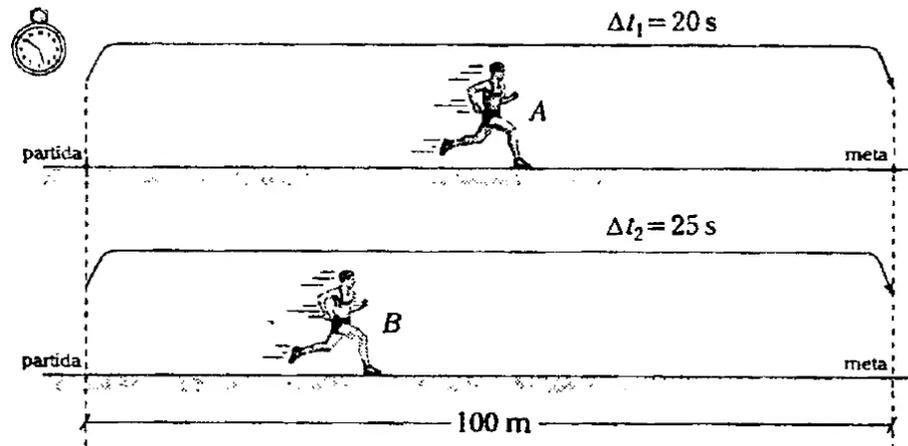




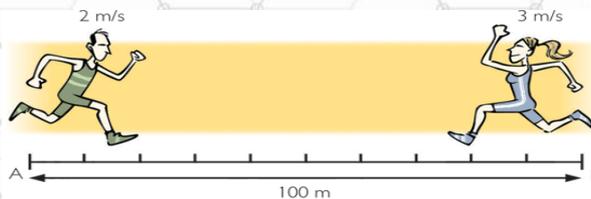
Universidad Nacional de Chimborazo

CINEMÁTICA EN UNA DIMENSIÓN

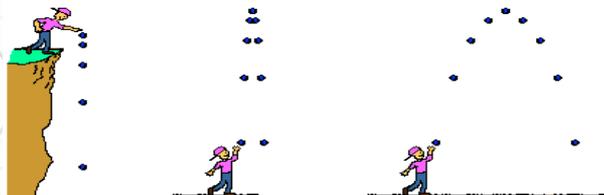




- la rama de la física encargada de estudiar las relaciones entre fuerza, masa y movimiento se le llama **mecánica**. Mientras, que la parte de la mecánica que estudia los métodos matemáticos para determinar el movimiento se denomina **cinemática**.
- El movimiento puede definirse como un cambio continuo de posición. En la mayor parte de los movimientos reales, los diferentes puntos de un cuerpo se mueven a lo largo de diferentes trayectorias.
- Existen cuatro magnitudes básicas involucradas con el movimiento: **Longitud o distancia, Tiempo, Velocidad, Aceleración**.
- Al movimiento que presentan los cuerpos en una dimensión sobre una línea recta se le conoce como **rectilíneo**.



Types of Projectiles



- El movimiento en dos dimensiones se le llama movimiento en un plano. Existen dos movimientos muy frecuentes sobre una trayectoria curva, que son: el movimiento de un proyectil y el de una partícula en una circunferencia.
- La expresión proyectil se puede aplicar a una pelota de baseball o de golf, a una bala de un rifle y en general a cualquier objeto que se mueva siguiendo una curva.
- El movimiento de un proyectil puede definirse como la combinación de movimiento horizontal uniforme y movimiento vertical uniformemente acelerado. La velocidad en el origen está representada por el vector V_0 denominado velocidad inicial o velocidad de disparo. El ángulo α es el ángulo de elevación.
- El estudio del movimiento se basa en medidas de Posición, Velocidad, y Aceleración.

Tomada de:

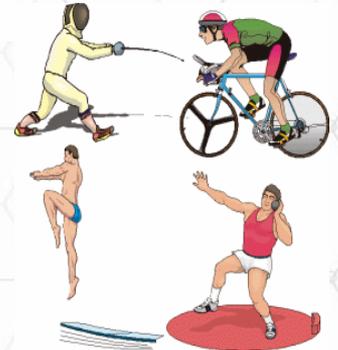
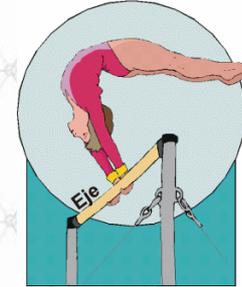
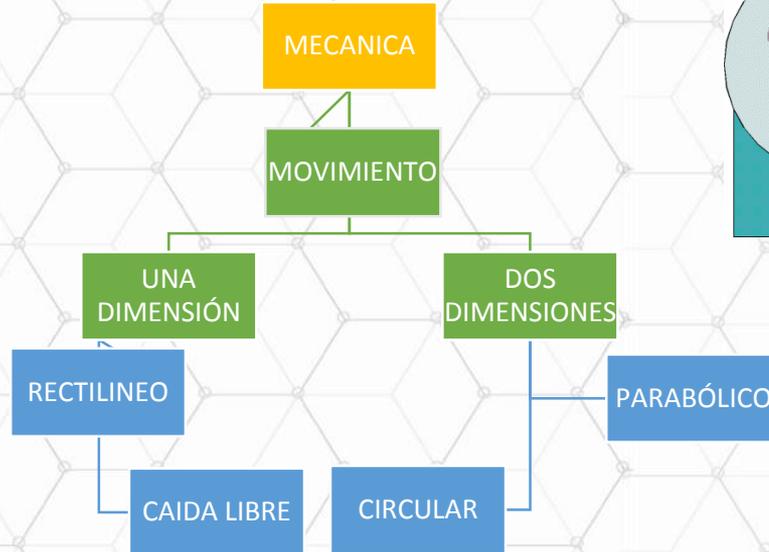
http://mdm.unicundi.edu.co/repositorio/libres/fisica1/modulo3/mod3_11.html





1. MECÁNICA CLÁSICA

Traslación Rectilínea		
Traslación Curvilínea		
Movimiento Angular o Rotatorio		
General		



Tomadas de: <http://www.saludmed.com/CsEjerCi/Cinesiol/Cinemat.html>



CINEMÁTICA: DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO



La rama de la física que se ocupa del estudio del movimiento, lo que lo produce y lo afecta se llama **mecánica**:



Estática: estudia los cuerpos en reposo.

Cinemática: describe los tipos de movimiento.

Dinámica: explora las causas del movimiento.

Aprenderemos a analizar los cambios de movimiento: aceleración, disminución de la rapidez y parado.



1. 1 CINEMÁTICA

Cinemática Es la parte de la física que estudia el movimiento de los cuerpos sin tener en cuenta las causas que lo originan.

El movimiento Es un fenómeno físico que consiste en el cambio de posición que experimenta los cuerpos en el espacio y el tiempo. Se Clasifica:

1. Según la trayectoria del punto en rectilíneo, curvilíneo
2. Según la trayectoria del sólido: traslación, rotación
3. Según velocidad: uniforme, uniformemente variado.

Mov. Rectilíneo uniforme Para que un movimiento sea rectilíneo uniforme su velocidad debe ser constante, es decir, que la aceleración sea siempre igual a cero, $a=0$.

APRENDE SOBRE LOS TIPOS DE MOVIMIENTOS



El movimiento parabólico sigue una curva regular que sigue el centro de masa (o gravedad) de un cuerpo u objeto cuando es lanzado/proyectado en el aire (proyectil bajo la influencia de la fuerza de gravedad),

Mov. Rectilíneo uniformemente. Para que un movimiento sea rectilíneo uniformemente variado su aceleración debe ser constante y diferente de cero.

Movimiento vertical La aceleración de la gravedad es diferente en cada punto de la tierra. Ejemplo Los objetos lanzados hacia arriba o hacia abajo y los que se sueltan desde el reposo todos caen libremente una vez que se han liberado.

Movimiento curvilíneo. Representa aquel movimiento traslatorio en el cual todas las partes del cuerpo o un objeto se mueven en curvas paralelas que transcurren en un patrón

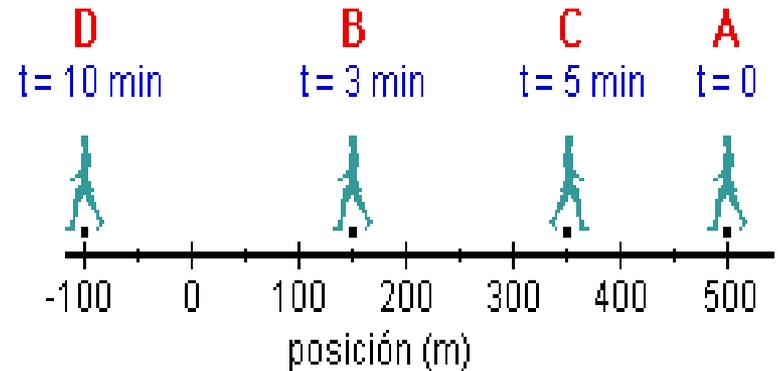


Sistema de Referencia y Desplazamiento

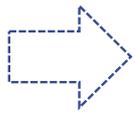
¿Qué es movimiento?

movimiento (o moverse) implica un cambio de posición.

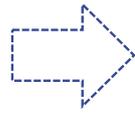
El movimiento puede describirse en parte especificando *qué tan* lejos viaja algo al cambiar de posición



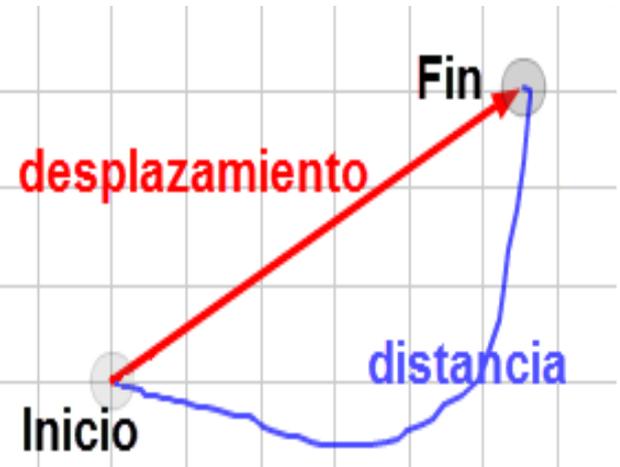
En Física hacemos diferencia entre “**desplazamiento**” y “**distancia recorrida**”.



Distancia es simplemente *la longitud total del trayecto* recorrido al moverse de un lugar a otro.

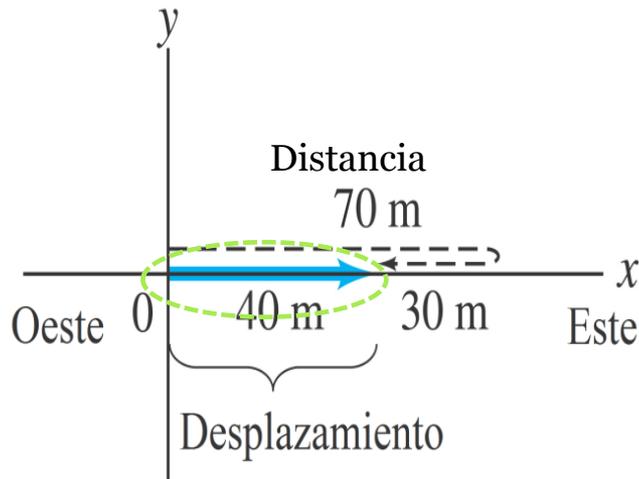


Desplazamiento es la **distancia** que existe entre **la posición final e inicial** de un movimiento (o de una parte del movimiento).



Sistema de Referencia y Desplazamiento

Ejemplos: Una persona camina 70 m hacia el este y luego 30 m hacia el oeste.



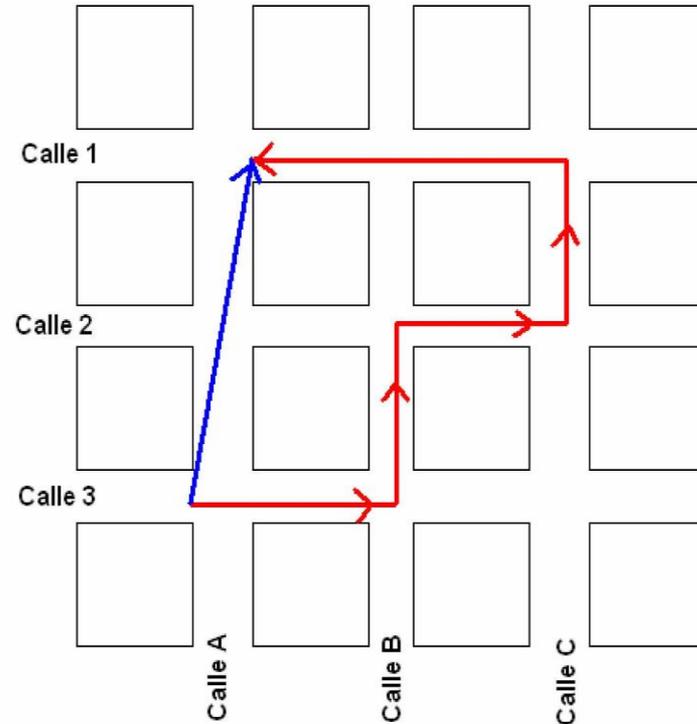
¿Qué distancia recorrió?

¿Cuánto vale el desplazamiento?

➤ **Escalares:** su **medida** queda determinada por un **número**.

Ejemplos: tiempo, masa, volumen, temperatura.

➤ **Vectoriales:** su **medida** se determina por su **módulo (magnitud)**, su **dirección** y su **sentido**. Ejemplos: desplazamiento, velocidad, fuerza.

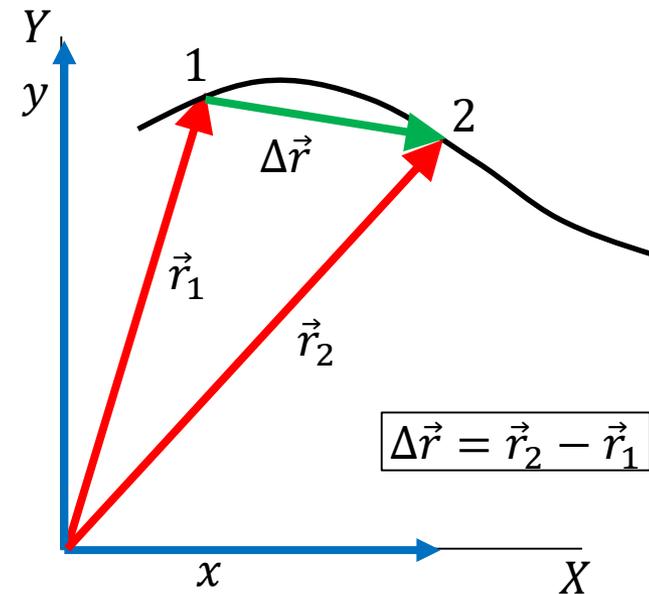
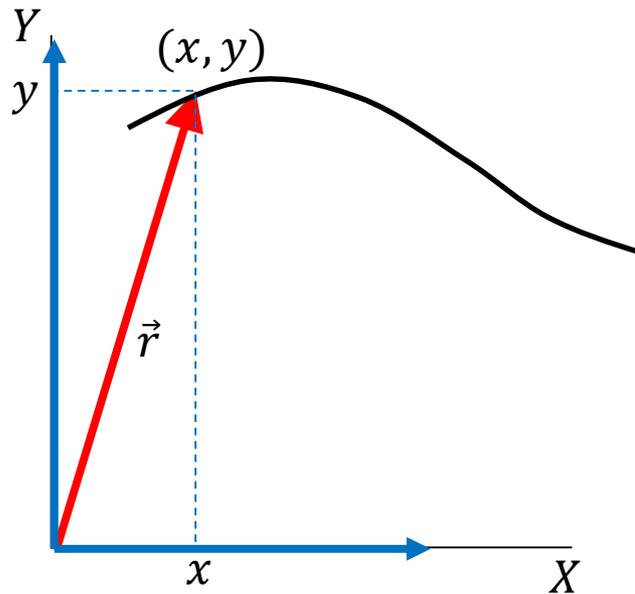


EL MOVIMIENTO

1. Magnitudes que describen el movimiento

1.2. El vector de posición y el desplazamiento

El **vector de posición** (\vec{r}) es un vector que tiene su origen en el origen del sistema de referencia y su extremo en el punto donde se encuentra el cuerpo en un momento.



Se llama **desplazamiento** ($\Delta\vec{r}$) de un móvil a un vector que tiene su origen en el punto inicial del movimiento y su extremo en el punto final.

EL MOVIMIENTO

1. Magnitudes que describen el movimiento

1.2. El vector de posición y el desplazamiento

El desplazamiento es una magnitud vectorial, por tanto, además de la cantidad hay que determinar la dirección y sentido.

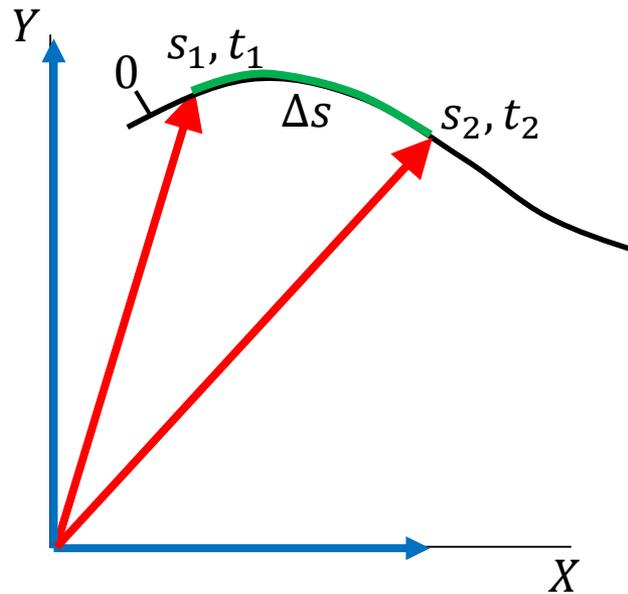
- En general, el vector desplazamiento no coincide con la distancia recorrida por el móvil a lo largo de la trayectoria.
- El desplazamiento solo coincide con la distancia recorrida cuando la trayectoria es una línea recta y no hay cambio en el sentido del movimiento.
- Cuando el móvil recorre un camino cerrado, de forma que vuelve a su punto de partida, el desplazamiento es nulo, aunque no lo es la distancia recorrida.

7. EL MOVIMIENTO

2. La velocidad

Rapidez o celeridad media de un móvil en un intervalo es la distancia recorrida por unidad de tiempo.

$$c_{1 \rightarrow 2} = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo empleado}} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

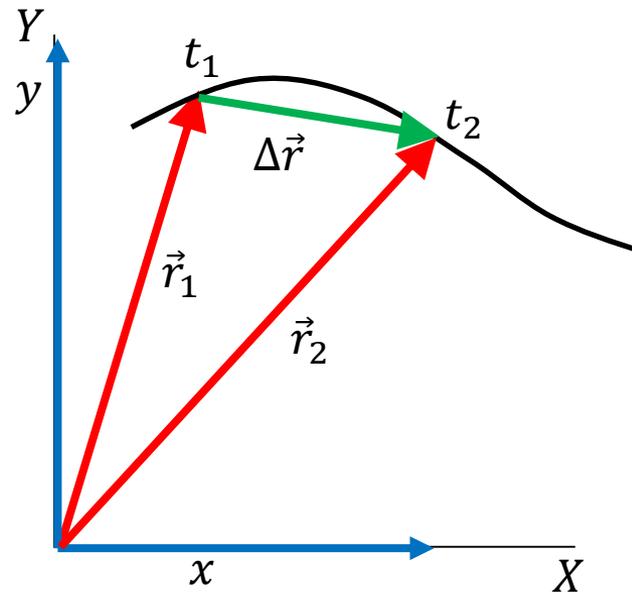


7. EL MOVIMIENTO

2. La velocidad

Velocidad media de un móvil en un intervalo es el desplazamiento que experimenta por unidad de tiempo.

$$\vec{v}_{1 \rightarrow 2} = \frac{\text{desplazamiento}}{\text{tiempo empleado}} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$



Velocidad Media

Velocidad media: es un vector y se define en términos del vector **desplazamiento**, $\vec{\Delta x}$. El módulo de dicho vector se calcula como:

$$\text{velocidad media} = \frac{\text{desplazamiento}}{\text{tiempo transcurrido}}$$



Siendo:

\vec{x}_0 posición en $t = t_0$

\vec{x}_1 posición en $t = t_1$

$\vec{\Delta x} = \vec{x}_1 - \vec{x}_0$ es el desplazamiento

$$\vec{v}_m = \frac{\vec{\Delta x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_1 - \vec{x}_0}{t_1 - t_0}$$

Módulo

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0}$$



Unidades

A partir de esta definición apreciamos que la velocidad posee dimensión de **distancia** dividida por el *tiempo*.



En el sistema internacional es $\frac{m}{s}$. La más conocida es de km/h .

Velocidad Media (Análisis gráfico)

¿Qué son las gráficas de posición vs. tiempo?

¿Qué representa el eje vertical en una gráfica de posición?

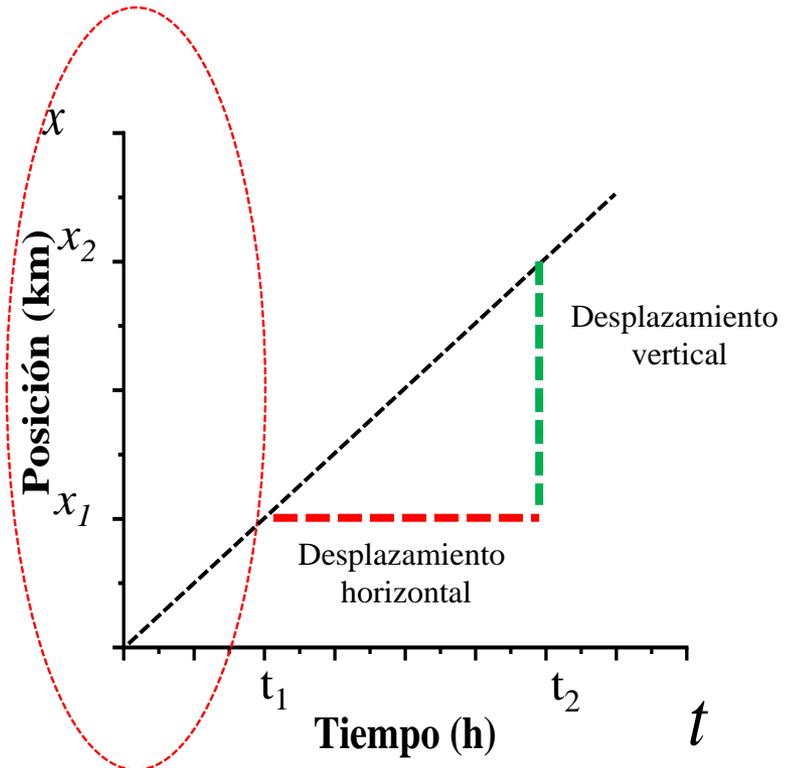
El eje vertical representa la posición del objeto.

¿Qué representa la pendiente en una gráfica de posición?

La pendiente de una gráfica de posición representa la velocidad del objeto.

$$\text{pendiente} = \frac{\text{diferencia vertical}}{\text{diferencia horizontal}}$$

$$\text{velocidad} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

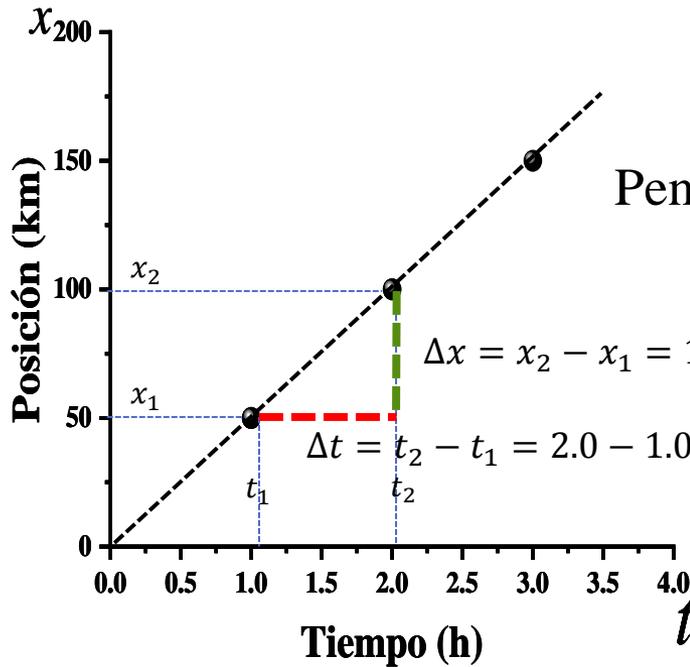


Velocidad Media



Desplazamiento desde el origen

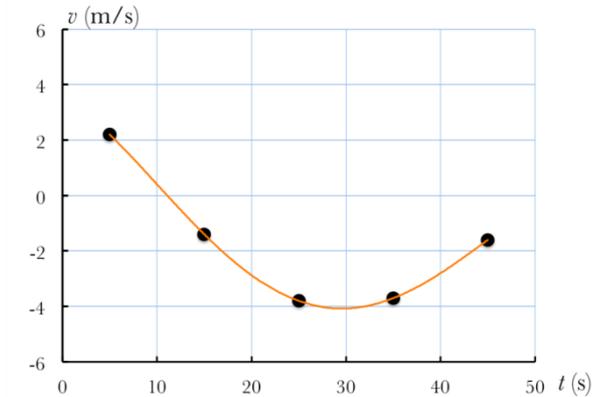
Δx (km)	Δt (h)	$\Delta x/\Delta t$
50	1.0	50 km/1.0 h = 50 km/h
100	2.0	100 km/2.0 h = 50 km/h
150	3.0	150 km/3.0 h = 50 km/h



$$\text{Pendiente} = |\vec{v}_m| = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{50 \text{ km}}{1.0 \text{ h}} = 50 \text{ km/h}$$

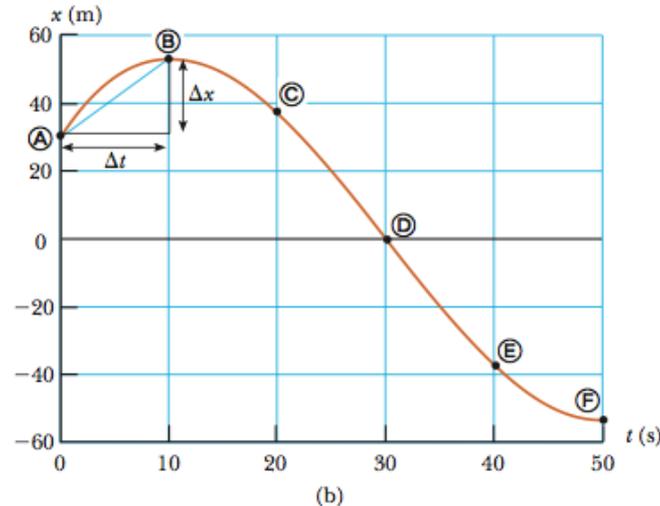
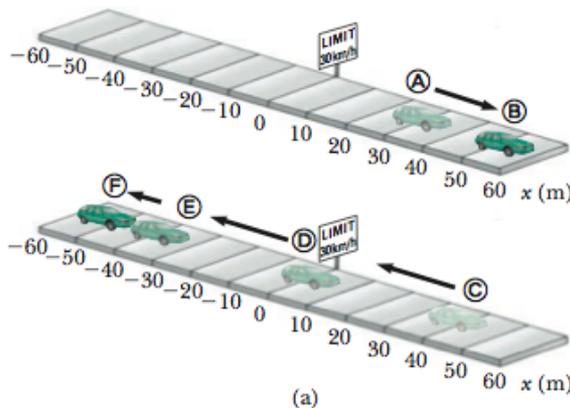
Velocidad Media

Entre	Δt (s)	Δx (m)	v (m/s)
(A) - (B)	10	+22	+ 2,2
(B) - (C)	10	-14	- 1,4
(C) - (D)	10	-38	- 3,8
(D) - (E)	10	-37	- 3,7
(E) - (F)	10	-16	- 1,6



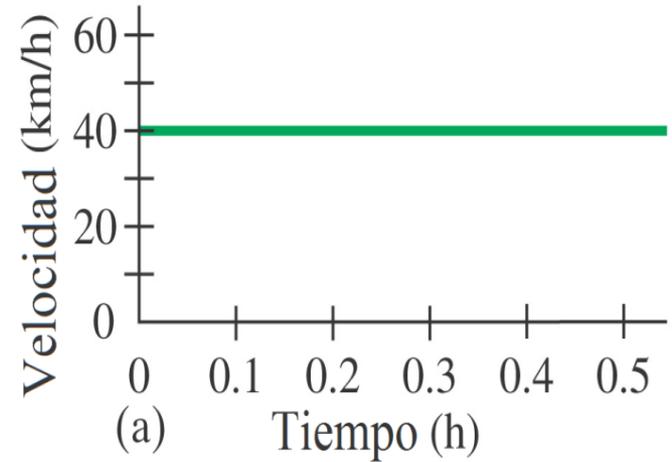
¿Cómo se interpreta el signo de la velocidad?

➡ **Indica la dirección y el sentido del movimiento.**
 la velocidad media es (+) si se mueve hacia la derecha a lo largo del eje x , y es (-) cuando el objeto se mueve hacia la izquierda, a lo largo del eje x .

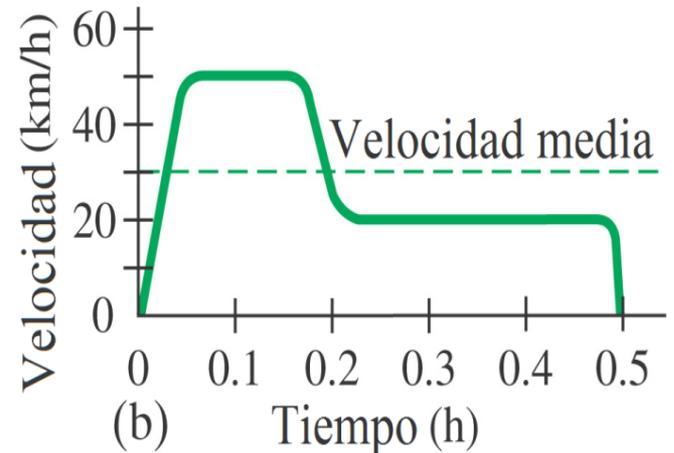


Velocidad Instantánea

Si usted conduce un automóvil a lo largo de un camino recto de 20 km durante media hora, su **velocidad media** en este trayecto fue de 40 km/h. Sin embargo, es poco probable que viaje durante todo el trayecto con dicha velocidad.



Lo más probable es que la velocidad vaya variando durante el trayecto. Por momentos la velocidad **aumentará**, en otros **permanecerá constante** o simplemente **disminuirá** de acuerdo a distintos factores del tránsito. Hasta que finalmente llegue a destino.



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



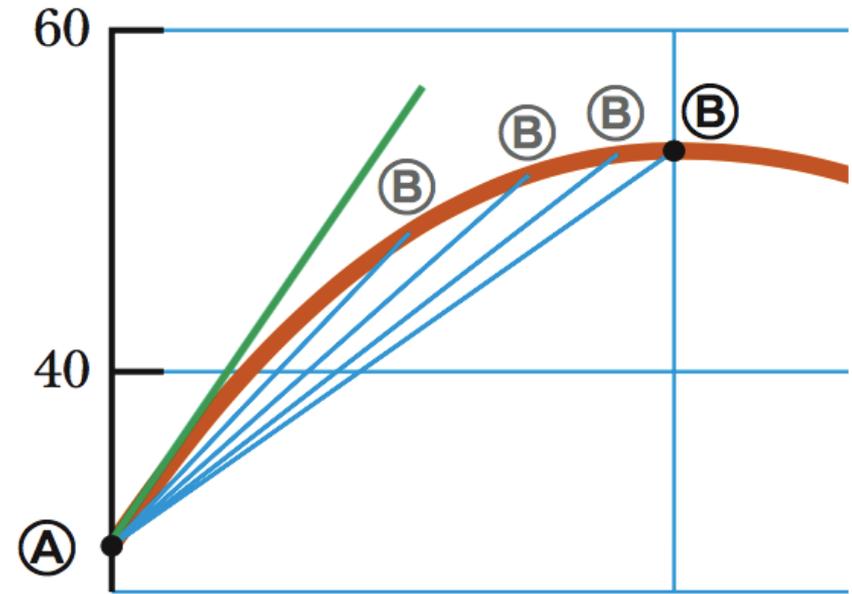
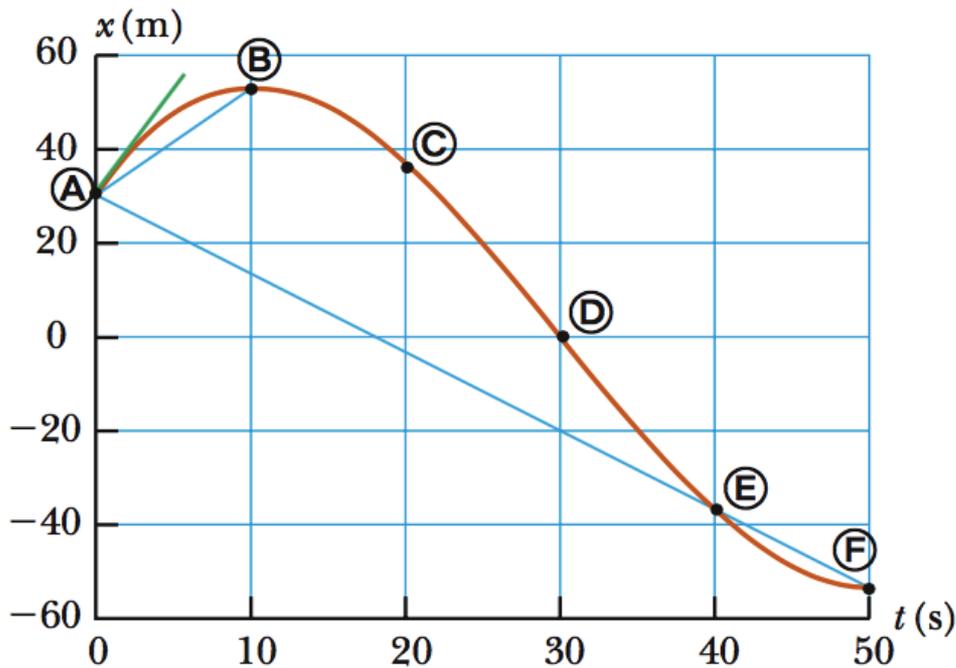
El velocímetro de un automóvil da la velocidad en un intervalo de tiempo muy corto, así que su lectura se aproxima a la velocidad instantánea

Velocidad Instantánea

Para determinar la velocidad instantánea es necesario conocer las herramientas del cálculo.

$$v = \frac{dx}{dt}$$

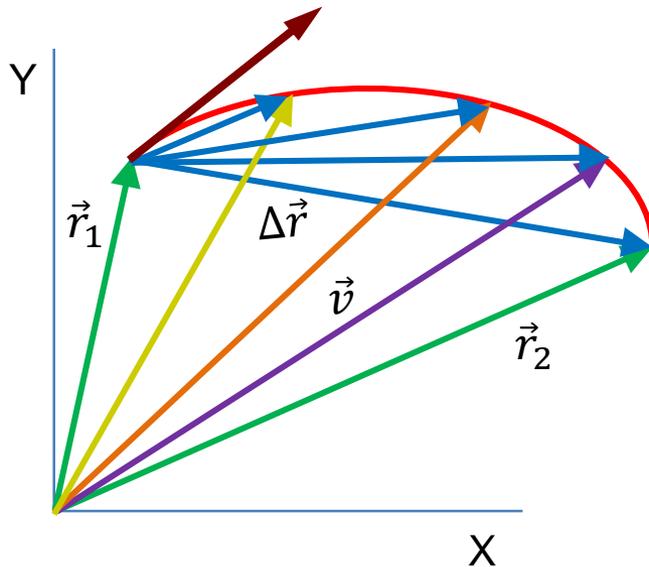
Graficamente la velocidad instantánea es:



7. EL MOVIMIENTO

2. La velocidad

2.1. Velocidad media y velocidad instantánea



- ☞ La **velocidad media** (\vec{v}_m) en un intervalo es un vector que tiene la dirección del vector desplazamiento y el sentido del movimiento.
- ☞ La **velocidad instantánea** (\vec{v}) es la velocidad del móvil en un instante determinado. Es un vector que tiene la dirección de la tangente de la trayectoria en ese instante y el sentido del movimiento.

7. EL MOVIMIENTO

3. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

Un móvil tiene **movimiento rectilíneo uniforme (MRU)** cuando se mueve con velocidad constante.

3.1. Ecuaciones del movimiento rectilíneo uniforme

- ✓ En el movimiento rectilíneo uniforme la trayectoria es una línea recta.
- ✓ El vector desplazamiento tiene solo una dimensión:

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = x - x_0$$

- ✓ Las ecuaciones del movimiento son aquellas que permiten conocer la velocidad y la posición en un instante determinado.
- ✓ Usando la definición de velocidad media:

$$v_m = c_m = v = \frac{x - x_0}{t - t_0} \quad \left\{ \begin{array}{l} x: \text{posición en cualquier instante} \\ x_0: \text{posición inicial} \\ v: \text{velocidad (constante)} \end{array} \right.$$

Movimiento Rectilíneo Uniforme

Un objeto tiene **Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU)** cuando

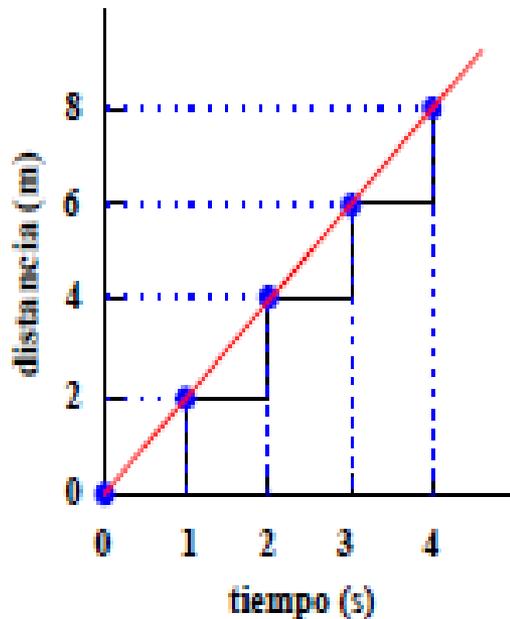


Su trayectoria es **recta**

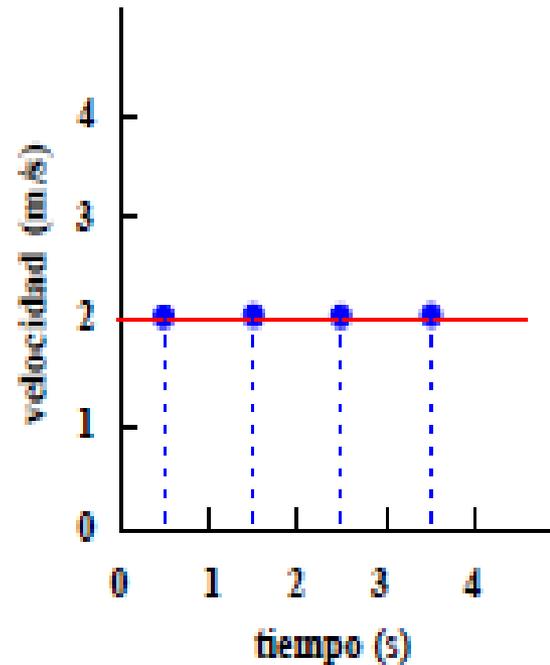


y su velocidad **constante**

La gráfica posición-tiempo (x vs. t) es una **recta** cuya **pendiente** es igual al **módulo de la velocidad**.



La gráfica velocidad-tiempo (v vs. t) es una **recta horizontal** (paralela al eje t).



Movimiento Rectilíneo Uniforme

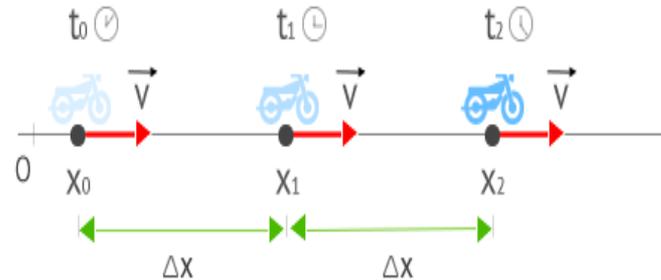
Ecuaciones del movimiento

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

$$\boxed{\vec{x}_f = \vec{x}_i + \vec{v}(t_f - t_i)} \quad (1)$$

Ejemplo:

Entre intervalos de tiempos iguales, se recorren distancias iguales.



La moto de la figura pasó por la posición $x_1=8\text{m}$ con una velocidad constante de 4m/s , si a partir de ese momento se activó el cronómetro del observador determine: a) su ley de movimiento, b) la posición de la moto para $t=10\text{s}$.

a) Identificamos los datos, cuando la posición es $x_1=8\text{m}$, $t_1=0$. Sustituyendo en la ecuación (1)

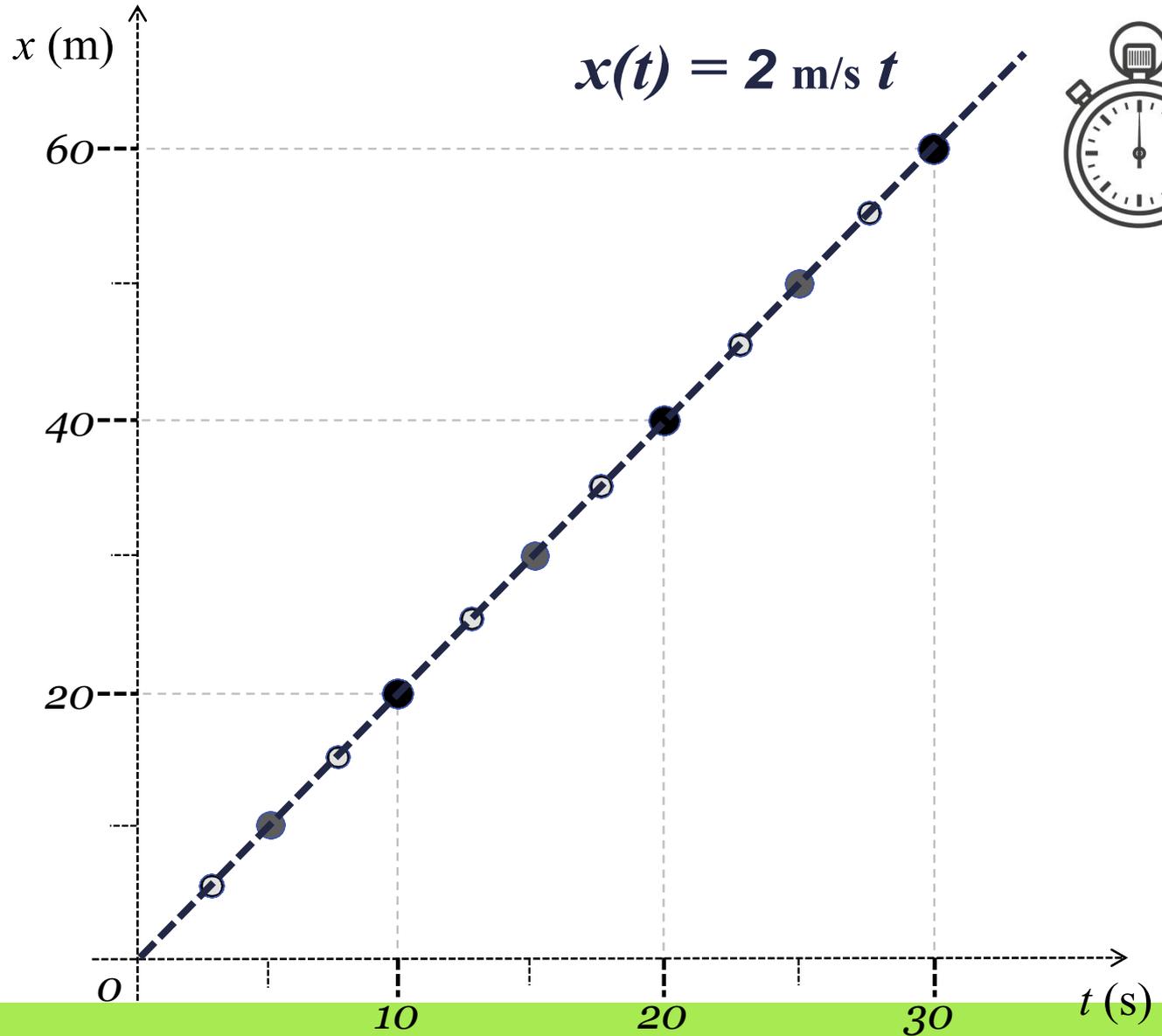
$$x_2 = 8\text{m} + 4\text{m/s}(t_2 - 0) = \boxed{8\text{m} + 4\text{m/s}t}$$

b) La posición cuando $t=10\text{s}$

$$\boxed{x_2 = 8\text{m} + 4\text{m/s}(10\text{s}) = 48\text{m.}}$$

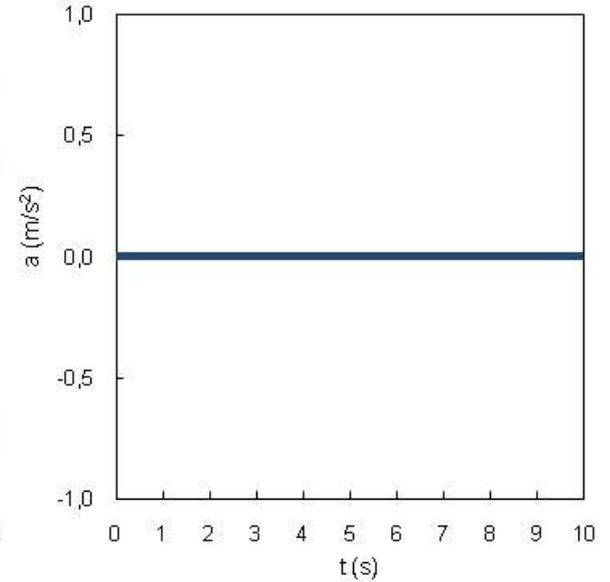
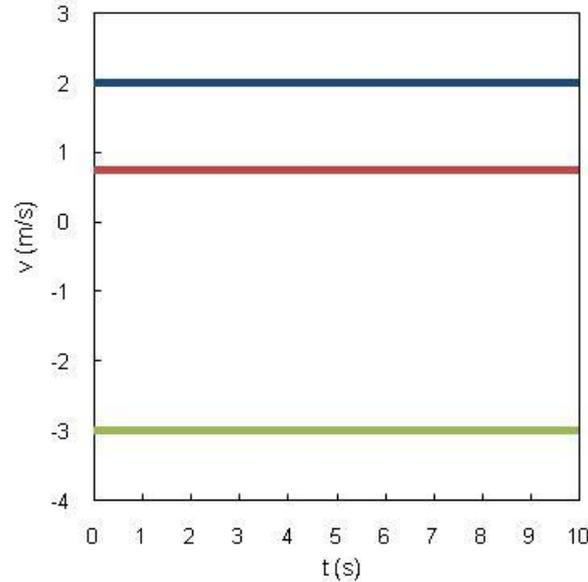
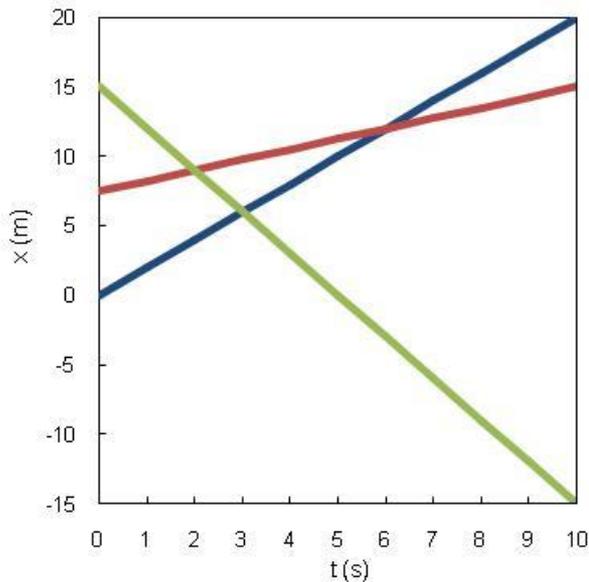
Interpretación: Se puede predecir que cuando el cronómetro marque 10s, la moto habrá recorrido 48m.

Movimiento Rectilíneo Uniforme



Ecuación del MRU

$$x(t) = x_0 + v\Delta t$$



7. EL MOVIMIENTO

3. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

Ejemplos resueltos

1. En un entrenamiento de la carrera de 100 m ponemos el cronómetro en marcha cuando un atleta pasa por la marca de 20 m, y 4 s después está en la marca de 60 m. ¿Cuál es su velocidad? Si sigue corriendo al mismo ritmo, ¿en qué marca estará cuando el cronómetro indique 7 s?

Calculamos la velocidad:

$$v = \frac{\text{desplazamiento}}{\text{tiempo empleado}} = \frac{x - x_0}{t} = \frac{60 \text{ m} - 20 \text{ m}}{4 \text{ s}} = \mathbf{10 \text{ m/s}}$$

La **velocidad positiva** significa que se va alejando hacia la derecha del origen.

La posición en el instante $t = 7 \text{ s}$:

$$x = x_0 + v \cdot t = 20 \text{ m} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 7 \text{ s} = \mathbf{90 \text{ m}}$$

7. EL MOVIMIENTO

3. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

Ejemplos resueltos

2. En un entrenamiento de la carrera de 100 m ponemos el cronómetro en marcha cuando un atleta pasa por la marca de 100 m, y 5 s después está en la marca de 70 m. ¿Cuál es su velocidad? Si sigue corriendo al mismo ritmo, ¿en qué marca estará cuando el cronómetro indique 7 s?

Calculamos la velocidad:

$$v = \frac{\text{desplazamiento}}{\text{tiempo empleado}} = \frac{x - x_0}{t} = \frac{70 \text{ m} - 100 \text{ m}}{5 \text{ s}} = -6 \text{ m/s}$$

La **velocidad negativa** significa que se va acercando al origen.

La posición en el instante $t = 7 \text{ s}$:

$$x = x_0 + v \cdot t = 100 \text{ m} - 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 7 \text{ s} = 58 \text{ m}$$

7. EL MOVIMIENTO

3. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

ACTIVIDADES

- 1. Si el tiempo de reacción (tiempo mínimo que necesita una persona para percibir el hecho y tomar una decisión al respecto) medio de un adulto es de $3/4$ s, calcula:**
 - a) La distancia que recorre un conductor, como mínimo, desde que observa una situación de peligro hasta que toma la decisión, si viaja a 120 km/h. ¿Y si viaja a 50 km/h? Teniendo en cuenta el resultado, justifica la norma que limita a 50 km/h la velocidad de los coches en las vías urbanas.
 - b) La distancia de seguridad (debe ser, como mínimo, el doble de la distancia que recorre a una velocidad en el tiempo de reacción) de un coche que circula a 120 km/h. ¿Y si el coche circula a 50 km/h?
- 2. Un coche con MRU pasa frente a nosotros a una velocidad de 72 km/h. ¿Qué distancia habrá recorrido en media hora?**
- 3. a) El nadador David Meca logró cruzar el estrecho de Gibraltar (14,4 km) en 7 h y 18 min. ¿Cuál fue su velocidad media?**
 - b) ¿Cuánto tiempo tardaría un pez que se mueve a 130 km/h?

7. EL MOVIMIENTO

3. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

3.2. Representación gráfica del MRU

Ejemplos resueltos

1. Un atleta lleva una velocidad constante de 10 m/s. Ponemos el cronómetro en marcha cuando pasa por la marca de 20 m. Escribe las ecuaciones del movimiento y represéntalas gráficamente.

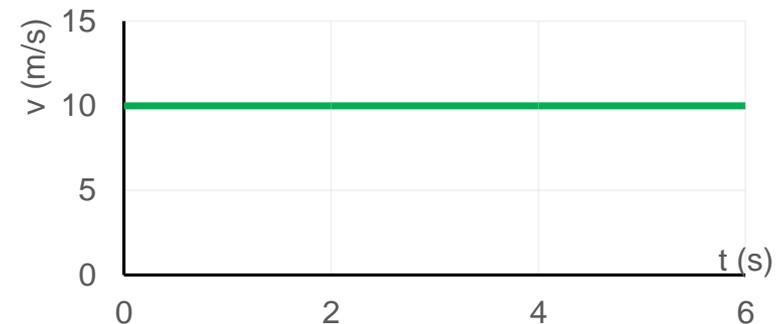
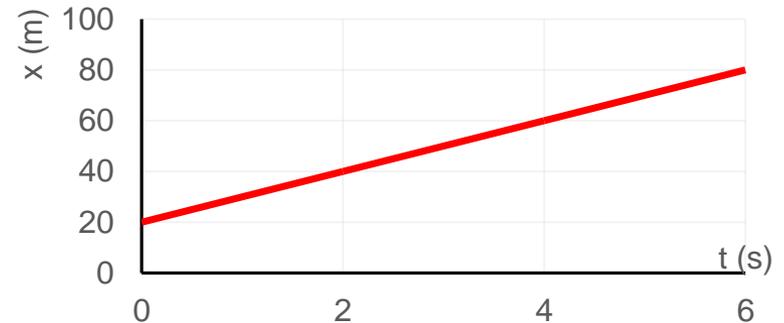
$$x = x_0 + v \cdot t = 20 + 10 \cdot t$$

$$v = 10$$

Para obtener la **gráfica posición-tiempo**:

t (s)	0	2	4	6
x (m)	20	40	60	80

Para obtener la **gráfica velocidad-tiempo**:



7. EL MOVIMIENTO

3. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

Ejemplos resueltos

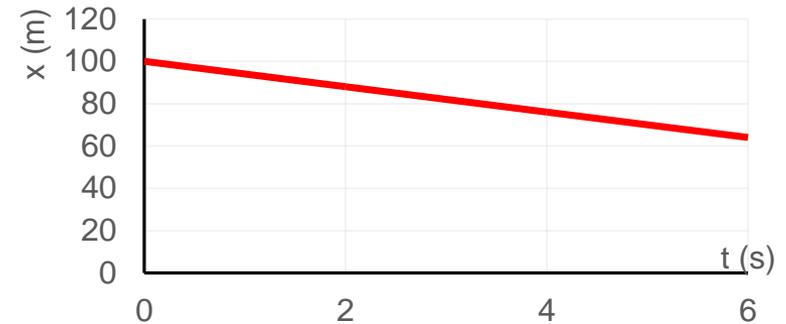
2. Un atleta se dirige hacia la línea de salida a 6 m/s. Cuando pasa por la marca de 100 m, ponemos el cronómetro en marcha. Escribe las ecuaciones del movimiento re representálas gráficamente.

$$x = x_0 + v \cdot t = 100 - 6 \cdot t$$

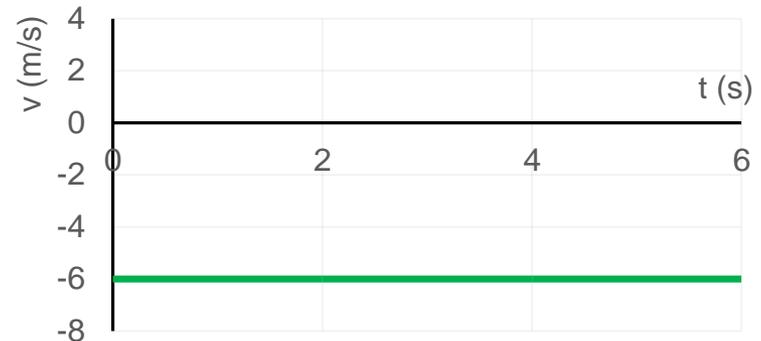
$$v = -6$$

Para obtener la **gráfica posición-tiempo**:

t (s)	0	2	4	6
x (m)	100	88	76	64



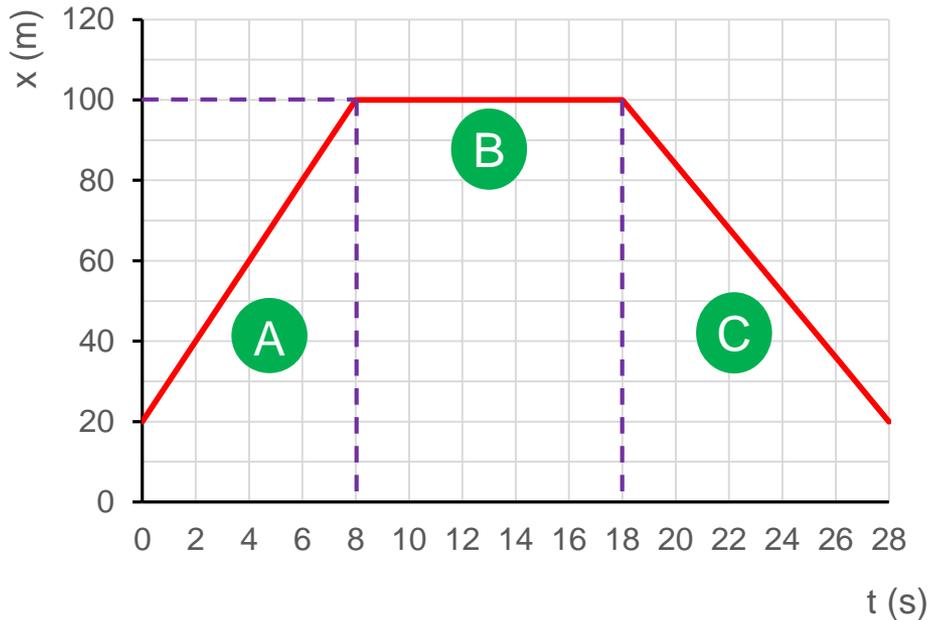
Para obtener la **gráfica velocidad-tiempo**:



7. EL MOVIMIENTO

3. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

3.3. Estudio de un movimiento a partir de su gráfica

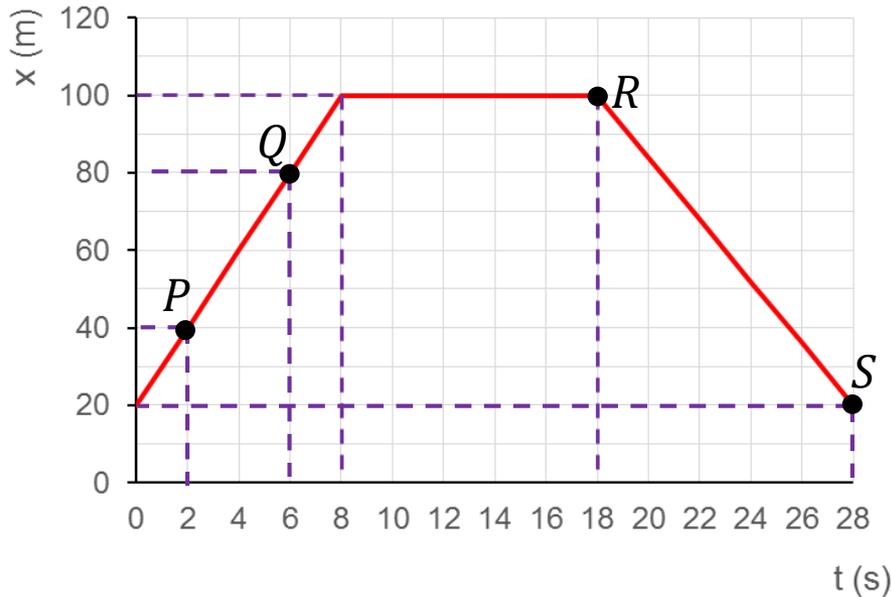


- **Tramo A:** La gráfica es una línea creciente, por lo que es un MRU con velocidad positiva. El móvil se aleja del origen.
- **Tramo B:** La gráfica es una línea paralela al eje de abscisas, por lo que su posición no varía con el tiempo. El móvil está parado. Su ecuación del movimiento es: $x_0 = 100$.
- **Tramo C:** La gráfica es una línea decreciente, por lo que es un MRU con velocidad negativa. El móvil se acerca al origen.

7. EL MOVIMIENTO

3. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

3.3. Estudio de un movimiento a partir de su gráfica



Tramo A

$$v = \frac{x_P - x_Q}{t_P - t_Q} = \frac{80 \text{ m} - 40 \text{ m}}{6 \text{ s} - 2 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}$$

$$x_A = x_0 + v \cdot t = 20 + 10 \cdot t$$

Tramo C

$$v = \frac{x_S - x_R}{t_S - t_R} = \frac{20 \text{ m} - 100 \text{ m}}{28 \text{ s} - 18 \text{ s}} = -8 \text{ m/s}$$

$$x_C = x_0 + v \cdot t = 100 - 8 \cdot t$$

La **velocidad media**:

$$v_m = \frac{\text{desplazamiento}}{\text{tiempo empleado}} = \frac{x - x_0}{t} = \frac{20 \text{ m} - 20 \text{ m}}{28 \text{ s}} = 0 \text{ m/s}$$

La **celeridad media**:

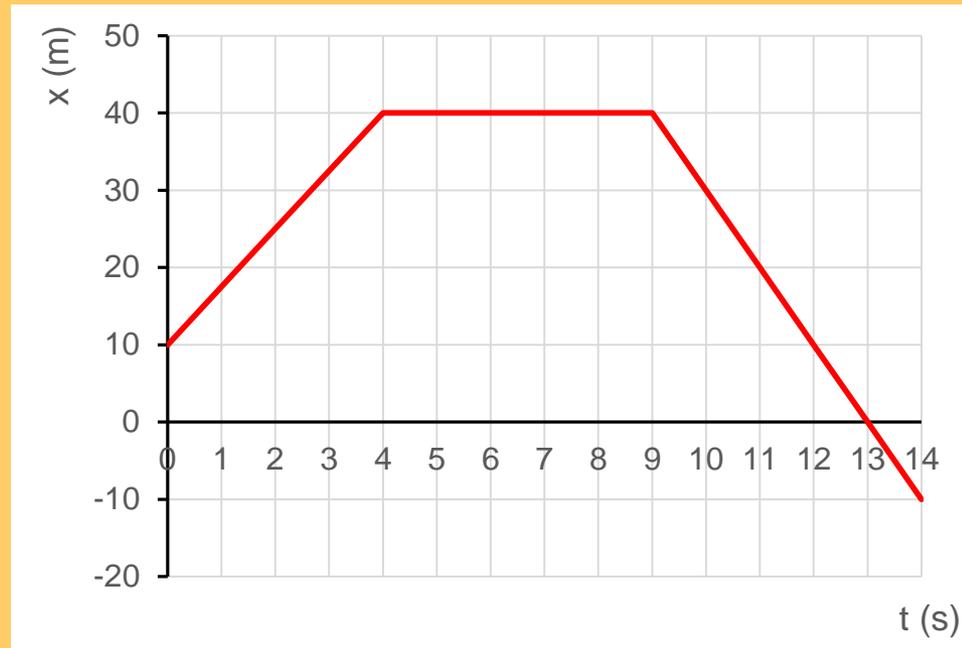
$$c_m = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo empleado}} = \frac{80 \text{ m} + 80 \text{ m}}{28 \text{ s}} = 5,7 \text{ m/s}$$

7. EL MOVIMIENTO

3. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

ACTIVIDADES

4. La gráfica representa el movimiento de un móvil.



- Determina sus ecuaciones del movimiento.
- Calcula su velocidad media y celeridad media.
- Redacta el enunciado de un ejercicio acorde con la situación que representa la gráfica.

7. EL MOVIMIENTO

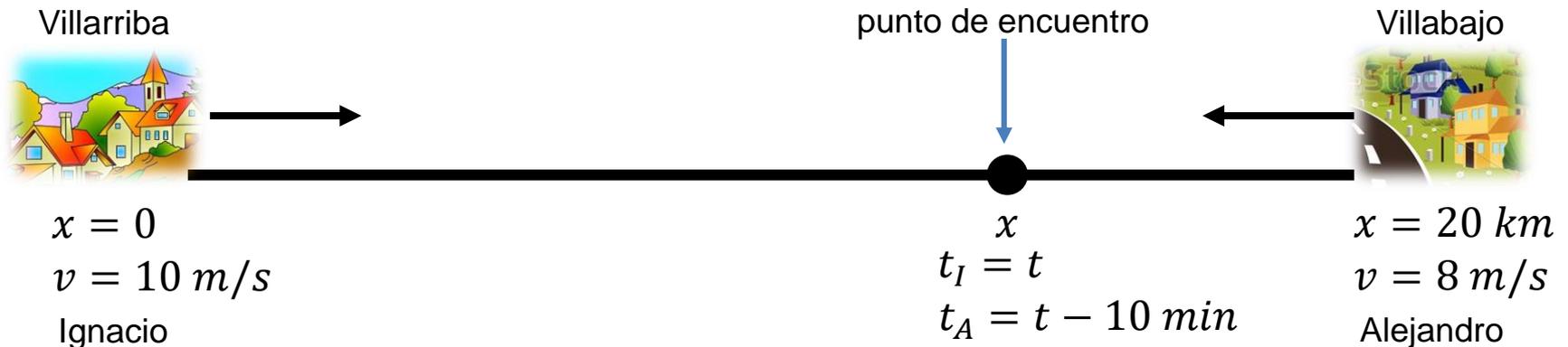
3. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

3.4. Dos móviles con movimiento relacionado

Ejemplo resuelto

Villarriba y Villabajo están separadas 20 km. Ignacio, que vive en Villarriba, llama a Alejandro, que vive en Villabajo, y deciden coger sus bicis para encontrarse en el camino entre los dos pueblos. Ignacio sale a las once en punto y pedalea a 10 m/s. Alejandro tiene que terminar de recoger la cocina y sale a las once y diez; además, su bici no le permite ir más que a 8 m/s. Calcula donde se encuentran y a qué hora.

1. Hacemos un esquema del problema:



t = tiempo que tarda Ignacio en llegar al encuentro

t_A = tiempo que tarda Alejandro en llegar al encuentro

7. EL MOVIMIENTO

3. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

3.4. Dos móviles con movimiento relacionado

Ejemplo resuelto

2. Planteamos las ecuaciones del movimiento:

$$\text{Ignacio: } x_I = 0 + 10 \cdot t$$

$$\text{Alejandro: } x_A = 20\,000 - 8 \cdot (t - 600)$$

En el momento del encuentro: $x_I = x_A$

$$10 \cdot t = 20\,000 - 8 \cdot (t - 600) \rightarrow 10 \cdot t = 20\,000 - 8 \cdot t - 4\,800$$

$$18 \cdot t = 24\,800 \rightarrow t = \frac{24\,800}{18} = 1\,377,8 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 23 \text{ min}$$

Se encontrarán a las 11 h y 23 min.

Para calcular la posición: $x_I = 10 \frac{m}{s} \cdot 1\,377,8 \text{ s} = 13\,778 \text{ m} = 13,8 \text{ km}$

Se encontrarán a 13,8 km de Villarriba.

7. EL MOVIMIENTO

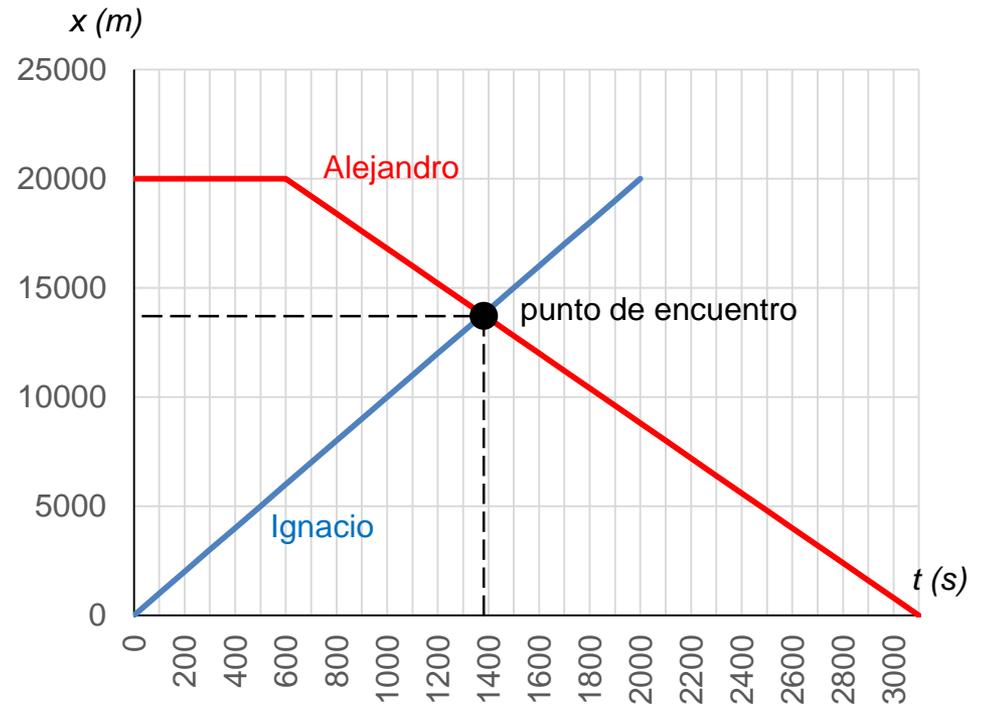
3. Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

3.4. Dos móviles con movimiento relacionado

Ejemplo resuelto

3. Respuesta gráfica

Ignacio		Alejandro	
t (s)	x (m)	t (s)	x (m)
0	0	0	20 000
500	5000	600	20 000
1000	10 000	1000	16 800
1500	15 000	1500	12 800
2000	20 000	2000	8800
		3100	0



Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

ACTIVIDADES

Un coche inicia un viaje de 495 Km. a las ocho y media de la mañana con una velocidad media de 90 Km/h ¿A qué hora llegará a su destino?

Dos pueblos que distan 12 km están unidos por una carretera recta. Un ciclista viaja de un pueblo al otro con una velocidad constante de 10 m/s. Calcula el tiempo que emplea.

Un móvil sale de una localidad A hacia B con una velocidad de 80 km/h, en el mismo instante sale de la localidad B hacia A otro a 60 km/h, A y B se encuentran a 600 km. Calcular: a) ¿A qué distancia de A se encontraran?
b) ¿En qué instante se encontraran?

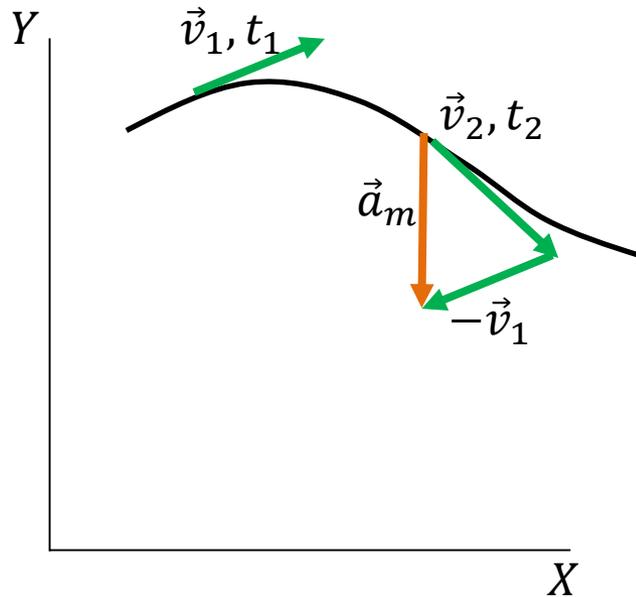
Dos vehículos salen al encuentro desde dos ciudades separadas por 300 km, con velocidades de 60 km/h y 40 km/h, respectivamente. Si el que circula a 40 km/h sale dos horas más tarde, responda a las siguientes preguntas: a) El tiempo que tardan en encontrarse. b) La posición donde se encuentran.

Dos automóviles que marchan en el mismo sentido, se encuentran, en un momento dado, a una distancia de 126 Km. Si el más lento va a 42 Km/h, calcular la velocidad del más rápido, sabiendo que le alcanza en seis horas.

Un ladrón roba una bicicleta y huye con ella a 20 km/h. Un ciclista que lo ve, sale detrás del ladrón tres minutos más tarde a 22 Km/h. ¿Al cabo de cuánto tiempo lo alcanzará?

7. EL MOVIMIENTO

4. La aceleración



Aceleración media de un móvil en un intervalo es la variación de velocidad que experimenta por unidad de tiempo:

$$\vec{a}_m = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

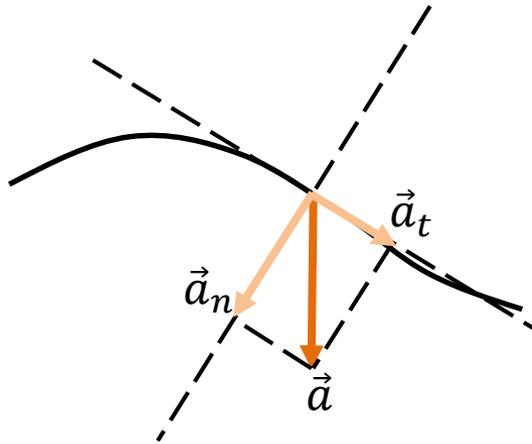
La aceleración puede ser del mismo sentido que la velocidad o de sentido contrario:

- ☞ Si es del mismo sentido, la velocidad aumenta su módulo y mantiene su sentido.
- ☞ Si es de sentido contrario, la velocidad va disminuyendo su módulo y puede llegar a cambiar de sentido.

7. EL MOVIMIENTO

4. La aceleración

4.1. Componentes intrínsecas de la aceleración



$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$$

- **Aceleración tangencial (\vec{a}_t).** Mide lo que varía el módulo de la velocidad por unidad de tiempo. Es tangente a la trayectoria:

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

- **Aceleración centrípeta o normal (\vec{a}_n).** Mide lo que varía la dirección del vector velocidad por unidad de tiempo. Es perpendicular a la trayectoria y se dirige hacia el centro de la misma:

$$a_n = \frac{v^2}{r}$$

7. EL MOVIMIENTO

4. La aceleración

4.1. Componentes intrínsecas de la aceleración

- ☞ En general, un móvil con un movimiento acelerado tiene dos tipos de aceleración.
- ☞ En este curso estudiaremos movimientos con aceleración constante en los que solo existe una de las dos componentes.

Movimiento rectilíneo acelerado

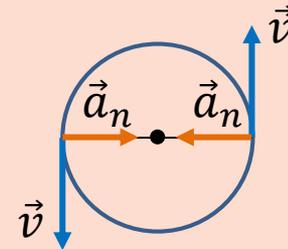
La dirección de la velocidad permanece constante. En este caso la velocidad únicamente puede cambiar en módulo y sentido.

Por tanto este movimiento solo tiene aceleración tangencial.



Movimiento circular uniforme

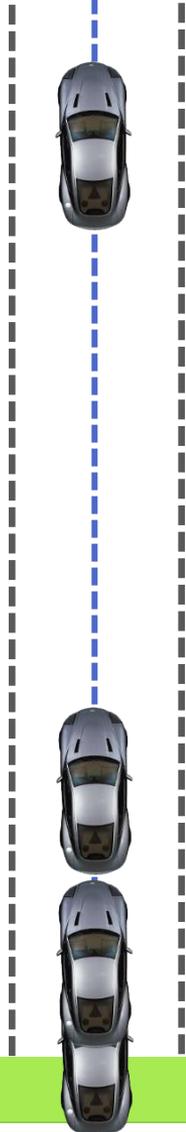
El módulo de la velocidad permanece constante (movimiento uniforme), pero su dirección cambia continuamente. Un MCU solo tiene aceleración centrípeta o normal.



Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado

Movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV)

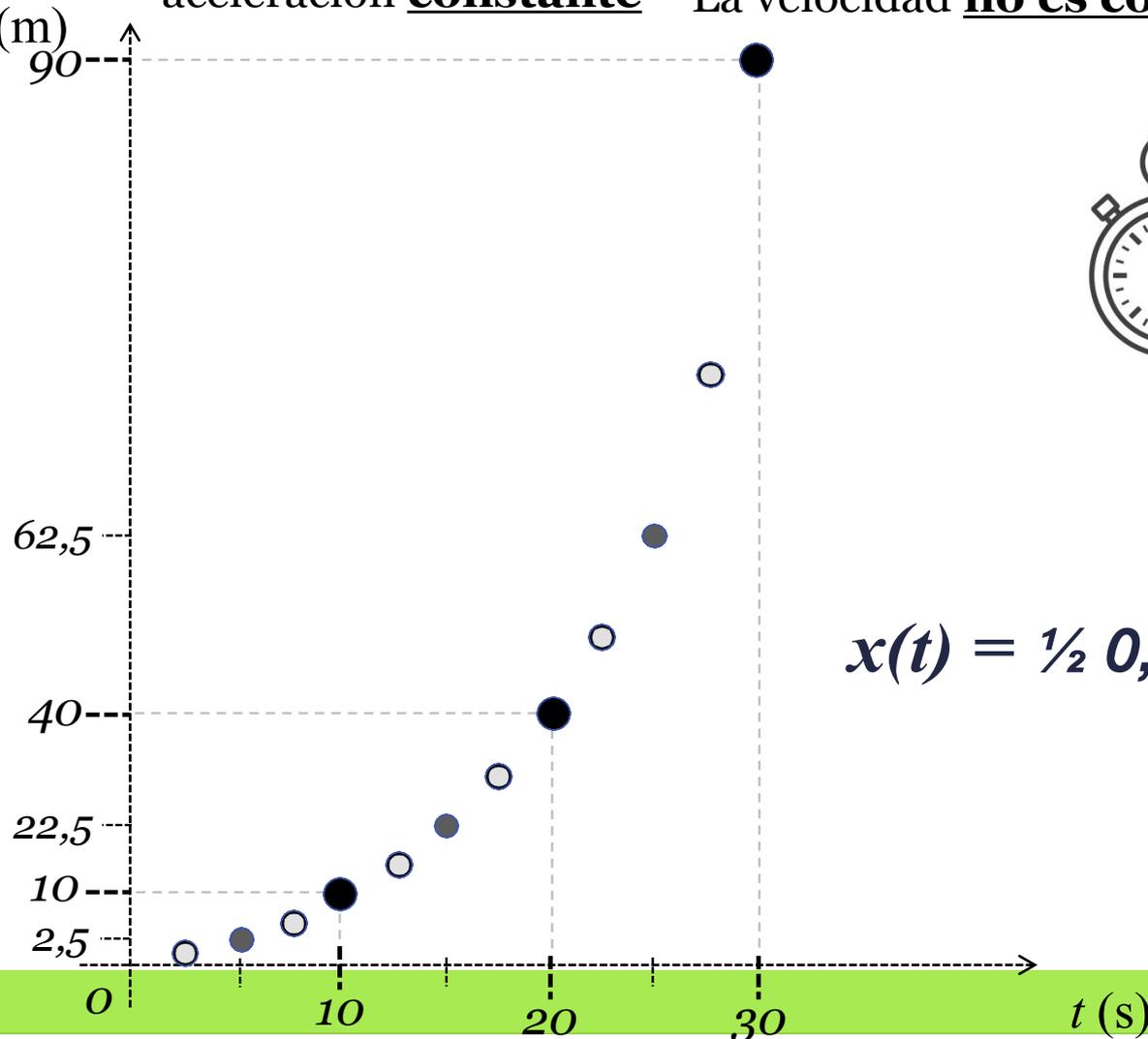
x



aceleración **constante**

La velocidad **no es constante**

x (m)



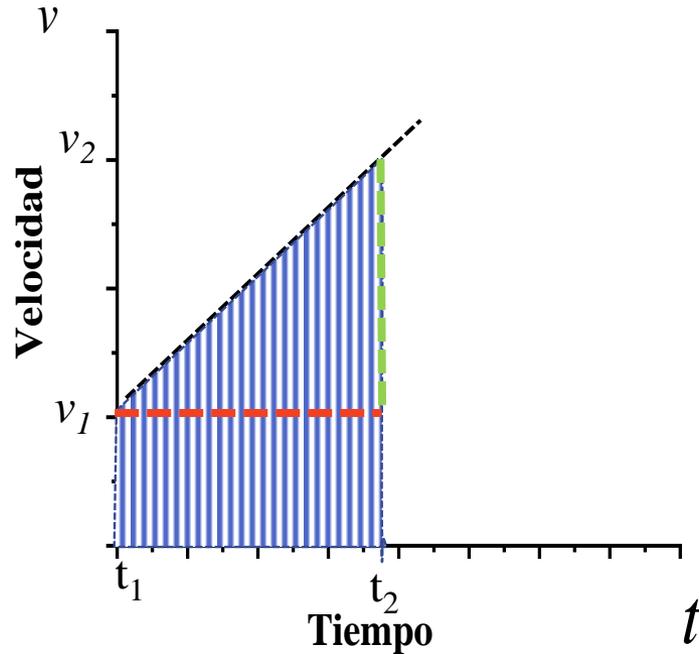
$$x(t) = \frac{1}{2} 0,2 \text{ m/s}^2 t^2$$

Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado (Análisis gráfico)

¿Qué son las gráficas de velocidad vs. tiempo?

El eje vertical representa la velocidad del objeto.

La pendiente de una gráfica de velocidad representa la aceleración del objeto.



$$\text{pendiente} = \frac{\text{diferencia vertical}}{\text{diferencia horizontal}}$$

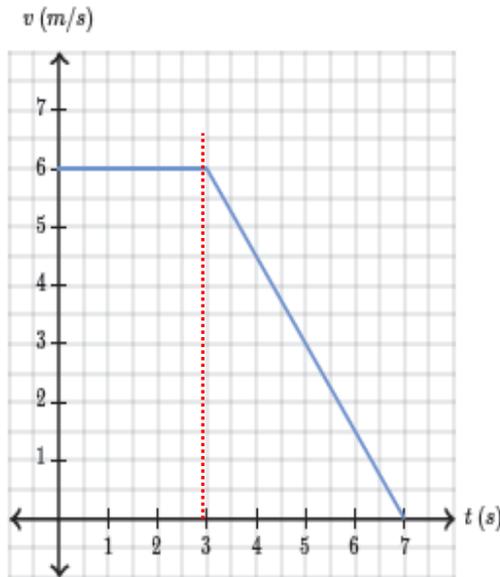
$$\text{aceleración} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

¿Qué representa el área debajo de la gráfica de velocidad?

El área debajo de una gráfica de velocidad representa el desplazamiento del objeto.

Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado

El movimiento de un carrito de carreras se muestra en la siguiente gráfica de velocidad versus el tiempo.

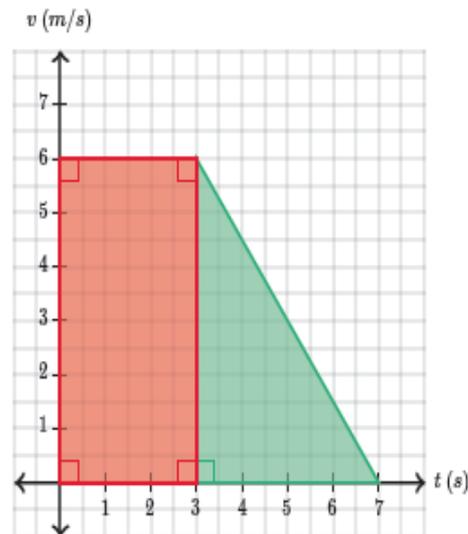


A. ¿Cuál fue la aceleración del carrito en un intervalo de tiempo de 4s ?

B. ¿Cuál fue el desplazamiento del carrito entre $t=0$ s y $t=7$ s ?

A. Podemos encontrar la aceleración en un intervalo de 4s al determinar la pendiente de la gráfica de velocidad entre $t_1=3$ s y $t_2=7$ s.

$$aceleración = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{0\text{m/s} - 6\text{m/s}}{7\text{s} - 3\text{s}} = \frac{-6\text{m/s}}{4\text{s}} = -1.5\text{m/s}^2$$



El área del rectángulo se encuentra con: $base * altura = 3\text{s} * \frac{6\text{m}}{\text{s}} = 18\text{m}$

El área del triángulo se encuentra con: $\frac{base * altura}{2} = \frac{4\text{s} * \frac{6\text{m}}{\text{s}}}{2} = 12\text{m}$

Al sumar estas dos áreas obtenemos el desplazamiento total.

Área total = 18 m + 12 m = 30 m

Desplazamiento total = 30m

7. EL MOVIMIENTO

5. M. rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

Un móvil tiene un **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)** cuando se mueve con aceleración constante en una trayectoria rectilínea.

5.1. Ecuaciones del MRUA

Ecuación de la velocidad

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{v - v_0}{t} \rightarrow \boxed{v = v_0 + a \cdot t}$$

Ecuación de la posición

Cuando la aceleración es constante, la velocidad media coincide con la media aritmética de las velocidades:

$$v_m = \frac{v_0 + v}{2} = \frac{v_0 + v_0 + a \cdot t}{2} = \frac{2v_0 + a \cdot t}{2}$$

$$v_m = \frac{x - x_0}{t} = \frac{2v_0 + a \cdot t}{2} \rightarrow \boxed{x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2}$$

Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado

Ecuaciones de movimiento cuando **a es constante**:

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

$$x(t) = x_i + v_i \cdot (t - t_i) + \frac{1}{2} a \cdot (t - t_i)^2 \quad \text{posición en función de } t$$

$$v(t) = v_i + a \cdot (t - t_i) \quad \text{velocidad en función de } t$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a \cdot (x_f - x_i) \quad \text{velocidad en función de } x$$

Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado

Ecuaciones de movimiento cuando **a es constante** :

aceleración

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

$t_i = 0$



$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

posición en función de t

$$x(t) = x_i + v_i \cdot (t - t_i) + \frac{1}{2} a \cdot (t - t_i)^2$$

$t_i = 0$



$$x(t) = x_i + v_i \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

velocidad en función de t

$$v(t) = v_i + a \cdot (t - t_i)$$

$t_i = 0$



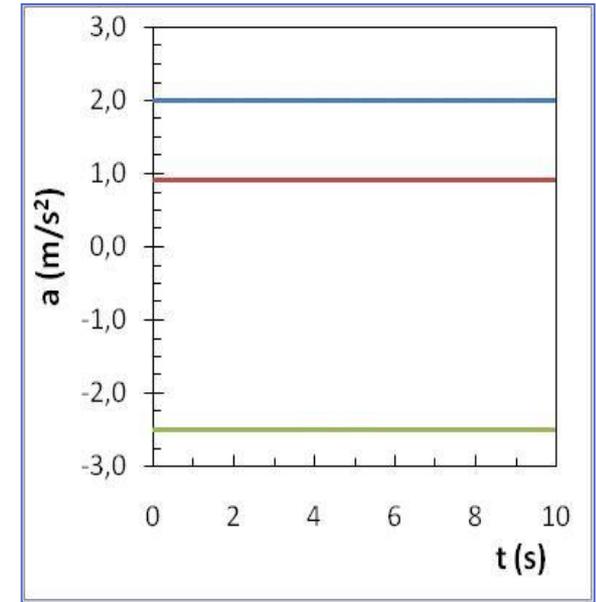
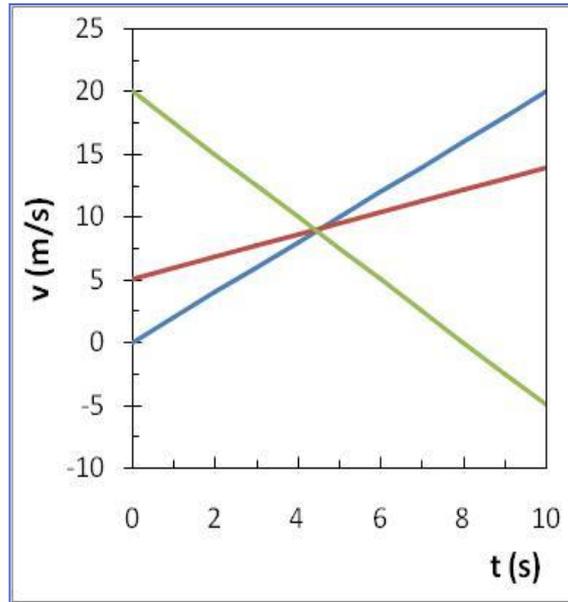
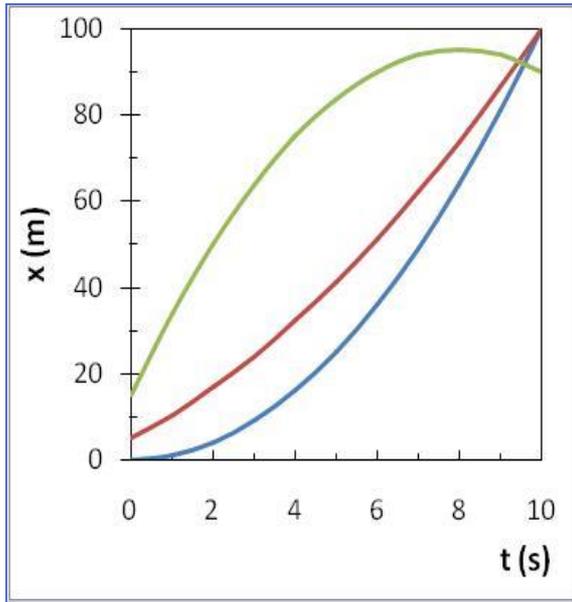
$$v(t) = v_i + a \cdot t$$

velocidad en función de x

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a \cdot (x_f - x_i)$$

Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado

Gráficas del MRUV



Consecuencias:

- La aceleración media, para cualquier intervalo de tiempo, coincide con la aceleración instantánea. La gráfica a vs. t es una recta horizontal.
- La velocidad es proporcional al tiempo. La gráfica v vs. t es una recta cuya **pendiente** coincide con el valor numérico de la aceleración.
- La relación entre el desplazamiento y el tiempo es cuadrática. La gráfica x vs. t es una parábola.

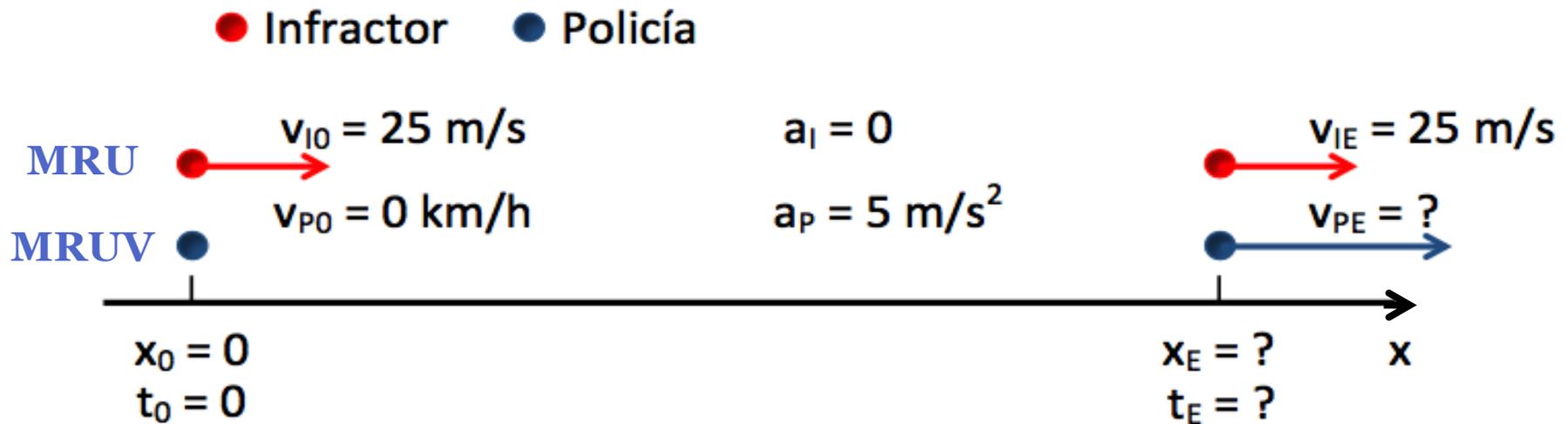
Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado

Ejemplo.

Un coche lleva una velocidad constante de 25 m/s en una zona escolar. Un policía que está parado en su moto arranca justo cuando pasa delante de él con una aceleración constante de 5 m/s².

- ¿Cuánto tiempo tarda el policía en alcanzar al infractor? ¿Qué distancia recorrió hasta alcanzarlo?
- ¿Qué velocidad tiene el policía cuando lo alcanza?

➤ Representación en un sistema de coordenadas



Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado

(a) ¿Cuánto tiempo tarda el policía en alcanzar al infractor?

$$\text{MRU (I)} \quad x = vt \quad \longrightarrow \quad \cancel{vt} = 1/2at^{\cancel{2}} \quad \longrightarrow \quad t = 2 \frac{v}{a}$$

$$\text{MRUV (P)} \quad x = 1/2at^2$$

$$t = 2 \left(\frac{25m/s}{5m/s^2} \right) = 10s$$

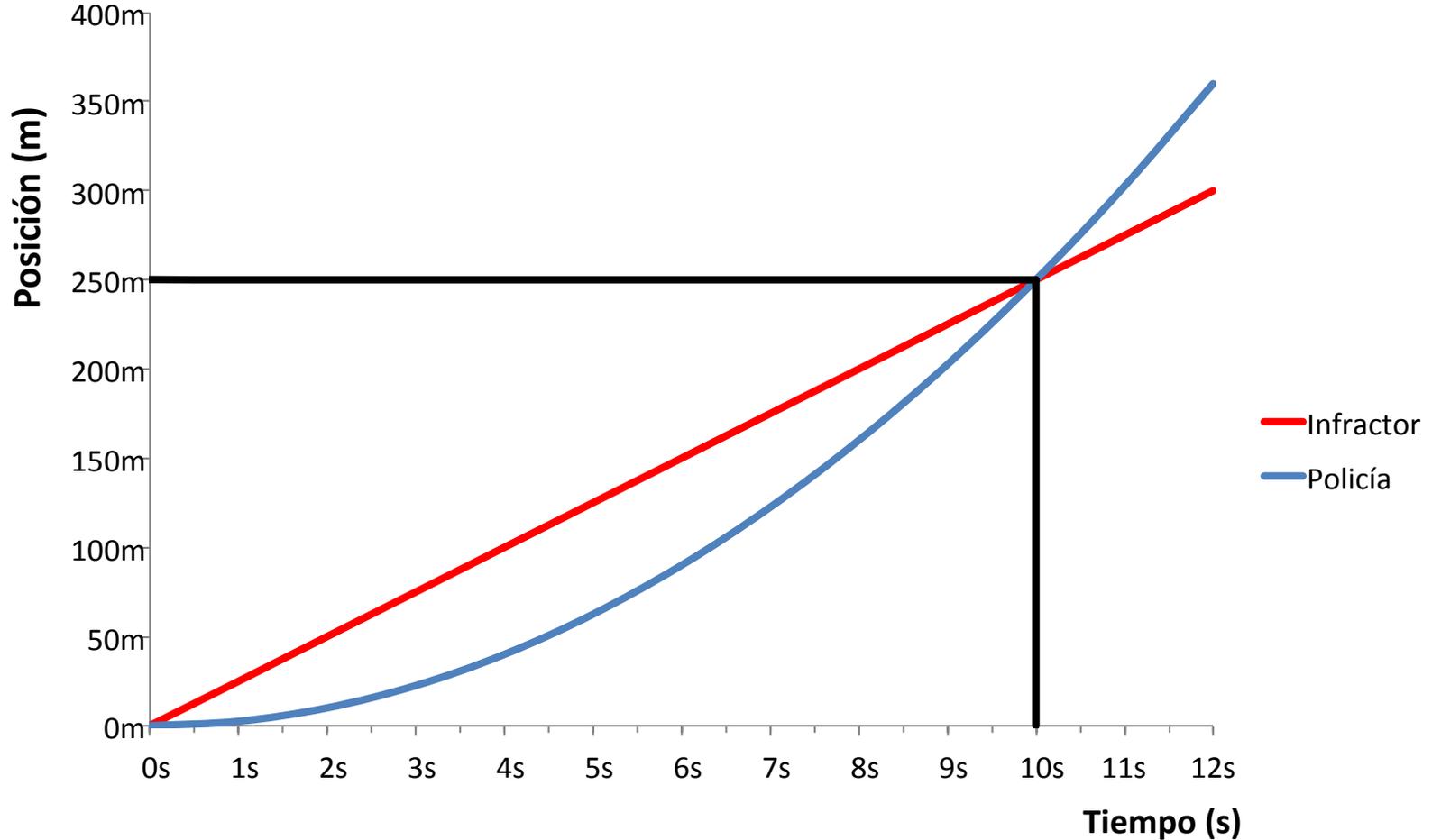
¿Qué distancia recorrió hasta alcanzarlo?

$$x = vt = \frac{25m}{s} \times (10s) = 250m$$

(b) ¿Qué velocidad tiene el policía cuando lo alcanza?

$$v = at = \frac{5m}{s^2} \times 10s = 50m/s$$

Otra forma de Resolver este Ejemplo.



7. EL MOVIMIENTO

5. M. rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

Ejemplo resuelto

Calcula la velocidad media de un móvil que se mueve 5 s a 10 m/s y los siguientes 10 s a 8 m/s.

Calculamos la distancia recorrida en cada tramo:

$$\Delta x_1 = 10 \cdot 5 = 50 \text{ m} \qquad \Delta x_2 = 8 \cdot 10 = 80 \text{ m}$$

La velocidad media:
$$v_m = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{t_1 + t_2} = \frac{50 + 80}{5 + 10} = 8,666 \text{ m/s}$$

ACTIVIDADES

6. Calcula la velocidad media de un móvil que se mueve según los siguientes casos:

- 9 s a 10 m/s y 1 s a 6 m/s.
- 9 s a 6 m/s y 1 s a 10 m/s.
- 5 s a 6 m/s y 5 s a 10 m/s.
- ¿En qué caso la velocidad media coincide con la media aritmética de las velocidades? Justifica este resultado.

7. EL MOVIMIENTO

5. M. rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

5.2 Representación gráfica del MRUA

Ejemplo resuelto

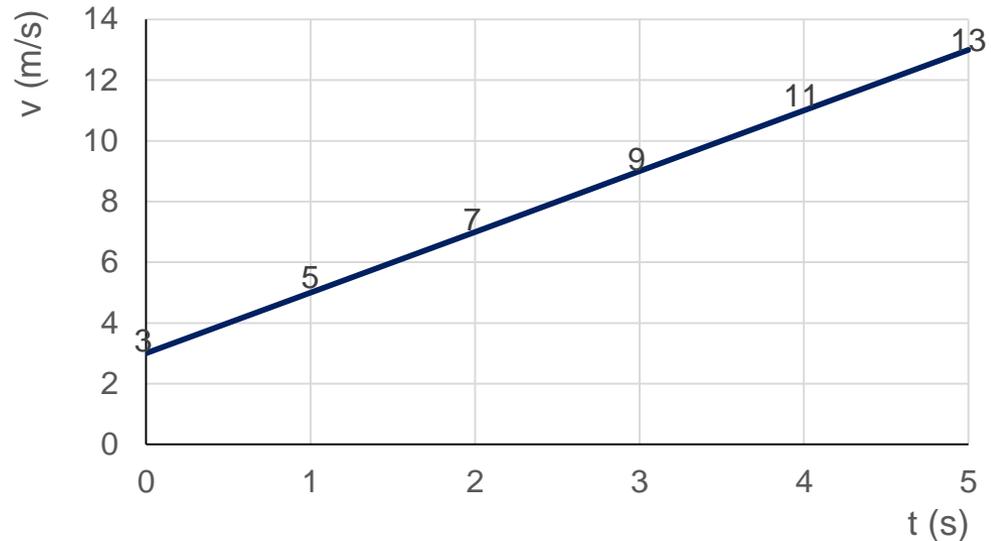
Un móvil situado a 4 m del origen se desplaza en línea recta alejándose con una aceleración, a , siendo su velocidad de 3 m/s. Escribe sus ecuaciones del movimiento y represéntalas gráficamente en los siguientes casos:

a) Si $a = 2 \text{ m/s}^2$

b) Si $a = -2 \text{ m/s}^2$

a) En $t = 0$, $x_0 = 4 \text{ m}$, $v_0 = 3 \text{ m/s}$, $a = 2 \text{ m/s}^2$. $v = v_0 + a \cdot t \rightarrow v = 3 + 2 \cdot t$

t (s)	v (m/s)
0	3
1	5
2	7
3	9
4	11
5	13



7. EL MOVIMIENTO

5. M. rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

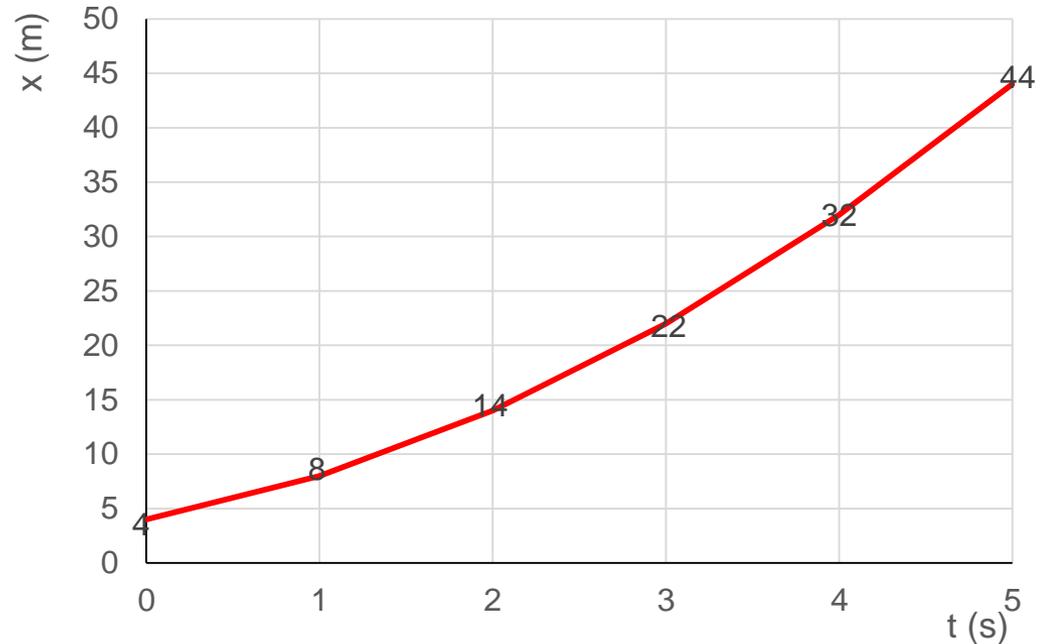
5.2 Representación gráfica del MRUA

Ejemplo resuelto

a) En $t = 0$, $x_0 = 4$ m, $v_0 = 3$ m/s, $a = 2$ m/s².

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \rightarrow x = 4 + 3 \cdot t + t^2$$

t (s)	x (m)
0	4
1	8
2	14
3	22
4	32
5	44



7. EL MOVIMIENTO

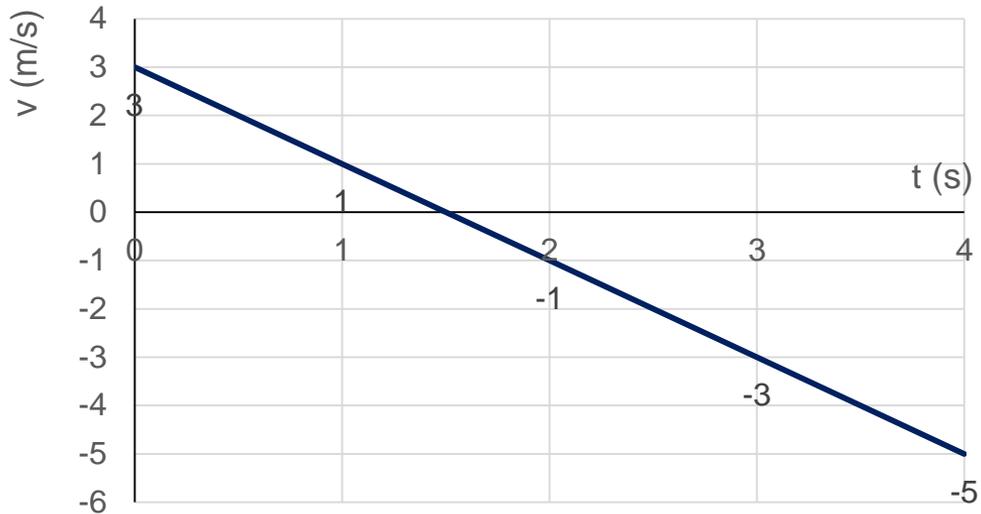
5. M. rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

5.2 Representación gráfica del MRUA

Ejemplo resuelto

b) En $t = 0$, $x_0 = 4$ m, $v_0 = 3$ m/s, $a = -2$ m/s². $v = v_0 + a \cdot t \rightarrow v = 3 - 2 \cdot t$

t (s)	v (m/s)
0	3
1	1
2	-1
3	-3
4	-5



7. EL MOVIMIENTO

5. M. rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

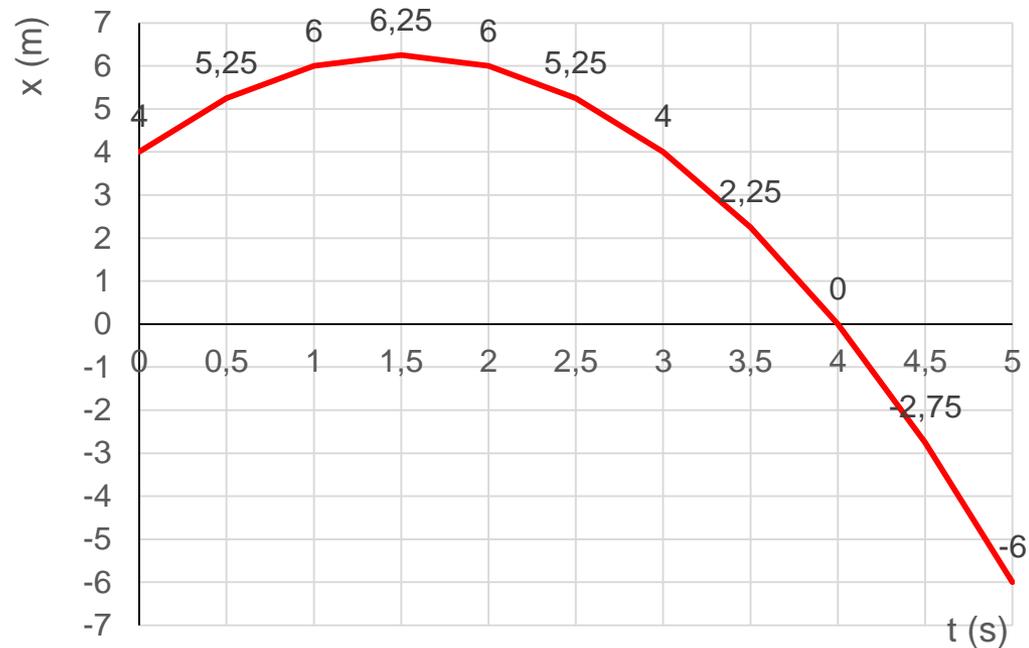
5.2 Representación gráfica del MRUA

Ejemplo resuelto

b) En $t = 0$, $x_0 = 4 \text{ m}$, $v_0 = 3 \text{ m/s}$, $a = -2 \text{ m/s}^2$.

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \rightarrow x = 4 + 3 \cdot t - t^2$$

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



7. EL MOVIMIENTO

5. M. rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

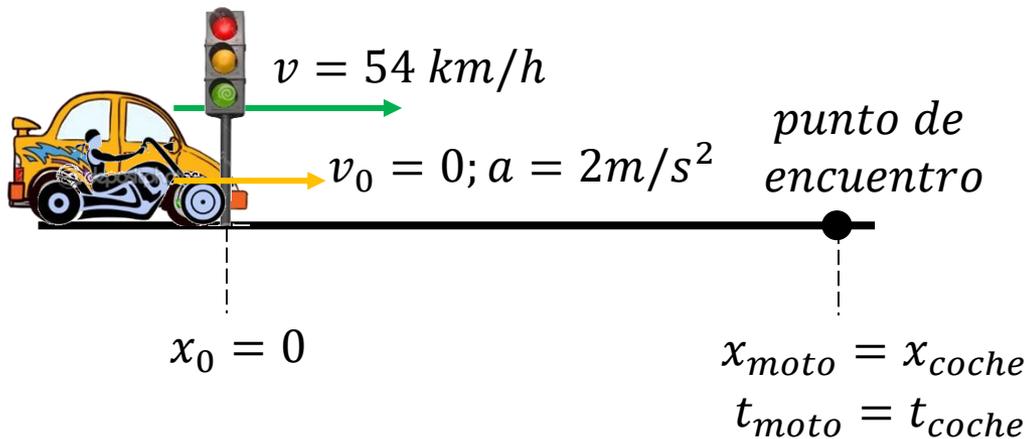
5.4 Dos móviles con movimiento relacionado (MRU y MRUA)

Ejemplo resuelto

Una moto arranca al ponerse verde un semáforo con una aceleración constante de 2 m/s^2 . Justo al arrancar, la adelanta un coche que va a 54 km/h .

- ¿Cuánto tiempo tarda la moto en alcanzar el coche?
- ¿A qué distancia del semáforo lo alcanza?
- ¿Qué velocidad lleva la moto en el momento del alcance?

a) Hacemos un esquema del problema ($54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$):



$$x_{moto} = \frac{1}{2} 2 \cdot t^2$$

$$x_{coche} = 15 \cdot t$$

$$15 \cdot t = t^2 \rightarrow t = 15 \text{ s}$$

b) La distancia:

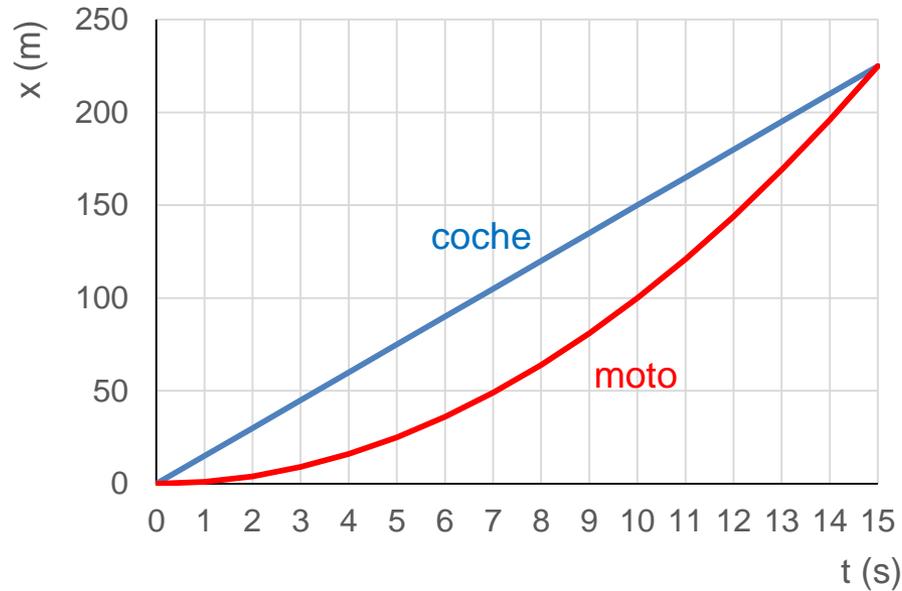
$$x_{moto} = 15^2 = 225 \text{ m}$$

7. EL MOVIMIENTO

5. M. rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

5.4 Dos móviles con movimiento relacionado (MRU y MRUA)

Ejemplo resuelto



c) La velocidad:

$$v = v_0 + a \cdot t = 2 \cdot 15 = 30 \text{ m/s}$$

Movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV)

ACTIVIDADES

Una bicicleta que circula a 18 km/h frena y se detiene en 0,8 s. Calcule su aceleración.

Una locomotora necesita 10 s. para alcanzar su velocidad normal que es 60 Km/h. Suponiendo que su movimiento es uniformemente acelerado ¿Qué aceleración se le ha comunicado y qué espacio ha recorrido antes de alcanzar la velocidad regular?

Un motorista va a 72 Km/h y apretando el acelerador consigue al cabo de $\frac{1}{3}$ de minuto, la velocidad de 90 Km/h. Calcular a) su aceleración media.
b) Espacio recorrido en ese tiempo.

Se deja correr un cuerpo por un plano inclinado de 18 m. de longitud. La aceleración del móvil es de 4 m/s^2 ; calcular a) Tiempo que tarda el móvil en recorrer la rampa. b) velocidad que lleva al finalizar el recorrido inclinado.

Caída libre

Uno de los casos mas comunes de **aceleración constante** es la aceleración debida a la **gravedad** cerca de la superficie terrestre.

✓ Todos los objetos caen hacia la superficie terrestre.

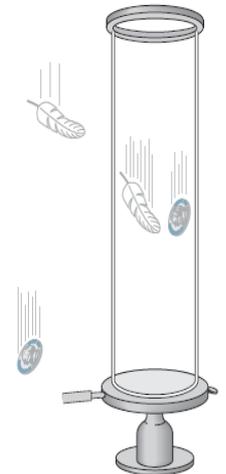
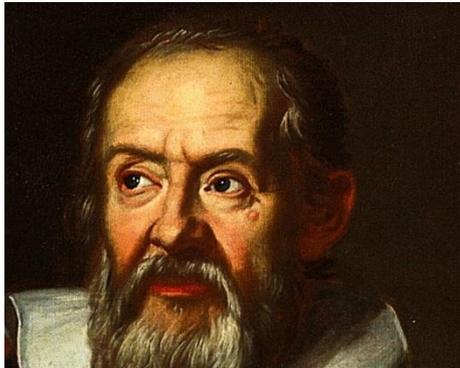
Dicha aceleración es la de la atracción gravitatoria:

$$g \cong 9,8 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$$



La contribución de Galileo fue:

En un lugar dado sobre la Tierra y en ausencia de la resistencia del aire, todos los objetos caen con la misma aceleración constante.



https://www.youtube.com/watch?time_continue=7&v=E43-CfukEgs

1. 2 CAIDA LIBRE

Cuando un objeto se mueve verticalmente sólo bajo la acción de la fuerza de la gravedad, decimos que está en “caída libre”.

Este tipo de movimiento se produce cuando se lanza un objeto verticalmente hacia arriba o hacia abajo, o cuando simplemente lo dejamos caer.

La **caída libre** es un caso particular del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, en el cual la aceleración es la gravedad.



CAÍDA LIBRE



La caída libre de un cuerpo se puede considerar un caso particular de M.R.U.A, en tal caso no debemos tomar en consideración la resistencia del aire. Por lo tanto, su rapidez aumenta en forma directamente proporcional al tiempo, es decir su aceleración constante, esta aceleración recibe el nombre de aceleración de gravedad y se representa por \vec{g} . El vector aceleración de gravedad \vec{g} tiene las siguientes características:

Si la caída libre se realiza en la Tierra, la aceleración será la gravedad terrestre, cuyo valor tomaremos igual a $9,8 \text{ m/s}^2$.

La aceleración de la gravedad es un vector que apunta siempre verticalmente hacia abajo, es decir, es negativa.

Para resolver problemas con movimiento de caída libre utilizamos las siguientes fórmulas:

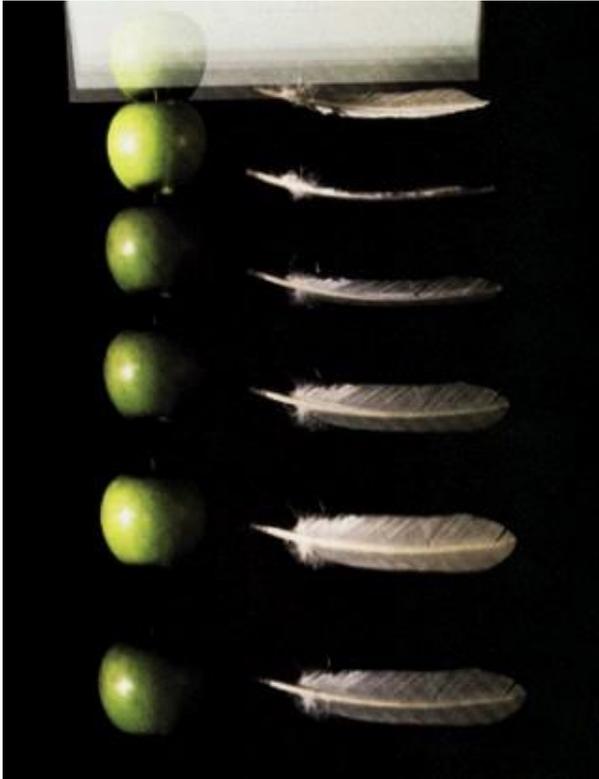
FORMULAS CAIDA LIBRE	
$v_i = 0$	<i>Donde:</i>
$h = \frac{v_f}{2} \cdot t$	v_i = Velocidad inicial (m/s)
$v_f = g \cdot t$	v_f = Velocidad final (m/s)
$h = \frac{1}{2} g t^2$	h = Altura (m)
$v_f = \sqrt{2gh}$	t = Tiempo (s)
$t_{caida} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$	t_{caida} = Tiempo de caída (s)
	g = Gravedad (m/s^2)
	La gravedad siempre será positiva, ya que el objeto se encuentra en bajada y tiene un valor de $9,8 \text{ m/s}^2$.



7. EL MOVIMIENTO

5. M. rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

5.3 Movimiento de caída libre



Se llama **caída libre** al movimiento de un cuerpo debido a la acción de la gravedad. Es un MRUA en el que la aceleración tiene dirección vertical y sentido hacia el centro de la Tierra ($g = -9,8 \text{ m/s}^2$).

Las ecuaciones del movimiento:

$$v = v_0 - g \cdot t$$

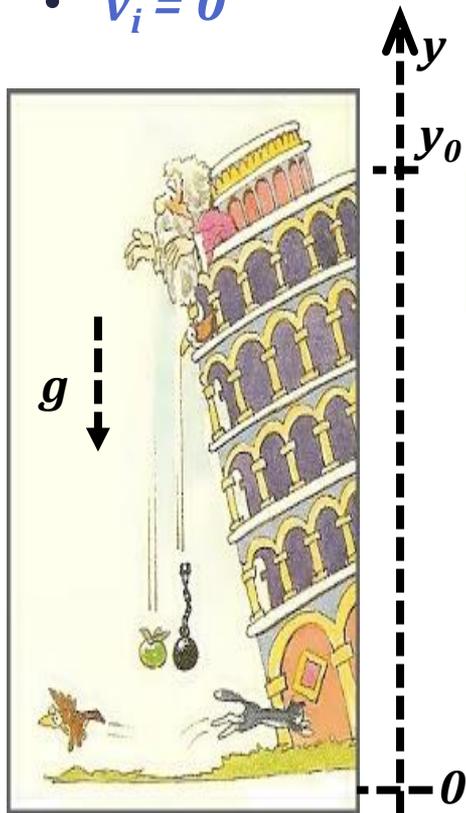
$$y = y_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

En el vacío todos los objetos caen con la misma aceleración.

Caída libre

Ecuaciones de Movimiento para la caída libre de un objeto corresponden a las de un MRUV,

- donde hay que cambiar x por y .
- y la aceleración es $a = -g$
- $v_i = 0$



$$y(t) = y_i - \frac{1}{2}g \cdot (t - t_i)^2$$

$t_i = 0$



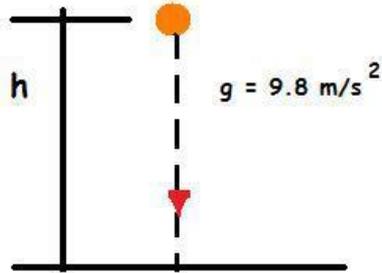
$$y(t) = y_i - \frac{1}{2}g \cdot t^2$$

$$v(t) = -g \cdot (t - t_i)$$

$$v(t) = -g \cdot t$$

$$v_f^2 = -2g \cdot (y_f - y_i)$$

Caída Libre



distancia = altura (h)
aceleración= gravedad (g)

EJEMPLO:

Se deja caer un objeto en caída libre desde una altura de 300 m. Calcule la velocidad final de la caída.

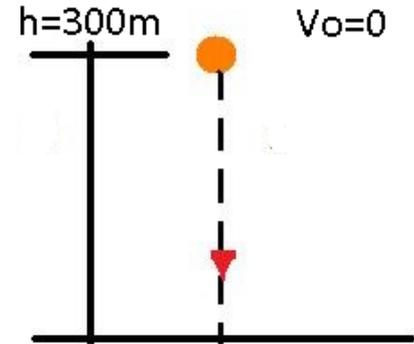
$$h = 300\text{m} \quad g = 9,8 \text{ m/s}^2 \quad V_i = 0$$

$$V_f^2 = V_i^2 + 2gh \quad \text{como la } V_i \text{ es cero se cancela}$$

$$V_f^2 = 2gh \quad \text{se halla la raíz cuadrada}$$
$$V_f = \sqrt{2gh} \quad \text{se reemplaza la h y g}$$

$$V_f = \sqrt{2(9,8)(300)} = \sqrt{5880} = 76,6 \text{ m/s}$$

Observa los videos y [el link](#)
para aprender más del
movimiento caída libre



Tiro vertical

Un objeto lanzado hacia arriba deja la mano del lanzador en el punto **A**. Alcanza su altura máxima en **B** (la velocidad en este punto es nula). Finalmente regresa nuevamente a la mano en **C**.

Ecuaciones de Movimiento para la Tiro vertical de un objeto corresponden a las de un **MRUV**,

- donde hay que cambiar **x** por **y** .
- y la aceleración es **$a = -g$**

$$y(t) = y_i + v_i \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

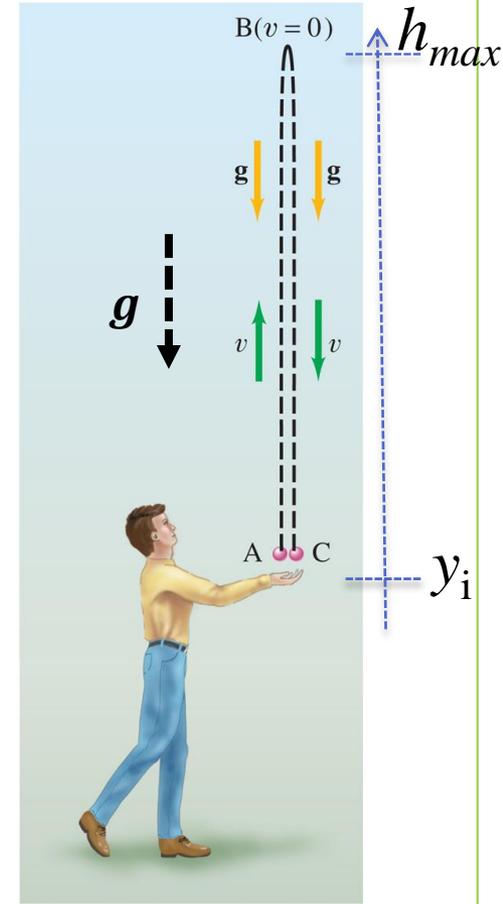
$$v(t) = v_i - g \cdot t$$

$$v_f^2 = v_i^2 - 2g \cdot (y_f - y_i)$$

$$h_{max} = \frac{v_i^2}{2g}$$

$$t_{hmax} = \frac{v_i}{g}$$

$$t_{total} = 2t_{hmax}$$



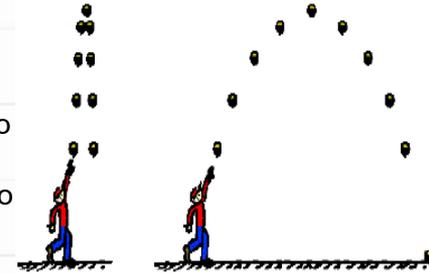
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

1. 3 LANZAMIENTO VERTICAL HACIA ARRIBA O HACIA ABAJO

Un cuerpo lanzado verticalmente hacia arriba se mueve con movimiento uniformemente retardado hasta que su velocidad sea igual a cero, a esto se le conoce como lanzamiento vertical hacia arriba. En este momento el cuerpo alcanza mayor altura y empieza a caer libremente de esta altura moviéndose de nuevo hacia abajo debido a la fuerza de gravedad.

CARACTERÍSTICAS DEL LANZAMIENTO VERTICAL HACIA ARRIBA:

- La trayectoria del movimiento es lineal.
- El cuerpo regresa al punto de partida por la misma vertical.
- Para poder subir el cuerpo necesita velocidad inicial.
- Mientras sube, la aceleración de la gravedad actúa en sentido opuesto al de la velocidad, el movimiento es uniformemente retardado (ten en cuenta que en este movimiento se usa signo negativo).
- Mientras baja, la aceleración de la gravedad actúa en el mismo sentido a la de la velocidad, el movimiento es uniformemente acelerado (ten en cuenta que en este movimiento se usa signo positivo).
- La rapidez con que se inicia el movimiento es la misma con que termina en el punto de partida.
- El tiempo que tarda en subir es el mismo tiempo que emplea para llegar desde la altura máxima hasta el punto de partida.
- En la altura máxima la velocidad es cero, por eso, comienza allí a descender.
- Tiempo máximo es el empleado para llegar al punto más alto de la trayectoria donde la velocidad es cero.
- Tiempo de vuelo es el empleado que llega a la altura máxima más el tiempo empleado desde la altura máxima hasta el punto de partida.



ECUACIONES:

Las ecuaciones del lanzamiento vertical son las mismas del movimiento uniformemente variado retardado, por lo tanto la aceleración de la gravedad toma como valor negativo.

Si la velocidad inicial es diferente a cero:

$$V_f^2 = V_o^2 + 2 \cdot g \cdot y$$

$$V_f = V_o + g \cdot t$$

$$Y = V_o \cdot t + g \cdot t^2 / 2$$

Si la velocidad inicial es igual a 0, las ecuaciones quedarían así:

$$V_f^2 = 2 \cdot g \cdot y$$

$$V_f = g \cdot t$$

$$Y = g \cdot t^2 / 2$$

Para tiempo y altura máxima:

$$Y_{\max} = -V_o^2 / 2 \cdot g$$

$$T_{\max} = -V_o / g$$

V_f = Velocidad final

V_o = Velocidad inicial

g = Gravedad (9.8 m/seg²)

Y = Altura

t = Tiempo

T_{\max} = Tiempo máximo

Y_{\max} = Altura máxima

APRENDE MÁS
LANZAMIENTO
VERTICAL

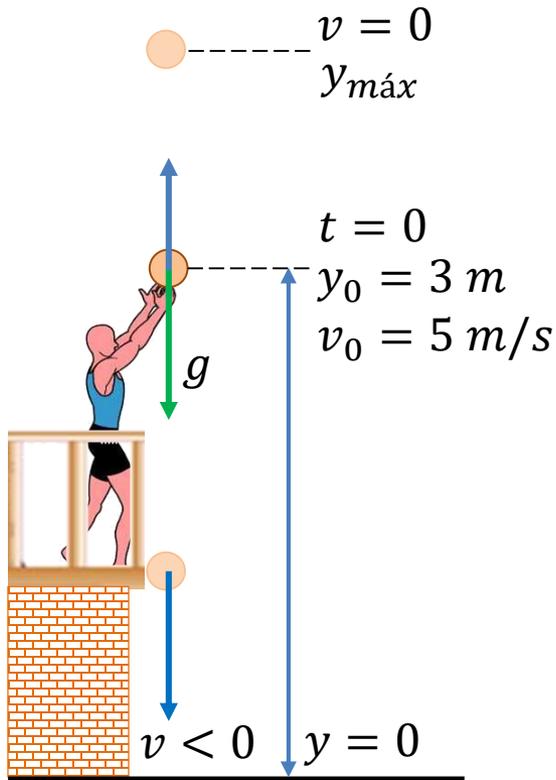


7. EL MOVIMIENTO

5. M. rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

5.3 Movimiento de caída libre

Desde una altura de 3 m lanzamos una pelota hacia arriba con una velocidad de 5 m/s. ¿Cuál es la altura máxima que alcanza y cuánto tiempo tarda en alcanzarla? ¿Cuál es su velocidad cuando llega al suelo?



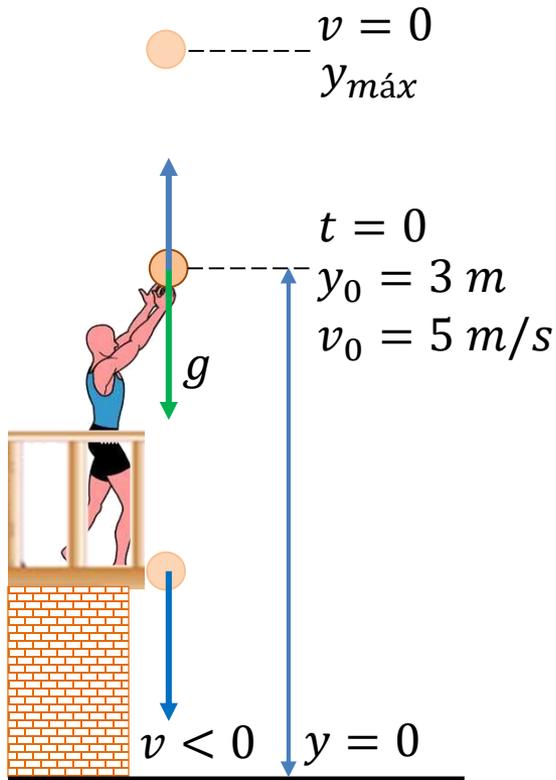
7. EL MOVIMIENTO

5. M. rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

5.3 Movimiento de caída libre

Ejemplo resuelto

Desde una altura de 3 m lanzamos una pelota hacia arriba con una velocidad de 5 m/s. ¿Cuál es la altura máxima que alcanza y cuánto tiempo tarda en alcanzarla? ¿Cuál es su velocidad cuando llega al suelo?



Las ecuaciones del movimiento:

$$v = 5 - 9,8 \cdot t \quad y = 3 + 5 \cdot t - \frac{1}{2} 9,8 \cdot t^2$$

En el punto más alto:

$$0 = 5 - 9,8 \cdot t \rightarrow t = \frac{5}{9,8} = 0,51 \text{ s}$$

$$y = 3 + 5 \cdot 0,51 - \frac{1}{2} 9,8 \cdot 0,51^2 = 4,27 \text{ m}$$

En el suelo:

$$0 = 3 + 5 \cdot t - \frac{1}{2} 9,8 \cdot t^2 \rightarrow t = 1,44 \text{ s}$$

$$v = 5 - 9,8 \cdot 1,44 = -9,11 \text{ m/s}$$

EJEMPLO 1. Se lanza una pelota hacia arriba y se recoge a los 2 s, calcular:

- a) ¿Con qué velocidad fue lanzada?
- b) ¿Qué altura alcanzó?

EJEMPLO 2. Desde un 5° piso de un edificio se arroja una piedra verticalmente hacia arriba con una velocidad de 90 km/h, ¿cuánto tardará en llegar a la altura máxima?



EJEMPLO 1. Se lanza una pelota hacia arriba y se recoge a los 2 s, calcular:

- a) ¿Con qué velocidad fue lanzada?
- b) ¿Qué altura alcanzó?

Datos:

$$t = 2 \text{ s}$$

Ecuaciones:

$$(1) v_f = v_0 + g \cdot t$$

$$(2) y = v_0 \cdot t + g \cdot t^2 / 2$$

$$(3) v_f^2 - v_0^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

a) Los 2 s se componen de 1 s hasta alcanzar la altura máxima ($v_f = 0$) y 1 s para regresar, de la ecuación (1):

$$0 = v_0 + g \cdot t$$

$$v_0 = -g \cdot t$$

$$v_0 = -(-10 \text{ m/s}^2) \cdot (1 \text{ s})$$

$$v_0 = 10 \text{ m/s}$$

b) De la ecuación (2):

$$y = (10 \text{ m/s}) \cdot (1 \text{ s}) + (1/2) \cdot (-10 \text{ m/s}^2) \cdot (1 \text{ s})^2$$
$$y = 5 \text{ m}$$

Observa los videos y [el link](#) para aprender más del lanzamiento vertical



EJEMPLO 2. Desde un 5° piso de un edificio se arroja una piedra verticalmente hacia arriba con una velocidad de 90 km/h, ¿cuánto tardará en llegar a la altura máxima?

Datos:

$$v_0 = 90 \text{ km/h}$$

$$v_0 = 25 \text{ m/s}$$

Ecuaciones:

$$(1) v_f = v_0 + g \cdot t$$

$$(2) y = v_0 \cdot t + g \cdot t^2 / 2$$

$$(3) v_f^2 - v_0^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

Para $v_f = 0$ empleamos la ecuación (1):

$$0 = v_0 + g \cdot t$$

$$t = -v_0 / g$$

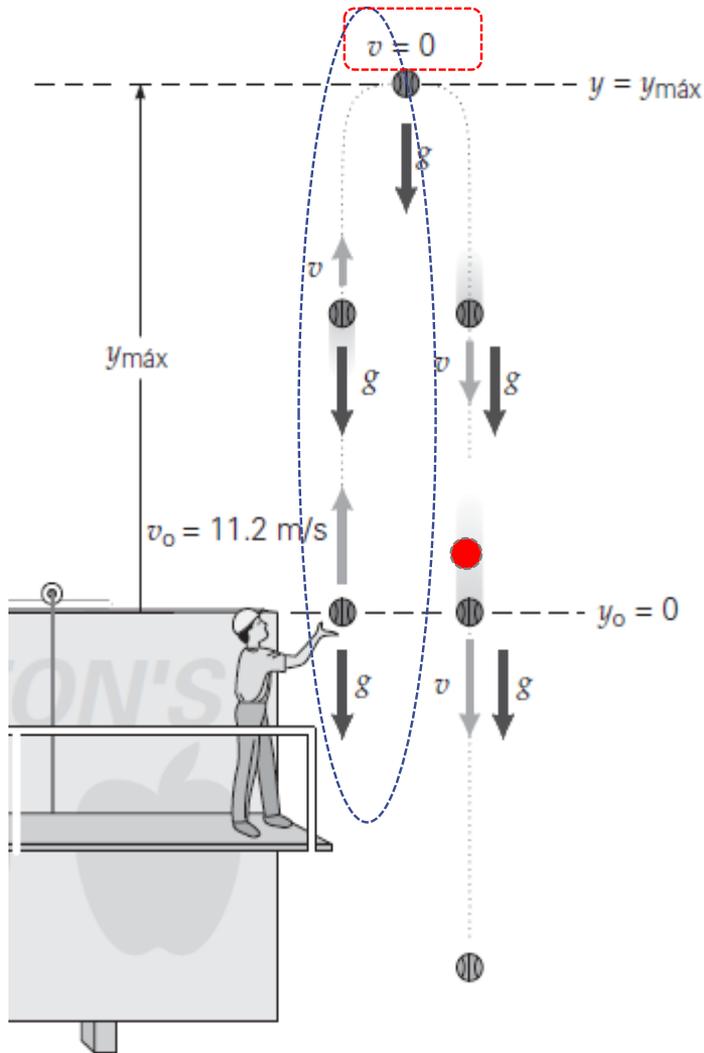
$$t = -(25 \text{ m/s}) / (-10 \text{ m/s}^2)$$

$$t = 2,5 \text{ s}$$



Tiro vertical

Ejemplo: Un trabajador que esta parado en un andamio junto a una valla lanza una pelota verticalmente hacia arriba. La pelota tiene una velocidad inicial de 11.2 m/s cuando sale de la mano del trabajador en la parte más alta de la valla.



Datos:

$$v_0 = 11.2 \text{ m/s}$$

$$g = 9.80 \text{ m/s}^2$$

$$t = 2.00 \text{ s (punto c)}$$

Del análisis:

$$v = 0 \text{ en } y_{\text{máx}}$$

$$y_0 = 0$$

a) Que altura máxima alcanza la pelota sobre la valla?

b) Cuanto tarda en llegar a esa altura?

c) Donde estará la pelota en $t = 2.00 \text{ s}$?

a) $v^2 = v_0^2 - 2g(y - y_0)$

$$0 = v_0^2 - 2g(y_{\text{máx}})$$

$$y_{\text{máx}} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{\left(11.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2\left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)} = 6.40 \text{ m}$$

b) $v = v_0 - gt \rightarrow 0 = v_0 - gt$

$$t = \frac{v_0}{g} = \frac{11.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1.14 \text{ s}$$

c) $y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow y = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$

$$y = 11.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}(2 \text{ s}) - \frac{1}{2}\left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)(2 \text{ s})^2 = 2.8 \text{ m}$$

7. EL MOVIMIENTO

5. M. rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

ACTIVIDADES

7. **Una conductora que circula por un tramo rectilíneo de una autovía a 120 km/h observa que, a 100 m de distancia, se encuentra un gato en medio de la carretera.**
 - a) ¿Qué aceleración debe comunicar al coche para no atropellarlo?
 - b) ¿Cuánto tiempo tarda en detenerse?
 - c) Si no hubiese frenado, ¿cuánto tiempo habría tardado en alcanzar al gato?

8. **Desde la terraza de un edificio de 30 m se lanza una moneda, verticalmente hacia arriba, con una velocidad de 4 m/s. Calcula la altura máxima y la velocidad al llegar al suelo.**

9. **Una moto circula por una recta a 108 km/h en una vía limitada a 90 km/h. Un coche de la policía, parado en esa zona, arranca y lo persigue con una aceleración de $1,2 \text{ m/s}^2$. Calcula el tiempo que tarda en alcanzarlo y la distancia recorrida por la policía.**

Resumen

- ✓ La Cinemática estudia **cómo** se mueven los objetos.
- ✓ Desplazamiento es el cambio de la posición de un objeto, es un vector.
- ✓ Velocidad media, es el cociente entre el desplazamiento y el tiempo que se empleó en recorrerlo (es un vector que tiene la misma dirección y sentido que el desplazamiento).
- ✓ Aceleración media es el cambio en la velocidad dividida por el tiempo (es un vector que tiene la misma dirección y sentido que el $\Delta \mathbf{v}$)
- ✓ Para los objetos en caída libre cerca de la superficie terrestre experimentan una aceleración debida a la atracción gravitatoria de $g = 9,80 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$