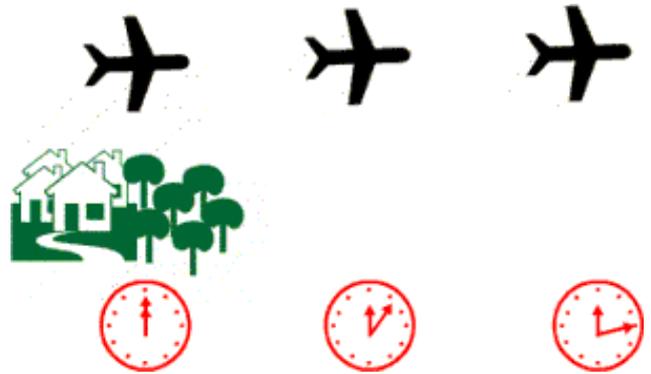


## TEMA 7. PARTE 1. FUERZAS Y MOVIMIENTO

### 1. Movimientos. Sistemas de referencia

El movimiento forma parte de nuestras vidas, está de forma permanente en nuestro entorno. Tradicionalmente, se ha definido movimiento como el cambio de posición de un objeto, pero no es tan evidente decidir si un objeto se mueve o no, un observador puede percibir que un objeto se mueve y otro observador no, por ello, **se dice que el movimiento es relativo al observador.**



Para determinar el movimiento de un objeto hemos de tomar **un sistema de referencia (que podemos considerar fijo)** y observar la posición del cuerpo respecto de dicho sistema de referencia. **Si su posición cambia con el tiempo, decimos que ese objeto se mueve respecto del sistema de referencia tomado.** En la imagen de la derecha, un observador concluye que el avión se mueve respecto del sistema de referencia (que supone fijo) formado por las casas situadas a la izquierda.



Pero las cosas no son tan sencillas como pueden parecerlo en un principio.

La pareja que observamos en la imagen de la izquierda, está situada en el interior de un vagón de tren y concluye que están en reposo, ya que si toman como referencia el interior de su vagón, su posición

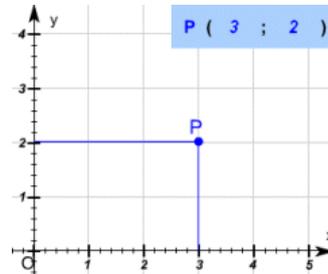
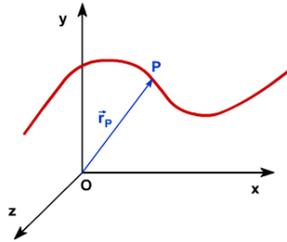
no cambia con el tiempo. Sin embargo, un observador situado fuera podría observar como los ocupantes del vagón se mueven respecto de otro sistema de referencia situado en el exterior (árboles situados al fondo)



De lo discutido hasta aquí **podemos concluir que el movimiento es siempre relativo. Un cuerpo se mueve o permanece en reposo respecto del sistema de referencia tomado.** En el universo es imposible seleccionar un sistema de referencia que esté absolutamente en reposo (la Tierra se mueve alrededor del Sol, éste alrededor del centro de la Vía Láctea, nuestra galaxia también se mueve... etc.), luego el reposo absoluto no existe.

## 2. Magnitudes del movimiento

**2.1. Posición y trayectoria:** Se define **posición** de un cuerpo las coordenadas del punto donde se encuentra situado un objeto en el sistema de referencia elegido, el más sencillo es el sistema cartesiano. Se denomina **trayectoria** al camino que traza un cuerpo en su movimiento.



## 2.2. Desplazamiento y espacio recorrido

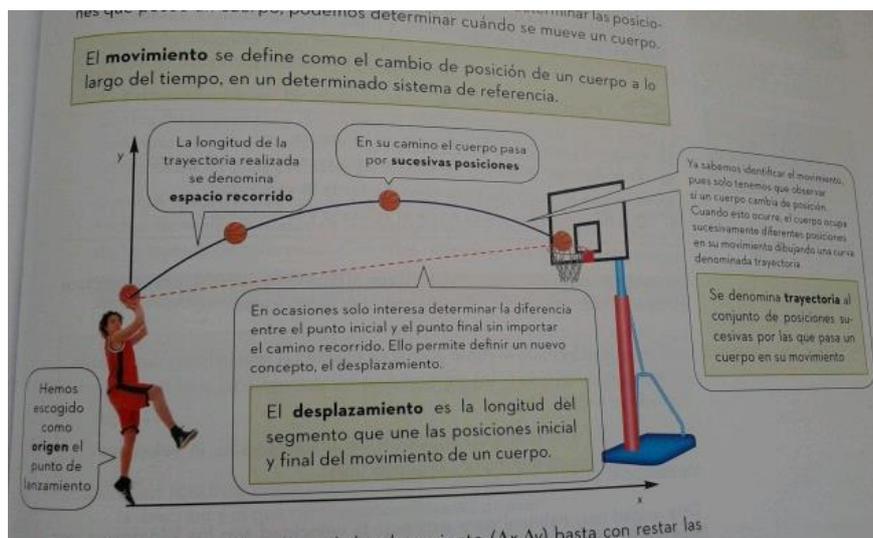
El **desplazamiento** es la longitud del segmento que une la posición final con la inicial del movimiento de un cuerpo. Puede ser + o -, **se mide en m en el S.I..**



$$\Delta x = x_f - x_i$$

El **espacio recorrido** es la distancia recorrida sobre la trayectoria. Es una distancia, siempre será +. Se mide en m en el S.I..

Piensa si será posible que el valor del desplazamiento sea 0 y se recorra un espacio muy grande. ¿Cuándo coinciden desplazamiento y espacio recorrido?



## 2.3. Velocidad

La **velocidad** mide el **ritmo** al cual se realiza un movimiento. Se calcula como el cociente entre el desplazamiento y el tiempo empleado en hacerlo. Se mide en el S.I. en **m/s**, aunque es frecuente hacerlo en km/h. La velocidad es una magnitud vectorial, tiene dirección y sentido. El valor numérico de la velocidad se denomina **celeridad** o **rapidez**.

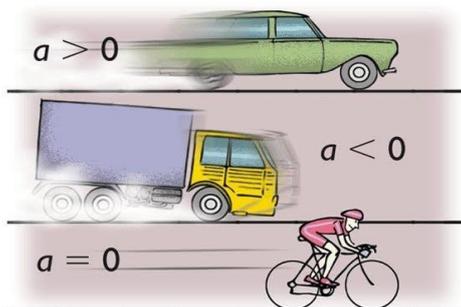
$$v = \Delta x / t$$

Es importante distinguir la **velocidad instantánea**, que es la velocidad que tiene un móvil en un momento dado, en un punto de la trayectoria, de la **velocidad media** que es el cociente entre el espacio total recorrido y el tiempo que se invierte en ello.



## 2.4. Aceleración

La **aceleración** mide el **ritmo** al cual varía la velocidad. Se calcula como el cociente entre la variación de la velocidad y el tiempo empleado en hacerlo. Se mide **en el S.I. en m/s<sup>2</sup>**. La aceleración tiene dirección y sentido. La aceleración puede hacer que aumente la velocidad o que disminuya.



$$\Delta v = v_f - v_i$$

$$a = \Delta v / \Delta t$$

Ten en cuenta que, aunque no usemos los elementos matemáticos, las magnitudes que usamos: posición con respecto al origen, velocidad, aceleración, son vectores (se representan por flechas). Los vectores además de un valor (el número) tienen una dirección y un sentido. Pues bien, **el signo nos indica el sentido del vector (hacia adonde apunta la flecha)**

## 3. Tipos de movimiento

Los movimientos pueden clasificarse en función de:

- **Trayectoria:**
  - a) **Rectilíneos:** La trayectoria es una línea recta
  - b) **Curvilíneos:** La trayectoria es curva (circular, parabólica, elíptica,...)
- **Velocidad**
  - a) **Uniformes:** La velocidad es constante
  - b) **Uniformemente variados:** La velocidad cambia con aceleración constante
  - c) **Variados no uniformemente:** La aceleración no es constante



#### 4. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

Se define MRU como aquel en el que:

- La trayectoria es una recta
- El valor de la velocidad permanece constante.

**Ecuación:**  $x = x_0 + v t$

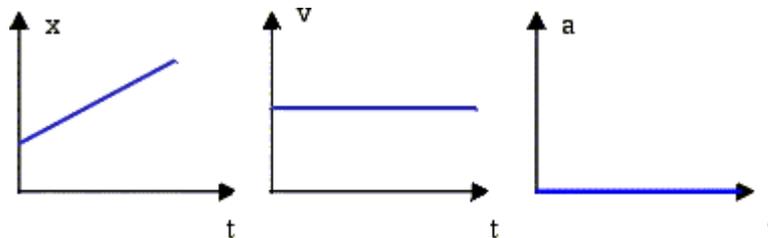
**x**= Posición con respecto al origen en un determinado tiempo. Se mide **en m**

**x<sub>0</sub>**= Posición inicial con respecto al origen en el instante inicial, (t=0). Se mide **en m**

**v**= Velocidad del móvil. Es constante. Se mide **en m/s**

**t**= Tiempo transcurrido en cada momento. Se mide **en s**

Las gráficas de la posición, velocidad y aceleración frente al tiempo en este tipo de movimiento (MRU) son:



**Ejemplo resuelto:** Madrid y Toledo están separadas por 80km. Un coche sale de Madrid hacia Toledo a las 8:00 h de la mañana a 72 km/h. Contesta:

- ¿A qué hora llegará a su destino?
- ¿A qué velocidad debería haber ido si tuviese que llegar a las 8:50?

Tipo movimiento: MRU (velocidad constante)      Fórmula:  $x = x_0 + v t$

**a) DATOS:**

$$x_0 = 0$$

$$x_f = 80 \text{ km} = 80000 \text{ m}$$

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

**PREGUNTA:** ¿Tiempo? t????

Sustituimos en la fórmula:  $80000 = 0 + 20 \cdot t \rightarrow : 80000 = 20 \cdot t$

Despejamos t y calculamos:  $t = \frac{80000 \text{ m}}{20} = 4000 \text{ s}$

**SOLUCIÓN:** Tardará 4000 s, como nos piden la hora de llegada:

4000 s = 66,7 min. Redondeamos a 67 min.

Como ha salido a las 8:00 h, llegará a las 9:07 h

**b) DATOS:**

$X_0 = 0$   
 $X_f = 80 \text{ km} = 80000 \text{ m}$   
 $t = 50 \text{ min} = 3000 \text{ s}$

**PREGUNTA:** ¿Velocidad?  $v$ ????

Sustituimos en la fórmula:  $80000 = 0 + v \cdot 3000 \rightarrow : 80000 = v \cdot 3000$

Despejamos  $v$  y calculamos:  $v = \frac{80000 \text{ m}}{3000} = 26,67 \text{ m/s}$

**SOLUCIÓN:** Si quiere llegar a las 8:50, deberá ir a una velocidad de 26,67 m/s

**5. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)**

Se define MRUA como aquel en el que:

- La trayectoria es una recta
- El valor de la aceleración permanece constante. La aceleración mide la rapidez con la que varía la velocidad. Así, una aceleración de  $5 \text{ m/s}^2$  indica que la velocidad aumenta a razón de  $5 \text{ m/s}$  cada segundo

Ecuaciones:

$$v = v_0 + a t$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a (x - x_0)$$

$x$ = Posición con respecto al origen en un determinado tiempo. Se mide **en m**

$x_0$ = Posición inicial con respecto al origen en el instante inicial, ( $t=0$ ). Se mide **en m**

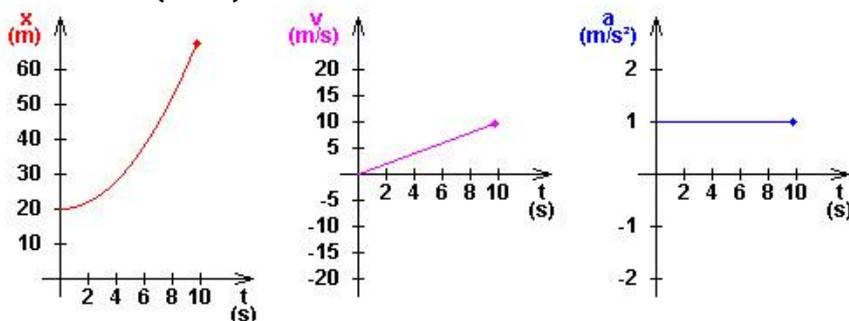
$v_0$ = Velocidad inicial del móvil, justo en el instante en que comienza a contar el tiempo. Se mide **en m/s**

$v$ = Velocidad del móvil en un determinado momento, en el tiempo que nos indican. Se mide **en m/s**

$a$ = Aceleración. Es constante. Se mide **en  $\text{m/s}^2$**

$t$ = Tiempo transcurrido en cada momento. Se mide **en s**

Las gráficas de la posición, velocidad y aceleración frente al tiempo en este tipo de movimiento (MRU) son:



El criterio de signos que vamos a utilizar:



### Convenio de signos

La posición del cuerpo se considera de igual signo que el semieje (semieje positivo o semieje negativo) en el que se encuentre. La velocidad se considera de igual signo que el sentido del eje (sentido positivo o sentido negativo) en el que se desplace.

### IMPORTANTE

Si la velocidad es positiva, indica que el móvil se desplaza en el sentido de las posiciones positivas, y si la velocidad es negativa, indica que el móvil se desplaza en el sentido de las

Si la velocidad y la aceleración tienen el mismo signo, el móvil está acelerando, aumentando su velocidad. Si la velocidad y la aceleración tienen signos distintos, el móvil está frenando,

### CASO PARTICULAR: MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE

Debido a la fuerza de atracción gravitatoria que ejerce la Tierra sobre los objetos cercanos a su superficie caen hacia el centro de la Tierra con una aceleración, denominada aceleración de la gravedad, cuyo valor es  $g = -9,8 \text{ m/s}^2$ , el signo negativo indica que siempre actúa en sentido descendente, y así hay que utilizarlo en las ecuaciones del MRUA



Para resolver los ejercicios es necesario que:

- ✓ Fijes el origen a partir del cual se va a medir la distancia.
- ✓ Fijes el sentido al que se le asigna signo positivo.
- ✓ Identifiques los datos del enunciado con las magnitudes que aparecen en las fórmulas.
- ✓ Pases todos los datos al S.I. con signo en el caso de magnitudes vectoriales.
- ✓ Hagas un esquema-dibujo de la situación
- ✓ Identificar el tipo de movimiento: MRU o MRUA
- ✓ Por último, utilices las fórmulas, despejando lo que te piden, a veces necesitarás relacionar varias.

**Ejemplo resuelto:** Un coche se mueve con velocidad constante de 72 km/h.

- ¿Qué aceleración habrá que comunicarle para detenerlo al cabo de 40 s?
- ¿Qué espacio recorre hasta que para?

Tipo movimiento: **MRUA** (la velocidad varía)

Fórmulas::

$$\text{A) } v = v_0 + a t$$

$$\text{B) } x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\text{C) } v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a (x - x_0)$$

a) **DATOS:**

$$x_0 = 0$$

$$t = 40 \text{ s}$$

$$v_0 = \frac{72 \text{ km}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 20 \text{ m/s}$$

$v_f = 0$  (PORQUE TIENE QUE **PARARSE**)

**PREGUNTA:** ¿aceleración? a????

Miramos las tres fórmulas, y vemos que con los datos que tenemos debemos elegir la A)

Sustituimos en la fórmula:  $0 = 20 + a \cdot 40 \rightarrow : -20 = a \cdot 40$

Despejamos a y calculamos:  $a = \frac{-20}{40} = -0,5 \text{ m/s}^2$

**SOLUCIÓN:** La aceleración es  $a = -0,5 \text{ m/s}^2$ , es negativa porque está frenando.

b) **DATOS:**

$$x_0 = 0$$

$$t = 40 \text{ s}$$

$$v_0 = 20 \text{ m/s}$$

$v_f = 0$  (PORQUE TIENE QUE **PARARSE**)

$a = -0,5 \text{ m/s}^2$  (**YA LA HEMOS CALCULADO**)

**PREGUNTA:** ¿aceleración? a????

Miramos las tres fórmulas, y vemos que con los datos que tenemos debemos elegir la B)

Sustituimos en la fórmula:  $x = 0 + 20 \cdot 40 + \frac{1}{2} \cdot (-0,5) \cdot 40^2$

Despejamos a y calculamos:  $x = 800 - 400 = 400 \text{ m}$

**SOLUCIÓN:** La distancia que recorre mientras frena hasta que para son 400 m.