



FACULTAD  
DE INGENIERÍA

MECÁNICA APLICADA  
MECÁNICA Y MECANISMOS

# CINÉTICA DE PARTÍCULAS: 2° LEY DE NEWTON

Ing. Carlos Barrera - 2021

# OBJETIVOS

1. Interpretar las leyes de Newton.
2. Analizar el movimiento de una partícula usando la ecuación de movimiento.



**Primera Ley:** Una partícula originalmente en reposo, o moviéndose en línea recta con velocidad constante, permanecerá en este estado siempre que no esté sometido a una fuerza desbalanceada.

**Tercera Ley:** Las fuerzas mutuas de acción y reacción entre dos partículas son iguales, opuestas y colineales.

## Las tres leyes de Newton

Cuando una fuerza actúa sobre un objeto, este se pone en movimiento, acelera, desacelera o varía su trayectoria. Cuanto mayor es la fuerza, tanto mayor es la variación del movimiento.

LA RANA SE MANTENDRÁ EN REPOSO MIENTRAS NO ACTÚE SOBRE ELLA UNA FUERZA NO COMPENSADA.



### Primera ley de Newton

El salto de una rana sobre una hoja de nenúfar ilustra las leyes del movimiento. La primera ley establece que, si ninguna fuerza empuja o tira de un objeto, este se mantendrá en reposo o se moverá en línea recta con velocidad constante.

LOS MÚSCULOS EJERCEN UNA FUERZA QUE IMPULSA A LA RANA HACIA ARRIBA.



### Segunda ley de Newton

Cuando una fuerza actúa sobre un objeto, éste se pone en movimiento, acelera, desacelera o varía su trayectoria. Cuanto mayor es la fuerza, tanto mayor es la variación del movimiento.

ALA FUERZA QUE ELEVA A LA RANA EN EL AIRE, LA ACOMPAÑA UNA REACCIÓN IGUAL Y OPUESTA QUE EMPUJA HACIA ATRÁS A LA HOJA DE NENÚFAR.

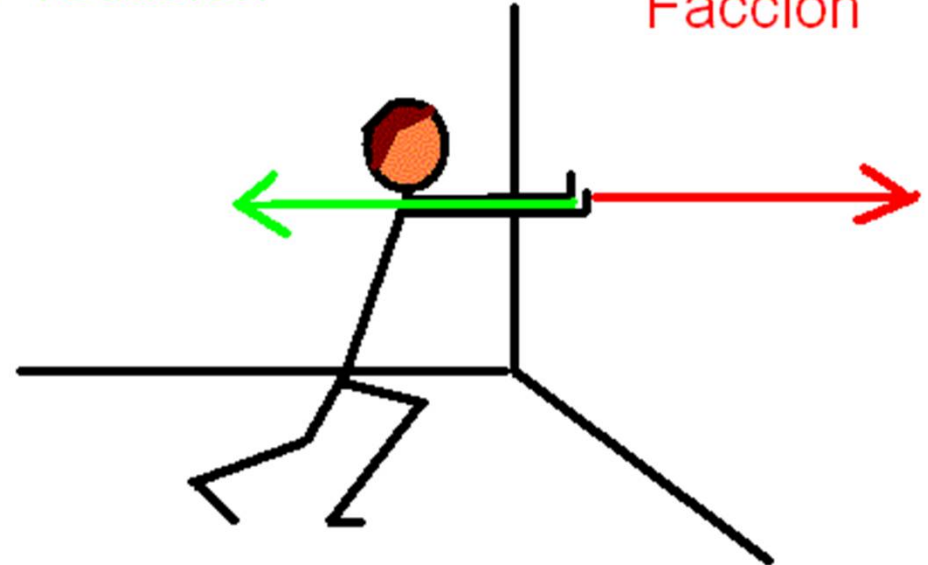


### Tercera ley de Newton

Al empujar un objeto o al tirar de él, éste empuja o tira con igual fuerza en dirección contraria. En palabras de Newton: "Por cada acción existe una reacción igual y opuesta".

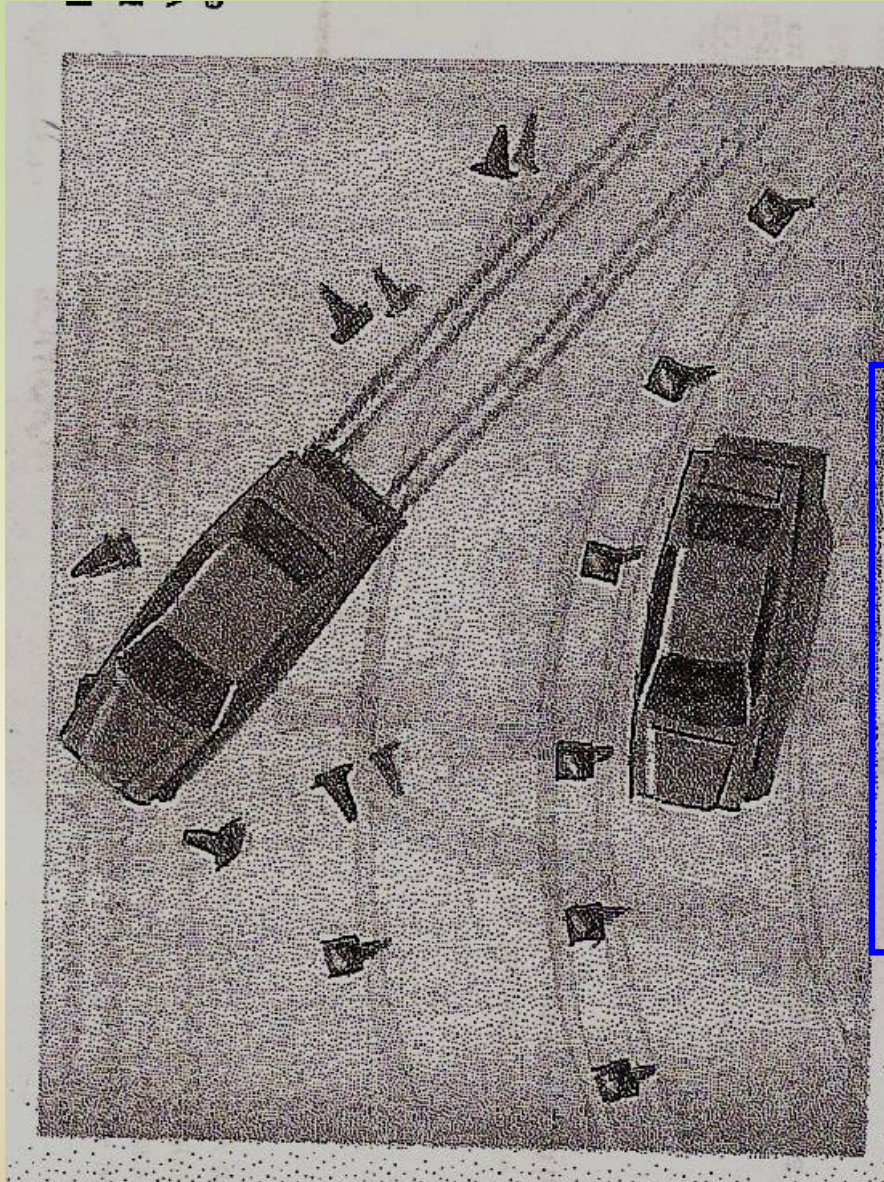
F reacción

F acción





**Cátedra:**  
**MECÁNICA**  
**APLICADA**  
**MECÁNICA Y**  
**MECANISMOS**



**Por medio de la ley  
de Newton se  
pueden determinar  
aceleraciones y  
fuerzas que actúan  
sobre los vehículos.**

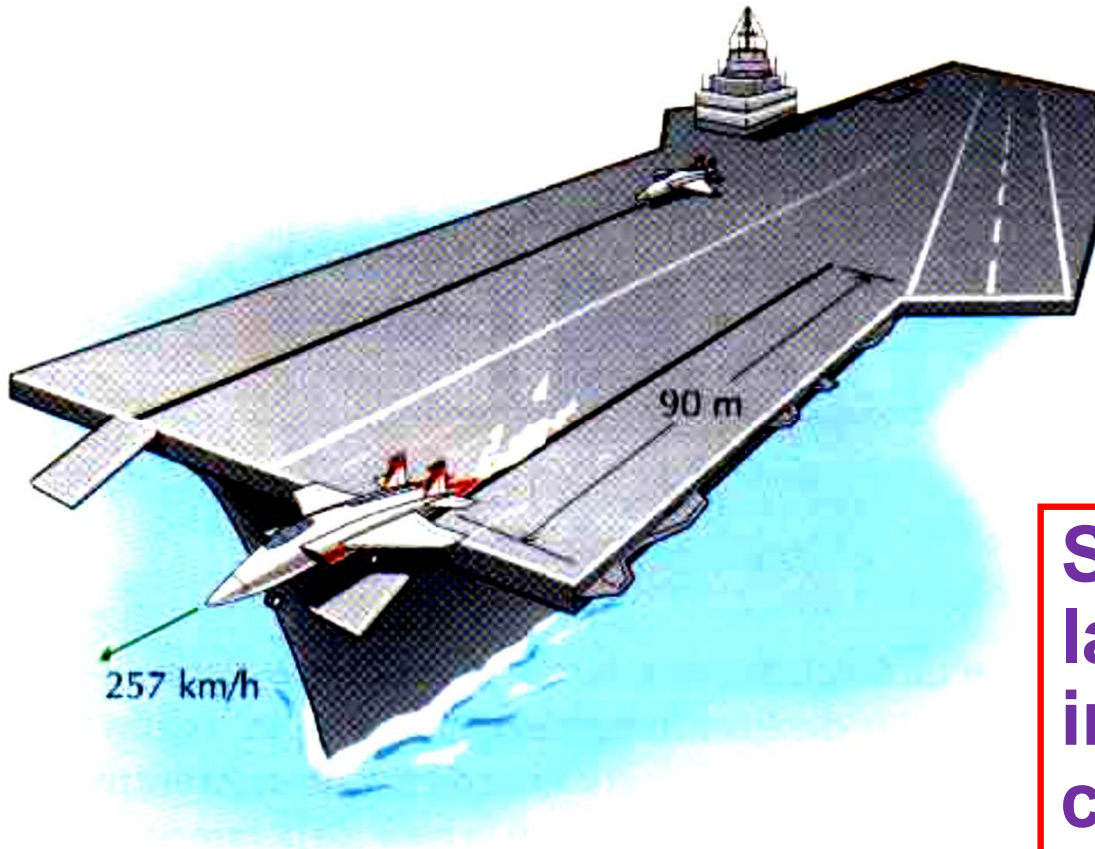




El diseño de cintas transportadoras para la embotelladora de la figura requiere conocer las fuerzas que actúan sobre ellas y poder predecir cual será la velocidad y aceleración de las botellas que transporta.

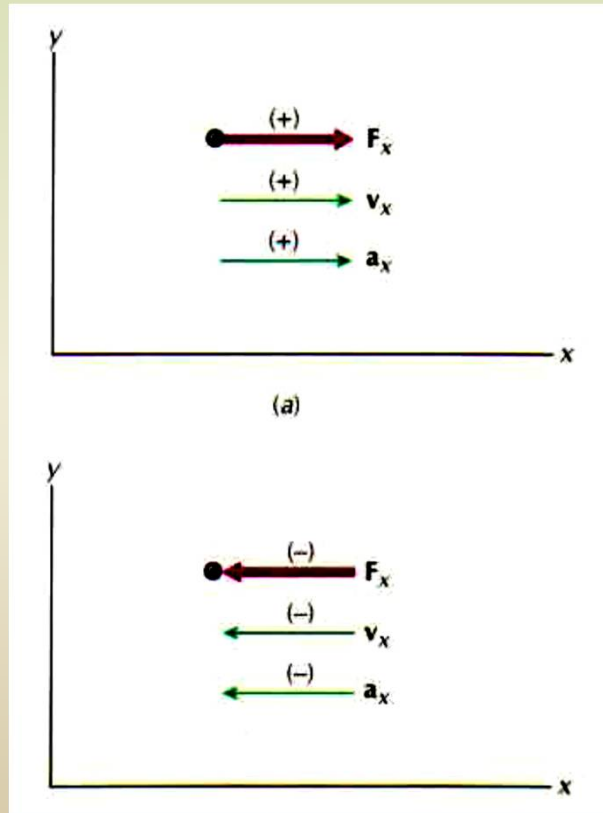


**Cátedra:**  
**MECÁNICA**  
**APLICADA**  
**MECÁNICA Y**  
**MECANISMOS**



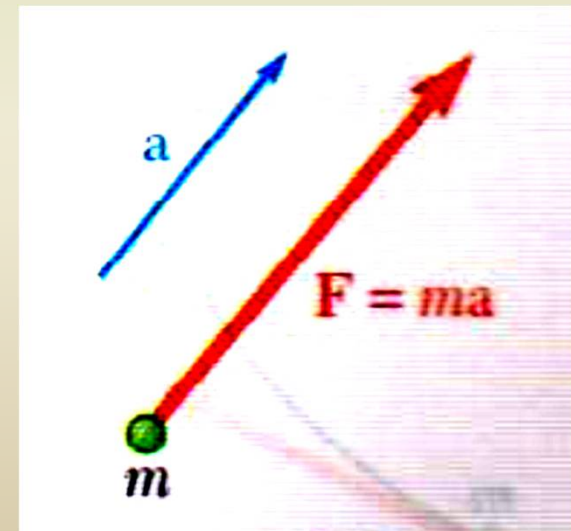
**Se debe calcular  
la fuerza que le  
imprime la  
catapulta para  
obtener la  
aceleración que  
adquiere el  
avión**

**Segunda Ley:** Si sobre una partícula se ejerce una fuerza exterior, aquella se acelerará en la dirección y sentido de la fuerza y el módulo de la aceleración será directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la masa de la partícula.



$$\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = \frac{F_3}{a_3} = \dots = \text{constante}$$

$$F = m * a$$





**Cuando la partícula está afectada de manera simultanea por varias fuerzas la ecuación es:**

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{m} * \mathbf{a}$$

**Si la resultante de las fuerzas que actúan sobre la partícula es cero, la aceleración de la partícula también es cero.**

Esta ecuación que se llama **ecuación de movimiento** es una de las formulaciones más importantes en mecánica. Su validez se basa en evidencia experimental.

En 1905 Einstein desarrolló la teoría de la relatividad y puso límites al uso de la segunda ley de Newton para describir el movimiento general de una partícula. Por medio de experimentos, se probó que el tiempo no es una cantidad absoluta por lo cual la ecuación de movimiento falla en predecir el comportamiento exacto de una partícula.

Los desarrollos de mecánica cuántica indican que conclusiones obtenidas al usar esta ecuación también son invalidas cuando las partículas tienen el tamaño de un átomo y se mueven una cerca de otra.



# CANTIDAD DE MOVIMIENTO DE UNA PARTICULA

## Variación de la cantidad de movimiento

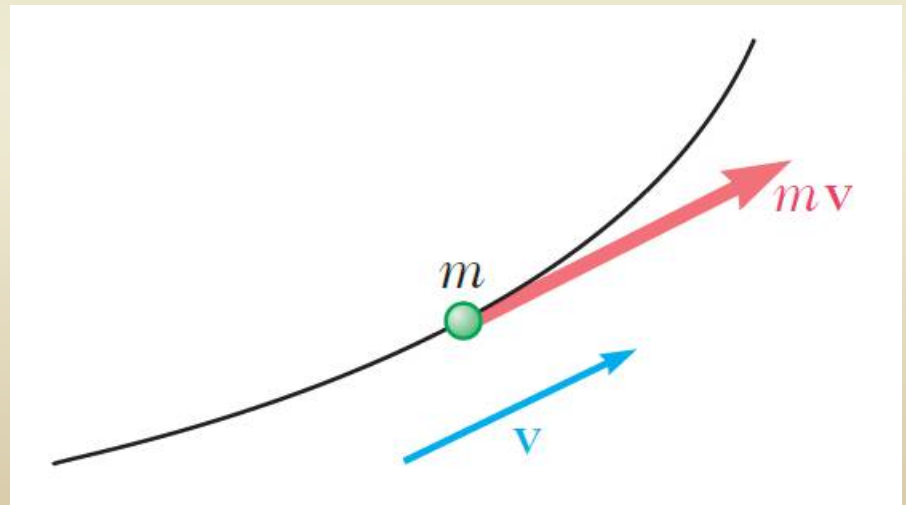
$$\Sigma \mathbf{F} = m \frac{d\mathbf{v}}{dt}$$

$$\Sigma \mathbf{F} = \frac{d}{dt}(m\mathbf{v})$$

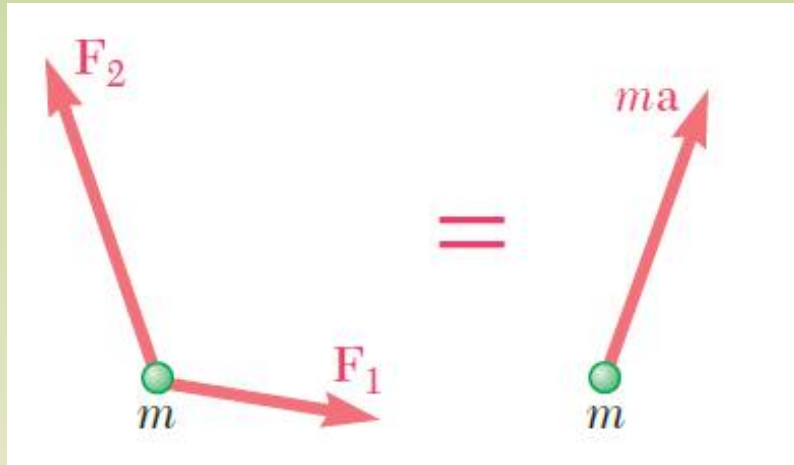
**El vector  $m\mathbf{v}$  es la cantidad de movimiento lineal o cantidad de movimiento de la partícula. Tiene la misma dirección que la velocidad de la partícula.**

$$\mathbf{L} = m\mathbf{v}$$

$$\Sigma \mathbf{F} = \dot{\mathbf{L}}$$



## Ecuaciones de movimiento



$$\Sigma \mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

### Componentes rectangulares

$$\Sigma(F_x \mathbf{i} + F_y \mathbf{j} + F_z \mathbf{k}) = m(a_x \mathbf{i} + a_y \mathbf{j} + a_z \mathbf{k})$$

$$\Sigma F_x = ma_x$$

$$\Sigma F_y = ma_y$$

$$\Sigma F_z = ma_z$$

$$\Sigma F_x = m\ddot{x}$$

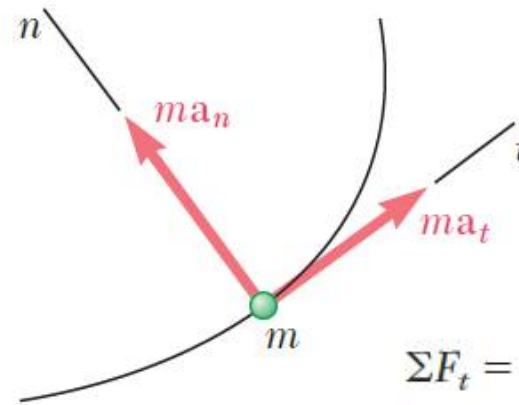
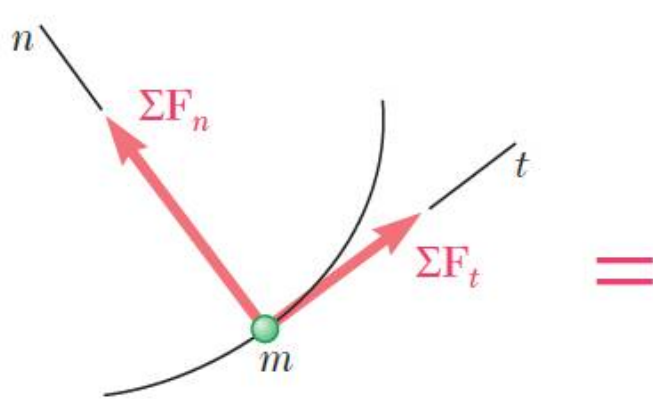
$$\Sigma F_y = m\ddot{y}$$

$$\Sigma F_z = m\ddot{z}$$



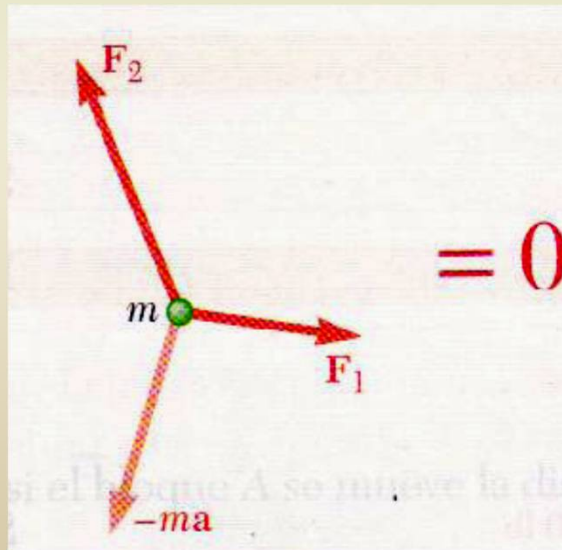
## Componentes tangencial y normal

$$\Sigma F_t = ma_t \quad \Sigma F_n = ma_n$$

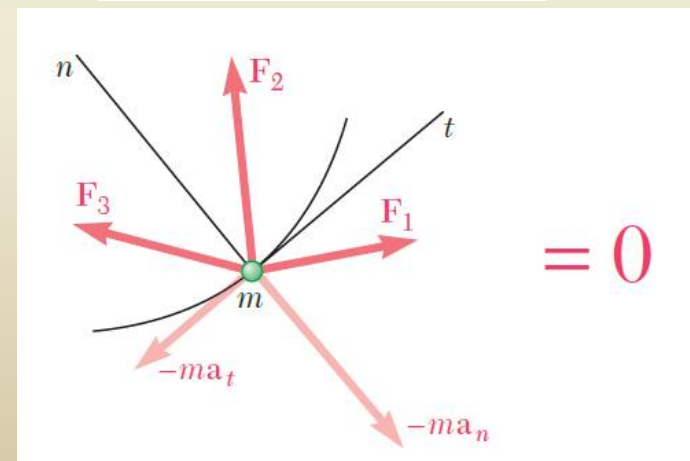


$$\Sigma F_t = m \frac{dv}{dt} \quad \Sigma F_n = m \frac{v^2}{\rho}$$

## Equilibrio dinámico



$$\Sigma \mathbf{F} - m\mathbf{a} = 0$$



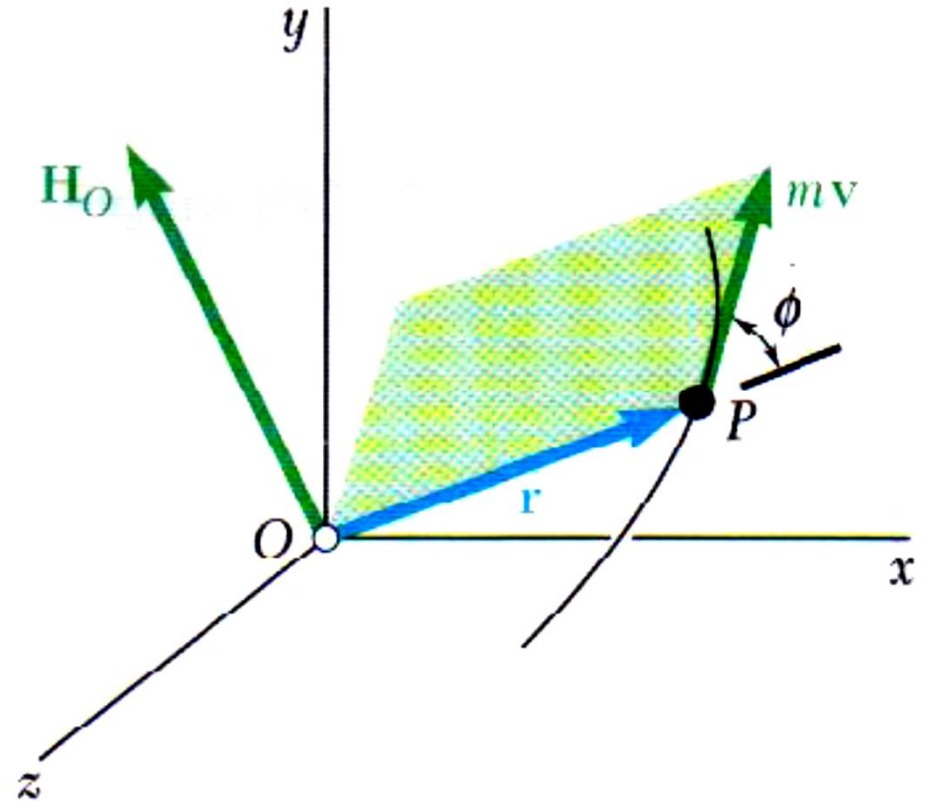
## Cantidad de movimiento angular de una partícula

$$\mathbf{H}_O = \mathbf{r} \times m\mathbf{v}$$

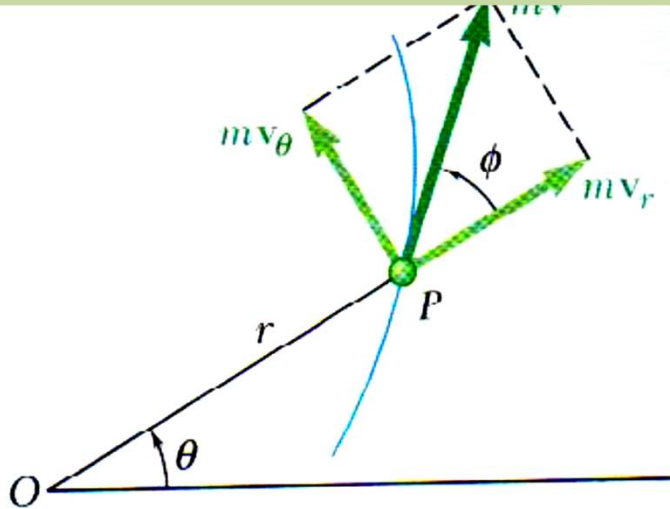
$$H_O = rmv \sin \phi$$

$$\mathbf{H}_O = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ x & y & z \\ mv_x & mv_y & mv_z \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} H_x &= m(yv_z - zv_y) \\ H_y &= m(zv_x - xv_z) \\ H_z &= m(xv_y - yv_x) \end{aligned}$$







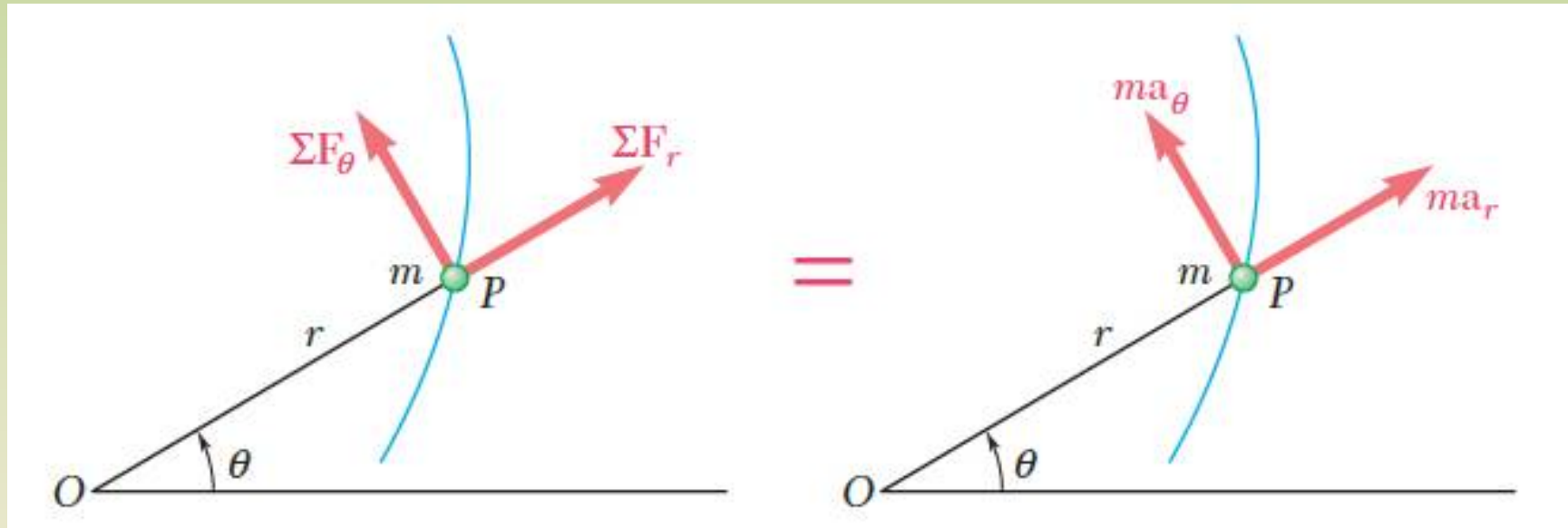
$$H_O = rmv \sin \phi = rmv_\theta$$

$$\dot{H}_O = \dot{\mathbf{r}} \times m\mathbf{v} + \mathbf{r} \times m\dot{\mathbf{v}} = \mathbf{v} \times m\mathbf{v} + \mathbf{r} \times m\mathbf{a}$$

$$\Sigma \mathbf{M}_O = \dot{H}_O$$

La suma de los momentos de O de las fuerzas que actúan sobre la partícula es igual a la variación del momento de la cantidad de movimiento, o cantidad de movimiento angular de la partícula alrededor de O

## Componentes radial y transversal



$$\Sigma F_r = ma_r$$

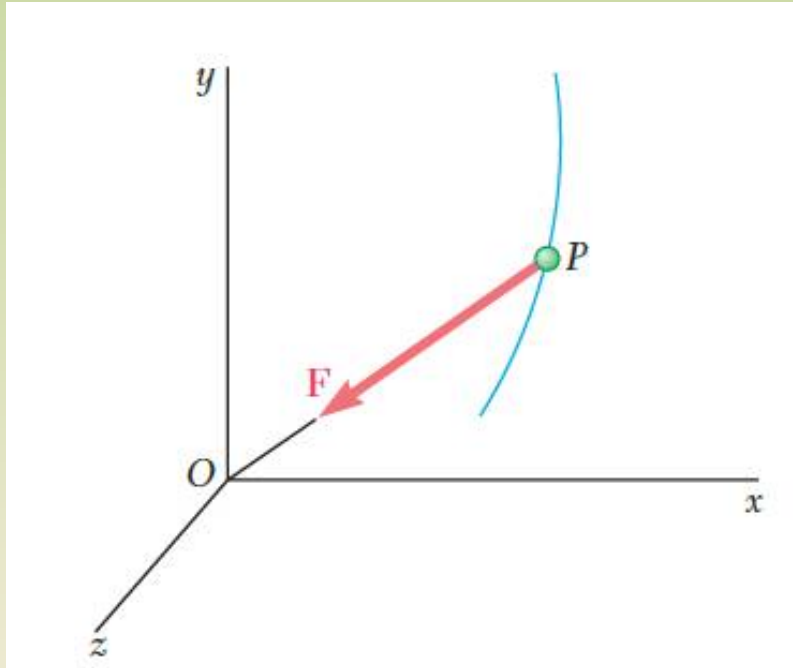
$$\Sigma F_\theta = ma_\theta$$

$$\Sigma F_r = m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)$$

$$\Sigma F_\theta = m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta})$$



## Movimiento bajo una fuerza central



$$\Sigma \mathbf{M}_O = 0$$

$$\dot{\mathbf{H}}_O = 0$$

$$\mathbf{H}_O = \text{constante}$$

La cantidad de movimiento angular de una partícula que se mueve bajo una fuerza central es constante, en magnitud como en dirección.

$$\mathbf{r} \times m\mathbf{v} = \mathbf{H}_O = \text{constante}$$

**Cátedra:**  
**MECÁNICA**  
**APLICADA**  
**MECÁNICA Y**  
**MECANISMOS**

# BIBLIOGRAFIA

- Mecánica Vectorial para Ingenieros Beer Johnston
- Ingeniería Mecánica Dinámica Hibbeler