



MOVIMIENTO CIRCUNFERENCIAL

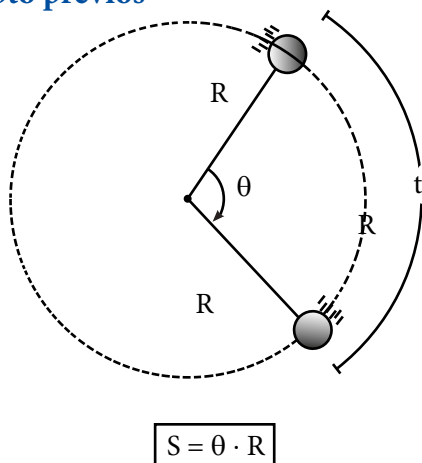
• Marco teórico

Antiguamente, el movimiento circunferencial fue muy importante para el estudio de trascendentes fenómenos presentes en la naturaleza, tales como el movimiento de los planetas y el modelo atómico de Rutherford.



En este capítulo estudiaremos las propiedades del movimiento circunferencial y, en especial, el del movimiento circunferencial uniforme.

Concepto previos



Longitud de arco (S)

Es el espacio recorrido por el móvil en un intervalo de tiempo. Su unidad en el SI es el metro (m).

Recorrido angular (θ)

Es el ángulo barrido por un móvil en un intervalo de tiempo. Su unidad en el SI es el radian (rad).

Radio (R)

Es la distancia entre el centro y la trayectoria circunferencial. Su unidad en el SI es el metro (m).

Periodo (T)

Es el intervalo de tiempo por cada vuelta o revolución. Se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$T = \frac{t}{n} = \frac{\text{Tiempo empleado}}{\text{Número de vueltas}}$$

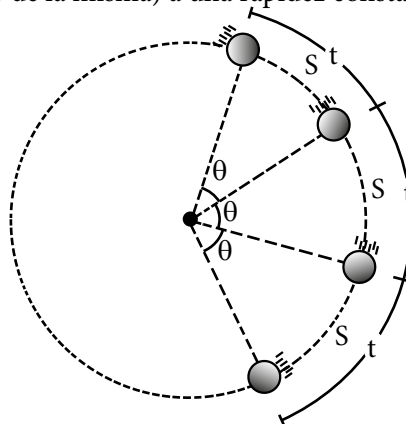
Frecuencia (f)

Se define como la inversa del periodo. Su valor indica el número de vueltas que describe la partícula por cada unidad de tiempo. Se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{n}{t} = \frac{\text{Número de vueltas}}{\text{Tiempo empleado}}$$

MOVIMIENTO CIRCUNFERENCIAL UNIFORME (MCU)

Se dice que un móvil posee este movimiento cuando se desplaza en una trayectoria circular (una circunferencia o un arco de la misma) a una rapidez constante.



Debido a que se mueve con rapidez constante, este movimiento cumple con las siguientes características:

- Barre ángulos centrales θ iguales en tiempos iguales.
- Recorre longitudes de arcos iguales S en tiempos iguales «t».

Teniendo en cuenta las características del MCU se definen dos velocidades:

- Velocidad tangencial
- Velocidad angular

Velocidad tangencial ($\vec{V}$)

También denominada velocidad lineal o simplemente velocidad, su dirección siempre es tangente a la trayectoria, y en el caso del MCU es tangente a la circunferencia descrita por el móvil. Al módulo de esta velocidad se le conoce como rapidez, rapidez tangencial o lineal (V) y su valor se calcula dividiendo el espacio recorrido (longitud de arco S) y el tiempo « t » que demoró en recorrerlo.

$$V = \frac{S}{t}$$

También se cumple:

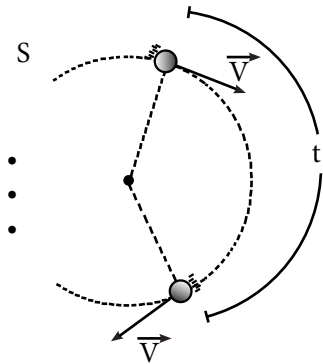
$$S = V \cdot t$$

Unidades en SI

S : m

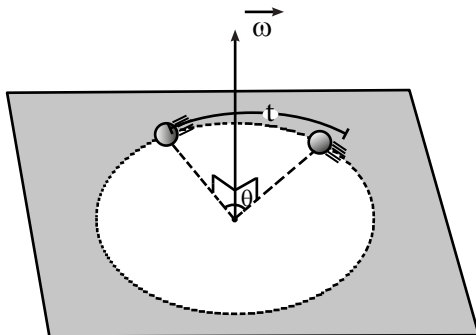
t : s

V : m/s



Velocidad angular ($\vec{\omega}$)

En un MCU, la dirección de esta velocidad entra al plano de movimiento si el cuerpo gira en sentido horario, y sale del plano si el cuerpo gira en sentido antihorario. Su módulo es conocido como rapidez angular (ω) y se calcula dividiendo el ángulo barrido (θ) y el tiempo « t » que le tomó girar.



Unidades en SI

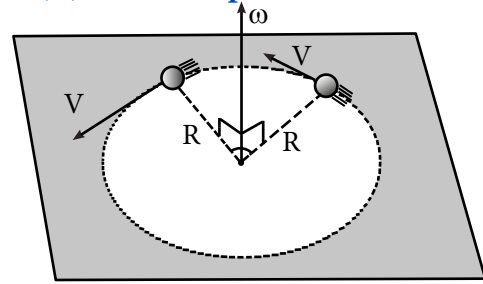
θ : rad

t : s

ω : rad/s

$$\theta = \omega \cdot t$$

Relación entre la rapidez tangencial (V) y angular (ω) de un cuerpo con MCU de radio R



Unidades en el SI

V : m/s

ω : rad/s

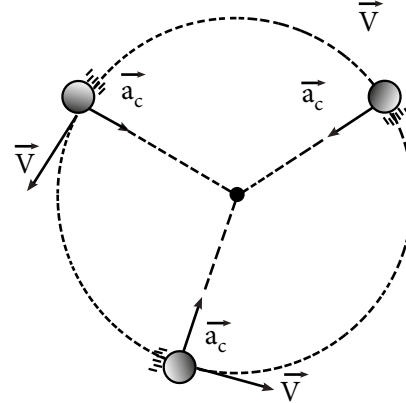
R : m

$$V = \omega \cdot R$$

Todo cuerpo que realiza un MCU tiene como característica principal dos velocidades constantes (la tangencial y la angular), hay que entender, no obstante, que la velocidad tangencial varía en dirección. La aceleración que está relacionada con el cambio en dirección de la velocidad es la denominada aceleración centrípeta.

Aceleración centrípeta ($\vec{a}_c$)

La aceleración centrípeta tiene dirección radial, apuntando siempre hacia el centro de giro, por ende, también se le denomina aceleración central.



El módulo de la aceleración centrípeta se puede calcular aplicando las siguientes ecuaciones:

$$a_c = \frac{V^2}{R} = \omega^2 \cdot R$$

Unidades en el SI

V : rapidez tangencial (m/s)

ω : rapidez angular (rad/s)

R : radio (m)

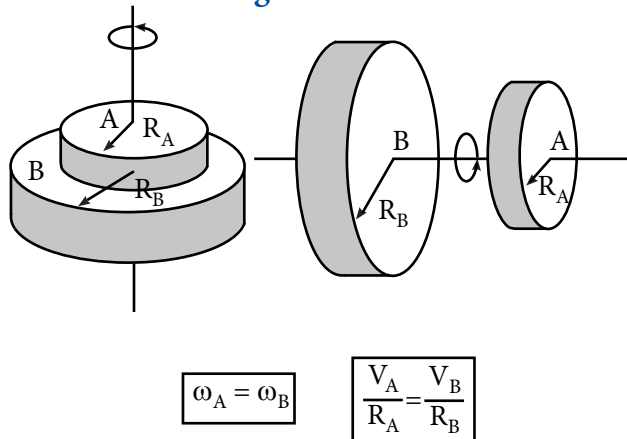
a_c : módulo de la $\vec{a}_c$ m/s²

Aplicaciones del MCU

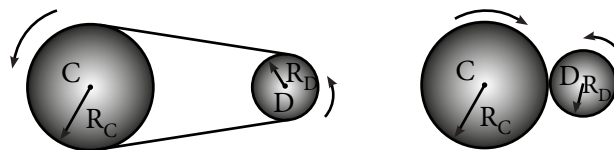
El MCU se puede aplicar para transmitir movimiento, los mecanismos en los cuales se observa este fenómeno son:

- Engranajes
- Cadenas sobre ruedas dentadas

Transmisiones angulares



Transmisiones tangenciales



$$V_C = V_D$$

$$\omega_C \cdot R_C = \omega_D \cdot R_D$$

Las magnitudes y sus respectivas unidades en el SI en los dos casos anteriores son:

ω_A : rapidez angular de la rueda A (rad/s).

ω_B : rapidez angular de la rueda B (rad/s).

V_A : rapidez en el borde de la rueda A (m/s).

V_B : rapidez en el borde de la rueda B (m/s).

R_A : radio de la rueda A (m).

R_B : radio de la rueda B (m).

Símbolo	Magnitud	Unidades de medida	
$\vec{\omega}$	velocidad angular	radianes por segundo	rad/s
θ	ángulo barrido	radianes	rad
t	tiempo	segundo	s
$\vec{v}$	velocidad línea	metro por segundo	m/s
s	arco recorrido	metro	m
T	periodo	segundo	s
f	frecuencia	revolución por segundo	rps
R	radio	metro	m
$\vec{a}_{cp}$	aceleración centrípeta	metros por segundo al cuadrado	m/s ²

Periodo (T)

T (tiempo empleado en dar una vuelta)

Frecuencia (f)

$$f = \frac{\text{Número de vueltas}}{\text{Tiempo empleado}}$$

Relación entre f y T

$$f = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

Relación entre f y ω

$$f \rightarrow \text{rps} \quad \omega = 2\pi \cdot f$$

$$f \rightarrow \text{rpm} \quad \omega = \frac{\pi}{30} \cdot f$$

Aceleración centrípeta

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R} \quad a_{cp} = \omega^2 \cdot R$$

• Trabajando en Clase

Nivel I

1. Una partícula que está girando con MCU tiene una rapidez angular de 4 rad/s. ¿Qué ángulo (en rad) habrá girado en un minuto?

Resolución:

Aplicando la fórmula:

$$\theta = \omega \cdot t$$

Reemplazando los datos: $\omega = 4 \text{ rad/s}$ y $t = 1 \text{ min}$

Primero transformamos el tiempo en segundos:

$$\Rightarrow t = 1 \times 60 = 60 \text{ s}$$

Luego, en la fórmula:

$$\theta = 4 \times 60$$

$$\therefore \theta = 240 \text{ rad}$$

2. Un cuerpo que está girando con MCU tiene una rapidez angular de 5 rad/s. ¿Qué ángulo (en rad) habrá girado en 2 minutos?
3. Se sabe que una partícula gira 21 rad en 3 s. ¿Qué ángulo (en rad) giraría dicha partícula en 10 s? (Considera que la partícula desarrolla un MCU)

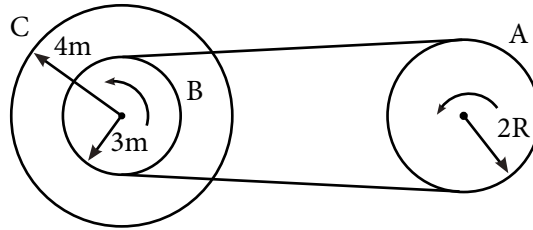
4. Un objeto con MCU describe un arco de 6 m en un tiempo de 2 segundos. Calcula su rapidez tangencial en m/s.

Nivel II

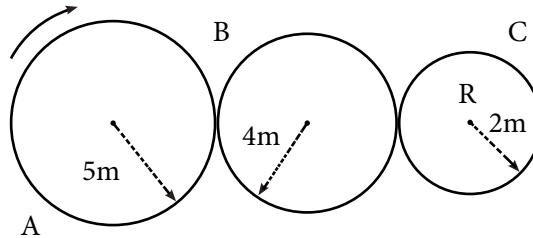
5. Una partícula con MCU gira a razón de 80 RPM. Calcula el ángulo (en rad) que genera en 2 segundos.
6. Un objeto con MCU gira a razón de 30 RPM. Calcula el ángulo (en rad) que genera en 4 segundos.
7. Un disco gira a razón de $7\pi \text{ m/s}$ (constante) durante 10 s. Calcula el número de vueltas que genera en ese tiempo, su frecuencia (en Hz) y su periodo (en s). (Considere que el disco desarrolla un MCU).

Nivel III

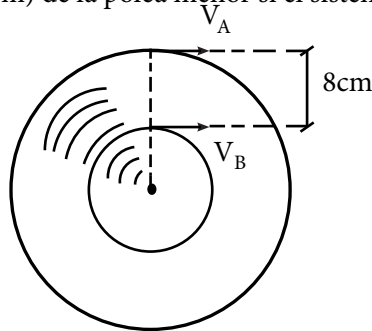
8. Si la rapidez tangencial en el borde de la rueda C es de 20 m/s, calcula la rapidez tangencial (en m/s) en el borde de la rueda A.



9. Calcula la rapidez angular (en rad/s) con que gira la rueda C, si la rueda A gira a razón de 4 rad/s.



10. Si $V_A = 3V_B$, determina el radio (en m) de la polea menor si el sistema gira con rapidez angular constante.



• Tarea

Nivel I

- Una partícula que está girando con MCU tiene una rapidez angular de 7 rad/s. ¿Qué ángulo (en rad) habrá girado en 2 minutos?
 - 84 rad
 - 840 rad
 - 10 rad
 - 8 rad
 - 4 rad
- Un objeto que está girando con MCU tiene una rapidez angular de 12 rad/s. ¿Qué ángulo (en rad) habrá girado en 45 s?
 - 8 rad
 - 70 rad
 - 640 rad
 - 40 rad
 - 540 rad

3. Un cuerpo con MCU gira un ángulo de 720° en 10 segundos. Calcula el módulo de su velocidad angular (en rad/s).

a) $2\frac{\pi}{5}$ rad/s
b) $\frac{\pi}{5}$ rad/s
c) 2π rad/s
d) 8 rad/s
e) 0

4. Si un brazo mecánico demora 20 s en realizar 5 vueltas, determina su periodo de revolución. (Considere un MCU)

a) 1 s
b) 2 s
c) 3 s
d) 4 s
e) 5 s

Nivel II

5. Una partícula con MCU gira a razón de 8 RPS. Calcula el ángulo (en rad) que genera en 4 segundos.

a) 12π rad
b) 36π rad
c) 64π rad
d) 8π rad
e) 90π rad

6. Un objeto con MCU gira a razón de 900 RPM. Calcula el ángulo (en rad) que genera en 3 segundos.

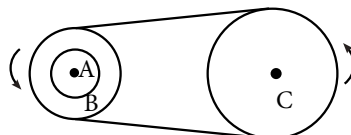
a) 20π rad
b) 30π rad
c) 50π rad
d) 70π rad
e) 90π rad

7. Un cuerpo posee una velocidad angular de módulo 10π rad/s (constante). Determina el número de vueltas que da en medio minuto.

a) 50
b) 100
c) 150
d) 200
e) 250

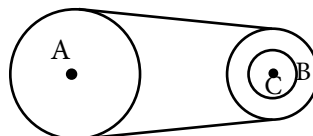
Nivel III

8. Si la rapidez angular de la rueda A es 12π rad/s, calcula la rapidez tangencial (en m/s) en el borde de la rueda C.



a) 12π m/s
b) 6π m/s
c) 24π m/s
d) 8π m/s
e) 64π m/s

9. Si la rapidez angular de la rueda A es de 5 rad/s, calcula la rapidez tangencial (en m/s) en el borde de la rueda C. ($R_A = 20$ m; $R_B = 10$ m; $R_C = 5$ m).



a) 10 m/s
b) 20 m/s
c) 30 m/s
d) 40 m/s
e) 50 m/s

10. El periodo de un disco con MCU es de 4 segundos. Determina el módulo de la velocidad lineal (en m/s) en el borde del disco, si su radio es de 10 m.

a) π m/s
b) 2π m/s
c) 3π m/s
d) 4π m/s
e) 5π m/s