

## Mecánica Clásica

### Cinemática

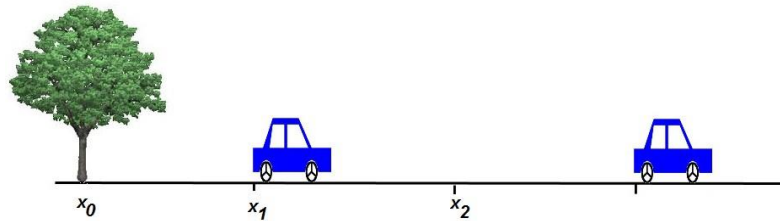
El nombre cinemática deriva de la palabra griega “*kinetos*” cuyo significado es mover o desplazar. La Cinemática es entonces la parte de la física que se ocupa del movimiento de los objetos a través del espacio y el tiempo, sin tener en cuenta las causas que lo producen.

La cinemática comprende cinco movimientos principales, de los cuales nos detendremos sólo en algunos de ellos. Estos son el movimiento rectilíneo uniforme (MRU), el movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV), el movimiento armónico simple, el movimiento circular y el movimiento parabólico.

Definiremos algunos conceptos que serán necesarios a lo largo de esta unidad:

### Posición (x)

Se llama posición al lugar que un móvil ocupa en el espacio. En cinemática se asume que los móviles (los carritos en el ejemplo anterior) no tienen volumen, no ocupan espacio, es decir, son un punto, de allí que se los llama “puntuales”. Es un modelo “ideal”, que permite simplificar el estudio del movimiento. La posición tiene unidad de longitud (por ejemplo, cm, m, km). Cuando veamos que la  $x$  tiene un subíndice (por ejemplo, “ $x_1$ ”) se está haciendo referencia a un lugar en particular.



### Desplazamiento, ( $x_2 - x_1$ ), $\Delta x_{12}$

Es la diferencia entre dos posiciones (la posición posterior menos la posición anterior).

### Instante de tiempo, t

Momento único e irreplicable en el transcurso del tiempo. Se indica con cualquier unidad de tiempo (por ejemplo: el segundo, s, en referencia a una escala arbitraria). Al igual que lo dijimos con “ $x_1$ ”, cuando veamos  $t$  con un subíndice (por ejemplo, “ $t_1$ ”) estamos haciendo referencia a un instante en particular.

### Intervalo de tiempo, ( $t_2 - t_1$ ), $\Delta t_{12}$

Es el tiempo transcurrido entre dos instantes. Se obtiene restando el instante posterior menos el instante anterior.

### Velocidad media, $v_m$

Es el cociente entre un desplazamiento cualquiera y el intervalo de tiempo correspondiente. Se mide en cualquier unidad de longitud dividida cualquier unidad de tiempo, por ejemplo m/s.

### Velocidad, o velocidad real, o velocidad instantánea, v

En palabras sencillas, es el cociente entre un desplazamiento en el intervalo de tiempo extremadamente pequeño.

### Aceleración media, $a_m$

Es el cociente entre un incremento o un decremento de velocidad y el intervalo de tiempo en el que esa variación transcurre. Se mide en cualquier unidad de velocidad dividida cualquier unidad de tiempo. Por ejemplo m/s

### Trayectoria

Sucesión de posiciones por las que va pasando un móvil.

### Ecuación horaria o ecuaciones de movimiento, $x = f(t)$

Es cualquier función matemática entre el conjunto de las posiciones "x" y el conjunto de los instantes de tiempo "t".

### Esquema

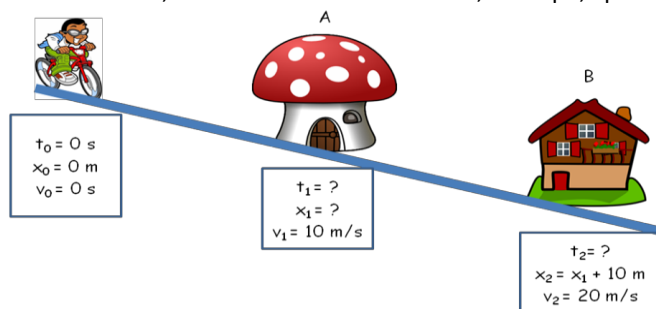
Consiste en dibujar la trayectoria y consignar sobre ella la información cinemática de la que se disponga, en la proximidad (lo más junto posible) de la posición correspondiente. Un esquema bien hecho y completo es garantía casi absoluta de que el ejercicio estará bien resuelto.

Practiquemos cómo hacer un esquema correctamente

Un niño viaja en bicicleta. Parte del reposo por una rampa inclinada con aceleración constante. Pasa por la casa A con una velocidad de 10 m/s y por la casa B con una velocidad de 20 m/s. Si ambos puestos están distanciados 10 metros, se pide calcular la aceleración que experimenta, la distancia del punto de partida a la casa A, y el tiempo transcurrido desde que partió hasta que pasó por la casa B.



Vamos a ponerle los datos que tenemos y los datos que queremos calcular en cada una de las posiciones. En nuestros problemas de cinemática, normalmente incluiremos, tiempo, posición, velocidad y aceleración:

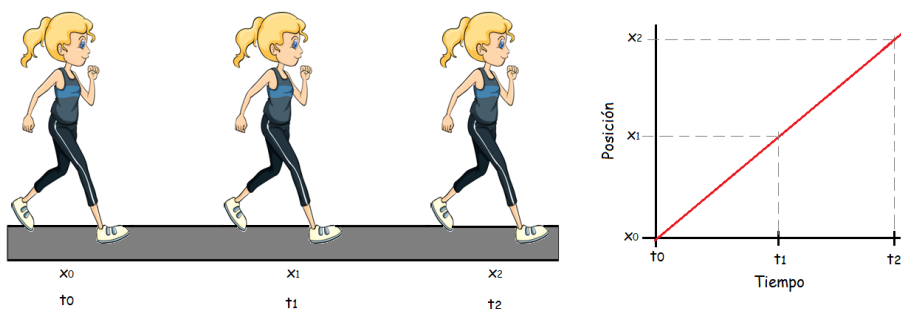


La posición donde se ubica inicialmente el niño, el tiempo de inicio y la velocidad inicial valen 0 (porque hasta que arranca está quieto). Luego van a ser de interés la posición y el tiempo en el que pasa por la casa A (tenemos como dato la velocidad en ese punto) y lo mismo para la casa B. Sabemos, sin embargo, que la distancia entre A y B es de 10 m, por esto si bien no sabemos cuánto vale  $x_2$ , sabemos que su valor será  $x_1$  (la distancia desde donde partió el niño) más la distancia entre ambas casas (10 m). De allí que  $x_2 = x_1 + 10$ .

### Movimiento rectilíneo uniforme, MRU

El MRU es el movimiento más sencillo. La trayectoria, como lo indica su nombre, es una línea recta y la velocidad es constante (no hay aceleración).

Un sistema móvil que se mueve en MRU avanza distancias idénticas en iguales tiempos, dado que la velocidad es constante. Esto quiere decir que por ejemplo, cada 4 segundos siempre estará avanzando la misma distancia. Un esquema de este tipo de movimiento podría ser:



Dado que la velocidad es un valor constante, cuando un móvil se desplaza en MRU, el gráfico de la posición que tiene el móvil en función del tiempo es una línea recta cuya pendiente es la velocidad media. Recordemos de la Unidad 1 de Matemática, que la ecuación de una recta es

$$y = m \times x + b,$$

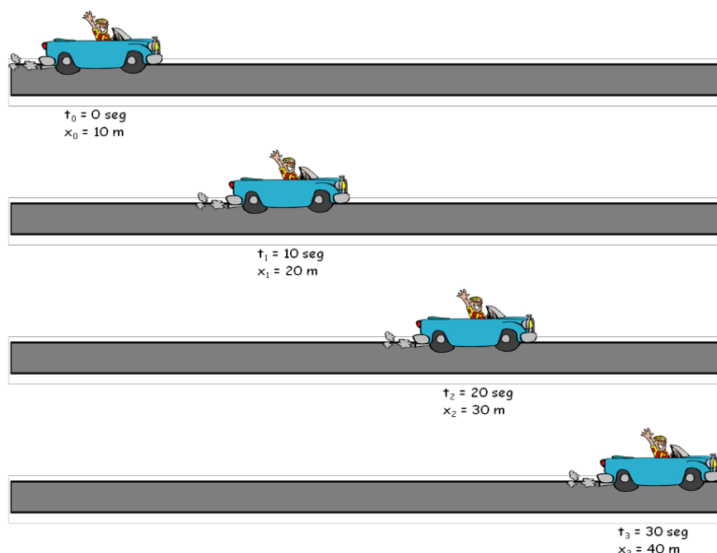
la variable independiente "x", en este caso es el tiempo (t), la variable dependiente "y" es la posición (que usualmente en cinemática aparece como "xi"... a no confundirse...), la pendiente (m) es entonces:

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta(\text{posicion})}{\Delta(\text{tiempo})} = \text{velocidad media}$$

Dependiendo de si representamos un avance o un retroceso, podremos observar una pendiente **positiva** (si es un avance) o una **pendiente negativa** (si es un retroceso)... pero eso dependerá de cómo definimos la posición inicial en el sistema de referencia. Si no hubiera cambio de posición, la recta tendría una pendiente igual a cero.

### Ecuación horaria.

Las ecuaciones horarias, o de movimiento, tienen que contener a la x de trayectoria, y al tiempo t, si no, no son ecuaciones horarias. Tomemos el siguiente ejemplo. Un pasajero viaja en un auto moviéndose en línea recta como se muestra en el esquema. Grafique la posición en función del tiempo, y calcule la velocidad media a la que se desplaza.



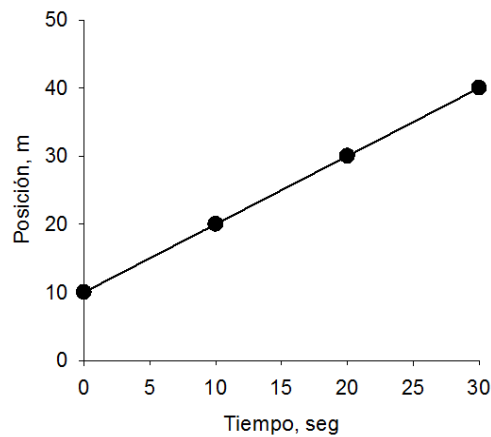
Noten que a tiempo 0 (cuando comenzamos a medir cómo se mueve este automóvil) la posición es 10 m. En este caso, se considera que la trayectoria que vemos comienza a 10 m de la posición inicial. Es decir

que nuestro sistema está referido a una posición inicial a 10 m del punto original.

Construyamos la tabla para realizar el gráfico que nos piden:

Tiempo (seg)	Posición (m)
0	10
10	20
20	30
30	40

Ahora grafiquemos:



La función lineal que describe este caso es:

$$Posición = m \times x + 10m$$

Vamos a calcular "m" que, recordemos, es la velocidad media. Tomamos un  $\Delta x$ , por ejemplo entre 15 s y 25 s

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 25s - 15s$$

$$\Delta x = 10s$$

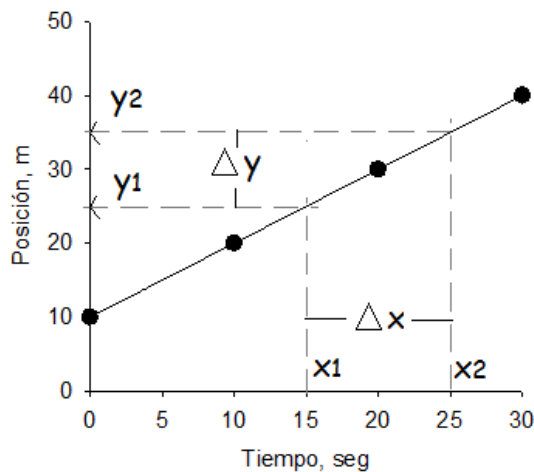
La función lineal que describe este caso es:

$$Posición = m \times x + 10m$$

Vamos a calcular "m" que, recordemos, es la velocidad media. Tomamos un  $\Delta x$ , por ejemplo entre 15 s y 25 s

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 25s - 15s$$

$$\Delta x = 10s$$



$$\Delta y = y_2 - y_1 = 35m - 25m$$

$$\Delta y = 10m$$

Por lo tanto, la pendiente  $m$  será:

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{10m}{10seg.} = \frac{1m}{seg}$$

Es decir,  $y$  es la posición del móvil, la pendiente  $m$  es la velocidad media,  $x$  es el tiempo tiempo (respecto del inicial), y la ordenada al origen  $b$  es la posición inicial del móvil (Posición<sub>0</sub>). A esta última ecuación la llamamos **ecuación horaria**.

De forma general, para cinemática la función lineal:

$$y = m \times x + b$$

Tendrá la forma:

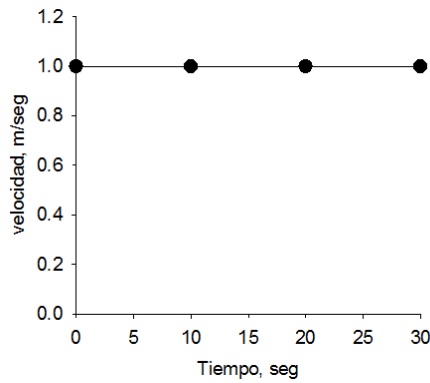
$$Posición = v \times (t - t_0) + Posición_0$$

Es decir,  $y$  es la posición del móvil, la pendiente  $m$  es la velocidad media,  $x$  es el tiempo tiempo (respecto del inicial), y la ordenada al origen  $b$  es la posición inicial del móvil (Posición<sub>0</sub>). A esta última ecuación la llamamos **ecuación horaria**.

Dado que la pendiente de la recta es la velocidad media, cuanto mayor sea la velocidad, más empinado será el gráfico.

Tengan en cuenta que es esencial hacer los esquemas para resolver correctamente los ejercicios, ayudan a entender el enunciado y a resolver el problema. Ahorrar tiempo por no hacerlos, suele llevar a errores innecesarios.

Dado que la velocidad es constante (en el ejemplo 1 m/s), si quisiéramos graficarla, para todo tiempo tendríamos el mismo valor, es decir sería una constante. El gráfico que obtendríamos sería el siguiente:



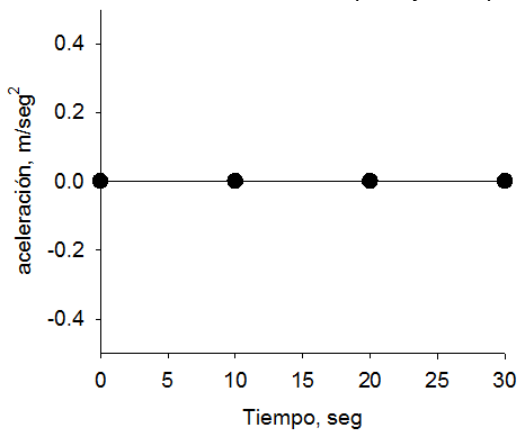
Si retomamos los conceptos de derivadas de la Unidad 1, nos daremos cuenta que la velocidad es la derivada de la ecuación horaria, por ello es una constante:

$$(Posición)' = [v \times (t - t_0) + Posición_0]' dt$$

En este caso, como nuestra  $x = t$ , derivados en función de  $t$  ( $dt$ ). La Posición<sub>0</sub> es una constante, por ende, su derivada es 0. La derivada de  $V \times (t - t_0)$ , es la constante que multiplica ( $V$ ), reemplazando la derivada de la posición, es simplemente la velocidad.

$$(posición)' = V$$

Como el móvil no acelera, dado que dijimos que el movimiento era rectilíneo y uniforme, la aceleración es 0:



La aceleración es la derivada de la velocidad, o la segunda derivada de la ecuación de posición:

$$(V)' = 0$$

**NOTA:** Para leer y copiar en la carpeta durante la semana a partir de la fecha 15/05/2020.