

CINEMÁTICA: ESTUDIO DEL MOVIMIENTO

Cinemática es la parte de la Física que estudia la descripción del movimiento de los cuerpos.

1. ¿ Cuándo un cuerpo está en movimiento?

Para hablar de reposo o movimiento hay que elegir un sistema de referencia. Un sistema de referencia es un punto respecto al que referimos el movimiento de los cuerpos, dotado de unos ejes respecto a los cuales damos la posición del cuerpo (las coordenadas del punto en el que está).

Un cuerpo está en movimiento cuando cambia su posición respecto al sistema que se toma como referencia. Si la posición no cambia, el objeto está en reposo.

Supongamos dos personas dentro de un coche en movimiento, el conductor y su acompañante. El acompañante está en reposo respecto al conductor, pero está en movimiento respecto un punto exterior al coche.

Por eso decimos que todos los movimientos son relativos, es decir, dependen del punto que tomemos de referencia para su estudio.

2. Magnitudes para describir cuerpos en movimiento.

Para localizar un móvil en cada momento debemos conocer:

- Un **punto de referencia**, u **origen**, que se elige sobre la trayectoria y se designa con la letra O.
- La **posición**, que nombramos con la letra x , es la magnitud que describe el punto sobre el que se encuentra el objeto, referido al origen. El signo de la posición es diferente si el móvil está a un lado del origen o al otro (positivo en un caso y negativo en el otro), tal y como se toman los signos en matemáticas.

Describir un movimiento es conocer dónde está el móvil en cada momento. Esto es, decir qué vale la posición x para cada momento t . Esto se puede hacer de tres maneras:

- Mediante una *tabla de valores $x-t$* .
- Mediante una *representación gráfica $x-t$* .
- Mediante una *ecuación $x(t)$* , es decir, una "fórmula" que relacione la posición con el tiempo, y en la que podamos sustituir valores. A esta fórmula se la conoce como **ecuación del movimiento**.

A partir de esto se pueden definir otras propiedades, tales como:

- La **trayectoria**, que es la línea de todos los puntos por los que pasa el cuerpo, es decir, el camino que sigue. Puede ser rectilínea o curvilínea.
- El **desplazamiento** (Δx), que es la magnitud que describe cuánto se ha movido el objeto en un intervalo de tiempo. Viene dada por la posición final

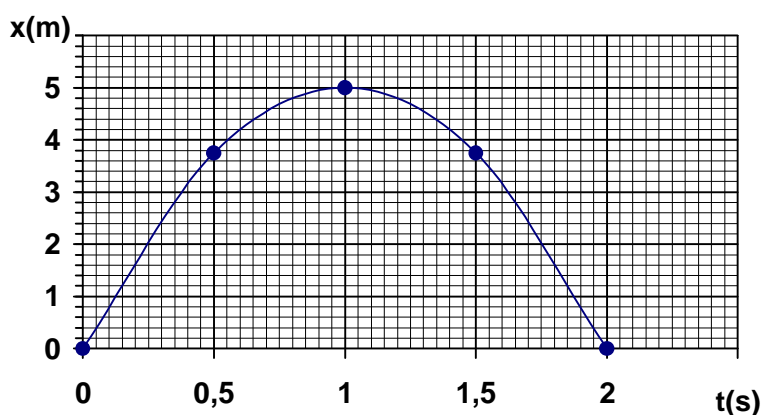
del móvil menos la inicial, $\Delta x = x - x_0$. El desplazamiento puede ser positivo o negativo, y en el S.I. se mide en metros.

- La **distancia recorrida** (d). Es la cantidad de metros que ha recorrido el móvil. Si no cambia el sentido del movimiento, coincide con el valor absoluto del desplazamiento. Sin embargo, cuando un móvil sufre un cambio de sentido, el desplazamiento no coincide con el espacio recorrido. Es el caso de una pelota lanzada hacia arriba y que la recogemos cuando cae. Las posiciones de la pelota en la subida y en la bajada en función del tiempo son:

x (m)	0	3'75	5'00	3'75	0
t (s)	0	0'5	1'0	1'5	2'0

El desplazamiento total es $x - x_0 = 0 - 0 = 0$. El espacio recorrido ha sido de 5 m hacia arriba hasta que se para la pelota, y 5 m hacia abajo. Por tanto, la distancia total recorrida es de 10 m, que no coincide con el desplazamiento.

Si realizamos un gráfico posición- tiempo (x-t) obtenemos:



3. Descripción del movimiento

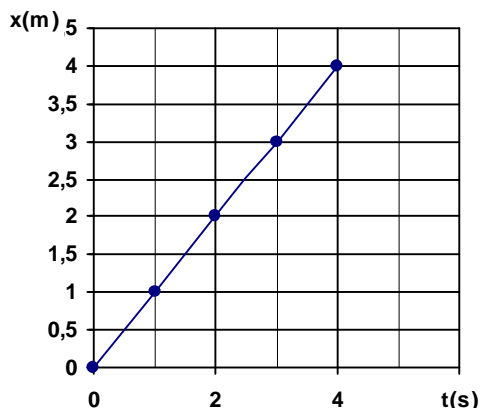
Para describir un movimiento es suficiente con indicar la trayectoria y la relación entre la posición y el tiempo (x-t) que puede ser una gráfica o la ecuación del movimiento.

Por ejemplo:

Un móvil sigue una trayectoria rectilínea y las posiciones que ocupa en función del tiempo son:

x (m)	0	1	2	3	4
t (s)	0	1	2	3	4

Representar el gráfico x-t



La ecuación que relaciona estas dos variables es $x = t$. Se llama ecuación del movimiento y se obtiene hallando la pendiente y la ordenada en el origen a partir de los datos de la gráfica.

Sustituyendo en la ecuación del movimiento los valores para el t (variable independiente) obtenemos los valores de la posición en la tabla de valores.

4. La velocidad

La velocidad de un móvil es la magnitud que describe cómo de rápido se desplaza. Por tanto, es el desplazamiento por unidad de tiempo. Su unidad en el S.I es el metro por segundo (m/s).

Hay veces que se utiliza el km/h. La equivalencia entre las dos unidades es :

$$1 \frac{\text{Km}}{\text{h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La velocidad media de un móvil se calcula dividiendo el desplazamiento entre el tiempo empleado:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

La velocidad instantánea es la que lleva el móvil en cada momento. Coincide con la velocidad media de un móvil que se mueve con velocidad constante.

La velocidad es, en realidad, una magnitud vectorial. Queda definida por su módulo, dirección y sentido.

El módulo es el valor numérico de la velocidad.

La dirección es tangente a la trayectoria del móvil.

El sentido es el del movimiento.

La velocidad se representa, pues, por un vector tangente a la trayectoria en el sentido del movimiento, con su punto de aplicación en el móvil.

5. Clasificación de los movimientos

Los movimientos quedan determinados por la trayectoria y por el módulo de la velocidad; por tanto, se pueden clasificar de acuerdo a dos criterios:

- según sea la trayectoria, el movimiento puede ser rectilíneo o curvilíneo. En el movimiento rectilíneo, el vector velocidad tendrá siempre la misma dirección, la

de la recta. En el curvilíneo el vector velocidad cambia de dirección para ser tangente a la trayectoria en cada instante.

- Según el módulo de la velocidad, el movimiento puede ser uniforme o variado. Si el módulo de la velocidad permanece constante, será uniforme; si varía el módulo de la velocidad, el movimiento será variado o acelerado.

6. Movimiento rectilíneo uniforme (M.R.U)

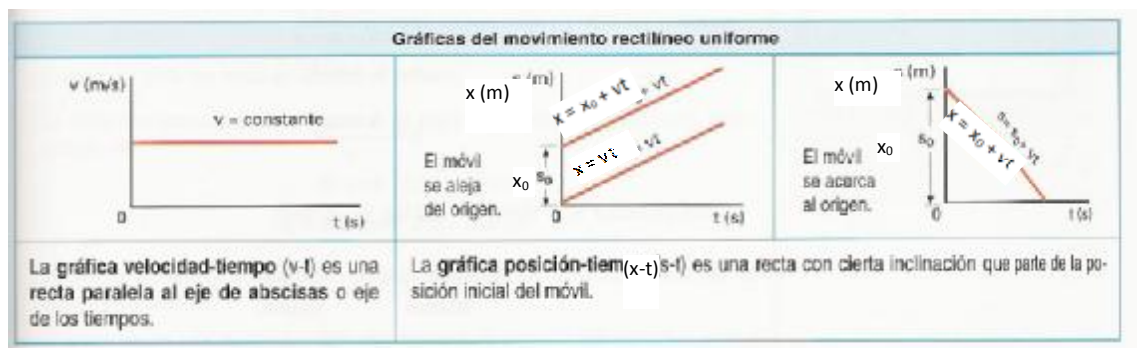
La trayectoria de los movimientos rectilíneos es una línea recta; por tanto, la dirección del vector velocidad, que es tangente a la trayectoria, no varía.

En un movimiento uniforme el módulo de la velocidad no cambia; se recorren distancias iguales en tiempos iguales.

En un MRU, el vector velocidad no cambia de módulo ni de dirección ; es constante

La gráfica s-t del MRU es una recta y su pendiente es el módulo de la velocidad.

La ecuación del movimiento uniforme es $x(t) = x_0 + v t$



En la ecuación de movimiento tendremos en cuenta que la posición inicial puede ser negativa (si empieza a moverse a la izquierda del origen) o positiva (si empieza a moverse a la derecha del origen), y que la velocidad puede ser negativa (si se mueve hacia la izquierda del sistema de referencia) o positiva (si se mueve hacia la derecha del sistema de referencia).

7. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

Si varía el módulo de la velocidad se dice que hay aceleración.

La aceleración es la magnitud que describe cómo de rápido varía la velocidad. Por tanto, es la variación de la velocidad por la unidad de tiempo. Su unidad en el SI es el m/s^2 :

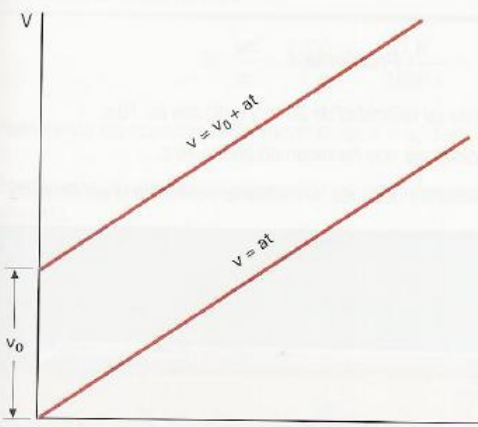
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{\Delta t}$$

En los movimientos rectilíneos la aceleración se representa por un vector tangente a la trayectoria, en el sentido de la velocidad si aumenta su valor y en sentido contrario si disminuye. El signo de la aceleración será negativa (si se dirige hacia la izquierda del sistema de referencia) o positiva (si se dirige hacia la derecha del sistema de referencia).

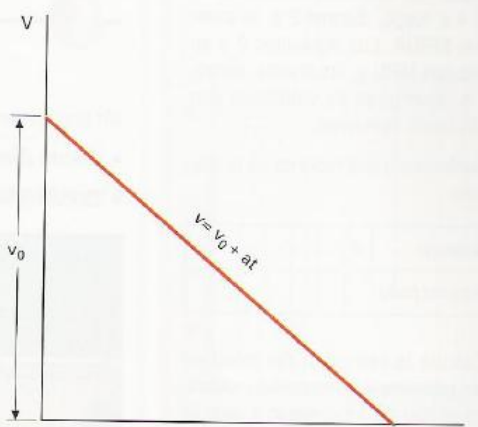
Ecuaciones del MRUA	
Relación velocidad-tiempo	
De la definición de la aceleración:	
$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{v - v_0}{t} \quad (\text{suponiendo que } t_0=0)$	
De aquí se puede despejar y obtener la ecuación de la velocidad : $v(t) = v_0 + at$	
Relación posición-tiempo	
Ecuación del movimiento : $x(t) = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$	

Gráficas del MRUA

Gráficas velocidad-tiempo



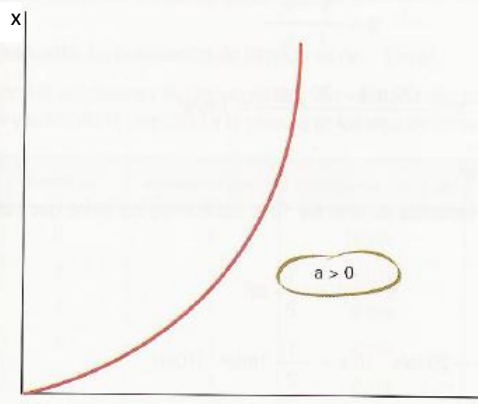
Móvil con aceleración positiva.



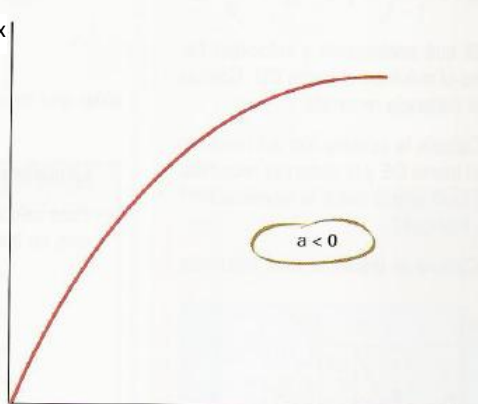
Móvil con aceleración negativa.

La gráfica velocidad-tiempo es una línea recta con cierta inclinación que parte de la velocidad inicial.

Gráficas posición-tiempo



Móvil con aceleración positiva.



Móvil con aceleración negativa.

La gráfica posición-tiempo es una línea curva llamada **parábola**.

8. Caída libre

El movimiento de caída libre tiene lugar cuando un cuerpo se mueve libremente bajo la acción de la gravedad de la Tierra.

A finales del siglo XVI, Galileo comprobó que los cuerpos caen al suelo con un *movimiento rectilíneo uniformemente acelerado* y que la aceleración es independiente de su masa. Por eso, los cuerpos situados a la misma altura caen al suelo con la misma velocidad y al mismo tiempo, sea cual sea su masa. Si no observamos esto en algunos casos, como la caída de una hoja de papel, es por la resistencia del aire. Si estos objetos cayesen en el vacío, todos lo harían con la misma aceleración.

Posteriormente Isaac Newton descubrió que la fuerza responsable de la caída libre de los cuerpos es la fuerza de la gravedad terrestre. Debida a esta fuerza caen con una aceleración de módulo $9,8 \text{ m/s}^2$. Esta recibe el nombre de **aceleración de la gravedad (g)**

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Las ecuaciones del movimiento de caída libre son las del MRUA, atendiendo a que:

1. El movimiento tiene lugar en vertical, por lo que tiene más sentido hablar de y en lugar de x .
2. Lo lógico es tomar el punto de referencia O sobre el suelo, de manera que el sentido "hacia arriba" sea el positivo, y el sentido "hacia abajo" sea el negativo.
3. La altura desde la que soltamos el cuerpo será la posición inicial, normalmente positiva (por encima del suelo).
4. La aceleración será la de la gravedad, que vale $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ de módulo, pero va dirigida *hacia abajo*, por lo que tendrá signo negativo.
5. Si *dejamos caer* el objeto, la velocidad inicial será nula; si no, será positiva si lanzamos hacia arriba, o negativa si lanzamos hacia abajo.

Con esto:

- Ecuación de movimiento de un objeto en caída libre: $y(t) = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$

- Ecuación de la velocidad de un objeto en caída libre: $v(t) = v_0 - g t$