

## LA CINEMÁTICA

1. Vamos a comenzar por trabajar los conceptos de "sistema de referencia", "posición", "desplazamiento"... (aparecen en la página 132 de vuestro libro).

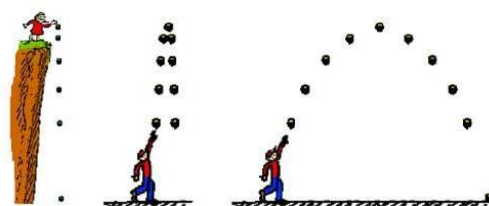
En el siguiente vídeo también se explican:

[https://www.youtube.com/watch?v=ATaQ2JD5fd0&feature=emb\\_rel\\_end](https://www.youtube.com/watch?v=ATaQ2JD5fd0&feature=emb_rel_end)

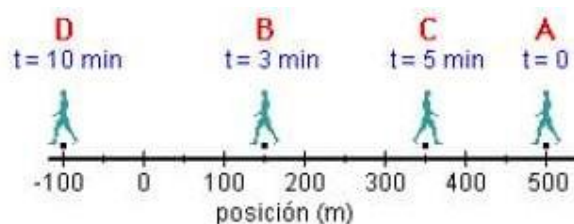
### EJERCICIOS: EL MOVIMIENTO

EL MOVIMIENTO. POSICIÓN, TRAYECTORIA, ESPACIO.

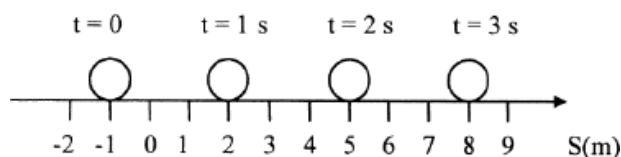
1. Debéis de redactar un ejemplo dónde queden claros los conceptos tratados (Sistema de referencia, posición, desplazamiento, espacio recorrido y trayectoria). No estoy pidiendo que me defináis los conceptos, sino que hagáis una pequeña redacción, por ejemplo vuestros caminos de casa al instituto y vais explicando los conceptos.
2. Define posición, trayectoria, espacio recorrido y desplazamiento.
3. ¿Es posible que un cuerpo en movimiento tenga desplazamiento cero? ¿Cuándo?
4. Observa los siguientes dibujos donde se muestran distintos movimientos de una pelota.
  - A) Dibuja en cada caso la trayectoria seguida por la pelota durante su movimiento.
  - B) Dibuja en cada caso la distancia recorrida y desplazamiento efectuado por la pelota en su movimiento.
  - C) ¿Coincide en alguna de las situaciones la distancia recorrida con el desplazamiento?



5. Una persona pasea desde A hasta B, retrocede hasta C y retrocede de nuevo para alcanzar el punto D. Calcula la distancia recorrida por la persona.



6. El siguiente dibujo muestra el movimiento de una bola. Calcula la distancia recorrida por la bola. Calcula su desplazamiento e interpreta el resultado



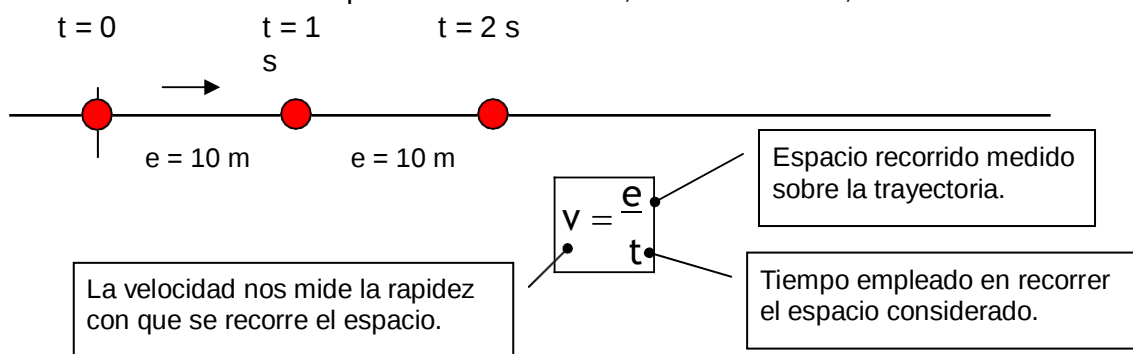
2. Seguimos con el tema y trabajaremos los conceptos de: "velocidad", y de "movimiento rectilíneo uniforme"(MRU): es aquel que lleva un móvil que tiene velocidad constante.

Para ello, os dejo unos apuntes que os resultarán fáciles de entender y después intentáis hacer los ejercicios. (Estos apuntes no tenéis que copiarlos en la libreta, pero sí deberíais imprimirlos y guardarlos).

## APUNTES CINEMÁTICA (1)

### ¿Cómo medir la rapidez con la que un cuerpo se mueve?

Para medir lo rápido que un cuerpo se mueve dividimos, **la distancia recorrida entre el tiempo empleado** en recorrerla. A la rapidez se le denomina, en la vida diaria, **velocidad**:



Podemos despejar de la fórmula anterior y obtener otras dos, para calcular el espacio o el tiempo:

|                   |
|-------------------|
| $e = v \cdot t$   |
| $t = \frac{e}{v}$ |

Para trabajar en unidades del Sistema Internacional utilizaremos el espacio recorrido (e) en metros (m) y en tiempo (t) en segundos, así obtenemos la velocidad en metros partido por segundos (m/s).

**Tenemos que dar el resultado de los ejercicios en unidades del SI, por lo tanto la velocidad. la daremos en m/s**, aunque en la vida diaria se utiliza mucho el km/h. Para pasar de una unidad a debemos recordar el uso de los factores de conversión.

Pasar 100 km/h a m/s:

$$100 \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}} \frac{1000 \text{ m}}{1 \cancel{\text{km}}} \frac{1 \cancel{\text{h}}}{3600 \text{ s}} = 27,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Pasar 50 m/s a km/h:

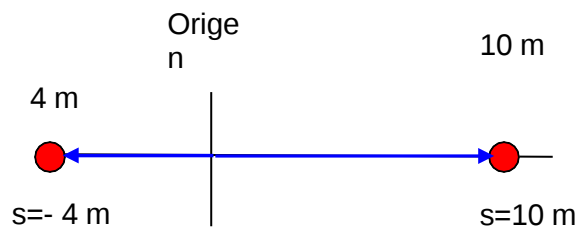
$$50 \frac{\cancel{\text{m}}}{\cancel{\text{s}}} \frac{1 \text{ km}}{1000 \cancel{\text{m}}} \frac{3600 \cancel{\text{s}}}{1 \text{ h}} = 180 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$



### ¿Dónde está el cuerpo?

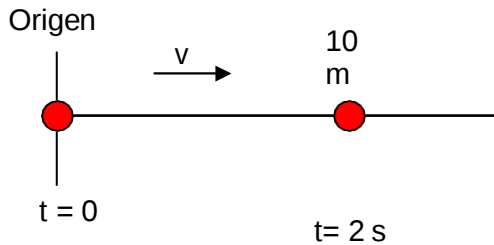
Para fijar **la posición** de un objeto podemos dar **la distancia a la que se encuentra del origen (s)**. Hay que tener en cuenta que puede estar a la derecha del origen o a la izquierda, por eso **la posición se fija con un vector**.

**Si el objeto se sitúa a la derecha del origen daremos a la posición signo positivo. Cuando se sitúa hacia la izquierda, negativo.**



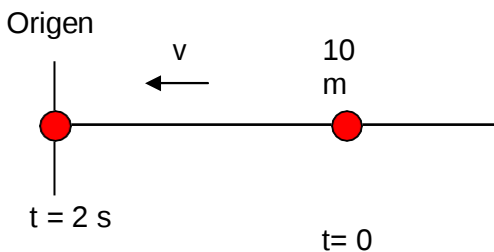
## ¿Qué espacio recorre el cuerpo?

A la hora de determinar **el espacio (e)** recorrido hay que tener cuidado, ya que puede no coincidir con su **posición o distancia al origen (s)**. **El espacio recorrido** se calculará como la **diferencia entre la posición final y la inicial ( $s_f - s_i$ )**. Aquí vamos a ver una serie de ejemplos:



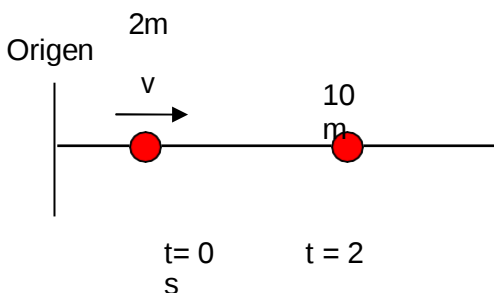
Para  $t = 2$  s, posición  $s = 10$  m y espacio recorrido  $e = 10$  m, coinciden.

$$v = \frac{e}{t} = \frac{10 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (hacia la derecha)}$$



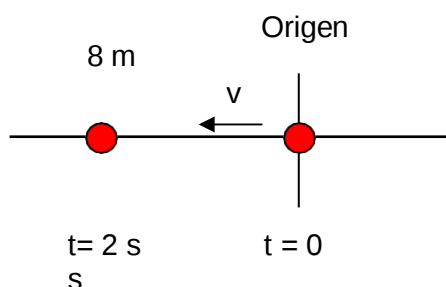
Para  $t = 2$  s, posición  $s = 0$  m y espacio recorrido  $e = 10$  m, no coinciden.

$$v = \frac{e}{t} = \frac{10 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (hacia la izquierda)}$$



Para  $t = 2$  s, posición  $s = 10$  m y espacio recorrido  $e = 8$  m, no coinciden.

$$v = \frac{e}{t} = \frac{8 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (hacia la derecha)}$$



Para  $t = 2$  s posición,  $s = -8$  m y espacio recorrido  $e = 8$  m.

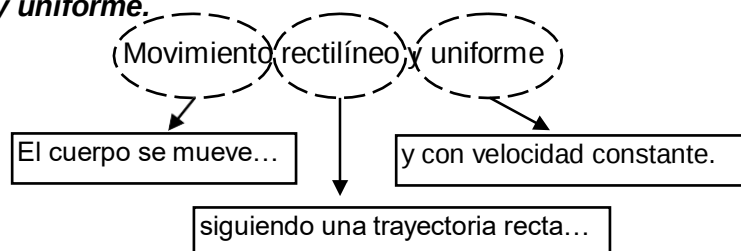
$$v = \frac{e}{t} = \frac{8 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (hacia la izquierda)}$$

Observa que **el espacio recorrido siempre es positivo**.

**La posición puede tener signo positivo o negativo**, dependiendo de si se encuentra a la derecha o a la izquierda del origen del sistema de referencia.

## Movimiento rectilíneo y uniforme (MRU)

**Cuando un cuerpo se mueve en línea recta y con velocidad constante se dice que su movimiento es rectilíneo y uniforme.**



Observa la siguiente tabla en la que se han recogido datos de **tiempo transcurrido** (en segundos) y **distancia al origen** (en metros) para un punto que se mueve en línea recta:

| Tabla<br>1 |       |
|------------|-------|
| t (s)      | s (m) |
| 0,0        | 0,0   |
| 1,0        | 12,0  |
| 2,0        | 24,0  |
| 3,0        | 36,0  |
| 4,0        | 48,0  |
| 5,0        | 60,0  |

Si analizamos la tabla vemos que:

- Cuando empezamos a contar el tiempo ( $t=0$ ) el punto se encuentra a una distancia nula del origen ( $s=0$ ). Es decir, está en el origen. La distancia al origen cuando se empieza a contar el tiempo se denomina posición inicial y se escribe como  $s_0$ . En este caso  $s_0 = 0$  m.
- Cada segundo que pasa recorre siempre los mismos metros (12,0 m). Esto nos indica que la velocidad es constante y vale:

$$v = \frac{e}{m t} = \frac{12,0 \text{ m}}{1,0 \text{ s}} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{hacia la derecha, se aleja del origen})$$

Observa que **obtienes el mismo valor de la velocidad tomando cualquier intervalo de tiempo.**

- ✓ Cálculo de la velocidad entre el instante  $t_1 = 2,0 \text{ s}$  y  $t_2 = 3,0 \text{ s}$ :

$$\text{Tiempo transcurrido: } \Delta t = t_2 - t_1 = (3,0 - 2,0) \text{ s} = 1,0 \text{ s}$$

$$\text{Espacio recorrido: } \Delta e = e_2 - e_1 = (24,0 - 12,0) \text{ m} = 12,0 \text{ m}$$

$$\text{Velocidad: } v = \frac{e}{t} = \frac{12,0 \text{ m}}{1,0 \text{ s}} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

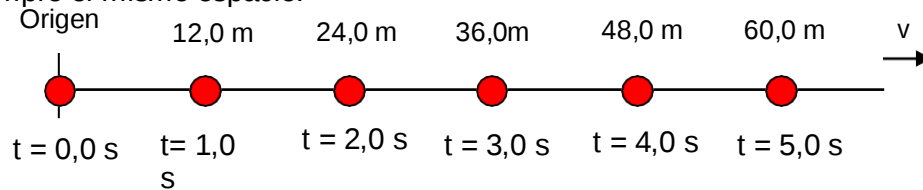
- ✓ Cálculo de la velocidad entre el instante  $t_1 = 1,0 \text{ s}$  y  $t_2 = 4,0 \text{ s}$ :

$$\text{Tiempo transcurrido: } \Delta t = t_2 - t_1 = (4,0 - 1,0) \text{ s} = 3,0 \text{ s}$$

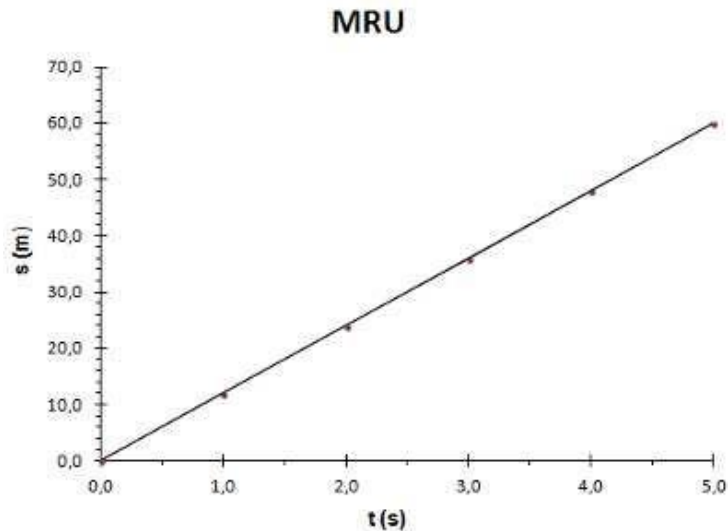
$$\text{Espacio recorrido: } \Delta e = e_2 - e_1 = (48,0 - 12,0) \text{ m} = 36,0 \text{ m}$$

$$\text{Velocidad: } v = \frac{e}{t} = \frac{36,0 \text{ m}}{3,0 \text{ s}} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Si hacemos un esquema del movimiento del punto observamos claramente que en 1 s recorre siempre el mismo espacio:



- Si hacemos una gráfica posición-tiempo (s/t) nos da una recta que pasa por el origen:

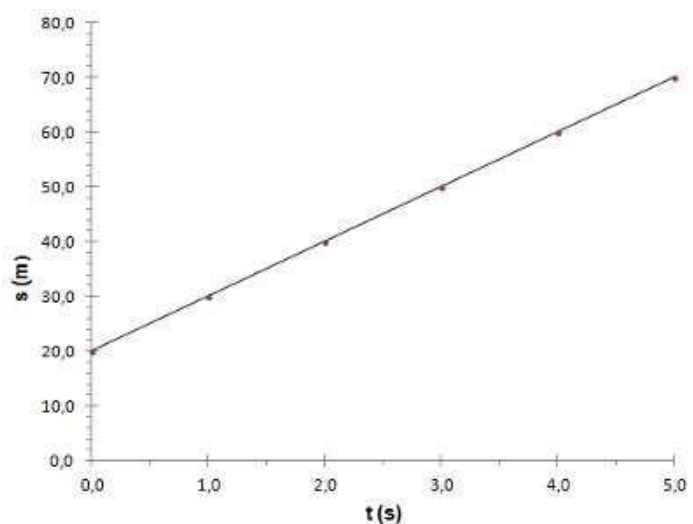


¿Cómo se mueve el punto al que le corresponde la gráfica que se muestra?

Haz un esquema de las posiciones del punto en los instantes  $t = 0, 1, 2$  y  $3$  s

¿Cuánto vale su velocidad?

Aquí podemos observar que esta gráfica corresponde a un MRU. Con los datos que se obtienen de esta gráfica se puede conocer la velocidad del móvil.



| Tabla 2 |       |
|---------|-------|
| t (s)   | s (m) |
| 0,0     | 20,0  |
| 1,0     | 30,0  |
| 2,0     | 40,0  |
| 3,0     | 50,0  |
| 4,0     | 60,0  |
| 5,0     | 70,0  |

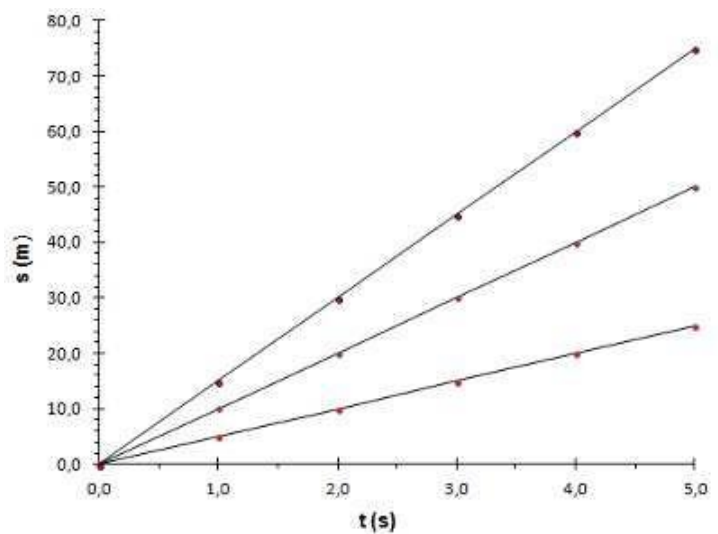
- ✓ Cálculo de la velocidad entre el instante  $t_1 = 0,0$  s y  $t_2 = 1,0$  s:

Tiempo transcurrido:  $\Delta t = 1,0 - 0,0 = 1,0$  s

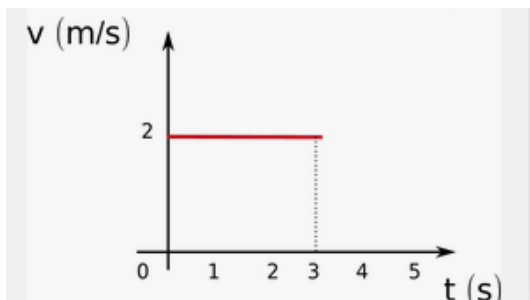
Espacio recorrido:  $\Delta e = 30,0 - 20,0 = 10,0$  m

Velocidad:  $v = \frac{e}{t} = \frac{30,0 - 20,0}{1,0 - 0,0} = \frac{10,0}{1,0} = 10$  m/s

En una misma gráfica se pueden representar varios movimientos diferentes, por ejemplo, en este caso hay tres movimientos, con tres velocidades diferentes, sin hacer ninguna operación podremos saber cual es más rápido. Llevará más velocidad el que tenga mayor pendiente, es decir, el que tenga mayor inclinación.



También se pueden realizar gráficas velocidad tiempo, en este caso, siempre se obtendrá una línea recta paralela al eje de abscisas con el valor de la velocidad ya que esta en los MRU no varía.



En este caso es un MRU en donde el móvil durante 3 segundos lleva una velocidad constante de 2 m/s.



## EJERCICIOS

Lo primero que debéis de repasar son los cambios de unidades, recordar que como en la mayoría de ejercicios vamos a trabajar usando el Sistema Internacional, las unidades que tenemos que usar son las siguientes: espacio en metros (m), tiempo en segundos (s) y velocidad en metros partido por segundo (m/s).

1. Pasa las siguientes unidades al Sistema Internacional, usando factores de conversión:

- a) 2,5 km
- b) 1 día
- c) 120 km/h
- d) 35 dam/min

2. Un tren parte de la ciudad A, a las 8 h. con una velocidad de 50 km/h, para llegar a la ciudad B a las 10 h. Allí permanece durante media hora y reanuda la marcha a 80 km/h hasta que llega a la ciudad C una hora más tarde. Calcula la distancia que hay entre las distintas ciudades.

3-Con los datos de la siguiente tabla:

|             |   |   |    |    |    |    |
|-------------|---|---|----|----|----|----|
| Espacio (m) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Tiempo (s)  | 0 | 2 | 4  | 6  | 8  | 10 |

- a) ¿De qué tipo de movimiento se trata?
- b) Halla la velocidad media.
- c) Haz una gráfica posición – tiempo y otra velocidad – tiempo.

4.-Una carrera ciclista consta de dos etapas en línea y una contra-reloj. La primera etapa en línea es de 220 km y se rueda a una velocidad media de 40 km/h, la segunda tarda en recorrerse 3 h y 25 min a una velocidad media de 36 km/h. La tercera es de 20 km y se recorre de media a 30 km/h. Determina la distancia total que recorren los ciclistas, el tiempo total empleado y la velocidad media de todo el recorrido.

Libro página 133 ejercicios 3 y 4.

3. Ahora introducimos un nuevo tipo de movimiento: "movimiento rectilíneo uniformemente acelerado"(MRUA).

Es el movimiento en el que la velocidad va variando.

Tenéis que leer los apuntes e intentar entenderlos.

En la libreta hacéis las cuatro preguntas que están introducidas por los apuntes y subrayadas en color verde.

Vamos a considerar ahora movimientos en los que **varíe la velocidad**. En este curso sólo vamos a estudiar los que **la velocidad varía de forma uniforme con el tiempo**. Esto es, **la velocidad varía (aumentando o disminuyendo) siempre lo mismo en un segundo**. Este tipo de movimiento se denomina **movimiento uniformemente acelerado**.

Fíjate en la tabla de la derecha, en ella se puede observar que la velocidad varía de manera uniforme: **aumenta diez unidades cada segundo**.

**La aceleración mide, precisamente, la rapidez con la que varía la velocidad.**

En el ejemplo propuesto la velocidad aumenta 10 m/s cada segundo. **El valor de la aceleración para este caso será de 10 m/s<sup>2</sup>**

Podemos calcular la aceleración de la forma siguiente:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Incremento de v

Incremento de t

| Tiempo (s) | Velocidad (m/s) |
|------------|-----------------|
| 0,00       | 0,00            |
| 1,00       | 10,00           |
| 2,00       | 20,00           |
| 3,00       | 30,00           |
| 4,00       | 40,00           |
| 5,00       | 50,00           |

El numerador de la expresión anterior calcula lo que varía la velocidad (se lee "incremento de v"). El denominador calcula el tiempo transcurrido (se lee "incremento de t").

Para el ejemplo anterior se puede calcular la aceleración de la siguiente manera:

- Para t = 0,00 (momento en el que se empieza a contar el tiempo) la velocidad es nula, y en el instante t = 1,00 s la velocidad vale 10,00 m/s, luego:

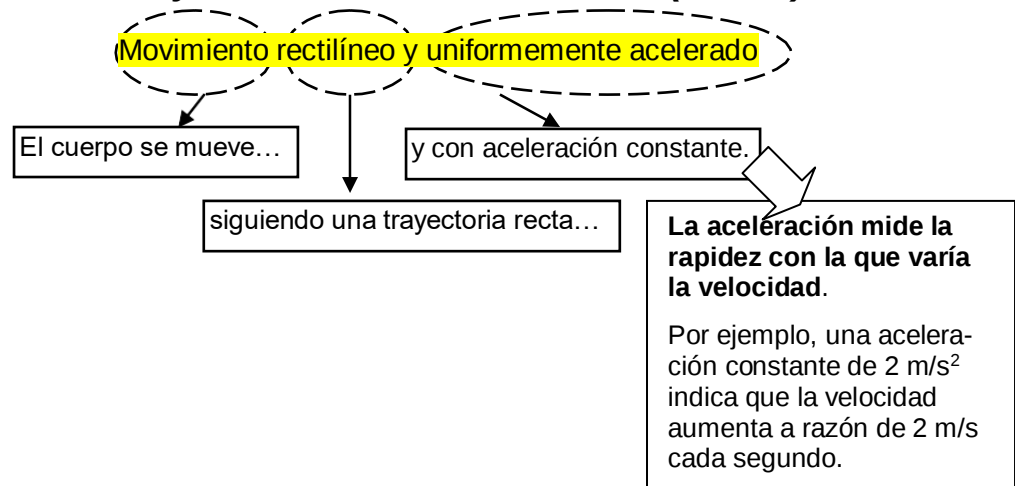
$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{(10 - 0) \frac{m}{s}}{(1 - 0) s} = 10 \frac{m}{s^2}$$

- Podemos hacer el cálculo entre los instantes  $t = 2,00 \text{ s}$  y  $t = 8,00 \text{ s}$ . En este caso:

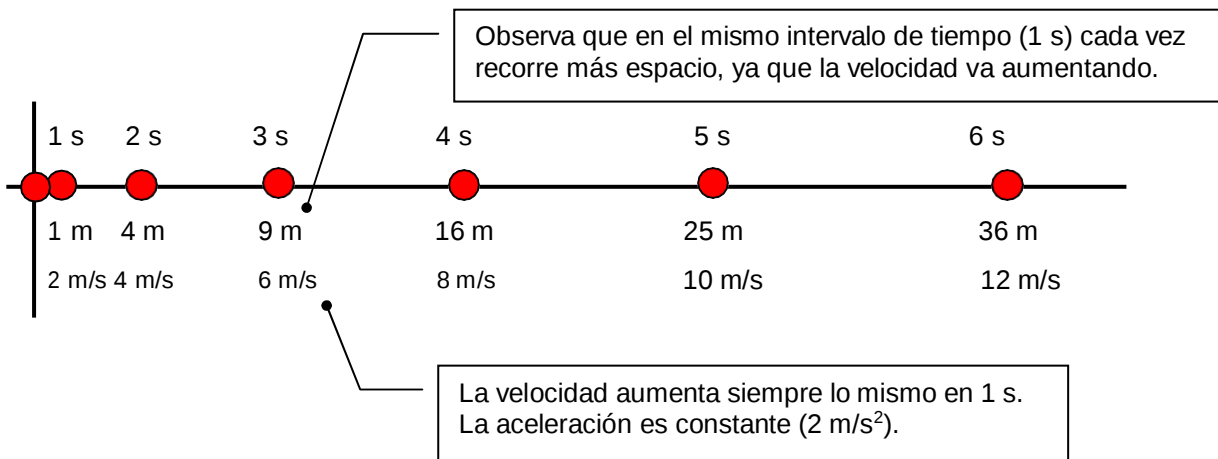
$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{(80 - 20) \frac{m}{s}}{(8 - 2) s} = 10 \frac{m}{s^2}$$

Si repetimos el cálculo para dos instantes cualesquiera nos saldría lo mismo. La aceleración es constante y vale  $10 \text{ m/s}^2$ , **lo que significa que la velocidad aumenta diez unidades (10 m/s) cada segundo.**

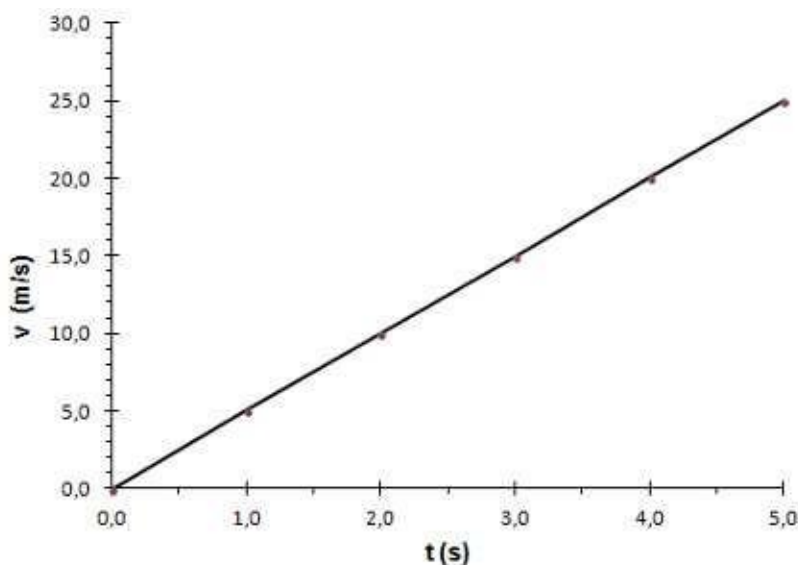
## Movimiento rectilíneo y uniformemente acelerado (MRUA)



Esquema de un punto con movimiento rectilíneo y uniformemente acelerado



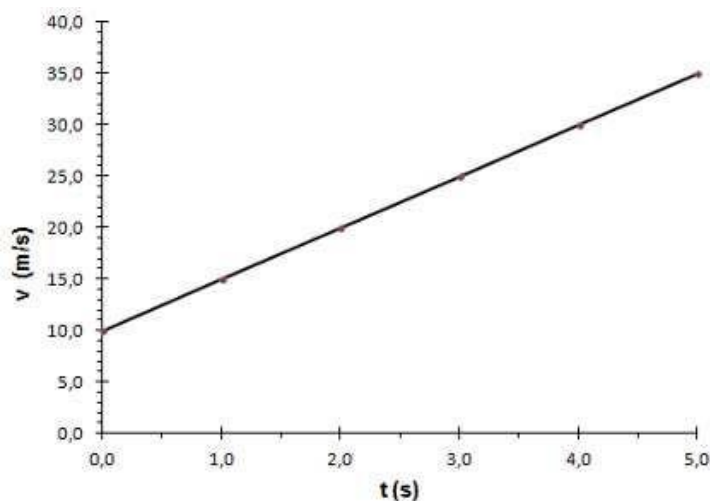
- Si hacemos la gráfica  $v/t$  para un MRUA nos da una recta que pasa por el origen:



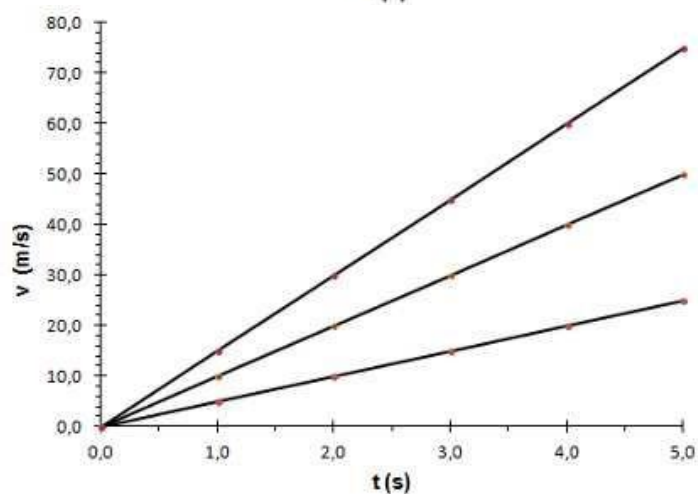
Si determinamos la pendiente de la recta obtenemos la aceleración del movimiento

1. Indica de forma razonada que tipo de movimiento se representa en la gráfica ..

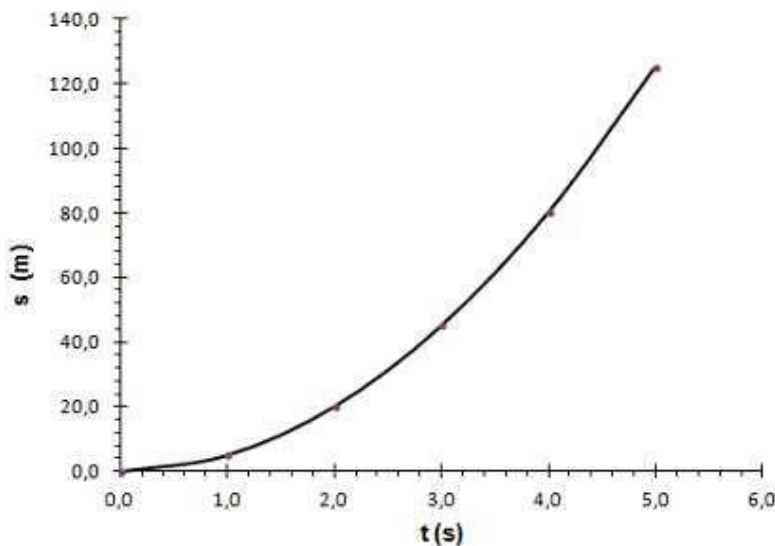
2. ¿Cuánto vale su aceleración?



3. Explica de forma razonada lo que sucede en la siguiente gráfica.



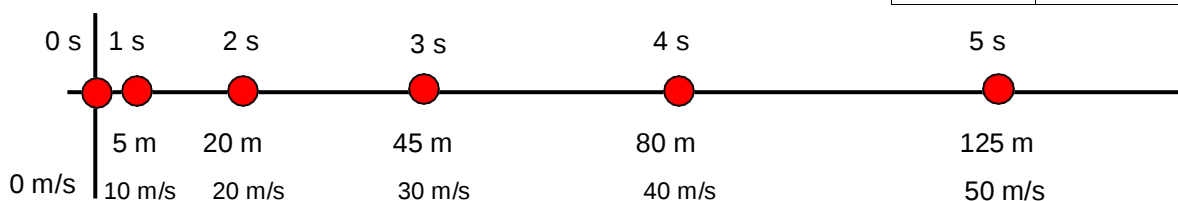
Observa la gráfica de s/t. No es una recta:



Esto nos indica que el espacio recorrido no varía uniformemente con el tiempo. Es decir, en 1 s no recorre siempre el mismo espacio, ya que su velocidad va aumentando.

Estudia la tabla que da los datos de s/t y echa un vistazo al esquema del movimiento del punto para confirmar lo que se dice.

| t (s) | s (m) |
|-------|-------|
| 0,0   | 0,0   |
| 1,0   | 5,0   |
| 2,0   | 20,0  |
| 3,0   | 45,0  |
| 4,0   | 80,0  |
| 5,0   | 125,0 |

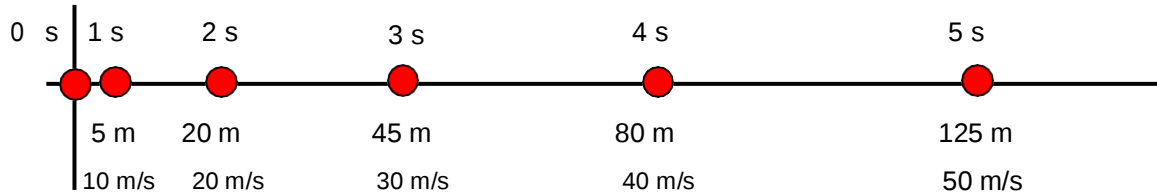


4. ¿Cuánto vale la aceleración?

## Concepto de velocidad media

En todos los ejemplos tratados en este tema la velocidad varía de manera uniforme, por eso se da la velocidad tomada en determinados instantes (**velocidad instantánea**).

Si ahora consideramos el punto inicial y el final del recorrido y dividimos el espacio recorrido entre el tiempo empleado, obtenemos:



$$v = \frac{e}{t} = \frac{125,0 \text{ m}}{5,0 \text{ s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La velocidad así calculada recibe el nombre de **velocidad media**. Y en un movimiento en el que la velocidad varía, **representa la velocidad constante a la que se debería de recorrer el espacio considerado empleando el mismo tiempo**.

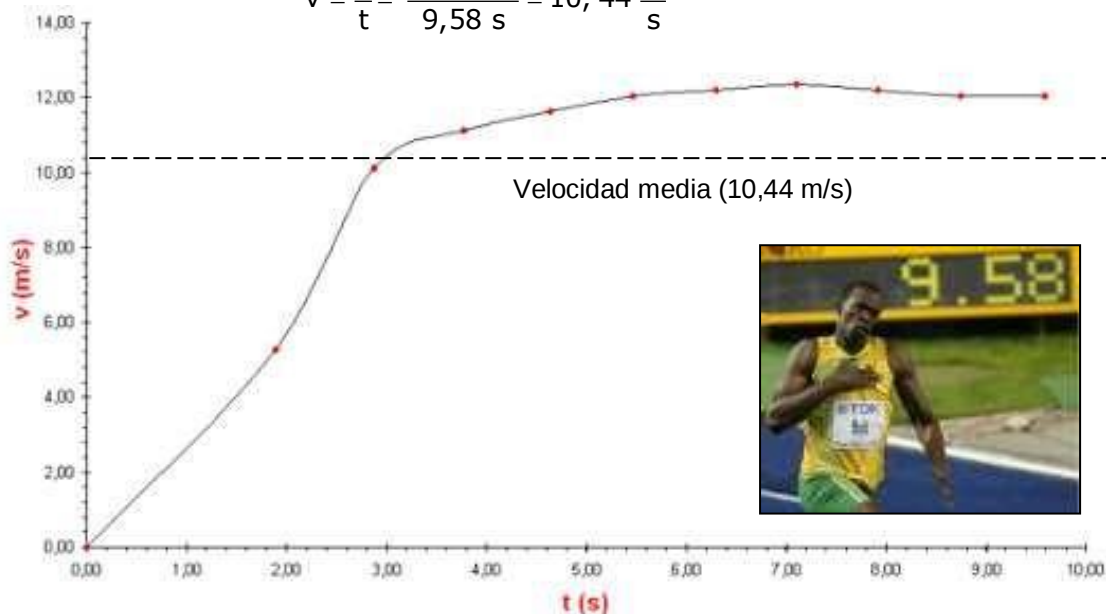
En nuestro ejemplo, si el punto considerado en vez de ir acelerando, recorriera los 125 m con una velocidad constante de 25 m/s, tardaría 5,0 s en completar el recorrido.

Observa la gráfica de más abajo.

Corresponde al análisis de la final de 100 m celebrada en Berlín en 2009 donde Usain Bolt batió el record del mundo de la distancia, dejándolo en unos increíbles 9,58 s.

El movimiento no es uniformemente acelerado, ya que la gráfica no es una recta. Si dividimos el espacio recorrido (100 m) entre el tiempo empleado (9,58 s) obtendremos una velocidad media de:

$$v = \frac{e}{t} = \frac{100,0 \text{ m}}{9,58 \text{ s}} = 10,44 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Si Usain corriera a esa velocidad durante los 100 m invertiría el mismo tiempo. Observa que durante los primeros tres segundos su velocidad estuvo por debajo de la media. A partir de ahí mantuvo una velocidad bastante por encima con un pico máximo de unos 12,40 m/s a los 7,2 s, aproximadamente.

4.Y finalmente, os dejo dos vídeos para repasar las gráficas MRU y MRUA:

<https://youtu.be/NeB0voTIXFs>

<https://youtu.be/9oXMBfX7sAk>