

CINEMÁTICA 3º ESO

Estudio del movimiento

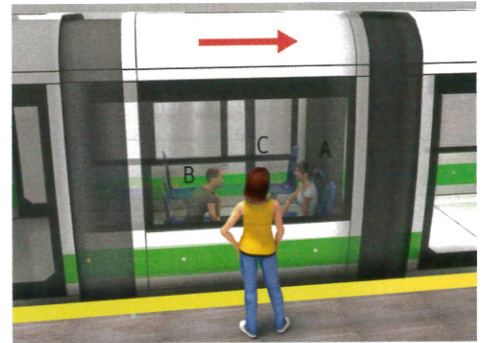
1 ¿Qué es el movimiento?

EXPERIMENTA

Un tren avanza en línea recta. En su interior, los pasajeros se encuentran sentados en sus asientos.

El pasajero A observa al pasajero B, sentado frente a él: como la distancia entre ambos se mantiene constante, el pasajero A asegura que B se encuentra en reposo.

Sin embargo, una persona C que observa el tren desde el andén asegura que B está en movimiento porque su distancia a B está variando.



Amplía

La **trayectoria** de un móvil también depende del observador. Si el pasajero A del tren deja caer una moneda al suelo, verá un movimiento rectilíneo, pero C verá que la moneda describe una parábola.



Las situaciones de reposo o movimiento son relativas, porque dependen del observador. Por ello es preciso establecer respecto a qué observador se mueve un cuerpo. La situación del observador se denomina **origen del sistema de referencia**.

Un cuerpo **se mueve** respecto a otro cuando cambian de posición relativa. Para describir el movimiento es necesario establecer previamente un **origen de referencia**.

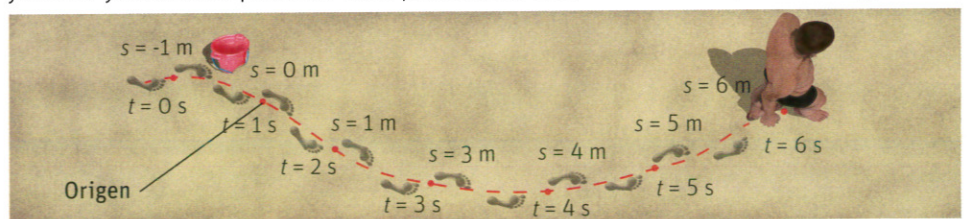
Cualquier móvil describe una línea denominada **trayectoria**, que muestra los puntos por los que ha pasado. Si la trayectoria es una recta, el movimiento es **rectilíneo**; en caso contrario se denomina **curvilíneo**.

¿Cómo se describe el movimiento?

El movimiento de un cuerpo se puede describir de dos formas distintas:

- **Conociendo la posición del móvil sobre la trayectoria en cada momento.** Para ello se elige un origen sobre la misma y se miden distancias a ese origen; se consideran negativas las posiciones de los puntos a la izquierda del origen y positivas las de los puntos situados a la derecha.

Por ejemplo, una persona camina por la arena de la playa, las huellas muestran su trayectoria y se sabe la posición de la persona en cada momento respecto al origen.

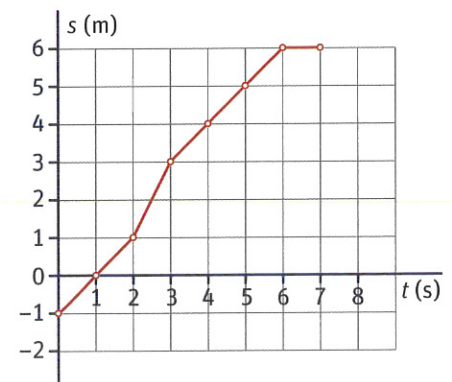


ACTIVIDADES

1. Razona si es posible que un cuerpo esté en reposo y en movimiento a la vez y de qué depende. Pon ejemplos que lo justifiquen.
2. ¿Qué significa que la posición de un móvil sobre la trayectoria es -2 m ? ¿Y si es $+4\text{ m}$?

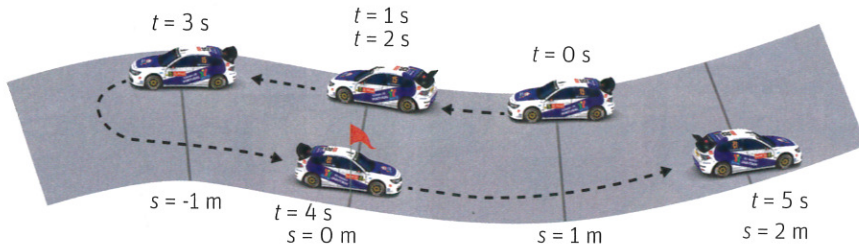
- **Mediante la gráfica $s-t$.** La gráfica se obtiene representando las parejas de valores tiempo-posición (t, s) en el plano cartesiano. La obtención de la gráfica se facilita si las sucesivas posiciones y tiempo se llevan previamente a una tabla. La gráfica obtenida de las huellas dejadas por la persona sobre la arena se muestra a continuación:

t (s)	0	1	2	3	4	5	6	7
s (m)	-1	0	1	3	4	5	6	6



Describe el movimiento de un cuerpo

1. La ilustración muestra la posición sobre un circuito, de un cochecito eléctrico de juguete, en sucesivos momentos.



- Describe su movimiento.
- Obtén su gráfica $s-t$ y calcula el espacio, e , recorrido por el coche.

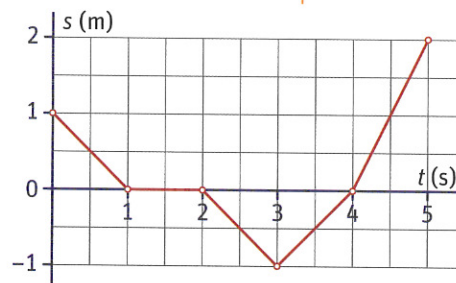
SOLUCIÓN

- En el instante inicial, el coche se encuentra a 1 m a la derecha del origen y se dirige al mismo, donde llega en $t = 1$ s. Permanece parado en el origen hasta $t = 2$ s y, a continuación, sigue hacia la izquierda del origen llegando hasta $s = -1$ m en el instante $t = 3$ s. Después da la vuelta y llega de nuevo al origen en $t = 4$ s y se mueve hasta $s = 2$ m a la derecha del origen, donde llega en $t = 5$ s.

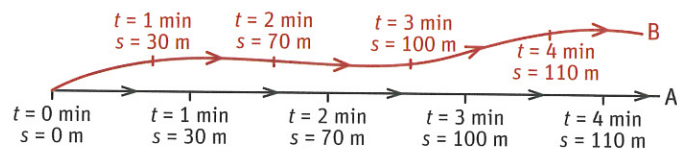
- Primero obtenemos una tabla de valores y después los representamos gráficamente en el plano cartesiano:

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

El coche ha recorrido $e = (1 + 1 + 1 + 2) \text{ m} = 5 \text{ m}$.



2. Dos personas caminan por las rutas A y B. Sus posiciones después de cada minuto están indicadas en el dibujo. Construye sus respectivas gráficas $s-t$.

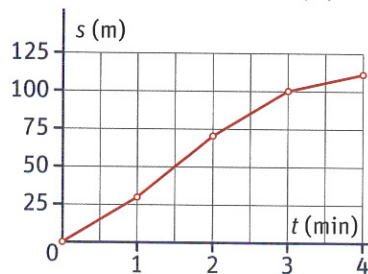


SOLUCIÓN

Ambos móviles, con trayectorias diferentes, tienen la misma tabla de valores y, por tanto, la misma gráfica $s-t$.

t (min)	0	1	2	3	4
s (m)	0	30	70	100	110

De la gráfica $s-t$ no puede deducirse el tipo de trayectoria que sigue un móvil.

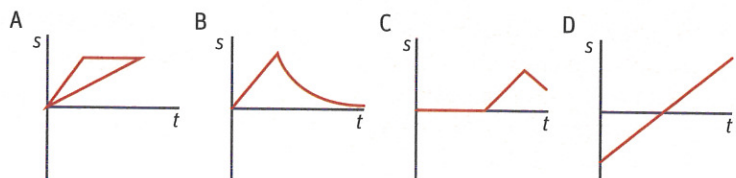


Ten en cuenta

Las gráficas $s-t$ no informan del tipo de trayectoria que recorre un móvil, solo de la posición que ocupa sobre la trayectoria en cada momento. Móviles con trayectorias diferentes pueden tener la misma gráfica $s-t$.

ACTIVIDADES

3. De las siguientes gráficas $s-t$, indica:
- ¿En cuál el móvil vuelve al punto de partida?
 - ¿Cuál es una gráfica "imposible"?
 - ¿En cuál el móvil está un tiempo parado?



2 Velocidad y aceleración

REFLEXIONA



La tortuga y la liebre han recorrido el mismo camino en el mismo tiempo: ambas han llevado la misma **velocidad media**. Sin embargo, no han corrido del mismo modo; como la liebre ha descansado, ha tenido que ir más rápida que la tortuga en otros momentos.

Recuerda

Una unidad habitual para expresar la velocidad de muchos móviles es el **km/h**. Su equivalencia con el **m/s** es:

$$1 \text{ km/h} = 0,28 \text{ m/s}$$

La **velocidad media**, v_m , de un móvil es el cociente entre el espacio recorrido, e , y el tiempo, t , empleado en recorrerlo.

$$v_m = \frac{e}{t}$$

La **velocidad instantánea** de un móvil es la que posee en cada instante.

En el SI de unidades, la velocidad (media o instantánea) se expresa en **m/s**.

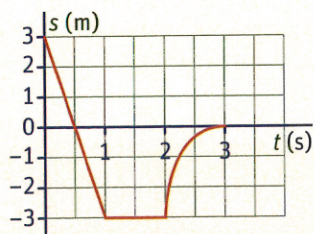
Un movimiento es **uniforme** si su velocidad es constante (como el de la tortuga). En este caso la velocidad media y la instantánea coinciden. Si la velocidad cambia, el movimiento es **variado** (como el de la liebre).

Las gráficas s-t y la velocidad

En las gráficas **s-t**, los tramos inclinados rectos son de movimientos uniformes, y los curvos, de movimientos variados. De las gráficas **s-t** se deduce la velocidad media.

ACTIVIDADES

4. A partir de la siguiente gráfica **s-t**, determina la velocidad media del móvil e indica cuándo el movimiento es uniforme y cuándo variado.



5. Un móvil se traslada desde un punto de posición $s_1 = 3 \text{ m}$ hasta otro punto de posición $s_2 = -2 \text{ m}$ en 10 s. Determina su velocidad media.

Obtén información de una gráfica s-t

3. La siguiente gráfica **s-t** corresponde al movimiento de una persona.
- Indica el tipo de movimiento que posee en cada tramo.
 - Calcula el espacio que ha recorrido y su velocidad media.



SOLUCIÓN

- En los primeros 2 s, la persona se mueve hacia la derecha, con un movimiento uniforme (tramo A). En ese tiempo recorre 5 m. A continuación se detiene durante 2 s (tramo B) y, después, regresa al origen en 1 s más con un movimiento variado (tramo C), recorriendo otros 5 m.
- El espacio recorrido ha sido $e = (5 + 5) \text{ m} = 10 \text{ m}$ en 5 s, luego:

$$v_m = \frac{e}{t} = \frac{(10 \text{ m})}{(5 \text{ s})} = 2 \text{ m/s}$$

Las gráficas $v-t$ del movimiento

Las gráficas $v-t$ informan sobre la variación del valor de la velocidad de un móvil. Los valores positivos de la velocidad indican que el móvil se mueve hacia la derecha, y los negativos, que se mueve hacia la izquierda. Estas gráficas no informan sobre el tipo de trayectoria que sigue el móvil.

smSaviadigital.com **PRACTICA**

Con esta simulación podrás interpretar las gráficas del movimiento rectilíneo.

Obtén información de una gráfica $v-t$

4. La siguiente gráfica $v-t$ corresponde al movimiento rectilíneo de un paquete dentro de un sistema de transporte. Interprétala.

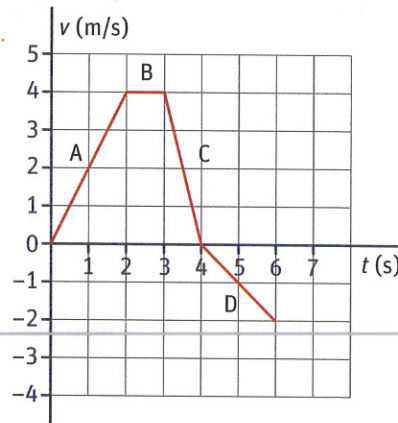
SOLUCIÓN

En los dos primeros segundos, el móvil parte del reposo y se mueve hacia la derecha del origen, aumentando su velocidad hasta 4 m/s (tramo A).

Entre $t = 2$ s y $t = 3$ s (tramo B), el móvil mantiene su velocidad en 4 m/s y se sigue alejando hacia la derecha del origen.

Entre $t = 3$ s y $t = 4$ s (tramo C), el móvil disminuye su velocidad hasta detenerse. En ese tiempo se sigue alejando hacia la derecha del origen.

Entre $t = 4$ s y $t = 6$ s (tramo D), el móvil se pone en movimiento, pero en sentido contrario, acercándose al origen.



La aceleración

Cuando se pone en verde un semáforo, el conductor pisa el acelerador y el coche aumenta su velocidad (el velocímetro lo indica): se dice que acelera. Si pisa el freno, el coche también varía su velocidad y también acelera, aunque ahora con valor negativo.

La **aceleración**, a , mide la variación de la velocidad por unidad de tiempo. Su valor medio, a_m , mide la variación media de la velocidad, $\Delta v = v_f - v_o$ en un tiempo t .

$$a_m = \frac{v_f - v_o}{t}$$

En el SI de unidades, la aceleración (media o instantánea) se expresa en m/s^2 .

Calcula aceleraciones a partir de la gráfica $v-t$

5. A partir de la gráfica $v-t$ del ejercicio resuelto número 4, calcula la aceleración del móvil en cada tramo de la misma.

SOLUCIÓN

En el tramo A, la aceleración media del móvil ha sido $a_m = \frac{(4-0) \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2$.

En el tramo B, la aceleración media es nula porque la velocidad no cambia.

En el tramo C, $a_m = \frac{(0-4) \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = -4 \text{ m/s}^2$ (el móvil frena).

En el tramo D, $a_m = \frac{(-2-0) \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = -2 \text{ m/s}^2$ (el móvil acelera en sentido contrario).

Amplía

Un coche acelera cuando cambia su velocidad. Pero la velocidad se puede cambiar de dos maneras: cuando varía su valor numérico (por ejemplo, la indicación del velocímetro de un coche) y cuando varía su dirección (por ejemplo, cuando el coche toma una curva). En ambos casos hay aceleración.

ACTIVIDADES

- ¿Qué significado tiene un tramo horizontal en una gráfica $s-t$? ¿Y en una gráfica $v-t$?
- Si un vehículo es capaz de pasar de 0 a 100 km/h en 10 s, ¿cuál es su aceleración media?

Estudio del movimiento

24. Razona si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- a) Un coche que recorre 60 km en media hora tiene una velocidad de 30 m/s.
- b) Un movimiento es uniforme si el valor de su velocidad es constante.
- c) Un cuerpo puede estar al mismo tiempo en reposo y en movimiento.
- d) La trayectoria de un móvil es independiente del observador.

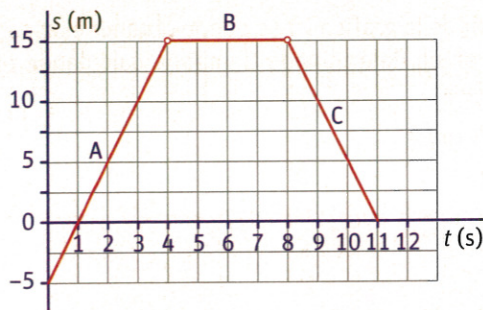
25. Por una carretera de Estados Unidos, el límite de velocidad permitido es de 55 mph (mph se traduce como "millas por hora"). Si un coche circula a 90 km/h, ¿sobrepasa el límite permitido de velocidad?



Dato: 1 milla = 1609,3 m

26. Un vehículo se encuentra en el kilómetro 45 de la N-I. Al cabo de hora y media pasa por el kilómetro 195. Calcula la velocidad media que ha llevado en km/h y en m/s.

27. En la siguiente gráfica s-t se representa la posición de un móvil en función del tiempo.



- a) Describe el movimiento en cada tramo.
- b) ¿Cuál es el espacio total recorrido?

SOLUCIÓN

a) En el tramo A, el móvil parte a 5 m a la izquierda del origen de referencia. Recorre 20 m en 4 s. Se mueve hacia la derecha a velocidad constante.

$$v_{m,A} = \frac{s_f - s_o}{t} = \frac{[(15 - (-5))] \text{ m}}{(4 \text{ s})} = \frac{(20 \text{ m})}{(4 \text{ s})} = 5 \text{ m/s}$$

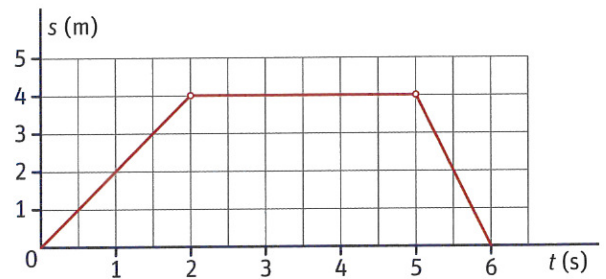
En el tramo B, el móvil permanece 4 s a 15 m del origen.

En el tramo C, el móvil cambia de sentido. Recorre 15 m en 3 s. Vuelve al origen con velocidad constante.

$$v_{m,C} = \frac{s_f - s_o}{t} = \frac{(0 - 15) \text{ m}}{(3 \text{ s})} = \frac{(-15 \text{ m})}{(3 \text{ s})} = -5 \text{ m/s}$$

b) El espacio total recorrido se determina sumando los espacios recorridos en cada tramo: $e = (20 + 15) \text{ m} = 35 \text{ m}$.

28. La gráfica s-t de un móvil está representada en la siguiente figura.



- a) ¿Cuál es el espacio recorrido en los cinco primeros segundos del movimiento?
 - b) ¿Y el espacio total recorrido?
 - c) Halla la velocidad media en cada uno de los tramos.
29. Un móvil situado 2 m a la izquierda del origen se mueve hacia la derecha con velocidad constante de 2 m/s durante 3 s. Se detiene 2 s y reanuda la marcha en el mismo sentido con velocidad constante de 4 m/s durante 3 s. Después da la vuelta y llega al punto de partida en 6 s.
- a) Representa la gráfica s-t del movimiento del móvil.
 - b) Determina el espacio recorrido total.
 - c) Calcula la velocidad media entre $t = 8 \text{ s}$ y $t = 14 \text{ s}$ del movimiento.
 - d) ¿Qué tipo de trayectoria ha llevado?
30. Un camión circula por la autopista a 100 km/h y ve una señal de área de servicio. Frena uniformemente el conductor durante minuto y medio hasta que se para a descansar. Calcula la aceleración de frenado del camión.

SOLUCIÓN

La velocidad inicial que lleva el camión en m/s es:

$$v_o = (100 \text{ km/h}) \cdot \frac{(1000 \text{ m/km})}{(3600 \text{ s/h})} = 27,8 \text{ m/s}$$

La aceleración de frenado es:

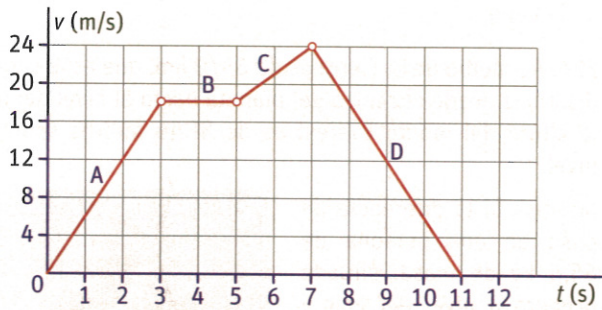
$$a_m = \frac{v_f - v_o}{t} = \frac{(0 - 27,8) \text{ m/s}}{(90 \text{ s})} = -0,31 \text{ m/s}^2$$

31. Un coche circula a 120 km/h y frena uniformemente durante 20 s, hasta conseguir una velocidad de 90 km/h.

- a) Calcula la aceleración de frenado.
- b) Si, una vez alcanzada la velocidad de 90 km/h, el coche continúa frenando con la misma aceleración, ¿cuánto tiempo más tardará en pararse?

32. Los coches de Fórmula 1 aceleran desde 0 a 100 km/h en unos 3 s. ¿Qué aceleración experimentan? Si mantuviesen esa aceleración en los 5 s siguientes, ¿qué velocidad alcanzarían?

33. En la siguiente gráfica se representa la velocidad de un móvil en función del tiempo (gráfica $v-t$).



- a) Explica la variación de la velocidad en cada tramo.
b) ¿Cuál es la aceleración media en cada tramo?

SOLUCIÓN

- a) En el tramo A, el móvil parte del reposo y aumenta su velocidad hasta alcanzar 18 m/s en 3 s.

En el tramo B, el móvil mantiene una velocidad constante de 18 m/s durante 2 s.

En el tramo C aumenta su velocidad hasta alcanzar 24 m/s a los 2 s.

En el tramo D, el móvil disminuye su velocidad hasta que se para.

- b) La aceleración media en cada tramo es:

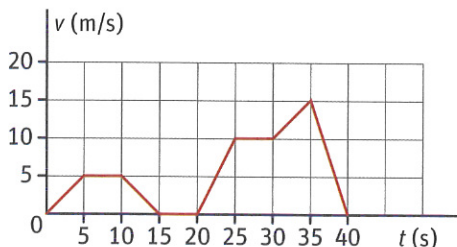
$$a_A = \frac{v_{f,A} - v_{o,A}}{t} = \frac{(18 - 0) \text{ m/s}}{(3 \text{ s})} = \frac{(18 \text{ m/s})}{(3 \text{ s})} = 6 \text{ m/s}^2$$

$$a_B = \frac{v_{f,B} - v_{o,B}}{t} = \frac{(18 - 18) \text{ m/s}}{(2 \text{ s})} = 0 \text{ m/s}^2$$

$$a_C = \frac{v_{f,C} - v_{o,C}}{t} = \frac{(24 - 18) \text{ m/s}}{(2 \text{ s})} = \frac{(6 \text{ m/s})}{(2 \text{ s})} = 3 \text{ m/s}^2$$

$$a_D = \frac{v_{f,D} - v_{o,D}}{t} = \frac{(0 \text{ m/s} - 24) \text{ m/s}}{(4 \text{ s})} = \frac{(-24 \text{ m/s})}{(4 \text{ s})} = -6 \text{ m/s}^2$$

34. La siguiente gráfica nos indica la velocidad de un móvil en un trayecto que dura 40 segundos.



- a) ¿Cuál es la velocidad máxima a la que viajó el móvil?
b) ¿Cuánto tiempo estuvo parado durante el recorrido?
c) Determina la aceleración en los períodos comprendidos entre los 20 y 25 segundos y entre los 35 y 40 segundos.

35. Un coche que lleva una velocidad de 19 m/s acelera, durante 8 s, con aceleración constante de 2 m/s². Se mueve uniformemente durante 5 s más y a continuación comienza a frenar hasta que termina por detenerse 7 s después de empezar a frenar.

- a) Dibuja la gráfica $v-t$.
b) Calcula la aceleración que ha llevado en el último tramo.

36. **Emprende.** Realiza con tus compañeros una campaña de concienciación en tu centro escolar sobre la necesidad de respetar las normas de la circulación, tanto para los vehículos (coches, bicicletas, ciclomotores, etc.) como para los peatones.

- a) Describe los peligros de circular a excesiva velocidad.
b) Busca información en la Dirección General de Tráfico sobre la situación de los radares cercanos a tu centro escolar. ¿Qué tipo de velocidad miden estos dispositivos?
c) Infórmate sobre los *nuevos radares de tramo* y si hay instalado ya alguno en tu comunidad autónoma. ¿Qué miden estos radares? ¿Por qué controlan el tráfico de forma más eficaz?

Las fuerzas y sus efectos

37. Un muelle suspendido por uno de sus extremos tiene una longitud de 10 cm. Si le aplicamos una fuerza de 10 N, su longitud total pasa a 20 cm. Calcula la constante elástica del muelle y su longitud cuando se le aplica una fuerza de 25 N.

SOLUCIÓN

El aumento de la longitud es:

$$\Delta L = L - L_0 = 0,2 - 0,1 = 0,1 \text{ m}$$

Este aumento de longitud se ha producido por una fuerza de 10 N. Aplicando la ley de Hooke, se determina la constante elástica del muelle:

$$F = k(L - L_0) \Rightarrow k = \frac{F}{\Delta L} = \frac{(10 \text{ N})}{(0,1 \text{ m})} = 100 \text{ N/m}$$

Si aplicamos una fuerza de 25 N al mismo muelle, como su constante elástica es la misma, el alargamiento que experimenta es:

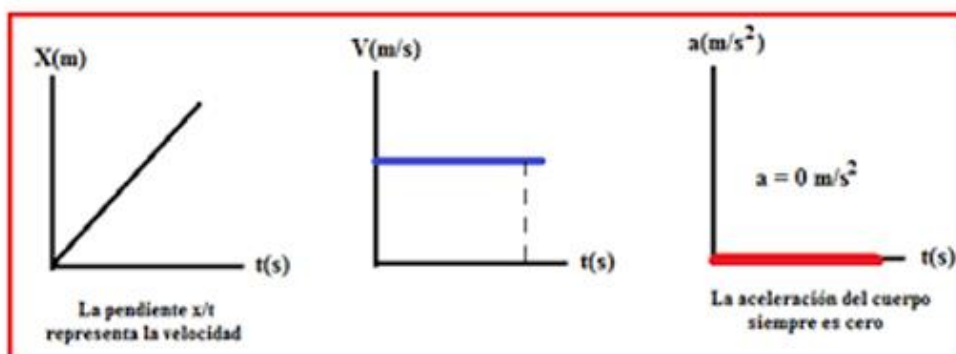
$$\Delta L = \frac{F}{k} = \frac{(25 \text{ N})}{(100 \text{ N/m})} = 0,25 \text{ m}$$

Por tanto, su longitud final será:

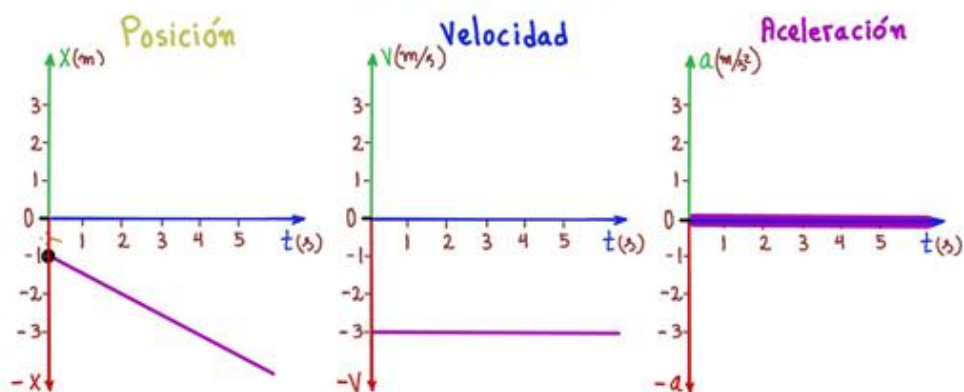
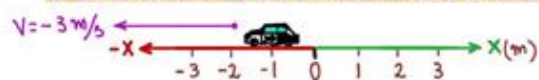
$$L = L_0 + \Delta L = 0,1 + 0,25 = 0,35 \text{ m}$$

38. Un muelle tiene una longitud de 30 cm cuando se le cuelga una masa de 2 kg, y de 40 cm cuando se le cuelga una masa de 3,8 kg. Calcula la longitud del muelle en reposo y su constante elástica.

GRÁFICAS DEL MRU (MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME)

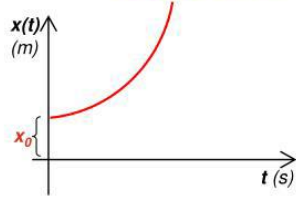


CINEMÁTICA TEORÍA DE GRÁFICAS MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (M.R.U)

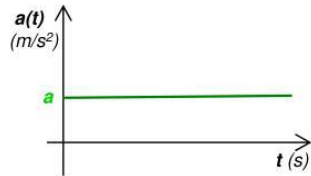
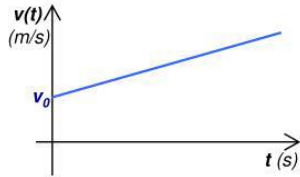


Gráficas (temporales) del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA)

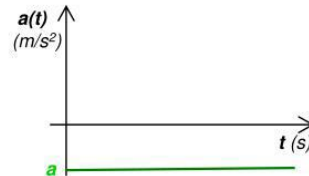
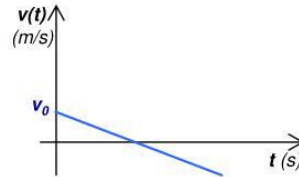
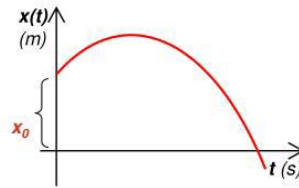
Si a es positiva:



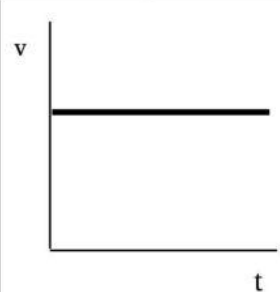
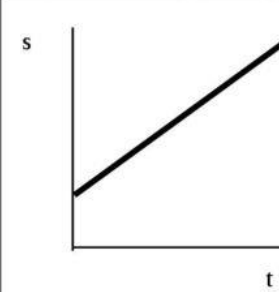
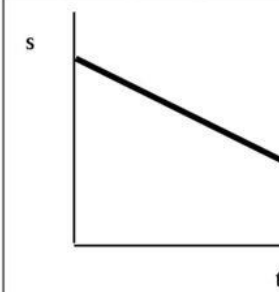
La gráfica de la posición en función del tiempo tiene forma de parábola



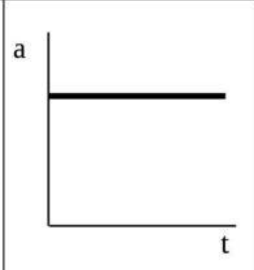
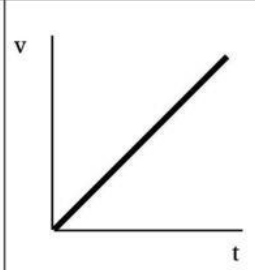
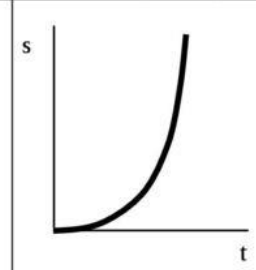
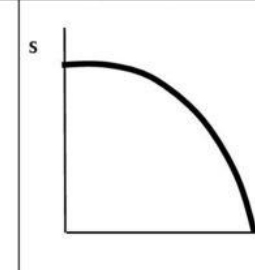
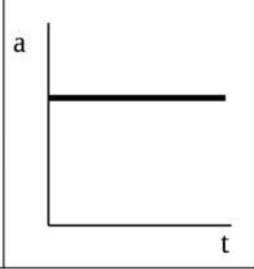
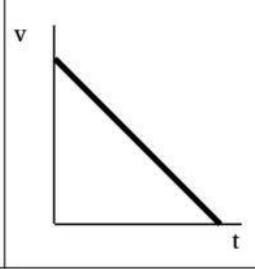
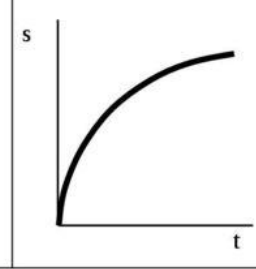
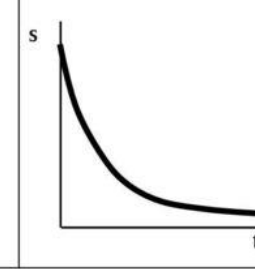
Si a es negativa:



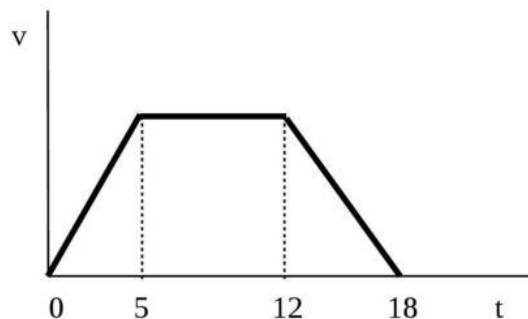
MRU (movimiento rectilíneo uniforme)

Type of graph	Velocity – time	Position – time (It is moving away)	Position – time (It is getting closer)
Gráfica			
Equation	$v = \text{constante}$	$s = v \cdot t + s_0$	$s = -v \cdot t + s_0$
Example	$v = 3$	$s = 3 \cdot t + 8$	$s = -3 \cdot t + 8$

MRUV (movimiento rectilíneo uniformemente variado)

Type of MRUV	a – t	v – t	s – t	s – t
MRUA (acelerado)				
MRUR (retardado)				

Ejercicio para practicar: Indica el tipo de movimiento en cada uno de los tres tramos de la siguiente gráfica



Desde 0 s hasta 5 s: MRUA Desde 5 s hasta 12 s: MRU Desde 12 s hasta 18 s: MRUR