La velocidad

Shutterstock

Los caballos de carrera pueden alcanzar grandes velocidades.

Relacionamos el desplazamiento de un cuerpo u objeto en movimiento con el tiempo que tarda en recorrer una distancia, a esta magnitud física la llamamos velocidad.

¿Qué es la velocidad?

Imaginemos un móvil que, desplazándose siempre en el mismo sentido sobre su trayectoria, en el instante t_1 se encuentra en el punto A, cuya posición designaremos por su coordenada x_1. En otro instante posterior t_2, se encuentra en B, que designaremos por x_2. Para ir de A a B, el móvil se ha desplazado Δx, y ha invertido un tiempo Δt:

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1 \quad ; \quad \Delta t = t_2 - t_1$$

Se llama **velocidad** (v) al desplazamiento experimentado por el móvil en cada unidad de tiempo. Traducido a expresión matemática en nuestro ejemplo:

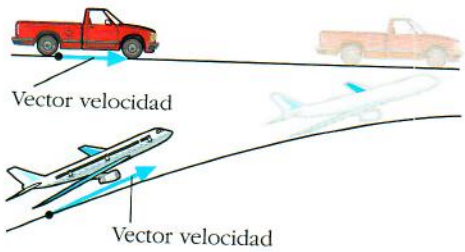
$$\vec{v} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1} \quad ; \quad \vec{v} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} = \frac{\Delta\vec{x}}{t} \text{ si } t_1 = 0$$

La unidad de velocidad en el sistema internacional es el m/s ($m \cdot s^{-1}$). Es la velocidad de un móvil que recorre un metro en cada segundo. Otra unidad práctica es el km/h ($km \cdot h^{-1}$).

La velocidad es una magnitud vectorial

La velocidad es una magnitud vectorial y, por lo tanto, se representa mediante un vector ($\vec{v}$). Observa a continuación los cuatro elementos de este vector.

- **Dirección**. Es la recta tangente a la trayectoria.
- **Módulo o intensidad**. Es el valor numérico de la velocidad : $v = \frac{\Delta x}{t}$



EN LA WEB

Para conocer más acerca de la cinemática, ingresa a:
http://ieselaza.educa.aragon.es/FisicaConceptualAplicada/Capitulo1/Archivos/Cinematica.swf

EJEMPLO RESUELTO 3

- **Convierte a la unidad que se indica.**

a) 90 km/h → m/s

$$90\ \frac{km}{h} = 90\ \frac{km}{h} \cdot \frac{1000\ m}{1\ km} \cdot \frac{1\ h}{3600\ s} = \frac{90\ 000}{3600}\ \frac{m}{s} = 25\ \frac{m}{s}$$

b) 35 m/s → km/h

$$35\ \frac{m}{s} = 35\ \frac{m}{s} \cdot \frac{1\ km}{1000\ m} \cdot \frac{3600\ s}{1\ h} = \frac{35 \cdot 3600}{1000}\ \frac{km}{h} = 126\ \frac{km}{h}$$

© Santillana S.A.

Velocidad media y velocidad instantánea

Se sabe que un automóvil demora 1 h 30 min en ir de Lima a Cañete. Además, el valor del desplazamiento entre ambas ciudades es de 148 km. Entonces, el valor de la **velocidad media** ($\vec{v}_m$) del automóvil será:

$$\frac{148 \text{ km}}{1{,}5 \text{ h}} = 98{,}60 \text{ km/h} = 98{,}6 \text{ km/h}$$

Decimos velocidad media porque el automóvil no ha ido siempre a esa velocidad, quizá lo haya hecho en muy pocas ocasiones. Unas veces habrá ido más deprisa, y otras, más despacio.

Se llama **velocidad instantánea** ($\vec{v}$) a la velocidad del móvil en un instante de tiempo. Por ejemplo, si en un punto del viaje observamos el odómetro del automóvil y vemos que marca 25 km/h, este valor indicará la velocidad instantánea del automóvil para ese preciso momento en el tiempo.

¿SABÍAS QUE...?

La velocidad instantánea es conocida, generalmente, solo como velocidad y, además, es vectorial.

Rapidez media

Es la distancia recorrida por el móvil en cada unidad de tiempo:

$$\text{rapidez media} = \frac{\text{longitud de la trayectoria}}{\text{intervalo de tiempo}}$$

En caso de que el móvil no cambie de dirección durante su movimiento, podemos afirmar que la rapidez es el módulo o valor de la velocidad.

La unidad de rapidez es la misma que la velocidad (m/s). La rapidez es una magnitud escalar.

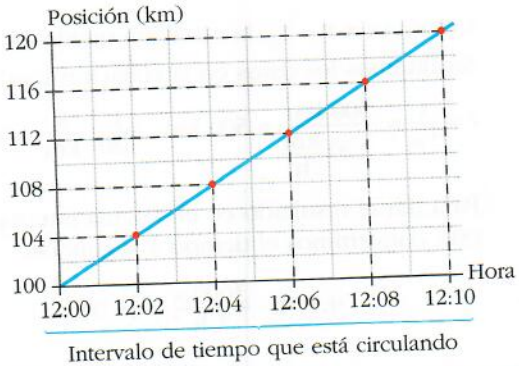
EJEMPLO RESUELTO 4

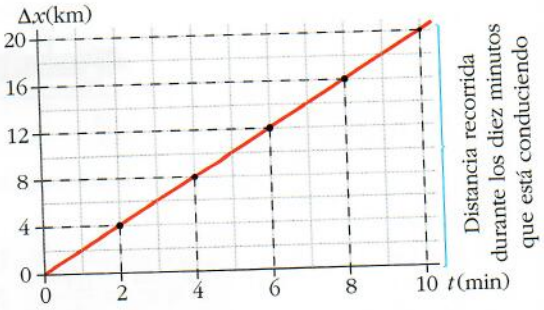
- **Un automóvil circula en un sentido por una carretera recta y horizontal. En un momento determinado, un pasajero toma nota acerca de la posición del vehículo y registra los datos en este cuadro.**

Hora	12 h	12 h 2 min	12 h 4 min	12 h 6 min	12 h 8 min	12 h 10 min
Kilómetro	100	104	108	112	116	120

t transcurrido (min)	0	2	4	6	8	10
Desplazamiento (km)	0	4	8	12	16	20

- **A partir de los datos anteriores, el pasajero dibujó las gráficas de la derecha. Analiza ambas informaciones.**





Observamos que:

- El valor de la velocidad media del automóvil es:

$$v = \frac{16 \text{ km}}{8 \text{ min}} = 2 \frac{\text{km}}{\text{min}}$$

- El automóvil recorre distancias iguales (4 km) en tiempos iguales (2 min).
- El valor de la velocidad del automóvil es la misma $\left(2 \frac{\text{min}}{\text{km}}\right)$ en todo su recorrido.
- La gráfica posición-tiempo es una recta que pasa por el origen.

© Santillana S.A.

El movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

Reflexiona. ¿El movimiento de una canica sobre una superficie es un movimiento rectilíneo uniforme?

Los movimientos más simples de estudiar corresponden a los que se realizan en línea recta y a una velocidad constante.

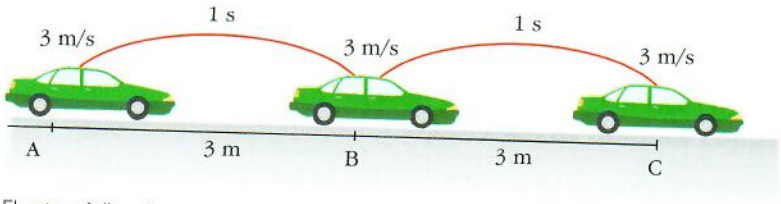
El movimiento rectilíneo uniforme es un movimiento sencillo y fácil de reconocer por sus características.

En la vida cotidiana, es difícil encontrar objetos que se muevan a una velocidad constante, pues siempre existe rozamiento que hace que la velocidad disminuya. A pesar de ello, resulta muy útil como aproximación estudiar el movimiento con velocidad constante, ya que sus ecuaciones son muy sencillas y nos aportan mucha información.

Un cuerpo posee movimiento rectilíneo uniforme cuando cumple las siguientes condiciones:

- La trayectoria que recorre es una línea recta.
- La velocidad es constante; es decir, no varía en módulo ni tampoco en dirección.

En el MRU la velocidad instantánea coincide con el valor de la velocidad media.



El automóvil realiza un movimiento rectilíneo uniforme.

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

Donde:
Δx: desplazamiento $\quad \Delta t$: intervalo de tiempo
v: velocidad

EJEMPLO RESUELTO 5

- **Un móvil va con un valor de velocidad de 120 km/h. ¿Cuánto tiempo tardará en recorrer 500 km?**

Datos: v = 120 km/h; s = 500 km

Como se trata de un movimiento en el que se considera la velocidad fija, utilizamos la expresión matemática de la definición de velocidad media y despejamos el tiempo:

$$v_m = \frac{x - x_0}{t} \rightarrow t = \frac{x - x_0}{v_m}$$

Como $\Delta x = x - x_0$, la ecuación queda así: $t = \frac{s}{v_m}$

Sustituimos los datos en la ecuación y calculamos:

$$t = \frac{s}{v_m} = \frac{500 \text{ km}}{120 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 500 \text{ km} \cdot \frac{1}{120} \frac{\text{h}}{\text{km}} = 4{,}1\hat{6} \text{ h}$$

Para dar el resultado en el sistema internacional (SI), convertimos el tiempo a segundos:

$$4{,}17 \text{ h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 15\,012 \text{ s}$$

© Santillana S.A.

Despejando la ecuación de velocidad, obtenemos la siguiente expresión:

$$\vec{v} = \vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_f - \vec{x}_i}{t_f - t_i}$$

Si $t_i = 0$ y $t_f = t$, entonces tendremos: $\vec{v} = \dfrac{\vec{x}_f - \vec{x}_i}{t - 0}$

Por lo tanto: $\vec{x}_f$: $\vec{x}_f = \vec{x}_i + \vec{v} \cdot t$

Donde x_f es la posición final, x_i es la posición inicial, v es la velocidad y t es el tiempo. Esta ecuación es conocida como la **ecuación de movimiento** y permitirá hallar la posición final de un móvil que realiza un MRU para cualquier instante de tiempo.

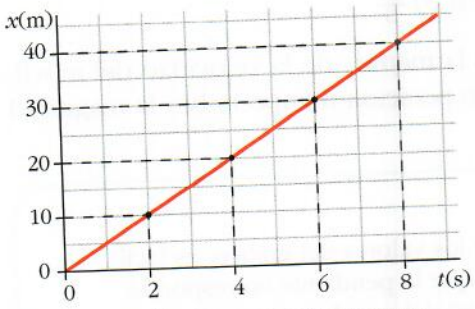
Recordemos que solo trabajaremos en el eje X con términos escalares con signo para respetar las características vectoriales de dirección y sentido. Esto es posible porque la dirección de la velocidad es constante.

GLOSARIO

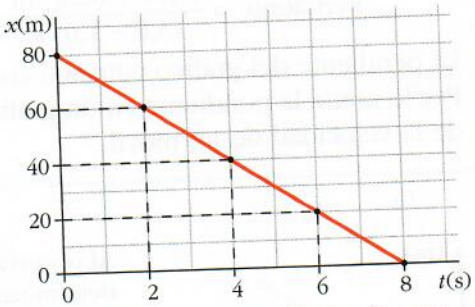
Movimiento rectilíneo uniforme. Movimiento cuya velocidad de traslación permanece constante y de manera lineal.

El MRU en gráficas

Las siguientes gráficas posición-tiempo representan dos casos de movimientos rectilíneos uniformes.



El móvil parte del origen y se aleja de él a una velocidad constante de 5 m/s. La gráfica es una recta ascendente. Como $x_i = 0$, la posición del móvil en cada instante será: $x = 5 \cdot t$



El móvil parte de un punto situado a 80 m del origen y se aproxima a él a 10 m/s. La gráfica es una recta descendente. Como $x_i = 80$ m, la posición en cada instante será: $x = 80 - 10\,t$

EN LA BIBLIOTECA

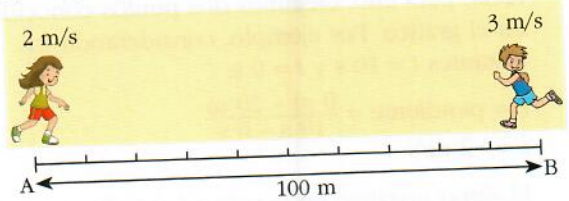
Para conocer más sobre los MRU, consulta las páginas 17 a la 19 del libro *La Biblia de la Física y Química* del Módulo de Biblioteca del Minedu.

EJEMPLO RESUELTO 6

- **Dos personas corren en una pista recta de 100 m de longitud. Una parte de A hacia B a un valor de velocidad de 2 m/s, y la otra, de B hacia A con un valor de velocidad de 3 m/s. Si las dos inician el movimiento simultáneamente, responde:**

  a) ¿Cuánto tiempo tardarán en encontrarse?

  b) ¿En qué punto se encontrarán?



Tomamos como referencia el punto A de la pista, es decir, ese será el origen.

- **Corredor que parte de A**

  Punto de partida: 0

  Ecuación del movimiento: $x_A = 2t$

- **Corredora que parte de B**

  Punto de partida: a 100 m del origen

  Ecuación del movimiento: $x_B = 100 - 3t$

- En el punto de encuentro, ambos corredores ocupan la misma posición:

  Por lo tanto, como $x_A = x_B$:

$$\left.\begin{array}{l} x_A = 2t \\ x_B = 100 - 3t \end{array}\right\} 2t = 100 - 3t \rightarrow 5t = 100 \rightarrow t = 20 \text{ s}$$

Se encontrarán en el punto:

$$x_A = 2 \text{ m/s} \cdot 20 \text{ s} = 40 \text{ m} = x_B$$

© Santillana S.A.

INFORMACIÓN REGIONAL

El ferrocarril Huancayo-Huancavelica entró en funcionamiento en el año 1926 y es conocido como el "Tren Macho" porque años atrás "salía cuando quería y llegaba cuando podía" debido a problemas técnicos. El ferrocarril tiene una extensión de 128,7 km y une las ciudades de Huancayo y Huancavelica en la sierra central del Perú, conectando la provincia más pobre del país con la pujante economía de Huancayo.

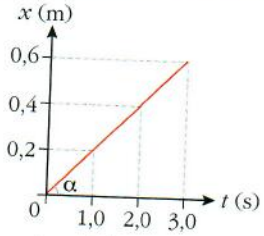
Gráficas posición-tiempo

En estas gráficas se representa la posición como una función que depende del tiempo. Para realizar una gráfica posición-tiempo, elegimos la ecuación del movimiento y sustituimos el tiempo por algunos valores escogidos.

Un automóvil se desplaza rectilínea y uniformemente ocupando las siguientes posiciones:

t (s)	0,0	1,0	2,0	3,0
x (m)	0,0	0,2	0,4	0,6

El gráfico que le corresponde es el siguiente:



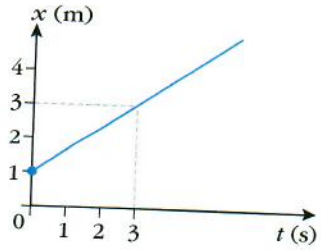
El valor de la pendiente de la recta obtenida equivale a la tangente del ángulo α. Para calcular la pendiente (m), elegimos dos puntos cualesquiera. Por ejemplo, para el instante $t = 1{,}0$ s y para $t = 3{,}0$ s:

$$\text{Pendiente} = \frac{(0{,}60 - 0{,}20)\ \text{m}}{(3{,}0 - 1{,}0)\ \text{s}} = 0{,}20\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La pendiente del gráfico coincide con la medida de la velocidad del móvil. Por lo tanto, la pendiente en un gráfico posición-tiempo indica la magnitud de la velocidad de un móvil.

EJEMPLO RESUELTO 7

- **El gráfico muestra la posición de un móvil en función del tiempo. Halla su velocidad al cabo de 5 segundos.**

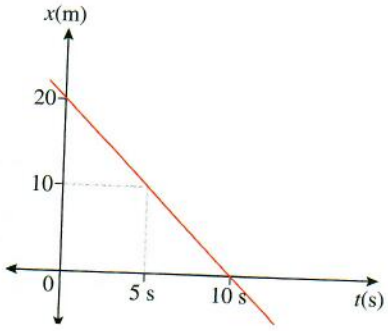


Al observar los valores del gráfico, es fácil determinar que la pendiente corresponde a la velocidad del móvil. Así, calculamos:

$$\text{Pendiente: } \frac{(3 - 1)\ \text{m}}{(3 - 0)\ \text{s}} = 2/3\ \text{m/s}$$

EJEMPLO RESUELTO 8

- **En la figura se muestra el gráfico $x - t$ de una partícula que se mueve en el eje X. Indica la posición inicial y calcula la velocidad.**



La posición inicial está dada por la intersección del gráfico con el eje de la posición; es decir, para un tiempo $t = 0$ s, la posición indicada en la figura es 20 m.

Calculamos la velocidad con la pendiente de la recta; para ello, elegimos dos puntos conocidos en el gráfico. Por ejemplo, considerando los instantes $t = 10$ s y $t = 0$ s:

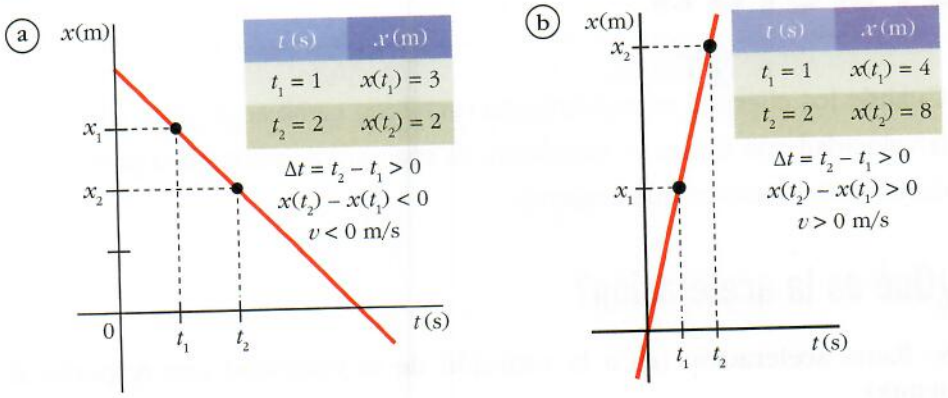
$$v = \text{pendiente} = \frac{0\ \text{m} - 20\ \text{m}}{10\ \text{s} - 0\ \text{s}}$$

$$v = -2\ \text{m/s}$$

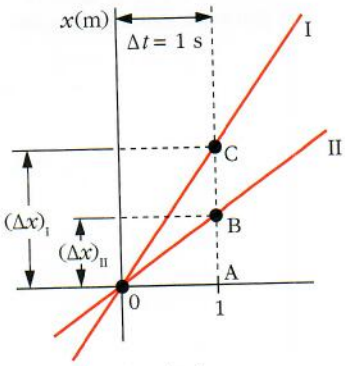
El signo negativo en la velocidad indica que el móvil se está acercando al punto de partida.

© Santillana S.A.

La velocidad es negativa si la recta desciende de izquierda a derecha (a). La velocidad es positiva si la recta asciende de izquierda a derecha (b).



Si escogemos un valor fijo del intervalo temporal Δt, y por simplicidad le damos el valor de 1 s, cuanto mayor sea el valor absoluto de la velocidad, mayor será la distancia que el cuerpo recorre en 1 s. Por lo tanto, aumenta la longitud del tramo vertical $x(t + \Delta t) - x(t)$ y la inclinación de la recta. Resumiendo, la velocidad con la que se mueve un objeto es mayor cuanto más se aparte la recta de la horizontal y se aproxime a la vertical. Una recta horizontal representa un cuerpo en reposo $v = 0$, y una recta vertical, un cuerpo que se mueve con velocidad infinita (si esto fuera posible).



$(\Delta x)_I > (\Delta x)_{II}$

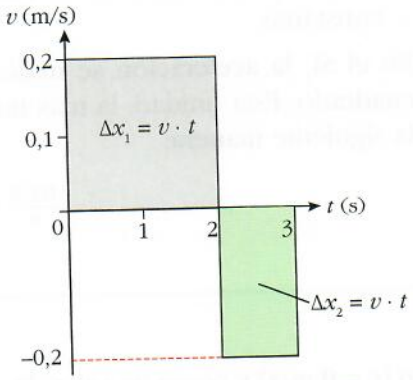
La velocidad del movimiento I es mayor que la del movimiento II.

Gráficas velocidad-tiempo

Un automóvil tiene movimiento uniforme, y el valor de su velocidad equivalente a 0,2 m/s es constante.

t (s)	0,0	1,0	2,0	3,0
v (m)	0,0	0,2	0,2	–0,2

El gráfico que le corresponde es el siguiente:



En esta gráfica se representa la velocidad como una función que depende del tiempo.

El área bajo el gráfico nos permitirá hallar la distancia y el desplazamiento del móvil.

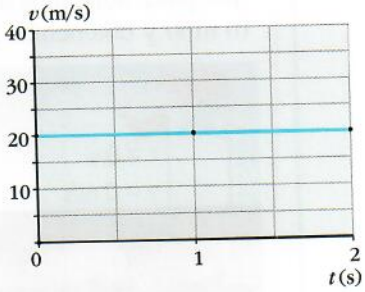
En el ejemplo, el gráfico que se ubica sobre la horizontal es un rectángulo y el valor del área es 0,4 m. Este valor será la distancia recorrida por el móvil al cabo de 2 s.

De igual manera, el gráfico que se forma debajo de la horizontal es otro rectángulo, y el valor del área es 0,2 m. La velocidad negativa indica que el móvil está regresando al punto de partida. De ambos gráficos, calculamos la distancia y el desplazamiento así:

$$d = A_1 + A_2 = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ m}$$

$$\Delta x = A_1 - A_2 = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ m}$$

En el caso del movimiento uniforme, la velocidad tendrá un valor fijo, por lo que no es necesario realizar ningún cálculo, ya que la gráfica será una línea paralela al eje de abscisas.



Gráfica v-t para un móvil con velocidad constante de 20 m/s.

© Santillana S.A.