

# FÍSICA

## LA FÍSICA Y LA QUÍMICA COMO CIENCIAS EXPERIMENTALES

Cuando algo impacta nuestros sentidos, es decir, cuando nos llama la atención, decimos que estamos frente a un fenómeno.

La física y la química son dos de las ciencias que estudian la Naturaleza, por lo cual también se las denomina Ciencias Naturales.

La física y la química son ciencias experimentales, pues sus conceptos y conocimientos se adquieren a través de la experiencia metódica y sistemática. La diferencia entre la física y la química es que en el fenómeno físico no cambia la composición de la materia, por ejemplo en la ebullición del agua, las sustancias siguen siendo las mismas, agua líquida y gaseosa. Por el contrario en el fenómeno químico, si hay cambio en la composición de la materia, por ejemplo la solidificación del huevo al cocinarlo.

## RAMAS DE LA FÍSICA

Algunas de las principales ramas de la física son:

- \* **MECÁNICA**: estudia el movimiento.
- \* **ÓPTICA**: estudia las propiedades de la luz.
- \* **ACÚSTICA**: estudia los fenómenos relacionados con el sonido.
- \* **ELECTRICIDAD**: estudia las propiedades de las fuerzas eléctricas.
- \* **CALORIMETRÍA**: estudia los fenómenos relacionados con el calor.
- \* **MAGNETISMO**: estudia los fenómenos magnéticos que presentan algunas sustancias.
- \* **ONDAS**: estudia fenómenos ondulatorios de la naturaleza.

A partir del XIX, la Física logró un notable desarrollo que llevó a la proliferación de nuevas ramas

## EL MÉTODO DE LA FÍSICA

La Física, como todas las Ciencias Experimentales, es el producto de un largo proceso de investigación efectuado con dedicación, paciencia y esfuerzo.

El trabajo científico es un trabajo planificado, con objetivos y etapas que se dan en un cierto orden, permitiendo a los científicos abordar problemas, explicar fenómenos, realizar descubrimientos y obtener conclusiones. El conjunto de acciones que realiza en forma organizada un investigador, se denomina método científico.

Toda investigación comienza por la observación metódica y sistemática de los fenómenos y hechos que suceden en el mundo que nos rodea. Como resultado de esa observación, se generan diversos interrogantes que llevan al planteamiento del problema concreto.

Una vez definido el problema, el observador da una respuesta probable: formula una hipótesis. Como ésta es una suposición, debe ser verificada por medio de la experimentación para determinar su validez.

El trabajo experimental proporciona resultados e información que el investigador somete al análisis y la interpretación. De este modo llega a elaborar las conclusiones correspondientes a la investigación realizada.

El estudio científico de todos los aspectos de un fenómeno natural lleva a la elaboración de leyes y teorías. Una ley científica es una hipótesis que se ha comprobado, que se verifica. Una teoría científica es un conjunto de leyes que explican un determinado fenómeno.

Tanto las leyes como las teorías deben ser:

- **generales**, es decir, no sólo deben explicar casos particulares de un fenómeno.
- **comprobadas**, es decir, deben estar avaladas por la experiencia.
- **matematizadas**, es decir, deben poder expresarse mediante funciones matemáticas.

### El proceso de medición

Las mediciones son un proceso fundamental en las ciencias exactas.

En toda medición se trata de determinar cuánto (número) de qué (unidad de medida), por lo cual se expresa con un número y una palabra o abreviatura que indica la unidad utilizada. Así se puede establecer que la longitud de una mesa es de 1,30 m, o que el volumen de una botella es de 970 ml.

**MEDIR** es comparar una cierta cantidad de una magnitud con otra de la misma magnitud que se toma como patrón. Como resultado del proceso de medición se obtiene EL VALOR DE UNA CANTIDAD, formado por un número (medida de la cantidad) y una abreviatura (unidad de medida)

Por ejemplo: el alto de la puerta es una cantidad de la magnitud longitud

Cantidad: alto de la puerta

Valor de la cantidad: 2 m

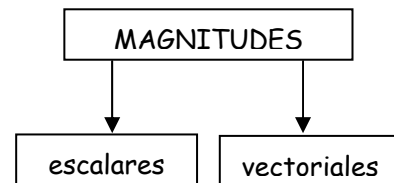
Medida de la cantidad: 2

Unidad: m

### **MAGNITUDES FUNDAMENTALES**

Las magnitudes fundamentales son aquellas que resultan totalmente independientes de las demás. En Física, tienen particular importancia la longitud, la masa y el tiempo, cuyas unidades de base son el metro (m), el kilogramo (kg) y el segundo (s) respectivamente.

**MAGNITUD FÍSICA:** Es todo aquello que podemos medir. Ej.: longitud, volumen, masa, tiempo, etc.



### **Clases de magnitudes**

Entre las diversas magnitudes físicas podemos distinguir dos clases:

Algunas, como la longitud, la superficie, el volumen, el tiempo, la temperatura, se determinan claramente con sólo mencionar su medida y su unidad. Por ejemplo, para indicar la distancia entre Buenos Aires y Mar del Plata es suficiente con decir 400 km; para indicar la capacidad de una botella basta expresar 1 l; para mencionar la temperatura ambiente sólo se debe manifestar 17° C.

Estas magnitudes se denominan **magnitudes escalares**.

Otras magnitudes como la velocidad, la aceleración, la fuerza, requieren para su expresión, además de su medida y su unidad, que se indique su punto de aplicación, su dirección y su sentido. Así, si le solicitamos a una persona que efectúe una fuerza de 8 N (intensidad), seguramente preguntará: ¿en qué lugar? (punto de aplicación). Si nuestra respuesta es "en el escritorio", probablemente consulte: ¿en qué dirección la aplico? (dirección). En el caso de que le digamos "a lo largo del escritorio", todavía necesita saber: ¿hacia la derecha o la izquierda? (sentido).

A estas magnitudes se les da el nombre de **magnitudes vectoriales**.

La longitud, la superficie, el volumen, la temperatura, el tiempo, la velocidad, la aceleración, la fuerza, la intensidad de corriente eléctrica, son algunas de muchas magnitudes existentes. Pero el color, el sabor, el olor, la belleza, la bondad, no son magnitudes, porque no existe ningún patrón de medida que permita comparar para establecer una medida exacta.

Las magnitudes pueden ser: **escalares** o **vectoriales**.

**Magnitud Escalar:** quedan completamente definidas al dar una medida a través de un número y la unidad de medida que se haya elegido como patrón. Por ejemplo, el tiempo, la temperatura, la masa, etc. Estas magnitudes sólo expresan un valor numérico acompañado de la unidad de medida en la que se expresa. Por ejemplo: 25 km, 45 kg, 3 h, 25°C, etc.

**Magnitud Vectorial:** no quedan completamente definidas con sólo un número y una unidad de medida, sino que también debe indicarse una dirección y un sentido.

En las magnitudes vectoriales, utilizamos entonces una herramienta proveniente de la matemática como son los vectores. Sin hacer una definición matemática precisa de los vectores (la cual está dada en una rama de la matemática llamada Álgebra Vectorial), interpretaremos a los vectores como un segmento orientado que tiene características que mencionaremos a continuación.

Una magnitud vectorial, es una cantidad que tiene:

- **Módulo o Intensidad:** está dado por un número y la unidad de medida que se elige como patrón.
- **Dirección:** una de las infinitas posibles direcciones.
- **Sentido:** dada una dirección determinada, debe también especificarse cuál de los dos sentidos posibles en dicha dirección.

Por ejemplo, si decimos que un aeroplano recorre una distancia de 25 km al norte, estamos especificando una magnitud vectorial:

- Módulo o Intensidad: 25 km
- Dirección: Norte-Sur
- Sentido: hacia el Norte

Otros sistemas de unidades:

magnitudes	Sistemas de unidades		
	M.K.S. (SI)	c. g. s.	Técnico
<b>longitud</b>	m	cm	m
<b>masa</b>	kg	g	u.t.m.
<b>tiempo</b>	s	s	s

### **CINEMÁTICA:**

La rama de la física que se encarga del estudio del movimiento, lo que lo produce y lo que lo afecta se llama **Mecánica**. La Mecánica se divide por lo general en dos partes: la **Cinemática** y la **Dinámica**.

La cinemática es la parte de la física que estudia los cuerpos en movimiento, sin tener en cuenta las causas que producen dicho movimiento. Es decir, la cinemática se interesa por la descripción del movimiento de los objetos, sin considerar qué es lo que causa ese movimiento. La dinámica analiza las causas del movimiento.

Nos abocaremos al estudio de la cinemática, y nuestro estudio se reduce a la descripción más sencilla, que es el caso simple de movimiento en línea recta, o **movimiento rectilíneo**, que es el movimiento en una sola dimensión del espacio.

Para estudiar los cuerpos en movimiento debemos introducir algunas nociones como, por ejemplo, la definición de movimiento, posición, etc.

**Medida:** Es una operación o procedimiento que consiste en comparar una magnitud física con una cantidad fija, de la misma magnitud, que se toma como unidad o como patrón.

Por ello, cada vez que medimos, hacemos una comparación con una cantidad fija aceptada como patrón.

A toda **medida** se le asigna un **número** y una **unidad**. Así, si se quiere medir la masa de una moto en kilogramos (kg), lo que hacemos es comparar cuántas veces contiene la moto a una masa patrón de 1 kg. Supongamos que el resultado de esta medición fuese 420 kg; ésto significa que la moto contiene 420 veces la masa de 1 kg que se ha adoptado y aceptado como patrón de medida. Cada persona puede crear su propio patrón de medida pero, por convenciones a nivel mundial, utilizamos mayormente las mismas que se utilizan en el ámbito de las ciencias.

**Movimiento:** Definimos el movimiento como el cambio de posición de un cuerpo.

**Distancia:** Es la medida de la longitud total de la trayectoria recorrida por un cuerpo cuando se mueve de una posición a otra.

**Posición de un móvil:** es el punto donde está ubicado en un determinado instante.

**Magnitud:** Es todo aquello que es susceptible de ser medido.

**Trayectoria de un móvil:** es el conjunto de puntos del espacio que va ocupando sucesivamente a medida que transcurre el tiempo.

**Clasificación de trayectorias:**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{rectilínea} \\ \text{curvilínea} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{circular} \\ \text{elíptica} \\ \text{parabólica, etc.} \end{array} \right.$

Otras magnitudes vectoriales son la fuerza, la velocidad, la aceleración, etc, como descubriremos más adelante.

A los vectores se los representan con flechas. La medida de la longitud de la flecha nos indicará el módulo o intensidad, que será traducida a partir de una escala que se establece en un comienzo. Por ejemplo, si se establece una escala en donde 1 cm del vector equivale a 100 N (N: Newton, que es la unidad

de medida de las fuerzas), para representar una fuerza de 450 N, deberá hacerse un vector cuya medida sea de 4,5 cm.

La dirección que se elija para el vector, será una de las infinitas direcciones posibles del plano o del espacio, que representará la dirección real del fenómeno que se está describiendo. La dirección del vector, estará dada por la dirección de la "recta sostén" que contiene a los puntos de dicho vector.

Finalmente, una vez definida la dirección, sólo tenemos dos sentidos posibles (y opuestos); y éste quedará señalado por la punta de la flecha dibujada en uno de los extremos del segmento orientado que hemos llamado vector.



La longitud de la flecha se dibuja a escala, para tener una proporción con respecto al valor de la magnitud que se está midiendo, en relación a la que se ha tomado como patrón de medida.

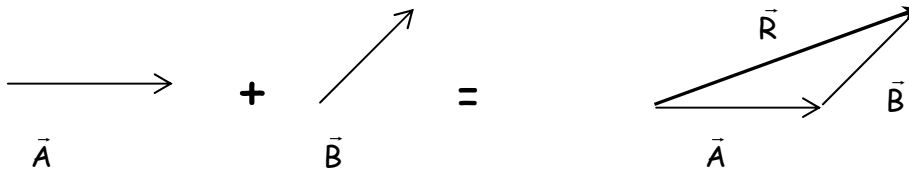
Debido a que un vector posee módulo, dirección y sentido, los vectores se suman y se restan de un modo diferente que las magnitudes escalares.

Existen métodos geométricos (gráficos) y métodos analíticos (cálculos), para llevar a cabo la suma o resta de vectores. Los métodos gráficos son útiles para ayudar a visualizar el concepto de la adición de vectores. Sin embargo, los métodos analíticos se usan con más frecuencia porque son más rápidos y de mayor precisión.

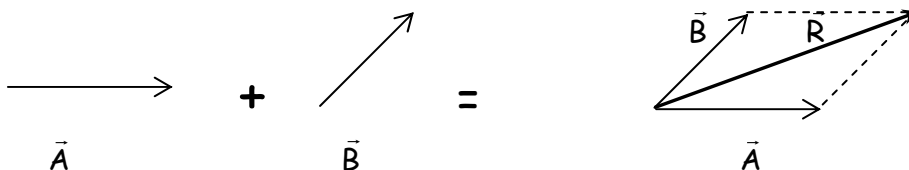
Algo que tienen en común la adición escalar y la adición vectorial, es que las cantidades que se suman deben estar expresadas en las mismas unidades.

### ADICIÓN DE VECTORES: Métodos geométricos

**Método del triángulo:** Para sumar dos vectores  $\vec{A}$  y  $\vec{B}$ , primero se deben dibujar ambos vectores con una escala predeterminada. Por ejemplo, si  $\vec{A}$  es un desplazamiento en metros, una posible escala conveniente sería 1cm : 1m, para que 1cm de longitud vectorial en la gráfica corresponda a 1m de desplazamiento. Entonces, se dibuja el vector  $\vec{A}$ , y luego se dibuja el vector  $\vec{B}$  a partir de la punta de  $\vec{A}$ . El vector que va del origen del vector  $\vec{A}$  a la punta de la flecha de del vector  $\vec{B}$ , es el **vector suma o resultante**:  $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$

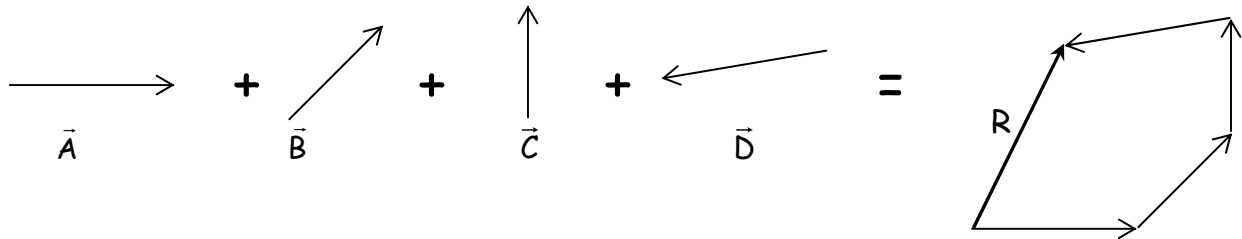


**Método del paralelogramo:** Otro método semejante al método del triángulo es el método del paralelogramo. En el extremo de ambos vectores se trazan segmentos de igual longitud y dirección que los vectores que se desean sumar. Como vemos en la gráfica, uno de los extremos del segmento que trazamos, coincide con la punta de flecha del vector A, y uno de los extremos del otro segmento que trazamos, coincide con la punta de flecha del segmento B. Los extremos de ambos segmentos que no eran coincidentes con las puntas de flecha, coinciden en un mismo punto. De este modo, obtenemos un paralelogramo, y la resultante estará dada por la diagonal de este paralelogramo, teniendo como origen el mismo origen de cada uno de los vectores y como extremo, la intersección de los segmentos trazados.



**Método de la poligonal:** Este método se denomina así porque al trazar la resultante se forma un polígono. Consiste en representar todos los segmentos a sumar, uno a continuación del otro, es decir, en la punta de flecha de un vector estará el origen del siguiente y así sucesivamente, RESPETANDO LAS

LONGITUDES Y DIRECCIONES originales de cada uno de los vectores. Finalmente, la resultante se obtiene al unir el origen del primer vector que se está sumando con el extremo del último vector representado.



Nosotros nos limitaremos a trabajar en una dimensión. Es decir, empezaremos a estudiar aquellos movimientos que se producen en línea recta. Pero la suma de vectores será de mucha utilidad en movimientos en dos o tres dimensiones (en el plano o el espacio). También será de mucha utilidad para otros temas de física, por ejemplo, la suma de fuerzas, que también admiten una representación vectorial.

**Nota:** En física son muchas las magnitudes vectoriales. De ahí la importancia de conocer como se trabaja algebraicamente con vectores.

### DESPLAZAMIENTO

Para hablar de un movimiento en línea recta o rectilíneo, es conveniente especificar una posición de referencia, mediante el sistemas de ejes cartesianos rectangulares, que consta de los ejes "x" e "y" en ángulo recto. La trayectoria en línea recta puede tener cualquier dirección, pero, por simplicidad, hablaremos por lo general de la orientación de los ejes cartesianos, de modo que el movimiento se dirija a lo largo de uno de ellos.

**Desplazamiento:** se define como la distancia en línea recta entre dos puntos, teniendo presente la dirección y el sentido. Por ello, el desplazamiento es una **magnitud vectorial** (con intensidad, dirección y sentido).

Un desplazamiento lineal (por ejemplo, a lo largo del eje x), está dado por:

$$\vec{\Delta x} = \vec{x}_f - \vec{x}_0$$

donde  $x_0$  y  $x_f$  son las posiciones inicial y final, respectivamente. El símbolo  $\Delta$  (delta) significa "diferencia" o "cambio en". Aquí,  $\Delta x$  indica un cambio de posición a lo largo del eje de las x. De esta manera, la dirección del desplazamiento está dada por el signo (+ o -) asociado con  $\Delta x$ .

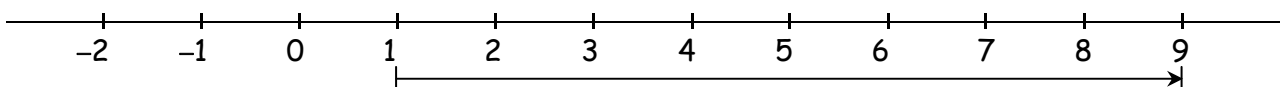
Supongamos que una persona se mueve en línea recta de  $x_0$  a  $x_f$ , estando  $x_0$  a 1m del punto que se ha establecido como referencia y al que se designa como  $x = 0$ ; y  $x_f$  a 9m del punto de referencia  $x_0$ . Entonces, el desplazamiento es:

$$\vec{\Delta x} = \vec{x}_f - \vec{x}_0$$

$$\vec{\Delta x} = 9\text{m} - 1\text{m}$$

$$\vec{\Delta x} = 8\text{m}$$

El desplazamiento de la persona es entonces, de 8m en la dirección de la línea recta que une los puntos correspondientes a la posición inicial y final; y en el sentido positivo del eje de las x. A este desplazamiento lo podemos representar del siguiente modo:



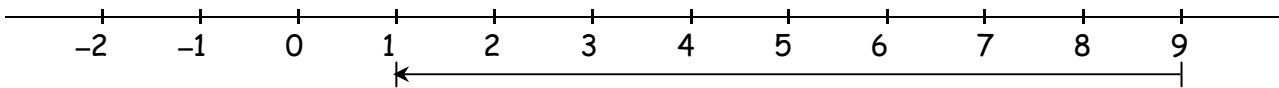
Supongamos que otra persona se mueve en el sentido opuesto, de  $x_0 = 9\text{m}$  a  $x_f = 1\text{m}$ . En este caso, el desplazamiento es:

$$\vec{\Delta x} = \vec{x}_f - \vec{x}_0$$

$$\vec{\Delta x} = 1\text{m} - 9\text{m}$$

$$\vec{\Delta x} = -8\text{m}$$

El signo menos indica que la dirección del desplazamiento tiene sentido negativo, y la punta de flecha del vector representativo apunta en ese sentido.



Observemos como los vectores dan más información que las cantidades escalares (los números), ya que nos indica cuánto se ha desplazado cada persona, en qué dirección y con qué sentido se ha realizado el desplazamiento. Ambas personas caminaron la misma distancia (8m), pero los desplazamientos son distintos, por ser distintos los sentidos en que caminaron dichas personas (caminaron en sentidos opuestos).

En síntesis, el vector desplazamientos nos brinda la siguiente información:

- una magnitud numérica: nos indica la distancia que se ha desplazado
- una dirección: nos dice cuál es la dirección en que se efectuó el desplazamiento.
- un sentido: nos muestra en cuál de los dos sentidos se realizó el desplazamiento a través del signo.

### RAPIDEZ Y VELOCIDAD

Cuando un cuerpo u objeto está en movimiento, su posición cambia con el tiempo, respecto a un sistema de referencia. Es decir, se mueve una cierta distancia en un tiempo determinado. Entonces, tanto la longitud como el tiempo son consideraciones importantes para la descripción del movimiento. Por ejemplo, supongamos que un automóvil y un peatón se mueven a lo largo de una calle, y viajan una distancia (longitud) de una cuadra. Por lo general, el automóvil recorre esta distancia más aprisa, es decir, recorre la distancia en un tiempo más corto que la persona. Esto se puede expresar utilizando longitud y tiempo para indicar el intervalo de tiempo del cambio de posición, o bien, lo que llamaremos a partir de ahora **rapidez**.

Definimos la **rapidez promedio**, como la distancia recorrida, dividida por el tiempo total transcurrido al recorrer dicha distancia:

$$\text{rapidez promedio} = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo transcurrido}}$$

En símbolos:

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

En donde **r**, representa la rapidez,  $\Delta x$  la distancia recorrida (es una magnitud escalar), y  $\Delta t$  el tiempo transcurrido (también es una magnitud escalar). El cociente de dos magnitudes escalares es también una magnitud escalar, por ende, la **rapidez r**, no nos dice nada acerca de la dirección o el sentido. La distancia considerada en el cálculo de la rapidez, no tiene que ser necesariamente en línea recta.

La rapidez promedio proporciona una descripción general del movimiento en el intervalo  $\Delta t$ . También es importante aclarar que no brinda información de lo ocurrido en cada instante de tiempo. Por ejemplo, un móvil puede desplazarse una cierta distancia hasta hacer una parada, estar un determinado tiempo detenido, luego hacer otro trayecto más aprisa. No obstante, la obtención de la rapidez promedio, nada dirá de las detenciones ni de qué tan aprisa se movió en cada trayecto.

Otra cantidad usada para describir el movimiento es la velocidad, que es una magnitud vectorial puesto que tiene en cuenta la dirección y el sentido. La **velocidad** nos indica "**qué tan rápido**" se mueve un objeto, como así también "**en qué dirección**" y "**en qué sentido**" se desarrolla dicho movimiento.

Definimos velocidad, como el cociente entre el vector desplazamiento y el tiempo total transcurrido en dicho desplazamiento.

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

Ya habíamos estudiado que el vector desplazamiento se define como la diferencia entre el vector posición final y el vector posición inicial:  $\Delta \vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_0$ . Del mismo modo, el intervalo de tiempo será calculado como:  $\Delta t = t_f - t_0$ .

Entonces, la velocidad puede ser calculada a través de la siguiente expresión:

$$\vec{v} = \frac{\vec{x}_f - \vec{x}_0}{t_f - t_0}$$

Las unidades de medida de la velocidad en el Sistema Internacional (S.I.), son **m/s**, aunque también pueden utilizarse unidades que expresen medidas de longitud, sobre medidas de tiempo. Por ej:  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ ;  $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ ;  $\frac{\text{mi}}{\text{h}}$  (milla/hora);  $\frac{\text{km}}{\text{s}}$

Nosotros trabajaremos frecuentemente con las unidades km/h o m/s.

Además de la rapidez, que es el módulo del vector velocidad, la consideración de la dirección y del sentido de dicha magnitud vectorial, nos permite afirmar que habrá un cambio de velocidad, cuando exista alguna variación en uno o más elementos del vector velocidad que lo representa.

Por ejemplo, si un móvil se desplaza a 20 m/s por un camino recto de Este a Oeste, y otro lo hace a 20 m/s en otro camino recto, pero de Norte a Sur, ambos móviles tendrán distinta velocidad puesto que, aún teniendo la misma rapidez (módulo de la velocidad), tienen distinta dirección.

Analicemos ahora la siguiente situación. Supongamos que los dos móviles de la situación anterior, se mueven ahora por un mismo camino recto, pero el primero lo hace a 20 m/s de Norte a Sur, y el segundo lo hace a 20 m/s pero de Sur a Norte, tampoco tendrán la misma velocidad ya que, aún teniendo igual rapidez y dirección, tienen sentidos diferentes. En síntesis, basta que uno, dos o los tres elementos del vector velocidad difieran, para determinar que las velocidades son distintas. En otras palabras, dos móviles tienen igual velocidad si coinciden su rapidez, su dirección y su sentido.

Consideremos nuevamente la expresión vista para definir velocidad:

$$\vec{v} = \frac{\vec{x}_f - \vec{x}_0}{t_f - t_0}$$

Muy a menudo, al vector posición inicial y el tiempo inicial se los considera como el vector nulo  $\vec{0}$  y  $0$  (0 segundo) respectivamente:  $\vec{x}_0 = \vec{0}$  y  $t_0 = 0$

Entonces la expresión que permite el cálculo de la velocidad queda reducida a:

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

en donde " $\vec{x}$ " y " $t$ ", representan la velocidad final y el tiempo final respectivamente ( $\vec{x} = \vec{x}_f$  y  $t = t_f$ ).

Rapidez y velocidad, en el lenguaje coloquial, son considerados a menudo como sinónimos; pero en términos físicos tienen significados conceptuales diferentes.

### Cambios de unidades

La resolución de problemas, en algunas ocasiones, obliga a realizar cambios en las unidades que se emplean para determinadas magnitudes; por ejemplo, una velocidad que está dada en km/h, puede necesitarse en m/s, o viceversa.

Para realizar dicho cambio, procedemos de la siguiente manera:

- Multiplicamos la cantidad original por expresiones unitarias de modo conveniente, para que se pueda simplificar la unidad que se desea eliminar, y para que aparezca la unidad que reemplazará a la unidad de medida eliminada.

**Nota:** las expresiones unitarias son cocientes entre dos cantidades equivalentes, pero que están expresadas en unidades de medida diferentes. Por ejemplo, son expresiones unitarias los siguientes cocientes:

$\frac{1\text{km}}{1000\text{m}}$  o bien  $\frac{1000\text{m}}{1\text{km}}$ , puesto una longitud de 1000 m, es equivalente a otra de 1 km.

$\frac{1\text{h}}{60\text{min}}$  o bien  $\frac{60\text{min}}{1\text{h}}$ , ya que un tiempo de 1 hora, es equivalente a un tiempo de 60 minutos.

$\frac{1\text{h}}{3600\text{s}}$  o bien  $\frac{3600\text{s}}{1\text{h}}$ , también expresan el mismo tiempo en diferentes unidades.

Por ejemplo, si a una velocidad de 90 km/h la necesitamos expresar en m/s, realizamos el siguiente procedimiento:

$$90 \frac{\text{km}}{\text{h}} \text{ a } \frac{\text{m}}{\text{s}} = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1.000 \text{ m}}{\text{km}} \cdot \frac{\cancel{\text{h}}}{3.600 \text{ s}} = \frac{90.000 \text{ m}}{3.600 \text{ s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Por ejemplo, si queremos expresar una velocidad de 18 m/s en km/h, procedemos del siguiente modo:

$$18 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ a } \frac{\text{km}}{\text{h}} = 18 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{km}}{1.000 \text{ m}} \cdot \frac{3.600 \cancel{\text{s}}}{\text{h}} = \frac{64.800 \text{ km}}{1.000 \text{ h}} = 64,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Analicemos otros ejemplos:

$$48 \text{ min a h} = 48 \frac{\text{min}}{\cancel{\text{min}}} \cdot \frac{\text{h}}{60 \cancel{\text{min}}} = \frac{48 \text{ h}}{60} = 0,8 \text{ h}$$

$$1 \text{ h } 24 \text{ min a h} = 1 \text{ h} + 24 \frac{\text{min}}{\cancel{\text{min}}} \cdot \frac{\text{h}}{60 \cancel{\text{min}}} = 1,4 \text{ h}$$

$$2.400 \frac{\text{cm}}{\text{min}} \text{ a } \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2.400 \frac{\cancel{\text{cm}}}{\cancel{\text{min}}} \cdot \frac{\text{m}}{100 \cancel{\text{cm}}} \cdot \frac{\cancel{\text{min}}}{60 \text{ s}} = \frac{2.400 \text{ m}}{6.000 \text{ s}} = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (M.R.U.)

Estudiaremos ahora el movimiento rectilíneo uniforme, que es aquel movimiento que tiene las siguientes características:

- la **trayectoria** es una **línea recta**.
- la **rapidez**, es decir, el módulo de la velocidad, es **constante**.

El MRU, es un movimiento en la que la velocidad permanece constante. Decir que la velocidad es constante, obliga a que la trayectoria sea recta, puesto que la velocidad no puede variar ni en dirección, ni en sentido. Luego, es válida la aclaración respecto del módulo de la velocidad (rapidez), que también permanece en un valor constante.

La resolución de problemas de M.R.U., consiste en averiguar la velocidad de un móvil, la distancia recorrida por un móvil, o el tiempo que demora un objeto móvil en recorrer una distancia. En todos los casos, debemos conocer dos datos para poder hallar la incógnita buscada.

**Ej.1:** Una persona corre con una velocidad constante, y recorre 720 metros en 5 minutos. ¿Cuál es la velocidad (en m/s) con la que se desplaza dicha persona?

$$\text{Datos } \begin{cases} x = 720 \text{ m} \\ t = 5 \text{ min} \end{cases} \quad \text{Incógnita } \begin{cases} v = ? \end{cases}$$

Cálculo Auxiliar

$$5 \text{ min a s} = 5 \frac{\text{min}}{\cancel{\text{min}}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{\cancel{\text{min}}} = 300 \text{ s}$$

$$\bar{v} = \frac{\bar{x}}{t} \Rightarrow \bar{v} = \frac{720 \text{ m}}{5 \text{ min}} = \frac{720 \text{ m}}{300 \text{ s}} = 2,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Rta:** La persona se desplaza con una velocidad de 2,4 m/s

**Ej.2:** Un avión se desplaza en línea recta con una velocidad constante de 600 km/h. ¿Qué tiempo le demandará recorrer una distancia de 750 km?

$$\text{Datos } \begin{cases} x = 750 \text{ km} \\ v = 600 \text{ km/h} \end{cases} \quad \text{Incógnita } \begin{cases} t = ? \end{cases}$$

Cálculo Auxiliar

$$0,25 \text{ h a min} = 0,25 \frac{\text{h}}{\cancel{\text{h}}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{\cancel{\text{h}}} = 15 \text{ min}$$

$$\bar{v} = \frac{\bar{x}}{t} \Rightarrow t = \frac{\bar{x}}{\bar{v}} \Rightarrow t = \frac{750 \text{ km}}{600 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 1,25 \text{ h} = 1 \text{ h } 15 \text{ min}$$

**Rta:** El tiempo que tarda el avión para recorrer 750 km, es de 1 h 15 min.

**Ej.3:** Una lancha se desplaza con una velocidad constante de 60 km/h. ¿Qué distancia recorrerá la lancha en 2h 36min?

Datos  $\left\{ \begin{array}{l} v = 60 \text{ km/h} \\ t = 2 \text{ h } 36 \text{ min} \end{array} \right.$  Incógnita  $\left\{ \begin{array}{l} x = ? \end{array} \right.$

$$v = \frac{x}{t} \Rightarrow x = v \cdot t$$

$$x = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 2,6 \text{ h} = 156 \text{ km}$$

**Cálculo Auxiliar**

Necesitamos expresar el tiempo en horas. Por lo tanto debemos expresar los 36 minutos en horas y sumárselo a 2h:

$$2\text{h}36\text{min} = 2\text{h} + 36 \frac{\text{min}}{60 \frac{\text{min}}{\text{h}}} = 2\text{h} + 0,6\text{h} = 2,6\text{h}$$

**Rta:** En 2h 36min, la lancha recorre una distancia de 156 km.

Analicemos el siguiente caso: Al registrar el desplazamiento de una persona que camina en línea recta se obtienen los siguientes resultados:

Distancia (en m)	15	30	45	60	75
Tiempo (en s)	10	20	30	40	50

**Responde:**

¿A qué velocidad se desplazó la persona?

**Rta:** .....

El análisis de estos datos nos muestra que para recorrer cada tramo de 15 m emplea 10 segundos y que la velocidad en cada tramo es 1,5 m/s.

El **movimiento uniforme** presenta las siguientes características:

- a) el móvil recorre espacios iguales en tiempos iguales,
- b) la velocidad es constante,

Entonces podemos establecer que:

**El movimiento uniforme es aquél en que el espacio recorrido es directamente proporcional al tiempo empleado en recorrerlo**

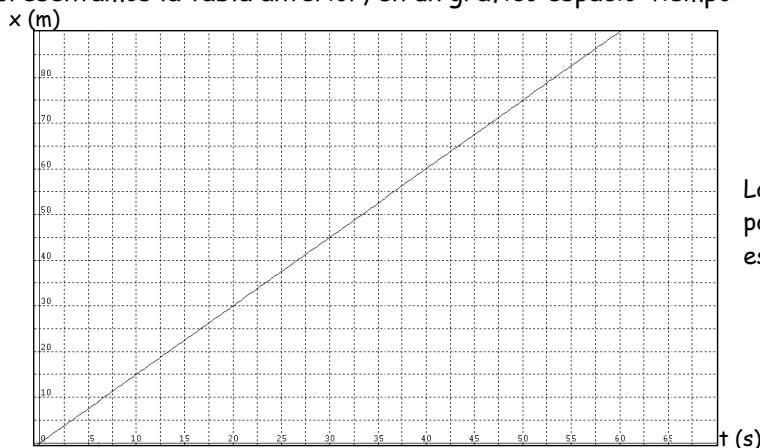
En un movimiento uniforme, a partir de la expresión que define la velocidad, podemos también obtener expresiones para calcular la distancia recorrida o el tiempo empleado en recorrer una distancia:

La velocidad se define como:  $\vec{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow$  despejando  $\Delta t$ :  $\Delta t = \frac{\Delta x}{v}$

despejando  $\Delta x$ :  $\Delta x = v \cdot \Delta t$

**Representación gráfica del espacio en función del tiempo**

Representamos la tabla anterior, en un gráfico espacio-tiempo



La recta obtenida pasa por el origen 0, porque en el instante cero ( $t = 0$ ), el espacio recorrido es cero ( $\Delta x = 0$ )

Podemos señalar que:

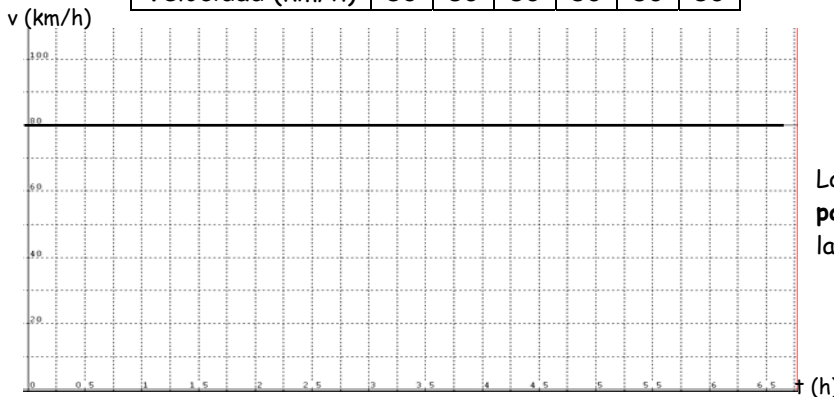
**En el movimiento rectilíneo uniforme, la representación gráfica del espacio recorrido en función del tiempo empleado en recorrerlo, es una línea recta.**

El espacio recorrido es función creciente del tiempo (el espacio se incrementa a medida que transcurre el tiempo).

**Representación gráfica de la velocidad en función del tiempo**

La siguiente tabla representa un móvil que se desplaza en línea recta con velocidad constante (MRU).

Tiempo (h)	1	2	3	4	5	6
Velocidad (km/h)	80	80	80	80	80	80



La representación es una **recta paralela al eje del tiempo** porque la **velocidad es constante**.

**Recuerda:**

\* Los resultados que se obtengan deben ser cantidades expresadas en unidades correctas.

[x] = m, km, etc.;      [t] = s, h, etc.;      [v] = m/s, km/h, etc.

\* Cuando hablemos de rapidez, haremos referencia al módulo de la velocidad sin que nos interese ni la dirección ni el sentido. En este caso, la rapidez se calcula realizando el cociente entre el espacio recorrido y el tiempo transcurrido en recorrer dicho espacio.

**EJERCITACIÓN**

1) Completar el siguiente texto colocando las unidades que considere razonables

Un señor fue al supermercado y compró 4 ..... de azúcar, una cerveza de 950 ....., una gaseosa de 2,25 ..... . En la verdulería compró 750 ..... de papa. Estuvo dentro del supermercado durante 18 ..... . Al salir tuvo que caminar 25 ....., ya que su automóvil se encontraba dentro de la playa de estacionamiento del supermercado. Dicha playa es extensa pues tiene aproximadamente 12.000 ..... . Luego se dirigió a la estación de GNC cargó 14,5 ..... de gas natural comprimido. Al salir condujo con una rapidez de 90 .....

2) Indica si los siguientes enunciados son verdaderos (V) o falsos (F). Justifica los enunciados falsos.

- a) La cinemática describe los movimientos sin tener en cuenta las causas que lo producen. (.....)
- b) Para definir un movimiento se necesita un sistema de referencia. (.....)
- c) La trayectoria de un móvil es el punto donde se encuentra dicho móvil. (.....)
- d) La velocidad se define como el espacio recorrido en una unidad de tiempo. (.....)
- e) La fórmula de la distancia recorrida en el MRU es:  $\Delta x = v \cdot \Delta t$  (.....)
- f) Posición es el punto elegido como referencia. (.....)
- g) El movimiento rectilíneo uniforme se caracteriza por tener la velocidad constante. (.....)
- h) La rapidez es una magnitud vectorial. (.....)

3) Realizar los siguientes pasajes de unidades colocando en cada caso la magnitud equivalente en la unidad

- a) 35 min a s =
- b) 9.000 s a min =
- c) 150 min a h =
- d) 9.000 s a h =
- e) 4,25 h a min =
- f) 1h 25min 40s a s =
- g) 5h 12min a h =
- h) 2h 15min a min =
- i) 1,3 h a s =
- j)  $27 \frac{km}{h}$  a  $\frac{m}{s}$  =
- k)  $20 \frac{m}{s}$  a  $\frac{km}{h}$  =
- l)  $16 \frac{m}{s}$  a  $\frac{km}{h}$  =
- m)  $90 \frac{km}{h}$  a  $\frac{m}{s}$  =
- n)  $54 \frac{km}{h}$  a  $\frac{m}{s}$  =
- o)  $30 \frac{m}{s}$  a  $\frac{km}{h}$  =

4) Une cada uno de los cuerpos móviles que figuran en la primera columna con su velocidad media aproximada. (Ayuda: escribe todas las velocidades en las mismas unidades para poder compararlas.)

Un caracol	800 km/h
Una persona al paso	5 m/s
Un atleta corriendo	540 cm/h
Un tren	300.000 km/s
Un avión	140 cm/s
Un sonido en el aire	28 m/s
La luz en el vacío	330m/s

5) Dos automóviles se desplazan por la Avenida Belgrano de Junín, uno lo hace acercándose hacia la calle Primavera (al oeste) con una rapidez de 50 km/h; el otro vehículo se desplaza con similar rapidez, pero lo hace alejándose de la calle Primavera. ¿Tienen la misma velocidad ambos automóviles?. ¿Por qué?

6) Una persona circula en bicicleta por una ruta recta y recorre 13,5 km en media (1/2) hora. ¿Con qué velocidad se desplaza el ciclista?. (Expresar el resultado en km/h y en m/s).

7) Un automóvil que se desplaza a una velocidad constante, recorre 60 km en 40 min. Expresar su velocidad en km/h, en km/s, y en m/s.

8) Un atleta corre con una velocidad constante de 5 m/s. ¿Cuánto tiempo tardará en recorrer 20 km?. (Expresar el resultado en horas, minutos y segundos).

9) ¿Qué distancia recorrerá un tren en 3h 48min, si se desplaza con MRU, y su velocidad es de 85 km/h?

10) Un tren recorre 180 km en 2h 24min. ¿Cuál es su velocidad?. (Expresar el resultado en km/h)

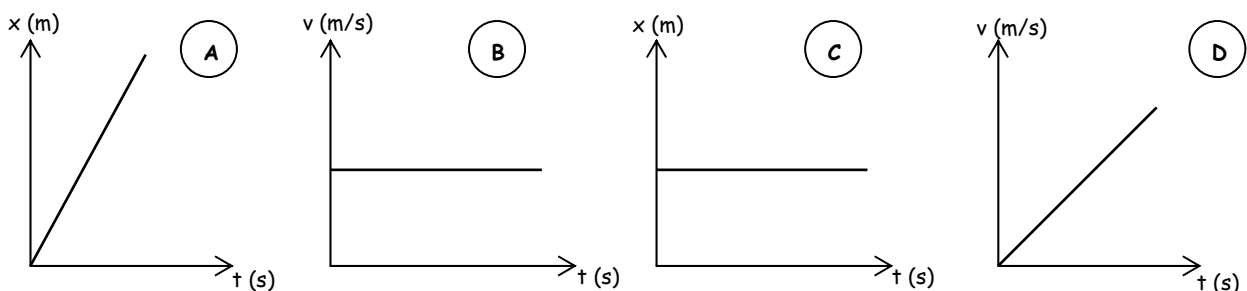
11) La siguiente tabla describe el movimiento de un móvil:

Tiempo (min)	30	60	90	120
Distancia (km)	40	80	120	160

- Indica si el móvil se desplaza con movimiento uniforme. Justifica tu respuesta.
- ¿Cuál es la velocidad del móvil?
- Confecciona los gráficos correspondientes:
  - espacio recorrido en función del tiempo
  - velocidad en función del tiempo.

12) Teniendo en cuenta los siguientes gráficos, señala cuál o cuáles se ajustan a los siguientes ítems (En cada caso, justifica tu respuesta).

- La velocidad es constante.
- El móvil está detenido.
- La velocidad aumenta al transcurrir el tiempo.
- Indica que el espacio recorrido es directamente proporcional al tiempo empleado para recorrerlo.



- 13) Dos ciudades japonesas distan en 270 km. Sabiendo que el tren bala alcanza una velocidad de 225 km/h y que mantiene su velocidad constante durante todo el trayecto sin detenerse en ningún momento:
- ¿Cuánto tiempo tardará en llegar de una ciudad a otra?
  - Un pasajero del tren mira su reloj al salir y se da cuenta que dispone de 80 min para llegar a tiempo a una importante reunión. ¿Cuántos minutos le faltaron o le sobraron cuando se bajó al final del recorrido?
- 14) Un circuito de Fórmula 1, tiene una longitud de 4.580 m. Suponiendo que la carrera tiene 80 giros y que el ganador tardó 1h 36 min, ¿cuál fue la rapidez promedio del piloto vencedor?
- 15) Un automóvil pasa por el Arco de Desaguadero a las 15:30 hs y llega a la Ciudad de San Luis a las 16:15 hs. Si sabemos que viajó con una velocidad promedio de 96 km/h, ¿qué distancia existe entre San Luis y Desaguadero?
- 16) Un avión viaja desde Mendoza a Buenos Aires en 1 h 36 min. ¿Cuál es la velocidad del avión si se sabe que la distancia entre ambas ciudades es de 1.000 km?
- 17) Un automóvil "A" parte a las 16:10 hs desde San Martín hacia Mendoza con una velocidad constante de 80 km/h y otro automóvil "B" parte 5 minutos después con una velocidad constante de 96 km/h. Suponiendo que la distancia entre San Martín y Mendoza es de 48 km:
- ¿Qué automóvil llega primero?
  - ¿Cuál es la diferencia de tiempo de llegada entre ambos vehículos?
- 18) En enero de 1997, se dispuso un operativo de seguridad con un control vehicular en la Ruta 2, que recorre la costa desde Buenos Aires hasta Mar del Plata. La velocidad máxima establecida para transitar dicha ruta es 80 km/h. En el primer peaje, al salir de Buenos Aires, se registraba en una computadora la patente del vehículo, el horario de pasada y el destino. Dicha computadora se encuentra en red con los demás peajes de la costa. Luego se informaba al conductor que si llegaba en menos de 5 horas a Mar del Plata, al ingresar los datos de la patente a la computadora del peaje de esa ciudad, se le labraría un acta de infracción. Si usted sabe que la distancia entre Buenos Aires y Mar del Plata es de 400 km, ¿qué infracción comete si llega en menos de 5 horas?. ¿Por qué?
- 19) Un caballo de carrera recorre 900 m en línea recta en 48 s. Calcula la rapidez promedio en m/s y km/h.
- 20) ¿Cuál es la velocidad en m/s de un móvil que recorre 450 m en línea recta en 2 min 30 s?
- 21) Una moto recorre un camino recto de 120 Km. en 2 horas y media. ¿Cuál es su velocidad medida en m/s y en km/h?
- 22) Un auto se desplaza en una dirección determinada a 60 Km/h, durante 5 h. ¿Qué distancia recorre?
- 23) Un avión se desplaza en línea recta a 780 Km/h. ¿Qué tiempo tarda en recorrer 2.450 Km?
- 24) Un móvil se desplaza con M.R.U. a una velocidad de 30 m/s. ¿Cuál es el espacio que recorre en 8 s? ¿Cuánto tiempo tarda en recorrer 0,45 Km?
- 25) Un tren marcha con una velocidad constante de 90 Km/h. Calcula el espacio que recorre en 7200 s.
- 26) Un móvil se desplaza en movimiento rectilíneo a 20 m/s durante 5 h. Calcula la distancia recorrida.
- 27) ¿Qué distancia recorre un automóvil que marcha a velocidad constante de 120 Km/h durante 320 min.?
- 28) ¿Qué tiempo emplea un tren para recorrer 108 km si marcha a una velocidad constante de 25 m/s?
- 29) Una persona recorre 27 km en línea recta en 1 h 48 min. ¿Cuál es su velocidad? (en km/h)
- 30) El silbido de una locomotora lejana fue escuchado un segundo y medio después de haber visto el humo que salía de la chimenea. Sabiendo que el humo y el sonido se producen en el mismo instante y que la luz se propaga casi en forma instantánea en pequeñas distancias ( $v_{luz} = 300.000 \text{ km/s}$ ), ¿a qué distancia se encuentra el tren?. ( $v_{sonido} = 330 \text{ m/s}$ )

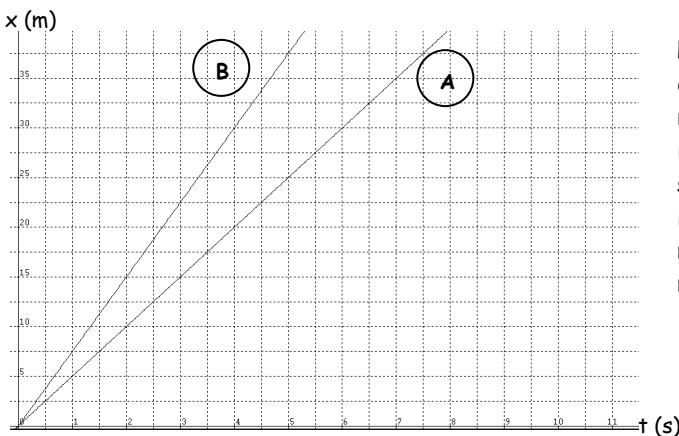
**INTERPRETACIÓN DE GRÁFICAS**

Existen dos tipos de representaciones para describir el MRU: **espacio-tiempo** y **velocidad-tiempo**.

**Gráficas espacio-tiempo**

En el MRU, los móviles se desplazan con velocidad constante, es decir, recorren distancias iguales a iguales intervalos de tiempo. Esto indica que la distancia recorrida es directamente proporcional al tiempo transcurrido en recorrerla. La forma de representar este tipo de movimiento (cuando la velocidad no es nula), es a través de una función afín definida de  $\nabla^+$  en  $\nabla$ , o bien de  $\nabla^+$  en  $\nabla^+$ . La representación será una recta cuya pendiente dependerá del valor de la velocidad. Mientras mayor sea la velocidad, mayor será la pendiente de la recta que la representa.

Por ejemplo, consideremos dos móviles que se mueven con MRU, uno de ellos (móvil A) con una velocidad de 5 m/s, y el otro (móvil B) con una velocidad de 7,5 m/s. La gráfica que representa ambos movimientos es la siguiente:

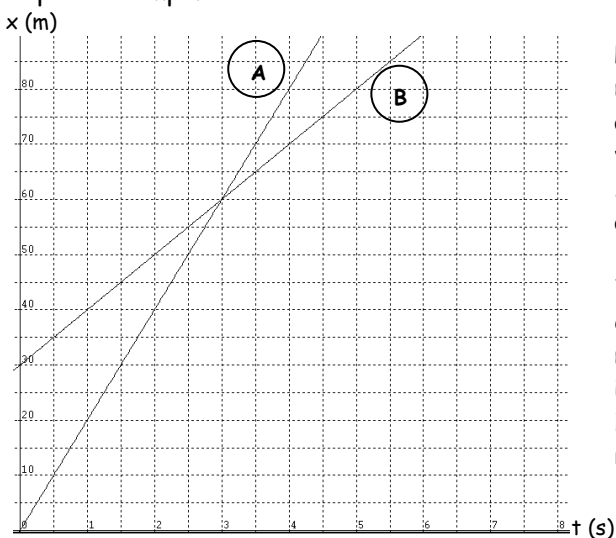


La pendiente de la recta que representa al movimiento del móvil B es mayor que la pendiente de la recta que representa al móvil A. Puede también observarse que a iguales intervalos de tiempos las distancias recorridas son diferentes. Por ejemplo, habiendo partido del mismo lugar en el mismo instante, a los 2 s de iniciado el movimiento, el móvil B ha recorrido 15 m, mientras que el móvil A sólo ha recorrido 10 m.

**Concluimos lo siguiente:**

- En una gráfica espacio-tiempo, si la representación de un movimiento se hace a través de una recta, entonces el movimiento es un MRU.
- Si en una gráfica espacio-tiempo, se representa el movimiento de dos o más móviles con MRU, el que tiene mayor velocidad será siempre el que se haya representado con la recta de mayor pendiente.

Realicemos la descripción de los movimientos de dos móviles que se representan en la siguiente gráfica espacio-tiempo.



La pendiente de la recta que representa al movimiento del móvil A es mayor que la pendiente de la recta que representa al móvil B. Por lo tanto la velocidad del móvil A es mayor que la velocidad del móvil B.

Analizando la gráfica, podemos determinar la velocidad de ambos móviles: Móvil A → 20 km/h

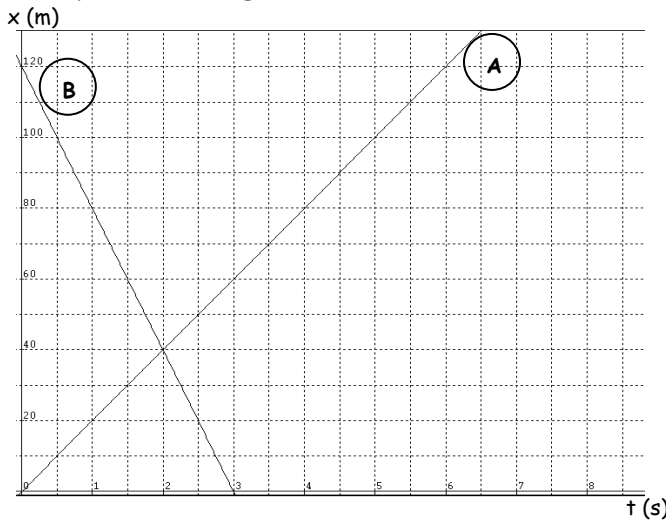
Móvil B → 10 km/h

También observamos que el móvil B, parte al mismo tiempo que el móvil A, pero lo hace a 30 km del lugar de referencia, en la misma dirección y en el mismo sentido.

El móvil A, al tener mayor velocidad alcanzará al móvil B a las 3 horas de haber iniciado el movimiento y a 60 km del lugar de referencia.

Puede suceder también que los móviles se desplacen con velocidades constantes pero en sentidos contrarios. En ese caso la pendiente de un de las rectas que representa uno de los movimientos, será negativa. Esto indica que el móvil se desplaza con velocidad constante pero en el sentido contrario al que se ha establecido como positivo.

Supongamos que dos móviles A y B se mueven con MRU en la misma dirección, pero que lo hacen con sentidos contrarios, el móvil A con una velocidad constante de 20 km/h y partiendo del punto que se toma como referencia; y el móvil B con una velocidad de -40 km/h y partiendo a 120 km del lugar de referencia. La representación gráfica que describe ambos movimientos es la siguiente:

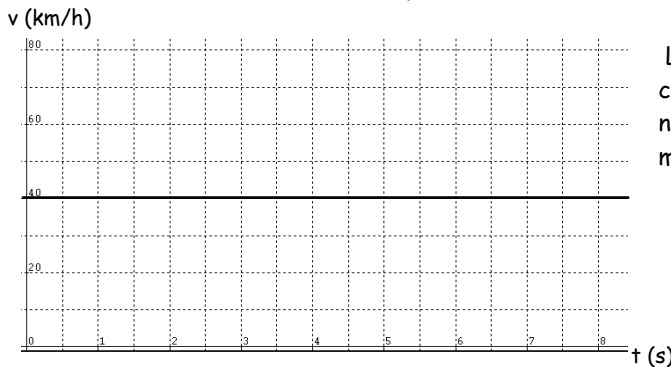


La pendiente de la recta que representa al movimiento del móvil A positiva y la pendiente de la recta que representa el movimiento de B es negativa. El móvil A parte del lugar establecido como referencia y el móvil B a 120 km (en el sentido elegido como positivo) del lugar de referencia. El encuentro entre ambos móviles se produce a las 2 horas del inicio del movimiento y a 40 km del lugar de referencia. Ambos móviles han iniciado su movimiento en el mismo instante de tiempo, que se ha considerado como tiempo 0.

**Gráficas velocidad-tiempo**

La gráfica que representa la velocidad de un móvil con MRU en función del tiempo, es siempre una función constante, es decir, la recta será paralela al eje que representa el tiempo, ya que a medida que el tiempo transcurre, la velocidad del móvil no se modifica por encontrarse en un MRU.

Supongamos que un móvil se mueve con una velocidad constante de 40 km/h. La gráfica que representa la velocidad en función del tiempo será:



La recta que representa la velocidad en función del tiempo corresponde a una función constante. En efecto, la velocidad no se altera a medida que el tiempo transcurre y siempre se mantiene en 40 km/h.

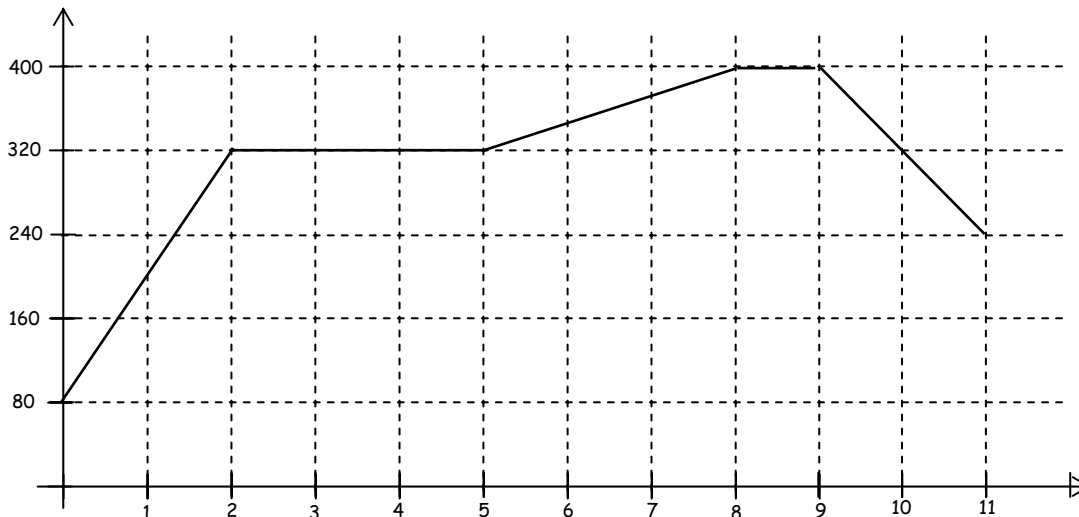
**Gráficas que describen un movimiento**

Ahora analizaremos gráficas que no corresponden a un MRU, ya que, si bien cuando existe movimiento es con una velocidad constante, existen lapsos de tiempos dónde el móvil lo hace con una determinada velocidad, luego con otra velocidad diferente e incluso existen lapsos de tiempo dónde el móvil puede estar detenido (velocidad nula).

Ya analizamos (en la página 6) que la rapidez promedio no nos dice nada acerca de lo que sucede en cada instante de tiempo. Sólo nos brinda una descripción general del movimiento en un intervalo de tiempo determinado. Sin embargo, una gráfica de la distancia recorrida en función del tiempo, nos puede proporcionar mayor información a partir de una interpretación adecuada, como veremos en el siguiente ejemplo.

Consideremos la siguiente representación gráfica que corresponde a un móvil en movimiento. La gráfica nos muestra la distancia recorrida en función del tiempo. Este tipo de gráfica se la denomina: "distancia-tiempo", o bien, "distancia versus tiempo".

**NOTA:** es muy importante aclarar que la representación gráfica que analizaremos, NO CORRESPONDE a un movimiento rectilíneo uniforme al tener en cuenta las 11 horas que se han considerado, puesto que, la rapidez no es constante, y el sentido tampoco lo es.



- ¿A qué distancia del lugar de referencia (0), inicia el movimiento?  
Rta: El movimiento se inicia a 80 km del lugar que se ha tomado como referencia y en el sentido positivo.
- ¿Cuánto tiempo estuvo detenido en total a lo largo del recorrido?  
Rta: El móvil se ha encontrado detenido 4 horas en total. La gráfica muestra que en el lapso de tiempo que transcurre desde la hora 2, hasta la hora 5, el tiempo ha transcurrido pero el móvil no se ha movido del kilómetro 320 del lugar de referencia. Eso significa que estuvo detenido. Lo mismo sucede entre la hora 8 y la hora 9, donde el móvil estuvo detenido a 400 km del lugar de referencia.
- ¿Qué distancia recorrió en total en todo el tiempo que duró el movimiento?
- ¿Cuánto tiempo en total estuvo en movimiento?
- ¿Qué velocidad tuvo el móvil durante las primeras 2 horas?
- ¿A qué distancia del lugar de referencia (0), finaliza el movimiento?
- ¿Cuál fue el desplazamiento neto del móvil?
- ¿Qué velocidad tuvo el móvil en las últimas dos horas?

#### PROBLEMAS DE ENCUENTRO CON MRU

- A las 11h parte un automóvil con movimiento uniforme a 50 km/h; a las 13h parte otro en su persecución a 75 km/h. Calcular a qué hora y a qué distancia del punto de partida se produce el encuentro. Realiza la gráfica y analiza el problema gráfica y analíticamente.

