

# DINÁMICA DE LA PARTÍCULA

## ÍNDICE

1. Introducción
2. Leyes de Newton
3. Principio de conservación del momento lineal
4. Tipos y ejemplos de fuerzas
5. Diagrama de fuerzas
6. Equilibrio de una partícula
7. Fuerzas de inercia

### BIBLIOGRAFÍA:

Caps. 4 y 5 del Tipler–Mosca, vol. 1, 5ª ed.  
Caps. 5 y 6 del Serway–Jewett, vol. 1, 7ª ed.  
Caps. 5 y 6 del Gettys-Frederick-Keller.

# 1. INTRODUCCIÓN

## DEFINICIONES:

Dinámica: La dinámica describe el movimiento de los sistemas físicos en relación con las causas que los provocan (relación entre movimientos y fuerzas)

## APROXIMACIÓN:

Objetos → Masas puntuales

... de ahí el título

“Dinámica de la Partícula”

# 1. INTRODUCCIÓN

## DEFINICIONES:

### Fuerza:

- Influencia externa sobre un cuerpo que causa su aceleración respecto a un sistema de referencia inercial (Tipler-Mosca, pág. 81).
- Vector que representa cuantitativamente la acción mecánica que se ejerce sobre un cuerpo para modificar su estado de movimiento.

### Masa (inercial):

- Es una propiedad intrínseca de los cuerpos que da una medida de la resistencia que oponen a ser acelerados.
- Cualquier cuerpo se resiste intrínsecamente a ser acelerado: esta propiedad se llama inercia.
- Así, los cuerpos con más inercia tienen más masa y viceversa.

### Ejemplo

Con una pequeña fuerza podemos mover (acelerar) fácilmente una pelota, pero con esa misma fuerza apenas podemos mover un camión, ya que presenta mucha mayor inercia. Esto se debe a que la masa del camión es mucho mayor que la de la pelota.

## 2. LEYES DE NEWTON



1642-1727

## 2. LEYES DE NEWTON

### 1ª LEY DE NEWTON: LEY DE LA INERCIA

Todo cuerpo mantiene su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme, a menos que sobre él actúen fuerzas externas.

La magnitud física asociada al estado de movimiento de un cuerpo es su momento lineal o cantidad de movimiento:  $\vec{p} = m\vec{v}$ .

Así, decir que una partícula no cambia su estado de movimiento es equivalente a decir que:

- Su cantidad de movimiento es constante, o lo que es lo mismo,
- su velocidad no cambia ni en módulo ni en dirección (ni sentido) o bien que
- no experimenta aceleraciones.

$$\sum \vec{F} = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{p} = \text{cte} \\ \vec{v} = \text{cte} \end{cases}$$

Formulación matemática de la 1ª Ley de Newton

La 1ª Ley de Newton define qué es un **sistema de referencia inercial**.

## 2. LEYES DE NEWTON

### Para pensar

Una persona viaja en el interior de un autobús que se mueve en línea recta con velocidad constante. En esas condiciones, lanza una pelota verticalmente hacia arriba y observa que la pelota describe un movimiento rectilíneo de subida y bajada según la dirección vertical, de forma que al caer vuelve a su mano, justo al punto desde el que fue lanzada.

- a) ¿Qué trayectoria seguirá la pelota para un observador que esté fuera del autobús, en reposo respecto a la carretera?
- b) ¿Sucedería lo mismo si la persona que lanza la pelota viajase en el sidecar de una moto en lugar de en el autobús?

## 2. LEYES DE NEWTON

### 2ª LEY DE NEWTON

La variación de la cantidad de movimiento por unidad de tiempo de un cuerpo (partícula) es igual a la fuerza neta que actúa sobre él.

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

Formulación matemática de la 2ª Ley de Newton

Si la masa es constante: 
$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \frac{dm}{dt}\vec{v} + m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

La 2ª Ley de Newton cuantifica el efecto de las fuerzas sobre el movimiento de los objetos: Conocidas las fuerzas se obtienen los movimientos.

Si la fuerza actúa durante un intervalo de tiempo: 
$$\int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt = \int_{t_1}^{t_2} d\vec{p} = \vec{p}(t_2) - \vec{p}(t_1) = \Delta\vec{p} = \vec{I}$$

La cantidad  $\vec{I}$  recibe el nombre de impulso y es igual al incremento de la cantidad de movimiento que provoca la fuerza  $\vec{F}$  sobre el objeto.

## 2. LEYES DE NEWTON

### DIMENSIONES Y UNIDADES S.I.

Dimensiones de fuerza:  $[F] = [m \cdot a] = \text{MLT}^{-2}$   
Unidades en el S. I. :  $\text{kg m/s}^2 = \text{Newton (N)}$ .

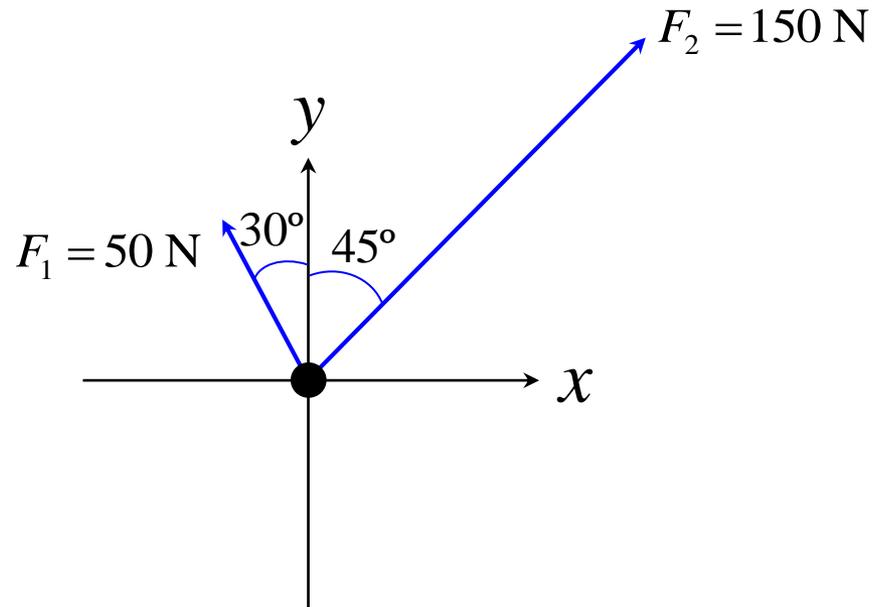
Dimensiones de momento lineal:  $[p] = [m \cdot v] = \text{MLT}^{-1}$   
Unidades en el S. I. :  $\text{kg m/s} = \text{N} \cdot \text{s}$ .

Dimensiones de impulso:  $[I] = [p] = [m \cdot v] = \text{MLT}^{-1}$   
Unidades en el S. I. :  $\text{kg m/s} = \text{N} \cdot \text{s}$ .

## 2. LEYES DE NEWTON

### Problema

Sobre el cuerpo de la figura, de masa 50 kg, actúan las fuerzas  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$ . ¿Cuál será el valor de su aceleración?

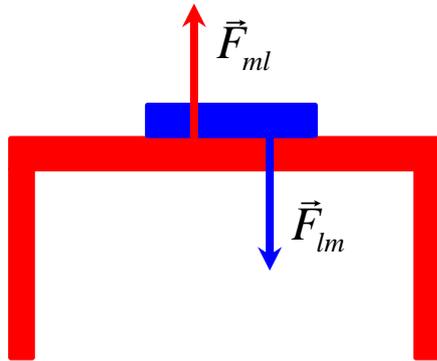


## 2. LEYES DE NEWTON

### 3ª LEY DE NEWTON (LEY DE ACCIÓN Y REACCIÓN)

Si un cuerpo A ejerce una fuerza  $\vec{F}_{AB}$  sobre un cuerpo B (acción), éste ejerce una fuerza de igual magnitud, pero sentido opuesto, sobre el cuerpo A (reacción). Es decir:  $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$

Ejemplo: Libro sobre una mesa



Muy importante: Notar que las fuerzas están aplicadas sobre **objetos distintos!!!**

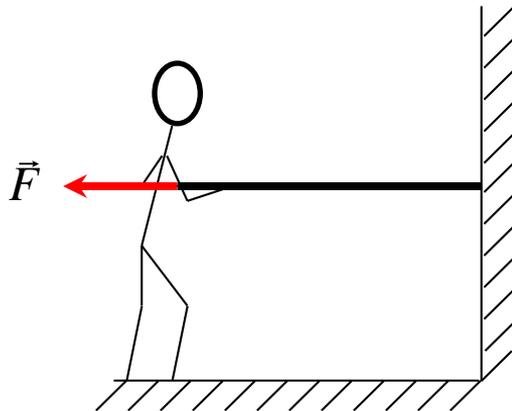
Para pensar...

Según la tercera Ley de Newton, cuando un futbolista golpea un balón, la fuerza que el pie ejerce sobre el balón tiene que ser igual en magnitud, pero de sentido contrario, a la fuerza que el balón ejerce sobre el pie del futbolista. Entonces, ¿por qué el balón sale despedido a gran velocidad y no lo hace el pie del futbolista en dirección contraria a la del balón?

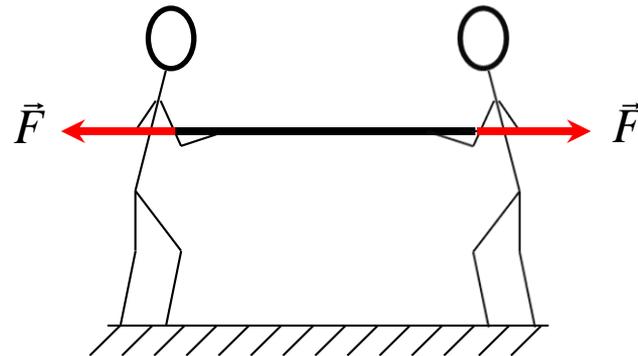
## 2. LEYES DE NEWTON

### Para pensar

Un niño tira de una cuerda atada a una pared con una fuerza de 150 N (Fig. A). Después, el mismo niño juega a tirar con la misma fuerza de la cuerda mientras otro niño tira del otro extremo (Fig. B). ¿En qué caso la tensión de la cuerda es mayor?



A



B

### 3. PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DEL MOMENTO LINEAL

Como consecuencia de las Leyes de Newton se deriva el **Principio de Conservación del Momento Lineal**: Si no hay fuerzas actuando el momento lineal se conserva:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = 0 \Leftrightarrow \vec{p} = \text{cte.}$$

Ejemplo: Choque de dos partículas

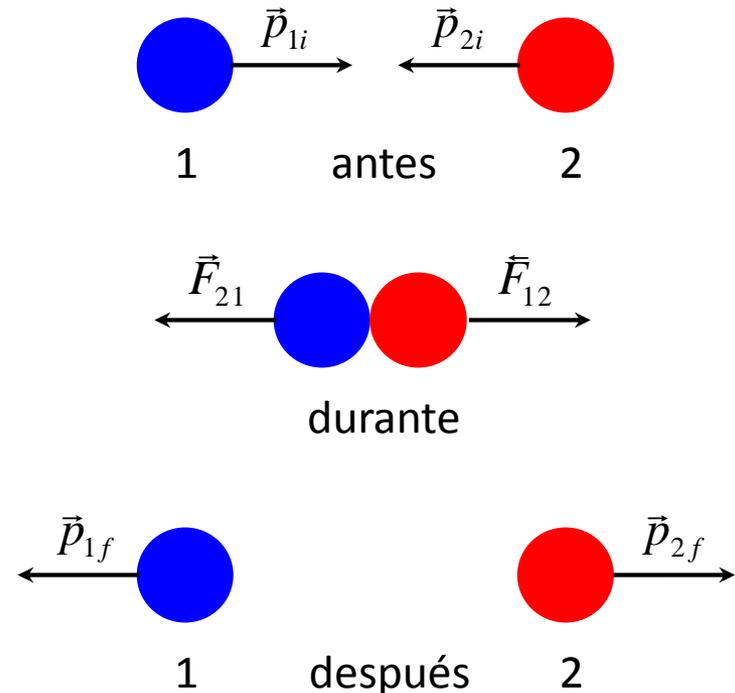
$$\begin{cases} \frac{d\vec{p}_1}{dt} = \vec{F}_{21} \\ \frac{d\vec{p}_2}{dt} = \vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \end{cases}$$

⇓

$$\frac{d(\vec{p}_1 + \vec{p}_2)}{dt} = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{12} = \vec{F}_{21} + (-\vec{F}_{21}) = 0$$

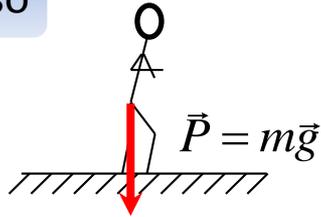
⇓

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \text{cte}$$

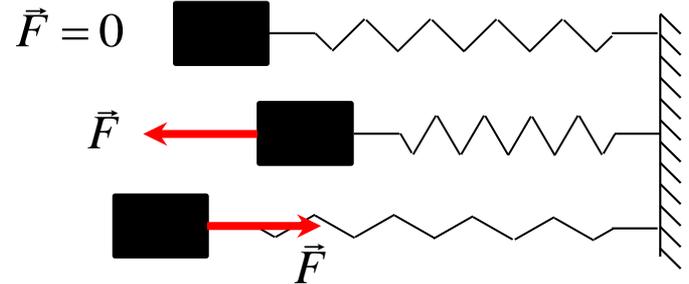


# 4. TIPOS Y EJEMPLOS DE FUERZAS

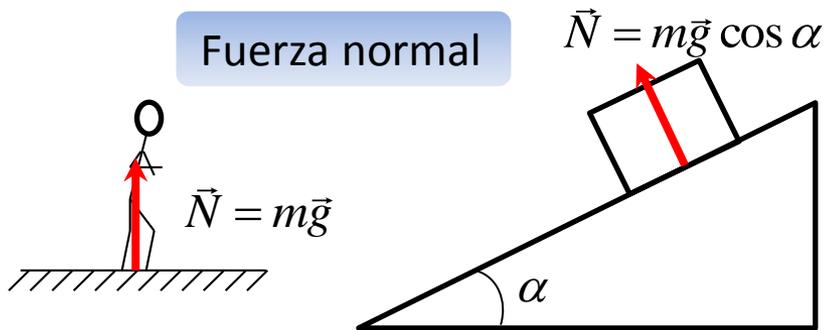
Peso



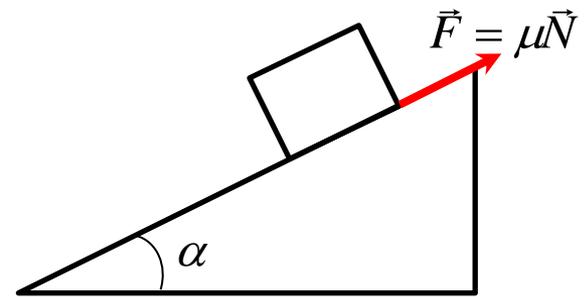
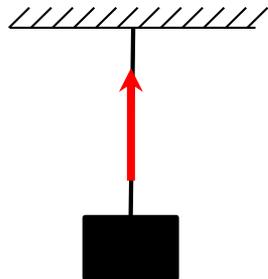
Fuerza elástica  $\vec{F} = -k\Delta\vec{x}$



Fuerza normal

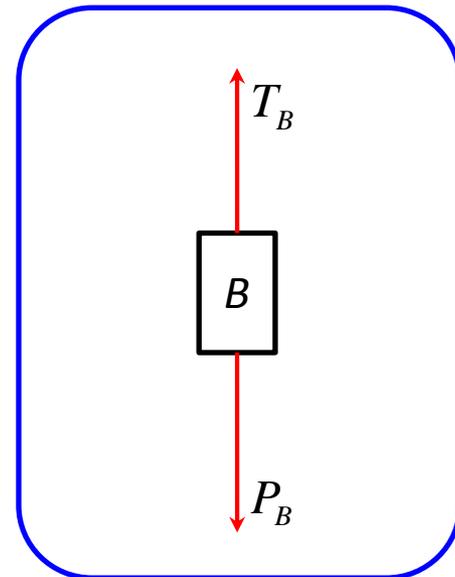
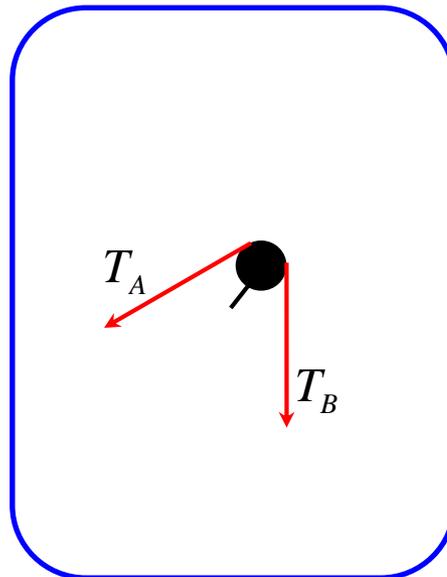
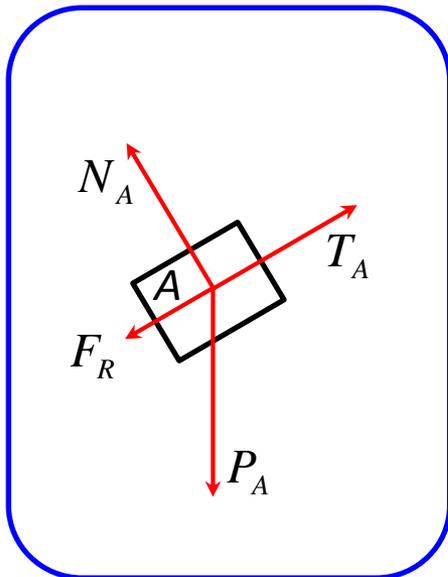
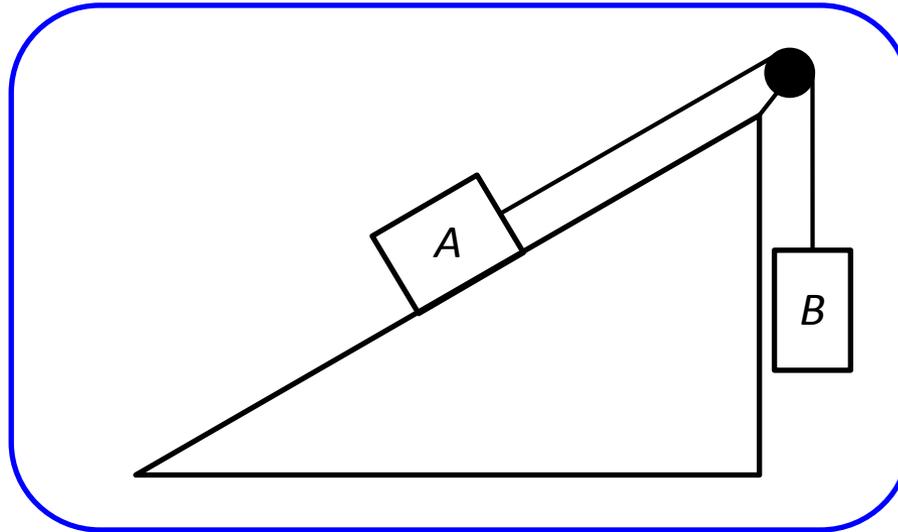


Tensión



Fuerza de rozamiento

## 5. DIAGRAMA DE FUERZAS



## 6. EQUILIBRIO DE UNA PARTÍCULA

Si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre una partícula es cero, la partícula se encuentra en equilibrio.

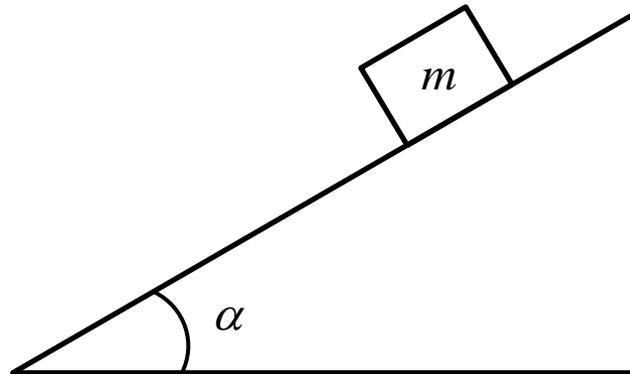
$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{a} = 0 \\ \Updownarrow \\ \vec{F} = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum F_z = 0 \end{array} \right\}$$

La partícula puede estar en equilibrio estático (reposo) o en equilibrio cinético (movimiento rectilíneo uniforme), dependiendo del sistema de referencia (inercial) elegido.

## 6. EQUILIBRIO DE UNA PARTÍCULA

### Problema

El bloque de la figura, de masa  $m$ , se encuentra en reposo sobre un plano inclinado un ángulo  $\alpha$ . ¿Cuál deberá ser el valor mínimo del coeficiente de rozamiento estático,  $\mu_e$ , para que permanezca en equilibrio y no deslice hacia abajo?



# 7. FUERZAS DE INERCIA

Si un observador no inercial (acelerado) quiere describir las causas del movimiento de un cuerpo, no le basta con aplicar la 2ª Ley de Newton puesto que ésta sólo es aplicable en sistemas de referencia inerciales.

Para sistemas de referencia no inerciales se deben tener en cuenta además las llamadas fuerzas de inercia, que a diferencia de las fuerzas de interacción usuales:

1. No son interacciones entre objetos como las que hemos visto hasta ahora.
2. No vienen en parejas (acción-reacción), como establece la 3ª Ley de Newton.

