

Unidad 5: El movimiento

1. El movimiento.
2. Medida del movimiento. Posición, desplazamiento.
3. Velocidad media e instantánea.
4. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)
5. Aceleración. Movimientos acelerados.
6. Distancias y movimientos en el Universo.

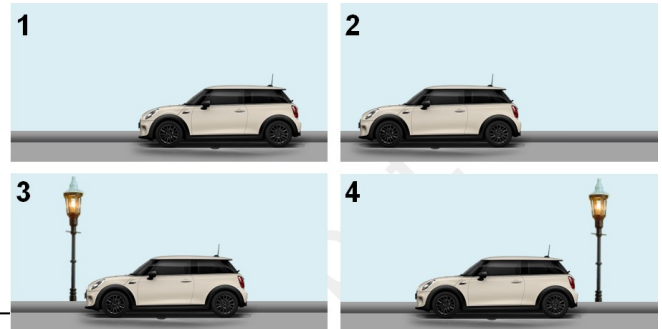
1 El movimiento.



Para pensar 1.

- a) Compara las dos fotografías 1 y 2 que se han hecho a un coche. ¿Podemos asegurar que se ha movido el coche?
- b) Responde ahora a la misma pregunta comparando las fotografías 3 y 4

Para Pensar 2. ¿Está quieto el instituto?



¿En qué consiste el movimiento?

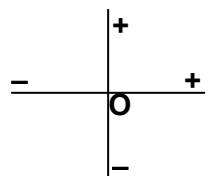
Analizando la respuesta a estas preguntas que nos hemos hecho, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- Un objeto se mueve cuando cambia su posición respecto a algo que consideramos que está en reposo (quieto)
- El movimiento es algo relativo, depende de quién lo esté midiendo. Como pasa con el movimiento de la Tierra, si nos movemos junto con ella, no notaremos que los demás objetos (casas, montañas...) también se mueven, y consideraremos que están en reposo.
- Necesitamos considerar que al menos algo está quieto para poder medir el movimiento de los demás cuerpos. De hecho, no podemos asegurar que nada esté quieto en el Universo, no existe un punto de referencia absoluto. Por eso, siempre decimos que consideramos que el punto de referencia escogido está quieto.

Sistema de referencia (punto de referencia, punto origen)

El sistema de referencia, o punto de referencia respecto al cual medimos el movimiento de un cuerpo, consta de:

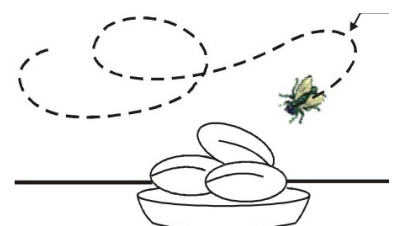
- Un punto que consideramos que está quieto, en reposo. Puede ser un edificio, un árbol, una farola, una marca pintada en el suelo... lo representaremos con la letra O.
- Un criterio de signos (+ y -) para medir las distancias hasta el punto O. Podemos escoger el criterio de signos como queramos, pero lo más usual es el criterio que usamos en matemáticas para representar los números positivos y negativos:
 - En horizontal: positivo a la derecha y negativo a la izquierda
 - En vertical: positivo hacia arriba y negativo hacia abajo.

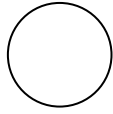
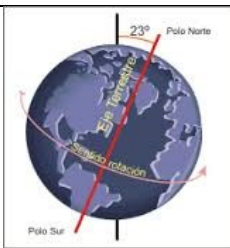
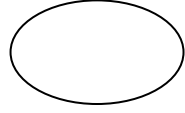
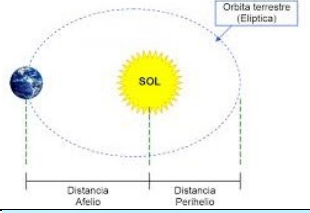
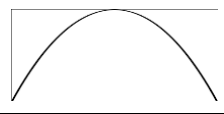



Trayectoria

Cuando un cuerpo se mueve ocupa sucesivamente distintas posiciones en el espacio, que unidas determinan una línea llamada **trayectoria**. Según la forma de la trayectoria, tendremos:

- **Movimientos rectilíneos**, con trayectoria recta.
- **Movimientos curvilíneos**, con trayectorias curvas.
Dentro de los movimientos curvilíneos, algunos casos importantes son:



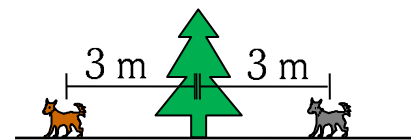
Movimiento	Forma trayectoria	Ejemplos	
Circular	Circunferencia 	Rotación terrestre Ruedas de un coche Noria Coche en una rotonda	
Elíptico	Elipse 	Movimiento de los planetas alrededor del Sol.	
Parabólico	Parábola 	Cuerpo que se lanza y cae al suelo	

2. Medida del movimiento: posición, desplazamiento.



Para pensar 3. Un automóvil que circula por una carretera, y pasa por el punto kilométrico 250. ¿Qué distancia ha recorrido? ¿Qué información podemos obtener de ese dato?

Para pensar 4. ¿Están los dos perros en la misma posición respecto al árbol? ¿Cómo diferenciamos una de otra?

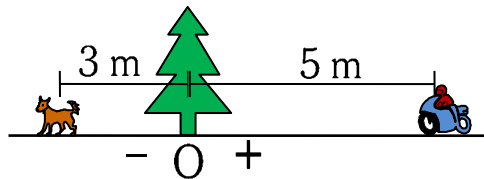


Posición

Lugar que ocupa el objeto móvil que estudiamos en un instante determinado.

Para indicar la posición de un móvil, mediremos la distancia hasta el punto de referencia (O). Lo representaremos con la letra **x** (s, e, x...)

Esta distancia podrá ser positiva o negativa, según se encuentre a un lado o a otro de O, según el criterio de signos que hayamos establecido.



En el dibujo, tomando el árbol como punto de referencia, la posición del perro será $x = -3\text{ m}$, y la de la moto $x = 5\text{ m}$

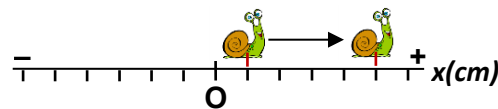
Desplazamiento y distancia recorrida

El desplazamiento (d) es la distancia desde la posición donde hemos empezado a medir el movimiento (x_i), hasta la posición final (x_f), independientemente de lo que haya ocurrido entre esas dos posiciones.

Se calcula con la expresión $d = x_f - x_i$

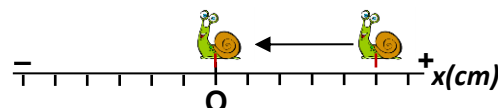
donde x_f es la posición final y x_i la posición inicial

En el S.I. se mide en metros (m).



Aquí el caracol se mueve desde la posición inicial $x_i = 1\text{ cm}$, hasta la posición final $x_f = 5\text{ cm}$. El desplazamiento es

$$d = x_f - x_i = 5\text{ cm} - 1\text{ cm} = 4\text{ cm}$$



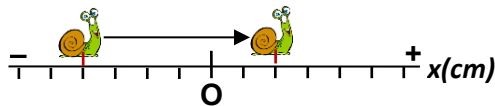
Aquí el caracol se mueve desde la posición inicial $x_i = 5\text{ cm}$, hasta la posición final $x_f = 0\text{ cm}$. El desplazamiento es

$$d = x_f - x_i = 0\text{ cm} - 5\text{ cm} = -5\text{ cm}$$



Para pensar 5:

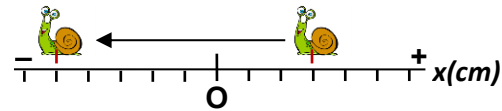
¿Puede el desplazamiento ser negativo?
¿Qué significaría en ese caso?



Aquí el caracol se mueve desde la posición inicial $x_i = -4$ cm, hasta la posición final

$x_f = 2$ cm. El desplazamiento es

$$d = x_f - x_i = 2 \text{ cm} - (-4 \text{ cm}) = 2+4 \text{ cm} = 6 \text{ cm}$$

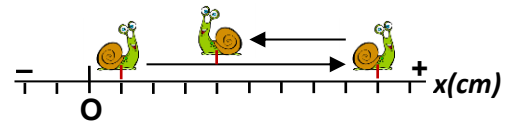


Aquí el caracol se mueve desde la posición inicial $x_i = 3$ cm, hasta la posición final $x_f = -5$ cm. El desplazamiento es

$$d = x_f - x_i = -5 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = -8 \text{ cm}$$

¿Coincide siempre el desplazamiento con la distancia real recorrida?

No siempre. El desplazamiento sólo mide la distancia entre la posición inicial y final ($d = x_f - x_i$). Si en algún momento el móvil da la vuelta y cambia de sentido, al calcular el desplazamiento no tendrá en cuenta esto. Aunque en cursos posteriores se estudiará el concepto vectorial de desplazamiento, aquí trabajaremos calculando el desplazamiento como la distancia medida sobre la trayectoria, ya sea esta recta o curva.



En este caso, el caracol da la vuelta, y el desplazamiento es $d = x_f - x_i = 4 \text{ cm} - 1 \text{ cm} = 3 \text{ cm}$. Sin embargo, ha recorrido en total 13 cm (8 de ida y 5 de vuelta)

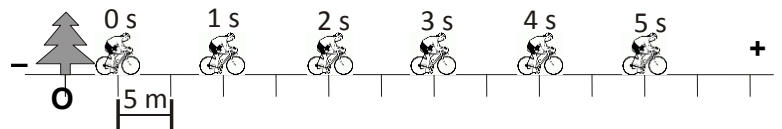
Gráfica de la posición frente al tiempo (gráfica x/t)

Si vamos midiendo las distintas posiciones que tiene un objeto que se mueve a lo largo del tiempo (por ejemplo, las posiciones cada segundo, o cada 5 segundos...) podemos construir una tabla de valores y a partir de ahí una gráfica que represente la posición(x) respecto al tiempo (t) (gráfica x/t).

- En el eje horizontal situaremos la escala del tiempo, donde pondremos las unidades en las que se mide. El instante inicial ($t = 0$) estará en el origen de la gráfica.
- En el eje vertical representaremos las posiciones, las positivas en la parte superior, y las negativas en la parte inferior.

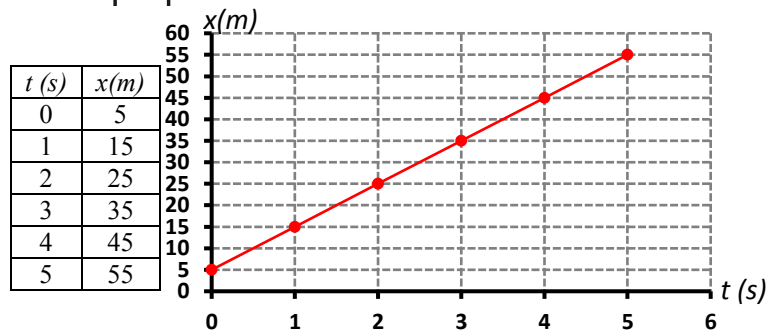
Cada pareja de valores (t,x) se representa por un punto en la gráfica

Ejemplo 1: Un ciclista circula por una carretera, y medimos la posición en cada segundo de tiempo que transcurre, como indica el dibujo. Escogemos el sistema de referencia (O) en el árbol.

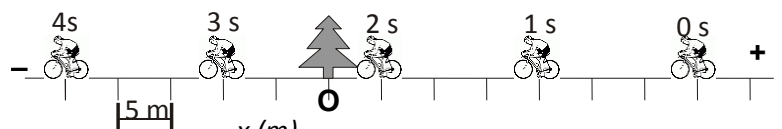


Construimos la tabla de valores y representamos x frente a t.

Como vemos, la forma de la gráfica es **ascendente** (hacia arriba). Esto no significa que suba ninguna pendiente, sino que se mueve en el sentido positivo (hacia la derecha)

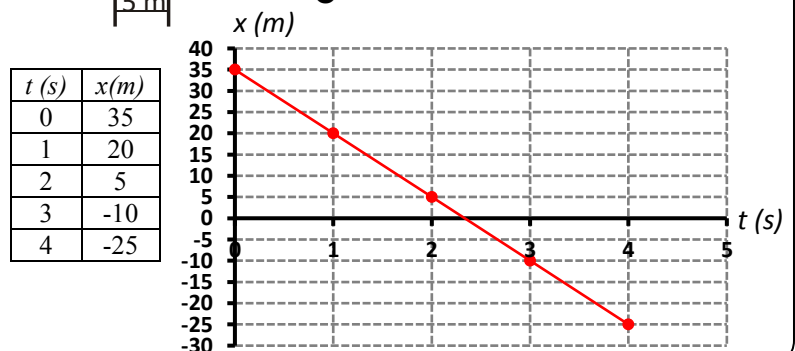


Ejemplo 2: Hacemos igual con el movimiento de este otro ciclista, que se mueve hacia la izquierda, y llega al punto de referencia (O) y pasa de largo.



Construimos la tabla de valores y representamos x frente a t.

Ahora la gráfica es **descendente** (hacia abajo). El ciclista se mueve en el sentido negativo (hacia la izquierda), pasando por el punto O y continuando con posiciones negativas.



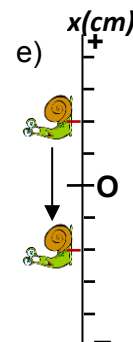
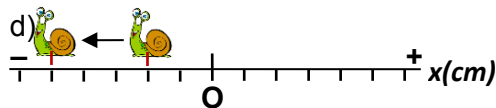
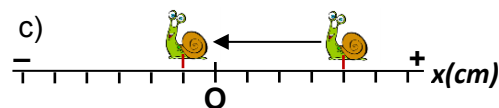
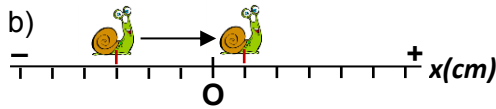
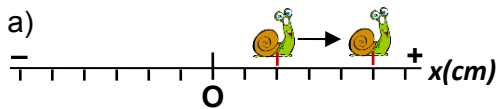


Exercise 2.1. Complete these sentences

We can only measure a movement in relation to a _____
 The _____ of a mobile object says where it is.
 The _____ says how many meters does the object move.
 Planets around the Sun describe _____
 The trajectory of a movement may be _____ or _____.

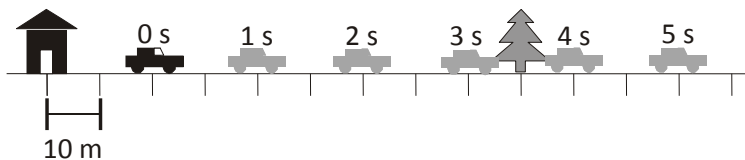
Exercise 2.2

In each case, write the initial and final positions of the snail, and calculate its displacement.



Ejercicio 2.3

El dibujo muestra las distintas posiciones a lo largo del tiempo de un automóvil que circula por una carretera. Haz una tabla de valores y una gráfica de la posición frente al tiempo:



- Escogiendo el sistema de referencia en la casa.
- Escogiendo el sistema de referencia en el árbol.
- ¿En qué se diferencian ambas gráficas?

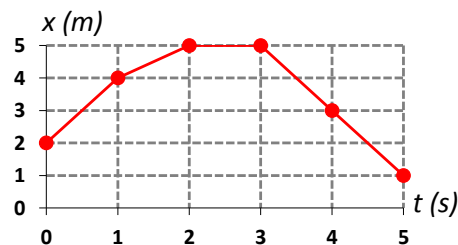
Ejercicio 2.4

- Dibuja la tabla de valores y la gráfica x/t de un objeto móvil que permanece en reposo desde el principio durante 5 s, a 4 m a la derecha del sistema de referencia.
- Sonia camina hacia el instituto, que se encuentra a 1 km de su casa. Cada minuto recorre 80 m. Si ponemos el sistema de referencia en el instituto, haz la tabla de valores y la gráfica de este movimiento desde que sale de su casa hasta que llega al instituto (expresa las posiciones en m y los tiempos en minutos).

Ejercicio 2.5: Medimos el movimiento de un coche que frena cuando ve un semáforo en rojo. El sistema de referencia está puesto en el semáforo. Obtenemos la tabla de valores que aparece a continuación. A partir de ella:

- Representa gráficamente x frente a t .
- Calcula el desplazamiento entre los instantes 2 s y 4 s.
- Calcula el desplazamiento total medido en el movimiento.
- ¿Qué ocurre entre los instantes 4 s y 6 s?
- ¿Se pasa el coche el semáforo en rojo? Razona.

t (s)	0	1	2	3	4	5	6
x (m)	55	25	10	0	-5	-5	-5



Exercise 2.6: From this graph, calculate the displacement between:

- $t=0$ s y $t=2$ s
- $t=1$ s y $t=4$ s
- $t=2$ s y $t=3$ s
- $t=0$ s y $t=4$ s.



Experiencia 1: Experiencia virtual: Gráfica posición/tiempo.

Por grupos, vais a estudiar el movimiento de un móvil en la pantalla del ordenador, midiendo las posiciones y los tiempos, y construyendo la tabla de valores y la gráfica x/t

3. Velocidad media e instantánea.



Para Pensar 6. Un automóvil ha recorrido 10 km. Otro automóvil ha recorrido 15 km. ¿Cuál de los dos ha ido más rápido? ¿Por qué?

Para pensar 7. ¿Qué datos necesitamos conocer para calcular la velocidad de un objeto?

Todos tenemos una idea de cuándo un objeto va más rápido que otro. En una carrera de 100 m, será más rápido el corredor que llegue antes, es decir, que emplee menos **tiempo** en recorrer la misma **distancia**. También será más rápido quien recorra más distancia en el mismo tiempo (como en la prueba conocida como test de Cooper, donde hay que recorrer la máxima distancia posible en 12 minutos)

Velocidad media (v_m)

La **velocidad media** de un cuerpo nos indica la relación entre la distancia recorrida (el desplazamiento) y el tiempo empleado en recorrerla. Se calcula dividiendo el desplazamiento entre el tiempo, con la fórmula $v_m = \frac{d}{t}$

Si en lugar de la distancia recorrida nos dan como datos las posiciones inicial y final $v_m = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$

Teniendo en cuenta esto, vemos que la velocidad se mide en m/s (metros por cada segundo) si usamos el S.I. Otra unidad muy usada es km/h (km por cada hora)

Ejemplo 1: Una atleta da una vuelta a la pista de 400 m en 50 s. ¿Qué velocidad media ha llevado?

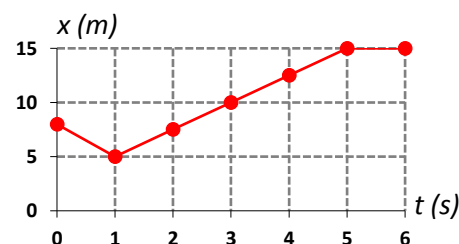
La velocidad media se calcula $v_m = \frac{d}{t} = \frac{400 \text{ m}}{50 \text{ s}} = 8 \text{ m/s}$

Ejemplo 2: A partir de la siguiente gráfica, calcula la velocidad media entre los instantes 1 s y 5 s.

De la gráfica podemos extraer las posiciones inicial y final

Para $t = 1 \text{ s} \rightarrow x_1 = 5 \text{ m}$ Para $t = 5 \text{ s} \rightarrow x_5 = 15 \text{ m}$

La velocidad media $v_m = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{15 \text{ m} - 5 \text{ m}}{5 \text{ s} - 1 \text{ s}} = \frac{10 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 2,5 \text{ m/s}$



Para pensar 8:

¿Puede una velocidad ser negativa?

¿Qué significaría en ese caso?

¿Cómo pasar de km/h a m/s o viceversa? Los factores de conversión.

Un factor de conversión es una fracción en la que escribimos, en el numerador y en el denominador, la misma cantidad pero en diferentes unidades. Por ejemplo:

- Sabemos que $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$. Un factor de conversión sería $\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}$, o también $\frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}}$

- Sabemos que $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$. Factores de conversión serán $\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$, y $\frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}}$

¿Para qué sirven estos factores de conversión? Para cambiar unidades compuestas, como de km/h a m/s

Por ejemplo, para pasar 36 km/h a m/s. Tenemos que hacer dos cambios de unidades, de km a m y de h a s.

Primer cambio: de km a m: En el factor de conversión ponemos la equivalencia entre km y m ($1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$). En el dato inicial, los km aparecen en el numerador, por lo tanto en el factor los km deben ir en el denominador y los m en el numerador.

Segundo cambio: de h a s: En el factor de conversión ponemos la equivalencia entre h y s ($1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$). En el dato inicial, las h aparecen en el denominador, por lo tanto en el factor las h deben ir en el numerador y los s en el denominador.

Finalmente, multiplicamos las fracciones: multiplicamos todos los numeradores, multiplicamos todos los denominadores, y hacemos la división. Las unidades que quedan son m/s.

$$36 \text{ km/h} = \frac{36 \cancel{\text{ km}}}{1 \cancel{\text{ h}}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \cancel{\text{ km}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{ h}}}{3600 \text{ s}} = \frac{36000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}$$

Otro ejemplo, para pasar 20 m/s a km/h. Tenemos que hacer dos cambios de unidades, de m a km y de s a h.

Primer cambio: de m a km: En el factor de conversión ponemos la equivalencia entre km y m (1 km = 1000 m). En el dato inicial, los m aparecen en el numerador, por lo tanto en el factor los m deben ir en el denominador y los km en el numerador.

Segundo cambio: de s a h: En el factor de conversión ponemos la equivalencia entre h y s (1 h = 3600 s). En el dato inicial, los s aparecen en el denominador, por lo tanto en el factor los s deben ir en el numerador y las h en el denominador.

Finalmente, multiplicamos las fracciones: multiplicamos todos los numeradores, multiplicamos todos los denominadores, y hacemos la división. Las unidades que quedan son m/s.

$$20 \text{ m/s} = \frac{20 \cancel{\text{m}}}{1 \cancel{\text{s}}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \cancel{\text{m}}} \cdot \frac{3600 \cancel{\text{s}}}{1 \text{ h}} = \frac{72000 \text{ km}}{1000 \text{ h}} = 72 \text{ km/h}$$

Algunas velocidades características (aproximadas)	Velocidad (km/h)	Velocidad (m/s)
Persona caminando	5	
Corredor 100 m		10
Caracol		0,005
Guepardo	108	
Halcón	390	
Tiburón blanco	50	
Automóvil F1	320	
Avión en vuelo	1000	
Estación espacial ISS	27600	
Rotación de la Tierra (Ecuador)		463
Rotación de la Tierra (37°N)		370
Traslación de la Tierra		29800
Sonido en el aire		340
Luz en el vacío		$3 \cdot 10^8$

Velocidad instantánea: clasificación de movimientos según la velocidad



Para pensar 9:

En una etapa de la vuelta ciclista nos dicen que el ganador ha llevado una velocidad media de 41 km/h. ¿Ha llevado en todo momento esa velocidad?

Si estudiamos cualquier movimiento en la realidad, nos damos cuenta de que es prácticamente imposible de que la velocidad del móvil haya sido siempre constante. Cuando un ciclista se pone en marcha, primero va más despacio, luego aumenta la velocidad, y esta vuelve a disminuir al subir una pendiente... la velocidad media sólo nos indica eso, un valor medio que únicamente tiene en cuenta la distancia recorrida y el tiempo empleado, sin tener en cuenta los cambios que pueda haber experimentado la velocidad.

La velocidad instantánea es la velocidad que lleva un móvil en un instante concreto del movimiento. Es lo que, por ejemplo, marca el indicador de velocidad de un coche o una moto.

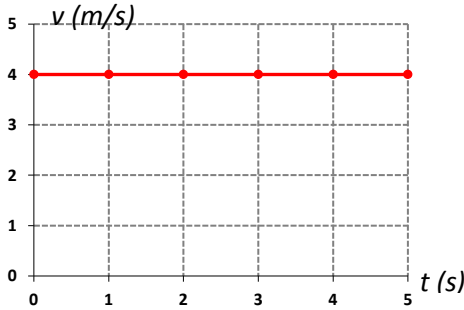
Para calcular la velocidad instantánea necesitamos herramientas matemáticas que no corresponden a este curso. Aquí sólo estudiaremos que, según la velocidad instantánea varíe o se mantenga constante, distinguiremos dos tipos de movimiento:

Movimientos uniformes: La velocidad es siempre la misma en todo momento. La velocidad instantánea coincide siempre con la velocidad media.

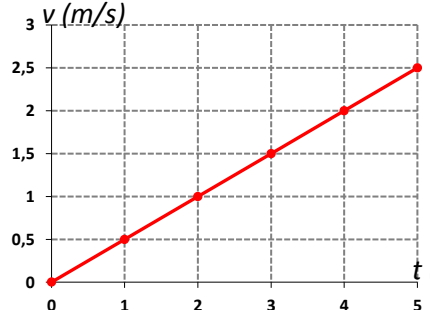
Movimientos acelerados: La velocidad varía (aumenta o disminuye). Estos movimientos poseen aceleración.

Gráficas velocidad/tiempo:

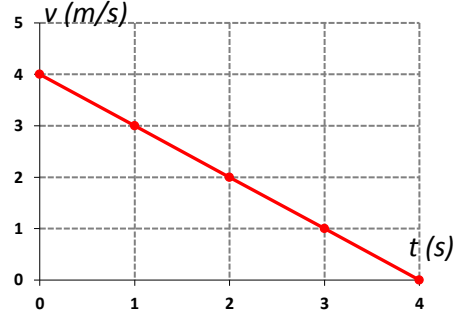
Como ya hicimos con las gráficas de la posición frente al tiempo, podemos estudiar otro tipo de gráfica en un movimiento: la gráfica v/t (velocidad frente al tiempo). Pondremos las velocidades en el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal.



Aquí, el móvil lleva una velocidad constante de 4 m/s durante todo el movimiento. Se trata de un **movimiento uniforme**



Aquí, el móvil comienza con velocidad 0 m/s (está quieto), y su velocidad va aumentando con el tiempo. Es un **movimiento acelerado**

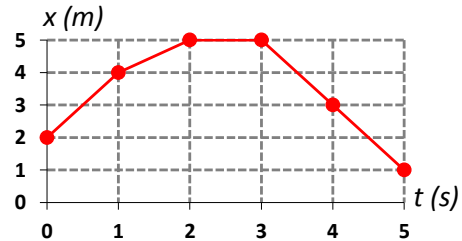


Aquí, el móvil frena, disminuyendo su velocidad hasta hacerse cero a los 4 segundos. Es un **movimiento acelerado**



Exercise 3.1: From this graph, calculate:

- The displacement from $t=0$ s to $t=2$ s
- The displacement from $t=2$ s to $t=4$ s
- Average speed from $t=0$ s to $t=3$ s
- Average speed from $t=3$ s to $t=5$ s
- Average speed of the whole movement
- What happened from $t=2$ s to $t=3$ s?



Exercise 3.2: Complete the speed table in page 6, making the changes (m/s \rightarrow km/h, km/h \rightarrow m/s) that were necessary)

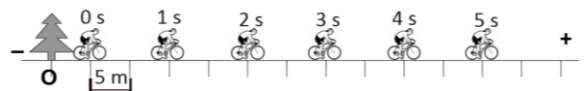
Ejercicio 3.2: En el circuito de Jerez, cuya pista tiene 4,423 km de longitud, Marc Márquez completó en 2014 una vuelta al circuito en 1 minuto y 38,120 s, estableciendo un nuevo record. ¿Cuál fue su velocidad media, en m/s y en km/h?

Ejercicio 3.3: La nadadora Mirella Belmonte ostenta el record mundial de 400 m estilo libre en piscina corta, con un tiempo de 3 min y 54,52 s. ¿Cuál fue su velocidad media? ¿Crees que pudo llevar siempre la misma velocidad?

Ejercicio 3.4: Usain Bolt estableció el record Mundial de los 100 m en los Mundiales de atletismo de Berlín de 2009, dejando la marca en 9,58 s. Calcula su velocidad media en m/s y en km/h.

4. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

- Un Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) es aquel movimiento que:
- Tiene velocidad constante, recorre la misma distancia en cada segundo.
 - Su trayectoria es una línea recta.



En un movimiento uniforme la velocidad instantánea coincide con la velocidad media, ya que siempre es la misma:

La fórmula de la velocidad será: $v = \frac{d}{t}$ o también $v = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$

Cálculo de la distancia recorrida y del tiempo empleado.

A partir de la fórmula $v = \frac{d}{t}$, podemos calcular cualquiera de las otras dos magnitudes, despejando:

Cálculo de la distancia recorrida: $v = \frac{d}{t} \rightarrow d = v \cdot t$

$$d = v \cdot t$$

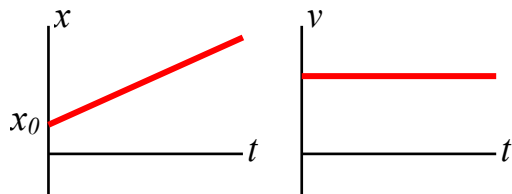
Cálculo del tiempo empleado en recorrer una distancia:

$$v = \frac{d}{t} \rightarrow t \cdot v = d \rightarrow t = \frac{d}{v}$$

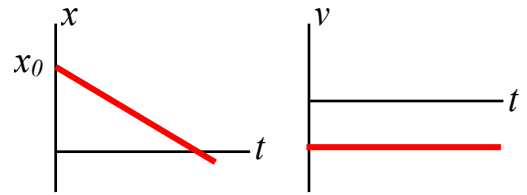
$$t = \frac{d}{v}$$

Gráficas de un MRU:

Las gráficas que corresponden a un **movimiento uniforme** tienen esta forma: una línea recta inclinada la gráfica x/t , y una línea horizontal la gráfica v/t .



Movimiento uniforme con velocidad positiva



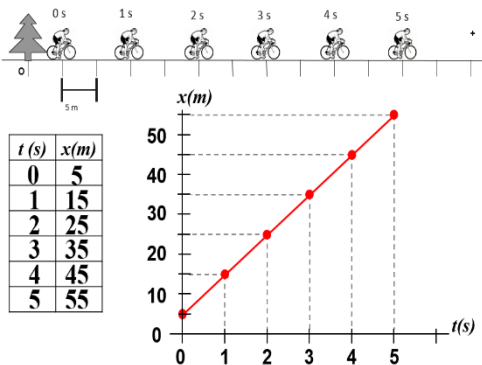
Movimiento uniforme con velocidad negativa

El valor x_0 es la posición inicial (la posición que tiene el móvil cuando empezamos a medir el movimiento, $t = 0$ s). x_0 puede ser positiva o negativa. En este último caso, la gráfica x/t empezaría por debajo del eje horizontal

Ecuación de un movimiento rectilíneo uniforme:

La *ecuación de movimiento* es una función (una fórmula) que nos permite calcular la posición del móvil para cualquier instante. Bastará con sustituir el tiempo que nos digan para saber dónde se encuentra el objeto que se mueve.

Vamos a ver cómo se obtiene a través de un ejemplo que ya hemos estudiado.



En este movimiento: posición inicial: $x_0 = 5$ m; velocidad $v = 10$ m/s

Al cabo de 1 s, ha recorrido 10 m. su posición: $x_1 = 5 + 10 = 15$ m

Al cabo de 2 s, ha recorrido $2 \cdot 10 = 20$ m. su posición: $x_2 = 5 + 20 = 25$ m

Al cabo de 3 s, ha recorrido $3 \cdot 10 = 30$ m. su posición: $x_3 = 5 + 30 = 35$ m

Vemos que, para calcular la posición, tomamos la posición inicial y le sumamos la distancia recorrida, el desplazamiento, que es igual a $d = v \cdot t$

La fórmula que nos permite calcular la posición para cualquier instante t sería:

$$x = 5 + 10 \cdot t \text{ (m)}$$

↑ Posición inicial
↑ Velocidad
← Unidades

Esa fórmula se denomina **ecuación de movimiento**.

La ecuación de un movimiento uniforme es, en general:

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

Conociendo la ecuación, podemos calcular todo sobre el movimiento: las posiciones, la tabla de valores, la gráfica... basta con sustituir los distintos valores del tiempo para obtener las posiciones.

También podemos calcular el tiempo que tarda el móvil en llegar a una posición concreta. Lo veremos a continuación.

Recuerda que es una ecuación, por lo tanto tiene incógnitas, que son x y t .

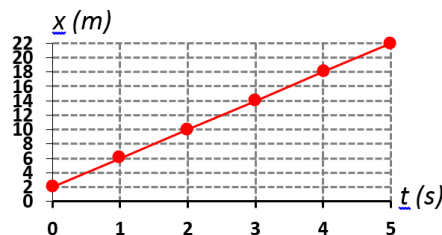
Ejemplo resuelto 1: La ecuación de un movimiento rectilíneo uniforme es: $x = 2 + 4 \cdot t$ (t en s, x en m)

a) Calcula la posición a los 3 s. *Basta con sustituir $t = 3$ s y hacer la operación* $x = 2 + 4 \cdot 3 = 14$ m

b) Haz una tabla de valores durante los 5 primeros segundos.

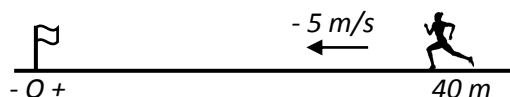
c) Dibuja la gráfica x/t.

t (s)	0	1	2	3	4	5
x (m)	2	6	10	14	18	22



Ejemplo resuelto 2: Una corredora se encuentra 40 m a la derecha de la meta, y avanza hacia ella 5 m en cada segundo. Si el sistema de referencia está colocado en la meta:

a) Haz un esquema del problema y escribe la ecuación de movimiento.



La posición inicial es $x_0 = 40$ m. como se mueve hacia la izquierda, su velocidad es $v = -5$ m/s.

La ecuación de movimiento: $x = 40 - 5 \cdot t$

b) Calcula la posición a los 3 s.

Sustituimos en la ecuación: $x = 40 - 5 \cdot 3 = 40 - 15 = 25$ m. Se encuentra 25 m a la derecha de la meta.

c) ¿Cuánto tiempo tarda en llegar a la meta?

Cuando llega a la meta, su posición es $x = 0$ m. sustituimos en la ecuación, y despejamos el tiempo.

$0 = 40 - 5 \cdot t \rightarrow -40 = -5 \cdot t \rightarrow t = -40 / -5 = 8$ s tarda en llegar a la meta.



Ejercicio 4.1: Esta tabla de valores corresponde al movimiento de una persona corriendo. A partir de la misma:

t (s)	0	1	2	3	4	5	6
x (m)	-12	-8	-4	0	4	8	12

- Haz una gráfica x/t. ¿Qué forma tiene? ¿Se trata de un movimiento uniforme?
- Calcula el desplazamiento y la velocidad media entre los instantes $t = 1$ s y $t = 2$ s.
- Calcula el desplazamiento y la velocidad media entre los instantes $t = 3$ s y $t = 4$ s.
- Calcula la velocidad media de todo el movimiento.
- Escribe la ecuación de este movimiento.

Ejercicio 4.2: Repite los mismos apartados que en el ejercicio 4.1 (salvo el e), pero con esta otra tabla de valores. ¿Qué diferencias encuentras entre ambos movimientos?

t (s)	0	1	2	3	4	5	6
x (m)	0	1	4	9	16	25	36

Ejercicio 4.3: Un ciclista circula a 15 m/s. ¿Qué distancia habrá recorrido en 1 minuto?

Ejercicio 4.4: ¿Qué distancia puede recorrer un caracol en 3 horas, si sigue una trayectoria recta?

Ejercicio 4.5: En astronomía se usa una unidad de distancia que es el año-luz, la distancia recorrida por la luz en el vacío en un año. ¿A cuántos km equivale?

Ejercicio 4.6: ¿Qué tiempo tardaría un guepardo en recorrer 500 m a su máxima velocidad (30 m/s)?

Ejercicio 4.7: ¿Qué tiempo tarda el sonido en recorrer 1 km en el aire?

Ejercicio 4.8: ¿Qué tiempo tarda la luz en llegar del Sol a la Tierra? (distancia Tierra-Sol = 150 millones de km)

(Para hacer los ejercicios 4.4, 4.6, 4.7, 4.8, usa los datos de velocidades que aparecen en la tabla de la página 6)

5. Aceleración. Movimientos acelerados

Hemos visto que en los movimientos uniformes la velocidad se mantiene constante, el objeto móvil recorre siempre la misma distancia en el mismo tiempo.

Sin embargo, esto no es lo habitual. Cualquier cuerpo en movimiento cambia su velocidad. Primero está en reposo y luego comienza a moverse, aumentando su velocidad. Si frena, también su velocidad cambia. Incluso si toma una curva, la velocidad está cambiando su dirección.

Estos cambios en la velocidad de un cuerpo tienen una causa: la aceleración.

Decimos que un cuerpo se mueve con aceleración cuando cambia su velocidad, ya sea aumentando, disminuyendo o cambiando su dirección.

La aceleración mide cuánto cambia la velocidad en cada segundo.

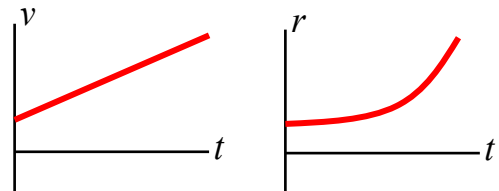
$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

$v_f - v_i$: diferencia entra las velocidades final e inicial $t_f - t_i$: tiempo transcurrido

La aceleración se mide en metros por segundo en cada segundo ($\frac{m/s}{s} = \frac{m}{s^2}$)

Gráficas de un movimiento acelerado:

Como la velocidad ya no es constante, la gráfica v/t ya no será una línea horizontal, sino que irá aumentando o disminuyendo. Del mismo modo, la gráfica r/t ya no será una línea recta, sino curva.



Algunas aceleraciones (aproximadas):

Tren que arranca	< 0,5 m/s ²	Avión despegando	12 m/s ²
Hombre que comienza a correr	< 3 m/s ²	Cohete espacial	60 m/s ²
Coche que arranca	< 5 m/s ²	Balón de fútbol al golpearlo	100 m/s ²
Coche que frena	< 8 m/s ²	Pelota de tenis al golpearla	1000 m/s ²
Caída libre en la Tierra	9,8 m/s ²	Pelota de golf al golpearla	10000 m/s ²



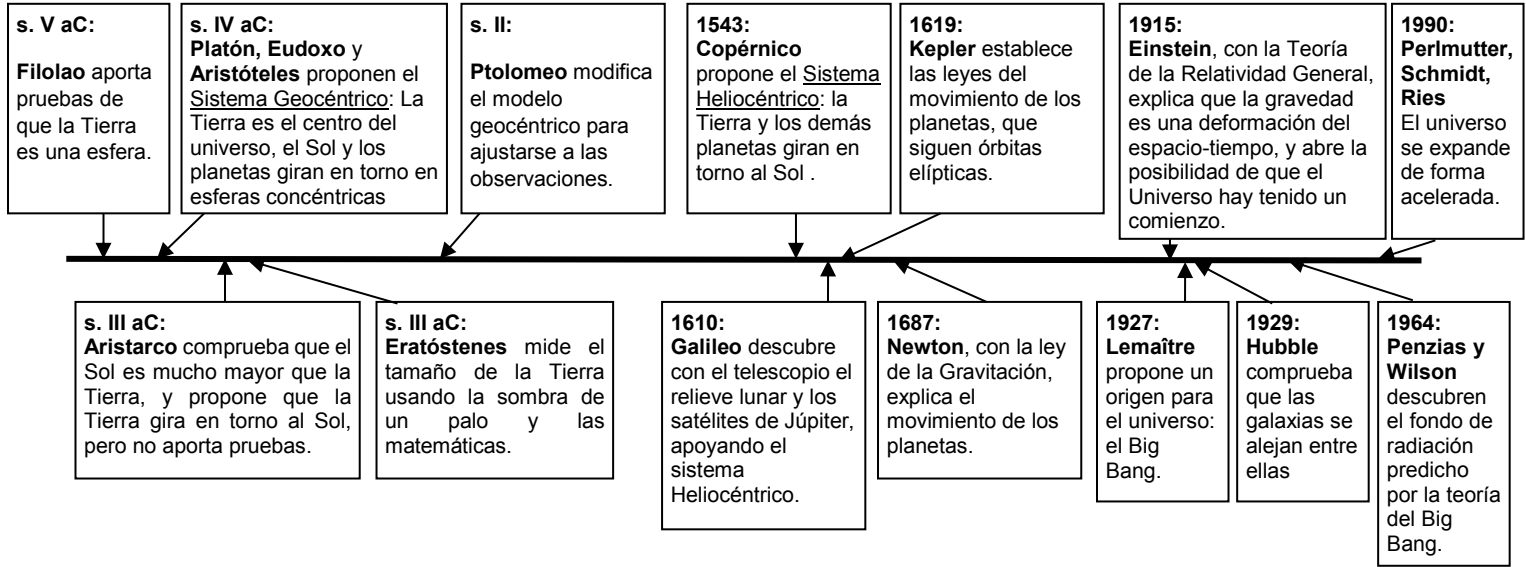
Ejercicio 5.1: Un corredor alcanza una velocidad de 36 km/h en dos segundos, ¿Qué aceleración ha tenido?

Ejercicio 5.2: El AVE alcanza, partiendo del reposo, una velocidad de 250 km/h en 15 minutos. Un ciclista alcanza, partiendo también del reposo, una velocidad de 40 km/h en 15 segundos. ¿Quién acelera más, el ciclista o el AVE?

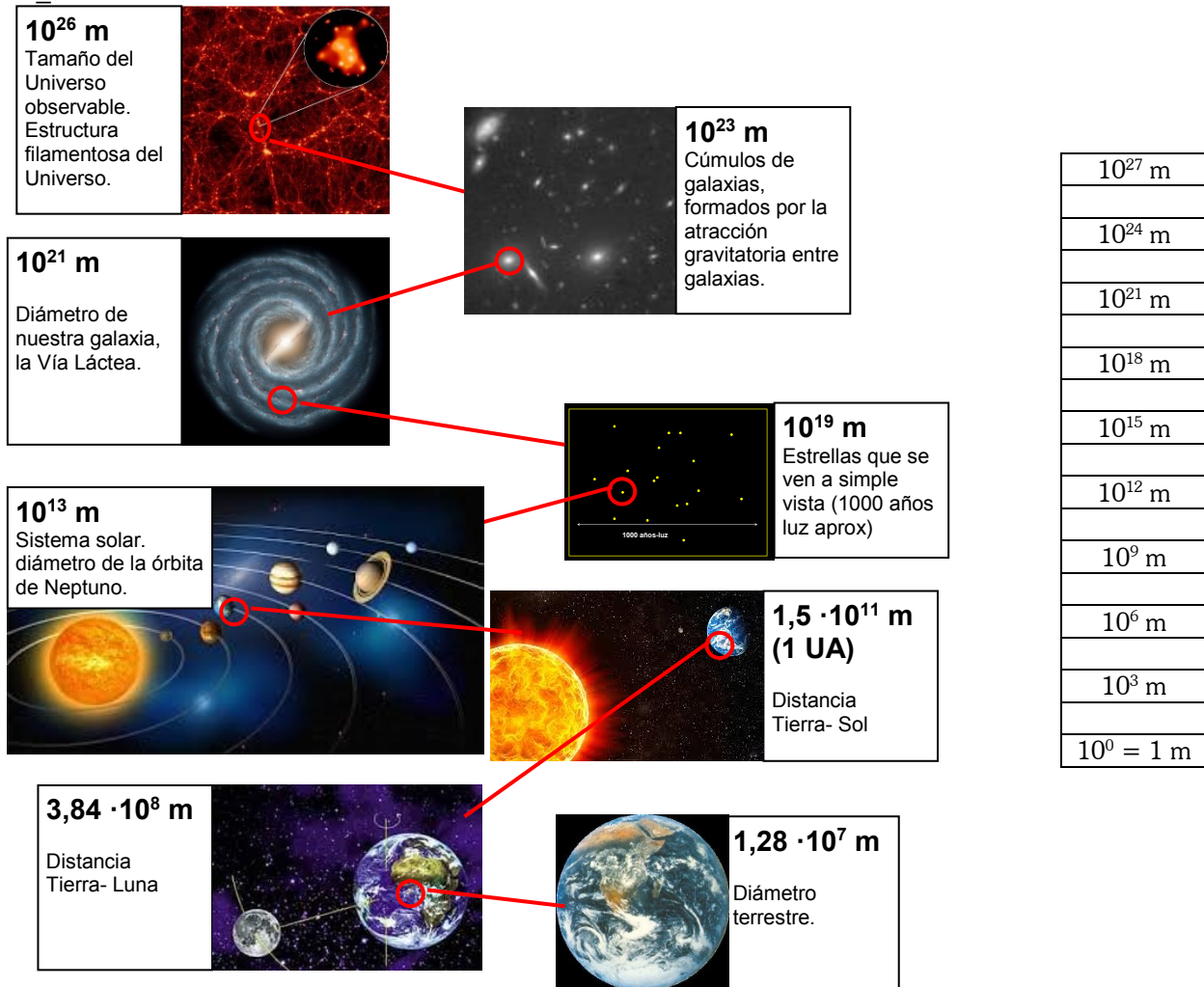
Ejercicio 5.3: Un automóvil que circula a 72 km/h frena, deteniéndose en 4 s. ¿Con qué aceleración ha frenado?

6 Distancias y movimientos en el universo.

Breve historia de la Astronomía. Línea del tiempo:




Estructura y órdenes de magnitud en el Universo: De lo muy grande...




Año luz y unidad astronómica:

Una unidad astronómica (UA) es la distancia media de la Tierra al Sol, aprox. 150 millones de km = $1,5 \cdot 10^{11}$ m
 Un año-luz es la distancia recorrida por la luz en un año, aprox. $9,46 \cdot 10^{15}$ m

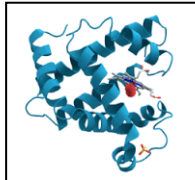
... A lo muy pequeño.



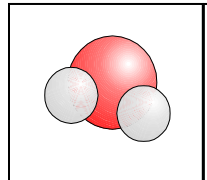
10^{-3} m
Algunos insectos



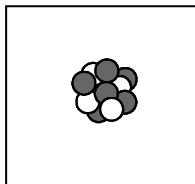
10^{-6} m = 1 μ m
Bacterias. Células



10^{-9} m
Macromoléculas (proteínas, ácidos grasos, azúcares)



10^{-10} m = 1 Å
Tamaño de átomos y moléculas.



10^{-15} m
Tamaño del núcleo de los átomos.



$1,5 \cdot 10^{-35}$ m
Longitud de Planck. Mínima distancia posible. Estructura básica del espacio-tiempo. ¿Tamaño de supercuerdas y branas?

$10^0 = 1\text{m}$
10^{-3} m
10^{-6} m
10^{-9} m
10^{-12} m
10^{-15} m
10^{-18} m
...
10^{-35} m

Notación científica

Cuando una cantidad es muy grande o muy pequeña, usamos potencias de 10 o sus correspondientes prefijos, como ya hemos visto en la Unidad 1. Para expresar correctamente una cantidad con potencias de 10 (lo que se conoce como notación científica, debemos mover la coma decimal hasta que sólo haya una cifra distinta de cero a la izquierda de la coma.

Si la coma la hemos movido a la izquierda, haciendo el número más pequeño, debemos aumentar la potencia de diez en las mismas unidades que hemos movido la coma.

Si la coma la hemos movido a la derecha, haciendo el número más grande, debemos disminuir la potencia de diez en las mismas unidades que hemos movido la coma.

Ejemplos:

$150\ 000\ 000\ 000\ \text{m} = 1,5 \cdot 10^{11}\ \text{m}$ Hemos movido la coma 11 lugares a la izquierda, aumentamos 11 unidades la potencia de 10

$456 \cdot 10^4\ \text{m} = 4,56 \cdot 10^6\ \text{m}$ Hemos movido la coma 2 lugares a la izquierda, aumentamos 2 unidades la potencia de 10

$257 \cdot 10^{-5}\ \text{m} = 2,57 \cdot 10^{-3}\ \text{m}$ Hemos movido la coma 2 lugares a la izquierda, aumentamos 2 unidades la potencia de 10

$0,0008 \cdot 10^{-3}\ \text{g} = 8 \cdot 10^{-7}\ \text{g}$ Hemos movido la coma 4 lugares a la derecha, disminuimos en 4 unidades la potencia de 10.

Velocidades en el Universo

Gráfica de Hubble

En 1929, Ewing Hubble midió, desde el Observatorio de Mount Wilson, la velocidad a la que se movían las galaxias respecto a nosotros. En la siguiente gráfica se muestra la velocidad de alejamiento de varias galaxias en función de la distancia a la que se encuentran de nosotros. ¿Qué conclusiones extraes de este hecho?

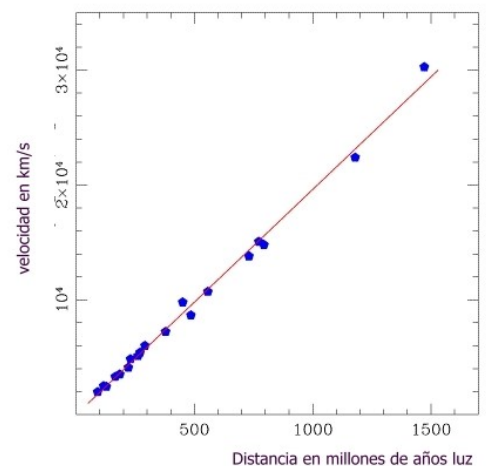


Ejercicio 5.1: Expresa estas cantidades en notación científica.

$700 \cdot 10^6\ \text{m} =$

$0,0054 \cdot 10^4\ \text{s} =$

$284 \cdot 10^{-2}\ \text{g} =$





UNIT 5. THE MOVEMENT.

UNIT 5: VOCABULARY		
Main Concepts	Trajectories:	Graphic representations:
Movement / motion MOVIMIENTO At rest EN REPOSO Mobile OBJETO MÓVIL Position POSICIÓN Displacement DESPLAZAMIENTO Reference system SISTEMA DE REFERENCIA In relation to RESPECTO A Speed / Velocity VELOCIDAD Average speed VELOCIDAD MEDIA Acceleration ACELERACIÓN	Trajectory TRAYECTORIA Rectilinear RECTILÍNEA Straight line LÍNEA RECTA Curved line LÍNEA CURVA Circumference CIRCUNFERENCIA Ellipse ELIPSE Parabola PARÁBOLA	Chart / Graph GRÁFICA Data table TABLA DE VALORES (DATOS) To draw DIBUJAR To plot TRAZAR Axis EJE(S) vs. (versus) FRENTE A to increase (= to go up): CRECER, AUMENTAR, ASCENDER to decrease (= to go down): DISMINUIR, DESCENDER, DECRECER

Exercises

1. Explain these concepts :

Movement :

Position :

Reference system :

Displacement :

Trajectory :

Speed :

Uniform rectilinear motion :

2. Explain the meaning of these formulas:

(example: $density = \frac{m}{V}$ means "to calculate the density, we divide mass by volume")

$$d = x - x_i$$

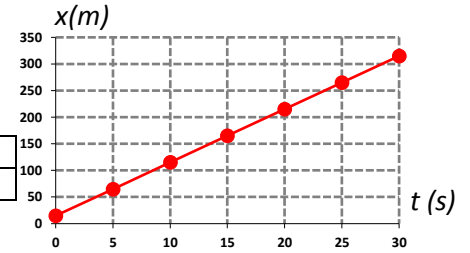
$$v = \frac{d}{t}$$

$$d = v \cdot t$$

3. Describing a graph:

Example: This position vs. time graph represents the movement of a cyclist who is running to the right (the positive side of the reference system). Time is in horizontal axis and position in vertical axis. The data table shows the positions (in meters) each 5 seconds interval. If we plot the data, we obtain a straight line. So, this is an uniform rectilinear motion.

t (s)	0	5	10	15	20	25	30
x (m)	15	65	115	165	215	265	315

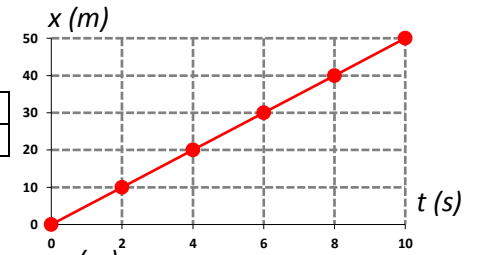


- a) What are the initial and final positions of this movement?
- b) What is the position at 10 s?

3.1 Describe this movement (a girl running) and give some information about it.



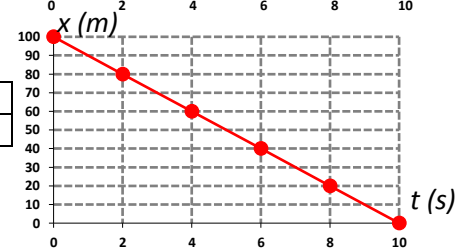
t (s)	0	2	4	6	8	10
x (m)	0	10	20	30	40	50



3.2 Describe this movement (a car) and give some information about it.

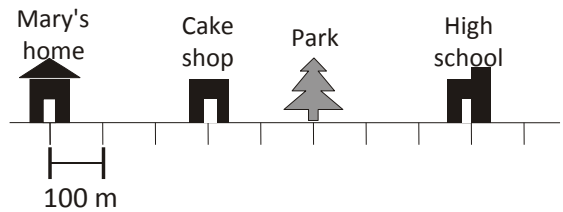


t (s)	0	1	2	3	4	5
x (m)	100	80	60	40	20	0

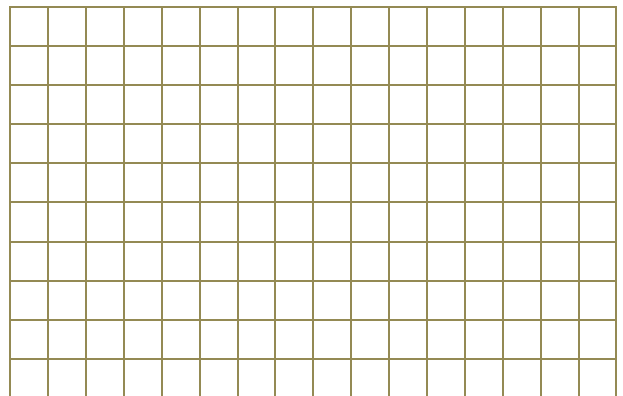


3.3 There's something about Mary.

Yesterday, Mary exited her home towards the High School at 8:00 a.m. At 8:05 she stopped at the cake shop to buy her breakfast. It was crowded, so she had to stay there for 5 minutes. As she left the shop, she remembered she hadn't got the homework of Physics. She forgot it in her room. The heartless Physics teacher would give her a bad mark. So, she had to return home (5 min). Fortunately, her mother was at the door with the notebook in her hands and a very angry face: "What are you thinking...?" Mary took the notebook and ran towards the high school, but, 5 minutes later, when she was passing the park, she met Susie, and they walked slowly while talking. Finally, Mary arrived to the High School at 8:30. She knocked at the classroom door and opened with a big sweet smile on her face: "Sorry, sir, I'm late, can I come in?".
(crowded = full of people)



t (min)						
x (m)						



- a) Make a data table (position vs time). Take the marks each 5 minutes. The time starts at 8:00. Please, remember that you have to choose a reference system.
- b) Plot the graph
- c) Calculate the displacement from 8:10 to 8:15.
- d) Calculate the total displacement of Mary's movement.