



## **UNIDAD 3**

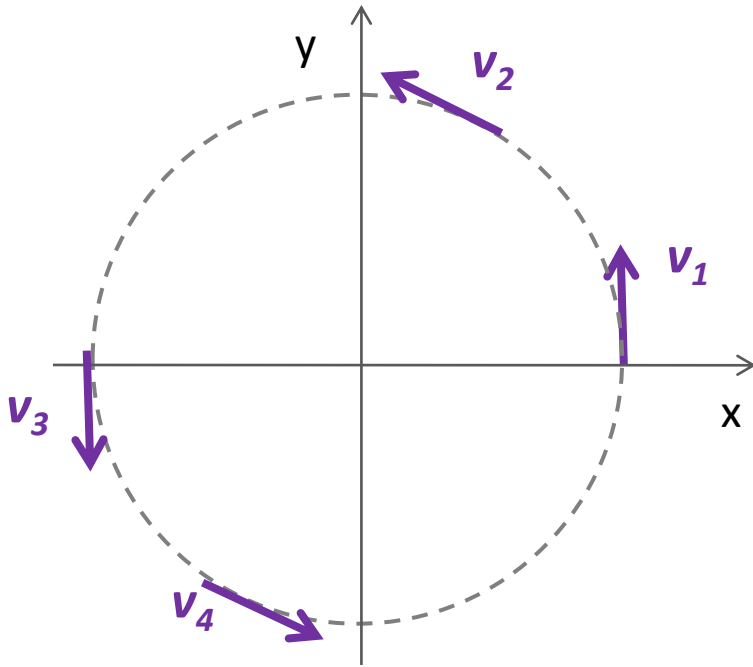
**Cinemática en dos dimensiones**

**Movimiento circular**


**Prof. Ing. Natalia Montalván**

# Movimiento circular uniforme MCU

- Cuando una partícula se mueve en un círculo con **rapidez constante**, tiene un **movimiento circular uniforme**. Un automóvil que da vuelta a una curva de radio constante con rapidez constante, o un satélite en órbita circular son ejemplos de este movimiento.
- El **vector velocidad siempre es tangente a la trayectoria del objeto** y perpendicular al radio de la trayectoria circular.



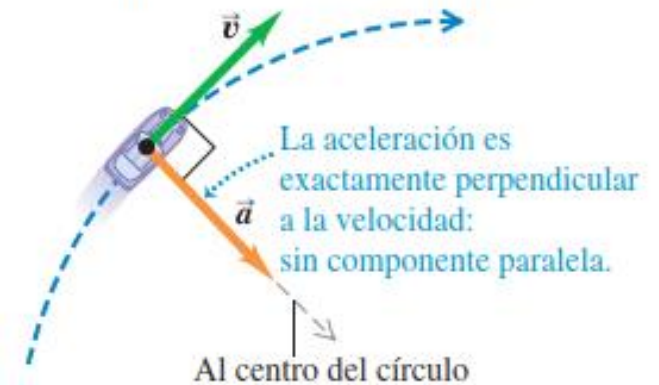
- La aceleración depende del **cambio en la velocidad**.
- Puesto que la velocidad es una cantidad vectorial, una aceleración puede ocurrir en dos formas: **por un cambio en la magnitud de la velocidad y por un cambio en la dirección de la velocidad**. La última situación ocurre para un objeto que se mueve con rapidez constante en una trayectoria circular.
- **Aun cuando un objeto se mueva con rapidez constante en una trayectoria circular, todavía tiene una aceleración.**

 **Por lo tanto:** Cuando una partícula se mueve en una trayectoria circular, la dirección de su velocidad cambia, esto implica que la partícula debe tener una **componente de aceleración perpendicular a la trayectoria**, incluso si la rapidez es constante.

# Movimiento circular uniforme MCU

- El **vector aceleración** en movimiento circular uniforme **siempre es perpendicular a la trayectoria y siempre apunta hacia el centro del círculo**. Si eso no fuera cierto, habría una componente de la aceleración paralela a la trayectoria y tal componente de aceleración conduciría a un cambio en la rapidez de la partícula a lo largo de la trayectoria.
- En consecuencia, para **movimiento circular uniforme**, el **vector aceleración sólo puede tener una componente perpendicular a la trayectoria**, que es hacia el centro del círculo.

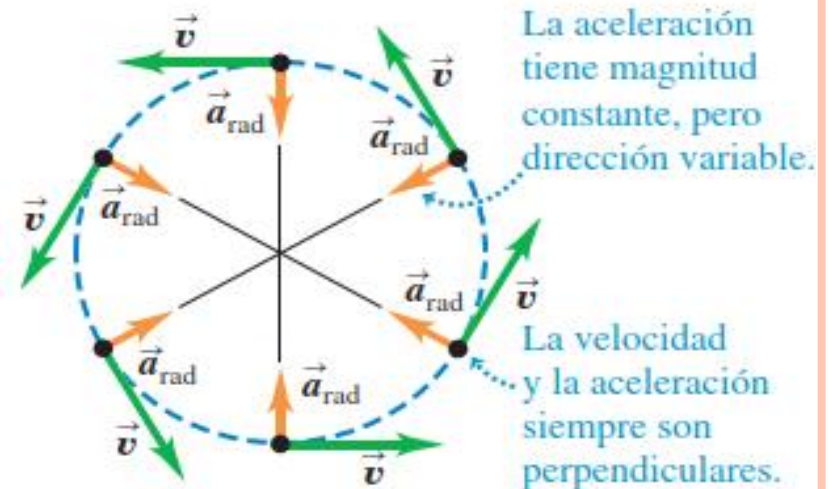
**Movimiento circular uniforme:** rapidez constante en una trayectoria circular



## Aceleración centrípeta

- Una aceleración de esta naturaleza se llama **aceleración centrípeta o radial** (centrípeta significa hacia el centro) y se representa como  $\mathbf{a}_c$  o  $\mathbf{a}_{rad}$ :

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$



# Movimiento circular uniforme MCU

## Periodo

- En muchas situaciones es conveniente describir el movimiento de una partícula que se mueve con rapidez constante en un círculo de radio  $r$  en términos del **periodo  $T$** , que se define como el tiempo requerido para una revolución completa (una vuelta completa al círculo).
- En un tiempo  $T$ , la partícula recorre una distancia igual a la **circunferencia de la trayectoria circular:  $2\pi r$  (perímetro)**.

- Su rapidez estará dada por:  $v = \frac{2\pi R}{T}$

- Al reemplazar en la ecuación de aceleración centrípeta:  $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$



**Ejemplo:** En un juego mecánico, los pasajeros viajan con rapidez constante en un círculo de 5 m de radio, dando una vuelta completa cada 4 s. ¿Qué aceleración tienen?

**Resolución:** Nos dan el radio  $R = 5$  m y el periodo  $T = 4$  s, así que podemos calcular la aceleración a partir de la ecuación anterior:

$$a_{\text{rad}} = \frac{4\pi^2(5.0 \text{ m})}{(4.0 \text{ s})^2} = 12 \text{ m/s}^2$$

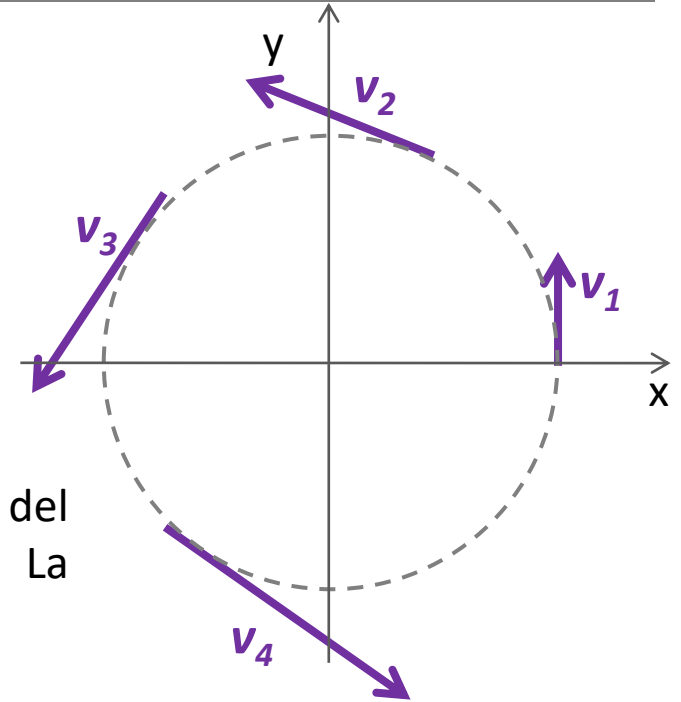
# Movimiento circular uniforme no uniforme

## Aceleración centrípeta

Si la rapidez varía, tenemos un movimiento **circular no uniforme**. En el movimiento circular no uniforme, sigue existiendo una componente radial de la aceleración que siempre es perpendicular a la velocidad instantánea y dirigida al centro del círculo:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

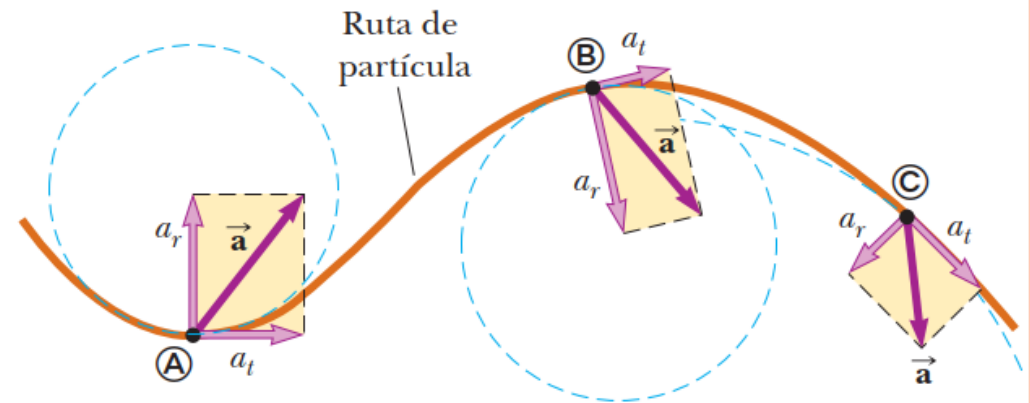
Dado que la rapidez  $v$  tiene diferentes valores en diferentes puntos del movimiento, la aceleración radial (centrípeta) **no es constante**. La aceleración radial es mayor donde la rapidez es mayor.



## Aceleración tangencial

Hay una componente de aceleración paralela a la velocidad instantánea, que es tangente al círculo. La componente de aceleración tangencial  $a_t$  es igual a la tasa de cambio de la rapidez. **La componente de aceleración tangencial causa un cambio en la rapidez de la partícula**, y su magnitud está dada por:

$$a_{\text{tan}} = \frac{d|\vec{v}|}{dt}$$



# Movimiento circular no uniforme

## Vector aceleración

El **vector de aceleración** de una partícula que se mueve con rapidez variable en un círculo es la **suma vectorial de las componentes de aceleración radial y tangencial**. Esta última tiene la dirección de la velocidad si la partícula está acelerando, y la dirección opuesta si está frenando.

$$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_t$$



Ejemplo:

Un automóvil muestra una aceleración constante de  $0.3 \text{ m/s}^2$  paralela a la autopista. El automóvil pasa sobre una elevación en el camino tal que lo alto de la elevación tiene forma de círculo con  $500 \text{ m}$  de radio. En el momento en que el automóvil está en lo alto de la elevación, su vector velocidad es horizontal y tiene una magnitud de  $6 \text{ m/s}$ . ¿Cuáles es la magnitud del vector aceleración total para el automóvil en este instante?

**Resolución:** Puesto que el automóvil que acelera se mueve a lo largo de una trayectoria curva, este problema se clasifica como uno que involucra una partícula que experimenta aceleraciones tangencial y radial:

$$a_r = -\frac{v^2}{r} = \frac{(6.00 \text{ m/s})^2}{500 \text{ m}} = 0.0720 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned}\sqrt{a_r^2 + a_t^2} &= \sqrt{(0.0720 \text{ m/s}^2)^2 + (0.300 \text{ m/s}^2)^2} \\ &= 0.309 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

