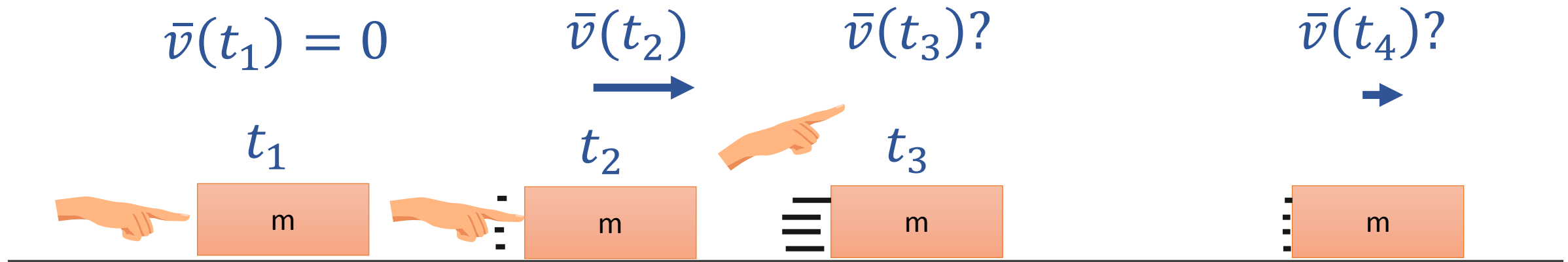
$$a_x = 2m/s^2$$

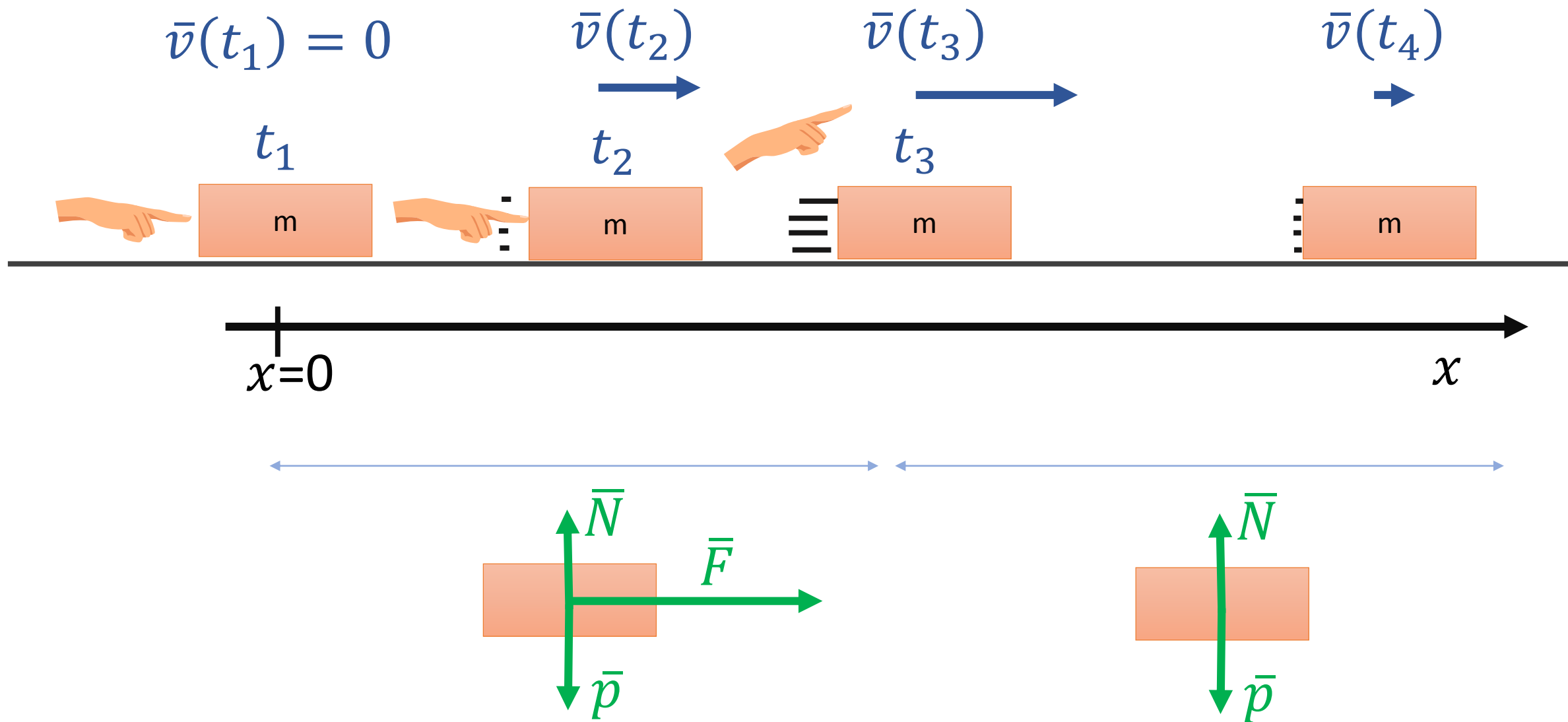
$$v(t) = 20m/s$$

$$v(t) = v_0 + a_x t$$

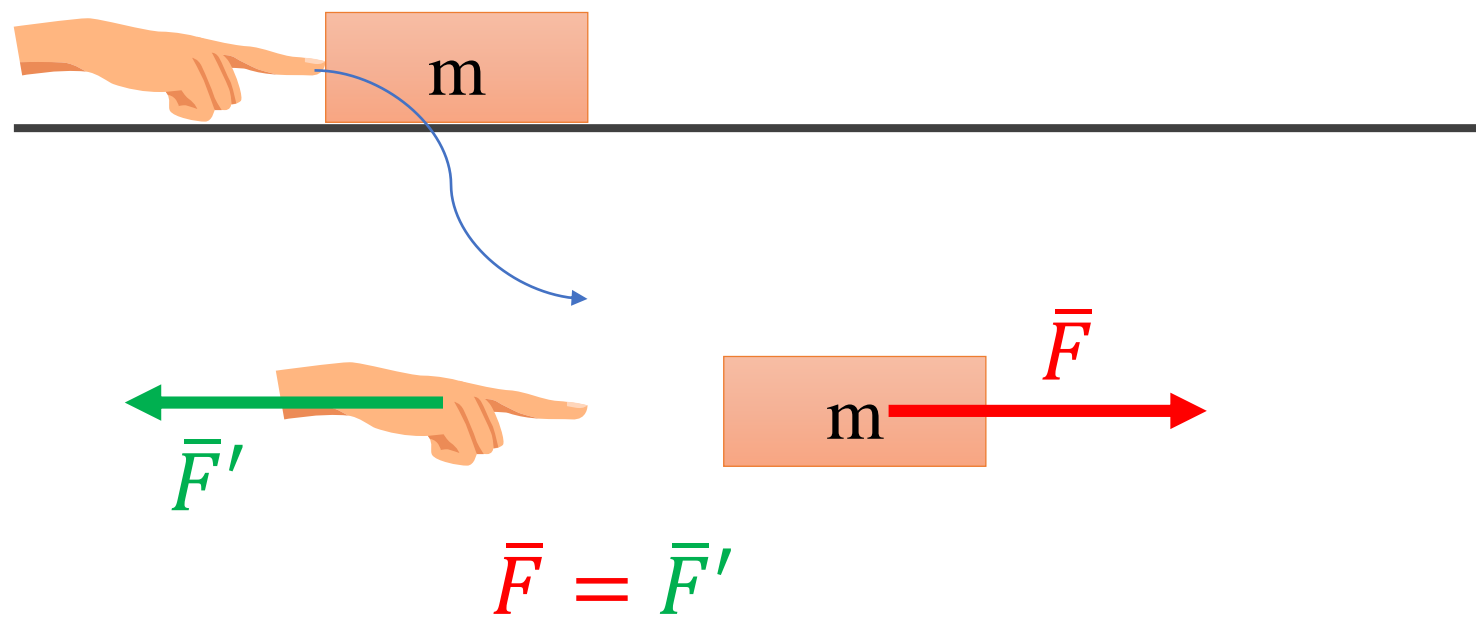
$$v(t) = 2t \left[ \frac{m}{s} \right]$$



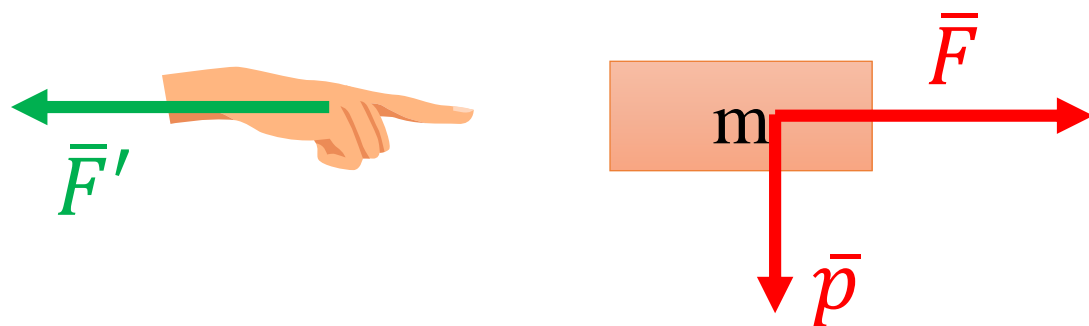




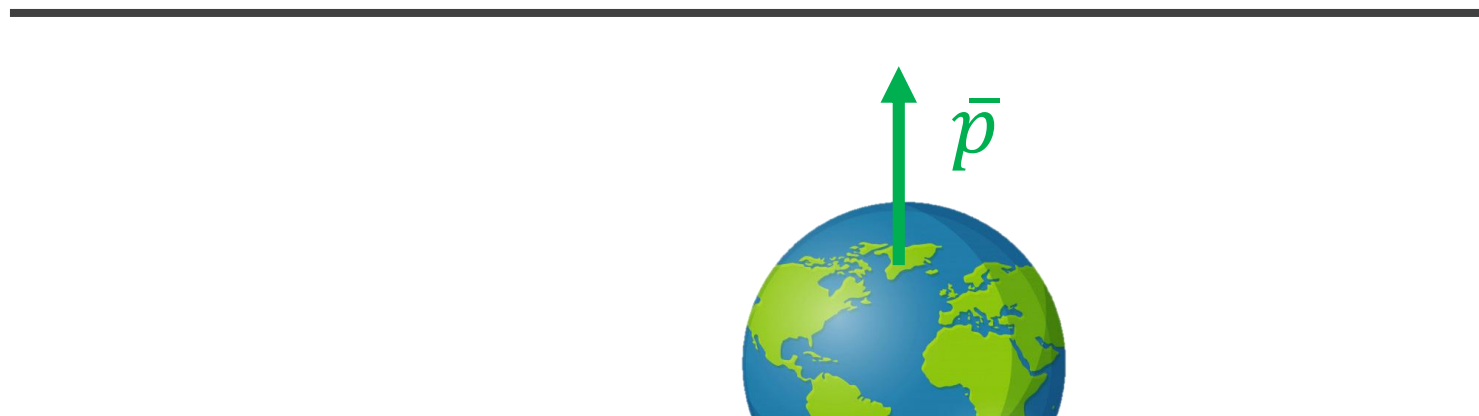
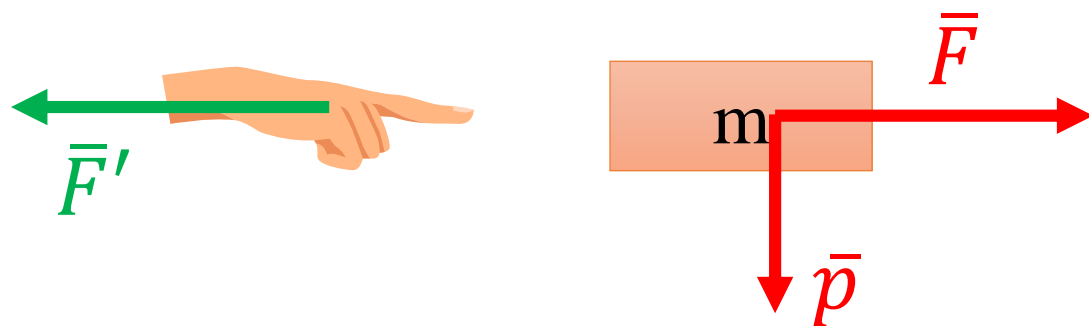
## 3ra Ley de Newton:



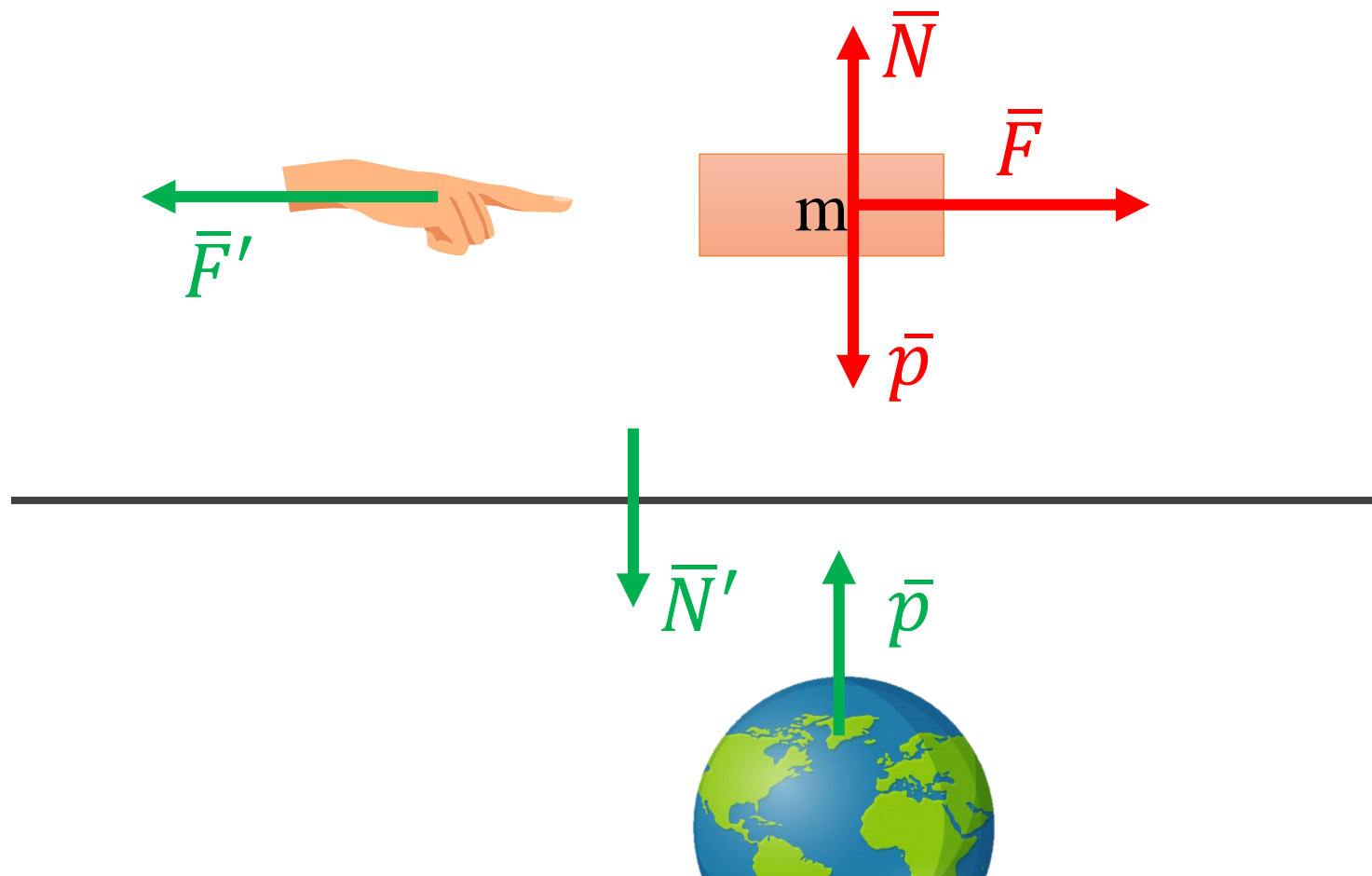
## 3ra Ley de Newton:



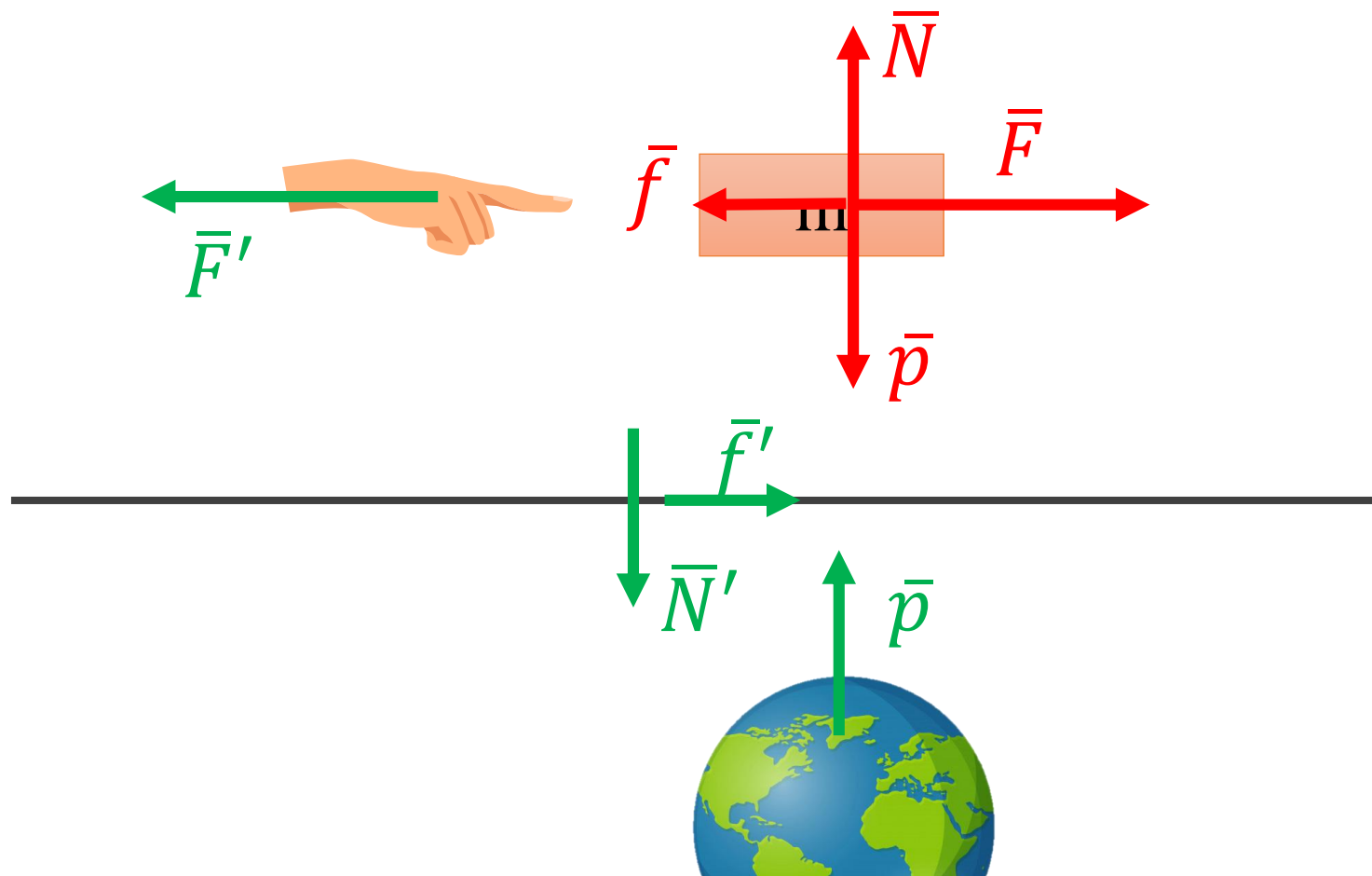
## 3ra Ley de Newton:



## 3ra Ley de Newton:

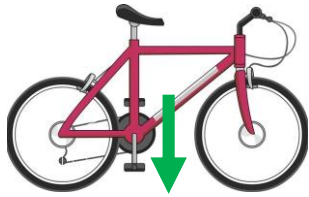


### 3ra Ley de Newton:

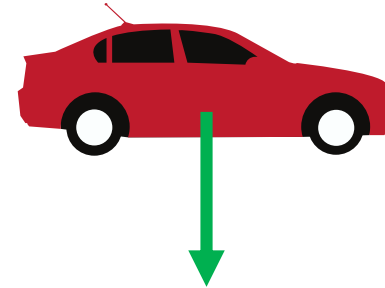








$$m_{bici} = 7kg$$
$$m_p = 75kg$$



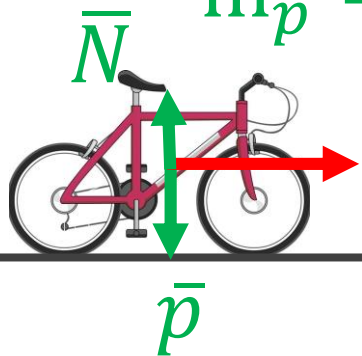
$$m_{auto} = 2900kg$$

Cuanta fuerza se requiere para poner en movimiento una bici y un auto. Asumiendo aceleración constante y velocidad final de 15m/s en 5s.

---

$$m_{bici} = 7kg$$

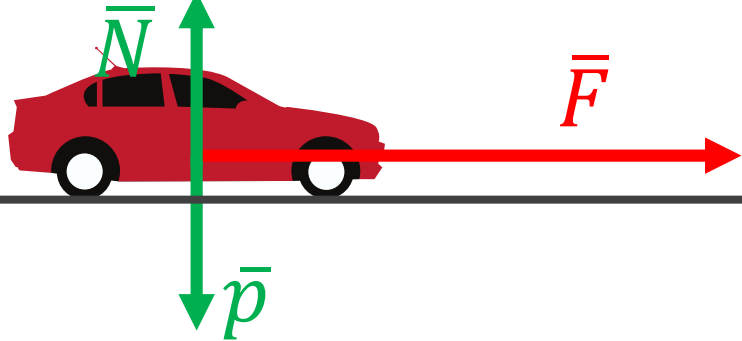
$$m_p = 75kg$$

 $\bar{F}$ 

$$\bar{v} = 15m/s$$



$$m_{auto} = 2900kg$$

 $\bar{F}$ 

$$\bar{v} = 15m/s$$



$$t = 0s$$

$$t = 10s$$

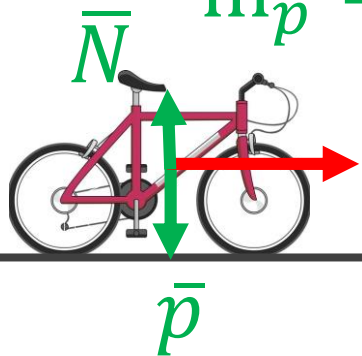
Peso:

$$m_{bici} = 7kg$$

$$m_p = 75kg$$

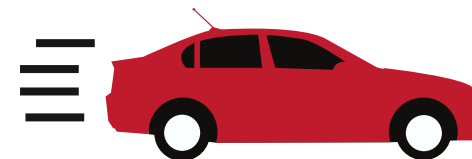
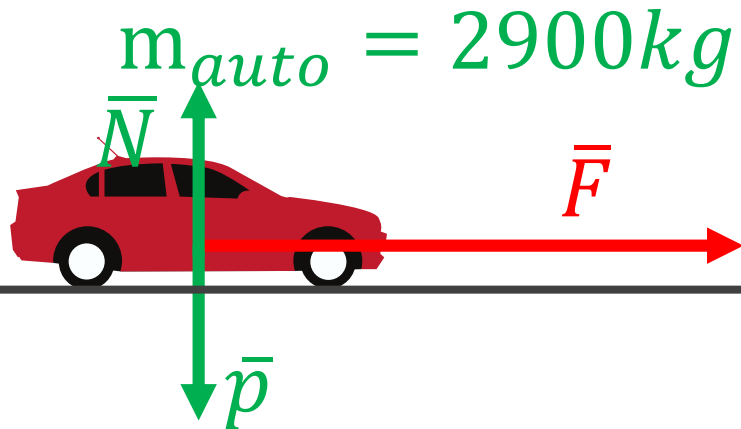
$$\bar{a} = 1.5m/s^2$$

$$\bar{v} = 15m/s$$



$$\bar{a} = 1.5m/s^2$$

$$\bar{v} = 15m/s$$



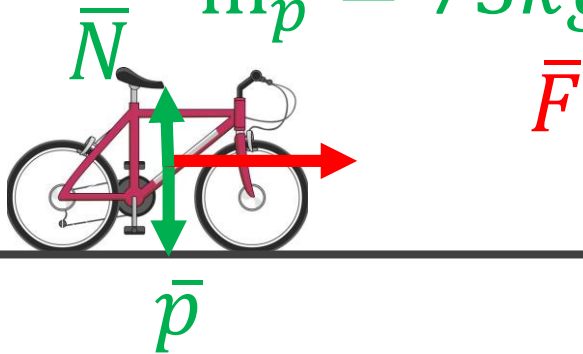
$$t = 0s$$

$$t = 10s$$

Peso:

$$m_{bici} = 7kg$$

$$m_p = 75kg$$



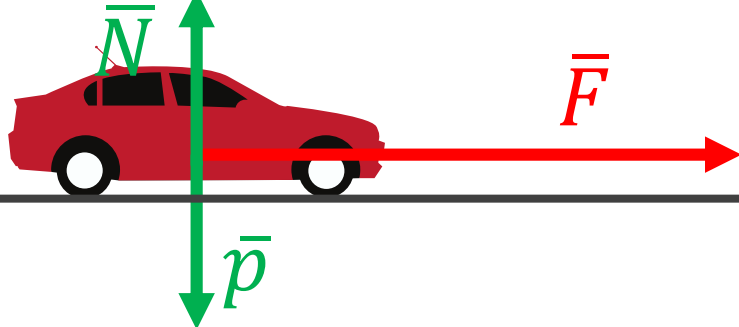
$$\bar{a} = 1.5m/s^2$$

$$\sum \bar{F} = m\bar{a} \rightarrow F = ma$$

$$F = (82kg)1.5m/s^2 = 123N$$

$$\bar{a} = 1.5m/s^2$$

$$m_{auto} = 2900kg$$



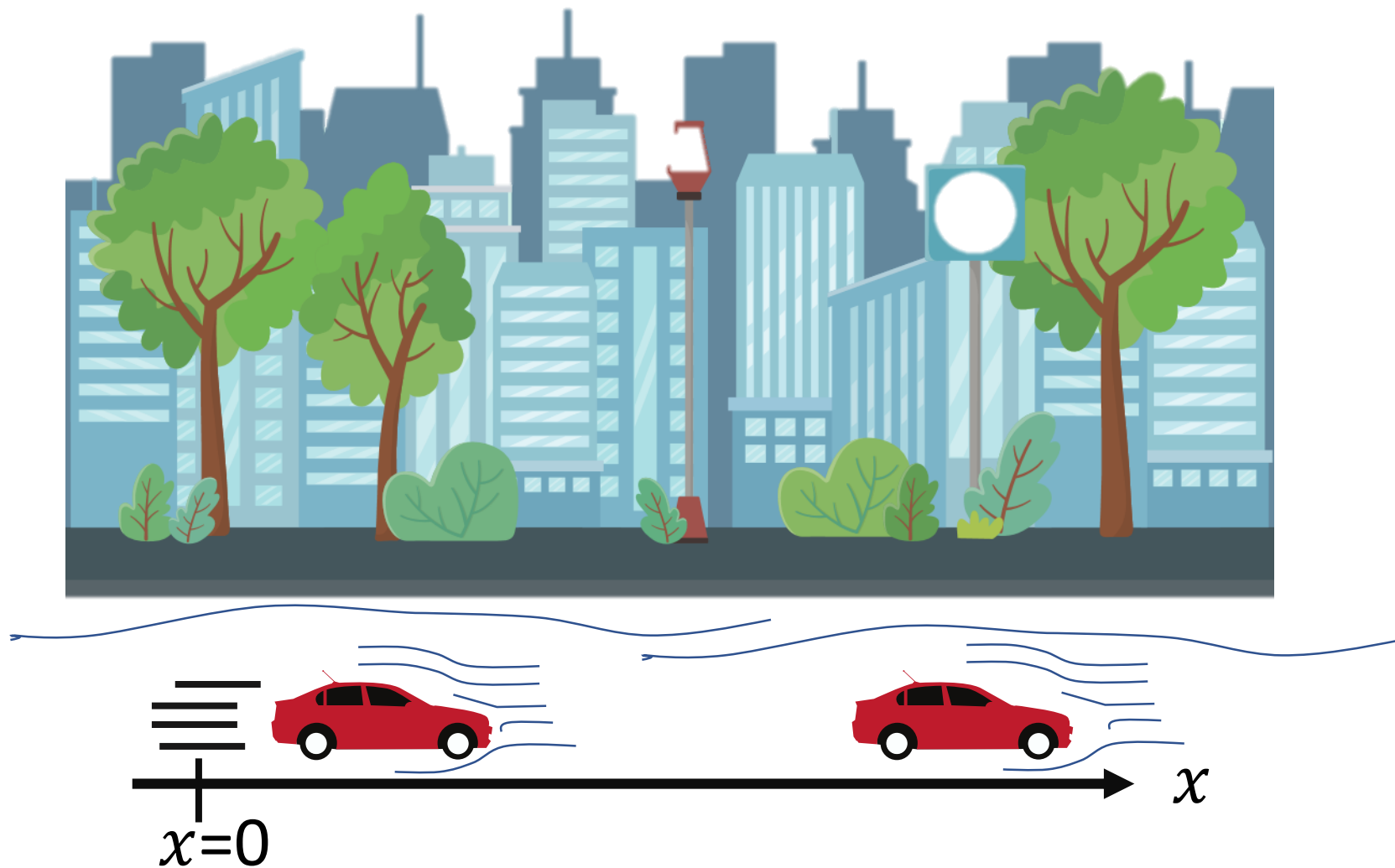
$$\sum \bar{F} = m\bar{a} \rightarrow F = ma$$

$$F = (2,900kg)1.5m/s^2 = 43,500N$$

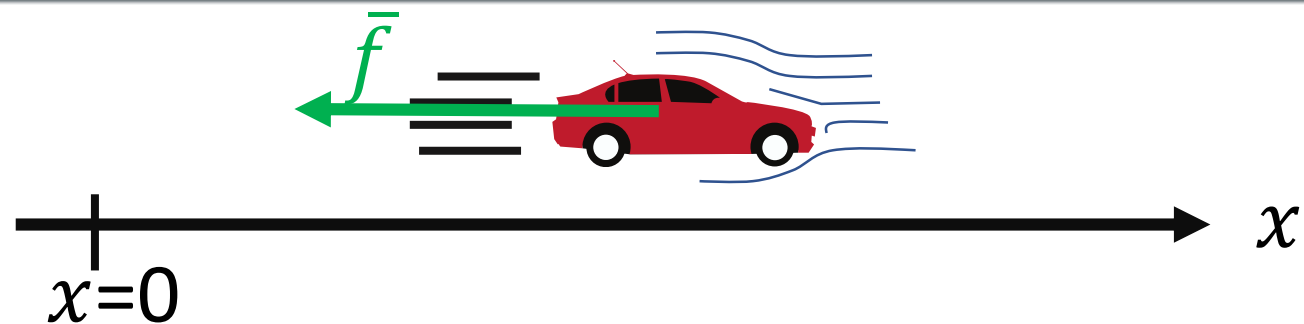
353 mayor!!!

$$t = 0s$$

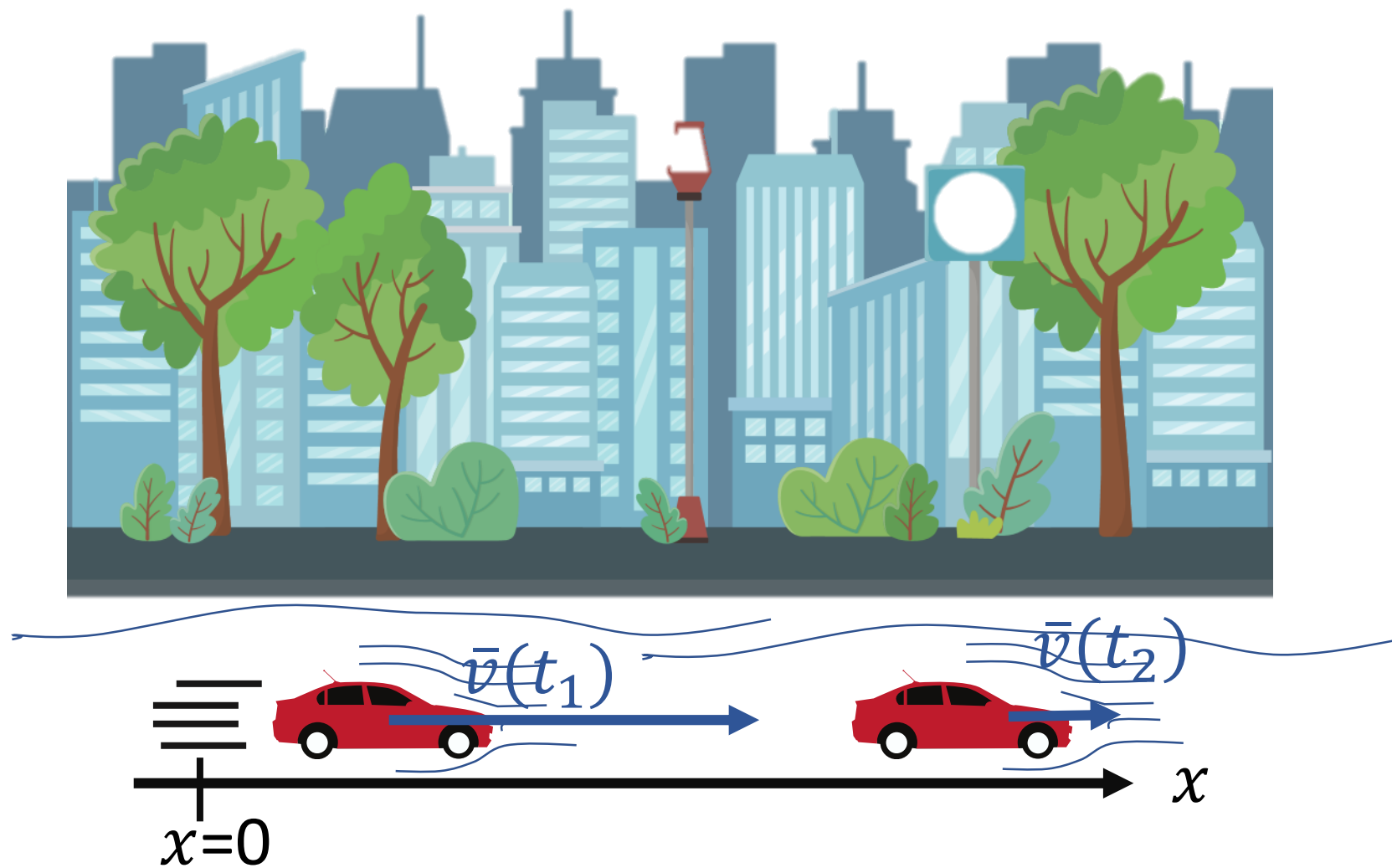
# 1era Ley de Newton:



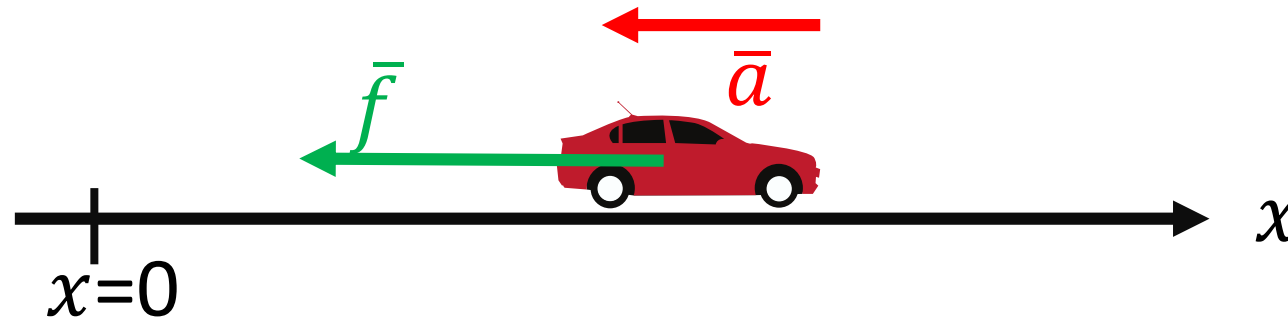
# 1era Ley de Newton:



# 1era Ley de Newton:

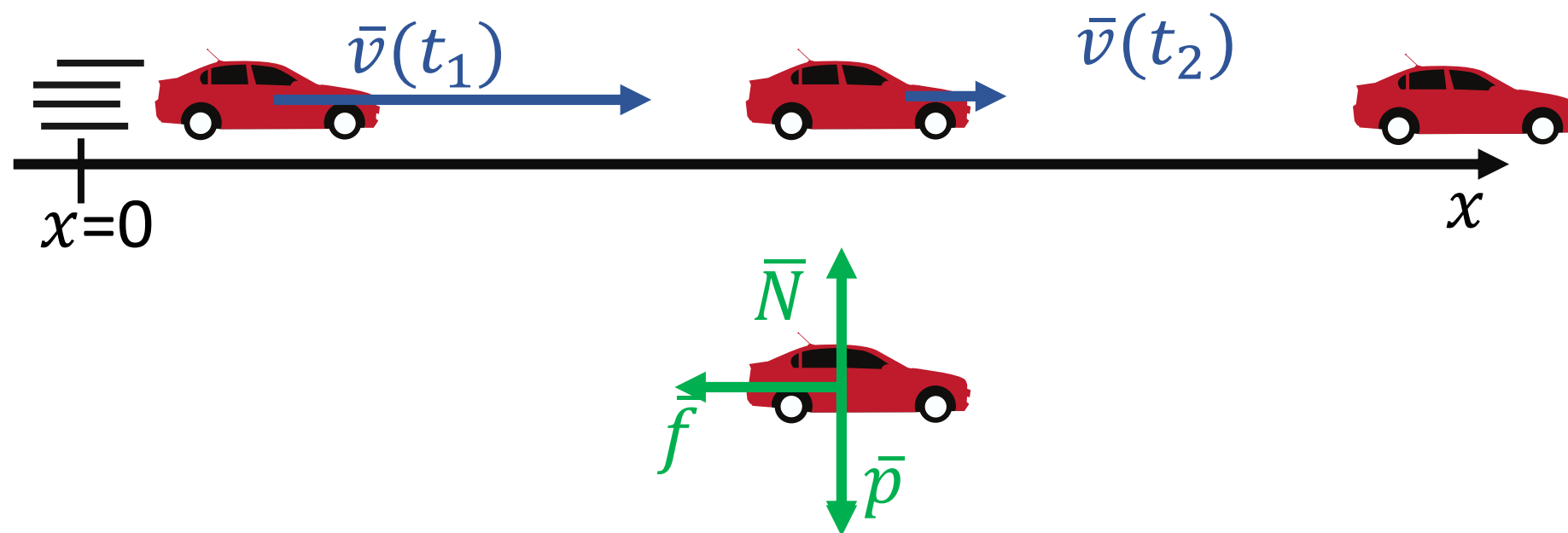


# 1era Ley de Newton:

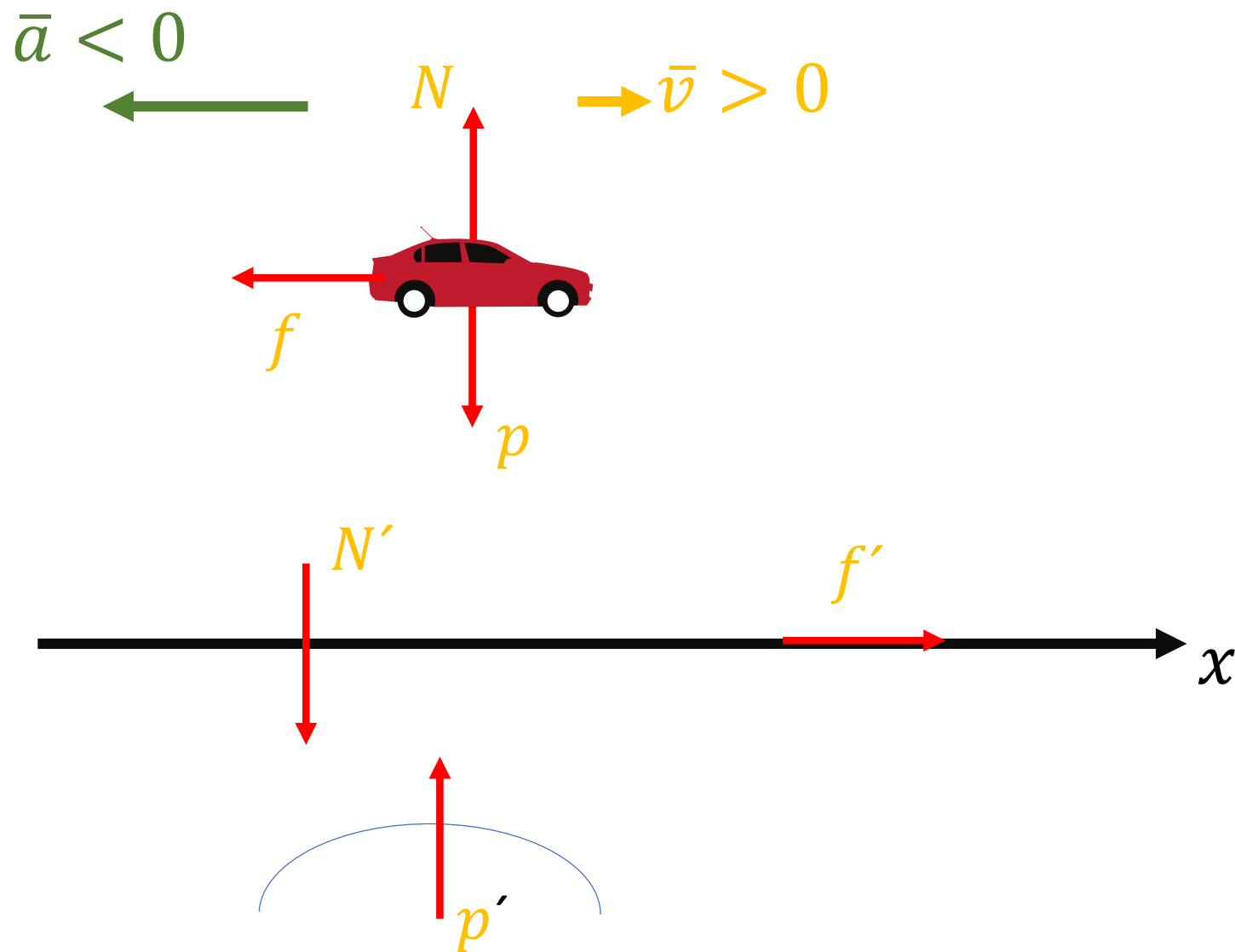


$$\sum \vec{F} = m_a \vec{a} \rightarrow \vec{F} = m \vec{a}$$





Auto frenando:

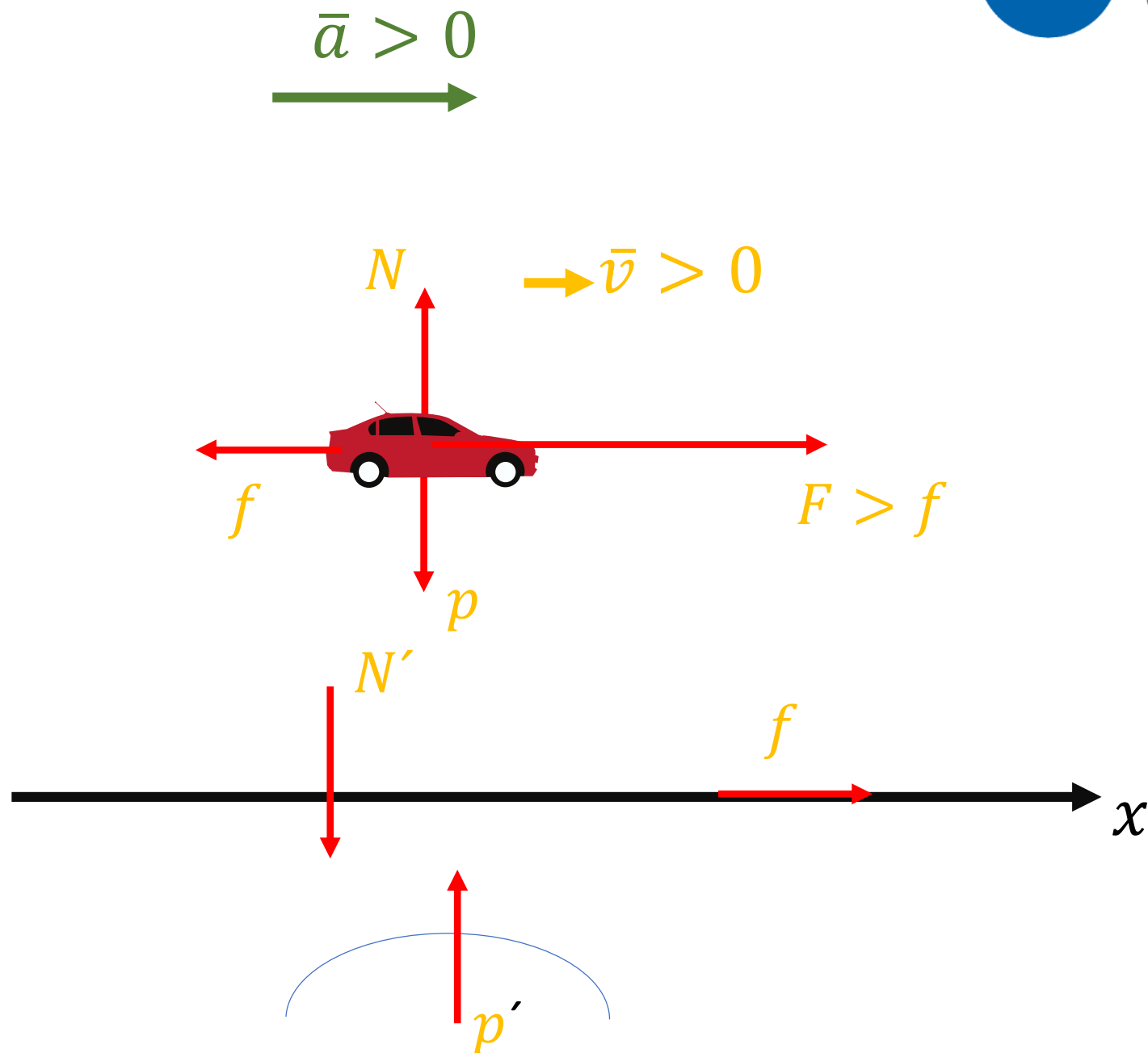


Auto acelerando:

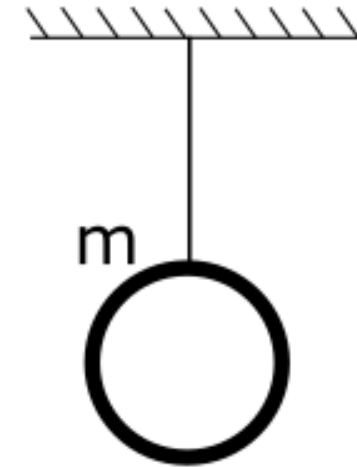
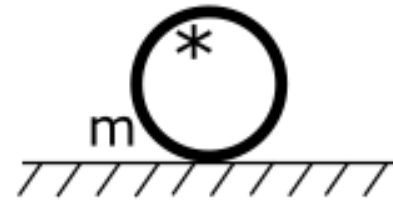
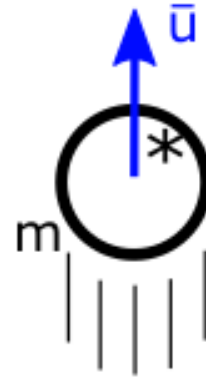
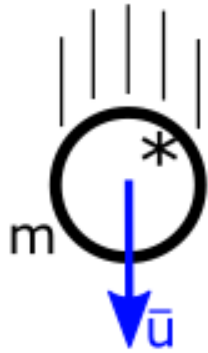


UNL • FACULTAD  
DE INGENIERÍA Y  
CIENCIAS HÍDRICAS

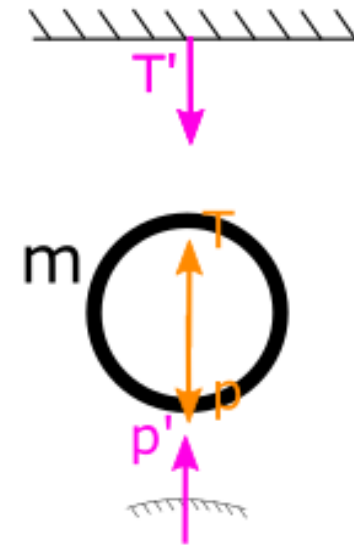
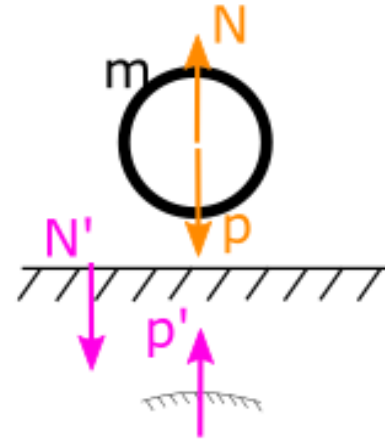
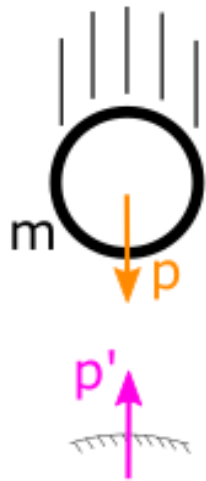
Dr. Santiago F. Corzo  
Cátedra de Física



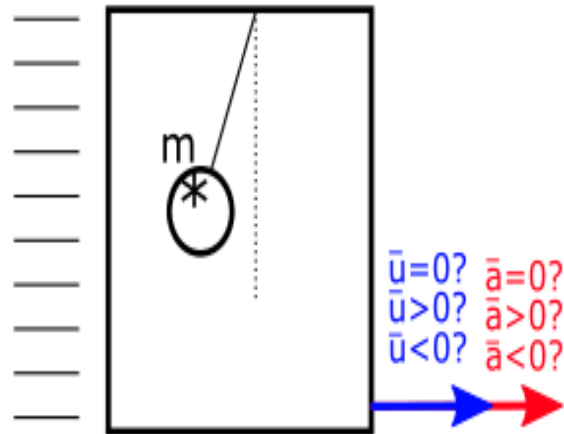
Caso 1   Caso 2   Caso 3   Caso 4



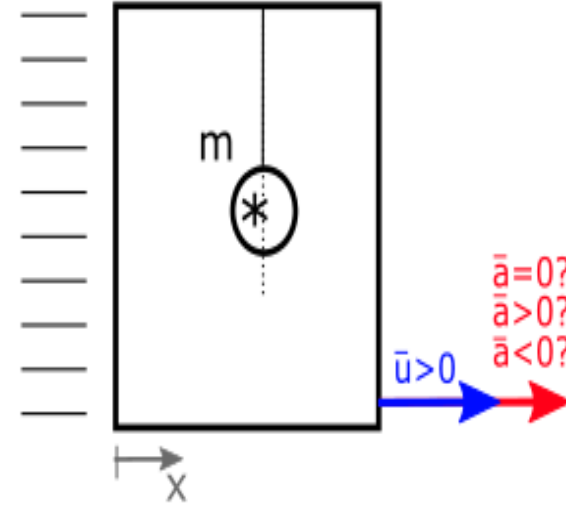
## Caso 1 Caso 2 Caso 3 Caso 4



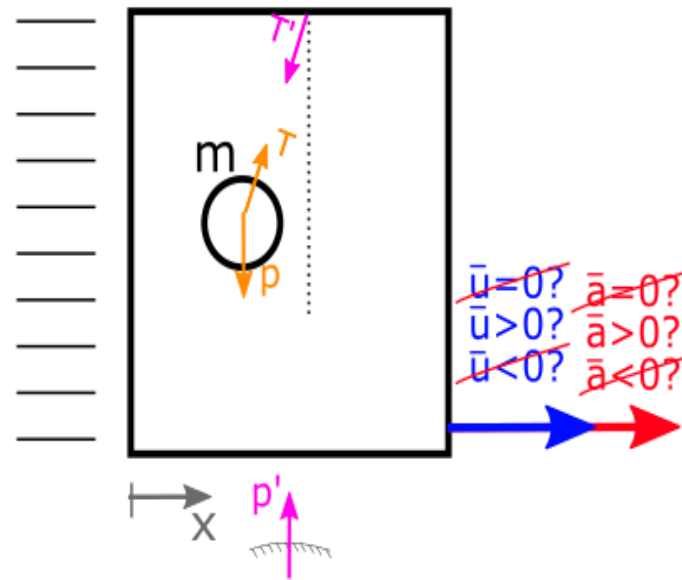
Caso 11



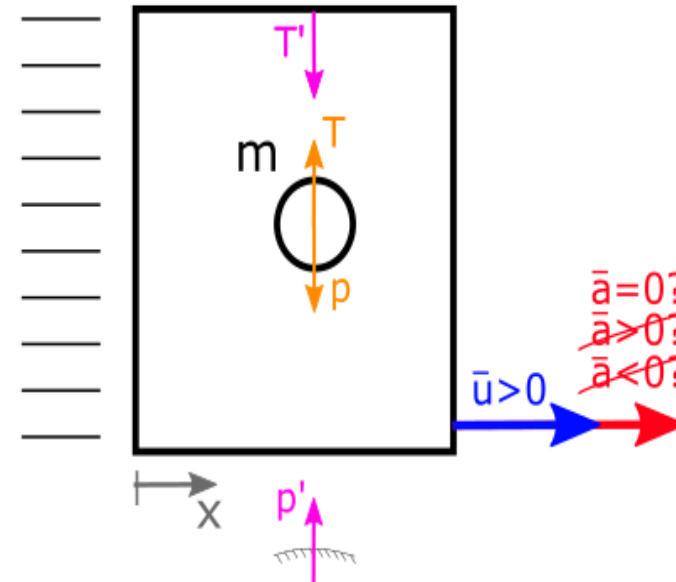
Caso 12



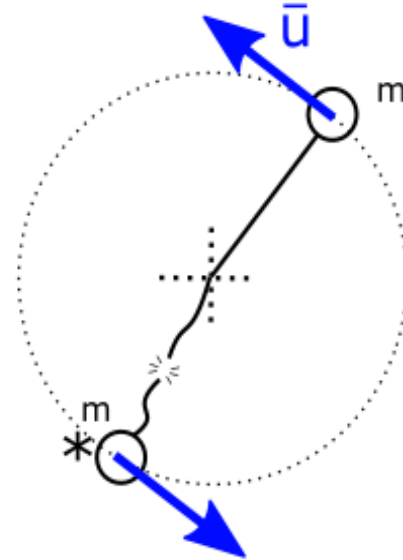
Caso 11



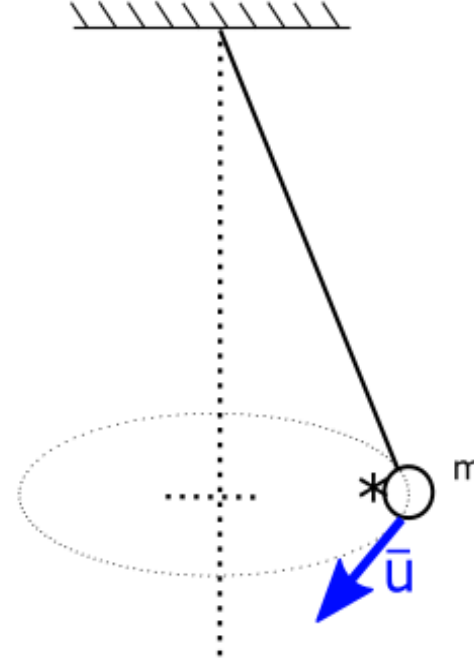
Caso 12



Caso 13

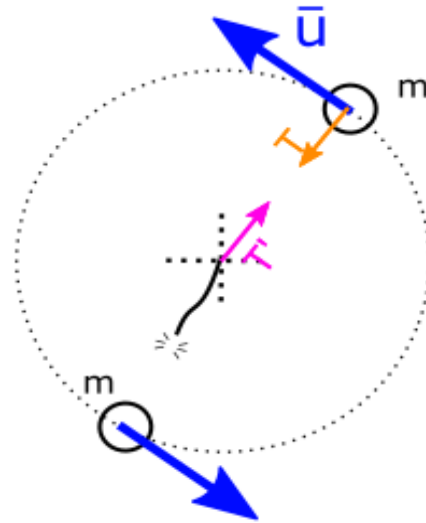


Caso 14

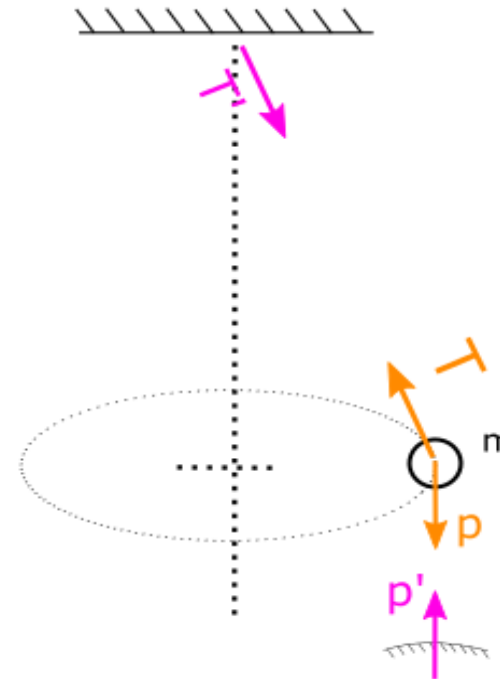




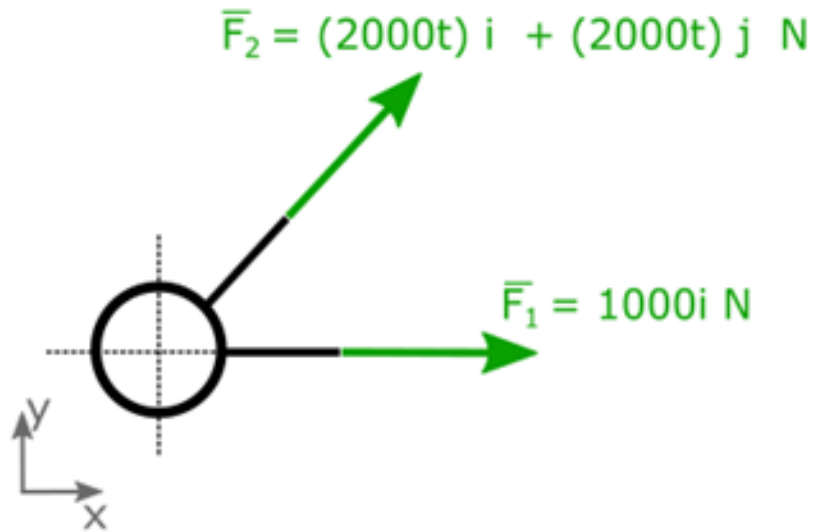
## Caso 13



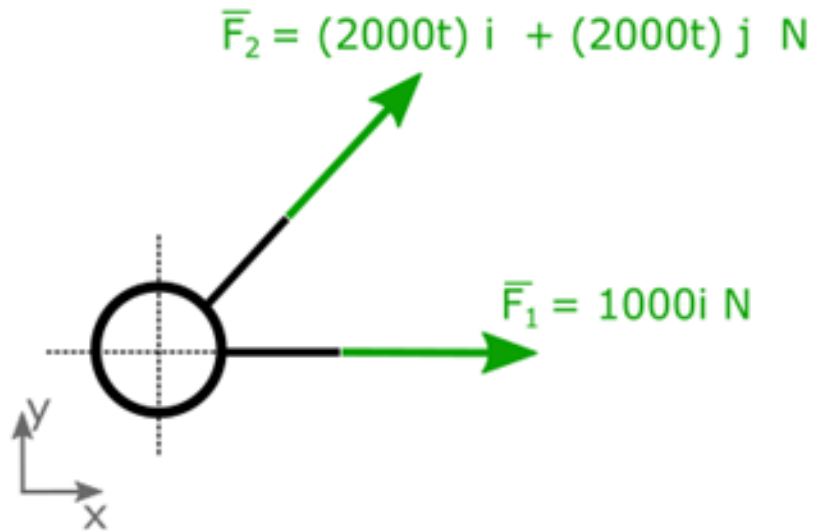
## Caso 14



Dos vehículos arrastran una roca de **500Kg** ejerciendo las fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  que mantienen su dirección y sentido, pero no su magnitud durante 10s. Sin considerar la fricción de la roca con el suelo, determine la aceleración de la roca en  $t=10s$ .



Dos vehículos arrastran una roca de **500Kg** ejerciendo las fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  que mantienen su dirección y sentido, pero no su magnitud durante 10s. Sin considerar la fricción de la roca con el suelo, determine la aceleración de la roca en  $t=10s$ .



Por la segunda ley de Newton sabemos que la suma de todas las fuerzas en la roca es igual a la masa del cuerpo por su aceleración.

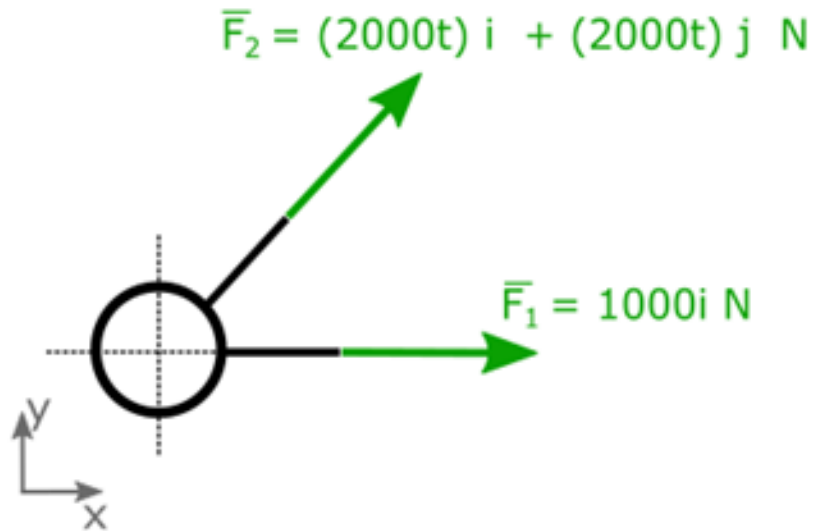
$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

Tanto la fuerza como la aceleración son magnitudes vectoriales y por lo tanto la ecuación (1) debe expresarse por componentes del sistema cartesiano. Es decir:

$$\sum F_x = ma_x$$

$$\sum F_y = ma_y$$

Dos vehículos arrastran una roca de **500Kg** ejerciendo las fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  que mantienen su dirección y sentido, pero no su magnitud durante 10s. Sin considerar la fricción de la roca con el suelo, determine la aceleración de la roca en  $t=10s$ .



$$F_{1x} + F_{2x} = m\bar{a}_x \quad (2)$$

$$F_{1y} + F_{2y} = ma_y \quad (3)$$

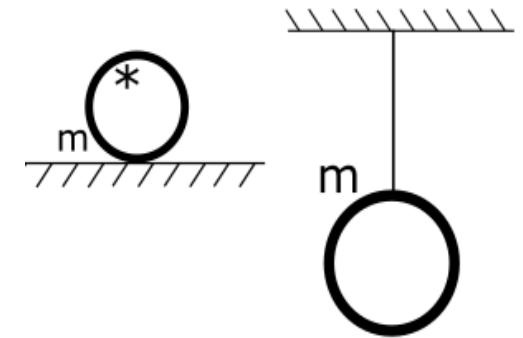
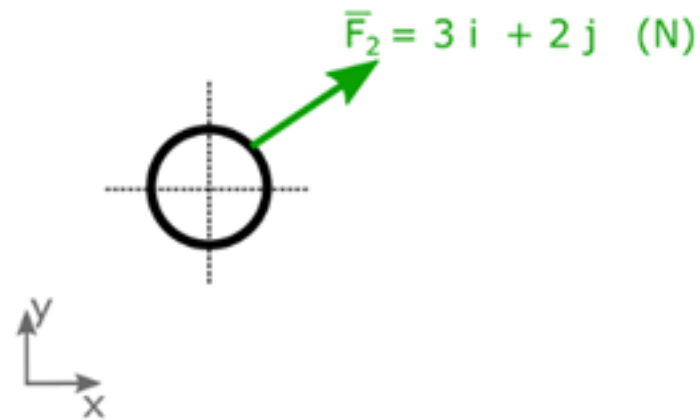
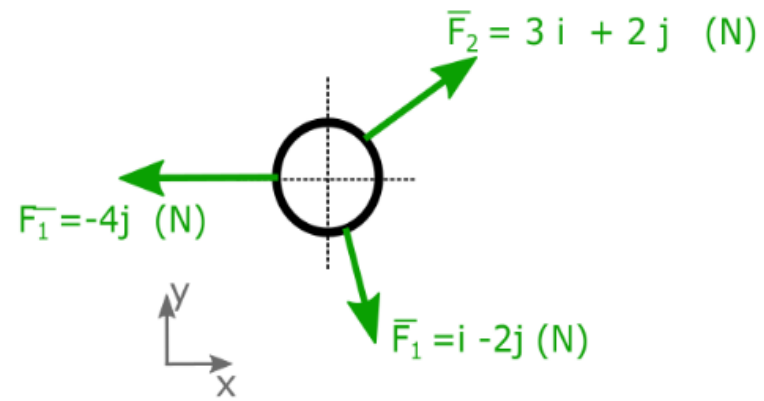
$$a_x = \frac{1}{m}(1000 \text{ N} + 2000t \text{ N}) \quad (2)$$

$$a_y = \frac{1}{m}(2000t \text{ N}) \quad (2)$$

$$\bar{a}(t) = (2 + 4t)\bar{i} + (4t)\bar{j} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

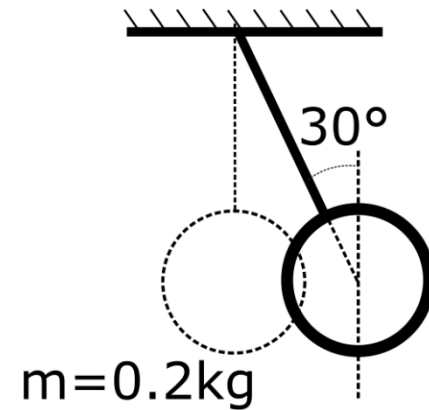
$$\text{La aceleración luego de 10s : } \bar{a} = (42)\bar{i} + (40)\bar{j} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Aplicando la primera ley de Newton, cuál de los siguientes cuerpos está en reposo o con velocidad constante:



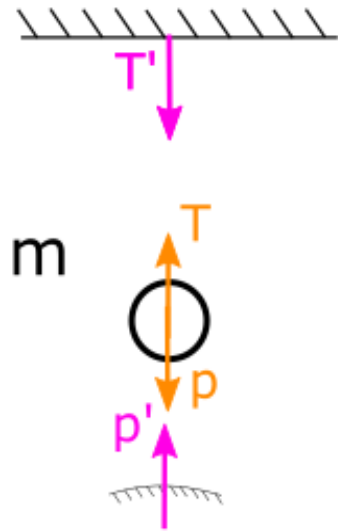
Usted viaja en un colectivo y quiere determinar la aceleración del mismo en un determinado momento. Construye un pequeño péndulo con una bolita de 0.2kg. ¿Es suficiente para determinar la aceleración?

Sí, si aplicamos la segunda ley de Newton y la fuerza resultante sobre el cuerpo no es nula podemos calcular su aceleración.



Usted viaja en un colectivo y quiere determinar la aceleración del mismo en un determinado momento. Construye un pequeño péndulo con una bolita de 0.2kg. ¿Es suficiente para determinar la aceleración?

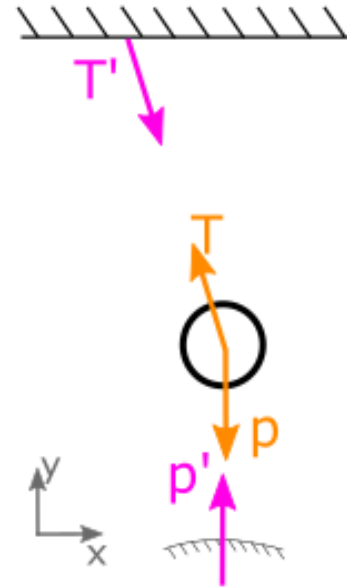
Sí, si aplicamos la segunda ley de newton y la fuerza resultante sobre el cuerpo no es nula podemos calcular su aceleración.



$$\sum F_y = ma_y$$

$$T - p = 0$$

$$T = p$$



$$\sum F_x = ma_x$$

$$\sum F_y = ma_y$$

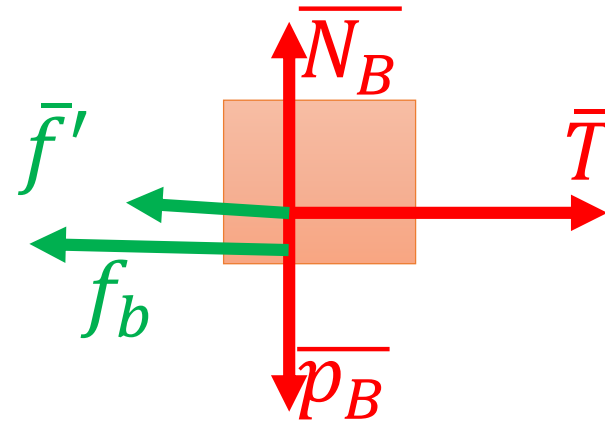
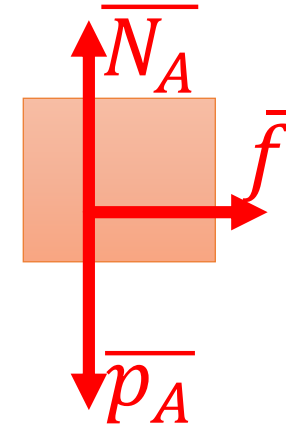
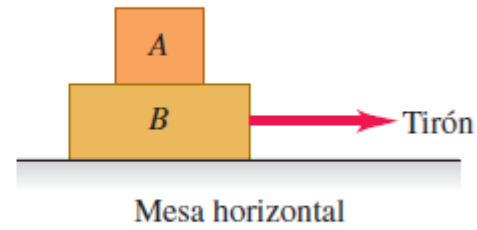
$$-T \sin(30^\circ) = ma_x$$

$$T \cos(30^\circ) - p = 0$$

$$a_x = -\tan(30^\circ) g$$

**4.28.** Una persona jala horizontalmente del bloque  $B$  de la figura 4.35, haciendo que ambos bloques se muevan juntos como una unidad. Mientras este sistema se mueve, elabore un cuidadoso diagrama de cuerpo libre, rotulado, del bloque  $A$ , si *a*) la mesa no tiene fricción; y si *b*) hay fricción entre el bloque  $B$  y la mesa, y la fuerza sobre el bloque  $B$  es igual a la fuerza de fricción sobre él debido a la mesa.

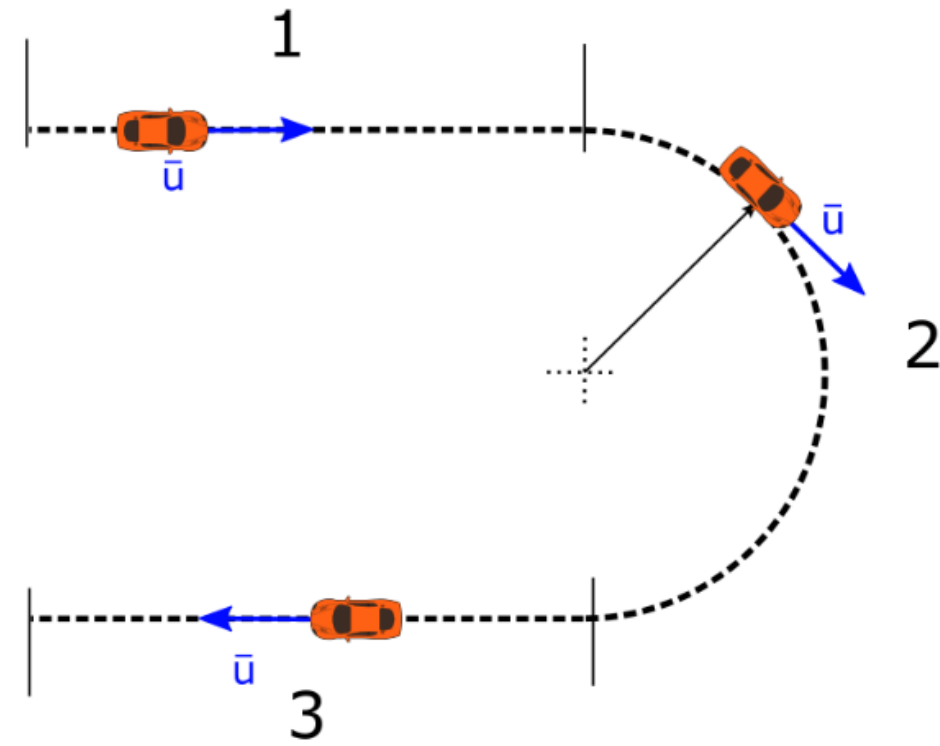
**Figura 4.35** Ejercicio 4.28.





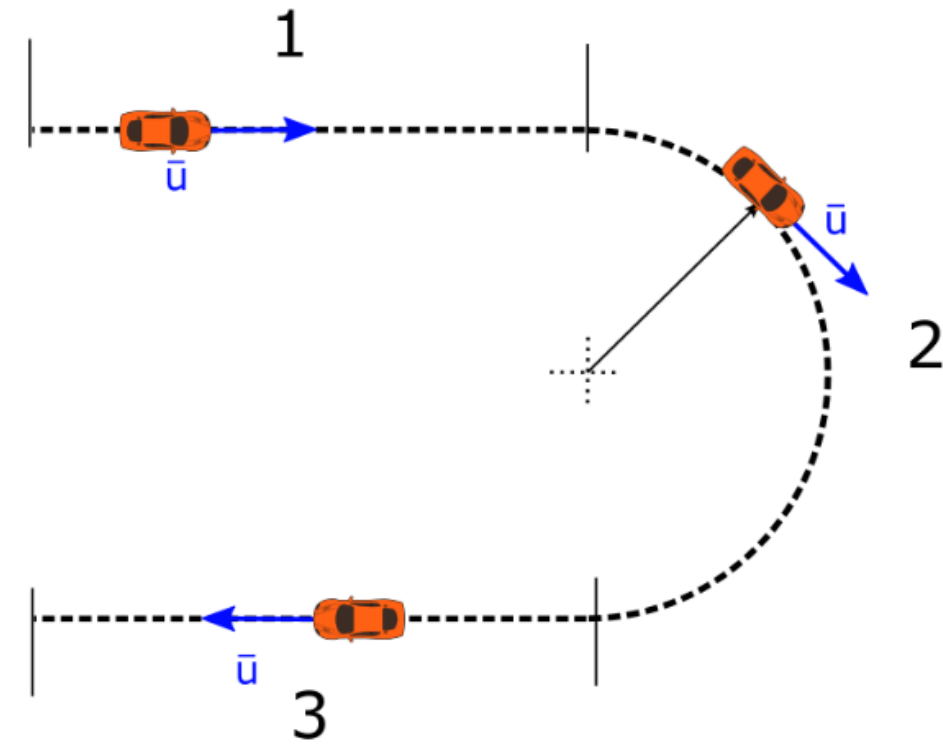
El autódromo de Rafaela tiene una curva de  $180^\circ$  con un radio aproximado de 250m. Usted recorre los tres tramos de las figuras (1,2 y 3) a velocidad constante de 200km/h. La masa del vehículo es 1800kg.

- a) ¿Cómo es la aceleración en los tramos 1, 2 y 3? ¿Cuál es su valor?
- b) ¿Cuál es el valor de la fuerza necesario para tomar esta curva? ¿Quién soporta esta fuerza?



El autódromo de Rafaela tiene una curva de 180° con un radio aproximado de 250m. Usted recorre los tres tramos de las figuras (1,2 y 3) a velocidad constante de 200km/h. La masa del vehículo es 1800kg.

- a) ¿Cómo es la aceleración en los tramos 1, 2 y 3? ¿Cuál es su valor?
- b) ¿Cuál es el valor de la fuerza necesario para tomar esta curva? ¿Quién soporta esta fuerza?



La aceleración radial en un movimiento circular uniforme se calcula:

$$a_r = \frac{v^2}{R}$$

La velocidad de 55.5m/s (200km/h) nos daría una aceleración de 12.32m/s<sup>2</sup> en el tramo 2.

b) Como vemos en la figura y calculamos en el inciso anterior, el auto experimenta una aceleración al tomar la curva. Como aprendimos en la segunda ley de newton, sobre cualquier cuerpo que experimente una aceleración debe existir una fuerza resultante sobre sí mismo.

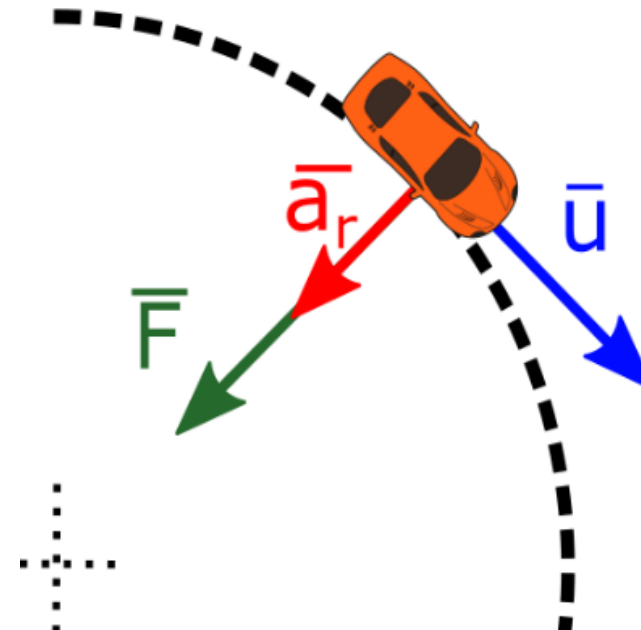
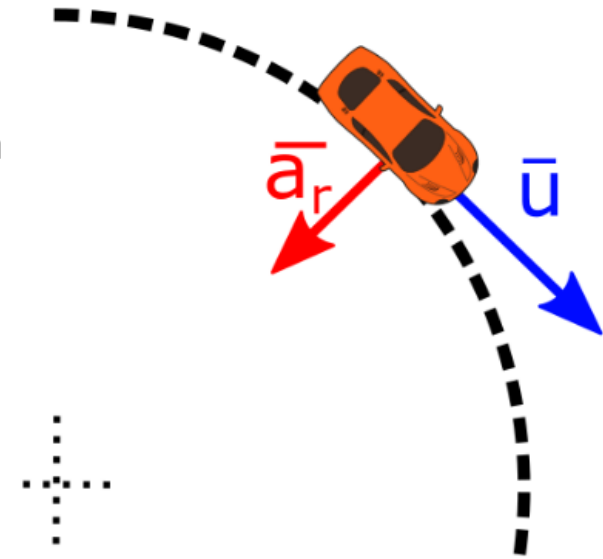
$$\sum \bar{F} = m\bar{a}$$

En la dirección radial, la única fuerza que podemos observar ocurre en el contacto entre las ruedas y el piso. Su valor lo podemos calcular de la siguiente forma:

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

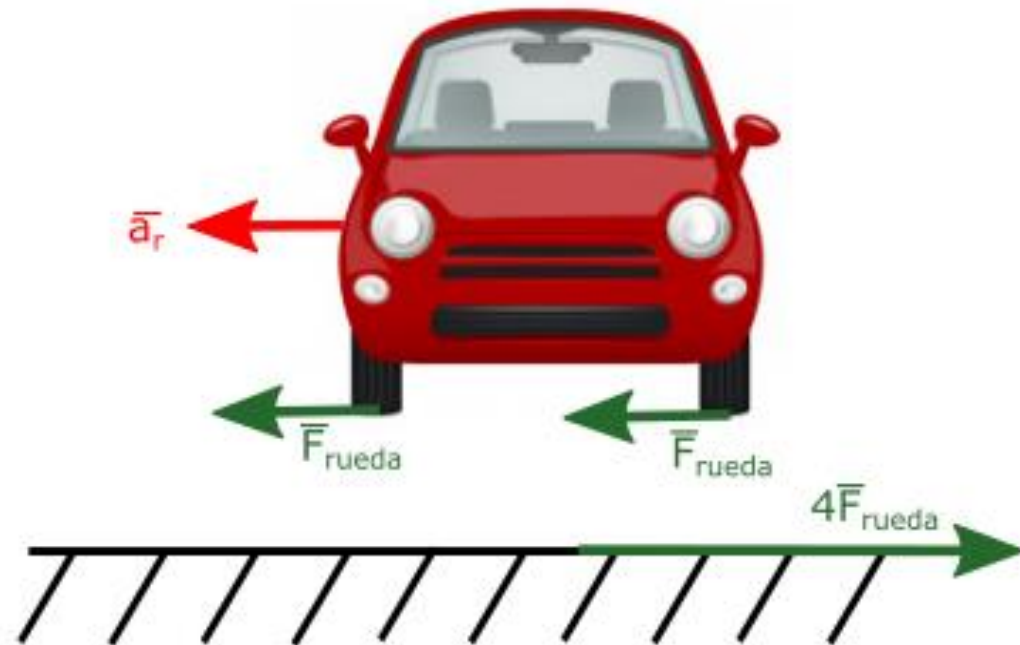
Dado que la masa es una magnitud escalar y positiva, la fuerza tendrá la misma dirección y sentido que la aceleración, **pero magnitud diferente** dependiendo de la masa. La magnitud de la fuerza tendrá el valor:

$$|\bar{F}| = m|\bar{a}_r| = 1800kg \cdot 12.32 \frac{m}{s^2} = 22176 \text{ N}$$

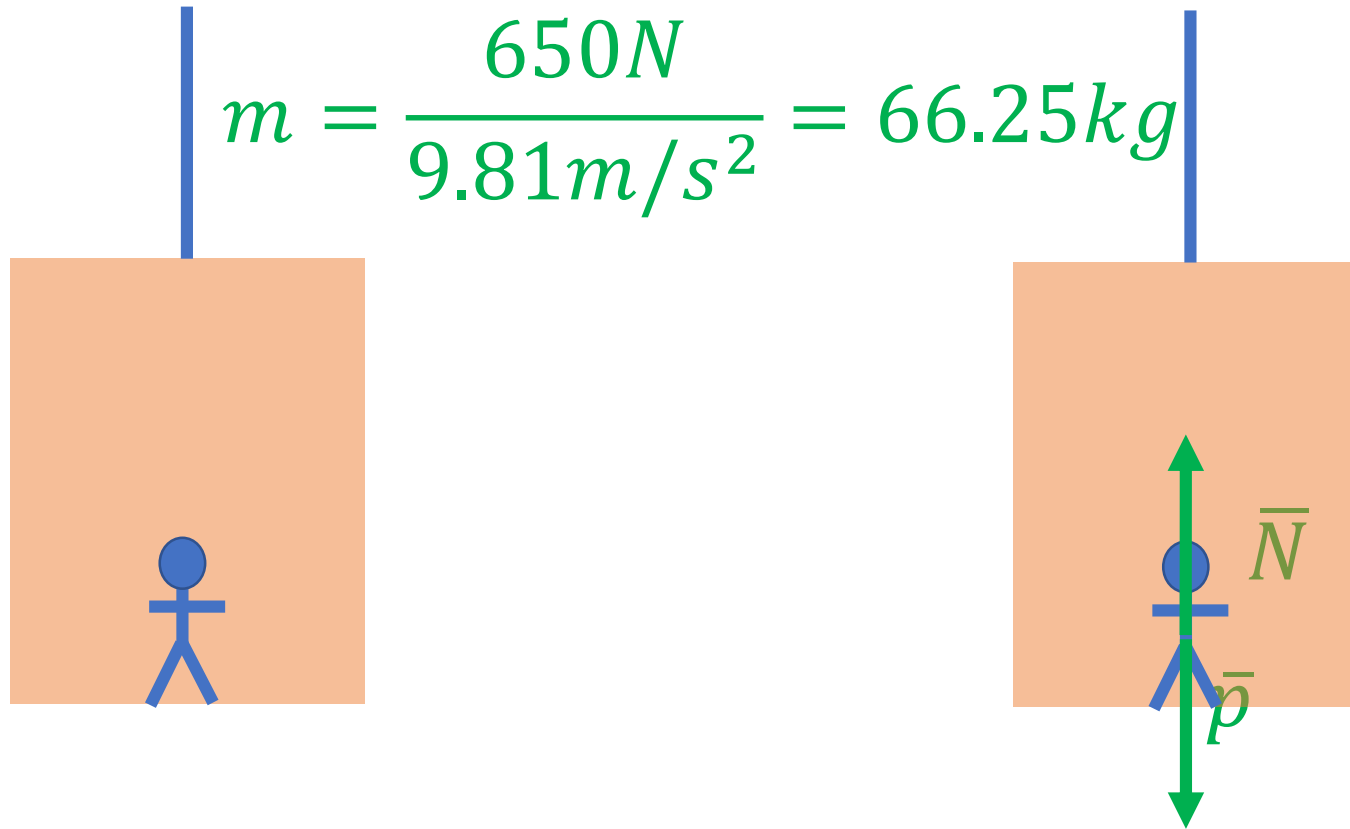


**Esta fuerza equivale al PESO de una masa de 3700kg.**

Cuesta entender quién permite que esta fuerza ocurra. La figura frontal del vehículo permite entender los pares de acción y reacción entre el auto y el suelo (Sólo incluimos estas fuerzas en el plano horizontal).



4.24. La fuerza normal hacia arriba que el piso de un elevador ejerce sobre un pasajero que pesa 650 N es de 620 N. ¿Cuáles son las fuerzas de reacción a estas dos fuerzas? ¿El pasajero está acelerando? Si acaso, ¿en qué dirección y qué magnitud tiene la aceleración?



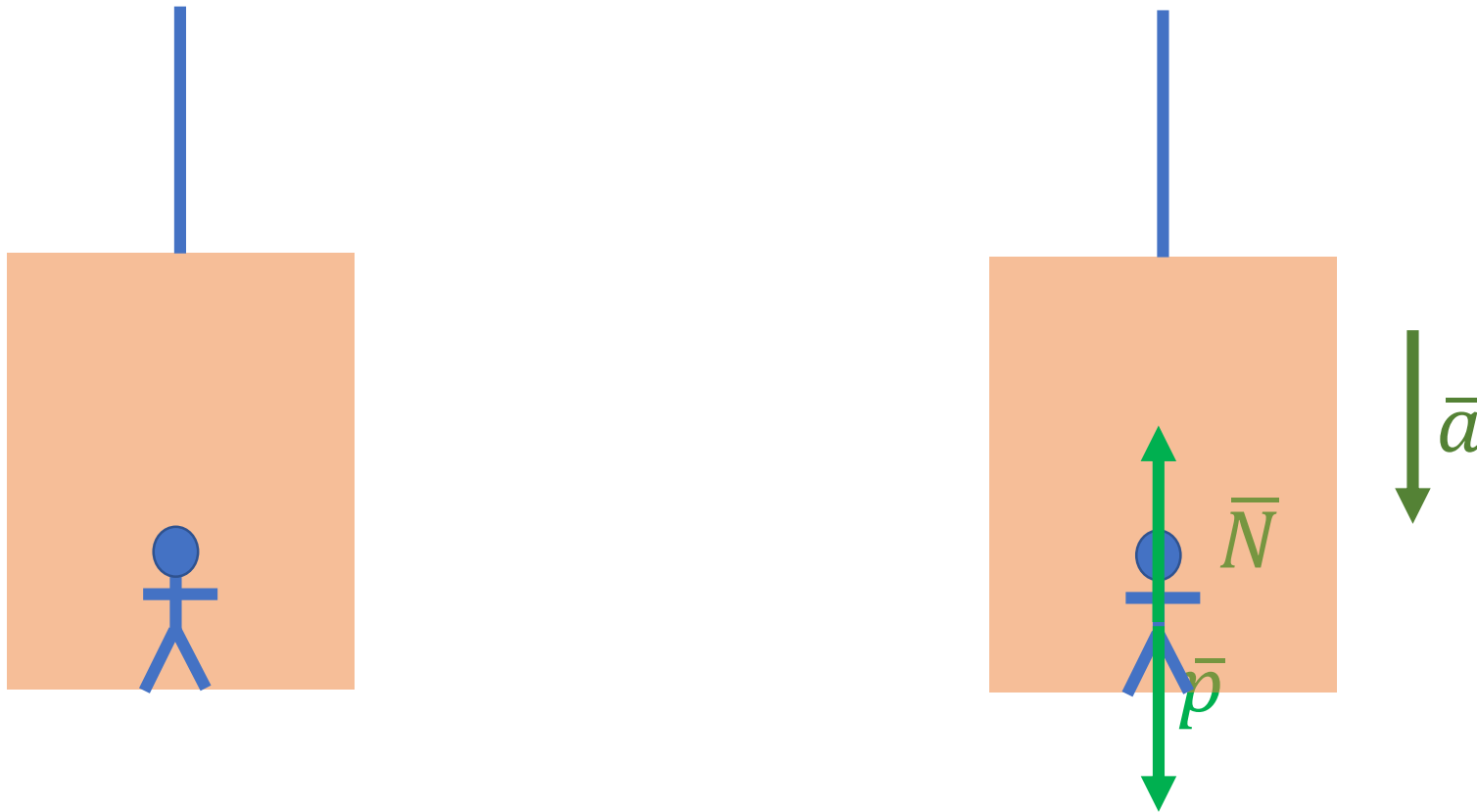
$$N = 620N$$

$$p = 650N$$

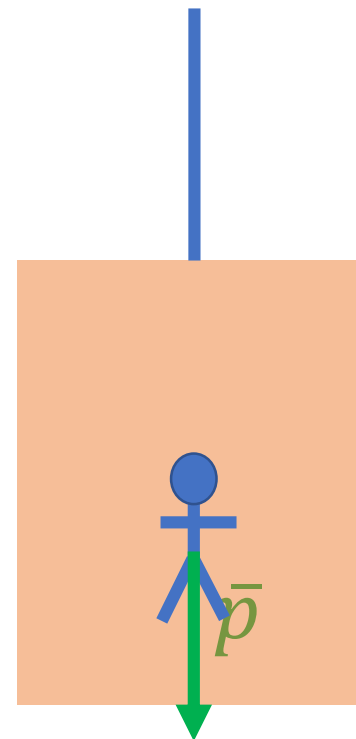
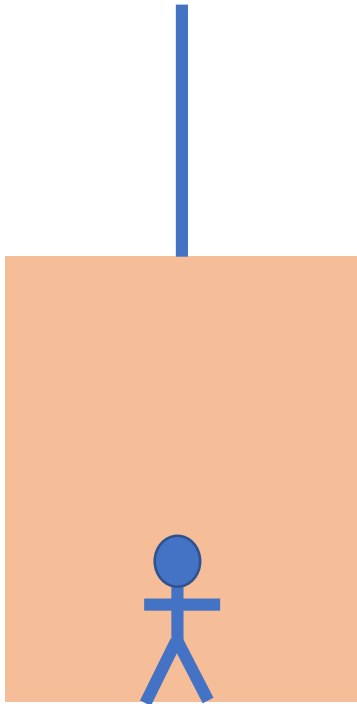
$$N - p = ma$$

$$a = \frac{N - p}{m} = -0.45m/s^2$$

4.24. La fuerza normal hacia arriba que el piso de un elevador ejerce sobre un pasajero que pesa 650 N es de 620 N. ¿Cuáles son las fuerzas de reacción a estas dos fuerzas? ¿El pasajero está acelerando? Si acaso, ¿en qué dirección y qué magnitud tiene la aceleración?

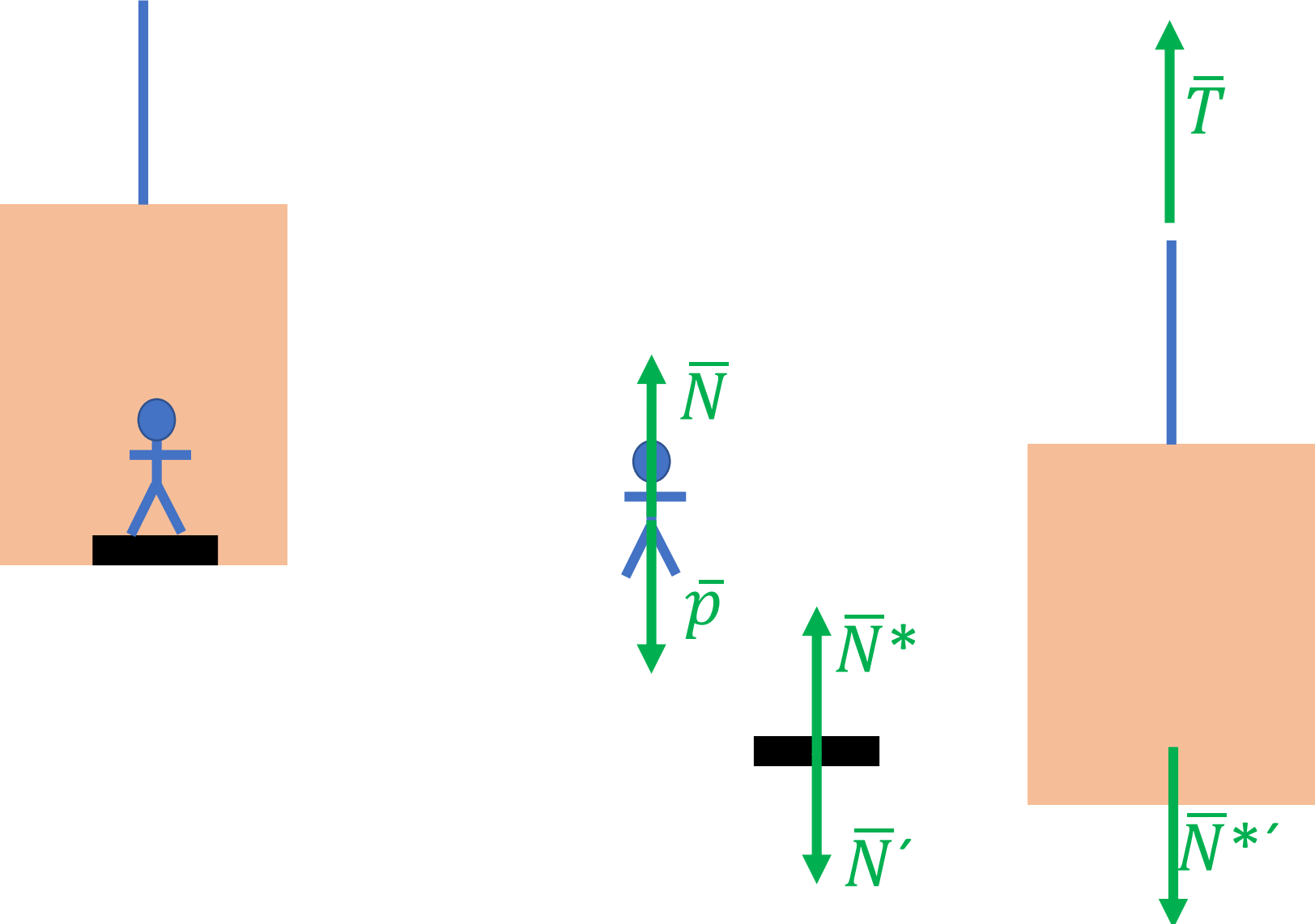


Y el caso extremo donde la fuerza normal es muy chica?  
¿Cual seria su aceleración?



$$-p = ma$$
$$a = -9.81 m/s^2$$

Si la persona se estaría pesando en el elevador, el valor de la fuerza normal sería la lectura del instrumento:

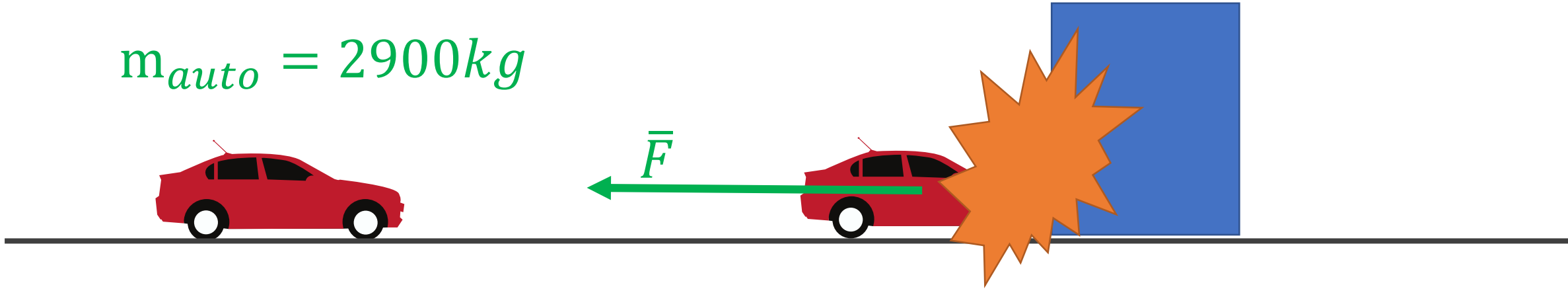




$$\bar{v} = 27.7\text{m/s} (100\text{km/h})$$


$$\bar{v} = 0$$

$$m_{\text{auto}} = 2900\text{kg}$$



$$\Delta t = 0.001\text{s}$$

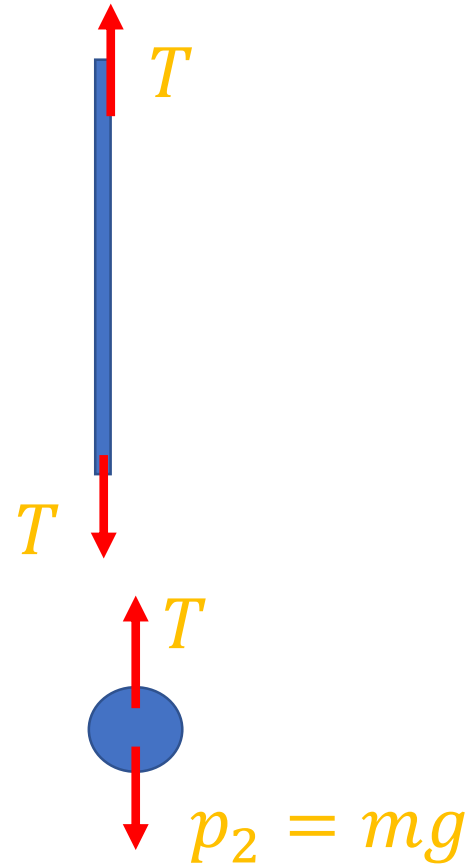
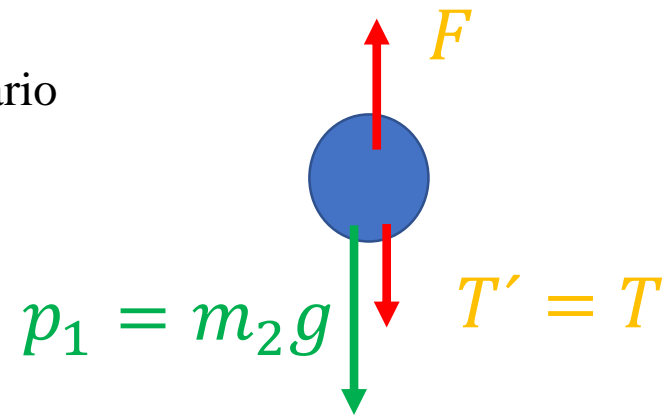
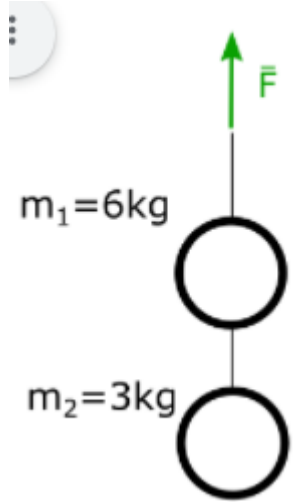
$$a_m = \frac{0\text{m/s} - 27.7\text{m/s}}{0.001\text{s}} = -27,000\text{m/s}^2$$

$$F = 2900\text{kg} \cdot 27,000\text{m/s}^2$$

$$F = 78,300,000\text{N}$$



# Ejemplo del cuestionario



$$\sum F_y = 0$$

$$F - T - p_2 = 0$$

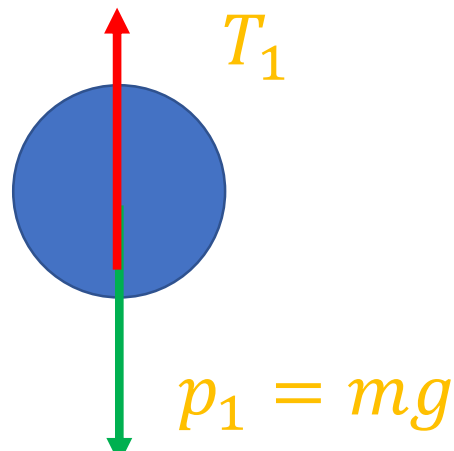
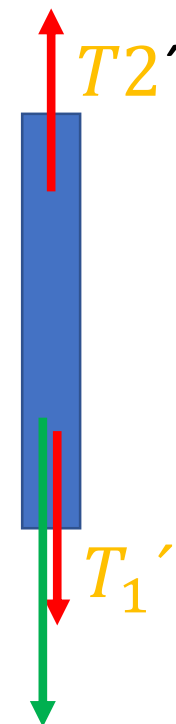
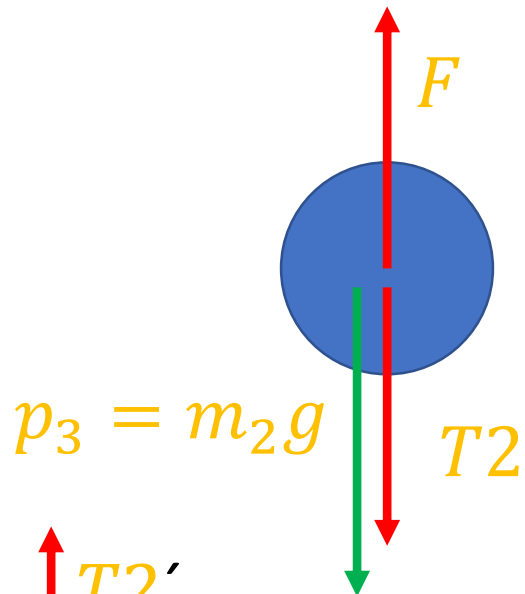
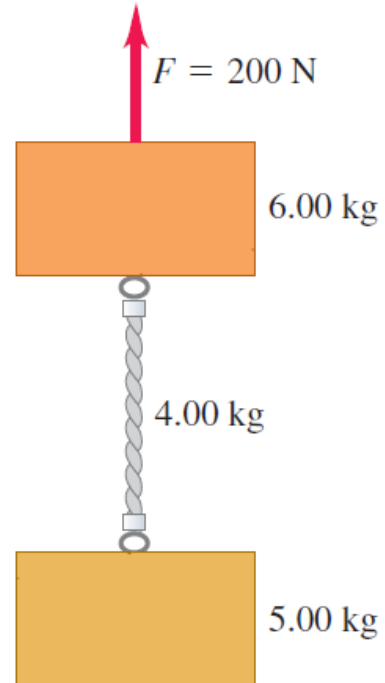
$$F = T + p_1$$

$$\sum F_y = 0$$

$$T - p_2 = 0$$

$$T = p_1$$

# Ejercicio libro



FICH

UNL • FACULTAD  
DE INGENIERÍA Y  
CIENCIAS HÍDRICAS

Dr. Santiago F. Corzo  
Cátedra de Física

$$\sum F_y = 0$$

$$F - T_2 - p_3 = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

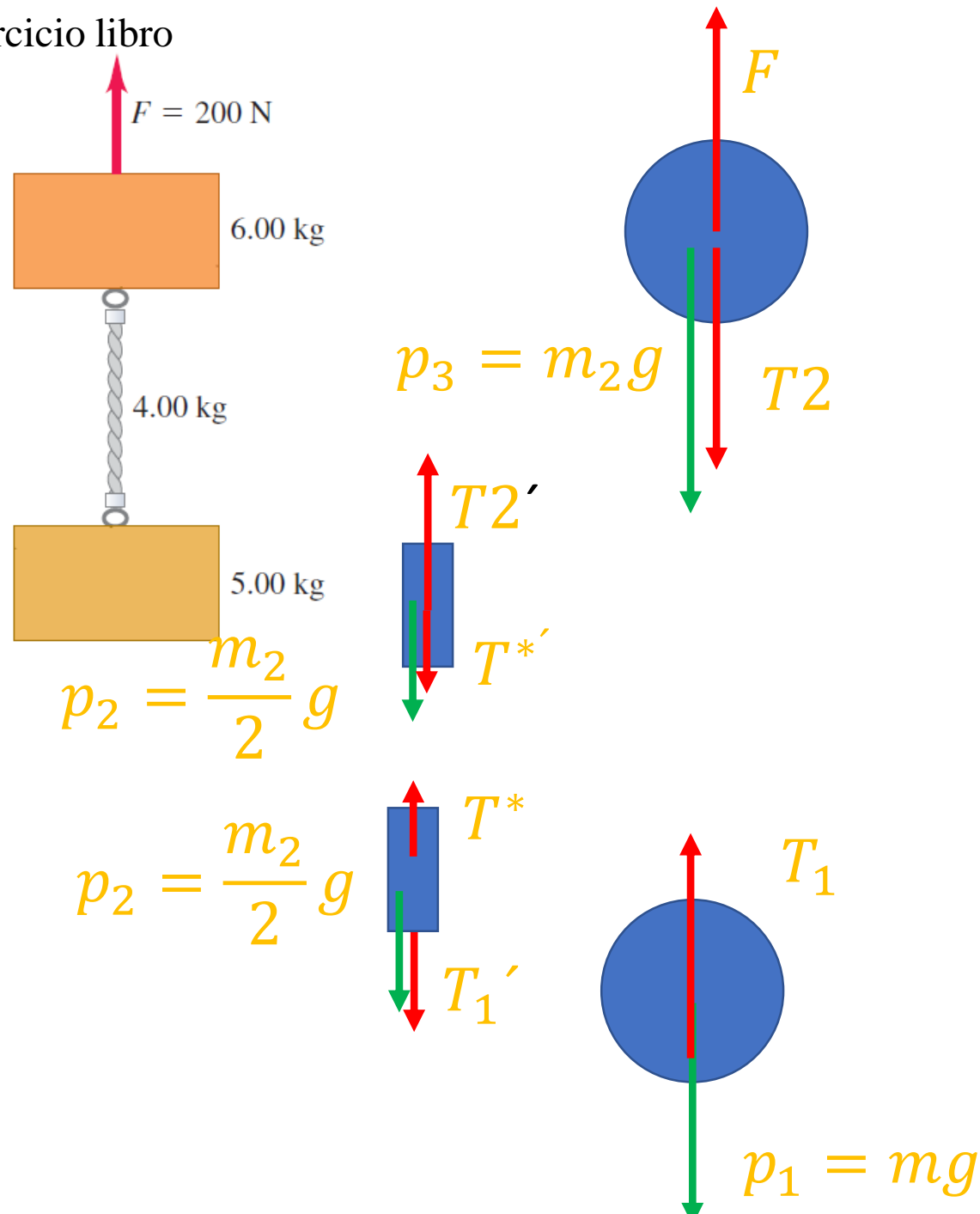
$$T_2 - p_2 - T_1 = 0$$

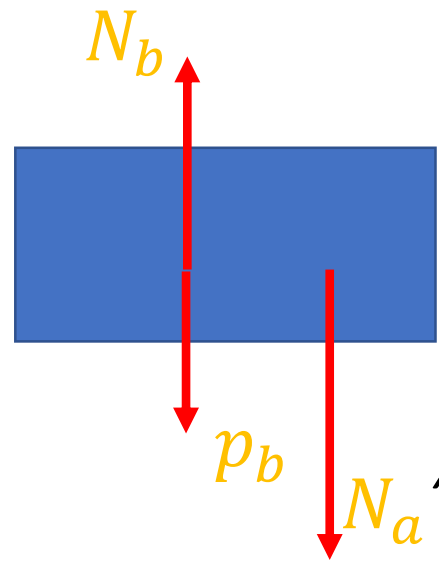
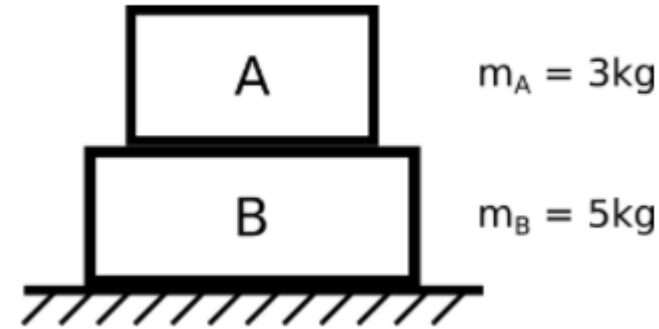
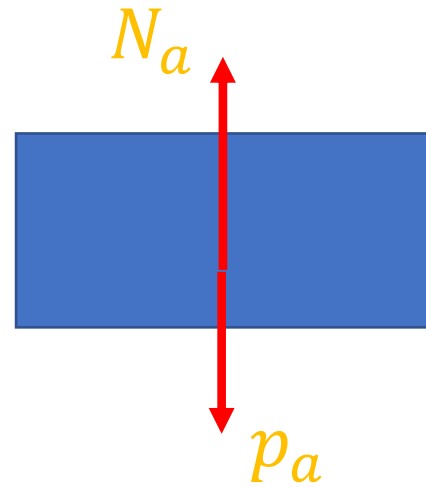
$$\sum F_y = 0$$

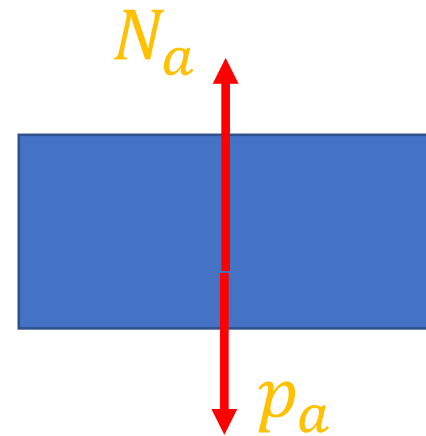
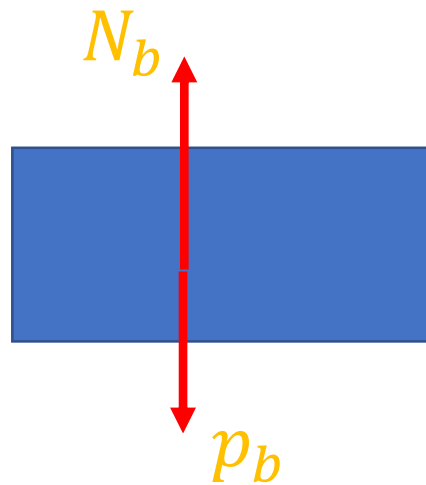
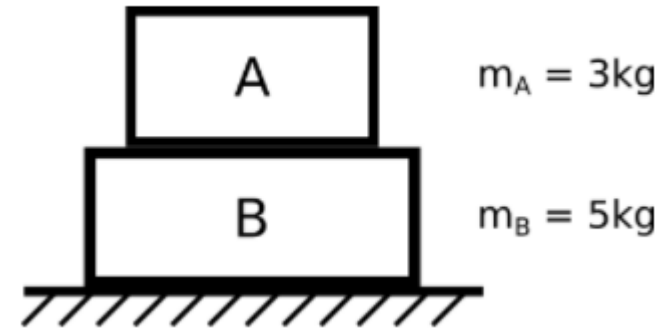
$$T_1 - p_1 = 0$$

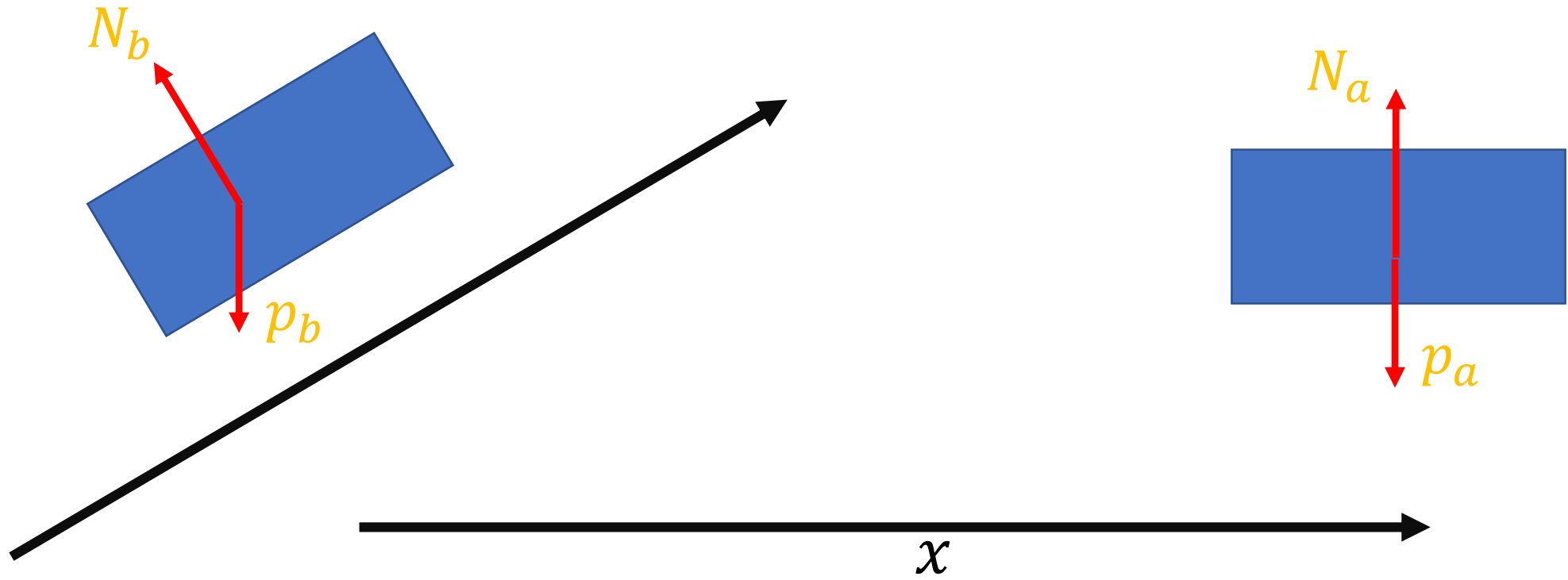
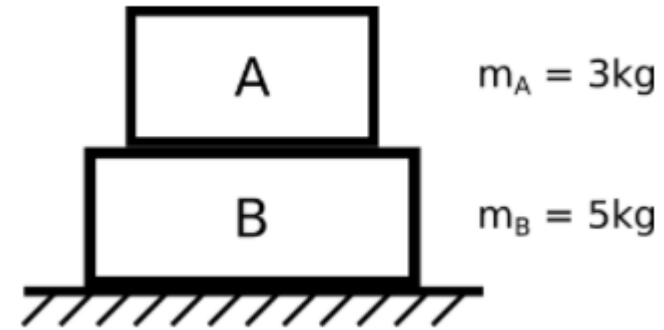
$$T_1 = p_1$$

# Ejercicio libro





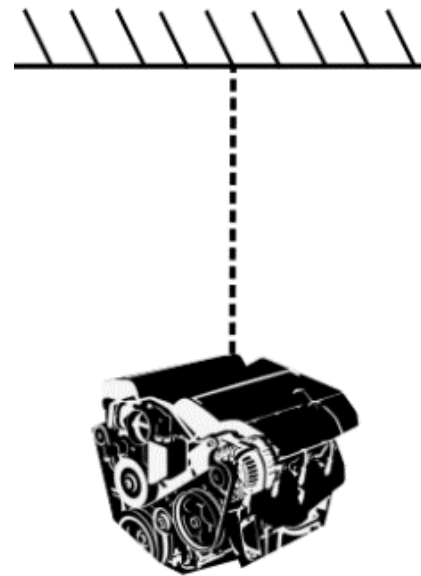




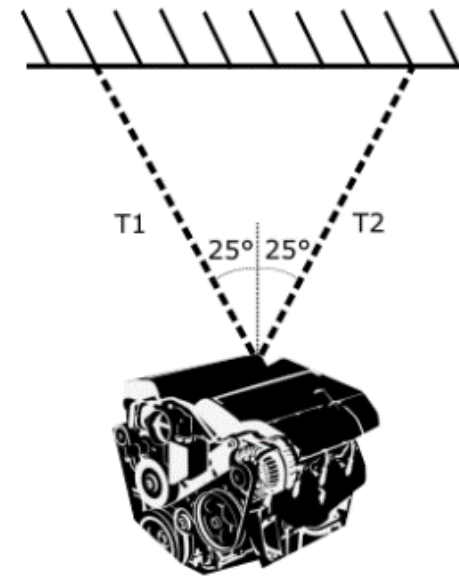


Necesita diseñar un dispositivo para mantener el motor de un auto colgado del techo de un taller. Le proponen tres diseños. Determine la tensión en cada una de las cuerdas para los tres casos. La masa del motor es de 600kg.

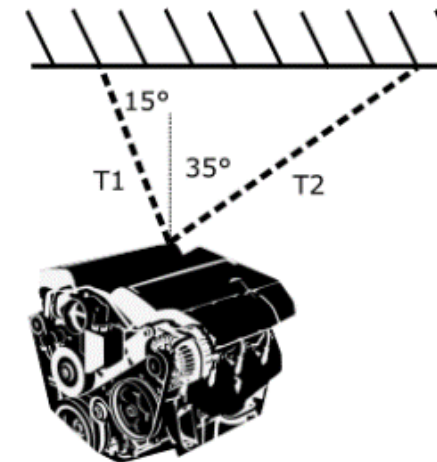
Para este problema debemos considerar el motor como una masa puntual y definir el diagrama de cuerpo libre.



a)



b)



c)



**UNL • FACULTAD  
DE INGENIERÍA Y  
CIENCIAS HÍDRICAS**

**Dr. Santiago F. Corzo**  
**Cátedra de Física**