

**FÍSICA  
Y  
QUÍMICA  
(4º ESO)**

**CINEMÁTICA**

**IES ESTUARIA (HUELVA)**

---



## CONTENIDOS:

### CINEMÁTICA. CONCEPTOS BÁSICOS:

1. Móvil
2. Sistema de referencia
3. Carácter relativo del movimiento
4. Trayectoria
5. Espacio recorrido o distancia recorrida
6. Desplazamiento
7. Velocidad
8. Aceleración

### MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU)

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)

MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS DEBIDOS A LA GRAVEDAD

### MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

### ACTIVIDADES PARA PRACTICAR



## CINEMÁTICA. CONCEPTOS BÁSICOS

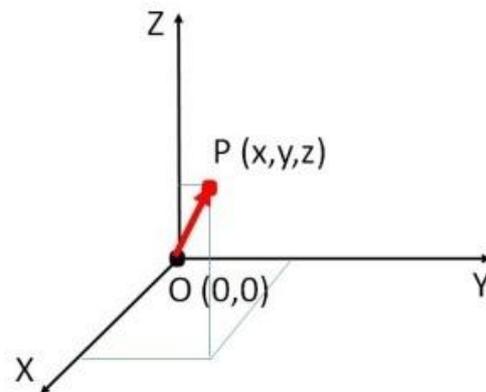
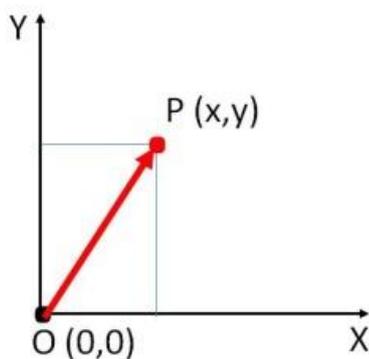
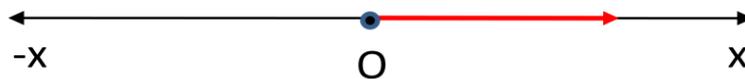
La **Cinemática** es la parte de la Física que se encarga de estudiar el movimiento de los cuerpos, pero sin atender a las causas que los producen. La Cinemática, por lo tanto, estudia los movimientos de una manera meramente descriptiva, sin entrar en sus causas.

Antes de empezar a estudiar distintos tipos de movimientos, es muy importante tener claros una serie de conceptos:

1. **Móvil.** Un cuerpo en movimiento recibe el nombre de **móvil**. Entendemos que un cuerpo se mueve cuando, con el transcurso del tiempo, éste modifica su posición con respecto a un sistema de referencia.

2. **Sistema de referencia.** Para fijar las distintas posiciones de un móvil y, por lo tanto, para describir el movimiento de un cuerpo necesitamos un **sistema de referencia**. Para movimientos rectilíneos bastará con un eje de coordenadas en que fijaremos el origen (sistema de referencia OX, una dirección); si se trata de movimientos en un plano necesitamos un sistema de ejes de coordenadas, perpendiculares entre sí, en el que se especifica el origen de coordenadas (sistema de referencia OXY, dos direcciones); finalmente, si se tratara de movimientos en el espacio, tendríamos que añadir un tercer eje de coordenadas (sistema de referencia OXYZ, tres direcciones).

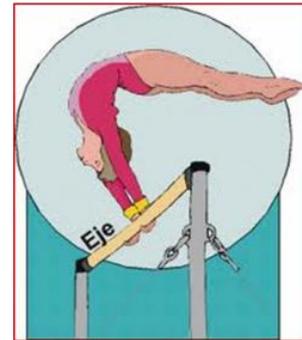
En cualquiera de los casos, podemos fijar la posición de un móvil indicando el punto donde se encuentra en un momento dado, o mediante su **vector de posición**, es decir, un vector que va desde el origen del sistema de referencia hasta el punto donde se encuentre el móvil. Si lo hacemos así, las componentes del vector coincidirán con las coordenadas del punto.





3. **Carácter relativo del movimiento.** Todo movimiento se estudia en relación a un determinado sistema de referencia, es decir, es relativo a dicho sistema de referencia. Por ejemplo, cuando un estudiante viaja sentado en un autobús, la mochila que lleva sobre sus rodillas está en reposo respecto a él; sin embargo, desde la parada del autobús, un compañero ve que, tanto la mochila como él, están en movimiento. Entonces, ¿se mueve o no se mueve la mochila? La respuesta es evidente: depende. Depende del sistema de referencia que se considere.

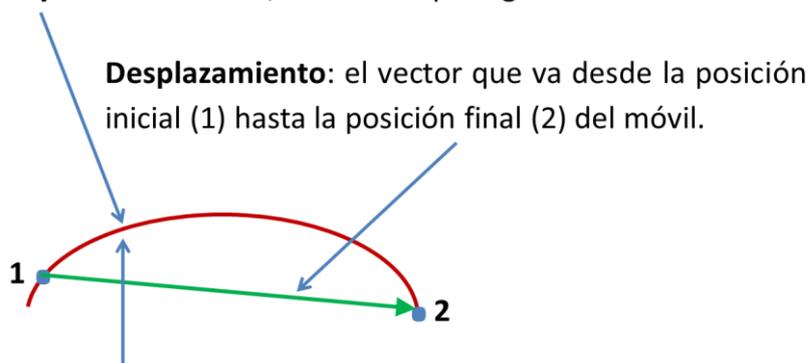
4. **Trayectoria.** La **trayectoria** es la línea imaginaria que describe un móvil al desplazarse. Esta línea la forman las posiciones por las que ha pasado el móvil en su movimiento. Según la trayectoria podemos clasificar los movimientos en rectilíneos o curvilíneos, y dentro de éstos últimos son especialmente interesantes los circulares y los elípticos.



5. **Espacio recorrido o distancia recorrida.** Llamamos **espacio recorrido** a la distancia recorrida por el móvil, medida sobre su trayectoria. Lógicamente, se expresa en unidades de longitud.

6. **Desplazamiento.** El **desplazamiento** es un vector que tiene su origen en la posición inicial y su extremo en la posición final de un móvil. Obviamente, su módulo se expresa también en unidades de longitud.

**Trayectoria:** la curva, el camino que sigue el móvil.



**Espacio recorrido:** la distancia, medida sobre la trayectoria, que hay entre las dos posiciones del móvil (1 y 2).



7. **Velocidad.** Llamamos **velocidad** a la rapidez con que un móvil cambia de posición. En el S.I. se expresa en m/s, aunque también es frecuente expresarla en km/h. Podemos hablar de **velocidad instantánea** (que es la velocidad de un móvil en cada instante o en un determinado punto de su trayectoria) o de **velocidad media** (que es la distancia recorrida por el móvil en la unidad de tiempo). Como sabemos, es importante indicar la dirección y el sentido de la velocidad (además de su valor numérico); la velocidad es una **magnitud vectorial**. Según su velocidad los movimientos pueden clasificarse en distintos tipos:

i. Si la velocidad instantánea se mantiene constante durante todo el movimiento, la velocidad media coincidirá con la velocidad instantánea. En este caso el movimiento se denomina **uniforme**.

ii. Si la velocidad instantánea no se mantiene constante, el movimiento se denomina **no uniforme** o **variado**. Si aumenta, el movimiento se llama **acelerado** y si disminuye, el movimiento se llama **retardado** o **de frenado**.

8. **Aceleración.** Llamamos **aceleración** a la rapidez con que un móvil cambia de velocidad. En el S.I. se expresa en  $\text{m/s}^2$ . Podemos hablar de **aceleración instantánea** (que es la aceleración de un móvil en cada instante o en un determinado punto de su trayectoria) o de **aceleración media** (que es la variación de la velocidad del móvil en la unidad de tiempo). Puesto que la velocidad es una magnitud vectorial y la aceleración cuantifica variaciones de velocidad, la aceleración también es una **magnitud vectorial**. Según su aceleración los movimientos pueden clasificarse en distintos tipos:

i. Si la velocidad instantánea se mantiene constante durante todo el movimiento, las aceleraciones instantáneas y media son nulas. En este caso el movimiento se denomina, como sabemos, **uniforme**.

ii. Si la aceleración instantánea se mantiene constante durante todo el movimiento, la aceleración media coincidirá con la aceleración instantánea. En este caso el movimiento se denomina **uniformemente variado**. Si aumenta, el movimiento se llama **uniformemente acelerado** y si disminuye, el movimiento se llama **uniformemente retardado** o **de frenado**.

Una vez estudiados estos conceptos, estudiaremos primero algunos movimientos rectilíneos y luego un movimiento circular.



## MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS

Estudiaremos dos tipos de movimientos rectilíneos: el MRU (movimiento rectilíneo uniforme) y los MRUV (movimientos rectilíneos uniformemente variados).

MOVIMIENTO RECTILÍNEO		VELOCIDAD	ACELERACIÓN
UNIFORME		CONSTANTE	NULA
UNIFORMEMENTE VARIADO	UNIFORMEMENTE ACCELERADO	AUMENTA	CONSTANTE
	UNIFORMEMENTE RETARDADO	DISMINUYE	CONSTANTE

### MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU)

**Características** → Trayectoria = recta.  
Velocidad = constante.  
Aceleración = nula.

Fórmula o **ecuación del movimiento rectilíneo uniforme (MRU)**:

$$x = x_0 + v \cdot t$$

Donde:  $x_0$  = posición inicial.

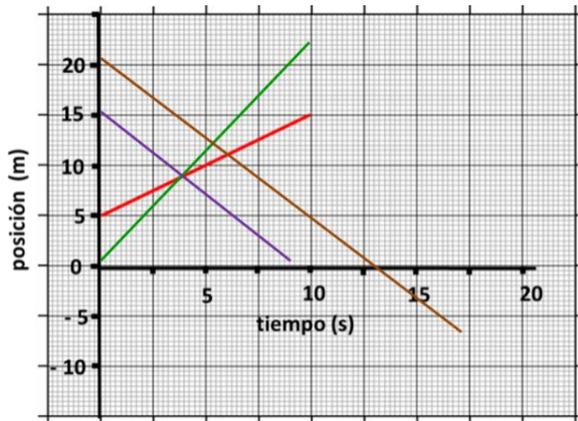
$x$  = posición final.

$v$  = velocidad.

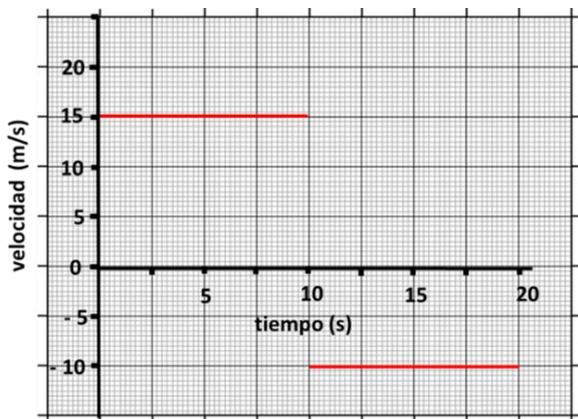
$t$  = tiempo.



### Gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo:



Las gráficas posición-tiempo de los MRU son líneas rectas, ya que se recorren distancias iguales en tiempos iguales. Es importante destacar que **la pendiente de cada una de estas rectas nos da la velocidad media** (que en este caso coincide con todas las velocidades instantáneas) de cada móvil.



Las gráficas velocidad-tiempo de los MRU son líneas rectas horizontales, ya que la velocidad se mantiene constante en todo momento.

### MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)

Características → Trayectoria = recta

Velocidad = variable

Aceleración = constante.

Fórmulas (la primera se conoce como **ecuación del movimiento rectilíneo uniformemente variado**):

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$
$$v = v_0 + a \cdot t$$



Donde:  $x_0$  = posición inicial.

$x$  = posición final.

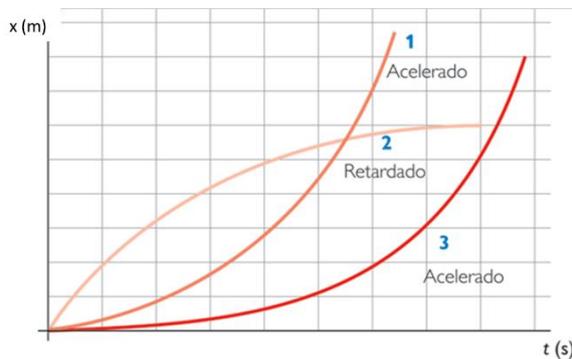
$v_0$  = velocidad inicial.

$v$  = velocidad final.

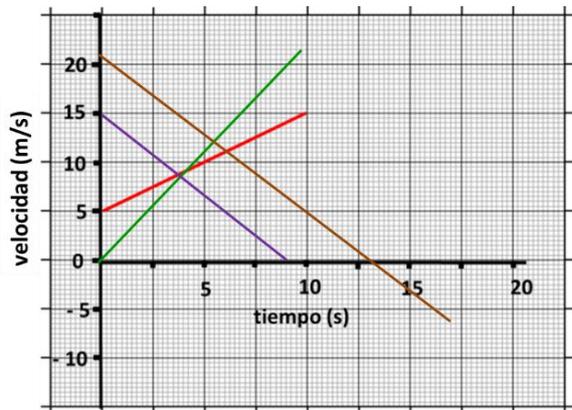
$a$  = aceleración.

$t$  = tiempo.

Gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo:



Las gráficas posición-tiempo de los MRUV son ramas de parábola ya que la posición varía con el cuadrado del tiempo (relación cuadrática posición-tiempo). La pendiente de la recta tangente en cada punto de estas curvas sería la velocidad instantánea.



Las gráficas velocidad-tiempo de los MRUV son líneas rectas ya que la velocidad varía de manera uniforme (ya que la aceleración se mantiene constante). Las rectas son ascendentes si la velocidad va aumentando (movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, MRUA) y descendentes cuando la velocidad disminuye (movimiento rectilíneo uniformemente retardado, MRUR).

## MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS DEBIDOS A LA GRAVEDAD

Si se deja caer un cuerpo desde una cierta altura, éste será atraído por la Tierra con la aceleración de la gravedad y experimentará un movimiento rectilíneo dirigido hacia el suelo. Se trata por lo tanto de un M.R.U.V. Lo mismo ocurre si el cuerpo es lanzado verticalmente hacia abajo con una cierta velocidad inicial. Por último, si se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba, éste ascenderá hasta una cierta altura y luego volverá hacia el suelo en caída libre.

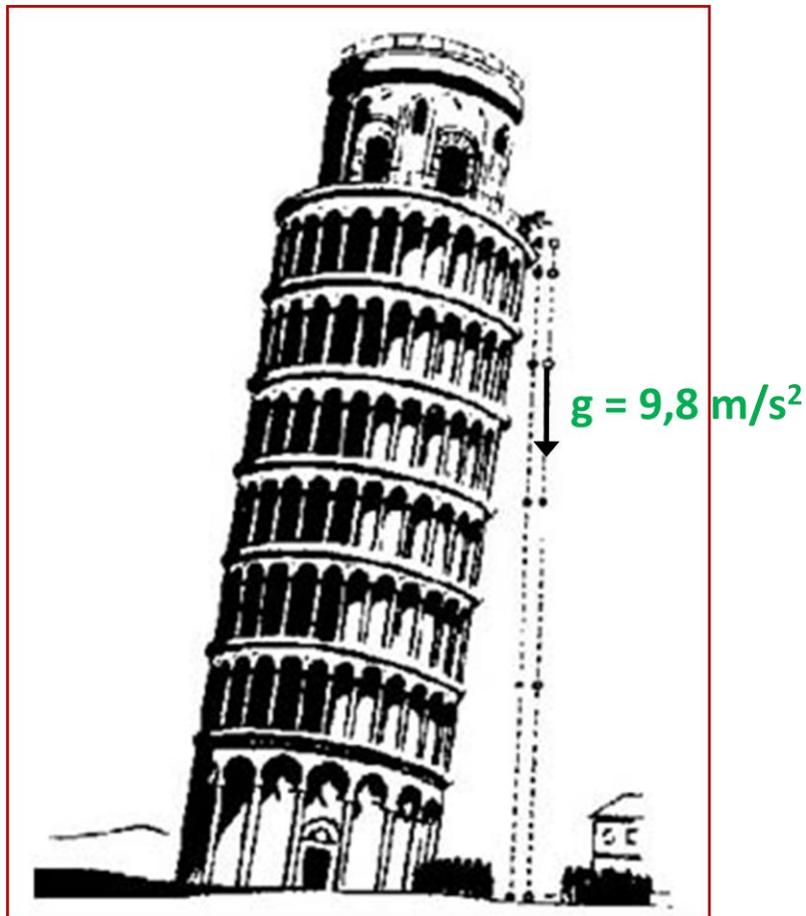
Por lo tanto, podemos distinguir tres tipos de movimientos, todos ellos rectilíneos y uniformemente variados: CAÍDA LIBRE, LANZAMIENTO VERTICAL HACIA ARRIBA y LANZAMIENTO VERTICAL HACIA ABAJO.



Para los tres serán aplicables, por lo tanto, las ecuaciones del M.R.U.V., sin más que sustituir  $a$  (aceleración) por  $g$  (aceleración de la gravedad, cuyo valor en la superficie de la Tierra es  $9,81 \text{ m/s}^2$ ).

$$y = y_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$
$$v = v_0 - g \cdot t$$

Al tratarse de movimientos verticales, se han representado las posiciones por “ $y$ ” en lugar de “ $x$ ”. Además, como  $g$  va dirigida siempre hacia la Tierra (hacia abajo), se ha puesto negativa.





## MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

Un **movimiento circular** es aquel cuya trayectoria es una circunferencia. En nuestra vida cotidiana estamos rodeados por objetos que describen movimientos circulares:

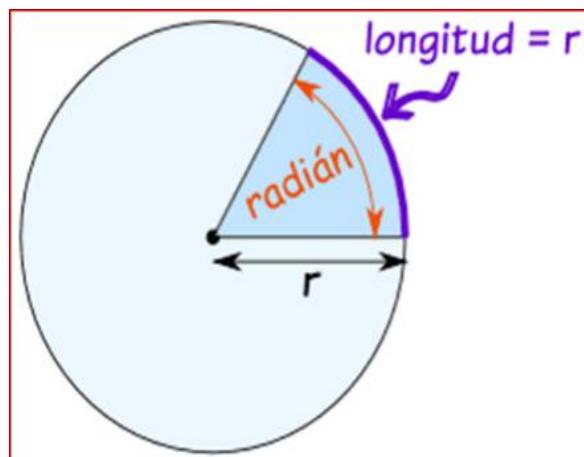


En particular, **el movimiento circular uniforme (MCU)** es el movimiento de un cuerpo que tiene por trayectoria una circunferencia y describe arcos iguales en tiempos iguales, es decir, que gira con velocidad constante.

Para estudiar los movimientos circulares podemos utilizar las magnitudes lineales que hemos utilizado para estudiar los movimientos rectilíneos: desplazamiento, espacio recorrido, velocidad lineal, etc. Sin embargo, es más sencillo y práctico describir estos movimientos utilizando **magnitudes angulares**.

Para la medida de ángulos estamos acostumbrados utilizar los grados sexagesimales. Sabemos que una circunferencia completa equivale a  $360^\circ$ . Sin embargo, la unidad para la medida de ángulos en el Sistema Internacional de Unidades es el **radián (rad)**.

Por definición, un radián equivale a un ángulo que, teniendo su vértice en el centro de una circunferencia, le corresponde un arco de longitud igual al radio de la circunferencia. A una circunferencia completa corresponden, independientemente de su radio,  $2\pi$  radianes.



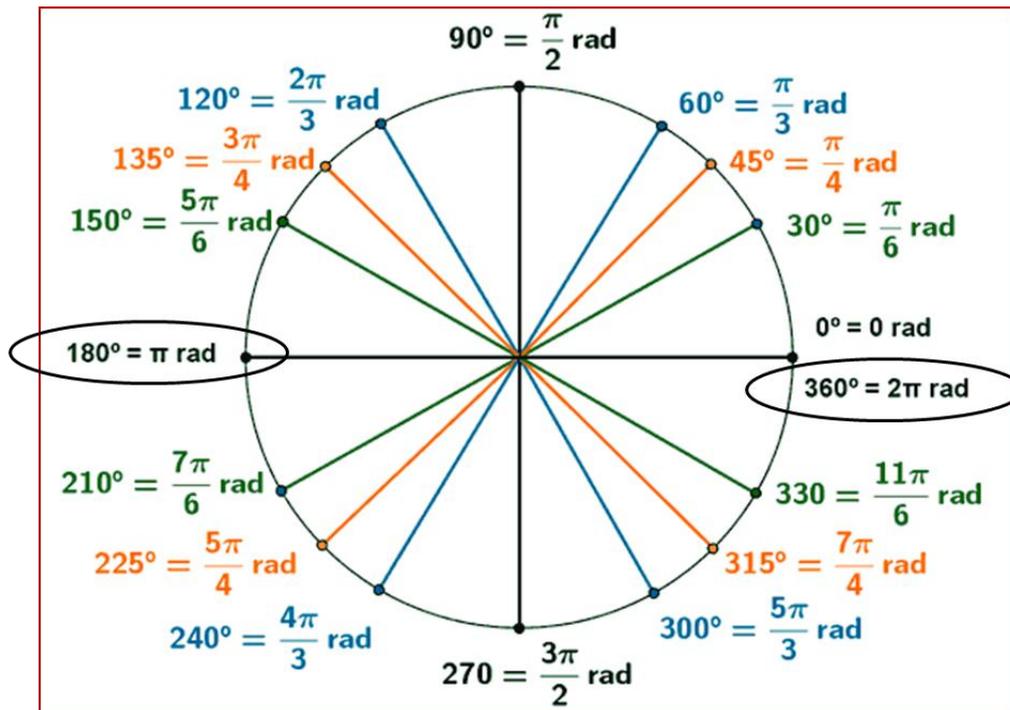


Por lo tanto, la equivalencia entre grados sexagesimales y radianes sería:

$$1 \text{ circunferencia completa} = 1 \text{ vuelta} = 360^\circ = 2\pi \text{ rad}$$

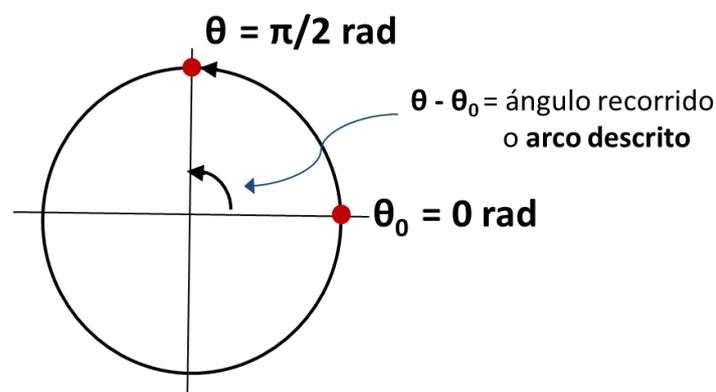
O si se prefiere:

$$180^\circ = \pi \text{ rad}$$



Equivalencia entre grados sexagesimales y radianes

De este modo, es muy fácil indicar la posición que ocupa un cuerpo que realiza un M.C.U. en cada momento mediante **posiciones angulares** ( $\theta$ ) expresadas en radianes. Observa el siguiente esquema que representa el movimiento de un móvil que gira:





donde  $\theta_0$  representa la posición angular inicial y  $\theta$  representa la posición angular final (ambas expresadas en radianes). Teniendo en cuenta esto y simbolizando el tiempo por  $t$  y la velocidad angular por  $\omega$ , la **ecuación de un movimiento circular uniforme** sería:

$$\theta = \theta_0 + \omega \cdot t$$

La velocidad angular se puede definir como la **relación entre el arco descrito por el móvil y el tiempo invertido en ello**. Se simboliza como  $\omega$  y en el S.I. se expresa en **rad/s**. ¡¡En un MCU la velocidad angular ( $\omega$ ) es constante!!, del mismo modo que lo es la velocidad lineal ( $v$ ) en un MRU.

Observa el parecido entre esta ecuación del MCU y la ecuación del MRU:

$x = x_0 + v \cdot t$	M.R.U.
$\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$ $\theta = \theta_0 + \omega \cdot t$	M.C.U.

¡¡Sólo hay que cambiar las magnitudes lineales por las correspondientes angulares!!

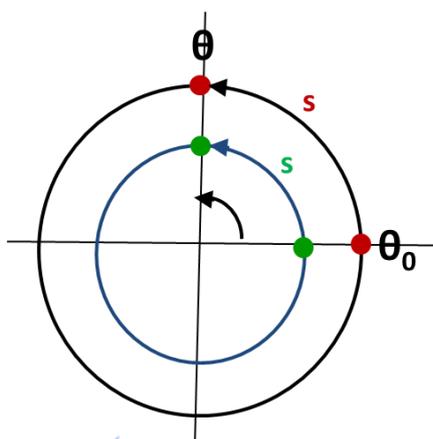
A continuación se explican otras magnitudes importantes relacionadas con el MCU y se establecen relaciones entre ellas muy útiles en la práctica.

Llamamos **período (T)** al tiempo que tarda un móvil con MCU en dar una vuelta completa. Lógicamente, en el S.I. se expresa en **segundos (s)**. Por otra parte, llamamos **frecuencia (f)** al número de vueltas que da un móvil con MCU en la unidad de tiempo. La unidad de frecuencia es el **hercio (Hz)**, que equivale al número de vueltas realizadas en un segundo. Matemáticamente el período y la frecuencia son magnitudes inversas.

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

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

Ahora, observa y razona:



Ambos cuerpos, que giran con la misma velocidad angular, han descrito el mismo ángulo en el mismo tiempo; sin embargo, el cuerpo rojo (que describe una circunferencia de mayor radio) ha recorrido más distancia que el cuerpo verde (que describe una circunferencia de menor radio). Por lo tanto, la velocidad lineal del cuerpo rojo es mayor que la del cuerpo verde. La relación entre el ángulo descrito ( $\theta$ ) y el espacio recorrido sobre la trayectoria ( $s$ ) es:

$$s = \theta \cdot r$$

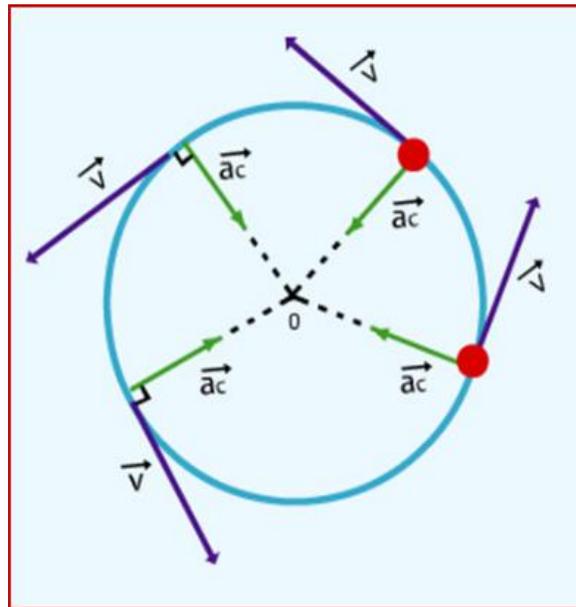


donde  $r$  representa el radio de la circunferencia trayectoria en cada caso.

Si se divide miembro a miembro la expresión anterior entre el tiempo, obtenemos la relación entre la velocidad angular ( $\omega$ ) y la velocidad lineal ( $v$ ):

$$v = \omega \cdot r$$

Como en un MCU la velocidad angular se mantiene invariable, según la fórmula anterior, la velocidad lineal también lo será ¡¡pero sólo su módulo, porque, como puedes ver en el dibujo, su dirección varía constantemente!! Como puedes observar también, el vector  $v$  que representa la velocidad lineal del cuerpo que gira es, en todo momento, ¡tangente a la trayectoria! Es decir, la velocidad lineal cambia, aunque solo sea su dirección y, por lo tanto, hay una aceleración. Esta nueva aceleración que tiene en cuenta la variación en la dirección de la velocidad lineal se llama **aceleración normal o centrípeta** ( $a_n$  o  $a_c$ ), es perpendicular a la trayectoria del móvil en cada punto y está dirigida siempre hacia el centro de la circunferencia. Su módulo es:

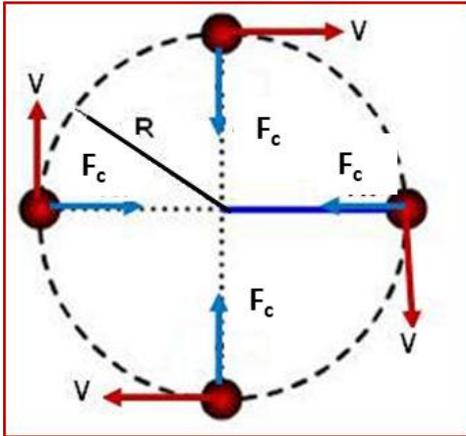


$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$$

La fuerza responsable de la aceleración normal o centrípeta descrita anteriormente actúa en la misma dirección y sentido que ésta y se llama **fuerza normal o centrípeta** ( $F_n$  o  $F_c$ ). Su módulo vale:

$$F_c = m \cdot a_c = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

donde  $m$  representa la masa del cuerpo que gira.



La fuerza centrípeta es la responsable del movimiento circular uniforme y cuando dicha fuerza desaparece, el cuerpo tiende a moverse en línea recta en la dirección de la velocidad que tenga en ese momento. La fuerza centrípeta que hace girar la bola es la tensión de la cuerda. Si esta se rompe (o el atleta la suelta), la bola sale tangente con una trayectoria rectilínea, pues la fuerza centrípeta que la obliga a describir una circunferencia desaparece.

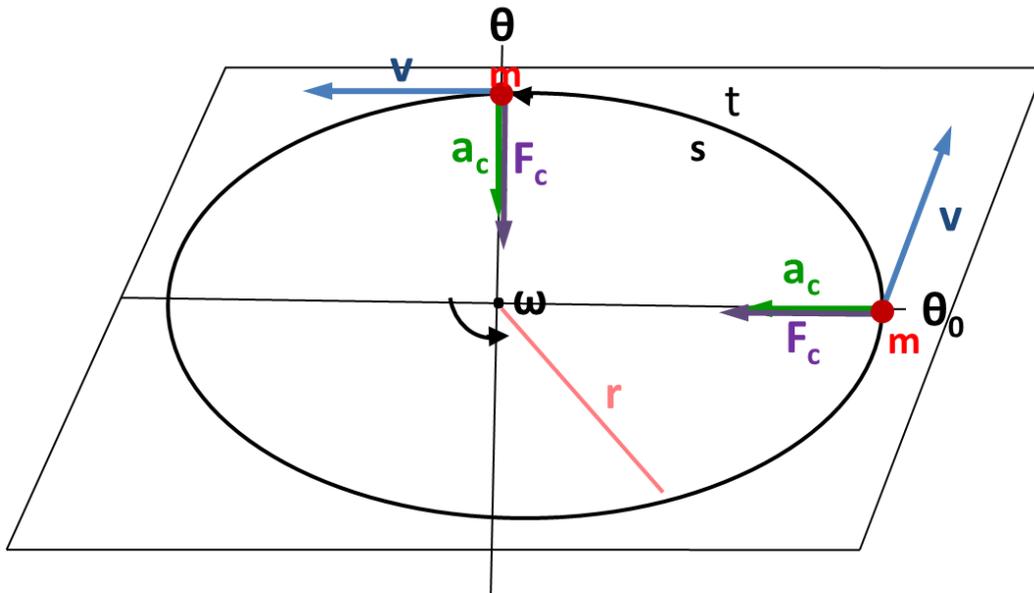
Utilizando algunas de las relaciones y conceptos dados anteriormente, se pueden establecer estas otras que relacionan velocidad lineal, período y frecuencia, por un lado, y velocidad angular, período y frecuencia, por otro.

$$v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$



En el siguiente esquema puedes ver representadas todas las magnitudes que intervienen en un MCU:



Representación de magnitudes en un MCU

SIMBOLO	NOMBRE	TIPO	UNIDAD S.I.
$\theta_0$	Posición angular inicial	Escalar	rad
$\theta$	Posición angular	Escalar	rad
$\omega$	Velocidad angular	Vectorial	rad/s
$t$	Tiempo	Escalar	s
$T$	Periodo	Escalar	s
$f$	frecuencia	Escalar	Hz
$r$	Radio de la circunferencia	Escalar	m
$s$	Espacio recorrido	Escalar	m
$v$	Velocidad lineal	Vectorial	m/s
$m$	Masa del cuerpo	Escalar	kg
$a_c$	Aceleración normal o centrípeta	Vectorial	$m/s^2$
$F_c$	Fuerza normal o centrípeta	Vectorial	N

Magnitudes que intervienen en un MCU



Y para terminar, un formulario con relaciones entre magnitudes para el estudio del MCU:

$$\theta = \theta_0 + \omega \cdot t$$

$$s = \theta \cdot r$$

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

$$v = \omega \cdot r$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

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

$$v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f$$

$$F_c = m \cdot a_c = m \cdot \frac{v^2}{r}$$



## **ACTIVIDADES PARA PRACTICAR**

1.- Un ciclista lleva una velocidad constante de 10 m/s dirigiéndose hacia la meta. Cuando comenzamos a contar el tiempo está a 6 km de la meta.

- Escribe la ecuación del movimiento.
- ¿Cuál será su posición cuando hayan transcurrido 3 minutos? ¿Qué distancia recorrió en ese tiempo?
- ¿Cuánto tiempo tardará en llegar a la meta?

2.- En una competición deportiva un coche mantiene una velocidad constante de 35 m/s. Cuando se puso el reloj en marcha el coche se encontraba 300 m después de haber pasado frente al primer control. Los controles sucesivos están separados a una distancia de 500 m entre ellos.

- Escribe una ecuación que pueda representar el movimiento de ese coche.
- Calcular en qué momento pasó el coche por el segundo control.
- Calcular en qué posición se encontraba el coche 32,5 s después de haber empezado a circular.

3.- Un móvil se desplaza según la siguiente ecuación  $x = 25 - 10t$ . La posición y el tiempo se expresan en unidades del S.I.

- ¿El móvil parte del origen del sistema de referencia? ¿Cuál es su velocidad? Exprésala en km/h.
- Hallar la posición al cabo de 1 minuto y la distancia recorrida en ese momento.
- Calcular el tiempo transcurrido hasta que el móvil se encuentra a 300 m del origen y el tiempo necesario para que se desplace 1 km.
- Construye la gráfica posición-tiempo para este móvil y calcula gráficamente su velocidad.

4.- Un galgo quiere atrapar a una liebre que está a 100 m delante de él. Si la velocidad de la liebre es de 15 m/s y la del galgo 72 km/h. ¿Cuánto tiempo tardará en alcanzarla?

5.- Una liebre es perseguida por un galgo con una distancia entre ambos de 75 m. La liebre corre a 63 km/h en línea recta hacia su madriguera, situada a 500 m. El galgo corre a 90 km/h en la misma dirección. Se desea saber si el galgo alcanzará o no a la liebre y, en caso de que lo haga, en qué punto la alcanza.

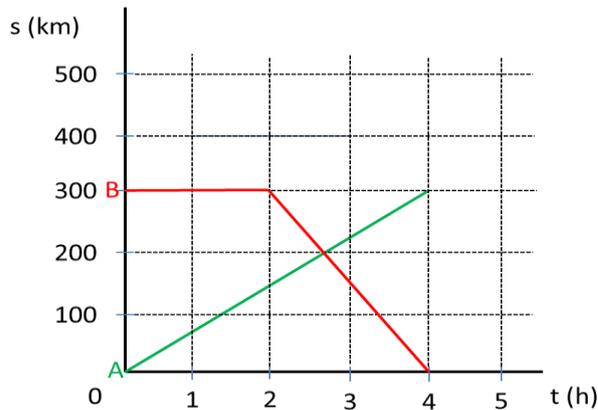
6.- Dos móviles se mueven en línea recta, en el mismo sentido, con velocidades constantes de 10 y 20 m/s respectivamente, e inicialmente separados 15 metros.

- ¿Qué tiempo transcurre para que el segundo alcance al primero?
- ¿Qué distancia ha recorrido cada uno hasta ese momento?
- Dibuja las gráficas posición-tiempo de ambos móviles (una única gráfica posición-tiempo para ambos móviles) y comprueba gráficamente los resultados obtenidos en los apartados anteriores.



7.- En la siguiente gráfica se representa el movimiento de dos trenes entre las ciudades A y B, que distan 300 km. Si uno de los trenes salió de la ciudad A a las 9 de la mañana, halla:

- La hora de salida del otro tren.
- Dónde y cuándo se cruzan ambos trenes.
- La hora de llegada a sus respectivos destinos.



8.- Un tren marcha a la velocidad de 72 km/h y frena a razón de  $180 \text{ m/min}^2$ . Hallar la velocidad del tren pasados tres minutos, la distancia recorrida en ese tiempo y el tiempo que tarda en pararse.

9.- Un móvil que posee una velocidad de 180 km/h se detiene completamente después de recorrer 100 metros. ¿A qué aceleración ha estado sometido? ¿Cuánto tiempo empleó en el frenado? ¿En qué momento su velocidad fue 50 km/h?

10.- Un camión y un coche inician el movimiento en el mismo instante, en la misma dirección y sentido, desde dos semáforos contiguos de la misma calle. El camión tiene una aceleración constante de  $1 \text{ m/s}^2$  mientras que el coche acelera a  $2,5 \text{ m/s}^2$ . El coche alcanza al camión cuando el camión ha recorrido 50 metros. ¿Cuánto tiempo tarda el coche en alcanzar al camión? ¿Qué distancia separa los dos semáforos? ¿Qué velocidad posee cada vehículo cuando están emparejados?

11.- Un móvil que parte del origen del sistema de referencia desde el reposo, comienza a moverse con aceleración  $a=2 \text{ m/s}^2$ . Construir las gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo para este móvil durante los 10 primeros segundos de su movimiento.

12.- Un avión inicia el aterrizaje con una velocidad de 360 km/h. Sus frenos le permiten una aceleración de frenado de  $6 \text{ m/s}^2$ . ¿Qué longitud mínima tiene que tener la pista de aterrizaje?

13.- El maquinista de un tren advierte un obstáculo en la vía a unos 250 metros de donde se encuentra el tren, y en ese instante frena con una aceleración constante de  $3 \text{ m/s}^2$ . Si la velocidad inicial del tren es de 108 km/h, averigua si se detendrá antes de llegar al obstáculo.



14.- La ecuación que describe el movimiento de un móvil es  $x = 10 + t^2$ , en unidades del S.I. Halla:

- La posición inicial, la velocidad inicial y la aceleración del móvil.
- Construye la gráfica posición-tiempo.
- ¿Qué distancia recorrerá este móvil en los primeros 5 segundos de su movimiento? ¿Y en los 5 segundos siguientes?
- Halla la ecuación que relaciona la velocidad con el tiempo y construye la gráfica velocidad-tiempo.
- ¿Qué velocidad lleva este móvil a los 5 segundos de iniciar su movimiento? ¿Y a los 10 segundos?

15.- Un móvil se mueve en línea recta según la siguiente ecuación, cuyas unidades se expresan todas en el S.I.:  $x = 220 + 100t - 5t^2$ . Halla:

- La ecuación que nos da la velocidad instantánea en función del tiempo.
- La posición inicial, la velocidad inicial y la aceleración del móvil. ¿Acelera o frena?
- Momento en que el móvil pasa por el origen del sistema de referencia.
- ¿Llegará a estar en reposo en móvil en algún momento?
- ¿Qué posición y qué velocidad llevará el móvil a los 10 segundos de iniciar su movimiento?

Dibuja las correspondientes gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo.

16.- Un tren de metro arranca con una aceleración de  $0,5 \text{ m/s}^2$ . Al cabo de 40 segundos, el conductor corta la corriente y deja que el tren siga con la velocidad adquirida. ¿Cuánto tiempo tardará en recorrer los primeros 1.040 metros?

17.- Un coche acelera desde el reposo a  $3 \text{ m/s}^2$  durante 10 segundos. A partir de ese momento continúa con la velocidad adquirida hasta los 25 segundos. Desde ese momento hasta los 40 segundos, momento en el que se para, va con movimiento rectilíneo uniformemente retardado. Calcular la distancia total recorrida y trazar la gráfica velocidad-tiempo.

18.- Cuando un semáforo se pone en verde, un automóvil se empieza a mover con una aceleración de  $2 \text{ m/s}^2$ . Al mismo tiempo, una moto pasa por su lado con velocidad constante de 16 m/s. Calcula:

- La distancia que hay entre el semáforo y el lugar donde se encuentran el coche y la moto.
- La velocidad que lleva el coche en el lugar donde se han encontrado.

Dibuja las gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo de ambos móviles (una única gráfica posición-tiempo para ambos móviles y otra única gráfica velocidad tiempo para los dos).

19.- Un coche eléctrico circula a velocidad constante de 60 km/h. Cuando pasa por mi lado, arranco la moto. Si la aceleración de ésta es constante e igual a  $2 \text{ m/s}^2$ , ¿cuánto tiempo tardaré en alcanzar el coche?



- 20.- Sobre un camino recto, dos puntos A y B están separados 300 m. Partiendo del reposo, un móvil sale de A hacia B acelerando a razón de  $2 \text{ m/s}^2$ . Simultáneamente otro móvil sale de B hacia A con velocidad constante de 20 m/s. ¿A qué distancia de A ocurre el encuentro?
- 21.- Un cuerpo cae libremente desde 80 metros de altura. ¿Cuál es la duración de la caída? ¿Con qué velocidad chocará contra el suelo?
- 22.- Lanzamos un cuerpo verticalmente hacia arriba con una velocidad de 45 m/s. ¿Cuál será su velocidad y su posición a los 3 segundos del lanzamiento? ¿Qué altura máxima alcanza y en qué momento lo hace?
- 23.- Desde una altura de 40 m lanzamos verticalmente hacia abajo un cuerpo con una velocidad de 15 m/s. ¿Con qué velocidad llegará al suelo? ¿Cuál ha sido el tiempo empleado?
- 24.- Se lanza un cuerpo verticalmente hacia abajo desde una altura de 160 m y llega al suelo con una velocidad de 60 m/s. ¿Con qué velocidad se lanzó? ¿Qué tiempo empleó en caer?
- 25.- Desde lo alto de un rascacielos se lanza verticalmente hacia arriba un cuerpo con una velocidad de 20 m/s y llega al suelo a los 7 segundos del lanzamiento. ¿Qué altura tiene el rascacielos?
- 26.- Desde una altura de 100 metros lanzamos un cuerpo verticalmente hacia arriba y tarda 10 segundos en llegar al suelo. ¿Con qué velocidad fue lanzado? ¿Con qué velocidad llegará al suelo?
- 27.- Un globo está a 80 m del suelo. Calcula el tiempo que tarda en llegar al suelo un objeto en los siguientes casos: a) el globo está en reposo; b) el globo desciende con una velocidad de 2 m/s; c) el globo asciende con una velocidad de 2 m/s.
- 28.- Desde la terraza de un edificio, situada a 50 m de altura, se lanzan dos piedras de 100 gramos cada una. Las dos piedras se lanzan al mismo tiempo, una verticalmente hacia arriba con una velocidad de 40 m/s, y la otra se deja caer en caída libre. ¿Llegará la primera piedra a alcanzar su altura máxima antes de que la segunda llegue al suelo? ¿Qué altura máxima, medida desde el suelo, alcanza la primera piedra? ¿Con qué velocidad golpea el suelo la segunda piedra?
- 29.- Un móvil gira a razón de 15 vueltas cada 5 segundos. Calcular: a) su velocidad angular, su período y su frecuencia; b) El número de vueltas que dará en 20 segundos; c) Si el radio es de 60 cm, su velocidad lineal y su aceleración normal.
- 30.- El período de un móvil que recorre una circunferencia de 40 cm de diámetro es 4 segundos. Calcular su velocidad angular, su frecuencia, su período, el número de vueltas que dará en 10 segundos y su aceleración normal.
- 31.- Los radios de una rueda de bicicleta miden 45 cm y recorren un arco de  $270^\circ$  en un cuarto de segundo. Hallar la velocidad angular, el período, la frecuencia y la velocidad del ciclista expresada en km/h.



32.- Una rueda de diámetro 1 metro describe una vuelta completa en 2 segundos. Calcular: a) la distancia recorrida por un punto de la periferia de la rueda en esos 2 segundos y la velocidad a la que ha girado dicho punto; b) la velocidad lineal y la aceleración normal con que se desplaza un punto situado en el punto medio de uno de los radios.

33.- Un coche circula a 72 km/h. Si el radio de sus ruedas es de 35 cm, ¿a cuántas r.p.m. están girando sus ejes?

34.- Una rueda de un coche que tiene 80 cm de diámetro gira a razón de 717 r.p.m. Calcular: a) la velocidad angular en rad/s; b) la velocidad lineal de un punto de la periferia de la rueda; c) el número de vueltas que dará la rueda en 1 minuto.

35.- Un cuerpo de 0,5 kg describe una trayectoria circular de 60 cm de diámetro a 33 r.p.m. Calcular: a) su velocidad angular; b) su período y su frecuencia; c) la velocidad lineal de un punto situado en el borde del disco; d) el ángulo descrito en 2 segundos; e) el espacio lineal recorrido por un punto del borde en 2 segundos; f) la aceleración normal de un punto del borde.